

Occupations du Haut Moyen Age à Chevenez: inhumations et atelier métallurgique

Emmanuelle Evéquo, Ludwig Eschenlohr, Carine Deslex,
Mustapha Elyaqine et Cécile Bélet-Gonda

Lai Coiratte

Combe Varu

Combe En Vaillard

Avec des contributions de

Philippe Amiot
Denis Aubry
Ursule Babey
Françoise Bouchet
Luc Braillard
Jean Detrey
Vincent Friedli
Barbara Guénette-Beck
Dominique Hecker
Ian Hedley
Christine Keyser
Christiane Kramar
Matthieu Le Bailly
Jean-Pierre Mazimann
Olivier Putelat
Marianne Senn
Gisela Thierrin-Michael

Occupations du Haut Moyen Age à Chevenez : inhumations et atelier métallurgique

**Lai Coiratte
Combe Varu
Combe En Vaillard**

Emmanuelle Evéquo
Ludwig Eschenlohr
Carine Deslex
Mustapha Elyaq
Cécile Bélet-Gonda

Avec des contributions de

Philippe Amiot
Denis Aubry
Ursule Babey
Françoise Bouchet
Luc Braillard
Jean Detrey
Vincent Friedli
Barbara Guénette-Beck
Dominique Hecker
Ian Hedley
Christine Keyser
Christiane Kramar
Matthieu Le Bailly
Jean-Pierre Mazimann
Olivier Putelat
Marianne Senn
Gisela Thierrin-Michael

La Collection des Cahiers d'archéologie jurassienne
est publiée sous les auspices
de l'Office de la culture de la République et Canton du Jura
et de la Société jurassienne d'Emulation.

La Collection est née de la collaboration
de la Section d'archéologie et paléontologie de l'Office de la culture
et du Cercle d'archéologie de la Société jurassienne d'Emulation.

Recherches et rédaction



Office de la culture
Section d'archéologie et paléontologie
Hôtel des Halles
Case postale 64
CH-2900 Porrentruy 2
Tél. 032 420 84 51
Fax 032 420 84 99
sap@jura.ch
www.jura.ch/sap

Rédaction, maquette et mise en pages

Vincent Friedli, Jean Detrey, Marie-Claude Maître-Farine, Line Petignat Häni et Simon Maître.

Edition et diffusion



Cercle d'archéologie de la
Société jurassienne d'Emulation
Rue du Gravier 8
Case postale 149
CH-2900 Porrentruy 2
Tél. 032 466 92 57
Fax 032 466 92 04
sje@bluewin.ch
www.sje.ch
(commandes d'ouvrages)

Code de citation préconisé

Evéquois Emmanuelle, Eschenlohr Ludwig, Deslex Carine, Elyaqtime Mustapha, Bélet-Gonda Cécile et al. *Occupations du Haut Moyen Age à Chevenez: inhumations et atelier métallurgique*. Office de la culture et Société jurassienne d'Emulation, Porrentruy, 2012, 328 p., 284 fig., 15 pl., catalogue illustré. (Cahier d'archéologie jurassienne 27).

Le contenu de ce volume a fait l'objet d'une relecture critique partielle (*peer review*).

Publié avec le concours du

Département de la Formation,
de la Culture et des Sports
Département de l'Environnement
et de l'Équipement de la
République et Canton du Jura

Déjà paru dans la collection des Cahiers d'archéologie jurassienne
consacré aux sites de Chevenez :

CAJ 26 *Occupations protohistoriques à Chevenez: de l'âge du Bronze à la fin de l'âge du Fer*.

ISBN 978-2-88436-030-2
ISSN 1422-5190

© 2012
Office de la culture et
Société jurassienne d'Emulation
CH-2900 Porrentruy

Illustrations de la couverture :

Micrographie d'un acier hypereutectoïde (Chevenez-Lai Coiratte)
Tombe 2 en cours de dégagement (Chevenez-Combe En Vaillard)
Plaque dorsale de ceinture de la tombe 61 (Chevenez-Combe Varu)

Table des matières

Table des matières.....	3
-------------------------	---

Partie I : introduction

1 Introduction générale

Emmanuelle Evéquo

1.1 Historique des travaux.....	9
1.2 Etendue du site.....	9
1.3 Objectifs et organisation de la publication.....	9
1.4 Remerciements.....	10
Notes.....	10

2 Méthodologie

Emmanuelle Evéquo, Mustapha Elyaqine, Ludwig Eschenlohr et Dominique Hecker

2.1 Méthodologie de fouille.....	11
Emmanuelle Evéquo	
2.2 Méthodologie anthropologique et analyses paléopathologiques.....	11
Mustapha Elyaqine	
2.3 Méthodologie archéologique et analytique en paléoméallurgie.....	11
Ludwig Eschenlohr	
2.3.1 Classement macroscopique du matériel.....	11
2.3.2 Méthodes appliquées.....	12
2.3.3 Analyses chimiques.....	12
2.3.4 Analyses microscopiques.....	13
2.3.5 Limites de l'étude.....	13
2.4 Méthodologie archéobotanique.....	13
Dominique Hecker	
2.4.1 Prélèvement et préparation des échantillons, tri des restes végétaux.....	13
2.4.2 Détermination des macrorestes végétaux et archivage des résultats.....	13
2.4.3 Dénomination et regroupement des taxons.....	13
2.4.4 Dénombrement.....	14
Notes.....	14

Partie II : les sites

3 Le site de Chevenez-Lai Coiratte

Emmanuelle Evéquo, Ludwig Eschenlohr, Ursule Babey, Olivier Putelat, Marianne Senn, Denis Aubry, Luc Braillard, Dominique Hecker et Cécile Bélet-Gonda
avec des contributions de Ian Hedley, Jean-Pierre Mazimann, Gisela Thierrin-Michael, Mustapha Elyaqine et Barbara Guénette-Beck

3.1 Situation des découvertes et positionnement stratigraphique.....	15
Emmanuelle Evéquo et Cécile Bélet-Gonda	
3.2 Cadre géologique et stratigraphie.....	16
Denis Aubry et Luc Braillard	
3.2.1 La stratigraphie de Chevenez-Lai Coiratte.....	16
3.2.1.1 Introduction.....	16
3.2.1.2 Description des couches sédimentaires.....	16
3.2.2 Granulométrie et géochimie des sédiments.....	21
3.2.2.1 Méthodologie.....	21
3.2.2.2 Les sédiments prélevés dans les sondages S2-5170 et S2-5172.....	21
3.2.2.3 La colonne de référence III.....	22
3.2.2.4 La colonne de référence IV.....	23
3.2.3 Bilan : l'évolution de l'hydrologie locale.....	25
3.3 La sépulture triple.....	26
Emmanuelle Evéquo, avec une contribution de Mustapha Elyaqine	
3.3.1 Description de la sépulture : contexte de découverte et implantation.....	26
3.3.2 Tradition funéraire.....	26
3.3.3 La parure funéraire.....	28
3.3.3.1 La parure féminine.....	28
3.3.3.2 La parure masculine.....	28
3.3.4 Datation et interprétation.....	29
3.4 L'atelier de sidérurgie.....	30
Ludwig Eschenlohr	
3.4.1 La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne.....	30
3.4.2 Données de la prospection géomagnétique.....	31
3.4.2.1 Méthode et objectif.....	32
3.4.2.2 Résultats et interprétation.....	32
3.4.3 Les données quantitatives.....	32

3.5	Les structures	34
	Cécile Bélet-Gonda; mis à jour par Emmanuelle Evéquo et Ludwig Eschenlohr	
3.5.1	Situation	34
3.5.2	Contexte archéologique et stratigraphique	34
3.5.3	Les bâtiments : les fonds de cabane	34
3.5.3.1	Le fond de cabane ou fosse 1	34
3.5.3.2	Le fond de cabane 2	35
3.5.4	Les trous de poteau	35
3.5.5	Chronologie des structures	36
3.6	Les aménagements liés à la réduction du minerai de fer	37
	Cécile Bélet-Gonda; mis à jour par Ludwig Eschenlohr et Emmanuelle Evéquo, avec des contributions de Ian Hedley et Gisela Thierrin-Michael	
3.6.1	Traces de l'emplacement d'un bas fourneau et de son aire de travail	37
3.6.1.1	Analyse archéomagnétique Ian Hedley	38
3.6.1.2	Analyse archéométrique Gisela Thierrin-Michael	40
3.6.2	Les aires de rejet liées à la réduction	40
3.6.2.1	L'aire de rejet	40
3.6.2.2	Le ferrier	41
3.6.3	Analyse chronologique et synthèse interprétative des vestiges liés à la réduction du minerai de fer	41
3.7	Les structures liées à la postréduction du fer	42
	Ludwig Eschenlohr et Emmanuelle Evéquo	
3.7.1	Les structures de postréduction	42
3.7.1.1	Le bas foyer 1	42
3.7.1.2	Le bas foyer 2 et l'aire de forgeage 1	42
3.7.1.3	Le bas foyer 3	43
3.7.1.4	L'aire de forgeage 2	43
3.7.1.5	L'aire de forgeage 3	44
3.7.2	Analyse chronologique et synthèse interprétative des vestiges liés à la postréduction	44
3.8	Les matériaux liés à la réduction du minerai de fer	44
	Ludwig Eschenlohr et Marianne Senn	
3.8.1	Le minerai	45
3.8.2	Le charbon de bois	46
3.8.3	Les scories coulées	47
3.8.4	Les scories internes	49
3.8.5	Les scories rouillées	49
3.8.6	Les éléments de construction de bas fourneau	50
3.8.7	Bilan de masse et calcul du rendement du bas fourneau	50
3.9	Les matériaux liés à la postréduction du fer	52
	Ludwig Eschenlohr, Marianne Senn et Emmanuelle Evéquo	
3.9.1	Les scories en forme de calotte	52
3.9.1.1	Classification macroscopique et chimique	52
3.9.1.2	Les calottes aplaties	54
3.9.1.3	Les calottes déchiquetées	55
3.9.1.4	Les calottes fluides	56
3.9.1.5	Les calottes « scories argilo-sableuses »	56
3.9.1.6	Les calottes avec vitrification	57
3.9.1.7	Les calottes avec bourrelet	59
3.9.1.8	Les calottes avec empreintes de charbon	59
3.9.1.9	Les calottes concaves	60
3.9.1.10	Les calottes circulaires	61
3.9.1.11	Les calottes avec quille	61
3.9.1.12	Les calottes avec bulbe	61
3.9.1.13	Les calottes convexes	61
3.9.1.14	Les calottes non classées	61
3.9.1.15	Synthèse archéologique et analytique des calottes	63
3.9.2	Les déchets riches en fer	64
3.9.2.1	Les déchets métalliques Emmanuelle Evéquo	64
3.9.2.2	Les scories riches en fer ou gromps	66
3.9.3	Les autres catégories	67
3.9.3.1	Les battitures	67
3.9.3.2	Les parois de bas foyer	67
3.9.3.3	Les scories d'aspect coulé	68
3.9.3.4	Les charbons de bois des bas foyers	69
3.10	Synthèse sur l'activité métallurgique	69
	Ludwig Eschenlohr, avec la collaboration de Marianne Senn	
3.10.1	Calcul de production	69
3.10.2	Fonctionnement de l'atelier	70
3.11	Le mobilier archéologique	72
	Ursule Babey et Emmanuelle Evéquo, avec des contributions de Gisela Thierrin-Michael et Jean-Pierre Mazimann	
3.11.1	La céramique	72
	Ursule Babey, avec la collaboration de Gisela Thierrin-Michael	
3.11.1.1	Présentation générale du corpus	72
3.11.1.2	La céramique du Haut Moyen Age	72
3.11.1.3	Les amphores, la céramique protohistorique, romaine, médiévale et moderne résiduelle	84

3.11.2	La vaisselle en pierre ollaire..... Emmanuelle Evéquo	85
3.11.3	Les lithiques..... Emmanuelle Evéquo	87
3.11.3.1	L'outillage lithique.....	87
3.11.3.2	Autres lithiques : les fossiles.....	89
3.11.4	Le mobilier en verre..... Jean-Pierre Mazimann	90
3.11.5	Le mobilier en bronze et la métallurgie des alliages blancs et cuivreux..... Emmanuelle Evéquo	91
3.11.6	Le mobilier en fer..... Emmanuelle Evéquo	92
3.11.6.1	Les objets usuels.....	92
3.11.6.2	Les outils.....	94
3.11.6.3	Les autres objets.....	96
3.11.6.4	Les éléments de buffleterie.....	97
3.11.6.5	L'armement.....	98
3.11.6.6	Synthèse.....	98
3.12	L'archéobotanique..... Dominique Hecker	99
3.12.1	Introduction.....	99
3.12.1.1	L'origine des macrorestes botaniques.....	99
3.12.1.2	Les apports de l'étude archéobotanique.....	99
3.12.1.3	Les limites de l'étude archéobotanique.....	99
3.12.2	Les macrorestes botaniques dans l'ensemble des structures étudiées.....	99
3.12.2.1	La quantité et la qualité des restes végétaux.....	99
3.12.2.2	Les taxons, les groupes écologiques et les restes végétaux.....	99
3.12.2.3	Les caractéristiques biologiques et les utilisations potentielles des taxons.....	101
3.12.3	Les macrorestes dans les différentes structures.....	102
3.12.3.1	Le fond de cabane ou fosse 1.....	102
3.12.3.2	Le fond de cabane 2 et les trous de poteau 1 à 4.....	104
3.12.3.3	Les trous de poteau 5, 8, 9, 11 et 12.....	105
3.12.3.4	Le ferrier.....	105
3.12.3.5	Les structures artisanales.....	105
3.12.4	Les plantes, témoins de l'activité à Lai Coiratte?.....	106
3.12.5	Lai Coiratte et les autres sites de la région : Courtedoux-Creugenat et Develier-Courtételle.....	106
3.12.6	Conclusion.....	107
3.13	L'archéozoologie..... Olivier Putelat	108
3.13.1	Les structures du Haut Moyen Age liées à l'activité métallurgique.....	108
3.13.1.1	Le fond de cabane ou fosse 1.....	108
3.13.1.2	Le fond de cabane 2 et les trous de poteau 1 à 3.....	111
3.13.1.3	La zone d'activité du bas fourneau potentiel.....	111
3.13.1.4	La zone du ferrier et les trous de poteau 5, 7 et 16.....	111
3.13.1.5	La zone d'activité de forge et les bas foyers.....	111
3.13.1.6	La microfaune.....	111
3.13.1.7	Synthèse des données archéozoologiques liées à l'activité métallurgique.....	112
3.13.2	La sépulture triple.....	112
3.13.3	La couche 3a.....	113
3.13.4	La couche 3.1.2.....	113
3.13.5	Synthèse de la période altomédiévale.....	114
3.13.6	Les autres couches archéologiques.....	114
3.13.6.1	La couche 3.2.1.....	114
3.13.6.2	La couche 3.2.2.....	115
3.13.6.3	La couche 3.1.1.....	116
3.13.6.4	La couche 2.....	116
3.13.7	Conclusion.....	116
3.14	Répartition spatiale et synthèse..... Ludwig Eschenlohr, Ursule Babey et Emmanuelle Evéquo	118
3.14.1	Introduction.....	118
3.14.1.1	Conditions générales du gisement.....	118
3.14.1.2	Description des zones.....	121
3.14.2	Présentation par zone et par structure.....	123
3.14.2.1	La partie réduction de l'atelier.....	123
3.14.2.2	La partie postréduction de l'atelier.....	125
3.14.2.3	Les zones non attribuées à l'une des phases opératoires.....	127
3.14.2.4	Éléments de datation.....	127
3.14.3	Conclusion de la répartition spatiale.....	127
3.14.4	Synthèse de l'atelier sidérurgique de Lai Coiratte..... Ludwig Eschenlohr, Emmanuelle Evéquo et Ursule Babey	128
3.14.4.1	Aspects chronologiques.....	128
3.14.4.2	Interprétation des structures.....	128
3.14.4.3	Dynamique de l'atelier.....	131
3.14.4.4	Synthèse archéologique..... Emmanuelle Evéquo et Ludwig Eschenlohr	132
3.14.4.5	L'atelier sidérurgique dans son contexte régional.....	132
Notes.....		134

4 Le site de Chevezey - Combe Varu

Jean Detrey et Vincent Friedli, avec des contributions de Mustapha Elyaqnine et Olivier Putelat

4.1	Situation des découvertes et positionnement stratigraphique	137
4.1.1	Localisation des structures	137
4.1.2	Positionnement stratigraphique	137
4.2	Les structures	138
4.2.1	La zone funéraire	138
	La tombe 4	138
	La tombe 9	138
	La tombe 14	138
	La tombe 16	139
	La tombe 22	139
	La tombe 23	139
	La tombe 51	139
	La tombe 56	140
	La tombe 61	140
4.2.2	La voie empierrée	140
4.2.3	L'empierrement	141
4.3	Le mobilier	141
4.3.1	Le mobilier funéraire	141
4.3.2	La faune	142
	Olivier Putelat	
4.3.2.1	Les ossements non datés	142
4.3.2.2	La faune postérieure à l'Antiquité	143
4.3.2.3	La faune de la voie empierrée	143
	Notes	143

5 Le site de Chevezey - Combe En Vaillard

Carine Deslex, avec des contributions de Philippe Amiot, Ursule Babey, Mustapha Elyaqnine, Ludwig Eschenlohr, Jean-Pierre Mazimann et Olivier Putelat

5.1	Situation des découvertes et positionnement stratigraphique	145
5.1.1	Cadre géographique, hydrologique et géologique	145
5.1.2	Localisation des découvertes	146
5.1.3	Positionnement stratigraphique	147
5.2	Les structures	147
5.2.1	La zone funéraire	147
	5.2.1.1 Les tombes	147
	5.2.1.2 Un enclos de blocs calcaires ?	152
	5.2.1.3 Le foyer 1	152
5.2.2	Le bâtiment A	152
5.2.3	La voirie	153
	5.2.3.1 Le chemin NO/SE	153
	5.2.3.2 Le chemin N/S	154
5.2.4	Le foyer 2	154
5.3	Le mobilier	155
5.3.1	La céramique	155
	Ursule Babey	
	5.3.1.1 La céramique du Haut Moyen Age	155
	5.3.1.2 La céramique du Bas Moyen Age	157
5.3.2	La pierre ollaire	157
	Ursule Babey	
5.3.3	La vaisselle en verre	157
	Jean-Pierre Mazimann et Carine Deslex	
	5.3.3.1 Typologique et chronologie	157
	5.3.3.2 Répartition spatiale et stratigraphique	157
5.3.4	Les objets métalliques	158
	Philippe Amiot	
	5.3.4.1 Les objets métalliques du Haut Moyen Age	158
	5.3.4.2 Les objets métalliques du Bas Moyen Age	158
5.3.5	Les lithiques	159
	Carine Deslex	
5.3.6	Les tuiles	159
	Carine Deslex	
5.4	Les analyses spécialisées	160
5.4.1	L'étude archéozoologique	160
	Olivier Putelat	
	5.4.1.1 Le chemin NO/SE	160
	5.4.1.2 La couche d'inondation D3.1	161
	5.4.1.3 Le chemin N/S	161
	5.4.1.4 Divers	162
	5.4.1.5 Conclusion	162
5.4.2	Les scories de postréduction	162
	Ludwig Eschenlohr	
5.5	Datation	162
5.6	Synthèse	164
	Notes	164

Partie III : l'anthropologie

6 Anthropologie et état sanitaire des sujets inhumés à Chevenez

Mustapha Elyaqtine, avec la collaboration de Christiane Kramar et des contributions de Matthieu Le Bailly, Françoise Bouchet et Christine Keyser

6.1	Introduction	165
	Mustapha Elyaqtine	
6.2	Méthodes de fouille et d'étude	165
6.2.1	Anthropologie de terrain	165
6.2.2	Anthropologie biologique	165
6.2.2.1	L'âge au décès et le sexe	165
	Mustapha Elyaqtine, avec la collaboration de Christiane Kramar	
6.2.2.2	La morphologie et les liens de parenté	166
	Mustapha Elyaqtine	
6.2.2.3	L'étude métrique	166
6.2.3	Etude paléopathologique	166
	Christiane Kramar	
6.2.3.1	La pathologie dentaire	166
6.2.3.2	La pathologie osseuse	166
6.3	Le site de Chevenez - Lai Coiratte	167
6.3.1	La sépulture triple	167
	Mustapha Elyaqtine	
6.3.1.1	Le sujet 1	167
6.3.1.2	Le sujet 2	168
6.3.1.3	Le sujet 3	169
6.3.2	Mode d'inhumation et principales caractéristiques anthropologiques	170
6.3.3	L'état de santé des sujets	172
	Christiane Kramar	
6.3.3.1	Le matériel	172
6.3.3.2	Résultats et discussion	172
6.4	Le site de Chevenez - Combe Varu	175
6.4.1	Les sépultures	175
	Mustapha Elyaqtine	
6.4.1.1	Le sujet 1 de la tombe 4	175
6.4.1.2	Le sujet 2 de la tombe 9	176
6.4.1.3	Le sujet 3 de la tombe 14	176
6.4.1.4	Les sujets 4 et 5 de la tombe 16	177
6.4.1.5	Le sujet 6 de la tombe 22	179
6.4.1.6	Le sujet 7 de la tombe 23	179
6.4.1.7	Le sujet 8 de la tombe 51	180
6.4.1.8	Le sujet 9 de la tombe 56	181
6.4.1.9	Le sujet 10 de la tombe 61	182
6.4.2	Mode d'inhumation et principales caractéristiques anthropologiques	183
	Mustapha Elyaqtine	
6.4.2.1	Les modes d'inhumation	183
6.4.2.2	L'anthropologie et le recrutement de l'espace funéraire	183
6.4.3	L'état de santé des sujets	186
	Christiane Kramar	
6.4.3.1	Le matériel	186
6.4.3.2	Résultats et discussion	186
6.5	Le site de Chevenez - Combe En Vaillard	195
6.5.1	Les sépultures	195
	Mustapha Elyaqtine, avec la collaboration de Christiane Kramar	
6.5.1.1	Le sujet de la tombe 1	195
6.5.1.2	Le sujet de la tombe 2	195
6.5.1.3	Le sujet de la tombe 3	197
6.5.1.4	Le sujet de la tombe 4	197
6.5.1.5	Le sujet de la tombe 5	198
6.5.2	Mode d'inhumation et principales caractéristiques anthropologiques	199
	Mustapha Elyaqtine	
6.5.3	L'état de santé des sujets	200
	Christiane Kramar	
6.5.3.1	Le matériel	200
6.5.3.2	Résultats et discussion	200
6.6	Etude anthropologique comparée	204
	Mustapha Elyaqtine	
6.6.1	La stature	205
6.6.2	La craniométrie	205
6.6.3	Des traits d'origine asiatique à Chevenez ?	207
6.7	Synthèse et renseignements apportés par la paléopathologie	208
	Christiane Kramar	
6.7.1	L'état de santé des gens de Chevenez et de quelques voisins ou « contemporains »	208
6.7.1.1	Comparaisons de la pathologie dentaire basées sur le nombre de sujets atteints	208
6.7.1.2	Comparaisons de la pathologie dentaire basées sur l'ensemble des dents	209
6.7.1.3	Remarques sur la pathologie dentaire des non-adultes	210
6.7.1.4	Comparaisons de la pathologie osseuse	210

6.7.2	Les liens de parenté.....	211
6.7.2.1	Chevèze - Combe Varu.....	212
6.7.2.2	Chevèze - Lai Coiratte.....	212
6.7.2.3	L'homme de Lai Coiratte et les gens de Combe Varu.....	212
6.7.2.4	Chevèze - Combe En Vaillard.....	212
6.7.3	La question de l'usure dentaire.....	212
6.8	Paléoparasitologie.....	214
	Matthieu Le Bailly et Françoise Bouchet	
6.8.1	Introduction.....	214
6.8.2	Matériel et méthodes.....	214
6.8.3	Résultats.....	214
6.8.4	Discussion.....	214
6.8.5	Conclusion.....	215
6.9	Etude de l'ADN de l'enfant de Lai Coiratte.....	215
	Christine Keyser	
6.9.1	Introduction.....	215
6.9.2	Matériel et méthodes.....	216
6.9.3	Résultats et discussion.....	216
6.9.4	Conclusion.....	217
6.10	Synthèse.....	217
	Mustapha Elyaqine	
	Notes.....	218

Partie IV : conclusion générale

7 Conclusion		
	Mustapha Elyaqine, Ludwig Eschenlohr, Emmanuelle Evéquo et Carine Deslex	
7.1	Chronologie de l'occupation des trois sites.....	219
	Emmanuelle Evéquo et Carine Deslex	
7.2	La métallurgie.....	219
	Ludwig Eschenlohr	
7.3	L'anthropologie.....	220
	Mustapha Elyaqine	
7.4	Habitats et tombes : éléments d'organisation régionale.....	221
	Carine Deslex	
7.5	Les réseaux d'échanges.....	222
	Emmanuelle Evéquo	
	Notes.....	222
Annexe 1	Analyses chimiques globales par WD-XRF et XRD.....	223
Annexe 2	Tableau regroupant les calottes provenant du bas foyer 1.....	224
Annexe 3	Analyses du métal par LA-ICP-MS.....	225
Annexe 4	Analyses chimiques globales MEB/EDS.....	225
Annexe 5	Tableau regroupant les 154 calottes classées.....	226
Annexe 6	Eléments de datation des différentes zones du site de Lai Coiratte fournis par la typologie céramique.....	227
Annexe 7	Pétrographie du matériel de mouture et des autres artefacts lithiques.....	228
Annexe 8	Glossaire.....	232
Annexe 9	Sol et taphonomie des ossements.....	233
Annexe 10	Mesures ostéométriques.....	237
Annexe 11	Tableau des remontages de déchets scorifiés.....	238
Annexe 12	Répartition des objets métalliques par zone.....	240
Annexe 13	Répartition du mobilier métallique par zone.....	240
	Résumé.....	241
	Zusammenfassung.....	242
	Riassunto.....	243
	Abstract.....	244
	Bibliographie.....	245
	Catalogue.....	263
	Catalogue analytique (Chevèze - Lai Coiratte).....	264
	Catalogue mobilier.....	296
	Planches 1 - 12 Chevèze - Lai Coiratte.....	296
	Planches 13 - 15 Chevèze - Combe En Vaillard.....	320
	Crédit iconographique.....	326
	Volumes déjà parus dans la collection des Cahiers d'archéologie jurassienne.....	327

1 Introduction générale

Emmanuelle Evéquo

Le présent Cahier d'archéologie jurassienne (CAJ) constitue le second volume consacré aux découvertes effectuées près du village de Chevenez. Il rassemble les témoignages de l'occupation alto-médiévale des lieux-dits Lai Coiratte¹, Combe Varu² et Combe En Vaillard³, les empreintes relatives à la période protohistorique ayant été regroupées dans le CAJ 26 (Deslex et al. 2010). Localisés à environ 5 km au sud-ouest de Porrentruy, dans le canton suisse du Jura (fig. 1), le site de Lai Coiratte s'étend dans la plaine du Creux-des Prés, au centre de la vallée sèche de la Haute Ajoie, alors que les combes Varu et En Vaillard forment deux vallons parallèles qui s'appuient sur le flanc nord de l'anticlinal du Banné et débouchent dans ladite vallée sèche (fig. 2). Ces trois sites voisins s'inscrivent dans un périmètre d'environ 600 m de côté dépourvu d'obstacle naturel majeur.

1.1 Historique des travaux

L'historique et l'étendue des travaux effectués dans les combes Varu et En Vaillard ayant été présentés dans le CAJ 26, nous nous limitons ici à introduire les recherches archéologiques entreprises à Lai Coiratte. Ces dernières s'inscrivent aussi dans le cadre de la construction de l'autoroute A16 Transjurane et de ses aménagements, plus particulièrement la modification du tracé de la route cantonale de Courtedoux à Chevenez. Ainsi entre 2000 et 2002, une campagne de 27 sondages (Paupe et al. 2001, p. 124-151), suivie d'une prospection magnétique sous la direction de Ludwig Eschenlohr et de fouilles archéologiques (Gonda et al. 2002 et 2003), y ont été menées préventivement par la Section d'archéologie et paléontologie de l'Office de la culture de la République et Canton du Jura.

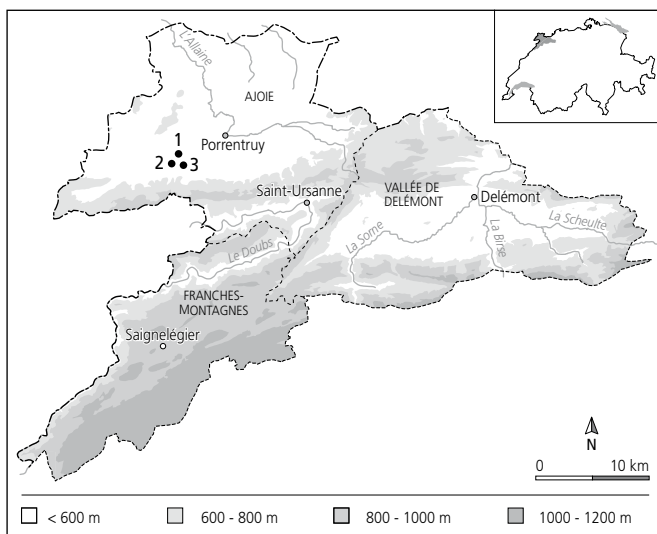


Fig. 1 Situation du canton du Jura et emplacement des trois sites archéologiques de Chevenez. 1: Lai Coiratte. 2: Combe Varu. 3: Combe En Vaillard.

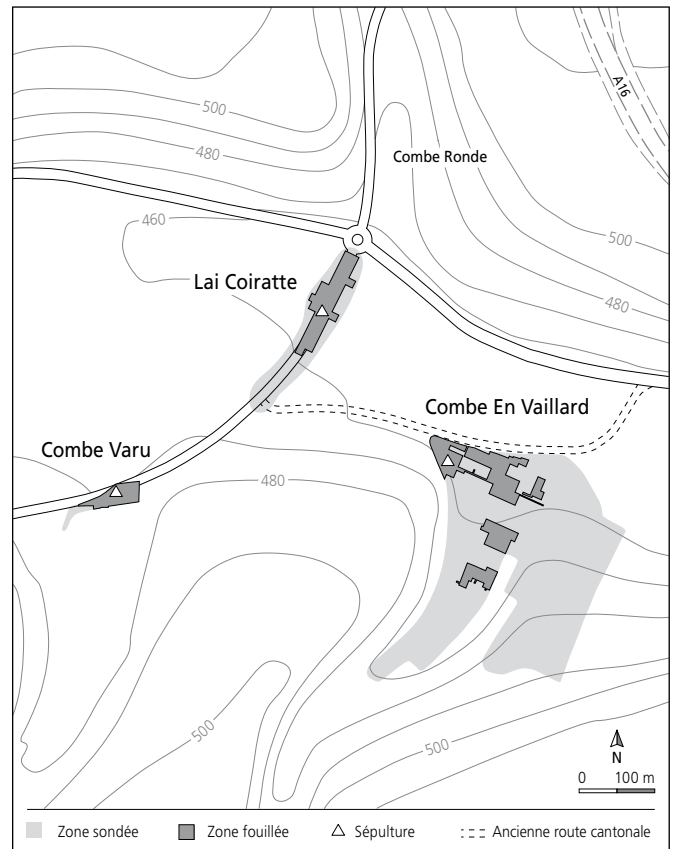


Fig. 2 Localisation des trois sites archéologiques de Chevenez: Lai Coiratte, Combe Varu et Combe En Vaillard, et tracé de l'autoroute A16 Transjurane. Situation des trois sites avec emplacements des zones sondées et des zones fouillées.

1.2 Etendue du site

L'emprise de la fouille de Lai Coiratte correspond à une bande de 235 m de long pour 25 m de large entre les routes Courtedoux-Chevenez et Courtedoux-Fahy, soit une surface totale de 5900 m². L'extrémité sud de cette bande s'étant révélée stérile lors des sondages, les deux campagnes de fouilles se sont concentrées, d'une part, sur l'extrémité nord du site où un niveau protohistorique a pu être mis en rapport avec l'occupation de l'aval de Combe Ronde, domaine B, et a, par conséquent, été inclus dans le CAJ 26. D'autre part, l'ensemble des structures ainsi que les concentrations de mobilier attribuables au Haut Moyen Age étaient réparties dans la plaine qui draine les écoulements temporaires du Creux-des-Prés, en rive droite du cours d'eau. La surface vérifiée représente 3000 m², dont environ 250 m² de fouille manuelle et trois profils géologiques de référence relevés. La totalité de la surface archéologique conservée sur l'emprise des travaux a été explorée.

1.3 Objectifs et organisation de la publication

Cette publication a pour objectif de présenter les témoins des occupations alto-médiévales recensées, malgré leur conservation très partielle, d'en évaluer leur contemporanéité par la mise en parallèle des structures et du mobilier mis au jour, et d'en dégager une éventuelle évolution ou spécificité régionale.

Le regroupement de ces études offre un aperçu de l'occupation de la région de Chevenez / *Chaviniacus* au Haut Moyen Age (Trouillat 1852, vol. 1, p. 94), selon les données actuelles. Il permet une première approche de la population locale et de ses activités, ainsi que des réseaux d'échanges entre les sites ajoulots et la vallée de Delémont dans un cadre régional. La reconstitution de la trame de peuplement de l'Ajoie durant la période étudiée devra être abordée à l'avenir, en tenant compte de la présence du hameau voisin contemporain de Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître).

Outre le contexte chronologique, premier trait d'union entre les trois sites étudiés, le domaine funéraire constitue un second dénominateur commun pour ces occupations. Cette publication s'articule donc autour de deux volets entre lesquels s'intercalent la présentation des rares aménagements autres que funéraires et artisanaux (chemins, empièvements, foyer ou bâtiment) mis au jour dans les combes Varu et En Vaillard. Les découvertes, y compris l'approche archéologique des inhumations, sont introduites par site en débutant par Lai Coiratte, où sont réunies les deux problématiques. Le premier pan de l'étude est plus spécialement réservé à l'artisanat métallurgique de Lai Coiratte et aux structures qui s'y rapportent. Le second présente en parallèle et de manière globale l'analyse anthropologique des groupes inhumés.

1.4 Remerciements

Les fouilles archéologiques et cette publication n'auraient pas été possibles sans la collaboration de nombreuses personnes que nous tenons vivement à remercier, à commencer par les nombreux techniciens de fouilles qui ont patiemment œuvré à la récolte des données de terrain en dépit de conditions météorologiques parfois défavorables : Philippe Amiot, Isabelle Azagury, Annick Bandelier, Hélène Barras, Celestino Blanco (machiniste), Hugues Brisset, Pascal Burgunder, Christophe Cedolin, Sylvain Chalverat, Valentine Clémence, Loïc Comment, Sandrine Davila-Prado, Mélanie Donzé, Alexander Downing, Sophie Faivre, Iann Gaume, Guillaume Gérard, Claude Gigon, Joanna Gigon,

Claude Girardin, Bernard Graber, Timothy Gregory, Andreas Iberg-Hidalgo, Aline Jacquat, Stéphanie Kast-Geiger (adjointe), Nicolas Kocher (stagiaire), Ralf Krebs, Isabelle Künzler, Didier Lambert, Hugues Leuenberger, Jacqueline Lopez, Béatrice Lovis, Simon Maître, Grégoire Migy, Claudine Miserez (stagiaire), Pierre-Alain Moeschler, Anne Montavon (adjointe), Gilles Morel (machiniste), André Nia, Ingrid Nicolas, Olivier Noaillon, Richard Otth, Gheorghe Pascal, Sylvie Petignat, Isabelle Queloz, Brice Quiquerez, Yves Riat, Didier Richard, Ruth Sawadogo, René Schirch (machiniste), Laurent Schwab (adjoint), Noémi Villars, Patrick Willemin et Dorota Wojtczak.

Martine Rochat, responsable de la préparation-conservation, et Pierre Bigler ont fait preuve de la plus grande minutie dans le traitement des objets, souvent très endommagés. Simon Maître, Yves Maître, Christian Meyer, Line Petignat Häni et Tayfun Yilmaz ont mis leur dextérité et leur patience au service de la réalisation des illustrations graphiques de ce volume, alors que Bernard Migy s'est servi de son objectif aguerri pour réaliser les prises photographiques, sous la coordination de Céline Robert-Charrue Linder. Les relectures ont été effectuées conjointement par Vincent Friedli et Jean Detrey, respectivement responsable et responsable-adjoint du bureau d'édition, Marie-Claude Maître a conçu la maquette de l'ouvrage et s'est chargée du travail de mise en pages.

La gratitude des signataires s'adresse également à plusieurs personnalités de même qu'aux institutions qu'elles représentent et/ou dirigent du soutien apporté lors de la réalisation de ce projet : l'Office fédéral des routes par l'intermédiaire de Messieurs André Voutat et Jean-Philippe Chollet, ancien et actuel chefs du Service des ponts et chaussées, et de Denis Barthoulot, chargé de la coordination avec la Section d'archéologie et paléontologie ; la commune de Haute-Ajoie⁴ ; Madame Elisabeth Baume-Schneider, ministre de la Formation, de la Culture et des Sports ; Messieurs Michel Hauser, chef de l'Office de la culture, François Schifferdecker et Robert Fellner, ancien et actuel archéologues cantonaux, ainsi que la Société jurassienne d'Emulation, coéditrice et chargée de la diffusion de cette publication.

Notes

- 1 Lai Coiratte, CN : Y = 568 400 ; X = 249 900 ; Z = 457 m.
- 2 Combe Varu, CN : Y = 568 100 ; X = 249 650 ; Z = 470 m.
- 3 Combe En Vaillard, CN : Y = 568 700 ; X = 249 400 ; Z = 460 m.
- 4 Suite à une fusion de communes, l'ancienne commune de Chevenez est rattachée à la commune de Haute-Ajoie depuis le 1^{er} janvier 2009.

2 Méthodologie

Emmanuelle Evéquo, Mustapha Elyaqtine, Ludwig Eschenlohr et Dominique Hecker

2.1 Méthodologie de fouille

Emmanuelle Evéquo

Nous ne nous attardons pas sur la méthode de fouille adoptée pour les trois sites étudiés. Identique pour chacun d'eux, celle-ci a déjà été décrite dans le CAJ 26.

Pour l'essentiel, et en fonction des impératifs du terrain, le décapage à la pelle mécanique munie d'un godet de talutage a été privilégié pour les dégagements de surface et les zones pauvres en vestiges, alors que les structures et les épandages de mobilier ont été fouillés en décapage manuel. Des profils géologiques ont été systématiquement relevés pour mieux appréhender l'insertion stratigraphique des vestiges et du mobilier, prélevé par couche et par décapage.

2.2 Méthodologie anthropologique et analyses paléopathologiques

Mustapha Elyaqtine

Sur les trois sites, le décapage mécanique réalisé sous le contrôle des archéologues, a été suivi d'une intervention anthropologique de terrain dès l'apparition des ossements humains. Elle a consisté en la supervision du dégagement des squelettes, en l'enregistrement des données ostéologiques relatives aux pratiques funéraires et/ou à la taphonomie, en les premières déterminations de l'âge et du sexe et en une prise de mesures *in situ* dans le cas d'os longs trop friables. Les études ont ensuite été entreprises selon les méthodes détaillées dans le chapitre 6.2.

L'examen paléopathologique de l'ensemble des squelettes a été assuré par Christiane Kramar. Mathieu Le Bailly et Françoise Bouchet de l'Université de Reims ont assumé les analyses paléoparasitologiques envisageables à Combe Varu et à Lai Coiratte. Michel Drancourt de l'Unité des Rickettsies CNRS-Faculté de médecine de Marseille a été sollicité pour une recherche d'ADN du germe de la peste sur un squelette de Lai Coiratte et Christine Keyser de l'Université de Strasbourg a procédé à l'extraction et à l'analyse de l'ADN de l'enfant de ce même site.

Dix datations ¹⁴C ont été réalisées sur les squelettes de Combe Varu et une sur l'un des squelettes de Lai Coiratte. Cinq tentatives de datation faites sur des ossements de Combe En Vaillard ont échoué.

Les catalogues archéologiques des tombes figurant dans la partie II (chap. 3 à 5) récapitulent les principales données anthropologiques relatives à chaque tombe sous une forme résumée. Le détail des résultats obtenus est discuté dans la partie III (chap. 6).

2.3 Méthodologie archéologique et analytique en paléoméallurgie

Ludwig Eschenlohr

La méthodologie a été présentée de manière approfondie dans le cadre de l'étude du site de Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, chap. 2 et annexe 1). Le lecteur désireux de connaître davantage de détails se référera donc à cet ouvrage.

Une base de données comprenant l'intégralité des déchets scorifiés de Chevenez-Lai Coiratte a été fondée sur le modèle développé pour l'étude susmentionnée, afin de gérer et d'exploiter au mieux toutes les informations utiles et, au final, de pouvoir dresser des cartes de répartition précises (chap. 3.14). Conjointement, un choix a été effectué parmi les pièces caractéristiques, c'est-à-dire les déchets de la production et du travail du fer, en vue de procéder à des analyses chimiques, métallographiques et minéralogiques.

Une collaboration, étroite et déjà bien éprouvée, s'est poursuivie avec le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA) à Dübendorf. Ces recherches visent une meilleure compréhension de la totalité des activités métallurgiques effectuées sur le site, en particulier la définition des caractéristiques d'une éventuelle production locale de fer.

2.3.1 Classement macroscopique du matériel

Après examen, description, mesures et saisies dans la base de données, ce matériel a fait l'objet d'un classement en différentes catégories, types et, parfois, sous-types :

- le minerai (chap. 3.8.1);
- les scories coulées (chap. 3.8.3);
- les scories internes (chap. 3.8.4);
- les scories rouillées (chap. 3.8.5);
- les éléments de construction du bas fourneau (chap. 3.8.6);
- les scories en forme de calotte, avec douze types (chap. 3.9.1);
- les déchets riches en fer, avec les déchets de forge et les scories ferrugineuses/gromps (chap. 3.9.2);
- les autres catégories, avec les battitures, les parois de bas foyer et les scories d'aspect coulé (chap. 3.9.3).

A cela s'ajoutent les scories indéterminées, à savoir des pièces de trop petite taille ou dans un trop mauvais état de conservation pour une identification claire. Le poids moyen d'un tel fragment est inférieur à celui d'un fragment de paroi, que ce dernier soit sans attribution ou qu'il provienne d'un bas fourneau (réduction) ou d'un bas foyer (postréduction). Cependant, la difficulté de classer ces petits fragments semble avant tout due à la coexistence des étapes de réduction directe, de transformation et de travail du fer.

Quant aux éponges, seules quelques pièces fortement métalliques, coupées et parfois analysées, ont pu être identifiées en tant que telles. Cela n'implique pas qu'une pièce en métal pur soit forcément une éponge. Il est en effet probable que des fragments d'éponge aient été intégrés, suite à leur seule observation

morphologique, soit dans la catégorie des scories en forme de calotte ou dans celle des scories ferrugineuses, soit dans celle des déchets de forge. Enfin, les battitures, vu leur très petite taille, auraient pu faire l'objet d'un décompte systématique dans le contexte de certaines structures associées au travail du fer, mais une erreur majeure dans la manutention des refus de tamis a détruit l'essentiel des informations de fouille (chap. 3.9.3.1).

Tous ces matériaux sont classés globalement dans la catégorie des déchets liés à l'activité métallurgique, même si les fragments de paroi de bas foyer ou de bas fourneau, ainsi que les tuiles scoriées, s'apparentent plus à un matériau de construction qu'à un déchet proprement dit. Dans ce cas précis, la fonction de tous ces différents déchets étroitement liés prime sur leur composition. Celle-ci, hétérogène, contient en effet des éléments présents, à différents degrés, dans les diverses catégories de déchets : scories, métal ou matériaux sableux. Une séparation plus fine n'est ici possible que par la recherche analytique.

Une attention particulière a été portée d'une part à l'étude des scories coulées, à celles en forme de calotte d'autre part. Ceci dans la mesure où elles constituent le déchet type de leur étape opératoire respective, la réduction ou la postréduction. Les deux catégories étant facilement reconnaissables en soi, une subdivision interne a été effectuée par types présentant des caractères morphologiques communs récurrents. Pour les scories coulées, ce travail s'est articulé autour des essais de remontage qui ont accompagné la classification morphotypologique, et qui se sont avérés particulièrement fructueux, tout en soulignant les spécificités des différents sous-types identifiés (chap. 3.8.3). Les calottes ont aussi été classifiées selon plusieurs critères bien éprouvés, basés sur leurs dimensions, sur le rapport entre ces mêmes dimensions, ou encore sur leur aspect de surface. Certaines d'entre elles ont également fait l'objet d'études analytiques sans lesquelles il aurait été impossible de les rattacher à une étape spécifique de la chaîne opératoire au sein de la phase de postréduction : épuration de l'éponge de fer, compactage de cette dernière, forgeage d'un type d'objet précis, voire même succession de deux ou de la totalité de ces différentes étapes.

Lorsqu'un fragment de scorie en forme de calotte ou d'une autre catégorie de déchet semblait être riche en fer, de par sa densité ou son aspect corrodé, un test systématique a été entrepris à l'aide d'un aimant et la réaction estimée : nulle, faible, moyenne, forte ou très forte.

Enfin, les numéros de catalogue (signalés par l'abréviation « cat. » suivie du ou des numéros concernés) ou d'inventaire cantonal apparaissant dans le texte se réfèrent au catalogue ou aux annexes en fin d'ouvrage.

Les autres catégories de déchet sont étudiées de façon plus ou moins approfondie¹ et font l'objet d'une description morphologique, suivie d'un développement lié aux résultats analytiques. L'ordre de description de chaque type de déchet a délibérément été effectué selon son importance dans le processus technique de la production, du raffinage ou du forgeage dont il est issu.

2.3.2 Méthodes appliquées

Le choix opéré parmi les déchets a permis d'étudier les techniques de travail mises en œuvre et de déterminer, autant que possible, quels étaient les produits de l'artisanat local. Les groupes de matériau suivants ont été pris en compte : toutes les catégories de scories, les parois, les minerais, les déchets métalliques².

Le but de l'étude était de déterminer, pour chacun de ces matériaux, l'étape de la chaîne opératoire au cours de laquelle ils se sont formés ou à laquelle ils ont pris part, en tentant de les caractériser de manière plus précise. Parallèlement, le mode de production a été revu plus en détail. Par ce biais, il s'agissait également d'identifier les produits d'origine et d'estimer l'ampleur de la production sur le site.

Après avoir été classés et interprétés macroscopiquement, ces matériaux ont été soumis à des analyses chimiques et à des examens microscopiques. Un certain nombre de problèmes analytiques sont apparus, le matériel examiné étant hétérogène, soit en raison de sa composition faite de plusieurs matériaux (scorie, paroi sablo-argileuse, métal), soit en raison des processus de vieillissement affectant les métaux (oxydation).

Le concept d'analyses ayant été lui aussi établi, nous n'y reviendrons plus ; il en va de même pour l'aspect macroscopique des scories de fer, notamment l'état de la recherche, les caractéristiques chimiques et minéralogiques. Les données quantitatives, ainsi que le classement morphotypologique seront abordés ultérieurement (chap. 3.8 et 3.9).

2.3.3 Analyses chimiques

La composition chimique d'un objet permet sa caractérisation directe ou fournit des informations sur les matériaux ayant contribué à sa formation. Si l'on procède de plus à une analyse des éléments traces³, il est souvent possible de déterminer la provenance de cet objet. Pour la détermination de la composition chimique des scories, du minerai, des battitures et de la paroi, on utilise fréquemment la spectrométrie par fluorescence des rayons X dispersive en longueur d'onde (WD-XRF). Cette méthode d'analyse ne demande qu'un échantillon de masse réduite (environ 30 g), qui doit toutefois être aussi homogène que possible, et présente des avantages aussi bien en matière de préparation des échantillons qu'en matière de coût par rapport aux méthodes d'analyse par voie humide. Afin d'obtenir des informations supplémentaires sur les conditions de formation des matériaux examinés, on a procédé à la détermination des minéraux qui les composent. La diffraction des rayons X permet d'obtenir une vue d'ensemble succincte de la composition minéralogique (annexe 1). Pour des analyses plus détaillées, il est nécessaire de recourir à un examen microscopique combiné à des méthodes d'analyse chimique de dissolution locale, par exemple la microanalyse quantitative par faisceau d'électrons (microsonde électronique) et la spectrométrie semi-quantitative des rayons X dispersive en énergie sous microscope électronique à balayage (MEB/EDS) ; seule l'analyse MEB/EDS est appliquée

dans ce projet. Pour l'analyse du fer métallique, on a utilisé la spectrométrie de masse à source plasma à couplage inductif avec ablation laser (LA-ICP-MS; Devos et al. 2000); les éléments analysés sont Al, Ti, V, Cr, Mn, P, Co, Ni, Cu, As, Mo, Ag, Sn et W. La teneur en carbone a été par contre estimée lors de l'étude métallographique.

2.3.4 Analyses microscopiques

Afin de préciser l'histoire de la production des objets en fer, il est nécessaire de procéder à une étude métallographique pour déterminer les structures du métal. L'examen de cette texture au moyen du microscope rend visibles le fibrage du métal, les soudures et les inclusions. Il met en évidence la constitution interne des alliages; il permet aussi de décrire les composants d'un métal selon leur taille, leur forme ou leur distribution, et de noter les défauts du matériau comme les fissures ou certaines inclusions. Ces composants sont comparés avec le diagramme d'équilibre fer-carbone, ce qui permet de constater d'éventuelles modifications induites par des phénomènes mécaniques, thermiques ou chimiques.

L'examen microscopique permet aussi de déterminer la composition minéralogique des scories. Les techniques micrographiques sont relativement simples, mais elles exigent une importante préparation des échantillons. Les différentes étapes sont les suivantes :

- le prélèvement et le montage des échantillons;
- le polissage et la finition mécanique de la section;
- l'attaque métallographique;
- l'examen sous microscope;
- la détermination de la grosseur des grains du métal et l'estimation quantitative des phases minérales;
- la détermination de la dureté du métal.

2.3.5 Limites de l'étude

Sur la base des éléments récoltés dans le périmètre fouillé, il est possible d'affirmer que l'on a procédé sur place à la réduction du minerai de fer, ainsi qu'à la transformation et au forgeage du fer produit. Cette constatation repose sur les pourcentages des différents types de déchet retrouvés, variant fortement selon l'opération pratiquée (réduction ou postréduction). Du fer a donc été produit dans cet atelier médiéval, transformé, et utilisé pour la fabrication d'objets⁴.

2.4 Méthodologie archéobotanique

Dominique Hecker

2.4.1 Prélèvement et préparation des échantillons, tri des restes végétaux

Selon le type de structure, l'ensemble ou une partie des sédiments ont été prélevés. Afin d'éviter le développement de moisissures, d'algues ou de mousses, ces prélèvements ont été déposés dans des sacs plastiques hermétiques puis entreposés dans un local frais et sombre. Les sédiments des échantillons sont mis

en imbibition totale afin d'en mesurer le volume, puis tamisés entièrement à l'aide d'une série de tamis de maille décroissante (10, 5, 2, 1, 0,5 et 0,25 mm), sans séparer les phases organique et minérale. Ensuite, les refus sont récupérés et laissés à l'air libre pour séchage. L'examen des refus de tamis et leur tri se sont faits à l'aide d'une loupe binoculaire (Novex et Wild) permettant un agrandissement de 6 à 30 fois.

Une déficience dans le tri du matériel a été constatée: seuls les refus des tamis de 8, 5, 3 et 1 mm ont été triés et les restes botaniques des fractions 8, 5 et 3 mm ont été réunis en un lot pour chaque échantillon. Les sédiments restant après le tri n'ont pas pu être vérifiés. Le tri incomplet des refus de tamis a entraîné une perte irrémédiable de matériel. Les petites fractions sont importantes pour la mise en évidence des restes de battage ou des très petites graines des taxons sauvages comme les *Poa* et les *Phleum*, caractéristiques des prés et des pâturages. Les données quantitatives ne sont donc qu'indicatives car elles ne prennent en compte que les fractions supérieures ou égales à 1 mm. De ce fait, leur exploitation risque de transmettre une image déformée de l'ensemble du matériel botanique contenu dans les sédiments prélevés lors de la fouille.

2.4.2 Détermination des macrorestes végétaux et archivage des résultats

L'identification des restes s'est faite par comparaison avec des individus, modernes ou provenant d'analyses archéobotaniques réalisées sur d'autres sites archéologiques, appartenant à la collection de référence du Laboratoire d'archéobotanique de l'Université de Bâle (IPNA) et à une collection spécifique constituée dans le cadre de ce travail. Ont aussi été consultés des atlas de graines dessinées ou photographiées (Beijerinck 1947; Bertsch 1941; Jacquat 1988; Kac et al. 1965; Karg 1994; Martin 1946; Schaal 2001) ainsi que des descriptions de macrorestes végétaux de différents sites archéologiques (Bouby et Léa 2005; Jacquat 1988 et 1989; Kühn 2000).

Chaque reste (graine, fraction de graine et autre reste botanique) a été compté et comptabilisé comme un individu.

Les données concernant les échantillons et les restes végétaux ont été consignées dans la banque de données ARBOL (ARchaeoBOTanical Lists). Pour chaque structure, une liste des restes carpologiques est ainsi constituée.

2.4.3 Dénomination et regroupement des taxons

La nomenclature utilisée est celle de la *Flore de la Suisse* (Aeschmann et Burdet 1989). Chaque taxon correspond à une unité de classification: espèce, genre, famille.

Les facteurs écologiques qui déterminent les différents types de végétation sont en relation avec la physiologie des plantes considérées et avec leur milieu de vie (Ellenberg 1991; Landolt 1977). Ils permettent donc, pour chaque plante, de se faire une idée du type de milieu dans lequel elle croît préférentiellement.

La détermination précise jusqu'au nom d'espèce n'est possible que si l'état de conservation est optimal. Dans ce cas, les plantes déterminées sont, en fonction de leurs facteurs écologiques, regroupées dans différents types de végétation :

- la végétation des champs, constituée par les plantes cultivées et leurs plantes compagnes;
- la végétation rudérale, qui croît sur des sols fortement marqués par les activités humaines;
- la végétation des prés et des pâturages, exploitée pour la pâture, la récolte d'herbe fraîche et de foin;
- la végétation des milieux forestiers clos (forêts) et ouverts (clairières et coupes forestières, lisières et haies);
- la végétation des milieux humides (rives, marais).

Les agressions subies par les restes végétaux, avant, pendant ou après leur enfouissement, font souvent disparaître les caractéristiques morphologiques permettant leur détermination et n'autorisent plus leur reconnaissance fine. Les graines produites par des plantes de parenté proche possèdent parfois aussi de grandes similitudes et ne sont pas discernables. La détermination ne peut alors se faire qu'à un niveau taxonomique supérieur – genre ou famille – ou dans l'attribution à un groupe d'espèces ou de genres.

2.4.4 Dénombrement

Chaque niveau taxonomique trouvé a été comptabilisé. Les taxons présents à la fois dans un groupe et à titre individuel ont été exclus des groupes.

Notes

- 1 Le degré de l'étude dépend de l'apport potentiel/la signification de la catégorie de déchet pour l'ensemble de l'étude métallurgique. Ceci en référence à d'autres études menées sur des corpus similaires.
- 2 L'analyse de quelques objets métalliques sera présentée dans la synthèse des vestiges liés à la paléoméallurgie dans le contexte autoroutier (Eschenlohr, en cours d'élaboration).
- 3 Les éléments traces sont ici des éléments chimiques présents dans une concentration inférieure à 0,1 % masse dans un matériau.
- 4 Il existe d'autres sites de la même époque comportant des vestiges liés à la réduction et à la postréduction: par exemple à Liestal-Röserntal (BL) (Serneels 1995; Tauber 1998).

3 Le site de Chevenez-Lai Coiratte

Emmanuelle Evéquo, Ludwig Eschenlohr, Ursule Babey, Olivier Putelat, Marianne Senn, Denis Aubry, Luc Braillard, Dominique Hecker et Cécile Bélet-Gonda
avec des contributions de Ian Hedley, Jean-Pierre Mazimann, Gisela Thierrin-Michael, Mustapha Elyaqine et Barbara Guénette-Beck

3.1 Situation des découvertes et positionnement stratigraphique

Emmanuelle Evéquo et Cécile Bélet-Gonda

Les découvertes faites au lieu-dit Lai Coiratte, situé 1,6 km à l'est de Chevenez et 2 km à l'ouest de Courtedoux, font suite aux sondages archéologiques réalisés en 2000 dans le cadre de l'aménagement du tracé de la nouvelle route cantonale reliant ces deux villages (fig. 3). La présence de nombreuses scories de fer parmi le mobilier alors recueilli a incité L. Eschenlohr à effectuer un relevé géomagnétique de l'emprise des travaux afin de détecter l'éventuelle présence de structures liées à l'activité métallurgique (chap. 3.4.2)¹. Ce relevé s'étant révélé positif, deux campagnes de fouilles ont été réalisées entre 2001 et 2002 mettant au jour un ensemble de structures datées du Haut Moyen Age, établies en deux phases successives.

Occupant une petite plaine en fond de la vallée sèche de la Haute Ajoie, Lai Coiratte s'insère entre le plateau de Bure au nord et l'anticlinal du Banné au sud. Les vestiges sont implantés non loin de la cluse du vallon qui change de direction au lieu-dit Creugenat (fig. 3). La zone excavée, marquée par une pente douce qui forme une dépression au point de passage du cours d'eau, est traversée par le chenal de crue du Creux-des-Prés². La déclivité naturelle du terrain a favorisé l'érosion du niveau archéologique du Haut Moyen Age qui n'est conservé que sur 1000 m² environ au centre de l'emprise (fig. 4). La partie sud de la zone fouillée est dépourvue de niveau archéologique alors que dans son extrémité nord se développe un niveau protohistorique (Deslex et al. 2010). Les limites sud, est et nord des vestiges ont été déterminées par les investigations archéologiques; en revanche la limite ouest reste inconnue étant donné l'extension de la couche archéologique au-delà de la surface d'investigation.

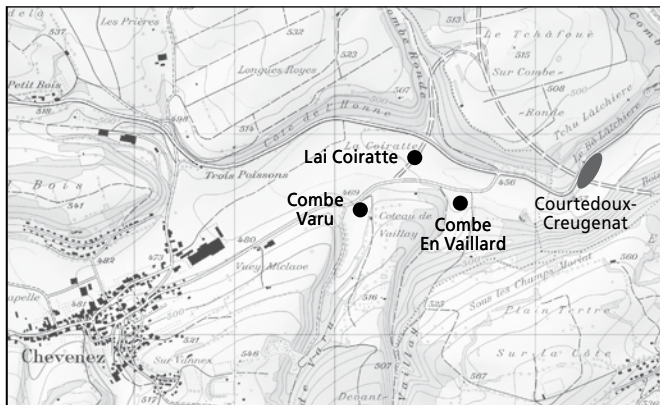


Fig. 3 Localisation des trois sites de Chevenez et de Courtedoux-Creugenat. Extrait de SIT-Jura. Reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA12102).

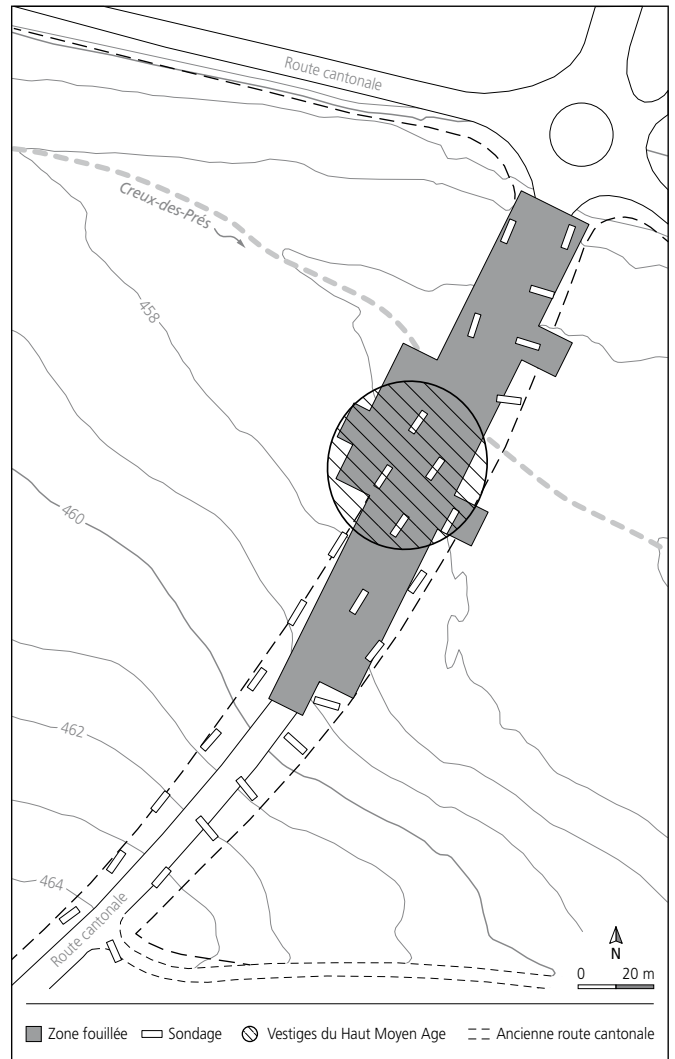


Fig. 4 Lai Coiratte. Localisation de l'intervention archéologique.

Au cours des deux campagnes de fouille (fig. 5), des aménagements liés au travail du fer ainsi qu'une tombe à inhumation triple ont été mis au jour. Ces structures sont concentrées sur la rive droite du cours d'eau, le long du passage de crue, et apparaissent à une profondeur moyenne de 40 cm au sommet de la couche archéologique 3a (chap. 3.2.1.2).



Fig. 5 Vue sur la vallée sèche de Haute Ajoie au niveau du site archéologique de Lai Coiratte, en cours de fouille.

3.2 Cadre géologique et stratigraphie

Denis Aubry et Luc Braillard

3.2.1 La stratigraphie de Chevezet-Lai Coiratte

3.2.1.1 Introduction

Lors de la campagne de prospection archéologique de 2000, 27 sondages ont été réalisés sur toute la largeur de la vallée sèche de la Haute Ajoie à Lai Coiratte (Paupe et al. 2001). Lors de la fouille du site (fig. 6), deux profils de référence ont été relevés (PRF1, fig. 7; PRF2, fig. 8). La partie supérieure de la couche 3a contient la plupart des vestiges archéologiques; elle paraît entre les mètres N132 à N158 (PRF1) et E21 à E36 (PRF2).

3.2.1.2 Description des couches sédimentaires

Les couches (c) sédimentaires observées sur le terrain sont décrites dans les paragraphes suivants. Chaque couche est associée à un ensemble (E) qui fait allusion aux grandes phases chronostratigraphiques établies pour l'Ajoie à partir du site de référence d'Alle-Noir Bois (Aubry et al. 2000).

L'ensemble sédimentaire 1

Les sédiments de ce groupe caractérisent le sol actuel.

La couche 1

Elle est généralement épaisse de 25 cm et constituée de silts brun clair faiblement argileux, humifères et décarbonatés. On y trouve des restes végétaux de culture non décomposés. De structure grumeleuse, cet horizon agricole peut devenir graveleux lorsque les

niveaux enfouis, eux-mêmes graveleux, se rapprochent de la topographie actuelle.

Interprétation: horizon labouré ou sous prairie.

L'ensemble sédimentaire 2

Ces dépôts sédimentaires sont constitués de colluvions sur les flancs de la vallée (zone en écoulement de pente, aux mètres N81 à N152, fig. 7) et d'alluvions dans le fond topographique de la vallée (zone d'inondation du Creux-des-Prés, aux mètres N152 à N200, fig. 7).

La couche 2

Elle est constituée de silts légèrement argileux décarbonatés brun-jaune légèrement humifères à structure finement grumeleuse fortement bioturbée. La couche contient quelques lentilles sableuses et quelques petits charbons de bois. Elle constitue une couche d'alluvions fines avec présence de sable dans le domaine de la zone d'inondation du Creux-des-Prés et des limons ruisselés colluviés dans le domaine d'écoulement de pente (fig. 9). Contenant du matériel archéologique remanié, elle est apparemment issue de l'érosion de terrains plus anciens. Son épaisseur ne dépasse généralement pas 30 cm, sauf aux mètres N160 à N163 où la couche comble un chenal creusé dans les graviers 4.2 et 5.1 (fig. 7).

Interprétation: alluvions fines et colluvions ruisselées postmédiévales, voire modernes.

La couche 3.1

Cette couche consiste en deux niveaux superposés, qui n'ont pas été individualisés dans les profils (fig. 7 et 8), à l'exception de

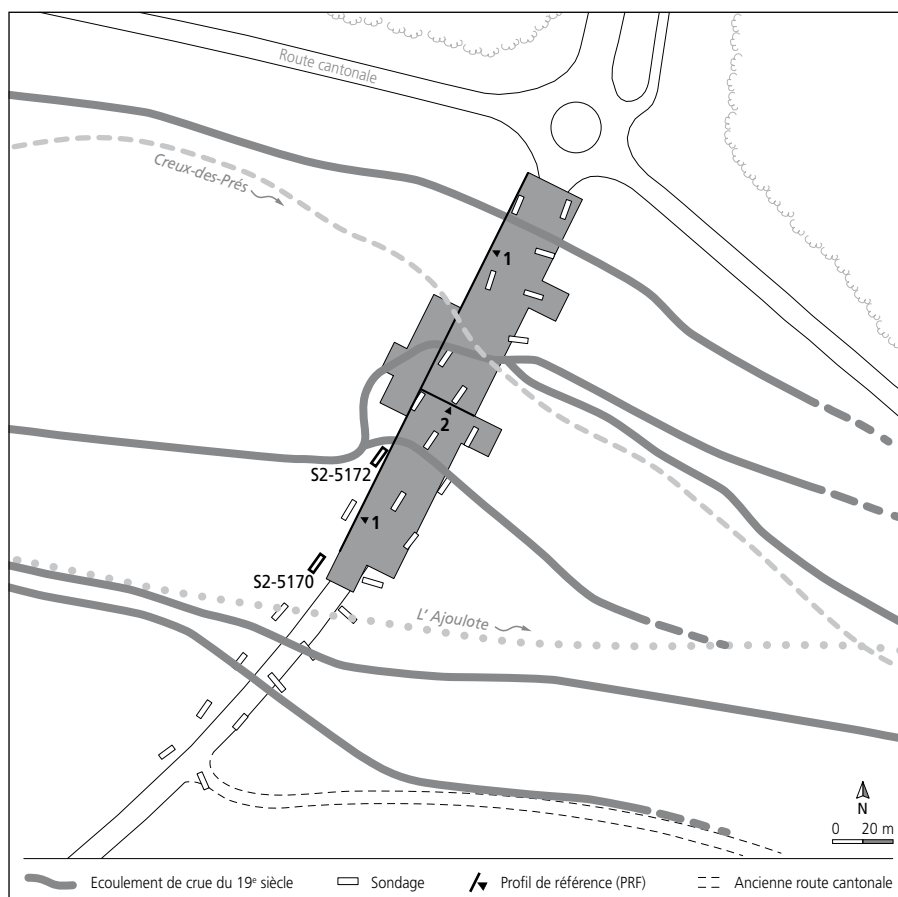


Fig. 6 Réseau des écoulements anciens relevés sur les cartes du 19^e siècle (cartes Siegfried et Dufour), cours temporaire actuel du Creux-des-Prés et tracé estimé de l'Ajoulotte (rivière souterraine; Lièvre et al. 1992).

la colonne de référence IV (CRF IV, fig. 17). Le niveau 3.1.1 correspond à des silts argileux brun-jaune contenant quelques charbons, la couche apparaît au mètre N202 jusqu'au mètre N220, puis dans la partie aval de Combe Ronde pour disparaître ensuite (Aubry 2010a, fig. 25). Il a été mis en place par un ou des événements fluviatiles qui ont déposé des sédiments fins dans l'axe du Creux-des-Prés et plus grossiers en aval de Combe Ronde. Ce niveau a pu être placé au Bas Moyen Age (Ua-22233, 955 ± 35 BP, 1000-1190 cal AD; Aubry 2010a, fig. 25).

Le niveau 3.1.2 est constitué de silts argileux brun-jaune et contient de nombreux fragments de charbons de bois à sa base. Il apparaît depuis le mètre N199 et continue, comme c'est le cas du niveau 3.1.1, jusqu'au mètre N220 puis dans la partie aval de Combe Ronde (Aubry 2010a, fig. 25). Il contient des sables calcaires et des coquilles de mollusques en voie de décarbonatation. Deux dates ¹⁴C réalisées dans ce niveau au mètre N 215 ont donné respectivement 530-670 cal AD et 430-650 cal AD (Ua-19770, 1450 ± 45 BP et Ua-19771, 1500 ± 45 BP, fig. 17).

Interprétation : alluvions parfois décantées, déposées dans la partie nord du site durant une phase du Bas Moyen Age (3.1.1) et une phase du Haut Moyen Age (3.1.2).

L'ensemble sédimentaire 3

Les dépôts sédimentaires appartenant à cet ensemble portent tous des traces d'anthropisation : fragments et paillettes de charbons, fragments de terre rubéfiée, taux d'humus relativement élevé.

La couche archéologique 3a

La couche 3a apparaît depuis le mètre N132 jusqu'au mètre N159. En direction du nord, elle cède sa place à la couche 3.2 (fig. 7). En plan, elle s'étend sur environ 800 m², à l'aplomb d'une ancienne dépression de terrain ou d'un éventuel chenal (fig. 8). Son épaisseur moyenne est de 40 cm. Dans sa partie supérieure, elle est constituée de silts argileux brun-gris contenant des charbons de bois, de la terre cuite ainsi que des déchets métallurgiques. Sa base, qui n'a livré aucun mobilier archéologique, est bioturbée, ce qui indique une fixation végétale accompagnée éventuellement d'une dénudation du sol. Ce sol pédologique s'est probablement formé durant la Protohistoire, alors que sa colonisation par l'homme est datée du Haut Moyen Age. Le sédiment est décarbonaté, un peu organique et humique, et contient relativement peu de phosphates (fig. 16). Cet horizon a été fortement érodé dès la fin de l'occupation alto-médiévale, en particulier latéralement. Par le passé, son étendue devait être supérieure (fig. 9).

Interprétation : limons ruisselés à caractère terrestre. Niveau sédimentaire, anthropisé durant le Haut Moyen Age, dont le dépôt a débuté probablement durant une phase terminale de la Protohistoire.

La couche 3.2

Cette couche consiste en deux niveaux superposés, qui n'ont pas été individualisés dans les profils (fig. 7 et 8), à l'exception de la colonne de référence IV (CRF IV, fig. 17).

Le niveau 3.2.1 correspond à des silts argileux un peu graveleux, enrichis en matière organique (8,5 %) et en humus (0,6 u.c.), et

de couleur brun-noir. Il se développe entre les mètres N207 et N220 et se prolonge vers le nord, où il a été observé sur le site archéologique de Combe Ronde (dénommé alors couche 3a; Borgeaud, Paupe et al. 2003, sondage S2-2696; Aubry 2010a). Sur ce site, une structure laténienne a été observée à la base du niveau. A Lai Coiratte, le niveau 3.2.1 a livré un peu de mobilier archéologique remanié de la période gallo-romaine et du mobilier très peu remanié de l'âge du Fer. Il contient des paillettes et des fragments de charbons de bois et s'est probablement déposé sous une tranche d'eau (conservation partielle de la matière organique).

Le niveau 3.2.2 est présent du mètre N152 au mètre N220, sur une distance de 68 m (fig. 7). En direction de Combe Ronde, il se prolonge et devient alors la couche 3b repérée sur ce site (Aubry 2010a). Le niveau est constitué de graviers, de gravillons et de rares cailloux, pris dans une matrice de silts un peu argileux brun foncé humifères. Les graviers ne présentent aucune stratification, sont mal triés et d'une faible compacité. De couleur brun foncé, il est moins organique que le niveau 3.2.1 avec 0,2 u.c. contre 0,6 u.c. (fig. 20). L'épaisseur du dépôt est faible, ne dépassant pas 50 cm.

Interprétation : alluvions fines (3.2.1) et grossières (3.2.2), localement chenalisées, liées à des épisodes de crues ou d'émissions du déversoir du Creux-des-Prés et à des ruissellements provenant de Combe Ronde. La couche s'est déposée durant la Protohistoire, sans doute durant le Second âge du Fer (3.2.1), respectivement une phase de l'âge du Bronze (3.2.2).

L'ensemble sédimentaire 4

Cet ensemble réunit différents niveaux silteux dépourvus de particules charbonneuses, généralement décarbonatés, à l'exception des lentilles de gravier. Il s'agit de limons loessiques remaniés.

La couche 3.3

Elle est composée de silts argileux brun-rouge à structure polyédrique bien marquée et constitue l'horizon illuvial d'un ancien sol. Par endroits redéposée en position secondaire par ruissellement, la couche est décarbonatée et à une très faible teneur en humus. Par sa position stratigraphique, elle pourrait constituer un faciès analogue à celui des colluvions du Tardiglaciaire ou de l'Holocène ancien que l'on retrouve en dépôts discontinus en Ajoie (Aubry et al. 2000; Aubry 2010b).

Interprétation : limons ruisselés et structurés par la pédogénèse, déposés au Pléistocène final ou au début de l'Holocène. Horizon Bt probablement remanié.

La couche 4.1

Constituée de silts argileux bruns, bioturbés et homogènes contenant des traces d'oxydes de fer et de manganèse, la couche est dépourvue d'humus et est décarbonatée. Surtout présente entre les mètres N81 et N150, cette couche correspond à la zone dite en écoulement de pente qui inclut la couche archéologique 3a (fig. 7 et 9).

Interprétation : colluvions de limons loessiques remaniés à partir de dépôts plus anciens parfois atteints par la pédogénèse (horizons structurés, Bt). Mise en place sédimentaire remontant au Tardiglaciaire ou au début de l'Holocène.

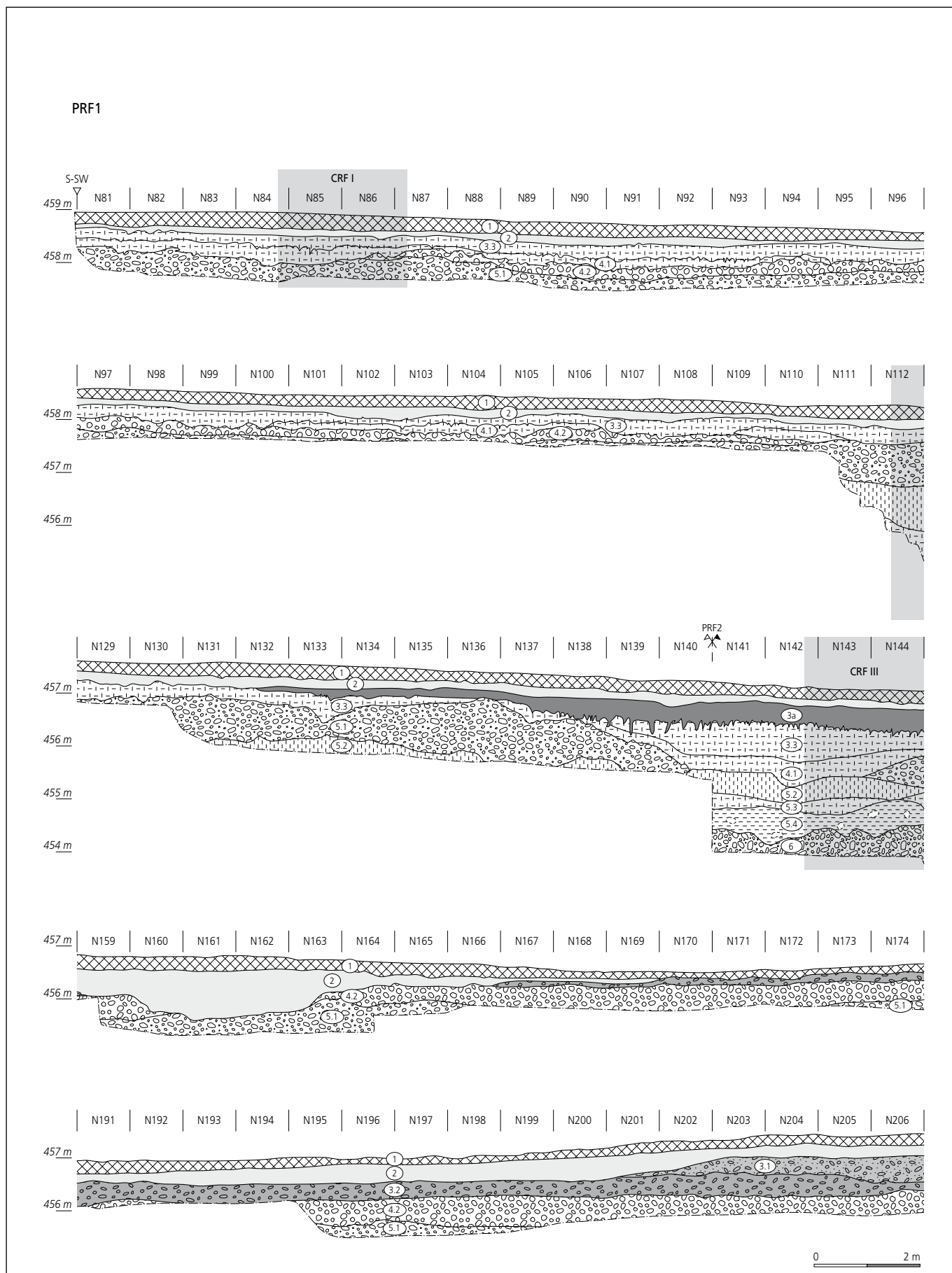
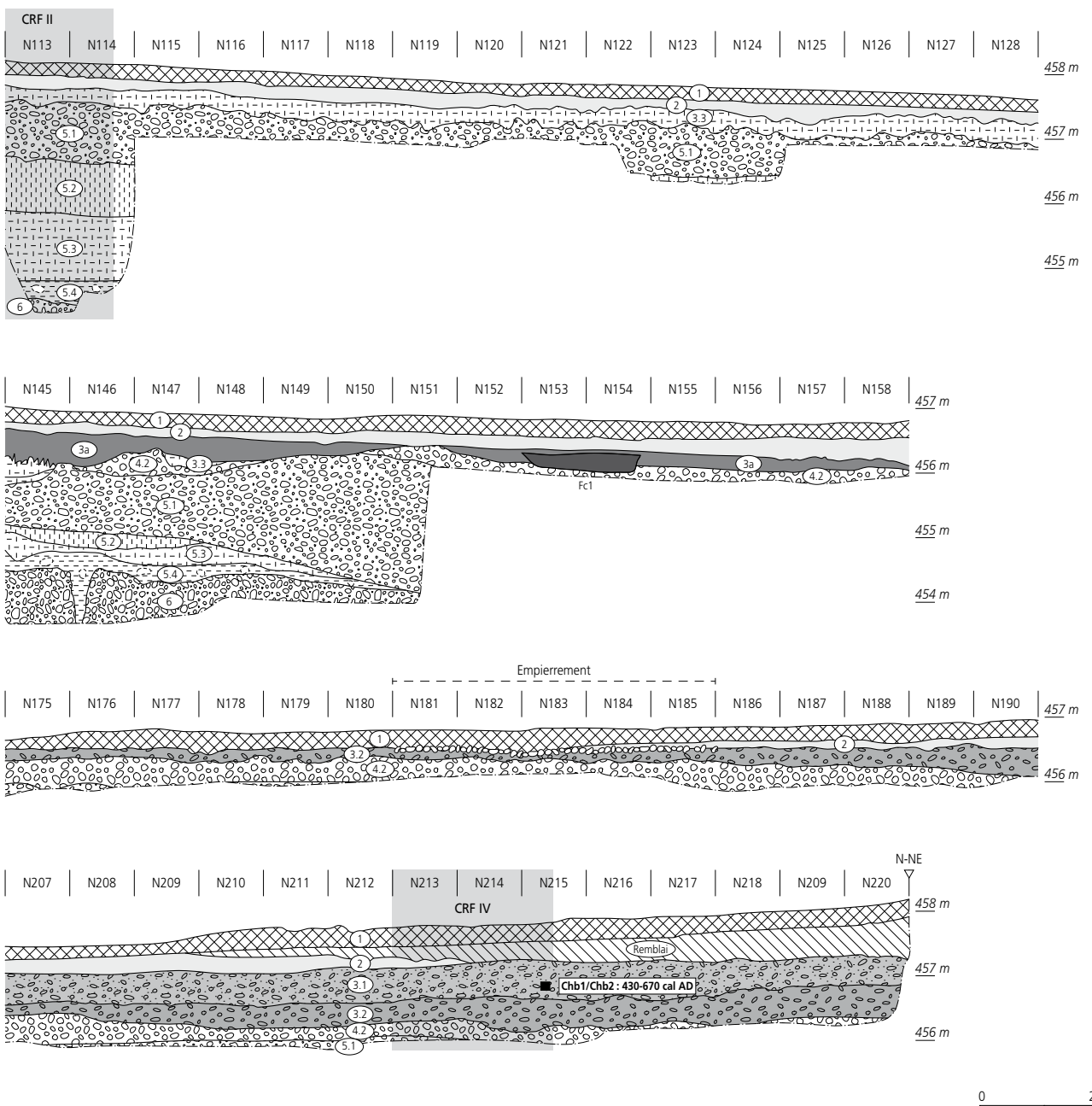
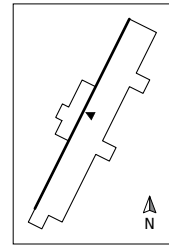


Fig. 7 Profil de référence 1. Cette coupe stratigraphique correspond globalement à l'extension du site et se développe sur 140 m; elle contient la couche archéologique 3a qui se développe de N132 à N158. Sa partie nord-est, dès N200, correspond au prolongement sud de la stratigraphie du site de Combe Ronde.

PRF1



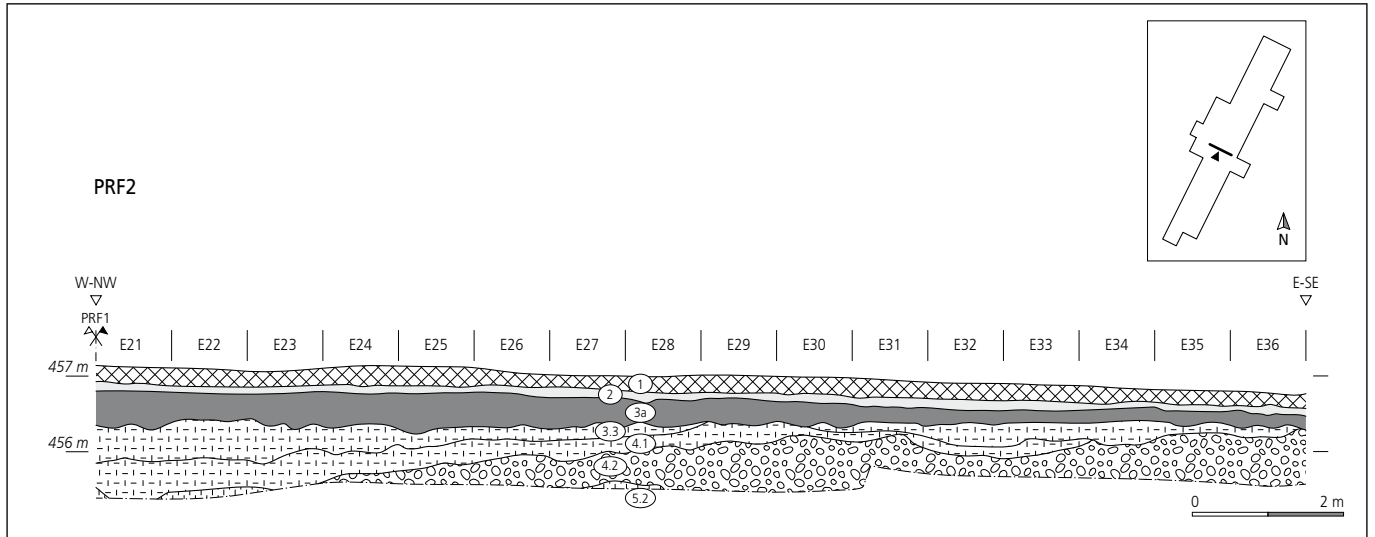


Fig. 8 Profil de référence 2. Cette coupe stratigraphique est perpendiculaire au profil de référence 1 et se développe sur une quinzaine de mètres.

La couche 4.2

Elle se compose de graviers non stratifiés mais assez bien triés, de diamètre moyen entre 3 et 5 cm, avec quelques pierres. La matrice de silts argileux bruns forme environ 10% du corpus. Les graviers de la couche 4.2 recouvrent ceux de la couche 5.1 et s'en distinguent par une granulométrie plus fine et une matrice humifère brune.

Interprétation : alluvions remaniées associées au sommet des graviers pléistocènes 5.1, probablement enrichies par illuviation de particules issues des faciès anthropiques des sédiments des ensembles 3 et 2 qui les coiffent. Mise en place à une époque non déterminée, comprise en tout cas entre le Pléistocène final et l'Holocène.

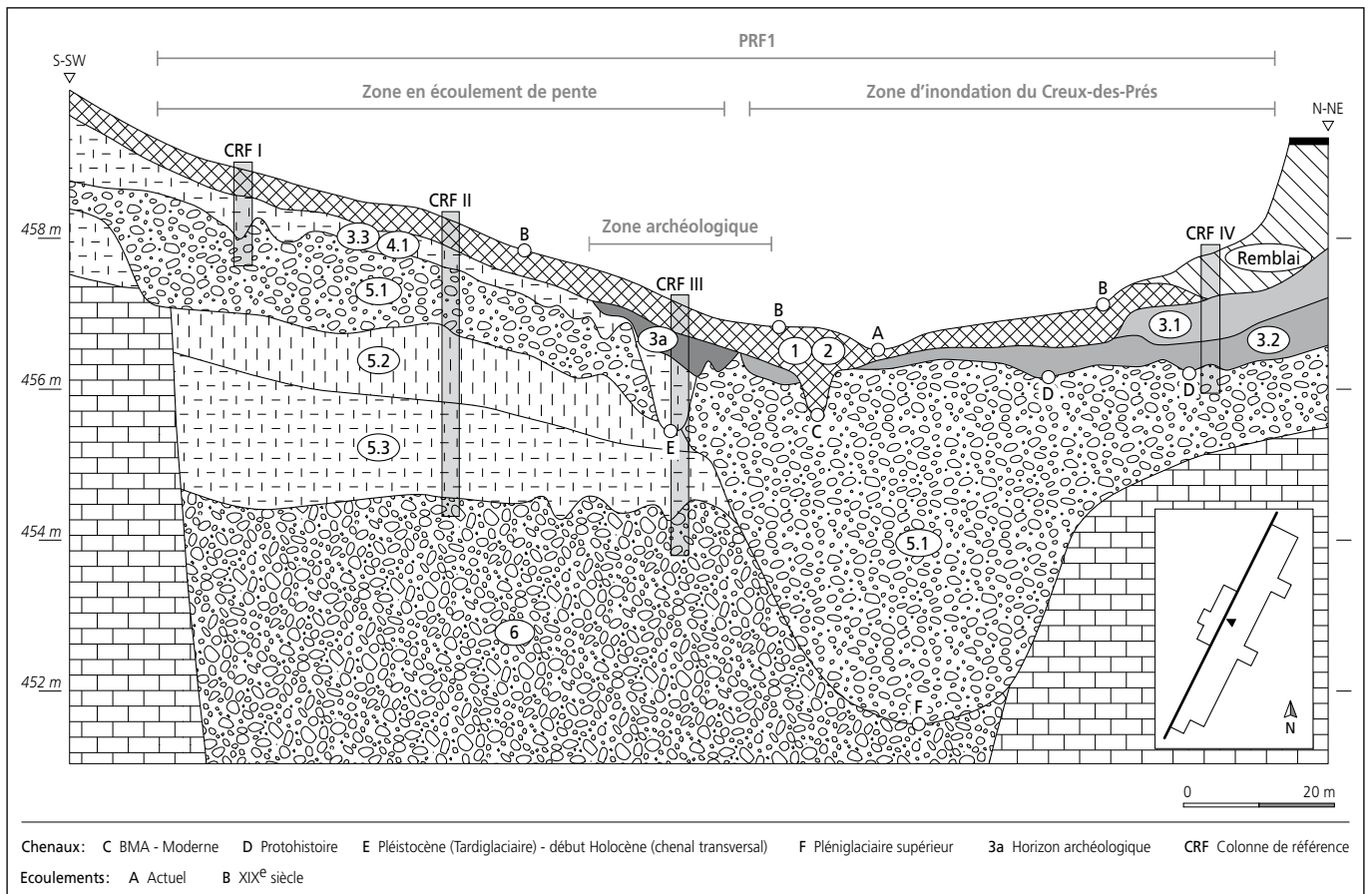


Fig. 9 Coupe synthétique selon le profil de référence 1 (exagération verticale 10x), faisant ressortir la situation topographique pentue de la couche archéologique 3a. Elle montre également les différents chenaux d'érosion repérés (A à F), notamment le chenal pléistocène F, les chenaux récents C et B et le chenal actuel A.

L'ensemble sédimentaire 5

Ce groupe comporte des dépôts de faciès différents (graviers ou limons) qui sont chronologiquement liés au Pléniglaciaire inférieur, moyen et supérieur (datations OSL; Braillard 2006a, p. 146).

La couche 5.1

Il s'agit de graviers calcaires, mal classés, subanguleux à subarrondis dont les éléments peu altérés sont pris dans une matrice lœssique limoneuse jaune-brun, parfois sableuse. Dans la partie nord de la vallée sèche de la Haute Ajoie, au niveau des mètres N150 à N200, ces graviers constituent le comblement d'un chenal important qui drainait le thalweg de cette vallée au Pléniglaciaire (fig. 9). Dans la partie sud, au niveau des mètres N81 à N150, ils forment une lentille chenalisée en provenance de Combe Varu. Une datation, effectuée dans une lentille lœssique apparue dans la partie supérieure des graviers, a restitué un âge Pléniglaciaire supérieur (OSL4, 23400 ± 2400 BP, fig. 11).

Interprétation: alluvions mises en place au Pléniglaciaire supérieur.

La couche 5.2

La couche est composée de silts brun-jaune très compacts à structure lamellaire probablement due au phénomène gel-dégel. Deux datations ont permis de la caler chronologiquement (OSL1, 31800 ± 4400 BP et OSL2, 48900 ± 5500 BP, fig. 11).

Interprétation: lœss stadias, probablement en position primaire, déposés durant le Pléniglaciaire moyen.

La couche 5.3

Elle est composée de silts très argileux brun-rouge à structure polyédrique très bien marquée dont les faces des agrégats contiennent parfois des revêtements d'argile et de précipitations ferro-manganiques. A la base, le passage vers l'altérite de la couche 5.4 est matérialisé par un dépôt de gravillons à éléments calcaires arrondis et molassiques décarbonatés. Une datation a calé cette couche (OSL3, 54100 ± 5900 BP, fig. 11).

Interprétation: pédocomplexe lœssique, horizon 2Bt du Pléniglaciaire moyen.

La couche 5.4

Il s'agit d'argiles silteuses décarbonatées bigarrées brun jaunâtre à éléments calcaires altérés et molassiques décarbonatés. La matrice est riche en précipitations de nodules d'hydroxydes de fer et de manganèse. Le contact basal avec les graviers de la couche 6 est irrégulier.

Interprétation: altérites remaniées ou horizon d'altération des graviers 6.

L'ensemble sédimentaire 6

La couche 6

Il s'agit de graviers entre 2 et 4 cm de diamètre et de quelques cailloux calcaires d'une taille maximale de 10 cm. Ils sont mieux triés que ceux de l'horizon 5.1. Les éléments sont subarrondis à arrondis, composés surtout de calcaire jurassique et de fragments de molasse. La matrice limoneuse peut être parfois sableuse.

Interprétation: alluvions fluviatiles du Pléistocène remaniées au sommet et mises en place lors d'une phase froide ancienne.

3.2.2 Granulométrie et géochimie des sédiments

Deux colonnes de référence ont fait l'objet de prélèvements en vue d'analyses granulométriques et géochimiques (CRF III et CRF IV, fig. 7). Deux autres séries d'échantillons, pris dans les sondages S2-5170 et S2-5172 (fig. 6), correspondent à la situation stratigraphique observée dans deux autres colonnes de référence (CRF I et CRF II, fig. 7). Les analyses ont été réalisées par Philippe Rentzel et Beatrix Ritter (IPNA, Université de Bâle). Qu'ils soient ici remerciés.

3.2.2.1 Méthodologie

Les méthodes analytiques utilisées ont été décrites en détail dans le précédent volume de cette série (CAJ 26, p. 25).

3.2.2.2 Les sédiments prélevés dans les sondages S2-5170 et S2-5172

Ces sédiments correspondent, respectivement, aux couches observées dans les colonnes de référence I et II (fig. 10 et 11). Les deux sondages S2-5170 et S2-5172 sont disposés dans la partie légèrement pentue située en rive droite du Creux-des-Prés dans la zone en écoulement de pente (fig. 9).

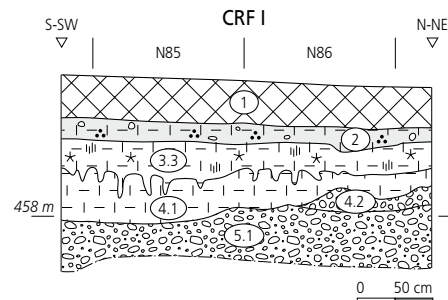


Fig. 10 Colonne de référence I.

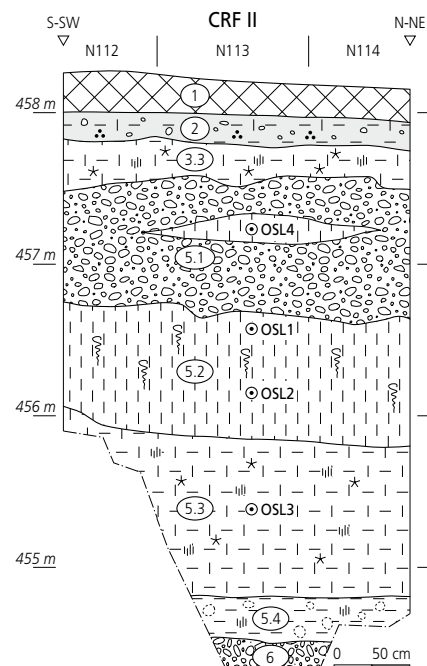


Fig. 11 Colonne de référence II avec positionnement des prélèvements OSL.

Granulométrie

Dans le sondage S2-5170, seule la couche 4.1 a fait l'objet d'analyses granulométriques; dans le sondage S2-5172, celles-ci ont été appliquées aux couches 5.1, 5.2, 5.3 et 6 (fig. 12). Les couches 4.1, 5.2 et 5.3 caractérisent toutes des sédiments anciens loessiques plus ou moins remaniés, déposés en condition naturelle (antéanthropogène). En observant les courbes représentatives de ces couches, on remarque une inflexion au niveau de l'intervalle de taille 4 à 6 µm et un pic relatif aux diamètres des particules entre 15 et 45 µm (silts moyens et grossiers). Elles correspondent aux silts moyens à grossiers selon la classification granulométrique de J. Costet et G. Sanglerat (1981). Une inflexion entre 4 et 6 µm se laisse deviner: elle correspond à la teneur en fines du sédiment³. Cette démarcation entre silts fins «Malvern» ou argiles méthode classique et silts moyens à grossiers signifie, d'une part, l'enrichissement en argile du sédiment et, d'autre part, l'apport loessique conséquent (tri éolien entre 15 et 45 µm). Les deux courbes relatives aux graviers 5.1 et 6 présentent un léger pic dans les silts grossiers (30 µm) associés à la présence d'une matrice loessique et un pic mieux prononcé entre 2 et 3 cm relatif au mode de tri du corpus graveleux.

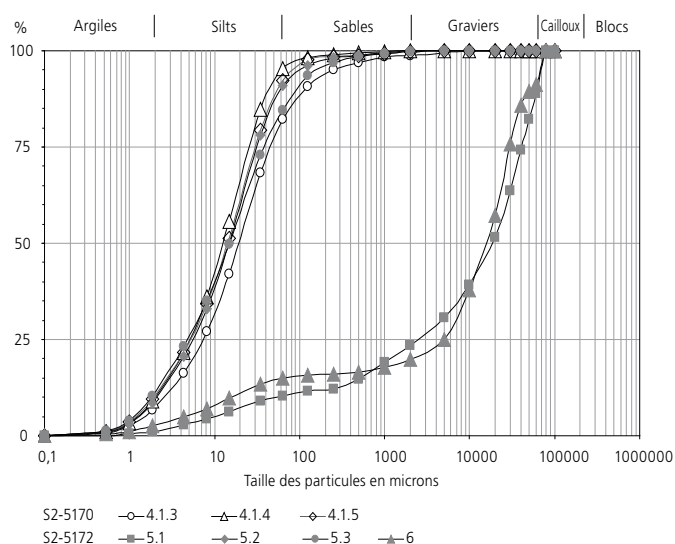


Fig. 12 Courbes granulométriques du sondage S2-5170 (proche du mètre N71 du PRF1, non représenté; voir aussi fig. 6) et du sondage S2-5172 (proche du mètre N113 du PRF1; voir aussi fig. 6).

Géochimie

Les sédiments analysés (couches 4.1 à 6) correspondent à des dépôts anciens, déposés durant le Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène (fig. 13).

Sondage	Ech.	Couche	Carbonates (%)	Matière org. (%)	Phosphates (u.c.)	Humus (u.c.)	pH
S2-5170	1	4.1	15	3	4	0	7,4
S2-5172	1	5.1	42	3	3,1	0	7,4
S2-5170	2	5.2	14	3,5	3,8	0	7,4
S2-5172	2	5.2	0	4,5	1,3	0	6,7
S2-5170	3	5.3	0	5,5	1,1	0	6,8
S2-5172	3	5.3	0	7	1	0,025	6,7
S2-5172	4	6	17	5	3,3	0	7,3

Fig. 13 Analyses géochimiques des colonnes de référence I et II.

Carbonates

Le profil présente, au niveau de certains échantillons, une teneur en carbonates. Celle-ci est liée aux couches 5.1, 5.2 et 6. Il s'agit de faciès contenant des calcaires fins ou sableux. En ce qui concerne les faciès à graviers 5.1 et 6, les carbonates se rapportent à ceux de la matrice loessique.

Matière organique

C'est la couche 5.3, composée de silts très argileux brun-rouge à structure polyédrique marquée (horizon 2Bt du Pléniglaciaire moyen) issus de ruissellements, qui contient le plus de matière organique (7%). Cette valeur découle du fait que cette couche est la seule à contenir de l'humus (matière organique fine).

Humus

La présence d'humus dans la couche 5.3 (0,025 u.c.) couplée à une augmentation de la teneur en matière organique (7%) pourrait être en relation avec un sol enfoui contenant de la matière organique dégradée (sol de toundra ou sol gris forestier). Par ailleurs, on relève l'absence d'humus dans le reste des couches du profil comme c'est le cas généralement dans les faciès loessiques non anthropiques périglaciaires ou du début de l'Holocène en Ajoie (Aubry et al. 2000; Aubry 2007).

Phosphates et carbonates

On observe, comme c'est très souvent le cas dans les sédiments loessiques anciens ajoulots, un lien direct entre teneur en phosphates et teneur en carbonates. Vu la profondeur des prélèvements, l'augmentation des phosphates n'est pas due à une illuviation ou à une fixation de phosphates d'ordre anthropique, mais est plutôt liée au phénomène de rétrogradation apatitique (Duchaufour 1995 et 1997). La couche 5.2 a été définie comme étant un loess franc éventuellement stadiaire, ce qui pourrait impliquer que les carbonates (14%) proviennent d'un apport éolien. A ce sujet, un même loess déposé sur le site de référence d'Alle-Noir Bois contenait 20% de carbonates (Aubry et al. 2000).

pH

Le pH du profil oscille vers la neutralité (6,7 à 7,4), ce qui n'est pas surprenant vu la présence de carbonates dans plusieurs couches. Le faciès des sédiments des ensembles 4 ou 5, qui sont dépourvus de graviers, présente les caractéristiques types du milieu périglaciaire loessique ajoulot (Aubry et al. 2000). Rappelons que le faciès des couches 3.3 et 4.1 ne contient pas d'humus et pas de charbon, ce qui permet de les identifier comme des loess ou à des colluvions de loess datant probablement du Tardiglaciaire ou de l'Holocène ancien.

3.2.2.3 La colonne de référence III

La colonne de référence III se trouve en légère pente orientée nord (fig. 14), comme les colonnes de référence I et II, mais elle se rapproche de la zone d'influence des écoulements temporaires de surface de la zone d'inondation du Creux-des-Prés (fig. 9).

Granulométrie

La couche 3a, dans laquelle sont implantées les structures du Haut Moyen Age, s'intègre dans le faisceau de courbes limoneuses

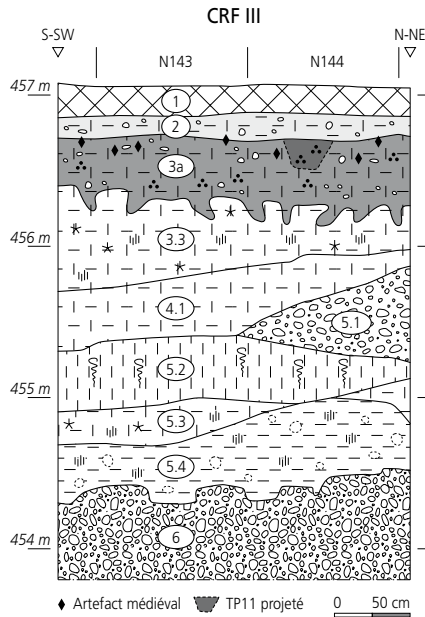


Fig. 14 Colonne de référence III.

loessiques 1 à 5.2. Le sédiment 3.3 présente un pic dans les fines qui est peut-être dû à une illuviation d'argiles, ce qui peut indiquer la présence d'un horizon Bt. Celui-ci se rencontre souvent dans les couches 3.3 à 4.2 du Pléistocène final (ensemble 4).

En parcourant les paramètres de Trask (fig. 15), on constate que les colluvions agricoles des couches 1 et 2 présentent la médiane la plus élevée, l'indice de tri le moins bon, ainsi qu'un meilleur classement des fines par rapport aux particules grossières ($SK > 1$). En ce sens, les valeurs de Trask obtenues sur l'échantillon du remplissage r2 du fond de cabane ou fosse 1 sont similaires. Ceci pourrait signifier un signal anthropique d'ordre granulométrique: les colluvions constituant les couches 1 et 2 proviennent sans doute indirectement des activités mécaniques appliquées sur les sols et les sédiments r2 du fond de cabane ou fosse 1 ont été mis en place directement par l'homme.

PRF1 N140	c1	c2	c3a	c4.1.2	c3.3	c4.1.4
Md	20,42	17,38	15,56	16,11	7,19	12,34
So	2,99	3,16	2,64	2,40	2,59	2,51
Sk	1,24	1,22	0,91	0,82	1,02	0,87

Fig. 15 Paramètres de Trask de la colonne de référence III.

PRF1 Ech.	Couche	CaCO ₃ (%)	Matière org. (%)	Phosphates (u.c.)	Humus (u.c.)	pH
N140 1	1	0	8,5	1,9	0,4	6,6
N140 2	2	0	5,5	0,9	0,2	6,4
N140 3	3a	0	5	1	0,2	6,2
N140 4	3.3	0	7	0,9	0	6
N140 5	4.1	0	4,5	0,4	0	6
N140 6	5.2	0	5	0,5	0	5,8
N140 7	5.4	0	7,5	2,5	0	6,4

Fig. 16 Analyses géochimiques de la colonne de référence III.

Géochimie

La principale caractéristique de ce profil stratigraphique est qu'il inclut l'horizon archéologique 3a, surmonté des colluvions modernes 2 (fig. 16).

Carbonates

Tous les sédiments prélevés sont dépourvus de carbonates.

Matière organique

La couche 1 contient le plus de matière organique (8,5%). Dans les couches inférieures, les variations de cette valeur ne sont pas vraiment en phase avec celles de la teneur en humus. On remarque que, contrairement à la couche 3.2.1 de la colonne de référence IV – liée elle à une occupation protohistorique – la couche archéologique 3a contient relativement peu de matière organique.

Phosphates

On ne note pas de variation significative de la teneur en phosphates d'une couche à l'autre. A relever la teneur un peu plus élevée dans la couche 1. L'horizon archéologique 3a ne se démarque donc pas.

Humus

Les sédiments de faciès anthropique, c'est-à-dire contenant des particules charbonneuses et parfois des fragments de terre rubéfiée (couches 1, 2 et 3a), contiennent de l'humus contrairement à ceux des couches plus anciennes.

pH

La valeur du pH qui oscille autour de 6,6 sur toute la hauteur du profil est proche de la neutralité. Cette caractéristique est probablement due à l'application d'amendements agricoles ou d'une mise en pâture.

3.2.2.4 La colonne de référence IV

La colonne de référence IV est située en rive gauche du Creux-des-Prés (fig. 17) et est placée dans la zone potentielle des écoulements de crue de l'Ajoulote qui proviennent principalement des résurgences du Creux-des-Prés (fig. 9).

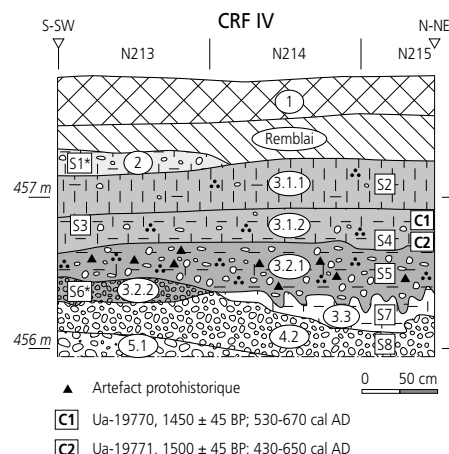


Fig. 17 Colonne de référence IV, avec positionnement des prélèvements sédimentaires.

Granulométrie

Les courbes de fréquence bimodales s'infléchissent au niveau des silts fins (6 µm), avec un pic marqué au niveau des silts moyens à grossiers (15 à 45 µm, fig. 18). Le faisceau de courbes cumulatives de forme sigmoïde bien regroupées illustre l'homogénéité des sédiments, tous constitués de particules lessiques plus ou moins remaniées à Lai Coiratte (couches 2.1 à 3.3). La couche 3.1.2 représente un limon d'inondation de l'Ajoulotte (rive gauche) calé chronologiquement vers 430-670 ap. J.-C.

Les graviers 3.2.2 sont présents sur la partie nord du site depuis le mètre N170 jusqu'au mètre N220 et se sont apparemment déposés durant la protohistoire. Ils sont surmontés par la couche 3.2.1 estimée de l'âge du Fer par le mobilier non remanié qu'elle contient. On retrouve les inflexions relatives aux tailles de 2 à 6 µm, 15 à 45 µm et le pic nettement marqué entre 1 à 4 cm (graviers moyens à grossiers).

Les bons tris (So 2,16 à 2,28) des couches 2, 3.1.1 et 3.1.2 pourraient signifier un dépôt hydrique de faible énergie, pouvant caractériser un limon d'inondation ou une alluvion fine (fig. 19). En comparaison, nous pouvons citer la couche 5.2 de la colonne de référence II (fig. 11) qui correspond à un loess ruisselé et décanté du Pléniglaciaire moyen, qui s'est éventuellement mis en place sous des mêmes conditions d'énergie hydrologique.

Le Sk des sédiments de cette colonne est toujours inférieur à l'unité, indiquant un meilleur tri des particules grossières, ici les silts éoliens triés par le vent à l'origine (fig. 19). La courbe 3.2.2 illustre le caractère bien classé du corpus graveleux (un Sk très bas indique un très bon tri dans la fraction grossière graveleuse).

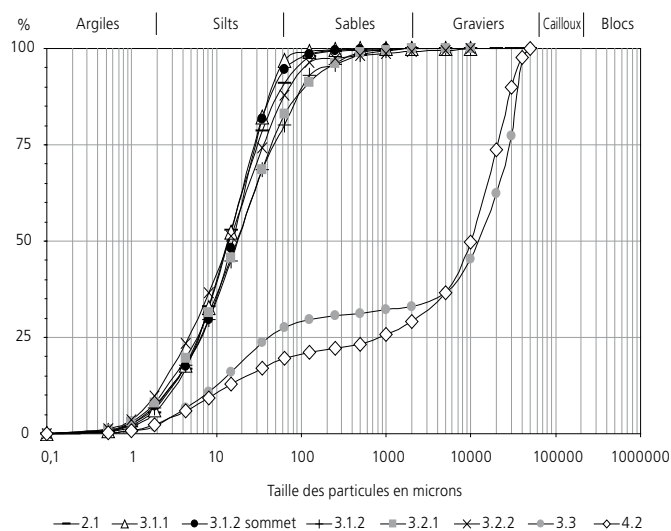


Fig. 18 Courbes granulométriques de la colonne de référence IV.

CRF IV	c2	c3.1.1	c3.1.2 sommets	c3.1.2	c3.2.1	c3.2.2	c3.3	c4.2
Md	13,78	13,88	15,72	18,04	15,57	12,11	14,14	10,08
So	2,28	2,21	2,16	2,77	2,82	25,27	2,79	5,03
Sk	0,96	0,85	0,75	0,93	0,84	0,01	0,83	0,17

Fig. 19 Paramètres de Trask de la colonne de référence IV.

Géochimie

Ces sédiments correspondent pour une grande part à des sédiments de l'Holocène, mis en place dans un environnement où l'homme a agi sur les sols (défrichements, agriculture, etc., fig. 20).

Carbonates

La matrice des faciès d'inondation ou fluviatiles 3.1.2, 3.2.2 et 4.2 contient des carbonates, respectivement 7, 12 et 19% de CaCO₃. Dans certains cas, les carbonates peuvent constituer des concrétions de type onchoïde ou des particules calcaires entraînées par les courants. L'absence d'une décarbonatation d'ordre pédologique, qui normalement se développe ultérieurement aux dépôts sédimentaires, est également l'une des caractéristiques des faciès d'inondation ou fluviatiles, comme des remblayages anthropiques. On relèvera l'absence de carbonates dans le limon ruisselé 3.2.1 qui est enrichi en matière organique, en humus, en tessons de l'âge du Fer. Il pourrait correspondre à un horizon archéologique ayant été décarbonaté.

Matière organique

Les teneurs en matière organique ne sont pas corrélables avec celles en humus dans les couches 3.3 et 4.2. Avec 9% de matière organique, la couche 3.3 ne contient que 0,15 u.c. d'humus; on ne peut donc pas parler d'une couche organique. Or la couche 3.3 est riche en hydroxydes de fer et la mesure de la matière organique effectuée par perte de poids après combustion du sédiment à 1000°C peut être faussée par la déshydratation des hydroxydes et autres particules, déshydratation induisant une perte de poids d'ordre non organique. D'une manière générale, le taux de matière organique est ici plus élevé de 2 à 5 points par rapport aux valeurs moyennes relevées dans les stratigraphies ajoulotes en contexte terrestre (Aubry et al. 2000, 2006).

Phosphates

La teneur en phosphates n'est pas vraiment proportionnelle à celle des carbonates. On relève 7% de carbonates et 4 u.c. de phosphates dans la couche 3.1.2, alors que dans les couches graveleuses 3.2.2 et 4.2, plus riches en carbonates avec respectivement 12 et 19% de CaCO₃, on mesure moins de phosphates (2,4 et 2,2 u.c.). Le mécanisme de rétrogradation apatitique, qui voit la fixation du calcium sous forme de phosphate de calcium ou apatite, ne paraît applicable ici (Duchaufour 1995). La présence des phosphates pourrait être corrélée à un apport, soit anthropique (amendements actuels), soit aléatoire.

PRF1	Ech.	Couche	CaCO ₃ (%)	Matière org. (%)	Phosphates (u.c.)	Humus (u.c.)	pH
N212	1	2	0	7,5	2,8	0,4	6,1
N215	2	3.1.1	0	7	3,1	0,3	6,7
N215	3	3.1.2	0	6,5	3,4	0,3	6,6
N215	4	3.1.2	7	6	4	0,25	7,2
N215	5	3.2.1	0	8,5	2,7	0,6	6,9
N200	6	3.2.2	12	7	2,4	0,2	7,2
N215	7	3.3	0	9	2,2	0,15	6,6
N215	8	4.2	19	5	2	0,05	7,4

Fig. 20 Analyses géochimiques de la colonne de référence IV.

Humus

Le profil contient dans sa totalité des résidus humiques qui sont une des caractéristiques propres aux sédiments anthropiques. Cette présence dans les couches 3.3 et 4.2, déposées a priori en milieu naturel, peut s'expliquer par les mécanismes d'illuviation et d'incorporation, par le biais de la bioturbation de particules organiques provenant des couches anthropiques charbonneuses placées au-dessus (couches 1 à 3.2.2). Pour les autres couches, les teneurs en humus sont relativement élevées (entre 0,2 et 0,6 u.c.) par rapport à celles généralement observées dans les colluvions ajoulotes (entre 0,01 et 0,25 u.c.). On relèvera la teneur en résidus humiques plus élevée de la couche 3.2.1 (0,6 u.c.), définie comme étant une couche organique enfouie.

pH

Le pH est directement corrélé avec la teneur en carbonates, remontant dès que ceux-ci apparaissent. Les pH mesurés sont neutres à basiques (6,1 à 7,2), ce qui est favorable pour une mise en culture des sols pour autant qu'ils soient protégés des inondations potentielles des débordements de l'estavelle du Creux-des-Prés.

3.2.3 Bilan : l'évolution de l'hydrologie locale

D'un point de vue historique, c'est probablement vers la fin du Glaciaire ancien que le drainage de surface s'est enfoncé dans le karst, conférant à la Haute Ajoie son statut de vallée sèche. Après le dépôt des graviers anciens de fond (couche 6), on n'enregistre en effet aucun écoulement superficiel durant le Pléni-glaciaire inférieur ou moyen dans les vallées sèches (Braillard 2006a). Tout au plus enregistre-t-on une nappe de solifluxion (e8) et des loess ruisselés (e6/7), ainsi qu'un remplissage (e7) dans une doline à Combe Ronde (Aubry 2010b). Par contre, durant le Pléni-glaciaire supérieur, les écoulements investissent à nouveau les vallées sèches, ceci en contexte périglaciaire sur sol gelé. De caractère torrentiels, probablement temporaires car ils ne sont pas accompagnés de dépôts de sables ou de limons de crue, les écoulements ont déposé la nappe de graviers mal classés et à éléments hétérométriques (e5, couche 5.1). Si, au cours de ce dernier épisode fluvial des dépôts plus anciens ont localement été déblayés, ce dont témoigne le surcreusement des graviers 5.1 dans le substrat des graviers 6 (fig. 9), le substratum rocheux, lui, n'a pas été incisé.

Le Tardiglaciaire est une période très peu enregistrée dans les sédiments en Ajoie; aucun dépôt fluvial graveleux de cette période n'a été, à notre connaissance, reconnu à Chevenez. Cela pourrait signifier que, dès cette époque, les écoulements s'infiltraient dans le karst. A Lai Coiratte, des silts de l'ensemble 4 ont peut-être bel et bien été déposés par colluvionnement et par ruissellements durant le Tardiglaciaire ou plus tard, à l'Holocène, mais la force des eaux n'était plus assez importante pour déplacer des graviers; la source de production de la matière première des graviers 5.1 (les cailloutis géolifracés) s'est également tarie. Ceci pourrait être dû à l'amélioration climatique globale du Tardiglaciaire qui non seulement a affaibli fortement le processus de la géolifraction des roches, mais a également permis une meilleure fixation du sol rocheux fissuré par la végétation. Au Tardiglaciaire puis à l'Holocène ancien, des dépôts de l'ensemble 4 ont été remaniés et

ont comblé des chenaux, notamment durant les biochronozones du Boréal à l'Atlantique récent. On a ainsi constaté un dépôt d'artefacts du Néolithique final au sommet d'un comblement de chenal (Braillard 2006b).

Les probables défrichements effectués durant la Protohistoire et l'Histoire, ayant supprimé la couverture végétale continue et notamment forestière dans les pentes des bassins versants, ont eu pour conséquence de provoquer des ruissellements de surface et, en contrecoup, de réactiver temporairement les petits cours d'eau au niveau des vallées sèches. Si ce facteur d'ordre anthropique doit être pris en considération dans l'évaluation des écoulements et des ruissellements survenus dans la région de Chevenez, et notamment à Lai Coiratte, il ne faut pas oublier le facteur climatique qui reste très important.

A Chevenez, quatre épisodes de reprise de l'activité fluviale ont été observés sur des sites voisins – Combe Ronde, Combe Varu et Combe En Vaillard – au Néolithique final, au Bronze moyen, à l'âge du Fer et au Haut Moyen Age. Ils correspondent à des périodes de crises climatiques et hydriques (Braillard 2006a et 2010) : la plus marquante, celle survenue durant le Haut Moyen Age, a également été observée ailleurs en Europe centrale (Magny 1995 et 2004; Magny et Richard 1996; Trément et al. 2002; Leveau et al. 2002). La période d'occupation principale du site de Lai Coiratte correspond à ce dernier épisode de crise hydrique.

Au 19^e siècle, la lecture des cartes topographiques indique dans la zone de Lai Coiratte plusieurs ramifications de ruisseaux qui sont autant de témoins d'une probable présence d'écoulements superficiels plus conséquents qu'aujourd'hui (fig. 6).

Plus près de nous encore, au 20^e siècle, un témoignage signale que « Ces crues torrentielles de l'Ajoulot [rivière souterraine parcourant le tracé de la vallée de la Haute Ajoie] sont redoutées, à certaines périodes de l'année, car elles menacent d'anéantissement les récoltes de fourrages et de légumes qui sont emportés par les eaux. Aux temps passés [19^e siècle], les débordements provoqués par les sorties impétueuses de la rivière souterraine emportaient parfois les maisons de Porrentruy situées sur son passage. » (Lièvre 1952, p. 80).

En opposition aux phases de crue évoquées ci-dessus, le même auteur parle d'une régression des débits des sources captées en Haute-Ajoie, voire même de la disparition de certaines d'entre elles durant la première moitié du 20^e siècle, signifiant un assèchement progressif du Jura tabulaire ajoulot.

Aujourd'hui, lors de fortes précipitations ou de la fonte des neiges, hormis les émissions du Creugenat et du Creux-des-Prés qui continuent d'inonder épisodiquement la vallée sèche de la Haute Ajoie, aucun autre cours d'eau n'est visible sur le terrain hormis quelques résurgences karstiques (fig. 9). La grande majorité des eaux de ruissellement provenant des contreforts du Jura plissé et du plateau de Bure s'enfoncent invariablement dans le karst perméable. La topographie actuelle ne montre pas, du reste, les marques d'éventuels ruisseaux dans les vallées sèches concomitantes au site de Lai Coiratte.

3.3 La sépulture triple

Emmanuelle Evéquoz,
avec une contribution de Mustapha Elyaqtine

3.3.1 Description de la sépulture : contexte de découverte et implantation

Mise au jour en 2001, cette inhumation triple isolée est localisée à respectivement 125 m et 250 m environ des sépultures dispersées de Chevezet-Combe Varu (chap. 4) et de Chevezet-Combe En Vaillard (chap. 5) attribuables au Haut Moyen Age (fig. 2).

Description archéologique

Implantée à quelques mètres au nord-ouest du bas fourneau (chap. 3.6), la fosse d'inhumation est creusée dans le niveau archéologique 3a, traverse la couche 3.3 et bute sur le substrat naturel caillouteux (couche 4.2). De forme rectangulaire (1,8 m de long pour 1 m de large), elle est conservée sur une profondeur d'environ 0,2 m. Ses parois sont obliques, ses angles arrondis et son fond, reposant directement sur la couche 4.2, est irrégulier (fig. 21). Aucun aménagement au sol – terre, fossé ou stèle de pierre – ne signalait la présence de la sépulture lors de sa découverte. Elle renfermait les ossements de trois individus décédés dans un intervalle très court – deux adultes, orientés ouest/est, en décubitus dorsal, et un enfant en bas âge – inhumés simultanément à l'intérieur d'un unique contenant en matériau périssable non cloué, sans doute un coffrage en bois qui n'est pas matériellement attesté⁴. La décomposition de ce dernier a altéré la couleur et la texture du sédiment de remplissage de la fosse.

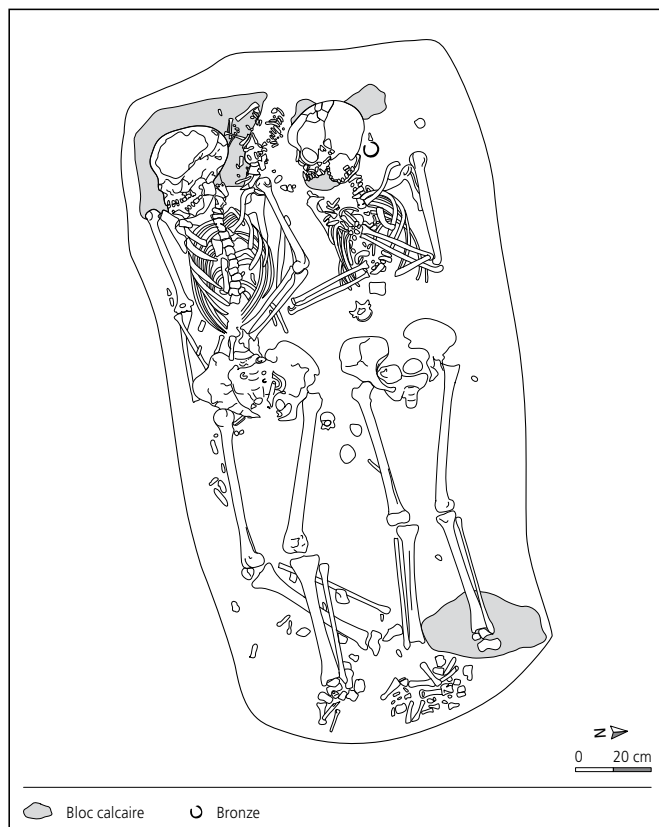


Fig. 21 Plan de la sépulture triple.

Son maintien horizontal était assuré par des dalles calcaires posées à plat sous la tête de l'homme et les pieds de la femme. Les observations taphonomiques effectuées *in situ* par l'anthropologue confirment une décomposition des corps en espace vide (chap. 6.3). Le comblement de la fosse à l'aide du sédiment excavé est attesté par l'apparition de quelques fragments scorifiés, terres cuites, tessons céramiques et résidus fauniques. Le mobilier funéraire se limite à trois objets de parure en bronze découverts à la base des crânes des squelettes matures : une paire de boucles d'oreilles annulaires (femme) et un petit anneau ouvert (homme).

Anthropologie

Mustapha Elyaqtine

Cette tombe correspond à l'inhumation simultanée de deux adultes jeunes, une femme et un homme, d'une stature respective de 152,6 et de 162,1 cm, et d'un enfant de sexe masculin décédé vraisemblablement avant ses 30 jours. Les deux adultes reposent en décubitus dorsal et sont orientés ouest/est, tête à l'ouest. Le corps de l'enfant, inséré entre les têtes de ces derniers, a été inhumé tête à l'est. Des déconnexions articulaires et des déplacements d'os attestent une décomposition des corps dans un espace vide commun.

3.3.2 Tradition funéraire

La coutume funéraire varie au cours du temps selon l'évolution des croyances religieuses et sous l'influence des échanges culturels. Ainsi, le lieu d'inhumation, le type d'architecture funéraire, l'orientation et la disposition des corps, de même que l'utilisation individuelle ou multiple des fosses funéraires et la pratique ou non du dépôt d'offrandes matérielles et/ou alimentaires, sont autant d'indices dont l'étude est primordiale pour l'attribution chronologique d'une tombe. Plusieurs éléments sont donc à mettre en exergue pour les inhumés de Lai Coiratte.

Tout d'abord l'implantation de sépultures isolées ou de petits groupes funéraires en marge de l'habitat est relativement fréquente entre le 6^e et le 11^e siècle dans la moitié nord de la France où cette pratique se développe surtout de la fin du 7^e au 9^e siècle (Peytremann 2003, p. 303-316; Pecqueur 2003, p. 10) ainsi qu'en Allemagne durant le 7^e siècle (Peytremann 2001, p. 324). Généralement dépourvues de mobilier funéraire, ces sépultures sont difficilement datables en l'absence d'habitat correspondant. Les découvertes de Genlis (Côte-d'Or, F; Catteddu 1992), de Vellechevreux (Haute-Saône, F; Peytremann 2001; Colney 1999, p. 74), attribuées respectivement aux 7^e et 9^e siècles, ainsi que de Develier-Courtételle (JU; Federici-Schenardi, Fellner et al. 2004, p. 103-104, 156-157) très certainement lié à l'ensemble funéraire contemporain de Develier-Les Maichières (JU; Joliat 1948, p. 136), en fonction entre le milieu du 6^e siècle et le milieu du 8^e siècle, constituent des exceptions. Ces sites regroupent simultanément des structures rattachées à l'habitat, à l'artisanat, dont la métallurgie, des sépultures isolées, voire une nécropole ainsi que des restes liés à l'activité agropastorale. C'est probablement dans ce mode d'occupation de l'espace rural au Haut Moyen Age que s'inscrit la découverte de Lai Coiratte.

Ensuite, cette sépulture ne disposait d'aucun marquage au sol lors de sa découverte. A l'origine, toutefois, un petit monticule de terre pouvait en signaler la présence. En effet, le comblement partiel de la fosse par le contenant mortuaire engendrait un trop-plein de terre excavée qui était souvent simplement amoncelé sur la tombe déjà partiellement comblée, à l'instar de Clairvaux-les-Lacs – Soyria (Jura, F; Pétrequin et al. 1980, p. 179), d'Yverdon - Pré de la Cure (VD; Steiner et Menna 2000, p. 60) ou de Reigoldswil-Kilchli (BL; Marti 2000, p. 31). La forme de la fosse funéraire, rectangulaire aux angles arrondis, est très fréquente durant le Haut Moyen Age, à l'exemple des observations effectuées sur le plan régional à Combe Varu et Combe En Vaillard, Alle- Noir Bois (JU; Demarez, Othenin-Girard et al. 1999, p. 109-115), Develier-Courtételle, Courfaivre-Les Sabotiers (JU; Schifferdecker 1982) ou Bassecourt-Saint-Hubert (JU; Friedli 1996); de même qu'en Franche-Comté à Doubs-La Grande Oye (Doubs, F; Urlacher et al. 1998, p. 46) ou en Lorraine à Koenigsmacker-Metrich (Moselle, F; Peytremann 2008, p. 257).

A Lai Coiratte, bien que destinée à accueillir trois corps, elle ne montre pas de surdimensionnement particulier – comme à Schleithem-Hebsack (SH; Burzler et al. 2002, p. 62) – et peut surprendre par son étroitesse, 1 m de large. Des dimensions similaires se retrouvent pour des inhumations doubles, par exemple à Ennery (Moselle, F; Simmer 1993, tombes 6 et 8), Audun-le-Tiche (Moselle, F; Simmer 1988, tombe 103), Seyssinet-Pariset (Isère, F; Colardelle 1983, p. 212) ou encore Dittenheim (Weissenburg-Gunzhauser, D; Haas-Gebhardt 1998, tombe 188). A titre comparatif, la largeur moyenne des tombes individuelles est de 0,6 à 1,1 m à La Grande Oye (Urlacher et al. 1998, p. 46), 0,98 m à Bourogne (Terr. de Belfort, F; Colney 1999, p. 319), 0,9 m à Soyria (Pétrequin et al. 1980, p. 171) et 0,8 à 1 m à Cutry (Legoux 2005, p. 40). Les observations effectuées dans plusieurs nécropoles – Elgg (ZH; Windler 1994, p. 15-16), Schleithem-Hebsack (Burzler et al. 2002, p. 68) ou en région bâloise (Marti 2000, p. 37) – mettent en évidence un agrandissement des fosses funéraires sous l'influence franque, indépendamment de la présence de chambres sépulcrales de type Mörken. En revanche, elles ne sont larges que de 0,5 à 0,8 m dans le sud-ouest de l'Allemagne aux 6^e et 7^e siècles ap. J.-C. (Windler 1994, p. 15-16; Burzler et al. 2002, p. 69). De plus, les études consacrées à Schleithem-Hebsack (Burzler et al. 2002, p. 68-69) et à Saint-Vit (Doubs, F; Urlacher et al. 2008, p. 48, 265-266) font apparaître qu'au 7^e siècle, les sépultures sont moins profondément enfouies qu'au 6^e siècle, environ 0,2 m à Lai Coiratte.

Sur le plan architectural, la coloration et la texture du sédiment de remplissage trahissent la présence d'une structure en matériau organique non conservée, attestée par les indices ostéologiques propres à une décomposition des corps en espace vide (chap. 6.3). La différence entre coffre mortuaire et coffrage architectural de la tombe reste difficile à établir en raison du mauvais état de conservation. Nous avons dès lors opté pour le terme coffrage selon l'acception, plus neutre à nos yeux, proposée par M. Colardelle (1996a, p. 306). En usage dès la fin du 5^e siècle et durant toute la période mérovingienne (Pétrequin

et al. 1980, p. 190), les coffrages non cloués en matériau périssable (bois) ont une utilisation qui perdure aux 6^e et 7^e siècles à l'exemple de Wasselone-Wiedbiehl (Bas-Rhin, F; Waton et al. 2005, p. 80), Soyria, La Grande Oye, Saint-Vit (Urlacher et al. 2008, p. 48), Schleithem-Hebsack, Yverdon - Pré de la Cure (Steiner et Menna 2000, p. 70-72, 197-198). Les découvertes de Monnet-la-Ville (Jura, F; Mercier et Mercier-Rolland 1974) démontrent que leur usage peut perdurer jusqu'au 8^e siècle. A. Burzler (2002) et M. Colardelle (1996b, p. 271-303) voient dans cette utilisation prolongée des coffrages organiques non cloués une influence venue du nord-est de la France. Les coffrages, majoritairement de forme étroite aux 6^e-7^e siècles (Colardelle 1996b, p. 297), semblent avoir été ajustés directement dans la fosse, les planches étant alors maintenues par des pierres de calage ou, plus simplement, par de la terre (Pétrequin et al. 1980, p. 171, 186-190). En outre, la faible profondeur de la tombe au 7^e siècle apporte un indice supplémentaire pour la présence d'un coffrage (Colardelle 1983, p. 39). Ces observations sont aussi valables pour Lai Coiratte où des pierres calcaires horizontales apparaissent sous les têtes des deux adultes et sous les pieds de la femme. Dans le cas présent, l'hypothèse d'oreillers sépulcraux, attestés à Ennery (Simmer 1993), à La Grande Oye (Urlacher et al. 1998, p. 46) ou sur le site voisin de Chevenez-Combe En Vaillard (chap. 5), doit être écartée. La disposition des dalles, en diagonale par rapport au coffrage, peut être interprétée comme un calage horizontal. Cette disposition spécifique des pierres de calage est plus rare, mais apparaît aussi à Saint-Vit (Urlacher et al. 2008, p. 52) et à Elgg (Windler 1994, fig. 22). Dans le cas présent, cette particularité est sans doute due aux dimensions restreintes de la fosse funéraire.

Inconnue durant la période romaine, la pratique des inhumations multiples simultanées réapparaît à l'époque mérovingienne (Colardelle 1983, p. 372). Celles-ci rassemblent majoritairement deux individus, plus rarement trois comme à Lai Coiratte, et sont peu fréquentes, y compris au sein des nécropoles où guère plus de six cas sont dénombrés pour un même cimetière (Sasse 1990). Quelques exceptions⁵ sont à relever dans le sud-ouest de l'Allemagne: vingt cas à Pleidesheim (Ludwigsburg, D; Koch 2001, p. 148-151), dix cas à Hailfingen (Tübingen, D), neuf cas à Kirchheim am Ries (Ostalbkreis, D; Sasse 1990, p. 60). Dans le nord de la Suisse, treize cas à Kaiseraugst (AG; Martin 1992, p. 229-231) et vingt-quatre cas à Schleithem-Hebsack (Burzler et al. 2002, p. 62-67).

Selon l'usage en vigueur à partir du 4^e siècle (Colardelle 1983, p. 364-366; Colardelle 1996a, p. 72; Steiner et al. 2000, p. 300), les corps des adultes sont disposés en décubitus dorsal (chap. 6.3). Leur orientation, tête à l'ouest, devient prépondérante dès le milieu du 5^e siècle (Steiner et Menna 2000, p. 60; Pétrequin et al. 1980, p. 203) et caractérise tout particulièrement les nécropoles de la période mérovingienne, tant en Suisse (Marti 2000, p. 42; Windler 1994, p. 21; Steiner et Menna 2000, p. 214) qu'en France (Urlacher et al. 1998, p. 46; Urlacher et al. 2008, p. 33; Pétrequin et al. 1980, p. 198; Colney 1999, p. 326), ou dans le sud-ouest de l'Allemagne (Haas-Gebhardt 1998, p. 88).

Les petits groupes funéraires et les sépultures isolées implantés en périphérie de l'habitat ou en lien direct avec celui-ci ne dérogent pas à cette règle comme l'attestent les découvertes de Chevezey-Combe Varu (chap. 4), Combe En Vaillard (chap. 5), Alle-Noir Bois (Demarez, Othenin-Girard et al. 1999, p. 109-115), Develier-Courtételle (Federici-Schenardi, Fellner et al. 2004, p. 103-104, 156-157) ou encore Genlis (Cattedu 1992) et Vellechevieux (Peytremann 2001), pour ne citer que quelques exemples. Inhumé simultanément, un nouveau-né est placé entre les têtes des adultes, la tête à l'est (chap. 6.3), position observée à plusieurs reprises à Soyria (Pétrequin et al. 1980, p. 206). L'enfouissement d'un individu immature dans la même sépulture ou à proximité d'un adulte, apparaît de manière récurrente durant les 6^e et 7^e siècles, aussi bien en Suisse occidentale (Burzler et al. 2002, p. 62-67; Steiner et Menna 2000, p. 322; Windler 1994, p. 18) que dans le nord-est de la France (Simmer 1993; Urlacher et al. 1998, p. 48-50; Ajot 1985, p. 37), ou dans le sud-ouest de l'Allemagne (Koch 2001, p. 153-154; Haas-Gebhardt 1998, p. 107-109).

Le dernier aspect de la tradition funéraire que nous devons aborder concerne les dépôts d'offrandes. Dans le cas présent, les boucles d'oreilles portées de leur vivant par les deux adultes permettent de rattacher cette sépulture à la tradition des inhumations habillées (chap. 3.3.3)⁶, tombées peu à peu en désuétude durant le 7^e siècle (Stutz 2000, p. 42; Waton et al. 2005, p. 54). N'ayant pas été placées intentionnellement dans la tombe par les survivants lors de l'enfouissement, elles ne doivent pas être considérées comme des dépôts funéraires.

En outre, dans un premier temps de l'étude, trois ossements fauniques découverts au contact des squelettes – à la base du crâne de l'homme sur le côté gauche ainsi qu'à proximité du bregma de la femme et sur son avant-bras gauche – avaient soulevé l'hypothèse d'éventuelles offrandes alimentaires (Evéquo et al. 2008, p. 233), hypothèse renforcée par la présence de traces de découpe observées par l'archéozoologie (chap. 3.13.2). Si plusieurs cas d'offrandes alimentaires sont attestés à la fin du 7^e siècle à Hégenheim, Erstein et Reguisheim (Haut-Rhin, F; Billoin et al. 2008, p. 276-278), celles-ci sont généralement accompagnées de contenants en céramique pour les boissons et organiques pour la nourriture (Windler 1994, p. 114; Urlacher et al. 2008, p. 210). Dans le cas de Lai Coiratte, le positionnement aléatoire de ces os, de même que l'absence de récipients céramiques dans la fosse funéraire rendent caduque cette hypothèse. Ainsi ces quelques restes fauniques nous paraissent devoir être classés au même rang que les quelques fragments de céramiques, de scories et de terres cuites présents dans le remplissage de la fosse funéraire. Ils doivent probablement être imputés à la nature du sédiment de comblement, sédiment qui provient du niveau archéologique excavé, et ne résultent donc pas d'une volonté particulière de placer ces éléments dans la sépulture. Force est donc de conclure à l'absence de dépôt funéraire à Lai Coiratte, rarefaction déjà observée pour plusieurs autres nécropoles durant le 7^e siècle en France (Urlacher et al. 1998, p. 222; Simmer 1988; Waton et al. 2005, p. 82) ou en Suisse occidentale (Steiner et Menna 2000, p. 261-273).

3.3.3 La parure funéraire

Les quelques éléments de parure qui accompagnaient les inhumés fournissent des indices chronologiques importants.

3.3.3.1 La parure féminine

Tout d'abord, une paire de boucles d'oreilles annulaires en bronze⁷ a été découverte de part et d'autre du crâne de la femme (pl. 6.1-2). Formées d'un jonc lisse de section circulaire, mesurant 6,3 cm de diamètre, leur fermoir est constitué d'un système à œillet et crochet. Ces anneaux d'oreilles se rattachent au type *Drahtohring mit Ösen-Haken Verschluss* (Fingerlin 1971, p. 63; von Freeden 1979, p. 406-410). Sur le plan régional, les spécimens connus à Bonfol-Cras Chalet (JU) et Develier-Les Maichières présentent un système de fermeture à crochet (Joliat 1948, p. 136-137). Les meilleurs parallèles sont localisés au nord de la Suisse à Bâle-Kleinhüningen (BS; Giesler-Müller 1992, pl. 40.183.1-2), à Kaiseraugst (Martin 1991, p. 70-71; Martin 1976a, pl. 14.203.1-2, 59.980.1-2) ou encore à Münchenstein-Hofmatt (BL; Marti 2000, pl. 212.1995.10-11), à Elgg (Windler 1994, pl. 61.221.1), à Oberbuchsitzen (SO; Motschi 2007, pl. 37.116.1-2, 40.124.1-2) et à Aesch (LU; Hartmann 2009, tombe 56.5-6), dans le sud-ouest de l'Allemagne à Merdingen (Breisgau-Hochschwarzwald, D; Fingerlin 1971, pl. 86.159.2-3) et dans le Jura français à Soyria (Pétrequin et al. 1980, fig. 41.40.1) dans la seconde moitié du 7^e siècle.

Dans son étude, U. von Freeden (1979) a recensé, entre autres, ce type de boucles d'oreilles et en a proposé une carte de répartition; celle-ci a été complétée par les pièces répertoriées lors de la présente étude, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Conformément aux observations de cet auteur, ce type de parure apparaît majoritairement dans la sphère d'influence alamanne du sud-ouest de l'Allemagne, dans la vallée du Rhin supérieur et le Haut Danube. Son occurrence est beaucoup plus faible sur la rive gauche du Rhin, bien que quelques pièces aient été répertoriées sur le Plateau suisse et dans le Jura français. Ceci s'explique sans doute par le développement de contacts économiques dans les zones limitrophes, entre le domaine franco-burgonde et l'Allemagne. D'un point de vue chronologique, les dimensions des spécimens de Lai Coiratte s'approchent du type tardif, phase 10a, de H. Roth et C. Theune (1988, p. 32-33) datée de 670-690 ap. J.-C. Cette paire de boucles d'oreilles constitue donc un argument de poids pour une attribution chronologique de la sépulture dans une fourchette comprise entre la fin du 7^e et le début du 8^e siècle.

3.3.3.2 La parure masculine

Un croissant en bronze de 1 cm de diamètre, formé d'un jonc lisse et régulier, a été mis au jour à la base de l'oreille droite de l'homme, en position originelle (pl. 6.3). Caractérisé par l'absence de système de fermeture, il s'apparente à une boucle d'oreille⁸ de type nomade formée d'un simple fil métallique (Legoux et al. 2004, type 300). Malgré leur rareté, plusieurs parallèles sont connus en Europe occidentale surtout à la fin du 5^e siècle et au début du 6^e siècle, comme à Courbillac-Herpes (Charentes, F; Stutz 2000, fig. 2.12). Dans le cadre d'une fouille récente, un spécimen a été découvert dans une tombe féminine de la nécropole

de Sion-Sous-le-Sceux (VS; Antonini 2002, pl. 62.332.1). Dans le nord de la Suisse, un cas est attribué au 6^e siècle à Schleithem-Hebsack pour un individu de sexe indéterminé âgé de 40 à 49 ans (Burzler et al. 2002, pl. 31.391.1). Aux 6^e et 7^e siècles, à Bülach (ZH), un exemplaire en bronze est apparu dans la tombe féminine 134 (Werner 1953, p. 110), ainsi que dans la tombe féminine 28 d'Oberdorf-Bühl (SO; Motschi 1993, pl. 6.60). En dernier lieu, à Güttingen (Konstanz, D) et à Merdingen, cinq croissants d'oreilles ont été exhumés de sépultures féminines attribuées à des contextes du 7^e siècle (Fingerlin 1971, pl. 5.6A.2, 10.14.2, 59.21.3, 61.52.2) ainsi qu'à Unterthürheim (Augsburg, D) au sein d'une tombe masculine datée de 620-650/660 ap. J.-C. (Grünewald 1988).

Plusieurs études ont déjà été consacrées à ce type particulier de parure. La carte de répartition proposée par C. Pilet (1994, p. 107) suite aux découvertes de Saint-Martin-de-Fontenay (Calvados, F) a été complétée par les éléments répertoriés lors de nos recherches.

Originaire de la mode danubienne, plus particulièrement celle des peuplades alano-sarmates (Pilet 1994, p. 105-111), les boucles d'oreilles en forme de croissant étaient portées, seules ou par paires, tant par les hommes que par les femmes (Demolon 2006, p. 146). Leur introduction dans la parure d'Europe occidentale est due à l'incorporation de troupes danubiennes au sein de l'armée romaine vers la fin de l'Empire (Demolon 2006, p. 146-147; Delcourt-Vlaeminck 2004, p. 8; Pilet 1994, p. 105-111). Parmi les populations du Danube moyen, ce type de parure semble plutôt avoir été propre au milieu aristocratique (Escher 2005, p. 289) et était portés à l'oreille gauche par les hommes (Stutz 2000, p. 37). Ceci ne paraît plus être le cas à Güttingen et à Merdingen où la population inhumée appartient à la classe paysanne plutôt aisée (Fingerlin 1971). La découverte de Lai Coiratte, à première vue bien tardive par rapport au contexte d'apparition de ces boucles d'oreilles, à savoir la période des grandes migrations des 4^e et 5^e siècles, soulève donc de nombreuses questions quant au statut des inhumés. En effet, les ouvrages de R. Legoux (Legoux et al. 2004) et C. Pilet (1994) mettent en évidence plusieurs types de boucles d'oreilles en forme de croissant. Celui à jonc lisse et régulier, plus ancien, apparaîtrait, selon les données rassemblées par C. Pilet (1994) au sein du Pakistan actuel où son usage perdure jusqu'à la fin du 5^e siècle ap. J.-C. Parmi les individus relevés, ceux de Güttingen, de Merdingen et de Lai Coiratte se rattachent à la période posthunnique et proviennent clairement de contextes attribués à la seconde moitié du 7^e siècle, plus précisément à la fin du 7^e et au début du 8^e siècle pour Lai Coiratte. Nos observations, bien que non exhaustives, n'ont pas mis en évidence la coexistence sur un même site du type à renflement et du type à jonc lisse et régulier. Cette particularité pourrait être imputée à des questions chronologiques auxquelles les limites imparties à cette étude n'ont pas permis de répondre. Plusieurs sites en contact avec le monde alaman – Güttingen, Merdingen, Unterthürheim, Bülach, Schleithem-Hebsack, Lai Coiratte – attestent toutefois de la survivance sporadique du type à jonc lisse et régulier au 7^e siècle et témoignent de la persistance tardive d'une mode apparue en Europe occidentale au 5^e siècle.

3.3.4 Datation et interprétation

Au terme de cette présentation de la sépulture de Lai Coiratte, plusieurs éléments caractéristiques permettent d'en établir la chronologie et d'en proposer une interprétation quant à son insertion dans le développement régional de la christianisation, à son lien avec les structures et les sites avoisinants, ainsi qu'à sa situation dans la sphère d'influence franco-alamane.

Premièrement, l'orientation ouest-est de la tombe et des squelettes ainsi que leur position en décubitus dorsal correspondent à une tradition apparue au 4^e siècle et généralisée à la fin de la période mérovingienne. Cette évolution des coutumes funéraires est souvent mise en rapport avec le développement de la christianisation, phénomène qui ne peut que succinctement être appréhendé au sein des nécropoles. Dans le cas de Lai Coiratte, aucun autre indice n'était cette hypothèse et ces critères ne constituent pas à eux seuls des éléments suffisamment déterminants pour permettre une quelconque affirmation dans ce sens, pas plus que l'orientation est-ouest de l'enfant. Par conséquent, à défaut d'autre indice et bien qu'à cette période l'emprise de la religion chrétienne s'étende dans le nord-est de la Gaule mérovingienne, où apparaissent, sur un plan plus régional, les premiers grands centres religieux tels que le monastère de Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône, F; Steiner H. 2005, p. 45) en 590 ap. J.-C., l'abbaye de Moutier-Grandval (BE; Bujard 2005, p. 122) vers 640 et le monastère de Saint-Ursanne (JU; Bujard 2005, p. 122) vers 635, la question de la christianisation de la région de Chevenez à la fin du 7^e siècle ne peut tout au plus qu'être évoquée sous forme de probabilité.

Deuxièmement, l'implantation de la tombe en marge de structures d'artisanat et/ou d'habitat correspond à une habitude funéraire qui apparaît entre le milieu du 6^e siècle et le 10^e siècle en Suisse, en France et en Allemagne, et dont la fréquence augmente à la fin du 7^e siècle. Les découvertes de Lai Coiratte, peut-être en lien avec les groupes funéraires voisins de Combe Varu et de Combe En Vaillard (chap. 4 à 6), s'inscrivent dans ce même schéma d'occupation du territoire et s'encrent dans une tradition funéraire bien établie en milieu rural. Ainsi, la sépulture isolée de Lai Coiratte, mise en parallèle avec les structures artisanales du même site, et les deux groupes funéraires de Combe En Vaillard et de Combe Varu construisent, à nos yeux, un faisceau d'indices convergents quant à la présence, dans un périmètre restreint, d'un habitat contemporain mais non encore localisé.

Troisièmement, les inhumations multiples – doubles ou triples – sont attestées dès le 6^e siècle à Schleithem-Hebsack (Burzler et al. 2002, p. 64) et se développent essentiellement durant le 7^e siècle (Urlacher et al. 1998, p. 47-50; Haas-Gebhard 1998, p. 109; Koch 2001, p. 153-154; Graenert 2005, p. 163). La compréhension de ce mode d'inhumation particulier reste délicate, mais évoque avant tout un lien affectif, familial, collatéral ou amical que l'on souhaite préserver dans l'au-delà (Simmer 1993 et 1988, p. 147-148; Colney 1999, p. 338; Martin 1991, p. 230-231) et est largement considérée comme un précurseur des concessions familiales qui voient le jour dans les nécropoles à la fin du 7^e siècle (Koch 2001, p. 153-154). Ce sentiment est renforcé par la présence d'un

nouveau-né inhumé simultanément entre les têtes des adultes (chap. 6.3), position observée à plusieurs reprises à Soyria (Pétrequin et al. 1980, p. 206). Par ailleurs, l'enfouissement d'un individu immature aux côtés ou à proximité d'un adulte apparaît de manière récurrente durant les 6^e et 7^e siècles tant en Suisse occidentale (Burzler et al. 2002, p. 62-64; Steiner et Menna 2000, p. 322; Windler 1994, p. 18) que dans le nord-est de la France (Simmer 1993; Urlacher et al. 1998, p. 47-50) et le sud-ouest de l'Allemagne (Koch 2001, p. 153-154; Hass-Gebhardt 1998, p. 107-109). Cette tradition funéraire est perçue comme un moyen de guider dans l'au-delà l'enfant qui, de par son âge, n'a pas encore intégré la société des hommes (Pétrequin et al. 1980, p. 181, 206); ceci pourrait apporter une explication à l'orientation inversée du nouveau-né par rapport aux adultes.

Quatrièmement, ces sépultures multiples sont volontiers attribuées à des personnages issus de milieux sociaux plutôt aisés dans le dernier quart du 7^e siècle (Urlacher et al. 1998, p. 49; Peytremann 2003; Simmer 1993, p. 112-114) et considérée comme des tombes fondatrices (Martin 1992, p. 231; Peytremann 2003, p. 303-316; Carton et Castex 2009). A Lai Coiratte, l'emplacement de la sépulture à l'écart des deux groupes funéraires voisins *a priori* contemporains, soulève la question du statut de ses inhumés. Dans plusieurs cas, l'éventualité d'une ségrégation sociale, économique, juridique⁹, mais aussi ethnique ou sanitaire, a été écartée par les comparaisons anthropologiques entreprises sur les squelettes retrouvés dans des sépultures isolées et sur ceux mis au jour au sein des nécropoles (Peytremann 2003, p. 303-316; Pecqueur 2003, p. 25). De plus, cette inhumation, implantée entre la fin du 7^e siècle et le début du 8^e, ne se démarque en rien des groupes funéraires voisins (chap. 4.2, 5.2.1, 6), ni par son orientation, ni par un traitement différencié des corps selon leur sexe, leur âge ou leur place au sein de la société mérovingienne, ni par sa richesse matérielle, ni par son architecture (Graenert 2005, p. 152). Au contraire, l'absence de signalisation au sol autre qu'un éventuel tertre ainsi que ses dimensions pour le moins réduites paraissent peu compatibles avec les habitudes des riches inhumés privilégiant entre autres de grandes chambres funéraires (Schnitzler 1997, p. 103). Ces sépultures isolées ne semblent donc obéir à aucune règle spécifique et apparaissent comme l'un des modes d'inhumation pratiqués préalablement à l'établissement et à l'application stricte du canon ecclésial (Peytremann 2003, p. 303-316; Pecqueur 2003, p. 23).

En dernier lieu, les faibles dimensions de la fosse d'inhumation et la typologie de la parure annulaire se sont avérées plus caractéristiques du sud-ouest de l'Allemagne. De même, la pratique des enterrements multiples paraît mieux établie dans la sphère d'influence alamo-franque et s'inscrit dans le cadre de la prédominance germanique déjà relevées par M. Colney (1999) dans son étude des sites mérovingiens de la Trouée de Belfort et par F. Schifferdecker (1987, p. 75-76) à propos des découvertes de Bonfol-Cras Chalet. Lai Coiratte, situé aux confins des royaumes de Neustrie-Bourgogne et d'Austrasie (Steiner H. 2005, p. 47), témoigne, par conséquent, des contacts établis entre le monde franc, d'une part, et l'*Alamania* outre-Rhin, d'autre part (Châtelet et al. 2004, p. 89).

3.4 L'atelier de sidérurgie

Ludwig Eschenlohr

3.4.1 La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne

Le concept de *sidérurgie ancienne* englobe tous les procédés techniques contribuant à l'élaboration artisanale du fer, essentiellement dans le cadre de la filière directe de la réduction¹⁰. Sa description sous forme de chaîne opératoire met l'accent sur l'enchaînement des procédés menant de la matière première – le minerai – à un produit fini : l'objet en fer. Elle n'apporte toutefois qu'une vision abstraite des différentes étapes techniques, sans encore apporter une réponse évidente à certaines questions d'organisation du travail (GSAF 1997, p. 9 et 49).

L'étude technologique des déchets du travail du fer diffère, dans sa démarche, de la typologie «classique» employée pour les recherches sur le mobilier métallique : elle s'apparente plutôt à un simple classement. C'est ce même cheminement qui est suivi lors de l'examen des résidus métallurgiques et du mobilier métallique de Chevenez-Lai Coiratte, les données analytiques récoltées permettant toutefois d'établir quelques liens. Bien que les déchets et les objets soient issus de la même activité, le contexte archéologique différentiel exige néanmoins des études séparées avec, d'une part, celle des déchets et, de l'autre, celle des objets. Ce n'est qu'une fois les études terminées que leur mise en commun pourra mener à une réflexion globale et à des conclusions communes.

Dès le Haut Moyen Age, l'Ajoie se trouve à la périphérie d'un district de production du fer qui est, à cette époque, d'une grande importance sur le plan européen (Eschenlohr 2001). Il sera donc intéressant de replacer l'activité artisanale de Lai Coiratte dans ce contexte aussi bien d'un point de vue technologique que, si possible, spatial. Au début du Moyen Age, la zone renfermant des témoins de cette production s'étendait du flanc occidental de la vallée de Delémont à l'extrémité orientale du Val Terbi et, du nord au sud, du plateau de Pleigne jusqu'au vallon de Chaluet; à la lumière de la découverte de l'atelier à Lai Coiratte, il convient désormais d'y ajouter au moins une partie de l'Ajoie (fig. 22). La présence de minerai affleurant à la base du flanc septentrional de la chaîne du Lomont, le premier contrefort du Jura plissé du nord vers le sud, a rendu possible l'approvisionnement en matière première d'un atelier sidérurgique tel que Lai Coiratte, et cela vraisemblablement sans difficultés majeures. Dans la chaîne jurassienne en effet, les méthodes de récolte du minerai en surface ne nécessitaient que peu d'infrastructures.

En Europe occidentale, dès la fin de l'âge du Fer, les opérations de réduction du minerai de fer s'effectuaient dans un bas fourneau à scories coulées ou à scories piégées. Dans la partie centrale du Jura suisse, c'est la filière directe de réduction à scories coulées qui prédominait, et ce jusqu'au début du 15^e siècle; elle sera ensuite remplacée par la filière indirecte, pratiquée dans un haut fourneau. Le principe de la réduction consiste à ôter les atomes d'oxygène liés au fer en les faisant réagir avec le monoxyde de carbone gazeux libéré lors de la combustion dans le fourneau.

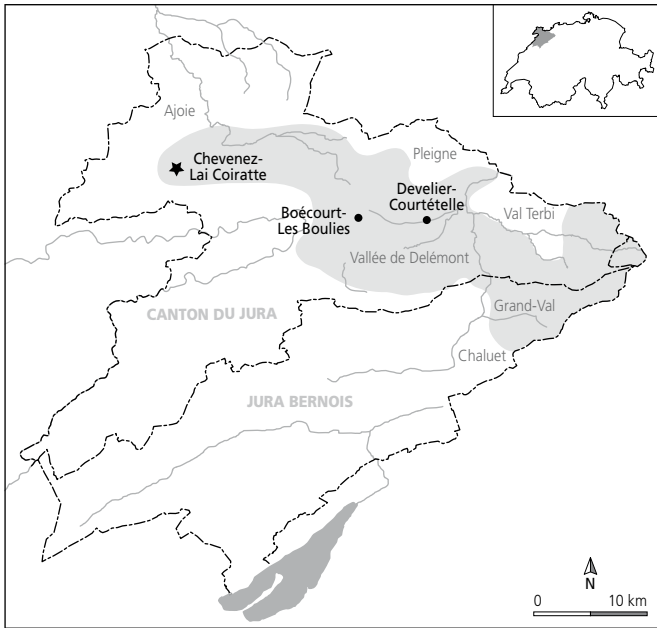


Fig. 22 Extension du district sidérurgique du Jura central suisse avant l'an mille (en gris), avec l'emplacement des sites.

Dans le minerai, le fer, associé à d'autres éléments, constitue des minéraux; pour que les atomes de fer puissent former une structure métallique, il est donc nécessaire de briser ces structures minérales. Lors des opérations de réduction, la combustion de charbon de bois dans un fourneau dégageait, d'une part, l'énergie nécessaire au processus et, d'autre part, du monoxyde de carbone agissant comme réducteur.

Les travaux préparatoires à la réduction du minerai sidérolithique s'effectuaient quelque part entre le lieu de son extraction et celui de sa réduction, souvent proches l'un de l'autre. Il s'agissait du lavage, du concassage et d'un éventuel grillage du minerai, ce dernier étant constitué de pisolithes prises dans une gangue argileuse. Le lavage libérait les pisolithes de cette gangue, par ailleurs pauvre en oxydes de fer, et le concassage des plus grands morceaux, agglomérats pisolithiques, facilitait leur réduction. Le grillage entraînait, lui, l'évaporation de la majeure partie de l'eau contenue dans le minerai et provoquait un début de réduction des oxydes de fer (Eschenlohr et Semeels 1991).

Durant le Haut Moyen Age et dans la région qui nous intéresse, la réduction directe du minerai de fer au moyen du bas fourneau à scories coulées ne permettait pas d'atteindre le point de fusion du métal «fer» (1536°C)¹¹. Par ce procédé, on parvenait à la liquéfaction de l'essentiel des impuretés qui, sous la forme de scories coulées, s'écoulaient en majeure partie hors du fourneau par une ouverture aménagée. Cependant, une partie considérable des oxydes de fer contenus dans le minerai (environ 50% dans le minerai jurassien) n'était pas extraite. Parallèlement, le métal, non liquéfié pour cause de température «basse» (insuffisante en vue d'une fusion), s'agglutinait à l'intérieur du four en un bloc pâteux, l'éponge de fer. Cette dernière était probablement extraite à chaud et, après un premier dégrossissage, était acheminée vers la forge d'un habitat ou d'un atelier proche. On procédait dès lors aux opérations de postréduction, à savoir le raffinage et le forgeage.

L'éponge se présentant sous la forme d'un bloc de fer et/ou d'acier à structure spongieuse encore rempli d'inclusions de scorie et de charbon de bois issus de la réduction, elle devait donc être nettoyée avant son forgeage au sens strict du terme. Le raffinage rassemblait les opérations d'épuration de l'éponge de fer, destinées à la nettoyer de ses impuretés, ainsi que les travaux de compactage, pour finalement obtenir un bloc de métal de bonne qualité. Comme le raffinage et le forgeage pouvaient s'effectuer dans une seule et même structure – le bas foyer (fig. 23) – il est également possible que la transformation et le travail du fer aient été réalisés en une opération continue. De ce fait, la séparation absolue entre le raffinage et le forgeage du métal par la seule observation morphologique des déchets est souvent impossible. Seul un complément analytique peut permettre de situer la pièce en question dans une phase précise, à savoir le début ou la fin du raffinage, la transition entre le raffinage et le forgeage, ou le forgeage final.

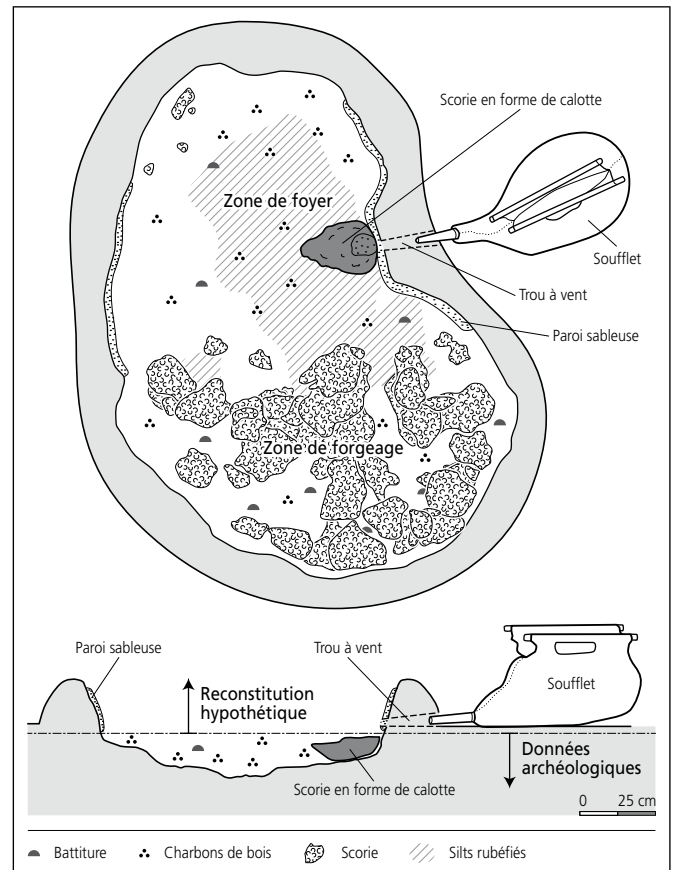


Fig. 23 Schéma d'un bas foyer (adapté d'après Eschenlohr et al. 2007, fig. 32).

3.4.2 Données de la prospection géomagnétique

En préambule, il convient de préciser que nous ne disposons plus des données brutes enregistrées sur le terrain. Comme nous avons utilisé, à cette unique occasion, un magnétomètre à mesure directe, il n'est malheureusement plus possible à l'heure actuelle d'exploiter pleinement les informations fournies par ces relevés du printemps 2001¹². Nous avons néanmoins essayé de superposer ceux-ci à une carte des vestiges découverts lors de la fouille, afin de permettre une lecture partielle.

3.4.2.1 Méthode et objectif

La méthode de prospection magnétique au sol s'appuie sur la mesure des composantes du champ magnétique terrestre (CMT) et sur les variations occasionnées localement par les différences de susceptibilité magnétique des terrains et des roches. La terre se caractérise en effet par l'existence d'un champ magnétique variable en fonction du lieu d'observation et du temps. L'unité de mesure du champ magnétique est le tesla; les valeurs du champ terrestre étant faibles, on emploie le nanotesla. Ces valeurs sont mesurées à l'aide d'un magnétomètre, le plus souvent le magnétomètre à protons.

Toute anomalie archéologique se signale par une différence d'amplitude du champ magnétique terrestre extrêmement ténue, et est donc mesurable à l'aide d'un appareillage précis. Il convient de souligner que le fer étant 100 fois plus magnétique que la terre cuite, il est donc mieux détecté lors de la prospection magnétique au sol.

L'intensité du champ magnétique terrestre variant d'un site à l'autre, tout au long de la journée et d'une journée à l'autre, les mesures ne sont valables que localement, sauf si l'on travaille en mesure relative ou gradiomètre¹³; à Lai Coiratte, c'est la première fois que nous procédions à une mesure absolue et non pas relative, faute de pouvoir utiliser le magnétomètre avec lequel nous avons effectué tous nos relevés entre 1993 et 1998 (Eschenlohr 2001, p. 94-105). En l'absence de correction de ces données par rapport aux variations diurnes du champ magnétique terrestre, l'interprétation de l'image obtenue de ces relevés n'est pas aisée (voir *infra*).

Tout objet plongé dans un champ magnétique génère un nouveau champ magnétique proportionnel au premier: c'est ce qui s'appelle l'*aimantation induite*. Cette relation se traduit par l'égalité $B = \mu \times H$, où H est le champ magnétique initial, B l'aimantation induite et μ la susceptibilité magnétique du matériau.

En plus de cette aimantation induite, certains objets ont une *aimantation dite rémanente*, c'est-à-dire qu'ils produisent un champ magnétique même quand ils ne sont pas plongés dans un autre champ magnétique. C'est le cas par exemple des objets qui ont été cuits (four, foyer, céramique, etc.): en effet, lors du chauffage puis du refroidissement de l'objet, tous les atomes présents à l'intérieur s'orientent dans le sens du champ magnétique terrestre. Du coup, l'objet devient «aimanté», il peut générer un champ magnétique, appelé l'*aimantation thermorémanente*. C'est ce dernier type d'aimantation auquel s'intéresse la prospection magnétique en archéologie.

3.4.2.2 Résultats et interprétation

Pour diverses raisons, l'exploitation des résultats des relevés effectués en 2000 en vue d'orienter l'organisation de la fouille n'a pas eu lieu en temps opportun. Il suffit donc a posteriori de vérifier une possible corrélation entre les anomalies magnétiques relevées et les structures archéologiques découvertes par la suite, afin de valider la probité de la démarche prospective mise en œuvre (fig. 25).

Malgré l'aspect lacunaire et inachevé du relevé magnétique, une anomalie a été relevée à l'emplacement du bas fourneau. Cette concordance s'ajoute à toutes celles observées lors des recherches sur les ferriers du district sidérurgique du Jura central suisse, ainsi que des régions voisines (Eschenlohr 2001, p. 94-105; Ewald et Tauber 1998, p. 48-49).

Une seconde anomalie très marquée se situe une trentaine de mètres au nord de la structure de réduction (fig. 25). Faute des observations enregistrées lors du relevé de terrain, elle ne peut plus être interprétée. Enfin, il faut souligner que deux autres anomalies ont été repérées à l'ouest de la zone fouillée. Elles se trouvent en dehors du secteur présenté, à la même hauteur que l'anomalie évoquée ci-dessus. Seraient-elles un indice supplémentaire d'une présence d'habitat ou d'autres installations à côté de l'atelier fouillé (chap. 3.14.4)?

3.4.3 Les données quantitatives

Il s'agit des données quantitatives globales relatives aux déchets en lien avec la production du fer et avec le travail métallurgique effectués à Lai Coiratte. L'analyse détaillée de ces mêmes données, ainsi que la pertinence des assemblages entre les diverses catégories de déchets, seront abordées dans les chapitres suivants, consacrés aux différents types de matériaux et à leur répartition spatiale.

Le site de Lai Coiratte a livré quelque 650 kg de déchets issus de la production, de la transformation et du travail du fer, représentant au total près de 26 000 fragments qui correspondent à un peu plus de 25 300 pièces (fig. 24)¹⁴. Il convient d'emblée de préciser que ce corpus est de faible taille, bien qu'il faille nuancer ce constat entre la phase productive (réduction du minerai de fer; chap. 3.8) et celle de la transformation et du travail du fer (post-réduction du fer; chap. 3.9).

Catégorie	Poids		Pièces		Fragments	
	kg	%	nb	%	nb	%
Calottes	182,0	27,8	2207	8,6	2286	8,7
Coulées	278,5	42,6	12290	47,9	12555	47,8
Ferrugineuses	32,8	5,0	1682	6,6	1855	7,0
Indéterminées	27,6	4,2	2819	11,0	2833	10,8
Minerai	3,2	0,5	426	1,7	437	1,7
Parois ND	13,6	2,1	1317	5,1	1324	5,0
Parois PR	11,1	1,7	964	3,7	986	3,7
Parois R	95,4	14,6	3633	14,2	3679	14,0
Scories internes	4,5	0,7	28	0,1	31	0,1
Déchets scorifiés	648,8	99,1	25366	98,9	25986	98,8
Battitures	0,7	0,1	-	-	-	-
Déchets de forge	2,3	0,4	57	0,2	67	0,3
Objets en fer	2,6	0,4	226	0,9	226	0,9
Total	654,3	100	25649	100	26279	100

R: réduction; PR: post-réduction; ND: non déterminé.

Fig. 24 Données quantitatives globales des déchets issus de la production, de la transformation et du travail du fer, par catégorie.

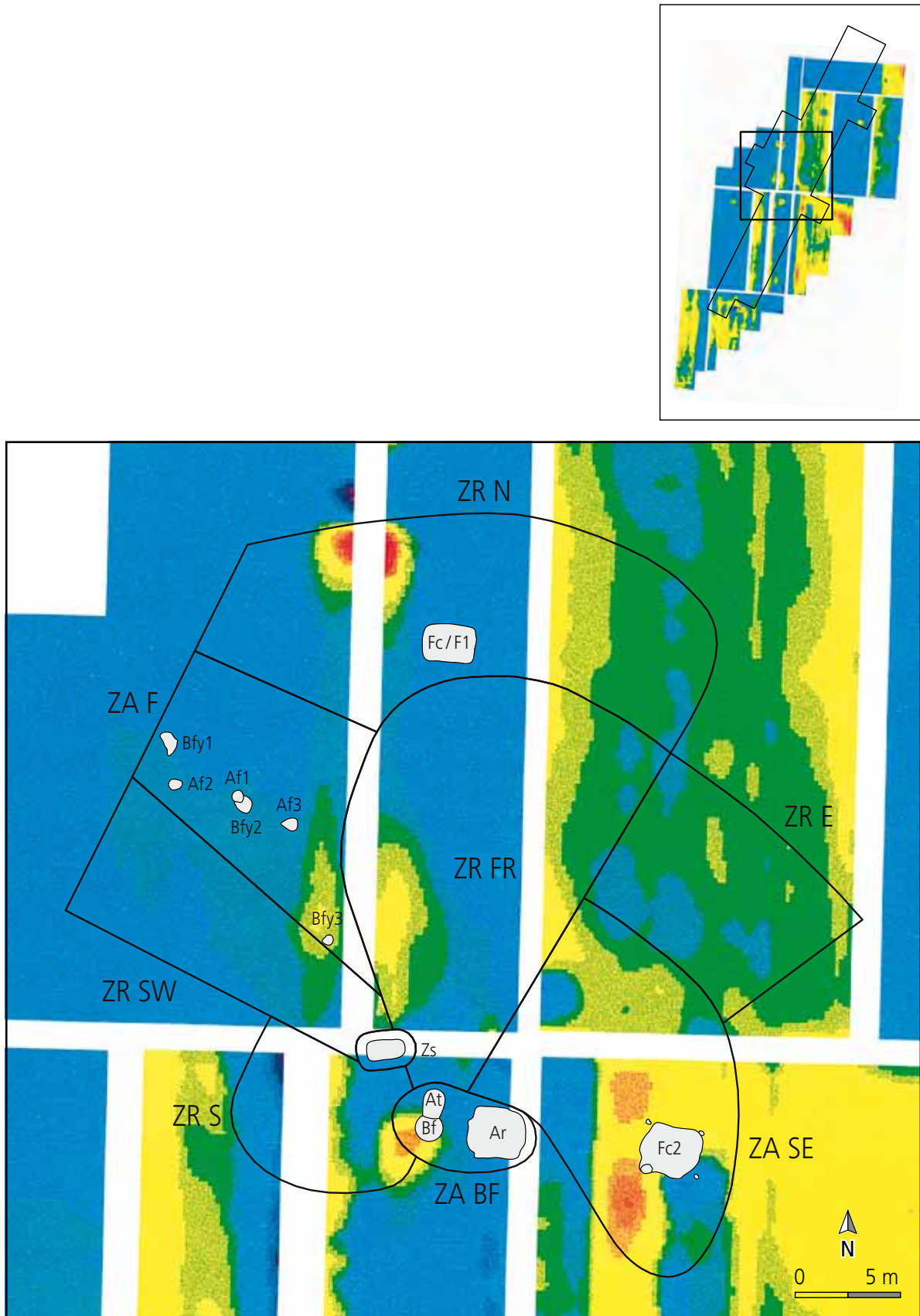


Fig. 25 Superposition des relevés magnétique et topographique des structures. Les couleurs chaudes reflètent une valeur positive en nTesla, les couleurs froides, une valeur négative. Le cercle indique la concordance entre l'anomalie magnétique et l'emplacement du bas fourneau potentiel (pour la nomenclature des zones, voir le chapitre 3.14.1.2).

3.5 Les structures

Cécile Bélet-Gonda; mis à jour par
Emmanuelle Evéquo et Ludwig Eschenlohr

3.5.1 Situation

Les traces d'aménagement de 27 structures sont toutes localisées sur la rive droite du Creux-des-Prés, sur une surface relativement plane au centre du site. Les vestiges sont représentés principalement par des structures en creux: fond(s) de cabane et trous de poteau, pour la plupart concentrés dans la zone d'épandage du mobilier (fig. 26).

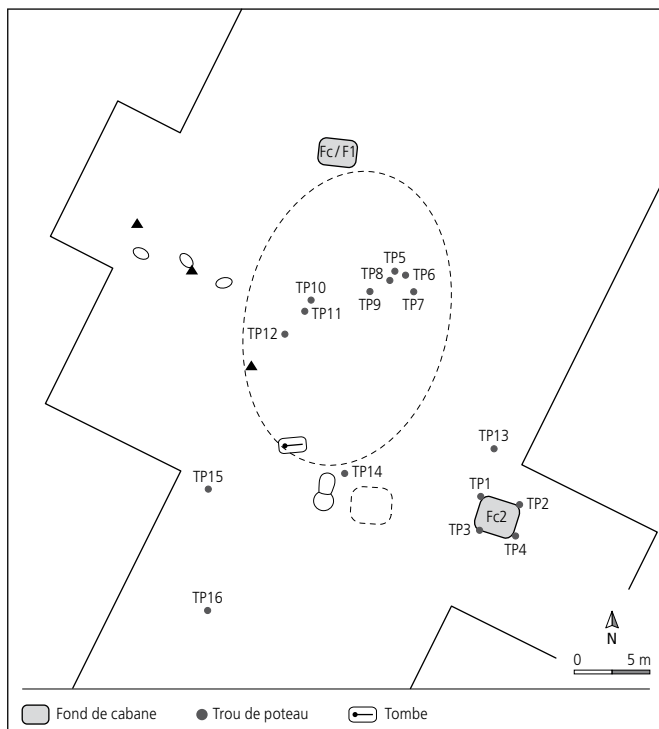


Fig. 26 Plan des structures d'occupation.

3.5.2 Contexte archéologique et stratigraphique

De manière générale, la stratigraphie dans laquelle s'insèrent les structures est relativement simple. L'horizon archéologique 3a contenant les vestiges du Haut Moyen Age est marqué par une couche de sédiments silto-argileux englobant des charbons de bois et un riche mobilier archéologique. Cette couche a subi une importante érosion et a été passablement perturbée par les labours modernes (chap. 3.2.1). Elle apparaît à une profondeur d'environ 40 cm sous le niveau de sol actuel.

3.5.3 Les bâtiments: les fonds de cabane

3.5.3.1 Le fond de cabane ou fosse 1 (Fc/F1)

Cette première structure est conservée sur une profondeur de 35 cm et creusée dans le substrat géologique 4.2. Elle apparaît sous la forme d'une simple fosse de plan rectangulaire aux angles arrondis mesurant 2,5x1,85 m (fig. 27). Sa superficie est de 4,26 m² et son remplissage contient une quantité de mobilier

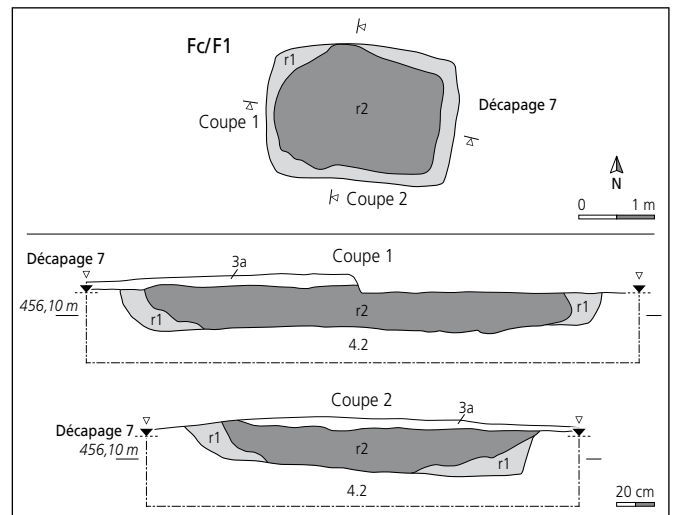


Fig. 27 Plan et coupes du fond de cabane ou fosse 1.

assez importante (env. 230 pièces, dont une majorité de déchets scorifiés). Son fond est plat et ses parois légèrement évasées. La fouille n'a pas permis de mettre en évidence l'existence d'aménagements internes tels que des trous de poteau ou des sablières basses. Son remplissage est marqué par une succession de couches qui correspond à deux apports principaux:

- le premier remplissage (r1), d'environ 20 cm d'épaisseur et présent sur les parois, est peu charbonneux et pauvre en mobilier. Le sédiment est essentiellement formé par un limon brun avec quelques nodules de terre cuite et de charbons de bois mélangés à des graviers;
- le second remplissage (r2) comble le centre de la structure. Plus charbonneux et d'une épaisseur de 20 cm, il est composé d'un limon finement argileux. Il recèle la majeure partie du mobilier - céramique, métal, scories - recueilli dans cette structure (chap. 3.8, 3.9 et 3.11) ainsi que de très nombreux macrorestes carbonisés (chap. 3.12). Ce mobilier diversifié permet d'établir l'utilisation de cette cabane comme dépotoir lors de sa dernière utilisation. Le niveau archéologique 3a scelle la structure.

Les analyses micromorphologiques confirment l'hypothèse de sa fonction de dépotoir. En l'absence d'un niveau d'occupation observable en lame mince, différents éléments - présence d'une grande quantité de matériel remanié comprenant des rejets anthropiques brûlés, des macrorestes carbonisés et des fragments de coprolithes indiquant un mélange du sédiment avec du fumier - suggèrent le dépôt secondaire du matériel de remblaiement. Le peu de bioturbations et les remplissages quasi homogènes laissent supposer un comblement rapide « de ce fond de cabane avorté réutilisé comme fosse-dépotoir » (Pümpin et Braillard 2009). Les traces de piétinement aléatoire de la fosse viennent renforcer cette idée.

Au vu de ses modestes dimensions, de sa situation, de l'absence d'aménagement intérieur et de traces d'occupation visibles, il serait tentant d'interpréter cette fosse comme une structure artisanale ayant été comblée par le matériel lié au travail du fer. Elle est en effet située à proximité du ferrier (chap. 3.6) et de l'atelier de forge (chap. 3.7), et a pu faire office d'atelier.

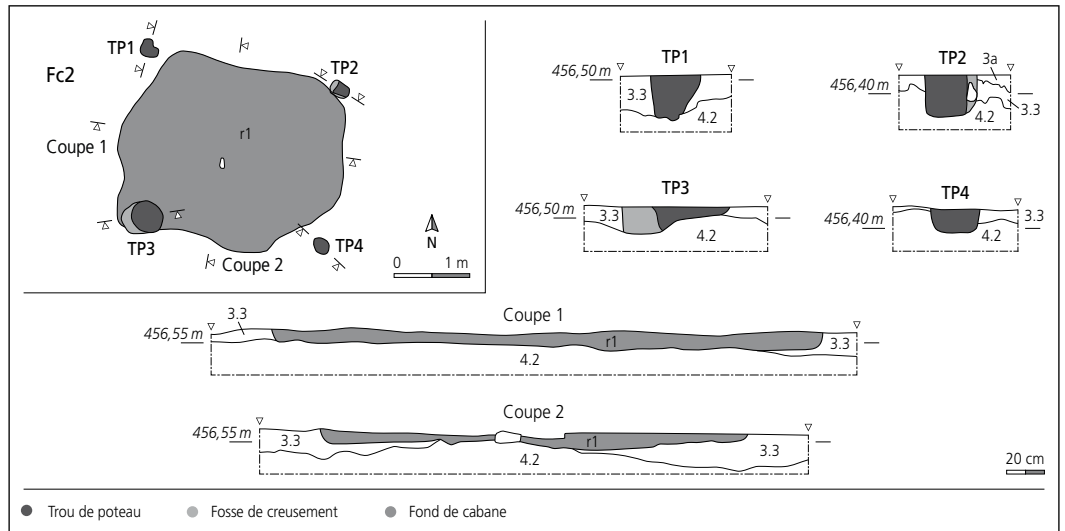


Fig. 28 Plan et coupes du fond de cabane 2 et des trous de poteau 1 à 4.

3.5.3.2 Le fond de cabane 2 (Fc2)

Le second fond de cabane est préservé sur une hauteur de 10 cm. Creusé dans le substrat géologique 3.3, il repose sur les graviers de fond de vallée 4.2 et se situe en bordure de la couche archéologique à l'endroit où celle-ci a subi une forte érosion naturelle et d'importantes perturbations agricoles (fig. 28). Son plan apparaît sous la forme d'une simple fosse rectangulaire, à fond plat, parois verticales et angles arrondis. Elle mesure 2,85x2,3 m, soit une superficie de 6,08 m² et est comblée par un sédiment riche en charbons de bois mélangés à des fragments de céramique, à des objets métalliques et à de nombreuses scories de fer, soit en tout 1816 pièces. Lors du décapage de sa surface, deux poches de sédiment r1 contenant quelques pièces de mobilier ont été observées; il s'agit sans doute de lambeaux de la couche archéologique érodée. Quatre trous de poteau implantés aux angles de ce fond de cabane permettent d'envisager l'existence d'une couverture (TP1-4, fig. 28). Leur diamètre varie entre 20 et 25 cm. Ils entament le substrat géologique de fond de vallée 4.2 sur une profondeur de 20 cm.

Faute d'analyse micromorphologique, il n'est pas permis d'établir les différents épisodes d'utilisation et de comblement de la

cabane. Cependant, le mobilier diversifié témoigne de l'utilisation de la fosse comme dépotoir après l'abandon de sa fonction initiale. L'hypothèse d'un emploi en lien avec le travail métallurgique peut être émise étant donné son emplacement, sa datation et la quantité de matériel lié à la réduction et à la postréduction prélevée dans son comblement (chap 3.6 et 3.7).

3.5.4 Les trous de poteau

Douze trous de poteau sont mis en évidence sur le site (TP5-16). Pour la plupart, ces structures se situent entre les deux fonds de cabane et sont recouvertes par l'aire de rejet des scories de fer (Ar) (fig. 29 et 30). Les négatifs des poteaux ne présentent pas de calage de pierre. Les fosses de creusement, d'un diamètre compris entre 40 et 80 cm, n'ont été observées qu'à quelques reprises (TP5, 7, 8, 11-13, 16). Le diamètre des empreintes des poteaux varie, quant à lui, entre 20 et 40 cm, le TP14 pouvant s'apparenter à un trou de piquet (diam. 10 cm); leur profondeur moyenne est d'environ 20 cm. Les trous de poteau 6, 9 et 10 ne présentent qu'un remplissage, peu charbonneux; leur fonctionnement comme poteau ne peut être établi que par leur positionnement par rapport à l'ensemble des structures.

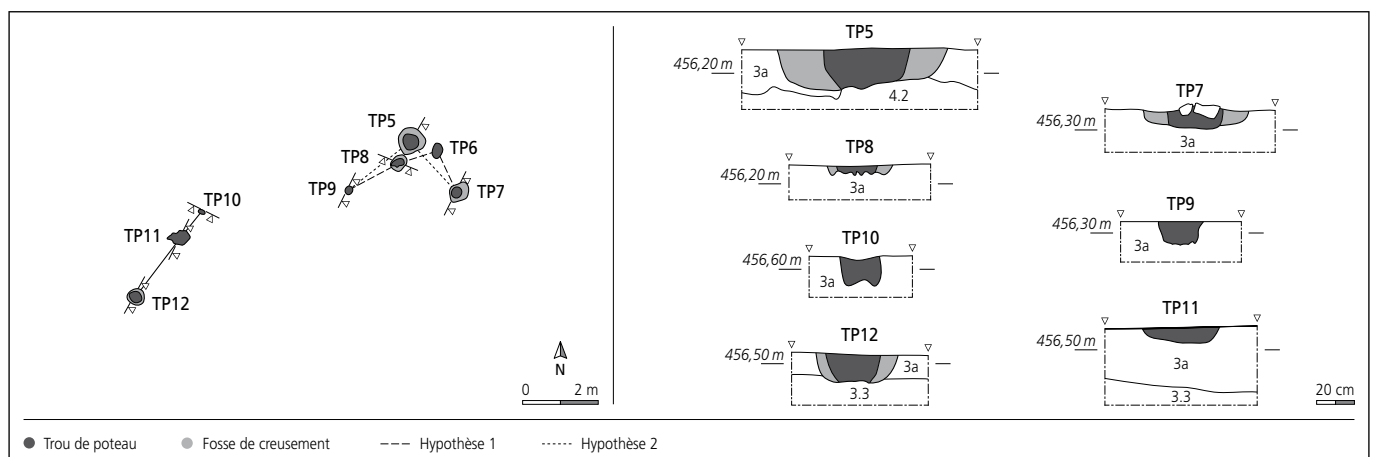


Fig. 29 Plans et coupes des trous de poteau 5 à 12.

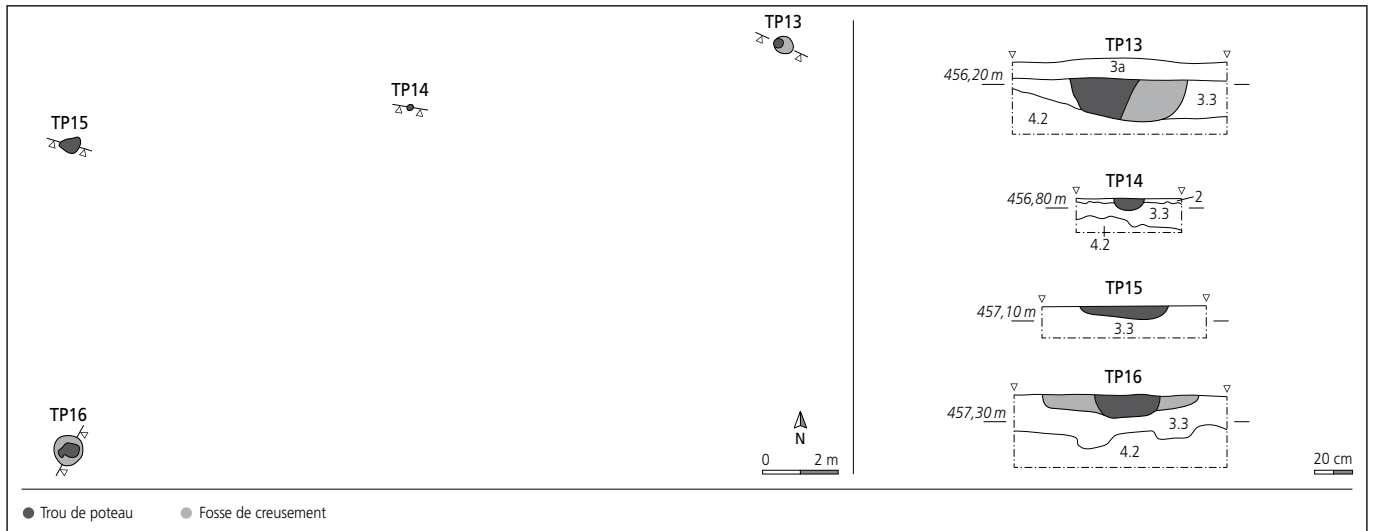


Fig. 30 Plans et coupes des trous de poteau 13 à 16.

Un premier groupe est formé par les poteaux 5 à 9 (fig. 29). Deux hypothèses de restitution peuvent être émises. La première relie les poteaux 6 à 9, séparés par une distance de 1 à 1,5 m, sous la forme de deux segments qui se croisent à angle droit. La seconde est formée par les poteaux 5, 7 et 9, distants de 1,8 à 2 m, dont les segments de longueur identique dessinent à nouveau un angle cohérent. Ces deux alignements esquissent le plan partiel d’une petite construction sur poteaux porteurs de type grenier ou remise.

Au sud-ouest de cet ensemble, un deuxième alignement est formé par les poteaux 10, 11 et 12 (fig. 29). Orientés selon l’axe nord-est/sud-ouest, ils sont respectivement espacés de 1 m et de 2 m. Ce segment ne se rattachant à aucune autre structure, il n’est pas possible d’en estimer l’orientation ni la fonction (paroi de bâtiment, palissade, etc.).

Les quatre derniers trous de poteau ont été localisés de manière éparsée sur le site: il s’agit des empreintes 13 à 16 (fig. 30). Les alentours de ces structures ne révèlent aucun autre creusement permettant de les relier et de former une hypothèse de restitution. Toutefois, l’emplacement du trou de poteau 14 à proximité du potentiel bas fourneau pourrait être en lien avec le travail qui s’y déroule et constituer l’unique témoignage d’un auvent destiné à abriter les artisans (chap. 3.6). L’attribution de ces trous de poteau au Haut Moyen Age est possible grâce au mobilier archéologique prélevé dans leur remplissage. Il est probable qu’en raison de la mauvaise conservation du niveau archéologique, dans la partie sud, des structures n’y aient pas été perçues lors de la fouille.

3.5.5 Chronologie des structures

Sur onze échantillons de charbons de bois soumis à des datations ¹⁴C quatre n’ont pas apporté de résultats satisfaisants pour des raisons diverses (Ua-22244, Ua-23557, Ua-24955 et Ua-33118, fig. 31): déplacements taphonomiques, possibles contaminations ou encore viciation du processus de dégradation radioactive (Fellner, Federici-Schenardi et al. 2007, p. 161). Les sept datations retenues sont homogènes et étayées par les observations de terrain.

Selon ces données, les structures ont été implantées durant le Haut Moyen Age, lors d’une même phase qui s’est déroulée entre la seconde moitié du 6^e siècle et le troisième quart du 7^e siècle. Elles sont cohérentes avec la datation relative apportée par l’analyse du mobilier archéologique (chap. 3.8 à 3.11).

L’occupation de la zone fouillée débute avec l’implantation d’une voire deux fonds de cabane et d’au moins un bâtiment sur poteaux porteurs ayant vraisemblablement subi une réfection. Ce dernier pourrait avoir été endommagé lors d’un épisode de crue; l’empierrement pourrait avoir été aménagé suite à cet épisode. Peu de temps après, cette construction sur poteaux a été recouverte par le ferrier (chap. 3.6 à 3.10). L’abandon du site a dû intervenir dans la seconde moitié du 7^e siècle, au plus tard vers 675, étant donné l’implantation de la sépulture à proximité des structures, sans doute encore visibles à l’époque. Celle-ci est datée de la fin du 7^e siècle, voire du tout début du 8^e siècle par la parure féminine (chap. 3.3.3). Aucun indice d’occupation, que ce soit par des structures ou par du mobilier, n’apparaît après la fin du 7^e siècle.

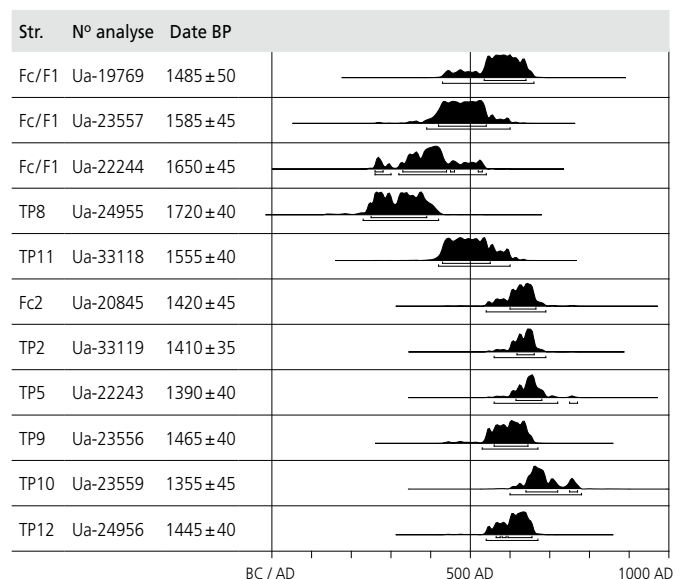


Fig. 31 Résultats des datations ¹⁴C de certaines structures d’occupation.

3.6 Les aménagements liés à la réduction du minerai de fer

Cécile Bélet-Gonda; mis à jour par Ludwig Eschenlohr et Emmanuelle Evéquoiz avec des contributions de Ian Hedley et Gisela Thierrin-Michael

La zone d'activité dédiée à la réduction du minerai de fer est représentée par les traces de l'emplacement d'un bas fourneau prolongé par une aire de travail, d'une aire de rejet limitrophe et d'un ferrier principal en aval (fig. 32 et chap. 3.14). Ces découvertes confirment la présence d'une activité de réduction du fer en Ajoie au cours du Haut Moyen Age (Eschenlohr 2001)¹⁵.

3.6.1 Traces de l'emplacement d'un bas fourneau (Bf) et de son aire de travail (At)

Les restes de cette structure renvoient à son dernier état de fonctionnement. Il s'agit d'un hémicycle de calcaires partiellement rubéfiés, doublé sur sa face interne de fragments de tuiles romaines avec impacts de chaleur (fig. 33 et 34). Cette structure de combustion, préservée sur une seule assise, forme la fondation en arc de cercle de la paroi d'un foyer; elle mesure 1,3 m de diamètre. Au nord, un segment, sans aménagement, a livré de rares fragments de scories et débouche sur l'aire de travail contiguë. Il s'agit sans doute du seuil de la porte du bas fourneau arasé.

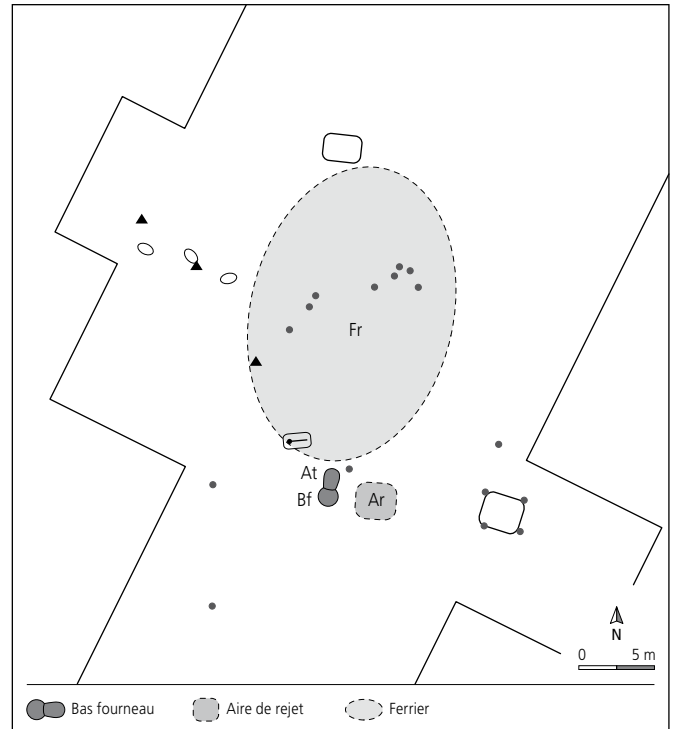


Fig. 32 Plan des aménagements liés à la réduction du minerai de fer.

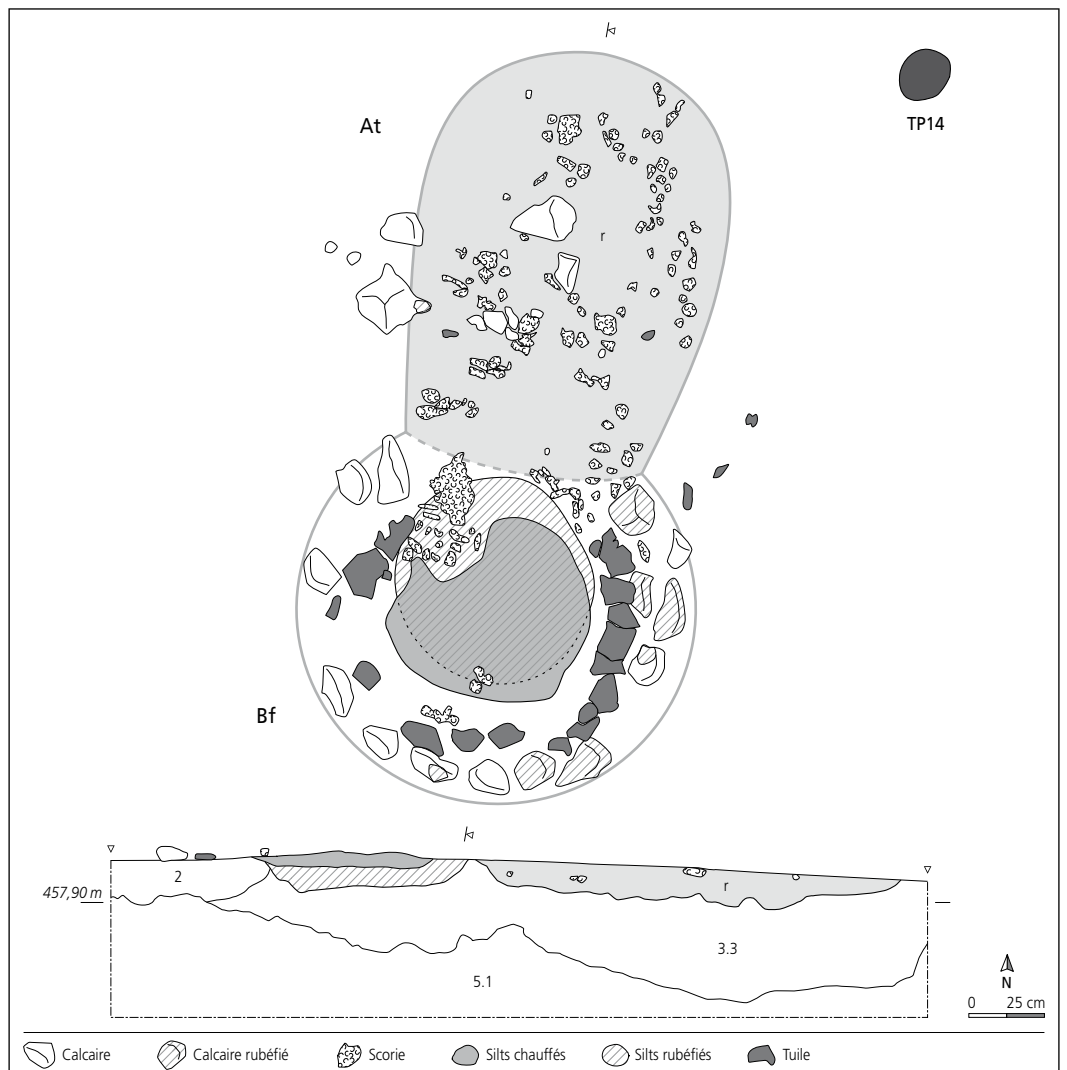


Fig. 33 Plan et coupe du bas fourneau et de son aire de travail.



Fig. 34 Vue de l'emplacement du bas fourneau dans son dernier état d'utilisation en tant que structure de combustion.

Cette double rangée de pierres et de tuiles délimite une aire circulaire interne d'un diamètre de 75 cm constituée essentiellement d'une sole de foyer épaisse de 6 cm et d'un diamètre de 60 cm. Celle-ci est composée de nodules de terre cuite gris, disposés de manière assez compacte. Elle semble toutefois avoir été remaniée. Une première série d'échantillons en vue d'une datation par archéomagnétisme y a été prélevée (chap. 3.6.1.1).

La coupe stratigraphique de la structure de combustion laisse apparaître sous cette première sole un second niveau de sédiments rubéfiés d'une épaisseur moyenne de 5 cm et reposent sur la couche 3.3 (fig. 33). Une seconde série d'échantillons pour analyse archéométrique provient de ce niveau (chap. 3.6.1.2). Le mobilier présent dans le remplissage est peu abondant et se compose quasi exclusivement de déchets scorifiés (quelque 2 kg). Le tamisage des sédiments contenus au centre du foyer a mis en évidence une présence discrète de charbons de bois, essentiellement du chêne (chap. 3.8.2).

Au nord du foyer, une cuvette oblongue de 1 m sur 1,25 m se distingue. Cette cuvette est peu prononcée (profondeur moyenne de 10 cm) et s'appuie sur la couche 3.3. Son remplissage est formé de sédiments charbonneux contenant des déchets scorifiés (env. 7 kg), ainsi que des fragments de calcaire (fig. 169). Il s'agit très probablement de l'aire de travail (fig. 33).

Un seul trou de poteau, de 16 cm de diamètre pour une profondeur de 8 cm, a été découvert à proximité de l'emplacement du bas fourneau (TP14, fig. 33). Situé 1 m au nord-est de l'aire de travail, il devait probablement, associé à au moins un autre poteau, soutenir une couverture légère en bois permettant aux artisans de travailler par tous les temps (Bellaires III, fours XXI : Pelet 1993, fig. 78 ; Boécourt - Les Boulies : Eschenlohr et Serneels 1991, fig. 85).

3.6.1.1 Analyse archéomagnétique

Ian Hedley

L'archéomagnétisme est basé sur deux phénomènes naturels (Demarez et Othenin-Girard 1999, p. 134-135). Le premier est physique et dépend du fait que les matériaux archéologiques cuits dans l'Antiquité mémorisent, lors de leur refroidissement,

le champ magnétique terrestre (CMT) ambiant. Le second phénomène concerne la variation continue du CMT avec le temps sur une échelle des siècles, voire des millénaires, appelée variation séculaire. Par référence aux courbes étalons de la variation, on peut procéder à la datation des structures de combustion – fours et foyers – d'âge inconnu à partir de l'étude en laboratoire de leur mémoire magnétique (Kovacheva et al. 2004).

Variation séculaire

En 2008, lors de l'élaboration des résultats, l'aiguille d'une boussole en Suisse indiquait bien le nord géographique mais, par le passé, il y a eu parfois une grande différence entre le nord magnétique et le nord géographique : au début du 19^e siècle, le nord magnétique se trouvait par exemple 20° à l'ouest. Appelée déclinaison, la variation de ce paramètre ainsi que celle de l'inclinaison (l'angle entre le vecteur du CMT et le plan horizontal) est bien connue depuis le 16^e siècle grâce à des mesures directes faites en observatoire. Pour les périodes plus reculées, il faut faire appel à l'archéomagnétisme. En Europe occidentale, grâce à plusieurs dizaines d'années de recherche sur les structures de combustion archéologiques bien datées, on a pu établir les courbes de référence archéomagnétiques de cette variation séculaire pour nos régions, au moins pour les deux derniers millénaires (Bucur 1994).

Magnétisme des terres cuites

Lorsqu'une roche ou une terre cuite se refroidit en présence d'un champ magnétique, elle s'aimante selon une direction parallèle à ce champ. Si la température de cuisson a dépassé une température critique, celle de Curie (600-700°C), cette aimantation thermorémanente (ATR) a une stabilité élevée. Dans le cas des terres cuites, l'aimantation est portée par les oxydes de fer – soit magnétite, soit hématite – associés à l'argile. Malgré l'étonnante stabilité magnétique de l'ATR, il est important que la structure de combustion soit restée *in situ* et intacte depuis sa dernière cuisson, sans subir de dislocation ou d'affaissement du sol.

Technique de prélèvement

Comme l'archéomagnétisme est essentiellement une étude directionnelle, l'orientation de chaque échantillon doit être contrôlée avant détachement de la structure archéologique. Dans le cas de la structure de combustion de Lai Coiratte, la méthode du disque collé a été utilisée. Sur une surface préalablement nettoyée, pour obtenir une surface horizontale, plusieurs disques en plastique d'un diamètre de 25 mm ont été collés avec une colle instantanée.

Une flèche d'orientation vers le nord magnétique a ensuite été tracée sur chaque disque à l'aide d'une boussole de géologue. La direction de chaque flèche a été contrôlée avec un compas solaire afin éviter une erreur due à une éventuelle anomalie locale du CMT. Les mesures faites avec le compas solaire donnent une direction moyenne pour le CMT à Chevenez en septembre 2002 qui correspond à un degré près à celle calculée à partir du modèle géomagnétique pour la Suisse¹⁶. L'anomalie magnétique due aux restes de la structure est donc négligeable. Lors de la première intervention, le 30 août 2002, 21 échantillons ont été prélevés (fig. 35a) ; le 17 septembre 2002, on a procédé à une seconde série de treize échantillons (fig. 35b).

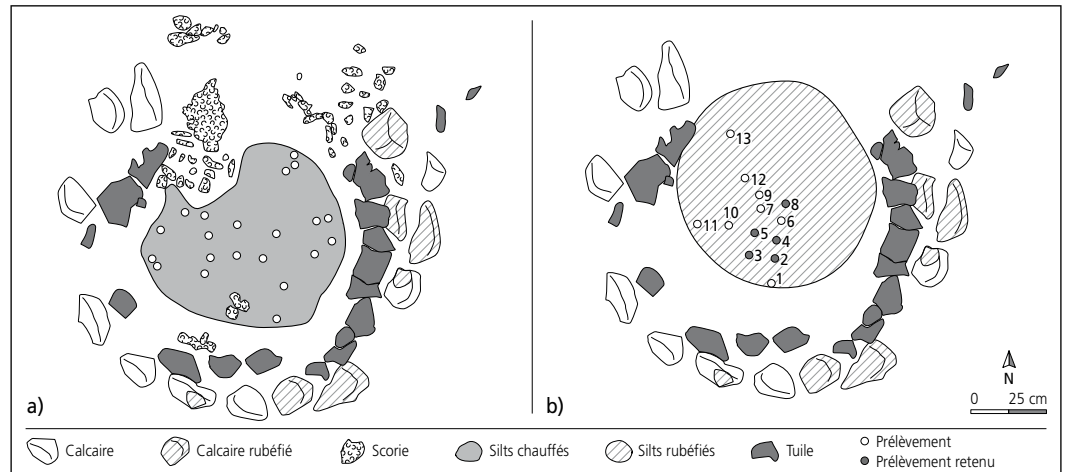


Fig. 35 Plan du bas fourneau avec positionnement des échantillons archéomagnétiques.

Résultats

La direction et l'intensité de l'aimantation rémanente ont été mesurées en laboratoire avec un magnétomètre de type « spinner » Minispin. La première série d'échantillons montre une forte dispersion des directions d'aimantation rémanente avec un important angle α_{95} de 26° (statistique de Fisher¹⁷). Les analyses magnétiques indiquent que malgré une forte cuisson, presque tous les spécimens de ce niveau du foyer ont été perturbés. Dans un premier temps, la grande dispersion des directions d'aimantation a conduit à dater la structure du 11^e siècle. Suite à ces résultats peu probants et au vu des données archéologiques de terrain, la seconde série d'analyses a été entreprise et donne un meilleur résultat avec une dispersion des directions plus serrée autour de la direction moyenne (α_{95} de $8,3^\circ$).

Une étude de la stabilité magnétique de la terre cuite par un essai de viscosité magnétique (stockage pendant un mois au laboratoire en l'absence d'un champ magnétique) a montré une grande variabilité parmi les treize échantillons. Une viscosité élevée est

témoin d'une faible cuisson, ce qui était le cas des échantillons 7, 9-11 et 13 qui ont été éliminés. Sur la base de ces premières analyses magnétiques, seuls six échantillons (2-5, 8 et 12) ont été reconnus comme fiables, les autres ayant une viscosité élevée ou une direction d'aimantation aberrante. Les échantillons retenus donnent une direction moyenne: déclinaison (D) = $355,3^\circ$, inclinaison (I) = $70,3^\circ$ et un angle α_{95} de $3,3^\circ$. Bien que ce résultat soit basé sur un nombre restreint d'échantillons, il est tout à fait acceptable et fournit une fourchette chronologique beaucoup plus restreinte et mieux appropriée au contexte de découverte des structures et du mobilier archéologique. En effet, les résultats obtenus proposent deux solutions de datation dans l'intervalle de 0 à 1800 ap. J.-C. (fig. 36).

Désaimantation par champ alternatif

Lors d'une étude archéomagnétique classique, un essai de viscosité magnétique est normalement suffisant pour éliminer les échantillons de terre cuite avec une aimantation instable (Thellier 1981). Cependant, nous avons procédé en plus à une désaimantation par champ magnétique alternatif dans le but de nettoyer toute aimantation parasite acquise par un séjour dans le CMT et de relever la direction de l'ATR de l'époque.

La désaimantation se fait par paliers, avec une mesure de l'aimantation entre chaque étape, jusqu'à seize en nombre. L'appareil utilisé, de marque 2G, est piloté par ordinateur et permet de monter jusqu'à un champ alternatif de 180 millitesla, donc plus de trois mille fois plus fort que le champ magnétique terrestre, suffisant pour complètement désaimanter la terre cuite.

Des treize échantillons prélevés, huit ont été sélectionnés pour une désaimantation (2-6, 8, 10 et 12). En général, les échantillons montrent un bon comportement lors de la désaimantation, avec la seule présence d'une petite composante visqueuse mais qui disparaît après un traitement dans un champ alternatif faible. Mais les échantillons 6, 10 et 12 indiquant des directions aberrantes après ce traitement, seuls cinq échantillons ont donc été retenus (2-5 et 8, fig. 35b). La meilleure estimation de la direction pendant la désaimantation de chacun de ces cinq échantillons a été ensuite calculée par la méthode de l'analyse de composante principale (Kirschvink 1980).

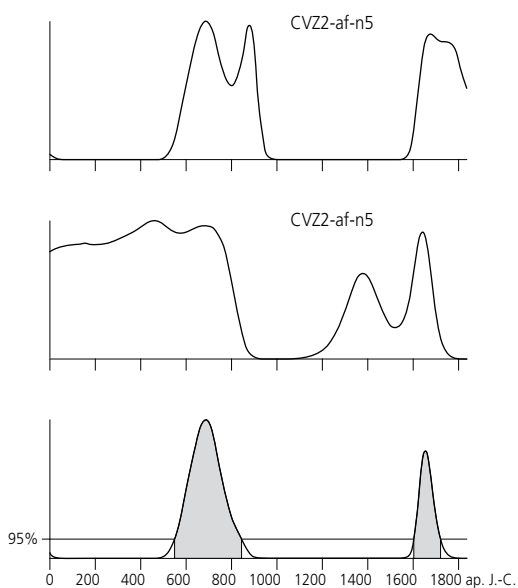


Fig. 36 Datation archéomagnétique du bas fourneau avec les courbes de probabilité (logiciel REN-DATE, Lanos et al. 2001).

Après le traitement par champ alternatif, la direction moyenne des cinq échantillons est : $D = 0,06^\circ$, $I = 69,6^\circ$ et un angle α_{95} de $3,7^\circ$. Si on tient compte de l'erreur dans l'analyse, ce résultat est peu différent de la direction moyenne basée sur l'aimantation rémanente naturelle initiale.

Datation

Cette direction valable à Lai Coiratte a été transférée à Paris, sur l'hypothèse d'un champ géomagnétique dipolaire, pour permettre une comparaison avec les données archéomagnétiques pour cette ville, ce qui donne : $D_{\text{Paris}} = 0,9^\circ$, $I_{\text{Paris}} = 70,6^\circ$.

Par référence aux données françaises (Gallet et al. 2002) et à l'aide du logiciel REN-DATE basé sur les statistiques bayésiennes, deux solutions pour la structure de combustion sont possibles entre 0 et 1830 ap. J.-C. (fig. 36). Soit 549 à 845 ou 1603 à 1719 ap. J.-C. avec un niveau de fiabilité de 95%. La courbe de probabilité indique que la solution aux 7^e-8^e siècles est la plus vraisemblable.

3.6.1.2 Analyse archéométrique

Gisela Thierrin Michael

Trois échantillons de sédiments prélevés dans le niveau rubéfié ont été analysés. Le premier échantillon (JU353) provient de l'encaissant, le deuxième (JU354) de la marge de la rubéfaction et le dernier (JU355) de la zone paraissant la plus rubéfiée au moment du prélèvement (« couche argileuse fortement rubéfiée » ; Gonda et al. 2003, p. 23). La couche sus-jacente, décrite comme « nodules de terre cuite gris très compacts » d'une épaisseur de plus de 5 cm, avait déjà été enlevée au moment du prélèvement et n'a donc pas été analysée.

Préparation et analyses

Les trois échantillons ont été broyés et analysés par diffraction RX selon les douze préparations suivantes :

- poudre brute (tous) ;
- poudre brute orientée (tous) ;
- fraction 2μ orientée (JU353 et JU355) ;
- fraction 2μ glycolée (JU353 et JU355) ;
- fraction 2μ chauffée à 550°C (JU353 et JU355).

La fraction 2μ a été obtenue par une séparation des particules argileuses par acidulation et centrifugation subséquente¹⁸.

Résultats

La poudre brute

L'assemblage minéralogique déterminé est pratiquement identique pour les trois échantillons, soit quartz, feldspaths, illite et autres minéraux argileux. Ces derniers ne peuvent pas être identifiés sur la base de cette préparation. Il pourrait s'agir de chlorite et de *mixed layer* (indéterminé) ou de kaolinite et de *mixed layer* à illite-montmorillonite ; les pics de chlorite se trouvent à la même place que ceux de ML montmorillonite et de kaolinite. Les échantillons JU354 et JU355 montrent en outre un petit pic large, mal défini vers $33^\circ 2\theta$ où l'on trouve aussi le signal maximal de l'hématite. La mauvaise définition suggère cependant qu'il pourrait s'agir plutôt d'un pic mineur d'illite (reflet 023 dans référence ASTM29-1496). La température maximale est donc indiquée par la

présence des minéraux argileux, soit de chlorite (présente jusqu'à 650°C), soit de kaolinite (disparaît à 550°C). Afin de préciser la composition de la fraction argileuse et de trancher entre ces deux possibilités, des préparations supplémentaires ont été réalisées.

La fraction 2μ

Les échantillons JU353 et JU355 produisent des diffractogrammes identiques pour les préparations comparables. La disparition des pics à $12,4^\circ$, à $24,9^\circ$ et à $37,8^\circ 2\theta$ dans les diffractogrammes des préparations cuites à 550°C indique clairement la présence de kaolinite dans les deux échantillons, donc dans la partie rubéfiée et dans l'encaissant. Les changements de position des pics entre 5 et $9^\circ 2\theta$ dans les diffractogrammes des préparations orientées séchées, glycolées et cuites à 550°C suggèrent un *mixed layer* montmorillonite-illite (pic basal). Selon la position des pics dans le diffractogramme de la préparation glycolée et d'après C.E. Weaver (1956), la proportion des minéraux gonflables – dans notre cas la montmorillonite – serait d'environ 50%.

Estimation des températures de cuisson

La présence de kaolinite prouve que la température maximale subie par les sédiments prélevés était certainement inférieure à 550°C . Il s'agit ici de la température à la base de la structure de combustion. Comme le prélèvement d'un échantillon sûr ailleurs dans le foyer était irréalisable compte tenu du mauvais état de conservation de la structure, ces températures n'ont pas pu être vérifiées. L'endroit où ont été prélevés les échantillons analysés devait donc être situé à distance de la source maximale de chaleur. S'ils ont existé, les témoins d'une température nettement plus élevée – au-delà de 1000°C , tel que connu ailleurs dans un bas fourneau¹⁹ – ont dû être ici complètement érodés (chap. 3.14.4).

3.6.2 Les aires de rejet liées à la réduction

En aval de l'emplacement du bas fourneau et de son aire de travail, se situe la zone de rejet principale, appelée ferrier. Une seconde aire de rejet de taille bien inférieure a été observée à l'est de la structure de combustion (chap. 3.14.2.1).

3.6.2.1 L'aire de rejet (Ar)

La seconde concentration de déchets scorifiés est située à 1,5 m à l'est de l'emplacement du bas fourneau (fig. 37). De forme subrectangulaire, elle couvre une superficie de $6,5\text{m}^2$ aux limites irrégulières et diffuses. Ce dépôt, épais de 20 cm, s'apparente au niveau archéologique et semble être conservé dans une dépression naturelle. La documentation de terrain distingue plusieurs remplissages qui après étude s'avèrent appartenir à un seul et même sédiment de comblement localement plus charbonneux²⁰ (fig. 169).

Le mobilier contenu dans cet épandage est composé en grande majorité de fragments de scories coulées et de parois scorifiées (chap. 3.8 ; voir aussi chap. 3.11.1 et 3.11.6). Le poids total des déchets scorifiés prélevés dans cette surface est d'environ 16 kg, dont un quart de paroi de bas fourneau.

Cette accumulation est interprétée comme une aire de rejet en lien avec l'emplacement du bas fourneau.

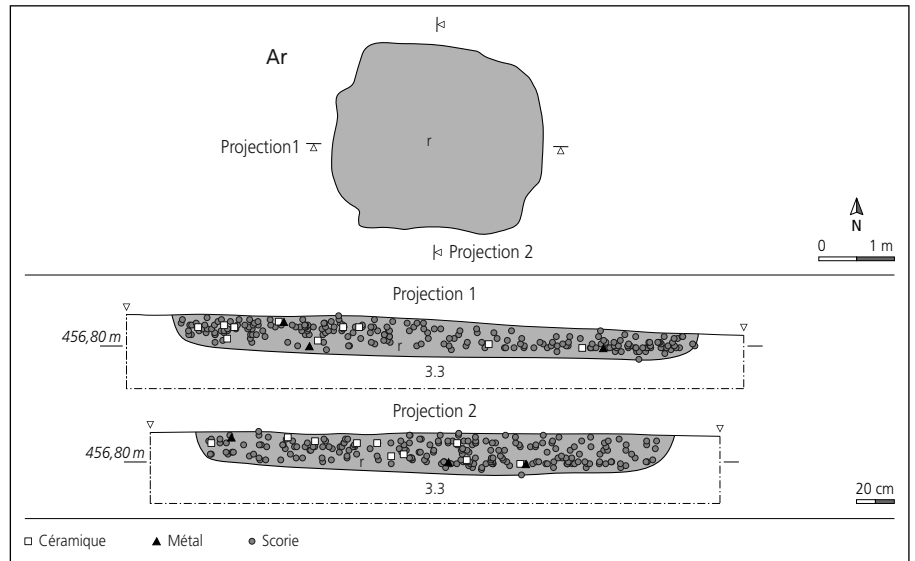


Fig. 37 Plan de l'aire de rejet et positionnement des projections 1 et 2.

3.6.2.2 Le ferrier (Fr)

La principale concentration de déchets scorifiés est située à 5 m au nord de la structure de combustion interprétée comme emplacement du bas fourneau. Elle présente une forme ellipsoïdale, mesurant 20 m de long sur 12,5 m de large, conservée sur une épaisseur moyenne de 15 cm (chap. 3.8, 3.9 et 3.14). A première vue, le mobilier mis au jour présentait des caractéristiques propres à la réduction du minerai de fer. Lors de l'étude, il s'est avéré que ce ferrier contenait surtout des scories coulées et, dans une moindre mesure, notamment dans la zone de contact occidentale, des résidus de post-réduction provenant des ateliers de forge situés à l'ouest (chap. 3.7).

Les quantités précises des différents catégories de déchets scorifiés, ainsi que leur répartition spatiale, seront présentées ci-après (chap. 3.8, 3.9 et 3.14). Au total, quelque 370 kg (57% de ces déchets), soit environ 14 700 fragments, ont été répertoriés dans le ferrier, dont trois quarts sont liés à l'étape de la production du fer, un huitième à celle de la transformation et du travail du fer. Un dixième est non attribuable à l'une ou à l'autre de ces étapes. Le faible volume du ferrier s'explique, d'une part, par le relief qui favorise un mouvement des déchets scorifiés vers le nord, d'autre part, par l'action érosive du Creux-des-Prés. De ce fait, une évaluation des quantités de matériaux perdus a été tentée (chap. 3.10.2).

3.6.3 Analyse chronologique et synthèse interprétative des vestiges liés à la réduction du minerai de fer

L'unique datation ^{14}C de la zone du bas fourneau place le remplissage de l'aire de travail entre 540 et 700 AD (Ua-20846²¹, fig. 38). La fourchette d'utilisation proposée par les analyses archéomagnétiques (550-850 ap. J.-C.) est donc précisée. Deux autres analyses ^{14}C proviennent du ferrier (Ua-20847 et Ua-20848²²) et donnent deux plages chronologiques, entre 530 et 670 et entre 560 et 690 AD. Sur la base de ces trois éléments de chronologie absolue, l'activité métallurgique peut être fixée entre le milieu du 6^e et la fin du 7^e siècle ap. J.-C. Les données typologiques provenant de l'étude du mobilier métallique et céramique apporteront un éclairage complémentaire (chap. 3.14.4.1).

Au vu de l'ensemble des structures observées *in situ* et des déchets scorifiés associés, la structure de combustion présentée ci-dessus réoccupe vraisemblablement la place d'un bas fourneau.

Toutefois, en l'état, cette structure ne peut pas constituer les restes d'un bas fourneau pour des raisons morphologiques évidentes. La comparaison avec les spécimens similaires connus dans le Jura central suisse et ailleurs dans l'Arc jurassien ne permet pas d'imaginer qu'une surface plane bordée immédiatement de tuiles romaines et de pierres calcaires forme les fondations d'un bas fourneau. En l'occurrence, le fond du fourneau manque, de même que sa paroi interne argilo-sableuse. A ce stade, une question demeure : comment dans le court laps de temps, entre l'abandon du bas fourneau et le remploi de son emplacement par la structure présentée ci-dessus, 20 à 30 cm de terre, soit le soubassement du bas fourneau, ont-ils pu disparaître ?

Quant aux données archéométriques, les premiers prélèvements destinés à l'archéomagnétisme proviennent de la sole remaniée du foyer. Seule la seconde série, issue de ce qui pourrait être le fond du bas fourneau antérieur, a donné une fourchette chronologique. Les analyses archéométriques de ce même niveau ont montré que les températures atteintes étaient peu élevées. Cependant, rien ne permet d'exclure sans équivoque que la rubéfaction du niveau inférieur n'ait pas été induite par le fonctionnement de la dernière structure de combustion, probable foyer artisanal dont le lien avec l'activité métallurgique n'est pas assuré. La disposition spatiale de cet atelier sera abordé par la suite (chap. 3.14).

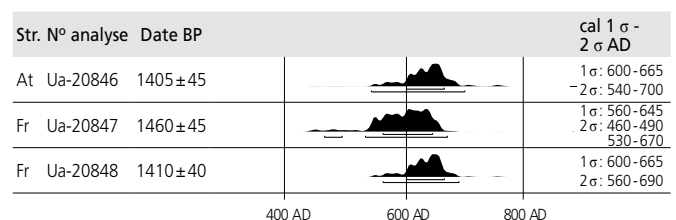


Fig. 38 Résultats des datations ^{14}C de certains aménagements liés à la réduction du minerai de fer.

3.7 Les structures liées à la postréduction du fer

Ludwig Eschenlohr et Emmanuelle Evéquo

Dans la partie occidentale du site, à l'ouest du ferrier, six structures liées aux opérations de postréduction – soit l'épuration et le compactage du fer brut, ainsi que le forgeage des objets métalliques – ont été découvertes (fig. 39 et chap. 3.6; Eschenlohr 2001, p. 135). Elles se répartissent en trois bas foyers et trois aires de forgeage qui constituent une zone de forge. Le pôle principal est marqué par la présence de cinq structures qui s'insèrent dans le niveau archéologique.

3.7.1 Les structures de postréduction

3.7.1.1 Le bas foyer 1 (Bfy1)

L'observation des données de terrain fait apparaître une fosse bipartite non aménagée, aux limites diffuses et irrégulières, mesurant 1,1 x 0,8 m (fig. 40). Conservée dans sa partie sud sur une profondeur de 0,15 m et de 0,25 m dans sa partie nord, elle apparaît à la base de la couche archéologique et est creusée dans la couche 3.3. Pour les deux parties se dessinent des parois évasées et un fond plat. Son remplissage brun charbonneux contient un grand nombre de scories en forme de calotte (22,5 kg) et de fragments de paroi scorifiée (1,8 kg) dont la grande majorité est concentrée dans la partie nord. Le fond de cette fosse est matérialisé par un niveau de charbons et de scories en forme de calottes qui semblaient posées horizontalement en son centre. Avec un total de 27 kg de déchets scorifiés dans 0,14 m³, on peut extrapoler un poids de 193 kg/m³, ce qui constitue la plus grande densité de résidus enregistrée dans cet atelier.

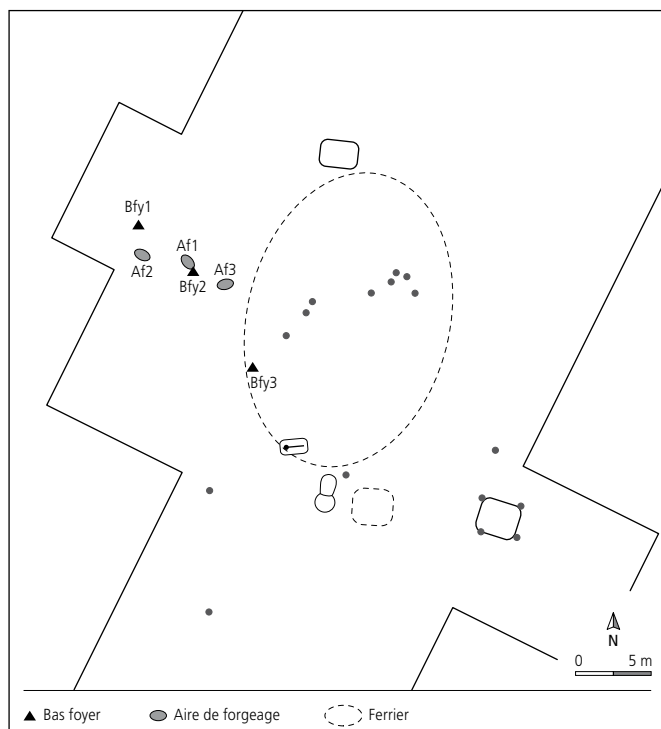


Fig. 39 Plan des structures liées à la postréduction du fer.

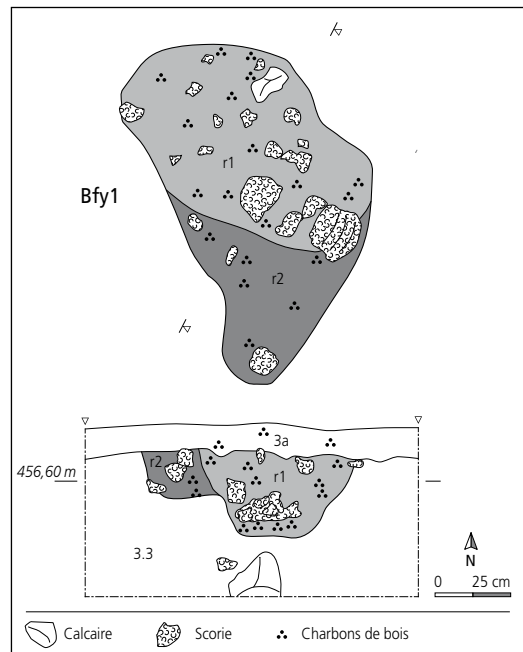


Fig. 40 Plan et coupe du bas foyer 1.

Au vu de cette description, la partie nord peut être assimilée à une cuvette de foyer comblée par un sédiment r1 et la partie sud à une faible dépression remplie par un sédiment r2 moins charbonneux et plus pauvre en mobilier. L'importante quantité de calottes, de fragments de paroi de foyer – dont un trou à vent (fig. 92a) –, de charbons, ainsi que la présence ténue de battitures, permettent d'interpréter cette structure dans son ensemble comme un foyer à vocation métallurgique ou bas foyer (chap. 3.9). Les analyses anthracologiques sont en accord avec cette interprétation (prédominance du chêne).

Parmi l'ensemble des calottes contenues dans ces remplissages, 34 individus présentent un degré de conservation supérieur à 50% (conservation moyenne 82%), soit près des trois quarts du poids de toutes ces calottes. Une part prépondérante de celles-ci peut être rattachée à l'épuration du métal brut, donc à l'expulsion de la scorie encore contenue dans la masse métallique hétérogène ou éponge. Ceci est démontré par trois calottes de type circulaire, sept de type déchiqueté et sept autres de type vitrifié (annexe 2 – liste des calottes conservées > 50% dans Bfy1; chap. 3.9). Signalons déjà que les calottes attribuables à l'épuration du métal brut sont prépondérantes parmi les pièces analysées dans cet atelier (chap. 3.9.1.15 et 3.10). La rareté des battitures dans ce foyer apporte un indice supplémentaire pour son fonctionnement lors de l'épuration du métal brut.

L'aire de forgeage 2, distante d'un mètre environ du bas foyer 1 et pouvant être associée à celui-ci du point de vue opératoire, sera présentée ci-dessous (chap. 3.7.1.4).

3.7.1.2 Le bas foyer 2 (Bfy2) et l'aire de forgeage 1 (Af1)

Localisée 3,50 m à l'est du bas foyer 1, cette structure se présente sous la forme de deux fosses se chevauchant dans leur zone de contact (fig. 41). La fosse ouest, presque circulaire en plan

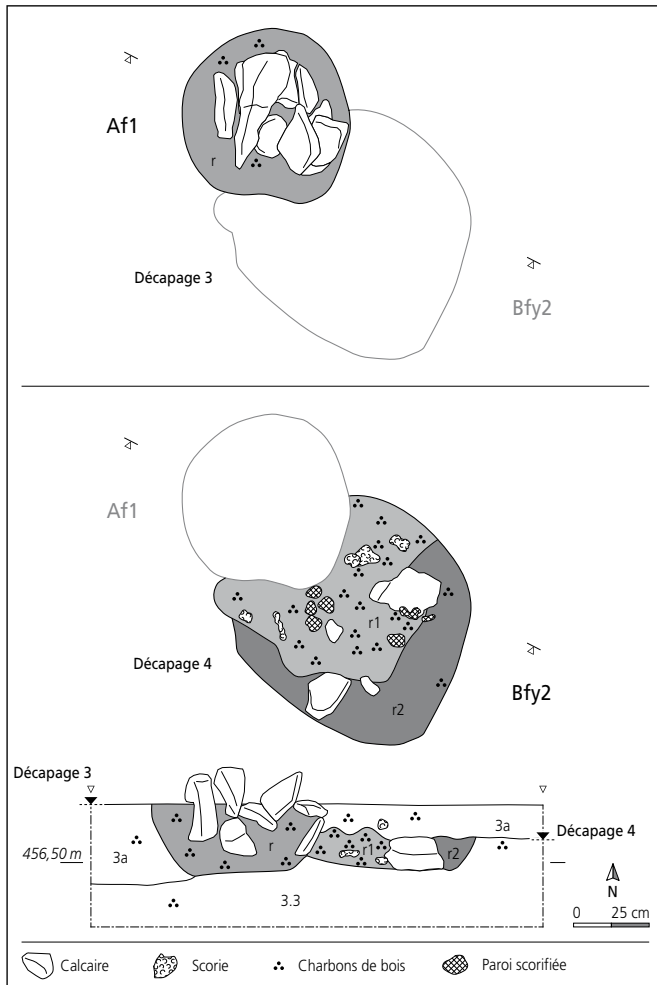


Fig. 41 Plans et coupe du bas foyer 2 et de l'aire de forgeage 1.

(diam. 0,5 m), apparaît à une quinzaine de centimètres au-dessus de la fosse orientale, qu'elle semble recouper, et est comblée par un amoncellement de blocs calcaires. Le foyer se situe dans la fosse orientale de forme plus irrégulière (0,9 x 0,75 m). Son remplissage est très charbonneux et renferme des déchets dont un tiers de paroi scorifiée de bas foyer pour laquelle des remontages ont été effectués (fig. 91). Il convient aussi de relever la présence de plusieurs petits fragments de scories riches en fer, de même que la grande quantité de battitures dans le comblement du foyer (chap. 3.9.3.1).

La configuration des deux fosses et leurs remplissages respectifs plaident en faveur de l'interprétation suivante: la fosse occidentale aurait fonctionné comme aire de forgeage, alors qu'un bas foyer aurait été implanté dans la fosse orientale. La présence plus prononcée de battitures et de déchets riches en fer suggère par ailleurs une activité plus proche du forgeage à proprement parler, phase finale de l'étape opératoire de postréduction: la mise en forme d'objets métalliques.

3.7.1.3 Le bas foyer 3 (Bfy3)

Environ 7 m au sud-est des structures déjà décrites, un troisième bas foyer a été mis en évidence lors des sondages préliminaires de 2000.

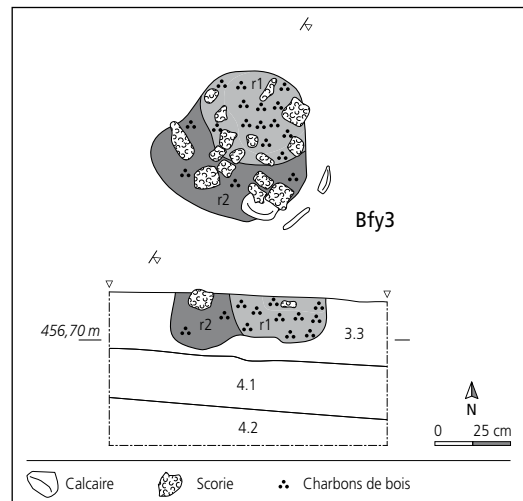


Fig. 42 Plan et coupe du bas foyer 3.

Cette structure de combustion au pourtour assez irrégulier se subdivise en deux parties. Au nord, une fosse d'un diamètre de 0,4 m, remplie de sédiment charbonneux, renferme la majorité des fragments de déchets scorifiés (79 % en nombre, 49 % en poids). Au sud, le segment d'une fosse semi-circulaire large de 0,2 m environ renferme des morceaux de scorie plus grands (21 % en nombre, 51 % en poids) qui semblent disposés en arc de cercle. Trois pierres calcaires paraissent le compléter (fig. 42). Les parois de ces fosses sont quasi verticales et leur fond est concave.

La présence dans le remplissage de la fosse septentrionale de nombreux morceaux de charbons et de paroi scorifiée, dont un fragment de trou à vent, permet d'interpréter la structure comme un bas foyer bordé d'un muret de protection en arc de cercle. Faute de prélèvement de sédiment, aucune donnée n'est disponible quant aux charbons ou aux battitures.

3.7.1.4 L'aire de forgeage 2 (Af2)

Une concentration de charbons, de battitures et de petits fragments de scorie (105 pièces pour ± 1 kg) piégée dans une cuvette peu profonde aux limites irrégulières et diffuses a été observée sur le terrain (fig. 43). Sur le pourtour extérieur de la structure sont également apparus 61 petits fragments de scorie, soit 1 kg. L'ensemble de ces éléments suggère la présence d'une aire de forgeage très arasée.

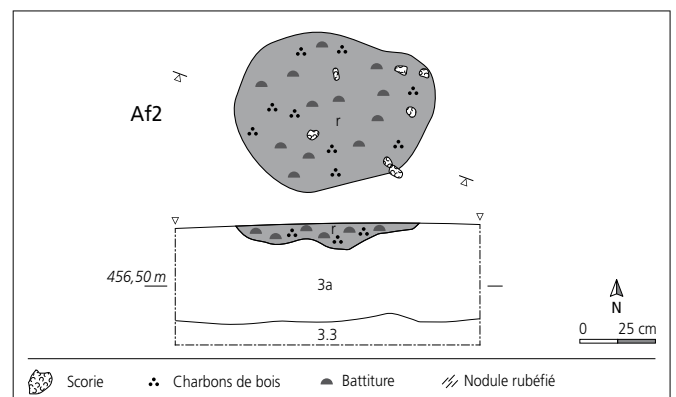


Fig. 43 Plan et coupe de l'aire de forgeage 2.

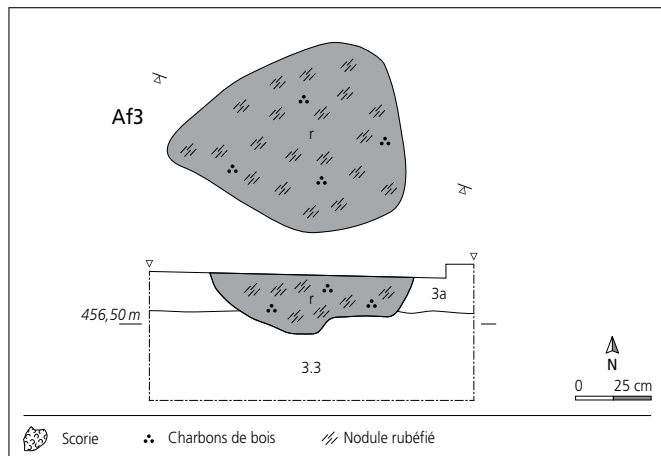


Fig. 44 Plan et coupe de l'aire de forgeage 3.

3.7.1.5 L'aire de forgeage 3 (Af3)

Cette structure aux limites irrégulières et très diffuses est dessinée par une accumulation de petits fragments de terre cuite (fig. 44). Son remplissage peu charbonneux et dépourvu de tout déchet scorifié contient une forte proportion de battitures. Proportion supérieure à celle du bas foyer 1, mais toutefois moindre que dans le bas foyer 2/aire de forgeage 1 ou dans l'aire de forgeage 2. Les éléments rubéfiés découverts et l'importante présence de battitures constituent un bon faisceau d'indices pour une interprétation de cette structure comme aire de forgeage.

3.7.2 Analyse chronologique et synthèse interprétative des vestiges liés à la postréduction

Les deux datations ^{14}C effectuées dans les bas foyers 1 et 2 placent leur remplissage respectivement entre 560 et 690 AD et entre 650 et 810 AD (fig. 45). Sur la base de ces éléments de chronologie absolue, le cadre de l'activité métallurgique de postréduction peut être fixé entre le milieu du 6^e et la fin du 7^e siècle ap. J.-C., soit simultanément au fonctionnement des structures attribuées à l'étape de réduction. Il est donc fort probable que la production de la matière première «fer», sa transformation et son travail se soient déroulés de manière continue et simultanée. Les données typologiques de l'étude du mobilier métallique et céramique apporteront un éclairage complémentaire à ce propos (chap. 3.14.4.1).

A l'exception du bas foyer 3, distant d'un peu plus de 7 m et situé aux abords du ferrier, les cinq autres structures liées à l'étape de postréduction sont regroupées dans un même périmètre. Malgré leur mauvais état de conservation, l'identification des deux bas foyers et des trois aires de forgeage est confortée par les déchets métallurgiques et les objets métalliques associés (chap. 3.14.2).

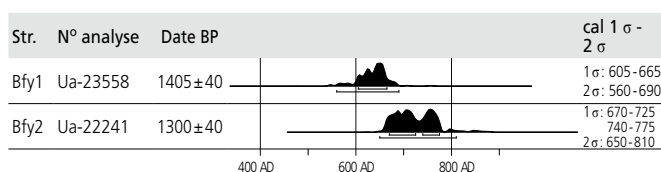


Fig. 45 Résultats des datations ^{14}C de certains aménagements liés à la postréduction du fer.

3.8 Les matériaux liés à la réduction du minerai de fer

Ludwig Eschenlohr et Marianne Senn

Les résidus témoignant de l'étape productive découverts dans l'atelier sont des matières premières (minerai et charbon de bois), des matériaux de construction (paroi sablo-argileuse de bas fourneau et tuile scorifiée) et des déchets scorifiés qui ont coulé hors du fourneau ou qui sont restés piégés à l'intérieur.

Certains déchets ne peuvent être attribués directement, ni à l'étape de production (réduction du minerai de fer), ni à celle de la transformation et du travail du fer (postréduction). Ils se répartissent en deux groupes: ceux dont l'attribution macroscopique n'est pour diverses raisons pas évidente (taille du fragment, état de conservation de la surface, etc.), et ceux dont l'attribution n'est souvent possible que grâce aux analyses. Les scories indéterminées et les fragments de paroi font plutôt partie du premier groupe; les scories riches en fer ou rouillées, mais aussi certaines scories coulées ou à aspect coulé, constituent le second.

La question qui se pose le plus souvent au sujet des scories indéterminées est de savoir s'il s'agit de scories coulées liées à la réduction ou de scories de postréduction à aspect coulé, voire de fragments de calottes. L'attribution des déchets scorifiés plus ou moins riches en fer (ou en oxydes de fer) n'est pas non plus aisée, leur appartenance à l'étape de production ou à celle de transformation ne pouvant être tranchée. Ces déchets scorifiés sont classifiés sous l'appellation «scorie riche en fer» ou «gromp»²³; ils peuvent inclure des restes de minerai pisolithique partiellement réduit²⁴, des parties extérieures de l'éponge de fer séparées au moment de son premier traitement (ou de sa première transformation) ou encore des fragments détachés de la pièce métallique en cours d'élaboration – d'où l'appellation «fragment d'éponge non travaillée», «peu travaillée» ou simplement «travaillée», pour autant que la pièce ait pu être identifiée en tant que telle²⁵ (chap. 3.8.5 et 3.9.2). Enfin, un morceau de paroi sur cinq n'a pas pu être attribué à l'une des deux étapes, ce qui représente 11 % en poids (chap. 3.8.6 et 3.9.3.2).

Ces remarques préliminaires ne doivent toutefois pas faire oublier qu'environ 90 % des déchets ont été classés dans une catégorie rattachée aux étapes de réduction ou de postréduction. Le fait qu'à peu près 10 % des pièces n'ont pas pu être identifiées plus précisément découle, à notre avis, de la conjugaison de trois facteurs: le court laps de temps prévu pour la classification de ces déchets, la coexistence des deux étapes de la chaîne opératoire dans un atelier somme toute très modeste²⁶, ainsi que l'état de conservation très partiel et plutôt mauvais du corpus (chap. 3.10). La présente étude a donc visé un résultat optimal, tout en tenant compte des conditions données²⁷. Relevons que les difficultés d'attribution à l'une ou à l'autre catégorie ne sont pas prioritairement liées à la petite taille des fragments. En effet, les pièces pesant moins de 10 g constituent 3,8 % du corpus en nombre et 0,7 % en poids. Parmi les scories non déterminées (étape de réduction ou de postréduction), ces chiffres sont de 4,7 % et de 1,4 %, donc un peu plus élevés, sans pour autant pouvoir parler d'une différence très marquée.

3.8.1 Le minerai

Catalogue analytique n°5 1 à 10

L'existence conjointe d'une matière première en quantité suffisante et d'affleurements accessibles est la condition nécessaire à l'apparition d'une activité sidérurgique productive dans une région donnée, ceci du moins pour les périodes précédant l'exploitation industrielle²⁸. S'y ajoute un facteur économique, puisque l'exploitation doit être jugée rentable. L'atelier sidérurgique de Lai Coiratte remplit toutes ces conditions, même si aujourd'hui les lieux où les artisans de l'époque se sont approvisionnés en minerai – à proximité de l'atelier – ne sont plus aisément détectables.

Classification macroscopique et données analytiques

Pour un atelier productif, la quantité de minerai récoltée à Lai Coiratte est faible. Par comparaison avec celui de Boécourt-Les Boulies (Eschenlohr et Serneels 1991, p. 90 et 95), l'aspect quantitatif et la répartition spatiale de cette matière première se distinguent nettement (chap. 3.14). Dans cet atelier de la Vallée de Delémont en effet, plus de 9 kg de pisolithes ont été ramassés dans le périmètre de la fouille, alors que dans l'atelier ajoutot, le poids total des pisolithes et des pseudopisolithes – ainsi que différents minerais: indéterminé, potentiel et celui où domine le minéral magnétite – s'élève à 3,2 kg²⁹. Les analyses effectuées permettent toutefois d'affirmer que la magnétite n'a vraisemblablement pas été utilisée comme telle dans le(s) bas fourneau(x) en fonction sur ce site. Le poids moyen de toutes les pièces classifiées est de 11,5 g. Il oscille autour de 10 g pour les pisolithes ou les pseudopisolithes, et le double, voire le triple, pour le minerai potentiel et les concrétions caractérisées par la magnétite (fig. 46).

En sa qualité de principal minerai employé, le premier type présenté est celui des pisolithes (fig. 47). Il s'agit de grains de couleur brune à rouge lie-de-vin, aux surfaces arrondies et lisses. Leur taille varie, on trouve des billes millimétriques à centimétriques, ainsi que des agrégats centimétriques composés de plusieurs pisolithes³⁰. L'aimantation de ce type de minerai varie en fonction du traitement thermique subi; à l'état naturel, il n'est pas aimanté (plus de 60%).



Fig. 47 Minerai pisolithique (CHE 002/19054, 19061, 19090 CO).

Type	Poids		Pièces		Fragments		Moyenne		Aimantation*		
	g	%	nb	%	nb	%	g	forte	moy.	nulle	
Magnétite	0,5	14,1	24	8,5	24	8,2	19,1	17	3	4	
Minerai	0,6	18,8	80	28,3	80	27,5	7,6	30	18	22	
Minerai potentiel	0,5	16,4	17	6,0	17	5,8	31,3	1	-	16	
Pisolithe	1,5	47,0	149	52,7	157	54,0	10,3	35	22	92	
Pseudopisolithe	0,1	3,7	13	4,6	13	4,5	9,2	-	1	12	
Total	3,2	100	283	100	291	100	11,5	83	44	146	

* L'aimantation d'un lot de 10 fragments non retrouvé n'a pas été mesurée.

Fig. 46 Quantification et classification du minerai.

Le second type comprend des concrétions très riches en oxydes de fer qui se caractérisent par leur aspect de roche couleur rouge lie-de-vin avec une surface rugueuse (fig. 48). Leur aimantation est moyenne à forte (plus de 70%).

Neuf échantillons de minerai ont été examinés en laboratoire. Il s'agit pour sept d'entre eux de pisolithes dont l'origine exacte, aux alentours du site ou ailleurs en Ajoie, n'est pas assurée. Les échantillons CHE 1, 3 et 5 sont de couleur brune. Le principal minéral est la goethite et leur perte au feu (PAF en % masse) est importante (autour de 13). La teneur en H₂O et/ou CO₂ est donc importante³¹. Les échantillons CHE 2 et 6 sont de couleur rouge lie-de-vin. Le minéral principal est l'hématite, la PAF se situe entre 5 et 6 (moitié moins élevée que dans les échantillons précédents). Ces pièces montrent un certain impact de chaleur; ce dernier diminue la part d'éléments volatiles et transforme le minéral initial goethite en hématite. La pisolithe brun-noir CHE 4 est surtout composée de magnétite et affiche une PAF négative de -1; ceci reflète l'amorce d'un processus de réduction dans le minerai (transformation en FeO et Fe). Pour cet échantillon de minerai, la réduction a bel et bien commencé. La pisolithe fortement rouillée CHE 8 montre également des traces de réduction: la présence du minéral hercynite typique pour la scorie l'indique. Elle se distingue aussi dans sa composition chimique, ainsi que dans son rapport Si/Al. Sa composition tend déjà vers celle d'une scorie (catalogue analytique; annexe 1).

Pour les deux dernières pièces analysées, le type de minerai n'est pas connu et il n'est pas non plus possible de déterminer s'il a été chauffé ou non. Ce sont des concrétions dont le minéral principal



Fig. 48 Minerai potentiel, riche en magnétite (CHE 002/12619, 12716 CO).

est la magnétite; elles se caractérisent par une teneur élevée en oxydes de fer typique pour les matières premières de la région ajolote³². Ce minerai est plus pauvre en Si et surtout en Al que la pisolithe, mais se distingue par une teneur élevée en nickel (0,2% masse). L'équation du processus de réduction démontre cependant, avec une quasi-certitude, que les artisans ont utilisé exclusivement du minerai pisolithique. Pour quelle raison ces concrétions se sont-elles retrouvées dans le périmètre de l'atelier? Les artisans ont peut-être décelé leur richesse en oxydes de fer mais pourquoi ne pas les avoir alors employées au cours du processus de réduction? Le problème de l'approvisionnement ne semble pas devoir en être la cause (chap. 3.8.7)³³.

Le rapport moyen de 1,0 entre les éléments Si et Al intègre assez bien ces pisolithes d'Ajoie à celles analysées dans les autres parties du district sidérurgique (annexes 1, 3 et 4; Eschenlohr 2001, fig. 8). Dans le cas des deux concrétions riches en magnétite, ce rapport est largement hors norme: environ 5,5. Cette valeur ne rapproche pas ce type de minerai d'un autre déjà analysé en Ajoie (Eschenlohr 2001, annexe 11.3). Le minerai ajolot se distingue par un taux moyen plus élevé de P₂O₅ (0,7) ainsi que par sa très faible teneur en vanadium et en chrome comparé aux autres régions du district (Eschenlohr 2001, fig. 9). Le rapport moyen entre ces deux éléments traces est de près de 4. Là encore, la disparité qui existe au sein des quelques échantillons analysés en provenance d'Ajoie ne permet pas, à ce stade, de mettre en évidence des liens entre les différents types de minerai découverts.

Etapas de préparation et provenance du minerai

En l'absence de toute trace évidente d'un foyer de grillage, on ne peut affirmer que le minerai pisolithique a été régulièrement grillé avant d'être introduit dans le bas fourneau. Une cinquantaine de fragments de minerai (36% du nombre total), d'un poids total de 310 g (20% du poids total), montrent une aimantation moyenne ou forte, ce qui donne à penser qu'ils ont été exposés à une source de chaleur³⁴. Rien ne permet toutefois d'affirmer que ceci s'est passé de manière intentionnelle avant leur charge dans le fourneau.

Dans le cas du second type de minerai (concrétions à magnétite), dont l'emploi n'est pas confirmé par les analyses, les pièces sont en majorité fortement aimantées (64% en nombre et 57% en poids) et constituent le plus grand groupe des pièces à forte aimantation (14 sur 27). En intégrant les pièces à aimantation moyenne, elles forment presque les deux tiers du nombre et plus de la moitié du poids (57%). La raison de leur présence dans l'atelier reste malgré cela énigmatique, dans la mesure où elles n'ont pas été employées, a priori, dans le processus de réduction³⁵.

Comme déjà évoqué, la détermination de la provenance des différents types de minerai ajolot n'est pas aussi aisée que celle des minerais de la Vallée de Delémont et de ses petites vallées adjacentes. A ce stade, il est toutefois possible de proposer quelques éléments de réponse. L'atelier de Lai Coiratte se trouve à environ 500 m du flanc septentrional de la chaîne du Lomont, dernier contrefort du Jura plissé en Ajoie. Il est historiquement connu que des affleurements de minerai pisolithique existaient à la

rupture de pente entre la montagne et la plaine, à l'image des sites d'extraction bien connus dans la Vallée de Delémont, même s'ils ont dû être beaucoup moins nombreux³⁶. L'emplacement exact de ces affleurements susceptibles d'avoir approvisionné l'atelier de Lai Coiratte en matière première n'a, par contre, pas encore été repéré.

3.8.2 Le charbon de bois

Les indications géologiques, ainsi que les observations de fouille, démontrent que la présence de charbon de bois dans la couche archéologique et dans les remplissages des structures en creux est relativement faible, comparée à celle observée sur des sites semblables³⁷. Des prélèvements ont été effectués dans cinq structures plus ou moins directement liées à la sidérurgie, dont celle désignée comme étant l'emplacement d'un bas fourneau.

Neuf échantillons prélevés dans cette structure sur les quinze transmis pour détermination anthracologique se sont avérés trop petits³⁸. Les six autres n'ont donné que 33 fragments de charbon déterminés, ce qui constitue une faible base de données. Si la prédominance du chêne ne se discute pas (plus de 80%), la petite taille de l'échantillon empêche toutefois de trouver une plus grande diversité parmi les essences secondaires³⁹. Ainsi, un seul fragment déterminé révèle une autre essence: le sapin blanc (fig. 49). La prédominance du chêne est assurément liée à l'altitude du site (env. 450 m), mais dès que l'on monte d'environ 100 m c'est la hêtraie qui commence à dominer (p. ex. Boécourt-Les Boulies, env. 550 m; Eschenlohr et Serneels 1991, p. 19-25).

Mis à part sa faible taille et son petit nombre d'essences, l'échantillon provenant de l'emplacement du bas fourneau ne se distingue guère des autres prélèvements analysés. Ces derniers, ainsi que leur relation avec le contexte naturel du site, seront abordés dans le contexte de la postréduction (chap. 3.9.3.4). L'analyse anthracologique n'apporte donc pas un éclairage déterminant au sujet de l'interprétation fonctionnelle de cette structure considérée comme emplacement d'un bas fourneau ayant disparu et dont la dernière fonction est différente (chap. 3.14.4).

Les données anthracologiques disponibles semblent attester que les artisans de l'époque ont procédé à un choix parmi les essences disponibles aux environs plus ou moins immédiats de cet atelier et ceci en fonction des besoins spécifiques liés à l'activité métallurgique (Eschenlohr 2001, p. 35-42).

N° terrain	N° séd.	Poids		Sapin blanc	Chêne	Conifère	Indét.	Total	Taxon
		analysé g	analysé %						
27	109	100		1	2	3		6	2
79	118	0,9	100		17			17	1
	120		100		2			2	1
185	136				4		1	5	1
158	165		100				1	1	
134	172		100		2			2	1
Total				1	27	3	2	33	
%				3,0	81,8	9,1	6,1	100	

Fig. 49 Essences déterminées à partir des charbons issus du bas fourneau.

3.8.3 Les scories coulées

Catalogue analytique n°s 11 à 21

Les scories coulées issues de la réduction constituent la plus importante catégorie de tous les résidus scorifiés de Lai Coiratte. Elles forment plus de 40 % du poids total de ces déchets et près de 50% du nombre total. Dans le seul corpus des déchets de réduction, cette prédominance est encore plus évidente. Les scories coulées représentent à peu près les trois quarts en poids et en nombre, le solde étant constitué de parois de bas fourneaux⁴⁰.

Aux Boulies, la découverte *in situ* des dernières coulées de scories dans la cuvette de travail face à la porte du second bas fourneau a permis d’observer que, sur une même coulée, plusieurs types morphologiques peuvent être présents (Eschenlohr et Serneels 1991, p. 71-80). Grâce à ces données et à celles recueillies au cours des recherches menées sur l’ensemble du district sidérurgique jurassien, la classification morphologique des différents types de scories coulées de Lai Coiratte s’est avérée possible et a même donné lieu à des remontages très fructueux.

Malgré cela, la plus grande partie de ces déchets scorifiés n’ont pas été classés dans un type spécifique du point de vue morphologique; il n’en demeure pas moins que près d’une scorie coulée sur trois appartient aux scories grises denses (SGD, fig. 51), l’un des types caractéristiques rencontrés dans les ateliers du Haut Moyen Age du district jurassien (Eschenlohr 2001, p. 105-118)⁴¹. Relevons encore que, du point de vue du remontage, ce sont les différents sous-types regroupés sous SGD qui ont donné le meilleur résultat, à savoir qu’une pièce sur dix a pu être remontée, alors que globalement seules deux pièces de scories coulées sur cent ont pu être réunies (fig. 50 et 143a).

Depuis l’étude de l’atelier productif des Boulies, le site de Lai Coiratte est le seul atelier sidérurgique dans le district jurassien à avoir fait l’objet d’une étude intégrale. Malheureusement, le corpus de déchets scorifiés issus de la phase productive est restreint et révèle la perte de beaucoup d’éléments de coulures successives, malgré un fort pourcentage de pièces remontées dans cette catégorie de déchets. Ces circonstances, de même que l’absence d’études similaires, font que nous ne disposons pas vraiment de points de comparaison en dehors du district jurassien⁴².

Type	Sous-type	Poids		Pièces		Fragments		Moy. g	Collage	
		kg	%	nb	%	nb	%		nb	%
SGD	cordons	58,6	21,0	958	7,8	1046	8,4	61,1	87	9,1
	plaque	4,0	1,4	53	0,4	64	0,5	75,2	17	32,1
	SGD	20,2	7,3	508	4,2	534	4,3	39,8	47	9,3
	tuyau	2,3	0,8	31	0,3	32	0,3	73,2	-	-
	sous-total	85,0	30,5	1550	12,7	1676	13,4	54,9	151	9,7
SIJ	SIJ	0,1	0,03	2	0,02	2	0,02	42,5	-	-
SVN	SVN	0,03	0,01	1	0,01	1	0,01	30,0	-	-
Coulées	indét.	192,9	69,3	10676	87,2	10814	86,5	18,1	106	1,0
	vaguelette	0,4	0,1	9	0,1	10	0,1	46,1	2	22,2
	sous-total	193,4	69,5	10688	87,3	10827	86,6	18,1	108	1,0
Total		278,5	100	12238	100	12503	100	22,8	259	2,1

Fig. 50 Données quantitatives récapitulatives, en nombre et en poids, des types et des sous-types de scories coulées.



Fig. 51 Scories grises denses (SGD). Quelques formes typiques rencontrées parmi les déchets. a : succession de cordons (cat. 11, faces supérieure et inférieure). b : amoncellement de fragments (CHE 002/11639 CO, remontage 5 composé de cinq fragments). c : superposition de plusieurs coulées successives (CHE 002/14470 CO).

Même une comparaison entre le corpus de scories de réduction issu de l’atelier de Lai Coiratte (± 280 kg) et celui des Boulies (± 290 kg) n’est pas aisée, malgré des ressemblances morphologiques évidentes et des tailles quasi identiques; les raisons en sont les suivantes :

- à Lai Coiratte, une dernière coulée n’a pas pu être reconstituée, alors qu’elle est presque complète aux Boulies (Eschenlohr et Serneels 1991, pl. 4-7);
- à Lai Coiratte, étude morphotypologique détaillée de l’ensemble des scories coulées, mais pas aux Boulies;
- Lai Coiratte a livré les infimes restes d’un plus grand corpus, complètement tronqué après sa déposition (chap. 3.10), alors que l’échantillonnage était plus large aux Boulies (Eschenlohr et Serneels 1991, tab. 19);
- à Lai Coiratte, quasi-absence de la morphologie en vaguelettes caractéristique sur des scories coulées révélant la présence d’une cuvette d’écoulement devant le bas fourneau; or elle est observée aux Boulies⁴³ sur près de la moitié des scories de la dernière coulée, ce qui donne à penser qu’à Lai Coiratte la zone d’écoulement devant le bas fourneau devait se présenter différemment⁴⁴;
- à Lai Coiratte, l’existence d’un système de ventilation artificielle n’est pas prouvée, alors qu’aux Boulies le bas fourneau a fonctionné à l’aide de deux tuyères.



Fig. 52 Scorie coulée poreuse (cat. 20).

Neuf scories coulées ont été analysés par XRF et XRD, dont huit forment un ensemble chimiquement cohérent. Les différences chimiques entre les deux sous-groupes SGD et poreuses (fig. 52) sont insignifiantes : ces deux ensembles ne sont donc pas distingués. Ces scories analysées ont une perte au feu (PAF) négative, à la différence des minerais (chap. 3.8.1); ceci indique que FeO et Fe sont aussi présents dans leur composition. Cat. 21 se distingue des autres scories coulées par sa couleur et par sa composition chimique ou minérale; les autres scories montrent une forte influence d'un matériau riche en silice, comme la paroi de bas fourneau (rapport Si/Al, riche en Zr, Ba et Rb; annexe 1).

Les composants majeurs, outre les oxydes de fer caractérisant la composition chimique des scories de réduction, sont par ordre décroissant $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CaO} > \text{K}_2\text{O}$ (TiO_2 ; Si/Al 1,8). Le vanadium et le chrome sont les éléments traces qui dominent (V/Cr 3,3). Une telle composition révèle l'emploi de minerai pisolithique : c'est le seul minerai connu dans la région qui soit riche en Al, ainsi qu'en V et en Cr. Il se compose non seulement d'oxydes de fer, mais aussi de $\text{SiO}_2 \geq \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{P}_2\text{O}_5 > \text{TiO}_2$ (Si/Al 1). Les éléments traces dominants sont le vanadium, le chrome et le zinc (V/Cr 4,1). A ce stade, il semble exclu que les scories de réduction se soient formées à partir des concrétions riches en oxydes de fer indéterminées. La composition des scories de réduction de Lai Coiratte ne peut être obtenue que si le minerai a été influencé par un matériau

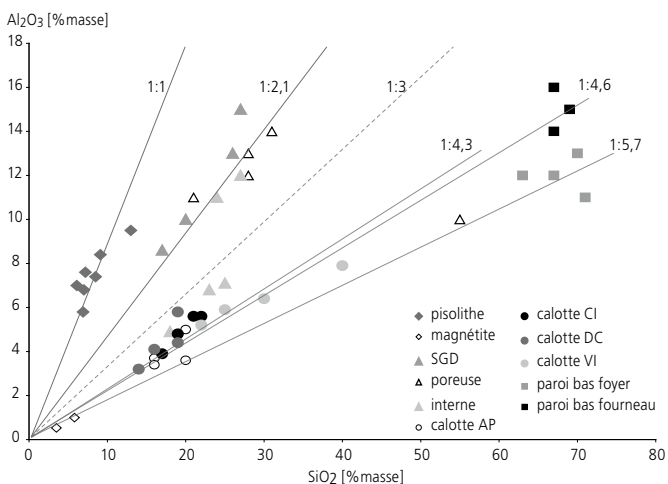
Fig. 54 Rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ des matériaux liés à la réduction du minerai de fer.

Fig. 53 Scorie grise dense composée de plusieurs coulures superposées. Empreintes de charbon sur la face inférieure et traces d'un éventuel revêtement argilo-sableux (remontage 23, CHE 002/14267 CO et trois autres fragments : faces supérieure et inférieure).

riche en Si, comme la paroi du bas fourneau, par un matériau riche en Ca et K, comme le charbon de bois, ou par un matériau avec une certaine teneur en Cr. Comme d'habitude dans le contexte jurassien de la réduction directe, on observe un enrichissement de la scorie coulée en silice. Comparées au minerai pisolithique (rapport Si/Al de 1), les scories coulées ont un rapport moyen de 1,8. Cette contamination de silice est provoquée par la paroi sablo-argileuse du bas fourneau (rapport moyen Si/Al de 4,1).

Les scories coulées analysées ont été choisies dans les trois sous-groupes principaux : les scories grises denses (SGD) dont les quatre pièces montrent des caractéristiques cohérentes, les scories grises poreuses (SGP) dont quatre échantillons sur cinq sont chimiquement très similaires aux SGD précitées – la dernière pièce ayant une composition déviante – et les scories internes dont deux denses (cat. 22 et 24) qui, par leur composition chimique, s'intègrent bien aux scories coulées, qu'elles soient SGD ou SGP. Les trois autres scories internes sont très proches chimiquement des scories en forme de calotte (fig. 54 et chap. 3.9.1).

Les scories grises denses constituent un groupe assez homogène de déchet typique d'une opération de réduction directe de minerai pisolithique, effectuée dans un bas fourneau jurassien au début du Moyen Age (fig. 53)⁴⁵. Etant donné la taille restreinte du corpus des scories coulées de réduction, l'importance des autres sous-types observés – SGP et denses épaisses – est difficile à évaluer (pour rappel, les SGD en constituent toutefois près d'un tiers). Vu le degré de fragmentation des pièces examinées, le nombre de remontages et la répartition spatiale (fig. 143a et chap. 3.14.1), il est possible qu'à l'origine elles aient été encore plus abondantes. L'attribution des scories coulées indéterminées aux types «scories intermédiaires jaunes (SIJ)» et «scories vitreuses noires (SVN)» s'avère également difficile. Toutefois, à la lumière des observations faites sur au moins six autres ateliers du Haut Moyen Age, il est très probable, du moins pour ce qui est des SIJ, que la présence de ces deux types ait aussi été plus marquée à Lai Coiratte (Eschenlohr 2001, fig. 90, 95 et 98).

Enfin, soulignons que les fragments de scories coulées en forme de tuyau ne sont peut-être pas des scories de réduction. Ils pourraient aussi appartenir à des coulures provenant de l'extrémité d'une scorie en forme de calotte (chap. 3.9.1.10, notamment fig. 75b)⁴⁶.

3.8.4 Les scories internes

Catalogue analytique 22 à 26

Au cours d'une opération de réduction dans un bas fourneau à scories coulées, une partie de la scorie à l'état liquide ne s'écoule pas nécessairement hors du fourneau. Ceci peut être dû au fait qu'elle passe dans une zone froide et se solidifie avant d'atteindre l'ouverture aménagée pour l'évacuer, ou encore qu'elle se mêle à d'autres éléments présents dans le fourneau le long de la paroi. Ce type de déchet a été identifié aux Boulies. Toutefois, à Lai Coiratte leur nombre étant limité, leur identification est restée assez vague (Eschenlohr et Serneels 1991, p. 82-83).

Une trentaine de pièces classées comme scories internes ont été repérées dans le corpus étudié. Leur poids varie entre 30 g et 690 g, avec une moyenne de 195 g (fig. 56). Ces fragments se distinguent de ceux trouvés aux Boulies par leur taille plus restreinte, ainsi que par l'absence quasi totale d'éléments de paroi accrochés à la scorie⁴⁷. Les critères principaux de cette catégorie, à savoir leur aspect massif et l'absence de surface à structure coulée, s'observent assez bien sur ces pièces (fig. 55). Il semble toutefois évident que ces pièces, qui se forment à l'intérieur du bas fourneau, devaient fréquemment entrer en contact avec la paroi sablo-argileuse de la structure. Il est donc surprenant qu'elles n'aient pas été retrouvées lors de la fouille de l'atelier. A noter que les pièces denses à faible porosité qui font partie de ce groupe (cat. 22-24) ne connaissent à ce jour aucun équivalent sur les nombreux ateliers de réduction sondés et échantillonnés dans le district jurassien.

Cinq scories supposées internes ont été analysées. Cat 22 à 24 sont denses, cat. 25 et 26 davantage poreuses. Leur couleur est majoritairement gris moyen. Cat. 26 est décrite comme un agglomérat comportant du métal; aucune des autres pièces n'est stratifiée. Comme pour les scories coulées, à une exception près (cat. 23), la fayalite et l'hercynite dominant. Quant à Cat. 23, elle comporte de la fayalite, mais aussi de la wustite; c'est la scorie la plus riche en fer et elle présente des éléments traces typiques du métal (Cu et Ni). Ceci indique qu'elle est constituée en partie de métal (oxydé?). La seule différence significative entre les scories internes et les scories coulées est l'absence du zinc en tant qu'élément trace pour les premières. A la différence de toutes les scories en forme de calotte, les scories internes contiennent de l'yttrium, un élément trace qui se trouve tant dans le minerai que dans la paroi du bas fourneau.



Fig. 55 Scories internes (CHE 002/14975, 15756 CO).

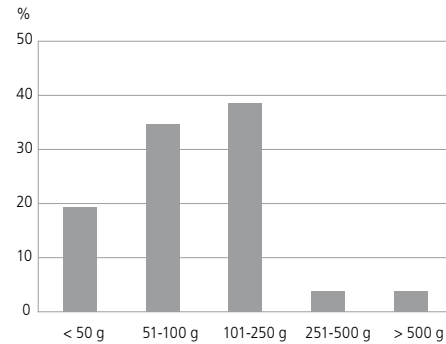


Fig. 56 Répartition des scories internes par poids.

De plus, si l'on se réfère aux données des Boulies, ces pièces se caractérisent également par une plus forte présence de matériaux sableux parmi les composants⁴⁸. Ces différences de composition s'expliquent par le fait que les scories internes ont été soumises à des conditions thermiques et chimiques bien spécifiques, dépendant directement de leur localisation à l'intérieur du bas fourneau.

3.8.5 Les scories rouillées

Dans le contexte spécifique de l'atelier de réduction et de post-réduction de Lai Coiratte, cette catégorie de déchet scorifié ne peut pas être attribuée avec certitude à l'une ou à l'autre de ces deux opérations.

On trouve quelques rares petits ensembles de scories rouillées qui s'apparentent à du minerai, dont la réduction s'est arrêtée à un stade plus ou moins avancé, entraînant par la même occasion leur aimantation. Après examen macroscopique de l'ensemble du corpus, ce type de résidu ne semble pas très fréquent dans les scories rouillées. Une détermination plus précise reste néanmoins délicate sans analyses⁴⁹.

Habituellement, les scories rouillées comptent également des fragments provenant de la périphérie de l'éponge de fer formée ou en cours de formation. Ce genre de déchet ne peut être identifié qu'à l'aide d'une approche analytique (chap. 3.9.2.2). Selon le degré de corrosion de ces pièces, il est en effet presque impossible de les reconnaître à l'œil nu. Ceci explique que la part de pièces rangées dans ce groupe reste faible.

Un autre type se distingue encore: celui des déchets métalliques. Il n'a pas été intégré dans la catégorie des scories rouillées, étant donné que la majorité de ces pièces métalliques ne comporte que peu ou pas de scorie. La limite entre les scories rouillées et les déchets métalliques n'est toutefois pas toujours facile à établir (chap. 3.9.2).

En conclusion, il est probable que la majeure partie des scories rouillées provienne de la phase de post-réduction en lien direct avec le nettoyage et raffinage du métal à l'état brut. L'étude de la répartition spatiale n'a pas pu apporter confirmation de cette attribution (chap. 3.14.1).

3.8.6 Les éléments de construction de bas fourneau

Catalogue analytique 27 à 31

Plusieurs critères visuels permettent souvent de faire la différence entre les fragments de paroi d'un bas fourneau et ceux des parois d'un bas foyer de forge, pour autant que la taille de ces fragments soit suffisante :

- le degré de scorification de la face exposée au feu. La paroi de bas fourneau est en général marquée par une scorification bien plus forte que celle du revêtement interne d'un bas foyer ;
- la taille des fragments. Ceux issus d'un bas fourneau sont souvent plus grands que ceux issus d'un bas foyer ;
- leur nombre est également nettement plus élevé, même en cas de conservation différentielle de ces deux types de cloison.

Sur les quelque 120 kg d'éléments de construction retrouvés à Lai Coiratte, plus de 60 % en nombre (près de 80 % en poids) proviennent d'un bas fourneau. En raison de leur taille réduite ou d'un degré de scorification incertain, un peu plus de 20 % des pièces (plus de 10 % en poids) n'ont pas pu être attribuées à l'un ou à l'autre type. A noter que le poids moyen d'un fragment provenant d'un bas fourneau est 2,3 fois supérieur à celui d'un fragment issu d'un bas foyer.

Les analyses sur cinq fragments de paroi de bas fourneau et sur quatre de bas foyer confirment les différences pressenties entre les deux types de revêtement. Pour une teneur à peu près identique en silice, les morceaux issus de la structure de réduction affichent une teneur plus élevée en alumine (fig. 54) ; les deux nuages de points se différencient aussi pour les rapports K/CaO, K/Mg et Ti/Al.

Les cinq échantillons de cloison de bas fourneau analysés sont de couleur grise et montrent peu de scorification. Cat. 29 est scorifiée et comporte, à la différence des autres fragments, la phase minérale cristobalite, une modification de quartz à haute température (formation au-dessus de 1470 °C). L'aspect scoriacé de cet échantillon ne découle donc pas d'un contact avec la scorie, mais de la liquéfaction de la paroi de four. Le minéral typique de la scorie, la fayalite, se rencontre dans cat. 31 ; c'est l'indice d'une réaction entre la scorie ou le minerai et le revêtement. Ce dernier contient les quatre composants majeurs suivants : $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O}$. Parmi les éléments traces se trouvent Zr > Ba > Rb et yttrium. Ce dernier élément fait défaut dans la composition des fragments provenant du bas foyer et constitue ainsi un critère de différenciation. Le quartz et dans une moindre mesure la cordiérite, un silicate de magnésium et d'aluminium, sont les phases minérales dominantes.

Quelques-uns des éléments de construction examinés comportent des particularités intéressantes. Une grande pièce témoigne de la disposition « en hérisson » de trois fragments de tuile dans la paroi sablo-argileuse (fig. 57c). Il peut s'agir d'un fragment de la voûte de la porte ou du pourtour de la paroi interne, à la hauteur de la première assise de pierres, comme cela a été mis en évidence aux Boulies (Eschenlohr et Serneels 1991, fig. 33 et 35). Faute de restes concluants de fondations de bas fourneau en place, il n'est pas possible d'attribuer cette pièce plutôt à une position qu'à l'autre dans l'architecture de cette structure.

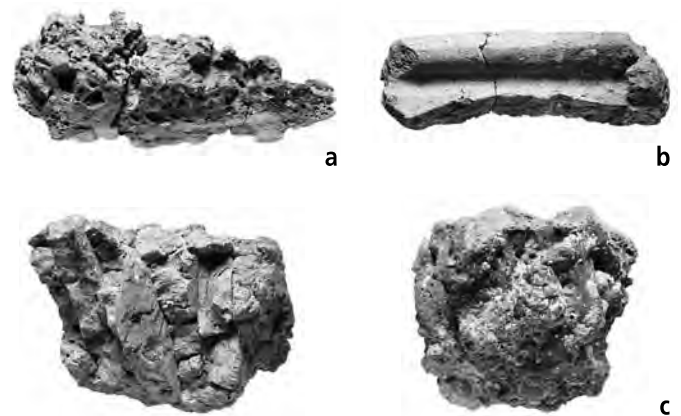


Fig. 57 Parois de bas fourneau. a : collage 221 composé de quatre fragments avec croûte scorifiée attachée (CHE 002/9784, 9785, 9786, 9794 CO). b : bord d'une tegula en remploi (CHE 002/10863 CO). c : agencement de fragments de tegula en « hérisson » (CHE 001/3062 CO ; à gauche face extérieure, à droite face intérieure).

Parmi les éléments de construction du bas fourneau se trouvent encore une soixantaine de fragments de tuile plus ou moins scorifiés (fig. 57b). Le remploi de tuiles gallo-romaines comme éléments architecturaux n'est pas une nouveauté. De telles pièces sont très nombreuses dans les parois des deux spécimens des Boulies, ainsi qu'au cœur de l'amas qui leur est associé (Eschenlohr et Serneels 1991, p. 91-92). Aux Boulies, en dehors de la zone des fourneaux, elles sont presque deux fois et demi plus nombreuses qu'à Lai Coiratte (le poids étant un peu plus de deux fois supérieur). Enfin, le poids moyen d'un fragment de tuile des Boulies est de 100 g, tandis que sur le site ajoulot, il est de 110 g.

En admettant que l'architecture de la structure de Lai Coiratte comporte des similitudes avec celle des appareils des Boulies, il semble évident qu'une partie des tuiles nécessaires à une telle construction font défaut dans le périmètre de l'amas fouillé (chap. 3.10).

Même si le corpus de déchets scorifiés de Lai Coiratte n'offre qu'une vision partielle de l'importance de l'atelier d'origine, on peut affirmer que le fourneau a vraisemblablement fonctionné sans tuyère. Ceci constitue pour l'heure un cas unique et nouveau dans le district sidérurgique jurassien, du moins pour le Haut Moyen Age. Précisons que l'absence de tuyère ne permet pas de conclure a priori à une absence de ventilation artificielle, ni de manière corollaire à un fonctionnement par tirage naturel.

3.8.7 Bilan de masse et calcul du rendement du bas fourneau

Les analyses du minerai, de la paroi de four et des scories de réduction de Lai Coiratte permettent de calculer le rendement d'un processus de réduction directe intervenu dans cet atelier. La teneur moyenne en fer dans le minerai pisolithique local est de 59 % masse (fig. 59). Il en résulte que 100 kg de minerai ont pu produire 31 à 32 kg de métal, suivant le mode de calcul utilisé (fig. 58). Ceci correspond à un rendement d'environ 50 %. Ce rendement est nettement plus élevé que celui de 30 % estimé aux Boulies (Eschenlohr et Serneels 1991, p. 102).

Le premier bilan de masse calculé part du principe que la paroi de bas fourneau intervient de manière considérable dans la formation de la scorie; cette participation est trois fois supérieure à celle calculée aux Boulies (fig. 58). Pour les éléments Mg, K, Ba et Zn, des divergences s’observent entre le résultat du bilan de masse et leurs moyennes obtenues dans les scories de réduction: alors qu’il y a trop de Mg, K et Zn dans le bilan calculé, il manque une partie de Ba dans les moyennes. Comme Mg, K et Ba participent à la formation des scories par le biais de la paroi de la structure de réduction, l’excédent de Mg et K indique probablement que l’apport de la paroi a été surévalué dans le bilan de masse. Au contraire, le manque en Ba suggère que la contribution de la paroi a été sous-évaluée! Ba est également un constituant important du charbon de bois (fig. 59); il est possible que celui employé sur place soit plus riche en Ba, ce qui permettrait de résoudre cette contradiction. La teneur en Zn est surévaluée dans le bilan calculé. Comme Zn a un point de fusion bas, il est envisageable qu’une partie s’évapore durant le processus de réduction, ce qui expliquerait du coup cette différence. Ni et As sont présents dans le métal, mais pas dans la scorie. On peut donc supposer que le métal produit affiche des teneurs moyennes à basses en As et Ni.

L’équation de ce bilan de masse peut aussi être résolue si l’on admet que le minerai pisolithique et le minerai indéterminé, riche en minéral magnétite, ont été mélangés en vue de leur emploi pour la réduction (fig. 60). Ce mélange conduirait à un rendement exceptionnellement élevé d’environ 80%. A partir de 100 kg de minerai mélangé, on produirait environ 46 kg de fer. La paroi de bas fourneau contribue plus de deux fois moins à la formation de la scorie, comparée à la réduction exclusive de minerai pisolithique. Les éléments se comportent de manière presque similaire dans les deux bilans de masse. Par contre, la teneur en Mo se différencie; elle est

	Pisolithe +	Paroi +	Charbons de bois	Total	Scorie	Métal	Rendement %
teneur en Fe (kg)	59	2		61	29	32	49
kg (variable x facteur 1)	100	29	1,3		109	31	
facteur 1 = 100 kg/a	109						
variable	a=0,915	b=0,262	c=0,0116		d=1	e=0,282	
Si	3,2	8,3	0,05	11,6	11,6		
Al	3,5	2,1	0,02	5,6	5,6		
Fe	53,6	1,9	0,01	55,5	27,3	28,2	
Ti	0,19	0,15	0,001	0,33	0,31		
Mn	0,10	0,03	0,01	0,15	0,18		
Mg	0,02	0,22	0,08	0,32	0,16		
Ca	0,12	0,17	0,50	0,79	0,79		
Na	<	0,11	0,00	0,11	<		
K	0,02	0,50	0,10	0,62	0,39		
P	0,27	0,05	0,01	0,33	0,24		
Zr	92	147	1	240	270		
Y	73	16	1	90	130		
Sr	<	26	9	35	56		
Rb	<	47	3	50	<		
Ba	<	110	13	123	300		
V	612	42	0,2	654	840		
As	128	<	<	128	<		
Zn	184	<	20	204	70		
Cu	<	<	2	2	<		
Ni	123	19	0,3	142	<		
Cr	153	26	0,4	180	240		
Mo	81	<	<	81	82		
Si/Al	0,9	4,0	2,7	2,1	2,1		

Fig. 58 Bilan de masse et rendement : réduction de minerai pisolithique local.

	Pisolithe	Minerai	Charbons de bois	Scorie	Paroi
Si	3,5	2,2	4,0	12	32
Ti	0,20	0,02	0,07	0,31	0,55
Al	3,8	0,4	1,5	5,6	7,9
Fe	59	65	1,1	27	7,1
Mn	0,11	0,05	1,1	0,18	0,12
Mg	0,03	0,06	6,5	0,16	0,84
Ca	0,13	0,18	43	0,79	0,65
Na	<	<	0,37	<	0,41
K	0,02	0,05	9,0	0,39	1,9
P	0,29	0,15	1,3	0,24	0,18
Zr	100	<	96	270	562
Y	80	<	44	130	60
Sr	<	<	762	56	98
Rb	<	<	225	<	181
Ba	<	<	1093	300	422
V	669	303	19	840	161
As	140	757	<	<	<
Zn	201	353	1727	70	<
Cu	<	<	213	<	<
Ni	134	1967	24	<	72
Cr	167	30	31	240	100
Mo	89	202	<	82	<
Si/Al	0,9	5,4	2,7	2,1	4,0

Fig. 59 Composition moyenne des matières premières, des matériaux de construction et des déchets, calculée en teneur élément.

clairement surévaluée dans le bilan calculé par rapport à la composition de la scorie. De plus, la composition chimique du métal dévie: elle est riche en arsenic, nickel et phosphore.

Comme les deux bilans de masse se ressemblent beaucoup, il est très difficile d’établir lequel est le plus proche de la réalité. La composition du fer doit être incluse dans le calcul, afin d’obtenir un résultat fiable. En s’appuyant sur les trois fragments de gromps, on peut proposer une teneur moyenne en Ni de 800 mg/kg, en As de 400 mg/kg et en P de 800 mg/kg, respectivement de 0,3% masse (chap. 3.9.2.2). A ce stade, cette composition du métal plaide en faveur d’un emploi exclusif du minerai pisolithique.

	Pisolithe +	Minerai indéfini +	Paroi +	Charbons de bois	Total	Scorie	Métal	Rend. %
teneur en Fe (kg)	59	75	2		136	27	109	81
kg (variable x facteur 1)	100	79	22	0,9		105	83	
facteur 1 = 100 kg/a	105							
variable	a=0,95	b=0,75	b=0,208	c=0,009		d=1	e=0,79	
Si	3,3	1,6	6,6	0,04	11,6	11,6		
Al	3,6	0,3	1,6	0,01	5,6	5,6		
Fe	56	49	1,5	0,01	106	27,3	78,8	
Ti	0,19	0,02	0,12	0,001	0,33	0,31		
Mn	0,11	0,04	0,03	0,01	0,18	0,18		
Mg	0,03	0,05	0,17	0,06	0,30	0,16		
Ca	0,13	0,14	0,13	0,39	0,79	0,79		
Na	<	<	0,09	0,003	0,09	<		
K	0,02	0,04	0,40	0,08	0,54	0,39		
P	0,28	0,11	0,04	0,01	0,44	0,24		
Zr	95	<	117	1	213	270		
Y	76	<	13	0	89	130		
Sr	<	<	20	7	27	56		
Rb	<	<	38	2	40	<		
Ba	<	<	88	10	98	300		
V	635	287	33	0	956	840		
As	133	719	<	<	852	<		
Zn	191	335	<	16	541	70		
Cu	<	<	<	2	2	<		
Ni	128	1869	15	0	2012	<		
Cr	159	29	21	0	209	240		
Mo	84	192	<	<	276	82		
Si/Al	0,9	5,4	4,0	2,7	2,1	2,1		

Fig. 60 Bilan de masse et rendement : emploi des deux minerais mélangés.

3.9 Les matériaux liés à la postréduction du fer

Ludwig Eschenlohr, Marianne Senn et Emmanuelle Evéquoz

Si, pour l'étape de réduction, la fouille de Boécourt-Les Boulies (Eschenlohr et Serneels 1991) constitue encore – 20 ans plus tard – la meilleure référence dans le contexte jurassien, l'étude récente du hameau de Develier-Courtételle occupe la même fonction pour l'étape de postréduction (Eschenlohr et al. 2007). Cette dernière ayant été conçue pour servir de référence, le détail de toutes les considérations, tant en vue de la classification morphotypologique que dans le domaine analytique, ne sera plus repris ici. On se contentera de mettre en lumière les différences constatées à Lai Coiratte par rapport à Develier-Courtételle, en particulier pour les calottes, déchet type de la postréduction⁵⁰.

3.9.1 Les scories en forme de calotte

3.9.1.1 Classification macroscopique et chimique

Sur le site de Lai Coiratte, 2280 fragments de scories en forme de calotte composent 2185 pièces d'un poids total de 182 kg. Après les scories coulées de réduction (43 %), elles forment la catégorie la plus importante avec 28 %. Elles représentent plus de 94 % de l'étape de postréduction. Ce chiffre doit toutefois être quelque peu nuancé du fait de la non-attribution des gromps (ou scories riches en fer) ; d'après nos estimations, les calottes devraient tout de même constituer plus de 83 % des déchets issus de la transformation et du travail du fer.

Le poids moyen d'un fragment de calotte est de 83 g à Lai Coiratte, proche de celui de Develier-Courtételle (88 g). Tant en poids qu'en nombre, les calottes du site ajoutent ne représentent qu'environ 5 % du volume total découvert sur le site de la Vallée de Delémont. Le nombre minimum d'individus (NMI) à Lai Coiratte équivaut à 11 % de celui de Develier-Courtételle (154 contre 1432). Que l'on prenne en compte les calottes classées ou non et dont la conservation est d'au moins de 50 %, le poids moyen estimé de chaque individu est de 520 g et ne représente que 56 % de celui enregistré à Develier-Courtételle (920 g ; chap. 3.10 et annexe 5).

Comme à ce stade de nos connaissances il n'est pas possible de postuler d'emblée qu'un type morphologique déjà défini à Develier-Courtételle montrera des caractéristiques similaires, voire identiques à Lai Coiratte, la même approche lors de la présentation de ces différents types a été adoptée. La taille moyenne des calottes étant plus petite à Lai Coiratte, une adaptation des appellations a été effectuée (fig. 61 et 62) :

- cinq types de calottes de très petite taille ont été caractérisés : trois définis à Lai Coiratte comme à Develier-Courtételle, aplatie (AP), fluide (FL) et vitrifiée (VI), et deux nouveaux, déchiquetée (DC) et scorie argilo-sableuse (SAS). Les calottes déchiquetées (DC) se caractérisent par une surface mouventée pouvant comporter des empreintes de charbon de bois et les calottes « scories argilo-sableuses » (SAS) par une composition prépondérante de sable et d'argile, ce qui explique leur poids moyen très faible. Elles sont bien connues en milieu de forge, notamment en contexte gallo-romain (Anderson et al. 2003, p. 149 et suivantes, fig. 179). En outre, un type défini à Develier-Courtételle n'a pas été repéré à Lai Coiratte : les calottes denses petites (DP) ;
- quatre types de calottes de taille moyenne ont tous été définis à Lai Coiratte comme à Develier-Courtételle : avec bourrelet (BO), avec empreintes de charbon (CH), concave (CO) et avec quille (QU). A la seule différence qu'elles sont globalement de plus petite taille à Lai Coiratte ;
- un type affiche une tendance contraire à tous les autres : les calottes circulaires (CI), qui sont plus grandes à Lai Coiratte qu'à Develier-Courtételle. Leur nombre est toutefois faible avec six individus à Lai Coiratte contre 114 à Develier-Courtételle ;
- enfin, deux autres types souffrent d'un nombre très faible d'individus : au type convexe (CX), déjà identifié à Develier-Courtételle, vient s'ajouter le type avec bulbe (BU). Ce dernier s'apparente quelque peu à celui avec quille, sauf que l'excroissance sur la face inférieure est bien plus importante. Ce phénomène se traduit surtout par une très grande épaisseur de ces pièces.

Taille	Calotte	NMI		Poids réel *			Poids estimé**		Poids moyen estimé kg
		nb	%	nb	kg	%	kg	%	
très petite taille	aplatie (AP)	12	10,9	16	4,1	7,3	4,1	7,2	0,34
	déchiquetée (DC)	14	12,7	49	5,5	9,7	3,2	5,6	0,23
	fluide (FL)	8	7,3	9	2,3	4,2	3,1	5,4	0,39
	scorie argilo-sableuse (SAS)	10	9,1	90	2,6	4,6	0,9	1,5	0,09
	vitrifiée (VI)	21	19,1	26	5,4	9,7	5,4	9,5	0,26
taille moyenne	bourrelet (BO)	15	13,6	19	10,5	18,6	12,7	22,2	0,85
	charbonneuse (CH)	5	4,6	9	3,1	5,6	3,2	5,6	0,64
	concave (CO)	10	9,1	19	8,3	14,8	7,6	13,3	0,76
grande taille	circulaire (CI)	7	6,4	7	9,0	15,9	10,2	17,9	1,46
trop peu nombreux	convexe (CX)	1	0,9	1	0,5	0,9	0,8	1,4	0,82
	avec bulbe (BU)	3	2,7	3	2,8	5,0	3,3	5,9	1,12
	avec quille (QU)	4	3,6	6	2,1	3,7	2,6	4,5	0,64
Calottes classées		110	100	254	56,1	100	57,1	100	0,52
Non classées (NC)		44			16,0		22,2		0,51
Sous-total (NMI)		154	7		72,1	40	79,3		0,52
Solde fragments		2032	93		110,1	60			0,05
Total calottes		2186	100		182,2	100			0,08

* Comprend des fragments classés inférieurs à 50 % (nb).

** Poids estimé du nombre minimal d'individus (NMI).

Fig. 61 Données quantitatives récapitulatives, en nombre et en poids des types de calottes. Les valeurs des calottes de types CX, BU et QU ne sont pas représentatives, compte tenu du faible nombre de pièces qui leur sont attribuées. Pour le poids réel, il a été tenu compte des fragments classifiés avec un degré de conservation inférieur à 50 %. A Develier-Courtételle, où le nombre minimal d'individus était très élevé, une classification supplémentaire des fragments de conservation inférieure à 50 % était illusoire, eu égard à la masse de déchets à traiter (Eschenlohr et al. 2007, fig. 34).

Taille	Lai Coiratte	Develier-Courtételle
très petite taille	entre 90/230 g* et 390 g correspond à 47 % ou à 56 %* du type	entre 470 g et 660 g
taille moyenne	entre 640 g et 850 g correspond à 58 % du type	entre 1190 g et 1430 g
très grande taille**	± 1500 g correspond à 77,5 % du type	± 1900 g

* Avec ou sans SAS (poids moyen estimé 90 g).

** Sur chaque site, uniquement un type.

Fig. 62 Tableau comparatif de la classification opérée par taille à Lai Coiratte et à Develier-Courtételle.

Les calottes de Lai Coiratte ont été classifiées selon ces douze types (chap. 3.9.1.2 à 3.9.1.13). Les calottes qui n'ont pas pu être attribuées à un type sont également évoquées (chap. 3.9.1.14) et une synthèse métrologique est ensuite proposée (chap. 3.9.1.15).

L'approche analytique s'est limitée à quatre types de calottes bien présents dans ce corpus et constituant environ la moitié des individus classés conservés à plus de 50% : aplaties, déchiquetées, vitrifiées et circulaires. Elle a, pour la première fois dans le district sidérurgique jurassien, comme objectif de cerner l'évolution des marqueurs que l'on peut détecter dans les déchets scorifiés ou métalliques sur l'ensemble des étapes de la chaîne opératoire.

La présence de rouille à la surface peut poser un problème compte tenu de l'état avancé de corrosion de bon nombre de pièces, notamment celles qui, depuis leur dépôt, ont été en contact avec de l'eau. L'écoulement de scorie qui s'amorce à l'extrémité distale d'une calotte sous forme d'un « tuyau », déjà décrit à Develier-Courtételle, apparaît également à Lai Coiratte : il est en particulier visible sur une calotte, non pas à son extrémité mais sur un côté (chap. 3.9.1.10, fig. 75b). La difficulté de l'attribution des fragments de tuyau qui découlent d'une telle observation a été évoquée auparavant (chap. 3.8.3). Un autre fragment de calotte se distingue par la présence d'une trace évidente d'outil (chap. 3.9.1.10, fig. 75a).

Le bilan de masse constitue une des manières d'interpréter la composition chimique des scories en forme de calotte. Pour cela, on postule que les calottes se composent de métal oxydé, de cendres de charbon de bois, éventuellement d'antioxydants tels que du sable et de l'argile, ainsi que de scorie de réduction expulsée de l'éponge de fer. Chacun de ces matériaux contribue à la formation de la scorie avec des composants qui la caractérisent (fig. 63). Le fer contenu dans la scorie provient essentiellement du métal oxydé. Les cendres apportent surtout du calcium et du potassium. Le sable introduit du silicium, l'argile de la paroi de bas foyer du silicium et de l'aluminium, et dans le cas présent, davantage de potassium que de calcium. La scorie de réduction se distingue par une teneur élevée en aluminium. Deux matériaux, à savoir le charbon de bois et le sable, n'ont pas été analysés dans l'atelier de Lai Coiratte. Comme exemple de charbon de bois, des analyses de cendres de hêtre provenant d'un contexte expérimental sont employées (Serneels 2002, p. 104). Faute d'analyses, le sable de quartz utilisé en tant qu'antioxydant a été mis en relation avec la composante SiO₂. Le manque d'analyses de charbon de bois et de sable entraîne une incertitude lors du calcul du bilan de masse qu'il convient de ne pas sous-estimer.

Les éléments traces se répartissent également de manière caractéristique en fonction du matériau. Dans l'exemple, les cendres apportent beaucoup de zinc, de baryum et de strontium (fig. 63). La composition du charbon de bois varie fortement en fonction de l'essence et de son origine (Joosten 2004, p. 43). Ainsi, le hêtre peut-il présenter des teneurs en baryum bien plus élevées; la teneur en zinc, par contre, est négligeable pour certaines essences par exemple le bouleau (Joosten 2004, p. 43) ou le chêne (Serneels 2002, p. 104). En revanche, le chêne peut afficher des teneurs encore plus élevées en baryum et en strontium (Serneels 2002, p. 104). Comme la participation des cendres de charbon de bois à la formation de la scorie est insignifiante (inférieure à 10%), ces différences ne se traduisent pas vraiment dans les chiffres. La scorie de réduction apporte les éléments traces vanadium, chrome et yttrium, tandis que zircon, baryum et rubidium proviennent de la paroi de bas foyer. Rubidium peut aussi résulter du charbon de bois. Les calottes ne contiennent toutefois des éléments traces que de manière limitée (fig. 63). Il y a ceux qui caractérisent le métal, comme arsenic, nickel et cuivre. Les autres éléments, tels que zirconium, baryum, vanadium et chrome, peuvent avoir été introduits par les cendres, la scorie de réduction ou la paroi de bas foyer. Trois types de calotte affichent toutefois un rapport vanadium/chrome similaire à celui enregistré pour les scories de réduction et se rapprochent du type avec vitrification et de celui présent dans la paroi de bas foyer. Ce dernier type est également le seul qui comporte le rubidium, comme la paroi de bas foyer.

À Develier-Courtételle, l'équation du bilan de masse n'a pas été utilisée pour les scories en forme de calotte; pour ce site, le lieu de production exact du fer n'étant pas connu, la composition de la scorie de réduction fait aussi défaut. Il a néanmoins été tenté, à l'aide des caractéristiques chimiques des matériaux de base, d'interpréter la composition chimique des scories (Eschenlohr et al. 2007, p. 221-248).

	Cendres (hêtre) g/100g (%)	Scories coulées	AP	CI	DC	VI	Paroi foyer
Si	4,0	12	8,4	9,2	7,9	13,7	32
Ti	0,07	0,39	0,14	0,16	0,16	0,24	0,54
Al	1,5	6,3	2,1	2,6	2,3	3,4	6,4
Fe	1,1	41	51	48	52	39	7,9
Mn	1,1	0,29	0,05	0,05	0,05	0,08	0,13
Mg	6,5	0,20	0,19	0,21	0,18	0,30	0,71
Ca	43	1,2	1,98	2,34	1,36	3,27	1,5
Na	0,37	<	0,04	<	0,02	0,18	0,62
K	9,0	0,69	0,95	1,33	0,69	1,93	2,3
P	1,3	0,23	0,19	0,25	0,26	0,22	0,21
	mg/kg (ppm)						
Zr	96	270	120	125	98	225	500
Y	44	130	<	<	<	<	<
Sr	762	28	<	<	<	70	93
Rb	225	<	<	<	<	70	100
Ba	1093	300	115	123	68	250	475
V	19	840	40	113	125	98	123
As	<	<	143	450	<	50	<
Zn	1727	42	<	<	<	<	75
Cu	213	<	<	83	<	33	<
Ni	24	<	100	75	<	<	63
Cr	31	240	15	38	38	70	98
Mo	n.d.	74	123	135	85	88	<
Si/Al	2,7	1,8	4,1	3,5	3,4	4,1	5,0
VI/Cr	0,6	3,5	2,7	3	3,3	1,4	1,2

Fig. 63 Composition chimique des matériaux nécessaires au calcul du bilan de masse, à l'exception du sable et du métal oxydé. Les données sont normées sur 100 et transformées en éléments. En gris : éléments dominants du matériau concerné.

3.9.1.2 Les calottes aplaties (AP) Catalogue analytique n°s 32 à 37

Les douze calottes attribuées à ce type répondent parfaitement aux critères distinctifs mis en évidence à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, p. 38-39). La morphologie plate de ces pièces se vérifie à l'aide du rapport moyen longueur/épaisseur de 2,99. Celui-ci est au moins 20% supérieur à celui du type le plus proche (concave, rapport 2,43) et plus de 25% supérieur à la moyenne de toutes les calottes prises en compte (fig. 64b).

L'aspect de la calotte aplatie est caractérisé par un rapport longueur/largeur proche de 1 (1,05). Parmi les huit pièces avec une conservation supérieure à 80%, la moitié affiche une largeur supérieure à la longueur et, de ce fait, un rapport inférieur à 1,0 (fig. 64a). Ce qui ne semble pas constituer un signe bien distinctif dans le contexte de l'atelier de Lai Coiratte, le rapport moyen entre longueur et largeur étant de 1,08. Ceci n'enlève toutefois rien à l'homogénéité des calottes de type aplati, mais confirme l'observation faite à Develier-Courtételle démontrant une tendance des calottes de petite taille à afficher une plus grande largeur que la longueur (Eschenlohr et al. 2007, p. 54 et fig. 61). Les pièces étant de plus petite taille à Lai Coiratte, il est donc cohérent de constater que le rapport longueur/largeur tend globalement plus vers 1 qu'à Develier-Courtételle où l'on trouve davantage de calottes de moyenne et de grande, voire de très grande taille.

Avec un poids moyen d'environ 350 g, les aplaties se situent parmi les plus grandes calottes de petite taille (fig. 64c). Elles occupaient déjà cette position à Develier-Courtételle, à la grande différence que leur poids moyen est, ici, à peine supérieur à la moitié de celui enregistré pour les aplaties de ce dernier site (52%, poids moyen AP à Develier-Courtételle : 660 g).

Un autre trait caractéristique enregistré à Develier-Courtételle se confirme pour ce type à Lai Coiratte, à savoir une densité généralement élevée (2,9 en moyenne, la plus forte parmi les types mesurés). Enfin, on relèvera aussi une tendance à être aimantées : sept sur douze affichent ainsi une aimantation moyenne ou forte.

Neuf calottes du type aplati ont été coupées, dont quatre ont été analysées du point de vue chimique (cat. 34-37) et deux sous l'aspect métallographique (cat. 32 et 33). La composition chimique de ces scories est déterminée de manière prépondérante par le métal oxydé et les éléments traces qui le caractérisent (As et Ni). Dans un seul cas (cat. 37), des indices chimiques clairs montrent que la scorie de réduction a influencé la composition (Si/Al 3,5; V 0,01; Cr 0,006). Cette influence s'observe de manière atténuée pour cat. 34 et 35 et n'est plus perceptible pour cat. 36.

Les calottes analysées du point de vue métallographique affichent une structure de scorie basée sur la phase minérale fayalite, avec ou sans wustite. Cat. 33 contient 30% de métal qui se répartit sur plusieurs inclusions de plus grande taille le long de la face supérieure. Les inclusions métalliques dans ces calottes sont composées d'acier avec une teneur en C autour de 0,1% pour la moitié et autour de 0,5% pour l'autre moitié. Cat. 32 comporte une couche métallique centrale avec de petites inclusions. Elle est surtout composée d'acier eutectoïde dont la face supérieure est partiellement carburée jusqu'à former de la fonte. Dans les deux cas, le métal ne montre aucune trace de travail.

Quatre des huit calottes aplaties attribuées à une étape de travail (cat. 32 et 33, ainsi que deux autres pièces qui ne figurent pas au catalogue) se rangent dans la phase de compactage de l'éponge de fer car elles contiennent une couche de métal, ce qui indique une grande perte de métal. Trois pièces (cat. 34, 35 et 37) montrent

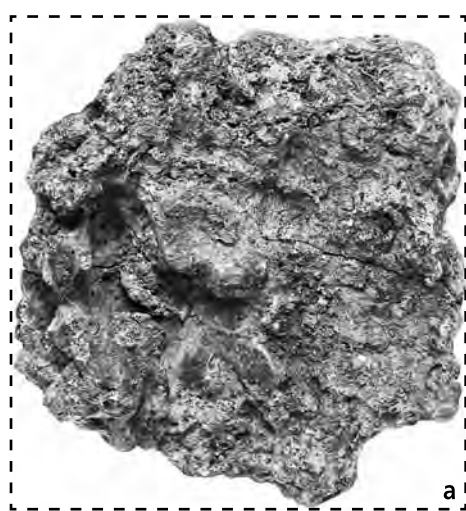


Fig. 64 Les calottes aplaties. a : calotte cat. 34. (L. 9,8cm ; l. 10,5cm). Le rapport longueur/largeur est de 0,93 (rectangle pointillé)*. b : synthèse des données archéologiques et analytiques. c : répartition par groupe de poids estimé.

* Sauf précision, c'est la face supérieure des calottes qui est présentée. Les dimensions sont mesurées d'après l'orientation technique de la calotte (Eschenlohr et al. 2007, p. 31).

Calottes aplaties	Valeur moyenne (12 pièces)	Valeur moyenne (8 pièces)*	Trait caractéristique	nb	%
nombre total	12	conservation (%) 78	longueur (cm) 9,1	bourellet	0 -
% des calottes classées	10,9	poids réel (g) 265	largeur (cm) 8,7	charbons	0 -
poids total (kg)	3,2	poids estimé (g) 345	épaisseur (cm) 3,1	concavité	0 -
% des calottes classées	7,1	densité (9 pièces) 2,9	longueur/largeur 1,05	convexité	0 -
poids total estimé (kg)	4,1		longueur/épaisseur 2,99	quille	0 -
% des calottes classées	7,2		largeur/épaisseur 2,83	vitrification	0 -
				surface fluide	1 8
				surface rouillée	3 25
				trace de paroi	2 17

* conservation à 80% ou plus

Analyses (4/9 pièces)				
Stratification	Couche (scorie)	Total FeO (% masse)	CaO (% masse)	
non stratifiée	gris sombre	6	68, 68 et 61	2,2, 2,9 et 4,8
stratifiée	gris moyen			
métal pur	gris clair	3	66	1,2
total	taches sombres			
	métal corrodé	1	?	?
	riche en métal	4	?	?
	riche en charbon	2		

Métal pas ou peu travaillé, en cours de formation Teneur en C du métal (% masse) : 0,3 et 0,8
Etape : compactage (4) – épuration + forgeage (3) – forgeage (1) - ? (1)

	<100 g	101-200 g	201-300 g	301-400 g	401-500 g	501-600 g	Total
nombre	1	2	3	2	0	4	12
%	8,3	16,7	25,0	16,7	0,0	33,3	100

poids (g)	65 +	22 +	3 +	10 =		100
variable	a=0,6506	b=0,2238	c=0,0354	d=0,0963		e=1
	métal oxydé +	paroi +	cendres +	scories =	Total	AP
Si		7,1	0,14	1,12	8,4	8,4
Al		1,4	0,05	0,61	2,08	2,08
Fe	45,5	1,8	0,04	3,93	51,23	51,23
Ti		0,12	0,002	0,04	0,16	0,14
Mn		0,03	0,04	0,03	0,10	0,05
Mg		0,16	0,23	0,02	0,41	0,19
Ca		0,33	1,52	0,12	1,97	1,98
Na		0,14	0,01	0	0,15	0,04
K		0,51	0,32	0,07	0,89	0,95
P		0,05	0,04	0,02	0,11	0,19
	g/mg (ppm)					
Zr		112	3	26	115	120
Y		0	2	13	14	<
Sr		21	27	3	50	<
Rb		22	8	0	30	<
Ba		106	39	29	174	115
V		27	1	81	109	40
As	+	0	0	0	0	143
Zn		17	61	4	82	<
Cu		0	8	0	8	<
Ni	+	14	1	0	15	100
Cr		22	1	23	46	15
Mo		0	0	7	7	123
Si/Al		5,0	2,7	1,8	4,0	4,1

Fig. 65 Bilan de masse des calottes aplaties : origine principale des éléments (gris clair), correspondance des résultats (gris moyen), écarts (italique).

dans leur composition chimique qu'elles sont légèrement influencées par la scorie de réduction. Toutefois, en comparaison avec les autres types de calottes analysées, cette influence, lors de la formation de la scorie, est la moins prononcée parmi les aplaties (voir *infra*). Une seule calotte (cat. 36) peut être rattachée de manière exclusive à l'étape du forgeage.

Le bilan de masse des calottes aplaties montre qu'elles se sont formées essentiellement à partir du métal, de la paroi de bas foyer, de la scorie de réduction et d'un peu de cendres. Elles comportent davantage de métal oxydé et moins de scorie de réduction que les autres types de calotte analysés (fig. 65; chap. 3.9.1.15, fig. 83).

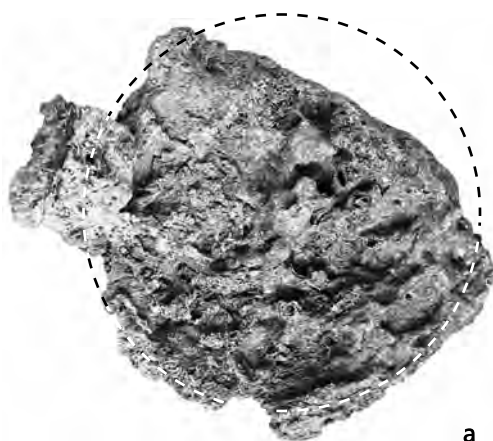


Fig. 66 Les calottes déchetées. a : calotte CHE 002/11702 CO, ferrier (L. 15,4cm avec paroi attachée, L. 11,9cm sans paroi). Il s'agit de la plus grande pièce qui se situe en dehors de la plage des treize autres individus attribués à ce type; elle pourrait de ce fait aussi être classée parmi les calottes avec empreintes de charbon (chap. 3.9.1.8). b : synthèse des données archéologiques et analytiques. c : répartition par groupe de poids estimé.

Les caractéristiques des calottes aplaties de Lai Coiratte – non stratifiées, prédominance de la couleur gris foncé, teneur élevée en métal, lien chimique avec la réduction – sont semblables à celles de Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, p. 38-39).

3.9.1.3 Les calottes déchetées (DC)
Catalogue analytique n°s 38 à 41

Quatorze individus ont été attribués à ce type caractérisé par son aspect morphologique très mouvementé comportant des arêtes vives. Près de deux tiers des calottes déchetées comportent des traces de charbon contribuant à cet aspect mouvementé (fig. 66a et b).

Ces pièces sont de plus petite taille que les calottes aplaties avec un poids moyen est d'environ 180g (fig. 66c). Il n'existe de comparaison évidente avec aucun type défini à Develier-Courtételle⁵¹. Les déchetées affichent une densité moyenne de 2,6; leur aimantation est nulle, pour la moitié d'entre elles, et faible, pour l'autre moitié, à une exception près dont l'aimantation est moyenne.

Treize calottes du type décheté ont été coupées, dont quatre analysées du point de vue chimique et minéralogique (cat. 38-41). Ces scories renferment, comme celles du type aplati, beaucoup d'oxydes de fer qui proviennent de métal oxydé. Dans un cas, du cuivre a été détecté en tant qu'élément trace typique pour le métal. Toutes les scories affichent dans leur composition une certaine influence de la scorie de réduction (Si/Al 2,9-3,9; toutes avec V, deux avec Cr). Si l'on compare l'équation du bilan de masse fondée sur les valeurs moyennes des calottes aplaties et celle des calottes déchetées, on constate qu'approximativement la même quantité de fer intervient dans leur formation; les calottes déchetées contiennent par contre deux fois plus de

Calottes déchetées	Valeur moyenne (14 pièces)	Valeur moyenne (9 pièces)*	Trait caractéristique	nb	%
nombre total	14	conservation (%) 80	longueur (cm) 7,8	bourrelet	2 14,3
% des calottes classées	12,7	poids réel (g) 180	largeur (cm) 7,6	charbons	9 64,3
poids total (kg)	2,5	poids estimé (g) 230	épaisseur (cm) 3,6	concavité	2 14,3
% des calottes classées	5,7	densité (10 pièces) 2,6	longueur/largeur 1,08	convexité	0 -
poids total estimé (kg)	3,2		longueur/épaisseur 2,18	quille	0 -
% des calottes classées	5,6		largeur/épaisseur 2,11	vitrification	1 7,1
				surface fluide	1 7,1
				surface rouillée	0 -
				trace de paroi	1 7,1

* conservation à 80% ou plus

Analyses (4/13 pièces)					
Stratification	Couche (scorie)	total FeO (% masse)	CaO (% masse)		
non stratifiée	11 gris sombre	4 64, 64, 69 et 71	2,6, 2,3, 1,6 et 1,1		
stratifiée	2 gris moyen				
métal pur	gris clair				
total	13 taches sombres				
	métal corrodé				
	riche en métal				
	riche en charbon				

Métal: absent

Teneur en C du métal (% masse): -

Etape: épuration (4) - ? (9)

	<100 g	101-200 g	201-300 g	301-400 g	401-500 g	>500 g	Total
nombre	0	9	4	0	0	1	14
%	0,0	64,3	28,6	0,0	0,0	7,1	100

poids (g)	61 +	18 +	2 +	19 =		100
variable	a=0,615	b=0,176	c=0,0204	d=0,189		e=1
	métal oxydé +	paroi +	cendres +	scories	=	Total DC
Si		5,6	0,1	2,20		7,9 7,9
Al		1,1	0,03	1,20		2,3 2,3
Fe	43	1,4	0,02	7,71		52,1 52,1
Ti		0,09	0,001	0,07		0,17 0,16
Mn		0,02	0,02	0,06		0,10 0,05
Mg		0,12	0,13	0,04		0,30 0,18
Ca		0,26	0,88	0,23		1,36 1,36
Na		0,11	0,01	0		0,12 0,02
K		0,40	0,18	0,13		0,71 0,69
P		0,04	0,03	0,04		0,11 0,26
	g/mg (ppm)					
Zr		88	2	51		141 98
Y		0	1	25		25 <
Sr		16	16	5		37 <
Rb		18	5	0		22 <
Ba		84	22	57		163 68
V		22	0	159		181 125
As		0	0	0		0 <
Zn		13	35	8		56 <
Cu		0	4	0		4 <
Ni		11	0	0		11 <
Cr		17	1	45		63 38
Mo		0	0	14		14 85
Si/Al		5,0	2,7	1,8		3,4 3,4

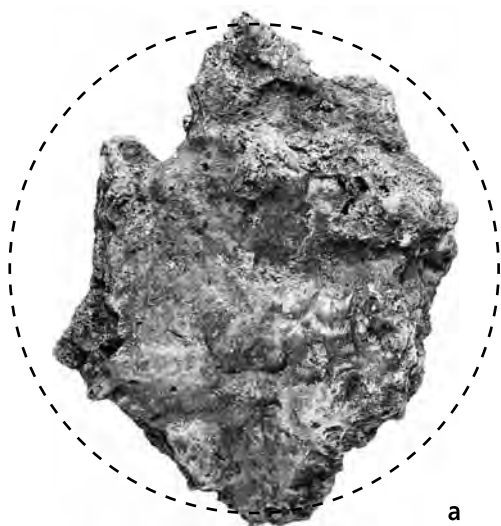
Fig. 67 Bilan de masse des calottes déchetées: origine principale des éléments (gris clair), correspondance des résultats (gris moyen), écarts (italique).

scorie de réduction (fig. 65 et 67). Ceci tend à démontrer qu'elles sont davantage marquées par l'étape de l'épuration. Les phases minérales dominantes de scorie sont la fayalite et la wustite.

A Develier-Courtételle, aucune scorie de ce type n'a été observée. Elles se rapprochent le plus des calottes denses petites, tout en étant plus petites et moins denses: DC 2,6 (10 pièces) et DP 2,8 (6 pièces) (Eschenlohr et al. 2007, p. 41). La différence majeure est l'absence de métal dans les calottes déchetées, qui se caractérisent par leur couleur généralement gris sombre; elles sont rarement stratifiées et affichent un lien avec l'épuration.

3.9.1.4 Les calottes fluides (FL) (ne figurent pas au catalogue)

Avec huit individus, les calottes fluides appartiennent aux types mal représentés du corpus de Lai Coiratte (fig. 61 et 68b).



a

Calottes fluides	Valeur moyenne (8 pièces)	Valeur moyenne (4 pièces)*	Trait caractéristique	nb	%
nombre total	8	conservation (%) 73	longueur (cm) 7,3	bourrelet	0 -
% des calottes classées	7,3	poids réel (g) 265	largeur (cm) 7,8	charbons	0 -
poids total (kg)	2,1	poids estimé (g) 385	épaisseur (cm) 3,7	concavité	0 -
% des calottes classées	3,5	densité n.m.	longueur/largeur 1,14	convexité	0 -
poids total estimé (kg)	3,1		longueur/épaisseur 2,12	quille	0 -
% des calottes classées	3,9		largeur/épaisseur 2,18	vitrification	0 -
			surface fluide	3	37,5
			surface rouillée	0	-
* conservation à 75% ou plus			trace de paroi	1	12,5

b

	<100 g	101-200 g	201-300 g	301-400 g	401-500 g	>500 g	<1000 g	Total
nombre	0	3	3	0	0	1	1	8
%	0,0	37,5	37,5	0,0	0,0	12,5	12,5	100

c

Fig. 68 Les calottes fluides. a: calotte CHE 002/11168 CO, zone d'activité de forge (L. 6,9 cm; l. 8,8 cm). b: synthèse des données archéologiques. c: répartition par groupe de poids estimé.

En plus du faible nombre d'individus, ce type ne forme pas un groupe très homogène, ni du point de vue morphologique (aspect fluide de la surface), ni de celui du poids et des dimensions (fig. 68a et c).

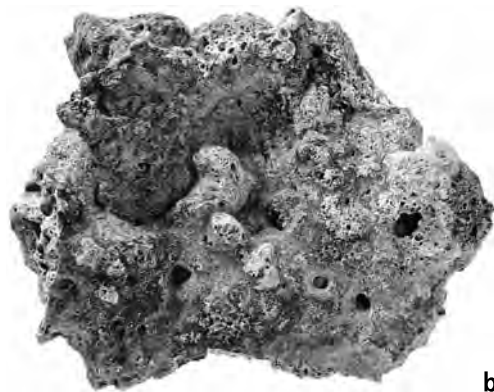
Ces considérations ont amené à ne pas effectuer d'analyses sur ce type. Il ne constitue pas un groupe caractéristique, ni bien homogène parmi les calottes provenant de cet atelier⁵².

3.9.1.5 Les calottes «scories argilo-sableuses» (SAS) (ne figurent pas au catalogue)

Les scories argilo-sableuses sont bien connues dans le contexte de la sidérurgie à l'époque romaine (Anderson et al. 2003, p. 156-163). Dans les ensembles du Haut Moyen Age, ce type de déchet faisait jusqu'à présent défaut; il n'a notamment pas été constaté à Develier-Courtételle. Dans le corpus de Lai Coiratte, un petit nombre d'individus sont à notre avis très proches des SAS définies en contexte gallo-romain⁵³ (fig. 69a et b). Plusieurs points d'interrogation surgissent face à ce type de déchet:

- s'agit-il de paroi de bas foyer fondue et coulée sur une calotte en cours de formation dans le foyer même (5 individus)?
- s'agit-il d'une calotte SAS ou seulement d'une couche SAS sur une calotte, voire d'une vitrification superficielle (5 individus)?
- de quelle phase de travail précise ce type de déchet est-il le reflet?

Ce type de calotte comporte les pièces les plus petites et aussi les plus légères - 8 individus sur 10 pèsent moins de 100 g - ce qui reflète de toute évidence une importante perte de matériau argilo-sableux, leur composant majeur, en cours d'opération. Cela est dû, soit à l'apport d'un antioxydant, soit à la paroi de bas foyer, soit à la conjonction de ces deux éléments. Malgré les interrogations posées par ce type, il semble constituer un groupe assez cohérent du point de vue morphologique et métrique: présence systématique d'une vitrification ou d'une couche sablo-argileuse, ainsi que petite taille et poids regroupés de manière homogène (fig. 69c et d).


a

b

Calottes argilo-sableuses	Valeur moyenne (10 pièces)		Valeur moyenne (5 pièces)*		Trait caractéristique	nb	%	
	conservation (%)	82	longueur (cm)	7,2				
nombre total	10		longueur (cm)	7,2	bourrelet	0	-	
% des calottes classées	9,1	poids réel (g)	70	largeur (cm)	5,9	charbons	0	
poids total (kg)	0,7	poids estimé (g)	85	épaisseur (cm)	3,1	concavité	0	
% des calottes classées	1,1	densité (7 pièces)	2,0	longueur/largeur	1,25	convexité	0	
poids total estimé (kg)	0,9			longueur/épaisseur	2,38	quille	0	
% des calottes classées	1,1			largeur/épaisseur	1,99	vitrification	8	80
						surface fluide	0	-
						surface rouillée	0	-
						trace de paroi	1	10

c

	<50 g	51-100 g	101-150 g	151-200 g	Total
nombre	1	7	1	1	10
%	10,0	70,0	10,0	10,0	100

d

Fig. 69 Les calottes argilo-sableuses. a: calotte CHE 002/11752 CO, zone d'activité de forge, bas foyer 1 (L. 6,2; l. 6,3 cm). b: calotte CHE 002/11753 CO, zone d'activité de forge, bas foyer 1 (L. 6,4 cm; l. 6 cm). c: synthèse des données archéologiques. d: répartition par groupe de poids estimé.

Ces pièces n'ont pas été retenues au moment de la sélection pour analyse. Toutefois, la densité d'un certain nombre de pièces de ce type a été calculée par la suite. La valeur moyenne de 2,0 obtenue à partir des mesures de sept individus confirme le bienfondé de la définition de ce type de calotte, ainsi que le fait qu'il se distingue nettement des autres types (chap. 3.9.1.15).

3.9.1.6 Les calottes avec vitrification (VI) Catalogue analytique n^{os} 42 à 45

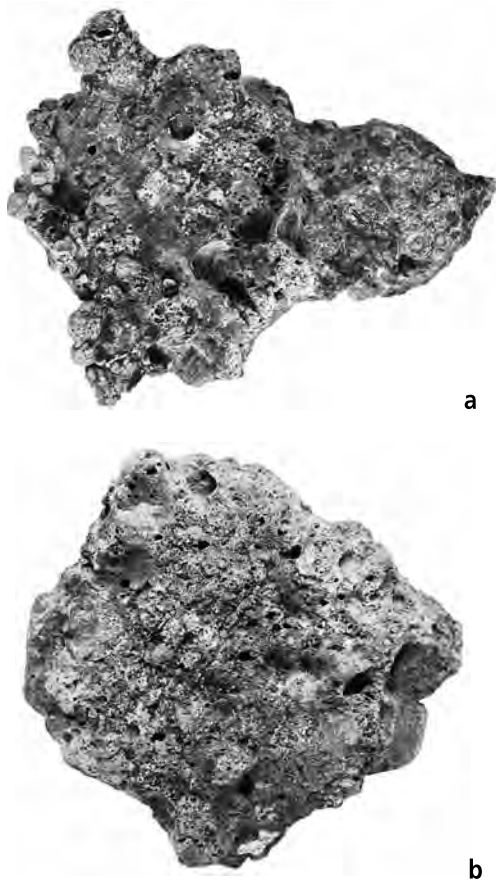
Les 21 calottes avec vitrification forment le type le plus fréquent dans ce corpus. Elles affichent de plus un taux de conservation très élevé (86%) et une bonne représentation (73%) du principal trait caractéristique, la face supérieure vitrifiée (fig. 70a et b). Elles forment un groupe très homogène, avec un poids moyen de 191 g et une plage de répartition du poids de seulement 243 g (fig. 70c), si on fait abstraction des deux pièces les plus grandes qui pèsent près de 1600 g chacune. La première présente une calotte double, voire triple dont seule la pièce supérieure peut être attribuée avec certitude au type avec vitrification; la seconde, dont la longueur et la largeur sont très proches, a été finalement attribuée au type circulaire (chap. 3.9.1.10, fig. 75b). S'agissant d'une des pièces les mieux conservées, remontée à partir de plusieurs fragments, une étude analytique n'a pas été envisageable, ni une découpe en vue d'affiner cette attribution.

Une fois encore, la faiblesse en taille et en poids des calottes avec vitrification par rapport à Develier-Courtételle est à souligner. Le poids moyen d'une calotte de Lai Coiratte ne constitue que 36%

de celui d'une calotte de Develier-Courtételle (chap. 3.9.1.15)⁵⁴ (fig. 70d). Il s'agit dans ce cas de la plus forte diminution du poids moyen constatée, la fourchette allant de 36% (VI) à 111% (CI). La diminution se situe habituellement (dans 4 cas sur 8) entre 52% et 57% (AP, CH, BO et QU).

Treize calottes du type vitrifié ont été sciées. En coupe, elles affichent toutes une couleur gris clair. Plus de la moitié sont stratifiées: on distingue alors une couche de scorie gris clair dans la partie inférieure et une part variable de matériau argilo-sableux dans la partie supérieure. Quatre calottes ont été analysées du point de vue chimique et minéralogique (cat. 42-45). Leur composition chimique est caractérisée par une faible teneur en FeO, en comparaison avec les autres scories en forme de calotte. Ceci a pour conséquence une augmentation des autres teneurs. Parmi les composants majeurs, CA et K augmentent de manière plus forte, ce qui indique une plus grande participation du charbon de bois à la formation de la scorie. Cette évaluation est confirmée par le bilan de masse dans lequel la part de charbon de bois est plus élevée, comparée aux autres types de calotte⁵⁵ (fig. 71); elle reste néanmoins assez faible. Une autre conséquence de cette plus forte participation du charbon est la formation de leucite, par la présence de potassium dans le charbon; ce minéral a été détecté dans trois des quatre scories analysées⁵⁶.

Parmi les éléments traces, l'absence de Rb – pourtant présent dans les autres types de calottes – est à noter, ainsi que la teneur de Ba trois fois supérieure à celle des autres types. Ces deux éléments sont caractéristiques de la paroi de bas foyer et indiquent sa forte



Calottes avec vitrification	Valeur moyenne (21 pièces)	Valeur moyenne (18 pièces)*	Trait caractéristique	nb	%
nombre total	21	conservation (%) 86	longueur (cm) 8,6	bourellet	1 5
% des calottes classées	19,1	poids réel (g) 275	largeur (cm) 8,4	charbons	2 9
poids total (kg)	6,0	poids estimé (g) 315	épaisseur (cm) 4	concavité	3 14
% des calottes classées	10,1	densité (13 pièces) 2,3	longueur/largeur 1,05	convexité	0 -
poids total estimé (kg)	7,0		longueur/épaisseur 2,35	quille	0 -
% des calottes classées	8,8		largeur/épaisseur 2,32	vitrification	16 73
				surface fluide	3 14
				surface rouillée	0 -
				trace de paroi	6 27

* conservation à 80% ou plus

Analyses (4/13 pièces)				
Stratification	Couche (scorie)	total FeO (% masse)	CaO (% masse)	
non stratifiée	5 gris sombre			
stratifiée	7 gris moyen			
agglomérée	1 gris clair	13	48, 55, 58 et 38	5,1, 3,7, 4,8 et 4,7
total	13 taches sombres			
	riche en métal			
	riche en charbon			

Etape: épuration-forge

	<100 g	101-200 g	201-300 g	301-400 g	401-500 g	>500 g	<1000 g	Total
nombre	3	9	5	3	0	1	0	21
%	14,3	42,9	23,8	14,3	-	4,8	-	100

Fig. 70 Les calottes avec vitrification. a: calotte CHE 002/11685 CO, zone d'activité de forge, bas foyer 1 (L. 8,3 cm; l. 6,5 cm). b: calotte CHE 002/11560 CO, zone de rejet nord (L. 7,3 cm; l. 6,9 cm). c: synthèse des données archéologiques et analytiques. d: répartition par groupe de poids estimé.

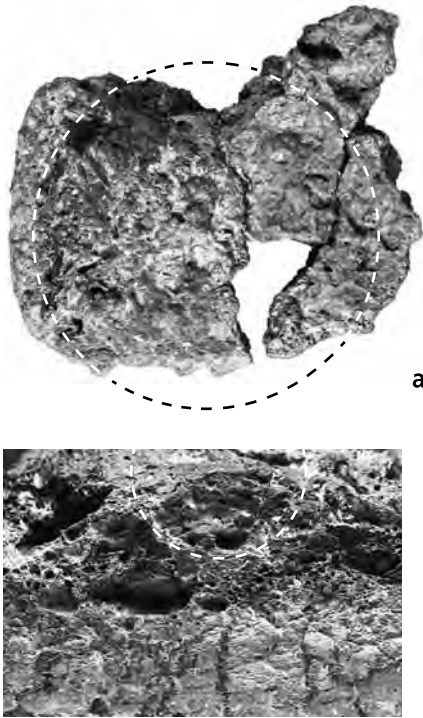
participation (un bon tiers) à la formation de la scorie; ceci est confirmé par le bilan de masse. Toutefois, avec un rapport moyen Si/Al de 4 – clairement en-dessous de 5 qui est le rapport des parois de bas foyer –, un septième du matériau provient encore de l'épuration de l'éponge. Ces calottes comportent, outre la leucite, la fayalite comme minéral principal. La wustite n'apparaît que dans un cas, contrairement aux autres calottes d'épuration et de forgeage.

D'après leur composition chimique, les calottes avec vitrification se sont formées durant une phase de travail à consommation plus élevée en charbon de bois. Une telle augmentation implique que l'on veut obtenir durant cette étape de travail davantage de chaleur, ce qui est surtout le cas lors du soudage. Chauffer le métal à blanc contribue à expulser la scorie de réduction encore contenue dans le métal. La perte de métal reste limitée car les surfaces à souder sont protégées par un antioxydant; ce dernier doit être identique à l'argile servant au revêtement intérieur de la paroi du bas foyer. Cette plus grande chaleur entraîne aussi la détérioration de ce revêtement et, par là-même, un mélange plus grand entre scorie et paroi de bas foyer que dans les autres types de calotte. Toutefois, il convient aussi de tenir compte de l'aspect morphologique des calottes à vitrification: la scorie et le matériau argilo-sableux y sont séparés. Ce qui parle plutôt pour une première phase de mise en forme avec expulsion de la scorie, ainsi qu'une seconde phase avec la perte du produit à souder et la contribution de la paroi de bas foyer. Des scories similaires ont été observées à Châbles (FR) et dans d'autres sites (Anderson et al. 2003, p. 165). Un apport de sable tel que postulé à Châbles

– où seule de la scorie gris sombre a été identifiée – peut être assurément exclu à Lai Coiratte. Comme les calottes de Lai Coiratte sont petites, il n'a pas été possible d'analyser de manière séparée la scorie gris clair et le matériau argilo-sableux. La portée des analyses chimiques pour l'interprétation du processus de travail se voit donc fortement diminuée.

poids (g)	42 +	37 +	6 +	15 =		100
variable	a=0,424	b=0,3695	c=0,05914	d=0,147		e=1
	métal oxydé +	parois +	cendres +	scories =	Total	VI
Si	11,7	0,2	1,7	13,7	13,7	13,7
Al	2,3	0,1	0,9	3,36	3,36	3,36
Fe	29,7	2,9	0,1	6,0	38,6	38,6
Ti		0,20	0,00	0,06	0,26	0,24
Mn		0,05	0,07	0,04	0,16	0,08
Mg		0,26	0,38	0,03	0,68	0,30
Ca		0,55	2,54	0,18	3,27	3,27
Na		0,23	0,02	0	0,25	0,18
K		0,84	0,53	0,10	1,47	1,93
P		0,08	0,07	0,03	0,19	0,22
	mg (kg (ppm))					
Zr		185	6	40	230	225
Y		0	3	19	22	<
Sr		34	45	4	83	70
Rb		37	13	0	50	70
Ba		176	65	44	284	250
V		45	1	123	170	98
As	+	0	0	0	0	50
Zn		28	102	6	136	0
Cu		0	13	0	13	33
Ni		23	1	0	25	<
Cr		36	2	35	73	70
Mo		0	0	11	11	88
Si/Al		5,0	2,7	1,8	4,1	4,1

Fig. 71 Bilan de masse des calottes avec vitrification: origine principale des éléments (gris clair), correspondance des résultats (gris moyen), écarts (italique).



Calottes avec bourrelet	Valeur moyenne (15 pièces)		Valeur moyenne (6 pièces)*		Trait caractéristique	nb	%
nombre total	15	conservation (%)	75	longueur (cm)	11,7	bourrelet	9 60
% des calottes classées	13,6	poids réel (g)	645	largeur (cm)	13,1	charbons	0 -
poids total (kg)	9,7	poids estimé (g)	845	épaisseur (cm)	5,7	concavité	1 6,7
% des calottes classées	16,1	densité	n.m.	longueur/largeur	0,89	convexité	0 -
poids total estimé (kg)	12,7			longueur/épaisseur	2,05	quille	0 -
% des calottes classées	16,0			largeur/épaisseur	2,31	vitrification	1 6,7
						surface fluide	1 6,7
						surface rouillée	1 6,7
						trace de paroi	4 26,7

b

	<250 g	251-500 g	501-1000 g	1001-2000 g	> 2000 g	Total
nombre	1	3	7	3	1	15
%	6,7	20,0	46,7	20,0	6,7	100

c

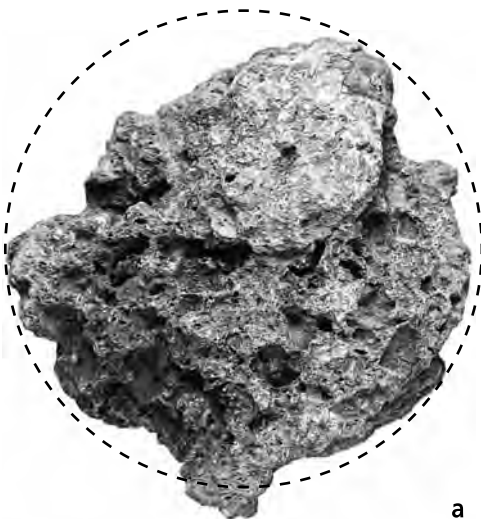
Fig. 72 Les calottes avec bourrelet. a: calotte CHE 002/11330 CO, zone de rejet nord (L. 8,2cm; l. 17cm). En dessous: détail de l'amorce du trou à vent dans la paroi (diam.: 2,5cm). b: synthèse des données archéologiques. c: répartition par groupe de poids estimé.

3.9.1.7 Les calottes avec bourrelet (BO)
(ne figurent pas au catalogue)

Les calottes avec bourrelet constituent le deuxième type en nombre (fig. 72b). Mais seuls neuf individus sur quinze comportent un bourrelet sur la face supérieure (fig. 72a); pour les six autres pièces, l'attribution à ce type reste incertaine. L'aspect peu homogène de ce type se traduit, comme pour celui des calottes fluides, par une plage de répartition du poids très large; près de 900g pour huit pièces chez les premières, près de 1200g pour quatorze individus chez les secondes, une pièce étant hors norme (fig. 72c et chap. 3.9.1.15). Les six individus avec un taux de conservation de 80% ou plus, comportent tous un bourrelet assez évident et se distinguent par un rapport longueur/largeur inférieur à 1, c'est-à-dire qu'ils sont plus larges que longs. Ceci ne semble pas constituer un signe distinctif. Faute d'analyse complémentaire, sa signification réelle doit rester en suspens.

3.9.1.8 Les calottes avec empreintes de charbon (CH)
(ne figurent pas au catalogue)

Ce groupe ne compte que cinq individus, avec un degré de conservation moyen légèrement supérieur à 70% limitant la signification des observations (fig. 73b). Les calottes avec empreintes de charbon se distinguent toutefois des calottes déchiquetées, la plage de poids se situant entre 350g et 980g pour les premières (fig. 73c), et entre 125g et 275g pour les secondes, avec une pièce aberrante qui pourrait appartenir à la première catégorie (poids estimé d'un peu plus de 900g). Le poids est donc assez regroupé, en comparaison notamment avec les calottes fluides et avec bourrelet. Ici encore, le rapport longueur/largeur des trois pièces prises en compte est légèrement en dessous de 1; les individus de Lai Coiratte affichent un poids moyen inférieur de 54% à ceux de Develier-Courtételle (118 individus). Enfin, trois pièces sur cinq comportent des empreintes de charbon évidentes (fig. 73a).



Calottes avec empreintes de charbon	Valeur moyenne (5 pièces)		Valeur moyenne (18 pièces)*		Trait caractéristique	nb	%
nombre total	5	conservation (%)	72	longueur (cm)	9,8	bourrelet	0 -
% des calottes classées	4,5	poids réel (g)	440	largeur (cm)	10,7	charbons	3 60
poids total (kg)	2,2	poids estimé (g)	640	épaisseur (cm)	6,3	concavité	1 20
% des calottes classées	3,7	densité	n.m.	longueur/largeur	0,92	convexité	0 -
poids total estimé (kg)	3,2			longueur/épaisseur	1,57	quille	0 -
% des calottes classées	4,0			largeur/épaisseur	1,70	vitrification	0 -
						surface fluide	0 -
						surface rouillée	0 -
						trace de paroi	0 -

b

	<250 g	251-500 g	501-1000 g	1001-2000 g	> 2000 g	Total
nombre	0	1	4	0	0	5
%	0,0	20,0	80,0	0,0	0,0	100

c

Fig. 73 Les calottes avec empreintes de charbon. a: calotte CHE 002/11481 CO, zone d'activité de forge (L. 10,9 cm; l. 11,4 cm). b: synthèse des données archéologiques. c: répartition par groupe de poids estimé.

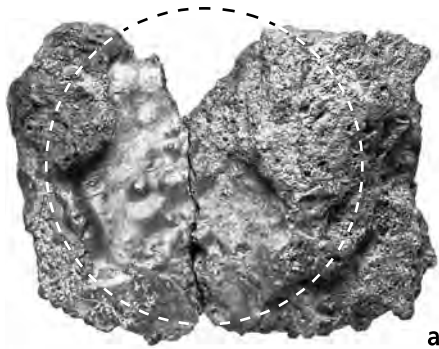


Fig. 74 Les calottes concaves. a : calotte CHE 002/ 11233, 11206 CO, zone du ferrier et zone d'activité sud-est (L. 13,6cm ; l. 10,3cm). C'est une des deux grandes pièces attribuées à ce type. b : synthèse des données archéologiques. c : répartition par groupe de poids estimé.

Calottes concaves	Valeur moyenne (10 pièces)	Valeur moyenne (3 pièces)*	Trait caractéristique	nb	%
nombre total	10	conservation (%) 69	longueur (cm) 11,6	bourrelet	1 10
% des calottes classées	9,1	poids réel (g) 525	largeur (cm) 11,1	charbons	1 10
poids total (kg)	5,2	poids estimé (g) 755	épaisseur (cm) 4,9	concavité	8 80
% des calottes classées	8,7	densité n.m.	longueur/largeur 1,07	convexité	1 10
poids total estimé (kg)	7,6		longueur/épaisseur 2,43	quille	1 10
% des calottes classées	9,5		largeur/épaisseur 2,34	vitrification	1 10
				surface fluide	1 10
				surface rouillée	0 -
				trace de paroi	1 10

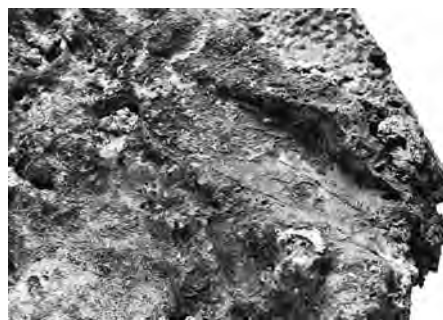
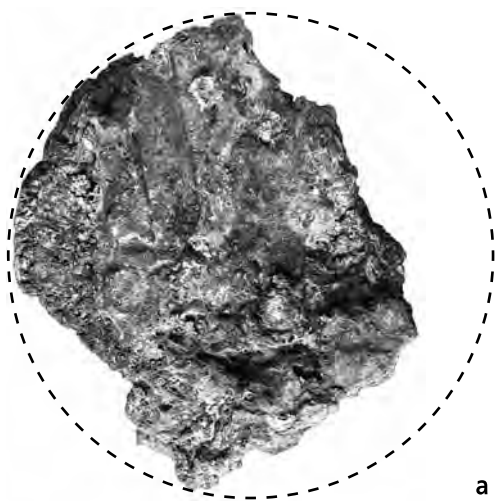
* conservation à 75% ou plus

	<250 g	251-500 g	501-1000 g	1001-2000 g	> 2000 g	Total
nombre	1	2	5	2	0	10
%	10,0	20,0	50,0	20,0	0,0	100

3.9.1.9 Les calottes concaves (CO) (ne figurent pas au catalogue)

Les calottes concaves comptent dix individus dont le degré moyen de conservation est légèrement en dessous de 70%, mais dépasse les 75% pour trois pièces (fig. 74b). La concavité est plus ou moins visible pour huit individus sur dix (fig. 74a).

Le rapport longueur/largeur est proche de 1. La plage du poids estimée, entre 230 g et 880 g soit près de 650g, est assez compacte ; le poids de deux individus est toutefois situé largement en dehors de cette plage avec plus de 1400g. Ces pièces pèsent en moyenne un peu plus de 40% que celles de Develier-Courtételle, à l'exception des deux individus de grande taille (env. 53% avec les deux grandes pièces, fig. 74c).



Calottes circulaires	Valeur moyenne (7 pièces)	Valeur moyenne (6 pièces)*	Trait caractéristique	nb	%
nombre total	7	conservation (%) 89	longueur (cm) 14,5	bourrelet	2 33
% des calottes classées	6,9	poids réel (g) 1280	largeur (cm) 13,8	charbons	0 -
poids total (kg)	9,0	poids estimé (g) 1460	épaisseur (cm) 6,3	concavité	2 33
% des calottes classées	16,2	densité (13 pièces) 2,8	longueur/largeur 1,05	convexité	0 -
poids total estimé (kg)	10,2		longueur/épaisseur 2,34	quille	1 17
% des calottes classées	18,2		largeur/épaisseur 2,23	vitrification	0 -
				surface fluide	0 -
				surface rouillée	0 -
				trace de paroi	5 83

Analyses (4/13 pièces)				
Stratification	Couche (scorie)	total FeO (% masse)		CaO (% masse)
non stratifiée	gris sombre	2	65	2,9
stratifiée	gris moyen	2	63 et 59	2,9 et 4
agglomérée	gris clair	2	59	3,3
total	taches sombres			
	riche en métal		non stratifiée	
	riche en charbon			

Etape : épuration-soudage

	<250 g	251-500 g	501-1000 g	1001-2000 g	> 2000 g	Total
nombre	0	0	1	6	0	7
%	0,0	0,0	14,3	85,7	0,0	100

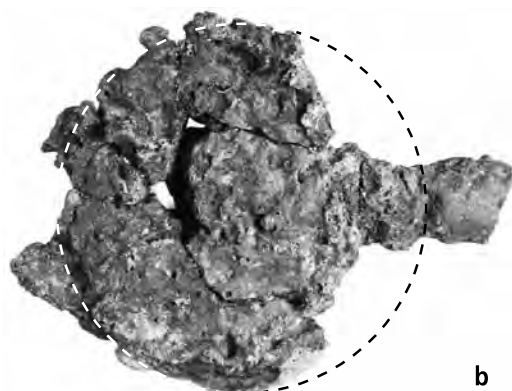


Fig. 75 Les calottes circulaires. a : calotte cat. 49 (L. 12,9 cm ; l. 15,7 cm). C'est la seule pièce conservée à < 90% : ± 65%. A droite : détail de l'empreinte d'une pince. b : calotte CHE 002/11679 CO, zone d'activité de forge, bas foyer 1 (L. 17cm ; l.16cm ; L. du tuyau : 8,3cm). c : synthèse des données archéologiques et analytiques. d : répartition par groupe de poids estimé.

3.9.1.10 Les calottes circulaires (CI)
Catalogue analytique n°s 46 à 49

Bien que représenté seulement par sept individus, ce type est bien caractérisé, notamment grâce à un degré de conservation de 90% (six pièces sur sept affichent une conservation d'au moins 80%, fig. 75c). Le rapport longueur/largeur est proche de 1, ce qui constitue un critère prioritaire pour ce type (fig. 75a). Il s'agit du type comportant les pièces les plus grandes, avec un poids moyen de 1443 g, et une plage assez restreinte de poids de quelque 720 g (fig. 75d). C'est le seul type qui affiche un poids moyen supérieur à son équivalent relevé à Develier-Courtételle (111 %; comparé avec 114 individus dont 30 pièces qui pèsent plus que la plus grande calotte de ce type à Lai Coiratte). Les dimensions varient entre 12,5 cm et 15 cm, comparé à environ 20 cm pour les plus grandes pièces de Develier-Courtételle. Relevons encore la présence fréquente de traces de paroi, ce qui constitue une exception dans le corpus de Lai Coiratte (fig. 75b).

Six calottes du type circulaire ont été coupées et quatre analysées. Ce type présente une image morphologique très hétérogène. Du point de vue chimique, ces calottes sont par contre semblables, à l'exception de teneurs variables en Ca. Les teneurs en Ca et en K dans les scories ont aussi un lien avec leur coloration : plus elles sont claires, plus ces teneurs sont élevées. Pour cat. 49, on observe une plus forte influence de la paroi de bas foyer qui se manifeste par la présence de Rb, aux côtés de Ba. La ressemblance de ces calottes se marque surtout par l'influence de la scorie de réduction dans leur formation, celle-ci étant à peu près identique à celle relevée pour les calottes déchiquetées. Elle s'exprime par un rapport Si/Al bas et par la présence de V et Cr. L'équation du bilan de masse de ces calottes ne peut être résolue si on ne fait intervenir comme composants que le fer oxyde, la paroi de bas foyer, le charbon de bois et la scorie de réduction (fig. 76) : il manque toujours un peu de silice. Ceci indique que du sable de quartz,

poids (g)	55 +	21 +	4 +	20	=		100
variable	a=0,5446	b=0,2113	c=0,0417	d=0,1945			e=1
	métal oxydé +	parois +	cendres +	scories	=	Total	CI
Si		6,7	0,17	2,3		9,12	9,23
Al		1,3	0,06	1,2		2,63	2,63
Fe	38,1	1,7	0,05	7,9		47,73	47,73
Ti		0,11	0	0,08		0,19	0,27
Mn		0,03	0,05	0,06		0,13	0,05
Mg		0,15	0,27	0,04		0,46	0,21
Ca		0,31	1,79	0,23		2,34	2,34
Na		0,13	0,02	0		0,15	<
K		0,48	0,37	0,13		0,98	1,33
P		0,05	0,05	0,04		0,14	0,25
	mg/kg (ppm)						
Zr		106	4	53		162	125
Y		0	2	25		27	<
Sr		20	32	5		57	<
Rb		21	9	0		31	<
Ba		100	46	58		204	123
V		26	1	163		190	113
As	+	0	0	0		0	450
Zn		16	72	8		96	<
Cu	+	0	9	0		9	83
Ni	+	13	1	0		14	75
Cr		21	1	47		69	38
Mo		0	0	14		14	135
Si/Al		5,0	2,7	1,8		3,5	3,5

Fig. 76 Bilan de masse des calottes circulaires : origine principale des éléments (gris clair), correspondance des résultats (gris moyen), écarts (italique).

utilisé comme antioxydant, a joué un rôle lors de leur formation avec moins d'un gramme sur cent grammes de scorie. Les calottes circulaires attestent donc des étapes d'épuration de la scorie et de soudage, bien qu'il ne soit pas certain qu'une calotte puisse être considérée comme une unité de travail depuis l'éponge du fer à l'objet achevé. Au contraire, les calottes circulaires de Develier-Courtételle sont surtout à mettre en relation avec l'étape du forgeage (Eschenlohr et al. 2007, p. 47).

3.9.1.11 Les calottes avec quille (QU)
(ne figurent pas au catalogue)

Avec quatre individus, ce type est trop peu représenté; les données qui suivent figurent donc à titre indicatif (fig. 77b). Le signe morphologique distinctif est présent sur les quatre pièces (fig. 77a). Comme pour tous les autres types, les calottes avec quille de Lai Coiratte affichent un poids moyen qui ne correspond qu'à 57% de celui des 23 individus de Develier-Courtételle. La plage de poids est assez importante (860g), si l'on tient compte de la faiblesse du corpus (fig. 77c). Comme ce type n'a pas fait l'objet d'analyses, il n'est pas non plus possible de le lier avec une étape de travail précise.

3.9.1.12 Les calottes avec bulbe (BU)
(ne figurent pas au catalogue)

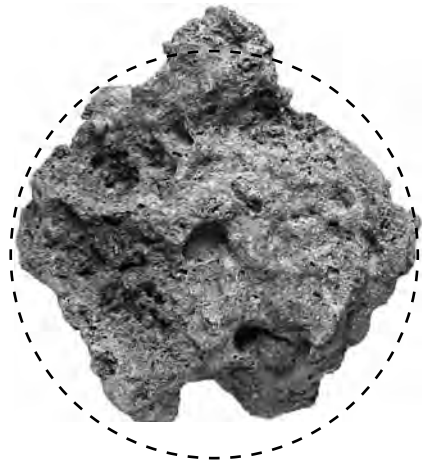
Seuls trois individus ont pu être attribués au type avec bulbe; les données qui suivent figurent donc à titre indicatif. Le critère morphologique à l'origine de la création de ce type est la présence d'une face inférieure bombée sur les trois pièces, allant bien au-delà de l'apparition d'une simple quille (fig. 78a et b). C'est le type qui compte les plus grandes pièces après le type circulaire, leur poids moyen étant supérieur à 1,1 kg (fig. 78c). Il se distingue encore par des rapports longueur/épaisseur et largeur/épaisseur bas. Malgré une bonne homogénéité constatée, le faible nombre d'individus attribués à ce type rend toutefois ces observations trop aléatoires.

3.9.1.13 Les calottes convexes (CX)
(ne figurent pas au catalogue)

Un seul exemplaire a été attribué à ce type; il se distingue clairement des pièces de Develier-Courtételle. Il est beaucoup plus petit, avec 44% du poids moyen des 58 calottes convexes de Develier-Courtételle. Cet unique exemplaire reste toutefois purement anecdotique et ne sera, de ce fait, pas présenté plus en détail.

3.9.1.14 Les calottes non classées
(ne figurent pas au catalogue)

Les calottes n'ayant pu être attribuées à un type spécifique sont au nombre de 44, dont la moitié conservées à 75% au moins. Aucun critère ne distingue les individus de ce groupe; les données réunies ne figurent qu'à titre indicatif (fig. 79b). Comme à Develier-Courtételle, la plus grande calotte trouvée à Lai Coiratte n'a pas pu être classée (fig. 79a). Il s'agit de fait d'une pièce double, voire triple.



a

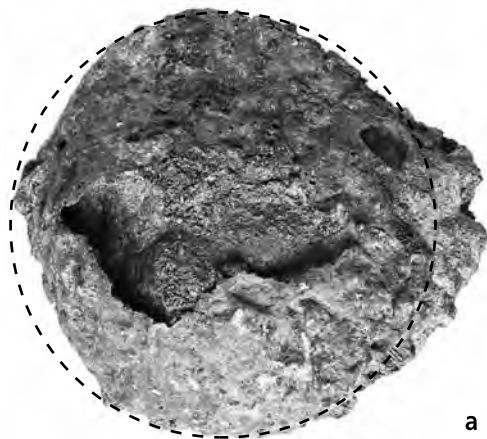
Calottes avec quille	Valeur moyenne (4 pièces)		Valeur moyenne (2 pièces)*		Trait caractéristique	nb	%
nombre total	4	conservation (%)	66	longueur (cm)	12,1	bourrelet	0 -
% des calottes classées	3,6	poids réel (g)	390	largeur (cm)	10,6	charbons	0 -
poids total (kg)	1,6	poids estimé (g)	640	épaisseur (cm)	6	concavité	0 -
% des calottes classées	2,6	densité	n.m.	longueur/largeur	1,15	convexité	0 -
poids total estimé (kg)	2,6			longueur/épaisseur	2,01	quille	4 100
% des calottes classées	3,2			largeur/épaisseur	1,80	vitrification	0 -
						surface fluide	0 -
						surface rouillée	1 25
						trace de paroi	0 -

b

	<250 g	251-500 g	501-1000 g	1001-2000 g	> 2000 g	Total
nombre	0	3	0	1	0	4
%	0,0	75,0	0,0	25,0	0,0	100

c

Fig. 77 Les calottes avec quille. a : calotte CHE 002/11651 CO, zone du ferrier (L. 10,4 cm; l. 11 cm). En haut : face supérieure; en bas : face inférieure. b : synthèse des données archéologiques. c : répartition par groupe de poids estimé.



a

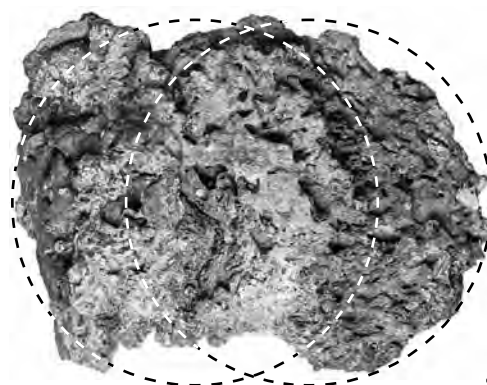
Calottes avec bulbe	Valeur moyenne (3 pièces)		Valeur moyenne (3 pièces)*		Trait caractéristique	nb	%
nombre total	3	conservation (%)	85	longueur (cm)	13,7	bourrelet	0 -
% des calottes classées	2,7	poids réel (g)	935	largeur (cm)	12	charbons	0 -
poids total (kg)	2,8	poids estimé (g)	1115	épaisseur (cm)	7,6	concavité	1 33,3
% des calottes classées	4,7	densité	2,5	longueur/largeur	1,14	convexité	1 33,3
poids total estimé (kg)	3,3			longueur/épaisseur	1,83	quille	3 100
% des calottes classées	2,5			largeur/épaisseur	1,62	vitrification	0 -
						surface fluide	2 66,7
						surface rouillée	1 33,3
						trace de paroi	0 -

b

	<250 g	251-500 g	501-1000 g	1001-2000 g	> 2000 g	Total
nombre	0	0	2	1	0	3
%	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0	100

c

Fig. 78 Les calottes avec bulbe. a : calotte CHE 002/11672 CO, zone d'activité de forge, bas foyer 1 (L. 12,4 cm; l. 11 cm). b : synthèse des données archéologiques. c : répartition par groupe de poids estimé.



a

Calottes non classées	Valeur moyenne (46 pièces)		Valeur moyenne (12 pièces)*		Trait caractéristique	nb	%
nombre total	46	conservation (%)	72	longueur (cm)	8,1	bourrelet	5 2,3
% des calottes classées		poids réel (g)	365	largeur (cm)	7,2	charbons	4 1,8
poids total (kg)	16,0	poids estimé (g)	505	épaisseur (cm)	3,6	concavité	3 1,4
% des calottes classées		densité	n.m.	longueur/largeur	1,13	convexité	3 1,4
poids total estimé (kg)	22,2			longueur/épaisseur	2,41	quille	2 0,9
% des calottes classées				largeur/épaisseur	2,20	vitrification	3 1,4
						surface fluide	3 1,4
						surface rouillée	1 0,5
						trace de paroi	11 5,1

b

Fig. 79 Les calottes non classées. a : calotte double, voire triple CHE 002/16843 CO, zone d'activité de forge, bas foyer 1 (L. 26,5 cm, l. 21 cm). b : synthèse des données archéologiques.

3.9.1.15 Synthèse archéologique et analytique des calottes

Au sein des scories en forme de calotte, douze types ont pu être distingués, soit 11 % en nombre d'individus par rapport à Develier-Courtételle. La moitié d'entre eux sont trop faiblement représentés, entre un et huit individus, pour permettre une interprétation quantitative et qualitative fiable. Les calottes circulaires ont toutefois fait l'objet d'analyses, car elles ont été considérées comme caractéristiques du corpus. De plus, elles constituent un ensemble cohérent, au contraire des types fluide et concave pourtant représentés par un plus grand nombre de pièces. Les trois autres types analysés – aplati, déchiqueté et vitrifié – ont une fréquence légèrement plus importante, entre 10 et 22 individus. Ici encore, c'est leur aspect homogène du point de vue des critères établis qui a guidé ce choix.

Compte tenu du fait que le poids des calottes est nettement plus faible dans ce corpus, ce sont surtout les rares très grandes pièces qui se trouvent isolées: seules trois calottes pèsent plus de 2 kg, dont deux n'ont pas pu être attribuées à un type précis

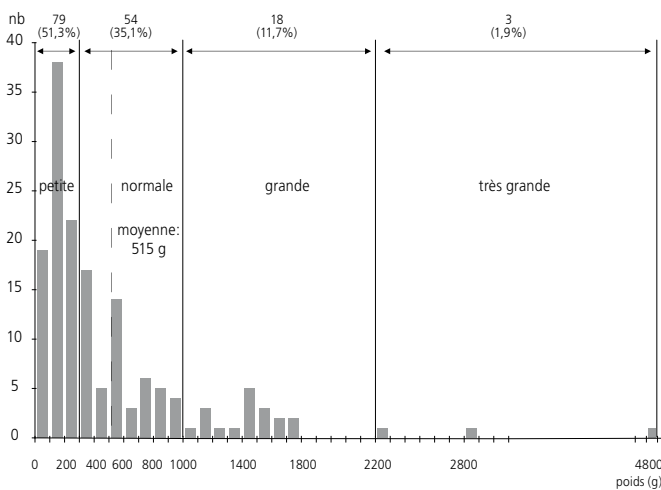


Fig. 80 Classes de calottes en fonction du poids estimé.

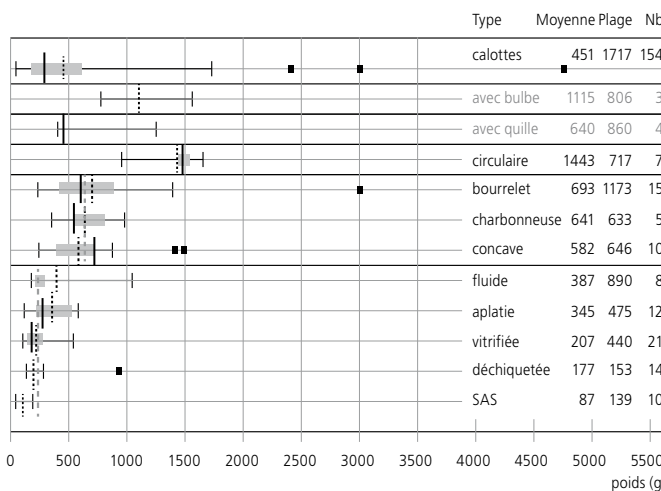
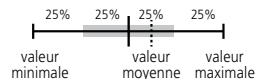
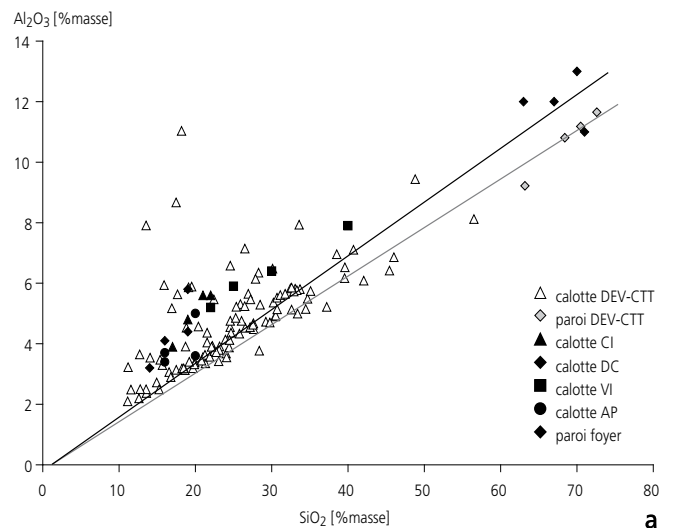


Fig. 81 Variation du poids estimé des calottes par type (adaptée d'après Eschenlohr et al. 2007, fig. 59). Les types avec bulbe et avec quille ne figurent qu'à titre indicatif; l'unique calotte convexe n'apparaît pas.

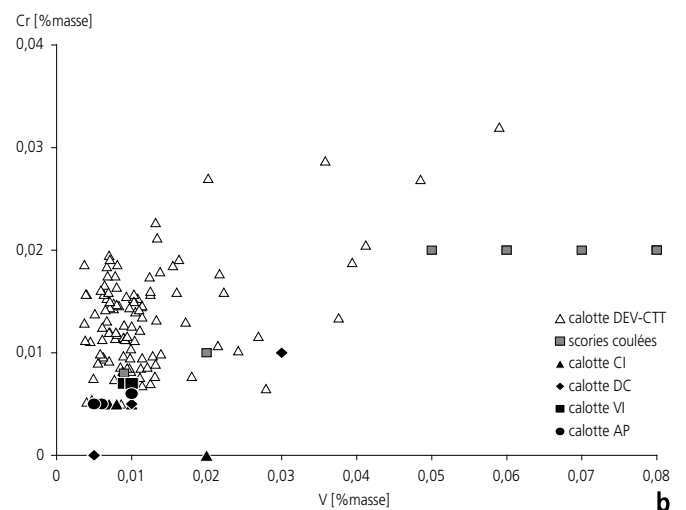


(fig. 80 et 81). Quelque 28,6% des pièces conservées à 50% ou plus n'ont pas été attribuées à un type. Bien que le poids n'a pas été un critère de classification, les groupes constitués de pièces de petite taille (voire très petite), normale (ou moyenne) et grande, semblent cohérents au sein même du corpus de Lai Coiratte. Compte tenu de la taille assez modeste du corpus des calottes de Lai Coiratte, d'autres aspects métrologiques ne seront pas abordés, faute d'une base quantitative suffisante (Eschenlohr et al. 2007, p. 53-54).

La composition chimique des calottes de Lai Coiratte affiche une plus forte influence des scories de réduction qu'à Develier-Courtételle (fig. 82a et b). Sur ce dernier site, la composition chimique d'une grande partie des calottes est influencée de manière prédominante par la paroi de bas foyer (fig. 82a: triangles sur ou proche de la ligne indiquant la relation directe entre ces deux catégories), alors qu'à Lai Coiratte, seules deux calottes sont en contact avec la ligne correspondante (fig. 82a). Ainsi, 31% des calottes ont un rapport SiO_2/Al_2O_3 similaire à celui de la paroi de bas foyer, tandis qu'à Lai Coiratte, seuls 12%



a



b

Fig. 82 Chevenez-Lai Coiratte et Develier-Courtételle (DEV-CTT). a: comparaison des teneurs en SiO_2 et en Al_2O_3 des parois de bas foyer et des scories en forme de calotte (relation indiquée par une ligne droite pour chaque site). b: comparaison des teneurs en V et en Cr des scories en forme de calotte, avec intégration des scories de réduction.

affichent un rapport similaire. Le développement continu de la composition des calottes vers des rapports plus faibles est frappant à Develier-Courtételle. A Lai Coiratte, il existe une rupture entre le rapport de la paroi de bas foyer et celui des valeurs plus faibles qu'affichent les calottes (fig. 82a).

L'interprétation des teneurs en vanadium et en chrome, très basses, est plus difficile. A Develier-Courtételle, le chrome domine le vanadium dans beaucoup de calottes, ce qui n'est jamais le cas à Lai Coiratte. Ceci est à nouveau directement lié à la paroi de bas foyer : à Develier-Courtételle, elle contient presque deux fois plus de chrome que de vanadium, tandis qu'à Lai Coiratte, elle en contient à peu près autant. Dans les scories de réduction de Chevenez, on trouve trois à quatre fois plus de vanadium que de chrome. Par conséquent, toutes les calottes affichent un excédent de vanadium ; le rapport V/Cr le plus bas se rencontre pour les calottes du type vitrifié avec 1,4.

Les bilans de masse montrent que les calottes aplaties comportent la plus petite part de scorie de réduction, mais la plus grande de métal (fig. 83). Ce type de calottes est le seul qui puisse être mis en relation avec le compactage de l'éponge de fer. Les calottes circulaires et déchiquetées sont les plus fortement influencées par l'expulsion des scories. Enfin, celles avec vitrification comportent beaucoup de paroi de bas foyer (la couche SAS) et davantage de cendres de charbon de bois. Les résultats des bilans de masse et les comparaisons des rapports $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ et V/Cr concordent ; toutes les calottes analysées chimiquement montrent des traces d'expulsion de la scorie de l'éponge de fer (deux exceptions sur seize pièces analysées).

Calotte	Métal oxydé +	Parois +	Cendres +	Scories	Total
Vitrifiée	42	37	6	15	100
Circulaire	55	21	4	20	100
Déchiquetée	61	18	2	19	100
Aplatie	65	22	3	10	100

Fig. 83 Bilan de masse des quatre types de calottes analysés montrant les quantités des différents matériaux qui les composent. En gris : les composants distinctifs de chaque type.

Sur les vingt calottes qui peuvent être évaluées, 70% ont un rapport avec l'expulsion de la scorie (attribution de quatorze pièces fondée sur la composition chimique), 20% témoignent du compactage de l'éponge de fer (quatre pièces comportent des couches de métal) et seulement 10% attestent le forgeage ordinaire (attribution de deux pièces basée sur la composition chimique). Ceci contraste avec la situation de Develier-Courtételle, où environ 45% des calottes ont un rapport avec le forgeage, et où le compactage de l'éponge de fer est aussi plus important (37% des calottes ; Eschenlohr et al. 2007, p. 55-56).

3.9.2 Les déchets riches en fer

Dans le contexte particulier de l'atelier sidérurgique de Lai Coiratte, les déchets riches en fer mais informes ne peuvent pas être attribués aux opérations de réduction ou de postréduction sans le recours aux analyses (fig. 84).



Fig. 84 Eponge de fer? (CHE 001/4846 CO ; L. 10,3 cm ; l. 7,4 cm ; ép. 4,3 cm).

3.9.2.1 Les déchets métalliques

Emmanuelle Evéquo

Au cours des investigations archéologiques, de nombreuses scories tant de réduction que de postréduction ont été recueillies, confirmant le fonctionnement du site comme lieu de production et de travail du fer. Dans ce chapitre, l'étude se concentrera sur les rejets métalliques qui représentent 58,8% en nombre et 61,1% en poids du mobilier métallique en fer. Dans le cas de Lai Coiratte, l'ensemble de la chaîne opératoire du travail du fer a été mise en œuvre *in situ*. Par conséquent, des fragments métalliques directement liés à la production de fer s'ajoutent aux rebuts métalliques traditionnellement récoltés dans une forge, rebuts pouvant résulter aussi bien d'objets fabriqués par les ateliers que d'outils utilisés par les forgerons ou d'instruments amenés afin d'y être réparés (Anderson et al. 2003, p. 77-81). Dans les faits, une telle distinction s'avère impossible en l'absence d'analyses métallographiques, malheureusement indisponibles au moment de la rédaction de cette étude⁵⁷. La compréhension du mobilier en fer, très endommagé, est donc d'autant plus délicate que sa conservation se révèle très partielle⁵⁸. Les déchets recueillis semblent toutefois essentiellement résulter d'objets élaborés et/ou réparés sur le site (fig. 85a).

Les déchets métalliques ont été classés en trois catégories : déchets ferreux, chutes, ébauches et/ou ratés (fig. 85b).

Les déchets ferreux

Ces rejets, très riches en fer et de forme non définie, sont probablement dus au travail de raffinage et de compactage de l'éponge dans les bas foyers ; leur provenance de la phase de production ne peut toutefois pas être exclue. Ils se distinguent par la présence de charbon de bois sur la surface, encroûtée de résidus scorifiés et de battitures (fig. 86) ; d'autres morceaux sont empreints de traces d'outils qui se rapportent à la découpe du métal (fig. 87, ici sans doute au moyen d'un tranchet).

Les chutes

Comme dans d'autres ateliers de forge du Haut Moyen Age, à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007) ou au Runde Berg bei Urach (Reutlingen, D ; Koch 1984), ainsi qu'en contexte

Type	nb		Poids g		%	Type	nb		Poids g		%	Catégorie	nb		Poids g		%
		%		%				%		%				%		%	
Déchets ferreux	18	8,6	358	13,6		Déchets ferreux	18	13,8	358	22,3		Nodules	19	19,4	322	29,7	
Déchets de forge	112	50,2	1249	47,5		Chutes	98	75,4	1083	67,4		Bandes	16	16,3	87	8	
Objet usuel	93	41,7	1023	38,9		Ebauches / ratés	14	10,8	166	10,3		Tiges	19	19,4	78	7,2	
Total	223	100	2630	100		Total	130	100	1607	100		Barres	6	6,1	77	7,1	
												Tôles	29	29,6	289	26,7	
												Plaques	9	9,2	230	21,3	
												Total	98	100	1083	100	

Fig. 85 Mobilier métallique en fer. a: répartition des déchets et des objets (chap. 3.11.6). b: répartition des déchets. c: répartition des chutes.

romain à Châbles (Anderson et al. 2003), la majeure partie des résidus métalliques exhumés se rattache à la catégorie des chutes⁵⁹ (fig. 85b).

Les chutes de fer se répartissent selon leurs caractéristiques morphologiques : nodules, bandes, tiges, barres, tôles et plaques (fig. 85c). Les nodules, la forme la plus importante en poids, rassemble des fragments de fer informes plus ou moins travaillés et trop mal conservés pour être classés dans l'un des autres types. Les bandes se caractérisent par une forme et une section rectangulaires, ainsi qu'une épaisseur comprise entre 0,1 et 0,4 cm (pl. 7.1-13). Deux pièces sont à signaler pour leurs traces de découpe ; la première marquée de coups de ciseau sur son pourtour (pl. 7.3), la seconde se distinguant par une bavure du métal à son extrémité (pl. 7.11). Les tiges sont tantôt de section ronde (pl. 7.14,18), tantôt de section quadrangulaire (pl. 7.15,17). Parfois, leur extrémité en biseau trahit un geste de découpe par écrasement (pl. 7.16), sur un coin de l'enclume à l'aide d'un marteau, alors qu'une terminaison à coupure nette implique l'utilisation d'un ciseau droit, d'un tranchet ou d'une tranche (Duvauchelle et Agustoni 2002, p. 261-262). Les observations révèlent que ces deux techniques de travail ont coexisté dans ces ateliers. Les barres ont une section quadrangulaire d'une épaisseur supérieure ou égale à 0,6 cm, elles sont généralement marquées par des traces de martelage et peuvent présenter une extrémité en biseau (pl. 7.20) ; leur occurrence est rare. Finalement, les tôles sont constituées de morceaux de fer, martelés, d'une épaisseur moyenne de 0,1 à 0,2 cm. Le plus souvent plates, leur découpe peut être de forme indéfinie, quadrangulaire ou encore arrondie. Quelques-unes semblent avoir été volontairement incurvées (pl. 8.1,4-6,12) ou repliées sur elles-mêmes (pl. 8.1,2,7). Quelques pièces ont vraisemblablement été

brûlées dans le bas foyer (pl. 8.1,4-5,8-11). La séparation entre tôles et plaques (non restaurées et non dessinées) repose essentiellement sur leur épaisseur, plus importante pour les plaques. Ces derniers exemples montrent que la différenciation nette entre tôles ou plaques et objets abandonnés en cours de fabrication est très délicate. Ces catégories pouvant se recouper, l'appellation tôle doit donc être prise ici avec certaines précautions.

Les ébauches et/ou ratés

Le dernier type de déchets métalliques rassemble les ébauches et/ou ratés. Un forgeron expérimenté percevra immédiatement sous son marteau les caractéristiques d'un métal trop dur, trop cassant ou trop chauffé, voir brûlé ou déchiré, et rejettera la pièce. Ces anomalies, le plus souvent imperceptibles à l'œil nu, sont peu aisées, voire impossibles à détecter pour un œil non exercé ou en l'absence d'analyses métallographiques (Anderson et al. 2003, p. 130). Nous avons donc délibérément choisi de les présenter conjointement.

Quatorze pièces peu identifiables ont été regroupées dans cette catégorie, soit 10,8% des déchets métalliques, pour un poids total de 165 g ou 10,3% (fig. 85b). La première est une simple tige vrillée (pl. 8.13) qui semble avoir été rejetée en raison d'une déchirure, de même qu'un possible aiguillon (pl. 8.21 ; Anderson et al. 2003, p. 131-132 et 185), alors qu'un fragment de tôle présente une perforation accidentelle (pl. 8.17). Un disque de tôle percé en son centre présente l'amorce d'une tige quadrangulaire (pl. 8.18). Cette particularité suggère l'extrémité d'un élément d'attache similaire à celui exhumé dans les fouilles du Runde Berg (Koch 1984, pl. 16.13), les dimensions et la morphologie des deux pièces sont en tous points comparables. Son rejet, de même que celui d'un clou à tête rectangulaire (pl. 8.23), paraissent devoir être imputés à une cassure en cours de travail⁶⁰. D'autres fragments portent des résidus de brasure et ont sans doute brûlé dans le foyer du forgeron (pl. 8.19-20). Enfin un défaut de qualité de la matière travaillée

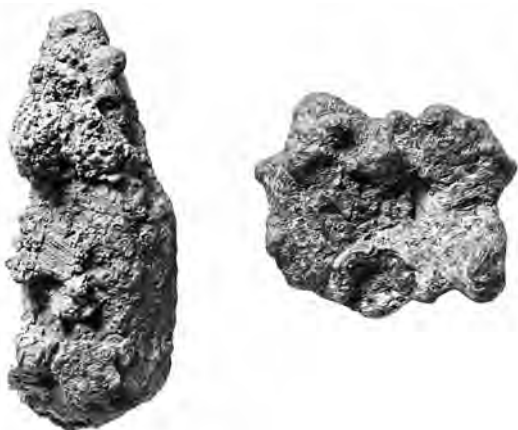


Fig. 86 Déchets ferreux encroûtés de résidus scorifiés et de battitures (CHE 001/2359, 002/6707 CO).



Fig. 87 Déchets ferreux portant des empreintes d'outils (CHE 002/5940, 6668 CO).

peut être invoqué pour l'abandon en cours de fabrication d'un second aiguillon (pl. 8.22) ainsi que d'un possible ferret (pl. 8.16). Plusieurs pièces de morphologie et de dimensions similaires ont été retrouvées en Allemagne du Sud, dans une tombe masculine de Dittenheim (Haas-Gebhardt 1998, pl. 10.15.4) et à proximité de la cuisse droite d'un individu masculin dans la tombe 207 de Saffig (Mayen-Koblenz, D; Melzer 1993, p. 187 et pl. 42.16). W. Melzer suggère une pince à épiler; au Runde Berg, deux rivets de fixation, implantés au sommet d'un fragment analogue, permettent de l'identifier comme un ferret (Koch 1984, p. 223 et pl. 5.27). Si l'objet de Lai Coiratte demeure énigmatique, son interprétation comme pince à épiler est séduisante étant donné l'absence de perforation ou de rivet de fixation. Sa forme parfaitement rectangulaire cadre cependant mal avec un tel objet dont les meilleurs parallèles se rattachent au type 322 de R. Legoux, attribué à la fin du 6^e-début 7^e siècle ap. J.-C., mais dont la forme est plus trapézoïdale (Legoux et al. 2004). En revanche, la morphologie des ferrets de harnachement rectangulaires mis en évidence au Runde Berg sont très semblables à la pièce de Lai Coiratte. Et malgré l'absence d'un système de fixation, sans doute en raison du rejet de l'objet en cours de fabrication, cette hypothèse d'interprétation nous paraît devoir être privilégiée. Cette pièce serait donc à rattacher à la période mérovingienne tardive, soit entre 630-640 et 720 ap. J.-C.

3.9.2.2 Les scories riches en fer ou groupés Catalogue analytique n^{os} 50 à 55

Les 1855 fragments classés dans la catégorie des scories riches en fer représentent 1682 pièces individuelles pour un poids de 32,8 kg, correspondant à 5 % des déchets scorifiés mis au jour à Lai Coiratte.

La difficulté de l'attribution de ces déchets a déjà été évoquée auparavant (chap. 3.4). En l'absence de données plus concluantes apportées par le biais de la répartition spatiale, seule l'étude analytique peut déceler des indices probants en faveur d'une attribution à la production ou au travail du fer (chap. 3.14.2).

Les données analytiques

Marianne Senn (analyse chimique et interprétation)
et Barbara Guénette-Beck (analyse métallographique)

Six groupés ont été analysés du point de vue chimique et métallographique. Une pièce a la forme d'une calotte (cat. 50); il s'agit probablement d'un agglomérat issu d'un foyer de forge.

Une autre constitue un bloc partiellement anguleux avec des faces clairement aplaties (cat. 55). Les quatre autres morceaux ont une morphologie plutôt irrégulière (cat. 51 à 54), cat. 53 comportant toutefois des surfaces aplaties par martelage. Toutes les pièces sont constituées à plus de 75 % de métal. Pour cat. 50 (surface couverte de scorie), cat. 51 (partiellement constitué de scorie), cat. 52 (surface localement scorifiée) et cat. 54 (partiellement enrobé de scorie), la scorie s'est vraisemblablement fixée de manière secondaire. Cette présence de scorie se limite à des inclusions que pour cat. 53; cat. 55 ne contient pas d'inclusions de scorie. La wustite est présente dans la scorie pour cat. 51 à 54. A Lai Coiratte, la wustite n'a été constatée que dans les scories en forme de calotte (chap. 3.9.1.2 à 3.9.13).

Toutes les pièces ont un lien avec le forgeage (morphologie, fixation de la scorie, présence de wustite). Cinq morceaux sont à considérer comme déchets. Seul cat. 53 est un groupé quelque peu travaillé. Trois pièces sont des déchets en raison de la qualité non malléable du métal: cat. 51 (constituée partiellement de fonte), cat. 52 (composée d'acier hypereutectoïde), cat. 55 (un acier hypoeutectoïde comportant des inclusions de stéatite et de soufre, ces dernières provoquant des grandes hétérogénéités de dureté). Pour cat. 50 et 54, la scorie qui recouvre partiellement la surface suggère une interprétation comme déchet.

La composition chimique permet de les interpréter comme suit (fig. 88). Deux pièces peuvent être corrélées avec le groupe de référence de Develier-Courtételle: cat. 51 et 52, composés respectivement de fonte et d'acier hypereutectoïde. Le métal contenu dans la calotte cat. 33 fait également partie de ce groupe. Toutefois, ce groupe de référence ne comporte qu'une pièce de fonte, toutes les autres ayant été exclues comme données aberrantes. Le métal contenu dans les scories à Develier-Courtételle n'a pas non plus été retenu dans le groupe de référence. Ceci permet de supposer que la composition chimique différente de la fonte et du métal contenus dans de la scorie à Chevenez-Lai Coiratte n'est pas caractéristique du métal transformé et travaillé sur place. Fer et acier, partiellement travaillés (cat. 53 et 55), sont par contre riches en phosphore à Lai Coiratte, ce qui les distingue clairement du groupe de référence de Develier-Courtételle; cat. 54 semble être composé d'un second type de métal travaillé sur place à Lai Coiratte (fig. 88).

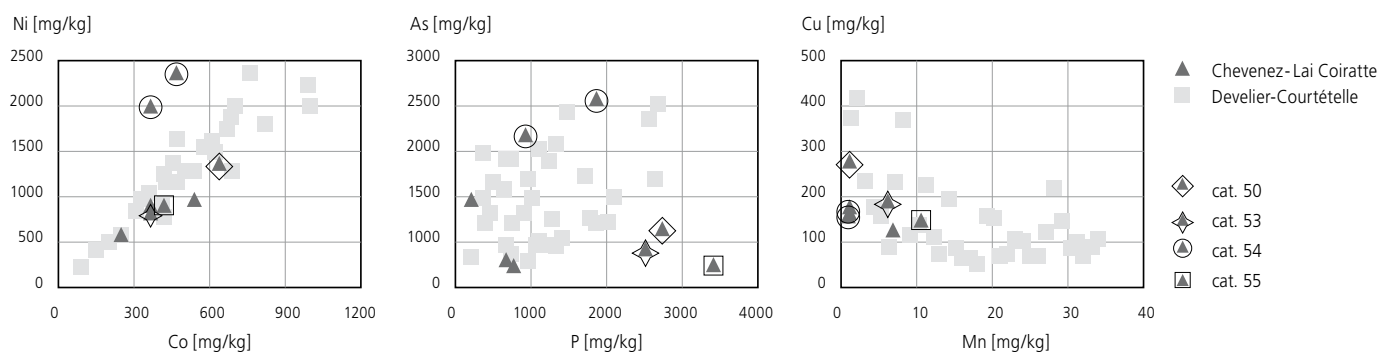


Fig. 88 Composition chimique du métal dans les groupés de Chevenez-Lai Coiratte et de Develier-Courtételle (méthode LA-JCP-MS).

3.9.3 Les autres catégories

3.9.3.1 Les battitures

(ne figurent pas au catalogue)

Un essai de tri des battitures dans les refus de tamis provenant d'un bas foyer de raffinage et/ou de forgeage a montré de très importantes quantités – dans un contexte médiéval jurassien – de ces déchets métalliques, tant lamellaires que globulaires et surtout scoriacées, par rapport au volume de sédiment dont elles sont issues (fig. 89 et 90)⁶¹. Une regrettable et considérable erreur de gestion de ces refus de tamis a toutefois entraîné la perte de la quasi-totalité des refus de tamis de la maille de 1 mm constituant une part prépondérante de ces déchets. Ceci a pour conséquence l'impossibilité de comparer la quantité des battitures dans les différentes structures afin de confirmer leur fonction primaire, voire leur emploi, ou d'évaluer avec précision l'importance réelle du travail sur la base de la quantité de battitures, comme proposé à Châbles (Anderson et al. 2003, p. 169) et à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, p. 168).

Notre observation se limite donc à la confirmation que la structure Bfy1 est assurément un bas foyer avec une très faible présence de battitures, et que cette présence est bien marquée dans les structures proches Af2 et Bfy2/Af1, la première étant à considérer comme une aire de forgeage, la seconde ayant peut-être eu la double fonction de bas foyer et d'aire de forgeage. D'un point de vue quantitatif, on peut relever qu'au total un peu plus d'un kilogramme de battitures – lamellaires, globulaires ou scoriacées – a été prélevé dans les sédiments échantillonnés et tamisés. L'information de localisation a été perdue pour un quart de ce matériel, qui ne comprend que des battitures lamellaires (239 g) et globulaires (33 g). Compte tenu des proportions entre les battitures scoriacées (80,4%), les battitures lamellaires (16,3%) et les battitures globulaires (3,3%), il semble évident que la perte s'élève à au moins 40%, équivalant à 540 g sur 1360 g de battitures au total.



Fig. 89 Battitures lamellaires en vrac provenant de la maille de 1 mm.



Fig. 90 Battitures globulaires en vrac provenant de la maille de 1 mm.

3.9.3.2 Les parois de bas foyer

Catalogue analytique n^{os} 56 à 59

Quelque 986 fragments constituent 964 pièces individuelles de paroi de bas foyer pour un poids total de 11,1 kg. Soit environ 12% du poids des parois de bas fourneau et un peu moins que le poids des fragments non attribués (chap. 3.4.3 et 3.8.6). Le poids moyen d'une pièce est de près de 12 g, ce qui constitue le 44% du poids moyen d'une pièce de paroi de bas fourneau et un peu plus que la moyenne des pièces de paroi non attribuées (10,6 g).

Parmi des éléments de paroi provenant du bas foyer 2, il convient de relever l'usage répété de fragments de scorie concassés comme dégraissant (fig. 91); ce phénomène n'a jamais été observé parmi les parois de bas foyer de Develier-Courtételle. L'hypothèse la plus probable semble être que des fragments de scorie de réduction ont servi à ce recyclage: l'absence de telles pièces dans le périmètre du hameau de la vallée de Delémont expliquerait alors simplement la différence constatée entre les deux sites.

Cinq pièces fragmentées montrent l'amorce d'une ouverture aménagée sans autre complément de construction afin d'amener l'air dans la zone de combustion du bas foyer. Cette ouverture peut être appelée trou à vent ou trou à soufflet (fig. 92a et b). Le diamètre se situe entre environ 20 mm et 25 mm. Cette observation est corroborée par l'empreinte d'un trou à vent relevée à l'extrémité proximale d'une calotte avec bourrelet dont le diamètre est d'environ 25 mm (fig. 72a).

Telle qu'évoquée précédemment, la distinction macroscopique entre paroi de bas fourneau et paroi de bas foyer a été, en général, relativement aisée à effectuer (chap. 3.8.6). Lors de la classification, la localisation du fragment examiné n'a pas été prise en considération, afin d'éviter une argumentation circulaire⁶². Plus de 4 kg représentant quelque 320 fragments de paroi en provenance de la zone d'activité de forge n'ont ainsi pas été attribués d'emblée à l'étape opératoire de la postréduction⁶³.

Du point de vue analytique, les parois de bas foyer se distinguent très bien de celles du bas fourneau (fig. 54). Ainsi, les éléments



Fig. 91 Paroi de bas foyer (CHE 002/16970 CO, remontage de six fragments). Provenance: zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1. Face extérieure, l. 13,5 cm, h. 8,5 cm, poids 180 g. Présence répétée de fragments de scorie concassée, employés en tant que dégraissant (cercles); face extérieure.

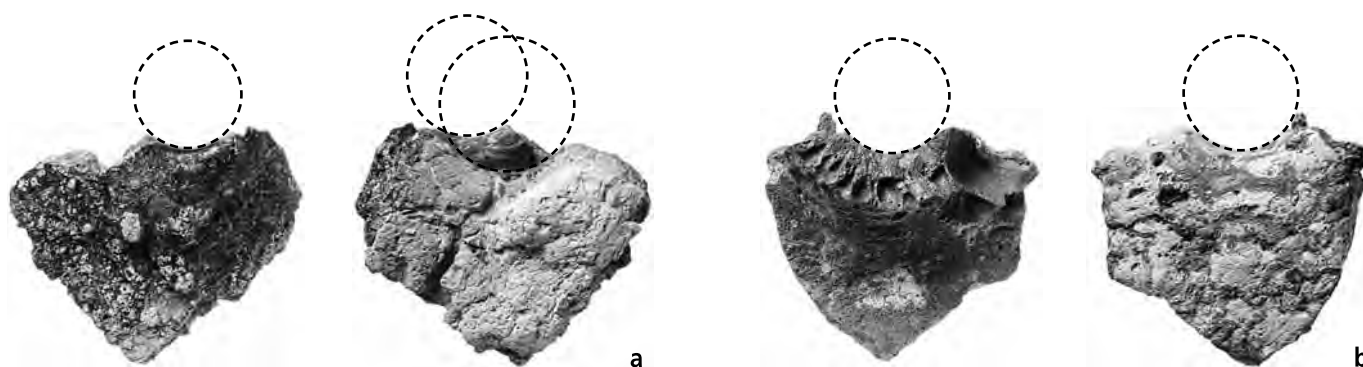


Fig. 92 Amorces de trou à vent. a : fragment de paroi de bas foyer CHE 002/17335 CO, zone d'activité de forge, bas foyer 1. Amorce d'un trou à vent (diam. \pm 21 mm); sur la face extérieure (par rapport au centre du foyer), on observe la présence d'un premier trou dont le diamètre a été plus grand (25 mm) et le centre légèrement décalé. b : fragment de paroi de bas foyer CHE 002/15959 CO, zone d'activité sud-est, fond de cabane 2. Amorce d'un trou à vent, traces d'arrachement d'une calotte ou de percée du trou visible (diam. \pm 21 mm; prof. 27 mm).

de construction entourant le bas foyer de raffinage ou de forgeage contiennent en moyenne 20 % d' Al_2O_3 , de moins que ceux constituant la paroi du bas fourneau. Autrement dit, la paroi de bas foyer est, en comparaison, plus riche en sable que celle du bas fourneau, parce que la part d'alumine y est plus faible⁶⁴. En second lieu, on constate que le rapport K/CaO varie lui aussi entre les deux types. La paroi de bas fourneau ne contient que 44 % de la quantité de CaO retrouvée dans les parois de bas foyer analysées. Les rapports K/CaO sont de 1,5 pour le bas foyer et de 3 pour le bas fourneau; le rapport Si/Al est, lui, de 5 pour le bas foyer et de 4,1 pour le bas fourneau.

Par ailleurs, des différences mineures existent au niveau des éléments traces. La paroi de bas foyer contient du zinc en faible quantité, mais plus de tout d'yttrium. On peut se demander si le léger changement de composition entre la paroi de bas fourneau et la paroi de bas foyer s'expliquerait par un ajout plus important de sable à l'argile de la paroi de bas foyer et aussi par une plus forte influence chimique des cendres de charbon de bois. Comme le calcium est l'un des principaux constituants – et le zinc l'un des plus importants éléments traces – de la cendre, ceci paraît tout à

fait plausible. Le quartz modifié à haute température – la cristobalite – se retrouve dans deux des échantillons étudiés. Dans les deux cas, ceci plaide en faveur de la liquéfaction de la paroi de bas foyer, entraînant par la suite sa scorification. Du point de vue chimique, il n'existe aucun indice d'un mélange de petits fragments de scorie comme observé lors de l'étude archéologique (voir *supra*).

3.9.3.3 Les scories d'aspect coulé (ne figurent pas au catalogue)

Sans contribution analytique, une partie des scories en forme de calotte d'aspect coulé – provenant généralement de l'extrémité distale de ce type de déchet – ne peut guère être identifiée dans un volume de déchets donné, d'autant plus que ce dernier comporte une part prédominante de scories coulées issues de la réduction.

Dans le contexte spécifique de l'atelier étudié, l'attention s'est focalisée sur les scories coulées « classiques », déchets de l'opération de réduction. Les pièces coulées douteuses, c'est-à-dire dont l'attribution à l'étape productive ou épurative n'a pas été possible, n'ont de ce fait pas été retenues lors de l'échantillonnage en vue des analyses.

Structure	Tamis	N° terrain	N° séd.	Poids g	Poids analysé g	Poids analysé %	Sapin blanc	Erable	Hêtre	Frêne	Chêne	Conifère	Feuillus	Indét.	Total	Taxon
Af2	15	38	124	0,5	0,5	100			1		8	1		1	11	2
	22	39	125	0,45	0,45	100	3		1		6				10	3
	23	40	126	0,1	0,1	100					3			1	4	1
	21	36	127			100					1				1	1
	18	35	128	0,22	0,22	100					4	1		2	7	1
	17	30	129	0,13	0,13	100					3			2	5	1
	19	29	130			100					2				2	1
	20	32	131	0,18	0,18	100			1	1	7				9	3
	16	31	132	0,22	0,22	100					6	1		1	8	1
						Total	3		3	1	40	3		7	57	1,6
Bfy2 / Af1			144	2,3	0,7	30	2		10		31	7			50	3
			145	3,7	1,6	43	1	2	2	1	89	1	3	1	100	5
			146	0,43	0,39	91		1	1	3	41	2	2		50	4
			148	1,2	0,4	33		1	2	2	42	1	2		50	4
			150	2,6	1,8	69	2	3	1	1	57	1	1	4	70	5
			153	9,2	3,7	40	2	1	2		93	2			100	4
		154	10,9	4,4	40		3	2	1	92	2			100	4	
						Total	7	11	20	8	445	16	8	5	520	4,1
						Total (%)	1,3	2,1	3,8	1,5	85,6	3,1	1,5	1,0	100	
Af3	41	6	142	0,41	0,31	76	4				20	7		4	39	3
	40	7	143	0,76	0,49	64	1		8		31	6	1	3	50	3
						Total	5		12		51	13	1	7	89	3,0
						Total (%)	5,6		13,5		57,3	14,6	1,1	7,9	100	
Bfy1	1	5	157	0,59	0,59	100				3	24				27	2
		24	164	7	6	86		1	1	5	85	1	1	6	100	4
						Total	1	1	8	109	1	1	6	127	3,0	

Fig. 93 Essences déterminées à partir des charbons issus des ateliers de forge.

Il n'est donc pas possible d'extraire les scories d'aspect coulé formées lors de l'expulsion de la scorie résiduelle au moment de l'épuration de l'éponge de fer, bien qu'il doive en subsister un certain nombre dans le corpus de déchets.

Pour les critères distinctifs du point de vue analytique, le lecteur voudra bien se reporter aux données fournies dans le contexte du site contemporain de Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, p. 66-68).

3.9.3.4 Les charbons de bois des bas foyers

Des échantillons de charbon de bois ont été prélevés dans des structures liées à l'étape de la postréduction (Bfy1, Af2, Bfy2/Af1 et Af3) en vue de l'analyse anthracologique⁶⁵. Comme indiqué précédemment, les données disponibles pour l'étape de la réduction sont lacunaires, le remplissage de l'emplacement du bas fourneau n'ayant livré que très peu de restes de charbon de bois.

Au total, 793 fragments de charbon en provenance de quatre des cinq foyers ou aires de forge ont été analysés (Bfy1, Af2, Bfy2/Af1 et Af3, fig. 93). Plus de 81 % ont été déterminés comme étant du chêne; les quatre autres essences – le hêtre, le frêne, le sapin blanc et l'érable – se partagent les 19% restants avec quelques fragments de conifères, de feuillus, ainsi que des indéterminés. Aucune autre essence n'atteint toutefois une fréquence de 5% (le hêtre affiche 4,5%).

Quoique très partiel, le spectre anthracologique du bas fourneau est similaire à celui des ateliers de forge: l'écrasante domination du chêne efface dans les deux cas la faible présence des quelques autres essences. Dans le contexte de l'atelier de Lai Coiratte, l'altitude du site (457 m) en est certainement la principale raison. Toutefois, les faibles quantités de sapin blanc peuvent étonner: ce bois semble avoir été tout particulièrement apprécié en contexte de forge pour sa réaction rapide à l'allumage et durant la combustion⁶⁶.

Dans le contexte régional, les essences arboréennes déterminées contrastent aussi avec celles reconnues dans les niveaux d'occupation protohistoriques, comme la forge laténienne de Chevenez-En Vaillard où le sapin blanc constitue les 50%, suivi du hêtre à 26% (Deslex et al. 2010, p. 65).

Le grand nombre d'analyses anthracologiques effectuées sur une centaine d'ateliers de production du fer dans le district du Jura central suisse tend à démontrer que le choix des essences employés lors du charbonnage se fait en fonction de critères techniques (qualité intrinsèque du bois choisi) dans un environnement naturel existant (altitude du lieu, degré de forestation, etc.). S'il est vrai que les autres besoins en bois des habitants proches d'un atelier devaient entrer en ligne de compte, ce facteur influencerait probablement davantage la qualité du bois choisi (plutôt des branchages que des segments de tronc, p. ex.) qu'une sélection des essences. Ce dernier critère semble se faire sentir dans le contexte médiéval plus tardif, où l'on a finalement recours à toutes les essences encore disponibles aux environs d'un atelier donné (Eschenlohr 2001, p. 36-40).

3.10 Synthèse sur l'activité métallurgique

Ludwig Eschenlohr
avec la collaboration de Marianne Senn

Le bon état de conservation des déchets métallurgiques, sur une surface d'environ 400 m² au sein même de la zone fouillée, permet d'esquisser une image assez complète des activités qui s'y sont déroulées. Plusieurs points faibles ternissent toutefois ce tableau:

- le peu de minerai dans la part du corpus attribuée à la phase productive; ce manque est en partie compensé par le fait que, sur la base des analyses, l'emploi exclusif du minerai pisolithique est attesté;
- la faible quantité globale des scories coulées (déchets également propres à la réduction du minerai de fer), en comparaison avec le volume plus important des résidus de postréduction; au sein même de ce petit ensemble, le nombre de remontages effectués est cependant considérable et indique que ces déchets ont été retrouvés en place;
- le très mauvais état de conservation de l'emplacement du bas fourneau et de ses alentours, ce qui rend très difficile une interprétation précise de cette structure⁶⁷. Les analyses archéomagnétiques confirment par ailleurs que les quelques éléments constructifs dégagés se trouvent pour la plupart en position secondaire par rapport au moment où ils ont subi leur premier impact de chaleur. L'importante rubéfaction du cercle extérieur de plaques calcaires plaide pour une dernière utilisation en tant que bas foyer, ce qui rend très délicate, en l'état, la vérification de tout autre emploi antérieur. Le grand nombre de fragments de paroi de bas fourneau identifiés dans l'amoncellement des déchets démontre toutefois qu'un tel bas fourneau a bel et bien existé dans cet atelier. Il n'est pas exclu que cet appareil se soit trouvé à l'emplacement de la structure appelée «bas fourneau», mais les indices permettant d'être affirmatif sont à notre avis trop ténus.

Ces trois observations amènent à s'interroger sur la représentativité de l'échantillon des déchets métallurgiques issu de la fouille par rapport à l'ensemble initial des rebuts produits dans cet atelier⁶⁸.

3.10.1 Calcul de production

Malgré les limites énoncées, on peut admettre que le métal transformé et travaillé dans l'atelier y a aussi été produit. Il est donc possible de poser une équation, basée sur une estimation du nombre d'opérations de postréduction et de réduction (fig. 94 et 95), en tenant toutefois compte de certaines considérations:

- le NMI de calottes à Lai Coiratte est de plus ou moins 150 pièces et leur poids moyen est d'environ 500g (chap. 3.9.1.1 et fig. 61);
- 70% des calottes analysées témoignent de l'expulsion de la scorie de l'éponge de fer brute. Il est donc raisonnable de postuler que 150 calottes sont le produit de 100 opérations d'épuration et, par déduction, de réduction dans le bas fourneau (chap. 3.9.1.15);
- en admettant l'hypothèse que le NMI de calottes constitue, dans le meilleur des cas, le 50% du corpus originel de cette catégorie, le nombre d'opérations de réduction double également et serait de 200⁶⁹ (voir *infra*);

- le poids moyen d'une calotte de Lai Coiratte est à peu près la moitié de celui d'une calotte de Develier-Courtételle. A notre avis, les éponges produites dans le bas fourneau de Lai Coiratte étaient donc de plus petite taille que celles (déjà prénettoyées) amenées à Develier-Courtételle. On ne peut toutefois pas exclure que l'éponge issue du bas fourneau de Lai Coiratte ait été épurée en plusieurs morceaux : cela signifierait que l'on souhaitait fabriquer des objets de plus petites dimensions (voir *infra*);
- en corollaire, on peut formuler l'hypothèse que le volume de scories coulées par opération de réduction a dû être inférieur à celui de Boécourt-Les Boulies (30 kg au lieu de 50 kg). Par souci de clarté, le calcul a été effectué à partir des deux poids (fig. 94).

Les résultats obtenus sont les suivants (fig. 95) : 30 kilogrammes de scories coulées par opération de réduction achevée donnent un poids total de scories coulées de 3 tonnes. Ceci implique que moins de 10% des scories coulées ont été conservées ou retrouvées : où sont donc passés les plus de 90% restants? Même en admettant qu'une partie de la production épurée dans les forges de Lai Coiratte vienne d'ailleurs – par exemple d'un atelier ajoutot proche – une production minimale sur place engendrerait 1,5 tonne de scories coulées issues d'une cinquantaine d'opérations de réduction, ce qui signifierait toujours qu'un peu plus de 80% des scories coulées n'ont pas été retrouvées dans la zone fouillée. Dans les trois autres cas de figure (entre 5 et 10 tonnes de déchets), la part des scories coulées récoltées diminue encore de 4 à 6,5%. Une estimation du volume de déchets produit à Lai Coiratte basée sur 200 opérations, à savoir six tonnes environ, implique que ce ferrier aurait une importance à peu près équivalente à celle de l'atelier de Boécourt-Les Boulies (Eschenlohr et Serneels 1991, p. 105).

Peut-on donc conclure de ces observations qu'une grande partie des résidus scorifiés de la phase productive ait été emportée, laissant sur place un petit échantillon bien cohérent? Paradoxalement, le grand nombre de remontages réussis au sein même du petit amas de scories met en évidence toutes les pièces manquantes : les coulures reconstituées dans leur intégralité sont en effet peu nombreuses. Si l'absence d'une dernière coulée issue d'une dernière opération dans un bas fourneau – peu importe qu'il s'agisse de la structure appelée « bas fourneau » ou pas – peut expliquer en partie ce phénomène, il n'en demeure pas moins que des parties importantes de scories coulées liées à des fragments retrouvés font défaut dans le corpus⁷⁰.

Deux éléments peuvent contribuer à expliquer cette situation : la configuration de la fouille – une bande de terrain large de 30 m au plus – et une couche archéologique conservée de faible extension. Comme celle-ci tend à disparaître à l'intérieur de la bande fouillée

Estimation 1	nb	%
Poids minimal de scories (kg)	3000	100
Nombre d'opération	100	
Scories coulées conservées	280	9,3
Manque		90,7
Estimation 2		
Poids minimal de scories (kg)	6000	100
Nombre d'opération	200	
Scories coulées conservées	280	4,7
Manque		95,3
Estimation 3		
Poids minimal de scories (kg)	5000	100
Nombre d'opération	100	
Scories coulées conservées	280	5,6
Manque		94,4
Estimation 4		
Poids minimal de scories (kg)	10000	100
Nombre d'opération	100	
Scories coulées conservées	280	2,8
Manque		97,2

Fig. 95 Estimation de la part des scories coulées conservées dans la partie fouillée de l'atelier (le poids minimal des scories est repris de la figure 94).

(hormis vers l'ouest), c'est plutôt ce deuxième aspect qui explique la conservation très partielle du petit corpus de déchets bien en place.

Si l'on approfondit ce raisonnement, il semble évident qu'une partie des déchets de postréduction – dont la majorité a été retrouvée, avec les structures de combustion associées, dans un secteur où la couche archéologique est mal conservée – ait également disparu. En conséquence, l'estimation de la quantité des deux types de déchets, fondée tout d'abord sur ceux issus de la postréduction, devrait être revue. Toutefois, conscient du fait qu'il ne s'agit ici que d'un ordre de grandeur et qu'une estimation valable du volume global initial de déchets scorifiés est trop hasardeuse, nous nous en tenons à l'argumentation développée plus haut.

3.10.2 Fonctionnement de l'atelier

Les éponges du bas fourneau ont été nettoyées sur place, dans les foyers de forge regroupés à l'ouest de l'espace de production (chap. 3.14). En effet, les calottes de Lai Coiratte montrent une plus forte influence de la scorie de réduction dans leur composition alors que celle de la paroi de bas foyer est moindre, contrairement à ce qui a été observé pour les calottes de Develier-Courtételle (chap. 3.9.1.15). On peut donc en déduire qu'une part très importante des calottes de Lai Coiratte témoigne de l'expulsion de la scorie de l'éponge de fer brute sortie du bas fourneau, et que ces opérations se sont déroulées de manière suivie sur place, à la différence de Develier-Courtételle où, de toute évidence, les éponges, nettoyées au préalable, ont été travaillées dans les forges du hameau.

	NMI	Poids moyen (kg)	Poids total (kg)	Opération d'épuration (nb)		Opération de réduction (nb)	Poids total de scories		
							à 30 kg / op.	à 50 kg / op.	
Calottes	150	0,5	75	50	100	150	100	3000	5000
	300	0,5	150	100	200	300	200	6000	10000

Fig. 94 Estimation du nombre d'opération de réduction, ainsi que du volume de déchets issus de la réduction, à partir du NMI de calottes et du nombre d'opérations de réduction (point de départ : une calotte provient d'une opération d'épuration, chaque opération d'épuration nécessitant au préalable une éponge de fer, donc une opération de réduction).

Le nettoyage de l'éponge étant l'activité principale attestée dans les bas foyers de forge de Lai Coiratte (70%), on remarque que les deux phases ultérieures, à savoir le compactage de l'éponge et le forgeage à proprement parler, ont été de moindre importance (20% et 10%; chap. 3.14.4). La situation était très différente à Develier-Courtételle, où le forgeage constitue la moitié de l'activité métallurgique⁷¹.

La taille globalement restreinte des calottes de Lai Coiratte a déjà été relevée (chap. 3.9.1.1). L'étude métrique de cette catégorie a montré que les pièces suffisamment bien conservées (75% au moins, 98 pièces des 154 individus constituant le NMI) ont une taille assez standardisée⁷². L'analyse chiffrée met en évidence que deux tiers des individus examinés ont un diamètre de 6 à 12 cm (fig. 96). En intégrant les plus petites pièces (diamètre inférieur à 6 cm), le regroupement se précise: quatre cinquièmes ont un diamètre maximal de 12 cm, tandis que le cinquième restant présente un diamètre de 12 à 18 cm. Bien que le poids ne soit pas un critère constitutif, il a été analysé dans les deux groupes: dans celui des calottes à diamètre inférieur ou égal à 12 cm, la fourchette du poids oscille entre 50 et 400 g; 10% de ces pièces (soit huit individus) pèsent plus de 400 g. Le poids de quinze des vingt calottes dont le diamètre oscille entre 12 et 18 cm varie entre 750 g et 1750 g (deux pièces sont plus légères que la limite inférieure, trois autres plus lourdes que la limite supérieure indiquée).

Ces quelques données chiffrées semblent mettre en évidence deux grands groupes de calottes aux dimensions distinctes. Peut-on en déduire qu'il existait au moins deux types de bas foyers de forge? L'état de conservation des structures empêche d'apporter une réponse claire. Deux autres considérations sont à intégrer dans la réflexion: la première est que la faible présence de traces de paroi de bas foyer sur les calottes ne permet pas d'établir une corrélation directe entre le diamètre des calottes et celui de la structure dans laquelle ce déchet s'est formé⁷³. La seconde est que la taille de cette catégorie de déchet est tributaire de la quantité de métal travaillé, ainsi que de l'étape de la chaîne opératoire: épuration, compactage ou forgeage. En effet, ces opérations engendrent des quantités différentes de résidus d'aspect variable (plus ou moins de scorie et/ou de métal plus ou moins travaillé). Cela implique que des calottes de dimensions similaires ne donnent pas a priori d'indication sur la taille du bas foyer dans lequel elles se sont formées.

Malgré les restrictions, il n'en demeure pas moins qu'une calotte épouse au cours de sa formation la morphologie de la structure dans laquelle elle s'accumule⁷⁴. Une majorité de ces déchets témoigne de l'expulsion de la scorie, ce qui parle pour une relative homogénéité du processus mis en œuvre. Si l'on suppose

Diamètre (cm)	Part du corpus	Fourchette du poids des pièces
<= 6	± 1/8	50 g à 150 g (8% >)
<= 12	± 4/5	50 g à 400 g (10% >)
>6 - <= 12	± 2/3	75 g à 400 g (12% >)
>12 - <= 18	± 1/5	750 g à 1750 g (10% < - 15% >)

Fig. 96 Présentation des gabarits standard des calottes.

que l'éponge ainsi travaillée, à sa sortie du bas fourneau, était d'une taille plus ou moins égale, il en résulte que la morphologie «standardisée» des calottes de Lai Coiratte reflète malgré tout le diamètre approximatif du fond des bas foyers où elles se sont formées: entre 12 et 18 cm, environ.

Un dernier élément manquant soulève encore des questions: aucun fragment de tuyère⁷⁵ n'a pu être mis en évidence dans le périmètre fouillé. A ce jour, les deux seuls ateliers jurassiens du Haut Moyen Age ayant fait l'objet d'investigations en ont livré plusieurs fragments: à Boécourt-Les Boulies plus d'une trentaine d'individus ont été récoltés et à Corcelles-La Creuse (BE) un sondage limité en a tout de même révélé quelques fragments. Pourquoi ne trouve-t-on pas ces pièces à Lai Coiratte? Trois hypothèses peuvent être formulées:

- le bas fourneau pour la réduction du minerai de fer a été chauffé par ventilation naturelle, à travers une ouverture frontale et grâce à un appel d'air à travers la cheminée;
- les fragments de tuyères n'ont pas été conservés dans la zone ouverte par la fouille, soit parce qu'ils ont été rejetés ailleurs, soit parce qu'ils ont été détruits entre le moment de leur abandon et celui de leur mise au jour;
- le bas fourneau comporte des ouvertures permettant d'introduire l'embouchure d'une soufflerie sans emploi d'une pièce intermédiaire. Ce genre de fourneau est connu en contexte médiéval à Schaffhouse⁷⁶ (Beck et Senn 2000, p. 268).

La première hypothèse obligerait à considérer d'une nouvelle manière la sidérurgie ancienne du Jura central suisse durant le Haut Moyen Age. Si l'on compare les caractéristiques observées à Lai Coiratte avec celles décelées sur l'atelier médiéval de Lajoux-Envers des Combes⁷⁷, le procédé technique mis en œuvre semble être tout à fait différent. A Lajoux, l'opération de réduction se déroule dans un bas fourneau qui fonctionne assurément à tirage naturel. La différence entre les résultats analytiques des déchets provenant des deux sites invalide toutefois, à notre avis, cette première hypothèse.

L'approche analytique d'un fragment de paroi de bas fourneau de Lai Coiratte soutient l'idée d'une soufflerie artificielle (cat. 29). La présence de cristobalite indique en effet qu'une très haute température devait localement être atteinte à un moment donné, lors de l'opération de réduction dans cet appareil (au moins 1470°C sont nécessaires à la formation de ce minéral). Il est difficilement imaginable qu'une telle température puisse être obtenue à l'aide du seul effet de cheminée dans un bas fourneau à tirage naturel. Cette considération nous renvoie alors à la seconde ou à la troisième hypothèse. Il faut alors soit admettre la disparition ou la destruction totale, dans la zone fouillée, de tout morceau ayant appartenu à une tuyère, soit que des ouvertures étaient aménagées dans la paroi pour le dispositif de soufflerie sans présence de véritable tuyère. Comme la preuve par l'absence n'en est pas véritablement une, le paradoxe reste entier et la question ne peut être vraiment tranchée.

3.11 Le mobilier archéologique

Ursule Babey et Emmanuelle Evéquo
avec des contributions de Gisela Thierrin-Michael et Jean-Pierre Mazimann

3.11.1 La céramique

Ursule Babey
avec la collaboration de Gisela Thierrin-Michael

3.11.1.1 Présentation générale du corpus

Toutes périodes confondues, le corpus brut des céramiques de Chevenez-Lai Coiratte compte 829/828 tessons⁷⁸, dont 439 sont datés du Haut Moyen Age (fig. 97). Sur la base de la présence d'un bord, on dénombre 58 individus (NMI). Un nombre important de fragments ont disparu, ne permettant de reconstituer que trois profils complets; de plus, le poids moyen du tesson atteint 8,3 g, indiquant un taux de fragmentation relativement fort, dû à la faiblesse de l'enfouissement des vestiges en général d'une part, aux travaux agricoles modernes et à l'action de l'eau de surface dans cette zone inondable d'autre part. La présente étude aborde principalement les céramiques médiévales, en lien avec les structures du site archéologique, la description des vestiges céramiques protohistoriques, romaines et modernes étant présentée plus sommairement à la fin du chapitre.

3.11.1.2 La céramique du Haut Moyen Age

Le premier objectif de l'étude des céramiques médiévales vise à déterminer leur lieu de fabrication le plus exactement possible dans le but d'approfondir les connaissances sur les échanges commerciaux à l'échelle régionale. Grâce aux données acquises récemment sur d'autres sites proches – Develier-Courtételle (Marti et al. 2006) et Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître) – il devient en effet possible de qualifier macroscopiquement les pâtes et d'en déterminer ainsi une région de provenance. Le premier critère de classement est donc le type de pâte.

Le deuxième objectif est d'ordre chronologique. Il s'agit de dater les pièces par comparaison avec des récipients provenant de sites archéologiques localisés si possible dans un périmètre allant de l'est, du nord ou du centre de la France au sud de l'Allemagne, sans oublier le nord de la Suisse et la chaîne jurassienne. Au-delà, en effet, la validité des comparaisons est limitée par le manque de connaissances sur le commerce à très longue distance de ce genre de biens à l'époque mérovingienne.

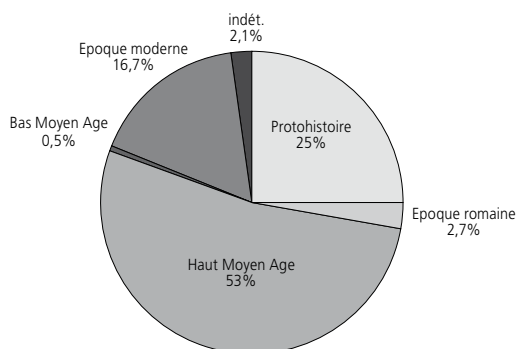


Fig. 97 Proportion des céramiques par époque (% NR).

Types de pâtes : techniques de fabrication, provenances et fourchettes chronologiques

En préambule, il est important de dire que nous avons repris la nomenclature des pâtes définie pour Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, p. 15-38), complétée par celle de Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître). Comme nous le verrons par la suite, la composition du vaisselier diffère d'un site à l'autre, ce qui explique l'absence à Chevenez des pâtes 2, 3a, 3b, 3d, 3e et 8 de Develier-Courtételle ainsi que celle des pâtes 3f, 3g et 9 de Courtedoux.

Les pâtes fines (groupe 1) constituent un groupe de céramiques tournées comprenant plusieurs sous-groupes définis en fonction de la taille et de la quantité de leurs inclusions, mais indépendamment de la couleur de leur surface qui peut être fumigée ou non. A Lai Coiratte, trois sous-groupes sont représentés : 1a, 1b et 1c. Le sous-groupe 1a se caractérise par des inclusions tellement fines qu'elles restent imperceptibles à l'œil nu. Le sous-groupe 1b s'en distingue par un toucher de savon gras. Des inclusions visibles macroscopiquement sans peine constituent la particularité des pâtes réunies sous l'appellation 1c. Toutes les pâtes fines définies dans la région sont tournées, sans exception. Selon les analyses effectuées sur les céramiques de ce type (Thierrin-Michael 2006), chacun de ces sous-groupes étant subdivisé en ensembles de composition chimique différente, il est difficile de préciser leur provenance de manière simple. Une partie des individus en pâtes 1a pourraient avoir été fabriqués dans la région, alors que des importations sûres se trouvent parmi ceux en pâte 1c (Marti et al. 2006, p. 35-36). Le toucher savonneux du sous-groupe 1b indique une pâte calcaire pour la fabrication de laquelle la région dispose des ressources nécessaires : toutes ou une partie d'entre elles pourraient donc être de fabrication locale ou régionale. Les pâtes fines se placent dans la continuité des productions romaines de vaisselle de table et perdurent, d'une manière générale, jusqu'à la fin du 7^e siècle.

Les céramiques rassemblées sous l'appellation de pâtes orange (groupe 3) forment également un groupe hétérogène constitué de plusieurs sous-groupes en fonction de la nature et des différences granulométriques de leurs inclusions. Leurs points communs sont la couleur, qui varie du jaune-beige à l'orange foncé, voire au rougeâtre, résultat d'une cuisson en mode A, et le montage par tournage. Leurs origines sont multiples, puisque certaines proviennent de façon assurée de la région de Sevrey (Saône-et-Loire, F) ou de la vallée de Delémont, et que d'autres n'ont pas encore de provenance déterminée (voir *infra*). Selon la répartition actuellement connue de ces céramiques, la plupart proviennent de la région Bourgogne-Franche-Comté, mais la récente découverte d'un atelier de potier avec four et poteries orange des 5^e et 6^e siècles à Pratteln (BL) indique que d'autres provenances sont envisageables (Marti et Fischer 2011, p. 14-15). Malgré des conditions peu propices à la chronologie de ce groupe de céramiques essentiellement culinaires, il est possible d'affirmer qu'elles apparaissent vers 400 ap. J.-C. et qu'elles disparaissent vers 700 (Marti et al. 2006, p. 54-55). La céramique culinaire est en effet rarement placée dans les tombes comme mobilier funéraire, alors que ce type d'ensemble clos reste la manière la plus précise de dater

la céramique, grâce aux possibilités généralement plus exactes qu'offrent les autres catégories d'objets constituant le mobilier funéraire; la seule alternative possible reste alors de se baser sur la comparaison entre sites de consommation, raison pour laquelle un certain flou persiste malgré la multiplication des études ces dernières années.

La pâte dite sableuse (groupe 4) se caractérise par un dégraissant sableux abondant et bien trié (Marti et al. 2006, p. 66-70), ainsi que par un façonnage au tour. Elle a été définie dans la région bâloise (*sandige Drehscheibenware*), où elle a été produite dans plusieurs ateliers situés à Reinach, Therwil et Oberwil⁷⁹. Cette céramique remplace la céramique rugueuse, dont elle reprend dans un premier temps le répertoire formel, après 600 ap. J.-C. Elle se maintient durant les 7^e et 8^e siècles, puis est à son tour remplacée après 800 (Marti et al. 2006, p. 66). Elle s'est répandue surtout autour de Bâle, jusqu'en Argovie et à Zurich, ou encore à Develier-Courtételle; à ce jour, le site de Chevenez-Lai Coiratte constitue ainsi, avec celui de Courtedoux-Creugenat, l'attestation la plus occidentale de cette céramique.

Les céramiques tournées à pâte claire d'Alsace (groupe 5) présentent des couleurs allant du beige clair au jaune foncé (Châtelet 2002). Leur production semble concentrée sur deux sites: Soufflenheim, en Alsace du nord, et un endroit indéterminé dans le nord du Pays de Bade (Châtelet et al. 2005). Cette céramique ne se répand dans la région bâloise qu'à partir du milieu du 7^e siècle et plus tardivement encore, au dernier tiers du 7^e siècle, dans l'arrière-pays (Marti et al. 2006, p. 71). Sa répartition couvre la Suisse septentrionale, les sites de Develier-Courtételle, de Courtedoux-Creugenat et de Chevenez-Lai Coiratte étant les représentants les plus méridionaux actuellement connus.

Le groupe 6 (pâtes «exotiques») ne présente pas de caractéristiques typiques ni constantes: il s'agit d'un conglomérat de pâtes représentées par de très petits corpus, insuffisants pour en tirer quelque conclusion que ce soit au niveau de la provenance ou du répertoire formel.

Enfin, la céramique micacée (groupe 7) se distingue facilement de toutes les autres par son dégraissant micacé et son montage mixte, résultant d'un assemblage aux colombins et d'une finition à la tournette (Châtelet 1993; Châtelet 2002, p. 51-56, 200). Il s'agit d'une production du sud de l'Alsace. Apparue vers 600 dans sa contrée d'origine, elle semble se répandre rapidement dans la région bâloise et dans la vallée de Delémont (Marti et al. 2006, p. 74-75).

De l'examen du corpus altomédiéval, en tenant compte uniquement des proportions des différentes pâtes en fonction du nombre minimum d'individus, une première tendance chronologique se dégage (fig. 98). Les groupes de céramiques les plus anciens (pâtes orange du groupe 3, représentées par 60% des individus, et celui des pâtes fines du groupe 1 représentées par 23% des individus)⁸⁰ sont en effet largement majoritaires, alors que l'ensemble des pâtes plus récentes (4, 5 et 7) n'est représenté que par 17% des individus.

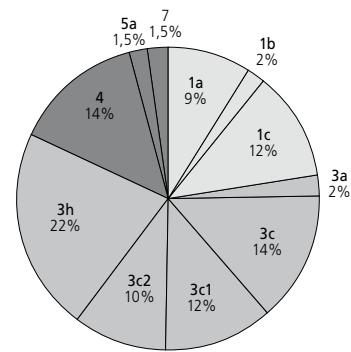


Fig. 98 Proportion des différents groupes de pâtes du Haut Moyen Age (% NMI).

En comparaison avec Develier-Courtételle et Courtedoux-Creugenat pour le groupe de pâtes orange, il s'agit du plus fort taux enregistré jusqu'ici, révélant des échanges commerciaux suivis avec le flanc ouest du Jura (Bourgogne, notamment). En revanche, si le groupe des pâtes fines paraît en retrait, cela ne signifie pas forcément que le site n'a été occupé qu'en fin d'utilisation de ce type de céramiques, soit au 7^e siècle⁸¹. Pour ce type de pâte, 23% est un très fort taux de représentation, seulement atteint par la zone d'activité 4 de Develier-Courtételle⁸². La forte représentation de la céramique fine dans les contextes du Haut Moyen Age semble donc une constante dans les sites jurassiens, démontrant, selon R. Marti, une forte influence romaine. En revanche, le taux de pâte sableuse 4 est le plus faible de la région avec 14% (35% à Develier-Courtételle, 19,2% à Courtedoux-Creugenat). Il est difficile d'interpréter ce faible taux de céramique sableuse importée de la région bâloise, car il y peut y avoir plusieurs causes à ce constat: soit une raison chronologique, ce qui voudrait dire que le site a été abandonné peu après l'adoption de cette nouveauté importée à partir de la première moitié du 7^e siècle, soit une raison économique-politique dans laquelle interviendrait l'idée de l'éloignement du lieu de consommation par rapport au lieu de production. Ces deux facteurs peuvent également se combiner. Enfin, les récipients les plus récents importés d'Alsace en pâte claire 5 ou en céramique micacée 7 ne sont représentés qu'à titre anecdotique, à l'instar des deux autres sites utilisés pour la comparaison.

Identification précise des importations céramiques de Sevrey au Haut Moyen Age: analyses pétrographiques et chimiques

Gisela Thierrin-Michael

Contexte, problématique et procédé

Le district de production potière mérovingienne du plateau de la Ferté, au nord de Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire, F), a fait l'objet de plusieurs campagnes de fouilles et d'études archéométriques depuis la première localisation d'ateliers de potiers à Sevrey lors de prospections en surface par S. Renimel dans les années 1970 (Renimel 1974; Mani 2005; Delor-Ahü et Simonin 2006). Grâce à ces travaux, la distribution de la vaisselle fabriquée dans cette région⁸³ a pu être tracée non seulement par des comparaisons typologiques (qui auraient tendance à en exagérer l'ampleur), mais aussi par des analyses de pâtes (compositions chimiques principalement) jusqu'à Lyon et Vienne au sud, jusqu'à Courtedoux-Creugenat et Develier-Courtételle au nord-est⁸⁴.

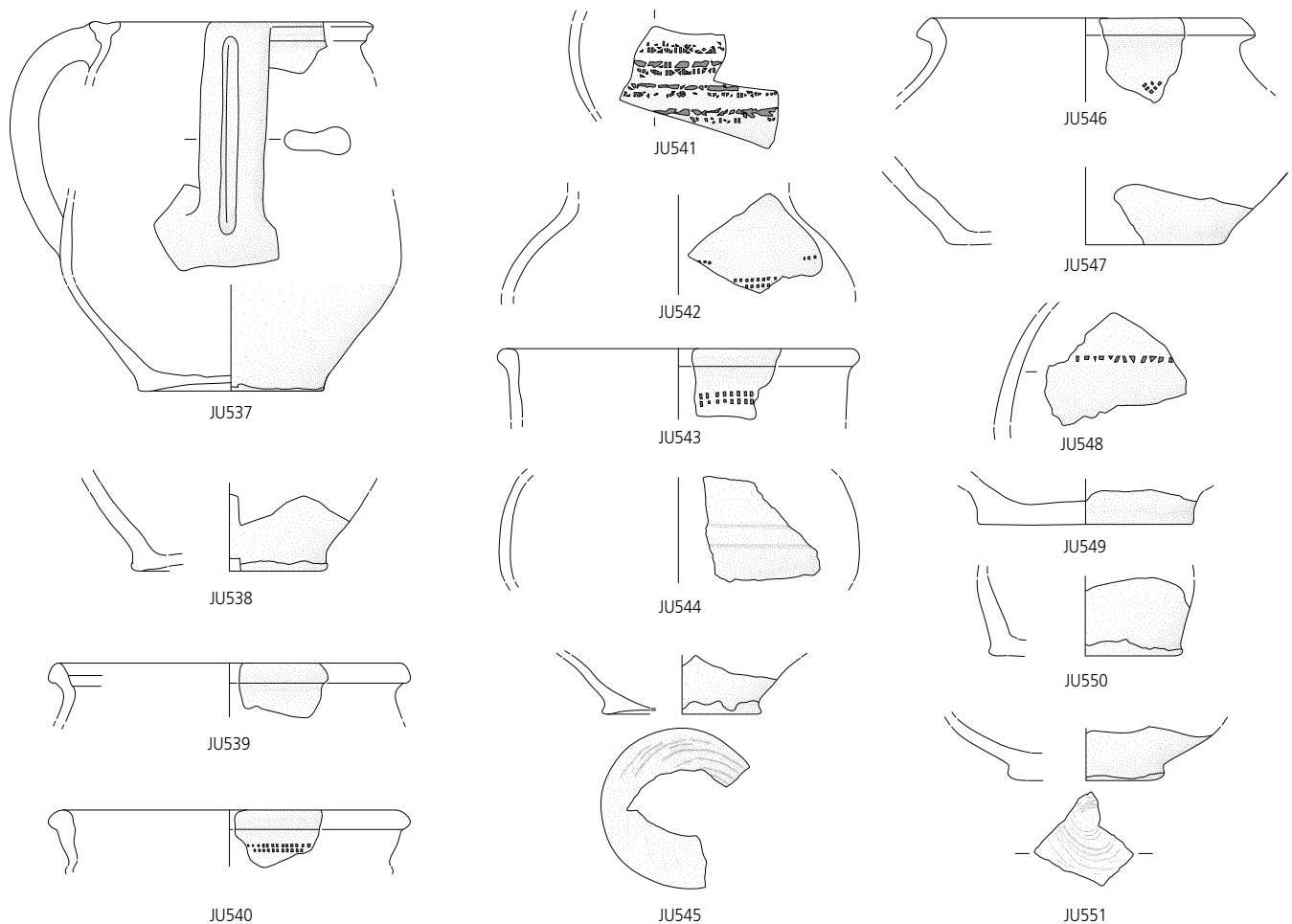


Fig. 99 Tessons de type Sevrey analysés.

Les analyses ont également montré que, bien qu'il s'agisse d'une production céramique importante, les potiers de la région de Sevrey n'ont pas été les seuls à fabriquer des céramiques de ce type. Il est cependant difficile, sans analyses, d'identifier les pièces de Sevrey et d'estimer correctement leur pourcentage dans le mobilier céramique des sites de consommation.

Dès le début de l'étude du mobilier céramique de Chevenez-Lai Coiratte, la ressemblance de l'éventail des pâtes avec celui de Courtedoux-Creugenat était évidente. Ce mobilier présente en effet grosso modo la même panoplie de céramiques, étudiée de manière approfondie par une série d'analyses à Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître). Cette série s'inscrit dans la suite des recherches effectuées sur la céramique du Haut Moyen Age dans le Jura, initiées par celles de Develier-Courtételle (Marti et al. 2006). Celles-ci ont révélé les provenances parfois lointaines d'une bonne part de la vaisselle de ces hameaux et ont permis d'établir une classification par l'examen macroscopique des pâtes. De cette manière, l'identification des céramiques de la région bâloise ou de l'Alsace est assurée; la détermination de l'origine des céramiques orange et fines reste cependant plus problématique. C'est dans ce contexte que le corpus de Lai Coiratte offre, par sa relative étroitesse, l'occasion de mieux appréhender la catégorie des céramiques orange et plus précisément la part attribuable aux productions de la région de Sevrey.

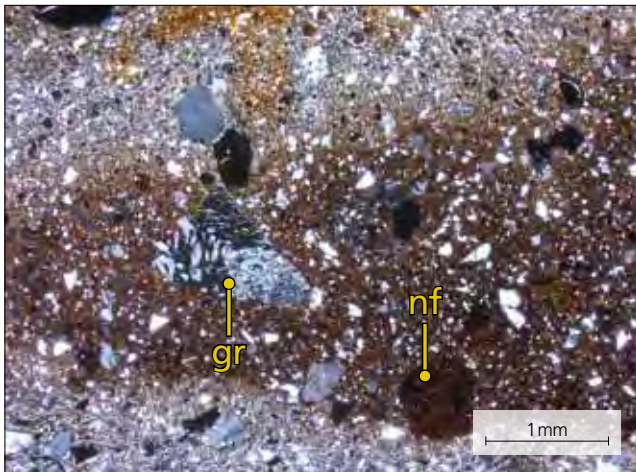
Les études précédentes ont montré que le groupe des céramiques orange est constitué de différents sous-groupes, qui ne se distinguent pas toujours de manière évidente à l'œil nu. L'un de ces sous-groupes correspond à la production maintenant bien définie de la région de Sevrey (Renimel 1974; Mani 2005; Delor-Ahü et Simonin 2006), les autres proviennent d'ateliers encore inconnus. Vu les difficultés de différencier de manière certaine à l'œil nu les pièces de Sevrey de celles de productions inconnues, le pourcentage d'importations de Sevrey n'a jamais pu être vérifié exactement. En analysant toutes les pièces du corpus céramique ressemblant macroscopiquement à cette production, il sera possible, d'une part, de connaître ce pourcentage pour Lai Coiratte, et, d'autre part, d'évaluer la précision de l'estimation faite pour les sites de Courtedoux-Creugenat et de Develier-Courtételle. Comme il s'agit d'un petit corpus, le nombre d'analyses nécessaires pour atteindre cet objectif est modeste: quinze tessons typologiquement significatifs répondent aux caractéristiques macroscopiques de la vaisselle produite à Sevrey (fig. 100) et constituent l'échantillonnage (fig. 99 et 101). Des analyses chimiques, pétrographiques et minéralogiques ont été effectuées. Le résultat de la comparaison de ces données avec le groupe de référence de la région de Sevrey⁸⁵ et avec les analyses des céramiques des deux autres sites jurassiens attribuées à Sevrey est discuté plus loin (Marti et al. 2006; Babey et Thierrin-Michael in Deslex et al., à paraître).



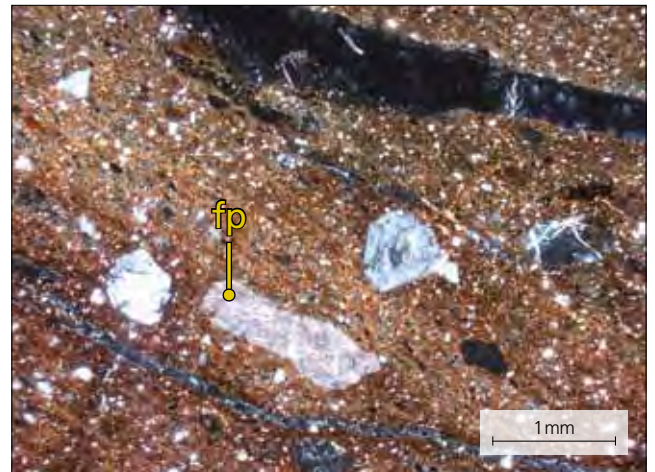
1a



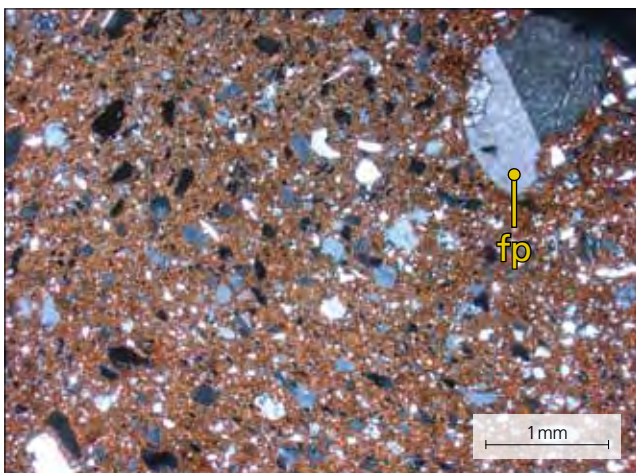
2a



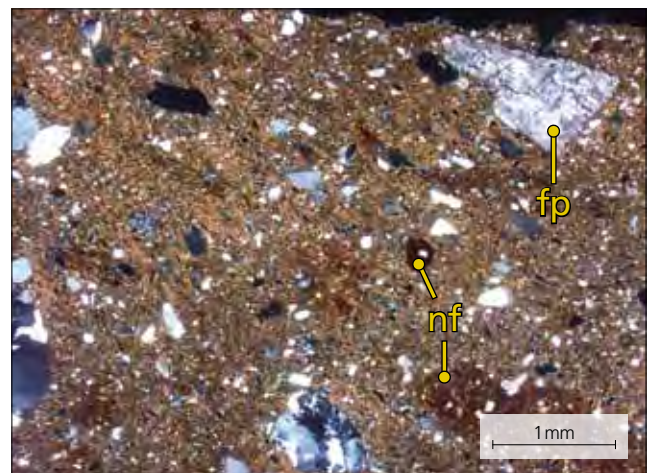
1b



2b



3a



3b

gr : fragment de granite à structure graphique ; nf : nodule ferrugineux ; fp : feldspath potassique.

1a : pâte typique (JU543), vue macroscopique.

1b : détail d'un tesson à pâte typique (JU543), vue microscopique.

2a : pâte moins typique (JU544), vue macroscopique.

2b : détail du tesson à pâte moins typique (JU544), vue microscopique.

3a : détail d'un autre tesson à pâte typique et à matrice anisotrope (JU546), vue microscopique.

3b : détail d'un échantillon de référence (SEV46), vue microscopique.

Fig. 100 Vues macroscopique et vues microscopique sous polariseurs croisés.

Description pétrographique et chimique

Des caractéristiques pétrographiques des quinze échantillons, il ressort qu'ils se ressemblent par le cortège de leurs inclusions où seuls varient les quantités de mica, jamais très fréquent dans les échantillons, ou de fragments de granite, ainsi que la présence ou non de quelques minéraux lourds (fig. 101). Les grains granitiques, souvent légèrement métamorphisés ou à texture micrographique, sont relativement peu fréquents même dans les échantillons où ils sont présents, ce qui est le cas également des minéraux dans la rubrique « autres » (fig. 100). Dans tous les échantillons, le quartz constitue l'inclusion de loin la plus abondante et le feldspath potassique apparaît en grains grossiers, généralement perthitiques⁸⁶ et altérés. La quantité estimée d'inclusions se tient, avec une exception, dans une fourchette entre 30 et 35 % volume. Ce sont donc des céramiques riches en inclusions. Ceci ne se voit pas vraiment macroscopiquement, car la part des inclusions fines, imperceptibles à l'œil, est considérable. La grande quantité d'inclusions se ressent par contre au toucher rêche des tessons.

A une exception près, la distribution de la taille des grains est sériale, c'est-à-dire que nous ne voyons pas de césure entre les grains les plus fins et les plus grossiers. Selon M. Maggetti (1982), ce type de distribution granulométrique signale l'utilisation d'un sédiment naturel sans adjonction de dégraissant par les potiers. L'échantillon JU544, au taux d'inclusions le plus faible de l'échantillonnage, possède par contre une structure paraissant plutôt hiatale, avec une matrice aux inclusions fines et quelques grains plus grossiers (fig. 100). La matrice n'apparaît complètement isotrope dans aucun échantillon ; la plupart d'entre eux montre au contraire une matrice très anisotrope (fig. 100).

En ce qui concerne les compositions chimiques, nous constatons d'abord que quatre échantillons (JU540, JU543, JU544 et JU548) possèdent des taux de P_2O_5 supérieurs à 1 % poids et trois autres (JU547, JU550 et JU551) des taux entre 0,5 et 1 % poids (fig. 102)⁸⁷. Ces valeurs, supérieures aux teneurs naturelles de P_2O_5 dans les sédiments (Koritnig 1978), signalent une certaine altération des tessons, survenue pendant l'enfouissement (ou l'utilisation). L'interprétation de ces analyses sera de ce fait moins fiable. Sinon, les compositions des quinze échantillons se ressemblent beaucoup : il s'agit de céramiques pauvres en CaO, riches en SiO_2 et en Zr, ainsi qu'en Al_2O_3 , avec des teneurs basses à moyennes en fer (exprimé en Fe_2O_3) et plutôt basses pour tous les autres éléments majeurs, sauf K_2O . Les fourchettes des valeurs de Fe_2O_3 , de MnO et de V sont assez larges ; celles d'autres éléments ferrophiles, comme Cr et Ni, restent plus serrées.

Comparaison au groupe de référence des ateliers autour de Sevrey

La production de Sevrey est définie chimiquement par un très grand nombre d'analyses, garantissant une représentation adéquate. L'étude pétrographique, plus sommaire, n'a porté que sur une partie des échantillons examinés chimiquement. C'est pourquoi la comparaison se focalise sur l'aspect chimique. Le groupe de référence utilisé est celui présenté par C. Mani (2005), comportant des céramiques des ateliers de Sevrey, de Givry et de La Charmée, augmenté par des analyses effectuées après publication, sur des échantillons de l'atelier dit des Tupiniers à Sevrey (Delor-Ahü et Simonin 2006). Un sous-groupe à haute teneur en P_2O_5 , jugé altéré, a été éliminé. Du groupe des 87 échantillons restants, sept analyses ont été écartées en raison de valeurs extrêmes en Fe_2O_3 (supérieures à 7% poids), en K_2O (inférieures à 1,6 ou supérieures à 5% poids) ou en Al_2O_3 (inférieures à 12% poids).

Analyse	Catalogue (planche)	Granulométrie (% matrice - diam. max. en mm)				Inclusions			Autres, remarques
		Sériale	Hiatale	Quartz	Feldspath potassique	Mica	Granite		
JU537	2.1	70 - 1,7 (fp)		x	x	x	x	Nodules opaques noirs, fragments de roche indéterminée (volcanique ? et sédimentaire ?)	
JU538	2.17	65 - 1,2 (fp)		x	x	Peu	x	Epidote, fragment quartzite, opaques, nodules argileux à grain très fin, fragments de roche indéterminée (volcanique ? et sédimentaire ?)	
JU539	2.9	65 - 1,4 (quartz)		x	x	Peu	x	Opacques, nodules ferrugineux, plagioclase, épidote ?	
JU540	2.8	70 - 2,3 (granite)		x	Peu	Peu	x	Plagioclase, nodules argileux à grain très fin ; le plus grand fragment granitique est légèrement métamorphisé	
JU541	2.16	70 - 1,5 (granite)		x	x	Peu	x	Plagioclase, opaques, divers fragments roches	
JU542	2.13	70 - 0,7 (fp)		x	x	x	Peu	Epidote ; matrice hétérogène (trainées à matrice plus claire - moins ferrugineuse)	
JU543	2.7	65 - 1,4 (fp)		x	x	x	x (gr)	Nodules ferrugineux et nodules argileux à grain très fin	
JU544	2.11		80 - 1,6 (fp)	x	x	x		Nodules ferrugineux ; matrice ferrugineuse	
JU545	2.18	70 - 2,3 (quartzite)		x	Peu	x	x (gr)	Amphibole verte à légèrement roussie, plagioclase, peu d'opaques, peu de nodules ferrugineux, fragment de quartz métamorphisé (quartzite)	
JU546	2.10	65 - 1,5 (fp)		x	x	x	Peu	Amphibole verte à légèrement roussie, plagioclase, peu d'opaques, peu de nodules ferrugineux, fragment de quartz métamorphisé (quartzite)	
JU547	2.21	70 - 1,2 (granite)		x	x	x	x	Chert (quartz microcristallin), nodules argileux à grain très fin, matrice hétérogène (trainées à matrice plus claire - moins ferrugineuse), biotite et grains rouges indéterminés (biotite altéré ?)	
JU548	2.15	65 - 1 (quartz polycristallin)		x	x	x	Peu	Epidote, opaques, nodules argileux à grain très fin, biotite et grains rouges indéterminés (biotite altéré ?)	
JU549	2.19	65 - 3 (quartzite)		x	x	Peu	x	Plagioclase, amphibole fibreuse partiellement altérée, opaques et nodules ferrugineux	
JU550	2.3	70 - 1 (fp)		x	x	x	Peu	Plagioclase, nodules argileux à grain très fin, grain indéterminé vert (glauconie ?), opaques et nodules ferrugineux	
JU551	2.20	70 - 2,2 (gneiss)		x	x	x	x	Plagioclase, fragment gneiss, épidote, opaques, nodules argileux ferrugineux à grain très fin	

Diam. max. : diamètre de la plus grande inclusion (nature du grain à diamètre maximal) ; fp : feldspath potassique ; gr : granite à structure graphique.

Fig. 101 Tableau synthétique de l'analyse pétrographique.

N° analyse	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Zr	Sr	Rb	Zn	Cr	Ni	La	Ba	V	Ce	Y	Th	Pb	Cu	
JU537	0,74	5,69	0,935	3,55	67,05	20,16	0,77	0,1621	0,26	0,46	327	80	256	131	72	52	80	661	116	149	39	32	84	16	
JU538	0,53	3,39	0,918	3,67	72,59	17,39	0,63	0,0231	0,39	0,25	470	95	216	94	62	42	86	645	84	148	46	28	57	15	
JU539	0,48	5,79	0,800	3,61	69,50	18,17	0,78	0,0331	0,32	0,31	406	87	225	120	61	42	75	615	89	131	37	32	67	17	
JU541	0,69	5,66	0,941	3,38	68,00	19,64	0,91	0,0924	0,23	0,24	331	89	249	120	73	46	82	606	114	170	39	25	94	18	
JU542	0,61	4,20	1,006	3,57	70,40	18,51	0,51	0,0756	0,36	0,54	458	94	204	108	65	48	76	685	61	146	37	33	82	15	
JU549	0,45	5,72	0,775	3,60	70,01	17,90	0,75	0,0270	0,33	0,24	403	83	224	100	60	42	67	593	85	115	35	30	67	21	
JU551	0,55	3,79	0,951	3,51	70,82	18,53	0,42	0,0176	0,37	0,83	405	86	198	97	66	56	80	722	79	133	37	25	79	18	
JU540	1,46	4,25	0,950	3,62	68,63	18,50	0,30	0,0536	0,37	1,64	404	101	192	104	70	43	75	795	88	141	43	32	72	16	
JU543	1,38	3,70	0,941	3,42	69,24	18,20	0,41	0,0445	0,49	1,95	417	106	184	122	67	46	76	839	87	136	41	29	60	13	
JU544	1,01	5,29	1,087	2,91	68,11	19,45	0,49	0,0601	0,3	1,08	336	73	172	105	85	57	69	630	112	136	47	31	71	25	
JU545	1,06	5,52	0,830	3,20	68,51	19,21	0,52	0,0242	0,41	0,5	329	93	206	105	66	54	98	653	95	164	48	31	66	24	
JU546	1,18	3,88	0,890	3,54	71,28	17,92	0,48	0,0687	0,38	0,18	421	89	187	97	58	39	74	685	85	145	35	27	72	11	
JU547	1,18	5,04	0,912	2,91	69,93	18,28	0,52	0,0215	0,29	0,71	353	81	165	110	77	57	71	658	105	124	42	26	59	23	
JU548	0,62	4,89	0,952	3,07	69,16	18,94	0,43	0,0160	0,29	1,42	354	82	172	106	82	56	81	649	102	139	41	26	62	20	
JU550	1,07	5,22	1,018	3,09	68,58	19,03	0,55	0,0573	0,29	0,89	366	87	196	124	75	49	66	625	93	131	36	30	61	18	
Max	1,46	5,79	1,09	3,67	72,59	20,16	0,91	0,16	0,49	1,95	470	106	256	131	85	57	98	839	116	170	48	33	94	25	
Min	0,45	3,39	0,78	2,91	67,05	17,39	0,30	0,02	0,23	0,18	327	73	165	94	58	39	66	593	61	115	35	25	57	11	
Moyenne	0,867	4,802	0,927	3,38	69,45	18,66	0,56	0,0518	0,339	0,75	385	88	203	110	69	49	77	671	93	141	40	29	70	18	
Ecart type	0,321	0,822	0,084	0,28	1,483	0,761	0,17	0,0399	0,054	0,46	48	7,2	27	11	8,3	7	8	52,1	15	15	4	3	11	4	
Groupe de référence des ateliers mérovingiens de la région de Sevrey (nb=80, Laboratoire de céramologie, Lyon)																									
Max	0,92	6,59	1,218	4,13	76,16	22,37	1,18	0,1444	0,85	0,88	538	125	285	146	105	72	97	1103	129	160	57	42	141	36	
Min	0,37	2,94	0,654	2,54	65,86	13,56	0,53	0,0191	0,13	0,06	254	81	145	76	58	30	47	500	59	83	27	13	38	11	
Moyenne	0,606	4,856	0,935	3,34	70,65	17,98	0,76	0,0602	0,301	0,29	383	100	221	111	78	45	67	757	96	118	38	25	66	18	
Ecart type	0,137	0,721	0,087	0,35	2,023	1,574	0,16	0,0323	0,15	0,19	64	8,4	31	16	10	8	10	125	16	16	6	7	16	5	

Fig. 102 Composition chimique des échantillons de Lai Coiratte et du groupe de référence de Sevrey et environs.

Cette exclusion paraît justifiée, d’une part du fait de l’écart important (près de 1 % poids ou plus) qui sépare les valeurs des pièces en question des valeurs les plus proches de l’échantillonnage, d’autre part en raison du doute subsistant concernant l’appartenance à la production de Sevrey, suggérée uniquement par le lieu de découverte (atelier), ce qui n’est pas vérifiable par l’analyse pétrographique faute d’échantillons.

Pour une première approche, univariée, nous utilisons la moyenne et l’écart type, ainsi que les minima et maxima du groupe de référence (fig. 102). Les quinze analyses se trouvent à l’intérieur de la fourchette de variation pour presque tous les paramètres, le plus souvent dans l’intervalle donné par la moyenne et l’écart type. Ce sont les valeurs de CaO, de MgO, de MnO, de P₂O₅ et de Sr, susceptibles d’altérations durant l’enfouissement, qui dépassent de très peu la fourchette donnée par les références⁸⁸. Comme les écarts par rapport aux références restent très petits même dans ces cas, nous concluons à une

bonne concordance de nos analyses avec le groupe de Sevrey. Les diagrammes bivariés avec les paramètres caractéristiques Fe₂O₃, K₂O et Al₂O₃⁸⁹ montrent que les pièces de Lai Coiratte tombent toutes dans les champs de variation de la production de Sevrey (fig. 103). La comparaison multivariée à l’aide d’une analyse de grappe par contre indique que seules sept céramiques de Chevezey se mêlent parfaitement aux références (premier sous-groupe, fig. 104), tandis que les huit autres forment une petite grappe qui s’insère de manière légèrement marginale dans le dendrogramme (deuxième sous-groupe, fig. 104). Ce deuxième sous-groupe est entièrement composé de pièces aux teneurs élevées en P₂O₅ ou/et en CaO. Pouvons-nous à nouveau mettre ce petit décalage sur le compte de l’altération et attribuer tous les échantillons de Lai Coiratte à la production de Sevrey, étant donné que même ce sous-groupe altéré se trouve encore à l’intérieur de la grappe formée par les références? C’est à ce niveau-là que la confrontation aux résultats de l’analyse pétrographique devient indispensable.

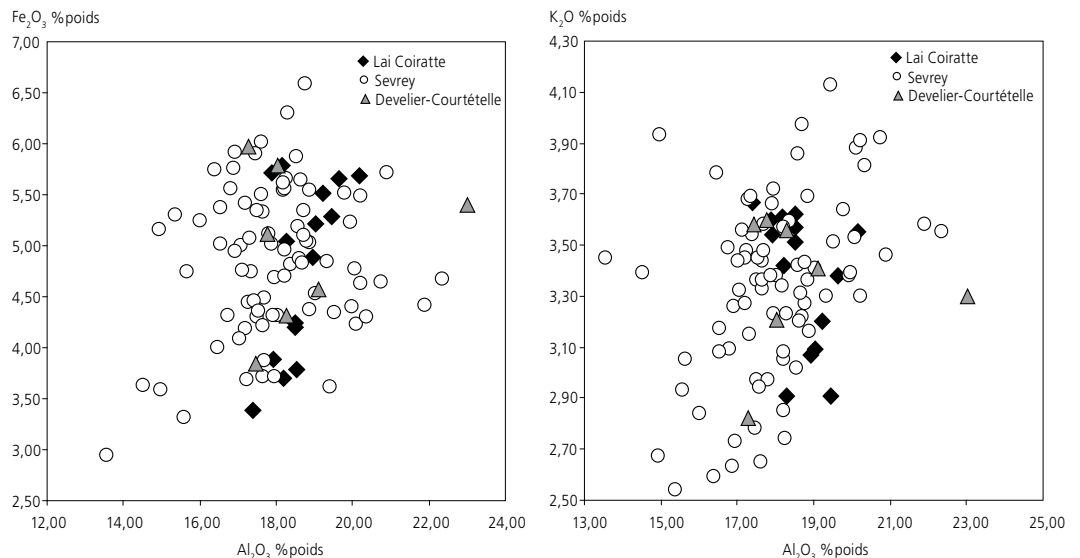


Fig. 103 Diagrammes bivariants choisis avec les pièces de Lai Coiratte, celles de Develier-Courtételle attribuées à Sevrey et les 80 échantillons de référence retenus des ateliers de Sevrey et environs.

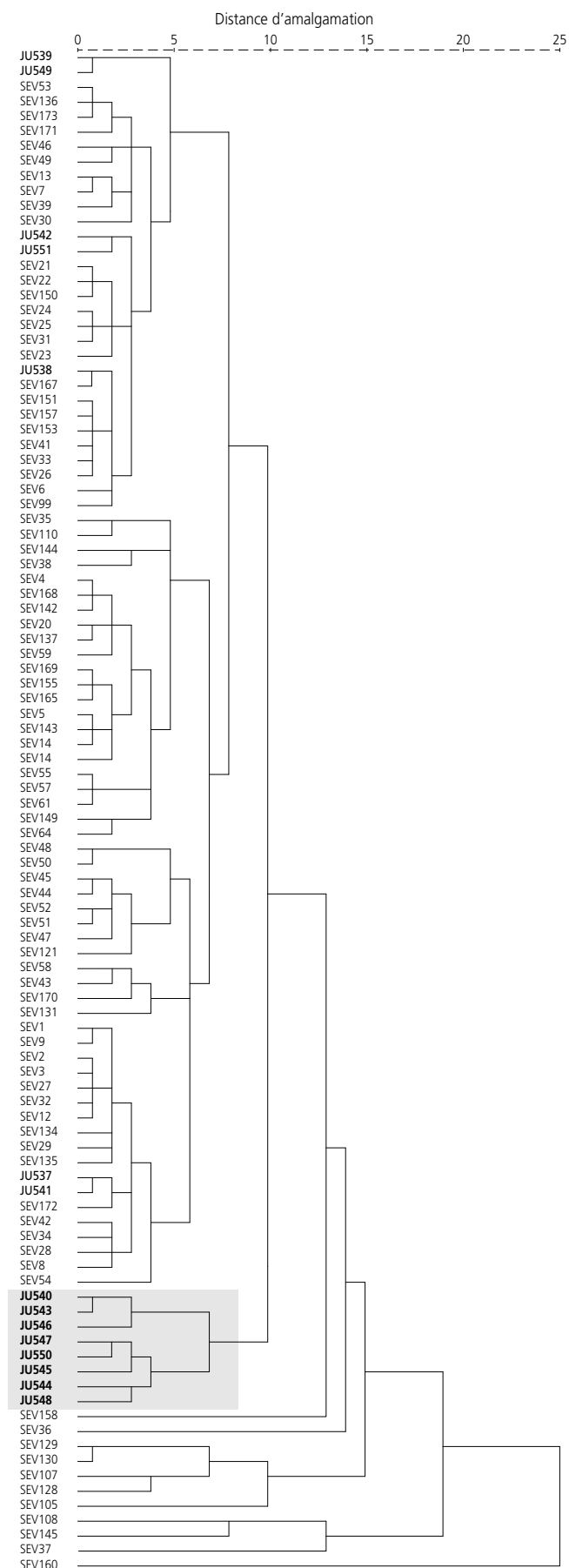


Fig. 104 Dendrogramme de l'analyse de grappe avec les quinze pièces de Lai Coiratte (JU537-JU551, en gras) et les 80 échantillons de référence retenus des ateliers de Sevrey et environs (SEV). La zone en grisé indique le sous-groupe isolé, formé des échantillons de Lai Coiratte.

Selon les données pétrographiques signalées auparavant, quatorze échantillons forment un ensemble assez homogène. Celui-ci correspond à la description de la production de Sevrey ainsi qu'aux références étudiées lors des études de Develier-Courtételle et de Courtedoux-Creugenat. Un échantillon, JU544, diffère des références étudiées par sa distribution granulométrique. L'étude pétrographique publiée par C. Mani ne faisant pas mention de la distribution granulométrique, il reste donc un doute quant à l'importance de ce paramètre dans la définition du groupe de référence. L'analyse pétrographique corrobore de ce fait l'attribution sans réserve de quatorze échantillons, tandis que la provenance de la pièce JU544 reste en suspens.

Comparaison aux pièces attribuées à Sevrey provenant des autres sites de consommation étudiés

Les quatorze céramiques « sûres » concordent parfaitement avec ces pièces (fig. 103). Il est à relever que les tessons de type Sevrey analysés à Develier-Courtételle et à Courtedoux-Creugenat possèdent plus systématiquement de basses teneurs en fer. Ceci vient du fait que le choix des échantillons s'est porté sur les pièces les plus facilement identifiables macroscopiquement, à savoir les plus claires. A Lai Coiratte au contraire, toutes les céramiques dont la pâte ressemble à la production sevrotine et typologiquement significatives ont été sélectionnées. Le fait que presque toutes y sont attribuables suggère que la part d'importation était légèrement sous-estimée dans les deux autres études régionales⁹⁰.

Typochronologie et fonctions par sous-groupe de pâte⁹¹

Le second objectif poursuivi par l'étude de la céramique est le classement typologique dans le but de définir la chronologie de chaque individu. Cet exercice se base sur la comparaison avec des parallèles trouvés dans des sites géographiquement proches, car il reste difficile d'évaluer la pertinence de ces comparaisons lorsque la distance géographique est trop importante. Les parallèles provenant de sites d'habitat souffrent d'une part de l'absence de milieux clos bien datés, pour les céramiques culinaires notamment; d'autre part, les sites d'habitat en général ont la particularité de présenter souvent des corpus très endommagés n'offrant que des profils partiels limitant les datations fines reposant sur des détails formels précis ou des rapports de grandeurs. L'aspect fonctionnel n'a pu être traité en détail, vu l'état de conservation fragmentaire des pièces qui n'ont pas conservé assez de traces d'usage et de détails anatomiques précis pour répondre à cette attente.

Les céramiques fines (groupe 1)

Sous-groupe 1a

Le pichet (pl. 1.1) possède peu de parallèles, hormis l'exemplaire d'Hoenheim (Bas-Rhin, F) en céramique fine tournée au diamètre très semblable, malheureusement trouvé en contexte funéraire inconnu (Châtelet 2002, pl. 34.2). Son diamètre faible et la forme relativement fermée de son embouchure le rapprochent des quelques bouteilles trouvées dans la littérature et pour lesquelles on dispose du bord, mais rarement datées, sauf les exemplaires de type J2 trouvés à Breny (Aisne, F) et datés entre 480/490 et 560/570 de notre ère (Kazanski 2002, p. 67 et pl. 98).

C'est à cette classe d'objets qu'appartient sans doute la bouteille (pl. 1.2), bien que l'ergot interne qu'elle arbore lui confère un statut tout à fait particulier.

Quoique très lacunaire, le gobelet (pl. 1.3) peut-être daté, sur la base de son décor de triangles tête-bêche, un ornement assez rarement arboré par les gobelets tripartite (Marti et al. 2006, fig. 54), entre le deuxième tiers du 6^e et le premier tiers du 7^e siècle. Le profil cylindrique du gobelet à ressauts (pl. 1.4) le place assez loin du canon du gobelet tripartite. Quelques rares parallèles se trouvent à Charnay (Côte-d'Or, F; Baudot 1860, pl. 23.13; Mathiaut-Legros 2006, p. 206), un exemplaire daté du 7^e siècle, et à Liestal-Munzach (BL)⁹², ce dernier n'étant pas daté avec précision. La base (pl. 1.5) peut avoir appartenu à un récipient biconique ou à un pot verseur, les objets relativement grands en pâte fine se classant généralement dans l'une ou dans l'autre classe d'objets.

Le sous-groupe des céramiques fines 1a est donc représenté à Chevenez exclusivement par le service des boissons (récipients verseurs et gobelets individuels).

Sous-groupe 1b

Ce sous-groupe de pâte n'est représenté que par quelques tessons dont la conservation est insuffisante pour pouvoir figurer au catalogue. Seul l'examen de la pâte a permis d'attester sa présence dans le corpus.

Sous-groupe 1c

La région champenoise, pressentie comme terre d'origine pour cette forme assez rare qui y perdure jusqu'au Bas Moyen Age (Lenoble 2000, fig. 6.3), montre des parallèles entre le 8^e et le 10^e siècle dotés d'une lèvre rentrante fine mais toujours inclinée à 45° et non pas horizontale comme sur l'exemplaire de Chevenez; la provenance de ce dernier pourrait donc être plutôt la vallée du Rhône. Les meilleurs parallèles pour le pot à lèvre rentrante et légère gorge interne (pl. 1.6), très partiellement conservé, proviennent en effet de la région lyonnaise, notamment de Lyon-Place des Célestins (Rhône, F), par exemple avec le pot à bord rentrant, bec tubulaire ponté et parois fines en cuisson réductrice, daté des 7^e-8^e siècles (Horry 2000, fig. 8.11); l'exemplaire de Beynost-Les Grandes Croix (Ain, F), à lèvre rentrante également horizontale quoique plus épaisse, date également des 7^e-8^e siècles (Faure-Boucharlat 2001, p. 260 et fig. 10.6-7). Etant donné que les pâtes fines disparaissent au cours du 7^e siècle dans notre région, il paraît probable que cet objet puisse dater du 7^e siècle uniquement. Le dernier parallèle est un pichet à profil ovoïde (plutôt à épaulement) et lèvre bifide de Montours (Ille-et-Vilaine, F), fin 7^e-début 8^e siècle (Catteddu 2001, fig. 159, type XIII), mais l'extrémité de la lèvre est redressée, alors que l'individu de Lai Coiratte a une lèvre rentrante horizontale (Georges-Leroy et Lenoble 1993, p. 256-257, fig. 6.1,2,4).

Le bord (pl. 1.7), mal conservé, a été attribué à un éventuel pot biconique, seule et unique forme de pot connue en pâte fine. Ce type de récipient d'origine franque est plutôt rare dans les corpus régionaux⁹³.

La petite série de six gobelets prend chronologiquement place avant 660 (pl. 1.8-13); ils sont insuffisamment préservés pour affiner leur datation. Le gobelet (pl. 1.8) est le moins lacunaire; son profil peut être rattaché au sous-type Gc (fortement profilé et à cordon marqué) dans le classement des gobelets pour lesquels on ne connaît pas toutes les proportions (Marti et al. 2006, fig. 53). Le gobelet (pl. 1.10) porte un décor sur le bourrelet marquant le maximum de la carène, un phénomène sans parallèle pour l'instant. Le décor à la molette à base de triangles est attesté sur les types G2 à G7 de gobelets tripartites pour la région Bourgogne-Franche-Comté-Jura (Marti et al. 2006, fig. 55); on le trouve donc entre 530/540 et 660 environ. Les exemplaires (pl. 1.12-13), du fait de leur diamètre à l'embouchure, pourraient également renvoyer à des écuelles.

La base (pl. 1.14) est remarquable par son épaisseur et son aspect asymétrique, alors que le fond (pl. 1.15) est typique des fonds en pâte fine, circulaires, pleins et plats.

Bien que légèrement mieux représenté, le sous-groupe 1c ne propose pas plus de variété fonctionnelle que le sous-groupe 1a et livre lui aussi, sans surprise, surtout des récipients en lien avec le service des boissons.

Les céramiques orange (groupe 3)

Sous-groupe 3c

Les pots verseurs, assez fréquents sur les sites d'habitat, ne sont représentés dans ce sous-groupe que par l'anse bifide (pl. 1.16) qu'il est impossible de rattacher à une forme précise: les anses du Haut Moyen Age accusent en effet toujours cette section plus ou moins fortement découpée en deux lobes.

En revanche, cinq exemplaires, bien qu'en partie conservés, illustrent les formes ouvertes (écuelles). Trois sont attribuables d'une manière plus ou moins fiable au sous-type des écuelles carénées (pl. 1.17-19), une forme héritée de la tradition romaine qui perdure jusqu'au 7^e siècle.

Le petit fragment de probable gobelet tripartite (pl. 1.20) montre que la même tendance déjà observée à Develier-Courtételle se dessine, à savoir que les pâtes fines n'ont pas l'exclusivité de ce genre de récipients. Cependant, autant la forme que la chronologie fine de cet individu sont impossibles à définir, la date de 660/670 étant posée comme *terminus ante quem* général, époque de la disparition de ce genre de récipients.

Un léger doute subsiste pour l'écuelle (pl. 1.21) pour laquelle il n'y a pas de bon parallèle et qui pourrait même être un pot à long bord en entonnoir à gorge interne, cassé à un endroit qui le rende méconnaissable. La forme ouverte (pl. 1.22) porte un exceptionnel décor à la molette sur paroi intérieure. Parmi les rares parallèles géographiquement proches se trouve l'écuelle carénée de Saint-Vit, dotée d'un décor de carrés juxtaposés sur deux rangs réalisé par impression à la molette sur toute la paroi interne (Urlacher et al. 2008, fig. 265.169.8); d'autres parallèles auraient également été trouvés à Brèves (Nièvre, F)⁹⁴.

La forme la plus fréquente en pâte orange est le pot, illustré en pâte 3c par trois variantes. Le sous-type P1h (pl. 1.23), à long bord en bandeau à gorge interne, un type de bord fréquent pendant tout le 7^e et le début du 8^e siècle; le sous-type P2b (pl. 1.24), un bord en entonnoir long doté d'une gorge interne marquée datant du 7^e siècle; le sous-type P3a (pl. 1.25), à bord arrondi fortement sortant, moins précisément datable mais néanmoins placé entre le 6^e et le 7^e siècle (Marti et al. 2006, p. 60). Les quatre fragments de panses (pl. 1.26-29) illustrent un répertoire de décors trop courants en pâte orange pour offrir une indication de date.

Sous-groupe 3c1 (Sevrey et environs)

Plusieurs indices signalent la présence de pots verseurs dans cet ensemble. La cruche à lèvres rentrante et gorge (pl. 2.1) n'a pas de parallèle exact, mais deux exemples de pots en céramique rugueuse trouvés à Bâle - Münsterhügel, zone 5, descendants du type Alzey 27 et datés de la fin du 5^e-première moitié du 6^e siècle s'y apparentent par leur forme générale compacte⁹⁵. Un pot verseur non daté à bord rentrant (type V3) en pâte 1c de Develier-Courtételle d'origine vraisemblablement champenoise (Marti et al. 2006, pl. 55.1056), lui ressemble quant à la lèvre rentrante, bien qu'elle soit plus relevée. Les cruches à bec tubulaire et lèvre rentrante de Lyon-Saint-Jean, Lyon-Célestins et Lyon-Gorge de Loup, apparues à la fin de la période mérovingienne, pourraient trouver leurs modèles formels dans la région bourguignonne ou champenoise, selon E. Faure-Boucharlat⁹⁶. Mais comme les exemples sont rares en Bourgogne, tant pour la forme générale que pour le bord (Delor-Ahü et Simonin 2006, p. 267 et fig. 17), exception faite de deux cruches à lèvres rentrantes à Givry-La Charmée, dont le bord en S est différent (Mani 2002, pl. 11.23,57), il vaut mieux chercher du côté de la Champagne. Ainsi, les cruches biconiques de l'horizon IV de Juvincourt-et-Damary (Aisne, F), à goulot latéral ponté opposé à l'anse verticale plate, placées en toute fin du 7^e et surtout au 8^e siècle⁹⁷ sont-elles assez proches de la cruche de Lai Coiratte. Les modèles allemands diffèrent également de l'exemplaire de Chevenez, car leur gorge est plus profonde⁹⁸. Cette relativement longue fourchette chronologique fondée sur la typologie peut cependant être rétrécie par la chronologie de la pâte: en effet, si la production des céramiques orange semble se poursuivre jusqu'au 8^e siècle (Delor-Ahü et Simonin 2006), les importations cessent dans notre région au plus tard au milieu du 7^e siècle (Marti et al. 2006, p. 112). Quant aux bases (pl. 2.2-3), leur taille et le départ de la panse font penser à d'assez petits récipients – mais différents des fonds des gobelets – à des pichets par exemple. La petite anse (pl. 2.4) appartient à un autre récipient verseur indéterminé.

De forme circulaire, mais de diamètre inconnu, les bols à collerette (pl. 2.5-6) sont dépourvus de granulation interne à rôle abrasif. De plus, leur paroi semble assez mince, autant qu'on puisse en juger, ce qui laisse donc penser qu'il s'agit de bols à collerette et non de mortier. Aucun reste de bec verseur, attribut typique du mortier, n'est non plus attesté. Beaucoup de parallèles sont publiés; parmi les plus proches géographiquement, les bols à collerette de Develier-Courtételle, sous-type E3a, sont tous en pâte orange 3c et datés entre le milieu du 5^e au début du 7^e siècle (Marti et al. 2006, p. 63). La cathédrale de Genève a fourni une

écuelle à collerette, datée une première fois de la seconde moitié du 5^e siècle (Haldimann 1994, fig. 2.34), puis ultérieurement de la première moitié du 5^e siècle (Haldimann 2002, fig. 3.61). Un troisième bord presque identique a été découvert à Genève-Parc de La Grange, et est placé à la fin du 7^e siècle (Haldimann 1994, fig. 2.49). En Bourgogne, à Genlis-La Borde, la cabane 402 a fourni plusieurs bols à collerettes au diamètre à l'embouchure situé entre 12 et 20 cm (Catteddu 1992, fig. 12.14). A Sevrey-Les Tupiniers, on distingue en outre le bord rentrant (MOR1) et le bord vertical (MOR2), le premier sous-type correspondant mieux aux exemplaires de Chevenez. Leur pâte est toujours grossière; leur diamètre est situé entre 15 et 34 cm et ils ne portent jamais de granulation interne (Delor-Ahü et Simonin 2006, p. 271 et fig. 20.11-15). Quelques exemplaires à lèvre droite, quoique plus épais que les exemplaires de Lai Coiratte, proviennent de Givry-En Crèpière (Saône-et-Loire, F; Petident et Poil 1995), ainsi que de la nécropole de Cutry (Meurthe-et-Moselle, F) avec un exemplaire daté entre 470 et 530 d'après le reste du mobilier et des comparaisons régionales (Legoux 2005, p. 154 et pl. 50.908).

Les formes ouvertes sont représentées par deux écuelles carénées (pl. 2.7-8). D'après l'analyse de R. Marti, on trouve des écuelles carénées à partie supérieure de la panse verticale E1b (pl. 2.7) entre le 5^e et le début du 6^e siècle (Marti et al. 2006, p. 62-63). Or, l'exemplaire de Chevenez est orné du double rang de carrés à la molette, un décor attesté seulement depuis le milieu du 6^e siècle, ce qui étendrait la durée de vie de ce modèle jusqu'à ce moment-là ou reculerait l'apparition de ce décor. Le sous-type d'écuelle carénée E1c à partie supérieure de la panse sortante est représenté durant tout le 7^e siècle, ce que ne contredit pas la présence du décor de carrés juxtaposés sur deux rangs porté par l'écuelle (pl. 2.8).

Les pots en pâte 3c1 se résument à deux sous-types: P1h (pl. 2.9) à bord long en bandeau à gorge interne et P3e (pl. 2.10) à bord arrondi épaissi fortement sortant. A Develier-Courtételle, un site où ces profils de bords sont bien représentés en pâte 3c, ils sont datés respectivement entre la seconde moitié du 6^e et le début du 8^e siècle, et des 6^e-7^e siècles (Marti et al. 2006, p. 60-61). Le décor de résille du pot (pl. 2.10), un décor attesté depuis le 6^e siècle, va également dans ce sens.

Le décor de fines rainures gravé sur les panses de deux récipients (pl. 2.11-12) ne constitue pas un cas isolé. La moitié des pots de Sevrey-Les Tupiniers possède un haut de panse souligné par une série de fines rainures (Delor-Ahü et Simonin 2006, p. 267). Cette ornementation se trouve fréquemment dans d'autres types de pâte également; elle n'est pas l'apanage des productions de la région de la Ferté. Le décor de croix de Saint-André entrecoupées de deux rectangles verticaux (pl. 2.16) se retrouve, quoique beaucoup moins régulièrement exécuté, sur des récipients en pâte 1c1 à Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître). Il n'apparaît en revanche pas sur les récipients trouvés dans l'atelier des Tupiniers. En Bourgogne, il est imprimé sur un gobelet tripartite bas de Charnay-les-Chalon, daté entre 534 et 700 ap. J.-C. Les autres décors sont banals pour l'époque mérovingienne.

Les bases (pl. 2.17-21) illustrent la variété de l'aménagement des fonds, malgré une finition limitée (rare dégagement du pied, pl. 2.17,18,20; absence de tournassage, pl. 2.18,20).

Malgré son étroitesse, le petit corpus en pâte 3c1 de Lai Coiratte manifeste la totalité des quatre formes du « service bistre » défini par E. Faure-Boucharlat. Dans le détail, peu de comparaisons fines ont pu être établies avec des pièces issues des nombreux ateliers localisés dans les environs de Sevrey; ces derniers restent en effet encore à fouiller et à publier, exception faite de celui des Tupiniers. En attendant, la panoplie demeure incomplète, mais elle s'étoffe au fil des publications consacrées aux sites de consommation.

Sous-groupe 3c2

A Lai Coiratte, l'éventail des catégories fonctionnelles pour le sous-groupe de pâte 3c2 se limite aux écuelles et aux pots multifonctionnels⁹⁹. A Courtedoux-Creugenat, site sur lequel cette catégorie céramique a été définie pour la première fois, les pots verseurs complètent la panoplie. Mais, alors qu'à Chevenez-En Vaillard cette qualité de pâte compte 1,8% du corpus en fonction du poids et qu'à Courtedoux-Creugenat elle atteint 2,1% du poids total, elle est d'environ 10% à Lai Coiratte. Cette différence, quoique très accentuée, reste difficile à expliquer, mais va dans le sens des disparités constatées dans les proportions des sous-groupes de pâtes orange en général et de la pâte 3c1 en particulier.

Pour les mêmes raisons que pour l'écuelle carénée (pl. 2.8), la coupe carénée (pl. 2.22) devrait dater du milieu du 6^e siècle, alors que les deux coupes carénées (pl. 2.23-24) sont plutôt du 7^e siècle, et que la petite coupe hémisphérique à cannelure externe sous le bord E2a (pl. 2.25) date plus précisément de la première moitié du 7^e siècle (Marti et al. 2006, p. 62).

La fourchette chronologique des trois pots (pl. 2.26-28) est plus large. Le pot à long bord en bandeau et gorge interne (P1b; pl. 2.26) peut se situer entre la seconde moitié du 5^e et la première moitié du 7^e siècle, les deux pots à bord en bandeau court et gorge interne (P1g; pl. 2.27-28) entre le 5^e et le début du 7^e siècle; mais pour ces derniers, si l'on tient compte également du décor de résille ou de double rang de triangles disposés tête-bêche, cette fourchette se resserre entre 550 et 620/630 environ (Marti et al. 2006, p. 50).

Sous-groupe 3h

Dans le sous-groupe 3h, les formes ouvertes ne sont représentées que par l'écuelle (pl. 3.1) dont la paroi est épaisse et pour laquelle un manque de parallèle se fait sentir, hormis peut-être l'écuelle hémisphérique non datée 348 de Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître), également en pâte 3h mais dont le bord fait cependant défaut.

La plupart des représentants de la pâte orange grossière sont des pots. L'exemplaire (pl. 3.2) n'est pas typique du sous-type à bandeau en surplomb (P1d), avec son aspect massif; il a cependant un bon parallèle à Courtedoux-Creugenat et daterait du milieu du 6^e ou du début du 7^e siècle (Deslex et al., à paraître, 286).

Le pot (pl. 3.3) témoigne d'une silhouette peu commune classée parmi le sous-type à bord en bandeau à face externe arrondie et gorge interne (P1e), d'après une comparaison régionale en pâte 3c provenant de Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, 356). Sa datation large le placerait entre le 6^e et le 7^e siècle, mais un autre parallèle trouvé à Goudelancourt (Aisne, F) rétrécit cette fourchette entre le milieu du 6^e et le milieu du 7^e siècle (Bayard 1994, fig. 5.8).

Le pot (pl. 3.4) est une des rares formes complètes du corpus de Chevenez; elle révèle, tout comme le pot (pl. 3.7), une panse globulaire typique des pots en pâte orange rugueuse de Develier-Courtételle qui les distingue des formes de panses en pâte 3a et 3b (Marti et al. 2006, p. 58). D'après l'aménagement de son bord (sous-type court à face externe oblique et gorge interne P1g), la datation du pot (pl. 3.4) est large, entre le 5^e et le début du 7^e siècle (Marti et al. 2006, p. 60).

Les deux pots à bord en entonnoir court et gorge interne (pl. 3.5-6) prennent place au 6^e ou au début du 7^e siècle, quant à la variante à bord plus long P2b (pl. 3.7), elle est un peu plus tardive et sa datation couvre tout le 7^e siècle.

Les lèvres rectangulaires, voire losangiques anguleuses, telles que celle du pot (pl. 3.8) sont également assez rares dans les corpus régionaux, à part éventuellement le pot 308 de Courtedoux-Creugenat ou celui de Porrentruy-La Rasse¹⁰⁰, tous deux également en pâte orange grossière. Il s'agit d'une sorte de bord en entonnoir court (P2c) dont la paroi interne est anguleuse, au lieu d'être arrondie. Comme il est peu sortant, il pourrait dater de la fin du 6^e ou du début du 7^e siècle. Des témoins plus lointains sont également attestés à Montpothier (Aube, F), où plusieurs pots et cruches sont dotés de lèvres rectangulaires ou losangiques, mais leur pâte est blanche; ils sont datés entre le milieu du 10^e et la fin du 11^e siècle, illustrant la pérennité de cette forme (Georges-Leroy et Lenoble 1993, fig. 8.4; Lenoble 2000, fig. 10.2).

Les deux pots à bord arrondi peu sortant et non épaissi (P3a; pl. 3.9-10) sont datés approximativement des 6^e et 7^e siècles, tout comme le bord arrondi épaissi et très sortant (P3e; pl. 3.13). En revanche, les sous-types arrondi très sortant mais non épaissi (P3b; pl. 3.11) et arrondi épaissi et peu sortant (P3d; pl. 3.12) ne peuvent être datés que par leur appartenance au groupe de pâte orange, soit avant la fin du 7^e siècle, puisqu'il s'agit de formes peu spécifiques et présentes dès la fin de l'époque romaine.

Les décors (pl. 3.15-18) ne sont pas spécifiques au sous-groupe 3h mais sont partagés par l'ensemble des pâtes orange, voire même par d'autres groupes; leur durée d'utilisation assez longue ne permet pas d'en tirer des conclusions d'ordre chronologique.

Le fond (pl. 3.14), typique par son aspect grossier et son épaisseur des récipients du sous-groupe 3h, porte en outre des marques très prononcées de décollement à la ficelle sur girelle arrêtée.

De nombreuses singularités formelles distinguent donc les individus composant ce sous-groupe de pâte pour lequel aucune région d'origine définitive n'a encore pu être déterminée.

La céramique sableuse (groupe 4)

L'écuelle carénée (pl. 3.19) ne possède pas de parallèle convaincant en pâte sableuse. Par contre, une écuelle en pâte rugueuse au profil similaire tant au niveau de la forme de la lèvre que du léger bourrelet interne, mais présentant une carène marquée par un petit bourrelet, a été trouvée à Lausen-Bettenach (BL; Marti 2000, pl. 108.2); elle est légèrement plus large que l'exemplaire de Chevenez. Il s'agit d'une forme dérivée de la sigillée d'Argonne. Néanmoins, on peut considérer cette écuelle en pâte sableuse comme liée par filiation avec l'exemplaire de Lausen; elle pourrait donc se trouver parmi les premiers objets produits en pâte sableuse, soit dans le premier tiers du 7^e siècle. Enfin, le bol tronconique Es4 (pl. 3.20), qui présente un fort vissage, peut cependant sans peine être exclu de l'hypothèse des bols de poêles, car cet exemplaire est muni d'un décor parfaitement imprimé sur sa paroi externe, décor de résille souvent associé à cette forme (p. ex., dans cinq cas à Develier-Courtételle). Ce bol peut être daté de la première moitié du 7^e siècle (Marti et al. 2006, p. 71).

Le répertoire formel des pièces en céramique sableuse de Lai Coiratte se limite à six pots à cuire, deux formes ouvertes et un fond : la domination quantitative des pots et une présence plus furtive des écuelles représentent les proportions normales entre ces catégories de récipients. Les pots verseurs, que l'on trouve aussi parfois dans les corpus de sites de consommation, ne sont par contre pas représentés à Chevenez.

Dans leur ordre de présentation dans le catalogue, les pots traversent tout le 7^e siècle jusqu'au début du 8^e siècle, alors que l'écuelle carénée et le bol tronconique dateraient plutôt de la première moitié du 7^e siècle. En effet, le pot de type Ps2a (pl. 3.26) est situé entre 620, date à laquelle la céramique sableuse se répand dans notre région, et 650, lorsque la mode des bords en entonnoir plus long se développe (Marti et al. 2006, p. 66). Le pot de type Ps2c (pl. 3.21) est à peine plus récent, puisqu'il est daté du milieu du 7^e siècle (Marti et al. 2006, p. 68). Les trois représentants du type Ps3a (pl. 3.22-24) peuvent prendre place partout durant le 7^e siècle. Le pot Ps3c (pl. 3.25) est daté entre le 7^e et la première moitié du 8^e siècle.

La céramique claire alsacienne (groupe 5)

Le groupe des céramiques claires alsaciennes n'est représenté que par trois petits fragments de panses qu'il est difficile de rattacher à des formes. Cette céramique ne se répand dans notre région qu'à partir du troisième tiers du 7^e siècle.

La céramique « exotique » (groupe 6)

Le pot à bord en bandeau (pl. 3.28) possède quelques parallèles, comme l'exemplaire de Kaiseraugst-Jakoblihaus (Marti 1996, fig. 3.15), intrusif, doté lui-même de parallèles en Bourgogne et dans le sud de la France dès le 5^e-6^e siècle. Un deuxième profil de comparaison, toujours de Kaiseraugst-Jakoblihaus, est le pot avec bord en bandeau fortement profilé en pâte rugueuse très cuite, d'inspiration de France orientale et méridionale au 5^e siècle (Marti 1996, fig. 6.53). Enfin, le pot en céramique rugueuse de Vellechevieux, non daté (Peytremann 2001, fig. 30.1-3). Les oules à lèvre en protobandeau de Montours, datés des 9^e-10^e siècles

n'ont pas non plus de gorge interne, mais la pâte est très différente (Catteddu 2001, p. 201), ce qui permet d'exclure a priori cette tranche chronologique. En outre, les *ollae* bourguignonnes à bord en bandeau de deuxième génération ont toujours une gorge interne entre la fin du 6^e et le 8^e siècle, ce qui permet d'exclure également cette origine (Faure-Boucharlat 2001, p. 263).

La céramique micacée à montage mixte (groupe 7)

Le corpus des céramiques micacées à montage mixte se résume à un bord et deux morceaux de panses ornées. Le bord de pot (pl. 3.29), de sous-type en entonnoir à lèvre aplatie, trouve un parallèle précis à Ensisheim-Les Octrois (Haut-Rhin, F), daté de la fin du 7^e ou du début du 8^e siècle (Châtelet 2002, fig. 161.2). Ce sous-type se retrouve également sur un individu dans la même qualité céramique à Lausen-Bettenach, fosse 28, et daté entre 810 et 850 environ (Marti 2000, pl. 151.31). Il pourrait donc s'agir d'un objet plus tardif par rapport à l'occupation du site.

Les deux tessons de panses ornés (pl. 3.30-31), en revanche, prennent place dans le 7^e siècle, car ultérieurement le décor des céramiques micacées se raréfie nettement (Châtelet 2002, p. 147).

Le mortier (pl. 3.32)

Ce récipient circulaire, ouvert, d'un diamètre de 20 cm à profil hémisphérique, se caractérise par une pâte gris-beige sableuse assez grossière fumigée. Des parois épaisses et un intérieur clairement doté de la granulation propre à renforcer le broyage des aliments permettent de le classer parmi les mortiers; la granulation s'arrête à un centimètre environ sous le bord¹⁰¹. La lèvre, rentrante et cannelée, est renforcée par un cordon externe, avatar probable de l'antique collerette.

Dès les années 1930, L. Hussong a mis en évidence la filiation directe entre le petit mortier gallo-romain et le mortier altomédiéval (Willems 1973, p. 25; Hussong 1936, annexe 1), permettant de mesurer par ce biais l'intensité de l'influence romaine dans les territoires francs. L'exemplaire de Lai Coiratte retient des mortiers gallo-romains la forme générale et la granulation, mais s'en distingue d'une façon essentielle par la forme de sa lèvre, raison pour laquelle on le place au Haut Moyen Age. Jamais découverts en contexte funéraire, les mortiers du Haut Moyen Age sont difficilement datables avec précision, car leur morphologie ne semble pas avoir évolué entre le milieu du 6^e et le 7^e siècle¹⁰². Cependant, l'absence d'exemplaire incontestablement postérieur au 7^e siècle dans la région burgonde fixe un *terminus ante quem* pour cette forme dans notre région¹⁰³, voire même jusqu'au 6^e siècle seulement pour la région bâloise, où les mortiers ne sont représentés qu'en pâte rugueuse¹⁰⁴. La couleur foncée de la surface pose question, car la plupart des parallèles sont en pâte claire ou oxydée¹⁰⁵. Quelques exceptions existent pourtant : le bord de terrine cuite en mode B assez semblable daté du début du 3^e siècle trouvé à Illzach¹⁰⁶, l'exemplaire de Kaiseraugst-Jakoblihaus daté du 5^e siècle¹⁰⁷, et le curieux mortier à paroi tronconique de Kaiseraugst-Adler en *terra nigra* polie, sans doute du 5^e siècle, dont le bord n'est malheureusement pas conservé (Marti 2000, pl. 44.21). Le mortier en *terra nigra* de Kaiseraugst-Adler, daté de la seconde moitié du 4^e ou du 5^e siècle par comparaison avec

des exemplaires de la région Rhin-Moselle, offre un bord différent, sans gorge sur la lèvre (Marti 2000, pl. 57.16). La Presqu'île de Lyon a également fourni des mortiers en céramique à cuisson réductrice et bord en collerette, notamment dans l'horizon I (seconde moitié du 6^e et début du 7^e siècle) et II (7^e et 8^e siècles), mais l'aménagement du bord est différent du mortier trouvé à Lai Coiratte (Horry 2000, fig. 3.13-14 et 9.25-26).

Aucun parallèle montrant une lèvre cannelée soulignée d'un bourrelet ne figure dans la littérature disponible. Il y a certes des cas de lèvres cannelées, par exemple à Juvincourt-et-Damary (Aisne, F) sur des mortiers du milieu du 6^e au milieu du 7^e siècle, mais elles ne sont jamais associées à un bourrelet externe (Bayard et Thouvenot 1993, fig. 5.2363-36). De même à Liestal-Munzach, une écuelle tournée en pâte fine rouge orange peu cuite d'un diamètre de 30 cm présente une lèvre avec gorge interne et collerette peu développée (Marti 2000, pl. 188.15). La situation stratigraphique du mortier de Chevenez, trouvé hors contexte en position secondaire, n'aide en rien à affiner sa fourchette chronologique.

Ainsi, par sa taille, sa couleur noire et la forme de son bord, ce mortier semble se distancer des productions gallo-romaines et devrait donc dater du Haut Moyen Age, mais il reste difficile d'en préciser sa datation ou sa provenance.

Conclusion

L'apport de la céramique médiévale dans l'interprétation du site tient d'abord à la faible représentation de cette catégorie de mobilier archéologique, avec seulement 439 tessons datant de cette période. Le piégeage, qui permet généralement la meilleure conservation du mobilier via les structures creuses dans les sites d'habitat, n'a pas permis de conserver plus de 23 % de ce mobilier céramique. La faiblesse même du corpus suggère fortement qu'il ne s'agit pas d'un habitat, mais plutôt d'un atelier.

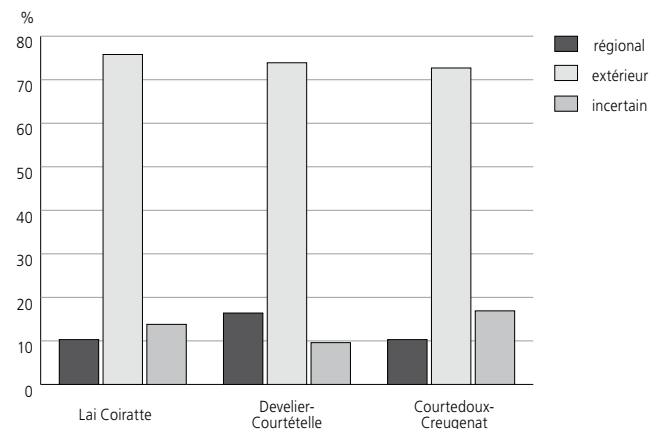
L'exercice chronotypologique s'est avéré difficile vu l'état de conservation, mais ses résultats sont au final assez surprenants. Au niveau chronologique, l'apport des céramiques du Haut Moyen Age est relatif dans la mesure où il ne peut guère, en l'état de la recherche et du corpus, faire plus que de proposer des fourchettes relativement larges. Sur les 91 pièces cataloguées, seules 53 sont en effet plus ou moins datables; parmi ces dernières, il n'y en a même que 20 qui soient datées à moins d'un siècle près. Cependant, il est possible d'en tirer quelques tendances générales (annexe 6).

Si l'on ne considère que la fin des fourchettes chronologiques proposées pour chaque récipient, ce tableau synthétique montre qu'il n'y a pas eu de rupture ou de phase d'abandon perceptible du site, mais au contraire une remarquable continuité entre le début et le deuxième tiers du 7^e siècle. En revanche, on constate aussi que la majorité des individus prennent place entre 600 et 650/660, la fin du 7^e siècle et la période suivante n'étant représentées que par quelques objets. Le groupement par zone ne montre pas non plus de préférences chronologiques flagrantes: ces aires ont donc certainement fonctionné de façon concomitante.

Ce faisceau d'indices basés sur les céramiques mène à penser que le site a été occupé sans interruption à partir de la fin du 6^e siècle jusqu'à vers 660/670, et que sa fin a été ensuite assez soudaine.

La question de l'importation de vaisselle céramique doit également être posée, à la lumière des plus récentes acquisitions de l'archéométrie. Il faut d'abord souligner la très forte proportion de céramiques importées (fig. 105), extrapolation basée sur les analyses de Develier-Courtételle et qui comprend les sous-groupes 2a, 2b, 3c, 3c1, 3d, 3e, 3h, 4, 5a, 5b, 7, 8 et 9. Ce phénomène est loin d'être réservé aux vestiges de Lai Coiratte, mais s'observe également, et de manière toute aussi évidente, sur les autres sites contemporains de la région (Develier-Courtételle, Courtedoux-Creugenat). Ceci pose en premier lieu la question de la céramique autochtone pour la fabrication de laquelle toutes les matières premières sont à disposition. Pourquoi ces possibilités matérielles n'ont-elles pas été exploitées sur les sites régionaux au Haut Moyen Age, alors qu'elles l'ont été auparavant (La Tène, p. ex.) et plus tard (période moderne)? Le gros des importations concerne en particulier les céramiques en pâte 3c, 3h et 4. Pourquoi avoir fait le choix de l'apport extérieur pour ces objets utilitaires pour lesquels des ressources locales abondantes en argiles, réfractaires ou non, existent? Le savoir-faire s'est-il perdu? Les efforts se sont-ils tous portés sur l'extraction et la fabrication d'objets en fer au point de n'avoir plus de bras pour la céramique? La question reste posée.

En second lieu, il convient de se demander quels sont les axes commerciaux privilégiés. Les analyses archéométriques ont en effet permis de conforter les connaissances pour les récipients importés de la région de La Ferté en Bourgogne, parmi les importations les plus éloignées, et de quantifier exactement leur part. La figure 106 montre, parmi d'autres, en termes quantitatifs, la présence de cette catégorie d'objets sur les deux sites ajoulots de Chevenez et de Courtedoux et sur celui de Develier-Courtételle¹⁰⁸. Comment expliquer la grande proportion de céramique de la région de Sevrej à Chevenez-Lai Coiratte par rapport à Develier-Courtételle et Courtedoux?



Régional: 1a, 3a et 3b
 Extérieur: 2a, 2b, 3c, 3c1, 3d, 3e, 3h, 4, 5a, 5b, 7, 8 et 9
 Incertain: 1b, 1c, 1c1, 1d, 3c2, 3f, 3g, 6, 6.1, 6.2, 6.3

Fig. 105 Proportion des céramiques régionales, importées ou dont l'origine est incertaine pour les trois sites jurassiens de Lai Coiratte, Develier-Courtételle et Courtedoux-Creugenat en % du NMI.

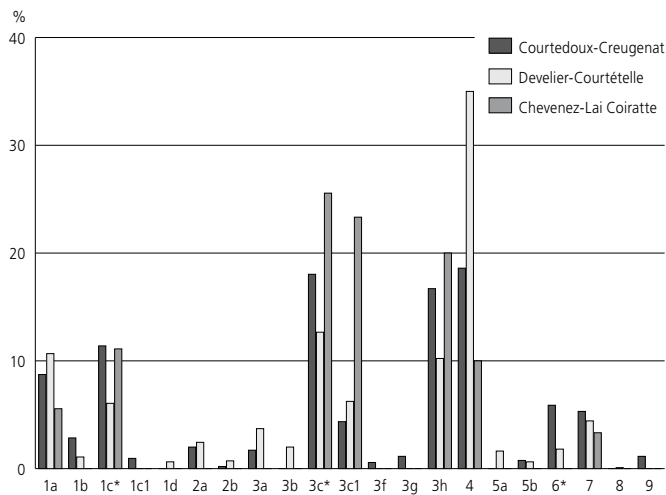


Fig. 106 Comparaison des assemblages de céramiques des sites de Lai Coiratte, Develier-Courtételle et Courtedoux-Creugenat en % du nombre d'individus catalogués.

L'extrapolation des conclusions sur la quantité réelle des individus en pâte 3c1 pourrait impliquer que leur présence a été légèrement sous-estimée à Courtedoux-Creugenat, mais cette éventuelle sous-estimation reste tout à fait insuffisante pour expliquer à elle seule cette différence. Cet argument ne s'applique en revanche pas à l'estimation des tessons de Develier-Courtételle¹⁰⁹. De prime abord, l'argument chronologique ne paraît pas intervenir, car ces trois sites sont tout à fait contemporains; mais à y regarder de plus près, il est possible d'établir des corrélations entre le site de Chevez et certaines zones de Develier-Courtételle. En effet, ce haut pourcentage d'importations de la région de Sevrey (23% de pâte 3c1), ainsi qu'un pourcentage élevé de pâtes orange, se retrouvent surtout dans la ferme 6 de Develier-Courtételle, ferme qui compte 22% de pâte 3c1 et 33% de pâte 3c indéterminée dans la partie habitation datée entre 620 et 650 (Fellner et Federici-Schenardi 2007, fig. 87). La datation serrée de cette ferme coïncide avec la phase la plus dense de l'utilisation du site de Chevez (annexe 6). Cette comparaison suggère donc quand même un lien d'ordre chronologique avec cette proportion élevée de pâte 3c1. Y aurait-il eu un apogée durant cette période – vers 600-650 ap. J.-C. – pour la production céramique dans la région de Sevrey? Ou cette région potière bourguignonne aurait-elle alors concentré sur elle la plupart de la production céramique au détriment des autres, représentées notamment par les sous-groupes de céramique orange, peu nombreuses dans la ferme 6 de Develier-Courtételle et à Chevez? On assisterait dans ce cas à un phénomène similaire à celui observé dans la région bâloise avec la céramique sableuse, et dans la région du Rhin supérieur avec les céramiques micacées et claires d'Alsace au début du 7^e siècle (Marti 2000; Châtelet 2002; Châtelet et al. 2005; Marti et al. 2006).

Il convient de réfuter par contre l'argument fonctionnel des récipients, toutes les fonctions étant en effet représentées au sein des trois corpus – service des boissons, pots à cuire, récipients à usage mixte – montrant qu'il n'y a donc pas eu de choix, par exemple dans le cas du transport lié à un produit particulier.

Cette distinction repose-t-elle sur la différence de fonction des trois sites régionaux? Chevez-Lai Coiratte est un atelier métallurgique, Courtedoux-Creugenat un habitat et Develier-Courtételle un habitat avec production métallurgique. Or les deux sites d'habitat ont presque les mêmes proportions, tandis que l'atelier de Chevez en possède proportionnellement le plus. On ne peut donc pas, a priori exclure un lien entre l'importation massive de céramique bourguignonne et l'artisanat métallurgique. On pourrait donc y supposer un échange, un genre de troc d'objets en fer contre des poteries utilitaires. Mais la ferme 6 de Develier-Courtételle ne répond pas à ce modèle puisqu'elle ne présente pas d'activité métallurgique: sa concentration en pâte 3c1 devrait donc reposer au moins partiellement sur l'argument chronologique. A moins que ce dernier facteur ne soit renforcé par un autre, comme un lien social privilégié ponctuel avec la Bourgogne (mariage? parenté? connaissances?)¹¹⁰.

Pour la première fois, grâce au corpus restreint de Chevez-Lai Coiratte, un argument se présente de façon assez probante pour suggérer que l'évolution dans l'organisation de la production potière a suivi la même voie que dans les districts potiers bâlois et alsaciens. Il s'agirait donc peut-être d'une évolution générale, dont les causes ne sont pas encore tout à fait claires. Les changements politiques, invoqués par M. Châtelet pour expliquer cette concentration des ateliers dans la région alsacienne, n'est pas directement applicable au cas bourguignon, puisque l'avènement du duc d'Alsace ne touche pas la Bourgogne. Si d'autres sites fournissent de plus amples arguments pour étayer notre premier constat, il conviendra de réfléchir aux causes du regroupement de la production céramique en général au début du 7^e siècle.

3.11.1.3 Les amphores, la céramique protohistorique, romaine, médiévale et moderne résiduelle

Un peu moins de la moitié des céramiques de Lai Coiratte documentent d'autres phases que le Haut Moyen Age (fig. 97). Bien qu'elles ne puissent être associées à des structures, elles sont brièvement présentées ici.

La céramique protohistorique

La céramique protohistorique récoltée à Lai Coiratte a été étudiée préalablement avec celle de Chevez-Combe Ronde (Deslex et al. 2010, chap. 5.3). La fusaïole (pl. 3.35), qui adopte une forme bitronconique asymétrique et qui n'est pas ornée, pourrait également être intégrée à cette phase, d'autant qu'elle est fort peu cuite.

Les amphores

Cinq morceaux de panses d'amphores sont attestés sur le site. Leur forme reste indéterminable, mais leur pâte fournit un indice relatif à leur fonction et à leur origine¹¹¹: quatre de ces cinq fragments d'amphores possèdent en effet des inclusions de sanidine¹¹² et de clinopyroxène¹¹³, minéraux issus des roches volcaniques quaternaires de la côte tyrrhénienne d'Italie centrale (Thierrin-Michael 1999, p. 145; Thierrin-Michael 2000, p. 226-227).

Ce genre de pâte est en effet typique d'amphores vinaires italiennes, très fréquentes sur des sites de consommation en Gaule (Thierrin-Michael 1999, 2003, 2007 et 2010). En l'absence d'analyses sur ce corpus, mais surtout du fait que tous les ateliers d'amphores ne sont pas encore identifiés, il n'est pas possible, à une exception, de rattacher ces restes à un atelier précis. Grosso modo, on peut dater les amphores italiennes retrouvées dans nos régions entre 150 et 15 av. J.-C., les importations de vins italiennes régressant nettement au cours de la seconde moitié du 1^{er} siècle av. J.-C. (Martin-Kilcher 1994).

Un seul petit fragment peut être précisément attribué à l'atelier d'Albinia (ouest de la presqu'île d'Orbetello, Etrurie centrale, I), caractérisé par un tessou couleur lie-de-vin assez dense, des pores concentriques, la présence d'inclusions de sanidine visibles macroscopiquement, de nodules noirs et de rares clinopyroxènes (Thierrin-Michael 1999, p. 145; Thierrin-Michael 2007, p. 123). Les importations de cette production dans la région entre Lyon et Bâle se situent entre 140 av. J.-C. et la période augustéenne¹¹⁴. D'autres fragments d'amphores d'Albinia ont été trouvés localement, à Alle-Noir Bois, dont un bord de Dressel 1B (Demarez, Othenin-Girard et al. 1999, cat. 520; Thierrin-Michael 1999).

Trois des cinq fragments ont été trouvés à peu de distance les uns des autres, dans la zone nord du site¹¹⁵. Comme leur pâte est identique sur la base d'un examen visuel macroscopique, il est fort probable qu'il s'agisse d'un seul et même individu. Cette pâte est similaire aux tessous découverts à Chevenez-Combe Varu: leur analyse a révélé une correspondance avec un groupe d'amphores présent à Bâle-Münsterhügel et Verdun-sur-le-Doubs, entre autres (Thierrin-Michael 2010). Le contexte de découverte des deux derniers fragments, dont le morceau d'amphore d'Albinia, de taille plus réduite, est moins évident: situés dans la couche 3, ils ne sont certainement pas à leur place primitive d'abandon. Au total, il s'agit donc d'au moins deux individus différents.

Des assemblages d'amphores vinaires de même provenance se retrouvent sur les sites de consommation entre Lyon et le Rhin supérieur, notamment à Bâle-Gasfabrik et Bâle-Münsterhügel, une situation qui plaide en faveur d'une importation d'amphores vinaires italiennes par le Rhône, la Saône et le Doubs (Thierrin-Michael 2007, p. 125). En l'absence de structures connues datant de La Tène finale auxquelles on pourrait rattacher ces tessous d'amphores à Chevenez-Lai Coiratte, il est possible qu'il faille plutôt les rattacher au domaine B du site voisin de Chevenez-Combe Ronde, occupé à La Tène finale (Deslex et al. 2010, p. 162): peut-être s'agit-il alors d'amphores vinaires italiennes cassées lors de leur voyage en direction Bâle, par le chemin déjà suggéré par G. Thierrin-Michael¹¹⁶. On pourrait ainsi compléter l'itinéraire, puisque des morceaux d'amphores italiennes à pâte similaire et contemporaines ont été retrouvés sur les sites voisins de Chevenez-Combe Varu (Deslex et al. 2010) et de Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître).

La céramique romaine

La céramique attribuée à l'Époque romaine compte 18 fragments. Les parallèles géographiquement les plus proches de la

jatte carénée (pl. 3.34) se trouvent à Alle (Demarez, Othenin-Girard et al. 1999, cat. 315-325), ainsi qu'à Porrentruy, Buix, Boncourt, Delle et Florimont (Viroulet, Murer et Rougier 2007, fig. 8), livrant une série de plats carénés en pâte claire fine fumigée de bonne facture. Il pourrait s'agir d'une production typique de la région de Porrentruy aux 1^{er} et 2^e siècles de notre ère¹¹⁷. Il s'agirait ainsi du premier exemplaire connu à l'extérieur de la vallée de l'Allaine en territoire ajoulot. Quant à la petite coupe (pl. 3.33), c'est sa pâte très fine gris clair qui a motivé sa place chronologique.

La céramique moderne

Dix-sept pour cent des tessous de Lai Coiratte datent de l'Époque moderne, le doute subsistant pour trois d'entre eux qui pourraient être du Bas Moyen Âge. La forte fragmentation de ce petit corpus rend difficile une attribution chronologique fine, mais en se basant sur les catégories céramiques, il est possible d'affirmer qu'elles datent des 17^e, 18^e ou de la première moitié du 19^e siècle, vu leurs similitudes avec les pièces de Porrentruy-Grand'Fin (Babey 2003). Environ la moitié de ces tessous, caractérisés par l'application d'une glaçure transparente jaune sur pâte rouge-orange semi-grossière, ont été fabriqués à Bonfol entre le 18^e et le 19^e siècle; certains d'entre eux présentent des éléments de décors typiques réalisés à l'engobe blanc au moyen d'un barolet. Un seul fragment, avec une imitation de bambou sur sa face externe et réalisé dans une argile claire et fine, peut être attribué à Cornol¹¹⁸. Il n'est pas possible, en l'état actuel des connaissances, de préciser ni l'origine ni la fourchette chronologique des autres catégories de céramiques, comme celle à glaçure verte sur pâte blanchâtre ou rougeâtre, celle à glaçure verte sur engobe blanc, celle à glaçure manganèse sur cru et les pièces dépourvues de glaçure qui sont largement attestées au 17^e siècle. Sur les 142 fragments modernes attestés, 89 ont été découverts dans les couches supérieures (couche 1, remblais, ensemble 2 et couche 3.2.2), alors que 46 autres proviennent des couches archéologiques (3, 3.1 et 3.3), voire du remplissage supérieur de la cabane en fosse 2 ou de l'aire de rejet (quatre tessous). Ce dernier fait s'explique peut-être par la faiblesse d'enfouissement des couches archéologiques, associée à une forte érosion locale qui a pu favoriser un mélange des vestiges de plusieurs périodes par le biais des labours modernes.

3.11.2 La vaisselle en pierre ollaire

Emmanuelle Évéquoz

La vaisselle en pierre ollaire apparaît sous la forme de onze fragments d'un poids total de 261,6 g, creusés dans des roches à grains grossiers (fig. 107). Certains portent des traces de brûlure, voire des dépôts de suie sur les faces externes. Les fragments de talcschiste sont rares dans le corpus de Lai Coiratte composé principalement de chloritoschiste, parfois avec inclusions de grenats (Marti et al. 2006, p. 115-116; Billoin 2003, p. 250-251). Ceci confirme les observations effectuées dans la vallée de Delémont, à Develier-Courtételle, et en Ajoie, à Courtedoux-Creugenat (Hänni et Lhemon 2007, p. 249). La mise en forme des pierres est effectuée selon un processus de tournage.

Forme	nb	g	Matériau	
			Talcschiste	Chloritoschiste
Gobelet tronconique	2	154,5	2	
Gobelet cylindrique	2	32,8		2
Pot	4	36,3		4
Couvercle ?	1	4,3		1
Indéterminé	2	33,7		2
Total	11	261,6	2	9

Fig. 107 Répartition morphologique et matérielle des pierres ollaires.

Les quatre pièces attribuées à des formes hautes et ouvertes, des gobelets¹¹⁹, ont été regroupées en trois individus. Le premier, orné de deux cordons disposés sous la lèvre, est creusé dans un talcschiste et présente un profil tronconique (pl. 4.1); un deuxième fragment agrémenté d'un décor identique se rattache sans doute à ce même individu (pl. 4.2). Plusieurs pièces similaires, rehaussées d'un seul cordon également placé sous la lèvre, sont répertoriées dans des contextes du Haut Moyen Age, par exemple à Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, pl. 58.1); au Saint-Mont (Vosges, F; Aubry-Voirin 2008, fig. 3.PO 60-65-19) ou à Ecrille-La Motte (Jura, F; Gandel et al. 2008, fig. 12.22). La meilleure pièce de comparaison est une forme ouverte et basse apparue sur le site de Gamsen - Waldmatte (VS; Paccolat et Moret 2007, fig. 6). Un deuxième récipient, produit à partir d'un chloritoschiste vert, se caractérise par un profil cylindrique et un décor formé de quatre sillons positionnés sous la lèvre (pl. 4.3). De bons parallèles figurent parmi les découvertes de Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, pl. 58.13 et 59.23), de Besançon (Doubs, F; Billoin 2003, fig. 19.1, perforé), de Rahon (Jura, F; Billoin 2003, fig. 22.9), du Saint-Mont (Aubry-Voirin 2008, fig. 2.PO 53), d'Ecrille-La Motte (Gandel et al. 2008, fig. 12.21) ou encore de Morrens-Petit Montilly (VD; Haldimann et Steiner 1996, fig. 5.22). Le troisième et dernier gobelet, de forme cylindrique est fabriqué à partir d'un chloritoschiste de couleur vert-bleu. Plusieurs bandeaux de sillons enjolivent sa panse (pl. 4.4) alors que de nombreuses traces de tournage sont visibles sur sa face interne. Ce récipient trouve des parallèles à Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, pl. 59.21), à Besançon (Billoin 2003, fig. 24.10), à Largillay-Marsonnay (Jura, F; Billoin 2003, fig. 21.3), au Saint-Mont (Aubry-Voirin 2008, fig. 3.PO 70).

Réputée pour ses qualités réfractaires et sa faible porosité, cette roche était appréciée pour la fabrication d'ustensiles destinés à la cuisson des aliments (Billoin 2003, p. 252). Ces récipients font donc partie intégrante de la batterie culinaire; ils pouvaient être obturés à l'aide d'un couvercle fabriqué dans la même matière, à l'exemple des découvertes de Mâcon (Saône-et-Loire, F) imputées à l'Antiquité tardive, 5^e-6^e siècles (Billoin 2003, fig. 20.4-5), ou de Muralto (TI; Donati 1986, p. 97). Au sein de l'ensemble analysé dans cette étude, un petit fragment de chloritoschiste (pl. 4.5) semble présenter une forme discoïde et sa mise en parallèle avec les couvercles précités est tentante. Cependant son diamètre de 7 cm reste nettement inférieur et s'approche plutôt des disques de pierre ollaire utilisés comme fusaiöles – diamètre qui n'excède guère 5 cm – mis au jour à Arcegnò (TI; Donati 1986, p. 109-110.43) dans un contexte plus précoce (3^e-4^e siècles) ou dans les sépultures des 6^e-7^e siècles de Bonaduz

(GR; Schneider-Schnekenburger 1980). La pièce de Lai Coiratte ne bénéficie néanmoins pas d'un état de conservation suffisant pour permettre une affirmation en faveur de l'une de ces deux interprétations.

En raison des procédés utilisés pour leur fabrication, le répertoire morphologique du vaisselier en pierre ollaire n'évolue guère entre les 5^e et 8^e siècles (Billoin 2003, p. 253-256) avec pour conséquence la difficulté d'apporter des datations précises. En témoignent les fortes similitudes perceptibles entre les individus en talcschiste exhumés sur le site, avec certains spécimens romains d'Avenches ou de Kempraten (SG)¹²⁰. Le contexte de découverte des spécimens de Lai Coiratte ainsi que leur ressemblance morphologique avec certains individus de Develier-Courtételle et du nord-ouest de la Suisse (Marti 2000) nous incitent à rattacher ces récipients au 7^e siècle. Ceci concorde avec l'attribution chronologique des parallèles découverts en Franche-Comté ainsi qu'en terre vaudoise, où ils sont datés de la seconde moitié du 6^e siècle et du début du 7^e siècle (Haldimann et Steiner 1996, p. 149-150). Cette fourchette chronologique peut être précisée avec les données fournies par le mobilier métallique et céramique.

Sur le site, la vaisselle en pierre ollaire est localisée presque exclusivement à proximité des structures de forge et dans le ferrier, comme la majorité de la céramique culinaire (chap. 3.14). Seules deux pièces proviennent des sondages effectués plus au sud, en dehors du niveau archéologique préservé. Cette localisation soulève la problématique d'un emploi ou rempli de ces récipients – dont la fonction première reste culinaire – en lien avec le travail de forge. Cette possibilité, déjà évoquée à plusieurs reprises à Pratz (Jura, F; Billoin 2003, p. 265-267) et à Ecrille-La Motte (Gandel et al. 2008, p. 305), n'est, à Lai Coiratte, pas étayée par la présence de résidus métalliques tant sur la face interne qu'externe des récipients; mais l'absence d'analyse chimique ne permet pas d'exclure cette hypothèse. En outre, la découverte de récipients de valeur dans un contexte métallurgiste pose également la question du statut économique des forgerons et contribue à étoffer l'observation déjà effectuée à ce sujet (Billoin 2003, p. 268; Aubry-Voirin 2008, p. 136).

En dernier lieu, la découverte d'ustensiles en pierre ollaire témoigne des liens commerciaux qui reliaient l'Ajoie et le milieu alpin¹²¹. Les fragments de pierre verte – chloritoschiste – proviennent sans doute de la Vallée d'Aoste, comme cela est le cas pour Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, p. 115-119), ou du moins de la partie centrale des Alpes. Ils sont peut-être arrivés en Ajoie en transitant par l'axe Rhône-Saône (Billoin 2003, p. 270), puis par voie fluviale sur le Doubs jusqu'à Besançon et finalement par transport terrestre. Les talcschistes proviennent en revanche de la partie orientale des Alpes, où des carrières romaines sont connues à Chiavenna (Sondrino, I; Billoin 2008; Lhemon 2008; Marti et al. 2006, p. 115-119) et plus largement en Lombardie (Sannazaro 2008). Bien que la provenance exacte des récipients en talcschiste de Develier-Courtételle n'ait pu être déterminée avec exactitude, l'origine de cette matière première semble attribuable à la région lombarde.

3.11.3 Les lithiques

Emmanuelle Evéquo

3.11.3.1 L'outillage lithique

D'un poids total de 2,4 kg, les 29 fragments d'outils lithiques se répartissent entre matériel de mouture et aiguisoirs/polissoirs (fig. 108). Dans treize cas, les objets sont trop abîmés pour avoir conservé de quelconques traces d'utilisation ; seules les propriétés abrasives de leur matière première permettent de les rattacher à l'outillage lithique. La détermination des roches utilisées pour leur fabrication, ainsi que leur provenance probable a été effectuée par D. Aubry (annexe 7). Par ailleurs, devant l'impossibilité d'offrir une estimation de la morphologie et des dimensions originelles de ces objets, nous avons renoncé à la recherche de pièces de comparaison.

Matériau	Meule	Aiguiseur polissoir
Brèche	6	2
Grès	7	6
Microgrès	0	5
Indéterminé	0	3
Total	13	16

Fig. 108 Répartition matérielle des outils lithiques.

Le matériel de mouture

Les treize fractions recueillies sur le site sont attribuables à au moins huit moulins rotatifs qui n'ont pas pu être reconstitués, ni répartis en *catilius* et *meta*. Fabriquées dans des roches dures à grain grossier, à l'exception de deux cas à granulosité fine, les pierres étudiées se rattachent à deux grandes familles rocheuses qui apparaissent en proportions équilibrées : les brèches (six morceaux pour au moins une meule) et les grès (sept fragments pour sept meules).

Malgré une importante fragmentation, aucun segment ne pèse plus 150 g ; les surfaces de travail sont parfois encore perceptibles par une abrasion localisée de la roche (fig. 109 et CHE 002/5881 CO, non dessiné) et, plus rarement, par des traces de mise en forme ou de réaffûtage du disque de pierre par bouchardage (fig. 110). Occasionnellement, les stigmates d'une récupération comme aiguiseur/polissoir se traduisent par la présence de plusieurs sillons d'usure en U à base quadrangulaire (pl. 4.6) et en V

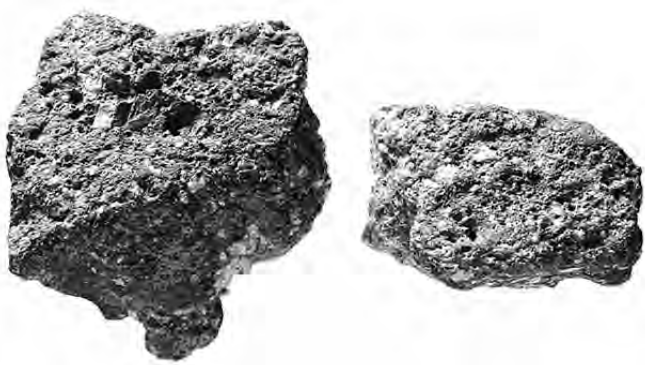


Fig. 109 Fragments de meules en brèche volcano-sédimentaire (CHE 002/5854, 6693 CO).



Fig. 110 Fragment de meule en grès arkosique (CHE 002/5866 CO).

(pl. 4.7) ou d'une bande longitudinale abrasée et polie (CHE 002/5881 CO, non dessiné). Certains éléments sont visiblement entrés en contact avec une source de chaleur (CHE 001/2345 et 002/6729 CO, non dessinés).

La coexistence de ces deux grandes catégories rocheuses au sein du matériel de mouture corrobore les observations déjà effectuées sur le site de Develier-Courtételle où trois morceaux de brèche rouge ont été recensés parmi le mobilier lithique, l'un d'eux également marqué par des traces de réutilisation (Marti et al. 2006, p. 140). Ces deux sites présentent donc les premières attestations relatives à l'occurrence de ce matériau dans des contextes du Haut Moyen Age. La fabrication de moulins rotatifs en brèche rouge est bien connue de la fin de l'âge du Fer à la période gallo-romaine dans le massif de la Forêt-Noire, en particulier près de Schweigmatt (Lorrâch, D) dans la vallée de la Wiese (Joos 1975). La question de la poursuite de l'exploitation de ces gisements durant le Haut Moyen Age est à nouveau soulevée par les éléments mis au jour à Lai Coiratte. A l'instar de Develier-Courtételle, le remploi d'un matériau récolté de manière spontanée sur un site avoisinant d'époque antérieure peut y être envisagé étant donné les découvertes effectuées sur le site protohistorique voisin de Combe En Vaillard (Deslex et al. 2009, p. 76-77).

En outre, l'une des deux qualités de grès feldspathique apparues à Lai Coiratte (CHE 002/5881 CO, non dessiné) a également été recensée à Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, pl. 69.9) ainsi qu'à Combe En Vaillard (chap. 5), et est particulièrement bien représentée au sein du matériel de mouture du site de Courtedoux-Creugenat (communication orale de R. Fellner; Deslex et al., à paraître). Dans chacun de ces sites, cette roche a pu être associée à des moulins rotatifs. La prépondérance de ce lithique en Ajoie pourrait dessiner une particularité régionale, peut-être en lien avec le réseau d'échanges. Les études à venir permettront sans doute de compléter cette observation.

Les aiguisoirs/polissoirs

Les seize fragments d'aiguisoirs/polissoirs exhumés à Lai Coiratte ont pu être répartis en quatorze individus (fig. 108). A ce décompte s'ajoutent les fractions de meule dont la fonction initiale a été détournée. Le répertoire morphologique de ces outils obéit d'une part aux impératifs liés à leur utilisation, d'autre part

aux contraintes imposées par la matière exploitée pour leur fabrication. Compte tenu de l'état fragmentaire du corpus étudié, l'établissement d'une typologie s'avère difficile. Pour répondre à leurs besoins, les artisans ont sélectionné des roches généralement dures à moyennement dures, et de granulométrie le plus souvent fine : des brèches, des grès et surtout des microgrès.

Les pierres à aiguiser/polir produites à partir de roches à grains grossiers – brèches et grès – résultent généralement de la récupération de matériel de mouture hors d'usage. Préalablement à leur réaffectation, ces éléments ont le plus souvent subi un léger façonnage (CHE 002/5881 CO, non dessiné). L'un des cas les mieux conservés présente une section quadrangulaire aux arêtes prononcées (pl. 5.3). Produit à partir d'une roche noire d'aspect volcanique, son épaisseur est de 2,3 cm et aucune pièce de comparaison n'est connue sur le plan régional. Bien que l'existence d'un polissoir en roche noire volcanique soit mentionnée parmi les découvertes du Lac de Paladru (Isère, F; Colardelle et Verdel 1993, p. 282), sa mise en parallèle avec l'objet de Lai Coiratte ne peut aller au-delà de la simple hypothèse. Pour un second exemple (pl. 4.6), les ouvriers semblent simplement avoir tiré parti d'une face comportant des inclusions moins denses et de plus petites dimensions, sans que la pièce n'ait nécessité de préparation particulière.

La majorité des aiguisoirs/polissoirs qui composent ce corpus, treize morceaux, sont issus de roches à grains fins, des microgrès, et confirment en ce point les observations effectuées à Develier-Courtételle, au Lac de Paladru (Colardelle et Verdel 1993, p. 281) ou à Dorestad (NL; Kars 1983, p. 3-4). Mieux conservés que les spécimens à grains grossiers, les microgrès peuvent être répartis entre formes fixes rotatives et formes portatives. Ainsi, au sein des formes fixes rotatives, deux exemples d'affiloir ou aléuseuse sont à relever. Le premier est un segment de disque dont le diamètre est estimé à 20,3 cm (pl. 4.8); le diamètre du second exemple est, avec 20 cm, quasi identique (pl. 4.9 et CHE 002/5857 CO, non dessiné). Ils se distinguent par une surface polie, localisée sur la tranche de la pierre et dévoilant leur positionnement en station verticale. Cette face de travail est marquée de fines raies longitudinales dues à l'usage. L'observation en coupe révèle une légère convexité propre à ce genre d'outil (pl. 4.8). Les rares traces de percussion observables sont sans doute dues à l'entrée en contact de l'objet travaillé avec la meule en rotation (pl. 4.9). Cet individu présente par ailleurs une arête marquée délimitant une deuxième face d'utilisation trahissant sa réaffectation. Aucune information quant à leur support ou à leur mécanisme de mise en mouvement n'est observable. A titre de comparaison, un seul cas de meule à aiguiser apparaît à Develier-Courtételle sur un ensemble lithique de 206 objets (Marti et al. 2006, p. 141), alors que neuf cas sont recensés parmi les 400 aiguisoirs/polissoirs de Dorestad.

Parmi les outils portatifs, un individu présente une forme pyramidale caractéristique (pl. 5.1). Trois spécimens (fig. 111, 112 et 113) ont été taillés de façon à obtenir un format plutôt oblong qui correspond aux morphologies se dégageant des corpus de Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, p. 137-139), du Lac de Paladru (Colardelle et Verdel 1993, p. 281) ou de Dorestad (Kars 1983).

Dans deux cas, la pierre paraît avoir été exploitée à l'état brut (fig. 114 et pl. 5.2). Les outils portatifs étaient soit accrochés à la ceinture par un système de suspension formé d'un lien végétal ou en cuir, soit placés dans un sac en tissu ou en peau lui-même accroché à la ceinture. Le premier mode de suspension nécessitait la perforation de l'extrémité proximale de l'objet. A Lai Coiratte, le fractionnement est tel qu'aucun système d'attache éventuel n'a pu être observé.

Dans l'ensemble, relevons que la plupart des pièces de Lai Coiratte portent d'importantes traces de feu, comme à Dorestad. Lorsqu'elles sont conservées, les faces de travail – marquées par une abrasion superficielle de la roche, une concavité plus ou moins prononcée, des rainures d'utilisation en U (pl. 4.6, 5.1 et 5.3) ou en V (pl. 5.1 et 5.3), des facettes de polissage et de nombreuses raies d'usage – témoignent de l'emploi multiple de ces outils. Le profil des sillons peut fournir un indice quant à l'affectation de l'objet. Ainsi des raies en U à base quadrangulaire renvoient au polissage d'objets de section quadrangulaire, alors que les rainures en V sont à mettre en rapport avec l'aiguisage des tranchants ou des pointes (Marti et al. 2006, p. 137). En dernier lieu, la variété des matières premières – dureté et granulométrie – avec lesquelles sont fabriqués les aiguisoirs/polissoirs est liée aux propriétés recherchées pour accomplir les travaux de finition, l'affilage/polissage, des objets métalliques. Ceux-ci débutent avec des aiguisoirs/polissoirs à grain grossier et se poursuivent avec des roches de granulométrie de plus en plus fine pour assurer un fini parfait.

Synthèse sur l'outillage lithique

Au terme de l'examen des outils lithiques, une sélection des pierres de fabrication, selon des critères de dureté et de finesse, est nettement constatée. Ainsi, le matériel de mouture est principalement fabriqué dans des roches dures à grains grossiers alors qu'une prédilection marquée pour les roches dures ou moyennement dures et à grains fins se dessine pour la fabrication des pierres à aiguiser/polir. Ceci correspond aux observations effectuées à Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, p. 135), mais aussi au Lac de Paladru (Colardelle et Verdel 1993, p. 281-282), au Runde Berg (Christlein 1979) ou encore à Dorestad. En outre, la localisation de ce mobilier à proximité des structures d'artisanat métallurgique – trois exceptions – n'est pas propre à Lai Coiratte et permet d'établir un lien direct avec l'artisanat spécifique développé *in situ*. L'utilisation de moulins rotatifs pour le broyage et le concassage des minerais ou des scories est attestée sur divers sites de production métallurgique au sein d'occupations d'Époque romaine (Domergue et al. 1997) ou médiévale (Benoît et al. 1997). Toutefois, aucune évidence de ce travail n'est lisible sur les fragments conservés à Lai Coiratte, ni strie circulaire, ni incision rayonnante; par contre quelques sillons en U se rapportent à un remploi comme aiguisoir/polissoir. Ce recyclage nécessite une mise en forme préalable plus ou moins soignée (pl. 5.3 et CHE 002/5881 CO, non dessiné). Concernant l'approvisionnement en matière première, le ramassage opportuniste de matériaux recherchés pour leurs propriétés abrasives, aussi observé à Develier-Courtételle ou à Dorestad, met en évidence la logique économique qui a prévalu chez les artisans mérovingiens.



Fig. 111 Fragment d'aiguiseur/polissoir en grès fin calcaire (CHE 002/5844 CO).



Fig. 113 Fragment d'aiguiseur/polissoir en calcaire gréseux (CHE 002/6789 CO).



Fig. 112 Fragment d'aiguiseur/polissoir en grès ou brèche calcaire fossilifère (CHE 002/5851 CO).



Fig. 114 Fragment d'aiguiseur/polissoir en roche carbonatée à oïdes (CHE 002/7105 CO).



Fig. 115 Fragment d'aiguiseur/polissoir en roche indéterminée (CHE 002/5859 CO).

N'apparaissant pas au sein des bancs rocheux locaux, ces matières devaient être importées, sans doute du sud des Vosges, du pays belfortain ou encore de la Forêt-Noire; notons du reste que deux types de roche (fig. 115 et pl. 5.3), *a priori* d'origine volcanique, ne sont, à l'heure actuelle, pas répertoriés sur les sites du Haut Moyen Age environnant Lai Coiratte.

Par conséquent, afin de limiter les coûts de production, les Mérovingiens ont exploité au maximum ces roches trop endommagées pour remplir leur fonction initiale comme matériel de mouture. Cette réutilisation justifie sans doute l'important nombre de meules, compte tenu de l'étendue du site, ainsi que les faibles dimensions des fragments, aucun n'excédant 150 g. A titre comparatif, 54 éléments de meules sont dénombrés à Develier-Courtételle pour un total de neuf individus (Martí et al. 2006, p. 139). Le répertoire morphologique des aiguiseurs/polissoirs est varié. A Lai Coiratte, de même qu'à Develier-Courtételle ou à Dorestad, les formes fixes rotatives coexistent avec les formes portatives, mais sont rares. Cette rareté est vraisemblablement due à

des motifs économiques. Sans doute plus onéreux en raison de leur matière première, les moulins à aiguiser/polir étaient probablement importés à l'état de produit fini; de plus, ils nécessitaient la construction d'un support ainsi que l'intervention d'une force de traction externe (humaine, animale, éolienne ou hydraulique) pour leur actionnement. La découverte d'un spécimen rotatif retaillé afin de servir d'aiguiseur/polissoir portatif conforte cette hypothèse (pl. 4.9).

3.11.3.2 Autres lithiques: les fossiles

Outre la vaisselle en pierre ollaire (chap. 3.11.2) et l'outillage (chap. 3.11.3), les autres lithiques n'apparaissent que par quelques fossiles, silex et cristal de roche. Ces deux derniers éléments ayant déjà fait l'objet d'une étude, nous n'y reviendrons

pas (Saltel et al. 2008, p. 106-107). Des calcaires rubéfiés, insérés dans la couche archéologique 3a, proviennent de la zone centrale du site; leur épandage ne paraît être rattaché ni à des structures ni à des niveaux de circulation.

Parmi les cinq fossiles répertoriés, un gastéropode et trois bivalves ont été exhumés du remplissage 2 du fond de cabane ou fosse 1; le dernier individu est formé d'un amas de fossiles marins et provient du ferrier (fig. 116). Ces objets ont probablement été récoltés de manière aléatoire au gré des affleurements fossilifères qui avoisinent le site et des déplacements de ses occupants faisant preuve d'une attitude de collectionneur. La découverte de fossiles dans des habitats du Haut Moyen Age apparaît à diverses reprises, comme à Develier-Courtételle où plusieurs individus ont été mis au jour dans le niveau archéologique (communication orale de R. Fellner), à Combe En Vaillard et Courtedoux-Creugenat où certains spécimens apparaissent dans des remplissages de structures (communication orale de C. Deslex) et à Unterthürheim (Augsburg, D; Grünwald 1988, p. 83). Ces objets pouvaient à l'origine avoir été placés dans des aumônières ou suspendus à des châtelaines, et servir d'amulette au même titre que les coquilles d'escargot exhumées de la tombe 204 de Lausanne-Bel-Air (VD; Leitz 2002, p. 240), les coquillages fossiles et les ammonites retrouvés à Schleithem-Hebsack (Burzler et al. 2002, tombes 438, 568, 599, 609) ou encore dans la tombe 923 de la nécropole de Cutry où l'ammonite fossile est montée en pendentif (Legoux 2005, p. 332).

La collection de pierres d'aspect ou de matière sortant de l'ordinaire, de fossiles, de cristal de roche ou de silex, apparaît fréquemment au sein des nécropoles (Ganslmeier 1991, p. 429). Cette pratique est sans doute liée à des critères esthétiques ou à des croyances qui nous échappent (Dübner-Manthey 1987, p. 59-63). Dans cette acception, ces pierres remplissaient peut-être une fonction apotropaïque (Steiner L. 2005, p. 210) ou curative¹²². Un cristal de roche découvert sur le thorax du squelette occupant la sépulture 942 de Cutry pourrait avoir joué le rôle de talisman (Legoux 2005, p. 336). Relevons encore que les silex ont généralement servi de pierre à feu pour les briquets et étaient considérés comme des pierres protectrices face au danger de la foudre (Martí et al. 2006, p. 127-128; Neubauer 1991, p. 121-129; Ganslmeier 1991, p. 427).



Fig. 116 Les fossiles (de gauche à droite en partant du haut CHE 002/5874, 5872, 5869, 5875, 5867 CO).

3.11.4 Le mobilier en verre

Jean-Pierre Mazimann

Le lot étudié concerne 19 fragments provenant d'un contexte associé à des ateliers métallurgiques et/ou à des structures en rapport : ferrier, fonds de cabane, trous de poteau. Deux pièces de l'Époque moderne ont été exclues de ce corpus.

Un fragment de bracelet en pâte de verre pourpre de type 3a de Mandeure (Guillard 1989), daté de La Tène finale, a vraisemblablement été récupéré sur un site proche, ce que tend à confirmer sa découverte dans le niveau archéologique à proximité des structures de forge (pl. 5.9).

À l'exception de ce bracelet, les douze individus isolés, appartenant au service des boissons, s'échelonnent tous entre le 5^e et le 7^e siècle ap. J.-C. Si la carafe (pl. 5.8) comme le petit fragment orné de filets blanc opaque (pl. 5.5) semblent plutôt attribuables à l'Antiquité tardive, les quatre bols apodes T.60 (Feyeux 2003) (pl. 5.6-7 ainsi que CHE 002/5803 CO et CHE 002/5812 CO, non dessinés), les mieux représentés, de même que les six fragments de panses de gobelets (CHE 002/5810 CO; CHE 002/5811 CO; CHE 002/5814 CO; CHE 002/5815 CO; CHE 002/5816 CO et CHE 002/5817 CO, non dessinés), sont clairement du 7^e siècle.

La couleur bleue, typique de cette période, domine largement le lot; les autres couleurs comme l'olive (CHE 002/5805 CO, non dessiné) ou le bleu-vert (pl. 5.8) n'étant qu'occasionnelles.

À l'exception des filets évoqués (pl. 5.5) et d'un cordon (pl. 5.4) les décors sont inexistantes.

D'un point de vue spatial, parmi les onze fragments du service à boire attribués au 7^e siècle, cinq ont été mis au jour dans la zone d'activité de forge et deux proviennent de la zone d'activité sud-est. Les trois autres tessons se répartissent sur le reste de la zone fouillée. La présence de cette vaisselle sur un lieu de travail peut surprendre. Elle témoigne en effet d'une certaine aisance et de raffinements de table.

En conclusion, la verrerie étudiée a été avant tout collectée à proximité de structures dépendant d'ateliers métallurgiques. Elle est essentiellement mérovingienne. Très fragmentée, elle est plutôt de bonne qualité avec cependant des bulles discrètes. Les décors sont exceptionnels. Sauf une possible carafe (pl. 5.8), ce sont surtout des coupes, des bols ou des gobelets soufflés qui émergent du lot (Feyeux 2003, T.60), l'ensemble représentant le service de boisson et induisant une certaine richesse. De rares fragments ont subi l'action du feu.

Ces gobelets sont à rattacher à ceux retrouvés sur les sites de Develier-Courtételle (Mazimann 2006, pl. 60 et 61) et de Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître), avec lesquels ils présentent de fortes affinités tant typologiques que chronologiques. Leur origine, qui reste à déterminer, devait vraisemblablement être la même.

3.11.5 Le mobilier en bronze et la métallurgie des alliages blancs et cuivreux

Emmanuelle Evéquo

La parure funéraire

Les occurrences de mobilier en bronze sont faibles; les pièces principales proviennent de la sépulture triple et se présentent sous la forme de trois boucles d'oreilles annulaires formées d'un jonc lisse. La paire d'anneaux d'oreille découverte sur le squelette féminin se caractérise par un fermoir formé d'un œillet et d'un crochet, type qui n'apparaît pas avant la seconde moitié du 7^e siècle ap. J.-C., plus précisément entre 670 et 690 selon leur diamètre (pl. 6.1-2; Roth et Theune 1988, p. 32-33). La boucle d'oreille masculine s'apparente aux parures de type nomade dites en forme de croissant, mais ne permet pas d'attribution chronologique précise (pl. 6.3; chap. 3.3.3).

Le travail des alliages blancs et cuivreux

La spécialisation artisanale du site dans le travail métallurgique a déjà été largement abordée dans les chapitres précédents (chap. 3.6-3.10). Toutefois, la découverte de deux fragments de creusets (pl. 6.10-11) prouve que le fer n'était pas l'unique métal exploité. Le premier spécimen semble de plus petites dimensions que le second, dont la taille paraît légèrement supérieure. Bien que se rapprochant des creusets connus à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 1.90, 113 et 2.153), leur état de conservation ne permet guère de les attribuer à l'un des deux profils – tonnelet ou cratère – mis en évidence à Develier-Courtételle. Tous deux se caractérisent par une importante vitrification de leur paroi externe alors que la paroi interne est fortement brûlée, voire scorifiée. Leur affectation à la fonte d'alliages ne nécessitant qu'une basse température de fusion est vraisemblable. En effet, si la métallurgie des métaux blancs n'est pas confirmée sur le site, l'hypothèse du travail des alliages cuivreux est étayée par la découverte de quelques pièces en partie ou en totalité brasées au laiton (pl. 10.1 et 12.3), de petits morceaux de tôle en bronze (pl. 6.5-6 et CHE 002/6679 CO, non dessiné) ainsi que de rares gouttes de cuivre piégées dans des scories en forme de calottes et dans un déchet de forge (fig. 117).

Les activités polymétalliques au sein des ateliers de forge ne sont pas exceptionnelles pour l'époque. Sur un plan régional, elles sont attestées à Develier-Courtételle par la découverte d'au

moins cinq creusets et de quelques fragments de tôle (Eschenlohr et al. 2007, p. 115), mais ne paraissent pas avoir été observées à Courtedoux-Creugenat (communication orale de P. Amiot). En revanche, la mise en évidence de gouttes de cuivre dans des scories en forme de calottes et dans un déchet de forge est propre à Lai Coiratte et est à souligner. Elle s'avère intéressante pour la compréhension du déroulement des activités polymétalliques qui accompagnent le travail du fer. Les rares pièces en bronze qui se rattachent peut-être aux ateliers de Lai Coiratte sont un segment d'anneau (pl. 6.7), un fragment de tige (pl. 6.4) et les quelques petits morceaux de tôle déjà signalés (pl. 6.5-6). Un dernier objet, plus particulier, pourrait être lié à la métallurgie du cuivre. Un tesson de céramique, provenant du ferrier, ressemble à un fond de coupelle de forme circulaire (pl. 6.9). D'importants impacts de chaleur marquent sa face interne qui paraît, par endroits, recouverte de fins encroûtements a priori métalliques. Sa faible épaisseur ainsi que la localisation des traces de brûlure permettent d'exclure son utilisation pour la fonte du métal. La littérature consultée n'a pas apporté de pièce comparable et son utilisation demeure incertaine. Aussi bien l'hypothèse d'un usage comme lingotière (Guillaumet 2003, p. 62)¹²³ que celle d'une coupelle, *heating-trays*, employée pour le raffinage de l'or ou de l'argent fondu à l'exemple des découvertes de Locronan (Finistère, F; Guigon et al. 1993, fig. 4) et de Knowth (Meath, IRL; Whitfield 1993, fig. 7) ne peuvent être envisagées pour cette céramique. En dernier lieu, une interprétation comme moule perdu, émise par G. Thierrin-Michael, bien que plausible, ne peut être affirmée compte tenu de l'état de conservation de l'objet et en l'absence de pièces de comparaison.

La fibule

Les fibules font partie intégrante tant du costume que de la parure vestimentaire féminine. Seul un arc à charnière en bronze étamé apparaît dans l'ensemble étudié (pl. 6.8). Formé de deux plateaux ornés d'ocelles et de quatre moulures transversales, son arc composite présente une section rectangulaire. Le pied et le porte-ardillon sont brisés, l'ardillon n'a pas été conservé. Les arêtes de l'arc sont poinçonnées. Cette fibule se rattache au type 5.16.2 défini pour les découvertes d'Augst/Kaiseraugst (Riha 1994, p. 137-138). De nombreux parallèles sont connus à Martigny (VS; Rey-Vodoz 1986, pl. 10.158-160), et surtout dans le nord-ouest de la Suisse à *Vindonissa* (AG; Ettliger 1973, pl. 11.10), *Vitudurum* (ZH; Rey-Vodoz 1998, pl. 15.235) ainsi que dans l'est de la Gaule à Nuits-Saint-Georges-Les Bolards (Côte-d'Or, F; Fauduet et Pommeret 1985, p. 107-108) ou encore dans les musées de Metz (Moselle, F; Pietruk 2005, p. 84). Ces fibules apparaissent dans des contextes romains dès l'époque claudienne à partir de la deuxième moitié du 1^{er} siècle ap. J.-C. et disparaissent progressivement jusqu'au milieu du II^e siècle. Le plus souvent fabriquées à partir d'alliages cuivreux, elles portent fréquemment des résidus d'étain. En revanche, les incrustations de pâte de verre ou d'émail placées dans les ocelles ne sont qu'occasionnellement préservées (Riha 1994, p. 137). La découverte de cet objet dans le remplissage 2 du fond de cabane ou fosse 1, attribuée au Haut Moyen Age, n'a rien de surprenant et démontre la pratique du recyclage des matières premières dans l'optique du travail des métaux cuivreux.

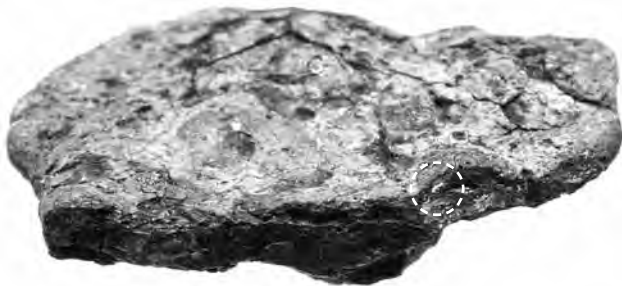


Fig. 117 Goutte de cuivre piégée dans un fragment de tôle (cercle).

3.11.6 Le mobilier en fer

Emmanuelle Evéquo

3.11.6.1 Les objets usuels

Les rares pièces de mobilier liées au costume ou à l'art de vivre mérovingien constituent une source d'information non négligeable quant aux personnes ayant fréquenté le site au cours de son occupation. Fréquemment exhumées de contextes funéraires bien datés, elles fournissent de très bons indices chronologiques pour estimer la période d'activité du site de Lai Coiratte.

La garniture de ceinture

L'unique plaque-boucle de ceinture du corpus est en fer et est dépourvue d'ornementation (pl. 9.1). D'une largeur de 5 cm, elle se caractérise par une plaque trapézoïdale à extrémité en queue d'aronde. Ses bords sont moulurés par des lobes peu saillants où devaient s'insérer au moins six bossettes hémisphériques, en laiton, à base rainurée. La présence d'une septième bossette serait plausible au centre de la queue d'aronde, mais aucune empreinte ou perforation ne permet de l'affirmer. Par sa morphologie spécifique, cet objet peut être rattaché au groupe des ceintures bi- ou tripartites de type C de l'horizon de Bülach qui apparaissent durant la première moitié du 7^e siècle ap. J.-C. (Martin 1971; Moosbrugger-Leu 1967, p. 29). La recherche de pièces similaires sur d'autres sites s'est avérée vaine. L'exemplaire de Lai Coiratte s'apparente aux groupes de Kaiseraugst C6, par sa forme, et C10, par le nombre de rivets de fixation, groupes que l'auteur impute au 7^e siècle (Martin 1991, p. 101-113) et auxquels il attribue une origine franco-burgonde. Parmi les découvertes récentes, la sépulture 385 de La Grande Oye a livré une plaque-boucle de forme assez proche, dans un contexte du deuxième tiers de 7^e siècle (Urlacher et al. 1998, pl. 46.385.1). Toutefois, les bords de la plaque sont dépourvus de saillies et aucun de ses trois rivets de fixation n'est disposé sur les pointes de la queue d'aronde. La meilleure pièce de comparaison provient de Buus-Pfarrkirche St. Michael (BL; Marti 2000, pl. 90.34.6)¹²⁴. Cette garniture de ceinture tripartite à plaque dorsale ovale présente également une plaque trapézoïdale à bords lobés pour l'insertion des rivets de fixation. Ils sont ici au nombre de cinq, dont deux placés sur chacune des pointes de la queue d'aronde. Ce spécimen est attribué par R. Marti au début de la phase JMII, soit à la fin de la première moitié du 7^e siècle ap. J.-C. Etant donné la singularité de la pièce présentée ici, cette fourchette chronologique paraît bien indiquée dans le cas de Lai Coiratte.

La pendeloque

Un fragment mis au jour dans le bas foyer 2 ressemble à une pendeloque (pl. 9.2). Il est composé d'un segment de tige quadrangulaire, en L, dont la jambe est légèrement courbée, tandis que le pied s'élargit en forme de hache. De tels outils miniatures, 2 cm pour la tête de hache, sont fréquemment retrouvés dans les sépultures, accompagnés d'armes miniaturisées ainsi que de perles en verre, en pierre, de segments d'os, de dents d'ours, etc. (Dübner-Manthey 1990, p. 73-74; Leiz 2002, p. 109, 112). Ils étaient, à l'origine, accrochés aux châtelaines portées par les femmes mérovingiennes d'Europe de l'ouest.

Ces pendentifs, dont les premières manifestations connues remontent au moins à l'Antiquité tardive, n'apparaissent pas dans le costume féminin d'Europe occidentale avant la fin du 6^e siècle et le début du 7^e siècle (Escher 2005, p. 344-348) et sont bien connus entre 550 et 620 ap. J.-C. (Legoux et al. 2004, type 352). M. Martin (1997, p. 368) souligne en particulier leur occurrence dans la tradition vestimentaire des femmes alamanes au 7^e siècle, ce que R. Moosbrugger-Leu (1971) interprète comme une marque de pouvoir. Une pièce très proche et également cassée figure parmi les trouvailles de la nécropole de Neckartenzlingen-Beim Friedhof (Esslingen, D; Quast 2006, pl. 51.D.3). Plusieurs parallèles en bronze ou en fer ont été trouvés au sein de riches sépultures féminines du 7^e siècle, par exemple dans la tombe 7 de Vorges (Aisne, F) et dans la tombe 628 de Bulle (Oise, F; Bayard 1986, fig. 167 et 168), à Wettolsheim (Haut-Rhin, F; Martin 1997, fig. 19, en bronze), à Andelfingen-Oerlingen (ZH; Moosbrugger-Leu 1971, fig. 79 et pl. 61.61) ou à La Grande Oye, avec un contexte de découverte entre la fin du 6^e et le début du 7^e siècle (tombe 401 A; Urlacher et al. 1998, fig. 153 et pl. 48.4).

L'épingle

L'identification d'une tige en fer, longue de plus de 10 cm et de diamètre constant, s'avère difficile en raison de sa fragmentation (pl. 9.3). Nous proposons, sans certitude, d'y voir une épingle. Coiffée d'une palette horizontale, sa partie sommitale, ornée de trois cannelures, présente une section quadrangulaire tandis que sa tige développe une section circulaire. Son extrémité n'est pas conservée. En milieu alaman, de longues fiches le plus souvent en bronze, mais aussi en argent ou en fer, apparaissent de manière récurrente au sein des sépultures féminines, tant au nord de la Suisse (Martin 1976a; Windler 1994) que dans le sud de l'Allemagne (Koch 1990). Pour U. Koch (1984, p. 39), les aiguilles en fer étaient autrefois plaquées d'une tôle d'argent aujourd'hui disparues, fait attesté dans la tombe 26 de Munzingen (Reutlingen, D; Groove 2001, pl. 9.26.1). Leur tige, d'une longueur moyenne entre 10 et 15 cm, est tantôt lisse, tantôt décorée de plusieurs groupes de cannelures horizontales. Les têtes, simples ou richement travaillées, présentent une grande variété morphologique (Werner 1953; Moosbrugger-Leu 1971, p. 195-199; Martin 1991, p. 71-74). A Schretzheim, les spécimens les plus anciens ont parfois une tige facetée (Dillingen, D; Koch 1977, p. 67-69). A Kaiseraugst, on dénombre trois épingles simples en fer formées d'une tige lisse: deux dont la tête n'est pas travaillée et une à tête spatulée (Martin 1991, p. 71-74); à Schretzheim, le seul exemplaire en fer présente un important décor rainuré (Koch 1977, p. 68). Utilisées pour maintenir une coiffe ou fermer un vêtement, leurs dimensions sont en tous points comparables à l'objet décrit ici. Sur le plan régional il s'approche, par sa forme et ses dimensions, d'une épingle à tête ronde en fer, non décorée, retrouvée à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 11.411), alors qu'un individu à tête ronde plate et tige lisse, en bronze, provient de la tombe 157 de Kaiseraugst (Martin 1976a, pl. 9.157.1), toutes deux issues de contextes archéologiques du 7^e siècle. A Kaiseraugst, des garnitures de ceinture de type C6 ou C10 permettent de désigner plus précisément la seconde moitié du 7^e siècle. Soulignons encore

qu'aucune pièce strictement identique ne permet d'écarter définitivement l'attribution de cet objet au groupe des alènes ou perçoirs semblables aux trois longues tiges en fer retrouvées dans la nécropole de Bâle-Kleinhüningen (Giesler-Müller 1992, pl. 3.20.6-7, 29.126.53, 39.179.1) ou à l'individu découvert au Runde Berg (Koch 1984, pl. 32.9). Néanmoins, malgré de fortes similitudes, seul ce dernier présente une section quadrangulaire puis circulaire. En outre, les têtes sont dépourvues de palette et les tiges ne portent aucune cannelure. Ces différences morphologiques confortent notre perception de cet objet comme une épingle, bien que son poids, 21,5 g, n'ait pu être comparé avec d'autres pièces.

Le rasoir

Illustrant le contenu des aumônières propres à cette époque, les rasoirs sont particulièrement bien attestés à Bülach (Werner 1953, pl. 9.6-13). Cette forme de couteau se distingue par une lame extrêmement fine, dont la pointe tranchante se courbe en direction du dos (pl. 9.4). Celui-ci présente une protubérance dans le dernier tiers de la lame, à proximité de la pointe. Selon les études de J. Werner, ces couteaux à raser remplacent progressivement les pincettes à barbe en usage jusqu'au début du 7^e siècle. L'individu de Lai Coiratte possède une morphologie très proche des spécimens les mieux représentés à Bülach et attribués par J. Werner à la deuxième moitié du 7^e siècle, chronologie revue et rabaisée à la première moitié du 7^e siècle par R. Moosbrugger-Leu (1967). Sur le plan régional, une pièce similaire figure dans la nécropole de Grandvillars (Terr. de Belfort, F; Colney 1999, fig. 58). En revanche de tels objets sont apparus au nord de la Suisse à Elgg (Windler 1994, pl. 22.52.7, 34.86.5 et 39.108.6), à Flurlingen (ZH; Steiner L. 2005, fig. 120.3), à Gelterkinden-Eifeld (BL; Marti 2000, pl. 100.9.21), à Therwil-Benkenstrasse (BL; Marti 2000, pl. 281.22.3 et 288.47.8) ainsi qu'à Schleithem-Hebsack (Burzler et al. 2002, pl. 18.302.1, 30.388.1) et Kaiseraugst (Martin 1976a, pl. 10.164.11 et 23.359.2). Dans ces deux derniers cas, les auteurs ne les identifient pas comme rasoirs. Dans le sud de l'Allemagne, les premières occurrences se cantonnent dans le Bade-Wurtemberg, à Hailfingen et Lienheim (Waldshut, D; Werner 1953, note 72) ou encore à Weingarten (Ravensburg, D; Roth et Theune 1995, pl. 44.146.2). Ils semblent ultérieurement se diffuser plus au nord, dans l'actuelle Rhénanie-Palatinat, comme l'indiquent les découvertes légèrement plus tardives de Saffig (Melzer 1993, pl. 15.73.11).

Les couteaux

La coutellerie est sans doute la famille d'objets la mieux représentée au sein du mobilier métallique. Sept pièces sont dénombrées dont quatre, suffisamment bien conservées, ont pu faire l'objet d'une observation détaillée (pl. 9.5-11). Les lames sont généralement très usées et portent un décor cannelé, à une exception (pl. 9.6). Les quatre pièces examinées se classent dans deux types différents. Tout d'abord, deux lames de forme allongée et symétrique se distinguent par la convergence du dos et du tranchant vers la pointe; celle-ci est positionnée dans l'axe central de la lame de même que la soie de fixation du manche, courte et étroite, qui s'en détache clairement (pl. 9.9,11). Ces deux couteaux se rattachent respectivement aux formes 1A et 1B de

Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, p. 88 et fig. 119), le second se caractérisant par ses petites dimensions (pl. 9.11). Les deux derniers individus observables se rapprochent de la forme 3A de Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, p. 88 et fig. 121). Asymétrique, leur lame se caractérise par un dos qui s'incline en direction de la pointe alors que le tranchant est droit. Pour le premier, la soie de fixation du manche, étroite et courte, se développe dans le prolongement du dos de la lame (pl. 9.6); l'attribution du second, très endommagé, est incertaine (pl. 9.5).

Bien attestés tant sur les sites d'habitat, à l'instar de Develier-Courtételle ou du Runde Berg (Koch 1984, p. 118-122), que dans les nécropoles – Kaiseraugst, Elgg, Schleithem, La Grande Oye – les couteaux montrent une grande diversité morphologique et n'apportent que peu d'indications chronologiques. Toutefois, selon les études de R. Windler (1994, p. 79), les couteaux dont le dos se courbe en direction du tranchant apparaîtraient plutôt vers le milieu du 7^e siècle. Elle relève également que les couteaux retrouvés dans les tombes féminines ont généralement une lame plus étroite (1,7 cm) que les exemplaires des tombes masculines (2,2 cm; Windler 1994, p. 98). R. Marti (2000, p. 124-126) effectue le même constat pour les sites de la région bâloise, alors qu'à La Grande Oye certaines pièces de petites dimensions – entre 6,3 et 10 cm pour la lame – sont mises en rapport avec le port de châtelaines par les femmes (Urlacher et al. 1998, p. 175). La comparaison avec ces informations s'avère intéressante dans la mesure où elles confirment l'impression générale dégagée par deux individus dont la découpe élançée paraît plus féminine (pl. 9.6,11; largeur de lame 1,7 et 1,6 cm). Ils pourraient avoir été suspendus à une châtelaine, à l'exemple de La Grande Oye (Urlacher et al. 1998, pl. 6.106.1). Le rapport entre longueur et largeur des lames n'apporte pas d'élément significatif étant donné, d'une part, la faible étendue de notre corpus et, d'autre part, son importante fragmentation. Aucune variation de la longueur de lame n'a ainsi pu être mise en évidence contrairement aux démonstrations effectuées, en région bâloise, par R. Marti (2000, p. 124-126). En dernier lieu, la mise en relation des différents couteaux avec un emploi privilégié, domestique, artisanal ou agricole, n'a pas été possible faute de critères déterminants.

Les clés

Les derniers objets usuels sont en lien direct avec des pièces de mobilier ou des éléments architecturaux en matériaux périssables aujourd'hui disparus. Les clés, charnières et autres éléments de serrure en sont les uniques témoins, mais ne permettent toutefois pas d'attribution précise, sauf en des cas exceptionnels. A Lai Coiratte, deux fragments de clés ont été mis au jour (pl. 9.12-13). Les découvertes réalisées en milieu funéraire ont montré que celles-ci étaient volontiers suspendues aux châtelaines portées par les femmes ou placées dans les aumônières accrochées aux ceintures masculines.

Le premier individu est identifié par un panneton rectangulaire à deux dents; ses dimensions paraissent plus appropriées pour une petite clé destinée, par exemple, à la serrure d'un coffret (pl. 9.13).

Le second spécimen, de fabrication assez élaborée, est constitué d'une tige rectangulaire incurvée à sa base, vrillée et légèrement appointée (pl. 9.12). Sa tête est forgée à partir d'une tige de section ronde, courbée en boucle, fermée par superposition et soudure des deux extrémités ; cette boucle est à son tour rapportée à la jambe de la clé. Sa longueur semble bien indiquée pour une porte ou un grand coffre. Émergeant couramment parmi le mobilier archéologique exhumé dans les zones d'habitat, ces objets n'apportent pas d'indication chronologique pertinente pour notre étude. Leur intérêt réside avant tout dans le fait qu'ils renvoient à l'existence de mobilier ou de structures de stockage utilisés soit pour l'artisanat, soit pour l'habitat.

Synthèse

Au terme de l'examen de ces quelques objets liés à la vie quotidienne, il nous paraît intéressant de les mettre en parallèle avec les connaissances actuelles du costume mérovingien, élaborées avant tout à partir des données funéraires (Windler et al. 2005, p. 181-213). La pendeloque et l'épingle sont à attribuer à la mode féminine. L'épingle était probablement utilisée pour fermer un manteau ou une cape, alors que le pendentif en forme de hache remplissait une fonction apotropaïque et était appendu à une châtelaine. Aucun élément n'a pu être rattaché au vêtement masculin avec certitude. En effet, tant la plaque boucle de ceinture que les clés et les objets en relation avec la coutellerie ou les soins corporels (rasoir), peuvent se rapporter à l'un comme à l'autre sexe. En outre, la petite taille et l'élégance morphologique relevées pour deux couteaux ne constituent pas un critère suffisant pour affirmer leur appartenance à l'un plutôt qu'à l'autre sexe. Finalement, la prudence reste de mise d'autant plus que les occurrences au sein du corpus étudié sont faibles. Cette pauvreté en ustensiles communs est certainement due au fonctionnement du site comme atelier artisanal implanté en marge d'une zone d'habitat, et non comme habitat à proprement parler.

3.11.6.2 Les outils

Quelques pièces peuvent être directement associées à des tâches agropastorales et artisanales communément pratiquées dans la sphère domestique durant le Haut Moyen Age.

Les activités agropastorales

La mise en valeur de la campagne environnante est attestée par quatre éléments. Tout d'abord, la découverte d'un fragment de sonnaile renvoie à l'exploitation du cheptel bovin (pl. 10.1). A Lai Coiratte, seul un petit morceau de tôle étroite et allongé est préservé. L'un des bords est recourbé et dessine une arête prononcée. Une patine à reflets verdâtres atteste de la brasure de l'objet avec un alliage cuivreux, caractéristique déjà observée à de multiples reprises (Eschenlohr et al. 2007, p. 85). Ce mobilier propre au monde agricole apparaît fréquemment en contexte d'habitat comme au Runde Berg (Koch 1984, pl. 40.1), à Villiers-le-Sec (Val-d'Oise, F; Cuisenier et Guadagnin 1988, p. 239) ou à Genlis (Catteddu 1992, fig. 27.9). A Develier-Courtételle, six spécimens sont recensés et classés en deux types auxquels notre exemplaire, trop fragmenté, ne peut être attribué de manière certaine (Eschenlohr et al. 2007, p. 85-86, pl. 4.206 et 9.372).

Nous serions toutefois plus encline à le rattacher au groupe à ouverture rectangulaire, en raison de l'arête prononcée qui s'étire sur sa longueur. Celle-ci est en effet moins marquée et s'estompe progressivement sur les cloches à ouverture circulaire, à l'exemple de la sonnette de Saint-Gall (Moosbrugger-Leu 1971, fig. 131). Ensuite, deux ébauches/ratés interprétés comme des aiguillons sont à associer à la transhumance des bovins (pl. 8.21-22).

En dernier lieu, une tige appointée de section rectangulaire, possède une courbure qui évoque une dent de râteau (pl. 10.2). Deux pièces similaires ont été mises au jour dans la nécropole d'Essert (Terr. de Belfort, F; Colney 1999, fig. 56.8,12). A Develier-Courtételle, un spécimen légèrement plus long se distingue par une douille de fixation permettant de l'assembler au peigne (Eschenlohr et al. 2007, pl. 23.829). En contexte romain, les exemplaires avenchois présentent des systèmes d'attache à soie (Duvauchelle 2005, pl. 53.278-289). Or, à Lai Coiratte, ni douille, ni soie ne sont observables, la dent semble avoir été simplement enfoncée dans l'une des perforations du peigne et peut-être bloquée par un engrois.

Les activités artisanales

Plusieurs outils, en lien avec le travail du métal et des matières organiques ou plastiques, ont été exhumés, le plus souvent sous forme fragmentaire.

L'ampleur prise sur le site par la métallurgie laissait présager de la découverte d'un outillage plus spécifiquement lié à cet artisanat. Or, hormis les fragments lithiques – meules et aiguillonniers/polissoirs (chap. 3.11.3) – seul un ciseau droit a pu lui être attribué avec quasi-certitude (pl. 10.3). Formé d'une barre droite de section subarrondie, sa partie travaillante possède deux biseaux alors que son tranchant n'est pas conservé. Sa tête tronconique est marquée par des traces d'écrasement et son manche, long, paraît mieux adapté au travail à chaud du fer, qu'à celui du bois ou de la pierre (Duvauchelle 2005, p. 25-26 et communication orale de V. Friedli). Son usage est à mettre en regard avec les activités de forge, comme le débitage de tôles et de bandes, des traces de découpe n'ayant pu être observées que dans un cas (pl. 7.3). Sur le plan régional, un ustensile analogue figure à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 17.589). L'utilisation d'un second ciseau, dont seule la partie active est partiellement conservée, ne peut être précisée (pl. 10.4). Communs au Haut Moyen Age, de tels objets sont retrouvés avant tout en contexte artisanal comme à Paladru-Les Grands Roseaux (Isère, F; Colardelle et Verdel 1993, fig. 236.6).

Un ensemble de petits outils a été mis en évidence au sein du corpus. Si cinq ciselets ont été répertoriés à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, fig. 108), deux cas apparaissent à Lai Coiratte. Le premier ciselet, mis au jour à proximité des bas foyers de forge, présente une partie active à deux biseaux et une tige de section quadrangulaire, qui s'affine en une sorte de soie que l'on imagine volontiers insérée dans un manche de préhension en bois (pl. 10.6). Sa morphologie est très proche de deux ciseaux en croix découverts au Runde Berg (Koch 1984, pl. 33.21-22).

Le second, en provenance du ferrier, formé à partir d'une tige de section subarrondie, possède une partie travaillante à un biseau dont l'extrémité n'est pas conservée; le sommet de sa tige semble porter des traces d'écrasement (pl. 10.5). En outre, un burin formé d'une tige de section rectangulaire décroissante se singularise par une tête plate et martelée; découvert dans le ferrier, son extrémité, non conservée, semble dépourvue de pointe (pl. 10.8). La littérature consultée n'a pas procuré de bonnes pièces de comparaison, le spécimen à notre avis le plus proche provient d'un atelier d'orfèvrerie de Klein Köris (Dahme Spreewald, D; Gustavs 1989, fig. 5.40). Le second burin, formé d'une barre appointée de section rectangulaire, porte des traces de martelage sur ses faces latérales, alors que sa tête présente une barbe résultant de la découpe ou à l'écrasement de l'outil (pl. 10.7). Il a été découvert dans la couche de déblais aux alentours de la sépulture. Une pièce analogue est resseortie de la trousse d'un forgeron-orfèvre gépide de la fin du 6^e siècle à Mezóband (H; László 1972, fig. 39; Lebedynsky 2001, p. 31). Plusieurs outils miniatures de morphologie et de dimensions similaires sont également apparus au Runde Berg (Koch 1984, pl. 31-34). Alors que leurs dimensions permettent d'exclure un travail à chaud, leur extrémité active paraît extrêmement fragile. Leur utilisation semblerait donc plus appropriée au travail des matières tendres, pour pratiquer des incisions décoratives sur le verre ou effectuer de minutieux travaux d'incrustation. Ces hypothèses renforcent le postulat de la présence, non loin de la zone de fouille, d'un site d'habitat.

Le façonnage des matières organiques ou tendres – cuir, vannerie, os, bois, etc. – est représenté par un ensemble de perçoirs communément répartis en alènes, fiches à bélière et poinçons. Ces outils ne comportent aucune particularité morphologique discriminante, comme le reflète la terminologie allemande dans laquelle ils sont tour à tour appelés *Pfriem*, *Ahle* ou *Spitzahle*. Partageant l'opinion de L. Steiner (2005, p. 210-212) ou d'U. Koch (1984, p. 140-141), nous avons décidé de regrouper sous la rubrique alène ou perçoir, un ensemble de tiges droites, de section circulaire ou quadrangulaire, dont la longueur n'excède pas ici 12 cm. L'extrémité, lorsqu'elle est conservée, s'affine en une pointe acérée. Six perçoirs ou alènes (pl. 10.10-15) sont dénombrés sur le site, dont une presque complète avec bélière (pl. 10.14). La présence récurrente d'un anneau de suspension doit probablement être mise en rapport avec le besoin de conserver l'outil à portée de main, par exemple en l'accrochant à une châteline. Très fréquentes sur les sites d'habitat et dans les nécropoles, de bonnes pièces de comparaison ont été mises au jour à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 6.229), Bülach (Werner 1953, tombes 10 et 109); Bâle-Kleinhüningen (Giesler-Müller 1992, pl. 6.44.4) et Elgg (Windler 1994, pl. 31.78.9). L'individu de Schleithem-Hebsack n'est pas restauré, mais a pour spécificité un aplatissement de la partie centrale de la tige comme sur l'individu de Lai Coiratte (Burzler et al. 2002, pl. 56.519.26). Les formes biconiques (pl. 10.15) se rencontrent tout aussi souvent, par exemple à Combe En Vaillard (pl. 15.3), Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, fig. 112.8-28 est bien plus significatif), Schleithem-Hebsack (Burzler et al. 2002, pl. 51.505.4), Elgg

(Windler 1994, pl. 29.72.8-10 et 64.243.3). Un dernier perçoir, de section quadrangulaire puis circulaire, se termine en pointe acérée (pl. 10.12). Sa tête ne porte aucune trace de modelage, la tige a été simplement découpée. L'observation attentive de la tête trahit l'existence d'une emmanchure en matériau périssable, sans doute en bois, à l'exemple de Bâle-Petersgraben (BS; Berger 1963, pl. 29.9). Elle révèle la préhension manuelle de l'outil. Les meilleures pièces de comparaison proviennent du chapitre relatif aux petits métiers du bois de l'*Encyclopédie*: un objet appelé burin à couler faisant partie intégrante de la panoplie des piqueurs de tabatières, incrusteurs et brodeurs y est mentionné (Diderot et D'Alembert [s. d.], pl. 1, fig. 7-8). Sa morphologie est très proche du perçoir de Lai Coiratte et l'emploi de tels ustensiles peut, à notre avis, être évoqué durant le Haut Moyen Âge en lien avec les travaux de tableterie, de vannerie, de maroquinerie ou de pelleterie.

Le modelage des matières plastiques telles que l'argile, le mortier ou la cire, etc., est mis en évidence par la découverte d'une spatule (Duvauchelle 2005, p. 68-69; Eschenlohr et al. 2007, p. 83). Un individu est caractérisé par une emmanchure à soie de section carrée; la partie active est formée d'une lame triangulaire très allongée, à tranchant horizontal (pl. 10.9). Sa morphologie n'évoluant que très peu au cours des siècles, elle peut être mise en parallèle avec le type 1 de la classification élaborée par W. H. Manning pour la période romaine (Duvauchelle 2005, fig. 40.1). Des outils comparables sont à relever à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, fig. 112.32) ainsi qu'à Owen (Nürtingen, D; Fiedler 1962, pl. 22.E.10).

Les outils indéterminés

Plusieurs outils sont trop endommagés pour pouvoir être correctement reconnus. Trois individus, produits à partir d'une tige rectangulaire (pl. 10.17, CHE 002/6667 CO, non dessiné) ou circulaire (CHE 002/6663 CO, non dessiné), se caractérisent par une extrémité biseautée sur une seule face, le dos de la partie travaillante s'étirant dans le prolongement de la tige. Un autre exemple, élaboré à partir d'une tige de section quadrangulaire, se différencie par une partie active à deux biseaux (pl. 10.16). La comparaison avec des pièces mieux préservées du Runde Berg (Koch 1984, p. 134-136) ou d'Avenches (Duvauchelle 2005, p. 26) n'apporte pas d'information pertinente pour leur identification. La dernière pièce classée parmi les outils indéterminés est formée d'une barre incurvée et tordue, de section ronde puis semi-circulaire (pl. 10.18). La section en demi-lune de la pièce paraît trop nette et régulière pour être accidentelle mais, malgré la littérature consultée, son identification n'a pas pu être déterminée. En l'absence de critère déterminant, nous avons renoncé à en proposer une quelconque interprétation.

Synthèse

L'examen de l'outillage s'avère intéressant dans la mesure où il atteste du déroulement de diverses activités artisanales en marge de la métallurgie. Celles-ci n'ont pas été localisées à l'heure actuelle, mais sont sans doute à mettre en rapport avec l'existence, non loin de la zone fouillée, d'une ou de plusieurs occupations domestiques. En effet, le nombre d'outils mis au jour est trop

restreint pour permettre d'affirmer que l'artisanat des matières plastiques ou organiques se déroulait *in situ*. De plus, certaines de ces activités auraient nécessité des structures plus caractéristiques et produit des déchets spécifiques qui ne figurent pas dans le mobilier archéologique recueilli. Or, cette lacune ne s'explique que partiellement par les conditions d'enfouissement. Finalement, d'un point de vue chronologique, les outils ne subissent qu'une très lente évolution au cours des siècles; par conséquent, tant les variétés de ciseaux que les types d'alènes ou de perçoirs coexistent tout au long du Haut Moyen Age et au-delà.

3.11.6.3 Les autres objets

Le terme quincaillerie désigne, selon son acception première, l'«ensemble des ustensiles, appareils, produits semi-finis en métal (fer, fer-blanc, cuivre, zinc, etc.)» (*Le nouveau Petit Robert* 2009). Il sert ici à regrouper des objets en fer hétérogènes, liés principalement aux domaines de la construction et de la décoration ou qui n'ont, dans certains cas, pu être identifiés en raison de leur mauvais état de conservation.

Les clous

Objets communément découverts sur les sites archéologiques, la morphologie des clous forgés demeure quasiment inchangée au cours des âges; ils ne fournissent donc pas d'indice chronologique pertinent. Parmi les dix clous exhumés, dont une ébauche/raté (pl. 8.23), deux éléments de décoration méritent plus particulièrement notre attention. Tout d'abord, un individu se distingue par une tête en ailes de papillon (pl. 11.1), qui se rapproche de deux spécimens plus tardifs retrouvés au Runde Berg (Koch 1984, pl. 62.23 et 63.16). Ensuite, une forme atypique présente une tête étirée, recourbée et aplatie à la manière d'une palette; les bords de sa tige sont chanfreinés (pl. 11.6). Plusieurs pièces similaires en bronze, parfois avec des résidus de dorure, ont été découvertes à Klein Köris et interprétés comme des rivets, *Blechniete*, et mis en rapport avec la fixation de décors en tôle sur des objets en matériau tendre, cuir ou bois (Gustavs 1989, p. 165). Pour R. Koch également, les clous à grosse tête étaient plutôt positionnés de manière à ce que celle-ci soit observable, ce qui justifie l'ornementation dont font preuve certains spécimens. Les deux cas présentés ici ont donc vraisemblablement joué un rôle avant tout décoratif et étaient, par exemple, placés sur des coffres ou des coffrets en bois.

Le crampon

Un crampon de menuiserie figure parmi les autres éléments d'attache (pl. 11.7). Formé d'une tige rectangulaire aux extrémités appointées et recourbées, il trouve de nombreux parallèles sur les sites d'habitat, par exemple à Combe En Vaillard (pl. 15.2) ou à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, fig. 149.1-6). Cet objet perdurant à travers les âges ne peut être qu'un indice concernant les moyens de ligature utilisés dans les métiers du bois.

Les ferrures

Neuf fragments de tôle, dont quelques pièces plus spécifiques présentées ici, sont interprétés comme des ferrures étant donné la présence de rivets de fixation, de perforations volontaires

ou d'une forme plus travaillée les différenciant des chutes-tôle (pl. 11.9-10,12-15; chap. 3.9.2.1). Ces appliques en fer étaient généralement placées sur des supports en matériau organique comme le cuir (courroies, lanières de harnachements, etc.) ou le bois (portes, coffres, sceaux, meubles, etc.), pour les lier, les protéger ou les décorer. Deux spécimens se rattachent à la catégorie fonctionnelle. Une tôle rectangulaire, dont la partie centrale est pincée à angle droit, est dite en T (pl. 11.17). Ses branches sont perforées pour permettre l'insertion des rivets de fixation: un à tête ronde plate, le second n'étant pas conservé. A Bâle-Bernerring (Martin 1976b, tombe 33.16d; Moosbrugger-Leu 1971, pl. 20.1b) et à Klepsau (Hohenlohekreis, D; Koch 1990, pl. 8.6.66), des ferrures similaires, munies d'une contre-plaque en bronze, ont été découvertes. Leur lien avec les éléments de harnachement est confirmé par le mobilier contenu dans chacune des sépultures. La meilleure pièce de comparaison, sur un plan régional, provient de Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 16.573) où, comme à Lai Coiratte, elle est mise en rapport avec un support en bois, sans doute pour assembler deux planches. En revanche, une plaque de tôle quadrangulaire a certainement été utilisée pour préserver du frottement ou des chocs les côtés d'un coffre ou d'une porte, comme l'indique la courbure de l'un de ses bords (pl. 11.8). La catégorie ornementale est représentée par deux individus. Une pièce, dont les contours dessinent une sorte d'arabesque, possède un rivet de fixation à tête ronde hémisphérique (pl. 11.13), alors qu'un fragment à découpe polygonale, légèrement recourbé, est pourvu d'une languette semi-circulaire à l'une de ses extrémités (pl. 11.11). Cette caractéristique, aussi observée à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 21.755), n'a pas pu être attribuée à une fonction particulière. Des appliques décoratives en fer ont été observées sur différentes pièces de mobilier domestique: des sceaux – entre autres à Dittenheim (Haas-Gebhard 1998, pl. 35.70.15), Klepsau (Koch 1990, pl. 3.4.62) et Bâle-Bernerring (Moosbrugger-Leu 1971, pl. 67.42) – ou des récipients comme à Klepsau (Koch 1990, pl. 10.7.38-39). Nous pouvons donc imaginer que de nombreuses pièces en bois ou en cuir étaient agrémentées par ce biais, mais n'ont pas été épargnées par le temps.

Les objets indéterminés

Seules quelques pièces parmi les plus caractéristiques, visiblement travaillées mais ne bénéficiant pas d'un état de conservation suffisant pour autoriser une quelconque identification, seront décrites. Tout d'abord, un fragment de tige carrée et appointée est recourbé de manière à former un demi-cercle (pl. 11.16). Sa morphologie lui donne l'apparence d'une boucle ou d'un crochet dont l'usage peut se rapporter au monde tant agricole qu'artisanal. Puis deux fragments de tiges, torsadées en totalité (pl. 11.21) ou en partie (pl. 11.20), peuvent être attribués aussi bien à des manches d'outils (p. ex. alènes ou perçoirs), qu'à des pendeloques. En dernier lieu, une pièce, dont la découpe rappelle la forme inversée d'un fermoir d'aumônière ou d'un briquet, possède une extrémité concave en partie dentelée (pl. 11.15). L'hypothèse d'un outil à rainurer les matières plastiques (Hofmann 1985, pl. 9.1-6, 11-13, 16; Duvauchelle 2005, pl. 34.179) ou à écharner les peaux (Hofmann 1985, pl. 44.19) semble devoir être écartée en raison de la concavité de sa partie travaillante. Les pièces de comparaison mises

au jour en contextes romains présentent en effet une surface de travail plane. Trop endommagée, il n'est pas possible de définir si sa dentelure est intentionnelle ou non. Son interprétation demeure énigmatique.

3.11.6.4 Les éléments de buffleterie

Les éléments de buffleterie rassemblent une panoplie d'objets destinés à décorer et/ou à relier les lanières de cuir, pour assurer le maintien du costume, des pièces de harnachement ou des armes suspendues le long du corps. Peu présents à Lai Coiratte hormis quelques rivets, on dénombre quatre ferrets, un passant et un ardillon. La découverte de terminaisons de courroies se révèle de première importance, dans la mesure où leur forme et leur ornementation damasquinée évolue parallèlement à celle des garnitures de ceinture, de bas ou de chaussures (Lorren 2001, p. 189). Elles constituent donc d'importants critères de datation.

Les ferrets

Trois, éventuellement quatre, terminaisons de lanières apparaissent au sein du corpus étudié. L'un d'eux à bords rectilignes, base droite et extrémité distale recourbée, abandonné à l'état d'ébauche/raté, ne peut être identifié avec certitude (pl. 8.16; chap. 3.9.2.1).

Le premier spécimen, formé d'une plaque à bord rectiligne, base droite et extrémité distale arrondie, est muni de deux rivets de fixation à tête hémisphérique (pl. 12.1). Des spirales de fils en laiton et en argent forment un décor damasquiné qui orne son miroir, lui-même délimité par un fil de laiton. Au revers de la pièce, la gouttière d'insertion de la lanière en cuir est bien marquée. Des études consacrées à l'évolution stylistique des pièces damasquinées montrent que l'ornementation bichrome n'apparaît qu'à partir du 7^e siècle, lorsque se développe le style animalier II (Muhl 1994). Rattachés à la catégorie des décors géométriques, les motifs spiralés sont privilégiés pour orner des pièces de petites dimensions, comme les ferrets de harnachement, à l'exemple des découvertes de l'église de Schöftland (AG; Martin et al. 1980), ou les ceintures à éléments multiples. Selon sa taille, le spécimen de Lai Coiratte peut être attribué au harnachement. Plusieurs exemples de garnitures à décor spiralé, apparaissent surtout dans le sud de l'Allemagne dans les contextes bavarois et alamans, entre autres à Dittenheim (Haas-Gebhart 1998, pl. 68.134), à Gammertingen (Sigmaringen, D) et Andelfingen (Biberach, D; Ubon 1997), à Xanten-St. Viktor (Wesel, D; Siegmund 1998, pl. 222.B 22.1), au Runde Berg (Koch 1984), à Giengen an der Brenz (Heidenheim, D; Paulsen et Schach-Döriges 1978, pl. 11.26.4-15 et 9.29.14-16) ou encore à Erpfingen-am Berg (Reutlingen, D; Quast 2006, pl. 21.C). Dans le nord de la Suisse, les éléments de ceintures à garnitures multiples mis au jour dans la nécropole de Beggingen-Löbern (SH; Guyan 1958, pl. 7.42.10) ainsi qu'à Alle-Noir Bois (Demarez, Othenin-Girard et al. 1999, fig. 99) dont les incrustations sont analogues à celles de la pièce de Lai Coiratte, permettent de l'attribuer au deuxième tiers du 7^e siècle. Cette datation confirme les observations déjà effectuées pour la tombe 1006 de la nécropole de Kaiseraugst (Martin 1991, p. 123).

Le second passe-courroie, également à base droite munie de deux perforations, présente une extrémité distale arrondie tandis que les bords, rectilignes, sont chanfreinés; sa surface est recouverte d'une brasure au laiton, alors que son revers n'est pas observable (pl. 12.3). Plusieurs pièces similaires en bronze, décorées d'incisions, plus rarement recouvertes d'un placage d'argent, ont été découvertes à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 14.503 et 20.732). Au Runde Berg, le dos d'un exemplaire en fer porte des traces de brasure au laiton attestant de ce procédé pour souder une contre-plaque (Koch 1984, pl. 7.16); par contre, la couche d'alliage cuivreux ne semble pas recouvrir la face de la pièce contrairement à Lai Coiratte. Finalement, un exemplaire en bronze exhumé à Klepsau est pourvu d'un système de fixation à contre-plaque (Koch 1990, pl. 13.14.4); légèrement plus court que celui de Lai Coiratte, il appartient sans doute à une garniture de vêtement et est daté du troisième quart du 6^e siècle par la parure en verre. Les dimensions de la pièce ajoulote nous incitent à la rapprocher d'une décoration de harnachement. Le système de fixation à deux rivets ainsi que le biseau caractéristique des bords autorisent une datation vers le milieu du 7^e siècle (Eschenlohr et al. 2007, p. 98; Koch 1984, p. 67).

Le dernier embout de lanière en lien avec les éléments d'harnachement est formé à partir d'une tôle triangulaire dont l'extrémité distale est recourbée en forme de volute (pl. 12.2). La base, droite, présente une perforation permettant l'insertion d'un rivet de fixation. Notre seule pièce de comparaison provient de la tombe 12 de Betzingen-Steinacker (Reutlingen, D; Quast 2006, pl. 8.12.11). De forme légèrement plus rectangulaire et comprenant deux perforations de fixation, elle est datée du 7^e siècle. Fabriquée en fer, ses éléments de fixation ainsi que sa contre-plaque sont en alliage cuivreux. Interprétées comme des extrémités de courroies, leur extrémité distale en forme de crochet permettait d'accrocher ensemble deux attaches en cuir.

Le passant

Un fragment de tôle de forme triangulaire, aux coins repliés sur le revers de la pièce à la manière d'un portefeuille, s'apparente à un passant de buffleterie (pl. 12.4). Ce type d'objet, le plus souvent en bronze, servait à maintenir les sangles de cuir propres, entre autres, à la suspension des armes ou aux éléments de harnachement, comme en témoigne la découverte d'une petite douille en bronze dans la tombe 106 de Marktoberdorf (Ostallgäu, D; Christlein 1966, pl. 26.106.19). Localisée près de la cuisse gauche d'un squelette féminin, elle comportait encore quelques résidus de matière organique pris dans la gangue de corrosion. Peu répandus dans notre région, le parallèle le plus proche géographiquement provient de Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 13.486, en bronze), alors qu'au nord-est de la Suisse, un exemplaire a été retrouvé au sein d'une sépulture masculine de la nécropole d'Elgg (Windler 1994, pl. 25.61.17). Mieux attestés dans le sud de l'Allemagne, de tels accessoires ont été mis au jour à Klepsau à proximité de l'épaule droite du squelette d'une jeune femme (Koch 1990, pl. 32.38.4) ou encore au Runde Berg (Koch 1984, pl. 85.1), ainsi qu'à Pfullingen-Entensee (Reutlingen, D; Quast 2006, pl. 81.282), où ils apparaissent munis de perforations indiquant la présence de rivet de fixation. Aucun parallèle en fer ne nous est connu.

Les rivets

La distinction entre clou et rivet est souvent basée sur la section de la tige, ronde pour le second, mais n'est pas stricte (Guillaumet 2003, p. 139-140). Ces deux catégories se chevauchent et le rattachement à l'une plutôt qu'à l'autre est soumis à l'interprétation des auteurs. Appartenant également à la famille des éléments de fixation, les rivets sont peu présents à Lai Coiratte. Trois types ont été mis en évidence. Tout d'abord, une variété à large tête ronde (pl. 12.8) trouve une pièce de comparaison à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 3.185). Ensuite, trois exemplaires se regroupent par leurs faibles dimensions et leur tête creuse. Le premier présente une tête rectangulaire (pl. 12.7) alors que les deux autres ont une tête ronde hémisphérique (pl. 12.5, CHE 002/5907 CO, non dessiné). Plusieurs pièces comparables en bronze ou en fer sont connues à Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, pl. 17.629 et 20.718). Le dernier type possède une tête rectangulaire facettée et une languette de fixation rectangulaire (pl. 12.6); nos recherches n'ont pas décelé de bon parallèle. Toutefois, l'occurrence de rivets à tête décorée n'est pas inconnue en contexte d'habitat ni en domaine funéraire. Ils sont généralement attribués à l'ornementation des coffres en bois (Koch 1984, pl. 63). Un rapport avec les éléments de buffleterie ou les garnitures de ceinture, de bas ou de chaussures, comme à Develier-Courtételle, paraît plus indiqué à Lai Coiratte étant donné leur matériau.

L'ardillon

Un autre objet mérite une attention plus spécifique. Formé d'une tige de section ronde, recourbée en S, son extrémité distale est arrondie; son sommet, fort endommagé, laisse apparaître la naissance d'un bouclier (pl. 12.10). Cette pièce pourrait être identifiée comme l'ardillon d'une bouclette de courroie, de garniture de chaussure, de fermoir de livre ou d'aumônière. Entre autres dans les nécropoles de Klepsau (Koch 1990, pl. 10.7.31), de Marktoberdorf (Christlein 1966, pl. 26.106.5), de Kaiseraugst (Martin 1976a, pl. 58.961.3 et 61.1011.5) ou d'Elgg (Windler 1994, pl. 4.11.5 et 28.71.4) plusieurs petites boucles possèdent des ardillons de dimensions similaires à celui de Lai Coiratte. Généralement en bronze ou en argent, les exemples en fer sont moins fréquents.

3.11.6.5 L'armement

L'umbo de bouclier

Les éléments d'armement ne sont représentés que par un fragment d'umbo de bouclier en fer (pl. 12.11). Passablement déformé par son séjour dans le sol, cet objet présente néanmoins une forme caractéristique en calotte, surmontée d'un apex dépourvu de bouton. Sur le plan régional, deux umbos de bouclier à apex surmonté d'un bouton plat sont connus dans la nécropole de Bassecourt-Saint-Hubert (AufderMaur 2011, pl. 4.56-57). Plusieurs spécimens similaires à l'individu de Lai Coiratte sont recensés dans des contextes alamans du début du 7^e siècle, en particulier dans le sud de l'Allemagne à Klepsau (Koch 1990, pl. 34.45.12), Kirchheim unter Teck (Fiedler 1962, pl. 46.115.2 et 47.124.2), Möhringen-Sandgrube (Stuttgart, D; Garscha 1970, pl. 59.1)

et dans la sépulture 567 de Schretzheim datée de 590/600 à 620/630 (phase 4; Koch 1977, pl. 149.13). Cette datation confirme les observations effectuées en milieu anglo-saxon par A. Kerep (2006).

La découverte de cette pièce isolée est exceptionnelle et soulève de nombreuses questions étant donné que les umbos de bouclier sont généralement accompagnés de lances, de spatha ou autres scramasaxes faisant partie intégrante de la panoplie du cavalier mérovingien. S'agit-il d'une perte accidentelle, d'une récupération opportuniste ou d'un recours au savoir-faire des forgerons locaux pour réparer une arme défectueuse? A l'heure actuelle, aucune information complémentaire ne permet de répondre à ces questions.

3.11.6.6 Synthèse

L'étude du mobilier métallique met en exergue plusieurs points importants dans la compréhension du site de Lai Coiratte. Tout d'abord, le mobilier métallique se compose à 58,8% de déchets contre 41,7% d'objets usuels, ce qui confirme l'hypothèse de son fonctionnement avant tout comme espace artisanal spécialisé dans le travail métallurgique (fig. 118).

Catégorie	nb	%
Objet indéterminé	26	27,9
Objet usuel	24	25,8
Attache	19	20,4
Outil métallurgie	1	1,1
Outil autres artisanats	12	12,9
Outil indéterminé	5	5,4
Parure	5	5,4
Armement	1	1,1
Total	93	100

Fig. 118 Répartition par type du mobilier métallique.

La répartition des objets usuels fait apparaître l'importance relative des outils (19,4% des objets métalliques), dont les fragments déterminés se rapportent majoritairement à l'artisanat non métallique. Il s'agit plus particulièrement du travail des matériaux tendres (cuir, os, bois, vannerie, argiles), alors qu'un ensemble de petits outils laisse présumer de la pratique d'activités plus minutieuses comme l'incrustation de décors (verre ou alliages tendres).

Mis en parallèle avec les témoignages se rapportant aux activités agropastorales, ces éléments constituent de sérieux indices quant à la présence, non loin de la zone fouillée, d'un espace dédié à l'habitat et où se sont déroulées diverses activités annexes de la vie domestique. Par ailleurs, le ferret damasquiné, le rasoir, l'umbo de bouclier découverts dans l'espace artisanal, ainsi que les boucles d'oreilles découvertes dans la sépulture, renvoient, d'une part, à la dynamique de peuplement de la région et aux influences alamanes subies lors des divers bouleversements politico-économiques de la période. D'autre part, ils permettent de dater de la première moitié du 7^e siècle l'occupation artisanale du site.

3.12 L'archéobotanique

Dominique Hecker

3.12.1 Introduction

La publication d'études archéobotaniques de sites du Haut Moyen Age en Suisse du nord-ouest est encore rare. Signalons les sites de Bâle (1 fond de cabane, 8^e siècle; Jacomet 1994) et de Lausen-Bettenach (31 fonds de cabane, 6^e-12^e siècles; Kühn 2000).

Trois sites de cette période ont été mis au jour dans le canton du Jura: dans la vallée de Delémont à Develier-Courtételle (Brombacher et Klee 2008), en Ajoie à Courtedoux-Creugenat (Hecker, à paraître) et à Chevenez-Lai Coiratte. Nous sommes ainsi en présence d'un ensemble de structures archéologiques situées en contexte d'habitat (Courtedoux-Creugenat et Develier-Courtételle) ou d'artisanat (Chevenez-Lai Coiratte et Develier-Courtételle).

3.12.1.1 L'origine des macrorestes botaniques

Les sédiments analysés proviennent de seize anomalies: deux fonds de cabane, un ferrier, des trous de poteau, des bas foyers et des aires de forgeage (chap. 3.5 et fig. 26).

3.12.1.2 Les apports de l'étude archéobotanique

La détermination des macrorestes trouvés à Lai Coiratte, et des plantes dont ils sont issus, permet de recomposer les groupes végétaux caractéristiques de l'environnement du site et les activités de ses occupants (Matterne 2001; annexe 8). En effet, les caractéristiques du sol (granulométrie, texture, composition) et les conditions climatiques du lieu (humidité, lumière, température) déterminent des milieux différents, dans lesquels peuvent croître et coexister des espèces végétales spécifiques. Ces communautés végétales se reconnaissent dans le milieu naturel et les surfaces en lien avec la présence humaine. Les sédiments de remplissage des structures sont actuellement situés en dehors de l'influence de la nappe phréatique. Seuls les restes carbonisés y sont conservés, le passage par le feu, parfois lié à des pratiques domestiques, ayant conditionné leur conservation (Jacomet et Kreuz 1999). Ces restes carbonisés peuvent ainsi témoigner de certains aspects de la vie quotidienne (Matterne 2001), de l'alimentation ou de l'agriculture (Marinval 1988). La prise en compte des divers domaines d'utilisation des plantes apporte aussi des indices sur l'emploi potentiel de plantes médicinales, tinctoriales ou utiles dans l'artisanat et dans la construction.

3.12.1.3 Les limites de l'étude archéobotanique

L'interprétation des résultats de l'étude doit tenir compte de facteurs naturels et anthropiques qui influent sur la présence et sur la concentration en macrorestes:

- les sols secs ne permettent que la subsistance de restes ayant subi une « fossilisation » par le feu ou une minéralisation;
- le nombre de graines produites, leurs caractéristiques physiques et chimiques, les agressions subies dans les sédiments avant, pendant et après leur extraction, sont autant de facteurs intervenant sur la représentativité d'une espèce;

- les mécanismes taphonomiques – dépôts primaires ou secondaires, naturels ou anthropogènes –, définis par l'étude archéologique et les analyses micromorphologiques, conditionnent aussi la présence des restes végétaux dans les sédiments et leur interprétation. A Lai Coiratte, seul le fond de cabane ou fosse 1 (Fc/F1) a fait l'objet d'une analyse micromorphologique qui a déterminé l'origine secondaire des sédiments le remplissant.

3.12.2 Les macrorestes botaniques dans l'ensemble des structures étudiées

Cette partie de l'étude prend en compte l'ensemble des sédiments, toutes structures confondues.

3.12.2.1 La quantité et la qualité des restes végétaux

Quatre-vingt-trois échantillons d'un volume total de 766,8 litres ont été tamisés et leurs refus de tamisage triés. Sur 15 480 restes végétaux carbonisés autres que les charbons de bois recueillis, 12 887 ont pu être déterminés (83%). Aucun reste minéralisé n'a été transmis pour analyse.

3.12.2.2 Les taxons, les groupes écologiques et les restes végétaux

La détermination a mis en évidence 73 taxons différents, appartenant à trois niveaux de taxonomie: espèce, genre et famille (fig. 120).

La qualité de conservation élevée des restes végétaux a permis de donner un nom d'espèce à la moitié des restes déterminés, reliés par conséquent à un groupe écologique. Celui des plantes des champs (cultures et plantes compagnes) est le mieux représenté (48% des restes déterminés). Parmi les restes non attribuables à un groupe écologique (50% des restes déterminés), les *Poaceae* et les *Fabaceae* sauvages constituent le plus grand nombre (49% des restes déterminés). Ces familles sont très répandues dans le groupe des plantes cultivées et des plantes compagnes, de même que dans la végétation des prés et pâturages (fig. 119).

Seuls 17% des restes végétaux recueillis restent indéterminés. Les altérations subies par les restes végétaux avant et après leur enfouissement sont à l'origine de cette difficulté de détermination (Matterne 2001).

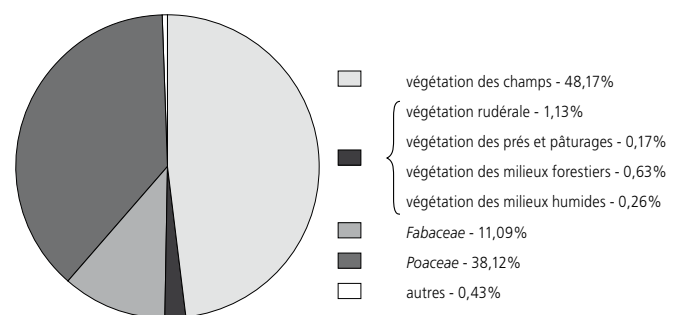


Fig. 119 Groupes écologiques et principales familles des restes déterminés (nb total: 12 887; tamis 8-1 mm).

3.12.2.3 Les caractéristiques biologiques et les utilisations potentielles des taxons

Les groupes écologiques définis à partir des caractéristiques biologiques des plantes reflètent aussi l'inféodation plus ou moins poussée des taxons à l'activité du site (fig. 120 et 121). La moitié des restes déterminés appartiennent à des plantes dont les besoins biologiques ou la présence sont fortement liés aux activités humaines¹²⁵.

Les plantes alimentaires cultivées et cueillies

Les taxons cultivés ou potentiellement consommables représentent 37% des restes déterminés. Les plantes cultivées (4357 restes) sont essentiellement des céréales déterminées à partir de grains (caryopses) et de restes de battage (fig. 122). L'ensemble du spectre des espèces céréalières cultivées au Haut Moyen Âge

en Europe est présent: les blés vêtus (*Triticum cf. monococcum*, *Triticum dicoccon*, *Triticum spelta*), le blé nu (*Triticum aestivum*) et les autres céréales (*Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, *Panicum miliaceum*). *Avena sativa* n'est déterminable qu'à partir de bases d'épilletts. Une seule base a été trouvée et les caryopses d'*Avena* sp. ont été associés à l'espèce cultivée en raison de leur forme et de leur taille.

Les céréales les mieux attestées sont donc, en nombre de restes: *Avena sativa* (606), *Triticum aestivum* (505), *Triticum spelta* (77), *Secale cereale* (67). *Hordeum vulgare* (13) et *Panicum miliaceum* (3) ne constituent qu'une très faible partie des céréales.

Les restes de battages (193), surtout de *Triticum aestivum* (84), *Triticum spelta* (71) et *Secale cereale* (12), sont peu représentés par

Espèces	Total	Alimentaire/comestible				nb	Médicinale magique	nb	Tinctoriale	nb	Autres	nb
		farineux	oléagineux	légumes condiments	fruits							
<i>Abies alba</i>	1			cueilli	1	x	1	x	1	combustible, menuiserie, fourrage	1	
<i>Agrostemma githago</i>	86					x	86			nettoyage (saponines)	86	
<i>Asperula/Galium</i>	1							x	1			
<i>Atriplex/Chenopodium</i>	1	cueilli		cueilli	1			x	1			
<i>Atropa bella-donna</i>	4					x	4					
<i>Avena sativa</i>	606	cultivé			606	x	606			isolant, fourrage, litière, toits, rembourrage	606	
<i>Brassica</i> sp.	1					x	1					
<i>Brassica/Sinapis</i>	14	cultivé	cultivé		14	x	14					
<i>Cerealia</i>	2336	cultivé			2336					fourrage, litière, toits	2336	
<i>Chenopodiaceae</i>	1	cueilli		cueilli	1	x	1	x	1			
<i>Coriandrum sativum</i>	1			cultivé	1	x	1					
<i>Corylus avellana</i>	35		cueilli	cueilli	35	x	35	x	35	combustible, menuiserie, flûte, vannerie, huile éclairante et lubrifiante, fourrage vert	35	
<i>Fallopia convolvulus</i>	67			cueilli	67	x	67					
<i>Galium aparine</i>	69			cueilli	69	x	69	x	69			
<i>Galium</i> sp.	2							x	2			
<i>Galium spurium</i>	1							x	1			
<i>Hordeum vulgare</i>	13	cultivé			13	x	13			isolant, fourrage, phytosanitaire	13	
<i>Lens culinaris</i>	137	cultivé			137	x	137			fourrage	137	
<i>Linum</i> sp.	2					x	2			tissage	2	
<i>Linum usitatissimum</i>	7	cultivé			7	x	7			litière, tissage, huile siccatve, savon	7	
<i>Panicum miliaceum</i>	3	cultivé			3	x	3					
<i>Polygonum aviculare</i>	1			cueilli	1	x	1	x	1			
<i>Polygonum hydropiper</i>	2			cueilli	2	x	2	x	2			
<i>Polygonum lapathifolium</i>	14			cueilli	14	x	14					
<i>Polygonum persicaria</i>	97			cueilli	97	x	97	x	97	phytosanitaire	97	
<i>Prunus domestica</i>	4			cultivé	4	x	4	x	4	combustible, menuiserie	4	
<i>Prunus d/i/s</i>	69			cultivé	69	x	69	x	69	combustible, menuiserie	69	
<i>Rubus fruticosus</i>	1			cueilli	1	x	1	x	1			
<i>Rubus idaeus</i>	1			cueilli	1	x	1	x	1			
<i>Rumex obtusifolius type</i>	73			cueilli	73	x	73	x	73			
<i>Sambucus ebulus</i>	34			(cueilli)	34	x	34	x	34			
<i>Sambucus nigra</i>	1			cueilli	1	x	1	x	1	flûte, sarbacane, piquets, phytosanitaire	1	
<i>Sambucus racemosa</i>	1			cueilli	1	x	1	x	1			
<i>Secale cereale</i>	67	cultivé			67	x	67			isolant, fourrage, toits, tressage	67	
<i>Setaria verticillata/viridis</i>	1	cueilli			1							
<i>Sherardia arvensis</i>	1							x	1			
<i>Trifolium</i> sp.	3					x	3	x	3			
<i>Triticum aestivum</i>	505	cultivé			505	x	505			isolant, litière, fourrage, toits	505	
<i>Triticum dicoccon</i>	1	cultivé			1	x	1			isolant, litière, fourrage, toits	1	
<i>Triticum</i> sp.	526	cultivé			526	x	526			isolant, litière, fourrage, toits	526	
<i>Triticum spelta</i>	77	cultivé			77	x	77			isolant, litière, fourrage, toits, tressage	77	
<i>Vicia hirsuta</i>	1	cueilli			1							
<i>Vicia sativa</i>	2	cultivé			2					fourrage	2	
Total	4870				4769		2524		399		4572	

Fig. 121 Utilisation potentielle des taxons.

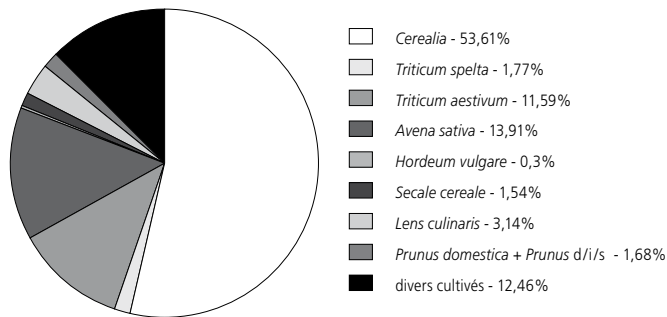


Fig. 122 Taxons cultivés pour l'ensemble des sédiments analysés (nb total : 4357; tamis 8-1 mm).

rapport aux caryopses (3943). La présence de restes de battage apporte des informations sur la localisation des cultures ou des processus de nettoyage (Derreumaux et al. 2003). *Triticum spelta* et *Avena sativa* (céréales vêtues) sont conservées avec leurs enveloppes et n'en sont débarrassés que juste avant la cuisson.

La présence de ces restes de battage, n'est pas ici un signe intangible de leur culture, mais aussi de leur nettoyage domestique avant utilisation. Par contre, *Triticum aestivum* et *Secale cereale* (céréales nues) perdent leurs enveloppes dès le battage et la présence d'une quantité appréciable de leurs restes de battage pourrait indiquer la proximité d'une zone de battage et donc d'une très probable culture à proximité. La faible représentativité des restes de battage peut être liée au fonctionnement du site comme zone artisanale et non comme habitat, mais peut-être aussi à la perte des petites fractions lors du tri.

Les autres plantes cultivées pour l'alimentation sont représentées essentiellement par une légumineuse : *Lens culinaris* (137) et *Prunus domestica*, fruit spécifié par un noyau entier et trois fragments caractéristiques. Le reste des fragments (69) n'a pu qu'être rattaché au groupement *Prunus domestica/insititia/spinosa*.

Avec sept restes, le lin n'est pas très répandu. Quelques rares fragments attestent encore de la présence de coriandre, de chou et de vesce cultivée.

Les taxons comestibles non cultivés sont prélevés dans l'environnement naturel par cueillette. Ils sont présents dans la plupart des groupes écologiques : mauvaises herbes des cultures (plantes compagnes : *Fallopia convolvulus*) et de l'environnement proche (plantes rudérales : *Galium aparine*, *Rumex obtusifolius* type; plantes des milieux forestiers : *Corylus avellana*, *Sambucus ebulus*; plantes des milieux humides : *Polygonum lapatifolium*).

En fonction de leur composition nutritionnelle, les plantes consommées apportent à l'organisme l'énergie (glucides et lipides), les éléments constitutifs (protides, lipides, substances minérales) et les éléments métaboliques (vitamines, sels minéraux) indispensables à sa bonne santé. Les graines des farineux, riches en glucides et en protides, sont consommées en tant que telles ou transformées en farine. Cette catégorie d'aliment est

représentée ici par les céréales (*Triticum monococcum*, *Triticum dicoccon*, *Triticum spelta*, *Triticum aestivum*, *Avena sativa*, *Secale cereale*, *Hordeum vulgare*, *Panicum miliaceum*), les légumineuses (*Lens culinaris*, *Vicia hirsuta*, *Vicia sativa*) et les chénopodes (*Atriplex/Chenopodium*). La forte teneur lipidique des oléagineux (*Brassica/Sinapsis*, *Corylus avellana*, *Linum usitatissimum*) permet l'extraction d'huiles alimentaires constituant un apport énergétique essentiel. Les légumes/condiments consommés sous la forme de racines, tiges, feuilles ou graines (*Atriplex/Chenopodium*, *Brassica/Sinapsis*, *Coriandrum sativum*, *Fallopia*, *Galium aparine*, *Polygonum*, *Rumex*) sont source d'éléments minéraux essentiels; les fruits (*Prunus*, *Rubus*, *Sambucus*) complètent l'apport énergétique par des sucres et favorisent la résistance aux maladies par des vitamines, en particulier la vitamine C.

Les plantes aux propriétés médicinales

Représentant 20 % des restes déterminés, 2524 restes proviennent de taxons possédant des propriétés médicinales reconnues par la médecine populaire (fig. 121). *Agrostemma githago* et *Atropa belladonna* étant les seules plantes dont l'ingestion est dangereuse, les autres plantes – cultivées ou ramassées – peuvent être considérées comme alicaments. Elles entrent dans la composition des repas et possèdent en plus des vertus pharmacologiques.

Les plantes à pigments

Les racines, rameaux ou feuilles de 21 taxons (2,5 % des restes déterminés) contiennent des principes colorants actifs sur des fibres d'origine végétale (lin, chanvre) ou animale (laine, cheveux humains), mais aussi sur la peau et le cuir (Hegi 1906-1931; Cardon 1990). Aucune preuve cependant ne permet d'affirmer la pratique de leur récolte et de leur utilisation ciblée.

Les autres utilisations potentielles

La figure 121 regroupe les diverses autres possibilités d'utilisation de quelques taxons : essentiellement dans les soins aux animaux domestiques (fourrage, litière), la construction (isolation, toiture), le travail du bois et la vannerie.

3.12.3 Les macrorestes dans les différentes structures

Les structures sont ici étudiées de manière individuelle (fig. 123). Il faut rappeler que l'interprétation est réalisée sur des macrorestes transmis à partir d'un tri incomplet et reste, de ce fait, très approximative.

3.12.3.1 Le fond de cabane ou fosse 1

Cette structure est la seule du site sur laquelle une analyse micro-morphologique a été effectuée. Les résultats de cette analyse révèlent des sédiments riches en matière organique carbonisée mais introduits de manière secondaire dans la structure creuse. L'existence d'illuviations cendreuses signe un processus de combustion aux environs proches (Pümpin et Braillard 2009). L'étude archéologique et les datations ont permis de préciser un remplissage rapide de celle-ci ce qui favorise la conservation des macrorestes dans les sédiments *in situ* (fig. 123).

Espèces	Total	Structures archéologiques									Utilisations potentielles								
		Fc/F1	Fc2	TP1-4	TP5,8,9 11,12	Fr	Bfy1	Bfy2/ Af1	Af2	Af3	aliment.	méd.	tinct.						
Plantes cultivées																			
Noms latins	Noms français		Macroreste																
	Triticum cf monococcum		Blé cf engrain																
Blés vêtus	Triticum dicoccon		caryopse																
	Triticum spelta		Epeautre																
Blés nus	Triticum spelta		reste de battage																
	Triticum sp.		Blé vêtu																
Blés	Triticum aestivum		Froment																
	Triticum aestivum		reste de battage																
Autres céréales	Triticum sp.		Blé																
	Avena sativa		Avoine cultivée																
Autres céréales	Avena sativa		caryopse																
	Hordeum vulgare		Orge cultivée																
Autres céréales	Secale cereale		Seigle																
	Secale cereale cf		reste de battage																
Autres céréales	Cerealia		Céréale																
	Cerealia		reste de battage																
Autres céréales	Panicum miliaceum		Millet commun																
	Total		4136																
Apiaceae	Coriandrum sativum	Coriandre	graine/fruit																
Brassicaceae	Brassica sp.	Chou	graine/fruit																
Fabaceae	Lens culinaris		Lentille cultivée																
	Linum usitatissimum		Lin cultivé																
Rosaceae	Vicia sativa		Vesce commune																
	Prunus domestica		Prunier																
Rosaceae	Prunus domestica/insititia/spinosa		Prunier/à greffer/Prunellier																
	Total		221																
Total plantes cultivées	4357																		
Plantes compagnes des cultures d'hiver																			
Agrostemma githago	Nielle des blés		graine/fruit																
	Agrostemma githago		dent de capsule																
Bromus sp.	Brome		caryopse																
	Fallopia convolvulus		Viville liseron																
Galium aparine/spurium	Gaillet gratteron/G. bâtard		graine/fruit																
	Galium spurium		Gaillet bâtard																
Scleranthus annuus	Gnavelle annuelle		graine/fruit																
	Sherardia arvensis		Rubéole des champs																
Vicia angustifolia	Vesce noire		graine/fruit																
	Vicia hirsuta		Vesce hérissée																
Vicia tetrasperma	Vesce à 4 graines		graine/fruit																
	Total		660																
Plantes compagnes des cultures d'été																			
Polygonum persicaria	Renouée persicaire		graine/fruit																
	Setaria verticillata/viridis		caryopse																
Vicia sp. grande	Vesce grande graine		graine/fruit																
	Vicia sp. petite		Vesce petite graine																
Total		1191																	
Total plantes compagnes	1851																		
Végétation rudérale																			
Atriplex/Chenopodium	Arroche/Chénopode		graine/fruit																
	Chenopodiaceae		Chénopodiaceae																
Galium aparine	Gaillet gratteron		graine/fruit																
	Polygonum aviculare		Renouée des oiseaux																
Rumex obtusifolius type	Rumex à feuilles obtuses type		graine/fruit																
	Total		145																
Végétation des prés et pâturages																			
Euphrasia/Odontites	Euphrase/Odontites		graine/fruit																
	Festuca/Lolium		Fétuque/vraie																
Trifolium sp.	Trèfle		graine/fruit																
	Vicia cracca		Vesce cracca																
Total		22																	
Végétation des milieux forestiers																			
Abies alba	Sapin blanc		aiguille																
	Corylus avellana		Noisetier																
Atropa bella-donna	Belladone		graine/fruit																
	Carex muricata type		Laiche muriquée type																
Rubus fruticosus	Ronce		graine/fruit																
	Rubus idaeus		Framboisier																
Sambucus ebulus	Sureau yéble		graine/fruit																
	Sambucus nigra		Sureau noir																
Sambucus racemosa	Sureau à grappes		graine/fruit																
	Sambucus sp.		Sureau																
Total		81																	
Végétation des milieux humides																			
Polygonum hydropiper	Renouée poivre d'eau		graine/fruit																
	Polygonum lapathifolium		Renouée à feuilles de patience																
Polygonum mite	Renouée douce		graine/fruit																
	Polygonum lapathifolium/persicaria		graine/fruit																
Total		33																	
Restes non attribuables à un groupe écologique																			
Apiaceae	Apiaceae	Apiacée	graine/fruit																
Asteraceae	Taraxacum alpinum	Pissenlit des Alpes	graine/fruit																
Brassicaceae	Brassicaceae		Brassicacée																
	Brassica/Sinapis		Chou/Moutarde																
Caryophyllaceae	Caryophyllaceae		Caryophyllacée																
	Fabaceae		cosse																
Fabaceae	Trifolieae		Trifoliée																
	Viciae grande		Viciée grande graine																
Geraniaceae	Viciae petite		Viciée petite graine																
	Geranium sp.		Géranium																
Lamiaceae	Galeopsis sp.		Galéopsis																
	Linum sp.		Lin																
Linaceae	Linum sp.		Lin																
	Malvaceae		Malvacée																
Poa sp.	Paturin		caryopse																
	Poaceae		Poacée																
Polygonaceae	Polygonum sp.		Renouée																
	Polygonaceae		Polygonacée																
Rubiaceae	Asperula/Galium		Aspérule/Gaillet																
	Galium sp.		Gaillet																
Rubiaceae	Rubiaceae		Rubiacée																
	Total		6398																
Restes non déterminables plus précisément																			
Fruits et graines	Indeterminata	Indéterminé	graine/fruit																
Fragments végétaux	Indeterminata		reste végétal																
OCNI	Indeterminata		objet amorphe																
Total		2593																	
Total	15480	14163	180	29	144	193	33	208	489	41									

Fig. 123 Présentation des macrorestes dans les sédiments des différentes structures.

Les taxons

L'analyse de 27 échantillons, pour un volume de 445,55 litres (totalité du remplissage), a permis de déterminer 11710 restes botaniques carbonisés (68 taxons), soit 91% de la totalité des restes déterminés sur le site, dont près de la moitié sont attribués à un groupe écologique.

La proportion importante de restes déterminés jusqu'au nom d'espèce prouve la qualité de conservation de ces macrorestes; la perte des fractions 0,5 et 0,25 mm est d'autant plus regrettable.

Les groupes écologiques

– plantes cultivées: 3779 restes.

Les céréales sont principalement représentées par *Avena sativa* (560 grains, 1 reste de battage), *Triticum aestivum* (396 grains, 37 restes de battage) et *Triticum spelta* (1 grain et 25 restes de battage). Contrairement aux autres, cette dernière espèce est attestée en majeure partie par des restes de battage, ce qui laisserait supposer un nettoyage local de cette céréale se conservant sous forme d'épillets. C'est dans les sédiments de cette structure en creux que se trouvaient les seuls grains d'*Hordeum vulgare* déterminés sur le site. *Lens culinaris* (122), le noyau et les fragments de noyaux de *Prunus domestica* (les seuls du site) et les fragments de noyaux du groupe *Prunus domestica/insititia/spinosa*, composent l'essentiel du groupe des autres plantes cultivées. Sept restes de *Linum usitatissimum* confirment la présence de cette plante oléagineuse et fibreuse, sans pouvoir définir si son utilisation est alimentaire ou artisanale;

– plantes compagnes: 1742 restes.

Les restes attribués à ce groupe sont surtout des fragments de *Vicia* sp. petites (713) et *Vicia* sp. grandes (343). Ces derniers fragments pourraient provenir de graines de *Vicia sativa*;

– plantes rudérales: 142 restes.

Ce groupe est composé essentiellement de *Galium aparine* (68) et de *Rumex* (73) dans la plupart des échantillons issus de cette structure;

– plantes des prés et pâturages: 17 restes.

Les macrorestes caractéristiques de cette végétation sont rares. Ce groupe écologique est le moins bien fourni: très peu de *Fabaceae* (4) et quelques restes de *Poaceae* (12);

– plantes des milieux forestiers: 55 restes.

Les fragments de coques de *Corylus avellana* (32) et des graines de *Sambucus* (18) attestent de l'existence, sur ou à proximité du site, d'une végétation forestière;

– plantes des milieux humides: 31 restes.

Diverses espèces de *Polygonum* (31) caractérisent la végétation de ces milieux. Mieux attestées que les plantes des prés et pâturages (17), elles pourraient être le signe d'une humidité importante dans les sols du site et de ses alentours;

– macrorestes non attribuables à un groupe écologique: 5944 restes.

Parmi les restes carpologiques à la détermination moins précise (51%), on peut signaler la présence des *Poaceae* (4534) et *Fabaceae* sauvages (1359). Ces deux familles peuvent être reliées à une végétation herbacée comme celle des prés et pâturages ou au groupe des plantes compagnes des cultures.

Interprétation et conclusion

Les plantes cultivées et leurs plantes compagnes sont les mieux représentées en nombre et en variété de taxons dans les sédiments de cette structure creuse. L'analyse archéobotanique des sédiments met en évidence une prépondérance des restes de plantes en lien étroit avec les activités humaines: plantes cultivées, plantes compagnes et végétation rudérale. Les restes de battage sont rares et ne permettent pas de spécifier les céréales cultivées à proximité du site et/ou nettoyées sur place. Seul *Triticum spelta* (épeautre), de part sa présence essentiellement sous forme de furcas, pourrait avoir été décortiquée *in situ* avant consommation. Les autres plantes cultivées attestées sont essentiellement *Lens culinaris* et *Prunus domestica*, *Prunus domestica/insititia/spinosa* (prunes).

Peu attestée, la végétation des prés et pâturages ne semble pas avoir eu une grande influence sur la composition carpologique des sédiments. Les espèces végétales de milieux humides laissent envisager l'existence de zones aux sols riches en eau.

Les utilisations potentielles des taxons déterminés mettent en évidence de nombreuses plantes alimentaires et fourragères, cultivées ou sauvages, des espèces aux propriétés réparatrices en cas de blessures (Hecker, à paraître), phytosanitaires, ainsi que des taxons utiles aux activités artisanales: lavage et teinture des fibres végétales ou animales, couverture des toits, rembourrage, tressage, vannerie, tournage du bois.

Les sédiments de cette structure ont donc livré des témoins carbonisés de ressources végétales à disposition des occupants du site. Leur contexte de découverte, dans un comblement détritique, ne permet pas de fixer leur utilisation précise, une fonction alimentaire attestée par les céramiques trouvées sur place mise à part.

3.12.3.2 Le fond de cabane 2 et les trous de poteau 1 à 4

Le fond de cabane 2

Un seul remplissage d'une dizaine de centimètres comble cette fosse très érodée. Six échantillons, d'un volume de 67 litres, soit la totalité du remplissage de ce fond de cabane, ont livré 180 macrorestes dont 174 ont pu être déterminés à différents niveaux taxonomiques (16), souvent jusqu'au nom d'espèce (57%), ce qui confirme leur bonne qualité de conservation. Ces sédiments sont donc pauvres en macrorestes et deux échantillons sont presque stériles (fig. 123).

Les restes déterminés précisément appartiennent à des plantes cultivées (84), à leurs plantes compagnes (14) et à des plantes forestières (2). Les céréales y figurent sous la forme de grains pour *Cerealia* (61) *Triticum aestivum* (2), *Avena sativa* (7), *Panicum miliaecum* (1) et de quelques restes de battage pour *Triticum spelta* (3) et *Triticum aestivum* (2). Parmi les autres plantes cultivées sont attestées *Lens culinaris* (3) et *Prunus domestica/insititia/spinosa* (1). Les plantes compagnes ne sont représentées que par deux taxons, *Bromus* (8) et *Vicia* (4), et la végétation forestière par deux fragments de coques de *Corylus avellana*. Les autres groupes

écologiques ne sont pas représentés. Les restes non attribuables à un groupe écologique font partie de la famille des *Fabaceae* (vesces), des *Poaceae* (graminées sauvages) et des *Polygonaceae* (renouée) composant préférentiellement la végétation des prairies ou étant associées aux cultures.

Les trous de poteau 1 à 4 associés

Les sédiments des trous de poteau ont livré très peu de restes botaniques (27 déterminés sur 29, triés, soit 0,21% des restes déterminés du site) dans un volume de 12,25 litres. Sont attestées des céréales (11) dont *Triticum aestivum* (1) et *Avena sativa* (1), des plantes compagnes *Bromus* (1), *Fallopia* (1), *Vicia* (5) et, pour les restes non déterminés précisément, un reste de *Fabaceae* et huit restes de *Poaceae*.

Interprétation et conclusion

Ce fond de cabane, très érodé, a livré peu de macrorestes et peu de variétés de taxons. Les restes les mieux représentés sont ceux des plantes des champs : céréales, autres plantes cultivées et plantes compagnes. L'ensemble des plantes déterminées sont dans leur grande majorité comestibles. On peut donc relever la consommation, très probablement sur le site, de céréales, agrémentées de lentilles et de fruits comme la prune domestique ou la noisette.

La variété de taxons présents dans les sédiments des trous de poteau n'est qu'un pâle reflet du spectre variétal attesté dans le fond de cabane 2 : quelques céréales, plantes compagnes et plantes sauvages. Cette pauvreté en macrorestes pourrait être le signe de la persistance des poteaux pendant toute la durée de remplissage du fond de cabane ; l'espace libéré par leur disparition s'est ensuite peu à peu comblé par des sédiments exogènes (ruissellement, bioturbations, érosion des bords de la structure) ne contenant que quelques témoins végétaux de l'activité du site.

3.12.3.3 Les trous de poteau 5, 8, 9, 11 et 12

Dans les dix échantillons prélevés (31,45 l), 144 restes végétaux ont été triés et déterminés (17 taxons), soit 1,12% des restes déterminés du site (fig. 123).

Il s'agit pour l'essentiel de restes de céréales (81) : *Triticum aestivum* (21) et *Avena sativa* (15), plus rarement *Triticum spelta* (2), *Secale cereale* (2) et *Panicum miliaceum* (1). Aucune autre plante cultivée n'est attestée. Dix-sept restes de plantes compagnes des cultures – *Agrostemma githago*, *Bromus* sp., *Galium*, *Vicia* et *Polygonum* – complètent le spectre de la végétation des surfaces cultivées. La végétation naturelle est pratiquement absente : un seul fragment de *Corylus avellana* témoigne de la présence de ce fruit sauvage, les autres plantes étant surtout des *Viciae* et des *Poaceae*.

Les macrorestes attestés appartiennent donc majoritairement aux plantes alimentaires (céréales et noisette) et aux plantes compagnes des cultures de céréales. Sans doute ne sont-ils que le pâle reflet des restes alimentaires des artisans travaillant sur ce site.

3.12.3.4 Le ferrier

Le volume total exact des douze échantillons prélevés sur le ferrier n'est pas connu, mais correspond au minimum à 84,6 litres. Les sédiments sont assez pauvres en macrorestes (184 déterminés sur 193 triés, soit 1,43% des restes déterminés ; 19 taxons) et seule la végétation des champs est un peu représentée (fig. 123).

Des grains et des restes de battage des principales céréales sont attestés, essentiellement *Triticum aestivum* (31), *Avena sativa* (14) et *Triticum spelta* (4). Seuls deux restes attestent de la présence de plantes cultivées autres que les céréales : *Lens culinaris* et *Vicia sativa*. Dix-sept macrorestes de plantes compagnes des cultures d'été et d'hiver ont été déterminés, mais hormis *Bromus* sp. (8), leur présence est très anecdotique : *Agrostemma githago* (1), *Scleranthus annuus* (1), *Polygonum* et *Vicia* (7).

Les sédiments du ferrier sont pauvres en macrorestes. Les taxons attestés sont presque uniquement des céréales et leurs plantes compagnes, donc essentiellement des plantes alimentaires et des mauvaises herbes des cultures. Comme les sédiments des trous de poteau, ils représentent très certainement aussi le « bruit de fond » de la consommation/utilisation des végétaux sur le site.

3.12.3.5 Les structures artisanales

Le bas foyer 1

Les deux échantillons d'un volume de 24,8 litres n'ont livré que 26 restes déterminés (0,20% du site) pour 33 triés (fig. 123). Parmi les restes de céréales (15) seuls *Triticum spelta* (un reste de battage) et *Secale cereale* (un grain) ont pu être spécifiés. Aucune autre plante cultivée n'est attestée. Les plantes sauvages sont représentées par un grain de *Bromus* sp. et par quelques graines de *Viciae* et de *Poaceae*.

Le bas foyer 2 et l'aire de forgeage 1

Les sept échantillons d'un volume de 20,1 litres ont livré 184 restes déterminés (1,43% du site) pour 208 triés (fig. 123). Les taxons les mieux représentés sont les plantes cultivées, en particulier les céréales : *Triticum spelta* (15), *Triticum aestivum* (6), *Avena sativa* (3), *Secale cereale* (7) et *Lens culinaris* (3). Les plantes compagnes ne sont représentées que par *Bromus* sp. (9), caractérisant aussi la végétation des prés et pâturages, et *Vicia* (8). Les autres groupements végétaux n'apparaissent que de manière anecdotique, à l'exception des milieux forestiers avec douze grains de *Sambucus ebulus*, un de *Rubus idaeus* et une aiguille carbonisée de *Abies alba*.

L'aire de forgeage 2

Neuf échantillons d'un volume de 51,75 litres ont permis d'identifier 404 restes (3,13% du site) pour 489 triés (fig. 123). Les plantes cultivées sont attestées par des grains et des restes de battage de céréales : *Triticum spelta* (26), *Triticum aestivum* (8), *Avena sativa* (5), *Lens culinaris* (8 restes) ainsi qu'un grain de *Coriandrum sativum*. *Bromus* sp. (20) constitue l'essentiel des plantes compagnes. Les plantes sauvages ne sont présentes que par des grains de *Sambucus ebulus* (8), des *Viciae* (31) et des *Poaceae* (126) qui poussent préférentiellement dans des milieux herbacés comme les prairies ou les pâturages.

L'aire de forgeage 3

Quatre échantillons d'un volume de 29,3 litres ont livré très peu de restes végétaux, 34 déterminés (0,26% du site) pour 41 triés (fig. 123). Ils proviennent, pour les plantes cultivées, essentiellement de céréales (10) et, pour les plantes sauvages, de *Viciaeae* (4) et de *Poaceae* (18).

Le bas foyer 1 et l'aire de forgeage 3 sont parmi les structures les plus pauvres du site; le bas foyer 2 et l'aire de forgeage 1 ainsi que l'aire de forgeage 2 sont en revanche mieux lotis en restes botaniques conservés. Ces restes témoignent essentiellement de la présence de plantes alimentaires cultivées (épeautre, froment, lentille) et de fruits sauvages (sureau, framboise). Quelques rares indices d'herbes sauvages comestibles (atriplex/chénopode, renouée) complètent le spectre des plantes consommées sur le site. Les restes non attribuables à un groupe écologique appartiennent aux vesces et aux graminées pouvant être reliées au groupe des plantes compagnes ou à celui de la végétation des prés et pâturages.

3.12.4 Les plantes, témoins de l'activité à Lai Coiratte?

La quantité en restes et la variété en taxons se modifient selon la structure étudiée. Ceci est dû à la quantité de sédiment disponible pour l'analyse, quantité qui dépend non seulement de l'érosion plus ou moins importante des structures, mais aussi des processus taphonomiques ayant contribué à l'enrichissement en restes botaniques des sédiments. Le fond de cabane ou fosse 1 est la structure au plus important volume de sédiment analysé (446 l) et aussi au plus grand nombre de restes déterminés du site (91%). Toutes les autres structures sont sensiblement moins riches et ne transmettent qu'un pâle reflet du spectre variétal mis en évidence dans cette structure creuse où tous les groupes écologiques sont présents. Ne persistent dans les autres structures que les groupes liés à l'alimentation des occupants: plantes des surfaces cultivées, herbes et fruits sauvages.

Plus de la moitié des taxons présents (44/74) possèdent des caractéristiques utiles à diverses activités humaines. Une grande part des restes déterminés (37%) et plus de la moitié des taxons (34/74) proviennent de plantes comestibles. A côté des plantes cultivées (céréales, légumineuses, oléagineuses, condiments et fruits), les macrorestes de Lai Coiratte recèlent une part non négligeable de plantes cueillies dans les prés et les pâturages (feuilles, jeunes rameaux et graines de *Chenopodiaceae*, *Polygonum*, *Atriplex*) et dans les haies, bordures et sous-bois forestiers (fruits de *Corylus avellana*, *Sambucus*, *Rubus*). Les plantes alimentaires présentes sur ce site, consommables sous forme de farines, huiles, légumes, condiments et fruits (fig. 121), satisfont donc les besoins alimentaires de base, par la consommation de céréales agrémentées de lentilles, chou, épice, ainsi que de plantes et de fruits cueillis dans les prés, les haies et les milieux forestiers proches.

Près de la moitié des taxons déterminés (32/74), soit 20% des restes déterminés, possèdent des propriétés pharmacologiques.

Ce sont des plantes cultivées (*Cerealia*, *Lens*, *Linum*, etc.) et sauvages (*Atropa belladonna*, *Polygonum*, *Rubus*, *Sambucus*, etc.) pouvant, à part *Agrostemma* et *Atropa*, être considérées comme des alicaments. L'exploitation d'un atelier métallurgique apporte son lot de blessures; à de rares exceptions près, les plantes déterminées possèdent les propriétés nécessaires à leur guérison (Hecker, à paraître). Certaines pouvaient même être utilisées pour des pratiques magiques (*Atropa belladonna*, *Corylus avellana*, *Coriandrum sativum*) ou encore pour la teinture, la construction, les soins aux animaux et l'artisanat.

Si les récipients culinaires trouvés sur le site permettent de supposer la consommation de repas sur les places de travail, aucune preuve archéologique ni archéobotanique ne peut être mise en rapport avec l'utilisation médicinale, tinctoriale ou autre des plantes attestées. La représentation très minoritaire des plantes des prés et des pâturages peut être le signe d'une absence d'élevage sur le site, en conformité avec sa fonction d'artisanat métallurgique.

3.12.5 Lai Coiratte et les autres sites de la région: Courtedoux-Creugenat et Develier-Courtételle

A 850 m à vol d'oiseau de Lai Coiratte, au sud-est, treize fonds de cabane du hameau de Courtedoux-Creugenat (habitat) ont fait l'objet d'une étude archéobotanique (Hecker, à paraître). Les sédiments de ce site sont situés en contexte sec et les restes végétaux uniquement carbonisés. A 20 km de là, dans la vallée de Delémont, la vaste étude archéobotanique du site de Develier-Courtételle (habitat et artisanat; Brombacher 2008) s'est portée sur de nombreuses structures: bâtiments, foyers, fosses, fonds de cabane. Les sédiments sont ici à la fois en contexte sec et humide, ce qui implique un spectre variétal bien plus étendu qu'à Chevenez et Courtedoux.

Les mécanismes taphonomiques à l'origine des dépôts (accumulation dans des structures creuses, rejets d'activité artisanale), le type de conservation (sec ou humide), la quantité de sédiments analysés (767 l à Lai Coiratte, 847 l à Courtedoux-Creugenat, 204 l à Develier-Courtételle), les processus de tri, sont autant d'éléments à prendre en compte dans l'interprétation des caractéristiques spécifiques de chaque site.

La plupart des taxons présents à Lai Coiratte le sont aussi sur les autres sites (fig. 124). La comparaison des résultats des analyses archéobotaniques fait apparaître des particularités en rapport avec la fonction du site:

- à Lai Coiratte, les restes botaniques sont constitués presque exclusivement d'ingrédients végétaux cultivés pouvant provenir de la consommation de repas sur place. Très peu de témoins de la végétation sauvage environnante ont été mis au jour, à l'exception des fragments de coques de noisettes, des grains de sureau et des graines d'herbes sauvages consommables comme légumes ou condiments;
- très peu de restes peuvent être attribués à l'alimentation animale (végétation des prés et pâturages), alors que ce groupe

Espèces	Lai Coiratte	Courtedoux-Creugenat	Develier-Courtételle	Espèces	Lai Coiratte	Courtedoux-Creugenat	Develier-Courtételle
<i>Abies alba</i>	x	x	x	<i>Polygonum hydropiper</i>	x	x	x
<i>Agrostemma githago</i>	x	x	x	<i>Polygonum lapathifolium</i>	x	x	x
Apiaceae	x	x	x	<i>Polygonum mite</i>	x	x	x
<i>Asperula / Galium</i>	x	x	x	<i>Polygonum persicaria</i>	x	x	x
<i>Atriplex / Chenopodium</i>	x			<i>Polygonum sp.</i>	x	x	x
<i>Atropa bella-donna</i>	x	x	x	<i>Prunus domestica</i>	x		
<i>Avena sativa</i>	x	x	x	<i>Prunus domestica/insititia/spinosa</i>	x	x	x
<i>Brassica sp.</i>	x	x	x	Rubiaceae	x	x	
<i>Brassica / Sinapis</i>	x		x	<i>Rubus fruticosus</i>	x		x
Brassicaceae	x	x	x	<i>Rubus idaeus</i>	x	x	x
<i>Bromus sp.</i>	x	x	x	<i>Rumex obtusifolius type</i>	x	x	x
<i>Carex muricata</i>	x		x	<i>Sambucus ebulus</i>	x	x	x
Caryophyllaceae	x	x	x	<i>Sambucus nigra</i>	x		x
Cerealia	x	x	x	<i>Sambucus racemosa</i>	x		x
Chenopodiaceae	x	x		<i>Scleranthus annuus</i>	x	x	x
<i>Coriandrum sativum</i>	x	x	x	<i>Secale cereale</i>	x	x	x
<i>Corylus avellana</i>	x	x	x	<i>Setaria verticillata/viridis</i>	x		x
<i>Euphrasia / Odontites</i>	x	x	x	<i>Sherardia arvensis</i>	x	x	x
Fabaceae	x	x	x	<i>Taraxacum alpinum</i>	x		
<i>Fallopia convolvulus</i>	x	x	x	Trifolieae	x		
<i>Festuca / Lolium</i>	x	x	x	<i>Trifolium sp.</i>	x	x	x
<i>Galeopsis sp.</i>	x	x	x	<i>Triticum aestivum</i>	x	x	x
<i>Galium aparine</i>	x	x	x	<i>Triticum dicoccon</i>	x	x	x
<i>Galium sp.</i>	x		x	<i>Triticum cf monococum</i>	x		
<i>Galium spurium</i>	x		x	<i>Triticum sp.</i>	x	x	x
<i>Geranium sp.</i>	x	x		<i>Triticum sp. (Blé vêtu)</i>	x	x	x
<i>Hordeum vulgare</i>	x		x	<i>Triticum spelta</i>	x	x	x
<i>Lens culinaris</i>	x	x	x	<i>Vicia angustifolia</i>	x		x
<i>Linum sp.</i>	x	x		<i>Vicia cracca</i>	x		
<i>Linum usitatissimum</i>	x		x	<i>Vicia hirsuta</i>	x	x	x
Malvaceae	x	x		<i>Vicia sativa</i>	x		x
<i>Panicum miliaceum</i>	x	x	x	<i>Vicia sp. grande</i>	x	x	
<i>Poa sp.</i>	x	x	x	<i>Vicia sp. petite</i>	x	x	x
Poaceae	x	x	x	<i>Vicia tetrasperma</i>	x	x	x
Polygonaceae	x	x		Vicieae grande	x		
<i>Polygonum aviculare</i>	x	x	x	Vicieae petite	x		

Fig. 124 Présentation des taxons communs à Chevenez-Lai Coiratte, Courtedoux-Creugenat et Develier-Courtételle.

de plantes est particulièrement bien représenté dans le site d'habitat voisin de Courtedoux-Creugenat et également à Develier-Courtételle;

- beaucoup de taxons déterminés possèdent des propriétés médicinales, mais une utilisation ciblée de ces plantes n'a pu être déterminée dans aucun des trois sites;
- la plupart des taxons potentiellement utilisables pour la teinture à Chevenez-Lai Coiratte le sont aussi dans les autres sites. Rien cependant ne permet d'y confirmer ce type d'utilisation, au contraire de Develier-Courtételle où l'activité tinctoriale semble avoir été pratiquée (Brombacher et Klee 2008, p. 140-141);
- *Linum usitatissimum* (lin), faiblement présent à Lai Coiratte et à Courtedoux-Creugenat, est la plante fibreuse la plus significative de Develier-Courtételle (Brombacher et Klee 2008, p. 140-141). Probablement le lin était-il consommé (graines, huile) ou utilisé (huile) sur les sites ajoulots, alors qu'il était transformé en fibres à Develier-Courtételle.

3.12.6 Conclusion

Malgré des différences de méthodologie, de type de sédiment et de structure, de taille et de fonction artisanale ou domestique des occupations, l'étude comparative permet de mettre en évidence l'adéquation des résultats de l'analyse archéobotanique avec la fonction du site définie par l'archéologie. Les sédiments de Lai Coiratte ont conservé – à travers les siècles – des restes de céréales et de plantes comestibles, reliefs de repas pris par les artisans sur leur lieu de travail. A Courtedoux-Creugenat les sédiments sont particulièrement riches en restes de plantes des prés et pâturages, ce qui peut être mis en rapport avec la pratique de l'élevage, alors que Develier-Courtételle se distingue par les plantes à fibres, lin et chanvre, et par des taxons permettant leur teinture (*Xanthium strumarium* et *Reseda luteola*). Associé à ces deux autres sites, Lai Coiratte complète donc les connaissances liées aux activités des occupants de la région durant le Haut Moyen Age, en rapport avec le milieu végétal naturel ou domestiqué.

3.13 L'archéozoologie

Olivier Putelat

Les fouilles de Lai Coiratte ont livré un peu plus d'un millier de restes osseux, représentant un poids total d'environ 8 kg (fig. 125). Ces vestiges proviennent pour l'essentiel de couches archéologiques aux datations diverses et de deux fonds de cabane mérovingiens. L'état de conservation des échantillons fauniques est très variable, comme en attestent le poids moyen des restes – souvent très faible –, une certaine surreprésentation des dents isolées de leurs surfaces alvéolaires, ainsi qu'une proportion d'ossements brûlés parfois importante¹²⁶.

Les ostéorestes sont, pour la plupart, médiocrement conservés dans les structures creuses et mal ou très mal conservés dans les couches archéologiques (annexe 9). Nous mettrons ici l'accent sur la présentation de l'ensemble altomédiéval (atelier de sidérurgie, tombe et couche archéologique), ne décrivant que de façon succincte les assemblages osseux livrés par les autres couches, chronologiquement hétérogènes ou plus tardives. Pour faciliter la lecture des données, l'ensemble des spectres de faune des différentes phases ou structures du site ont été regroupés (fig. 126). La méthodologie de l'étude ostéologique n'est pas présentée ici : nous renvoyons le lecteur à la monographie du site voisin de Courtedoux-Creugenat, où les diverses méthodes employées pour décrire, quantifier, déterminer les espèces en présence et l'âge des animaux abattus seront détaillées (Putelat, à paraître). L'intégralité des données ostéométriques est présentée en annexe 10. Un glossaire dédié à l'anatomie animale se trouve en annexe 8.

3.13.1 Les structures du Haut Moyen Age liées à l'activité métallurgique

La nature de cette activité dédiée au travail du fer nous incite à en faire ici une présentation détaillée par structure. Cependant, la ténuité de l'échantillon osseux, occasionnée par des phénomènes taphonomiques intenses, nuit à l'interprétation des données ostéologiques. Pour tenter de pallier à ce handicap, inhérent au corpus de Lai Coiratte, les données fauniques altomédiévales de l'ensemble de la zone sont ensuite récapitulées en un unique

spectre de la faune (fig. 126) destiné à comparer ultérieurement la composition de l'entité ostéologique détritique «Lai Coiratte-zone d'activité métallurgique» avec celle de ses homologues mis au jour à proximité, dans les fonds de cabane de la partie occidentale du site de Courtedoux-Creugenat. La microfaune exhumée fait l'objet d'une présentation distincte (chap. 3.13.1.6).

3.13.1.1 Le fond de cabane ou fosse 1

Le fond de cabane ou fosse 1 appartient à la première phase d'occupation altomédiévale du site (fin 6^e-milieu 7^e siècle), de même que les structures liées à l'activité métallurgique. Il a été procédé ici au tamisage de 510 kg de sédiment, jusqu'à une maille d'au moins 2 mm. Ce tamisage a livré un total d'environ 1500 micro-esquilles indéterminées, pour un poids total de 90 g. Plus de 1000 d'entre elles sont carbonisées ou calcinées. Parmi ces vestiges, seuls les restes déterminés ont été réintégrés au spectre de faune, soit sept restes de microfaune et 28 restes autres. Pour l'essentiel ce sont deux dents isolées de bœuf, cinq restes avifauniques, et dix-sept ossements de porc¹²⁷. La pratique du tamisage des sédiments livre donc ici près de la moitié des 60 restes déterminés. Elle change le spectre de faune de façon significative, puisque cet apport est à l'origine de la moitié des restes de porc. Les caprinés sont quant à eux plus légèrement réévalués par cette pratique, avec quatre restes : deux fragments crâniens, une dent jugale isolée et un fragment de tibia.

Soixante des 79 ossements ont été déterminés. Ces derniers proviennent tous d'espèces domestiques (fig. 126) et les espèces de taille moyenne, caprinés et porc, prévalent. Fait assez rare, les caprinés, où seul le mouton est mis en évidence, dominant en poids. Il s'agit là d'un biais occasionné par la petite taille du corpus et un poids moyen des restes très faible : une cheville osseuse ovine représente en effet à elle seule le quart du poids total des restes de cette structure (voir *infra*). Le porc l'emporte en nombre de restes ; la poule est quant à elle bien représentée, malgré le moindre potentiel de conservation de ses ossements. Le matériel osseux appartient en majorité à la couche r2 (fig. 127). Son état de conservation est hétérogène : c'est ici que l'on trouve les surfaces osseuses les plus dégradées, le plus de restes brûlés, le plus faible poids moyen des vestiges mais aussi, fait positif, la plus grande partie de l'avifaune.

Datation	Type d'assemblage	NR nb	Fragments nb	Poids g	Poids moyen g	Variation g	Ecart type	NR brûlés / NR	NR non strictement dentaires	PR non strictement dentaires	NRD	
Mélange Protohistoire et Haut Moyen Age	couche 3.2.2	611	700	4932,3	8,1	0,0 à 269,7	19,8	0,3%	82,5%	90,1%	50,7%	
Protohistoire	couche 3.2.1	30	85	307,0	10,2	0,1 à 52,2	14,7	9/30	27/30	99,0%	16/30	
Haut Moyen Age	phase 1	fond de cabane ou fosse 1	79	87	361,6	4,2	0,0 à 94,3	12,7	27/79	68/79	94,8%	60/79
		fond de cabane 2 et TP1, 2, 3	46	101	72,7	1,6	0,0 à 12,2	2,2	5/46	34/46	72,9%	24/46
		zone de rejet	6	19	22,1	3,7	0,3 à 11,4	4,1	1/6	5/6		5/6
		ferrier et TP5, 7, 16	7	7	45,6	6,5	0,1 à 45,1	17,0	3/7	7/7	(100%)	1/7
		bas foyer 3	2	2	5,9		2,8 à 3,1		0/2	0/2		2/2
	phase 2	sépulture	6	15	44,8	7,5	0,4 à 44,8	14,9	0/6	5/6		5/6
	couche 3a	53	184	479,2	9,0	0,1 à 71,0	14,6	8/53	37/53	78,8%	37/53	
	couche 3.1.2	2	13	5,2	0,4 à 4,8							
Moyen Age	couche 3.1.1	73	120	396,4	5,4	0,1 à 95,4	12,9	6/73	47/73	77,5%	40/73	
Postmédiéval	couche 2	122	186	1474,2	12,1	0,1 à 196,0	30,2	4,1%	82,0%	90,0%	62,3%	
	Total	1037		8147,0								

Fig. 125 Présentation d'ensemble du mobilier osseux (microfaune exclue).

Datation	Structure ou couche	Espèces	Restes		Poids		NMI			
			nb	%	g	%				
Mélange Protohistoire et Haut Moyen Age	couche 3.2.2	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	194	62,6	3456,4	70,1	4			
		Caprinés	47	15,2	215,0	4,4	4			
		Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	53	17,1	183,8	3,7	6			
		Equidés, <i>Equus</i> sp.	11	3,5	388,2	7,9	2			
		Poule, <i>Gallus domesticus</i>	3	1,0	2,6	0,1	1			
		Total animaux domestiques	308	99,4	4246	86,1	17			
		Humain	2	0,6	2,2	0,0	1			
		Restes déterminés	310		4248,2	86,1	18			
		Grands mammifères	67		287,2	5,8				
		Mammifères de taille moyenne	11		14,4	0,3				
		Esquilles indéterminées	223		382,5	7,8				
		Total	611		4932,3		18			
		Protohistoire	couche 3.2.1	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	7		182,9	59,6	1	
				Chèvre, <i>Capra hircus</i> L.	1		14,9	4,9	1	
				Caprinés	1					
Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	6				91,5	29,8	1			
Equidés, <i>Equus</i> sp.	1				0,8	0,3	1			
Total animaux domestiques	16				290,1	94,5	4			
Restes déterminés	16				290,1	94,5	4			
Grands mammifères	3				11,4	3,7				
Mammifères de taille moyenne	4				2,6	0,8				
Esquilles indéterminées	7				2,9	0,9				
Total	30				307,0		4			
Haut Moyen Age	fond de cabane ou fosse 1			Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	6		77,0	21,3	1	
				Mouton, <i>Ovis aries</i> L.	4		185,0	51,2	2	
				Caprinés	10					
				Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	31		78,4	21,7	1	
		Poule, <i>Gallus domesticus</i>	8		3,7	1,0	2			
		Total animaux domestiques	59		344,1	95,2	6			
		Oiseau	1		0,1	0,0	1			
		Restes déterminés	60		344,2	95,2	7			
		Grands mammifères	1		0,9	0,2				
		Mammifères de taille moyenne	8		8,3	2,3				
		Mammifères de petite taille	0		0,0	0,0				
		Esquilles indéterminées	10		8,2	2,3				
		Total	79		361,6		7			
		ensemble métallurgique	fond de cabane 2 et TP1, 2, 3	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	3		8,6		1	
				Caprinés	7		15,8		1	
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés			10		20,7		2		
	Chien, <i>Canis familiaris</i> L.			1		2,3		1		
	Poule, <i>Gallus domesticus</i>			2		0,5		1		
	Total animaux domestiques			23		47,9		6		
	Restes déterminés			23		47,9		6		
	Grands mammifères			0		0,0				
	Mammifères de taille moyenne			12		15,6				
	Mammifères de petite taille			0		0,0				
	Esquilles indéterminées			11		9,2				
	Total			46		72,7		6		
	total ensemble métallurgique (toutes structures confondues)				Ecaille de poisson	1		0,0		
					Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	12	13,2	138,9	27,3	
					Mouton, <i>Ovis aries</i> L.	4	28,6	219,7	43,3	
		Caprinés	22							
		Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	41		45,1	99,1	19,5			
		Chien, <i>Canis familiaris</i> L.	1		1,1	2,3	0,5			
		Poule, <i>Gallus domesticus</i>	10		11,0	4,2	0,8			
		Total animaux domestiques	90		98,9	464,2	91,4			
		Oiseau	1		1,1	0,1	0,0			
		Restes déterminés	91			464,3	91,4			
Grands mammifères		1			0,9	0,2				
Mammifères de taille moyenne		22			24,9	4,9				
Esquilles indéterminées		26			17,8	3,5				
Total		140			507,9					
couche archéologique altomédiévale 3a			Ecaille de poisson		1		0,0			
	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.		20		371,5	77,5	3			
	Caprinés		10		18,8	3,9	1			
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés		5		57,3	12,0	2			
	Equidés, <i>Equus</i> sp.		1		4,5	0,9	1			
	Total animaux domestiques		36		452,1	94,3	7			
	Léporidé		1		0,5	0,1	1			
	Total animaux sauvages		1		0,5	0,1	1			
	Restes déterminés		37		452,6	94,4	8			
	Grands mammifères		4		11,6	2,4				
	Mammifères de taille moyenne		2		2,2	0,5				
	Esquilles indéterminées		10		12,8	2,7				
	Total		53		479,2		8			
	couche archéologique altomédiévale 3.1.2			Grands mammifères	1		4,8			
				Esquilles indéterminées	1		0,4			
Total		2			5,2					
Total Haut Moyen Age			195		992,3					
Médiéval	couche 3.1.1	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	19		195,3	49,3	2			
		Caprinés	6		21,2	5,3	2			
		Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	11		26,2	6,6	2			
		Equidés, <i>Equus</i> sp.	3		108,9	27,5	1			
		Poule, <i>Gallus domesticus</i>	1		0,1	0,0	1			
		Total animaux domestiques	40		351,7	88,7	8			
		Restes déterminés	40		351,7	88,7	8			
		Grands mammifères	8		16,7	4,2				
		Mammifères de taille moyenne	6		8,0	2,0				
		Esquilles indéterminées	19		20,0	5,0				
		Total	73		396,4		8			
		Postmédiéval	couche 2	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	38		884,4	60,0	2	
				Chèvre, <i>Capra hircus</i> L.	1		63,5	4,3	1	
				Caprinés	16					
				Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	14		46,0	3,1	1	
Equidés, <i>Equus</i> sp.	4				356,5	24,2	1			
Chien, <i>Canis familiaris</i> L.	1				4,8	0,3	1			
Chat, <i>Felis catus</i> L.	1				2,4	0,2	1			
Poule, <i>Gallus domesticus</i>	1				0,6	0,0	1			
Total animaux domestiques	76				1358,2	92,1	8			
Restes déterminés	76				1358,2	92,1	8			
Grands mammifères	16				70,7	4,8				
Mammifères de taille moyenne	5				7,5	0,5				
Esquilles indéterminées	25				37,8	2,6				
Total	122				1474,2		8			

Fig. 126 Présentation des spectres de la faune (micro-faune exclue).

Couche	NR	NRD	PR	Poids moyen	Restes brûlés		Restes déterminés							
	nb	nb	g	g	nb	g	Bœuf		Caprinés		Porc		Volailles	
r1	13	10	177,3	13,6	2	4,4	2	56,5	4	103,3	3	14,5	1	0,8
r2	53	37	134,8	2,5	23	41,9	1	1,2	9	68,1	20	50,0	7	2,9
r3	4	4	32,5	8,1	1	7,5	2	16,3	1	13,6	1	2,6		
Divers	9	8	17,0	1,9	1	0,6	1	3,0			7	11,3		
Total	79	59	361,6	4,6	27	54,4	6	77,0	14	185,0	31	78,4	8	3,7

Fig. 127 Spectre de faune stratigraphique du fond de cabane ou fosse 1.

	Bœuf			Caprinés			Porc		
	NR	PR (g)	NME (f)	NR	PR (g)	NME (f)	NR	PR (g)	NME (f)
Chevillon osseuse				1	94,3	ovin mâle G			
Crâne et maxillaire	2	10,6	2NL	2	0,9	1NL	7	12,2	1G 1D
Mandibule	2	11,8	1G 1D	3	31,8	1G 1D	7	38,8	1G 1D
Total tête	4	22,4		6	127,0		14	51,0	
Sacrales							1	2,0	
Indéterminées							1	2,5	
Total vertèbres							2	4,5	
Scapula	1	1,2	1NL						
Radius-ulna				1	2,5	1G			
Carpe				1	1,1	pisiforme	1	2,1	hamatum G
Total antérieur	1	1,2		2	3,6		1	2,1	
Coxal				2	14,2	ovin femelle G	1	2,6	1NL
Tibia	1	53,4	1G	2	15,9	2G	2	5,1	1G 1D
Tarse				1	2,9	1D			
Métatarse				1	21,4	ovin G			
Total postérieur	1	53,4		6	54,4		3	7,7	
Métapode							2	4,6	métapodes (dgt III ou IV) (2)
Phalanges							9	8,5	phalanges 1 (2) (dgt III ou IV) phalanges 2 (4) (dgt III ou IV) phalange 3 (1) (dgt III ou IV)
Total non attribués							11	13,1	
Total	6	77,0		14	185,0		31	78,4	

Fig. 128 Répartition anatomique des ossements de la triade domestique du fond de cabane ou fosse 1 (toutes couches confondues).

La répartition anatomique des restes de la triade domestique est présentée dans la figure 128. Les vestiges de bœuf sont assez mal conservés : on trouve en particulier deux dents inférieures isolées de leurs supports alvéolaires et un petit fragment de scapula. Un bovin âgé de 2 à 3 ans est mis en évidence.

Deux ovins différents sont décelés grâce à trois restes : un mâle grâce à une cheville osseuse, tranchée à sa base, et une femelle par la morphologie de son os pubien. Un métatarse ovin permet d'estimer la stature de l'animal dont il provient : environ 66 cm au garrot (Teichert 1975). Les vestiges de la tête sont surreprésentés, plus particulièrement au niveau pondéral (voir *supra* et fig. 128).

Parmi ces caprinés, non différenciés spécifiquement, l'un est âgé de moins de 3 ans et l'autre est âgé de 3 à 4 ans.

La représentation anatomique des ossements de porc est elle aussi déséquilibrée, en faveur de la région de la tête (fig. 128). Sept dents, isolées de leurs supports alvéolaires, forment plus du quart des restes porcins, ce qui témoigne de la dégradation de l'assemblage osseux (Studer 1998). Un porc âgé de 10-18 mois est mis en évidence. La poule est représentée par huit restes : deux vertèbres, quatre fragments de radius, une ulna et un tarsométatarse. Un oiseau de petite taille est déterminé grâce à un fragment de tarsométatarsien.

Couche	NR	NRD	PR	Poids moyen	Restes brûlés		Restes déterminés									
	nb	nb	g	g	nb	g	Bœuf		Caprinés		Porc		Chien		Volailles	
r1	8	4	10,9	1,4					1	1,5	3	6,6				
r2	27	12	46,0	1,7	4	1,9	3	8,6	4	13,5	3	1,0	1	2,3	1	0,4
Divers	6	5	13,5	2,3	1	0,1			2	0,8	3	12,6				
TP1	1	1	0,5	0,5							1	0,5				
TP2	2		0,7	0,4												
TP3	2	1	1,1	0,6											1	0,1
Total	46	23	72,7	1,6	5	2,0	3	8,6	7	15,8	10	20,7	1	2,3	2	0,5

Fig. 129 Spectre de faune stratigraphique du fond de cabane 2 (microfaune exclue).

	Bœuf			Caprinés			Porc		
	NR	PR (g)	NME (f)	NR	PR (g)	NME (f)	NR	PR (g)	NME (f)
Chevillon osseuse	2	5,5	2NL						
Crâne et maxillaire				3	4,6	1D	6	18,6	1G 1D
Mandibule				1	4,7	1D	2	0,7	1G
Total tête	2	5,5		4	9,3		8	19,3	
Côtes	1	3,1	1						
Total thorax	1	3,1							
Radius-ulna				2	5,8	1G			
Carpe							1	1,0	pyramidal G
Total antérieur				2	5,8		1	1,0	
Coxal				1	0,7	1D			
Total postérieur				1	0,7		0	0,0	
Phalanges							1	0,4	phalange 3 (doigt II ou V)
Total non attribués							1	0,4	
Total	3	8,6		7	15,8		10	20,7	

Fig. 130 Répartition anatomique des ossements de la triade domestique du fond de cabane 2 (toutes couches confondues).

3.13.1.2 Le fond de cabane 2 et les trous de poteau 1 à 3

La totalité des sédiments du fond de cabane 2 (78kg) a été tamisée jusqu'à une maille d'au moins 2mm. Ce tri a livré une centaine de micro-esquilles dont la moitié sont brûlées ou calcinées. Seuls les restes déterminés ont été réintégrés au spectre de faune. Il s'agit d'une dent de microtidé, d'une dent jugale et d'un fragment de coxal de capriné, d'un os carpal et d'une phalange de porc, d'une écaille de poisson indéterminé.

Vingt-trois des 46 ossements présents ont été déterminés. Ce petit corpus est très dégradé. Le poids moyen des restes est faible et les dents isolées de leurs supports alvéolaires sont excessivement nombreuses (fig. 125). Le taux d'ossements indéterminés est plus élevé que dans le fond de cabane ou fosse 1. Les ostéorestes déterminés proviennent tous d'espèces domestiques (fig. 126). Les espèces de taille moyenne, caprinés et surtout porc, prévalent, y compris en poids. Le matériel osseux appartient en majorité à la couche r2 (fig. 129).

La répartition anatomique des restes de la triade domestique est présentée dans la figure 130. Les vestiges de bœuf sont rares. Un jeune bovin est mis en évidence grâce à son cornillon.

Le mouton et la chèvre ne sont pas différenciés parmi les restes de caprinés. Leurs vestiges sont mal conservés : cinq dents isolées de leurs supports alvéolaires sur les sept restes déterminés. Elles montrent la présence d'un capriné âgé de 2 à 3 ans.

Le squelette de la tête est surreprésenté parmi les restes de porc, en nombre de restes comme en poids. Ici encore, les dents isolées de leurs supports alvéolaires abondent et témoignent de la dégradation de l'échantillon faunique : six dents représentent à elles seules plus de la moitié du corpus porcin. Elles permettent de différencier deux suidés : l'un est âgé de moins de 15 mois ; l'autre de 22-30 mois.

Une canine de chien a été mise au jour.

La poule est mise en évidence par une vertèbre et un tarsométatarse.

L'ichtyofaune est décelée au vu d'une écaille originaire du tamisage des sédiments (fig. 131). Cet unique témoin de la consommation de poisson sur le site n'est pas spécifiquement déterminé.

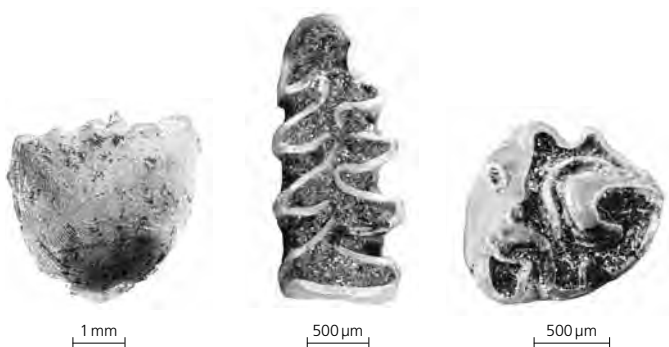


Fig. 131 Fond de cabane 2. Ecaille de poisson (à gauche), molaires de campagnol roussâtre (au centre) et de mulot (à droite).

3.13.1.3 La zone d'activité du bas fourneau potentiel

Les seuls restes déterminés proviennent de la zone de rejet d'un présumé bas fourneau. Il s'agit d'un fragment de mandibule et d'une vertèbre lombaire de bœuf, ainsi que d'une dent et de deux fragments de fémur(s) de capriné. On trouve aussi une diaphyse d'os long de mammifère de taille moyenne. Une trentaine d'esquilles indéterminées, pour un poids total de moins d'un gramme, proviennent du tamisage des sédiments prélevés dans les structures de combustion. La majorité de cet échantillon est carbonisée ou calcinée. Ces micro-esquilles n'ont pas été intégrées au spectre de faune.

3.13.1.4 La zone du ferrier et les trous de poteau 5, 7 et 16

Les trous de poteau 5, 7 et 16 ont livré six esquilles indéterminées et un fragment de mandibule de bœuf. Une quinzaine d'esquilles indéterminées, pour un poids total de moins d'un gramme, proviennent du tamisage des sédiments de ces structures. La majorité de cet échantillon est elle aussi carbonisée ou calcinée, et ces micro-esquilles n'ont pas été intégrées au spectre de faune.

3.13.1.5 La zone d'activité de forge et les bas foyers

Deux dents jugales de caprinés sont les seuls restes mis au jour dans le bas foyer 3 ; elles indiquent la présence d'au moins un individu, âgé d'environ 2 ans. La fouille manuelle des aires de forgeage 1, 2 et 3 n'a pas livré d'ossements animaux ; une vingtaine d'esquilles proviennent du tamisage des sédiments, pour un poids total d'un peu plus d'un gramme. Plus de la moitié sont calcinées, d'autres seulement carbonisées. Ces micro-esquilles n'ont pas été intégrées au spectre de faune.

3.13.1.6 La microfaune

Le tamisage des sédiments des structures creuses 1 et 2 a livré quelques restes de microfaune, plus particulièrement des dents jugales de micromammifères (fig. 131). Du fond de cabane ou fosse 1 proviennent trois dents jugales de mulot (*Apodemus* sp.). Leur usure n'a pas permis de différencier le mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus* L.) du mulot à collier (*Apodemus flavicollis* M.). Le campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus* S.) est mis en évidence par une dent dans le fond de cabane ou fosse 1 et une autre dans le fond de cabane 2.

Ces deux taxons sont caractéristiques des environnements forestiers. Le mulot sylvestre fréquente les bosquets, les haies, voire les forêts fermées et parfois les maisons en hiver (Vogel 1995a, p. 271) ; le mulot à collier fréquente les forêts voire les milieux semi-ouverts (Vogel 1995b, p. 276). Le campagnol roussâtre, peu fouisseur, occupe les forêts de feuillus, de conifères, les forêts mixtes. On le trouve plus fréquemment dans les lisières ou les clairières que dans les forêts denses ; on le trouve occasionnellement en hiver dans les bâtiments proches des forêts (Cäsar 1995, p. 300).

On trouve aussi, pour l'ensemble de ces deux structures, une dizaine de restes de micromammifères non déterminés (vertèbres et esquilles). Le fond de cabane ou fosse 1 a livré un os coxal de crapaud (*Bufo* sp.) carbonisé et un métapode d'amphibien indéterminé.

3.13.1.7 Synthèse des données archéozoologiques liées à l'activité métallurgique

Les données fauniques issues des rejets détritiques de la zone métallurgique sont récapitulées dans la figure 126. On constate l'absence de faune sauvage, la prévalence du porc puis celle des caprinés sur le bœuf. Cependant, le nombre et le poids des restes déterminés sont faibles et il convient de garder une grande circonspection dans l'interprétation des données, comme le prouve la surreprésentation pondérale des caprinés, biaisée (à la hausse) par la mise au jour d'une cheville osseuse d'ovin mâle (voir *supra*). La poule est bien représentée (11 % des restes déterminés) et le poisson est mis en évidence, par le tamisage des sédiments. Enfin, une quantité importante d'esquilles osseuses carbonisées ou calcinées a été mise au jour. Ces débris sont à imputer à l'élimination des détritiques osseux, directement dans les structures de combustion.

3.13.2 La sépulture triple

De la sépulture triple, datée entre la fin du 7^e et le début 8^e siècle ap. J.-C., proviennent cinq ossements animaux. Le tamisage des sédiments prélevés uniquement dans la région des crânes des squelettes 1 et 2, jusqu'à une maille de 0,25 mm, n'a livré que des limons cuits, une scorie de 15x15 mm (trouvée dans l'orbite gauche du deuxième squelette lors du lavage du crâne), quelques restes de micromammifères indéterminés, de rares esquilles osseuses carbonisées et indéterminées, de nombreuses esquilles d'os indéterminées et la diaphyse distale d'un métapode de capriné. Il n'a été détecté ni reste ichtyofaunique, ni coquille d'œuf.

Une M³ de bœuf et l'épiphyse d'une phalange proximale de capriné proviennent du remplissage 1; un humérus, un tibia et un métapode de capriné ont été mis au jour au contact des squelettes 1 et 2. Ces ostéoreses sont mal conservés, leurs surfaces osseuses sont déminéralisées et vermiculées par les racelles de la végétation sus-jacente. L'humérus, dont seuls les deux tiers distaux sont présents, a été prélevé au contact des vertèbres cervicales du squelette 1. Il porte de fines stries de désossement, localisées sur les faces latérale, médiale et dorsale du tiers distal de sa diaphyse (fig. 132). Le distum semble de surcroît avoir été mâchouillé par un chien. La diaphyse de tibia a été découverte au contact du coude gauche du squelette 2. Des altérations de surface l'affectent en deux endroits et semblent plus être dues à des chocs mécaniques qu'à des morsures (fig. 132). Ce tibia est tranché au niveau de la base du tiers proximal. Un fragment de métapode de capriné provient du tamisage des sédiments prélevés dans la région des têtes des défunts (voir *supra*).

Dans un premier temps, ces vestiges fauniques avaient été mis au compte d'un enfouissement simultané à celui des défunts¹²⁸. Si cette proposition de départ devait être acceptée, la question se poserait, soit du remaniement stratigraphique d'ossements animaux liés à l'anthropisation antérieure du terrain, soit du dépôt d'une offrande funéraire carnée comme il s'en pratique, à des degrés variables et selon les régions, au cours du Haut Moyen Age (Dierkens et al. 2008), y compris en Ajoie (Putelat 2007a).



Fig. 132 Sépulture triple. A gauche humérus de capriné (sujet 1), à droite tibia de capriné (sujet 2).

Les archéologues ont souligné l'arasement de la sépulture. Il est donc difficile de prendre en compte l'environnement ostéologique des alentours de la tombe pour statuer sur la présence, ou non, dans la couche archéologique altomédiévale de vestiges fauniques antérieurs au creusement funéraire. Nous remarquons cependant, pour l'occupation altomédiévale précédente (phase 1), la rareté des vestiges animaux dans cette partie du site (zone du ferrier). Le dépôt d'offrandes funéraires carnées aurait donc pu être l'hypothèse privilégiée. Cependant la mise en perspective des différentes caractéristiques de cet assemblage funéraire avec les données récentes issues de nécropoles (ou de petits ensembles funéraires) limitrophes du massif jurassien ne nous incite pas à privilégier cette option (fig. 133). Nous soulignons toutefois que le caractère atypique de cette sépulture triple ne favorise pas les comparaisons.

Plusieurs différences principales avec les sites funéraires de comparaison se dégagent. Dans l'aire culturelle franque, ou alamanno-franque proche, où l'offrande funéraire animale est sans conteste une pratique d'inspiration germanique (Putelat, travaux en cours), les ensembles fouillés au nord ou à l'ouest du massif, et dont la majorité présente la documentation nécessaire à la validation des données (fig. 133), ne livrent pas, ou quasiment pas, d'offrandes animales avérées pour la période envisagée à Chevenez (extrême fin du 7^e, voire début du 8^e siècle). L'offrande supposée de Chevenez se situerait donc dans un contexte chronologique bien tardif pour cette pratique. De la même façon, on n'y trouve qu'exceptionnellement des dépôts animaux isolés, c'est-à-dire non associés à du mobilier archéologique caractéristique : parures diverses (colliers, pendeloques, etc., ne se limitant pas à des anneaux d'oreilles comme à Chevenez), boucles, peignes, armes, ustensiles, récipients (fig. 133).

Site		Distance moyenne de Chevenez (km)	Référence bibliographique	Chronologie	Nombre minimum d'occurrences d'offrandes animales avérées		Dépôts sur le squelette	Dépôts de mobilier caractéristique (parures diverses, peignes, armement, ustensiles, récipients)	Offrandes animales isolées diachroniques (sans dépôts de mobilier caractéristique)
					fin 7 ^e et début 8 ^e siècle ap. J.-C.				
Bâle - Bernerring	BS	80	Martin 1976b	vers 520/530 à 600/610	13			oui	
Chevenez-Lai Coiratte	JU			fin 7 ^e - 8 ^e siècle	?	?	?	anneaux seuls	?
Courfaivre - Courtes Méchielles	JU	31	Schifferdecker 1982	mérovingien indéterminé	1	?		oui	
Audincourt	Doubs, F	19	Salin 1936	fin 6 ^e -1 ^{re} moitié 7 ^e siècle	1			oui	
Saint-Vit - Les Champs Traversains	Doubs, F	116	Urlacher et al. 2008	vers 520/530 à 630/640	23			oui	S74 (parures diverses), S95
Crotenay	Jura, F	175	Cantuel et al. 2009	vers 570/590 à 670/680	3				S58, S144, S424
Hégenheim - 45 rue de Hésingue	Haut-Rhin, F	56	Billoin et al. 2008	vers 560/570 à 660/670	14			oui	S24, 1 collier
Illfurth - Buergelen	Haut-Rhin, F	83	Putelat 2007b	vers 560/570 à 700/710	53	1 (?)		oui	

Fig. 133 Corpus funéraire régional de comparaison pour la pratique de l'offrande funéraire animale.

Dans l'aire culturelle romano-burgonde, sous influence franque à la fin du 7^e siècle, seule la nécropole de Crotenay (Jura, F) livrerait un corpus d'offrandes carnées suffisamment documenté pour servir de base à une comparaison : on y trouve quelques rares offrandes animales avérées (trois). Or, dans la phase 4 de Crotenay, qui se rapprocherait le plus de l'intervalle chronologique de Chevenez-Lai Coiratte, bien que les dépôts ne soient pas accompagnés d'autre mobilier archéologique, à l'exception d'un tesson dans la tombe 144 (Cantuel et al. 2009, p. 492, 494-496), les deux offrandes animales présentes ne sont composées que de faune sauvage : lièvre et tétras lyre. A Crotenay, le contexte funéraire montre donc la rareté de la pratique de l'offrande alimentaire animale, caractérisée par la présence atypique, pour le domaine funéraire mérovingien, d'offrandes alimentaires cynégétiques. Ces dernières constituent une différence majeure par rapport à la faune de la sépulture de Lai Coiratte.

Enfin, dans aucun des regroupements funéraires pris en compte dans le massif jurassien, ou à ses alentours, les vestiges ne sont déposés directement sur les défunts. De plus, si les études archéozoologiques de ces nécropoles mentionnent souvent la présence de traces de découpe sur les vestiges fauniques, il ne s'agit jamais de traces liées au désossement et à la consommation des viandes, comme c'est le cas à Chevenez, mais plutôt de traces de désarticulation et de préparation des pièces de viande.

Lorsque des traces de morsures animales sont décrites, comme c'est le cas dans le Doubs, à Saint-Vit dans les tombes 58 et 148, ou en Alsace, à Illfurth-Buergelen dans la tombe 144, elles affectent des vestiges mis au jour dans le comblement des sépultures ou dans les couches perturbées par des pillages, et non des dépôts encore en place. Ici encore, ce n'est pas le cas à Chevenez, puisque l'humérus mâchouillé provient d'une tombe inviolée.

La conjonction de ces divers contre-arguments – éventuelle présence d'un dépôt alimentaire à Lai Coiratte, chronologiquement tardive par rapport au déclin généralisé du phénomène pour la période, absence de mobilier archéologique caractéristique associé, localisation des ossements animaux mis au jour à même les défunts, présence de traces de désossement/consommation des viandes et de morsures animales – nous incite à ne pas y voir une offrande alimentaire animale *stricto sensu* déposée dans le contenant, simultanément à l'enfouissement des défunts.

Cependant, nous ne pouvons écarter l'hypothèse de rejets détritiques liés aux pratiques funéraires. On connaît par les sources historiques la pratique de banquets à proximité des sépultures (Salin 1959, p. 35-45). Il est ici plausible d'envisager que ces quelques ossements de caprinés s'apparentent aux rejets de repas consommés sur place, lors des funérailles (Dierkens et al. 2008, p. 288, 294-295). Déposés sur le coffre en bois, leur repositionnement naturel sur les squelettes aurait pu intervenir de lui-même, après la décomposition du couvercle du contenant.

3.13.3 La couche 3a

La couche archéologique 3a correspond à l'occupation mérovingienne. Ses ossements sont très fragmentés et ce corpus se caractérise par une représentation dentaire excessivement marquée. Parmi les 53 restes (dont 37 déterminés), le bœuf prévaut, surtout par ses proportions pondérales. Cet échantillon osseux ténu ne nécessite pas d'amples commentaires. La répartition anatomique des restes bovins est synthétisée sur la figure 134. Trois individus sont présents, âgés de 15-18 mois, 24-48 mois et 40-60 mois.

Les dix restes de caprinés se composent essentiellement de dents isolées de leurs supports alvéolaires ; on trouve également deux fragments appendiculaires (radius et métapode). Un capriné âgé de 2-3 ans est mis en évidence.

Parmi les cinq restes de porc, on dénombre quatre restes dentaires et un humérus. Un individu est âgé de moins de 20 mois et un second de 22-30 mois.

Un équidé indéterminé est mis en évidence par une dent jugale.

Un métatarse III de léporidé de petite taille est potentiellement attribuable au lapin de garenne (Gl 40,5 mm). L'attribution chronologique de ce vestige reste incertaine, eu égard aux caractéristiques fousseuses de l'espèce.

3.13.4 La couche 3.1.2

La couche altomédiévale 3.1.2 n'a livré que deux restes, indéterminés. Il s'agit d'une côte de grand mammifère, fracturée en dix esquilles, et d'un fragment indéterminé.

3.13.5 Synthèse de la période altomédiévale

Les données fauniques de l'ensemble mérovingien doivent être interprétées avec précaution car elles résultent de l'étude d'échantillons de petite taille, accumulés au cours d'un intervalle chronologique étendu et, de plus, profondément remaniés par des processus taphonomiques actifs. Nous soulignons ici les différences de répartition taxonomique constatées entre les structures « en creux » – principalement le fond de cabane ou fosse 1 et le fond de cabane 2 – et la couche archéologique 3a. Dans les structures en creux, les caprinés et le porc prévalent sur le bœuf, en nombre et en poids des restes (fig. 126). A l'inverse, dans la couche 3a, le bœuf prévaut selon ces mêmes critères (fig. 134).

La pratique de rejets et de nettoyages préférentiels peut être évoquée pour interpréter ces disparités. Les vestiges plus petits sont éventuellement piégés sur place, alors que les fragments les plus gros, donc les plus encombrants, sont évacués loin des structures d'habitat ou de travail (Yvinec 1997), dans ce qui deviendra les « couches archéologiques » altomédiévales. La surimpression de phénomènes destructifs, postérieurs au rejet des ossements, – prélèvements effectués par les animaux commensaux, altérations climatiques, phénomènes physicochimiques divers, rejets dans les structures de combustion –, accentuée, plus encore dans les couches archéologiques que dans les structures en creux, le déséquilibre en faveur des espèces les plus corpulentes. Les différences de surreprésentation dentaires évoquées supra en témoignent, puisqu'elles affectent surtout les caprinés et le porc, et dans une moindre mesure les bovins.

Pour étudier la distribution anatomique des seuls rejets de l'atelier métallurgique, puisque la ténuité de l'échantillon faunique des couches 3a et 3.1.2 n'autorise pas cette démarche, nous avons utilisé le poids des ossements, plus indépendant de la fragmentation des restes qu'un simple décompte des vestiges. Les données anatomiques de chaque assemblage osseux ont donc été comparées, selon leur poids par grande région du squelette, aux poids de squelettes de référence de la triade domestique (Jacomet et al. 2004), selon la méthode de la différence des poids relatifs (Oueslati 2006). Les différences de proportion apparaissent en ordonnées positives lorsqu'elles dépassent les proportions attendues, en négatif lorsqu'elles sont inférieures (fig. 135).

Bœuf	NR	PR (g)	NME (f)
Crâne et divers	5	34,4	1D 1G
Mandibule	3	96,6	2D
Total tête	8	131,0	
Côtes	3	13,6	2
Total thorax	3	13,6	
Scapula	2	29,9	1G 1NL
Humérus	1	30,5	1G
Métacarpe	1	24,4	1D
Total antérieur	4	77,8	
Coxal	1	21,3	1G
Tibia	2	99,1	1D 1G
Métatarse	1	25,9	1D
Total postérieur	4	146,3	
Os longs	1	2,8	
Total non attribués	1	2,8	
Total	20	371,5	

Fig. 134 Répartition anatomique des ossements de bœuf de la couche 3a.

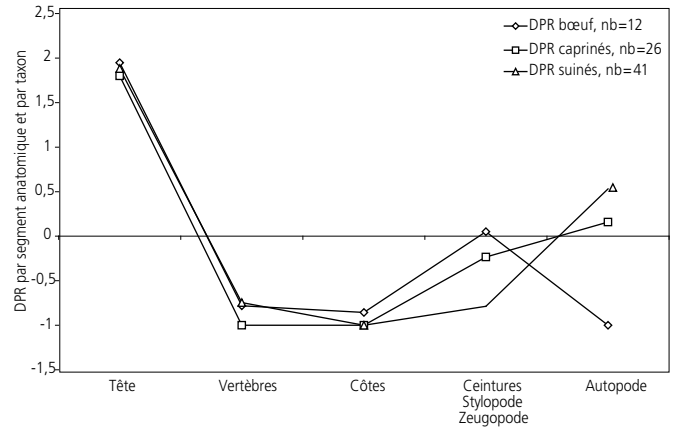


Fig. 135 Atelier métallurgique. Diagramme de comparaison des poids relatifs des différents segments anatomiques de la triade domestique avec des squelettes de référence.

On constate, pour l'atelier métallurgique, la surreprésentation du squelette de la tête, quels que soient les taxons, ainsi que la surreprésentation des autopodes de caprinés et de porcs; les restes correspondant aux parties les plus charnues du squelette – côtes¹²⁹, ceintures, stylo-pode, zeugopode – sont le plus souvent déficitaires. Les restes déterminés conservés dans les structures en creux proviennent majoritairement des parties les moins riches en viande – têtes et pattes – détachées lors des premières étapes du dépeçage des carcasses et consommées rapidement. Enfin, nous relevons une certaine analogie entre les échantillons ostéologiques issus des deux fonds de cabane et ceux mis au jour dans les fonds de cabane de la partie occidentale du site voisin de Courtedoux-Creugenat (Putelat, à paraître). La triade domestique prévaut; caprinés et suinés y sont parfois plus représentés que le bœuf. La volaille y est souvent mise en évidence mais le gibier est assez rare. Les seuls vestiges d'ichtyofaune sont le plus souvent des écailles de poisson.

3.13.6 Les autres couches archéologiques

3.13.6.1 La couche 3.2.1

Le petit échantillon faunique de la couche 3.2.1, composé de 30 restes, dont seize déterminés, est attribué à la Protohistoire. La répartition anatomique des ossements bovins apparaît sur la figure 136. Les caprinés ne sont représentés que par deux restes mandibulaires. Une chèvre, âgée de 6-12 mois, y est décelée. Au porc sont essentiellement attribués des restes crâniens et dentaires (six restes sur sept); un humérus est également présent. Un porc mâle âgé de 10-18 mois est mis en évidence.

Bœuf	NR	PR (g)	NME (f)
Crâne et divers	3	26,6	
Mandibule	1	40,6	1D
Total tête	4	67,2	
Radius-ulna	1	52,2	1G
Total antérieur	1	52,2	
Coxal	1	31,6	1G
Fémur	1	31,9	1NL
Total postérieur	2	63,5	
Total	7	182,9	

Fig. 136 Répartition anatomique des ossements de bœuf de la couche 3.2.1.

3.13.6.2 La couche 3.2.2

La couche archéologique 3.2.2 est une couche protohistorique. Cependant, dans la partie centrale de l'emprise, les couches supérieures ont été totalement érodées et le mobilier archéologique du Haut Moyen Age et des époques ultérieures a été piégé au sommet de cette couche 3.2.2. De cet ensemble à datation hétérogène provient plus de la moitié des vestiges fauniques collectés sur le site (fig. 125 et 126). Sa présentation détaillée n'étant pas justifiée, du fait des incertitudes pesant sur l'attribution chronologique du matériel osseux, nous n'effectuons ici qu'une présentation succincte des données.

Sur 611 restes, 51% ont été déterminés; la triade domestique est la mieux représentée. Le bœuf y prévaut très nettement, en nombre et en poids des restes (fig. 137). On trouve également quelques ossements d'équidé(s) indéterminé(s) et quelques restes de poule (fig. 126). La faune sauvage n'est pas mise en évidence.

De nombreuses altérations témoignent de la diversité des atteintes taphonomiques: traces de découpe, morsures, ingestions, chocs, altérations climatiques. Nous dénombrons ainsi une douzaine d'ossements présentant les séquelles de morsures animales. Celles-ci concernent principalement les ossements de bœuf: fragments de diaphyses d'os longs (humérus, radius, tibia) mais aussi des fragments d'autopodes (métatarse, talus, calcaneus, phalange proximale). Un métatarse de capriné et un calcaneus de porc portent eux aussi des traces de morsures. Nous avons également déterminé quelques os digérés: un talus de bœuf et deux talus de porc. Trois fragments de diaphyses sont roulés. Des esquilles sont probablement occasionnées par le concassage des ossements dans les cailloutis et six ossements portent des fractures en spirales, imputables à la boucherie, à la dent animale ou au piétinement (Bridault 1994). De nombreuses traces de boucherie sont observées (fig. 137). Tous ces ossements sont altérés par divers processus taphonomiques antérieurs à l'enfouissement.

	Bœuf			Observations	Caprinés			Observations	Porc		
	NR	PR (g)	NME (f)		NR	PR (g)	NME (f)		NR	PR (g)	NME (f)
Cheville osseuse	4	22,3	1NL								
Crâne et maxillaire	51	461,7	3D 4G		13	40,0	1D 3G		22	70,4	1D 3G
Mandibule	16	156,2	2D 2G		10	23,3	2D 1G		17	42,8	2D 2G
Total tête	71	640,2			23	63,3			39	113,2	
Axis					3	39,8	3				
Cervicales	5	171,0	2	C6 tranchée transversalement	4	15,5	3	tranchée transversalement (1)			
Thoraciques	10	256,3	8	fente sagittale (1)	1	4,4					
Lombaires	7	90,2	2	processus transverse tranché (1)							
Sacrales											
Coccygiennes											
Indéterminées	7	154,9	5								
Total vertèbres	29	672,4			8	59,7			0	0,0	
Côtes	3	17,0	1								
Sternum											
Total thorax	3	17,0			0	0,0			0	0,0	
Scapula	6	93,9	1D 1NL	col tranché (1) fente sagittale (1)							
Humérus	12	420,1	3D 2G	mise en pièces (3) désossage (1)	5	51,6	3D 2G		1	20,4	1D
Radius-ulna	6	143,5	2D 1G	1 jeune 1 adulte	2	8,0	1G		1	6,2	1NL
Carpe	7	73,2	2D 2G	lunatum (3) scaphoïde (1) pyramidal (1) hamatum (1) capitato-trapèze (1)	1	1,0	1 capitato-trapèze G		1	1,5	scaphoïde G
Métacarpe	2	27,4	2NL						2	11,6	MTC 3 (1D 1G)
Phalanges	1	11,5	phalanges 2 (1)								
Total antérieur	34	769,6			8	60,6			5	39,7	
Coxal	7	148,5	2D 3G								
Fémur	8	448,2	1D 2G		1	3,3	1G				
Patella	1	19,9	1G								
Tibia	8	226,2	1D 4G		1	5,4	1NL				
Talus	4	97,8	1D 3G						2	11,6	2D
Calcaneus	2	45,0	2D						2	9,0	2D
Tarse	4	37,5	1D 1G 1NL	naviculocuboïde (3) grand cunéiforme (1)	1	2,3	1 naviculocuboïde G		1	1,4	naviculaire D
Métatarse	6	179,0	3NL	diaphyse tranchée (1)	2	13,9	2NL				
Phalanges	5	35,5		phalanges 2 (4) phalange 3 (1)							
Total postérieur	45	1237,6			5	24,9			5	22,0	
Métapode	1	6,6			1	4,7			1	1,2	MTP 3 ou 4 (1)
Phalanges	8	98,0		phalanges 1 (5) phalanges 2 (2) phalange 3 (1)	2	1,8	phalange 1 (1) phalange 2 (1)		3	7,7	phalange 1 (1) phalange 3 (2)
Os longs	3	15,0									
Total non attribués	12	119,6			3	6,5			4	8,9	
Total	194	3456,4			47	215,0			53	183,8	

Fig. 137 Répartition anatomique des ossements de la triade domestique de la couche 3.2.2.

Le décompte des dents isolées de leurs supports alvéolaires, lorsqu'il est considéré taxon par taxon, montre que les vestiges des espèces de taille moyenne (caprinés, porc) sont plus touchés par les phénomènes destructifs que les ostéorestes bovins. On trouve ainsi 43 dents isolées pour 143 restes bovins (soit environ le tiers des restes de ce taxon), alors que chez les caprinés (23 pour 46 restes) et chez le porc (33 pour 52 restes) les dents représentent plus de la moitié des restes affectés à chaque espèce. Dans ces conditions, on ne s'étonnera guère de la prévalence des ostéorestes bovins, plus résistants que ceux des espèces de gabarit inférieur.

Du matériel faunique mérovingien étant indiscutablement mêlé à la faune protohistorique, il est de surcroît très probable que nous observions ici, en plus d'un écart de conservation des vestiges, les conséquences du phénomène de rejets différentiels déjà évoqué (chap. 3.13.5).

Les restes d'équidés proviennent de diverses parties du squelette. Nous avons déterminé quatre dents isolées, un radius, un fémur, deux tibias hétérolatéraux, un os carpal et tarsal, une phalange. Trois restes de poule ont été mis au jour: une ulna, un fémur et un ensemble lombosacral.

Deux dents humaines étaient mêlées au matériel faunique.

3.13.6.3 La couche 3.1.1

La couche 3.1.1 est attribuée au Bas Moyen Age. Quarante des 73 restes exhumés ont été déterminés. Le matériel osseux est ici aussi très altéré. Les dents isolées de leurs supports alvéolaires représentent un peu moins de la moitié des restes de bœuf (7 dents pour 19 restes déterminés), la totalité des restes de caprinés et la quasi-totalité des restes de porcins (voir *infra*). Ici, comme à l'accoutumée lorsque les conditions physicochimiques ne sont pas propices à une bonne fossilisation des vestiges, se manifestent des phénomènes de conservation différentielle. Les espèces de plus faible gabarit, caprinés et porc, se conservent moins bien que les espèces de grande taille et ce constat nous incite à croire que le spectre faunique de cette couche n'a qu'un très lointain rapport avec la composition anatomo-taxonomique des rejets osseux initiaux.

Parmi les ostéorestes bovins, un animal âgé de 2-3 ans est décelé (fig. 138).

Bœuf	NR	PR (g)	NME (f)
Crâne et divers	8	76,4	1G
Mandibule	2	9,6	1D
Total tête	10	86,0	
Côtes	2	5,3	1
Total thorax	2	5,3	
Scapula	1	7,6	1NL
Radius-ulna	1	11,0	1D
Total antérieur	2	18,6	
Fémur	1	19,5	1G
Patella	2	32,2	2G
Tarse	1	25,5	1G
Métatarse	1	8,2	1NL
Total postérieur	5	85,4	
Total	19	195,3	

Fig. 138 Répartition anatomique des ossements de bœuf de la couche 3.1.1.

Les restes de caprinés, où le mouton et la chèvre ne sont pas différenciés, sont exclusivement composés de dents jugales isolées. Deux individus sont mis en évidence: l'un est âgé de 1-2 ans, l'autre de 4-8 ans.

Tous les vestiges porcins sont des restes dentaires. Ils se composent de dix dents isolées et d'une alvéole jugale. Deux individus, au moins, sont présents. L'un est âgé de 8-12 mois, l'autre de 24-30 mois.

Deux vertèbres et un métapode proviennent d'un équidé indéterminé, âgé d'un peu moins de 5 ans. La poule est déterminée grâce à un coracoïde.

3.13.6.4 La couche 2

La couche 2 est postérieure à l'époque médiévale. Les 122 ossements mis au jour ont été déterminés pour 62% d'entre eux. Le matériel osseux, plus récent, est un peu mieux conservé que dans les autres couches archéologiques. Le poids moyen des restes et le taux de détermination sont plus élevés (fig. 125), cependant la surreprésentation dentaire, le plus souvent corrélée à l'altération des échantillons, est encore élevée. Le spectre faunique est entièrement dédié à la faune domestique (fig. 126). La triade prévaut toujours mais la présence discrète des animaux de la ferme est plus visible: équidé, chien, chat, poule. A l'instar des autres couches archéologiques, le bœuf est le mieux représenté. Les caprinés l'emportent ensuite sur les suidés.

La répartition anatomique des ossements de bœuf, de caprinés (où un bouc est déterminé grâce à une cheville osseuse) et de suinés est récapitulée dans la figure 139.

Un équidé indéterminé est détecté grâce à deux fragments dentaires, un radius et un tibia.

Le chien est déterminé au vu de deux dents jugales supérieures.

Un jeune chat est mis en évidence par un tibia aux épiphyses non soudées à la diaphyse.

La poule est décelée grâce à un tarsométatarse.

3.13.7 Conclusion

En conclusion, l'étude archéozoologique de Chevez-Lai Coiratte s'est heurtée à des difficultés majeures: altérations taphonomiques des corpus, remaniements stratigraphiques, multiplicité des contextes archéologiques aux datations parfois hétérogènes (couche 3.2.2). Les phénomènes physicochimiques ont joué ici un rôle prééminent dans la destruction et le remodelage des assemblages fauniques, en faveur des espèces de plus grand gabarit: le bœuf mais aussi, et dans une moindre mesure, des équidés. Il est ainsi probable que la quasi-absence de faune sauvage¹³⁰ résulte d'une rareté initiale, accrue par le laminage taphonomique des vestiges. L'exploitation des données fauniques, ténues, est d'autant limitée que les 575 restes déterminés se dispersent dans huit contextes archéologiques différents.

	Bœuf		Caprinés		Porc	
	NR	PR (g) NME (f)	NR	PR (g) NME (f)	NR	PR (g) NME (f)
Cheville osseuse			1	35,0		
Crâne et divers	5	35,3 1D 1NL	10	13,5 1D 1G	5	16,8 1G
Mandibule	7	40,9 1G 1NL	2	5,0 1G	2	4,3 1NL
Total tête	12	76,2	13	53,5	7	21,1
Atlas					1	6,0 1
Cervicales	3	87,2 3				
Thoraciques	1	8,8 1				
Indéterminées	2	10,1 0				
Total vertèbres	6	106,1	0	0,0	1	6,0
Scapula	1	3,9 1NL				
Humérus	1	119,7 1G				
Radius-ulna			2	7,1 1D	1	2,9 1NL
Carpe	1	4,9 scaphoïde G			1	1,6 scaphoïde D
Phalanges	1	18,8 1 proximale				
Total antérieur	4	147,3	2	7,1	2	4,5
Coxal	1	21,8 1D				
Fémur	4	320,6 2D				
Tibia	3	52,3 1D 1G				
Talus	1	41,8 1G			1	7,4 1G
Calcaneus	1	55,3 1G			1	4,4 1G
Tarse	1	24,5 naviculocuboïde G			1	2,0 naviculaire D
Métatarse	1	4,0 1G				
Phalanges	1	8,1 phalange 2				
Total postérieur	13	528,4	0	0,0	3	13,8
Métopode			1	2,2 1NL		
Phalanges	3	26,4 phalanges 1 (2) phalanges 2 (1)	1	0,7 1NL	1	0,6 phalange
Total non attribués	3	26,4	2	2,9	1	0,6
Total	38	884,4	17	63,5	14	46,0

Fig. 139 Répartition anatomique des ossements de la triade domestique de la couche 2.

Les phénomènes érosifs ont altéré les assemblages osseux, jusque dans les structures en creux, alors que d'ordinaire ces dernières constituent des gisements ostéologiques privilégiés. En raison de l'état de conservation des vestiges, l'étude tracéologique n'a permis qu'une faible documentation des différentes étapes de la découpe des viandes (fig. 140).

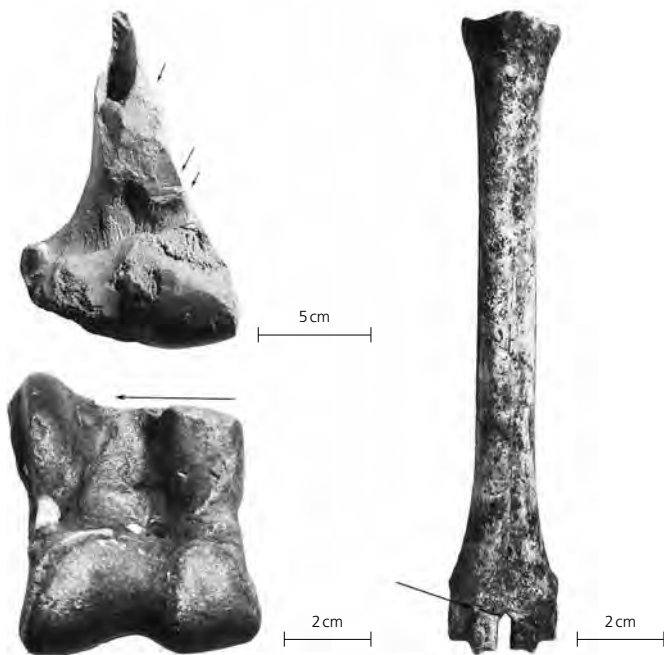


Fig. 140 Traces de découpe observées. Haut Moyen Age: en haut à gauche humérus de bœuf en vue crâniale (traces de couperet), à droite métatarse ovin en vue dorsale (trace de désarticulation). Postmédiéval (couche 2): en bas à gauche, talus de bœuf en vue dorsale (trace de couperet).

Malgré toutes ces réserves, les apports de cette étude sont indéniables, ne serait-ce que parce qu'ils s'insèrent dans la connaissance diachronique du terroir de Chevez, et que la multiplicité des occurrences, y compris lorsqu'elles sont d'une utilisation délicate, comme c'est le cas ici, permet d'affiner nos connaissances.

Ainsi, pour la période altomédiévale, qui est au cœur de notre présentation, nous avons pu mettre en perspective les données fauniques « funéraires » de la sépulture triple avec l'état de la question le plus récent pour le massif jurassien et ses marges. Nous avons écarté ici l'hypothèse d'une offrande funéraire d'origine animale, mais nous pensons que la présence de reliefs de repas funéraires, ou commémoratifs, ne peut être écartée concernant le matériel faunique de cette tombe.

Nous avons également constaté des similitudes entre la répartition taxonomique des vestiges des fonds de cabane de Chevez-Lai Coiratte et nos observations portant sur les fonds de cabane de la partie occidentale du site voisin de Courtedoux-Creugenat (Putelat, à paraître). Cependant, ces similitudes ne sont pas absolues et une dissonance se manifeste par une représentation nettement plus élevée des vestiges de porc à Chevez, dans les deux structures en creux, que dans la plupart des fonds de cabane de Courtedoux-Creugenat. L'étude ostéologique de ce dernier site étant encore en cours, il ne nous est pas possible d'interpréter plus avant ce constat. Est-il le fait du hasard, lié à la taille de l'échantillon étudié? Sommes-nous, au contraire, en présence d'une tendance microéconomique, liée à un mode particulier d'exploitation du terroir avoisinant et qui aurait favorisé l'élevage porcin?

3.14 Répartition spatiale et synthèse

Ludwig Eschenlohr, Ursule Babey et Emmanuelle Evéquoz

3.14.1 Introduction

Pour la première fois dans le district sidérurgique du Jura central suisse, nous sommes confrontés – pour la répartition spatiale des matériaux d'un atelier sidérurgique¹³¹ (ci-après atelier) – à la présence conjointe de vestiges liés à la production du fer et de ceux en lien avec la transformation ainsi qu'au travail de ce même métal.

D'un point de vue quantitatif, la zone comportant une couche archéologique en place (3a) étant d'une assez faible extension, une interprétation fine de la répartition des résidus semblait donc a priori fortement compromise. Vu le succès des remontages, tant pour les déchets scorifiés que pour la céramique, l'étude spatiale a malgré tout été entreprise avec des résultats probants. Ceci s'explique en grande partie par le fait que les scories constituant le ferrier représentent les deux tiers du total des déchets scorifiés de cette couche.

L'étude de la répartition spatiale du mobilier céramique, métallique et lithique met en évidence particulièrement les phénomènes taphonomiques (déplacement, piégeage, érosion, etc.), permettant ainsi de souligner les relations entre les différentes zones et structures, tout en mesurant les pertes intervenues depuis l'abandon du site.

3.14.1.1 Conditions générales du gisement

L'essentiel des vestiges archéologiques se trouve concentré sur un tiers de la surface explorée en fouille; les deux tiers restants ne seront par conséquent plus pris en compte dans le cadre de l'étude spatiale. Ces vestiges sont constitués des aménagements et du mobilier, découverts essentiellement dans la couche archéologique ainsi que dans les structures creuses (fig. 141).

Couche	Métal		Céramique		Lithique		Scories			
	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	kg	%
1	3	1,3	5	1,1	2	4,3	189	0,8	6,6	1,0
2	58	25,7	98	22,3	9	19,6	4345	17,3	109,9	16,9
3a	112	49,6	219	49,9	24	52,2	16360	65,1	431,6	66,3
3.3			4	0,9			30	0,1	3,0	0,5
4.1							5	0,02	0,3	0,04
4.2	1	0,4					2	0,008	0,07	0,011
Déblais	1	0,4	6	1,4			252	1,0	8,3	1,3
Empierrement	1	0,4					2	0,008	0,1	0,022
Chenal			3	0,7	1	2,2	30	0,1	3,2	0,5
Remblais			1	0,2	1	2,2	6	0,02	0,6	0,09
r	21	9,3	28	6,4	1	2,2	3622	14,4	78,9	12,1
r1	7	3,1	17	3,9	1	2,2	175	0,7	4,6	0,7
r2	22	9,7	58	13,2	4	8,7	101	0,4	4,0	0,6
Coupe WE2					1	2,2				
Sondage					2	4,3				
Total	226	100	439	100	46	100	25119	100	651,3	100
Total r	50	22,1	103	23,5	6	13	3898	15,5	87,5	13,4

r: remplissage.

Fig. 141 Distribution du mobilier et des déchets par couche.

Deux effets de fouille majeurs ont été observés (fig. 142). Les limites nettes à angle droit de tous les côtés, en particulier au sud-est et au nord-ouest du ferrier¹³² marquent assurément la transition entre fouille manuelle et décapage mécanique, ainsi que la présence d'un sondage dans le second cas. Il en est de même avec la concentration de mobilier de forme rectangulaire à l'ouest du ferrier. Si ces observations indiquent certainement une perte d'information due au déroulement de la fouille, il convient de préciser que l'impact de l'état de conservation sur l'ensemble ne doit pas être très important. Lors de la définition des zones, une certaine marge a toutefois été observée par rapport à ces phénomènes.

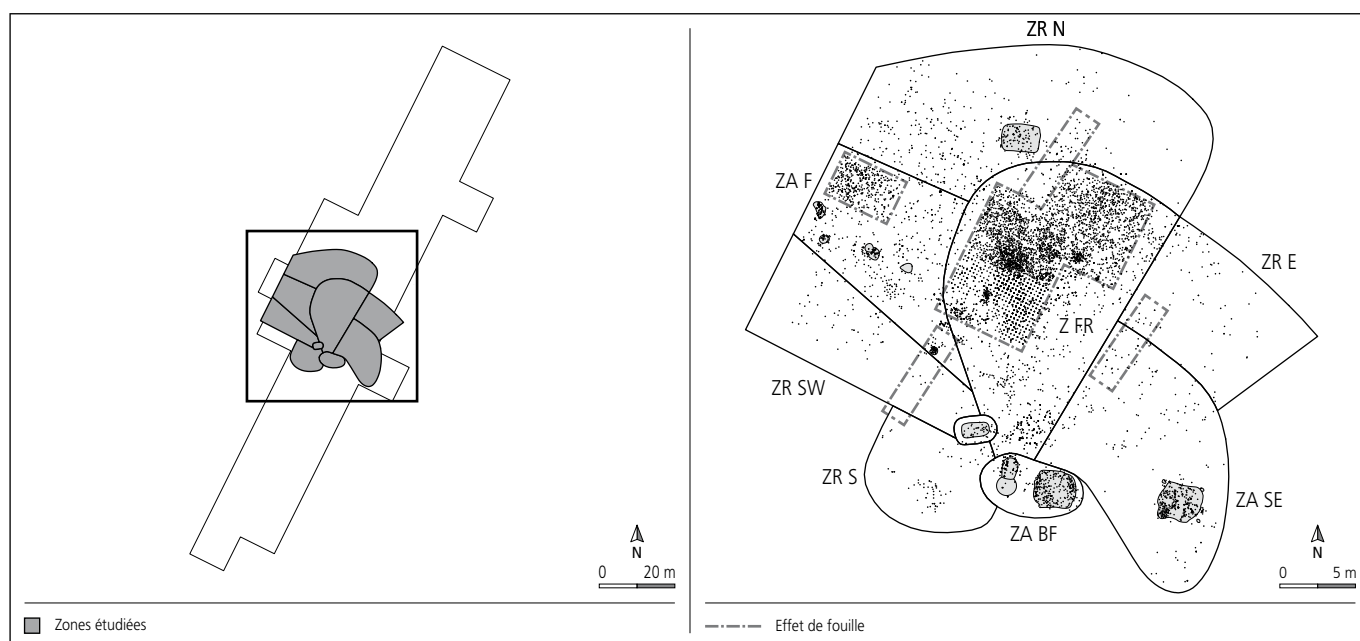


Fig. 142 Effets de fouille et de sondage.

La répartition par couche des vestiges est dominée par la masse des déchets scorifiés du ferrier et attribuée majoritairement à la couche 3a, dix à vingt pour cent de plus que pour tous les types de mobilier. Près des deux tiers proviennent ainsi de la couche archéologique, environ la moitié pour le mobilier. Par ailleurs, la couche 2 en contient également entre 17 et 26%, ce qui constitue un reflet évident du remaniement du contenu de la couche archéologique après l'abandon du site. Six collages de céramique entre les couches 2 et 3a corroborent cette observation par un autre biais. L'activité agricole récente en est vraisemblablement la première cause.

L'état documenté des vestiges et du mobilier reflète donc, jusqu'à un certain point, la situation au moment de l'abandon des activités exercées à cet endroit. Il convient de déterminer ici à quel point les phénomènes postdépôtionnels ont influencé, voire modifié, l'image enregistrée en fouille. Si l'on pousse le raisonnement encore un peu plus loin, se pose la question de savoir si les dépôts de déchets dans certaines structures sont davantage un reflet de l'activité pratiquée (p. ex. le bas foyer 1) ou s'il s'agit plutôt d'un dépotoir consécutif à l'abandon de la fonction primaire de ladite structure (p. ex. le fond de cabane 2).

La masse du ferrier représente une accumulation de la couche archéologique qui a également joué le rôle de piège pour le reste du mobilier. Si on lui ajoute les éléments retenus dans la dizaine de structures creuses, la part du mobilier et des déchets ainsi figés s'élève à plus de 55%.

L'analyse des collages de déchets scorifiés montre que la majeure partie s'est effectuée à faible distance (un peu moins de 93%). Seule une dizaine de remontages sur 136 indique une distance entre les deux pièces supérieure à 4 m, se situant entre environ 8 et 18 m; pour les fragments remontés, 253 sur 335 sont localisés dans la zone du ferrier.

La situation des céramiques nuance le tableau: la distance maximale observée entre deux tessons jointifs est d'environ 26 m (distance moyenne 10 m). Le déplacement du mobilier métallique et lithique est également intervenu sur une faible distance, à en croire les quelques remontages (distance maximale estimée 10 m) (fig. 143).

Outre les observations liées à la taphonomie, l'approche quantitative démontre l'impact de l'érosion sur les dépôts originels de mobilier et de déchets. En partant de la logique simple que le métal transformé et forgé a été également produit sur place – ce qui est assez cohérent dans le contexte de ce type de petit atelier, surtout en regard des analyses chimiques (chap. 3.8 à 3.10) – il est possible d'estimer le nombre d'opérations de postréduction à partir du déchet type, les scories en forme de calotte, et, par extrapolation, le nombre d'opérations de réduction dans le bas fourneau de même que la masse des déchets qui y est associée (les scories coulées).

Conscients des limites d'estimation, nous admettons que chaque calotte reflète une opération ou du moins une étape d'opération d'épuration et/ou de forgeage (chap. 3.9). En postulant que sur un site les scories en forme de calotte se conservent mieux que les scories coulées issues de la réduction, du fait de leur poids plus conséquent et de leur composition plus compacte, on peut partir du nombre minimal d'individus (NMI) déterminé pour les calottes qui s'élève à 154. En appliquant le poids moyen par calotte obtenu à partir des pièces conservées à cinquante pour cent ou plus, on peut estimer qu'au moins 300 calottes de 500 g chacune ont été produites en tant que déchets d'épuration ou de forgeage.

L'extrapolation conduit donc à estimer qu'entre cent et deux cents opérations de réduction sont nécessaires pour produire le fer transformé en 150 à 300 opérations d'épuration et/ou de forgeage (chap. 3.10.1).

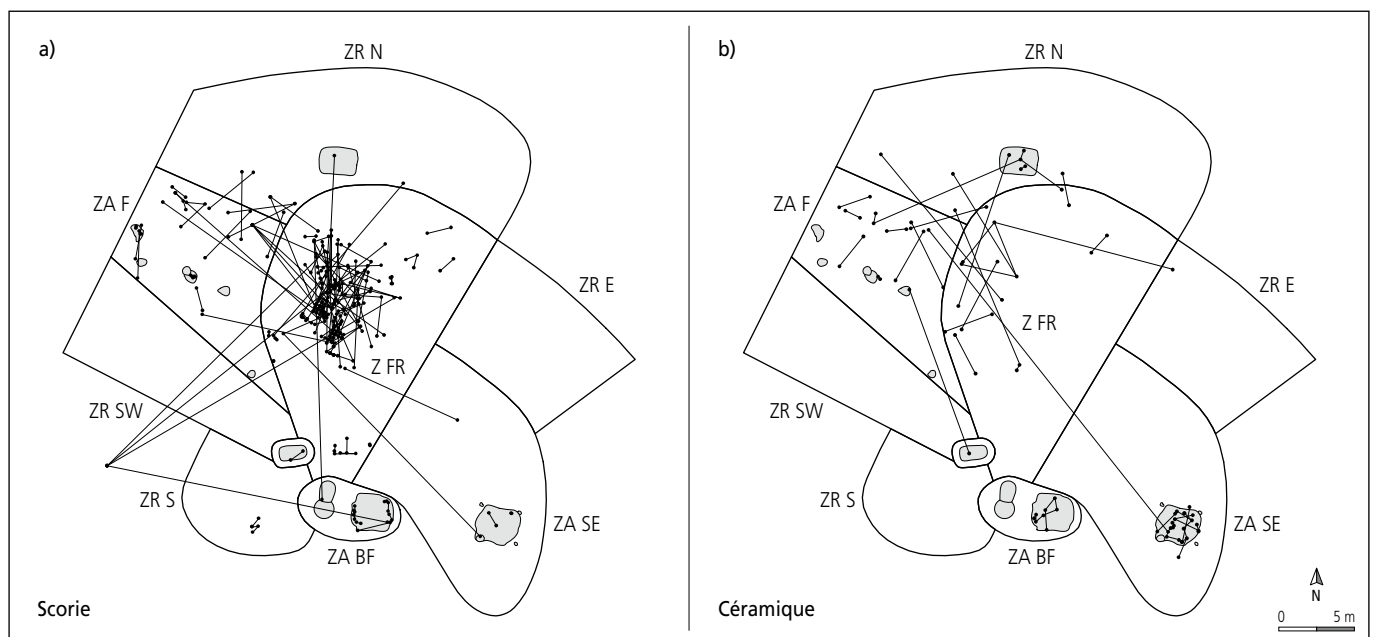


Fig. 143 Remontages des scories et des céramiques.

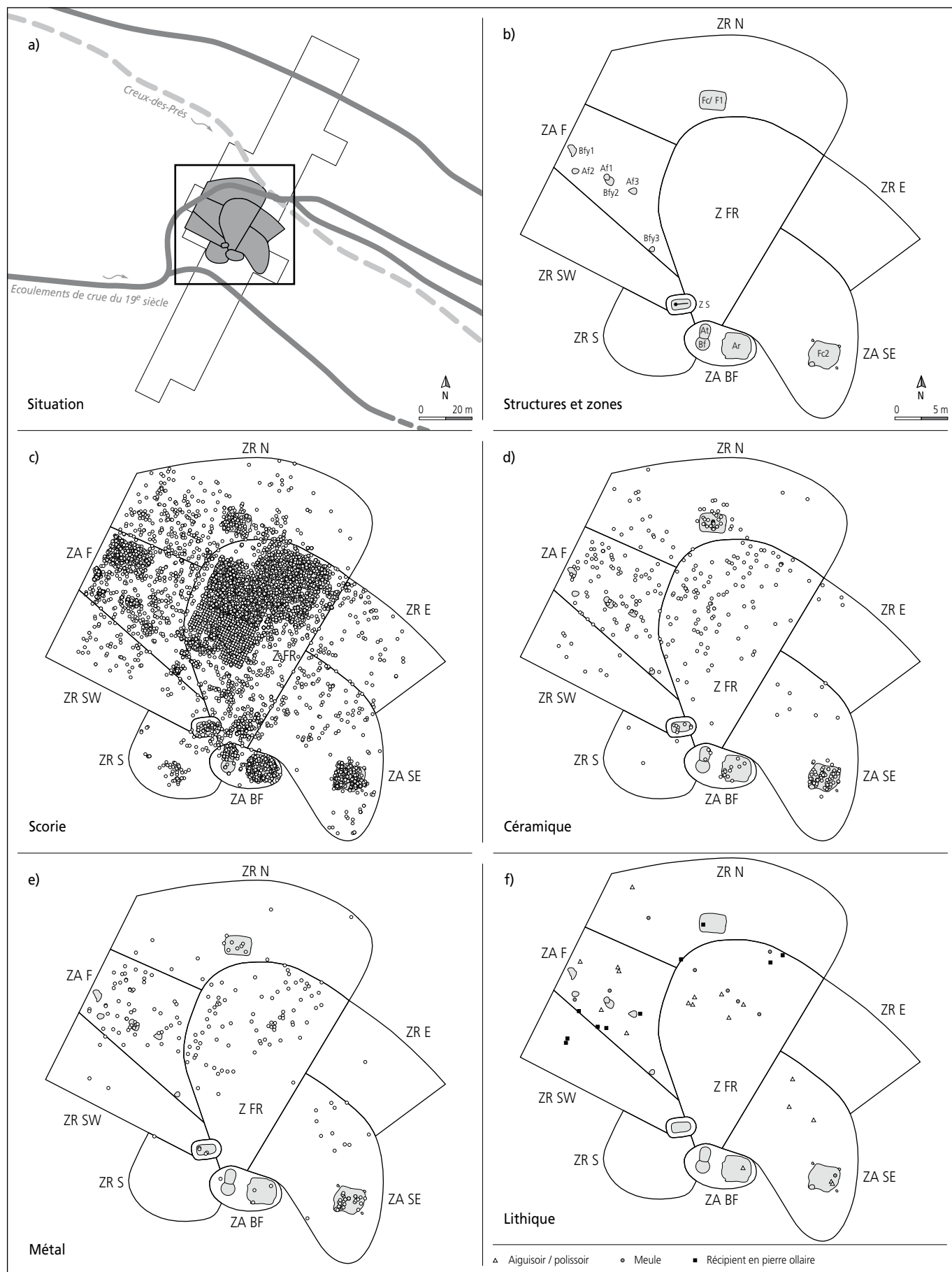


Fig. 144 Plan général des zones déterminées par rapport à l'extension de la fouille. Répartition du mobilier et des déchets par catégorie.

En calculant ensuite qu'une opération de réduction produit environ 30 kg de scories coulées, on obtient une masse totale de scories coulées estimée entre 3 et 6 tonnes. Les scories coulées mises au jour pèsent ensemble 280 kg, ce qui voudrait dire qu'entre 91 et 95% de la masse initiale de scories de réduction a disparu. Pour le reste du mobilier, des indices qualitatifs laissent également supposer des pertes importantes (p. ex. pour la céramique, peu de profils complets, peu de tessons par individu; chap. 3.11.1).

Ayant pu constater des comportements similaires du mobilier et des déchets métallurgiques par rapport à leur présence dans les différentes couches et leur concentration dans les diverses zones, nous pouvons estimer par extrapolation la part disparue du mobilier céramique et métallique, qui doit également se situer entre 80 et 90%. Enfin, ce constat impressionnant de perte de déchets scoriés et d'autres mobiliers – qui s'accroîtrait encore en supposant qu'une partie des scories en forme de calotte a aussi disparu – contraste clairement avec le résultat concluant des remontages (fig. 143). Ce qui a été dégagé en fouille a de toute évidence peu ou pas bougé. Toutefois, il ne s'agit alors que d'un maigre reste, l'écrasante part ayant été emportée par l'homme et surtout par la nature. La position géographique de l'atelier proche du fond d'un petit vallon, où l'existence de plusieurs lits d'un cours d'eau est attestée du passé jusqu'à l'heure actuelle, peut-elle, à elle seule, expliquer un phénomène d'érosion aussi conséquent? En l'état actuel de nos connaissances, nous ne saurions y répondre.

3.14.1.2 Description des zones

Neuf zones ont été définies¹³³ – dont huit ont un lien direct avec l'activité sidérurgique – sur la base des structures, de la répartition du mobilier ou des déchets, et de la densité par mètre carré, (fig. 144b-f et 145)¹³⁴. Bien qu'implantée parmi les zones témoins de l'activité sidérurgique, la sépulture n'a pas de lien direct avec celle-ci, du fait d'une mise en place consécutive à l'abandon de cette activité artisanale (chap. 3.3).

La délimitation des zones se fonde donc surtout sur les déchets. Deux grands groupes se distinguent: les zones d'activité (ZA)

et les zones de rejet (ZR). Comme ces appellations l'indiquent, les premières comportent des structures dans lesquelles une ou plusieurs activités liées à la sidérurgie artisanale ont été pratiquées; dans les secondes, on retrouve la partie conservée des déchets rejetés à partir des zones d'activité.

La zone du ferrier (Z FR) constitue la zone de rejet centrale autour de laquelle sont disposées les autres zones; avec près de 190 m², elle est considérée comme une zone de grande taille. Elle affiche la plus forte densité de déchets métallurgiques avec près de 2 kg par m². Pour les objets et les déchets métalliques, il s'agit de la seconde densité; le propos est par contre plus nuancé pour la céramique qui n'occupe que la quatrième place parmi les concentrations de tessons.

La zone d'activité des forges (ZA F), de taille moyenne (env. 90 m²), est située à l'ouest de la Z FR et comprend les cinq structures de combustion ou de travail liées à l'étape de transformation du métal (Bfy1 et 3, Af2 et 3, ainsi que Bfy2/Af1). Elle montre une densité de déchets inférieure d'un quart à celle du ferrier, soit environ 1,5 kg par m². C'est la première en importance pour le métal et la céramique.

La troisième est la zone d'activité du bas fourneau (ZA BF); son importance se démontre par les traces de l'emplacement d'un bas fourneau (Bf), de son aire de travail (At) située légèrement en aval, ainsi que d'une aire de rejet (Ar) toute proche. En ce sens, il s'agit de fait d'une zone mixte d'activité et de rejet, dans laquelle la présence du four prime sur celle de l'aire de rejet voisine. Cette petite zone affiche toutefois une densité de déchets qui équivaut à deux tiers de celle calculée pour le ferrier: 1,3 kg par m². Même si elle représente à peu près le dixième de la surface de la Z FR, cette concentration de déchets est à relever. En revanche, c'est la deuxième zone en densité pour la céramique, alors que le mobilier métallique est plus faiblement représenté (quatrième densité).

La zone d'activité des forges et celle du bas fourneau renferment également huit des onze aménagements liés à cet artisanat (fig. 144b).

Zone	Principales structures	Superficie		Scories				Densité scories			Céramique HMA			Objets métalliques			Autre mobilier	
		m ²	%	nb	%	g	%	nb / m ²	g / m ²	%	nb	%	nb	%	nb	%		
Z FR	Fr	189	22,7	14722	58,6	369280	56,7	77,8	1951	100	109	25,1	0,58	82	36,3	0,43	13	38,2
ZA F	Bfy1-3, Af1-3	91	11,0	4368	17,4	134174	20,6	47,9	1471	75	80	18,4	0,88	57	25,2	0,63	6	17,6
ZA BF	Bf, At, Ar	22	2,6	1434	5,7	28394	4,4	66,4	1314	67	15	3,5	0,69	4	1,8	0,19	0	0,0
ZA SE	Fc2	134	16,1	2398	9,5	37987	5,8	17,9	284	15	83	19,1	0,62	44	19,5	0,33	3	8,8
ZR N	Fc / F1	183	21,9	1238	4,9	43749	6,7	6,8	240	12	60	13,8	0,33	16	7,1	0,09	2	5,9
ZR S		50	6,0	73	0,3	6588	1,0	1,5	131	6,7	3	0,7	0,06	1	0,4	0,02	0	0,0
ZR SW		80	9,6	197	0,8	7715	1,2	2,5	96	4,9	15	3,5	0,19	4	1,8	0,05	5	14,7
ZR E		83	10,0	153	0,6	6149	0,9	1,8	74	3,8	4	0,9	0,05	1	0,4	0,01	0	0,0
Z S	sépulture	5	0,6	67	0,3	1125		14,6	245		5	1,2		4	1,8		0	0,0
Hors zones		1751		227	0,9	7964	1,2	0,1	5	0,2	60	13,8	0,03	13	5,8	0,01	5	14,7
Déblais				242	1,0	8192	1,3				6	1,4		0	0,0		0	0,0
Total zones		832	100	25119	100	651317	100	30,2	783	60	434	100		226	100		34	100
Total fouille		2583																

Fig. 145 Répartition du mobilier et des déchets par zone.



Fig. 146 Répartition des différentes catégories de mobilier selon leur attribution fonctionnelle.

Par ordre d'importance en densité des déchets scorifiés, arrive ensuite la zone d'activité sud-est (ZA SE) qui est de taille moyenne à grande et comporte le fond de cabane 2 (Fc2). A nouveau, on se trouve face à une zone d'activité mixte dont témoigne cette structure, et une zone de rejet toutefois bien moins importante que celle située à côté du bas fourneau (Ar). La partie purement dédiée au rejet dans la ZA SE est celle située en ligne droite entre ZA BF et ZR E (chap. 3.14.4). A la lumière de ce constat, il paraît clair que la densité globale des déchets scorifiés n'a, dans ce cas précis, pas de signification réelle. Le contraste entre celle de toute la zone et celle du fond de cabane illustre bien notre propos : environ 0,3 kg par m² pour la ZA SE et 4,5 kg par m² pour le Fc2 (fig. 145). Cette remarque est également valable pour la céramique et le métal : la troisième zone en densité dans les deux cas.

La grande zone de rejet nord (ZR N) constitue le prolongement septentrional du ferrier et de la zone d'activité de forge. L'amincissement de la couche archéologique, probablement dû à l'érosion, entraîne aussi la diminution de la densité des déchets scorifiés. De dimensions très proches à la Z FR, la ZR N comporte huit fois moins de scories par m² (0,24kg au lieu de 1,95kg) ; le constat est similaire pour le métal (7 fois moins) mais différencié pour la céramique (env. 2,5 fois moins).

Enfin, les trois autres zones de rejet périphériques, ZR S, ZR SW et ZR E, renferment des quantités de mobilier et de déchets nettement inférieures en masse (entre 2,5 et 5% du total).

La très petite zone de la sépulture (Z S) est laissée de côté car sans lien fonctionnel avec l'atelier. On y retrouve un peu plus d'un kilo de scories, soit 0,2% de la totalité de ce type de déchets. La densité toute relative de déchets dans cette zone est proche ou légèrement supérieure à celle des autres zones de rejet périphériques à la zone principale du ferrier, ce qui n'est pas étonnant, compte tenu de sa petite taille (fig. 145).

Le découpage proposé ci-dessus constitue l'une des modélisations possibles. L'interprétation de toutes ces zones dans le contexte global de l'atelier se fera dans la synthèse (chap. 3.14.4).

3.14.2 Présentation par zone et par structure

La proportion des différentes catégories de déchets scorifiés a permis d'attribuer les différentes zones et structures à l'une ou à l'autre des phases opératoires (fig. 146 et 169). Il existe toutefois des ensembles de vestiges pour lesquels cette attribution n'a pas été possible.

Le mobilier céramique, métallique et lithique est présenté du point de vue fonctionnel et chronologique. Dans un deuxième temps, sa disposition par rapport aux zones des forges et du bas fourneau est évoquée.

3.14.2.1 La partie réduction de l'atelier

La zone d'activité du bas fourneau (ZA BF) constitue le centre névralgique de la partie de l'atelier dédiée aux opérations de réduction du minerai de fer ; la zone du ferrier (Z FR) y est naturellement liée. La part prépondérante de scories de réduction dans la zone de rejet sud (ZR S), limitrophe de ZA BF, justifie son inclusion dans le groupe des zones liées à la réduction (fig. 147). Les proportions de scories retrouvées dans les structures associées au fourneau de par leur disposition spatiale (At et Ar) corroborent largement cette attribution (fig. 148). Le calcul démontre que c'est dans l'aire de travail que la densité des déchets est la plus importante, alors qu'elle est plus faible dans l'aire de rejet et surtout à l'emplacement du four (fig. 169).

L'analyse du contenu du ferrier montre qu'il est constitué pour les trois quarts de déchets liés à la réduction, le solde se répartissant entre déchets de postréduction et rejets non attribués à l'une ou à l'autre opération. Le fond de cabane ou fosse 1 situé dans la prolongation septentrionale du ferrier, dont le contenu reflète également une prédominance des scories liées à la réduction (fig. 148), se distingue en cela quelque peu de la zone de rejet nord (ZR N) qui l'entoure.

Les remontages s'appliquent à 335 fragments de déchets scorifiés avec en moyenne 2,5 fragments par remontage (annexe 11) ; les scories de réduction en constituent l'essentiel (109 sur 136).

Zone	Superficie m ²	Réduction				Postréduction				Non défini				R		PR	
		nb	%	kg	%	nb	%	kg	%	nb	%	kg	%	densité scories nb/m ²	densité scories g/m ²	densité scories nb/m ²	densité scories g/m ²
ZA BF	21,6	1154	80,5	23,7	83,6	21	1,5	1,6	5,7	259	18,1	3,0	10,7	53,4	1098	1,0	75
Z FR	189,3	11256	76,5	271,3	73,5	839	5,7	60,5	16,4	2627	17,8	37,5	10,2	59,5	1433	4,4	319
ZR S	50,3	55	75,3	5,4	82,7	8	11,0	0,8	12,5	10	13,7	0,3	4,8	1,1	108	0,2	16

Fig. 147 Synthèse des déchets scorifiés dans les trois zones de réduction.

Structure	Postréduction				Réduction								Non défini							
	Calotte		Paroi		%		Coulée		Minerai		Paroi		Interne		%		%			
	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg		
Bf							14	1,5			8	0,5			100	100				
At	3	0,6			0,6	9,2	106	1,9	81	0,4	204	2,7	2	0,3	72,8	77,1	144	0,9	26,7	13,7
Ar	9	0,7	5	0,1	1,9	4,8	417	8,0	14	0,1	171	4,8	4	0,7	84,3	84,0	99	1,8	13,8	11,2
Fr	741	59,4	98	1,1	5,7	16,4	8499	196,3	98	1,2	2640	69,7	19	4,1	76,5	73,5	2627	37,5	17,8	10,2
Fc/F1	8	0,6	5	0,06	10,7	20,4	73	1,5	2	0,04	8	0,3	1	0,1	69,4	60,5	24	0,6	19,8	19,0

Fig. 148 Synthèse des déchets scorifiés dans les structures situées dans deux des trois zones de réduction ainsi que, pour comparaison, ceux du fond de cabane ou fosse 1 (ZR N).

Les trois quarts d'entre eux s'effectuent au sein du ferrier, mais 60% intéressent plusieurs unités spatiales. Quelques collages interviennent aussi entre le ferrier et la ZA F. Pour la céramique, 93 collages formant 32 individus ont pu être effectués. Comme pour les scories, on trouve des collages entre la partie ouest du ferrier et la ZR N, au sein du ferrier et à l'intérieur de la ZA F, ainsi qu'entre la ZA F et la ZR N. Ce parallélisme s'étend également aux collages internes à l'aire de rejet et au fond de cabane 2.

La fonction des récipients, lorsqu'elle est déterminable, peut être couplée à la répartition spatiale pour fournir d'intéressantes tendances (fig. 146c et d). On constate tout d'abord que les 226 tessons dont la fonction comme récipients est déterminable concernent les zones précédemment définies à l'exception de la sépulture, avec des concentrations dans la zone d'activité du bas fourneau (NR=10), dans le ferrier (NR=25) et dans la zone de rejet sud (NR=2) d'une part (fig. 149), dans les zones d'activité de forge (NR=27) et sud-est (NR=48) d'autre part (fig. 158), et enfin dans la zone de rejet nord (NR=16, fig. 163). La similitude des remontages pour les scories de réduction et pour la céramique appartenant au service à boire (fig. 150b), renforce l'hypothèse d'un lien entre l'activité sidérurgique et la céramique associée. Le travail continu autour d'un bas fourneau émettant une forte chaleur nécessite une hydratation régulière des artisans qui l'actionnent.

Zone	Service à boire			Total	Service à cuire	Indéterminé
	Pot verseur	Gobelet	Ecuelle		Pot	
ZA BF		2	7	9	1	5
Z FR	7	5	5	17	8	84
ZR S	1	0	1	2		1
Total	8	7	13	28	9	90

Fig. 149 Distribution des céramiques par catégorie fonctionnelle (en nombre de restes) dans les trois zones de réduction.

Cette hypothèse est corroborée par la répartition spatiale des tessons signalant le service des boissons (pots verseurs, gobelets et écuelles) qui se concentrent surtout dans l'aire de rejet du bas fourneau (NR=9) et dans la moitié nord du ferrier (NR=17, fig. 149), dans la ZR N (NR=12; fig. 163) et dans le fond de cabane 2 (NR=8). Dans la partie nord-ouest du ferrier, les deux fonctions se mélangent, mais le service des boissons domine tout de même, observation corroborée par les collages. Les zones liées à la réduction, définies ci-dessus, renferment 39,5% des fragments de récipients appartenant au service à boire, contre 22,7% dans les zones liées à la post-réduction.

Pour ce qui est des objets et des déchets métalliques¹³⁵, la moitié des déchets ferreux et 43,9% des chutes se trouvent dans les deux zones surtout concernées par la réduction (ZA BF et Z FR), ce qui contraste quelque peu avec la proportion des ébauches (35,7%) et des objets usuels (32,3%), cette dernière comprenant les outils et les objets usuels (fig. 151 et annexes 12-13). A l'opposé, le fond de cabane ou fosse 1, bien que mieux conservé que le fond de cabane ou fosse 2, ne recèle d'une part que très peu de mobilier (quatorze pièces, soit moins de la moitié par rapport à Fc2), mobilier qui, d'autre part, semble plutôt refléter un dépôt aléatoire dû à l'usage de la structure comme fosse détritrique, du moins dans la dernière phase d'utilisation perceptible (fig. 152).

Zone	Ebauche/raté	Chute	Déchet ferreux	Objet
ZA BF		1		3
Z FR	5	42	9	26
ZR S				1
Total	5	43	9	30

Fig. 151 Distribution du mobilier métallique (en nombre de restes) dans les trois zones de réduction.

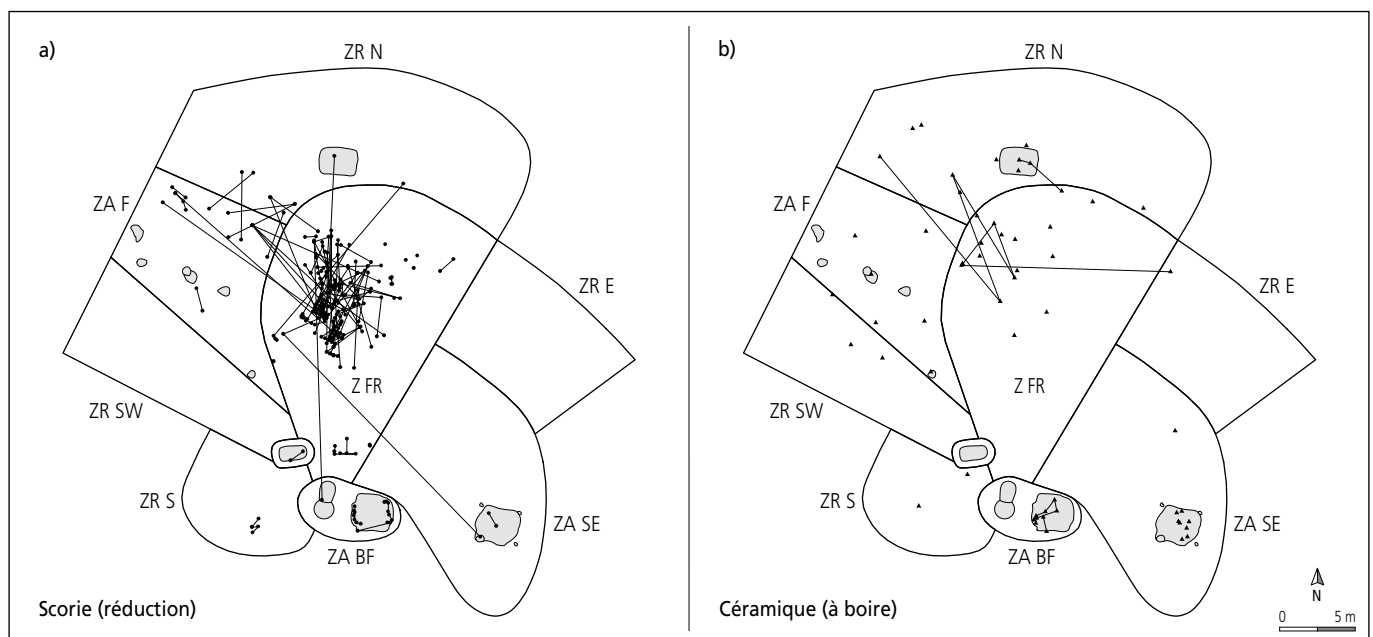


Fig. 150 Remontages des déchets scorifiés liés à la réduction et des tessons de céramique appartenant au service à boire.

Opération	Catégorie	Type	NR	Poids (g)
Déchet ferreux	informe	nodule		
Déchet de forge	chute	bande	2	34
		barre		
		nodule	1	
		plaque		
		tige	1	
	tôle	1		
	ébauche/raté	aiguillon		
Objet	outil	alène ou perçoir	1	9
		parure	1	21
	objet usuel	attache	1	
		arme	1	
Mobilier lithique	autres objets	pièce ollaire	1	56
		fossile	4	
Total			14	120

Fig. 152 Distribution du mobilier métallique et lithique par catégorie (en nombre de restes NR et en poids) dans le fond de cabane ou fosse 1.

Les objets lithiques ne semblent pas avoir de lien direct avec l'activité de réduction du minerai de fer, mais se concentrent dans la moitié nord du ferrier (fig. 153).

Zone	Outillage				Divers	
	Brèche	Grès	Microgrès	Indéterminé	Pierre ollaire	Fossile
ZA BF		1				
Z FR	4	2	3	1	2	1
ZR S						
Total	4	3	3	1	2	1

Fig. 153 Distribution des lithiques par catégorie fonctionnelle dans les trois zones de réduction.

3.14.2.2 La partie postréduction de l'atelier

Le cœur de la partie postréduction est mis en évidence par les structures de combustion et les aires de forgeage localisées dans la zone d'activité de forge (ZA F). Au niveau quantitatif, les vestiges de postréduction prédominent surtout dans les structures (Bfy1 et Bfy3, Bfy2/Af1 ; fig. 154). Dans le cas de structures avec peu de mobilier (Af2 et 3), la présence marquée de battitures établit un lien avec la postréduction et devient alors l'élément déterminant pour leur attribution à l'activité de forgeage.

Zone	Superficie m ²	Réduction				Postréduction				Non défini				R		PR	
		nb	%	kg	%	nb	%	kg	%	nb	%	kg	%	densité scories nb/m ²	g/m ²	densité scories nb/m ²	g/m ²
ZA F	91,2	1831	41,9	37,1	27,7	1300	29,8	80,1	59,7	1237	28,3	16,9	12,6	20,1	407	14,3	879
ZA SE	133,7	560	23,4	10,7	28,2	633	26,4	17,9	47,0	1205	50,3	9,4	24,8	4,2	80	4,7	134

Fig. 154 Synthèse des déchets scorifiés dans les deux zones de postréduction.

Structure	Postréduction								Réduction								Non défini			
	Calotte		Paroi		%		Coulée		Minerai		Paroi		Interne		%		nb		%	
	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg	nb	kg
Bfy1	123	22,5	114	1,8	73,4	90,3	49	1,7							15,2	6,3	37	0,9	11,5	3,4
Bfy2/Af1	14	0,8	22	0,6	36,4	64,5	25	0,3							25,3	15,2	38	0,5	38,4	20,4
Bfy3	33	2,3	3	0,06	62,1	88,0	8	0,06							13,8	2,3	14	0,3	24,1	9,7
Af2	13	0,4	6	0,05	18,1	46,9	21	0,1			1	0,01			21,0	11,2	64	0,4	61,0	41,9
Af3																				
Fc2	232	11,9	291	2,2	31,4	51,4	237	4,4			12	0,6	2	0,6	15,1	20,5	893	7,7	53,6	28,1

Fig. 155 Synthèse des déchets scorifiés dans les structures situées dans les deux zones de postréduction, ainsi que, pour comparaison, dans le fond de cabane 2.

Les calottes – le déchet type de la postréduction – se distinguent surtout par leur plus grand poids, ce qui se vérifie tant dans les zones que dans les structures associées à cette opération. Il en va de même dans le fond de cabane 2 (ZA SE), bien que la part d'éléments non attribuables reste importante (fig. 155). L'image de son remplissage (35 pièces) est en accord avec celle d'un atelier dans lequel sont entreposés aussi bien de l'outillage (ciseau droit, spatule, aiguiseur/polissoir et meule), des objets usuels (couteau, ferret et ferrures) que du fer sous différentes formes, destiné à être recyclé (déchets ferreux, chutes et ébauches/ratés) (fig. 156 et chap. 3.14.4.2).

Opération	Catégorie	Type	NR	Poids (g)
Déchet ferreux	informe	nodule	4	50
Déchet de forge	chute	bande	2	150
		barre	1	
		nodule	5	
		plaque	1	
		tige	2	
	tôle	9		
	ébauche/raté	aiguillon	1	2
Objet	outil	spatule	1	100
		ciseau droit	1	
	objet usuel	ferrure	3	70
		ferret	1	
		couteau	1	
Mobilier lithique	outil	meule	1	195
		aiguiseur/polissoir	2	
Total			35	567

Fig. 156 Distribution du mobilier métallique et lithique par catégorie (en nombre de restes NR et en poids) dans le fond de cabane 2.

Comme nous l'avons montré plus haut avec les vestiges de réduction, les remontages entre scories de postréduction viennent étayer ces observations. Bien que nettement moins nombreux, ils mettent en lumière des liens entre ZA F, Z FR et ZA SE (fig. 157a).

Pour la céramique, les collages parmi les 75 tessons du service à cuire (pots) se concentrent dans les deux zones principales liées à la postréduction (fig. 157b) : la ZA F (nb=21) et le fond de cabane 2 (nb=33), soit 80%, contre 20% dans les zones liées à la réduction (fig. 158). Cette fois encore, un lien se dessine entre l'activité sidérurgique et la céramique qui lui est associée : ponctuellement, des foyers de forge ont été mis à profit pour cuisiner des repas.

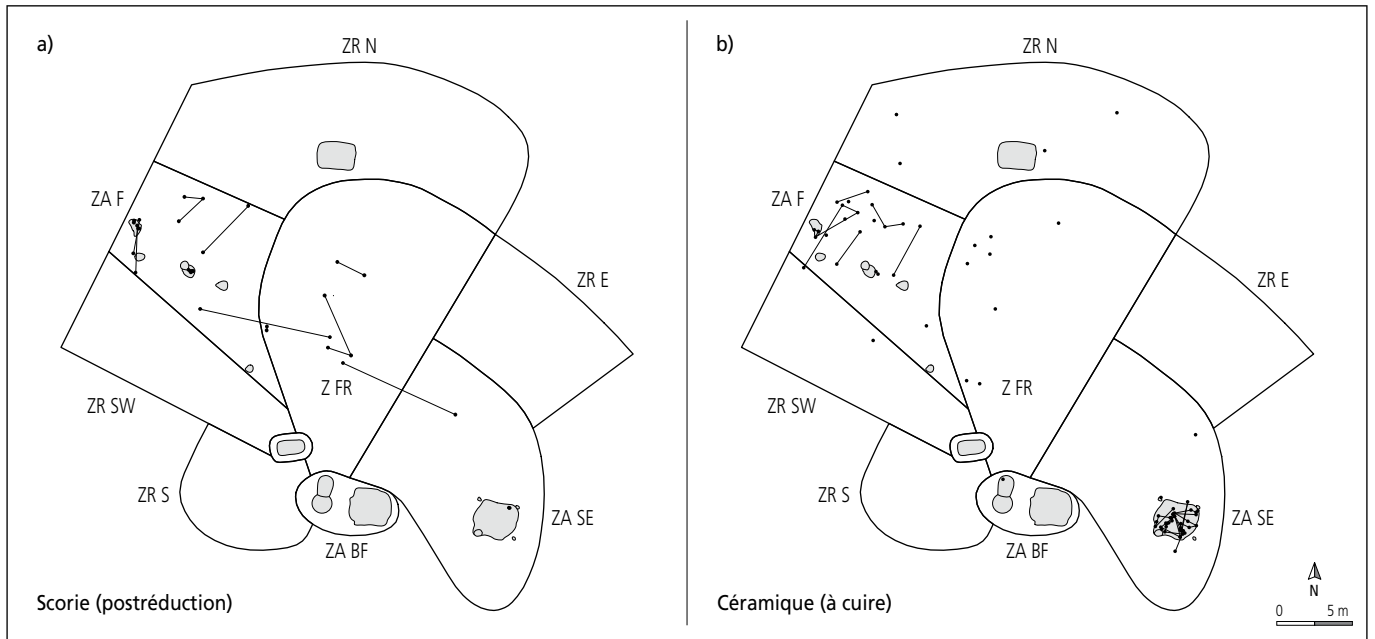


Fig. 157 Remontages des déchets scorifiés liés à la postréduction et des tessons de céramique appartenant au service à cuire.

La répartition des outils, 44% dans ZA F pour 22% dans ZA SE, met en évidence le déroulement prépondérant des activités de forge dans la zone des ateliers, alors que l'ensemble sud-est paraît plutôt jouer un rôle secondaire, par exemple d'entreposage ou de stockage. Les 17% présents dans Z FR sont à mettre en lien, d'une part avec l'axe de circulation reliant les structures de postréduction, d'autre part avec le fonctionnement de la surface comme aire de rejet. Dans les deux zones de postréduction, les proportions se présentent comme suit : déchets ferreux et ébauches constituent respectivement la moitié du corpus, alors que les objets usuels en sont proches (46,9%), suivis par les chutes (40,8%) (fig. 159). Ce résultat est moins net que celui observé pour les déchets scorifiés, ainsi que pour la céramique. Si un petit tiers des outils et des objets usuels sont localisés dans le ferrier, il convient de souligner leur prédominance dans les deux zones de postréduction. Les trois autres catégories (ébauches, chutes, déchets ferreux) ne se laissent guère départager sur la seule base de leurs proportions. La répartition par zone des chutes métalliques confirme l'interaction entre les zones d'activité de forge (ZA F) et celle du fond de cabane 2 (ZA SE), avec un passage obligé par le ferrier.

Zone	Service à boire				Service à cuire		Indét.
	Pot verseur	Gobelet	Ecuelle	Total	Pot		
ZA F	2	3	1	6	21		53
ZA SE		2	7	9	39		35
Total	2	5	8	15	60		88

Fig. 158 Distribution des céramiques par catégorie fonctionnelle (en nombre de restes) dans les deux zones de postréduction.

Zone	Outillage				Divers	
	Ebauche/raté	Chute	Déchet ferreux	Objet	Pierre ollaire	Fossile
ZA F	6	19	5	27		
ZA SE	1	22	4	17		
Total	7	41	9	44		

Fig. 159 Distribution du mobilier métallique (en nombre de restes) dans les deux zones de postréduction.

Cette observation est confirmée par la répartition des couteaux, soit trois dans les ateliers de forge (ZA F), un dans l'atelier sud-est (ZA SE) et deux dans l'intervalle (Z FR). Ceci reflète, d'une part les liens entre les structures liées à l'activité de forge, d'autre part les reliefs culinaires que l'on peut mettre en parallèle avec la céramique à cuire mise au jour dans la zone d'activité de forge. Par ailleurs, le fond de cabane 2 se distingue par une présence plus marquée des chutes tôles, confirmant l'impression générée par la distribution des déchets ferreux. Celui-ci semble avoir rempli une fonction bien spécifique peut-être liée à l'entreposage/stockage de matière première destinée à être recyclée (fig. 160).

L'outillage lithique ne se concentre que dans les espaces dédiés au travail de forge et dans la portion du ferrier qui les relie (fig. 161).

	Tôle		Tige		Nodule		Bande		Plaque		Barre		Total	
	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
Z FR	12	12,1	9	9,3	6	6,1	4	4,1	8	8,2	3	3	42	42,8
ZA F	5	5,1	5	5,1	5	5,1	4	4,1	0	0	0	0	19	19,4
ZA BF	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
ZA SE	9	9,3	2	2,1	6	6,1	2	2,1	1	1	2	2,1	22	22,4
ZR N	2	2,1	3	3	2	2,1	2	2,1	0	0	0	0	9	9,3
ZR S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR SW	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
ZR E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hors zone	1	1	0	0	0	0	2	2,1	0	0	1	1	4	4,1

Fig. 160 Distribution des chutes par zone (en nombre de restes et en %).

Zone	Outillage				Divers	
	Brèche	Grès	Microgrès	Indéterminé	Pierre ollaire	Fossile
ZA F	1	4	1	1		4
ZA SE	2	2	1	1		
Total	3	6	2	2		4

Fig. 161 Distribution des lithiques par catégorie fonctionnelle (en nombre de restes) dans les deux zones de postréduction.

Zone	Superficie m ²	Réduction				Postréduction				Non défini				densité scores R		densité scores PR	
		nb	%	kg	%	nb	%	kg	%	nb	%	kg	%	nb/m ²	g/m ²	nb/m ²	g/m ²
ZR N	182,6	731	59,0	18,6	42,5	731	59,0	18,6	42,5	275	22,2	5,6	12,8	4,0	102	1,3	107
ZR SW	80,1	92	46,7	3,2	41,6	92	46,7	3,2	41,6	69	35,0	1,2	15,6	1,1	40	0,4	41
ZR E	83,4	105	68,6	2,6	41,8	105	68,6	2,6	41,8	26	17,0	0,6	9,0	1,3	31	0,3	36

Fig. 162 Synthèse des déchets scorifiés dans les trois zones non attribuées.

3.14.2.3 Les zones non attribuées à l'une des phases opératoires

En l'absence de structures et de proportions significatives entre les diverses catégories de déchets scorifiés, les zones de rejet qui entourent le ferrier (ZR N, ZR SW et ZR E) n'ont pas pu être associées clairement à l'une ou l'autre phase opératoire (fig. 162). Ce constat nous semble cohérent et répond au fonctionnement d'un atelier de ce type. Cette difficulté est renforcée par le fait qu'une portion non négligeable de ces déchets n'a elle-même pas pu être liée à l'une des catégories associée à une phase opératoire. Le reste du mobilier ne permet pas non plus de trancher en faveur de l'une ou l'autre de ces phases opératoires (fig. 163, 164 et 165).

Zone	Service à boire				Service à cuire	Indét.
	Pot verseur	Gobelet	Ecuelle	Total		
ZR N	3	3	6	12	4	44
ZR SW	2	1		3	2	10
ZR E	1			1		3
Total	6	4	6	16	6	57

Fig. 163 Distribution des céramiques par catégorie fonctionnelle (en nombre de restes) dans les trois zones non attribuées.

Zone	Ebauche/raté		Chute	Déchet ferreux	Objet
ZR N	2		9		5
ZR SW			1		3
ZR E					1
Total	2		10		9

Fig. 164 Distribution du mobilier et des déchets métalliques (en nombre de restes) dans les trois zones non attribuées.

Zone	Outillage				Divers	
	Brèche	Grès	Microgrès	Indéterminé	Pierre ollaire	Fossile
ZR N		2			2	4
ZR SW					2	
ZR E						
Total		2			4	4

Fig. 165 Distribution des lithiques par catégorie fonctionnelle (en nombre de restes) dans les trois zones non attribuées.

3.14.2.4 Eléments de datation

Ajouter le facteur temps à l'analyse spatiale amène son lot de surprises (fig. 166). Parmi les sept pièces de mobilier céramique datables de l'aire de rejet, on ne trouve en effet que des pièces datées entre 600 et 630 environ, ce qui fournit un indice chronologique fiable. D'autre part, la quasi-totalité de la céramique datable contenue dans les remplissages du fond de cabane 2 appartient à la première moitié du 7^e siècle. Les pierres ollaires et le mobilier métallique sont trop rares et trop dispersés sur le site pour permettre une chronologie fine, tant au niveau des structures que du développement du site. La fourchette retenue pour les objets métalliques va de la fin du 6^e siècle (umbo de bouclier, pl. 12.11) à la fin de la première moitié du 7^e siècle (ferret damasquiné et rasoir, pl. 12.1 et 9.4).

Le mobilier datable évoqué plus haut ne permet donc pas de déterminer l'organisation spatiotemporelle de l'atelier. Il est en revanche possible de préciser que l'ensemble de la chaîne opératoire de la sidérurgie a été mise en œuvre *in situ* (chap. 3.14.4.5).

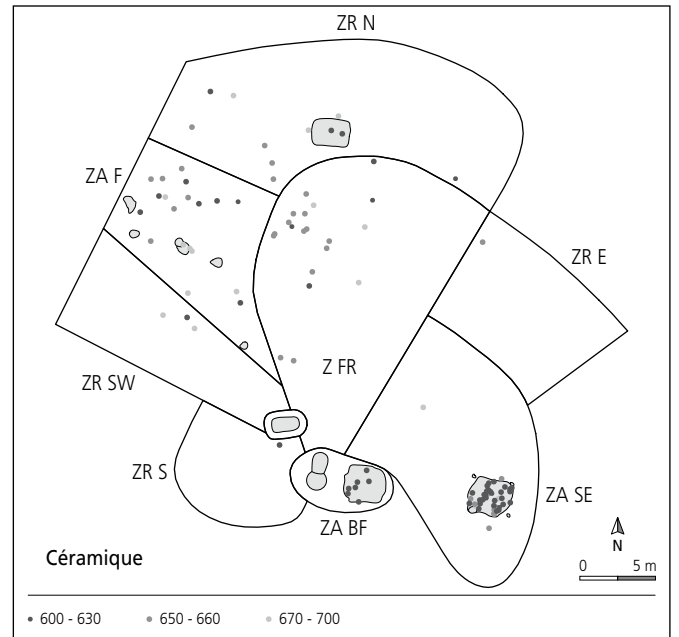


Fig. 166 Répartition des céramiques datées du Haut Moyen Age.

3.14.3 Conclusion de la répartition spatiale

La compréhension de l'organisation spatiale de l'atelier sidérurgique a été possible, malgré la disparition de la grande majorité des déchets scorifiés. Si l'érosion de grandes quantités de déchets se fait sentir, il s'est avéré que les vestiges n'ont pas souffert de désorganisation. La partie dédiée à la réduction du minerai de fer est ainsi localisée au cœur des zones déterminées. Bien qu'intrinsèquement moins marquée en volume de déchets, la partie consacrée aux activités de postréduction (transformation du métal et forgeage d'objets) est clairement définie dans un axe nord-ouest/sud-est. Par ailleurs, grâce à l'analyse spatiale, le rôle accompagnateur de la céramique a pu être, pour la première fois et de façon probante, lié aux phases opératoires des artisans sidérurgistes. La distribution du mobilier et des déchets métalliques, notamment des outils, concorde avec la répartition des infrastructures de forgeage tout en soulignant leur lien avec le fond de cabane 2. Il en va de même pour le mobilier lithique. Les pierres ollaires et les fossiles se concentrent avant tout dans la partie occidentale de l'atelier. Les six éléments relatifs à la métallurgie du bronze sont dispersés dans l'axe nord-sud du site¹³⁶. Une constatation s'impose donc, celle du travail conjoint du fer et du bronze dans les ateliers de forge, sans pour autant que des structures spécifiques au travail du bronze aient été construites ou découvertes¹³⁷.

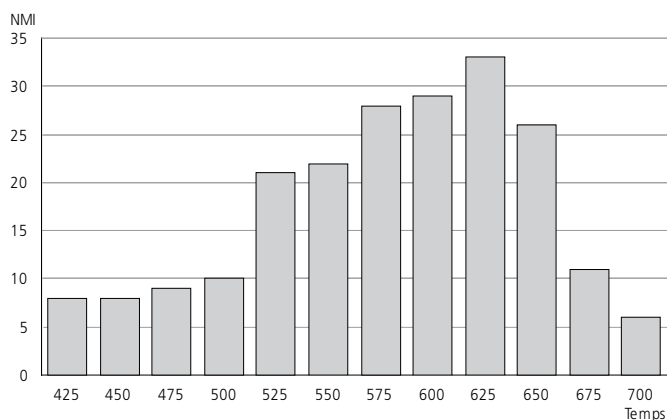
3.14.4 Synthèse de l'atelier sidérurgique de Lai Coiratte

Ludwig Eschenlohr, Emmanuelle Evéquoz et Ursule Babey

3.14.4.1 Aspects chronologiques

Seule l'étude stratigraphique met en évidence la présence de plusieurs trous de poteau au-dessous du ferrier. Ceux-ci laissent présager une phase de construction antérieure à la pleine activité de l'atelier métallurgique, sans pour autant qu'elle puisse être précisée d'un point de vue chronologique et spatial. En effet, ni les datations radiocarbones, ni le mobilier archéologique ne permettent de les rattacher à un épisode d'occupation distinct. Ils peuvent être interprétés comme premières traces d'implantation de l'atelier métallurgique.

L'enchaînement technologique des opérations implique en soi, dans cet atelier de petite taille, la contemporanéité du fonctionnement du bas fourneau et des bas foyers de forge. Cette contemporanéité est confirmée grâce aux datations obtenues par la céramique. Par ailleurs, le lien spatifonctionnel établi entre la céramique et les déchets scorifiés (chap. 3.14.2), permet de déduire la principale période de fonctionnement de l'atelier. D'après les datations relatives apportées par la céramique et les objets métalliques, l'occupation de l'atelier s'étend entre la fin du 6^e et le milieu du 7^e siècle. En effet, trois quarts des céramiques datables connaissent un *terminus ante quem* entre 600 et 650 ap. J.-C. (fig. 167 et annexe 6). La chronologie proposée confirme les datations absolues par ¹⁴C des structures en lien direct avec la métallurgie (chap. 3.5 à 3.7). A notre connaissance, cette valorisation interdisciplinaire constitue une première dans le cadre d'un atelier sidérurgique.



400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	NMI
													3
													2
													2
													4
													2
													1
													2
													8
													1
													3
													1
													1
													4
													1
													5

Fig. 167 Fréquence des céramiques datables par tranche chronologique. Nombre d'individus par durée de vie.

En revanche, les éléments datables de la sépulture triple (parure féminine) sont attribués à une phase postérieure à l'activité artisanale, entre la fin du 7^e siècle et le début du 8^e siècle ap. J.-C. Se pose la question du lien éventuel (et, le cas échéant de sa nature) entre le lieu d'inhumation et l'atelier. S'agit-il d'un choix au hasard intervenu quelque temps après l'abandon de l'atelier? Est-ce que l'individu masculin inhumé avait une fonction précise dans l'organisation de l'atelier? Est-ce en raison de certaines croyances qui nous échappent que la sépulture a été délibérément implantée à proximité des vestiges métallurgiques à l'abandon¹³⁸? Aucun élément ne permet de répondre à ces questions (chap. 3.3 et 6).

3.14.4.2 Interprétation des structures

L'examen du mobilier archéologique et sa confrontation avec les structures amène la discussion sur le terrain de leur interprétation (fig. 168 et 169). Pour certaines d'entre elles, une attribution fonctionnelle est aisée au vu de la convergence des indices matériels (morphologie et disposition des structures, quantité, densité et type des résidus); pour les autres, la non-conservation du niveau de circulation de l'époque donne une vision tronquée de ces aménagements, rendant d'autant plus délicate leur interprétation.

Le fond de cabane 2 (Fc2)

Par sa typomorphologie, cette structure s'apparente à la catégorie des fonds de cabane typiques de la première moitié du 7^e siècle (Marti 2011). Outre la grande quantité de déchets scorifiés (27 kg) et les quelques déchets métalliques (25 individus), les nombreuses céramiques et objets métalliques sont à noter (fig. 156 et 157). Ainsi, parmi les 35 ustensiles non céramiques, relève-t-on un fragment de meule et un autre d'aiguiseur/polissoir, une spatule et un ciseau droit, de même que cinq objets usuels dont un couteau. Pour la céramique, tant les services à boire qu'à cuire sont représentés, avec respectivement 8 et 35 pièces (chap. 3.14.2). Cette structure semble donc avoir rempli une fonction plus spécifiquement en relation avec l'ensemble des activités métallurgiques¹³⁹. Ce type d'installation est souvent réservé à l'artisanat, aussi bien pour le travail que l'entreposage. Dans le cas présent, les indices disponibles plaident en faveur d'un aménagement remplissant cette double fonction.

Zone et structure	Poids kg	Superf. m ²	Poids m ²	Volume m ³	Poids m ³	Interprétation
Fc2	27,4	6,1	4,5	0,6	45	atelier/entrepôt
Fc/F1	3,2	4,3	0,8	1,6	2,1	fosse dépotoir?
Bf	1,9	1,4	1,4	0,3	7,0	bas fourneau potentiel
At	6,9	1,4	5,1	0,3	25	aire de travail
Ar	16,1	6,5	2,5	1,5	11	aire de rejet
Fr	369,3	189,3	2,0	28,4	13	ferrier
Bfy1	27,0	0,6	47,4	0,1	189	bas foyer
Af2	1,0	0,3	3,6	0,03	36	aire de forgeage
Bfy2/Af1	2,2	0,7	3,3	0,3	8,2	bas foyer?
Af3	0,0	0,4	0,0	0,05	0	aire de forgeage?
Bfy3	2,6	0,2	13,7	0,03	91	bas foyer?

Fig. 168 Tableau récapitulatif de l'interprétation des structures à partir de leur contenu et densité en mobilier et déchets.

Structure	Zone	Dim. max. cm	Prof. cm	Forme, superficie et volume	Remplissage		Combustible %	Déchets mobilier	Quantité ***		Densité		Remarques et interprétation	Fig.	
					n°	description			stru	+ 0,5 m*	m ²	m ³			
Bf	zone du bas fourneau	130 x 130	20	circulaire 1,35 m ² 0,27 m ³	r	silts rubéfiés, sco, ch., ...	chêne: 81,8	scories (kg)	1,9	2,6	1,4	7,1	bas fourneau potentiel	33	
					3.3	encaissant	sapin blanc: 3,0	scories (nb)	22	146	16	81			
							confifère: 9,1	céramique	1	0	-	-	interprétation probable		
							indéterminé: 6,1	objet métallique**	0	1	-	-			
At	zone du bas fourneau	140 x 100	10	ovale 1,24 m ² 0,12 m ³	r	silts bruns, sco, ch., ...		scories (kg)	6,9	3,4	5,5	55	aire de travail	33	
					3.3	encaissant		scories (nb)	540	102	435	4500			
							céramique	2	1	-	-	interprétation probable			
							objet métallique**	0	1	-	-				
Ar	zone du bas fourneau	280 x 245	20	subrectangulaire 5,94 m ² 1,19 m ³	r	silts bruns, sco, ch., ...		scories (kg)	16,1	0,5	2,7	14	aire de rejet	32	
					3.3	encaissant		scories (nb)	719	14	121	604			
							présence de ch. absence de prélèvements	céramique	11	1	-	-			
								objets métalliques	3	0	-	-			
								meule ****	1	0	-	-			
								os	0	-	-	-	battitures: ? (n.p.)		
								total sco (kg)	24,9	6,6					
Fr	zone du ferrier	2000 x 1250	10 à 20	ovale 189,31 m ² 28,4 m ³	3a	silts bruns, sco, ch., ...		scories (kg)	369,3	18,3	2,0	13	ferrier	32	
					3a	encaissant		scories (nb)	14722	906	78	518			
								céramique	109	6	0,6	3,8			partie subsistante
								objets métalliques	82	2	0,4	2,9			
Bfy1	zone d'activité de forge	110 x 80	25	irrégulière 0,57 m ² 0,14 m ³	r1	silts bruns, sco, ch. et batt.	chêne: 85,8	scories (kg)	27,0	8,3	47	193	bas foyer	40	
					r2	silts bruns, sco, ch.	frêne: 6,3	scories (nb)	323	350	567	2307			
					3.3	encaissant	hêtre: 0,8	céramique	3	2	-	-			
							sapin blanc: 0,8	objet métallique	0	0	-	-			
Bfy2 / Af1	zone d'activité de forge	120 x 75	40	ovale 0,67 m ² 0,27 m ³	r	silts bruns, sco, ch. et batt.	chêne: 85,6	scories (kg)	2,2	2,9	3,3	8,2	bas foyer / aire de forgeage	41	
					r1	silts bruns, sco, ch. et batt.	hêtre: 3,8	scories (nb)	99	47	148	367			
					r2	silts bruns, sco, ch. et batt.	érable: 2,1	céramique	2	4	3,0	7,4			
					3a / 3.3	encaissant	frêne: 1,5	objets métalliques	6	5	9,0	22			
Bfy3	zone d'activité de forge	50 x 50	15	irrégulière 0,19 m ² 0,03 m ³	r1	silts bruns, sco, ch.		scories (kg)	2,6	0,4	14	88	bas foyer	42	
					r2	silts bruns, sco, ch.		scories (nb)	58	21	305	1933			
					3.3	encaissant	présence de ch. absence de prélèvements	céramique	1	2	-	-			
								objet métallique	0	0	-	-			
Af2	zone d'activité de forge	65 x 55	10	irrégulière 0,27 m ² 0,03 m ³	r	silts bruns, sco, ch. et batt.	chêne: 70,2	scories (kg)	0,98	0,96	3,6	33	aire de forgeage	43	
					3a	encaissant	hêtre: 5,3	scories (nb)	105	61	389	3500			
							sapin blanc: 5, 3	céramique	0	0	-	-			
							frêne: 1,8	objet métallique	0	1	-	-			
Af3	zone d'activité de forge	80 x 60	15	irrégulière 0,35 m ² 0,05 m ³	r	silts bruns, sco, ch. et batt.	chêne: 57,3	scories (kg)	0	1,7	-	-	aire de forgeage	44	
					3a / 3.3	encaissant	hêtre: 13,5	scories (nb)	0	58	-	-			
							sapin blanc: 5,6	céramique	2	2	-	-			
							confifère: 14,6	objets métalliques	0	3	-	-			
								feuille: 1,1	autre mobilier	0	0	-	-		
								indéterminé: 7,9	os	0	-	-	-	battitures: +	
								total sco (kg)	32,8	14,3					
Fc / F1	structures en creux	250 x 185	34 à 39	rectangulaire 4,26 m ² 1,55 m ³	r1	silts brun-gris, ch.	chêne: 42,8	scories (kg)	3,2	0,8	0,8	2,1	fond de cabane / fosse-dépotoir	27	
					r2	silts bruns, ch. et sco	hêtre: 30,5	scories (nb)	121	41	28	78			
					3a / 4.2	encaissant	sapin blanc: 13,9	céramique	23	6	5,4	15			
							frêne: 1,5	objets métalliques	6	2	1,4	3,9			
Fc2	structures en creux	285 x 230	10	rectangulaire 6,08 m ² 0,61 m ³	r1	silts gris-jaune, sco et ch.	hêtre: 35,1	scories (kg)	27,4	3,0	4,5	45	fond de cabane	28	
					r2	silts bruns, sco et ch.	chêne: 28,4	scories (nb)	1667	357	274	2733			
					4.2	encaissant	sapin blanc: 9,0	céramique	71	3	12	116			
							confifère: 17,5	objets métalliques	31	1	5,1	51			
								divers: 5,2	autre mobilier ****	1	2	0,2	1,6		
								indéterminé: 4,3	os	46	-	7,6	75	battitures: ? (n.p.)	
								total sco (kg)	30,6	3,7					
S	sépulture	180 x 95	25	rectangulaire 1,56 m ² 0,39 m ³	r	silts brun-gris, qq sco et ch.		scories (kg)	0,6	0,5	-	-	tombe triple	21	
					3.3 / 5.1	encaissant		scories (nb)	35	33	-	-			
								céramique	5	3	-	-			
								objets métalliques	4	0	-	-			
								autre mobilier	0	0	-	-			
								os	6	-	-	-	battitures: ? (n.p.)		
								scories (kg)	458,1	43,4					
								scories (nb)	18411	2136					
								céramique	230	30					
								objet métall.	132	16					
								autre mobilier	19	8					
								os	140	0					

Fig. 169 Synthèse des données relatives aux structures situées dans les zones d'activité et de rejet.

Le fond de cabane ou fosse 1 (Fc/F1)

Cette fosse subrectangulaire, dépourvue de poteaux d'angle, ne montre pas de caractéristique morphologique discriminante permettant son rattachement direct à la catégorie des fonds de cabane. Comparativement au fond de cabane 2, les proportions de mobilier et de déchets, toutes catégories confondues, s'appauvrissent de forte manière, tant en nombre qu'en poids ou en densité. Par exemple, pour un volume de 0,6 m³ dans le fond de cabane 2 on obtient une densité de 45 kg par mètre cube, alors que celle-ci ne s'élève qu'à 2 kg par mètre cube pour un volume de 1,6 m³ dans Fc/F1. En revanche, cette structure comporte la plus forte concentration de macrorestes végétaux du site (chap. 3.12). L'absence d'élément plus explicite empêche toute proposition d'interprétation fonctionnelle non équivoque. Toutefois, l'analyse micromorphologique démontre l'utilisation rapide de la structure comme fosse dépotoir.

Le bas fourneau (Bf)

Cette structure de combustion de forme circulaire est très arasée. Sa disposition par rapport à l'aire de travail et au ferrier soutient

son interprétation fonctionnelle comme emplacement d'un fourneau. Toutefois, l'état de cette installation – lors de sa découverte – reflète sa dernière utilisation et ne concorde pas avec celui d'un four de réduction abandonné. Le cercle extérieur de pierres calcaires comporte en effet des traces de rubéfaction. Or, ce phénomène ne peut pas être observé sur un fourneau où la paroi argilo-sableuse protège à dessein cette fondation extérieure contre tout impact de chaleur; la zone de combustion présente ensuite un fond plat contrairement à la forme en cuvette généralement présente dans un fourneau. Par ailleurs, les analyses de température de chauffe ainsi que la datation archéomagnétique indiquent, d'une part une température basse (inférieure à 550°C), d'autre part un déplacement des matériaux récoltés au cœur de la structure (chap. 3.6). Sur le plan matériel, les faibles quantités de déchets ou de mobilier – de même que l'absence de prélèvement sédimentaire – ne permettent pas de préciser à quelle fin la structure a été utilisée dans son dernier état de fonctionnement. L'hypothèse probable que cet emplacement correspondait à celui d'un four de réduction du minerai de fer amène à l'appellation « emplacement d'un bas fourneau ».

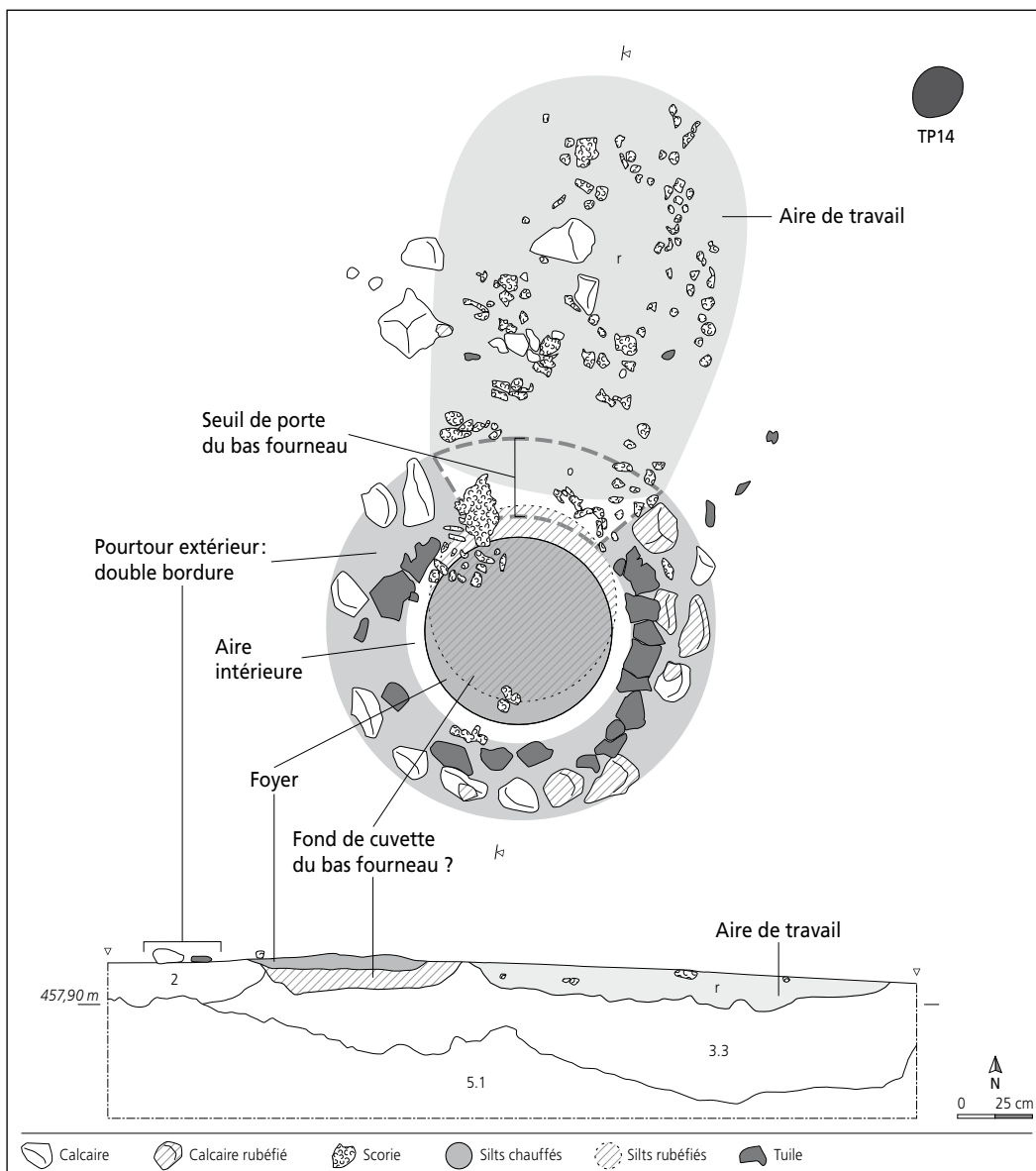


Fig. 170 Plan et interprétation de l'emplacement du bas fourneau.

La comparaison avec d'autres structures de ce type, mieux préservées, amène à proposer une interprétation des vestiges résiduels (fig. 170). Cette dernière est basée sur la compréhension spatiale mais se heurte, d'une part, au fait qu'une partie importante du soubassement de ce bas fourneau a été emportée par l'érosion. D'autre part, le remplissage de la zone de combustion dans un but différent complique sa perception.

L'aire de travail (At)

L'état de conservation de cette zone ovale, contiguë à l'emplacement du bas fourneau, est très mauvais et rend très délicate toute interprétation. Sa position entre le four et le ferrier incite à y voir une aire de travail associée à probable bas fourneau.

L'aire de rejet (Ar)

Cette surface comprend une forte concentration de mobilier dans une dépression sédimentaire disposée à l'est des deux structures précitées. Hormis une grande quantité de déchets scorifiés et métalliques, se trouvent onze céramiques, trois pièces métalliques et un lithique. La densité de ce mobilier est cinq fois supérieure à celle constatée dans Fc/F1. Vu la proximité de l'emplacement du bas fourneau et de son aire de travail, cet espace est compris comme aire de rejet.

Le ferrier (Fr)

De forme ovale, cet épandage de déchets scorifiés s'étire sur 190 m² environ, au centre du périmètre dans lequel se concentrent les vestiges. Ce type d'amoncellement est bien connu dans le contexte de la production du fer mais, dans le cas présent, le faible volume de rebuts dans l'amas est frappant. Son contenu est composé à 75 % de déchets liés à la réduction (271 kg). Compte tenu de sa situation par rapport à la zone d'activité de forge, 25 % sont liés à la postréduction (77 kg).

Le bas foyer 1 (Bfy1)

Bien qu'irrégulière, la forme de ce foyer est ovale. Excavé rapidement à l'extrême fin de la fouille, cet aménagement en creux comporte la plus grande concentration de déchets scorifiés, essentiellement des calottes ainsi que quelques parois. L'occurrence simultanée de ces deux catégories de rebuts scorifiés, conjuguée à la présence modérée de battitures, permet une détermination de cette structure de combustion comme étant un bas foyer.

L'aire de forgeage 2 (Af2)

Cette installation ovale, très riche en battitures, est située environ 1 m au sud du bas foyer 1. Sa densité en déchets ferreux (battitures et gromps) ainsi que sa localisation suggèrent un fonctionnement en interaction avec le bas foyer 1, en tant qu'aire de forgeage du métal. En l'absence d'autre structure clairement associée à cet ensemble, la reconstitution de cet atelier ne peut être développée.

Le bas foyer 2 et l'aire de forgeage 1 (Bfy2/Af1)

Cette structure de forme irrégulière oblongue semble se composer de deux parties distinctes, mais jointives. Les inclusions marquées de battitures, les quelques déchets scorifiés et objets métalliques indistinctement présents dans les remplissages, ne permettent que d'évoquer une double fonction de cette installation.

L'aire de forgeage 3 (Af3)

Localisée environ 1,5 m au sud-est du bas foyer 2, une tache de sédiment rubéfié de forme irrégulière comporte uniquement des battitures, exception faite de deux tessons de céramique. Son lien spatial avec le bas foyer 2 et l'aire de forge 1 reste donc hypothétique, de même que son interprétation.

Le bas foyer 3 (Bfy3)

Cette fosse grossièrement circulaire, mise au jour durant la campagne de sondages, comprend deux remplissages qui recèlent une bonne concentration de déchets scorifiés. L'absence de prélèvement sédimentaire n'a pas permis de vérifier la présence de battitures. Toutefois, l'un des remplissages présente un aspect très charbonneux qui, associé avec la présence de déchets scorifiés nous pousse à envisager son fonctionnement probable comme bas foyer.

Au final sur les onze aménagements, probablement liés à l'activité métallurgique, six ont pu être directement mis en rapport avec cet artisanat, alors que l'interprétation des cinq autres reste sujette à caution.

3.14.4.3 Dynamique de l'atelier

La première étape de l'installation de l'atelier consiste dans l'approvisionnement en matières premières : extraction du minerai et charbonnage. Cette étape n'a pas laissé de traces directes dans le périmètre fouillé. Dans un deuxième temps intervient la construction du bas fourneau. Le fonctionnement de ce dernier entraîne de fait l'accumulation progressive d'un volume considérable de déchets en aval. Le premier axe de travail est donc déterminé par le chemin direct que prennent ces déchets depuis le four de réduction vers l'amas (fig. 171a).

Dans le cas de Lai Coiratte, les produits bruts issus du bas fourneau (éponges de fer) sont nettoyés et au moins en partie transformés sur place. Comme la partie centrale de l'atelier est dédiée à la réduction et à ses déchets, les forges prennent place latéralement en direction de l'habitat soupçonné et du cours d'eau (voir plus bas).

Pour être opérationnel, cet atelier dispose aussi d'un local couvert (le fond de cabane 2) qui peut servir autant de lieu d'entreposage que d'endroit abrité pour travailler. D'après nos observations, cet espace est d'abord à mettre en lien avec les ateliers de forge (présence d'outils et de chutes métalliques). Il existe donc un second axe de travail liant la zone d'activité des forges à celle du fond de cabane 2 (fig. 171b).

Les déchets amoncelés des deux phases opératoires se trouvent mélangés ; toutefois un cheminement différencié au départ de chacune des deux zones d'activité liées à ces phases est perceptible.

A partir de l'étude de l'ensemble du district sidérurgique et des calculs effectués sur les vestiges y relatifs, il est possible d'évaluer le volume des déchets scorifiés issu de l'atelier de Lai Coiratte à cinq tonnes environ. Toutefois, comme plus de 90% de ces

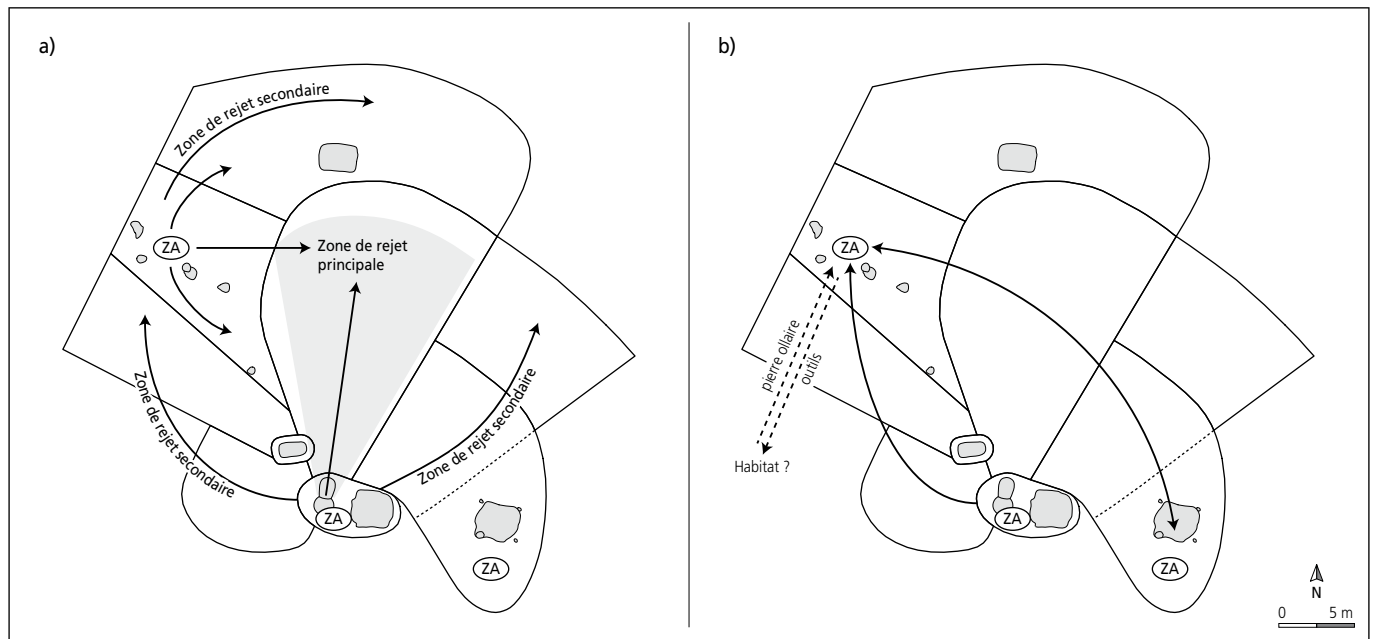


Fig. 171 Cheminement des déchets scorifiés (premier axe de travail) et liaisons entre les zones d'activité ou avec l'habitat supposé (second axe de travail).

déchets ont disparu et que la masse de rebuts engendrée par une seule chauffe n'est pas connue, la quantité globale de production et le nombre d'opérations de réduction ne peuvent qu'être estimés (chap. 3.10).

A la différence de l'atelier de Boécourt-Les Boulies, celui de Lai Coiratte ne se limite pas à la phase productive, mais connaît également la transformation du métal, la fabrication d'objets métalliques et, vraisemblablement par extension, la réparation d'outils et le recyclage de métal usagé. La présence d'objets usuels sans lien direct avec l'activité sidérurgique – tels que récipients en pierre ollaire, poteries à boire et à cuire, ustensiles métalliques à vocation domestique (couteaux) – témoigne que les artisans se sont restaurés sur place durant leurs journées de travail. En revanche, rien ne permet d'affirmer que ces mêmes artisans ont vécu périodiquement sur place (espace pour dormir, etc.). Dans le même ordre d'idées, le rythme d'utilisation de l'atelier nous échappe.

3.14.4.4 Synthèse archéologique

Emmanuelle Evéquo et Ludwig Eschenlohr

Les analyses archéobotanique et archéozoologique complètent la perception du site amenée par l'étude des structures et du mobilier associé.

Les restes archéobotaniques attribués à un groupe écologique proviennent à 89% de fond de cabane ou fosse, seule structure dont la fonction détritique est avérée. Ils font état d'une large prépondérance des plantes cultivées et de leurs adventives. Le solde de 11%, issu de six autres aménagements, ne fait que confirmer cette tendance (fig. 172). Ceci laisse présager non seulement de la consommation de repas sur place – fait également attesté par le mobilier archéologique – mais avant tout de la présence de champs cultivés non loin de l'atelier.

L'ensemble des restes archéozoologiques démontre la quasi-exclusivité de la faune domestique et surtout d'élevage (porc, bœuf, caprinés, poule et chien); une écaille de poisson fait exception. La surreprésentation des parties non charnues (tête, pattes et autopodes) est à mettre en relation avec le dépeçage des carcasses et les parties consommées rapidement. Ce qui apporte un indice quant à la présence d'animaux de ferme à proximité de l'atelier.

Ces informations conjuguées aux données apportées par la répartition spatiale du mobilier tendent à confirmer l'existence présumée d'une zone d'habitat toute proche et en lien direct avec cet atelier.

3.14.4.5 L'atelier sidérurgique dans son contexte régional

L'emplacement de ce type d'atelier est souvent dicté par la proximité des matières premières, fait corroboré, à Lai Coiratte, par les constats suivants :

- les affleurements de minerai de fer les plus proches devaient se trouver au pied septentrional de la chaîne du Lomont, à quelque 500 m au sud du site¹⁴⁰;
- les analyses anthracologiques ont révélé que l'essence la plus utilisée est le chêne (65%), essence prédominante dans le Jura en dessous de 550 m (altitude du site, env. 460 m);
- les avis divergent quant à la nécessité de se trouver à proximité d'un cours d'eau, ce qui constitue néanmoins un avantage pour une telle installation.

Au Haut Moyen Age dans le district sidérurgique du Jura central suisse, les forges se trouvent à proximité d'un habitat représentant la clientèle potentielle pour l'artisan. Les études ci-dessus ont démontré que si le métal était produit et nettoyé sur place, seule une faible partie y était transformée en objets finis. Ceci soulève la question de l'acheminement du métal nettoyé vers un autre atelier proche, en vue de son forgeage final. Un éventuel habitat limitrophe pourrait être l'une des destinations possibles.

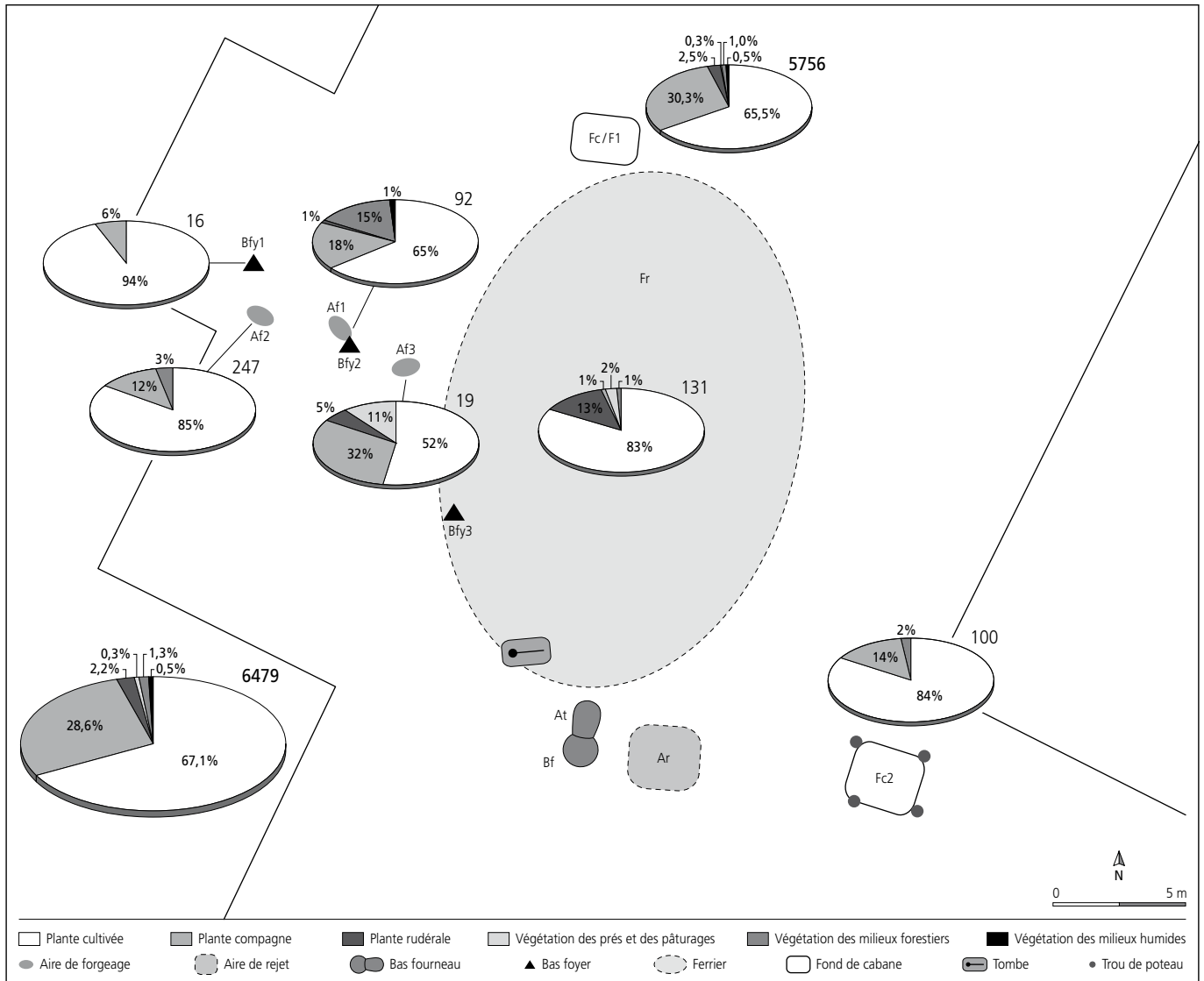


Fig. 172 Proportion des groupes écologiques par aménagement échantillonné.

A Lai Coiratte, celui-ci est pressenti par plusieurs indices (répartition spatiale des outils destinés à l'artisanat domestique et récipients en pierre ollaire, prolongement du niveau archéologique) sur le flanc ouest de l'emprise (fig. 171b). Un transfert dans le hameau voisin de Courtedoux-Creugenat n'est pas pour autant exclu (Deslex et al., à paraître).

En outre, il convient de relever que l'atelier métallurgique de Lai Coiratte constitue le premier témoin, en Ajoie, de cette activité artisanale au Haut Moyen Age, plus particulièrement en ce qui concerne la production de fer. De plus, fait remarquable, l'ensemble de la chaîne opératoire est attestée sur le site. Même si la position des ateliers ajoulots par rapport au district sidérurgique du Haut Moyen Age dans le Jura paraît excentrée, il n'en demeure pas moins que la découverte de Lai Coiratte ouvre de nouvelles perspectives quant à la compréhension du rôle joué par l'Ajoie dans ce domaine. Ce site s'inscrit de manière cohérente dans la suite des observations effectuées sur l'ensemble du district jurassien, et en particulier à Boécourt-Les Boulies. Sa taille semble être en effet similaire à celle de des Boulies et le volume de déchets

estimé correspond à celui généralement calculé pour les ateliers de production de cette époque. En revanche, comparativement à Boécourt, le rendement du bas fourneau de Lai Coiratte semble nettement supérieur (50% au lieu 30%, chap. 3.8.7). Ce résultat demande à être confirmé par des études complémentaires et à venir, notamment pour Boécourt-Les Boulies (Eschenlohr et Senn, à paraître).

En dernier lieu, les contraintes techniques, ainsi que les liens spatiaux avec un habitat et des voies de communication constituent les principaux critères dans un réseau d'échanges à l'échelle régionale. Les groupes d'inhumations proches d'En Vaillard et de Combe Varu pourraient s'intégrer dans ce tableau (chap. 7). En revanche, la nature du lien potentiel avec l'habitat voisin de Courtedoux-Creugenat n'est pas évidente: sur le plan technologique, la forge de ce dernier site et l'atelier de Lai Coiratte semblent se différencier. En ce qui concerne l'établissement de Porrentruy-La Rasse (habitat) et celui du Voyeboeuf (atelier de forge?), aucune hypothèse, hormis une probable contemporanéité, ne peut être avancée pour l'instant.

Notes

- 1 Géomagnétisme: méthode de prospection géophysique.
- 2 Cours d'eau souterrain qui resurgit régulièrement en période d'importante pluviosité.
- 3 Argiles «granulométriques» (méthode classique) = silts fins (méthode Malvern).
- 4 «Coffrage: contenant statique du corps, *complet* ou *incomplet*, (...) dont les éléments (côtés, fond, couvercle) sont immobilisés par appui les uns sur les autres ainsi que par un bourrage de terre ou des calages (pierres, galets, tuiles, matériaux divers) entre eux et les parois de la fosse.» (Colardelle 1996a, p. 306).
- 5 La simultanéité est souvent difficile à démontrer, en particulier dans le cas de découvertes anciennes et de tombes perturbées. Elles peuvent alors être confondues avec des sépultures juxtaposées ou superposées.
- 6 «Habillé: type d'inhumation dans lequel le corps est habillé, ce qui ne peut être démontré en général que si l'on trouve des accessoires de l'habillement, des parures et des armes le cas échéant, en position fonctionnelle par rapport au squelette.» (Colardelle 1996, p. 307).
- 7 Terme utilisé au sens large pour désigner l'ensemble des alliages cuivreux, indépendamment de leur composition.
- 8 En raison de la découverte de cet objet en lien avec un squelette masculin, les hypothèses de son utilisation comme serre-nattes (Escher 2005, p. 289) ou anneau de coiffe (Martin 1988) semble devoir être abandonnée. Relevons également qu'István Bóna (2002) désigne systématiquement cet objet par le terme, serre-natte, autant pour les sépultures féminines que masculines. Toutefois cet accessoire de parure est systématiquement positionné à proximité de l'oreille gauche. Par ailleurs, morphologiquement les boucles d'oreilles et les serres-nattes en forme de croissant sont identiques.
- 9 Perceptible par une position d'inhumation hors norme: décubitus ventral, corps entravé par un bloc de pierre, enclouage du crâne, mutilation du corps *post* ou *ante mortem*, etc. (Simmer 1988, p. 139-149).
- 10 Ces définitions de base sont développées dans Eschenlohr et al. 2007 (chap. 2.1); c'est dans cet ouvrage que le lecteur trouvera également une illustration de la chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne, filière directe (fig. 5).
- 11 Les essais menés dans le Jura, sous la responsabilité scientifique de L. Eschenlohr et d'après un modèle de bas fourneau datant de cette époque, ont permis d'obtenir du fer ou de l'acier dans une fourchette de température oscillant entre 800 et 1200 °C environ (GAF 2005).
- 12 Ces relevés ont été effectués sous la direction du responsable du projet de l'époque, S. Saltel, et sous la conduite scientifique de L. Eschenlohr, avec la collaboration de R. Oth et L. Schwab. Outre un enregistrement informatique, toutes les mesures ont été consignées dans un carnet comportant également les informations indispensables comme le jour et l'heure des relevés. C'est ce dernier qui fait défaut et empêche de recalculer les données brutes en fonction des variations journalières du champ magnétique terrestre.
- 13 Le relevé par gradiomètre s'effectue à l'aide de deux capteurs distants d'un mètre environ. On tient compte de la différence de mesure de chaque capteur, ce qui permet de faire abstraction des variations diurnes du champ magnétique terrestre.
- 14 Un peu plus de 220 fragments d'un poids de 1 g (ou moins) ont été écartés de la quantification.
- 15 Il s'agit du premier cas avéré de réduction altomédiévale au cœur de l'Ajoie.
- 16 <http://www-geol.unine.ch/GEOMAGNETISME>
- 17 La «statistique de Fisher» permet d'estimer la direction moyenne d'un groupe d'échantillons et la précision de cette direction. L'angle α_{95} est le demi-angle d'un cône, construit autour de la direction moyenne calculée, dans lequel la probabilité de trouver la direction moyenne vraie est de 95%. Une valeur de seulement quelques degrés correspond à de bonnes données. Le paramètre k mesure la dispersion des directions individuelles; plus sa valeur est grande, moins il y a de dispersion autour de la direction moyenne calculée.
- 18 Procédé standardisé utilisé au Département de géosciences de l'Université de Fribourg (Schneider et al. 1989, p. 7-39).
- 19 Grâce à l'état de conservation des deux appareils de Boécourt-Les Boulies, les différences de l'impact de chaleur dans le fond d'un bas fourneau sont bien connues (Eschenlohr et Serneels 1991).
- 20 Après étude, r regroupe r1, r2, r3 et r4. Faute de temps, ce regroupement n'a pas été répercuté sur les informations concernant l'insertion stratigraphique du mobilier (voir catalogue).
- 21 Göran Possnert, Uppsala University, Tandem Laboratory, Box 533, S-751 21 Uppsala, Sweden.
- 22 Idem.
- 23 Eschenlohr et al. 2007, p. 61-62. Par souci de cohérence, nous utilisons à présent les termes «riche en fer» et «gromp» de manière équivalente. En effet, dans un processus de transformation continu à partir d'une éponge brute jusqu'à un objet fini, que ces scories soient issues de la phase de réduction ou de celle de postréduction, c'est le degré d'élaboration de la partie métallique contenue dans ces déchets qui fait la différence.
- 24 Déjà reconnu dans l'atelier sidérurgique de Boécourt-Les Boulies, grâce à leur répartition spatiale et leur caractérisation analytique (Eschenlohr et Serneels 1991, p. 83-84 et 93).
- 25 Ce qui implique nécessairement qu'elle soit coupée et étudiée du point de vue métallographique.
- 26 Ce qui n'est, à notre connaissance, pas fréquent.
- 27 Nous en tenons pour preuve le nombre très élevé de remontages effectués, en particulier parmi les scories coulées (chap. 3.14.1).
- 28 Minerai: roche riche en oxyde de fer (ou une autre matière première) dont l'exploitation est jugée intéressante du point de vue économique, à l'époque de l'existence des vestiges étudiés (GSAF 1997, p. 71).
- 29 Les concrétions naturelles qui ne contiennent pas ou trop peu d'oxydes de fer (env. 630 g), ainsi que les pièces dont le poids ne dépasse pas 1 g (au nombre de 34) ont été retranchées du poids total initial de 4,4 kg.
- 30 Pour plus de détails concernant ce minerai sidérolithique, voir Eschenlohr et Serneels 1991, chap. 3.2.2.
- 31 Les analyses de minerai effectuées au CAM à Lausanne ont démontré, dans le cas des pisolithes, qu'il s'agit essentiellement de H₂O (Eschenlohr 2001, p. 191-192).
- 32 A Courtedoux-Creugenat, un type similaire de ce minerai potentiel a fait l'objet d'une étude plus approfondie qu'il ne convient donc pas de reprendre ici. C'est pour cette raison que le lecteur est renvoyé à cet ouvrage en cours d'élaboration (Deslex et al., à paraître).
- 33 La problématique de l'approvisionnement ne peut apparemment pas être la raison, si l'on tient également compte des quantités de concrétions à prédominance minérale de magnétite retrouvées sur le site voisin de Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître).
- 34 Les trois pisolithes analysées et déterminées comme grillées affichent une aimantation moyenne.
- 35 Le rapport Si/Al de ce minerai étant de 5,5, il n'existe aucun matériau qui assurerait un apport suffisant en Al pour atteindre le rapport Si/Al mesuré dans les scories coulées SGD qui est de 1,8.
- 36 GHMR 2003, p. 30. Auguste Quiquerez en parle également dans un bref article (Quiquerez 1866).
- 37 Même au Haut Moyen Age, on trouve encore des concentrations de charbon dans l'horizon lié à l'utilisation de ces ateliers.
- 38 Les analyses anthracologiques ont été effectuées par Angela Schlumbaum à l'IPNA, Université de Bâle.
- 39 Cette affirmation est fondée sur un constat similaire fait lors de l'étude anthracologique étendue portant sur l'ensemble du district sidérurgique du Jura (Eschenlohr 2001, chap. 2.2.2).
- 40 Rappelons qu'une pièce sur cinq n'a pas été attribuée à une étape opératoire, soit 11 % des pièces en poids.
- 41 Soulignons qu'il ne s'agit aucunement de procéder à une chronotypologie des scories, mais plutôt d'observer la composition typique de ces déchets et surtout leur association à travers les époques et les étapes technologiques.
- 42 Ce constat d'incompatibilité des données disponibles et donc des difficiles comparaisons a déjà été dressé lors de l'étude portant sur l'ensemble du district sidérurgique du Jura central suisse (Eschenlohr 2001, chap. 8.2.5).
- 43 La présence de cette cuvette est attestée pour les bas fourneaux de Boécourt-Les Boulies.
- 44 Une telle différence de morphologie des scories coulées peut également être due à un déroulement différentiel de l'opération de réduction: autre température dans le fourneau, autre degré de fluidité des scories au moment de l'écoulement, etc.
- 45 Outre l'exemple de Boécourt-Les Boulies (Eschenlohr et Serneels 1991, chap. 5.4, p. 71 et suiv.), on citera celui de Corcelles-La Creuse (Eschenlohr 2001, chap. 5.3 et fig. 93 et 94). Ces deux cas marquants peuvent être complétés par les observations faites sur quelques ferriers datant assurément ou probablement de la même époque.

- 46 Faute de temps, cette hypothèse n'a pas pu être vérifiée: la localisation de plus d'un tiers de ces fragments dans la zone d'activité de forge, où sont situés les bas foyers, plaide cependant en faveur de cette idée.
- 47 A Boécourt, près de cent fragments pèsent en moyenne un peu plus de 450 g et 60 % de ces pièces montrent du matériau sableux adhérent, contre une seule à Lai Coiratte.
- 48 A Boécourt, ces analyses ont été effectuées sur des zones aussi homogènes que possible, en excluant les éléments de paroi sablo-argileuse attachés à beaucoup de pièces.
- 49 Ce qui n'a pas été possible tant pour des raisons de temps que pour des raisons financières.
- 50 Ceci d'autant plus qu'à Develier-Courtételle il n'y avait aucune trace de production de fer.
- 51 A l'exception de quelques petites calottes avec traces de charbon qui constituent 11 % de ce type à Develier-Courtételle, en partant d'un poids moyen de 290 g, ce qui correspond au rapport en poids de 0,6 qu'affichent en moyenne les calottes de Lai Coiratte par rapport à celles de Develier-Courtételle (chap. 3.9.1.1).
- 52 Outre le fait qu'un choix a été opéré pour les analyses à effectuer en fonction du temps et des moyens disponibles.
- 53 Nous avons effectué en novembre 2009 une première investigation des déchets ou calottes du type SAS dans les corpus gallo-romains de Porrentruy-La Perche, Alle-Noir Bois et Alle-Les Aiges. Ceci nous permet de classifier en connaissance de cause les déchets similaires évoqués ici.
- 54 En excluant les deux grandes pièces largement hors plage des 20 autres calottes avec vitrification, le poids moyen estimé de cette catégorie diminue de près de 40 % (191 g au lieu de 315 g); il en va de même pour le poids moyen réel: diminution de 41 % (161 g au lieu de 275 g). L'impact des quelques pièces «aberrantes» sur les valeurs moyennes est bien plus important à Lai Coiratte qu'il ne l'était à Develier-Courtételle; ceci découle du fait que le nombre d'individus est beaucoup plus petit dans l'atelier ajoulot (110 contre 1172 pièces).
- 55 On obtient 5 g pour les calottes avec vitrification, 4 g pour les aplaties et les circulaires, 2 g pour les déchiquetées.
- 56 La leucite est un silicate de potassium et d'alumine ($KAlSi_3O_8$).
- 57 Ces analyses sont en cours et seront présentées ultérieurement dans le cadre d'études complémentaires se rapportant aux sites du Haut Moyen Age en lien avec la sidérurgie ancienne (Eschenlohr et Senn, à paraître).
- 58 Je tiens à remercier ici Ludwig Eschenlohr, Vincent Friedli, Marianne Senn à l'Empa et Alexandre Pietrzykowski au Musée du Fer de Vallorbe, pour leurs conseils avisés et leur aide dans l'identification du matériel étudié.
- 59 Chute: morceau de fer coupé en cours de forgeage et laissé de côté (Anderson et al. 2003, p. 105).
- 60 Nous tenons à ce propos à remercier Alexandre Pietrzykowski, forgeron au Musée du Fer de Vallorbe, pour ses précieuses informations à propos de plusieurs pièces d'identification problématique.
- 61 Les quantités de battitures semblent aussi importantes en comparaison avec celles relevées dans et autour des vestiges liés à la métallurgie dans le hameau médiéval de Develier-Courtételle (Eschenlohr et al. 2007, p. 66, 151-152).
- 62 En guise d'exemple, les fragments de paroi provenant de la zone d'activité de forge seraient alors plutôt attribués à la phase de postréduction, donc interprétés comme paroi de bas foyer. Par la suite, on pourrait être amené à vouloir prouver la présence de bas foyers dans la zone d'activité de forge en raison de la fréquente présence de parois de bas foyer!
- 63 Il en va de même pour plus de 3 kg ou 360 fragments de paroi trouvés dans la zone du ferrier. Un certain nombre de pièces aurait pu être réattribuées à l'une ou l'autre étape lors d'une seconde phase de classification: par manque de temps, nous avons toutefois limité cette réattribution aux 34 pièces pesant plus que 50 g.
- 64 Le pourcentage moyen en SiO_2 est en effet identique dans les deux types de paroi: plus ou moins 68 %.
- 65 Analyses effectuées par Angela Schlumbaum, IPNA Bâle.
- 66 Par exemple, à Develier-Courtételle, où le sapin blanc prédomine avec 61 % (Eschenlohr et al. 2007, p. 141).
- 67 La très faible quantité de charbon de bois récupérée dans cette structure, ainsi que la température atteinte lors de la combustion (chap. 3.6.1.2), renforcent ce constat.
- 68 Paradoxalement, la taille limitée du corpus étudié a notamment permis d'effectuer des remontages et d'étudier la répartition spatiale des déchets, ce qui n'aurait pas été possible si le corpus avait été nettement plus grand. Tel fut aussi le cas à Boécourt-Les Boulies.
- 69 Si plus de 90 % des scories coulées ont disparu, il est raisonnable de penser qu'au moins la moitié des calottes a disparu.
- 70 La petite taille du corpus permet d'être affirmatif: l'absence de ces pièces n'est pas imputable au fait qu'elles n'ont pas été décelées dans le corpus, mais bien parce qu'elles ne s'y trouvent pas (ou du moins plus).
- 71 Ces interprétations sont cohérentes mais sujettes à caution: on ne sait pas si l'absence de certaines catégories de déchets est bien réelle ou due à un mauvais état de conservation, ou encore au fait que certaines zones n'ont pas été fouillées. Cette problématique est propre à Lai Coiratte et différencie ce site de celui de Develier-Courtételle où la masse de déchets conservée a permis d'interpréter sans restriction les résultats.
- 72 Cette observation nous a incité à indiquer les tailles standardisées des calottes par un cercle pointillé (chap. 3.9.1.2 à 3.9.1.14).
- 73 Moins d'une calotte sur cinq (18,8%) comporte des traces de paroi de bas foyer; cette proportion est similaire à celle observée à Develier-Courtételle (19,8%).
- 74 Une étude menée en Carinthie (A) tend à démontrer qu'il est possible d'établir un lien entre les dimensions des calottes et la taille du bas foyer (Cech et Walach 1998).
- 75 Pièce amovible en terre cuite disposée dans la paroi du bas fourneau pour la ventilation naturelle ou un tirage artificiel.
- 76 Toutefois cette particularité ne semble apparaître qu'à partir du Plein ou de Bas Moyen Age.
- 77 Etude en cours d'élaboration (Eschenlohr et Senn, à paraître).
- 78 Ont été écartés du corpus tous les tessons dont le poids est inférieur à 1 g, hors structure et non rattachables à d'autres tessons.
- 79 Atelier d'Oberwil-Lange Gasse (Châtelet 2004), atelier de Reinach-Alte Brauerei (Tauber 1988; Marti 2000B, p. 229-238), atelier de Therwil-Baumgartenweg (Marti 2000B, p. 268-269).
- 80 Le taux de céramique fine pourrait fournir une indication du degré de romanisation (Marti et al. 2006, p. 44).
- 81 Fort recul des pourcentages de céramique fine dans la région au cours du 7^e siècle (Marti et al. 2006, p. 44).
- 82 Marti et al. 2006, fig. 48. Le calcul du taux utilisé pour la comparaison n'étant pas explicite, il s'agit d'ordres de grandeur.
- 83 Appelée le «service bistre» (Faure-Boucharlat 2001, p. 67).
- 84 Deslex et al., à paraître; Marti et al. 2006. Dans ces ouvrages, la céramique provenant de la région de Sevrey est intégrée dans le groupe des céramiques orange.
- 85 Mani 2005, et données non publiées du Laboratoire de céramologie de Lyon fournies par Valérie Thirion-Merle, CNRS, UMR 5138.
- 86 Structure de dissolution du feldspath potassique.
- 87 Analyses effectuées au Laboratoire de céramologie de Lyon par Valérie Thirion-Merle.
- 88 Il est à noter en particulier que les rapports CaO/Sr et CaO/MgO changent dans les pièces de Chevenez-Lai Coiratte dont les teneurs en CaO dépassent celles des références. Cette différence peut s'expliquer soit par un autre matériau soit par des changements secondaires. Compte tenu de l'enrichissement en P_2O_5 , clairement identifiable comme une altération secondaire, les autres variations sont également interprétées comme survenues durant l'enfouissement.
- 89 Révélés comme caractéristiques grâce aux comparaisons avec d'autres céramiques orange, effectuées lors des études de Develier-Courtételle et de Courtedoux-Creugenat.
- 90 Conscientes de cette marge d'erreur, nous n'avons pas explicitement séparé la pâte 3c1 des autres céramiques à pâte 3c lors de la publication de Develier-Courtételle.
- 91 Afin de faciliter les comparaisons à l'échelle régionale, nous avons suivi la typologie proposée dans Marti et al. 2006.
- 92 Pâte fine sableuse fumigée très différente de l'exemplaire de Chevenez (Marti 2000, pl. 188.19).
- 93 Par exemple à Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, p. 50).
- 94 Cette nécropole n'a pas encore été publiée et ces récipients ne sont pas reproduits. Pour la nécropole dans son ensemble, voir Périn 1995, p. 232-233; Pioux 1991; Bourgogne médiévale 1987, notices 55-73.
- 95 Leuch-Bartels 2007, fig. 25.19-20; la référence à Gross 1991, fig. 1 sur laquelle elle se base n'est pas claire.
- 96 Faure-Boucharlat 2001, p. 75. Renvoi à Lenoble 2000.

- 97 Bayard et Thouvenot 1993, fig. 7, surtout cruche 4776-3.
- 98 Pot à lèvres rentrante en pâte claire du 7^e siècle, trouvé à Altlussheim (Rhein-Neckar, D; Gross 1991, pl. 22.15).
- 99 Ce sous-groupe correspond à celui défini macroscopiquement à Courtedoux-Creugenat et non au sous-groupe hétérogène décrit chimiquement et pétrographiquement à Develier-Courtételle (Marti et al., 2006, fig. 24).
- 100 Demarez 2003, fig. 10.8, également du sous-groupe 3h d'après vérification visuelle.
- 101 La granulation des exemplaires gallo-romains ne se poursuit pas systématiquement au Haut Moyen Age, mais il y a beaucoup d'exceptions aux 6^e-7^e siècles. Par exemple les deux mortiers de Kaiseraugst-Adler (Marti 2000, pl. 44.21, 57.16), ceux de La Saulotte (Aube, F), datés entre le milieu du 7^e et le milieu du 8^e siècle, où les trois mortiers à pâte rose et marron-rouge à l'extérieur sont dotés d'une granulation volontaire (Georges-Leroy et Lenoble 1993, fig. 3.6-8), ou encore ceux de Goudelancourt (Aisne, F; Bayard 1994, fig. 4). La granulation disparaît à partir du 7^e siècle, mais il s'agit alors plutôt d'écuelles (Hussong 1936, annexe 1).
- 102 Bayard 1994, p. 70 et fig. 4 à propos des mortiers de Goudelancourt (Aisne, F).
- 103 Marti et al. 2006, p. 63. Gross fixait la fin des mortiers après la période carolingienne (Gross 1990, p. 210, reprend Hussong 1936).
- 104 Marti et al. 2006, p. 63, mortier de Lausen-Bettenach (Marti 2002, fig. 4.2).
- 105 Develier-Courtételle types E3a et b, ne sont attestés qu'en pâte orange 3c (Marti et al. 2006, p. 63); les pièces de Trévoux (première moitié 6^e siècle) sont en pâte oxydée, de même que ceux de l'Aube entre le milieu du 6^e et la fin du 7^e siècle (Lenoble 2000, fig. 5.4,6), ou encore les mortiers de la région de Sevrey qui n'existent qu'en pâte orange.
- 106 Ce récipient a sans doute été classé parmi les terrines : on ne peut pas savoir s'il possédait une granulation interne, puisque la panse n'est pas conservée (Baudoux et Schweitzer 1995, fig. 7.83).
- 107 Mortier à collerette avec lèvres cannelée en céramique rugueuse, mais sans bourrelet externe, D=31 cm (Marti 1996, fig. 6.55).
- 108 Le sous-groupe 1c1 n'était pas encore identifié à Develier-Courtételle où le sous-groupe 1c regroupe l'ensemble des pâtes fines moyennes, de même que les subdivisions 3c1 et 3c2 qui n'étaient pas encore caractérisées à Develier-Courtételle. Le sous-groupe 3h n'existe pas sous cette dénomination à Develier-Courtételle mais équivaut aux regroupements des sous-groupes 3d et 3e. Enfin, les sous-groupes 6.1, 6.2 et 6.3 n'ont été définis qu'à Courtedoux-Creugenat, les pâtes exotiques étant regroupées dans le groupe 6 sur les deux autres sites.
- 109 Cette donnée ne figure pas dans l'étude (Marti et al. 2006) car, à l'époque, la caractérisation macroscopique n'était pas encore au point. Elle a été réalisée ultérieurement par les soussignées sur la base des acquis du site de Chevenez.
- 110 Pour soutenir cet argument, mentionnons la répartition très hétérogène de cette céramique à Develier-Courtételle (forte concentration dans la ferme 6, relativement forte dans la ferme 4-couche archéologique, sinon proportions plutôt faibles).
- 111 L'examen macroscopique des tranches permet une qualification souvent suffisante pour les amphores vinaires italiques (Thierrin-Michael 2003). En outre, l'identification macroscopique est confortée par la comparaison avec les pièces analysées de Chevenez-Combe Varu autres que le bord Dressel 1A d'un atelier inconnu (Deslex et al. 2010, chap. 4.5.2.4).
- 112 Variété de feldspath potassique volcanique, identifiable par sa forme parallélépipédique et sa transparence.
- 113 Inclusions prismatiques d'un noir très soutenu.
- 114 Communication orale de G. Thierrin-Michael.
- 115 CHE 001/2100 CO, CHE 001/2101 CO et CHE 001/2102 CO.
- 116 Thierrin-Michael 2007. Le vin de la côte tyrrhénienne transporté dans des amphores produites sur place aurait été livré à Bâle, centre de consommation, via les vallées du Rhône, de la Saône et du Doubs.
- 117 Il doit cependant y avoir eu plusieurs ateliers différents dispersés dans la région entre Mandeure, Porrentruy et Kembs (Demarez, Thierrin-Michael et Galetti 1999; Viroulet et al. 2007).
- 118 L'étude des productions de la faïencerie de Cornol est en cours par l'auteure de ces lignes.
- 119 La dénomination des formes présentées dans cette étude est calquée sur la terminologie adoptée par D. Billoin (2003).
- 120 Communication orale de G. Thierrin-Michael; Lhemon Maëlle (thèse de doctorat, en préparation), *La vaisselle en pierre ollaire des époques romaine et médiévale en Suisse occidentale*, Vincent Serneels et Thierry Luginbühl (dir.).
- 121 Selon M. Aubry-Voirin (2008), des gisements de pierre ollaire ont été localisés dans le massif des Vosges; toutefois, au moment où nous rédigeons cette étude, aucun site d'extraction, aucune trace d'exploitation n'est connue pour cette région.
- 122 Marbode de Rennes *De Lapidibus: XLI. De Cristallo*. Trad. J. M. Riddle. Franz Steiner, Wiesbaden 1977, p. 77-78.
- 123 Lingotière: forme en terre cuite où l'artisan écoule le surplus de métal restant dans le creuset après le remplissage du ou des moules (Guillaumet 2003, p. 62).
- 124 Indication fournie par V. Friedli in Gonda 2003, p. 54.
- 125 Utilisations potentielles établies à partir de nombreux ouvrages. Aeschmann et Burdet 1989; Aichele et Schwegler 1978; Cardon 1990; Crosnier 1998; Ellenberg 1991; Fraser 1983/1996; Hegi 1908-1931; Körber-Grohne 1995; Landolt 1977; Lauber et Wagner 2000; Marinval 1988; Oberdorfer 1983; Pelt 1994; Thurzová 1976.
- 126 Je remercie pour leur disponibilité Julien Oppliger et Jacqueline Studer (Département d'archéozoologie du Muséum d'histoire naturelle de Genève).
- 127 Dont quatre dents isolées, un os carpal et huit des neuf phalanges déterminés pour cette structure creuse.
- 128 «Trois fragments d'os animaliers enfouis lors de l'inhumation des corps» (Evéquoq et al. 2008, p. 233).
- 129 Quelles que soient les espèces et les contextes, les côtes, et dans une moindre mesure les vertèbres, sont sous-représentées. Il s'agit d'un problème de conservation différentielle, lié à la plus grande fragilité intrinsèque de ces segments anatomiques. La prise en compte des données pondérales des vertèbres et des côtes non attribuées spécifiquement (non figurée ici), pour les catégories «grands et moyens mammifères» ou «restes indéterminés», ne suffit pas à contrebalancer ce déficit anatomique. Ce constat montre qu'un phénomène de détermination différentielle n'est pas en cause ici.
- 130 Rappelons qu'un seul reste de gibier a été mis au jour et qu'il n'est pas exclu qu'il soit attribuable au lapin, potentiellement fousseur et intrusif.
- 131 La notion d'atelier sidérurgique se fonde sur une association spécifique de vestiges comprenant des structures et du mobilier (y compris les déchets).
- 132 Le terme ferrier désigne généralement le rejet des scories coulées, rejet qui se présente sous la forme d'un amas. Dans le cas de Lai Coiratte, ce ferrier comporte également une partie non négligeable des déchets de postréduction.
- 133 ZA BF: zone d'activité du bas fourneau; Z FR: zone du ferrier; ZA F: zone d'activité des forges; ZR N: zone de rejet nord; ZR E: zone de rejet est; ZA SE: zone d'activité sud-est; ZR S: zone de rejet sud; ZR SW: zone de rejet sud-ouest; Z S: zone de la sépulture.
- 134 Dans les zones, la densité est calculé par superficie (m²); pour les structures liées à l'activité sidérurgique, elle est calculé par volume (m³), ceci est dû au fait que l'épaisseur moyenne de la couche archéologique par zone n'est pas connue.
- 135 L'essentiel du mobilier métallique pris en compte est composé d'objets ou de déchets en fer. De ce fait, s'il est question par la suite de mobilier métallique, il est entendu qu'il s'agit de celui en fer. L'aspect polymétallique sera évoqué dans la partie conclusive (chap. 3.14.3).
- 136 Les trois éléments de parure présents dans la sépulture constituent un ensemble en soi, chronologiquement distinct, et non comptabilisé dans les témoignages relatifs à la métallurgie du bronze.
- 137 La présence de gouttelettes de bronze dans au moins deux scories corrobore cette observation.
- 138 Au sein de la nécropole de Lavoye (Meuse, F), une des sépultures a été comblée avec du sédiment recueilli dans un atelier métallurgique gallo-romain situé en périphérie (Jouffroy 1974, p. 14).
- 139 51% de déchets scorifiés sont attribués à la postréduction, 21% à la réduction et 28% indéterminés.
- 140 Cette configuration a déjà amené Auguste Quiquerez (1866) à prospecter dans la région. Sa description reste toutefois assez imprécise et a, jusqu'à maintenant, empêché de localiser les sites mentionnés en Ajoie par cet érudit.

4 Le site de Chevez-Combe Varu

Jean Detrey et Vincent Friedli
avec des contributions de Mustapha Elyaqtine et Olivier Putelat

Le texte rédigé ici par les deux signataires expose les données nécessaires à la compréhension générale et à celle de la problématique archéologique du site. Cette présentation factuelle a été écrite pour l'essentiel en compilant les informations disponibles, en particulier les rapports Archéologie et Transjurane, documents internes de la Section d'archéologie et paléontologie rédigés sous la direction du responsable de l'intervention, Sébastien Saltel (Saltel et al. 2002 et 2003).

4.1 Situation des découvertes et positionnement stratigraphique

4.1.1 Localisation des structures

L'aire archéologique, au débouché du vallon de *Combe de Varu* sur la grande vallée sèche de la Haute Ajoie, a déjà livré les vestiges d'une petite occupation campaniforme et des traces d'habitat de la Tène finale (Deslex et al. 2006 et 2010).

Pour le Haut Moyen Age, de rares structures sont attribuables à cette période. Il s'agit pour l'essentiel de neuf tombes, auxquelles viennent s'ajouter une voie empierrée et un empierrément (fig. 173). La datation de ce chemin est très délicate (chap. 4.2.2), mais il est néanmoins nécessaire de le signaler dans la mesure où des sépultures ont été retrouvées au-dessous. L'empierrément, quant à lui, pose un problème d'interprétation (chap. 4.2.3).

4.1.2 Positionnement stratigraphique

Les analyses géologique, granulométrique et géochimique ont déjà été présentées dans les études consacrées aux occupations campaniformes et protohistoriques des combes de Chevez (Deslex et al. 2006; Braillard 2010). Ne seront reprises ici que les grandes lignes permettant de replacer rapidement les structures du Haut Moyen Age dans leur contexte, les données étant extraites des travaux de L. Braillard.

La stratigraphie a été découpée en cinq ensembles sédimentaires, mis en place à Combe En Vaillard et repris à Combe Varu (Braillard 2010, p. 26-31) :

- l'ensemble 1 qui correspond à l'horizon agricole labouré. Epais de 25 cm, il est composé de silts faiblement argileux bruns, humifères et décarbonatés;
- l'ensemble 2 qui présente des colluvions humifères sur les flancs du vallon et des alluvions fines carbonatées au fond de celui-ci. Ces dernières contiennent des oncoïdes fluviaux, témoignant d'une reprise de l'écoulement de surface. C'est dans cet ensemble sédimentaire qu'ont été creusées huit des neuf sépultures retrouvées sur le site;
- l'ensemble 3 qui présente les mêmes caractéristiques qu'à Combe En Vaillard avec des alluvions fines brun-gris humifères et riches en particules charbonneuses. Cet ensemble est à rattacher du point de vue chronologique à la Protohistoire voire déjà à la fin du Néolithique;
- l'ensemble 4 qui correspond à des niveaux silto-argileux déposés durant l'Holocène ancien voire le Tardiglaciaire;
- l'ensemble 5 qui est constitué de graviers fluviaux similaires à ceux rencontrés à Combe En Vaillard mais dont l'âge est plus ancien, et qui se sont principalement déposés durant le Glaciaire ancien weichsélien.

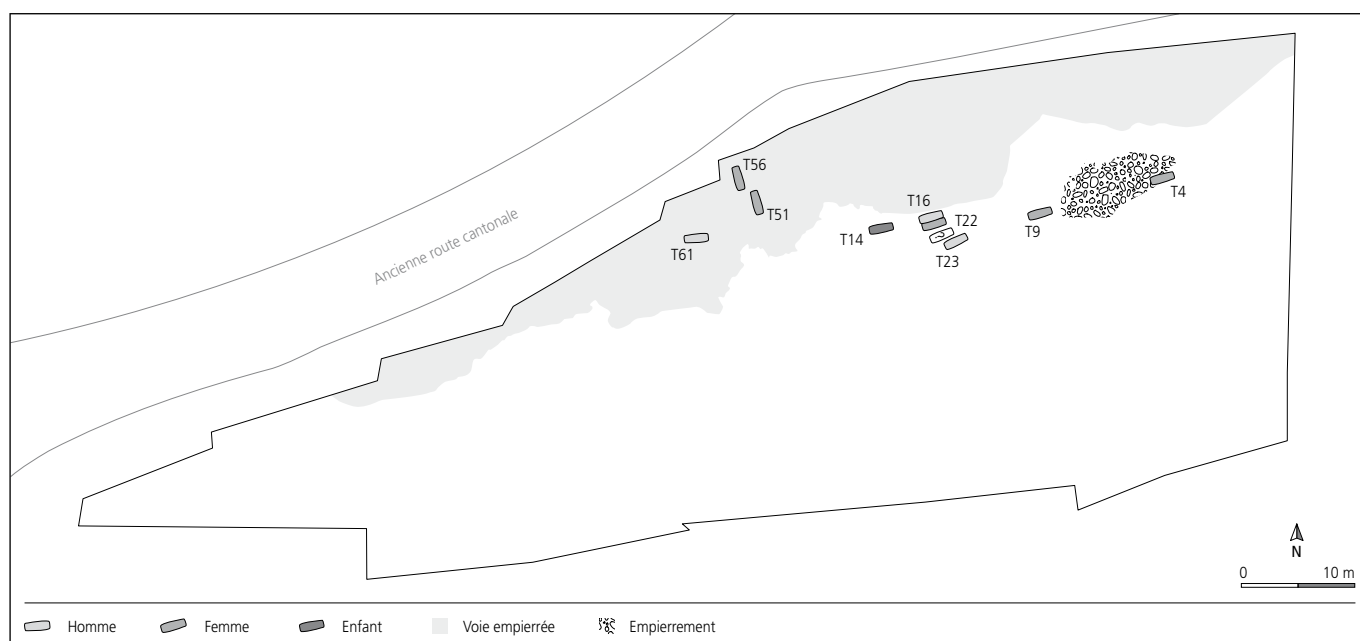


Fig. 173 Combe Varu. Localisation de la zone funéraire du Haut Moyen Age, de la voie empierrée courant le long de la bordure septentrionale de la zone fouillée et de l'empierrément plus à l'est.

4.2 Les structures

4.2.1 La zone funéraire

Six tombes ont été trouvées dans la partie est du site, dont deux à proximité de l'empierrement, et trois tombes dans la partie centrale, sous l'ancien chemin empierré. Toutes les fosses de ces sépultures présentent une orientation est/ouest sauf deux – situées sous le chemin – dont l'orientation est nord/sud.

Du fait de la limite de l'emprise de la zone fouillée, il est impossible de déterminer si l'extension nord de cette « zone funéraire » continue sous la route cantonale, mais elle ne continuait en tout cas pas au-delà.

D'une manière générale, peu d'éléments concernant les fosses de creusement des sépultures ont pu être observés, les différences sédimentaires entre l'encaissant et le remplissage étant peu voire pas du tout visibles. L'une des conséquences de cet état de fait lors du décapage à la pelle mécanique a été l'impossibilité de détecter la présence de sépulture avant l'apparition de fragments d'os. Cette situation explique les dommages subis par nombre de tombes lors des travaux de terrain (Saltel et al. 2002, p. 20).

La tombe 4 (fig. 174)

Description archéologique

La tombe est située dans la partie orientale du site, tout à l'est de l'empierrement, dans des niveaux supérieurs à celui-ci, cet empierrement s'inscrivant à la base de la couche 2.3.2. Aucune fosse de creusement ni aucune trace de contenant n'ont été observées. Une datation ^{14}C a donné un résultat de 690-970 cal AD à 2 sigma (fig. 230).

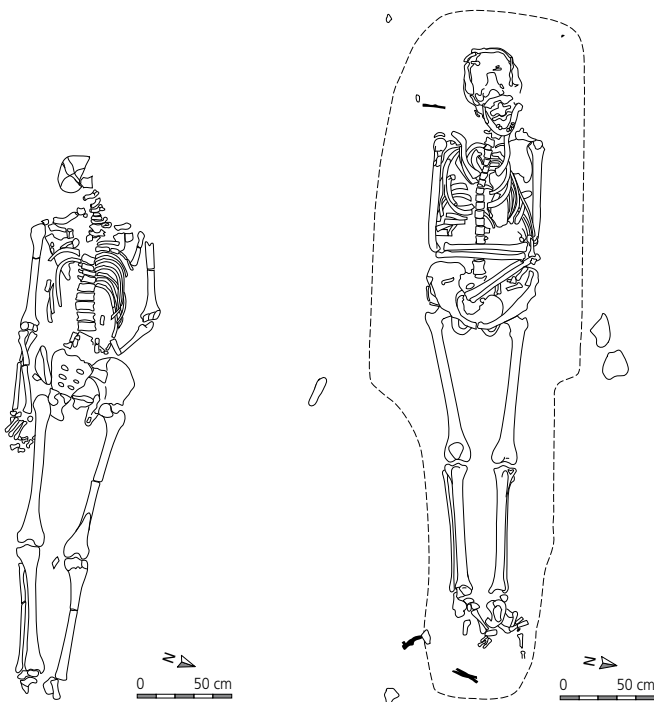


Fig. 174 La tombe 4. Plan.

Fig. 175 La tombe 9. Plan.

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Le défunt est un sujet adulte d'âge vraisemblablement inférieur à 30 ans et de sexe féminin. Sa stature est de 152,6 cm.

Il est en décubitus dorsal et orienté est/ouest, tête à l'ouest. La main droite est en pronation le long du corps, la gauche, également en pronation, repose sur la zone abdomen/bassin.

Il n'a pas été relevé d'indices ostéologiques étayant suffisamment une décomposition du cadavre en espace vide.

La tombe 9 (fig. 175)

Description archéologique

La tombe est située quelques mètres à l'ouest de la tombe 4, à l'extrémité ouest du même empierrement, mais en dehors de celui-ci. La sépulture est apparue dans la couche 2.3.2. La fosse de creusement devient progressivement de moins en moins nette vers la base de la structure. Les dimensions sont à peu près de 60x200 cm. Il est à relever la présence de six clous attestant un cercueil, mais aucune trace de bois n'a été relevée. Une datation ^{14}C a donné un résultat de 650-950 cal AD à 2 sigma (fig. 230).

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Il s'agit de la tombe d'un sujet adulte de sexe féminin qui devait être relativement âgé. Sa stature est de 155,1 cm.

Il est inhumé en décubitus dorsal et orienté est/ouest, tête à l'ouest. Les mains sont en pronation sur la région gauche de l'abdomen, en partie sur le coude gauche pour la droite et sur la partie droite du bassin pour la gauche.

L'ostéologie atteste une décomposition du cadavre en espace vide.

La tombe 14 (fig. 176)

Description archéologique

La tombe est située au sud de la voie empierrée, à proximité des tombes 16, 22 et 23, à l'ouest de ces dernières. Les limites de la fosse ne sont pas visibles. Une datation ^{14}C a donné un résultat de 680-900 cal AD à 2 sigma (fig. 230).

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Le défunt est un enfant de 6 ans \pm 24 mois, inhumé en décubitus dorsal et orienté est/ouest, tête à l'ouest.

Certaines observations ostéologiques seraient compatibles avec une décomposition du cadavre en espace vide mais elles restent ténues.

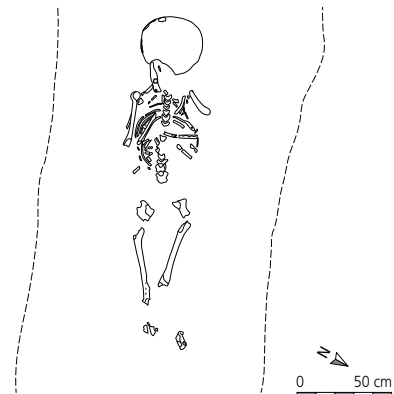


Fig. 176 La tombe 14. Plan.

La tombe 16 (fig. 177)

Description archéologique

La tombe est située au sud de la voie empierrée, entre la tombe 14 à l'ouest et la tombe 9 à l'est. Elle est implantée dans la couche 2.3. Une pierre est localisée à proximité de la jambe droite du sujet 4. Deux datations ¹⁴C ont été réalisées, l'une sur le sujet 4 qui a donné un résultat de 770-1020 cal AD, l'autre sur le sujet 5 qui a donné un résultat de 550-690 cal AD (fig. 230).

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Cette tombe a livré deux squelettes d'adultes. Le sujet 4, en place, est un homme d'âge avancé et ayant une stature de 166,6 cm. Le sujet 5 est une femme de taille indéterminée. Ayant fait l'objet d'une réduction de corps après la décomposition de toutes ses contentions articulaires, son squelette est en grande partie disloqué. Les deux sujets ont été déposés en décubitus dorsal et orientés est/ouest, tête à l'ouest.

La tombe 22 (fig. 178)

Description archéologique

La tombe située à près de 1 m au sud de la 16. Elle est implantée dans la couche 2.3. La fosse de creusement n'est pas visible. Une datation ¹⁴C a donné un résultat de 610-780 cal AD à 2 sigma (fig. 230).

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Le défunt est un sujet adulte probablement d'un âge avancé et de sexe indéterminé. Sa stature est de 165 cm. Il repose en décubitus dorsal orienté est/ouest, tête à l'ouest. Les mains sont en pronation, la droite repose sur le thorax et la gauche sur le bassin. Des indices ostéologiques en faveur d'une décomposition en espace vide sont relevés.

La tombe 23 (fig. 179)

Description archéologique

La tombe est située au sud de la tombe 22, pratiquement accolée à cette dernière. Elle est implantée dans la couche 2.3. Les limites d'un éventuel contenant ne sont pas visibles. Une datation ¹⁴C a donné un résultat de 770-990 cal AD à 2 sigma (fig. 230).

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Le défunt est un adolescent de la classe d'âge 15-19 ans, plus proche des 15 ans, et de sexe masculin. Il est inhumé en décubitus dorsal et orienté est/ouest, tête à l'ouest. La décomposition du cadavre en espace vide est établie par l'ostéologie.

La tombe 51 (fig. 180)

Description archéologique

La tombe est située sous la voie empierrée. Aucune fosse de creusement, aucune trace de contenant, ni aucun clou n'ont été observés. Une datation ¹⁴C a été réalisée qui a donné un résultat de 640-870 cal AD (fig. 230).

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

C'est la tombe d'un sujet adulte de sexe féminin, décédé probablement à un âge inférieur ou égal à 30 ans. Sa stature est de 163,4 cm. Le corps est placé en décubitus dorsal et orienté nord/sud, tête au nord. Des indices ostéologiques attestent la décomposition du cadavre en espace vide.

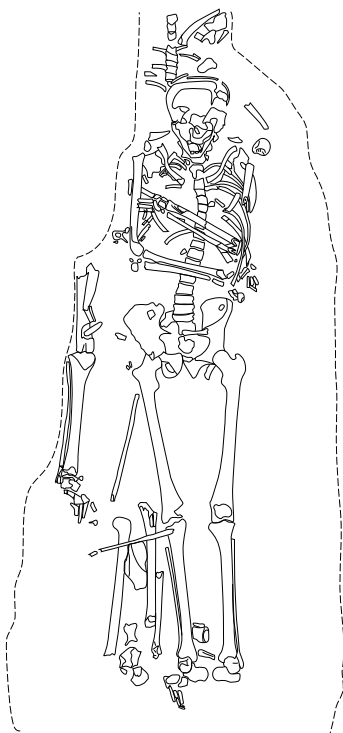


Fig. 177 La tombe 16. Plan.

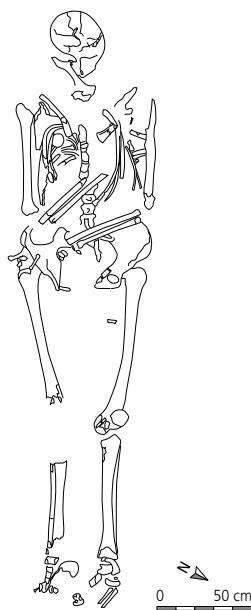


Fig. 178 La tombe 22. Plan.

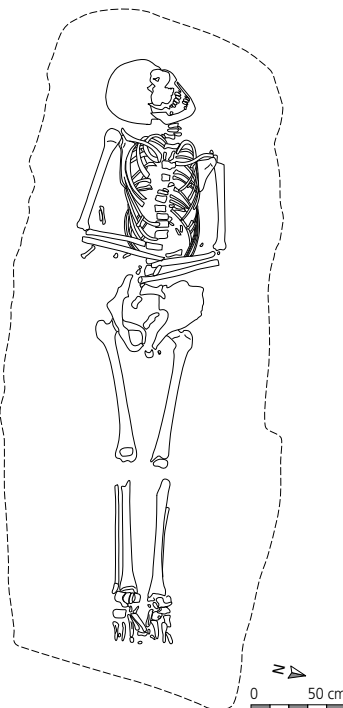


Fig. 179 La tombe 23. Plan.

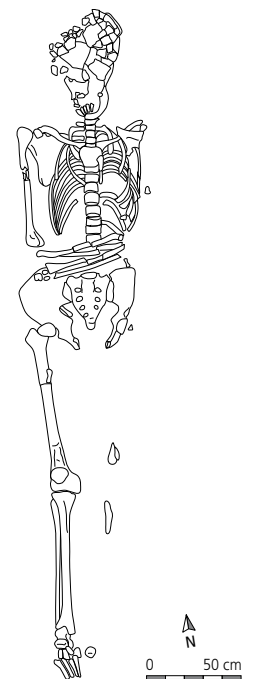


Fig. 180 La tombe 51. Plan.

La tombe 56 (fig. 181)

Description archéologique

La tombe est située sous la voie empierrée, à proximité de la tombe 51, au nord-ouest de cette dernière. Le squelette a en partie été détruit au niveau du crâne par une tranchée pour la pose d'un câble optique.

Plusieurs pierres de calage ont été relevées. Une au nord à 5 cm du crâne, deux au sud des pieds : soutien de planche(s) supérieure(s), voire verticale(s). Deux pierres à l'est à hauteur de l'humérus et du coxal : calage d'une planche latérale. Six autres pierres localisées dans la zone des pieds, dont deux alignées avec celles situées à la hauteur du tronc. Une datation ^{14}C a donné un résultat de 680-970 cal AD à 2 sigma (fig. 230).

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Le sujet est un adulte a priori d'âge mature et de sexe féminin. Sa stature est de 162 cm.

L'inhumation est en décubitus dorsal et d'orientation nord/sud, tête au nord.

Des indices ostéologiques d'une décomposition en espace vide sont observés.

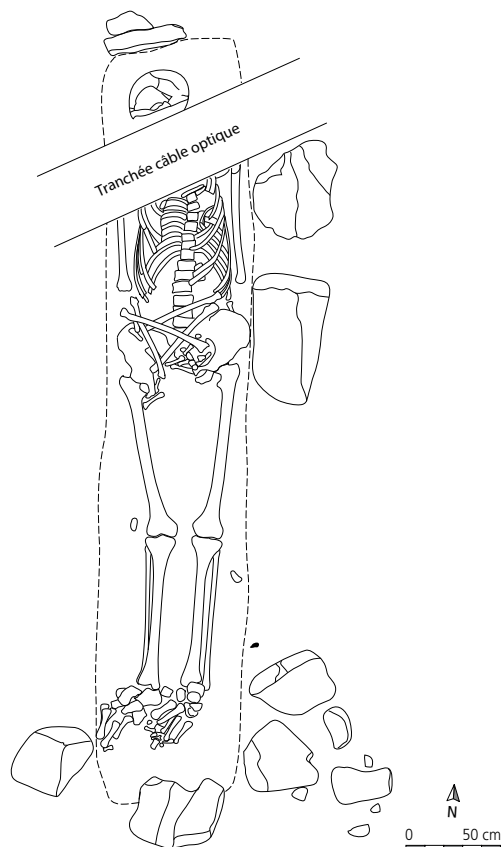


Fig. 181 La tombe 56. Plan.

La tombe 61 (fig. 182)

Description archéologique

La tombe est située sous la voie empierrée, au sud-ouest des tombes 51 et 56. Aucune fosse de creusement, aucune trace de contenant, ni aucun clou n'ont été observés. Trois objets en fer ont été disposés au niveau du bassin, il s'agit d'éléments de garniture de ceinture. Une datation ^{14}C a donné un résultat de 560-700 cal AD à 2 sigma (fig. 230).

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

C'est la tombe d'un sujet adulte de sexe masculin probablement décédé après ses 30 ans au moins. Sa stature est de 173 cm.

Le sujet a été inhumé en décubitus dorsal, tête à l'ouest. Le corps s'est décomposé dans un espace vide. Le squelette a été par la suite en grande partie perturbé lors d'une intervention secondaire humaine aussi survenue en espace vide, et sans doute pour un prélèvement d'objets.

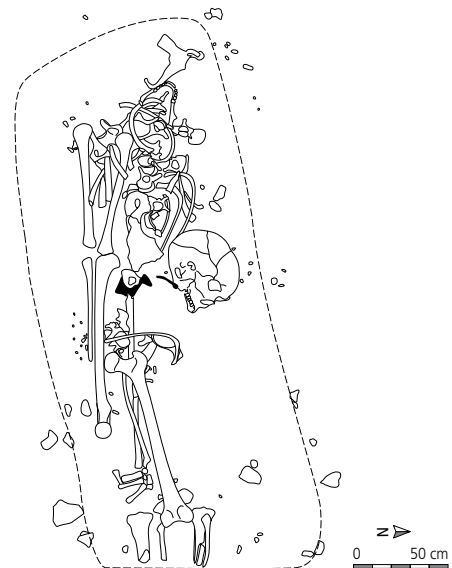


Fig. 182 La tombe 61. Plan.

4.2.2 La voie empierrée

Ce chemin a été trouvé dans la partie nord de l'emprise de fouille (fig. 173). Il a été dégagé sur un peu plus de 70 m de longueur et jusqu'à la limite nord de la zone fouillée, au contact de la route cantonale. Sa largeur n'est pas déterminée et il semble se poursuivre sous cette route. Un sondage effectué une quarantaine de mètres à l'ouest de cette zone a permis de retrouver la suite de cette voie empierrée.

Plusieurs états ont été relevés dans l'organisation de la voie. En partant du bas, on trouve un niveau assez homogène où l'empierrement est composé de cailloux calcaires disposés en une couche régulière assez dense, épaisse de 10 à 15 cm ; des traces de manganèse témoignent d'une inondation. Viennent ensuite les niveaux supérieurs où apparaissent trois strates successives de nodules et de galets calcaires surmontant les niveaux d'inondation.

Une série d'ornières a été mise au jour, avec un écartement de 80 cm pour les plus probantes (Saltel 2002). Le matériel archéologique récolté est varié : objets métalliques, céramique, faune, sories, artefacts en silex, une monnaie et du verre. Ces éléments, lorsqu'ils sont datables, sont à attribuer à des périodes modernes avec de la céramique vernissée, une pierre à fusil, des fragments de tuyaux de pipe dont un de type I.S.M.S daté entre le 15^e et le 17^e siècle, et un demi-batz daté de 1787 (Saltel et al. 2002).

Le dernier état d'utilisation de ce chemin est donc assez bien daté par ces quelques objets. Cette hypothèse est confirmée par les documents d'archives, notamment un atlas parcellaire établi par le géomètre Hantz, en 1846, mais où le chemin en question a totalement disparu (Otth 2002, p. 44) : il a donc été abandonné entre 1787 et 1846. Mais la date qui nous intéresserait le plus est celle de la construction de cette voie, dans la mesure où trois tombes ont été découvertes en dessous : aucun élément ne permet malheureusement de répondre à cette question.

4.2.3 L'empierrement

Cet empierrement est localisé plus à l'est, entre les tombes 4 et 9 (fig. 173). Une datation réalisée sur des charbons de bois à la base de la couche 2, dans laquelle s'insère l'empierrement, donne un résultat de 430-640 cal AD à 2 sigma. Il est formé de graviers calcaires moins altérés et plus anguleux que ceux disséminés dans les niveaux inférieur (couche 3.1.3) ou supérieur (couche 2.3). Aucune figure d'imbrication n'a été relevée ; le pendage de cette surface est de plus extrêmement faible, ce qui ne correspond pas à un fond de chenal. Sur la base de ces éléments, L. Braillard a proposé de le considérer comme un aménagement anthropique (Braillard 2002).

La fonction de cet aménagement reste difficile à déterminer, mais semble néanmoins à mettre en relation avec l'eau. En effet, la face supérieure des graviers est systématiquement encroûtée de manganèse, témoignant d'une stagnation de l'eau. Du point de vue stratigraphique, il repose sur un petit niveau argilo-silteux qui constitue le premier épisode de crues. Cet empierrement a éventuellement pu être aménagé dans un but d'assainissement.

4.3 Le mobilier

4.3.1 Le mobilier funéraire

Hormis les six clous de la tombe 9 – mais non retrouvés – seule la tombe 61 a donc livré du mobilier funéraire, à savoir trois objets en fer disposés au niveau du bassin du sujet 10. Ces éléments se rapportent à une garniture de ceinture portée par le défunt ; leur description individuelle sera ici suivie de considérations plus générales.

La contre-plaque

Contre-plaque trapézoïdale, à bords profilés et extrémité en queue d'aronde, sans décor (fig. 183). La fixation au ceinturon était assurée par au moins trois rivets, non conservés, un rivet devant obligatoirement être situé sur l'axe longitudinal de la plaque, à son extrémité distale.

Trois critères sont à considérer pour cet objet :

- les trois rivets de fixation ;
- la largeur de la plaque ;
- l'extrémité en queue d'aronde, cette dernière caractéristique cachant en réalité une forme de décor, à savoir des têtes animales stylisées tournées vers l'arrière.



Fig. 183 La contre-plaque en fer de la tombe 61 (L. 9,5 cm ; l. max. 5,8 cm ; ép. 0,4 cm ; 67 g. CHE 002/2311 CV. Fer).

Il est possible de rattacher cet objet aux garnitures de ceinture tripartites à plaques larges dont les exemplaires en queue d'aronde correspondent, dans la nécropole de Kaiseraugst (AG)¹, aux formes C6 et C7, et, pour le nord-ouest de la Suisse, à la forme 4A². A Kaiseraugst, ces garnitures de ceinture sont les plus récentes de la phase chronologique ZS D (580 - 610/620)³. L'émergence des garnitures tripartites larges est de manière générale placée dans la phase JM I (600 - 630/640)⁴.

Enfin, les auteurs s'accordent sur l'origine occidentale des garnitures à extrémités en queue d'aronde et à bords mouventés, largement présentes dans l'ouest de la Suisse et en Bourgogne, mais aussi jusque dans le nord de la France. Dans le canton du Jura, l'extrémité en queue d'aronde est attestée sur des garnitures damasquinées à Bonfol⁵ et à Bassecourt⁶. De très bons parallèles s'établissent aussi outre-Jura, par exemple à Curtil-sous-Burnand (Saône-et-Loire, F)⁷ ou à Bousseraucourt (Haute-Saône, F)⁸.

La plaque dorsale

Plaque dorsale rectangulaire, mal conservée (fig. 184). Les quatre rivets de fixation sont perdus, mais leurs emplacements aux angles sont bien indiqués par les réserves du décor. Ce dernier est monochrome et réalisé par incrustations de laiton ; le motif central se compose d'un entrelacs fermé – en forme de 8 et réalisé avec des brins pleins et pointillés – sur un fond de hachures. Le décor périphérique comporte des frises géométriques de hachures et de nids d'abeille.



Fig. 184 La plaque dorsale en fer, damasquinée de laiton, de la tombe 61 (env. 6,2 x 5,7 cm ; ép. 0,4-0,5 cm ; 83 g. CHE 002/2312 CV. Fer).

A l'origine, cette plaque dorsale devait entrer dans la composition d'une garniture de ceinture tripartite en association avec une plaque-boucle et une contre-plaque, elles aussi damasquinées. La datation de ce type de garniture couvre globalement les trois ou quatre premières décennies du 7^e siècle ap. J.-C.

La plaquette à œillet

Plaquette à œillet trapézoïdale, comportant initialement trois petits rivets et une ornementation qui se résume à deux registres d'incisions parallèles (fig. 185). A noter que l'emplacement et la forme de l'œillet (triangulaire et non pas rectangulaire) sont particuliers. Ces petites plaquettes permettaient de suspendre par exemple une aumônière – petite trousse renfermant divers ustensiles – ou un scramasaxe au ceinturon lui-même. Leur nombre par ceinture est en règle très générale compris entre deux et quatre exemplaires.



Fig. 185 La plaquette à œillet en fer de la tombe 61 (L. 4,8 cm; l. max. 2,3 cm; ép. 0,25 cm; 8 g. CHE 002/2313 CV. Fer).

Les plaquettes à un ou plusieurs œillets, en bronze ou en fer, apparaissent avec les ceintures tripartites à plaques circulaires⁹. Mais dans le cas qui nous intéresse, leur association avec des plaques trapézoïdales en queue d'aronde est également attestée, comme par exemple dans la nécropole de Köniz - Buchsi (BE)¹⁰.

Discussion

La garniture de ceinture de la tombe 61 présente plusieurs aspects particuliers et a priori contradictoires.

La première impression est celle d'un ensemble hétérogène. La sépulture ayant été perturbée à une époque inconnue, il manque certains éléments comme la plaque-boucle et peut-être d'autres plaquettes à œillet. Un autre manque plus frappant et inexplicable est celui de tout système de fixation (rivets, languettes perforées, etc.) sur les trois éléments conservés. Il y a enfin ce mélange entre deux éléments décorés (damasquinure ou gravure) et un élément non décoré. De toute évidence, la ceinture de la tombe 61 a donc été recomposée avec des éléments appartenant initialement à deux, voire trois ceintures différentes.

Pourtant d'autres critères parlent en faveur d'une cohérence certaine de cet ensemble. L'emplacement de ces trois objets indique que le défunt portait sa ceinture au niveau de la taille, respectant en cela un usage funéraire significatif de l'époque mérovingienne : celui de l'inhumation habillée. L'analyse détaillée des objets tend à montrer d'autre part que ces trois éléments se rattachent au type vaste mais hétérogène des garnitures de ceinture tripartites à plaques larges – encore appelées parfois de type C, forme Bülach – datables des trois ou quatre premières décennies du 7^e siècle.

L'analyse anthropologique ayant montré que la tombe 61 ne contenait qu'un seul corps, nous postulons au final que l'homme mature inhumé dans cette sépulture était habillé et portait à la taille une ceinture large d'au moins 5,8 cm, malheureusement incomplète mais recomposée à partir d'éléments appartenant à au moins deux garnitures différentes.

Ce fait, courant à l'époque mérovingienne, ne doit pas cependant retenir outre mesure l'attention. Il paraît par contre plus important de relever que cette tombe a été perturbée, ce qui laisse supposer que d'autres objets appartenant au défunt (en plus des éléments manquants de la ceinture) ou des offrandes funéraires ont pu disparaître. En tenant compte de la période de l'abandon définitif de ces coutumes funéraires, nous proposons donc de placer la tombe 61 dans le 7^e siècle ap. J.-C. et, selon toute vraisemblance, dans sa première moitié encore. Cette proposition est d'ailleurs en accord avec la datation ¹⁴C obtenue.

4.3.2 La faune

Olivier Putelat

Outre 503 restes fauniques du Second âge du Fer (Putelat 2010), les fouilles de Combe Varu ont livré 256 restes, représentant un poids total de 2,4 kg (fig. 186). Les attributions chronologiques de ces vestiges sont diverses : matériel non daté mis au jour précédemment lors du décapage des structures protohistoriques de l'aire occidentale du site; ossements altomédiévaux, ou plus récents, épars dans la couche 2; échantillon moderne de la voie empierrée. A l'exception de ce dernier, le matériel faunique des périodes historiques n'est jamais mis en relation avec une structure archéologique bien délimitée.

4.3.2.1 Les ossements non datés

Ce lot, de datation incertaine, provient en majorité de l'aire occidentale du site. Il ne fait ici l'objet que d'une description succincte. Le taux de détermination est très faible (23% des restes). Les surfaces osseuses sont très mal conservées. Le quart des ossements est calciné. Le nombre et le poids des restes non strictement dentaires sont relativement élevés (fig. 186), qui d'ordinaire est un bon indicateur de la conservation du matériel osseux (Studer 1998). Cependant, cet indicateur n'est pas ici très lisible. Dans les faits, l'échantillon étudié se compose principalement d'esquilles et de fragments indéterminés de diaphyses, et la détermination des espèces en présence repose principalement sur les restes dentaires : neuf dents bovines pour dix-sept restes attribués à ce taxon ; dix dents de caprinés pour quatorze restes ; six dents de porc pour neuf restes. Les 42 restes déterminés appartiennent tous à la triade domestique, à l'exception d'une dent d'équidé et d'un tibia de chien (fig. 187). Le bœuf représente un peu moins de la moitié, en nombre, des restes déterminés et un peu plus de la moitié, en poids. Les caprinés, en seconde position, prévalent nettement sur le porc, quels que soient les critères de dénombrement. L'imprécision chronologique et la ténuité de ce corpus, profondément dégradé par divers processus taphonomiques, n'incitent pas à aller plus avant dans l'exploitation des données.

Type d'assemblage	NR nb	PR g	Poids moyen g	NR brûlés				NR non brûlés				NR non strictement dentaires	PR non strictement dentaires
				poids total g	poids moyen g	variation g	écart type	poids total g	poids moyen g	variation g	écart type		
Ossements non datés (aire occidentale du site)	180	449,1	2,5	55	0,7	0,1 à 5,2	1,1	125	3,2	0,1 à 64,3	8,3	85,5%	81,9%
Couche 2	50	835,1	16,7	12	0,4	0,3 à 1,4	0,4	38	21,8	0,2 à 261,4	46,8	9/50	96,6%
Voie empierrée	26	1098,4	42,2					26	42,2	0,3 à 383,9	85,5	3/26	97,5%
Total	256	2382,6											

Fig. 186 Présentation d'ensemble du mobilier osseux.

4.3.2.2 La faune postérieure à l'Antiquité

La cinquantaine d'ossements présentée ici provient de divers secteurs de fouille. Les vestiges ne sont pas mis en relation avec des structures archéologiques bien définies. Ils proviennent des couches archéologiques, couche 2 principalement, mais aussi couches 2.1 et 2.3. Ils sont datés, au plus ancien, du Haut Moyen Age mais peuvent lui être postérieurs. Les ossements ont été déterminés pour moitié d'entre eux. Les surfaces osseuses sont mal conservées. Le quart des restes est calciné. Les espèces de taille moyenne, caprinés et porcs, sont plus sensibles que le bœuf aux phénomènes taphonomiques affectant la conservation des ossements, comme en témoignent pour ces deux taxons les proportions de dents isolées de leurs supports alvéolaires (fig. 186 ; Studer 1998).

Structure ou couche	Espèces	Restes		Poids	
		nb	g	%	%
Ossements non datés (aire occidentale du site)	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	17	257,5	58,7	
	Caprinés	14	41,6	9,5	
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	9	20,3	4,6	
	Equidés, <i>Equus</i> sp.	1	0,9	0,2	
	Chien, <i>Canis familiaris</i> L.	1	10,3	2,3	
	Restes déterminés	42	330,6	73,6	
	Grands mammifères	11	31,1	6,9	
	Mammifères taille moyenne	34	28,7	6,4	
	Esquilles indéterminées	93	58,7	13,4	
	Total	180	449,1	100	
Couche 2	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	9	404,5	48,4	
	Caprinés	7	19,2	2,3	
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	5	23,5	2,8	
	Equidés, <i>Equus</i> sp.	3	323,3	38,7	
	Poule, <i>Gallus domesticus</i>	1	1,5	0,2	
	Restes déterminés	25	771,9	92,4	
	Grands mammifères	4	38,8	4,6	
	Mammifères de taille moyenne	5	3,2	0,4	
	Esquilles indéterminées	16	21,2	2,5	
	Total	50	835,1	100	
Voie empierrée	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	1	18,9	1,7	
	Caprinés	1	3,3	0,3	
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	2	9,4	0,9	
	Equidés, <i>Equus</i> sp.	9	934,1	85,0	
	Restes déterminés	13	965,7	87,9	
	Grands mammifères	4	107,8	9,8	
	Mammifères de taille moyenne	3	12,6	1,1	
	Esquilles indéterminées	6	12,3	1,1	
Total	26	1098,4	100		

Fig. 187 Spectre de la faune des divers échantillons ostéologiques.

Chez les caprinés, ces dents représentent quatre restes sur sept ; chez le porc, elles représentent quatre restes sur cinq. Les 25 ossements déterminés proviennent tous d'espèces domestiques : bœuf, caprinés, porc, équidé et poule. Ici encore, l'éparpillement spatial et la taille du corpus s'opposent à tout approfondissement des résultats.

4.3.2.3 La faune de la voie empierrée

Vingt-six ossements ont été mis au jour en divers endroits de la voie empierrée moderne. La moitié d'entre eux est déterminée. Les surfaces osseuses sont assez mal conservées, les dents isolées rares (fig. 186). Aucun vestige brûlé n'a été décelé. Les équidés prévalent dans l'échantillon. Il s'agit de vestiges disséminés dans cette voie de circulation : une mandibule gauche éparpillée en plusieurs fragments, un coxal, un tibia, deux os tarsaux, un métatarse III (annexe 10). Les mesures du métatarse permettent d'évaluer la stature de l'animal à environ 139 cm au garrot¹¹. La conservation partielle de ce reste ne permet pas ici de différencier le cheval d'un éventuel hybride asinien.

Discussion

Les échantillons de Combe Varu présentent un potentiel informatif très limité en raison, d'une part, de leur délabrement et, d'autre part, de la faiblesse des corpus et de la dilatation de la séquence chronologique. Nous relevons cependant avec intérêt la mise au jour d'ossements d'équidés à proximité d'une voie de circulation. L'éparpillement des vestiges à la surface du sol nous amène à envisager ici l'abandon sur place d'un animal décédé au cours d'un déplacement.

Notes

- 1 Martin 1991, p. 101-104 et fig. 53.
- 2 Marti 2000, p. 87 et fig. 42.
- 3 Martin 1991, p. 268 et tableau p. 325.
- 4 Marti 2000, p. 87.
- 5 Schifferdecker 1987, fig. 5.
- 6 Barrière-Flavy 1898, fig. 3 ; Friedli 1996, pl. 9.40.
- 7 Tombe 293, Ajot 1986, fig. 110.
- 8 Thévenin 1968, pl. 4.1.
- 9 Martin 1991, p. 123 ; Windler 1994, p. 68.
- 10 Tombes 54 et 55, Bertschinger et al. 1990, pl. 45.
- 11 Ludwig Kiesewalter. *Skelettmessungen am Pferd als Beitrag zur theoretischen Grundlage der Beurteilungslehre des Pferdes*. Diss., Leipzig, 1888.

5 Le site de Chevenez-Combe En Vaillard

Carine Deslex
avec des contributions de Philippe Amiot, Ursule Babey,
Mustapha Elyaqnine, Ludwig Eschenlohr, Jean-Pierre Mazimann
et Olivier Putelat

5.1 Situation des découvertes et positionnement stratigraphique

5.1.1 Cadre géographique, hydrologique et géologique

La combe En Vaillard prend naissance sur le flanc nord de l'anticlinal du Banné et débouche sur la grande vallée sèche de la Haute Ajoie. Elle est orientée sud-nord, sur environ 3 km (fig. 2 et 188). Dans sa partie supérieure, elle est encaissée et escarpée, jusqu'à 20% de pente. Dans sa partie inférieure, là où se sont déroulées les fouilles, elle est large et la pente est faible (2-5%).

Aujourd'hui cette petite combe est une vallée sèche (fig. 189). Aucun cours d'eau de surface, même intermittent, n'y coule plus



Fig. 189 Vue en direction du sud de la partie inférieure de la Combe En Vaillard à son débouché sur la grande vallée sèche de la Haute Ajoie. En arrière-plan, les crêtes du Banné.

et de mémoire d'habitant de Chevenez, on ne se souvient pas d'y avoir vu le moindre écoulement. La situation était tout autre aux époques antérieures. La découverte de plusieurs bras de chenaux montre qu'une activité hydrologique soutenue y a pris place au Néolithique final, au Bronze moyen, à l'âge du Fer et au Haut Moyen Age sous forme de ruissellements torrentiels et irréguliers.

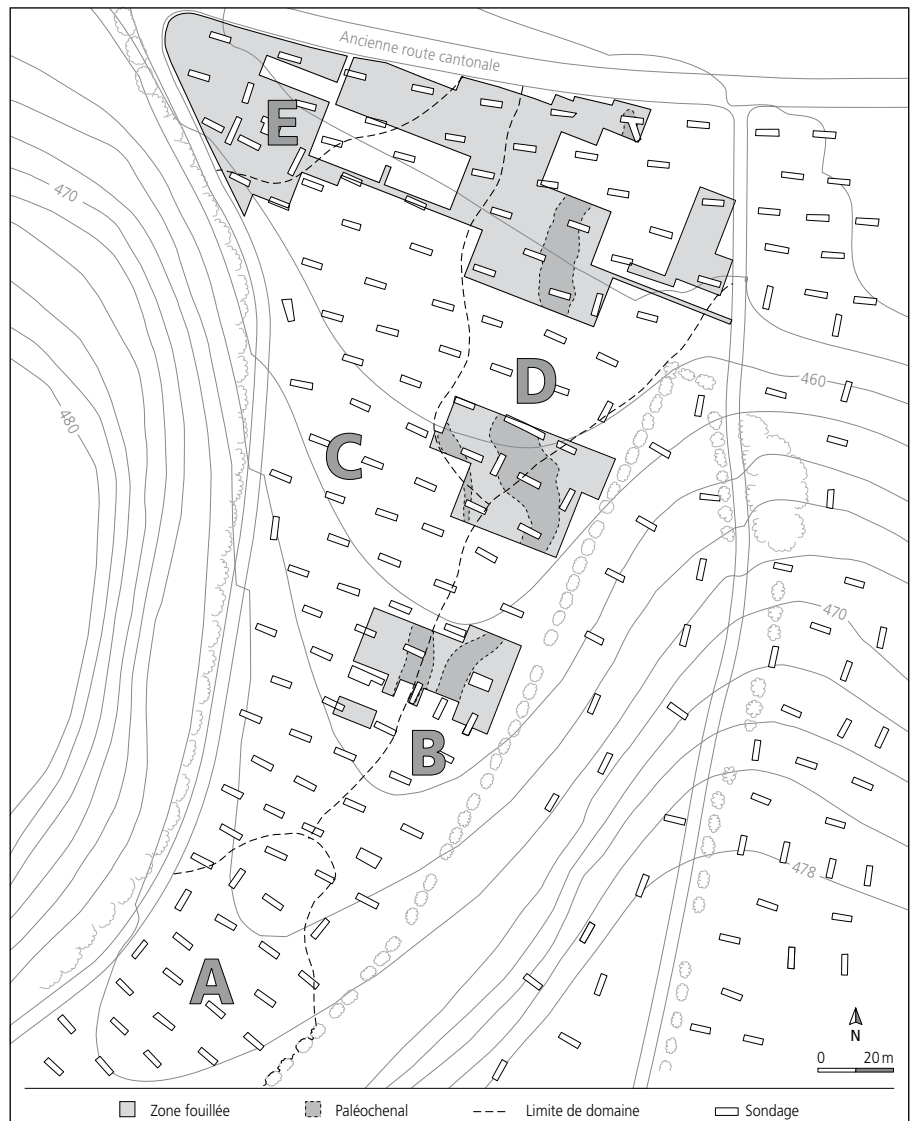


Fig. 188 Combe En Vaillard. Localisation des zones fouillées et des sondages avec la délimitation des domaines morphosédimentaires A-E.

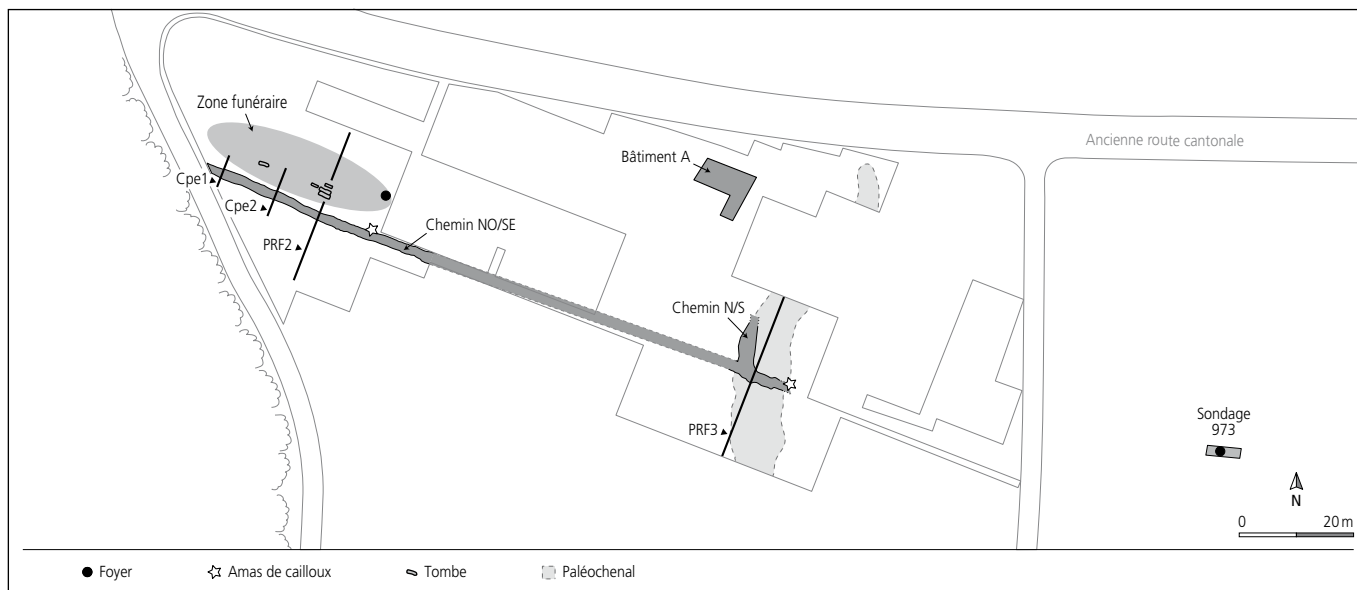


Fig. 190 Localisation des structures du Haut et du Bas Moyen Age avec positionnement des coupes stratigraphiques 1 et 2, et des profils de référence 2 et 3.

L'observation stratigraphique des dépôts fluviaux montre que le dernier épisode, celui du Haut Moyen Age, a été particulièrement intense. Après cela, plus aucun cours d'eau ne semble avoir traversé Combe En Vaillard (Braillard et Aubry 2010, p. 18).

L'étude géologique, hydrologique et sédimentologique de Combe En Vaillard est détaillée dans la publication concernant les vestiges protohistoriques (Braillard et Aubry 2010, p. 19-26). Nous renvoyons le lecteur à cette étude pour la description des ensembles sédimentaires 1 à 5 et des différents contextes géomorphologiques observés dans la partie explorée de la combe. Nous nous contentons de rappeler ici qu'en raison de ces différents contextes géomorphologiques, sa partie basse est divisée en cinq domaines morphosédimentaires distincts signalés par les lettres A, B, C, D et E, lettres qui précèdent toujours le numéro de la couche dans nos appellations stratigraphiques (fig. 188).

5.1.2 Localisation des découvertes

L'aire archéologique se situe dans la partie basse du vallon, à son débouché sur la grande vallée sèche de la Haute Ajoie.

C'est là que les sondages réalisés en 1998 (Paupé et al. 1999), puis la fouille en 1999, ont mis en évidence des traces de fréquentation des lieux à diverses périodes (Deslex Sheikh et al. 2000 et 2001a).

Outre les vestiges du Haut Moyen Age et du Bas Moyen Age dont il est question dans cet ouvrage, on peut encore mentionner une petite occupation campaniforme (Deslex Sheikh et al. 2006), des traces d'habitat du Bronze final, de La Tène finale et du début de l'Époque romaine, ainsi que deux ateliers de forge de La Tène moyenne (Deslex et al. 2010). Quelques artefacts lithiques moustériens et mésolithiques signalent des passages sporadiques plus anciens (Aubry et Detrey 2008, p. 105-106).

En ce qui concerne la localisation des structures du Haut et du Bas Moyen Age, le plan montre qu'elles se situent surtout à l'extrémité nord de la combe et qu'elles se concentrent au nord d'un chemin (fig. 190). Hors de cette zone, les vestiges sont peu nombreux et consistent en quelques objets isolés prélevés dans les bras du chenal au centre et au fond du vallon, ainsi que sur les flancs de la colline orientale.

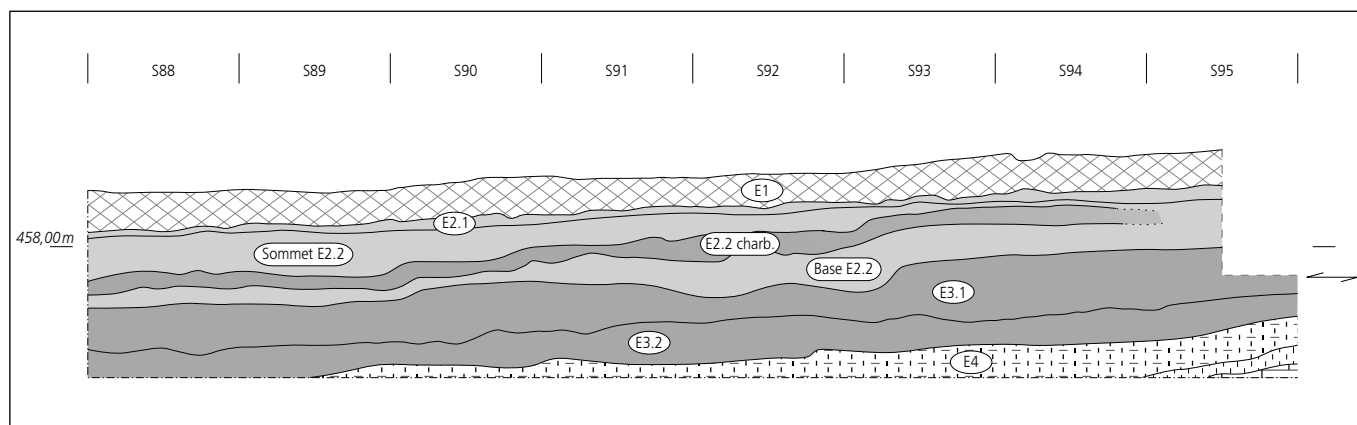


Fig. 191 Profil de référence 2 dans le domaine E avec le positionnement du chemin NO/SE et des tombes 1 et 2 à la base de la couche E2.2 et la reconstitution de la tombe 4.

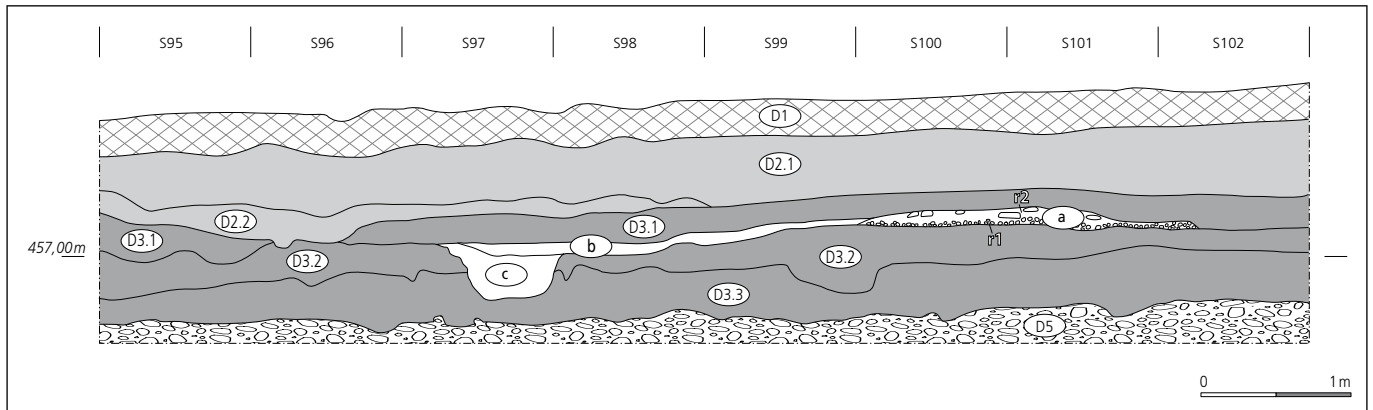


Fig. 192 Profil de référence 3 dans le domaine D (paléochenal) avec le positionnement du chemin NOISE sous la couche d'inondation D3.1. a : chemin NOISE (avec les niveaux de recharge r1 et r2). b : dépôt issu de l'érosion du premier niveau d'empierrement du chemin. c : fossé laténien ou gallo-romain.

5.1.3 Positionnement stratigraphique

L'horizon du Haut Moyen Age est situé à la base de la couche E2.2 dans le domaine E. Dans le domaine C, il se trouve à la base de la couche C2.2 et dans un lambeau d'une couche caillouteuse appelée C3.1. Le lien stratigraphique entre les couches E2.2 et C2.2 est assuré grâce à un niveau charbonneux inséré au centre de ces couches et qui s'étire sans discontinuité du domaine E au domaine C (PRF2, fig. 191). Ce niveau charbonneux, appelé couche E2.2 charbonneuse et C2.2 charbonneuse, scelle l'horizon à la base duquel sont implantées les tombes. Deux analyses ¹⁴C concordantes permettent de le dater entre 980-1250 ap. J.-C., et fournissent ainsi un *terminus ante quem* aux vestiges trouvés dans la partie basse des couches E2.2 et C2.2 (fig. 219). La partie haute de ces couches, située au-dessus de ce niveau charbonneux, livre sans surprise du mobilier du Bas Moyen Age. Dans les domaines B et D traversés par le paléochenal, l'horizon du Haut Moyen Age se situe dans les couches B3.1 et D3.1 et celui du Bas Moyen Age se trouve en B2.2 et D2.2 (PRF3, fig. 192).

Nous signalons ici la présence d'une ancienne ligne de télécommunication qui traverse d'est en ouest toute la partie septentrionale de la combe. Installée à 0,6 m de profondeur environ, sa canalisation est implantée dans le niveau du Haut Moyen Age.

Bien que cet aménagement moderne ait en soi occasionné peu de dégâts, il a considérablement gêné la fouille de certaines structures (tombe 2 et chemin).

5.2 Les structures

5.2.1 La zone funéraire

Cinq sépultures ont été découvertes au nord-ouest de la combe. Elles sont situées sur le côté septentrional d'un chemin qui traverse la combe du nord-ouest au sud-est. Des gros blocs de calcaire épars ont été observés à proximité et un foyer en fosse se trouve 10 m à l'est. L'espace inclus entre le chemin, les blocs de pierre et le foyer représente une surface d'environ 300 m² (fig. 193).

5.2.1.1 Les tombes

Il s'agit des tombes de trois adultes et de deux enfants. Les sépultures 1 à 4 forment un ensemble très distinct, alors que la cinquième est isolée à 8 m au nord-ouest de ce groupe. Les tombes sont orientées nord-ouest/sud-est et sont parallèles à la voie empierrée. Leur orientation, qui ne correspond donc pas strictement à l'orientation ouest-est communément observée pour les sépultures du Haut Moyen Age, est très clairement induite par celle du chemin sur lequel elles s'alignent.

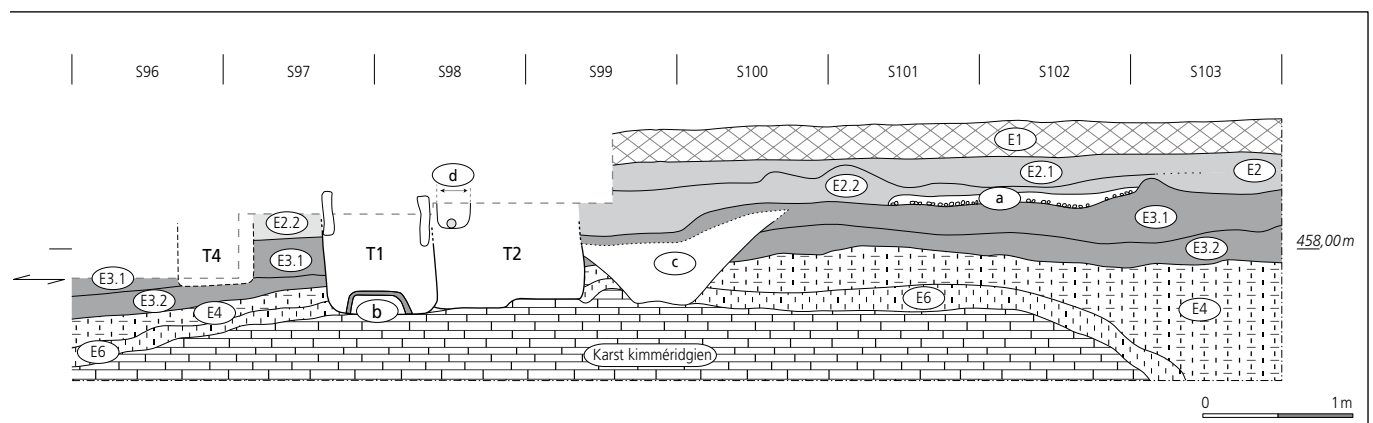


Fig. 191 (suite) a : chemin NOISE. b : trace de décomposition d'un contenant dans la tombe 1. c : fossé laténien ou gallo-romain recoupé par la tombe 2. d : canalisation moderne de la ligne téléphonique.

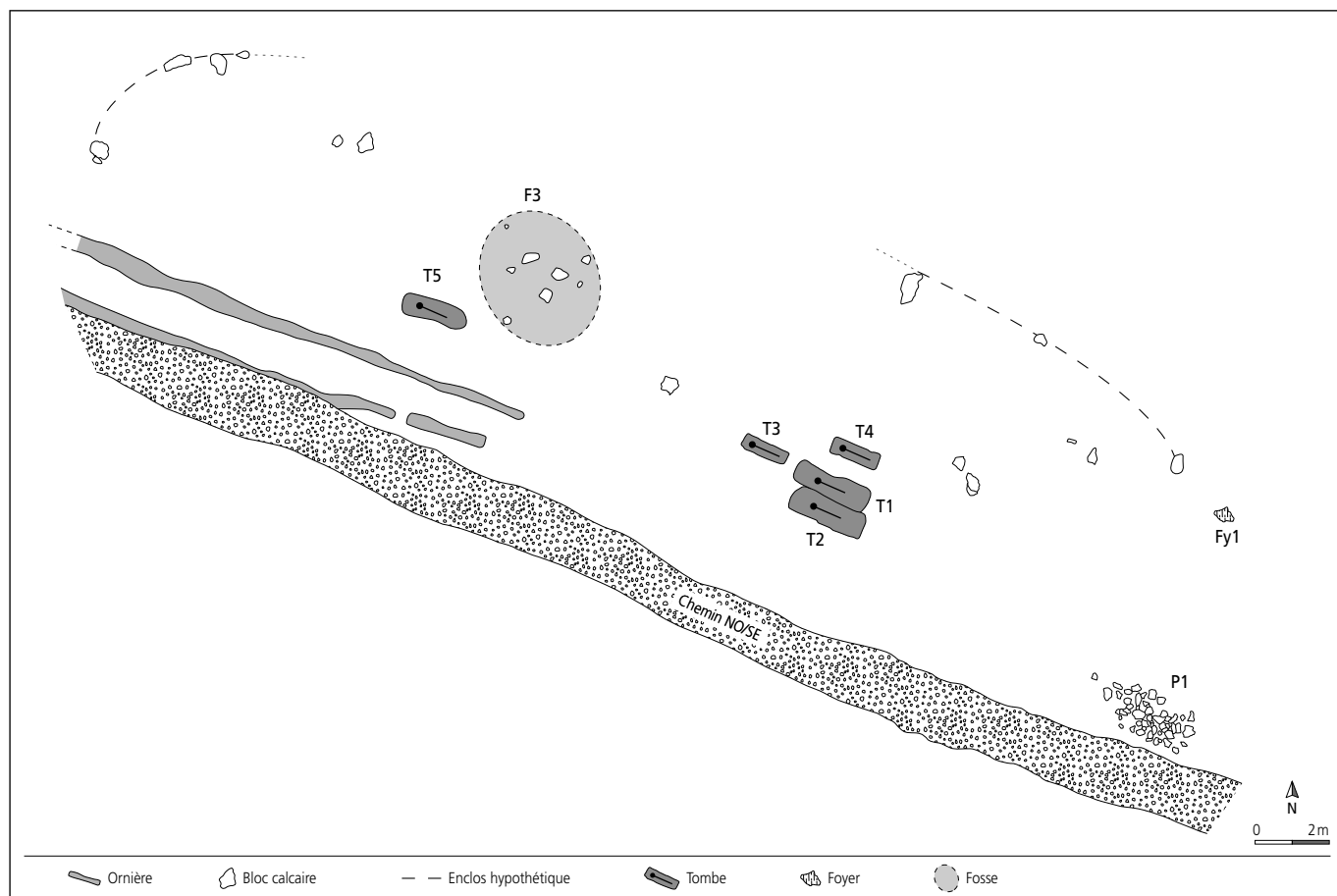


Fig. 193 La zone funéraire au nord-ouest de la combe. Emplacements des tombes 1 à 5, du foyer 1, des blocs calcaires épars repérés au nord du chemin NOISE et projection de l'enclos potentiel. La concentration de cailloux P1 correspond à un stock de pierres pour la recharge du chemin. Les ornières d'une voie de passage plus ancienne sont visibles à l'ouest. F3 est une fosse d'époque moderne dans laquelle ont été retrouvés des vestiges de diverses époques et des blocs calcaires.

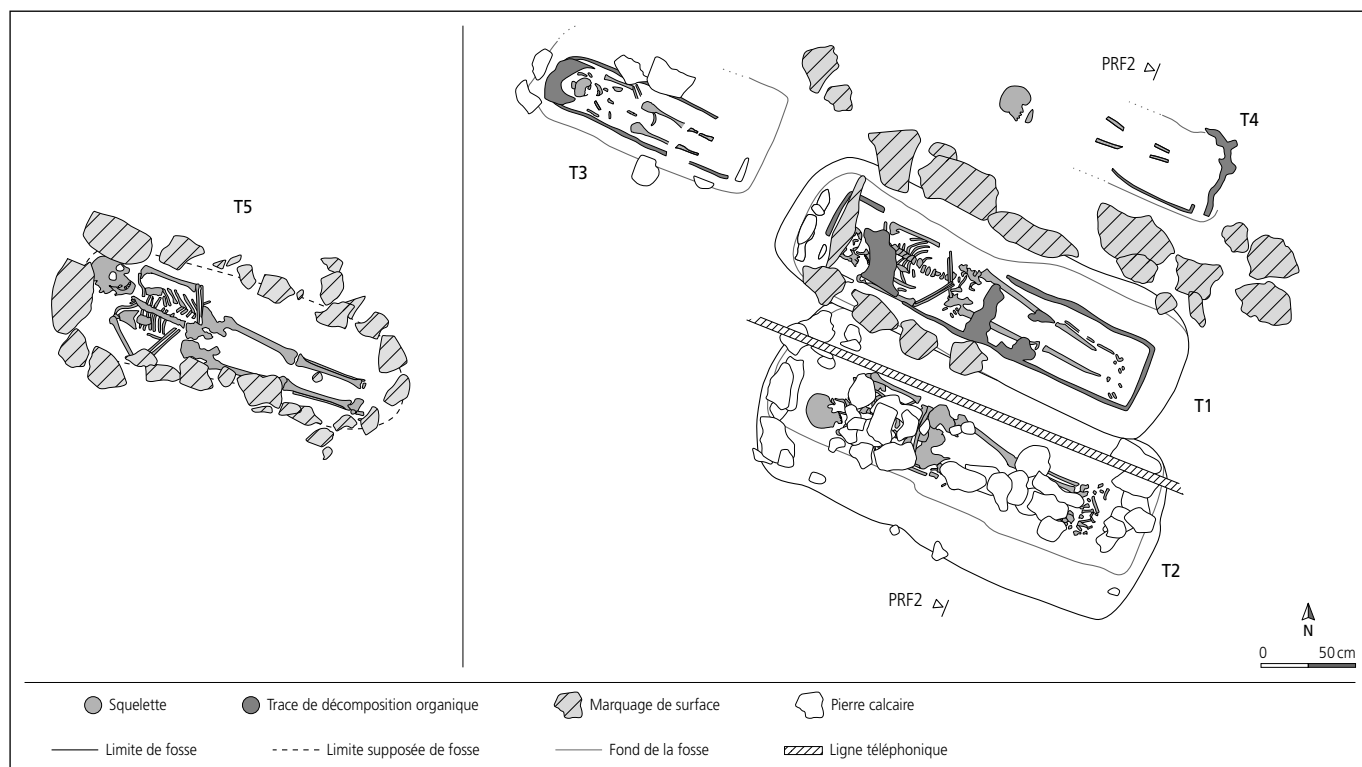


Fig. 194 Le groupe des tombes 1 à 4 et la tombe 5 avec, en gris hachuré, les pierres du marquage de surface.

Les tombes d'adulte 1 et 5 possédaient un marquage de surface constitué de blocs ou de dalles calcaires qui délimitaient et renaient peut-être un petit terre (fig. 194). Pour les tombes d'enfant 3 et 4, ainsi que pour la tombe d'adulte 2, aucun signallement au sol n'a été repéré. Il est cependant évident, par la configuration même du regroupement de ces tombes, que cette dernière au moins possédait un signallement de surface qui a permis de placer contre elle la sépulture 1.

Des traces ligneuses, laissées par la décomposition d'un contenant en bois, ont été observées dans les tombes 1, 3 et 4. Le genre même des contenants – cercueils ou coffrages constitués de planches ajustées¹ – ne peut guère être déterminé sur la base de ces seules empreintes. Mais la présence de pierres de calage dans les tombes 1, 2, et 3 suggère plutôt l'utilisation de coffrages de planches aménagés *in situ* autour du corps. L'absence systématique de clous renforce encore cette hypothèse.

Du point de vue stratigraphique, les tombes ont été creusées à partir de la base de la couche E2.2 (fig. 191). Les fosses traversent les niveaux protohistoriques et campaniformes E3.1 et E3.2, ce qui explique la présence de mobilier ancien dans le remplissage des tombes.

La tombe 1

Description archéologique (Carine Deslex)

Elle est située entre les tombes 2, 3 et 4 (fig. 194). Elle recoupe la tombe 2, située sur son côté sud. Elle mesure 2,25x0,75 m en surface, 2,15x0,7 m à sa base. Ses limites sont irrégulières car sa paroi nord s'est affaissée. Sa profondeur maximale est de 0,77 m.

Un marquage de dalles calcaires posées de chant la signalait en surface (fig. 195). Ces dernières, encore en place sur son côté occidental, sont couchées voire manquantes sur le côté oriental.

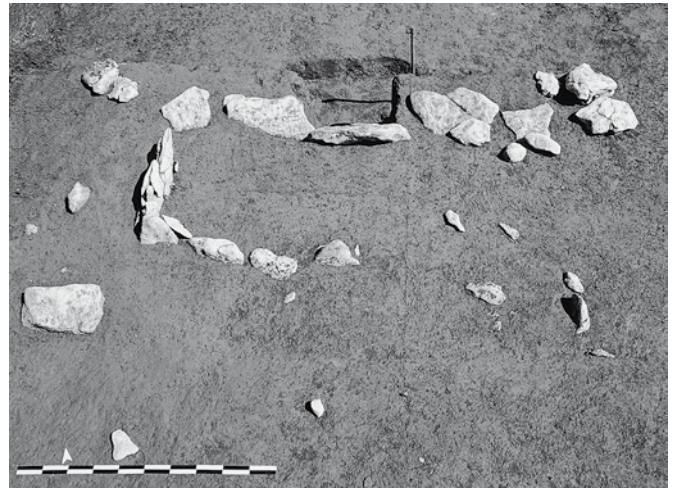


Fig. 195 Vue du signallement en surface de la tombe 1. Les dalles calcaires de la moitié ouest sont encore en place, les autres sont couchées.

L'empreinte d'un contenant en bois est clairement lisible sur et autour du squelette. Les décolorations beige jaunâtre laissées par la décomposition du bois dessinent un coffre quadrangulaire de 1,87x0,4 m pour une hauteur de 0,25 m (fig. 191 et 196). Plusieurs pierres de calage ont été observées au niveau de la tête. Aucun dépôt intentionnel d'objet n'a été constaté. Trois tessons protohistoriques ont été trouvés dans le remplissage de la fosse de creusement.

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Le défunt est un adulte de sexe féminin. Sa stature, calculée à partir de la longueur du fémur droit mesurée sur le terrain, est de 164,2 cm. L'inhumation en décubitus dorsal est d'orientation nord-ouest/sud-est, la tête au nord-ouest. Les mains reposent sur le bassin. Certaines observations ostéologiques sont compatibles avec une décomposition du cadavre en espace vide.

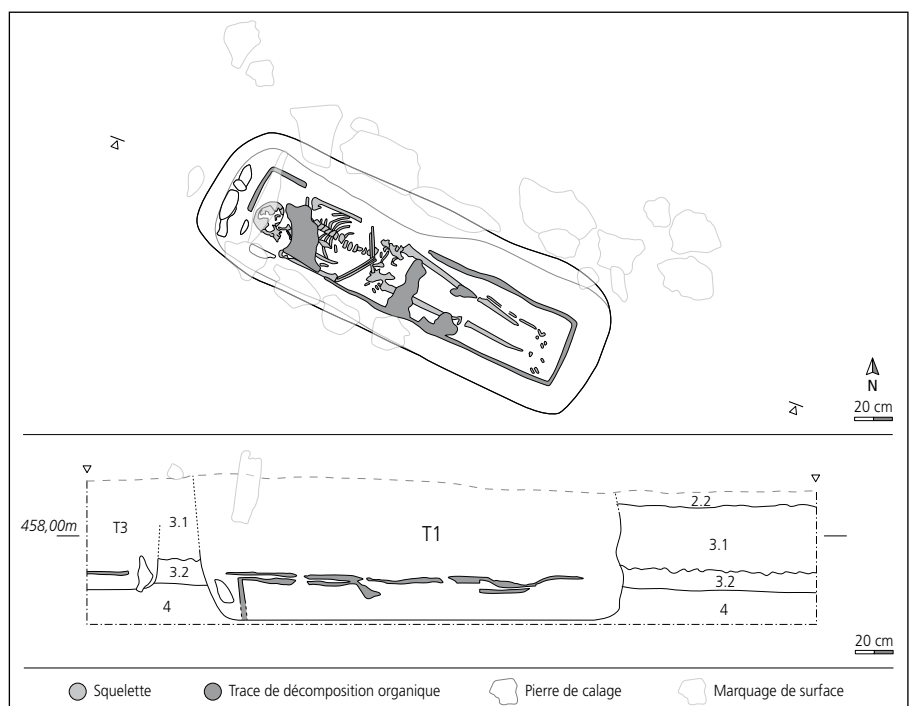


Fig. 196 Tombe 1. Plan avec marquage de surface suggéré et coupe longitudinale. En gris foncé, les traces laissées par la décomposition d'un contenant autour et au-dessus du corps. A noter, dans la coupe, la proximité avec la tombe d'enfant 3.

La tombe 2

Description archéologique (Carine Deslex)

Cette tombe est située au sud de la sépulture 1 (fig. 194), qui d'ailleurs la recoupe légèrement. Elle a été découverte sous la canalisation de l'ancienne ligne téléphonique qui ne semble pas avoir occasionné de dégâts (fig. 197). Elle mesure 2,25 x 1 m à son sommet. Le fond, taillé dans le bedrock sous-jacent, est moins large (0,7 m). La profondeur observée est de 0,5 m.



Fig. 197 Vue de la tombe 2 en cours de fouille et du dégagement du squelette de la sépulture 1. Une ligne téléphonique traverse le haut de la tombe 2.

Aucun marquage de surface n'a été observé. Quelques calcaires observés au sommet de la tombe se trouvaient en fait en position secondaire dans la tranchée de la ligne téléphonique (fig. 195).

Le remplissage de cette sépulture est caractérisé par la présence de nombreux calcaires. Deux amas ont été trouvés dans la partie haute de la fosse et la paroi de ses extrémités en était tapissée. Les pierres, jetées lors du remblayage de la fosse, ne sont jamais en contact avec le squelette. Elles semblent avoir été déposées au-dessus d'un contenant et le long de ses petits côtés, qu'elles devaient caler (fig. 198).

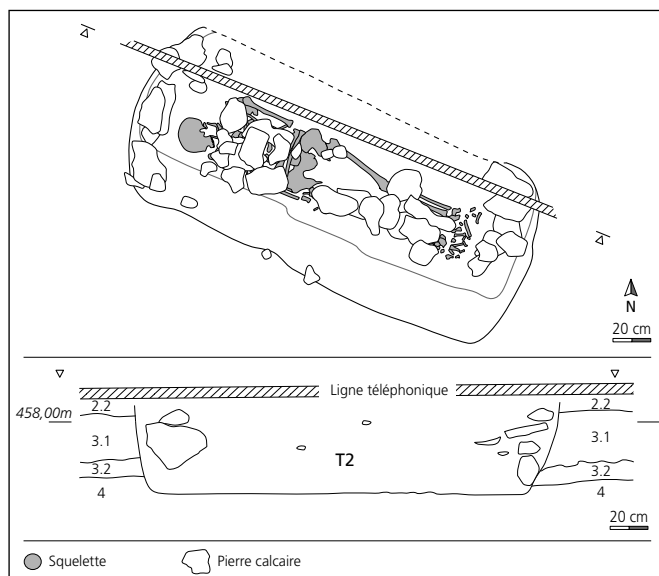


Fig. 198 Tombe 2. Plan et coupe longitudinale.

Deux silex campaniformes et un fragment de scorie proviennent de cette tombe. L'un des silex, un éclat sans intérêt particulier, reposait au niveau du poignet gauche du défunt. Cette proximité semble fortuite et résulte vraisemblablement du déplacement des sédiments après décomposition du contenant. La présence d'un calcaire plat trouvé entre les clavicules du défunt s'explique certainement de la même manière, mais la possibilité d'un acte volontaire – dans le but de faire pression sur un vêtement par exemple – ne peut être totalement exclue car la pièce était posée bien à plat entre les deux os. Deux tentatives de datation ^{14}C sur des os ont échoué.

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

C'est la tombe d'un sujet adulte mature de sexe féminin. La stature, calculée à partir de la longueur du fémur gauche mesurée sur le terrain, est de 153,6 cm.

Orienté nord-ouest/sud-est, tête au nord-ouest, le squelette est en décubitus dorsal. Le membre supérieur droit repose le long du corps, l'avant-bras gauche repose sur l'abdomen. Plusieurs indices ostéologiques attestent la décomposition du cadavre en espace vide.

La tombe 3

Description archéologique (Carine Deslex)

Cette inhumation se trouve dans l'alignement de la tombe 1, sur son côté nord-ouest (fig. 194).

Elle n'est signalée par aucun marquage de surface. Un gros bloc calcaire, situé à une distance de 2,5 m au nord-ouest, est un possible marqueur de surface déplacé. Cette tombe doit sa localisation à l'observation, en coupe, d'un fin liseré beige jaunâtre en tout point similaire à celui laissé par la décomposition du contenant de la tombe 1 (fig 199).

La fosse de creusement de cette inhumation n'est perceptible qu'à la base de la couche E3.1 et à son contact avec la couche jaune E3.2. L'extrémité orientale de la tombe a été partiellement détruite lors de la fouille de l'inhumation 1 ; une pierre de calage permet néanmoins de la situer (fig. 196). La longueur de la tombe peut ainsi être estimée à 1,3 m, sa largeur à 0,6 m. Sa profondeur exacte ne peut être définie. La présence d'un coffre de 1,1 x 0,3 m est bien marquée par des traces de décomposition organique et des pierres de calage posées au fond de la fosse, sur ses quatre côtés.

L'observation, lors de la fouille, d'une texture et d'une coloration différentes du sédiment sous le crâne, ajoutée à la position légèrement surélevée du crâne, fait supposer l'existence d'un « coussin » en matière organique. L'étude micromorphologique d'un bloc de ce sédiment prélevé pour observation en lame mince n'a cependant pas pu confirmer cette hypothèse. Aucune fibre végétale ou autre n'a été identifiée sous microscope, le brassage du sédiment étant trop important (Deslex Sheikh et al. 2000, p. 40).

Aucun objet n'accompagne le défunt. Un silex et un tesson proto-historique sont mêlés au sédiment de la fosse de creusement.

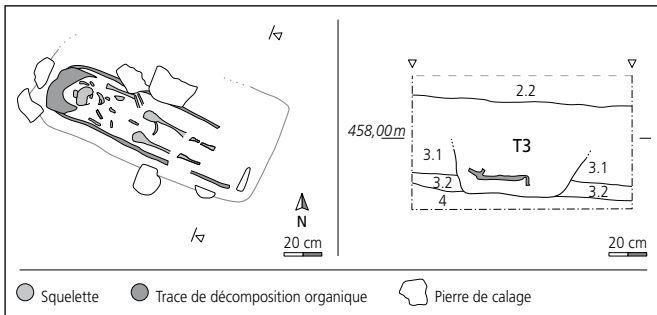


Fig. 199 Tombe 3. Plan et coupe transversale.

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Le défunt est un enfant de 5-9 ans. Il est inhumé en décubitus dorsal et orienté nord-ouest/sud-est, la tête au nord-ouest. L'avant-bras droit est ramené sur la poitrine et la main gauche repose sur le bassin. Le mauvais état de conservation du squelette ne permet pas d'affirmer une décomposition du cadavre en espace vide sur la base d'arguments ostéologiques.

La tombe 4

Description archéologique (Carine Deslex)

Cette inhumation se situe au nord de la tombe 1 (fig. 194). Elle a été découverte lors de la campagne de prospection de 1998. Rien ne semble avoir signalé sa présence en surface et elle n'a été identifiée qu'au moment de l'apparition des os lors du décapage mécanique. Quelques pierres calcaires observées «à la base de la couche E2» et interprétées alors comme des dépôts de pente peuvent être, a posteriori, associées à une éventuelle couverture de la tombe (Paupe et al. 1999, p. 45-46).

Le fond d'une fosse de creusement d'environ 0,5 m de large et les traces ligneuses laissées par la décomposition d'un contenant en bois d'environ 0,45 m de large sont visibles à l'extrémité est de la tombe (fig. 200). Aucune pierre de calage n'a été repérée. Ni la longueur de la fosse ni celle du coffre ne peuvent être estimées. Aucun dépôt intentionnel n'a été constaté. Huit céramiques, deux objets en fer et un silex ont été ramassés lors de l'ouverture du sondage, mais leur lien avec l'inhumation ne peut être établi. Un essai de datation ¹⁴C sur quelques fragments d'os a échoué.

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Le défunt est un enfant de 5-9 ans. Le corps déposé en décubitus dorsal est orienté nord-ouest/sud-est, la tête au nord-ouest. Le squelette est trop mal conservé pour qu'une détermination ostéologique de l'espace de décomposition puisse être envisagée.

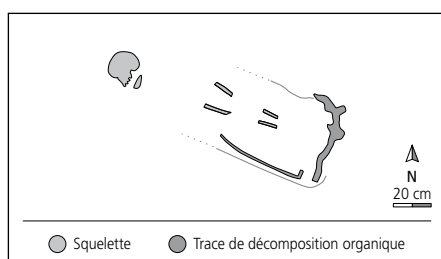


Fig. 200 Tombe 4. Plan.

La tombe 5

Description archéologique (Carine Deslex)

Cette sépulture se trouve 8 m au nord-ouest du groupe formé par les tombes 1 à 4 (fig. 193).

Une ceinture de pierres calcaires signale la tombe en surface (fig. 194) mais les limites de la fosse de creusement ne sont pas visibles, ni dans la partie supérieure, ni dans la partie inférieure (fig. 201). Les dimensions de cette tombe reposent donc sur celles du marquage de surface, soit environ 1,8 m de long pour 0,6 m de large. La profondeur mesurée entre les pierres de marquage et le squelette est de 0,65 m.

Aucun élément n'atteste la présence d'un contenant. Aucune trace ligneuse n'a été observée autour du corps, aucune pierre de calage n'a été relevée au fond de la fosse. Seul le sédiment directement situé sous le corps montre une décoloration gris jaunâtre résultant du processus de décomposition organique.

Cette tombe est la seule pour laquelle il est possible d'identifier un acte de dépôt intentionnel. Une plaque en os a été posée sur le thorax du défunt. Cette plaque dont l'origine a fait l'objet de nombreuses expertises, appartient probablement au crâne même du défunt (p. ex. chap. 6.5.1.5). Un éclat de silex campaniforme a été trouvé entre les tibias du cadavre. Cette pièce, sans intérêt particulier, ne porte aucune trace de réutilisation et sa présence à proximité immédiate du corps semble accidentelle. Quatre tessons protohistoriques et un tesson en pâte orange du Haut Moyen Age ont aussi été trouvés dans le remplissage de la fosse.

Deux tentatives de datation ¹⁴C sur des os ont échoué.

Anthropologie (Mustapha Elyaqtine)

Le défunt est un sujet adulte mature de sexe masculin d'une stature de 162,1 cm calculée à partir de la longueur du fémur gauche mesurée sur le terrain. Il est décédé des suites de blessures crâniennes faites par un objet tranchant.

Le corps déposé en décubitus dorsal est orienté nord-ouest/sud-est, la tête au nord-ouest. Les mains reposent sur la région de l'abdomen.

Plusieurs indices ostéologiques d'une décomposition du cadavre en espace colmaté ont pu être relevés.

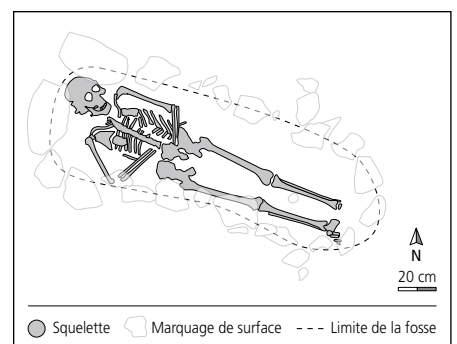


Fig. 201 Tombe 5. Plan avec marquage de surface suggéré.

5.2.1.2 Un enclos de blocs calcaires?

Une dizaine de blocs calcaires de grandes dimensions ont attiré notre attention lors de l'ouverture du terrain à la pelle mécanique (fig. 193). Il s'agit de blocs bruts, non taillés, de formes diverses, extraits du karst kimméridgien local sous-jacent (fig. 202). Le positionnement de ces pierres en plan montre qu'elles se situent toutes à proximité des tombes, sur leurs côtés nord-ouest, nord et nord-est. Aucune n'a été trouvée sur leur côté sud, ni au-delà d'ailleurs. Quelques blocs enfouis dans une fosse moderne (F1) faisaient certainement partie, à l'origine, de cet ensemble. Du point de vue stratigraphique, ces pierres sont situées, comme le sommet des sépultures et le chemin, à la base de la couche E2.2. Elles étaient donc bien visibles à côté des tombes depuis le chemin.

S'agit-il des restes d'un enclos démantelé ou est-ce seulement le résultat de l'éparpillement des pierres de couverture de certaines sépultures? La disposition des blocs situés sur les côtés nord-ouest et nord-est montre une certaine constance dans leur distance par rapport aux tombes. Il est possible d'y voir une courbe. La question se pose donc quant à une possible délimitation du cimetière sur son côté nord, tandis que le chemin formerait la limite sud. L'usage d'aligner des petits groupes de tombes le long de structures préexistantes de type fossé ou chemin est courant au Haut Moyen Age. Quant à la présence de clôtures dans les nécropoles, elle est signalée dans la littérature (Windler et al. 2005, p. 150). Les quelques cas d'enclos évoqués concernent surtout des aménagements en bois de type palissade ou barrière, ou encore éventuellement des haies, qui ont laissé des traces au sol (Séznegnin: Privati 1983, p. 44-45 et 67; Espeluche-Saint Romain: Blaizot 2006, p. 328). Quelques fois, l'observation de zones vides ou de bords rectilignes dans les cimetières témoigne de l'existence d'un marquage en surface dont la réalité n'a pu être vérifiée sur le terrain. De façon générale, les informations concernant les systèmes de délimitation des cimetières font défaut. Les fouilles anciennes, souvent concentrées sur les sépultures et leur mobilier, ne fournissent que de rares indications concernant leurs abords immédiats. A cela s'ajoute le fait que le niveau de sol du Haut Moyen Age est rarement conservé. Un bornage de blocs calcaires épars n'est donc pas à exclure mais ne trouve pas pour l'heure de parallèles.



Fig. 202 Bloc calcaire trouvé au nord-ouest des tombes (70 x 30 x 20 cm).

5.2.1.3 Le foyer 1

Un foyer en fosse a été trouvé 10 m à l'est des tombes 1 à 4 (fig. 193). De cette structure arasée, il ne subsiste que le fond au contact des couches E2.2/E3.1. De forme irrégulière, elle mesure 0,55 x 0,4 x 0,1 m (fig. 203). Un sédiment brun riche en petits nodules de terre cuite et en paillettes de charbons de bois, qui n'a livré aucun objet, constitue son unique remplissage. Une datation ^{14}C , le situe entre la deuxième moitié du 3^e siècle et la première moitié du 6^e siècle ap. J.-C. (fig. 219).

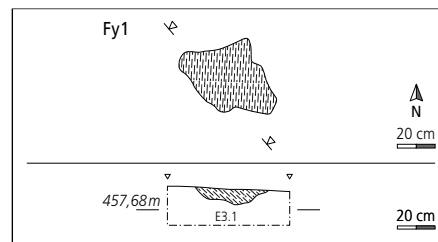


Fig. 203 Foyer 1. Plan et coupe.

5.2.2 Le bâtiment A

Seuls subsistent quelques trous de poteau de cet édifice, dont le plan est en L (fig. 204). Les dimensions rectangulaires du corps central (9 x 4,5 m) sont données par les poteaux d'angle 1, 2 et 3. Une petite construction de 4 x 2,5 m, appuyée sur les poteaux 4, 5, 6 et 7, est accolée sur son côté sud. L'absence de poteaux intermédiaires sur les façades suggère l'emploi de sablières basses. Au centre du bâtiment, deux fosses peu profondes sont observées (F2 et F3); une voie d'accès empierrée le relie au chemin principal traversant le nord de Combe En Vaillard (chemin N/S, fig. 190).

L'horizon archéologique auquel appartenait le bâtiment A a disparu. Les structures ont été repérées soit dans la couche de graviers de fond de vallée (couche 5), soit dans une couche jaune ancienne qui comble une faille karstique sous-jacente (trou de poteau 2). L'étude stratigraphique montre que le bâtiment est installé dans une zone inondable très érodée, au point de contact des graviers fluviaux (domaine D) avec le karst kimméridgien sous-jacent (domaine C). La couche C3.1 caillouteuse, attribuée au Haut Moyen Age, présente au sud du bâtiment, est ici arasée. La couche qui lui succède est un dépôt brun jaune uniforme et épais, qui résulte à cet endroit de l'imbrication des couches C2.2 (y compris la couche C2.2 charbonneuse) et D2.2.

La perception de cet édifice est donc limitée par la mauvaise préservation des vestiges et par la rareté du mobilier. Sa durée d'occupation semble avoir été brève. Lors de la phase d'abandon, les poteaux d'angle 1, 2, 3 et 7 ont été récupérés et les fosses de creusement rebouchées par des pierres (fig. 205). Il semble que les fosses 2 et 3, situées au centre du bâtiment, ont aussi été comblées à ce moment (fig. 206). Les objets retrouvés sont rares. Un fragment de verre rouge et un tesson en pâte orange proviennent de trous de poteau. Une clé en fer, quelques tessons, un fragment de récipient en pierre ollaire et quelques clous de fer à cheval ont été ramassés dans le périmètre du bâtiment, soit directement au contact des graviers du fond de vallée, soit dans la couche jaune qui recouvre les structures (mélange des couches C2.2-D2.2).

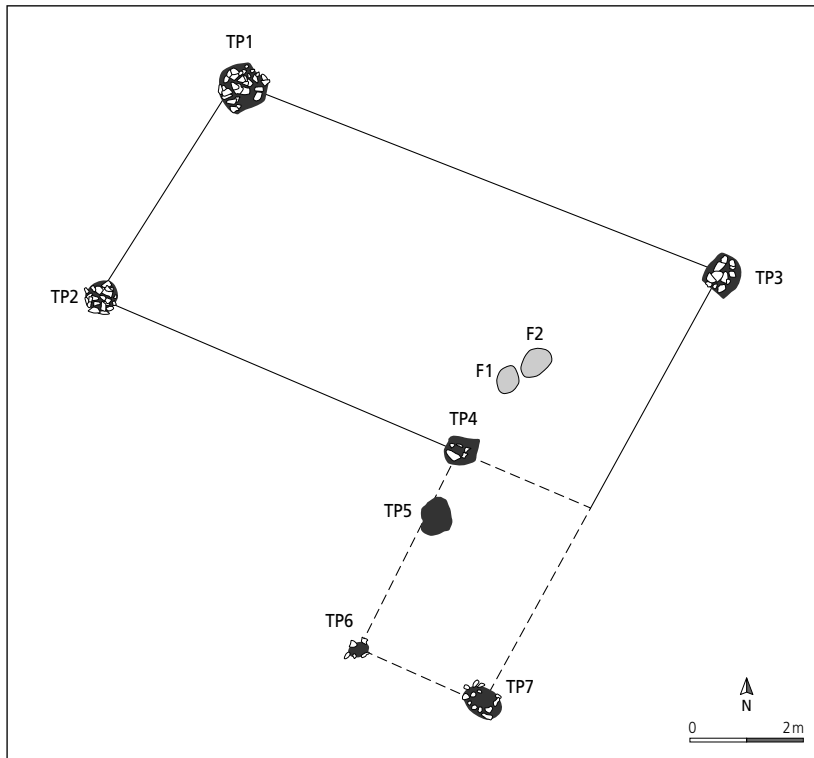


Fig. 204 Plan du bâtiment A. En gris foncé, les trous de poteau et en gris clair, les fosses.



Fig. 205 Trou de poteau 2. La fosse a été volontairement comblée à l'aide de calcaires.



Fig. 206 Niveau d'apparition des fosses 1 et 2.

Les éléments de chronologie pour ce bâtiment sont peu nombreux. Dans le trou de poteau 1, une datation ^{14}C (130-540 ap. J.-C., fig. 219) est contredite par le fragment de verre sodique rouge, qui ne peut précéder le 8^e siècle. Quant aux autres pièces de mobilier, prélevées au sommet des graviers ou dans la couche jaune C2.2-D2.2, elles sont en position secondaire.

5.2.3 La voirie

Deux chemins ont été repérés au nord de la combe. Le plus grand traverse toute sa largeur, du nord-ouest au sud-est (fig. 190). À l'est, un second chemin orienté nord-sud, vient buter contre lui.

5.2.3.1 Le chemin NO/SE

Ce chemin a été suivi sur 112 m. À l'ouest, il disparaît sous un chemin moderne bordant le coteau occidental; à l'est, il se perd au contact des graviers de la couche 5. Dans la combe, son tracé empierré se lit facilement dans les zones où il repose sur des couches sédimentaires. Mais dans les zones de sols durs formés par la remontée du karst ou des graviers de fond de vallée (couche 5), aucun empierrement n'a été retrouvé. À l'ouest, des ornières, dont une est en partie recouverte par l'empierrement du chemin, correspondent à une voie de passage antérieure (fig. 193 et 207).

À l'est, il traverse le lit en partie comblé du paléochenal. Il se situe au sommet de la couche protohistorique D3.2 et est recouvert par l'épaisse couche d'inondation D3.1 (fig. 192); deux niveaux de recharge visibles le constituent. Le niveau r1, le plus ancien, large de 2 m, est un lit compact de cailloux dont la taille oscille entre 5 et 10 cm. Le niveau r2, plus récent et large de 1,4 m environ, est constitué de pierres éparées, plus grandes (20 à 30 cm, fig. 208).

À l'ouest, le chemin, dont la largeur oscille entre 1,5 et 1,6 m, se situe à la base de la couche E2.2 (fig. 209). Il est difficile d'y distinguer des niveaux de recharge différents, mais la présence sporadique de blocs calcaires d'assez grandes dimensions posés sur un lit de petits cailloux suggère une configuration identique à celle de la partie orientale. Deux amas de pierres situés en bordure nord du chemin (P1 et P2, fig. 190), interprétés comme stocks de pierres pour l'aménagement de la voie, rassemblent des calcaires dont les dimensions concordent avec celles du niveau r2.

Des indices montrent que le niveau r1 n'a pas été enfoui rapidement sous le niveau r2. La couche b, déposée en aval du chemin dans le paléochenal (fig. 192) et sur laquelle a été posé le second amas de calcaires, résulte de l'érosion du premier empierrement. L'étude d'une carcasse de bovidé découverte entre les niveaux r1 et r2, confirme cette hypothèse. Tout indique qu'elle a reposé à ciel ouvert sur le premier niveau de recharge pendant quelque temps avant d'être ensevelie sous le second (chap. 5.4.1.1).

La datation du chemin NO/SE repose sur le rare mobilier prélevé dans les niveaux r1 et r2, dans l'amas adjacent P2 et dans la couche b issue de l'érosion du chemin. Le premier niveau de recharge a livré des tessons de céramique en pâte orange et en pâte 5c, un morceau de gobelet en verre T.60, quelques artefacts en fer (un poinçon, un chaînon, un crampon et une multitude de clous), et quelques fragments de tuiles romaines. A cela s'ajoutent des tessons en pâte orange, un fragment de tôle en fer et deux clous trouvés dans la couche b. Le niveau r2 a livré un morceau de pot en pâte orange et des os. L'amas P2 contenait de la céramique en pâte orange, une dizaine d'objets métalliques dont un poinçon double, un fragment de tuile romaine et quelques os.

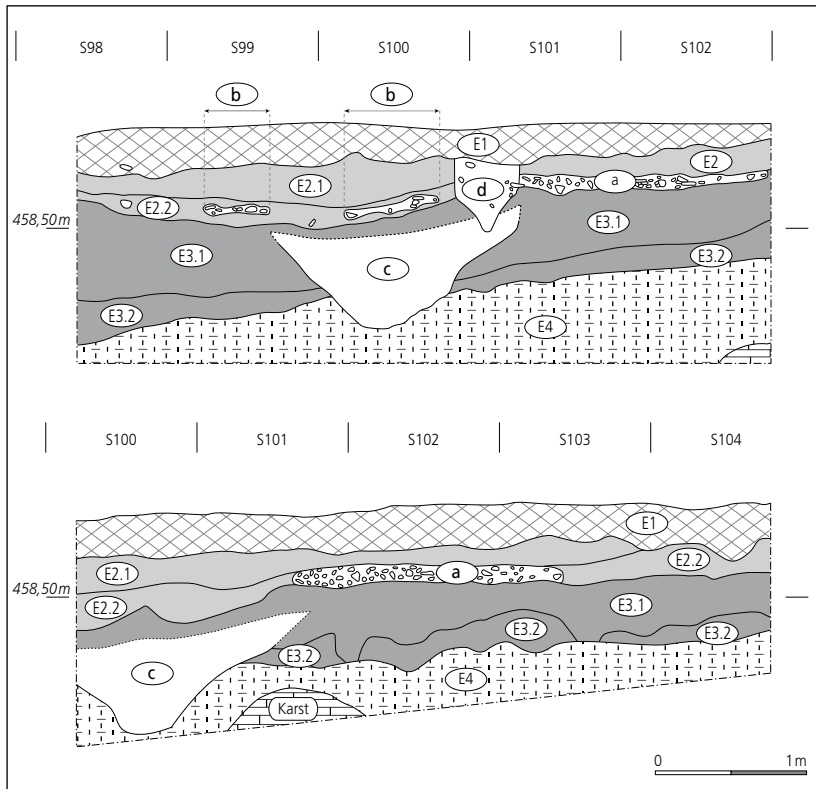


Fig. 207 Positionnement stratigraphique du chemin NOISE. Coupes 1 et 2. a: chemin NOISE. b: ornières. c: fossé laténien ou gallo-romain. d: perturbation moderne. Le chemin repose à la base de la couche E2.2, au contact de la couche E3.1 dans laquelle il s'est enfoncé par endroits. A noter dans la coupe 1, les ornières d'une voie antérieure.



Fig. 208 Vue du tracé est du chemin NOISE avec, à gauche de la ligne téléphonique, le stock de calcaires P2. Au fond de l'image, l'empierrement disparaît au contact de la remontée des graviers de fond de vallée (c.5).

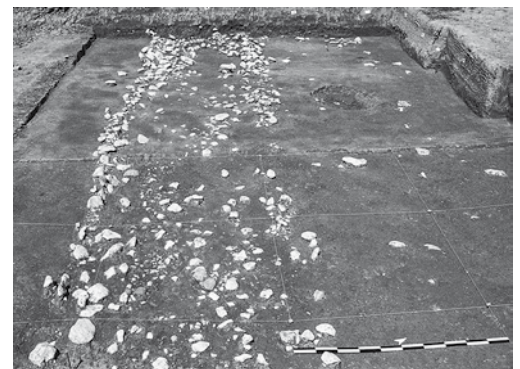


Fig. 209 Vue du tracé ouest du chemin NOISE.

Le tracé de ce chemin n'est pas connu au-delà de Combe En Vaillard. Cependant, à l'est, qu'il se dirige sur l'estavelle du Creugenat ou qu'il bifurque et traverse la grande vallée de la Haute Ajoie, il ne peut éviter l'habitat du Haut Moyen Age de Courtedoux-Creugenat, situé 650 m à l'est, à l'étranglement de la vallée. A l'ouest, il bute contre le pied de la colline à l'endroit où se développe une terrasse d'origine naturelle² qui s'étire sur tout le versant jusqu'à Combe Varu. Il est vraisemblable qu'il emprunte ce replat pour passer Combe Varu et relier Chevenez/Chaviniac³. Malheureusement, aucune des structures empierreées découvertes à Combe Varu ne correspond à un chemin du Haut Moyen Age (chap. 4.2.2 et 4.2.3). Mais l'orientation légèrement déviante sud-ouest/nord-est adoptée par sept des tombes nous semble significative d'un alignement sur une structure proche, structure qu'il est tentant d'envisager comme la suite de notre chemin.

5.2.3.2 Le chemin N/S

Ce chemin est un embranchement du chemin NO/SE (fig. 190). Il s'agit de la voie d'accès au bâtiment A qu'elle relie à la chaussée principale NO/SE. Comme pour cette dernière, son tracé n'a été identifié que dans les zones sédimentaires, soit sur 7 m environ. Il se perd ensuite au contact de la remontée des graviers de fond de vallée (couche 5). Seul le niveau de recharge r1 a été observé, mais il n'a livré qu'un seul fragment de tuile romaine.

Au point de jonction des deux voies, des ornières laissées par le chemin N/S montrent que celui-ci est contemporain du premier niveau de la chaussée NO/SE.

5.2.4 Le foyer 2

Ce petit foyer circulaire (fig. 210) a été trouvé dans le sondage 973 et fouillé lors de la campagne de prospection de 1998, sur le flanc nord de la colline orientale (fig. 190; Paupe et al. 1999, p. 65-66). Son diamètre est de 65 cm; très arasé, il n'est profond que de 9 cm. Son remplissage est constitué de silts argileux très charbonneux et de terre rubéfiée (r1). Une zone de terre rubéfiée et de concentration de charbon a été observée au nord de la structure (r2). Il est aménagé au sommet d'une couche de silts argileux brun-gris appelée B3.2 et est recouvert par des dépôts de pente caillouteux. Aucun objet ne lui est associé.

Cette structure a été datée par ¹⁴C. Le résultat la situe au Bas Moyen Age, entre 1280 et 1440 ap. J.-C. (fig. 219).

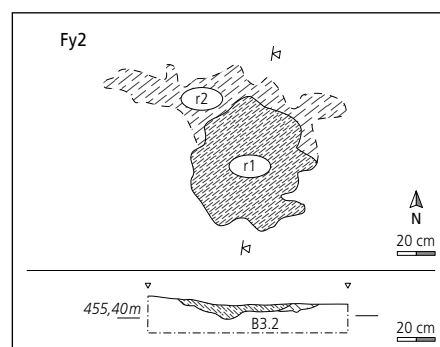


Fig. 210 Foyer 2. Plan et coupe.

5.3 Le mobilier

5.3.1 La céramique

Ursule Babey

5.3.1.1 La céramique du Haut Moyen Age

Présentation du corpus

Les tessons de céramique du Haut Moyen Age conservés parmi le corpus céramique de Combe En Vaillard représentent 104 individus pour un poids cumulé de 1164,6g. Malgré la relative étroitesse de cet ensemble, treize groupes et sous-groupes de pâtes sont représentés (fig. 211).

Pour la région, les groupes de pâtes ont été définis en premier lieu sur l'habitat mérovingien de Develier-Courtételle (Thierrin-Michael 2006), puis complétés par l'étude des céramiques de Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître). Pour chaque sous-groupe une fourchette chronologique a pu être proposée grâce aux comparaisons régionales; de plus, pour un certain nombre de sous-types, une région de provenance a été avancée, grâce aux analyses archéométriques. En résumé, les groupes les plus anciens (6^e et première moitié du 7^e siècle) sont représentés par les types 1 et 3, alors que les plus récents (4, 5 et 7) ne se développent qu'à partir de la fin du premier quart du 7^e siècle. La production de ces derniers types de pâtes étant attestée au-delà du 10^e siècle, il n'est pas impossible que les importations se soient poursuivies jusqu'à ces dates dans la région. Cet aspect chronologique reste toutefois mal connu sur les sites jurassiens. Le spectre de pâtes présentes à Combe En Vaillard suggère une continuité d'utilisation du site entre la fin du 5^e et la fin du 7^e siècle au moins. Au niveau des proportions, seul un peu plus du quart des restes céramiques appartiennent au groupe récent, ce qui pourrait signifier une baisse significative de l'intensité d'utilisation du site dès la seconde moitié du 7^e siècle. Au niveau des provenances, aucune céramique indigène n'a encore été mise en évidence, malgré une forte présomption concernant le sous-groupe 3h qui est le plus attesté en poids (mais cette céramique étant très rustique et épaisse, il n'est pas étonnant qu'elle

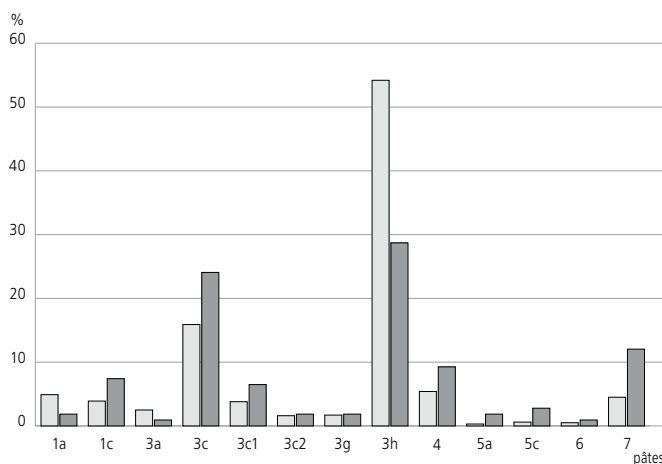


Fig. 211 Proportion des différents groupes et sous-groupes de pâtes en pourcentage du poids total (gris clair) et du nombre de restes total (NR, gris foncé).

soit également la plus lourde). Les importations incontestables proviennent, soit de Bourgogne aux 6^e et 7^e siècles (céramiques orange du groupe 3, notamment 3c1 provenant précisément de la région de Chalon-sur-Saône), soit des ateliers connus dans la campagne bâloise à partir de 625 environ (céramique sableuse du groupe 4), ou encore de l'Alsace du nord et du Pays de Bade dans la seconde moitié du 7^e siècle (groupe 5), et enfin de l'Alsace du sud à partir du troisième quart du 7^e siècle (groupe 7: céramique micacée à montage mixte).

Éléments de datation

Dans certains cas, la chronologie tirée de l'observation des pâtes peut être quelque peu affinée par la typochronologie (pl. 13.1-18). Par exemple, la cruche 6 doit dater de la seconde moitié du 6^e ou du début du 7^e siècle, d'après quelques parallèles de récipients verseurs décorés de cannelures ou possédant une panse à centre de gravité assez bas. Le petit fond annulaire creux 2 a certainement appartenu à un gobelet. Les gobelets dotés d'un tel aménagement de la base se trouvent entre le premier tiers du 6^e siècle et le deuxième tiers du 7^e siècle (Marti et Paratte Rana 2006, p. 46-49). Les bords des céramiques orange ont été soigneusement répertoriés et classés sur le site de Develier-Courtételle, afin d'en tirer le maximum d'information, étant donné que la chronotypologie de ces récipients n'est pas encore très bien établie: peu d'entre eux sont en effet retrouvés en nécropole, car il s'agit d'une vaisselle culinaire d'usage, alors que le milieu clos des tombes est le plus sûr moyen de dater les céramiques. R. Marti propose ainsi une fourchette chronologique pour chaque sous-type, en fonction des éléments de comparaison régionaux qu'il a pu trouver. Le sous-type P1g (8, 9, 14) est présent entre le 5^e et le début du 7^e siècle (Marti et Paratte Rana 2006, p. 60). Pour la forme P3f (12), les meilleurs parallèles proviennent de Lyon, 54 Rue P. Audry (Rhône, F), état 1, datant de la première moitié du 7^e siècle, ainsi que de Develier-Courtételle au 6^e siècle (Faure-Boucharlat 2001, p. 384, fig. 18.2 et p. 380-381; Marti et Paratte Rana 2006, cat. 160, pâte 3c). Le seul bord identifiable en pâte sableuse est celui du pot 16 de type Ps2f attesté entre le milieu du 7^e et le milieu 8^e siècle (Marti et Paratte Rana 2006, p. 68-69).

Les décors en revanche sont plus difficiles à utiliser pour la datation, vu leur pérennité. Le petit fragment de panse orné 18 en céramique micacée mixte du sud de l'Alsace est le seul exemple utilisable du point de vue chronologique. Il est orné de trois cannelures horizontales régulièrement espacées. D'une manière générale, selon M. Châtelet, les décors sur céramique micacée mixte sont attestés plutôt au début de leur production. Un exemple de pot décoré de sept cannelures sur toute la panse est attesté à Riedisheim-Leibersheim (Haut-Rhin, F), dans la structure 11, ce qui fournit une fourchette chronologique entre 630/650 et 690/700 (Châtelet 2002, p. 54 et pl. 149.3).

Répartition spatiale

La répartition horizontale montre que les tessons se trouvent généralement proches des structures, surtout dans la partie nord du site, où le colluvionnement est moins important. Elle ne révèle pas de particularité entre les pâtes anciennes (1 et 3) et récentes (4, 5 et 7) (fig. 212).



Fig. 212 Répartition spatiale des tessons de céramique en fonction des trois périodes représentées, Haut Moyen Age « ancienne » (groupes de pâtes 1 et 3) et « récente » (groupes de pâtes 4, 5 et 7) et du Bas Moyen Age.

Cependant, une analyse verticale de la stratigraphie montre que dans la plupart des cas, les céramiques du Haut Moyen Age signalées près des structures du Haut Moyen Age se trouvent en réalité dans des couches supérieures. Le plus souvent, c'est la pâte qui permet de proposer une fourchette chronologique, quand le matériel est trop fragmenté pour être typologiquement identifiable. Parmi les cinq tessons du Haut Moyen Age trouvés dans la partie occidentale du chemin NO/SE, les plus récents constituent l'individu 29 en pâte 5c (pas avant la fin du 7^e siècle), alors que la partie orientale de ce chemin n'a révélé que deux tessons du Haut Moyen Age qui semblent légèrement antérieurs (pâtes orange 3c1 et 3h, 6^e-7^e siècles sans plus de précision). Le seul tesson trouvé dans l'amas de pierres P2, un tesson de panse 3c, est donc contemporain de ces derniers.

Le trou de poteau 4 du bâtiment A a révélé le fond 15 en pâte orange des 6^e-7^e siècles.

Au niveau des couches, le même constat s'impose : les fragments de poterie sont rares et seule l'identification des pâtes autorise une fourchette chronologique. Les couches C2.2 base et E2.2 base ne contiennent que des tessons de types de pâtes anciens, à l'exception de trois morceaux de panse en pâte sableuse 4, alors que les couches C2.2 et E2.2 charbonneuses n'en contiennent qu'un seul, mais en pâte récente micacée mixte 7. La couche C3.1 caillouteuse ne livre quant à elle que trois tessons, dont le plus récent est un morceau de panse en pâte micacée mixte. Les tessons de la couche D3.1 sont majoritairement en pâtes récentes 4 et 7.

Un seul collage (au sein du chemin NO/SE) et deux appariements sont avérés (dans le chemin NO/SE et dans le paléochenal au centre de la combe), témoignant également de la forte fragmentation de ce mobilier, le plus souvent représenté par un seul tesson.

5.3.1.2 La céramique du Bas Moyen Age

Le corpus des céramiques du Bas Moyen Age est composé de dix individus, dont quatre sont suffisamment conservés pour permettre une identification de forme (pl. 13.19-22). Le bord 20 à lèvre épaissie en double bandeau est lié à des pots de la seconde moitié du 13^e siècle à Bâle, voire du dernier tiers du 13^e siècle d'après le bord d'un pot globulaire de Laufon⁴. A peine plus récent, le pot tripode 22 pourrait dater de la fin du 13^e ou de la première moitié du 14^e siècle, toujours selon des parallèles trouvés en ville de Bâle, mais cette forme de bord se trouve en grand nombre durant tout le 15^e siècle encore. Enfin, le pot à décor de cordons 19 ainsi que le bord à ergot 21 pourraient tous deux dater de la seconde moitié du 14^e ou du début du 15^e siècle.

Les pièces datées du Bas Moyen Age sont localisées dans la partie nord du site uniquement, ce qui pourrait fournir un argument supplémentaire à la probable existence d'un chemin situé sous l'ancienne route cantonale, mais aucun tesson n'a de lien direct évident avec une structure. Ces objets plus récents se trouvent dans les couches E2.2 sommet et C2.2 sommet, ainsi que dans l'ensemble D2 du paléochenal.

5.3.2 La pierre ollaire

Ursule Babey

Les récipients en pierre ollaire sont représentés par cinq fragments. Malgré sa petitesse, ce lot se partage en trois variétés de roches vertes correspondant aux sous-types de chloritoschistes grossiers G1, G2 et G3 définis pour Courtedoux-Creugenat⁵. Ce type géologique semble être le plus fréquent sur les sites ajoutés où la pierre ollaire est attestée.

Il est généralement admis que les gisements d'origine sont situés dans les Alpes centrales (de Quervain 1969; Dietrich 1980; Mannoni et al. 1987; Lhemon 2002), mais l'origine des roches du type G peut être localisée précisément dans la Vallée d'Aoste (I), des gisements exploités pendant le Haut Moyen Age (Lhemon 2008).

Au niveau typologique, seule la forme de la marmite tronconique est reconnaissable; elle est illustrée par trois individus isolés, typologiquement identiques (pl. 14.1-3).

Deux traces d'usage liées au feu ont pu être relevées: la paroi externe d'une marmite a été brûlée (pl. 14.3) alors que la paroi externe d'un fragment non illustré porte un caramel suggérant un emploi culinaire (CHE 999/602 EV; G2). Ceci renforce l'idée que ces objets, bien que recouvrant un certain prestige en raison de leur origine lointaine, ont été d'un usage quotidien et importés pour leurs avantages en matière culinaire (réfractaires et hygiéniques).

Les trois individus positionnés se trouvent dans la couche archéologique du Haut Moyen Age (E2.2 base et C2.2 base au contact des graviers), les autres ayant été trouvés hors contexte; la position stratigraphique n'est donc pas d'un grand secours pour affiner la fourchette chronologique de ces objets.

5.3.3 La vaisselle en verre

Jean-Pierre Mazimann
et Carine Deslex

5.3.3.1 Typologique et chronologie

Sept individus se dégagent de l'étude des dix-sept fragments de ce petit lot. Quatre sont typologiquement restituables: une coupe Isings 115 (pl. 14.8), un gobelet T.57 (pl. 14.4), deux bols apodes T.60 (pl. 14.5-6). Une autre coupe à côtes, de couleur ambrée, se rattache plutôt par sa couleur et par sa forme à l'Antiquité tardive (pl. 14.10), tout comme la coupe Isings 115 précitée et un fragment de phiale en verre *millefiori* (pl. 14.9). Les gobelets ou bols apodes sont quant à eux clairement du Haut Moyen Age, le T.57 et les deux T.60 étant plutôt des 7^e-8^e siècles. L'ultime récipient, duquel ne subsistent que deux minuscules fragments rouge carmin (non illustrés), semblerait devoir être situé, en raison de son verre sodique, courant 8^e siècle.

Le reste du corpus consiste en deux fragments de verre bleu à bulles qui appartiennent vraisemblablement à des gobelets, un éclat de couleur bleu-vert et une pièce épaisse de couleur bleu-gris qui est brûlée et qui pourrait appartenir à l'Antiquité tardive. Une lèvre ourlée de gobelet typologiquement non restituable de couleur verte avec de nombreuses bulles appartient peut-être à la fin du 5^e siècle. Légèrement déformée, elle a peut-être subi l'action du feu (pl. 14.7). Ce qui subsiste du col d'un flacon bleu-vert a été trouvé dans des remblais modernes. Son ancienneté est douteuse: aucune bulle ne peut être observée.

Bien conservée, toute cette vaisselle de couleurs variées, est uniquement constituée de coupes, bols ou gobelets réalisés en verre de bonne qualité avec inclusion de bulles. La palette des coloris, qui évoque l'Antiquité tardive, (ambre, vert, bleu-gris) est néanmoins dominée par le bleu, couleur classique au 7^e siècle.

5.3.3.2 Répartition spatiale et stratigraphique

A l'exception de trois objets découverts dans le paléochenal, la grande majorité des pièces se trouvent à proximité des structures du Haut Moyen Age. Cependant, seuls cinq objets appartiennent au contexte stratigraphique de cette période: deux fragments de gobelet en verre bleu ont été trouvés à la base de la couche E2.2, un fragment de T.60 (pl. 14.6) provient du chemin NO/SE, un éclat de verre rouge sodique a été découvert dans la couche C3.1 caillouteuse, alors qu'un second morceau a été trouvé dans le trou de poteau 1 du bâtiment A.

Toutes les autres pièces de verre, du Haut Moyen Age ou romaines, proviennent de niveaux plus récents.

5.3.4 Les objets métalliques

Philippe Amiot

Le mobilier métallique attribué aux phases d'occupations médiévales, différenciées ici en Haut Moyen Age (5^e-10^e siècle) et Bas Moyen Age (10^e-15^e siècle), consiste en un ensemble de 54 objets, dont huit sont dessinés (pl. 15). L'attribution chronologique a été établie d'après des critères typologiques et selon les données archéologiques : position stratigraphique et remplissage des structures (fig. 213). Ce mobilier nous est parvenu dans un état de conservation très médiocre. Cette constatation ainsi que la petitesse du corpus doivent s'expliquer par une activité agricole post-médiévale intensive dans la combe : forte dispersion, dégradation voire destruction des objets.

	Typologie	Stratigraphie	Total	Poids (g)
Haut Moyen Age	1	22	23	101,9
Bas Moyen Age	21	10	31	180,5
Total	22	32	54	282,4

Fig. 213 Décompte et attribution chronologique du mobilier médiéval.

5.3.4.1 Les objets métalliques du Haut Moyen Age

Vingt-trois objets constituent le corpus du Haut Moyen Age. Un seul est en bronze, le reste est en fer. Ce petit ensemble peut se répartir en cinq catégories : quincaillerie, déchet de travail, outillage, armement et indéterminé (fig. 214).

La quincaillerie est composée de neuf clous, de deux maillons et de deux crampons (pl. 15.2). Ces éléments ne fournissent pas d'information chronologique exploitable.

Une activité métallurgique est attestée par trois chutes comportant des traces caractéristiques du travail de forge.

Un seul outil est identifié (pl. 15.3). Il s'agit d'une alène dont des exemplaires similaires se retrouvent à Develier-Courtételle dans un contexte du 6^e au 8^e siècle (Friedli 2007, p. 82, fig. 112.13-22).

L'armement est représenté par un élément décoratif. Un rivet en bronze de fourreau de scramasaxe (pl. 15.1), dont la tête est décorée d'un entrelacs de trois monstres (serpents?) à gueule ouverte. C'est le seul objet qui fournit un indice chronologique fiable. Il est daté des deuxième et troisième tiers du 7^e siècle (Windler 1994, tombe 81).

La catégorie des indéterminés comprend cinq éléments : fragments informes, tige ou objets non définis.

Tous ces objets se situent dans la partie nord de la combe (fig. 215) ; 73% s'échelonnent le long de la voie empierrée NO/SE. Aucune concentration n'est à relever.

La datation s'avère quant à elle délicate. Le manque de vestige pertinent est flagrant. Seul le rivet décoré et éventuellement l'alène donnent des indications pour la fréquentation de la combe, à placer courant 7^e siècle.

Catégorie	HMA		BMA		HMA		BMA	
	nb	%	Poids (g)	Poids moyen (g)	nb	%	Poids (g)	Poids moyen (g)
Quincaillerie	13	4	57	13	44,6	19,6	3,4	4,9
Déchet de travail	3		13		16,4		5,5	
Outillage	1		4		3,1		3,1	
Armement	1	1	4	3	2,7	6,8	2,7	6,8
Maréchalerie		23		74		147,3		6,4
Fragment et indét.	5	3	22	10	35,1	6,8	7,0	2,3
Total	23	31	100	100	101,9	180,5	4,4	5,8

Fig. 214 Décompte par catégorie du mobilier métallique du Haut Moyen Age (HMA) et du Bas Moyen Age (BMA).

5.3.4.2 Les objets métalliques du Bas Moyen Age

Trente et un objets en fer sont à rattacher à la période du Bas Moyen Age (fig. 214). La classification par catégorie montre la forte prépondérance des éléments de maréchalerie avec les trois quarts du corpus (21 clous et 2 fers d'équidé).

Les clous à tête dite en « clé de violon » sont typologiquement datables (Brunner 2007). Ils couvrent une période allant de 1000 à 1250 ap. J.-C. Un fer d'équidé à rives ondulées peut être attribué au 11^e-12^e siècle (Meyer 1989, p. 155). Il faut remarquer que bon nombre de ces clous ont été retrouvés dans des couches basses datées de périodes plus anciennes. Ce qui suggère une perte de ces clous non pas en surface, mais résultant d'un enfoncement ou embourbement dans un terrain meuble. L'armement consiste en un carreau d'arbalète (pl. 15.4), d'un type couramment rencontré au 13^e siècle (Müller 1980, p. 54).

La quincaillerie comprend une clé, deux appliques et un clou. La petite clé s'apparente aux clés de coffret (pl. 15.5). Elle est forgée d'une seule pièce, sa tige est pleine et de section carrée, le paneton est plat en forme de crochet à angle droit, l'anneau est vide et losangique. Se rapprochant des modèles découverts à Charavines (Isère, F), elle peut être datée du 11^e siècle (Colardelle et Verdel 1993, p. 206, fig. 142.20). Une applique fragmentée est une tôle repliée, maintenue par deux rivets en fer et formant une charnière au niveau de son repli (pl. 15.7). Elle peut être considérée comme un élément de buffleterie, une boucle de lanière. L'autre applique est formée d'une plaquette en fer aux bords festonnés, percée de quatre trous de fixation (pl. 15.6). Une extrémité, brisée, va en s'amincissant et est légèrement recourbée. Il peut s'agir d'un élément de peinture d'ébénisterie ou d'une pièce de fermoir (de livre?). Un clou de menuiserie à tête plate complète cette catégorie. Les indéterminés sont constitués d'un fragment de tôle avec une trace de rivet en alliage cuivreux et de deux morceaux de fer informes.

La répartition des objets souligne que 90% d'entre eux proviennent du nord de la combe. Les clous de fers d'équidé semblent s'aligner sur un axe parallèle à la voie empierrée NO/SE à une quinzaine de mètres plus au nord, suggérant ainsi le déplacement de la voie de circulation (fig. 215). La datation montre tout au plus les traces d'une fréquentation de la combe entre le 11^e et le 13^e siècle.

Il convient de signaler la présence d'une sonnaille (pl. 15.8). Cet objet, prélevé hors contexte (non positionné), n'a pas été comptabilisé dans le corpus, mais il provient tout de même de la couche B2.1, du centre de la combe. Son état de conservation général est

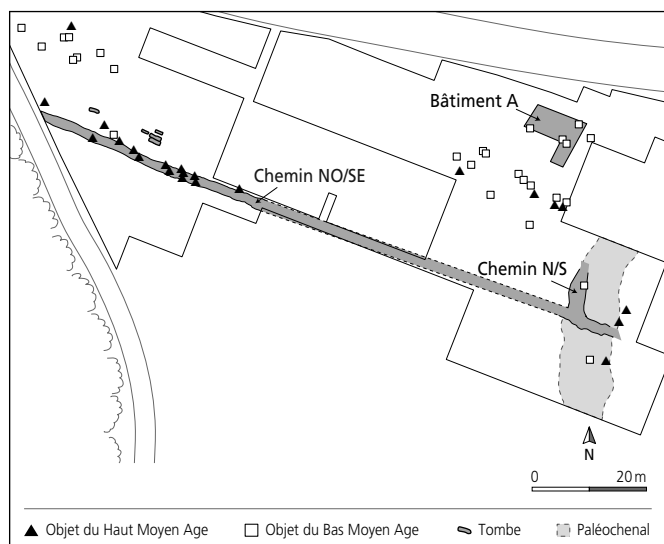


Fig. 215 Répartition spatiale du mobilier métallique du Haut Moyen Age et du Bas Moyen Age.

très satisfaisant ; de forme droite à bouche circulaire, elle est confectionnée à partir d'une tôle de fer repliée et soudée par brasure au cuivre. Deux rivets en assurent encore le maintien. L'anneau de suspension traverse la partie supérieure et forme ainsi la bélière interne où s'accroche le battant, encore en place. La surface de cette sonnaile est également recouverte d'un placage au cuivre, technique reconnue pour assurer une meilleure sonorité. Comme les formes et les techniques de fabrication n'ont guère évolué depuis l'Époque romaine jusqu'au Moyen Age, il est délicat de tenter une datation. Toutefois, par son contexte et par analogie avec celles trouvées à Rougiers (Var, F; Démians d'Archimbaud 1980, p. 455), cette sonnaile peut se placer au Bas Moyen Age, au 14^e siècle.

En conclusion, les objets métalliques de Combe En Vaillard ne constituent pas de corpus assez important ou représentatif pour identifier une activité spécifique. L'ensemble du Haut Moyen Age avec 57% de quincaillerie, essentiellement de menuiserie, s'accorde bien avec la présence d'un habitat mais l'examen de la répartition de ces trouvailles ne permet pas de définir une zone de concentration propre à ce genre de structure. Pour le Bas Moyen Age, l'utilisation du cheval, comme moyen de déplacement ou comme bête de somme, est attestée. Les éléments de datation, quoique peu nombreux, témoignent d'une fréquentation de Combe En Vaillard au 7^e siècle et entre le 11^e et le 13^e siècle. Comme le suggère déjà des

vestiges plus anciens (Deslex et al. 2010) et certains plus récents (monnaie du 16^e siècle), Combe En Vaillard semble avoir été fréquentée sans discontinuer de l'âge du Fer jusqu'à nos jours.

5.3.5 Les lithiques

Carine Deslex

Trois lithiques peuvent être attribués à l'occupation médiévale de Combe En Vaillard. Deux fragments d'un même objet en tuffogrès ont été trouvés dans le premier niveau de recharge (r1) du chemin NO/SE (fig. 216a). Aucun signe particulier d'utilisation n'a pu être relevé de par leur grande fragmentation. On se contentera de signaler que ce type de pierre est utilisé pour les meules sur le site du Haut Moyen Age de Develier-Courtételle (Fellner 2006, p. 140). Un fragment de meule tournante en grès feldspathique, dont le diamètre ne peut pas être estimé, a été trouvé dans la couche D2.2 du paléochenal (fig. 216b). La découverte de nombreuses meules en grès feldspathique sur le site tout proche de Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître) suggère une attribution au Haut Moyen Age pour cet objet, bien que nous ne sachions rien du matériel de mouture utilisé localement au Bas Moyen Age. L'origine de ces deux types de roche, le tuffogrès et le grès feldspathique, est à rechercher dans les Vosges du sud⁶. Un petit bloc de syénite (2 x 1,5 x 1,5 cm) qui présente deux faces parallèles avec un poli d'origine anthropique, a été ramassé à proximité du bâtiment A. Il s'agit peut-être de la récupération d'un fragment de placage d'Époque romaine. Des affleurements de cette matière sont connus dans le Haut-Rhin et dans les Alpes (Valais et Tessin en Suisse, Valmalenco et Vallée d'Aoste en Italie).

5.3.6 Les tuiles

Carine Deslex

Quelque 25 fragments de tuiles romaines ont été ramassés à Combe En Vaillard. Six morceaux de *tegulae* peuvent être identifiés. À l'exception de deux pièces, ces tuiles n'ont pas été trouvées dans le contexte gallo-romain, mais dans les niveaux plus récents. Douze pièces sont en relation directe avec les chemins et l'amas de pierres P2. Les autres proviennent de contextes remaniés, paléochenal, colluvions de bas de pente et remblais modernes. Il est courant de trouver des tuiles romaines sur les sites du Haut Moyen Age. Il s'agit généralement de pièces récupérées dans le but d'une réutilisation secondaire. À Combe En Vaillard, elles ont surtout servi de ballast pour les chemins.

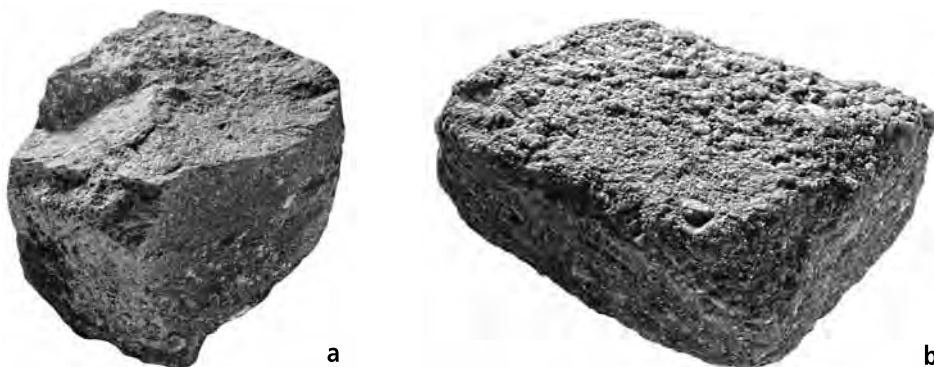


Fig. 216 Objets lithiques par type pétrographique :

a : fragments de meule en tuffogrès (6 x 5 x 4 cm; CHE 999/736 EV).

b : fragment d'une meule tournante en grès feldspathique (13 x 10,5 x 7,3 cm; CHE 999/934 EV).

5.4 Les analyses spécialisées

5.4.1 L'étude archéozoologique

Olivier Putelat

L'étude archéozoologique des périodes historiques de Combe En Vaillard se heurte à deux contraintes. Il s'agit, d'une part, de la mauvaise conservation des vestiges osseux, inhérente à la combe (Putelat 2010), et d'autre part du mitage spatial et chronologique des échantillons fauniques (fig. 217). Les causes de cette dispersion sont multiples. Nous retiendrons principalement la rareté du matériel osseux provenant de structures archéologiques bien délimitées, mais aussi la présence d'ossements mal attribués chronologiquement, car mis au jour dans des contextes médiévaux (*lato sensu*) contenant du mobilier protohistorique remanié. De fait, la présentation des données ostéo-archéologiques s'articule autour de l'évolution du chemin NO/SE.

5.4.1.1 Le chemin NO/SE

Les 98 restes osseux mis au jour dans l'emprise du chemin NO/SE sont très mal conservés (fig. 217). Les vestiges sont très fragmentés, les surfaces osseuses sont altérées dans deux cas sur trois, le taux de dents isolées de leur supports alvéolaires est élevé⁷. La teinte des os est extrêmement variable d'un secteur à l'autre. Ils peuvent être marqués par un dépôt manganique noirâtre, révélateur de la circulation d'eau entre l'empierrement et les couches de comblement, ou présenter ailleurs une coloration plus claire, liée à une décalcification. Les traces vermiculaires, causées par les radicelles de la végétation, sont généralisées en raison des faibles profondeurs d'enfouissement.

Les ostéorestes sont en majorité d'origine bovine. Quelques ossements de caprinés (mouton et/ou chèvre), de porc et d'équidé (cheval et/ou hybride) sont également présents (fig. 218). L'intensité des destructions ostéologiques, liées au faible pH du sol, à la lenteur d'enfouissement des vestiges et aux contraintes mécaniques inhérentes à l'utilisation du chemin, entraîne une préservation différentielle au profit des grands mammifères (boeuf, cheval) et au détriment des mammifères de taille moyenne (caprinés, porc en particulier).

La composition des assemblages osseux diffère à l'est et à l'ouest du chemin, ce qui nous amène à en effectuer une présentation séparée. A l'ouest, où les vestiges sont disséminés en fonction du grand axe du chemin, le poids moyen des restes est plus faible, le taux de détermination est plus bas, les dents isolées de leurs

supports alvéolaires sont plus fréquentes qu'à l'est où les ossements sont plutôt regroupés en amas.

La partie ouest

Dans la partie ouest du chemin, 22 des 48 restes osseux sont déterminés, soit moins d'un reste sur deux (fig. 218). Le poids moyen des vestiges est de 10,6g. Seules des dents isolées, dont l'extrême surreprésentation pondérale témoigne de la destruction du corpus (Studer 1998), sont attribuées aux caprinés et au porc. Elles constituent aussi l'essentiel des restes d'équidés (fig. 217).

Les ossements bovins prévalent avec 10 des 22 restes déterminés. Leur répartition anatomique est plus diversifiée que celle des autres taxons. Il s'agit de deux dents, de la diaphyse et de l'épiphyse distales d'un même humérus (mises au jour déconnectées à un mètre l'une de l'autre), de deux fragments de tibias, d'une patella, de la diaphyse d'un métatarse et d'une phalange distale. Le corpus des caprinés est composé d'uniquement trois dents jugales, indiquant au moins un adulte. L'une de ces dents provient d'une ornière du chemin. L'échantillon porcin comporte en tout et pour tout deux dents jugales. Une M₁ est attribuée à un individu âgé de 6 à 10 mois et une P⁴ à un autre de plus de 2 ans. Les sept restes d'équidé(s) se décomposent de la façon suivante. Il s'agit de cinq dents maxillaires gauches (P³ à M³), s'assemblant bien, et qui proviennent vraisemblablement d'un même arc dentaire disséminé sur place. Une autre dent jugale supérieure droite et un fragment distal de tibia sont mis en évidence. Tous désignent un animal adulte. Les 26 ostéorestes non attribués spécifiquement correspondent, pour l'essentiel, à de petits fragments de diaphyses, d'un poids moyen de 2,3g.

La partie est

Dans la partie est du chemin, 35 des 50 restes osseux sont déterminés, soit plus d'un reste sur deux. Le poids moyen des vestiges est de 25,2g. Les dents isolées sont plus rares que dans la partie ouest du chemin. Les ossements proviennent surtout du niveau r1 (32 restes), mais aussi du niveau r2 (5 restes), de la couche b issue de l'érosion du chemin (10 restes), de l'amas P2 (3 restes). Le boeuf prévaut parmi les taxons déterminés (fig. 218).

Dans le niveau r1, 23 restes bovins, plus ou moins regroupés en trois amas, constituent la totalité des déterminations. Huit d'entre eux, représentant plus de 150 fragments, sont issus d'un premier amas osseux écrasé en place dans les cailloutis situés à l'est de la combe. Il s'agit d'une partie de la tête (représentée par des fragments d'os frontaux, des fragments occipitaux, les os

Type d'assemblage	Restes total						NR brûlés/NR	NR non strictement dentaires	PR non strictement dentaires	Restes déterminés
	nb fragments	nb	poids g	poids moyen g	variation g	écart type				
Chemin NO/SE, ensemble	98	516	1766,8	18,0	0,1 à 291,2	33,1	2/98	77,6%	72,3%	52,8%
Chemin NO/SE, partie ouest	48	89	508,4	10,6	0,1 à 59,0	16,0	1/48	35/48	35,2%	22/48
Chemin NO/SE, partie est	50	427	1258,4	25,2	0,1 à 291,2	41,7	1/50	8/50	89,5%	35/50
Couche d'inondation D3.1	34	268	438,6	12,9	0,1 à 129,2	30,2	2/34	27/34	95,0%	15/34
Chemin N/S	2	4	6,8					2/2	6,8 g	
Divers altomédiéval	6	50	51,7	8,6	0,2 à 36,0	14,0	1/50	6	51,7 g	2/6
Divers médiéval	12	84	162,7	13,6	0,1 à 101,0	28,6		9/12	95,4%	7/12
Total	152	922	2426,6	16,0						

Fig. 217 Présentation d'ensemble du mobilier osseux.

Structure	Espèce	Restes		Poids		NMI
		nb	%	g	%	
Chemin NO/SE, ensemble	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	41	71,9	1188,1	67,2	2
	Caprinés	3	5,3	65,7	3,7	1
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	4	7,0	33,6	1,9	2
	Equidés, <i>Equus</i> sp.	9	15,8	291,6	16,5	1
	Restes déterminés	57	100	1579,0	89,4	6
	Grands mammifères	23		134,3	7,6	
	Mammifères de taille moyenne	6		29,6	1,7	
	Esquilles indéterminées	12		23,9	1,4	
Total	98		1766,8	100,0	6	
Chemin NO/SE, partie ouest	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	10		125,3	24,6	1
	Caprinés	3		65,7	12,9	1
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	2		2,3	0,5	2
	Equidés, <i>Equus</i> sp.	7		254,7	50,1	1
	Restes déterminés	22		448,0	88,1	5
	Grands mammifères	17		56,3	11,1	
	Mammifères de taille moyenne	3		0,8	0,2	
	Esquilles indéterminées	6		3,3	0,6	
Total	48		508,4	100,0	5	
Chemin NO/SE, partie est	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	31		1062,8	84,5	2
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	2		31,3	2,5	1
	Equidés, <i>Equus</i> sp.	2		36,9	2,9	1
	Restes déterminés	35		1131,0	89,9	4
	Grands mammifères	6		78,0	6,2	
	Mammifères de taille moyenne	2		0,8	0,1	
	Esquilles indéterminées	7		48,6	3,9	
	Total	50		1258	100	4
Couche d'inondation D3.1	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	12		418,1	95,3	2
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	3		2,7	0,6	1
	Restes déterminés	15		420,8	95,9	3
	Grands mammifères	2		7,7	1,8	
	Mammifères de taille moyenne	5		4,0	0,9	
	Mammifères de petite taille	1		0,1	0,0	
	Esquilles indéterminées	11		6,0	1,4	
	Total	34		438,6	100,0	3
Chemin N/S	Grands mammifères	1		4,8		
	Esquilles indéterminées	1		2,0		
	Total	2		6,8		
Divers atomédiéval	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	1		36,0		
	Restes déterminés	1		36,0		
	Grands mammifères	2		12,4		
	Mammifères de taille moyenne	1		0,2		
	Esquilles indéterminées	2		3,1		
	Total	6		51,7		
Divers médiéval	Bœuf, <i>Bos taurus</i> L.	1		28,8	17,7	
	Porc, <i>Sus domesticus</i> E. et suinés	3		4,6	2,8	
	Caprinés	2		4,7	2,9	
	Equidés, <i>Equus</i> sp.	1		101,0	62,1	
	Restes déterminés	7		139	85,5	
	Grands mammifères	3		17,5	10,8	
	Mammifères de taille moyenne	2		6,1	3,7	
	Total	12		162,7	100,0	

Fig. 218 Spectre de la faune des divers échantillons ostéologiques.

zygomatiques droit et gauche, les deux dents jugales supérieures), de quelques corps vertébraux (dont la deuxième vertèbre cervicale), d'une côte, d'un humérus gauche et d'un os coxal droit. Le recouvrement des os paraît avoir été assez lent, comme en témoigne l'aspect des surfaces osseuses et la présence d'une trace

de morsure animale sur l'épiphyse distale de l'humérus. Il nous paraît très probable que tout ou partie de ce bovin a été déposé sur le chemin, ou à sa proximité immédiate, et que diverses bio-turbations ont remanié les connexions anatomiques. Une fine incision diagonale au grand axe de l'os affecte la face latérale de la diaphyse d'une côte; elle traduit vraisemblablement le prélèvement de la peau de l'animal. Un à deux mètres au nord-est se trouve un second amas osseux, composé de huit restes crâniens, totalisant 75 fragments. Il s'agit d'esquilles de chevilles osseuses, de débris occipitaux, d'une dent jugale maxillaire. Le tubercule musculaire d'un os occipital, os impair déjà mis en évidence dans le premier amas osseux, montre ici la présence d'un second boviné. Le condyle occipital porte une forte trace «lissée» sur le condyle occipital droit, résultant du décollement de la tête. Quelques mètres au sud-ouest du premier amas, on trouve d'autres ossements bovins: deux dents jugales maxillaires, un os zygomatique droit (surnuméraire par rapport au premier amas), le col d'une scapula, les diaphyses d'un humérus et d'un métacarpe. En résumé, deux bovins, au moins, sont indiqués par deux tubercules musculaires de l'os occipital et deux os zygomatiques droits. L'attrition des dents jugales permet d'estimer l'âge de l'un entre 18 et 36 mois et celui de l'autre d'environ 40 à 60 mois.

Dans le niveau r2, les deux seuls restes déterminés sont une dent jugale et une ulna d'équidé(s).

La couche b du chemin a livré six restes de bœuf, relativement regroupés, et deux dents jugales de porc. Les restes bovins sont des fragments mandibulaires, dentaires et non dentaires, une épiphyse proximale de tibia, une phalange. Le tibia porte une forte incision localisée sur la surface articulaire latérale du plateau tibial. Réalisée avec l'extrémité d'un couteau lourd et tranchant plus qu'avec un couperet, elle s'apparente à une désarticulation.

Trois restes de bœuf, très mal conservés, ont été découverts parmi les blocs calcaires destinés au rechargement du chemin (amas P2). Il s'agit d'un débris de cheville osseuse, d'un fragment de dent jugale et d'une diaphyse d'os long.

5.4.1.2 La couche d'inondation D3.1

La datation de la couche d'inondation D3.1 n'est pas établie précisément (chap. 5.5). Les os sont très dégradés. Le poids moyen des esquilles indéterminées est de moins d'un gramme. Un reste déterminé sur trois est une dent isolée de son support alvéolaire. Les douze restes de bœuf proviennent en majorité du squelette de la tête. On dénombre un arc maxillaire, deux mandibules gauches et une droite. Les stades d'apparition et d'attrition des M₃ montrent la présence d'un bovin âgé de 20 à 36 mois et d'un autre de plus de 42 mois. Le squelette postcrânien comprend la diaphyse d'un radius, un fragment d'os coxal, la diaphyse proximale d'un fémur, marquée d'une trace de désossage. Trois restes de porc ont été exhumés. Il s'agit de deux métapodes et d'une dent jugale.

5.4.1.3 Le chemin N/S

Seules deux esquilles indéterminées proviennent du chemin nord-sud.

5.4.1.4 Divers

Les restes non reliés au chemin sont spatialement inexploitable, en raison de leurs faibles effectifs. Pour cette raison, ils ne font l'objet que d'une simple mention «divers altomédiéval» ou «divers médiéval» (fig. 217 et 218).

5.4.1.5 Conclusion

A Combe En Vaillard, les échantillons fauniques attribués aux périodes historiques sont principalement en rapport avec des opérations de rechargement et de terrassement du chemin. Très détruits par la combinaison de divers processus – taphonomie, piétinement, lenteur d'enfouissement, acidité du sol, érosion, remaniements hydrauliques –, les assemblages se composent de déchets alimentaires, mais aussi de rejets non consommés.

Les phénomènes de conservation et de préservation différentielles, induits par les destructions taphonomiques, font que les rejets domestiques composent un échantillon biaisé, non représentatif des pratiques alimentaires environnantes.

La répartition taxonomique, anatomique et taphonomique des ossements de la partie ouest du chemin NO/SE présente une bonne ressemblance avec ce qui a été observé dans les remblais de la route d'Alle-Noir Bois (zones 8 et 9), datés du 1^{er} au 4^e siècle ap. J.-C. où, par exemple, de nombreux fragments crâniens d'équidés ont été écrasés en place «à la base de remblais soutenant la recharge de la route» (Olive 1999, p. 125). Les observations réalisées dans la partie est du chemin montrent la présence d'au moins un squelette de bovin, non consommé, sommairement recouvert après s'être partiellement décomposé en surface. Il s'agit là d'une variante des divers procédés altomédiévaux d'élimination de squelettes animaux non consommés, ensevelis démembrés ou entiers, dans des déclivités naturelles telles que la doline de Bure-Montbion (JU) ou dans des fosses comme à Bourogne (Ter. de Belfort, F; Putelat 2007a).

5.4.2 Les scories de postréduction

Ludwig Eschenlohr

Environ 2,4 kg de déchets scorifiés ont été mis au jour dans la zone nord de Combe En Vaillard (Eschenlohr 2010, p. 61, fig. 60). Malgré la faible quantité et l'état fragmentaire de ces déchets sidérurgiques, le rapport quantitatif entre les différentes catégories (calottes, coulées, ferrugineuses et parois de bas foyer) permet de conclure à des résidus issus d'activités liées à la postréduction (Eschenlohr et al. 2007, p. 13-15). Leur attribution chronologique plutôt au Haut Moyen Age qu'à l'âge du Fer découle essentiellement de l'étude stratigraphique, ainsi que de la différence morphotypologique de quelques fragments de scories en forme de calotte : leur taille et leur poids, même à l'état fragmentaire, dépassent ceux des calottes découvertes dans la partie assurément protohistorique de ce site. Lors de cette première étude, il a été exposé que le poids moyen des fragments de calotte trouvés dans la zone nord du site est d'au moins un tiers, voire près de la moitié supérieur à celui du même type de déchet provenant des deux zones attribuées à l'âge du Fer, et ceci malgré le fait que deux calottes ont été conservées en intégralité dans le second cas (Eschenlohr 2010, p. 61, fig. 60).

L'absence de toute structure témoignant d'une activité métallurgique, par exemple un bas foyer de forge, nous amène à postuler que ces déchets éparpillés et très peu nombreux proviennent de l'atelier contemporain tout proche de Lai Coiratte. Ce dernier est situé à quelque 250 m en direction du nord-ouest. Cette hypothèse n'est toutefois pas vérifiable étant donné le petit nombre de pièces récoltées. Il n'est pas exclu non plus qu'une autre installation de travail et de transformation du fer ait existé à proximité de la zone nord, mais elle serait située hors du périmètre fouillé.

5.5 Datation

A Combe En Vaillard, il est évident que l'organisation spatiale des sépultures est définie par le chemin NO/SE. C'est en effet son orientation qui induit celle des tombes, alignées sur des axes parallèles le long de son côté nord. Il convient donc de tenter de le situer chronologiquement et cela malgré les difficultés à estimer la durée d'utilisation de ce genre de structure. Cet essai ne repose que sur le rare mobilier prélevé dans ses deux niveaux d'empierrement r1 et r2, dans l'amas adjacent P2 et dans la couche b liée à l'érosion de r1. Il s'agit de tessons en pâte orange 3, communs aux 6^e et 7^e siècles, et en pâte 5c, pâte qui n'apparaît dans nos contrées qu'à la fin du 7^e siècle. Un fragment de gobelet T.60 peut être rattaché aux 7^e et 8^e siècles. Aucune pièce métallique n'a pu être datée. Comme le deuxième niveau de recharge r2 a livré un fragment de pot en pâte orange des 6^e ou 7^e siècles, il n'est pas possible d'évaluer le laps de temps qui le sépare du premier empierrement r1. Quant à la violente inondation qui a enseveli le tronçon oriental et qui a certainement signifié la fin de son utilisation, sa datation ne s'appuie que sur quelques céramiques en pâtes 4 et 7 et sur un rivet de fourreau en bronze extraits de la couche D3.1 qui matérialise cet événement (fig. 192). Le rivet est daté de la fin du 7^e siècle. Les céramiques en pâte 4 sont présentes dans nos régions à partir du deuxième tiers du 7^e siècle, et celles en pâte 7, à partir du dernier quart seulement, mais leur production perdure encore au moins jusqu'au 10^e siècle. Les marqueurs chronologiques plus récents, du 11^e au 15^e siècle, ne se trouvent que dans la couche D2.2, ultérieure à l'inondation. On peut donc situer grosso modo la durée d'utilisation du chemin entre le 7^e et le 10^e siècle, bien que cette fourchette semble trop large. L'attribution de l'épisode d'inondation au Haut Moyen Age encore concorde avec les nombreuses observations d'une recrudescence des événements torrentiels au cours de cette période (Braillard et Aubry 2010, p. 18). La localisation du mobilier métallique et céramique du Bas Moyen Age renforce encore l'idée d'un abandon de cette voie de passage et d'un déplacement vers le nord de l'axe de circulation par la suite.

La proposition d'une datation romaine pour ce chemin est à exclure (Demarez 2001, p. 78). En effet, le chemin posé à la base de la couche E2.2 (fig. 207), scelle l'horizon romain situé au sommet de la couche E3.1 (Deslex et al. 2010, p. 87). Les quelques fragments de tuiles romaines trouvés dans ses niveaux d'empierrements ne doivent pas faire illusion. On sait que les tuiles romaines font l'objet d'une forte récupération et réutilisation au Haut Moyen Age. La voie empierrée NO/SE succède à un chemin plus ancien dont on voit encore les témoins discrets sous forme

Structure	N° laboratoire	Date BP		cal 1σ	cal 2σ
TP1 Bâtiment A	Ua-17837	1705 ± 65		250-420 AD	130-160 AD ; 170-200 AD 210-470 AD ; 480-540 AD
Foyer 1	Ua-19774	1630 ± 45		360-370 AD 380-470 AD 480-540 AD	260-280 AD 320-540 AD
Foyer2	Ua-15179	585 ± 70		1300-1370 AD 1380-1410 AD	1280-1440 AD
Couche E2.2 charb.	Ua-16440	925 ± 60		1030-1170 AD	1000-1250 AD
Couche C2.2 charb.	Ua-19777	980 ± 45		1000-1060 AD 1080-1160 AD	980-1190 AD

Fig. 219 Résultats des datations ^{14}C du trou de poteau 1 du bâtiment A, des foyers 1 et 2, de la couche E2.2 charbonneuse et C2.2 charbonneuse.

de deux ornières que sa bordure nord recoupe partiellement (fig. 193). Mais cette voie de passage antérieure se situe à la base de la couche E2.2 et appartient aussi à l'horizon Haut Moyen Age.

La datation des tombes est problématique. Aucun mobilier funéraire n'accompagne les défunts et les tentatives de datation ^{14}C (sur les squelettes des tombes 2, 4 et 5) ont échoué à cause du mauvais état de préservation des os. L'implantation des tombes à la base de la couche E2.2, niveau caractérisé par la présence de céramiques à pâte 1 fine, à pâte 3 orange ou à pâte 4 sableuse, et scellé par l'horizon charbonneux E2.2 (1000-1250 ap. J.-C.), permet de les placer dans une phase large allant du 7^e jusqu'au 10^e siècle au moins. Cela correspond à la coutume d'inhumer hors contexte paroissial, sous la forme de tombes isolées ou de petits groupes de tombes dispersées, usage qui perdure jusqu'à la fin du 10^e siècle dans les zones rurales (Pecqueur 2003, p. 22). Avec si peu d'éléments, il n'est bien entendu guère possible d'établir le rapport chronologique entre les tombes. Tout au plus peut-on présupposer des relations familiales de type mère-enfant entre les sujets des tombes regroupées 1 à 4, ce qui signifierait des intervalles courts entre ces inhumations. Mais il est difficile d'évaluer leur lien chronologique avec la tombe isolée 5. Le fait que cette dernière soit une inhumation en espace colmaté est peut-être le signe d'une datation récente. Selon F. Blaizot (2006, p. 331), le dépôt en pleine terre avant l'an mille est rare et relève du cas exceptionnel. Or les circonstances tragiques dans lesquelles l'homme de la tombe 5 a trouvé la mort sont exceptionnelles et ont peut-être conduit à ce type d'inhumation à une période plus ancienne déjà.

La datation ^{14}C du foyer 1 situé à proximité des sépultures a donné une fourchette comprise entre 260-540 ap. J.-C. (fig. 219) qu'il est difficile d'intégrer dans le contexte des tombes et du chemin. Ce résultat concorde avec la position stratigraphique basse de cette structure découverte au contact des couches E2.2 et E3.1. S'il exclut la possibilité d'un lien quelconque avec les tombes, il trouve toutefois un écho dans une partie du mobilier daté du début du 6^e siècle (céramiques à pâte fine et à pâte orange). Il est en tous cas l'indice d'une fréquentation des lieux qui précède l'aménagement de la voie empierrée NO/SE et peut éventuellement correspondre à la phase d'utilisation de l'ancienne voie de passage signalée par des ornières.

La datation du bâtiment A par ^{14}C n'est pas utilisable. En effet, le résultat obtenu sur du charbon de bois prélevé dans le trou de poteau 1, 130-540 ap. J.-C. (fig. 219), est contredit par la présence dans le même trou de poteau d'un fragment de verre rouge sodique qui ne peut précéder le 8^e siècle. L'étude des autres artefacts découverts à proximité des structures n'apporte aucune précision chronologique supplémentaire. A l'exception d'un tesson en pâte orange (6^e-7^e siècle) trouvé dans le trou de poteau 4, tous les autres objets appartiennent au contexte remanié peu favorable de cette zone érodée. Un fragment de marmite en pierre ollaire et un petit bloc poli de syénite gris-vert (récupération romaine ?) ont été ramassés à même les graviers, tandis que deux tessons en pâte orange, une clé en fer du 11^e siècle et quelques clous de fer à cheval proviennent de la base des couches C2.2-D2.2 qui recouvrent les vestiges. Du point de vue architectural, le plan en L du bâtiment s'inscrit bien dans les standards des époques mérovingienne et carolingienne. L'ajout d'une pièce annexe sur un côté de l'édifice trouve des parallèles à Prény-Tautecourt (Meurthe-et-Moselle, F; Frauciel 2008, p. 27, fig. 4), à Sillégny (Moselle, F; Peytremann 2008, p. 41 et 43, fig. 5), à Montours-Le Teilleul (Ille-et-Vilaine, F) et à Fleury-La Jouennière (Manche, F; Peytremann 2005, p. 82, fig. 2.5 et 2.6). A l'exception du bâtiment en L de Prény daté du 6^e au 7^e siècle, les autres sont tous attribués à une phase allant du 7^e au 10^e siècle. Plus près de Combe En Vaillard, le bâtiment A de la ferme 1 de Develier-Courtételle daté du milieu du 7^e siècle, possède aussi une pièce annexe sur un côté (plan en T; Federici-Schenardi, Fellner et al. 2004, p. 25, fig. 16). Une attribution un peu plus récente, aux 8^e - 10^e siècles, est justifiée pour le bâtiment A au vu de la présence du verre sodique, voire même de la fin du 7^e siècle si ce dernier date le remblaiement des structures abandonnées. Ces mêmes datations se voient confirmées par le mobilier de la couche C3.1 caillouteuse. Le mobilier plus récent, clous de fers à cheval et clé du Bas Moyen Age, bien que troublant en raison de sa proximité avec le bâtiment, s'explique ici par l'imbrication de la couche de colluvionnement D2.2 dans le domaine C et ne doit pas être pris en compte.

La seule structure qui peut être attribuée au Bas Moyen Age est le foyer 2 du sondage 973. La datation ^{14}C le situe entre 1280-1440 ap. J.-C. La couche E2.2-C2.2 charbonneuse, qui correspond à un épisode de brûlis dans la moitié occidentale du nord de la combe, est datée par le même moyen entre 1000 et 1250 ap. J.-C. (fig. 219).

5.6 Synthèse

L'étude chronologique des différents éléments médiévaux de Combe En Vaillard met en lumière deux phénomènes : une fréquentation sporadique de ce vallon du début du Haut Moyen Age jusqu'au Bas Moyen Age et une occupation permanente des lieux sous forme d'habitat qui se situe à l'époque carolingienne ou juste avant (fin 7^e ou début du 8^e siècle).

La combe se situant sur l'axe principal reliant la Haute Ajoie à la région de Porrentruy, il n'est pas surprenant d'y retrouver des vestiges du Haut Moyen Age à nos jours. En effet, le cheminement le plus simple entre Chevenez et Porrentruy consiste à longer le bord nord des combes Varu et En Vaillard pour traverser la vallée à son étranglement au Creugenat. Les vestiges des phases les plus anciennes du Haut Moyen Age, voire de l'Antiquité tardive déjà, et ceux du Bas Moyen Age s'insèrent aisément dans un contexte de présence intermittente générée par une voie de passage ou liée à une exploitation pastorale, agricole, forestière de l'endroit.

À l'époque carolingienne, ou peu avant, un établissement permanent se met en place dans la combe. Les circonstances exactes de cette installation sont difficiles à déterminer et le lien avec les sites proches de Lai Coiratte et de Courtedoux-Creugenat reste inconnu vu la faiblesse des arguments chronologiques.

Entre les structures découvertes à Combe En Vaillard même – chemin, bâtiment et tombes – le rapport chronologique postulé est celui de l'antériorité du chemin. Cette hypothèse s'appuie surtout sur l'observation du positionnement parallèle au chemin des tombes et du bâtiment A. L'attraction des voies pour les dépôts funéraires est un usage qui remonte à l'époque romaine déjà. Entre le bâtiment et le chemin, le même principe d'attractivité peut s'appliquer. Cependant si les voies attirent l'habitat, l'habitat fait les voies. Il ne peut être clairement établi si les habitants de Combe En Vaillard se sont délibérément installés à proximité du

chemin ou s'ils sont à l'origine de son aménagement. Quoiqu'il en soit, les deux structures se sont succédé rapidement comme l'indique l'embranchement, sur le premier niveau de recharge du chemin, de la voie d'accès au bâtiment. La présence de verre rouge sodique dans le trou de poteau 1 du bâtiment est l'indice d'une datation qui ne peut précéder le 8^e siècle. Cet argument nous pousse à préférer une antériorité du chemin, caractérisé par des éléments du 7^e siècle, sur l'installation de l'habitat.

Le rapport chronologique entre le bâtiment A et les tombes ne peut être appréhendé au travers de preuves matérielles. Bien que le dépôt des cinq tombes puisse s'intercaler entre l'aménagement du chemin et la construction du bâtiment, la proximité des tombes avec le bâtiment A et l'hypothèse d'un lien familial entre les défunts, du moins ceux du groupe de tombes 1 à 4, sont autant d'éléments qui nous poussent à reconnaître dans ces sépultures celles des habitants du bâtiment. Toutefois, ces sépultures pourraient aussi être celles des habitants du hameau de Courtedoux-Creugenat, situé 650 m à l'est et occupé de la fin du 6^e jusqu'au milieu du 8^e siècle, et pour lequel nous ne connaissons à l'heure actuelle qu'une seule tombe (Deslex et al., à paraître).

Les raisons de l'abandon du bâtiment A ne manquent pas. Elles peuvent être mises sur le compte des épisodes d'inondation dont témoigne l'ensevelissement du chemin ou s'expliquer plus simplement par la mort de ses habitants. La mise à mort du sujet de la tombe 5 peut aussi être le signe d'événements tragiques qui ont poussé les occupants de la combe à quitter l'endroit. Quoiqu'il en soit, nous constatons la récupération des éléments architecturaux de cette construction et le comblement des structures creuses, soit dans le but d'en faire disparaître les traces, soit à des fins utiles (réutilisation et remise en état du terrain). Par la suite, il peut être constaté que les vestiges du Bas Moyen Age sont décalés vers le nord et indiquent un déplacement de l'axe de passage par rapport à l'ancienne voie empierrée NO/SE qui n'est plus utilisée.

Notes

- 1 Pour la définition de ces termes, voir Colardelle 1996a, p. 306.
- 2 Il s'agit d'une terrasse due à un intervalle marneux plus érodé que les calcaires qui l'encadrent. Sur le sujet, voir Braillard et Aubry 2010, p. 16.
- 3 Les villages de Chevenez et de Courtedoux font partie des biens de l'abbaye de Saint-Ursanne et sont mentionnés en 814 dans un fragment d'Irminon, abbé de Saint-Germain-des-Prés. Voir Trouillat 1852, p. 94.
- 4 En l'absence d'étude pour le mobilier jurassien du Bas Moyen Age, les parallèles les plus proches se situent à Bâle (Keller 1999; Pfrommer et Gutscher 1999); les références précises des parallèles sont données dans le catalogue.
- 5 Pour une définition géologique précise et une présentation complète de la problématique des provenances, voir l'étude sur la pierre ollaire dans Deslex et al., à paraître.
- 6 Etude pétrographique réalisée par Thierry Rebmann, à Colroy-la-Roche (Bas-Rhin, F).
- 7 Le nombre et le poids des dents isolées de leurs supports alvéolaires sont de bons indicateurs de la conservation du matériel osseux. Ils s'accroissent avec la destruction du matériel osseux (Studer 1998).

6 Anthropologie et état sanitaire des sujets inhumés à Chevenez

Mustapha Elyaqtine
avec la collaboration de Christiane Kramar et des contributions de
Matthieu Le Bailly, Françoise Bouchet et Christine Keyser

6.1 Introduction

Mustapha Elyaqtine

Des quelque vingt nécropoles et sépultures isolées découvertes sur le territoire du canton du Jura et rattachées en majorité au Haut Moyen Age, très peu de squelettes nous sont parvenus (Stékoffer 1996). Si des données anthropologiques et paléopathologiques sont disponibles, en l'occurrence dans le cas de fouilles et d'études récentes, le nombre total des tombes et la structure par âge et par sexe des groupes est inaccessible dans la plupart des cas signalés. De fait, les caractéristiques démographiques et le mode de recrutement de ces ensembles funéraires mérovingiens régionaux restent méconnus. De plus, avant les premières interventions de C. Simon et de ses collaborateurs du Département d'anthropologie de l'Université de Genève dans les années 1980 dans la région, les paramètres ostéologiques contribuant à l'analyse des pratiques funéraires n'étaient pas documentés de façon appropriée. Ainsi, certaines tombes décrites comme étant des inhumations en pleine terre ne le sont pas nécessairement, et inversement. Pour la nécropole de Bassecourt-Saint-Hubert par exemple, découverte vers 1875-1876, H. Duvoisin indiquait dans une note non datée, publiée par A. Rais en 1950 seulement, qu'«à l'exception d'une tombe où l'on a trouvé des clous avec des restes de bois, on ne peut constater nulle part l'existence de cercueils. Nous pensons même que ce mode d'inhumer n'était pas pratiqué.» De même, dans sa présentation du cimetière du Cras-Chalet près de Bonfol, P.-A. Boéchat affirmait en 1889 que «la plupart des corps avaient été simplement ensevelis dans la terre avec leur habits, car on n'a pas retrouvé de clous indiquant la présence de cercueils en bois.» De ces appréciations erronées, mais conformes aux idées de l'époque, on mesure tout l'intérêt que revêtent la mise au jour de nouvelles sépultures et leur étude selon la conception actuelle de l'archéo-anthropologie, compte tenu par ailleurs de la rareté des sources textuelles relatives au Haut Moyen Age. Cette approche implique une analyse descriptive détaillée qui, si lourde puisse-t-elle paraître, reste nécessaire et doit être systématique. Ce n'est qu'à ce prix que l'anthropologie peut apporter une contribution effective à la compréhension tant de la biologie que des pratiques funéraires des populations de la région durant le Haut Moyen Age. C'est dans cette optique que l'étude des sépultures des trois sites de la commune de Chevenez a été conçue. La démarche comporte un volet «anthropologie de terrain» et un volet «anthropologie biologique». L'étude paléopathologique approfondie est complétée par des analyses paléoparasitologiques.

Ayant pu envisager une étude anthropologique comparée, mes remerciements vont à Madame Nathalie Fleury pour l'accès donné aux ossements de la nécropole de Bassecourt-Saint-Hubert

conservés au Musée jurassien d'art et d'histoire à Delémont. Ma gratitude s'adresse également à Madame Susi Ulrich-Bochsler du Medizinhistorisches Institut de l'Université de Berne qui a autorisé une collecte de données morphologiques et métriques sur la série gallo-romaine de Courroux-Derrière la Forge dont elle n'a pas encore publié l'étude.

6.2 Méthodes de fouille et d'étude

6.2.1 Anthropologie de terrain

Le suivi anthropologique de la fouille des tombes a permis d'assurer une collecte de données dès le début du travail de terrain. Du point de vue pratique, pour le dégagement du squelette et l'enregistrement des paramètres ostéologiques et anthropologiques, la même approche a été mise en œuvre sur les trois sites. Elle a consisté en l'analyse descriptive systématique des rapports anatomiques des os et des segments squelettiques, de l'état des connexions articulaires, de la face d'apparition des os et de leurs éventuels déplacements. Ce qui est le seul moyen de distinguer les dispositions liées à la taphonomie et à l'environnement naturel du cadavre de celles en rapport avec le traitement funéraire du cadavre. Les squelettes sont dessinés au cinquième et photographiés selon des vues d'ensemble et de détail. L'altitude est prise à la base de l'os ou du segment squelettique. Les paramètres ainsi documentés permettent d'appréhender le mode d'inhumation : les conditions du dépôt, la position initiale des corps, les gestes funéraires, la nature du milieu de décomposition et, dans certains cas, les interventions secondaires dont le défunt a pu faire l'objet. Enfin, les modalités du recrutement de ces ensembles sépulcraux, l'organisation de l'espace funéraire en fonction de paramètres biologiques et funéraires, ainsi que l'éventuelle variabilité intra- et intergroupes sont examinées.

6.2.2 Anthropologie biologique

6.2.2.1 L'âge au décès et le sexe

Mustapha Elyaqtine
avec la collaboration de Christiane Kramar

La détermination de l'âge au décès de l'enfant en bas âge de Lai Coiratte a été réalisée à partir de mensurations de plusieurs os selon les méthodes compilées par L. Scheuer et S. Black (2000). Dans le cas des enfants plus âgés issus des deux autres sites, il a été tenu compte du degré d'éruption et de calcification des dents (Ubelaker 1978, cité par Ferembach et al. 1979).

Pour les adolescents, le principal critère est le développement du squelette postcéphalique évalué par le degré de soudure des épiphyses aux diaphyses correspondantes (Ferembach et al. 1979; Scheuer et Black 2000).

Chez les adultes, l'estimation est basée sur des indices de sénescence (Ferembach et al. 1979; Masset 1982) et tient compte des niveaux de fiabilité, maintenant assez largement admis, restreignant les possibilités d'attribuer un sujet adulte à une classe d'âge précise. Sont recherchés, en premier lieu, les signes de la

disparition des dernières traces d'immaturation: soudure de l'épiphyse sternale de la clavicule et de la crête iliaque. Ensuite, le degré de soudure des autres épiphyses est examiné. Il est admis qu'au-delà des 30 ans, les imprécisions dont la plupart des critères sont entachés ainsi que l'imbrication des indicateurs du processus normal de sénescence et des effets de facteurs fonctionnels et/ou pathologiques peuvent compliquer l'évaluation de l'âge au décès. Une mise en parallèle de résultats biologiques avec des données paléopathologiques pouvant affiner les estimations dans une certaine mesure a été réalisée. Les coefficients de synostose des sutures crâniennes préconisés par C. Masset (1982) ne sont pas exploitables sur tous les crânes et on n'a pas pu établir une structure par âge sur nos effectifs trop réduits. Pour ces raisons, nous n'avons pas cherché à fournir des données chiffrées dans les cas de sujets adultes. Dans la mesure du possible, les catégories suivantes seront distinguées: adulte jeune, adulte, adulte d'âge moyen, adulte mature et adulte âgé selon le faisceau d'indices lisibles. Quelquefois, on peut estimer que le décès a dû intervenir probablement avant ou après les 30 ans.

Pour les sujets de Chevenez, la détermination du sexe des adultes et de celui d'un adolescent a été basée exclusivement sur la morphologie du bassin et s'est appuyée sur les recommandations de D. Ferembach et al. (1979) et Y. Bruzek (1991). Les tendances féminines et masculines des squelettes gallo-romains de Courroux-Derrière la Forge n'ont pu être appréciées qu'à partir de traits crâniens.

6.2.2.2 La morphologie et les liens de parenté Mustapha Elyaqnine

En dépit de la faiblesse des effectifs, deux aspects ont été examinés: d'une part la forme du crâne appréhendée par l'indice crânien horizontal (Martin et Saller 1957-1966) et, d'autre part, un ensemble de caractères discrets osseux et deux particularités dentaires. Les traits discrets sont relevés de façon systématique et des deux côtés pour les expressions bilatérales.

6.2.2.3 L'étude métrique

Pour le calcul de la stature, au moins un os long a été mesuré, de préférence le fémur. En raison du mauvais état de conservation dans certains cas, la mensuration n'a pu être prise qu'*in situ*. La stature est calculée d'après les équations élaborées par K. Pearson (1899), équations déjà utilisées pour des études antérieures dans le canton du Jura et en Suisse occidentale. Les mensurations d'os longs et la classification des statures se réfèrent aux conventions et à l'échelle établies par R. Martin et K. Saller (1957-1966).

La variabilité intra- et intergroupes est aussi approchée par une analyse en composantes principales de variables craniométriques intégrant d'autres échantillons locaux. Cependant, seules neuf ou dix variables crâniennes ont pu être prises en compte sur un maximum de 19 ou 21 individus: longueur maximale du crâne (M1), largeur maximale du crâne (M8), hauteur basion-bregma (M17), hauteur porion-bregma (M4), arc occipital médian sagittal

(M28), arc pariétal médian sagittal (M27), arc lambda-inion (M28.1), corde bregma-lambda (M30), corde lambda opisthion (M31), corde lambda-inion (M24). Seule la variabilité représentée par ces mensurations a pu être appréhendée. Du fait du mauvais état de conservation des crânes, surtout à Combe Varu, nous sommes bien souvent devant le choix entre un nombre restreint de variables et un effectif à peu près conséquent et l'inverse. Dans certains cas, des variables ont été estimées, principalement sur les deux sujets de Lai Coiratte et celui de la tombe 5 de Combe En Vaillard.

6.2.3 Etude paléopathologique

Christiane Kramar

6.2.3.1 La pathologie dentaire

La pathologie dentaire comprend les caries, les abcès, les chicots (restes de racines après destruction de la couronne consécutive à une carie ou, parfois, à une forte usure), le tartre et la résorption alvéolaire (dénudation progressive de la racine résultant de l'inflammation des tissus de soutien de la dent-parodontose). Elle comprend aussi le dénombrement des dents tombées du vivant du sujet, conséquence probable de parodontopathies chez les adultes de plus de 35 ans, selon J. Fouré (1974), ou d'un processus carieux associé ou non à un abcès, ou encore d'un traumatisme. Nous qualifions de «malades» l'ensemble des dents cariées, perdues *ante mortem*, les chicots et les dents avec abcès.

Nous avons également recherché les marques d'hypoplasie sur l'émail des couronnes (altérations dues à des perturbations de l'amélogenèse résultant de troubles endocriniens ou métaboliques, de problèmes infectieux et/ou nutritionnels). Nous avons relevé leur degré d'usure et les anomalies de forme, de volume, d'éruption ou de position des dents.

6.2.3.2 La pathologie osseuse

Les lésions osseuses prennent place dans les grands types de pathologies que sont les troubles du développement, les traumatismes, les infections, les tumeurs et les rhumatismes au sens large. Nous y avons ajouté, pour les raisons évoquées plus bas, les rubriques «hyperostose enthésopathique, périostites et ostéopathies porotiques».

Nous accordons au terme «trouble du développement» un sens très large qui comprend aussi bien les dysplasies et malformations squelettiques, les dystrophies de croissance, les affections métaboliques, les troubles endocriniens que des altérations peu invalidantes et dont les causes sont encore source de discussion entre les auteurs.

Sur la base de critères anatomo-pathologiques précis nous avons recherché des atteintes rhumatismales inflammatoires et dégénératives. Les premières comprennent les arthropathies érosives (diagnostiquées par l'érosion des surfaces articulaires sans éburnation) et la spondylarthrite ankylosante (son diagnostic reposant sur l'ankylose sacro-iliaque et sur la présence de minces

ponts osseux intervertébraux dénommés syndesmophytes). Les secondes correspondent aux arthroses, axiales et appendiculaires, diagnostiquées par le remodelage et l'éburnation d'une surface articulaire, avec ou sans ostéophytes marginaux.

Au niveau vertébral, nous avons aussi recherché les signes d'ostéochondrose correspondant à une modification des plateaux vertébraux traduite, dans sa forme mineure, par la présence de nodules de Schmorl (traces d'hernies discales) et, dans sa forme plus sévère, par une érosion crénelée (Schmorl et Junghanns 1956).

Nous avons aussi relevé les hyperostoses enthésopathiques : elles correspondent à des ossifications rencontrées dans les territoires d'insertion tendino-ligamentaire. « Elles ne peuvent pas être considérées vraiment comme des " entités nosologiques " (c'est-à-dire des " maladies ") et sont pratiquement asymptomatiques » (Lagier 1985). Cela explique l'importance qu'il y a, lorsque cette hyperostose touche le rachis et forme alors des ostéophytes (becs d'os néoformé), dénommés becs-de-perroquet, ou des ponts intervertébraux, de les distinguer de ceux de l'arthrose (Forestier et Lagier 1971 ; Lagier et Baud 1978) et des syndesmophytes de la spondylarthrite ankylosante (Lagier 1982 ; Kramar et al. 1988 et 1990). L'hyperostose est, le plus souvent, en relation avec l'évolution gérontologique et « se voit surtout chez des sujets au-dessus de 50 ans. Parfois chez des sujets plus jeunes, mais alors en général dans un contexte particulier (diabète surtout, hypoparathyroïdie, fluorose) » (Lagier 1985). Elle peut aussi mettre en évidence des contraintes mécaniques particulières résultant d'une activité physique donnée (Dutour 1986 ; Stirland 1991 ; Pálfi 1992).

Nous avons enfin recherché des « indicateurs osseux de stress » qui se manifestent par des zones crâniennes plus ou moins poreuses que l'on dénomme *cribra orbitalia* lorsqu'elles se situent au plafond orbitaire, et hyperostose porotique ou poreuse (*cribra cranii*) lorsqu'elles touchent d'autres parties de la voûte. Elles prennent place dans les ostéopathies porotiques. Bien que leur étiologie soit fort controversée, leur présence est importante car elle permet parfois d'évoquer des liens familiaux entre certains sujets. Parmi les causes évoquées, citons les anémies, certaines étant héréditaires, et les troubles nutritionnels et/ou infectieux.

Il convient, enfin, d'expliquer le sens étymologique et la signification pathologique d'une lésion fréquemment rencontrée que l'on nomme périostite. Il s'agit d'une inflammation du périoste, membrane conjonctive qui entoure les os et qui répond à diverses agressions en formant de l'os. Si le terme peut correspondre à une maladie spécifique, il a le plus souvent, en paléopathologie, une valeur descriptive et peut avoir diverses causes ; les plus fréquentes sont infectieuses et traumatiques. Il est souvent impossible, sur du matériel ancien, de les distinguer. L'aspect, l'étendue, l'épaisseur et la localisation de ces épaissements, associés parfois à d'autres lésions spécifiques, aident cependant quelquefois à choisir entre elles. Lorsque ces épaissements se retrouvent sur les os d'enfants, en particulier les nouveau-nés et les nourrissons, il est le plus souvent difficile d'en donner macroscopiquement l'étiologie. Des causes fort variées peuvent en effet les induire.

Nous pouvons citer les traumatismes, même minimes (simples manipulations, toilette ; Laval-Jeantet 1961), des hémorragies sous-périostées d'origine diverse, les infections (dont celles transmises par la mère), les anémies, diverses déficiences vitaminiques ou nutritionnelles, et même une réaction physiologique à la croissance rapide des os chez les nouveau-nés et les prématurés (Enlow 1962).

6.3 Le site de Chevenez-Lai Coiratte

6.3.1 La sépulture triple

Mustapha Elyaqtine

Cette tombe isolée réunit les squelettes de trois individus (fig. 220). Une datation ^{14}C effectuée sur le squelette de la femme fournit la fourchette de 680-900 cal AD à deux sigma (Ua-22240, 1230 ± 40 BP).

6.3.1.1 Le sujet 1

Le squelette est bien représenté, son état de conservation est moyen.

La position et l'orientation

Le défunt est en décubitus dorsal, orienté ouest/est, la tête à l'ouest. Le crâne, qui repose sur une pierre de calage, apparaît en vue latérale gauche tout comme l'atlas avec lequel il a gardé une connexion étroite. Les vertèbres cervicales C2 à C5 se sont déconnectées. La relation crâne-atlas et la connexion cranio-mandibulaire attestent le maintien du crâne dans sa position initiale ou, en tout cas, dans une position prise peu de temps après l'inhumation.

Le membre supérieur droit est en extension le long du corps. Toutefois, la répartition des os de la main indique que cette dernière était initialement en pronation sur le bassin. À gauche, le membre supérieur est semi-fléchi et la main, également en pronation, reposait sur l'abdomen.

Le membre inférieur droit est, dès le dépôt, dans une position semi-fléchie, sous la moitié proximale du membre gauche ; posture que les préposés aux funérailles n'ont pas rectifiée. Le membre inférieur gauche est en extension.

L'âge et le sexe

La soudure de la crête iliaque et des épiphyses des os longs indiquent l'âge adulte du sujet. En revanche, les sutures crâniennes ne sont pas synostosées. Les épiphyses sternales des clavicules ne sont pas soudées ; toutefois, la portion de la surface métaphysaire conservée est très réduite à gauche et est amputée de presque son tiers supérieur à droite. La soudure de cette épiphyse débute autour des 16-21 ans et le processus peut ne pas atteindre son terme avant les 30 ans (Scheuer et Black 2000). Par ailleurs, le degré d'éruption des troisièmes molaires supérieures indique que le sujet devait avoir atteint au moins ses 21 ans (Ubelaker 1978, cité par Ferembach et al. 1979). Du reste, sur le plan paléopathologique, l'état du squelette, qui ne présente pas de traces de phénomènes dégénératifs, concorde avec le jeune âge de cet adulte.

Le sexe masculin du sujet est attesté par l'arc composé formant une courbe unique, par l'asymétrie et l'étroitesse de la grande échancrure sciatique et par l'absence du sillon préauriculaire.

L'espace de décomposition du cadavre

Certaines dents sont restées en place dans leurs alvéoles mandibulaires et maxillaires, mais d'autres, isolées, ont subi des déplacements importants. Sept sont éparses à plus de 4 cm au nord du crâne, sous l'arrière-crâne, sur l'astérion gauche, au niveau de l'orbite droite, sous le menton, au niveau de l'épaule gauche et dans l'axis.

Les vertèbres cervicales sont déconnectées, la troisième repose sur la scapula gauche. Les vertèbres C5 à C7 et C7-T1 ont gardé des connexions plus étroites. Elles apparaissent par leur face antéro-latérale droite.

La scapula droite apparaît par sa face antérieure et repose en partie sur la pierre de calage. De ce fait, elle occupe une position plus crâniale par rapport à la scapula gauche. Aucun effet de paroi n'est visible au niveau des épaules.

Les articulations du poignet droit et de la main droite sont déconnectées.

Au niveau du coude, le radius repose sur l'ulna et la partie distale des deux os est sous le bord latéral du coxal droit, laissant penser à première vue que la main droite était en pronation le long du corps. Néanmoins, compte tenu de la localisation d'os de cette main dans le bassin, sous l'articulation coxo-fémorale gauche, dans la partie interne de la grande échancrure sciatique droite, entre le sacrum et la grande échancrure sciatique gauche, et surtout entre le col du fémur et l'ischion droits et à proximité du tiers proximal du fémur droit, la main devait reposer initialement en pronation sur le bassin, sans doute sur sa partie latérale. Si elle avait été placée le long du corps, les extrémités distales du radius et de l'ulna droits seraient restées plus proches et il y aurait plus d'os à proximité. De plus, la main aurait été en position d'équilibre tout à fait stable et aurait, de ce fait, gardé un minimum de connexions à cet emplacement. Les articulations labiles de la main se sont décomposées avant celles du coude droit. Ensuite, avec l'ouverture lente du coxal droit, le radius et l'ulna ont glissé latéralement sans que le contact au coude soit grandement perturbé.

En ce qui concerne le bras gauche, l'articulation avant-bras/carpe est déconnectée, tout comme les articulations du carpe et du métacarpe; seules trois métacarpiens ont leur base en contact. Les os de la main sont localisés sous la deuxième vertèbre lombaire, contre le côté droit de la quatrième vertèbre lombaire, sur les côtes droites et sur le radius droit.

Des phalanges de main sont localisées latéralement au fémur droit. Une phalange intermédiaire est latérale au pied gauche, le troisième métacarpien droit est sous le tibia gauche; une base de phalange proximale de main repose contre le troisième trochanter du fémur droit.



Fig. 220 Lai Coiratte. Sépulture triple.

Les côtes se sont affaissées. Le sternum a chuté contre la partie latérale droite du rachis thoracique. Il y a eu mise à plat du bassin, surtout à gauche.

La connexion de la cheville et celle du talus et du calcaneum droits sont lâches; celle du talus et du naviculaire est étroite. Les articulations du métatarse sont déconnectées. La fibula s'est écartée du tibia surtout au niveau de la cheville.

L'articulation tibia-talus gauche est très lâche. Celle du talus avec le calcaneum et celles du tarse et du métatarse sont déconnectées. Des os du tarse et du métatarse se retrouvent à divers endroits, loin de la position initiale du pied. On notera aussi la localisation d'une vertèbre thoracique latéralement à la partie proximale du fémur gauche.

De nombreuses déconnexions, et notamment des articulations en équilibre instable, et de nombreux déplacements d'os, dont beaucoup sont éparpillés bien en dehors du volume extérieur au cadavre et souvent loin de leur emplacement initial, attestent une décomposition du cadavre en espace vide.

6.3.1.2 Le sujet 2

Le squelette est bien représenté. Certains os sont assez altérés, surtout les vertèbres, les côtes et le bassin.

La position et l'orientation

Le défunt, orienté ouest/est, est en décubitus dorsal. Le crâne est à l'ouest; il apparaît par sa face latérale gauche et légèrement antérieure. Toutefois, la tête apparaissait initialement en vue antérieure et très légèrement supérieure. Les membres supérieurs sont fléchis, le gauche l'étant plus que le droit. Les mains sont en pronation, la droite reposant pratiquement sur la partie basse du thorax, la gauche sur la partie supérieure gauche du thorax. Les membres inférieurs sont en extension.

L'âge et le sexe

La crête iliaque et les épiphyses d'os longs sont soudées et aucune des sutures crâniennes n'est synostosée. Concernant les phénomènes dégénératifs, le bilan paléopathologique concorde avec l'âge adulte jeune de ce sujet; seuls une hernie discale et un signe d'arthrose vertébrale discrets ont été relevés. Le sujet est décédé très probablement avant ses 30 ans.

La morphologie de la grande échancrure sciatique, l'arc composé formant deux courbes distinctes et la présence bilatérale d'une légère dépression préauriculaire attestent le sexe féminin du sujet.

L'espace de décomposition du cadavre

Le squelette présente des déconnexions articulaires et d'importants déplacements d'os:

- une prémolaire et un fragment de côte ont été retrouvés sous la boucle d'oreille gauche; une deuxième molaire supérieure droite sur le quart proximal de l'humérus droit;
- les articulations crâne-atlas et atlas-axis sont déconnectées. L'atlas reposait sur la partie supérieure gauche du thorax. Les connexions du rachis thoracique sont lâches par endroits. Les vertèbres lombaires sont déconnectées et ont pour la plupart subi des déplacements non négligeables. On note aussi la chute et le déplacement des patellas localisées latéralement à la hauteur de la moitié proximale du fémur droit.

La main gauche repose sur la clavicule droite. Les scapulas apparaissent par leur face antérieure et aucun indice de compression des épaules n'est visible.

Les côtes se sont complètement affaissées.

Les articulations du poignet et du carpe sont lâches des deux côtés. A droite, le carpe et le métacarpe sont déconnectés; à gauche, les articulations du carpe sont lâches à presque étroites. Une connexion étroite est maintenue entre trois métacarpiens gauches; leurs phalanges proximales correspondantes sont, en revanche, déconnectées. Le triquetrum gauche est sous le quart distal du fémur droit et une phalange de main est latérale à la partie médiane de ce fémur. Le quatrième ou cinquième métacarpien gauche repose contre le côté droit de la quatrième vertèbre lombaire. La main gauche était dans une position d'équilibre un peu plus stable que la droite.

Il y a eu mise à plat du bassin et migration du sacrum vers l'avant, avec une légère rotation latérale de la jambe droite et une rotation médiale plus importante de la jambe gauche.

Au niveau des pieds, mis à part la connexion tibia-talus-calcanéum gauche qui est restée relativement étroite en raison de sa position d'équilibre sur la pierre de calage, la quasi-totalité des autres articulations sont déconnectées.

L'état des connexions anatomiques et l'importance des déplacements observés attestent ici aussi la décomposition du cadavre dans un espace vide.

6.3.1.3 Le sujet 3

Par rapport aux squelettes des deux adultes et compte tenu de la fragilité des os liée au bas âge de ce sujet, les parties représentées sont assez bien conservées, à l'exception du crâne.

La position et l'orientation

Le crâne repose en partie sur la pierre de calage; il est au contact du crâne et de la tête humérale du sujet 1 et du processus coronoïde de sa scapula gauche. Contrairement aux deux adultes, le corps de cet enfant inséré entre les têtes de ceux-ci a été inhumé tête à l'est (fig. 221). La position initiale du corps reste difficile à déterminer. En effet, en raison des déconnexions et des déplacements consécutifs, au moins en partie, au pourrissement puis à l'effondrement du fond du contenant, des éléments de ce squelette sont quelque peu épars, en partie sur la pierre de calage, en partie sur le fond de la fosse. Cet effondrement a aussi amplifié certaines des déconnexions des squelettes des deux adultes.

L'âge et le sexe

L'estimation de l'âge au décès a été réalisée à partir de mensurations de plusieurs os: grande aile du sphénoïde, partie basale de l'occipital, partie pétreuse du temporal, ischium, ulna, fémur et tibia. Nous serions en présence d'un sujet de 36 à 38 semaines (Fazekas et Kosa 1978 ainsi que Jeanty 1983, cités par Scheuer et Black 2000). L'enfant est décédé quelques jours après sa naissance, probablement avant ses 30 jours. Une analyse de l'ADN nucléaire atteste de son sexe masculin (chap. 6.9).

L'espace de décomposition du cadavre

Comme déjà indiqué, le squelette est en partie déconnecté. Plusieurs os du squelette postcrânien sont éparpillés sur la pierre de calage. La fibula et le tibia droits y ont gardé une proximité évoquant un état de connexion anatomique. De même, leur connexion avec le fémur droit est à peine déplacée. Les connexions coxo-fémorales ne sont pas maintenues et les éléments du bassin reposent en partie sur la pierre, en partie en appui contre elle. D'autres os, dont des phalanges et des métacarpiens, ont été retrouvés sous et dans l'arrière-crâne de l'homme.



Fig. 221 Lai Coiratte. Sujet 3. Disposition du squelette du nouveau-né au contact du crâne du sujet 1.

Huit côtes droites sont en connexion lâche avec une portion du rachis également en « connexion ». Ces côtes se sont affaïssées et apparaissent par leur face supéro-interne. Sept corps vertébraux alignés ont gardé une certaine connexion. Les sept arcs neuraux correspondant indiquent l'apparition de la colonne en face antérieure. Les côtes gauches préservées sont restées en contact avec le rachis et apparaissent par leur face inféro-interne. Tout comme pour les deux squelettes d'adultes, la dispersion et la position des os de ce squelette cadrent avec une évolution du cadavre en espace vide. La position initiale du rachis et des côtes ne paraît pas incompatible avec une position du corps en décubitus dorsal, mais il demeure difficile de l'affirmer.

6.3.2 Mode d'inhumation et principales caractéristiques anthropologiques

Quelques différences de position du corps des défunts sont relevées à Chevenez-Lai Coiratte. A l'inverse des deux adultes, l'enfant est orienté tête à l'est. Le crâne de l'homme apparaît par la face latérale gauche, ce qui correspond soit à la face d'apparition initiale de la tête, soit à une position prise peu de temps après l'inhumation, en tout état de cause avant la décomposition du rachis cervical. Le crâne de la femme apparaît en vue latérale gauche et légèrement antérieure; il ne s'agit toutefois pas de la position primaire de la tête qui se présentait initialement par sa face antérieure et très légèrement supérieure.

Au moment du dépôt, les mains de l'homme reposaient sur la région abdomen/bassin, tandis que celles de la femme étaient ramenées sur la poitrine, surtout la gauche localisée sur la zone supérieure droite du thorax. Certains auteurs ont vu dans le repli ou le croisement des avant-bras sur la poitrine une attitude chrétienne (Colardelle 1983). On relève une position asymétrique des mains chez certains sujets de Combe Varu où seule une main repose sur la poitrine (chap. 6.4): la main droite du sujet 6 de la tombe 22, la main gauche du sujet 4 de la tombe 16, la main droite du sujet 3 de la tombe 14 (la gauche est absente). A Combe En Vaillard, cette asymétrie est présente chez l'enfant de la tombe 3 dont la main droite est ramenée sur la poitrine, la gauche reposant sur le bassin (chap. 6.5).

Quelques observations peuvent être faites sur d'autres sites jurassiens. A Alle-Noir Bois, on constate le repli des deux mains sur la poitrine chez un seul sujet parmi les quatre présents: la femme de la tombe 3 (Othenin-Girard 1999). Il n'apparaît ni chez les deux sujets de Develier-Courtételle (Federici-Schenardi, Fellner et al. 2004), ni chez les cinq inhumés observables parmi les dix-huit mis au jour à Courfaivre-Rue des Sabotiers (Schifferdecker 1985). Quant à la nécropole de Bassecourt-Saint-Hubert, les observations font défaut.

Le repli ou le croisement des avant-bras sur la poitrine était donc rare non seulement à Chevenez mais aussi dans tout le canton du Jura qui, aux environs de 600, avait déjà plus ou moins adopté le christianisme (Friedli 2001). A une échelle plus large, cette posture devait être plus fréquente dans les nécropoles de l'ouest et du sud de la Suisse à l'époque mérovingienne (Motschi 1993, cité par

Graenert 2005); mais sans doute faut-il convenir avec l'auteur qu'au cours du 7^e siècle les bras pouvaient être disposés le long du corps ou repliés sur le bassin, plus rarement sur la poitrine.

Les membres inférieurs de la femme sont en extension. Le membre inférieur droit de l'homme est dans une position de semi-flexion sous la jambe gauche, sa position initiale.

Sur nos sujets inhumés en décubitus dorsal, surtout les deux adultes, de nombreux indices ostéologiques attestent une décomposition des cadavres dans un espace vide. L'état de connexion du squelette de l'enfant et la face d'apparition d'une portion de son rachis marquent une position initiale a priori compatible avec une inhumation en décubitus dorsal, sans que l'on puisse l'affirmer de façon incontestable.

Le corps de la femme a été déposé en premier, dans la partie nord de la tombe, puis ce fut le tour de ceux de l'homme et de l'enfant. Son membre supérieur droit repose sous le membre supérieur gauche de l'homme sans qu'il y ait eu déconnexion articulaire ni dépôt sédimentaire entre les deux squelettes: un autre indice en faveur d'une inhumation simultanée dans un espace de décomposition vide commun. Le contenant en bois avait un fond dont le pourrissement et l'effondrement sur les pierres de calage ont amplifié certaines déconnexions articulaires.

Sur le plan de la biologie, l'ADN nucléaire extrait des ossements de l'enfant a permis d'en déterminer le sexe masculin, mais il était trop dégradé pour livrer un profil génétique propre à établir formellement ses liens avec les deux adultes. Toutefois, la présence chez l'homme de trois caractères osseux discrets, dont la femme est dépourvue, signent probablement un éloignement génétique entre les deux adultes: il s'agit d'une suture métopique, des troisièmes molaires inférieures et d'une malposition de dents (Piette et Goldberg 2001). Par ailleurs, selon le bilan paléopathologique, la femme a plus souffert de ses dents que l'homme et ce contraste pourrait être le reflet d'une différence de milieu social à l'enfance et/ou de patrimoines génétiques bien distants (chap. 6.3.3.2). Ces données, conjuguées à l'absence de caractères discrets partagés et dotés de coefficients d'héritabilité significatifs, suggèrent une probable exclusion d'une parenté étroite entre les deux adultes et cadreraient a priori avec des liens conjugaux, l'enfant étant très vraisemblablement leur fils.

Il est hautement probable que le décès simultané des trois sujets soit lié à une même cause. Aucune trace de mort violente n'a été relevée sur ces squelettes. Bien qu'il n'y ait pas d'indice de « sépulture de catastrophe », excepté peut-être la position initiale de la jambe droite de l'homme, que les officiants n'ont pas rectifiée, la cause du décès fut vraisemblablement une maladie infectieuse aiguë. Une recherche de l'ADN du germe de la peste *Yersinia pestis*, réalisée par M. Drancourt à partir des restes de la pulpe de la deuxième molaire inférieure droite de l'homme et de la troisième molaire inférieure gauche de la femme, s'est révélée négative. La maladie contagieuse foudroyante, l'un des premiers facteurs de mortalité à l'époque, expliquerait peut-être la situation isolée de la tombe, alors même que les résultats d'une analyse multivariée

iraient plutôt dans le sens de l'appartenance des sujets à une communauté locale et d'affinités notamment avec Combe En Vaillard. Elle expliquerait aussi qu'on ait enterré, avec les deux adultes, un enfant en très bas âge qui, dans des circonstances ordinaires, aurait sans doute été inhumé à l'écart de l'espace sépulcral des adultes, comme ce fut le cas à Combe En Vaillard et à Combe Varu. A notre avis, la question se pose aussi pour un nouveau-né de la nécropole de Crêt Georges Est à Tramelan (BE; seconde moitié du 7^e siècle) enterré entre les jambes d'un homme (Kissling et Gerber 2008). Dans la nécropole mérovingienne de Soyria à Clairvaux-les-Lacs (Jura, F), on signale des cas d'enfants très jeunes et de nouveau-nés enterrés (Pétrequin et al. 1980):

- dans une petite fosse creusée à la tête de la tombe d'une adulte;
- en même temps qu'un homme adulte, dans le même contenant;
- dans une fosse creusée au sommet du remplissage d'une sépulture de femme adulte ou sur le couvert carbonisé d'adulte.

Dans les deux cas d'association d'une femme et d'un enfant en très bas âge, on peut supposer des liens de filiation: décès d'une femme en cours d'accouchement ou mort d'une femme et de son enfant déjà né. En revanche, on peut se demander ce qu'il en est dans le cas où l'enfant accompagne un homme, à Soyria comme à Crêt Georges Est. Le problème fondamental des normes ou des impératifs ayant présidé à ces associations doit être exploré sur la base d'analyses d'ADN, sous peine de continuer à n'en proposer que des hypothèses.

Dans l'absolu, la question reste entière de savoir si l'inhumation triple de Lai Coiratte traduit la volonté d'associer les trois membres d'une même famille (ayants droit) dans leur dernière demeure pour des raisons religieuses ou un comportement en rapport avec une maladie contagieuse létale, voire les deux. En tout cas, à Combe Varu, le cas de la tombe 16 avec réduction de corps atteste le choix délibéré d'inhumer dans une même tombe deux sujets dont les décès furent espacés dans le temps. A noter que dans la région, P.-A. Boéchat (1889) avait signalé deux cas d'association dans la nécropole de Bonfol-Cras Chalet qui comptait environ 40 tombes rapportées à la première décennie du 7^e siècle. Il mentionnait deux squelettes superposés, sans plus de précision, et deux autres entourés d'une bordure commune de dalles plates. Ce dernier cas correspond à celui d'un adulte dont l'humérus droit est recouvert en partie par l'humérus gauche de son voisin, un enfant de 8-10 ans. Il s'agissait manifestement de deux sépultures doubles à inhumation simultanée.

Les inhumés et l'activité sidérurgique

La question se pose de la contemporanéité ou non de l'inhumation avec l'activité sidérurgique et ses artisans mis en évidence sur le site (chap. 3.10). La parure trouvée dans la sépulture triple la date entre la fin du 7^e et le début 8^e siècle ap. J.-C. et le mobilier métallique du site fournit une fourchette entre l'extrême fin du 6^e siècle et la fin de la première moitié du 7^e siècle (chap. 3.3.3). L'activité sidérurgique elle-même n'est pas précisément datée, mais l'atelier semble avoir fonctionné essentiellement durant la première moitié du 7^e siècle. Les données archéologiques ne fournissent pas de précision quant au laps de temps ayant éventuellement séparé l'inhumation et l'activité sidérurgique.

La paléopathologie met en évidence une manifestation d'arthrose métacarpo-phalangienne discrète sur la base d'une phalange proximale d'une main de l'homme et une petite lésion arthrosique sur l'épiphyse distale du radius droit de la femme. Ces atteintes ne peuvent pas être imputées au vieillissement compte tenu du jeune âge des deux adultes. L'homme présente une asymétrie de robustesse des os longs de ses membres supérieurs, les droits étant plus robustes que les gauches (fig. 222). Cette asymétrie est nettement plus marquée que chez la femme.



Fig. 222 Lai Coiratte. Sujet 1. Asymétrie de robustesse des os des membres supérieurs.

En raison du mauvais état de conservation de plusieurs os des membres supérieurs, aussi bien pour ces deux sujets que pour l'ensemble des inhumés des sites de Chevenez, il n'a pas été possible de prendre les mesures bilatérales déterminantes pour l'analyse morphométrique complète de l'asymétrie; on peut tout au plus préciser que l'indice de robustesse de l'humérus de l'homme (péri-mètre minimum de la diaphyse/longueur maximale) est de 20,6 à droite contre 19,8 à gauche; il varie habituellement entre 19 et 21. Dans le contexte, on serait tenté de voir dans les lésions observées et l'asymétrie de robustesse, le résultat de microtraumatismes consécutifs à une activité mettant en jeu des gestes répétitifs (martelage, forgeage, etc.). Mais, d'une part, la phalange atteinte d'arthrose n'est pas latéralisée et, d'autre part, on aurait raisonnablement pu s'attendre à retrouver davantage de signes d'arthrose des doigts et surtout du coude – cette dernière lésion pouvant survenir à la suite de microtraumatismes professionnels et se manifestant fréquemment chez les forgerons (Kaplan et al. 1990; Pálfi 1992). Par ailleurs, si le degré d'asymétrie avéré était lié à une activité professionnelle impliquant une sollicitation forte et répétitive du membre supérieur droit, celle-ci aurait dû être pratiquée depuis un âge bien plus précoce, ce qui ne cadre pas avec l'absence d'une asymétrie suffisamment marquée des clavicules (fig. 223).

En effet, la sollicitation en question ne peut avoir éliminé ou atténué cette asymétrie, bien au contraire: des charges mécaniques importantes engendrent une compression axiale de la clavicule du côté sollicité et celle-ci tend à être plus courte et plus robuste

Fig. 223 *Lai Coiratte. Sujet 1. Asymétrie réduite des clavicules.*Fig. 224 *Combe Varu. Sujet 2. Asymétrie plus marquée des clavicules.*

en raison d'une « inhibition » de sa croissance longitudinale sur le côté dominant (Mays et al. 1999). A noter par exemple que les clavicules du sujet 2 de la tombe 9 de Combe Varu présentent une plus grande asymétrie, la gauche étant plus courte et plus courbe en l'occurrence (fig. 224).

Simon Mays et ses collaborateurs relèvent également une asymétrie des insertions musculaires des ligaments trapézoïde et costo-claviculaire. Or, on n'observe pas de développement significatif de marqueurs d'activité sur les insertions musculaires du membre supérieur de l'homme de Lai Coiratte, ni de différence marquée entre ses deux fosses rhomboïdes par exemple. Les indices vont donc dans le sens d'une asymétrie normale (génétique, physiologie, dominance manuelle) plutôt que de la résultante de contraintes mécaniques intenses et répétitives.

6.3.3 L'état de santé des sujets

Christiane Kramar

6.3.3.1 Le matériel

L'étude a porté sur l'examen des dents et des ossements des sujets mis au jour dans la sépulture triple de Lai Coiratte : un homme, une femme et un nouveau-né ou nourrisson.

6.3.3.2 Résultats et discussion

Les résultats de nos observations relatives aux lésions présentées par les deux adultes sont reportés dans la figure 225. Le nourrisson ne s'y trouve pas car ses vestiges ne montrent aucune modification de nature pathologique pouvant donner quelque indication sur la cause de son décès. De l'analyse des ossements ressort une image de « bonne » santé apparente des occupants de cette tombe que viennent cependant nuancer l'étude des dents – la femme en ayant certainement souffert – et les résultats de l'étude paléoparasitologique due à M. Le Bailly et F. Bouchet montrant que l'homme a été infesté par des parasites (chap. 6.8).

Le sujet 1

Bien que fort fragmenté – seuls quelques os courts, quelques os allongés et deux os longs, le cubitus et le tibia droits sont entiers – le squelette de cet homme est observable dans sa quasi-totalité.

Pathologie dentaire	Sujet 1 Homme	Sujet 2 Femme
Caries	A	P
Abcès	A	P
Parodontopathies	A	A
Chicots	A	A
Pertes <i>ante mortem</i>	A	P
Tartre	A	A
Usure	légère	légère
Hypoplasie	P	P
Autres	P	P
Pathologie osseuse		
Troubles du développement	A	A
Traumatismes	A	A
Infections	A (parasites)	A
Tumeurs	A	A
« Rhumatismes »	P	P
« Périostites »	A	A
Ostéopathies porotiques	A	A
Hyperostose enthésopathique	A	A
Métopisme	A	P

P : présent ; A : absent.

Fig. 225 *Lai Coiratte. Lésions dentaires et osseuses des adultes.*

La pathologie dentaire

Sa denture est belle et saine (fig. 225 et 226). Aucune des 25 dents en place n'est cariée, aucune ne présente de dépôt de tartre. Leur aspect laisse penser que les dents perdues après la mort – les secondes incisives supérieure et inférieure droites, inférieure gauche, la canine inférieure gauche et la deuxième molaire inférieure droite – étaient également saines. L'émail de deux couronnes porte seulement un petit point d'hypoplasie ; cela signifie qu'au cours de sa quatrième année, ce sujet a pu être confronté à un trouble nutritionnel et/ou infectieux ayant perturbé la formation de ses dents. L'absence de marques analogues sur les autres couronnes tendrait à minimiser la gravité de ces troubles. La réduction alvéolaire est normale, ce jeune homme avait donc des gencives saines. Les maxillaires et la mandibule ne montrent aucun abcès. L'examen attentif de la surface des couronnes met en évidence une usure marquée¹, particulière et inhabituelle de la face vestibulaire des premières incisives supérieures, les autres dents, y compris les incisives mandibulaires, ayant une usure légère et de plan « normal » (chap. 6.7.3).

Sujet	Sexe	Dents présentes/ non observées		Dents saines		Dents cariées		Dents perdues		Dents malades		Abcès nb
		nb	nb	nb	%	nb	%*	nb	%*			
1	Homme	25	7	25								
2	Femme	26	5	20		6	23	1 (min.)	4	7	26	1 (?)

* Les pourcentages sont calculés sur un total comprenant les dents présentes, les dents perdues du vivant du sujet et parfois les abcès associés à une dent tombée *ante mortem*.

Fig. 226 *Lai Coiratte. Etat de la denture des adultes.*

La pathologie osseuse

La seule modification mise en évidence, par l'observation de ces restes osseux, consiste en une petite zone éburnée située sur la base d'une phalange proximale de main (droite peut-être), signe d'arthrose des doigts. Aucun os du carpe ou des autres doigts ne montre une lésion similaire permettant de préciser la localisation de cette atteinte rhumatismale. Vu l'âge de cet homme, on ne peut lier ce processus dégénératif au vieillissement. Pourrait-on y voir le résultat de microtraumatismes consécutifs à une activité mettant en jeu des gestes répétitifs ? Un fait intéressant, confortant peut-être cette hypothèse, est la forte asymétrie présentée par

les os des membres supérieurs. Les os du bras et de l'avant-bras droits sont beaucoup plus puissants que ceux de gauche, les os de la ceinture scapulaire, par contre, étant semblables. On pourrait en déduire que ce sujet était droitier, qu'il avait un travail manuel, mettant en jeu le membre supérieur droit, ce qui, malgré son jeune âge, aurait entraîné une arthrose au niveau de la main. Y a-t-il aussi un lien avec l'usure particulière de ses incisives supérieures, celles-ci ayant pu jouer le rôle de moyen de préhension ou d'instrument de toute autre nature ? L'activité supposée de ce sujet n'a pas laissé d'autres traces telles que des ossifications au niveau des insertions tendino-ligamentaires, c'est-à-dire des ostéophytes d'hyperostose enthésopathique, qui auraient pu être induites par une sollicitation particulière des muscles. Elles auraient peut-être pu se développer si ce sujet avait vécu plus longtemps. De plus, tant les restes du squelette axial – fort mal conservés, il est vrai – qu'appendiculaire ne témoignent d'une activité physique soutenue importante. Outre cette lésion rhumatismale, on ne relève aucun signe osseux traduisant une maladie quelconque, aucun trouble du développement, aucune lésion tumorale ou infectieuse, autre que celle due aux parasites mis en évidence par M. Le Bailly et F. Bouchet (chap. 6.8) mais qui ne laissent pas de traces sur les os, ni aucun traumatisme ancien – et guéri – ou récent ayant pu entraîner le décès du sujet.

Des sédiments prélevés dans la sépulture de Lai Coiratte ont fait l'objet d'une étude paléoparasitologique (chap. 6.8). Les résultats obtenus montrent que cet homme a été infesté par trois types de parasites, deux nématodes (*Trichuris* sp. et *Ascaris* sp.) et un cestode (*Taenia* sp.).

Il faut rappeler que seules les lésions infectieuses chroniques peuvent laisser des séquelles sur les os et que les infections aiguës (à part les ostéomyélites), qui peuvent entraîner la mort, passent inaperçues. Cela explique que de nombreuses maladies infectieuses mortelles, comme la peste, la variole et le paludisme, ou encore la rougeole, échappent à toute investigation paléopathologique. D'autres infections ou inflammations qui peuvent être fatales en l'absence de traitement, comme une pneumonie ou une appendicite, ou guérir, comme la bronchite ou la grippe, nous échappent également. Il convient donc de relativiser les résultats de la paléopathologie relatifs aux conséquences des maladies infectieuses, d'autant plus que, jusqu'à la découverte et à l'utilisation des antibiotiques, elles représentaient la principale cause de mortalité.

Pour les raisons décrites ci-dessus, les affections parasitaires dont a souffert l'homme de Lai Coiratte ne peuvent être diagnostiquées sur le squelette. Notons que l'un des rares parasites mis en évidence en paléopathologie osseuse est le *Taenia echinococcus* qui, en plus de laisser des traces sur les os, se retrouve sous la forme de kystes hydatiques calcifiés facilement identifiables (Baud et Kramar 1990 ; Kramar et Blanc 2005 ; Kramar 2008).

Le fait que des vers aient infesté les intestins de ce sujet permet donc de nuancer les résultats. Il a souffert de troubles intestinaux variés, pouvant aller jusqu'à l'occlusion intestinale, et accompagnés parfois d'anémie. Nous ne pouvons évidemment pas savoir s'ils ont pu être la cause ou l'une des causes de son décès, bien qu'en absence

de traitement, certaines maladies dues à des helminthes puissent avoir des complications létales. Non seulement la présence de tels parasites nous renseigne sur l'état de santé des personnes infestées, mais aussi, comme l'ont souligné les auteurs de ces analyses, sur leur statut social (classe aisée), sur leur mode de vie (mauvaises habitudes hygiéniques), sur leurs habitudes alimentaires (consommation de viande grillée ou peu cuite) et sur leur environnement (contact avec des animaux, hôtes intermédiaires de ces vers).

Le sujet 2

L'état de conservation de ce squelette est semblable à celui du sujet 1, les os sont bien représentés mais mal conservés, parfois fort fragmentés.

La pathologie dentaire

Bien que vraisemblablement guère plus âgée que son « compagnon », cette jeune femme a souffert de ses dents (fig. 225 et 226). En effet, le quart des dents et des alvéoles observables est abîmé. Sur les 26 dents en place, six sont cariées : les prémolaires et la deuxième molaire supérieures droites, la seconde prémolaire et la première molaire supérieures gauches et, enfin, la première molaire inférieure gauche. Chacune porte une ou deux caries interproximales. Sur le maxillaire droit, la deuxième molaire en présente une petite du côté de la première molaire (M1) et une grosse du côté de la troisième (M3) ; cela signifie que, vraisemblablement, les deux dents absentes étaient aussi touchées (fig. 227).

Cela expliquerait aussi la perte probable de la première molaire. La première prémolaire ayant quant à elle une carie sur la face qui touche la canine, on peut aussi penser que cette dent, absente, était aussi cariée. Au niveau de cette prémolaire, un abcès apical s'est développé. Sur le maxillaire gauche, la seconde prémolaire a une carie sur la face qui regarde la molaire voisine, dont les trois quarts de la couronne sont détruits. Sur la mandibule, seule la première molaire gauche est touchée, du côté de la seconde prémolaire, dent tombée du vivant du sujet, vraisemblablement suite à une atteinte carieuse. Cette femme ne montrant pas de signes de parodontose, on peut raisonnablement penser que la perte de cette prémolaire a été provoquée par une carie, d'autant plus que l'incidence de cette pathologie est la plus forte chez les enfants, les adolescents et les jeunes adultes, et devenant plus faible dès l'âge de 30 ans (Fouré 1974). L'émail de la couronne de plusieurs dents porte des marques d'hypoplasie (en particulier, sur la mandibule, les canines et premières prémolaires et, sur les maxillaires, les secondes incisives et les prémolaires), témoignant que cette femme a également fait face, vers l'âge de 3 ans, à des troubles nutritionnels – dont le sevrage ? – et/ou infectieux assez graves. Comme déjà précisé, on ne relève aucun signe d'atteinte du parodonte et aucun dépôt de tartre. L'usure des couronnes est faible et diffère de celle de l'homme.

Ce qui frappe lorsque l'on regarde la denture de cette femme, c'est la malposition de plusieurs dents, en particulier au niveau inférieur (fig. 228). Les incisives sont très rapprochées, laissant peu, voire pas de place, aux canines. Le résultat en est que la droite chevauche et que la gauche est placée en avant des secondes incisives respectives. La canine inférieure gauche porte, sur sa face vestibulaire, une surface



Fig. 227 Lai Coiratte. Sujet 2.
Vue palatine des maxillaires.



Fig. 228 Lai Coiratte. Sujet 2.
Malposition des canines inférieures.

d'usure marquée due à sa position en avant de la canine antagoniste. Au niveau maxillaire, on note une légère malposition de la première incisive gauche, placée en arrière des dents voisines. Ces anomalies de la croissance dentaire sont la conséquence de l'étroitesse des arcades osseuses, particulièrement marquée au niveau du palais (fig. 227). Le développement insuffisant d'une arcade dentaire peut, entre autres, être dû à la perte prématurée d'une molaire déciduale. Cette explication nous paraît plus acceptable et probable que celle qui pourrait être le reflet d'anomalies anatomiques génétiques telles que celles que observées, par exemple, chez un sujet trisomique 21. Chez ces derniers, de nombreuses anomalies osseuses et dentaires, crâniennes et postcrâniennes accompagnent un palais étroit dont, au niveau dentaire, des « dents hypoplasiques à répartition irrégulière, des parodontopathies et moins de caries que la population de référence » (Charlier 2008). Or cette femme ne présente pas de parodontopathie, elle a une forte prévalence de dents cariées et son hypoplasie de l'émail est régulièrement répartie. En outre, aucune anomalie osseuse n'est relevée. Le fait que cette femme, avec plus du quart de ses dents abîmées – cette fréquence ayant certainement été plus grande de son vivant – présente une pathologie dentaire grave, alors que son compagnon a des dents saines, peut être expliqué soit par des habitudes alimentaires différentes au cours de leur enfance – un autre milieu social ? – soit par un autre héritage familial dentaire. Si l'enfant déposé dans la tombe est son fils, ce qui est fort probable, on pourrait aussi expliquer l'importance des atteintes par le fait « qu'au cours de la grossesse une femme semble souvent avoir une incidence de carie particulièrement élevée pour elle » (Fouré 1974). Les raisons avancées pour cette augmentation sont « une consommation plus importante que de coutume de sucres » (du moins chez la femme d'aujourd'hui !), la « possibilité d'une hygiène buccale déficiente », associée ou non à l'augmentation des glucides dans la nourriture, et surtout « l'effet nocif des régurgitations d'acide stomacal liées à l'état gravidique. L'extrême acidité ainsi créée dans la bouche favoriserait la formation de caries ».

La pathologie osseuse

Chez ce sujet également, les seules lésions osseuses présentes sont de nature rhumatismale, mises en évidence par l'éburnation des surfaces articulaires postérieures de deux vertèbres thoraciques (T2 et T3) et d'une petite plage à l'extrémité distale du radius droit (fig. 229).

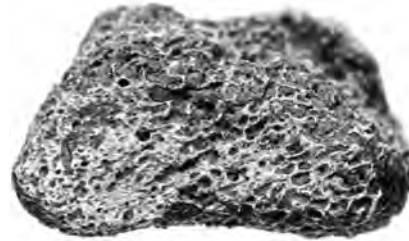


Fig. 229 Lai Coiratte.
Sujet 2. Extrémité distale
du radius droit : arthrose
avec éburnation.

Le fait que les deux adultes inhumés dans cette tombe présentent des lésions arthrosiques à la main et au poignet, alors que tous deux sont jeunes et que ces localisations sont rares, est-il fortuit ? Ces arthroses étant essentiellement secondaires et consécutives le plus souvent à des microtraumatismes répétés, on peut aussi se demander si elles témoignent d'une activité à laquelle ces deux personnes se seraient adonnées. Toutes les autres surfaces articulaires, tant rachidiennes qu'appendiculaires, sont saines. En plus, le plateau inférieur du corps de la cinquième vertèbre thoracique porte un nodule de Schmorl, trace d'une petite hernie intraspongieuse. Sur l'ensemble des ossements, on n'observe aucune hyperostose enthésopathique. Cela est en accord avec l'âge de cette femme – ce qui ne signifie pas qu'un individu jeune ne puisse présenter, dans certains cas, des ostéophytes d'hyperostose liés à des sollicitations mécaniques particulières – et montre qu'elle n'a pas eu d'activités physiques très intenses, outre celles qui ont cependant engendré une arthrose vertébrale, une arthrose radio-cubitale et une petite hernie discale. Ses ossements ne portent les traces d'aucune lésion tumorale, infectieuse – autre que dentaire, et avec les réserves émises plus haut – ou traumatique. Elle n'a souffert d'aucun trouble grave du développement. Bien que la persistance de la suture métopique – la soudure des deux hémifrontaux étant totale normalement à la fin de la troisième année (Paturet 1951a) – n'ait pas de signification pathologique, relevons qu'elle en porte une.

Le sujet 3

L'analyse attentive des os de ce nourrisson ne met en évidence aucune anomalie, ni malformation, ni traumatisme. Nous nous sommes particulièrement intéressée à l'aspect des corticales osseuses afin d'y déceler d'éventuelles périostites qui peuvent traduire de nombreuses affections, y compris celles de la mère (chap. 6.2.3.2). Cet enfant n'en montre aucune. On peut supposer que la cause de son décès est la même que celle des adultes – ses parents ? – peut-être une maladie infectieuse aiguë, cause possible d'un accouchement peut-être prématuré ou du décès de ce bébé dès les premiers jours de sa vie.

6.4 Le site de Chevenez - Combe Varu

6.4.1 Les sépultures

Mustapha Elyaqtine

En raison de la quasi-absence de différence entre le sédiment encaissant et le remplissage, le décapage mécanique a occasionné des destructions plus ou moins partielles de sept squelettes (sujets 1 à 6 et 10; chap. 4.2.1). Dans certains cas, une partie des os a pu être récupérée dans les déblais. Deux autres squelettes ont subi une détérioration partielle en raison de sa localisation sous le chemin empierré pour l'un (squelette 8) et du creusement d'une tranchée destinée à la pose d'un câble optique pour l'autre (squelette 9). Pour toutes ces tombes, une appréciation correcte des paramètres ostéologiques relatifs au mode d'inhumation et à la nature du milieu de décomposition a pu être assurée. En revanche, certaines mensurations crâniennes n'ont pu être prises, quelques caractères discrets et d'éventuelles lésions pathologiques de certaines dents et du parodonte n'ont pu être recherchés.

Le petit ensemble funéraire de Combe Varu a fonctionné pendant un intervalle de temps qu'on ne peut établir avec précision. Les datations ¹⁴C (1 sigma) réalisées sur l'os humain indiqueraient une utilisation allant grosso modo du 6^e au 9^e siècle (fig. 230); intervalle de toute évidence trop large pour un effectif aussi réduit (chap. 6.4.2.2).

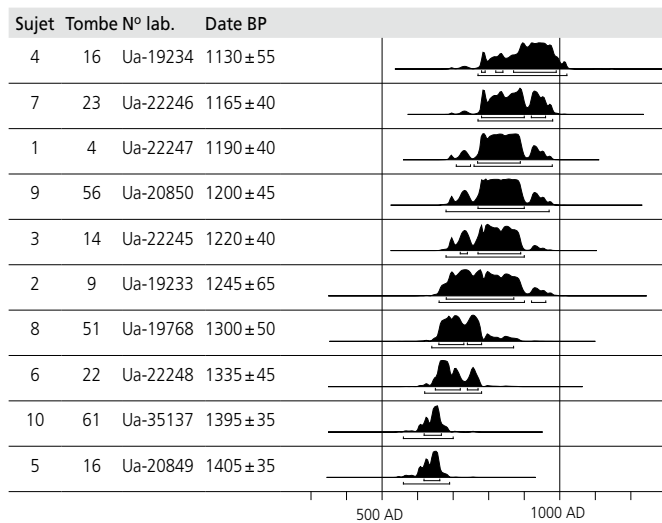


Fig. 230 Combe Varu. Résultats des datations ¹⁴C des dix squelettes.

6.4.1.1 Le sujet 1 de la tombe 4

Le squelette est assez bien représenté mais mal conservé. Quelques os arrachés au décapage mécanique ont été récupérés dans les déblais: une partie de la mandibule, le frontal, les temporaux, le pariétal droit et la clavicule droite (fig. 231). D'autres ossements sont altérés.

L'âge et le sexe

La crête iliaque et les épiphyses des os longs sont soudées tout comme les bases des phalanges et les têtes des métacarpiens observées; le sujet est donc un adulte. Ni la portion conservée

de la suture coronale (5 cm à gauche du bregma), ni les sutures sagittale et lambdoïde ne sont synostosées; le défunt n'a vraisemblablement pas atteint ses 30 ans. La perte *ante mortem* des première et deuxième molaires inférieures droites est imputée à la parodontose (chap. 6.4.3.2). Les cinq dents présentes sont usées (deux incisives centrales et une latérale, deux prémolaires inférieures isolées). La paléopathologie indique un niveau discret des atteintes rhumatismales et enthésopathiques. L'hyperostose siégeant sur les membres inférieurs est mise en rapport avec des activités impossibles à préciser plutôt qu'avec un âge avancé.

Cet adulte de constitution relativement gracile est de sexe féminin: la grande échancrure sciatique est ouverte et peu profonde, l'arc composé est en double courbe et le sillon préauriculaire est marqué.

La position et l'orientation

Le corps est en décubitus dorsal, la tête est à l'ouest. Des os crâniens, seul l'occipital est resté en place; il indique l'apparition du crâne en vue antérieure avec une faible composante latérale gauche. Il est légèrement tourné vers la droite et la colonne cervicale ayant suivi ce mouvement présente la même face d'apparition; une très légère déconnexion s'observe entre le crâne et l'atlas ainsi qu'entre ce dernier et l'axis. Le crâne est donc dans la position initiale de la tête.

La main droite était en pronation le long du corps, la gauche, également en pronation, reposait sur la zone abdomen/bassin.

L'espace de décomposition du cadavre

Les os du carpe droit sont déconnectés. Les métacarpiens 2, 3 et 4 sont en connexion stricte. Le cinquième métacarpien a une connexion assez étroite avec les trois autres et avec sa phalange proximale correspondante; les autres phalanges sont déconnectées. Cependant, les connexions maintenues au sein de cette main ne correspondent pas à des positions initiales de déséquilibre mais certaines phalanges sortent du volume de la main. Les os de la main gauche sont tous déconnectés et répartis de part et d'autre de la colonne lombaire; cette main n'était pas dans un état d'équilibre stable, mais il n'est pas exclu que des os de la main et de l'avant-bras aient été aussi perturbés par le décapage mécanique.



Fig. 231 Combe Varu. Sujet 1.

La disposition des scapulas et des humérus ne reflète aucun effet de compression sur les épaules. Les côtes se sont complètement affaissées et apparaissent par leur face endothoracique et supérieure.

Le coxal gauche, mis à plat, apparaît en vue médiale. On note une légère rotation latérale du tibia gauche qui apparaît par sa face médiale et repose sur la fibula du même côté.

Au niveau du pied droit, la connexion du talus avec le tibia est presque parfaitement étroite, le reste des pieds est manquant.

Ces observations ne permettent pas d'affirmer de façon indubitable une décomposition du cadavre en espace vide; sauf peut-être les phalanges de la main droite sortant du volume de la main et la mise à plat du coxal gauche, le droit étant en partie remanié par la pelle mécanique.

6.4.1.2 Le sujet 2 de la tombe 9

La face a été arrachée par la pelle mécanique. La représentation du reste du squelette et son état de conservation sont bons (fig. 232).

L'âge et le sexe

La soudure de l'épiphyse sternale de la clavicule droite et de la crête iliaque indique l'âge adulte du défunt. Toutes les autres épiphyses d'os longs observées, les bases des phalanges préservées des mains et des pieds ainsi que les bases des premiers métacarpien et métatarsien sont également soudées. La suture coronale est synostosée sur sa face endocrânienne, son tracé exocrânien est lisible. Les sutures sagittale et lambdoïde ne sont pas synostosées.

La paléopathologie impute la perte *ante mortem* de dents à des parodontopathies, les manifestations enthésopathiques sur les fémurs à une activité physique soutenue plutôt qu'à un âge avancé. Les niveaux d'arthrose et leur répartition indiquent que ce sujet n'est en tout cas pas très âgé; il devait s'agir d'un adulte d'âge moyen.

Sur les os coxaux, les grandes échancrures sciatiques sont larges, peu profondes et presque symétriques; les arcs composés sont en double courbe et le sillon préauriculaire est marqué à droite, un peu moins à gauche. Il s'agit donc d'une femme.

La position et l'orientation

Le squelette est en décubitus dorsal. Le crâne est à l'ouest et apparaît en vue antérieure correspondant à la position initiale de la tête. La main droite reposait en pronation, sur la région gauche de l'abdomen et sur le coude gauche. La main gauche, également en pronation, reposait sur la partie droite du bassin. Les membres inférieurs sont en extension.

L'espace de décomposition du cadavre

L'articulation crâne-atlas est à peine lâche, celle de l'atlas avec l'axis l'est un peu plus. Les articulations axis-C3-C4 sont étroites. L'atlas apparaît par sa face antérieure et l'axis par sa face antérieure et très légèrement latérale droite avec une faible composante supérieure.

La C3 apparaît en vue antéro-supérieure et un peu latérale droite, la C4 par sa face supéro-antérieure et très légèrement latérale droite. On note donc plutôt un maintien des connexions au niveau cervical du rachis. Le crâne a dû basculer légèrement en arrière. Il y a un léger décalage de la mandibule vers la gauche au niveau des articulations temporo-mandibulaires. Elle repose sur la colonne vertébrale et sur la clavicule gauche, et apparaît par sa face supérieure et très légèrement latérale droite. Le déplacement n'a toutefois pas excédé le volume libéré par la décomposition des chairs du cou.

Les clavicules forment un V assez fermé avec l'axe du corps. La connexion de la scapula droite avec l'humérus est pratiquement étroite, mais les deux os apparaissent par leur face latérale et légèrement antérieure. De plus, la tête humérale est surélevée par rapport à la scapula. Ces indices rendent compte d'un effet de paroi également visible sur les os coxaux, surtout le droit. Il est également manifeste à gauche, au niveau de l'humérus et du coxal. Ces effets de paroi sont, à l'évidence, imputables à un contenant.

Les côtes se sont affaissées et le sternum a chuté dans la partie gauche de la cage thoracique.

Si les connexions cervicales sont maintenues dans un état pratiquement strict et les os coxaux restés fermés, les articulations des mains qui étaient en position initiale de déséquilibre sont, elles, presque complètement déconnectées. En effet, pour la main droite, seuls deux métacarpiens ont gardé une certaine connexion. Le lunatum, le scaphoïde, le pisiforme, le trapézoïde et le triquetrum gauches sont épars dans le bassin, à la base du côté droit du sacrum.

L'articulation du tibia et du talus droits est un peu lâche, celle du talus et du calcanéum déplacée, celle du naviculaire et des cunéiformes médial et intermédiaire est stricte. Le cuboïde et le cunéiforme latéral présentent une certaine connexion. Les articulations du métatarse et des phalanges, initialement en position de déséquilibre, sont déconnectées. Les articulations du pied gauche ne sont pas en connexion.

Les déconnexions et les déplacements, en particulier des os des mains et des pieds initialement en position de déséquilibre, attestent la décomposition du cadavre en espace vide.

6.4.1.3 Le sujet 3 de la tombe 14

La représentation du squelette est moyenne et son état de conservation est mauvais (fig. 233). Une partie des os arrachés à la pelle mécanique a été récupérée dans les déblais.

L'âge

L'état d'éruption et de calcification des dents examinées indique un âge au décès de 6 ans ± 24 mois.

La position et l'orientation

Le squelette est placé en décubitus dorsal, tête à l'ouest. Le crâne se présente par sa face antérieure. Le membre supérieur droit est



Fig. 232 Combe Varu. Sujet 2.



Fig. 233 Combe Varu. Sujet 3.

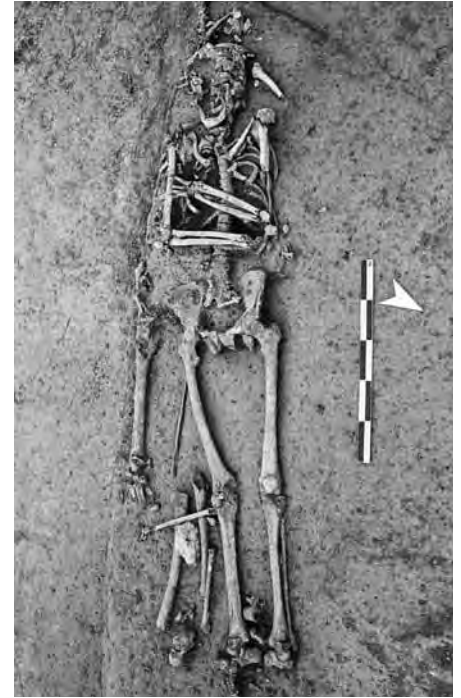


Fig. 234 Combe Varu. Sujets 4 et 5.

fléchi et la main est en pronation sur l'étage supérieur du rachis thoracique. La main gauche devait être initialement en pronation sur le côté droit de l'abdomen d'après la position de la partie conservée du radius. Les membres inférieurs sont en extension et aucune rotation n'affecte les fémurs.

L'espace de décomposition du cadavre

On note un déplacement important des première et deuxième molaires déciduales inférieures retrouvées à droite du squelette, à 17 cm du rachis lombaire. D'autre part, l'articulation de l'avant-bras et du carpe droits est déconnectée. Trois métacarpiens droits ont gardé une connexion plus ou moins lâche. Les articulations du carpe et du métacarpe gauches sont disloquées; l'ensemble n'était toutefois pas réellement dans une position d'équilibre stable. Les côtes se sont affaissées et apparaissent par leur face supérieure. Les parties préservées du bassin ne permettent aucune déduction quant à une éventuelle mise à plat.

L'état de représentation et de conservation des os entrave la bonne appréciation des critères de détermination de l'espace de décomposition. Ainsi, la dislocation de certaines connexions articulaires, notamment celles de la main droite, et le déplacement de dents seraient compatibles avec une probable décomposition du cadavre en espace vide; mais ces éléments restent tenus car les deux dents ont pu être déplacées par un terrier et les os des mains ont pu se déconnecter avec l'effondrement de la cage thoracique.

6.4.1.4 Les sujets 4 et 5 de la tombe 16

Cette tombe a livré deux squelettes d'adultes (fig. 234). L'un est en place (sujet 4), l'autre a fait l'objet d'une réduction de corps et est en grande partie remanié (sujet 5).

Le sujet 4 de la tombe 16

La représentation et l'état de conservation du squelette sont assez bons. La face, une portion du coude gauche, une partie de la main droite et du coxal gauche ont été arrachées au décapage mécanique.

L'âge et le sexe

La crête iliaque et les épiphyses des os longs soudées indiquent l'âge adulte du sujet. Les sutures crâniennes sont toutes synostosées en face endocrânienne. Le tracé exocrânien est le plus souvent encore visible; la synostose est toutefois, là aussi, bien avancée. Cet état indique un âge sans doute supérieur à 30 ans. Du reste, la morphologie du relief de la symphyse pubienne correspond au moins au quatrième stade de l'échelle de sa variation avec l'âge proposée par J. Nemeskeri et al. (1970, cité par Ferembach et al. 1979). Par ailleurs, selon la paléopathologie, des atteintes des dents et la plupart des lésions rhumatismales et d'ossifications d'hyperostose enthésopathique cadreraient aussi avec un âge plutôt avancé.

Le sexe masculin du sujet est attesté par une grande échancrure sciatique étroite, profonde et asymétrique, un angle pubien aigu, un arc composé formant une courbe unique et l'absence de sillon préauriculaire.

La position et l'orientation

Le squelette est en décubitus dorsal, la tête à l'ouest. Le crâne, qui apparaît par sa face antérieure et inférieure, et qui reposait en partie sur le squelette 5, a basculé légèrement en arrière. La mandibule repose sur le rachis et apparaît par sa face supérieure.

Les articulations du rachis cervical sont déconnectées et des déplacements ont eu lieu; une vertèbre cervicale a chuté à gauche.

Le membre supérieur droit est semi-fléchi et le gauche fléchi. Les mains sont en pronation, la droite reposait sur la partie gauche de l'abdomen et la gauche sur la partie moyenne du bras droit. Les membres inférieurs sont en extension.

L'espace de décomposition du cadavre

Les articulations du rachis cervical sont déconnectées et des déplacements sont intervenus, dont certains en dehors du volume du rachis cervical. Le squelette repose en partie sur le squelette 5. Il y a dispersion de nombreux os. On notera en particulier que le calcanéum gauche du squelette 5 est sous le tiers proximal du tibia gauche du squelette 4 et qu'une vertèbre thoracique incomplète est dans le tarse du pied gauche de ce dernier squelette.

Les scapulas apparaissent par leur face antérieure et les clavicules forment un V assez ouvert avec l'axe du corps, mais l'humérus gauche a « migré » médialement et repose sur la scapula correspondante. Ce déplacement et l'alignement de l'humérus avec le membre inférieur gauche attestent un effet de paroi sur ce côté.

Les côtes se sont affaissées. Le sternum a chuté contre la partie droite du rachis thoracique entre la cinquième et la septième vertèbre.

La connexion avant-bras/carpe droit, en état initial de déséquilibre, est disloquée; elle est bien maintenue à gauche. Celles du carpe et du métacarpe sont disloquées à droite et presque étroites à gauche. Les éléments du carpe et du métacarpe, initialement en position d'équilibre stable, ont gardé une connexion assez étroite. En revanche, les phalanges de la main gauche, qui elles étaient en équilibre instable, sont déconnectées et dispersées. On note aussi le déplacement du deuxième métacarpien droit jusque dans le bassin.

Il n'y a pas eu mise à plat du bassin en raison de l'effet de paroi à gauche et du « calage » par le squelette 5 à droite. On note une légère rotation latérale du tibia gauche sans que la patella ait chuté.

Les connexions des chevilles sont restées étroites. A droite, le métatarse s'est déconnecté du tarse antérieur et les métatarsiens ont gardé une proximité. A gauche, l'articulation talus-calcaneum est presque stricte et le métatarse est absent.

La sortie de certaines vertèbres cervicales en dehors du volume du rachis, la dispersion des phalanges de la main gauche et le déplacement des métacarpiens droits sont des indices d'une décomposition en espace vide. Pour la main gauche, seuls les éléments du carpe et du métacarpe en équilibre stable ont gardé une certaine « connexion ». De même, l'état des articulations des pieds est compatible avec une décomposition en espace vide.

Le sujet 5 de la tombe 16

La représentation et l'état de conservation du squelette 5 sont moyens. Le crâne est complètement fragmenté. La face, la région de l'épaule droite et une bonne partie de la gauche ont été arrachées par la pelle mécaniquement.

L'âge et le sexe

Toutes les épiphyses d'os longs observées sont soudées. La suture lambdoïde n'est pas synostosée mais un tronçon de la moitié postérieure de la suture sagittale présente des cassures, surtout aux ponts osseux marquant au moins un début de synostose. La paléopathologie indique que les vertèbres sont saines et que les rhumatismes ou les atteintes d'hyperostose enthésopathique sont rares et légères. D'autres altérations touchant le squelette des membres inférieurs pourraient refléter la manifestation d'activités particulières plutôt qu'un âge avancé. Le défunt est un adulte en tout cas moins âgé que le sujet 4.

Les grandes échancrures sciatiques ont une morphologie féminine.

La position et l'orientation

Le squelette, en partie remanié, reposait en décubitus dorsal, la tête à l'ouest. La position de l'os occipital atteste l'apparition du crâne par sa face antérieure.

Les articulations du rachis lombaire, du bassin, l'essentiel des membres supérieurs et du membre inférieur gauche ont été bouleversés lors de l'inhumation du sujet 4. Le membre inférieur droit est en connexion et n'a pas subi de rotation.

L'os occipital, certaines vertèbres cervicales et thoraciques, des côtes, surtout gauches, ainsi que la moitié distale du fémur, le tibia, la fibula et une bonne partie du pied droit sont en place.

L'espace de décomposition du cadavre

La clavicule et la scapula gauches apparaissent en vue antérieure. Les articulations labiles des carpes et des métacarpes sont déconnectées et les os des mains dispersés, notamment dans les régions de l'épaule gauche et de l'abdomen. Les côtes se sont affaissées et le sternum est manquant.

A droite, les connexions du genou et de la cheville sont strictes et celle du tarse postérieur est lâche. Les métatarsiens ont gardé une connexion assez étroite, mais ils n'étaient pas dans une position initiale d'équilibre instable. Les phalanges des pieds sont manquantes.

L'inhumation de l'individu 4 à l'origine de la perturbation partielle du sujet 5 est intervenue après la décomposition de toutes les contentions articulaires de ce dernier. L'os coxal et un fragment du talus gauches du sujet 5 reposent sur le squelette 4 : lors du dépôt du deuxième sujet, des os du premier ont été déplacés et quelques-uns ont manifestement été remis sur le cadavre du sujet 4.

Aucune donnée ostéologique n'évoque une possible ascendance commune entre les deux sujets (chap. 6.4.2.2), ce qui n'en signifie pas l'absence. Il pourrait s'agir de sujets réunis délibérément dans cette tombe, qu'il y ait lien de parenté ou non. Si l'on tient compte des dates ¹⁴C obtenues à partir des deux squelettes, l'hypothèse de liens conjugaux est à écarter; les deux inhumations seraient espacées de 75 ans à 2 sigma au moins.

6.4.1.5 Le sujet 6 de la tombe 22

Le squelette bien représenté est en très mauvais état de conservation. La face a été arrachée par la pelle mécanique (fig. 235).

L'âge et le sexe

La crête iliaque, l'épiphyse sternale de la clavicule et les épiphyses préservées d'os longs sont soudées; le sujet est un adulte. Il a souffert d'une perte *ante mortem* de dents avec résorption alvéolaire des deux premières molaires droites inférieures. Cependant, sur une portion importante de tranche de la suture sagittale (6 cm non synostosés), on relève la présence de cassures internes et discontinues, indice de synostose.

En ce qui concerne le sexe, seuls deux caractères ont pu être appréciés et uniquement *in situ*:

- l'arc composé est une simple courbe;
- la morphologie de la grande échancre sciaticque présente une configuration ambiguë: elle paraît plutôt ouverte et symétrique à droite mais cette symétrie est moins perceptible à gauche.

On est donc en présence à la fois d'un caractère « masculin » et d'un caractère dans un état « intermédiaire ». L'arc composé peut permettre une estimation correcte du sexe dans 60% des cas (Novotny 1972, cité par Ferembach et al. 1979). Le sujet est probablement un homme. Par ailleurs, la gracilité générale, la légèreté osseuse et l'extrême minceur des corticales des os longs sont imputables à une perte évidente de matière osseuse plutôt qu'à une appartenance éventuelle du sujet au sexe féminin. L'interprétation paléopathologique retenue n'est pas une ostéoporose postménopausique mais une ostéopathie raréfiante de cause inconnue; il pourrait s'agir d'une ostéoporose sénile indépendante du sexe témoignant de l'immobilisation du sujet.

Ni le sexe ni l'âge ne peuvent donc être davantage précisés pour ce sujet adulte.

La position et l'orientation

Le squelette est en décubitus dorsal, le crâne est à l'ouest et apparaît par sa face antérieure d'après la position de l'os occipital en place. L'articulation crâne-mandibule est lâche. Le membre supérieur droit est fléchi et la main est en pronation sur la partie supérieure gauche du thorax. Le membre supérieur gauche est semi-fléchi et la main repose en pronation sur la partie droite du bassin. Les membres inférieurs sont en extension.

L'espace de décomposition du cadavre

Les scapulas et les clavicules apparaissent en vue antérieure. La tête de l'humérus gauche s'écarte de la cavité glénoïde de la scapula correspondante vers le côté supérieur et surtout latéral; cette disposition atteste l'absence de compression sur l'épaule. On n'en relève pas non plus d'indice à droite.

L'articulation de l'avant-bras et du carpe droits, tout comme les articulations du carpe et du métacarpe, sont disloquées. L'ensemble était en équilibre initial instable, des phalanges sont éparpillées sur la scapula gauche et dans les côtes du même côté.

Un métacarpien repose contre le côté droit du rachis thoracique supérieur.

Les articulations du carpe et du métacarpe gauches sont déconnectées, les os concernés étaient en position initiale d'équilibre instable. La dislocation s'est opérée avec l'ouverture du bassin sur lequel cette main reposait. Le quatrième métacarpien et une phalange proximale déconnectés reposent sur l'articulation coxo-fémorale droite. D'autres os de main déconnectés sont localisés sous le coxal droit, sous l'angle pubien et dans la zone de l'échancre sciaticque droite.

Les côtes se sont affaissées et apparaissent par leur face supéro-interne. Il y a eu une mise à plat du coxal plus importante à droite qu'à gauche.

Les articulations du tarse droit sont plus ou moins lâches, le métatarse est pratiquement absent. A gauche, l'articulation de la cheville est étroite; les éléments du tarse et du métatarse présents sont en connexion lâche. Une phalange proximale et une phalange intermédiaire de premier rayon sont à l'est de la région des pieds.

La dislocation notamment des articulations des mains qui étaient en état d'équilibre instable, la mise à plat du bassin et la dispersion de bon nombre d'os, attestent une décomposition en espace vide.

6.4.1.6 Le sujet 7 de la tombe 23

La représentation et l'état de conservation du squelette sont bons (fig. 236).

L'âge et le sexe

Certaines épiphyses observées ne sont pas soudées: la médiale de la clavicule, la proximale de l'ulna gauche, les proximales des humérus, les distales des radius et des ulnas, les bases des premiers métacarpien et métatarsien, les têtes des métacarpiens et des métatarsiens et les épiphyses des fémurs. D'autres épiphyses sont en cours de soudure: la proximale de l'ulna droite, les distales des tibias (leurs proximales étant fragmentées) et la tubérosité postérieure du calcaneum.

L'état de la dentition permet d'attribuer le sujet à la classe d'âge 15-19 ans; il est décédé probablement vers ses 15 ans.

Concernant la détermination du sexe, la grande échancre sciaticque du coxal gauche est étroite et asymétrique, le coxal droit est un peu plus fragmenté et l'arc composé est une simple courbe. Des deux côtés, les deux cornes de la surface auriculaire forment un angle inférieur à 90°. La zone préauriculaire est dépourvue de sillon. Cet adolescent présentait des traits masculins affirmés.

La position et l'orientation

Le squelette est en décubitus dorsal, la tête à l'ouest. Le crâne apparaît en vue latérale droite et supéro-antérieure. Les vertèbres cervicales sont en place et leur face d'apparition montre que la posture du crâne correspond à la position initiale de la tête.

Les membres supérieurs sont semi-fléchis. Les mains reposent en pronation sur la région de l'abdomen. Les membres inférieurs sont en extension.

L'espace de décomposition du cadavre

Le maintien des articulations scapulo-humérales ainsi que la non-verticalisation des clavicules attestent l'absence de compression sur les épaules. Les articulations des coudes sont disloquées. Les ossements des mains sont complètement déconnectés et dispersés: à proximité et sous le rachis lombaire, sous l'avant-bras gauche, dans la zone de l'abdomen, dans la partie gauche de la cage thoracique et contre le côté gauche du rachis thoracique.

Le volume des côtes gauches est un peu plus important que celui des droites et il y a eu mise à plat du bassin à gauche; l'absence de cette mise à plat à droite reste inexplicée.

Les articulations des chevilles sont strictes. A droite, les connexions du tarse initialement en équilibre instable sont déconnectées, celles du métatarse sont lâches. Ce dernier apparaît par sa face dorsale et très légèrement antérieure. A gauche, les connexions du tarse sont aussi disloquées et celles du métatarse sont lâches. Ce dernier apparaît par sa face dorsale et très légèrement antérieure.

L'état des connexions anatomiques et les déplacements d'os attestent une décomposition du cadavre en espace vide. On note le maintien de la mandibule dans sa position initiale et son apparition en face latérale droite et supérieure. La curieuse position du crâne pourrait être liée à la faible longueur du cercueil ayant généré une « flexion » au niveau cranio-cervical.

6.4.1.7 Le sujet 8 de la tombe 51

Une partie de l'humérus, du coxal et du membre inférieur gauches, ainsi que des éléments de la main droite, ont été arrachés par la pelle mécanique.

La conservation des os présents est assez médiocre. Le squelette reposait en partie, sous la voie empierrée (chap. 4.2.2). Il s'en est suivi une fragmentation du crâne et des portions proximales des humérus (fig. 237).

L'âge et le sexe

La crête iliaque et les épiphyses d'os longs sont soudées, le sujet est donc un adulte. Il a des chicots et a souffert d'une perte *ante mortem* d'au moins ses prémolaires inférieures gauches. D'après le degré de synostose des sutures crâniennes, le décès serait intervenu à un âge probablement inférieur ou égal à 30 ans. Les signes d'arthrose et d'hyperostose enthésopathique sont d'ailleurs mis sur le compte de sollicitations mécaniques (chap. 6.4.3.2).

Il s'agit d'une femme: la grande échancrure sciatique est large, peu profonde et symétrique, et l'arc composé est en double courbe.

La position et l'orientation

Le squelette est en décubitus dorsal, la tête au nord. Les membres supérieurs sont semi-fléchis. La main droite est en pronation, initialement sur la partie gauche de l'abdomen, et la gauche sur la partie droite de la zone abdomen/bassin. Les membres inférieurs sont en extension.



Fig. 235 Combe Varu. Sujet 6.



Fig. 236 Combe Varu. Sujet 7.



Fig. 237 Combe Varu. Sujet 8.

L'espace de décomposition du cadavre

La mandibule, maintenue dans le strict volume libéré par la disparition des parties charnues du cou, ne fournit pas d'indication sur la nature de l'espace de décomposition.

L'articulation scapulo-humérale gauche est déconnectée et l'humérus repose sur la scapula qui se présente en face latérale et très légèrement antérieure. La clavicule fait, avec l'axe du corps, un angle légèrement plus fermé qu'à droite. Cette disposition est liée à un effet de paroi également matérialisé à la hauteur du coxal gauche, dont la mise à plat est beaucoup moins marquée qu'à droite. Aucun effet de paroi n'est attesté à droite.

Les côtes se sont affaissées, le manubrium sternal repose sur le rachis et ses connexions avec les clavicles sont lâches.

Les articulations du poignet et de la main droite, initialement en état d'équilibre instable, sont déconnectées. Le trapèze est localisé dans la partie inférieure gauche de la cage thoracique. Une phalange distale repose sur la crête iliaque gauche et une intermédiaire, probablement du même rayon, est à proximité du coude gauche. Au niveau de la main gauche, qui était également en position initiale d'équilibre instable, les articulations sont aussi disloquées. Les os sont dispersés sur et sous le coxal droit, à la hauteur de la partie latérale du thorax, et sur le tiers proximal du fémur droit.

La connexion coxo-fémorale droite est stricte, la patella du même côté est en place et apparaît par sa face antérieure.

Au niveau du pied droit, l'articulation de la cheville est stricte; celles du tarse sont lâches. Le cunéiforme médial et le premier métatarsien sont déconnectés. Les métatarsiens 2, 3, 4 et 5 ont chuté en gardant des connexions assez strictes.

On note donc des dislocations notamment d'articulations labiles de la main gauche qui étaient en position initiale d'équilibre instable. Quand les connexions se sont maintenues, elles étaient en d'équilibre stable et il y a eu mise à plat du coxal droit. A ces déconnexions s'ajoutent d'importants déplacements d'os. Le cadavre s'est donc décomposé en espace vide, appuyé contre la paroi est d'un contenant.

6.4.1.8 Le sujet 9 de la tombe 56

L'aménagement d'une tranchée destinée à la pose d'un câble optique a occasionné la destruction du crâne, la face en particulier, et du quart proximal de l'humérus gauche (fig. 238).

L'âge et le sexe

La crête iliaque et les épiphyses d'os longs observées sont soudées et l'état des sutures crâniennes suggère, a priori, un adulte d'âge moyen. Du point de vue paléopathologique, les atteintes rhumatismales axiales et appendiculaires relevées ne témoignent pas de modifications significatives dues à l'âge.

Les grandes échancrures sciatiques sont larges et peu profondes. Le sillon préauriculaire droit est une dépression vaste et très



Fig. 238 Combe Varu. Sujet 9.

profonde, le gauche est plus allongé et tout aussi profond. L'arc composé est une double courbe des deux côtés. Autant de caractères indiquant qu'il s'agit d'une femme.

La position et l'orientation

Le squelette est en décubitus dorsal, la tête au nord. Le crâne apparaissait probablement par sa face latérale gauche et très légèrement antérieure. L'articulation de l'atlas avec les condyles occipitaux est stricte. L'atlas et l'axis qui sont en connexion ont, du reste, dans leur face d'apparition, une forte composante antérieure et légèrement latérale gauche. Le crâne ne s'est donc pas écarté de façon significative de la position initiale de la tête. Les mains sont ramenées sur le bassin, l'avant-bras droit repose sur le gauche.

Au niveau du rachis thoracique, seules les huit dernières vertèbres sont en bon état. L'articulation sacro-iliaque gauche est étroite, la droite est lâche. Les membres inférieurs sont en extension.

L'espace de décomposition

On note les faits significatifs suivants :

- la déconnexion et la disjonction importante des extrémités distales du radius et de l'ulna des deux côtés, d'une part, et vis-à-vis des deux humérus, d'autre part;
- la mise à plat du coxal droit. La patella a chuté à droite bien que le membre inférieur n'ait subi qu'une légère rotation latérale, manifeste surtout sur le tibia;
- la dislocation des articulations des os des mains et de l'essentiel de celles des pieds qui étaient en équilibre initial instable;
- des déplacements d'os. Le premier métacarpien droit est sous l'extrémité proximale du fémur gauche; une phalange proximale et une autre intermédiaire de main probablement gauche, le deuxième métacarpien droit et l'hamatum gauche sont sous la partie proximale du fémur droit, à l'extérieur de ce dernier.

A ces indices d'une décomposition du corps en espace vide s'ajoutent, d'une part, la compression observée sur l'humérus gauche légèrement remonté sur la scapula - indiquant la présence d'une planche latérale d'un contenant en bois - et, d'autre part, la présence de pierres de calage en périphérie sur trois côtés; celles du côté gauche sont alignées.

6.4.1.9 Le sujet 10 de la tombe 61

Le squelette est assez bien représenté (fig. 239). Les os des pieds et les deux tiers inférieurs des os des jambes, arrachés au décapage mécanique, ont été en partie récupérés dans les déblais. La plupart des os de la main droite, quelques-uns de la gauche, des vertèbres et des os des pieds sont manquants. L'état de conservation est bon.

L'âge et le sexe

L'âge adulte du sujet est attesté par la soudure de la crête iliaque et des épiphyses d'os longs. Toutes les sutures crâniennes sont synostosées en face endocrânienne. En face exocrânienne, le tracé de la suture coronale est lisible alors que les trois quarts postérieurs de la suture sagittale sont synostosés. Les portions latérales de la suture lambdoïde sont encore parfaitement lisibles, la section située de part et d'autre du lambda est synostosée. Le décès est vraisemblablement intervenu après l'âge de 30 ans au moins, mais la paléopathologie ne décele pas de phénomène dégénératif significatif lié à un âge avancé. Il s'agit d'un adulte d'âge moyen. La grande échancrure sciatique est étroite, assez profonde et asymétrique, l'arc composé forme une courbe unique, le foramen obturateur n'a pas la forme triangulaire caractéristique de la morphologie féminine. Le sujet est par ailleurs de constitution robuste. Le défunt est donc un homme.

L'espace de décomposition du cadavre

La plus grande partie du squelette a été remaniée. Certains os et certaines connexions articulaires se sont toutefois maintenus en place dans leur position primaire (fig. 240) :

- épaule droite (humérus-scapula-clavicule), non comprimée;
- ulna/humérus droits;
- trois côtes gauches de rang indéterminé;
- portions proximales des tibias et des fibulas préservées, avec un léger déplacement lors du décapage mécanique; leur situation ne présente toutefois pas de discordance anatomique par rapport à la position de l'épaule droite restée en connexion et en place.

La position de ces segments squelettiques indique que le sujet a été inhumé en décubitus dorsal, la tête à l'ouest. Une intervention secondaire, sans doute motivée par le pillage et survenue après la décomposition complète du cadavre, a occasionné la perturbation enregistrée. Tous les os manipulés lors de l'intervention et reposés à même le fond plat de la fosse ont des cotes de



Fig. 239 Combe Varu. Sujet 10.

profondeur comparables à celles des os restés en place et en position primaire. De plus, des os prélevés lors de cette intervention, puis déposés sur d'autres, sont en contact direct avec ces derniers. Le coxal droit, déplacé, devait reposer dans la partie inférieure des jambes puisqu'il a été retrouvé dans les déblais correspondants. Au moment de la profanation, l'espace ne s'était pas encore colmaté; la réouverture a concerné l'ensemble de la tombe.

La décomposition du cadavre, la profanation et les manipulations observées sont intervenues dans un espace vide. L'aménagement d'un coffre qui a pu être rouvert est manifeste, tout comme la présence d'une signalisation de la tombe.

Un aspect reste des plus énigmatiques. La main gauche, incomplète mais en connexion (fig. 240), est dans une situation d'éloignement par rapport à l'épaule droite incompatible avec les relations anatomiques normales de ces segments squelettiques.

La disposition des os du carpe indique une apparition en face dorsale. Il ne peut s'agir d'une tentative de reconstitution anatomique consécutive à la perturbation, ce qui s'observe quelquefois dans certaines nécropoles médiévales mais pour des éléments squelettiques de plus grandes dimensions. Une telle tentative aurait nécessairement généré des erreurs anatomiques, surtout en ce qui concerne les articulations des petits os du carpe. Cette main gauche ne semble pas avoir été séparée du reste du corps au moment de l'inhumation; aucune trace de coupe n'a été observée, ni sur les os de cette main, ni sur les parties non érodées des os longs de l'avant-bras, ni sur l'humérus gauche.

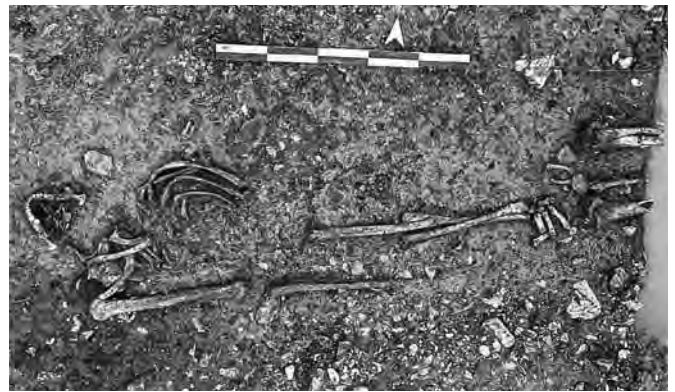


Fig. 240 Combe Varu. Sujet 10. En haut, certains os restés en position initiale attestent l'inhumation en décubitus dorsal; en bas, éléments du carpe et du métacarpe gauches en connexion anatomique.

6.4.2 Mode d'inhumation et principales caractéristiques anthropologiques

Mustapha Elyaqine

6.4.2.1 Les modes d'inhumation

A Chevenez-Combe Varu, tous les défunts reposent en décubitus dorsal (cinq femmes, deux hommes, un adulte de sexe indéterminé, un adolescent de sexe masculin d'environ 15 ans et un enfant de 6 ans ± 24 mois). Ils sont orientés la tête à l'ouest, sauf deux femmes qui ont été inhumées la tête au nord (fig. 241). Ces deux orientations sont contemporaines si l'on tient compte de la courte durée d'utilisation de l'espace funéraire.

Dans les nécropoles du Haut Moyen Age, on retrouve parfois une ou quelques tombes ne présentant pas l'orientation tête à l'ouest traditionnelle. C'est par exemple le cas dans la nécropole d'Arconciel (FR), entre 550 et 650/670 ap. J.-C., où une seule tombe, sur les 164 présentes, est orientée tête au nord, les autres étant toutes disposées la tête à l'ouest (Dafflon et Mauvilly 2003). Dans le canton du Jura, l'orientation tête au nord est donc aussi rare. En revanche, à Tramelan-Crêt Georges Est, sur les 32 sépultures examinées en 2008, la plupart étaient orientées nord-sud, tête au nord, soit dans le sens de la pente, sauf quatre qui étaient orientées est-ouest (Kissling et Gerber 2008). Les auteurs évoquent une tradition locale ou la volonté de garder un certain contact avec les défunts en les enterrant face au village. Bailey Young (1977), entre autres, suggérait qu'à l'époque mérovingienne, l'orientation des sépultures pouvait, dans certains cas, être liée à des traditions locales, régionales ou familiales.

L'ostéologie atteste une décomposition du cadavre en espace vide dans sept tombes. Sont concernées aussi bien des inhumations féminines (sujets 2, 5, 8, 9) que masculines (sujets 4, 6, 7, 10). La nature de l'espace de décomposition reste indéfinie dans le cas des sujets 1 et 3. L'une des femmes a bénéficié d'un cercueil cloué. Dans les autres cas de décomposition en espace vide, il s'agissait de coffrages assemblés sans aucun élément métallique.

Dans les cas où la disposition du crâne correspond à la position initiale de la tête, celle-ci se présentait lors du dépôt:

- en vue antérieure avec une légère composante latérale gauche (femme 1);
- en vue antérieure (femme 2);
- en vue latérale droite et légèrement antérieure (homme 7);
- en vue latérale gauche et très légèrement antérieure (femme 9).

Pour ces quatre sujets, la face d'apparition est donc antérieure, ou comporte une composante antérieure. Il est très probable que les défunts aient été placés systématiquement de sorte que la tête apparaissait en vue antérieure; dans certains cas, elle a dû basculer plus ou moins légèrement d'un côté avant la décomposition des connexions articulaires cervicales et atlanto-crânienne.

La position des membres supérieurs a pu être enregistrée sur huit squelettes (à l'exception du sujet 5): aucun n'a les deux mains disposées le long du corps. Seule la main droite du sujet 1 est dans cette position, la gauche étant plutôt sur la région abdomen/bassin. Dans tous les autres cas, les mains reposent soit sur la zone de l'abdomen/bassin soit sur la poitrine; elles ne reposent jamais toutes les deux sur la poitrine. Sont concernées:

- la main droite du sujet 3, la gauche étant absente;
- la main droite du sujet 6, la gauche reposant sur l'abdomen ou même sur le bassin;
- la main gauche du sujet 4, la droite reposant sur l'abdomen.

Il y a une asymétrie de position dans cinq cas sur huit.

6.4.2.2 L'anthropologie et le recrutement de l'espace funéraire

L'intervalle d'utilisation du cimetière fourni par les datations ¹⁴C est trop large pour un si petit groupe (6^e-9^e siècle ap. J.-C.). Si l'on tenait compte de ces seules datations pour la tombe 16, qui comporte une réduction de corps, les deux inhumations seraient espacées d'au moins 75 ans à 2 sigma. Mais seule la sépulture 61 a livré des éléments d'une garniture de ceinture datés de la première moitié du 7^e siècle (chap. 4.3.1), ce qui soulève ainsi la question de la pertinence des dates ¹⁴C les plus tardives.

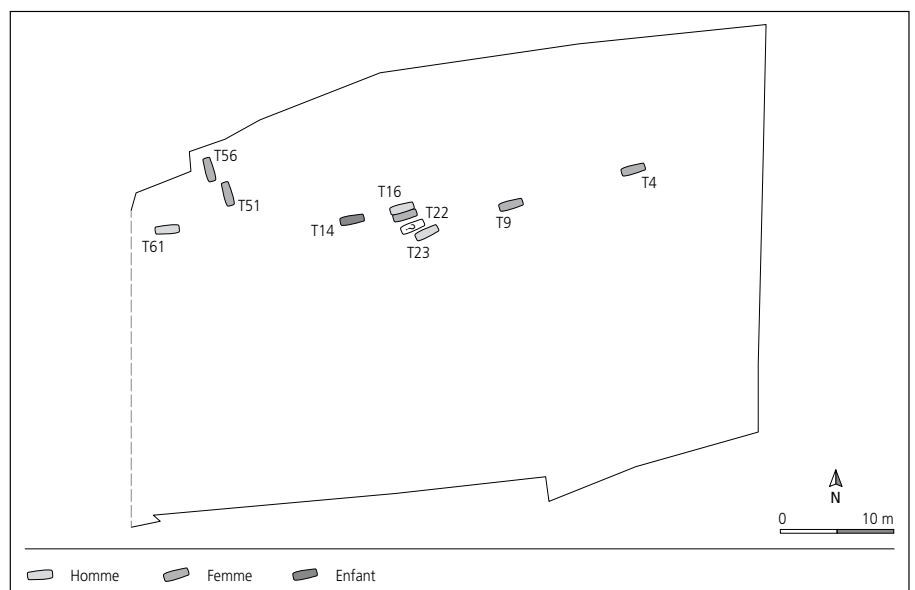


Fig. 241 Combe Varu. Répartition des tombes selon le sexe.

Du point de vue ostéologique, l'inhumation des deux sujets de la tombe 16 (5 puis 4) serait au minimum espacée du temps nécessaire à la décomposition du corps du sujet 5, qui a été réduit et dont les os étaient en tout cas complètement décharnés avant l'inhumation du sujet 4, y compris les articulations persistantes notamment l'atlanto-occipitale, le rachis lombaire et les articulations sacro-iliaques. La vitesse de cette décomposition dépend de plusieurs paramètres non évaluables : profondeur de la tombe, nature du sédiment, température, humidité, habillement, etc. Le temps de décomposition peut ainsi varier considérablement, entre 3 et 12 ans dans des conditions favorables, mais le processus peut durer plusieurs décennies (Prokop 1966 ; Breg et al., 1975 ; Schoenen 2002, cités par Fiedler et Graw 2003). Il semble qu'en Europe centrale par exemple, le temps de la squelettisation complète est habituellement de 15 à 25 ans (Fiedler et Graw 2003).

En tenant compte de la datation archéologique de la tombe 61 et du nombre réduit des sépultures, on retiendra donc un fonctionnement probable durant quelques décennies du 7^e siècle.

La proportion des sujets non adultes (2 sur 10) est particulièrement faible. Le fait le plus remarquable est l'absence d'enfants de 0-4 ans. L'ensemble de l'espace funéraire ayant été fouillé, et compte tenu du fort taux de mortalité à 0-4 ans, il s'agit d'une anomalie démographique traduisant une sélection des inhumés sur critère d'âge. Le droit d'accéder au même espace sépulcral que les adultes n'était pas octroyé à ces enfants. La même remarque s'impose aussi à Combe En Vaillard. A titre de comparaison, sur les dix-huit tombes fouillées à Courfaivre-Rue des Sabotiers (7^e siècle), on compte cinq sujets non adultes dont deux de 1-4 ans et aucun de moins de 1 an (Simon et Kramar-Gerster 1985) ; mais ces dix-huit tombes ne représentent qu'une partie d'une nécropole probablement plus vaste (Schifferdecker 1985). Pour la nécropole de Bassecourt-Saint-Hubert (moitié 6^e - fin 7^e siècle) qui devait comporter un grand nombre de tombes, H. Duvoisin signalait la présence d'enfants mais sans autre précision. On serait tenté de dire que, dans le canton du Jura, certains groupes ont pratiqué une sélection en fonction de l'âge, d'autres non. Reste à savoir si cette pratique était systématique chez les petits groupes de la taille de Combe Varu et de Combe En Vaillard. Plus au sud, à Kallnach-Bergweg (BE) par exemple, sur les quelque 155 inhumations datées pour la plupart du 7^e siècle, les enfants de 0-4 ans n'étaient pas absents mais peu représentés (Kissling et Ulrich-Bochsler 2006).

Théoriquement, certains sujets au moins du groupe communautaire devaient avoir des liens de parenté. Nous nous en tiendrons à une définition large : deux sujets sont apparentés quand ils partagent un ou plusieurs ascendants, le nombre d'ascendants communs à deux individus étant d'autant plus élevé que l'effectif de la population est bas. La distribution des caractères discrets examinés montre que les traits les plus partagés ne sont généralement pas les plus instructifs à cet égard, leur héritabilité étant soit faible soit non établie (fig. 242). L'ostéologie ne peut pas détecter tous les liens de parenté existants mais le partage de caractères discrets significatifs, notamment l'os surnuméraire lambdoïde et le pont mylo-hyoïdien, révèle des individus dont la parenté biologique est probable.

Les sujets du «regroupement» des tombes 16, 22 et 23, qui évoque une rangée, ne partagent aucun caractère discret héritable. Seuls les squelettes 4 (tombe 16) et 7 (tombe 23) ont en commun une surface supéro-antérieure du calcaneum double dont, nous l'avons dit, l'héritabilité reste discutée. Les tombes des sujets partageant la présence d'un pont mylo-hyoïdien et ceux ayant en commun un os wormien lambdoïde ne présentent pas une répartition significative au sein du cimetière (fig. 243).

Les deux femmes (sujets 8 et 9) orientées tête au nord et dont les tombes sont assez proches, partagent l'absence du foramen pariétal et la présence du foramen mastoïdien extra-sutural, ce dernier trait ayant toutefois une héritabilité plutôt basse. Excepté peut-être le cas de ces deux tombes et avec toutes les réserves qui s'imposent, il semble que la répartition des sujets n'a pas répondu à des impératifs liés aux relations de parenté ou au sexe.

L'ostéologie n'établit pas la présence de liens de parenté entre les sujets 4 et 5 de la tombe 16, ce qui ne signifie pas qu'ils n'ont pas existé. Bien que les deux inhumations ne présentent pas une parfaite superposition des fosses, il ne s'agit pas d'un recouplement fortuit. Les officiants auraient pu remblayer la tombe du premier inhumé, par égard à son espace sépulcral, s'ils l'avaient ouverte par mégarde. Cela implique par ailleurs l'existence d'une signalisation de la première inhumation. Des réductions de corps traduisant la volonté de réinhumer dans les mêmes tombes ont été clairement mises en évidence par exemple dans la nécropole mérovingienne de Roissard (Isère, F) où de nombreux cas de réduction présentent « une exacte superposition des fosses » (Colardelle 1983).

Sujet	Caractère discret	Interprétation	Bibliographie
3, 7, 10	Os surnuméraire lambdoïde	Héritabilité forte	Sjovold 1984
1, 7	Pont mylo-hyoïdien	Déterminisme génétique fort	Ossenberg 1974 cité par Hauser ; De Stefano et al. 1989
9, 10	Deuxièmes incisives supérieures en pelle	Coefficient d'héritabilité $h^2 = 0,75$	Mizoguchi 1977 ; Kimura et al. 2009
2, 5, 8, 9, 10	Foramen mastoïdien extra-sutural	Héritabilité estimée plutôt basse	Sjovold 1984
2, 4, 7, 9, 10	Surface articulaire supérieure double du calcaneum	Héritabilité non établie	Bunning et Barnet 1963 et 1965, Saunders 1978, Saadeh et al. 2000 ont suggéré un certain déterminisme génétique
7, 10	Foramen transversaire double de vertèbres cervicales	Déterminisme non établi	Saunders 1978
7, 10	Email interradiculaire de molaires	Discutée	Scott et Turner 1988
3, 7, 8, 9	Absence bilatérale de foramen pariétal	Héritabilité élevée	Sjovold 1984

Fig. 242 Combe Varu. Caractères discrets partagés par les sujets.

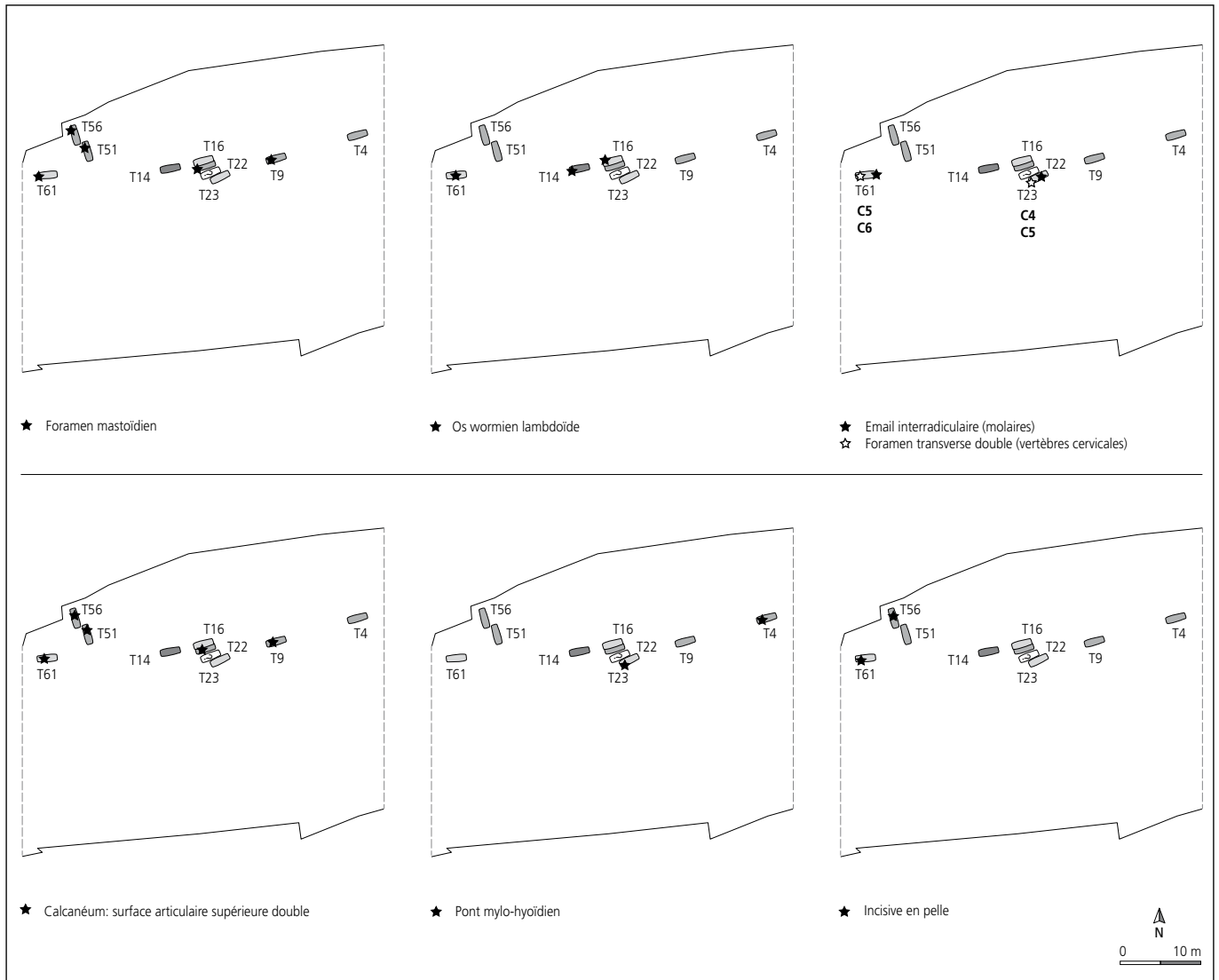


Fig. 243 Combe Varu. Répartition des tombes en fonction des caractères discrets.

Sur un autre plan, chez les sujets 2 (femme), 6 (sexe indéterminé) et 8 (femme) de Combe Varu et chez l'homme de Lai Coiratte, l'analyse paléopathologique a mis en évidence la présence d'une usure inhabituelle de certaines incisives et canines.

Deux interprétations possibles de cette usure sont avancées (chap. 6.4.3.2):

- les sujets seraient porteurs d'une anomalie à l'origine de la migration des dents antérieures du bas en avant des supérieures (mandibule avancée); anomalie d'origine héréditaire ou liée à des troubles du développement;
- l'usure observée résulterait d'une pratique ou d'une habitude dans laquelle la bouche et les dents antérieures seraient utilisées comme outils.

Il paraît ardu d'envisager une anomalie de développement non héréditaire qui serait étonnamment partagée par les quatre sujets. Par ailleurs, rien ne permet d'invoquer une autre prédisposition génétique commune qui serait du reste en contradiction avec le non partage de caractères discrets dotés de coefficients d'héritabilité suffisamment significatifs.

De fait, une cause mécanique à l'origine de cette particularité paraît a priori plus probable même s'il n'est pas aisé d'en concevoir le mode d'action, en raison notamment de l'absence de certaines dents antagonistes.

Des usures dentaires anormales ont été mises en évidence par exemple chez le défunt de la sépulture 15 à Bourbonne-les Bains (Haute-Marne, F; seconde moitié du 6^e siècle; Sindonino et Degobertière 2008). Les incisives inférieures y présentent une usure importante en face vestibulaire et les incisives supérieures y sont aussi fortement usées mais en face linguale. Les deux usures sont imputées à une activité para-masticatrice mettant en jeu un passage fréquent et prolongé entre ces dents de devant. L'auteure se réfère à K.A.R. Kennedy (1989) qui avait interprété ce mode d'usure dit en biseau opposé comme résultant d'une activité liée au travail des fibres. A Lai Coiratte où l'homme présente toutefois une autre usure inhabituelle, l'archéobotanique met en évidence la présence de restes de lin parmi ceux des plantes cultivées (chap. 3.12). Ces fibres ont pu être utilisées pour la confection de tissus et de cordages. Une analyse archéobotanique similaire n'a pas été réalisée à Combe Varu.

6.4.3 L'état de santé des sujets

Christiane Kramar

6.4.3.1 Le matériel

Notre étude a porté sur l'examen des dents et des ossements des dix sujets de Chevenez-Combe Varu, soit les sujets féminins 1, 2, 5, 8 et 9, les sujets masculins 4 et 10, l'adulte indéterminé 6, le jeune enfant 3 et l'adolescent 7.

6.4.3.2 Résultats et discussion

Les résultats des observations relatives à l'ensemble des lésions, dentaires et osseuses, présentées par les dix sujets de Chevenez-Combe Varu, y compris le jeune enfant (sujet 3) et l'adolescent (sujet 7), sont reportés sur la figure 244. On voit d'emblée que le mauvais état de conservation de certains squelettes en a réduit le nombre, en particulier pour la pathologie dentaire. La répercussion sur notre étude de l'importante fragmentation des os de la face – donc aussi des maxillaires et de la mandibule – ressort encore plus lorsque l'on se reporte à la figure 245 : aucun sujet n'a de denture complète ou observable, seuls l'adolescent (sujet 7) et un homme (sujet 10) en ont au moins les trois quarts. Cela signifie que les lésions dentaires étaient certainement plus nombreuses et, peut-être, plus graves que celles que nous constatons.

Le sujet 1 de la tombe 4

Ce squelette est bien représenté mais mal conservé : la face est quasi inexistante – absence des maxillaires et de la moitié gauche de la mandibule –, les os longs entiers sont rares, à l'exception des os de l'avant-bras droit, et les épiphyses fort altérées.

La pathologie dentaire

Du mauvais état de conservation des os de la face découle un nombre très faible de dents et d'alvéoles observables puisque

Sujet	Sexe	Dents présentes/ non obs.		Dents saines		Dents cariées		Chicots		Dents perdues		Dents malades		Absès
		nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	
1	Femme	5	25	5	0	0	0	0	0	2	29	2	29	0
2	Femme	6	19	4	2	33	0	0	0	7	54	9	(min.) 69	3
3	Non-adulte	10	(8)	10	(6)	0	(2)	11	0	0	0	(2)	11	0
4	Homme	0	23	0	0	0	0	0	0	8	89	9	100	1
5	Femme	1	31	1	0	0								
6	Indéterminé	1	29	1	0					2	(min.) 67	2	67	
7	Non-adulte	24	8	20	4	17	0	0	0	0	0	4	17	0
8	Femme	11	19	7	3	27	1	9	2	(min.) 15	6	46	0	
9	Femme	11	21	11	0	0	0	0			0	0		
10	Homme	26	6	23	3	12	0	0	0	0	0	3	12	2

* Les pourcentages sont calculés sur un total comprenant les dents présentes, les dents perdues du vivant du sujet et parfois les abcès associés à une dent tombée *ante mortem*; les abcès du sujet 10 sont associés à des dents cariées.

Fig. 245 Combe Varu. Etat de la denture des sujets. Les nombres entre parenthèses correspondent aux dents temporaires.

seules cinq dents isolées sont présentes, les cinq premières inférieures droites (fig. 245). Elles sont fortement usées, ce qui nous empêche de savoir si l'émail des couronnes portait des traces d'hypoplasie, et n'ont pas de caries. Par contre, le dépôt de tartre y est sévère. Cela pourrait-il signifier que le régime alimentaire de cette femme était plus riche en aliments protidiques (viande, poisson, etc.) qu'en aliments sucrés? L'on sait effectivement – bien que ces deux conditions se trouvent cependant souvent sur une même dent – que les caries dentaires et le tartre sont deux processus qui devraient mutuellement s'exclure, puisque les caries entraînent une déminéralisation et le tartre une minéralisation de la surface de la dent. Il y a également un rapport étroit entre la présence de la plaque dentaire, donc du tartre, et les parodontopathies. On ne peut évidemment pas savoir si ce sujet avait souffert de ses gencives, puisque ses dents n'étant pas en place, il est impossible d'estimer le degré de parodontose. Par contre, on peut y voir la cause de la perte de ses première et deuxième molaires inférieures droites.

	Sujet 1 Femme	Sujet 2 Femme	Sujet 3 Non-adulte	Sujet 4 Homme	Sujet 5 Femme	Sujet 6 Indét.	Sujet 7 Non-adulte	Sujet 8 Femme	Sujet 9 Femme	Sujet 10 Homme
Pathologie dentaire										
Caries	A	P	P	Z	A	A	P	P	A	P
Abcès	Z	P	A	P	Z	Z	A	Z	Z	P
Parodontopathies	Z	P	A	Z	Z	Z	A	Z	Z	P
Chicots	A	A	A	A	Z	Z	A	P	A	A
Pertes <i>ante mortem</i>	P	P	A	P	Z	P	A	P	Z	A
Tartre	P	P	A	Z	Z	Z	A	P	P	A
Usure	marquée	sévère	faible	z	faible	marquée	faible	marquée	marquée	légère
Hypoplasie	Z	Z	P	Z	Z	Z	P	Z	P	P
Autres	A	P	A	Z	Z	Z	P	P	A	P
Pathologie osseuse										
Troubles du développement	A	P	A	P	A	A (ostéop.?)	A	A	P	P
Traumatismes	A	P	A	P	A	A	A	A	A	P
Infections	A	A	A	A	A	A	A (parasites)	A	A (parasites)	P?
Tumeurs	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
« Rhumatismes »	P	P	A	P	P	A	A	P	P	P
« Périostites »	A	P	A	P	P	A	A	A	A	P
Ostéopathies porotiques	P	P?	A	A	A	Z	P	A	A	A
Hyperostose enthésopathique	P	P	A	P	P	A	A	P	P	P
Métopisme	A	A	Z	A	Z	Z	A	Z	A	A

P : présent ; A : absent ; Z : non observable.

Fig. 244 Combe Varu. Lésions dentaires et osseuses présentées par les sujets.

La pathologie osseuse

L'examen de ses restes osseux tendrait à montrer que les principales atteintes dont ce sujet a souffert sont d'ordre rhumatismal. En effet, parmi les fragments vertébraux, les apophyses postérieures droites de deux vertèbres thoraciques contiguës – dont on ne peut assurer le niveau – montrent une éburnation, signe manifeste d'arthrose. En plus, trois fragments costaux, une côte droite et deux gauches, portent, au niveau des facettes vertébrales, une petite zone éburnée accompagnée d'une discrète ostéophytose. Cette femme avait donc une arthrose vertébrale au niveau thoracique, impliquant aussi les articulations costo-vertébrales. La quasi-absence des corps vertébraux empêche de connaître l'étendue des atteintes (y avait-il une discarthrose?) et d'évaluer une éventuelle hyperostose enthésopathique vertébrale. Celle-là est présente, mais discrète, sur les fragments costaux mais aussi sur l'olécrane, où s'insère le tendon du triceps brachial, et à l'empreinte du brachial antérieur des deux cubitus, le côté droit étant plus marqué. Ces muscles interviennent dans les mouvements d'extension et de flexion de l'avant-bras sur le bras. On relève aussi une très légère hyperostose au niveau des membres inférieurs: à la face postérieure des fémurs (au niveau de la branche externe de trifurcation de la ligne âpre où s'insère le grand fessier) et du tibia gauche (à la ligne oblique – ou crête du soléaire). Notons que la surface du tibia controlatéral est lisse. Le grand fessier est principalement sollicité lors de l'extension de la cuisse sur le bassin, il «intervient dans l'action de se lever d'un siège et lorsqu'on passe de la position accroupie à la station debout» et «entre en jeu et se contracte dans la marche ascensionnelle (...) et dans le saut» (Paturet 1951b). Quant au soléaire, partie du triceps sural – muscle du mollet –, il est l'un «des principaux muscles de la marche, du saut et du pédalage» (Paturet 1951b). Il est toutefois impossible (sans données archéologiques ou historiques) d'attribuer l'action de ces muscles à une activité précise.

Le plafond orbitaire gauche présente une porosité peu marquée (dénommée *cribra orbitalia*) qui entre dans la catégorie des «ostéopathies porotiques», et témoigne d'un trouble dont l'étiologie est variée et dont on ne peut, dans ce cas, préciser la cause (chap. 6.2.3.2). Le côté droit n'est pas observable.

Aucune lésion pouvant se rattacher aux autres grands types de pathologie osseuse – tumorale, infectieuse et traumatique –, aucun trouble du développement n'est mise en évidence sur les restes de cette femme.

Le sujet 2 de la tombe 9

Ce squelette, à l'exception de la face, est bien conservé.

La pathologie dentaire

Cette femme est l'un des sujets de Combe Varu dont la denture est en plus mauvais état (seules les dents inférieures sont présentes; fig. 244 et 245). Sur les six dents en place, qui portent un dépôt de tartre marqué à la face linguale, seules les incisives gauches et les premières prémolaires sont saines. Des abcès apicaux se sont développés au niveau des seconde incisive, canine – ces deux dents étant peut-être tombées du vivant du sujet – et seconde prémolaire droites. Cette dernière dent et la canine gauche ont une

carie interproximale située au collet. L'abcès sis à la racine de la prémolaire a dû être virulent et douloureux, comme le prouveraient les deux fistules s'ouvrant à la face antérieure du corps de la mandibule (fig. 246a).

Il est utile de relever, ici, qu'une infection dentaire mal soignée peut mettre la vie en danger et se manifester à distance. Ces infections peuvent entraîner des septicémies qui «avant l'ère des antibiotiques s'avèrent souvent mortelles. Véhiculées par voie sanguine, ces infections peuvent se fixer sur un foyer éloigné. Les lésions rénales, pulmonaires ou cardiaques peuvent en résulter» (Fouré 1974). La réduction alvéolaire observée au niveau des dents en place est importante, la moitié des racines étant mise à nu. Ces parodontopathies pourraient avoir causé la perte prématurée d'au moins cinq dents (en plus des I2 et C droites), soit la seconde prémolaire gauche et les premières et deuxième molaires, la perte des troisièmes ne pouvant être assurée.

L'usure des couronnes est sévère, seule la canine n'ayant que l'émail usé. Les plans des surfaces d'usure ont des directions très irrégulières. Les incisives et les prémolaires ont une surface d'usure en biseau, atteignant presque le collet. L'intérêt présenté par ces dents vient du fait que les faces usées des incisives et de la canine sont du côté lingual, ce qui n'est pas habituel (fig. 246b).



Fig. 246 Combe Varu. Sujet 2. a: vue latérale droite de la mandibule: abcès, carie, fistules et perte. b: face d'usure linguale des incisives et de la canine.

L'absence des dents supérieures empêche de savoir si cette usure est liée à une malformation de la mandibule, à la perte de nombreuses dents ou à une utilisation particulière des dents centrales. Le cas de cette femme qui porte, comme le sujet féminin 8 et comme l'homme de Lai Coiratte, un type particulier d'usure est discuté dans le chapitre 6.7.3.

Enfin note-t-on une légère malposition des prémolaires qui ne sont pas dans l'alignement des dents centrales et dont la face distale regarde vers l'arrière.

La pathologie osseuse

Il ressort que cette femme est, avec le sujet 10, celle qui présente la pathologie osseuse la plus variée et celle qui en a peut-être aussi le plus souffert (fig. 244). Aucune infection, aucune tumeur, aucune ostéopathie porotique, mis à part un possible cas de *cribra orbitalia* gauche, n'est relevée. Nous plaçons dans les troubles du développement l'asymétrie des deux clavicules. Le corps de la gauche est plus grêle, mais la conservation de cet os ne nous permet pas d'évaluer une éventuelle différence de

longueur, et montre une torsion qui dévie l'extrémité acromiale vers le bas. L'asymétrie ressort également au niveau des extrémités, surtout du côté interne où les surfaces sternales ont une étendue et une direction différentes. Le tubercule conoïde (ou deltoïdien) est particulièrement saillant, des deux côtés. L'empreinte du ligament costo-claviculaire droite est en creux, celle de gauche n'est pas marquée. On peut interpréter ces différences par des sollicitations fortes, mais différentes, du cou, des épaules et des membres supérieurs. Cette asymétrie ne paraît pas être liée à une fracture.

Cette femme porte en effet les séquelles de plusieurs fractures qui ont touché le cubitus et trois côtes gauches, vraisemblablement les 3^e, 4^e et 5^e (fig. 247a et b). Toutes sont consolidées, avec un cal régulier et de bonne qualité prouvant que ces fractures n'étaient pas ouvertes et que la guérison s'est effectuée sans complications, telle qu'une infection. La fracture des côtes résulte d'un même coup reçu – ou donné – de biais. Le cubitus a été cassé au niveau de la diaphyse, en son tiers distal (soulignons que le radius est intact). Cette fracture est souvent qualifiée de « fracture de parade » et résulterait d'un acte de violence entre deux personnes, l'une d'elles se protégeant la tête des coups reçus. Toutes les fractures étant situées sur le côté gauche, on peut admettre qu'elles sont la conséquence d'un même accident. S'agit-il simplement d'une lourde chute sur le côté ou alors ose-t-on y voir la marque d'une violente altercation avec une autre personne ?

Les rhumatismes ne l'ont pas épargnée non plus, les articulaires postérieures droites de deux vertèbres cervicales (C3 et C4) sont remodelées et éburnées (fig. 247c).

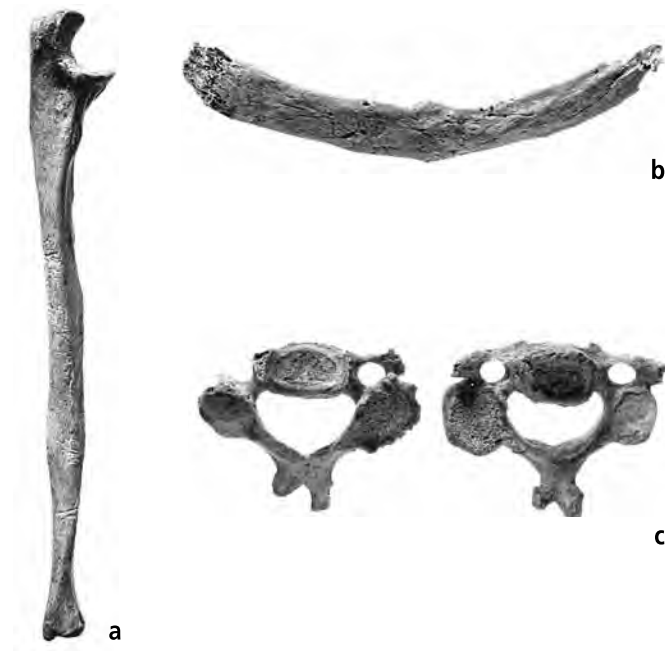


Fig. 247 Combe Varu. Sujet 2. **a**: fracture du cubitus gauche. **b**: fracture de côte. **c**: remodelage et éburnation des corticales postérieures droites de deux vertèbres cervicales (C3 et C4).

Les plateaux sont sains. Les autres vertèbres, tant cervicales que thoraciques et lombaires, sont normales, bien que l'on note un très léger remodelage de quelques surfaces articulaires thoraciques. Avec l'âge, cette femme aurait aussi pu développer une arthrose à ce niveau.

Elle a également souffert d'arthrose au pouce droit – la tête du premier métacarpien et la base de la phalange proximale sont remaniées et éburnées, atteinte fréquente chez la femme, et à l'articulation sterno-claviculaire gauche. Cette dernière est-elle secondaire à la malformation de la clavicule ou a-t-elle été acquise après l'accident ? Relevons encore que des fragments de côtes gauches ont un remaniement préarthrosique de quelques facettes articulaires vertébrales. Soulignons que les grandes articulations – soit la hanche, le genou, la cheville, l'épaule, le coude et le poignet – sont saines. Cela pourrait-il signifier que ce sujet n'était pas très âgé ? D'autres signes iraient dans ce sens, en particulier l'absence totale de toute hyperostose enthésopathique au niveau vertébral. On n'en rencontre pas aux membres supérieurs mais uniquement à la face postérieure des fémurs, plus marquée du côté droit, au niveau de la branche externe de trifurcation de la ligne âpre et à l'insertion du tendon d'Achille à la face postérieure du calcaneum droit, le gauche n'en présentant pas. Cette insertion du triceps sural est analogue, mais plus forte, à celle du sujet féminin 1 ; chez cette dernière, malheureusement, la zone d'insertion du tendon d'Achille ne peut être observée. Peut-on en déduire que leurs activités étaient semblables ?

D'autres sujets de ce site présentant de l'hyperostose enthésopathique (fig. 244), il nous paraît plus pertinent d'en faire une interprétation globale. On peut d'emblée préciser que tous les adultes, excepté les sujets 10, chez qui l'on en rencontre uniquement une très discrète sur deux fragments costaux, et 6, au squelette au relief peu marqué et ne portant aucune ossification particulière, ont, à des degrés divers, des insertions marquées des muscles du membre inférieur. Le sujet 4 en montre, en outre, aux membres supérieurs. A l'exception de ce dernier, qui est un homme, tous ceux qui sont concernés sont des femmes. Vu la taille et la composition sexuelle de l'effectif étudié, on ne peut en tirer des conclusions quant aux activités de l'un ou l'autre sexe. Sans indication plus précise de l'âge de ces femmes, il est difficile de faire la part entre le résultat d'une activité physique sollicitant particulièrement le membre inférieur et l'effet du vieillissement.

La dernière modification rencontrée sur ses os est une légère inflammation du périoste à la face interne de la moitié distale de son péroné droit, inflammation dont on ne connaît pas la cause.

Le sujet 3 de la tombe 14

L'état de conservation de ce squelette est mauvais, ce qui implique une perte regrettable d'informations, en particulier pour l'étude des lésions osseuses.

La pathologie dentaire

Le jeune âge de cet enfant nous donne l'occasion d'analyser ses deux dentitions : celle de lait qui, aux alentours de 6 ans, devrait

compter seize dents², les premières incisives étant tombées, et la définitive, composée des quatre molaires et des 24 bourgeons des autres dents. Parmi celles qui sont présentes, seule la première molaire définitive inférieure droite était déjà sortie, comme le prouve une très légère usure de sa couronne (fig. 244 et 245). On n'y relève pas de tartre. L'émail de sa couronne porte des marques d'hypoplasie signifiant que vers l'âge de 18 mois cet enfant a été confronté à des problèmes d'ordre nutritionnel et/ou infectieux. Ou, peut-être, peut-on y voir simplement les effets du sevrage ?

L'analyse des huit dents de lait montre que les canine et première molaire supérieures gauches sont cariées. Relevons d'emblée que la carie, par comparaison avec les dégâts qu'elle cause aujourd'hui, est relativement rare chez les enfants des populations anciennes de Suisse occidentale (chap. 6.7.1). Notons déjà que l'adolescent 7 de ce site a également souffert de caries.

La pathologie osseuse

Les vestiges osseux de ce sujet ne montrent aucune lésion pathologique.

Le sujet 4 de la tombe 16

La représentation de ce squelette est bonne, mais son état de conservation est moyen : tous les os sont fragmentés, à l'exception notable de l'ulna gauche.

La pathologie dentaire

Nous ne pouvons guère discuter des diverses lésions dentaires qui ont affecté cet homme, puisque seule sa mandibule est présente et que celle-ci ne porte aucune dent. Par contre, plusieurs alvéoles sont comblées, prouvant qu'il a, lui aussi, souffert de ses dents (fig. 244 et 245). Il a perdu de son vivant la canine, les prémolaires et les deux premières molaires gauches et la seconde prémolaire et les deux premières molaires droites (fig. 248). Bien que probable, la perte des troisièmes molaires ne peut être assurée. La canine et la première prémolaire droites sont tombées *post mortem*. A la base de cette canine, on relève un remaniement qui est probablement la marque d'un abcès. La destruction de la partie mentonnière de la mandibule empêche toute interprétation quant à l'état des incisives. De ces pertes importantes découle, évidemment, que cet homme est celui qui, parmi les adultes du site, est le plus gravement atteint (fig. 245).



Fig. 248 Combe Varu. Sujet 4. Perte ante mortem de dents inférieures.

La pathologie osseuse

Comme les altérations des dents, la plupart de celles présentées par les restes osseux sont en accord avec l'âge avancé de ce sujet (fig. 244). Elles consistent en un léger trouble du développement, en des atteintes rhumatismales, en des ossifications d'hyperostose enthésopathique, en des épaissements périostés et en des traumatismes.

Bien que peu marquée, on peut déceler une légère plagiocephalie, mise en évidence par la forme asymétrique du crâne due à une soudure prématurée des sutures d'un seul côté. Le mauvais état de conservation du crâne empêche de l'étudier dans sa totalité et de préciser la nature de cette malformation. En plus, elle paraît accentuée par un fort chignon occipital, peut-être dû à la synostose partielle d'os suturaux lambdoïdes.

Les atteintes rhumatismales se rencontrent sur le squelette axial et appendiculaire. Elles consistent en une arthrose avérée au niveau cervico-thoracique et à la charnière lombo-sacrée : arthrose, avec éburnation, des articulaires postérieures gauches de C3 et C4 et des plateaux de C5 à T1. Le mauvais état de conservation des corps vertébraux sous-jacents (soit de T2 à T6) empêche de connaître l'étendue de ces atteintes rhumatismales, les articulaires postérieures étant saines. Au niveau lombo-sacré, les articulaires gauches de la dernière lombaire (L5) et du sacrum (S1) sont éburnées. En plus, presque toutes les articulaires postérieures de L1 à L4 sont remodelées, état que l'on peut qualifier de « préarthrosique ». D'autres lésions vertébrales témoignent aussi de sollicitations importantes de la colonne de ce sujet, dès son adolescence : les plateaux des dernières vertèbres thoraciques (T9 à T12) et des trois dernières lombaires (dont les corps sont suffisamment bien conservés pour permettre une bonne observation) portent de gros nodules de Schmorl et une érosion, signe d'ostéochondrose (fig. 249a).

En relation avec toutes ces atteintes rachidiennes on relève, à l'étage cervical, des ostéophytes d'arthrose et à chaque niveau, y compris au promontoire sacré, des becs d'hyperostose plus ou moins développés, becs dus à l'âge et, vraisemblablement aussi, à des activités physiques importantes (fig. 249b).

Sur le squelette appendiculaire, des remaniements situés à l'extrémité sternale de la clavicule droite, sur le pourtour de la cavité glénoïde scapulaire gauche et aux deux plafonds acétabulaires fémoraux correspondent aussi à un état « préarthrosique ». Ce sujet mettait à contribution – et en souffrait peut-être – ses épaules et ses hanches. On remarque, en outre, une extension de la surface articulaire de la tête fémorale vers le col, à la face antérieure des deux fémurs. Cette extension, dénommée selon les auteurs « empreinte iliaque » ou « facette de Poirier », serait « due au contact et à la pression du bourrelet cotyloïdien sur la face antérieure du col (fémoral) au cours des mouvements de flexion de la cuisse sur le bassin » (Paturet 1951b). La plupart des auteurs placent cet indicateur dans un syndrome dit du cavalier lorsqu'il est accompagné de diverses ossifications d'hyperostose au membre inférieur (Pálfi 1992).

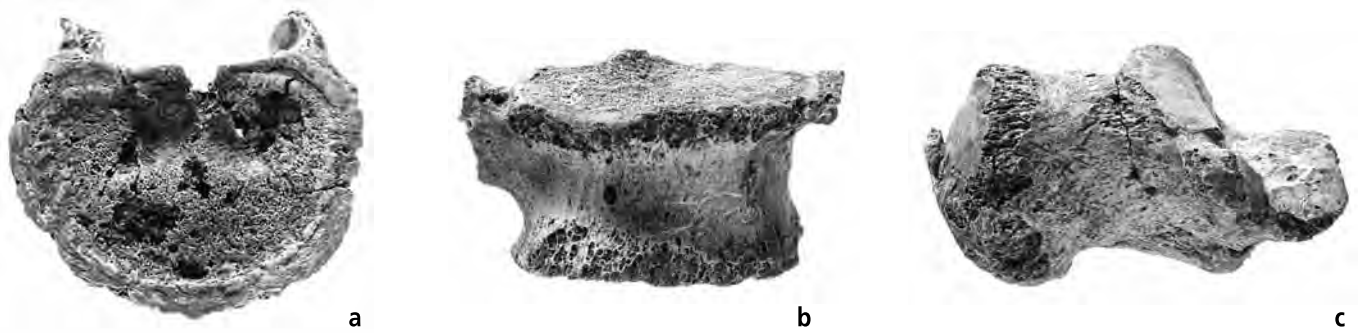


Fig. 249 Combe Varu. Sujet 4. **a**: nodule de Schmorl sur le plateau inférieur de la vertèbre thoracique 12. **b**: vertèbre lombaire avec hyperostose (becs-de-perroquet). **c**: vue latérale interne du calcaneum: bec d'hyperostose à l'insertion du tendon d'Achille.

Ce sujet en présente certaines, à savoir, sur les deux fémurs, à la face postérieure sur la branche externe de trifurcation de la ligne âpre et, à la face antérieure, sur la ligne intertrochantérienne (ou intertrochantérique, zone où s'insère la capsule articulaire de la hanche). De gros becs osseux sont en outre présents à l'insertion du tendon d'Achille, sur les deux calcaneums (fig. 249c).

Tous les muscles intéressés sont mis à contribution, entre autres dans une position assise active, notamment lors d'activités équestres. A l'extrémité distale des fémurs, les tubercules où s'insèrent, au-dessus du condyle interne, les muscles adducteurs (région interne de la cuisse) et, au-dessus de l'externe, le jumeau externe (partie du triceps sural, région postérieure de la jambe), sont très développés. Soulignons que les adducteurs sont les muscles du cavalier par excellence, leur contraction bilatérale simultanée appliquant «les deux cuisses l'une contre l'autre» et permettant de «serrer les flancs de sa monture dans le toucher de l'éperon» (Paturet 1951b). Enfin, sur chaque fémur, en continuité avec la branche externe de trifurcation de la ligne âpre, on trouve un troisième trochanter (ou tubercule fessier) bien marqué. Peut-on déduire de cet ensemble de faits que ce sujet était un cavalier? Nous sommes tentée de le penser, d'autant plus que ces modifications sont bilatérales. Un autre argument en faveur de cette hypothèse est la présence d'une petite zone remaniée à la face externe des tubérosités antérieures des tibias, possible périostite d'origine post-traumatique. Si les épaisissements périostés situés sur les faces antérieures tibiales sont souvent secondaires à des chocs, n'oublions pas, cependant, qu'ils peuvent avoir d'autres causes (chap. 6.2.3.2). La présence de restes, ou d'inhumations, de chevaux aurait pu nous aider à répondre à cette question.

Nous plaçons parmi les lésions traumatiques celles qui ont touché les mains de cet homme. Le scaphoïde droit est complètement déformé et remanié. Un tel bouleversement est certainement la séquelle d'une fracture guérie. La déformation est telle qu'il n'est pas possible de connaître le type de fracture sur la seule base d'un examen macroscopique ou même, vraisemblablement, sur une base radiologique. En orthopédie, les fractures du scaphoïde sont fréquentes et variées. De nos jours, afin

d'éviter des complications nombreuses, invalidantes et douloureuses, on intervient souvent en chirurgie pour les traiter. Tel n'a pas été le cas pour cet homme! Il a aussi souffert d'une fracture à sa main gauche située au-dessus de la base du deuxième métacarpien. Les métacarpiens suivants paraissent ne pas avoir été touchés. Si l'on admet que cet homme était un «cavalier», des chutes pourraient alors expliquer ces fractures.

Le sujet 5 de la tombe 16

La représentation et l'état de conservation du squelette de ce sujet sont très moyens. Ils ne permettent, surtout au niveau dentaire, que des observations fragmentaires.

La pathologie dentaire

Une seule dent de ce sujet est préservée, la seconde incisive supérieure gauche (fig. 244 et 245). Elle est saine, peu usée, et ne montre ni tartre ni marque d'hypoplasie. Le fragment du maxillaire gauche ne présente pas de signe d'abcès ni de perte dentaire.

La pathologie osseuse

L'analyse des quelques restes osseux de cette femme met en évidence des altérations se rattachant aux rhumatismes, à l'hyperostose enthésopathique et aux périostites. Ils ne portent la trace d'aucune autre pathologie (fig. 244).

Toutes ces atteintes sont discrètes et concernent très peu d'os; seul un fragment de côte a une surface articulaire éburnée qui prouve le développement d'une arthrose costo-vertébrale dont on ne peut connaître ni l'étendue ni la gravité. A ce niveau se trouvent aussi plusieurs petits becs d'hyperostose. Les autres altérations touchent le squelette des membres inférieurs, avec une légère ossification au niveau de la branche externe de trifurcation de la ligne âpre, les autres régions fémorales et les autres os ayant des insertions peu marquées. Doit-on les interpréter comme le reflet d'activités particulières – les mêmes peut-être que celles de l'homme inhumé avec elle – ou comme la marque des années? La dernière lésion relevée consiste en une légère périostite sur les diaphyses tibiales: à gauche, sur la face latérale externe du tiers proximal, à droite, à la face interne de la moitié distale. Rien ne nous permet d'en connaître l'origine.

Le sujet 6 de la tombe 22

Chaque partie anatomique de ce sujet est présente, mais les os en sont fort mal conservés.

La pathologie dentaire

Les seules observations dentaires possibles reposent sur une dent isolée et sur un fragment de corps mandibulaire droit. Il s'agit d'une canine inférieure (gauche?) qui n'est pas cariée, qui ne porte pas de tartre mais qui est usée. Relevons que la facette d'usure est située sur sa face linguale, ce qui, comme nous l'avons déjà souligné lors de la présentation de la pathologie dentaire du sujet féminin 2, est inhabituel (chap. 6.7.3). Sur la mandibule, les alvéoles des deux premières molaires ont été comblées après la chute des dents. On n'y relève pas de trace d'abcès (fig. 244 et 245).

La pathologie osseuse

A part un petit fragment de surface articulaire sacrée légèrement érodé et éburné, marque d'une légère arthrose lombosacrée, aucun témoin osseux de troubles du développement, d'infections, de tumeurs et de traumatismes n'est présent sur les restes de ce sujet. On n'y relève aucun indice prouvant des sollicitations musculaires et articulaires particulières, alors que les régions anatomiques concernées chez les autres sujets, dont les diaphyses fémorales et tibiales, sont ici présentes. Cela peut-il signifier que ce sujet était inactif, voire invalide? En manipulant ses restes osseux, nous avons été frappée par leur légèreté et par l'amincissement des corticales. Même en l'absence d'autres signes macroscopiques comme des tassements vertébraux ou des fractures spontanées du col fémoral (ou même parfois, chez le grand vieillard, un amincissement bipariétal), nous pensons pouvoir attribuer cet amincissement cortical et cette légèreté osseuse à une ostéopathie raréfiante.

Cette expression nous permet de ne pas entrer dans des explications sémantiques complexes quant à la signification et à la dissociation des termes tels que «lésion³» et «maladie⁴», surtout lorsque l'on parle de raréfaction osseuse! Nous nous limitons à citer ces quelques lignes: «le terme ostéoporose définit une "lésion élémentaire" alors qu'il est aussi adopté pour définir une ostéopathie généralisée, c'est-à-dire une "maladie". Nous avons dû nous conformer à un usage encore fermement établi mais risquant de faire confondre les notions de "pathologie" et les notions de "nosologie". Pour pallier cet inconvénient on distingue parfois entre "ostéoporose-lésion" et "ostéoporose-maladie"; on tend aussi aujourd'hui à employer dans la première acception le mot "ostéopénie"» (Lagier 1985). En vieillissant une ostéopénie s'installe, celle-ci étant plus nette chez la femme après la ménopause. En l'absence de toute donnée clinique et de toute donnée relative aux douleurs ressenties par le «malade» et sur la base de nos observations limitées par le mauvais état de conservation de ce squelette, nous ne pouvons connaître la cause exacte de cette raréfaction. L'explication la plus simple serait d'y voir, si le sujet était âgé, les séquelles d'une ostéoporose dite sénile, qu'il s'agisse d'un homme ou d'une femme. Comme nous l'avons déjà relevé, aucun signe pathologique ne nous permet de l'assurer. Une autre cause, moins fréquente, peut être envisagée: la raréfaction observée, qui est générale et non localisée, pourrait être la manifestation d'une

immobilisation. L'on sait qu'un alitement prolongé, accompagné d'une insuffisance de sollicitations mécaniques, est l'une des causes d'ostéoporose. On pourrait admettre cette explication, d'autant plus qu'elle serait confortée par l'absence remarquable de toute ossification d'hyperostose chez ce sujet adulte.

Le sujet 7 de la tombe 23

La représentation et l'état de conservation du squelette de cet adolescent sont bons.

La pathologie dentaire

Avec 24 dents en place, l'image que l'on a de la denture de ce sujet est le reflet assez fidèle de ce qu'elle était à son décès. On peut, en effet, estimer que presque toutes les dents perdues *post mortem* étaient saines. Il s'agit de la première incisive inférieure gauche et des incisives, canine et prémolaires inférieures droites. La huitième dent absente, la première molaire inférieure droite, a pu être cariée puisque la dent contiguë – soit la deuxième molaire – porte deux caries, l'une interproximale sur sa face mésiale, l'autre sur sa face vestibulaire. Les seules lésions dentaires relevées chez ce jeune garçon sont des caries, de l'hypoplasie de l'émail et une agénésie possible de la troisième molaire inférieure gauche (fig. 244 et 245). Il ne présente ni abcès, ni tartre, ni chicot; les couronnes sont peu usées et la réduction alvéolaire est normale et reflète une denture aux gencives saines. Les dents sont bien disposées. Les dents cariées sont toutes des molaires, les premières supérieures et les deuxièmes inférieures. Les dents maxillaires ont des caries interproximales sur les faces regardant les deuxièmes molaires, qui ne sont pas encore touchées. Comme écrit ci-dessus, deux caries se trouvent sur la deuxième molaire inférieure droite et une grosse carie occlusale, qui a détruit le quart de sa couronne, sur la deuxième molaire inférieure gauche (fig. 250).

Ces atteintes et l'absence de tartre signifieraient que l'alimentation de ce jeune était trop riche en hydrates de carbone. L'émail de plusieurs dents porte des signes d'hypoplasie. Ils sont particulièrement visibles sur les incisives supérieures, sur les canines et sur les premières molaires supérieure et inférieure gauches. Ils témoignent de troubles qui ont perturbé la formation de ses dents pendant sa troisième année.

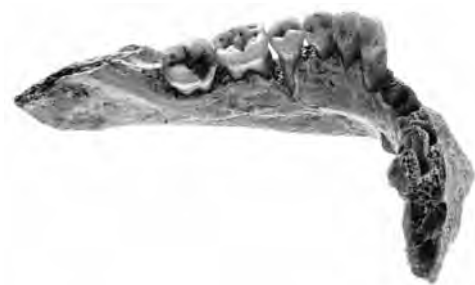


Fig. 250 Combe Varu. Sujet 7. Carie occlusale sur la deuxième molaire inférieure gauche.



Fig. 251 Combe Varu. Sujet 7. Cribra orbitalia sur le plafond de l'orbite.

La pathologie osseuse

Ce jeune garçon n'a souffert d'aucune atteinte infectieuse osseuse, tumorale ou rhumatismale (fig. 244). Il ne porte aucune séquelle de traumatisme ou de malformation. Il a cependant fait face à des troubles assez graves comme le montre la *cribra orbitalia* qui touche ses plafonds orbitaires (fig. 251).

La cause de cette ostéopathie porotique reste incertaine et pourrait être la même que celle qui a entraîné les hypoplasies de l'émail (déficiency nutritionnelle, anémie, maladie de l'enfance?), ces deux altérations étant souvent associées. Sachant que ce jeune a souffert d'ascaridiase, infestation reconnue pour provoquer des anémies, on peut aussi y voir, si l'infection a duré un certain temps, l'une des causes, ou la cause, de ses troubles dentaires et osseux.

L'étude paléoparasitologique menée par M. Le Bailly et F. Bouchet sur des sédiments provenant de deux structures de Combe Varu – la présente tombe 23 et la tombe 56 – et de celle de Lai Coiratte a montré que ce jeune a été infesté par un ascaris (*Ascaris lumbricoides*; chap. 6.8), un ver rond parasite des intestins de l'homme, les enfants âgés de 3 à 8 ans étant particulièrement touchés. En plus de nous renseigner sur l'environnement, le comportement et l'hygiène des sujets infestés, la présence de ces vers nous renseigne sur les problèmes de santé qu'ils ont pu provoquer : inconfort abdominal, diarrhée, perte de sang (donc anémie), occlusion intestinale, mais aussi, lorsque son cycle de vie le conduit au niveau pulmonaire, toux, réponses allergiques et même broncho-pneumonie. Il serait raisonnable, dès lors, de voir dans la présence de ces parasites non seulement la cause de la *cribra orbitalia* et de l'hypoplasie dentaire, mais aussi une possible cause de son décès.

Le sujet 8 de la tombe 51

Si le squelette de ce sujet est bien représenté, sa conservation est mauvaise puisque, à l'exception de l'axis, des rotules et de l'astragale droit, aucun os n'est entier.

La pathologie dentaire

Malgré le mauvais état des maxillaires et de la mandibule, on voit que cette femme est l'une de celles qui a le plus souffert de

ses dents (fig. 244 et 245). Parmi les onze dents présentes, seules les canines supérieures, deux prémolaires non identifiables avec sécurité, les premières incisives inférieures et la seconde incisive inférieure gauche sont saines. Les quatre autres sont cariées, carie au collet sur les troisièmes molaires inférieures et carie interproximale de la seconde incisive inférieure droite sur la face regardant la canine, ou sous forme de chicot, une racine isolée non identifiable. Deux dents ont été assurément perdues de son vivant, à savoir les prémolaires inférieures gauches (fig. 245). Les couronnes des incisives inférieures, comme chez le sujet féminin 2, ont une usure forte et particulière qui empêche d'y rechercher d'éventuelles marques d'hypoplasie. Les molaires, moins usées, n'en ont pas. Les dépôts de tartre sont marqués à la face linguale des incisives et prémolaire, en regard du débouché des canaux excréteurs des glandes salivaires sublinguales et sous-mandibulaires, et normaux au niveau des molaires. Quant à la réduction alvéolaire, elle ne peut être estimée.

La pathologie osseuse

La pathologie osseuse de cette femme est très proche de celle qui a touché deux autres sujets féminins, soit les sujets 1 et 5. Les seules altérations mises en évidence sont de type arthrosique et de l'hyperostose enthésopathique.

L'arthrose ne touche que deux os du squelette axial : l'apophyse odontoïde de l'axis, qui en plus a un bec d'hyperostose à son sommet, et un fragment de côte gauche, sur le tubercule qui s'articule avec la vertèbre. Cela signifie qu'au moins une vertèbre thoracique était aussi impliquée. Le mauvais état de conservation des corps vertébraux ne nous a pas permis de l'observer. Aucun fragment des articulaires postérieures présentes n'est touché.

Du squelette appendiculaire, seuls les os du membre inférieur droit (les os controlatéraux ne sont pas observables) portent des ossifications, peu développées, d'hyperostose enthésopathique. La branche externe de trifurcation de la ligne âpre, à la face postérieure du fémur, ne porte pas de réels becs d'hyperostose, mais a un relief marqué. Ils sont présents, par contre, à la ligne oblique – ou crête du soléaire – et à la tubérosité antérieure du tibia, ainsi qu'à l'insertion calcanéenne du tendon d'Achille. Ces observations montrent que cette femme a, elle aussi, sollicité surtout les muscles de ses membres inférieurs. Bien qu'aucune ossification ne soit relevée sur les os de ses membres supérieurs, il convient de noter que le tubercule du muscle scalène antérieur (tubercule de Lisfranc) situé sur la première côte gauche et que les tubercules deltoïdiens, ou conoïdes, des clavicules sont particulièrement développés pour une femme. Le scalène antérieur qui s'insère sur la première côte est un muscle du cou qui, d'une part, lors de l'inspiration, soulève les deux premières côtes et, d'autre part, permet l'inclinaison latérale de la colonne cervicale. Le muscle deltoïde⁵, volumineux muscle de l'épaule, est « avant tout abducteur du bras » et « soulève l'épaule et le tronc, et joue ainsi un rôle dans l'action de grimper » (Paturet 1951b). La description des mouvements dus à la contraction de ces muscles ne nous apprend toujours pas à quel type d'activités cette femme se livrait.

Le sujet 9 de la tombe 56

La squelette de ce sujet, qui est robuste, est bien conservé mais incomplet puisque manquent, surtout, une partie du crâne et de la face ainsi que les os de la ceinture scapulaire.

La pathologie dentaire

La recherche des lésions dentaires ne porte que sur onze dents isolées, parmi lesquelles trois incisives supérieures, qui ont une usure marquée mais dont le plan est normal. Toutes sont saines, on ne voit des dépôts de tartre marqués qu'au niveau des molaires et d'une canine supérieure. Ce qui reste des couronnes des dents maxillaires permet de relever de l'hypoplasie sur les premières incisives, sur les seconde incisive et deuxième molaire droites et sur la canine gauche. Au cours de sa troisième année, cette femme a donc aussi été confrontée à un trouble nutritionnel et/ou infectieux. L'état de conservation médiocre des maxillaires et de la mandibule ne permet ni de mettre en évidence un possible abcès, ni d'estimer le degré de parodontose, ni de savoir si cette femme avait perdu des dents de son vivant (fig. 244 et 245).

La pathologie osseuse

Presque tous les os présents étant entiers, notre observation repose sur du matériel de qualité. Les lésions osseuses relevées se rattachent aux troubles du développement, aux rhumatismes et à l'hyperostose enthésopathique.

L'un des troubles du développement consiste en un défaut d'ossification qui touche la rotule droite (la gauche étant absente). Ce trouble non invalidant correspond à une *patella partita*, reconnue par une encoche à son angle supéro-externe. On peut aussi relever, bien que ce soit plus une variante anatomique qu'un trouble du développement, le dédoublement, sur les calcaneums, de la surface articulaire antérieure avec l'astragale en deux parties bien distinctes. Une encoche nette sépare cette surface articulaire de la surface cuboïdienne. Relevons, en plus, une facette d'accroissement à l'extrémité distale des tibias.

Des lésions rhumatismales sont relevées sur le squelette axial et sur le squelette appendiculaire. La lésion axiale est peu développée et consiste en une arthrose costo-vertébrale. Elle n'intéresse que les deux dernières vertèbres thoraciques et un fragment de côte, seul ce dernier présentant une surface éburnée, alors qu'au niveau vertébral les surfaces costales gauches ne sont encore que remaniées. Les autres éléments du rachis sont sains et ne témoignent ni de sollicitations particulières ni de modifications dues à l'âge. La seule exception vient peut-être des deux dernières vertèbres lombaires qui montrent une ostéochondrose limitée des plateaux inférieurs et une petite collerette ostéophytique au bord inférieur de la dernière lombaire. Par sa localisation, la lésion appendiculaire qui touche le genou gauche correspond à une arthrose fémoro-tibiale externe. Elle ne touche que les condyles fémoral et tibial externes. Qualifiée d'arthrose secondaire, elle se retrouve chez les sujets avec des genoux déformés « en dedans » (ou « en valgus » ou « en X »). Elle survient sur des dysplasies du genou, dans les suites de fractures (ce qui n'est pas le cas ici), d'entorses ou de lésions méniscales. L'unilatéralité de la lésion – le genou droit est sain – serait plutôt en faveur des deux dernières causes.

Cela est d'autant plus vraisemblable que les hyperostoses relevées aux membres inférieurs prouvent que cette femme, elle aussi, avait des activités physiques soutenues sollicitant les muscles de la cuisse et de la jambe. Des deux côtés, on relève des hyperostoses qui, bien que peu développées, en témoignent également. Leur position (ligne externe de trifurcation de la ligne âpre et ligne intertrochantérique sur le fémur et ligne oblique tibiale) montre que les muscles mis en action sont les mêmes que ceux des autres sujets, à l'exception des non-adultes et des sujets masculins 6 et 10.

Des parasites intestinaux, identiques à ceux que l'on rencontre chez le sujet 1 de Lai Coiratte, à savoir deux nématodes (*Trichuris* sp. et *Ascaris* sp.) et un cestode (*Taenia* sp.), ont été retrouvés près des vestiges de cette femme (chap. 6.8). Cette association peut montrer à la fois une certaine aisance sociale – avec viande au menu – et une mauvaise hygiène – des mains sales ou des aliments mal préparés. Cette femme aussi a pu décéder des suites de cette infestation.

Le sujet 10 de la tombe 61

La conservation de ce squelette, bien représenté, est moyenne.

La pathologie dentaire

Cette personne est celle qui a la denture la plus complète puisque, à part les troisièmes molaires et les seconde incisive et première prémolaire supérieures gauches, toutes les dents sont présentes (fig. 244 et 245). Notons que les dents inférieures sont bien alignées et qu'elles sont saines. Au niveau des maxillaires, trois dents sont cariées. Du côté gauche, il s'agit de la seconde prémolaire, avec une petite carie interproximale sur sa face distale, et de la première molaire, avec une grosse carie interproximale qui a détruit le tiers de sa couronne. L'infection qui a touché cette dent a été virulente et a entraîné un abcès apical aux deux racines vestibulaires. A cet endroit, la réaction inflammatoire de l'os est importante. Du côté droit, il s'agit de la deuxième molaire qui porte sur la face touchant la troisième molaire, dont on ne peut savoir si elle était présente, une carie interproximale qui a progressé puis infecté la pulpe dentaire et a formé un abcès vestibulaire (fig. 252).



Fig. 252 Combe Varu. Sujet 10. Carie interproximale sur la deuxième molaire droite avec abcès et infection.



Fig. 253 Combe Varu. Sujet 10. Fracture intra-articulaire sur la facette latérale du plateau tibial gauche.

Des inflammations des gencives avaient commencé à provoquer une réduction alvéolaire, principalement au niveau des molaires supérieures et inférieures, le tiers des racines étant dénudé. Le tartre, que l'on peut considérer comme absent, n'a pas dû en être la cause. Les couronnes des dents mandibulaires sont peu usées. Aux dents supérieures, l'usure est plus marquée, en particulier du côté droit. La cause de cette différence peut-elle avoir été une mauvaise occlusion consécutive à des douleurs particulièrement fortes au niveau des dents supérieures gauches, ce côté ayant été plus gravement touché que le droit? Des marques d'hypoplasie sont visibles sur l'émail des premières incisives supérieures, des canines, de la première prémolaire supérieure droite et des pré-molaires inférieures gauches. La position des traits sur les couronnes indique que deux fois au cours de son enfance, vers 3 ans, puis vers 4 ou 5 ans, des problèmes de nature infectieuse ou nutritionnelle ont touché ce sujet et ont perturbé la formation de ses dents. Le fait que ces troubles se soient aussi produits après 3 ans prouve qu'on ne peut y voir systématiquement, comme certains auteurs le font, la marque du sevrage.

Chez cet homme, une cause différente, probablement infectieuse, est à envisager. Cependant, si l'on compare les âges auxquels les sujets ont été touchés, tant à Lai Coiratte qu'à Combe Varu, tous l'ont été au cours de leur troisième année, excepté le jeune enfant de Combe Varu (sujet 3). Comme il est assez improbable que chaque personne ait souffert d'une infection aux alentours de 3 ans, cette régularité, dans ce cas, signifierait qu'un problème d'ordre nutritionnel en a été la cause. La période du sevrage, à condition que les mères allaitassent aussi longtemps leurs enfants – ce qui devait être le cas – pourrait alors être à l'origine de ces hypoplasies.

La pathologie osseuse

Les principaux troubles présentés par cet homme sont d'ordre malformatif et traumatique, les lésions rhumatismales et l'hyperostose étant peu développées. La surface articulaire de la tubérosité costale de la première côte droite, qui s'articule

avec la première vertèbre thoracique, est interrompue par une petite lésion érosive qui signe un léger trouble de l'ossification enchondrale. Cela correspond à une forme très mineure d'ostéochondrose disséquante (type de nécrose aseptique caractérisée par un séquestre ostéo-cartilagineux) qui n'a pas eu de conséquence pour notre sujet. Une autre « anomalie » relevée consiste en un dédoublement des trous transversaires des vertèbres cervicales. Au niveau de C5, il est simple à gauche et double à droite, au niveau de C6, il est double à gauche et cassé à droite. Les autres vertèbres ne peuvent être observées. Cette anomalie, en gênant le passage de l'artère vertébrale, peut provoquer des troubles cérébelleux et engendrer des problèmes d'équilibre. Enfin, ce sujet présente la même particularité anatomique calcaneenne que le sujet 9. Cet homme a eu un traumatisme au genou gauche comme en témoigne la fracture intra-articulaire observée sur la facette latérale externe du plateau tibial (fig. 253). Ce type de fracture est fréquent chez les sportifs, comme les footballeurs, par exemple.

On ne voit aucune séquelle rhumatismale post-traumatique sur les os de cette articulation, ce sujet n'ayant pas vécu suffisamment longtemps pour en développer. On peut cependant se demander si les épaissements périostés situés sur les diaphyses fibulaires et sur une petite zone tibiale gauche ne pourraient pas témoigner de chutes, y compris celle qui aurait provoqué la fracture du genou. En plus, un fragment de corticale diaphysaire du tibia gauche porte, sur sa face interne, un remaniement osseux localisé, morphologiquement analogue à ce que l'on observe dans les sinus de la face lors de sinusite. Si ce tibia avait été entier, ce fait nous aurait échappé! Nous n'avons, sur la base d'un examen macroscopique, aucune explication quant à ce remaniement de type inflammatoire. Il pourrait être lié au traumatisme du genou.

Nous profitons de la présentation des atteintes osseuses de ce sujet pour souligner un point évident mais qui a son importance. La description des lésions portées par un sujet permet de distinguer entre une pathologie discrète et une pathologie lourde qui apparaissent toutes deux de manière identique dans la figure 244. Par exemple, le «P» placé dans la rubrique des «Rhumatismes» n'a pas la même signification selon les sujets. Il ne permet pas de différencier une grosse coxarthrose invalidante d'une petite arthrose à une phalange! Les seules atteintes prenant place dans les «Rhumatismes» et l'«Hyperostose enthésopathique» sont fort discrètes et peu étendues. La pathologie rhumatismale consiste uniquement en une petite zone éburnée située à l'apophyse articulaire inférieure gauche de la troisième vertèbre cervicale. Aucun autre os, tant au niveau vertébral qu'au niveau des membres, n'est atteint. En ce qui concerne les ossifications d'hyperostose, les seules manifestations sont deux petites collerettes ostéophytiques au niveau de deux côtes gauches, ce qui sous-entend que deux vertèbres thoraciques devaient aussi être touchées. Le squelette des membres, bien que robuste, ne porte aucune trace de sollicitations mécaniques importantes. Ces observations témoigneraient du manque d'activité physique de ce sujet (à cause de son accident?) et pourraient aussi indiquer qu'il n'était guère âgé.

6.5 Le site de Chevenez - Combe En Vaillard

Ce site a livré un petit groupe isolé de cinq tombes vraisemblablement du Haut Moyen Age. Cinq tentatives de datation ¹⁴C sur os ont échoué.

6.5.1 Les sépultures

Mustapha Elyaqtine
avec la collaboration de Christiane Kramar

6.5.1.1 Le sujet de la tombe 1

L'état de conservation du squelette est mauvais. Les os du rachis cervical, des mains, des genoux et des pieds sont détériorés; la surface corticale a souffert d'atteintes dues au terrain. Les autres régions anatomiques sont assez bien représentées, mais l'état de conservation général reste mauvais (fig. 254).

L'âge et le sexe

Les épiphyses de l'humérus droit, l'épiphyse proximale de l'ulna droite et les épiphyses proximales des fémurs observées *in situ* sont soudées. La dentition est celle d'un adulte dont les troisièmes molaires inférieures sont complètement sorties, mais aucune des sutures crâniennes n'est synostosée. L'âge au décès devait probablement être inférieur à 30 ans; l'état de sa denture nous inciterait plutôt à lui attribuer un âge plus proche de la trentaine que de la vingtaine mais aucune lésion osseuse ne permet de conforter cette impression. La grande échancrure sciatique du coxal droit présente une morphologie féminine.

La position et l'orientation

Le squelette est en décubitus dorsal et d'orientation nord-ouest/sud-est. Le crâne est au nord-ouest et apparaît en vue latérale gauche. L'absence de la colonne cervicale ne permet pas de dire si la position du crâne correspond au positionnement initial de la tête. Les mains sont en pronation sur le bassin, la droite reposant sur l'avant-bras gauche. Les membres inférieurs sont en extension.

L'espace de décomposition du cadavre

L'absence des os des mains et la mauvaise représentation de ceux des pieds empêchent la bonne appréciation de l'état des articulaires labiles correspondantes. Les éléments des pieds présents ne suggèrent pas une connexion anatomique stricte. En revanche, on note que l'articulation temporo-mandibulaire est déconnectée.

L'épaule gauche est surélevée vers l'avant du thorax par rapport à la droite et la scapula gauche apparaît par sa face latérale. Cette disposition est liée à un effet de paroi très net. L'affaissement du gril costal est complet et accompagné de la chute du sternum dans la cage thoracique.

La symphyse pubienne n'est pas conservée, mais les parties préservées du bassin attestent une mise à plat, restreinte cependant du fait de contraintes latérales évidentes surtout à gauche.

Les fémurs apparaissent en vue antérieure et légèrement médiale, la rotation latérale est plus marquée à gauche qu'à droite. Les patellas ne sont pas préservées.

Ces observations (absence de connexion stricte des pieds, déconnexion de la mandibule, mise à plat du bassin, effet de paroi à gauche) sont compatibles avec une décomposition du corps en espace vide. L'aspect sinueux de l'étage lombaire du rachis est à mettre en rapport soit avec la surélévation de la partie droite du squelette liée à la topographie de la fosse, soit avec l'effondrement après pourrissement du fond du contenant sur les pierres de calage, soit avec les deux.

6.5.1.2 Le sujet de la tombe 2

La représentation du squelette est bonne, toutes les régions du corps sont présentes, bien que très fragmentées, et permettent, à l'exception de la colonne vertébrale impossible à « fouiller » vu la grande friabilité des vertèbres, une observation satisfaisante (fig. 255).

L'âge et le sexe

La crête coxale et toutes les épiphyses d'os longs des membres, des mains et des pieds, examinées *in situ*, sont soudées. La suture sagittale est synostosée. Les dents sont usées, surtout les molaires. Il s'agit d'un adulte mature. L'ensemble des indicateurs présents, dont la grande échancrure sciatique, est en faveur d'un sexe féminin.

Le fait que cette femme présente des sutures crâniennes partiellement oblitérées, la « vieillit » par rapport à la femme de la tombe 1. Il paraît intéressant de noter que si l'estimation de l'âge de ces deux femmes avait été basée sur leur état dentaire, l'usure plus forte des dents de la femme 2 l'aurait « vieillie » alors que l'observation de ses dents, qui sont en bien meilleur état, l'aurait « rajeunie ». Cela est la possible conséquence d'un régime alimentaire différent, joint, peut-être, à une meilleure hygiène dentaire !

Cette femme présente des os longs qualifiés de « robustes ». Cette robustesse, que l'on ne perçoit pas macroscopiquement, est liée aux dimensions relativement petites de ces os.

La position et l'orientation

Le corps, orienté nord-ouest/sud-est, est en décubitus dorsal, la tête étant au nord-ouest. Le crâne apparaît par sa face latérale gauche. L'articulation temporo-mandibulaire est déconnectée et la mandibule apparaît par sa face supérieure et très légèrement latérale gauche.

L'articulation atlanto-crânienne, tout comme les autres articulations cervicales, est en connexion étroite, et la colonne cervicale supérieure apparaît par sa face latérale gauche et légèrement antérieure. Le crâne s'est donc maintenu dans la position initiale de la tête.

Le membre supérieur droit est en extension le long du corps. Le radius repose en croix sur l'ulna, indiquant une position en pronation de la main qui repose en partie contre l'extrémité proximale du fémur droit. L'articulation du coude gauche s'est déconnectée suite à la chute de l'extrémité distale de l'humérus sur le fond de la fosse, après décomposition, et l'avant-bras repose sur l'abdomen. La main gauche est en pronation sur la partie droite du bassin.



Fig. 254 Combe En Vaillard. Sujet 1.



Fig. 255 Combe En Vaillard. Sujet 2.



Fig. 256 Combe En Vaillard. Sujet 3.

L'espace de décomposition du cadavre

La scapula gauche apparaît essentiellement par sa face antérieure. Elle est légèrement surélevée vers l'avant du corps dans sa partie latérale. Son articulation avec la clavicle et l'humérus est déconnectée; ce dernier repose sur la scapula et apparaît en vue postérieure. La déconnexion scapulo-humérale, le déplacement et la rotation de l'humérus proviennent d'un effet de paroi évident sur l'épaule gauche.

L'articulation humérus-scapula droite est lâche et s'est déconnectée d'avec la clavicle. Cette dernière tend à être parallèle à l'axe du corps en raison d'une compression sur l'épaule ou du fait que le crâne, qui reposait sur son extrémité latérale, l'ait amenée dans cette position.

Les côtes droites apparaissent par leur face interne, le gril costal s'est ouvert et les extrémités sternales viennent reposer sur le bras droit à l'exception des côtes des rangs 1, 2 et 3. Les côtes gauches apparaissent par leur face supéro-antérieure. En raison de l'effet de paroi à gauche, les côtes de ce côté occupent un volume moindre que les droites. L'avant-bras gauche, qui vient reposer sur l'abdomen, amplifie cette restriction.

Les légères dislocations observées sur les segments thoracique et lombaire du rachis sont liées aux irrégularités du fond de la fosse, tapissé par endroits de pierres.

Les articulations du poignet et du carpe droits sont plus ou moins disloquées; quelques os du carpe se sont retrouvés sous le coxal droit. Le métacarpe est en connexion lâche et les articulations des phalanges sont disloquées. A gauche, les articulations du poignet sont déconnectées. Deux os du carpe sont localisés dans le gril costal droit, tandis que le métacarpe et quelques phalanges sont en

connexion étroite sur le coxal droit où elles étaient en position initiale d'équilibre. En définitive, seules les parties des mains restées dans une position d'équilibre stable, contre le fémur pour la main droite et sur le coxal droit pour la gauche, sont en connexion.

Le bassin s'est ouvert et présente une mise à plat plus importante à gauche qu'à droite. A priori, l'effet de paroi visible sur l'épaule gauche ne se manifeste étonnamment pas sur le bassin. Cette disposition est en fait liée à un basculement de l'ensemble du sacrum et des vertèbres lombaires vers l'avant du corps par rapport au coxal gauche. De ce fait, le fémur et le tibia gauches apparaissent par leur face antérieure. La chute médiale de la patella gauche peut être l'œuvre d'un petit mammifère.

Le membre inférieur droit a subi une légère rotation latérale, la patella s'est toutefois maintenue en place. L'articulation tibio-talus est étroite et le talus apparaît par sa face antérieure. Le reste du tarse et du métatarse initialement en équilibre instable est pour l'essentiel déconnecté.

L'articulation tibia-talus gauche est déconnectée. Le talus et le calcaneum sont en connexion étroite et apparaissent par leur face médiale. Le reste du pied gauche, également en position initiale d'équilibre, est déconnecté.

L'état des articulations temporo-mandibulaires et de l'articulation scapulo-humérale gauche, la déconnexion du carpe gauche, la déconnexion partielle de la main droite, de même que la disposition du bassin et des pieds, marquent une décomposition en espace vide.

Cinq pierres alignées perpendiculairement à l'axe du corps ont été mises au jour du côté des pieds et trois autres présentent le même alignement, du côté du crâne.

6.5.1.3 Le sujet de la tombe 3

Le fort mauvais état de conservation et la friabilité des os de ce squelette ont rendu son prélèvement impossible (fig. 256). A l'exception des restes dentaires, l'analyse s'est limitée à des observations élémentaires des « vestiges » osseux en place.

L'âge et le sexe

La détermination de l'âge de cet enfant repose sur l'observation de ses dents. En se basant sur la présence de quatre dents lactéales plus des fragments d'incisive, sur le fait que ses quatre premières molaires avaient déjà fait leur éruption alors que ses 23 autres dents ne sont encore que des bourgeons et sur le fait qu'elles sont très faiblement usées, on peut lui attribuer un âge qui le place dans la même classe que l'enfant de la tombe 4, soit celle des 5-9 ans. Le fait que seules ses premières molaires soient déjà sorties, alors que les incisives de l'autre enfant le sont aussi, montrerait qu'il est légèrement plus jeune et qu'il est décédé entre 6 et 7 ans. L'écart d'âge de ces deux enfants était-il réel? Ou alors la différence relevée entre leurs dentures pourrait-elle être due à une différence sexuelle, les filles ayant une éruption des dents définitives légèrement plus précoce que les garçons? Cela permettrait alors de penser que l'enfant de la tombe 4 était une fille. Ou, enfin, ne faut-il y voir que l'expression de l'amplitude des marges de variation de l'éruption dentaire?

La position et l'orientation

Le sujet est en décubitus dorsal et orienté nord-ouest/sud-est, la tête au nord-ouest. Le crâne et la mandibule apparaissent par leur face supéro-antérieure et légèrement latérale gauche. Le membre supérieur gauche est légèrement fléchi; la main repose sur la région abdomen/bassin. La main droite est ramenée sur la poitrine.

L'espace de décomposition du cadavre

Pour autant qu'on puisse en juger, le bassin ne semble pas s'être ouvert. Les articulations coxo-fémorales sont strictes. Bien que la face soit endommagée, on perçoit le maintien de l'articulation crano-mandibulaire en connexion étroite et la mandibule qui repose directement sur la colonne vertébrale. La bouche était fermée comme l'atteste le contact des dents supérieures et inférieures présentes (fig. 257).

Ces observations et la face d'apparition du crâne indiquent que la tête était initialement surélevée. Si la décomposition a eu lieu en espace vide et si la tête reposait contre la paroi ou sur un coussin en matière périssable, le crâne, la mandibule et les premières vertèbres cervicales se seraient éparpillées dans l'espace



Fig. 257 Combe En Vaillard. Sujet 3. Maintien de la connexion crano-mandibulaire.

vide initial et/ou dans le volume libéré par la décomposition du coussin. Le mauvais état de conservation du squelette ne permet pas d'affirmer une décomposition du corps en espace vide sur la base d'arguments ostéologiques. En revanche, la configuration observée du crâne et de la mandibule cadre avec l'appui de la tête contre une paroi et une décomposition survenue en espace colmaté. Si la présence d'un coussin funéraire est archéologiquement avérée, il faudrait admettre un colmatage progressif de l'espace libéré par sa décomposition allant avec le maintien strict de la tête dans sa position initiale. Faut-il alors envisager un coffrage imparfait n'ayant pas empêché le colmatage qui fut progressif au moins au niveau de la tête? Mais la disposition des pierres de calage ne traduit-elle pas une « drôle de forme » pour un coffrage?

6.5.1.4 Le sujet de la tombe 4

Le squelette est très mal conservé (fig. 258). Seul le crâne a pu être partiellement prélevé. Les vestiges de cet enfant consistent donc en fragments de voûte et en dents. Les os du squelette postcéphalique sont mal conservés.

L'âge

Les dents déciduales et définitives préservées indiquent un enfant de 5-9 ans.

La position et l'orientation

Seul les restes des parties moyennes des diaphyses des fémurs, tibias et fibula droite un peu mieux représentés, indiquent un positionnement en décubitus dorsal. Il est orienté nord-ouest/sud-est. Le crâne est au nord-ouest et apparaît par sa face latérale gauche. L'absence des vertèbres cervicales ne permet pas de dire si la position du crâne observée correspond à la situation initiale de la tête. Aucune observation directe ou indirecte ne permet de déduire la position des mains. Les membres inférieurs sont en extension.



Fig. 258 Combe En Vaillard. Sujet 4.

L'espace de décomposition du cadavre

Au niveau céphalique, seuls les dents (surtout l'émail), la mandibule et le contour de la partie droite du crâne ont pu être observés *in situ*. L'articulation temporo-mandibulaire est déconnectée et la mandibule est ouverte, mais elle peut l'avoir été dès le dépôt. Le déplacement observé des dents inférieures droites provient très vraisemblablement d'un glissement dans un terrier. On le voit, le niveau de détérioration de l'os empêche une détermination ostéologique de la nature de l'espace de décomposition.

6.5.1.5 Le sujet de la tombe 5

La représentation du squelette est bonne, l'état de conservation est moyen (fig. 259).

L'âge et le sexe

La crête iliaque est soudée tout comme les épiphyses de l'humérus, du radius et de l'ulna gauches, des fémurs et des tibias. Les sutures crâniennes coronale et sagittale sont synostosées sur la face endocrânienne. En face exocrânienne, elles sont lisibles mais présentent des synostoses partielles. La suture lambdoïde est ouverte des deux côtés. La troisième molaire inférieure gauche est présente et sortie. Le sujet a perdu au moins quatre dents *ante mortem*. Le défunt est un adulte mature et plus âgé que les deux femmes.

La grande échancrure sciatique observée *in situ* a une morphologie masculine; l'arc composé paraissait cependant en double courbe. Par ailleurs, la plupart des observations crâniennes et mandibulaires vont dans le sens de la masculinité. Le sexe masculin est donc attribué à ce sujet. Alors que les os paraissent visuellement «robustes», les indices calculés à partir des diamètres du fémur et du tibia tendent à nuancer cette impression. Les zones d'insertion musculaire, peu marquées, vont dans le même sens.

Cet homme a succombé des suites de blessures crâniennes faites par un objet tranchant. La plaque osseuse qui se trouvait sur la partie droite du thorax de cet homme peut correspondre au volet enlevé par l'un des coups (chap. 6.5.3.2).

La position et l'orientation

Le corps est en décubitus dorsal et orienté nord-ouest/sud-est. Le crâne, au nord-ouest, apparaît par sa face antérieure, avec une très légère composante latérale droite. Le crâne est dans sa position initiale comme en témoignent l'articulation crâne-atlas et celles de l'étage supérieur du rachis cervical; elles sont intactes et apparaissent en vue antérieure. La main droite est en pronation sur le rachis lombaire, la gauche est en pronation au-dessus du niveau du coxal gauche. Les membres inférieurs sont en extension.

L'espace de décomposition du cadavre

Plusieurs indices d'une décomposition du corps en espace colmaté ont pu être relevés:

- il n'y a pas de déplacements significatifs d'os et a fortiori en dehors du volume du corps;
- le crâne s'est maintenu dans la situation originelle de la tête bien que cette dernière ne corresponde pas à une position d'équilibre stable;



Fig. 259 Combe En Vaillard. Sujet 5.

- l'articulation temporo-mandibulaire est lâche. La mandibule a chuté sur la colonne cervicale. Toutefois, ce mouvement n'excède pas l'espace libéré par la décomposition des masses charnues du cou et les condyles mandibulaires se sont pratiquement maintenus dans les cavités glénoïdes des os temporaux;
- le coude droit est surélevé vers l'avant du corps. Il devait s'appuyer initialement contre la paroi de la fosse qui n'est cependant pas visible. On ne peut concevoir qu'il ait pu se maintenir, qui plus est en connexion, dans une telle position après la décomposition des contentions articulaires si le milieu était vide;
- l'extrémité distale de l'avant bras gauche est surélevée et est au même niveau que le coude droit. Le coude gauche reposait, dès le dépôt, sur le fond de la fosse et la partie moyenne de l'avant-bras reposait sur la région de l'abdomen-coxal gauche, disposition maintenue par le sédiment dès le départ;
- les articulations du poignet droit sont disloquées et les os du carpe ne sont pas conservés ou ont été perdus à la fouille. En revanche, quatre métacarpiens droits en connexion reposent dans la partie gauche de l'abdomen dans les côtes, un peu à distance de l'extrémité distale de l'avant-bras. Les contentions du métacarpe ont lâché après celles du carpe;
- la main gauche, en position initiale d'équilibre instable, est disloquée et certains de ses os sont épars mais dans l'espace de décomposition des parties molles de l'abdomen et du bassin;
- la symphyse pubienne ne s'est quasiment pas ouverte. Les articulations coxo-fémorales sont strictes. Les patellas sont restées en place sur les trochlées fémorales; il n'y a pas de mise à plat des coxaux ni de rotation significative des membres inférieurs.

Les articulations de la cheville, du tarse et du métatarse droits sont en connexion stricte et ce pied apparaît par sa face supéro-antérieure et très légèrement médiale. Cette disposition n'aurait pas pu se maintenir dans un espace vide. L'articulation de la cheville et du tarse gauches est stricte, les autres articulations sont absentes. Des os du pied gauche épars se sont «effondrés» sous l'effet de la pesanteur mais dans une zone localisée.

6.5.2 Mode d'inhumation et principales caractéristiques anthropologiques

Mustapha Elyaqtine

Le site de Chevenez-Combe En Vaillard a livré cinq sépultures individuelles. Les défunts, orientés nord-ouest/sud-est, ont été inhumés en décubitus dorsal, la tête au nord-ouest.

La décomposition du corps a eu lieu en espace vide dans les sépultures féminines 1 et 2 et dans un espace colmaté dans celle de l'homme 5 inhumé à plus de 8 m des autres tombes, ces dernières présentant une plus grande proximité entre elles (fig. 260).

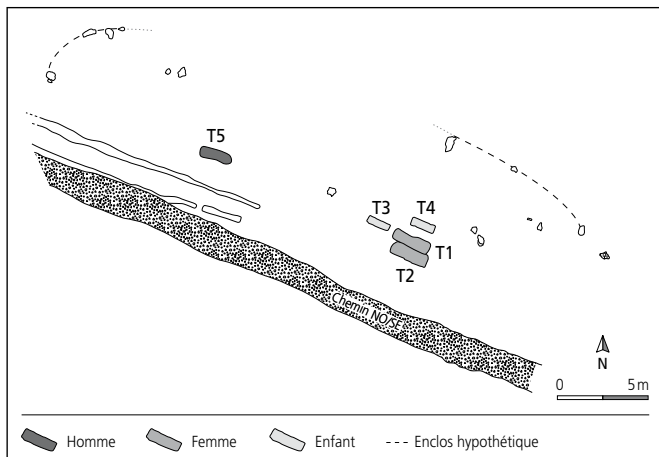


Fig. 260 Combe En Vaillard. Répartition des tombes en fonction du sexe.

En raison du mauvais état de conservation de l'os, la nature de l'espace de décomposition reste indéterminée dans le cas des tombes des enfants 3 et 4.

Dans les trois cas où le crâne se présente par la face initiale d'apparition de la tête (tombes 2, 3 et 5), il est en vue latérale gauche chez la femme 2, en vue supéro-antérieure et légèrement latérale gauche dans le cas de l'enfant 3 et en vue antérieure et très légèrement latérale droite chez l'homme 5.

La position des mains est observée chez quatre individus. Elles sont en pronation sur le bassin chez la femme 1. La main droite de l'homme 5 est en pronation sur l'abdomen et la gauche est en pronation sur le bassin. Il y a une asymétrie plus marquée chez l'enfant 3. Sa main droite est ramenée sur la poitrine, la gauche reposant sur la région abdomen/bassin. Dans le cas de la femme 2, la main droite est en pronation le long du corps et en partie contre l'extrémité proximale du fémur droit, la gauche étant en pronation sur le bassin.

Du point de vue biologique, comme à Combe Varu, on note l'absence d'enfants de 0-4 ans. Les deux non-adultes présents sont rattachés à la classe d'âge 5-9 ans sans qu'il soit possible de préciser un éventuel décalage d'âge entre eux, ni de dire s'ils sont de la même mère. La composition et la faible taille de l'effectif inclinent à envisager l'éventualité de liens au moins en partie familiaux au sein de ce groupe. L'analyse paléopathologique ne

	Sujet 1 Femme D G		Sujet 2 Femme D G		Sujet 4 Non-adulte D G		Sujet 5 Homme D G	
Suture métopique	P		A		P		A	
Os au lambda	P		A		-		A	
Os lambdoïde	?	P	A	A	P		A	A

A: absent; P: présent; -: non observable.

Fig. 261 Combe En Vaillard. Distribution de trois caractères discrets chez quatre sujets.

met en évidence aucun trouble du développement d'origine héréditaire ni d'autre anomalie génétique partagée. Dans l'hypothèse où l'homme 5 serait l'un des parents, trois caractères discrets significatifs le différencient de la femme 1 (fig. 261).

Cette dernière a une suture métopique, un os du lambda et un os sur la suture lambdatique dont l'homme 5 et la femme 2 sont dépourvus. Ces derniers partagent l'absence de ces trois traits significatifs et la présence d'un foramen mastoïdien, trait à faible héritabilité. Cette configuration rend une distance génétique relativement plus probable entre l'homme 5 et la femme 1. En revanche, l'état sanitaire des dents témoigne d'un régime alimentaire déséquilibré comparable chez l'homme 5 et la femme 1: il est riche en aliments acides sans grands apports protéiques (plus riche en fruit et en légumes qu'en protéines). A l'inverse, le régime alimentaire de la femme 2 est plus riche en protéines qu'en glucides (chap. 6.5.3). Au sein de l'espace funéraire, ce sont les tombes des femmes 1 et 2 qui présentent la plus grande proximité (fig. 262).

Sans perdre de vue la faiblesse des effectifs et la relativité de certains résultats et hypothèses, on notera que la suture métopique existe également chez la femme de Lai Coiratte et est totalement absente dans l'échantillon de Combe Varu. De même, l'homme de Lai Coiratte et les sujets 3, 7 et 10 de Combe Varu possèdent un os surnuméraire lambdoïde. La femme 2 de Combe En Vaillard et la femme 9 de Combe Varu sont pourvues d'un vastus notch, une variation génétique de l'insertion du muscle vaste externe sur la patella. On peut tout au plus s'en tenir à la probabilité de liens dans et peut-être entre les groupes.

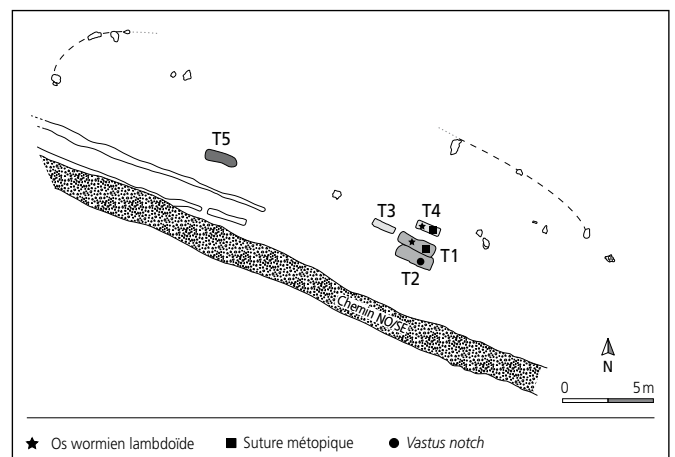


Fig. 262 Combe En Vaillard. Répartition des tombes en fonction des caractères discrets.

6.5.3 L'état de santé des sujets

Christiane Kramar

6.5.3.1 Le matériel

L'étude a porté sur les vestiges des cinq sujets mis au jour, soit deux enfants – tombes 4 et 3 – et trois adultes – tombes 1, 5 et 2. Comme nous l'avons relevé lors de la présentation des données anthropologiques, la représentativité et la conservation fort variables des squelettes ont entraîné aussi quelques pertes d'informations relatives à leur santé. La recherche des lésions a reposé uniquement sur l'observation macroscopique des restes dentaires et osseux de l'ensemble des sujets.

6.5.3.2 Résultats et discussion

Les résultats des observations relatives à l'ensemble des lésions, dentaires et osseuses, présentées par les cinq sujets de Chevenez-Combe En Vaillard, sont reportés sur la figure 263. On y voit d'emblée que l'état de santé des deux enfants, dont l'âge est comparable, peut être qualifié de bon, au contraire de celui des adultes qui paraît plus mauvais.

Le sujet de la tombe 1

Cette femme est l'adulte qui a vraisemblablement le plus souffert des dents (fig. 263 et 264).

La pathologie dentaire

Si ses dents centrales sont saines, ce qui est fréquemment le cas, ses prémolaires et molaires sont très abîmées. Soit il n'en reste que des racines, chicots vraisemblablement consécutifs à des atteintes carieuses, soit elles présentent des caries plus ou moins volumineuses.

	Sujet 1 Femme	Sujet 2 Femme	Sujet 3 Non-adulte	Sujet 4 Non-adulte	Sujet 5 Homme
Pathologie dentaire					
Caries	P	A	A	A	P
Abcès	P (?)	P (?)	Z	A	Z
Parodontopathies	Z	P	Z	A	P
Chicots	P	P	Z	A	A
Pertes <i>ante mortem</i>	A	P (?)	Z	A	P
Tartre	A	P	A	A	A
Usure	moyenne	marquée	très faible	nulle	moyenne-marquée
Hypoplasie	P	P	A	P	P
Autres	P	A	A	A	A
Pathologie osseuse					
Troubles du développement	A	P	A	A	A
Traumatismes	A	A	A	A	P
Infections	A	A	A	A	A
Tumeurs	A	A	A	A	A
« Rhumatismes »	A	A	Z	Z	A
« Périostites »	A	A	A	A	A
Ostéopathies porotiques	A	A	A	Z	A
Hyperostose enthésopathique	A	P	Z	Z	P
Métopisme	P	A	Z	P	A

P: présent; A: absent; Z: non observable.

Fig. 263 Combe En Vaillard. Lésions dentaires et osseuses.

Sujet	Sexe	Dents présentes		Dents saines		Dents cariées		Chicots		Dents perdues		Dents malades		Abcès
		nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%*	nb	%*	
1	Femme	31		19		7	23	5	16	0	0	12	39	1?
2	Femme	29		28				1	3	1?	3	1(2?)	3(7?)	1?
3	Non-adulte	27 (4)		27(4)										
4	Non-adulte	17 (13)		17(13)										
5	Homme	16		13		3	19			4	20	7	35	

* Les pourcentages sont calculés sur un total comprenant les dents présentes, les dents perdues du vivant du sujet et parfois les abcès associés à une dent tombée *ante mortem*.

Fig. 264 Combe En Vaillard. Etat de la denture des sujets. Les nombres entre parenthèses correspondent aux dents temporaires.

On dénombre cinq chicots (P2 supérieure droite, P2, M1, M3 supérieures gauches et M2 inférieure droite) et sept dents cariées (caries au collet de M2 supérieure gauche, caries proximales aux M1 supérieure droite, M1 et M3 inférieures droites et les trois molaires inférieures gauches; fig. 265).

La destruction *post mortem* du support osseux que sont les alvéoles empêche d'affirmer la présence d'un abcès au niveau de la première molaire supérieure gauche et de savoir si cette femme a aussi souffert de parodontopathies. Le fait qu'elle n'ait pas perdu de dents de son vivant pourrait signifier que l'état de ses gencives n'était pas trop mauvais. Ses dents, aux couronnes peu usées, n'ont pas de dépôts de tartre. L'absence de ce dernier et la présence des nombreuses caries pourraient indiquer que le régime alimentaire de cette femme était déséquilibré, plus riche en hydrates de carbone (fruits, légumes) qu'en protéines (viande, poisson). En effet, on sait l'importance de l'alimentation dans l'équilibre qui permet à la salive de passer par des phases acides ou basiques favorisant, et le développement des caries, et celui du tartre et des parodontopathies. Mais de nombreux autres facteurs, certains encore mal connus, contribuent aussi à la genèse des maladies dentaires, dont les caractères intrinsèques de la dent (sa forme), à la composition de la flore bactérienne buccale, au régime alimentaire et à l'hygiène, ainsi qu'à la formation de tartre par minéralisation de la plaque dentaire. On ne doit pas non plus ignorer le rôle de l'hérédité dans la genèse des lésions dentaires.



Fig. 265 Combe En Vaillard. Sujet 1. Vue latérale droite de la mandibule: chicot, carie, abcès.

L'émail des couronnes des canines porte des traces d'hypoplasie, témoins de troubles qui ont touché cette femme vers l'âge de 6-7 ans. De plus, on relève des anomalies dentaires qui correspondent, dans un cas, à une hypoplasie avec une possible agénésie de la troisième molaire supérieure droite. Les autres troisièmes molaires étant présentes, cette agénésie ne peut être assurée sur la base de la seule observation macroscopique. Dans le second cas, plus intéressant car plus rare, il s'agit d'une hyperplasie avec la présence d'une dent surnuméraire située entre les deux premières incisives supérieures.

La pathologie osseuse

On n'observe, sur les restes de cette femme, aucune lésion pouvant se rattacher aux grands types de la pathologie osseuse (chap. 6.2.3.2). Aucun trouble du développement n'est manifeste et aucune modification «rhumatismale» n'est visible sur les quelques articulations appendiculaires présentes. Le mauvais état de conservation des vertèbres ne nous permet pas d'y rechercher des lésions rhumatismales au sens large – ostéochondrose des plateaux vertébraux et becs d'hyperostose enthésopathique – qui témoigneraient de sollicitations particulières de la colonne vertébrale. Les os des membres, tant supérieurs qu'inférieurs, ne montrent aucune ossification d'hyperostose qui pourrait aussi refléter des activités physiques soutenues.

Cette femme a conservé une suture métopique, caractère rencontré également chez l'enfant de la tombe 4. En outre, on relève à la suture lambdoïde un os wormien, caractère osseux dit discret pouvant évoquer des liens de parenté. Vu l'état de conservation du crâne, on ne peut assurer la présence d'autres os surnuméraires. Leur localisation lambdoïde est, en règle générale, la plus fréquente; elle tendrait à indiquer l'homogénéité d'une population.

Le sujet de la tombe 2

Ce sujet est celui qui est le mieux conservé puisque toutes les régions du corps sont présentes – bien que très fragmentées – et permettent, à l'exception de la colonne vertébrale que l'on ne put fouiller vu la grande friabilité des vertèbres, une observation satisfaisante.

La pathologie dentaire

Parmi les trois adultes de ce site, cette femme est celle dont l'état de la denture est le meilleur (fig. 263 et 264). Notons en préambule que sa pathologie dentaire est «l'inverse» de celle des deux autres sujets: elle a peu souffert de caries mais a, par contre, des dépôts de tartre marqués. La réduction du bord alvéolaire, témoin des parodontopathies souvent associées à la présence de tartre, est, chez cette femme, marquée sans être trop développée. Ces faits témoigneraient d'un régime alimentaire différent, avec des phases salivaires alcalines plus fréquentes que les acides, donc beaucoup plus riche en substances protéiques qu'en glucides.

Aucune dent ne montre d'atteinte carieuse avérée; le seul témoin pourrait en être la première molaire inférieure gauche transformée en chicot. Toutes les autres dents présentes, soit 28 dents,

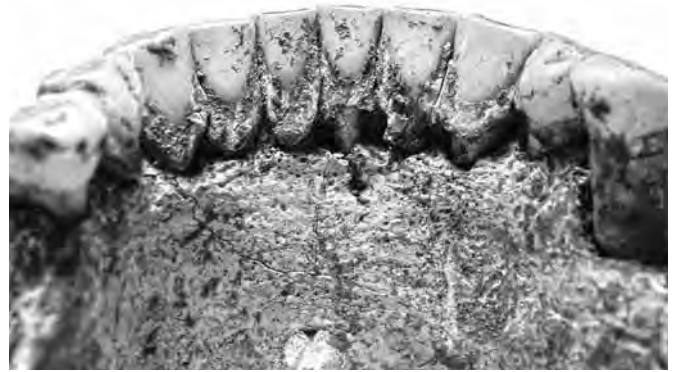


Fig. 266 Combe En Vaillard. Sujet 2. Vue linguale de la mandibule: dépôt de tartre généralisé.

sont saines. La première molaire inférieure droite est absente; l'aspect de la prémolaire adjacente tendrait à prouver que cette dent est tombée du vivant du sujet. L'usure des couronnes, en particulier des dents centrales supérieures et inférieures, est marquée mais dans un plan occlusal «normal». On rencontre, comme nous l'avons déjà indiqué, un dépôt de tartre généralisé, particulièrement développé au niveau des incisives, des prémolaires et des molaires supérieures (fig. 266). Ces formations empêchent une observation convenable des couronnes et ne permettent de relever de l'hypoplasie que sur la seconde prémolaire inférieure gauche.

La pathologie osseuse

Les ossements présents ne portent aucune lésion infectieuse, tumorale ou traumatique. Ils ne montrent pas non plus de traces d'atteintes rhumatismales.

Les seules modifications rencontrées sont un léger trouble du développement (qui consiste en un défaut de soudure d'un point d'ossification de la rotule droite – la gauche est normale – connu sous le nom de *patella partita*, sans conséquence sur la santé de cette femme) et des petits becs osseux rencontrés sur quelques fragments de côtes et sur les deux crêtes iliaques.

Le sujet de la tombe 3

Le fort mauvais état de conservation et la fragilité des os de ce squelette ont rendu son prélèvement impossible. Notre analyse s'est donc limitée à des observations élémentaires des vestiges osseux en place et à l'analyse des restes dentaires.

La pathologie dentaire

Les dents, tant temporaires que définitives, n'ont ni carie, ni hypoplasie, ni tartre (fig. 263 et 264). Comme pour l'autre enfant, ce bon état de la denture peut refléter une alimentation équilibrée.

La pathologie osseuse

L'observation des restes osseux ne met en évidence aucune modification autre que des altérations *post mortem*.

Le sujet de la tombe 4

Seul le crâne a pu être partiellement prélevé. Les vestiges de cet enfant consistent donc en fragments de voûte et en 30 dents, treize déciduales et dix-sept permanentes (fig. 264).

La pathologie dentaire

On ne relève aucune lésion dentaire, tant sur les dents lactéales que sur les définitives, hormis des traces d'hypoplasie de l'émail sur les couronnes des bourgeons de la canine et de la première prémolaire supérieures gauches. Les dents controlatérales sont absentes. La position des traits d'hypoplasie montre que cet enfant a été confronté, aux alentours de sa sixième année, à des problèmes nutritionnels et/ou infectieux assez graves pour perturber la calcification de ses dents (fig. 263). L'absence de carie et de tartre tendrait à signifier que cet enfant a eu, par la suite, un régime alimentaire équilibré.

La pathologie osseuse

Les fragments crâniens ne présentent aucune modification pathologique, de quelque nature que ce soit. Il est regrettable que nous ne puissions rechercher sur d'autres ossements d'éventuelles lésions que nous aurions pu mettre en relation avec l'hypoplasie dentaire. Notons que le frontal porte une suture métopique.

Le sujet de la tombe 5

Si la représentativité du squelette paraît convenable, sa conservation est aussi mauvaise : seuls quelques rares fragments d'épiphyses sont, par exemple, conservés.

La pathologie dentaire

L'observation de la mandibule et du maxillaire droit – le gauche étant détruit – montre que cet homme a, lui aussi, souffert de ses dents (fig. 263 et 264). Si la fréquence de ses dents « malades » (terme englobant les dents cariées, les chicots et les dents perdues *ante mortem*) est équivalente à celle de la femme de la tombe 1, l'aspect de sa denture est différent. Certainement parce qu'il est plus âgé, les lésions dentaires et du parodonte ont entraîné la perte de nombreuses dents. La racine de la seule dent « en place »,



Fig. 267 Combe En Vaillard. Sujet 5. Canine inférieure isolée : hypoplasie de l'émail.

la troisième molaire inférieure gauche, étant presque entièrement hors de l'os, on peut penser que les parodontopathies ont dû être sévères. On peut assurer que cet homme a perdu, de son vivant, au moins quatre dents, l'état de conservation ne permettant pas de se prononcer pour d'autres chutes. Il s'agit des premières et des deuxième molaires inférieures. Il a, en outre, trois dents cariées : P2 supérieure droite, P1 inférieure droite et P2 inférieure gauche.

L'usure de ses dents centrales est marquée, la dentine étant visible. On en observe aussi une particulière, oblique, de la couronne de trois dents, les M2 supérieure et P2 inférieure droites, et la M3 inférieure gauche. Il s'agit d'une usure inhabituelle dont l'origine nous est malheureusement inconnue.

Les seuls dépôts de tartre, très légers, se trouvent au niveau des incisives inférieures, localisation qui est fréquente puisque proche du débouché des canaux excréteurs des glandes salivaires sublinguales et sous-mandibulaires. La prédominance des atteintes dentaires tendrait plutôt à penser que le régime alimentaire de cet homme était comparable à celui de la femme 1, riche en aliments acides, sans grand apport protéique.

On relève aussi, sur les couronnes des dents les moins usées, des marques d'hypoplasie de l'émail dentaire. La présence de plusieurs traits sur ses canines et sur ses prémolaires inférieures indique qu'entre 5 et 6 ans, cet homme a fait face à des troubles nutritionnels et/ou infectieux, au moins en deux occasions (fig. 267).

Selon certains auteurs, le sevrage peut causer de telles hypoplasies. La « chronicité » observée chez ce sujet paraît exclure cette cause. Par contre, pour la femme de la tombe 1 ainsi que pour le sujet de la tombe 2, on pourrait invoquer cette origine si l'on admet un âge de sevrage aussi avancé !

La pathologie osseuse

Le mauvais état de conservation limite la recherche des lésions pathologiques osseuses. Au niveau de la colonne vertébrale, aucune observation valable n'est possible. Aucune modification se rapportant à des troubles infectieux, tumoraux ou à des troubles du développement n'est visible sur les os du squelette appendiculaire. Néanmoins, nous pouvons assurer, seulement pour quelques articulations des membres supérieur et inférieur gauches, l'absence de lésions de type rhumatismal. La seule marque relevée, à la face postérieure du fémur droit à la ligne de trifurcation externe, consiste en une hyperostose modérée, prouvant que les muscles qui s'y insèrent, soit ceux intervenant dans la marche, l'ascension et la position debout, ont été sollicités.

Si la plupart des types de pathologie ne sont pas observés, ou observables, sur les os de cet homme, tel n'est pas le cas des traumatismes. En effet, son crâne porte quatre remarquables traces de blessures consécutives à des coups violents donnés avec un objet vulnérant et tranchant – une épée ? – dont l'un a provoqué « l'arrachement » d'un large volet osseux (fig. 268). Chacune a traversé l'os sur toute son épaisseur.

Nous les présentons en partant de l'arrière du crâne :

- coup 1 : entaille profonde qui a traversé l'os sur toute son épaisseur sur la partie droite de l'occipital, au niveau de la protubérance occipitale externe, dont le sommet est situé 6 cm en arrière du lambda. Ce coup a été porté obliquement d'arrière en avant et de haut en bas ;
- coup 2 : longue coupure située sur le pariétal droit, partant du lambda et allant jusqu'au méat auditif externe. L'état de conservation du crâne empêche de déterminer avec précision la limite antérieure de cette blessure qui a sectionné la voûte crânienne. Ce coup a été porté de manière semblable au précédent ;
- coup 3 : blessure parallèle située sur le pariétal droit 3 cm en avant de la deuxième lésion. Elle résulte d'un coup donné de manière comparable aux deux autres, légèrement moins oblique, et qui a dû causer la brisure qui la prolonge vers l'avant du pariétal, en direction de la suture coronale. Sur la face endocrânienne, le biseau de la section est bien visible ;
- coup 4 : ce coup est celui qui a laissé la marque la plus spectaculaire puisqu'il s'est soldé par la cassure et l'enlèvement d'une grande pièce osseuse (7,3x6 cm). De forme ovale, la lésion, dont le biseau, oblique, occupe son tiers postéro-latéral droit, est à cheval sur la suture sagittale. Elle touche surtout le pariétal gauche et s'étend en partie sur le pariétal droit. Sa limite postérieure est à 3 cm du lambda. Le geste qui a entraîné cette blessure a aussi été fait de l'arrière vers l'avant, mais avec une inclinaison différente, la lame de l'arme étant plus parallèle à la surface du crâne.

La section osseuse de ces traumatismes ne présente pas de cicatrisation. L'ampleur des blessures et l'absence de remaniement osseux prouvent évidemment que ces coups n'ont pas permis la survie du sujet. Par contre, on ne peut pas savoir s'ils ont tous été donnés alors que l'homme était encore vivant, ou si certains

l'ont été juste après sa mort. On ne peut pas non plus savoir précisément dans quel ordre ces coups ont été portés, bien que l'on puisse penser que celui qui a provoqué l'enlèvement d'une partie de la voûte, par sa localisation sur la suture sagittale, ait été fatal, entraînant probablement la mort par hémorragie sinusienne. Quant aux trois autres coups, la régularité de la force avec laquelle ils ont été portés, la régularité de la position du tranchant de l'arme et la régularité de leur direction pourraient indiquer qu'ils ont été assésés après le coup « fatal » pour achever l'homme qui était peut-être à terre. La raison de cet acharnement ne nous est évidemment pas connue. La mauvaise conservation des autres restes osseux de cet homme empêche de relever des indices montrant s'il s'est défendu. En l'état, on ne peut donc pas préciser s'il s'agit des suites d'un combat ou plutôt d'un châtement avec mise à mort.

La plaque osseuse qui se trouvait sur la partie droite du thorax de ce sujet peut-elle correspondre au volet enlevé par l'un des coups, ou n'être qu'une amulette ? Bien que son état de conservation actuel soit très différent de ce que l'on voit sur les photographies prises lors de la fouille, on peut raisonnablement penser qu'elle vient bien du crâne de cet homme. Plusieurs arguments sont en faveur de cette hypothèse : la structure de cette pièce est de l'os humain, elle provient d'une voûte crânienne et l'épaisseur des fragments dont les deux tables sont conservées est semblable à celle du pariétal droit. Il est regrettable que les fragments restants de cette pièce – fortement dégradée au cours des siècles et après sa mise au jour – ne montrent pas de traces du biseau et ne puissent confirmer nos dires.

Relevons que plusieurs cas spectaculaires d'autres « victimes d'une mort violente » du Haut Moyen Âge ont été retrouvés dans la nécropole du Pré de la Cure à Yverdon-les-Bains (VD ; Perréard Lopreno 2000).



Fig. 268 Combe En Vaillard. Sujet 5. Lésions crâniennes occasionnées par quatre coups donnés avec un objet tranchant.

6.6 Etude anthropologique comparée

Mustapha Elyaqnine

Les sources historiques établissent le peuplement du territoire du canton du Jura, à l'époque qui nous occupe, par des groupes romanisés et administrés par les Francs, constituant une même société en dépit de la diversité des origines. Les Alamans n'ont, quant à eux, entrepris que des incursions brèves dans la région durant les 3^e et 4^e siècles ap. J.-C. (Stékoffer 2007).

Du point de vue archéologique, les trois groupes voisins de Chevenez ne se démarquent manifestement pas les uns des autres de façon significative. Néanmoins, en plus de la question de leur stricte contemporanéité, se pose aussi celle de la signification des

différences du mode de recrutement des trois espaces funéraires et de l'éclairage que l'anthropologie pourrait y apporter.

Pour la morphologie, vu la faiblesse des corpus et l'état de fragmentation des crânes, surtout à Combe Varu, on ne peut guère aller au-delà des analyses intra- et intergroupes des caractères discrets (chap. 6.3.2, 6.4.2 et 6.5.2). On en retient la probabilité de liens conjugaux entre les deux adultes de Lai Coiratte, de liens au moins en partie familiaux à Combe En Vaillard, de liens de parenté au moins entre certains sujets de Combe Varu et la présomption d'affinités entre En Vaillard et Lai Coiratte. En fait, rien ne permet objectivement d'exclure des liens entre les trois groupes et, comme nous l'avons dit, une maladie infectieuse létale pourrait être à l'origine de l'isolement de la sépulture triple de Lai Coiratte.

Site	Sujet	Sexe	Crâne		Stature		Classification
			Indice horizontal	Forme	Os long mesuré	Stature cm	
Chevenez-Lai Coiratte	1	Homme	76,0*	Mésocrâne	Fémur gauche	162,1	Petit
	2	Femme	69	Hyperdolichocrâne	Fémur gauche	152,6	Petite
Chevenez-Combe Varu	1	Femme			Fémur gauche	152,6	Petite
	2	Femme			Fémur droit	155,1	Petite
	4	Homme			Fémur gauche	166,6	Petit
	6	Indéterminé			Fémur gauche	165	
	8	Femme			Tibia droit	163,4	Grande
	9	Femme			Fémur gauche	162	Grande
Chevenez-Combe En Vaillard	10	Homme	71,7	Dolichocrâne	Fémur droit	173	Grand
	1	Femme			Fémur droit	164,2	Grande
	2	Femme	72,4*	Dolichocrâne	Fémur gauche	153,6	Petite
Alle-Noir Bois	5	Homme	81,1*	Brachycrâne	Fémur gauche	162,1	Petit
	1	Homme	85,7	Hyperbrachycrâne	Humérus droit	163,2	Petit
	2	Homme	70	Dolichocrâne	Fémur gauche	176	Grand
	3	Femme	83,2	Brachycrâne	Fémur gauche	156	Petite
Bassecourt-Saint-Hubert	4	Homme	82,0	Brachycrâne	Fémur droit	173,2	Grand
	0	Tendance masculine	71,0	Dolichocrâne			
	1	Tendance masculine	72,8	Dolichocrâne			
	2	Indéterminé	75,4	Mésocrâne			
	3	Tendance masculine	73,6	Dolichocrâne			
	4	Indéterminé	72,1	Dolichocrâne			
	5	Indéterminé	76,3	Mésocrâne			
	6	Tendance masculine	80,4	Brachycrâne			
	7	Indéterminé	73,5	Dolichocrâne			
8	Tendance féminine	77,7*	Mésocrâne				
Courfaiivre-Rue des Sabotiers	9	Indéterminé	87,9	Hyperbrachycrâne			
	1	Homme	72,7	Dolichocrâne	Fémur gauche	167	Petit
	4	Homme	79,8	Mésocrâne	Fémur gauche	164	Petit
	5	Femme	84,1	Brachycrâne	Fémur gauche	158,4	Taille moyenne
	9	Femme	75*	Mésocrâne			
	13	Homme	76,4	Mésocrâne	Fémur gauche	164,4	Petit
	14	Homme	73	Dolichocrâne	Fémur gauche	179	Grand
	15	Homme			Humérus droit	162	Petit
16	Femme	75,5	Mésocrâne	Fémur droit	159,6	Taille moyenne	
18	Femme	74,7	Dolichocrâne				
Develier-Courtételle	22/23	Femme	75,4*	Mésocrâne			
	F5/108	Homme	80	Brachycrâne	Fémur droit	167	Petit
	A-477	Homme	70,8	Dolichocrâne	Fémur gauche	166,6	Petit
	A-477a	Indéterminé	73,5	Dolichocrâne			
	A-478	Femme			Fémur gauche	154,3	Petite
	A-479	Homme			Fémur gauche	170	Taille moyenne
	A-479.1	Femme	78	Mésocrâne	Fémur gauche	160	Taille moyenne
	A-480	Femme	85,7	Hyperbrachycrâne	Fémur gauche	156,5	Taille moyenne
	A-481	Homme (?)	68,3	Hyperdolichocrâne			
	A-482	Indéterminé	74,4	Dolichocrâne			
Courroux-Derrière la Forge	A-482.1	Homme	75,7	Mésocrâne	Radius gauche	167,4	Grand
	A-483	Homme (?)	72,4	Dolichocrâne	Fémur gauche	163	Petit
	A-485	Homme (?)	70,9	Dolichocrâne			
	A-486	Femme (?)	79,3	Mésocrâne	Fémur gauche	160,2	Taille moyenne
	A-489	Homme	82,7	Brachycrâne	Tibia gauche	172,3	Grand
	A-490	Indéterminé	74,1*	Dolichocrâne			
	A-491	Femme (?)	87,5	Hyperbrachycrâne	Humérus gauche	152	Petite
	A-492	Indéterminé	75	Mésocrâne			

* L'une des deux mensurations crâniennes a été estimée.

Fig. 269 Forme du crâne et stature chez les sujets adultes de sept sites du Haut Moyen Age jurassien et du site gallo-romain de Courroux-Derrière la Forge.



Fig. 270 Forme dolichocrâne. **a**: sujet 2 de Lai Coiratte. **b**: sujet 10 de Combe Varu.

Pour la forme du crâne, l'indice crânien horizontal n'a pu être calculé que chez cinq sujets adultes de Chevenez (fig. 269). Ils ne présentent pas de discordance majeure par rapport à la variabilité enregistrée sur les autres sites régionaux du Haut Moyen Âge, si ce n'est l'absence de l'hyperbrachycrânie. Cette dernière est toutefois imputable à un simple biais d'échantillonnage. À noter par ailleurs que ces cinq sujets ne montrent pas non plus de différence marquée vis-à-vis de la variabilité déjà en place chez le groupe gallo-romain de Courroux-Derrière la Forge (seconde moitié du 4^e siècle). À Chevenez, la femme de Lai Coiratte puis l'homme 10 de Combe Varu sont les sujets les plus dolichocrânes (fig. 270). La première est aussi la plus dolichocrâne de tout le groupe du Haut Moyen Âge étudié. Ce n'est que parmi les gallo-romains de Courroux-Derrière la Forge qu'on retrouve un individu plus dolichocrâne qu'elle, le sujet A-481 à tendance masculine.

Au plan biométrique, peu d'autres mensurations ont pu être prises sur le matériel de Chevenez et on ne trouve guère dans la littérature les données individuelles correspondantes que requiert une étude comparée. De plus, il a rarement été possible d'examiner d'autres squelettes mis au jour hors du tracé de l'A16 Transjurane.

6.6.1 La stature

La stature a pu être calculée pour les adultes des trois sites, sauf pour le sujet 5 de Combe Varu, pour les sujets de trois autres sites du Haut Moyen Âge régional et pour dix sujets gallo-romains de Courroux-Derrière la Forge (fig. 269). À Chevenez, parmi les sujets dont le sexe est déterminé, on dénombre trois femmes de grande taille et quatre de petite taille, un homme de grande taille et trois de petite taille.

Les effectifs des trois sites de Chevenez sont trop réduits pour qu'une comparaison de moyennes ait un sens. Pour l'ensemble des douze individus réunis, la stature varie de 152,6 à 173 cm avec une moyenne de 161 cm ($\sigma = 6,2$). Le sujet 10 de Combe Varu, le seul à porter une garniture de ceinture à la taille et dont la tombe a été pillée, est le plus grand de tous les inhumés de Chevenez.

La stature moyenne de sept femmes est de 157,6 cm et celle de quatre hommes est de 166 cm avec une dispersion comparable dans les deux sexes; l'écart type est respectivement 5,3 et 5,1. La différence entre les moyennes des deux sexes (8,4 cm) est conforme aux valeurs que l'on trouve habituellement au sein d'une même population; la taille moyenne des hommes dépasse en règle générale celle des femmes de 8 à 10 cm (Langaney 1988). À cet égard, on notera que dans des nécropoles du Haut Moyen Âge plus considérables, cette différence est souvent plus élevée: 13,1 cm à Doubs (Doubs, F), 13 cm à La Tour-de-Peilz (VD), 12 cm à Sézegnin (GE), 11 cm à Yverdon-les Bains (VD) et 11,6 cm à Blussangeaux (Jura, F). Enfin, les données disponibles n'attestent pas une évolution significative de la stature des sujets gallo-romains de Courroux-Derrière la Forge à ceux du Haut Moyen Âge (fig. 271).

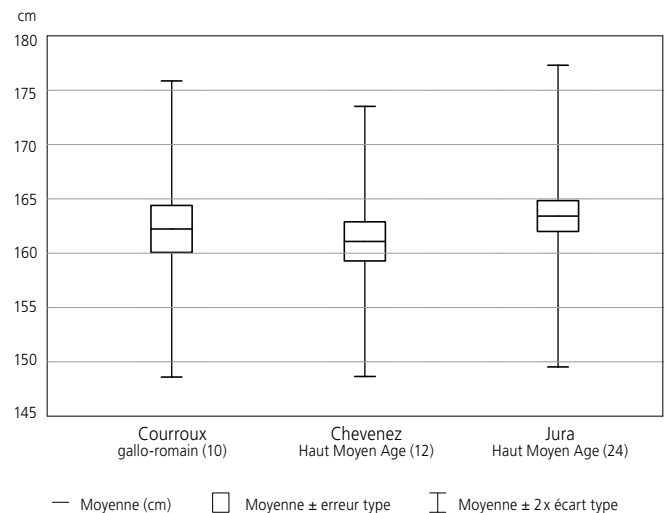
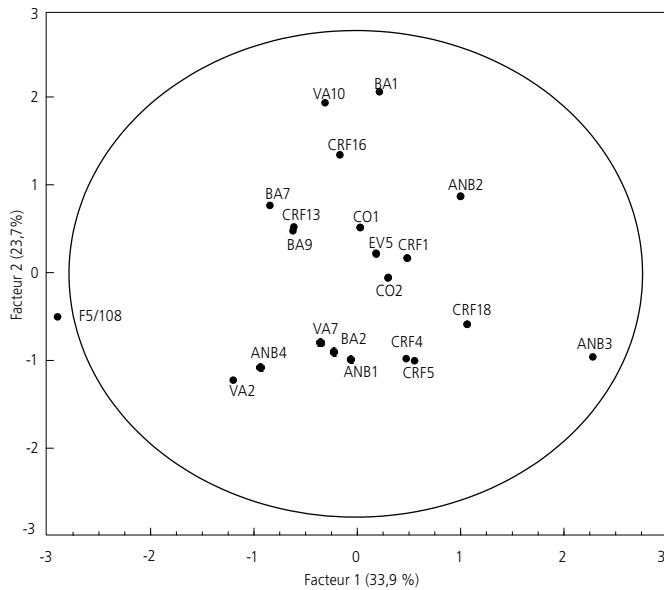


Fig. 271 Comparaison des statures moyennes des sujets de Chevenez, des sujets du Haut Moyen Âge jurassien et des sujets gallo-romains de Courroux-Derrière la Forge.

6.6.2 La craniométrie

Une première analyse en composantes principales (ACP) réalisée à partir de neuf des dix variables crâniennes (chap. 6.2.2.3), sans la longueur maximale du crâne, permet de tenir compte de 21 individus du Haut Moyen Âge du canton du Jura, dont six de Chevenez et le sujet 2 d'Alle-Noir Bois (ANB2) qui, selon C. Kramar (1999), présente une légère plagiocéphalie. Le fait d'écarter ce sujet de l'analyse ne modifie fondamentalement ni la variabilité ni les affinités ou les variables qui les expliquent. Mais dans ce cas, le plan principal ne rend compte que de 57,6% de la variabilité totale (fig. 272).

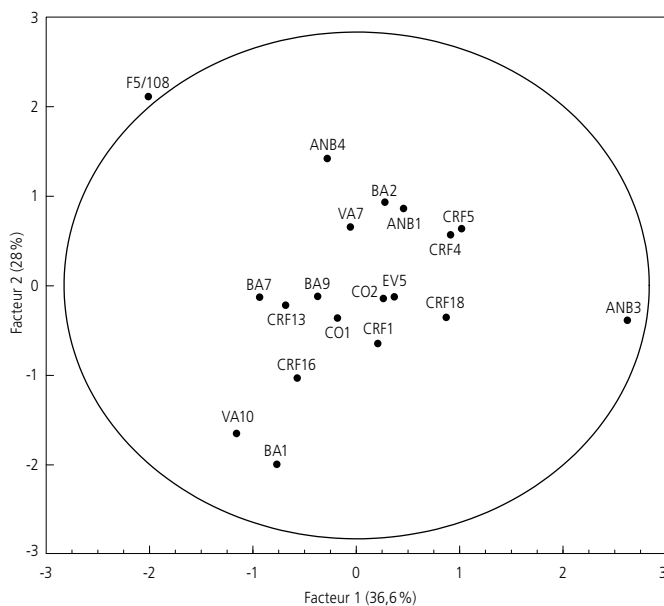


VA: Combe Varu; CO: Lai Coiratte; EV: Combe En Vaillard; ANB: Alle-Noir Bois; BA: Bassecourt-Saint-Hubert; CRF: Courfaivre-Rue des Sabotiers; F5/108: sujet de la tombe 108 de la ferme 5 de Develier-Courtételle.

Fig. 272 Analyse en composantes principales à partir de neuf variables crâniennes sur 21 sujets du Haut Moyen Age jurassien.

Dans une seconde ACP réalisée avec les dix variables crâniennes, mais mesurées seulement sur 19 sujets dont cinq de Chevez, le plan principal rend compte cette fois-ci de 64,6% de la variabilité totale (fig. 273).

De cette dernière analyse on retient tout d'abord une variabilité qui n'est pas qu'une résultante du dimorphisme sexuel. Ensuite, les sujets de Chevez s'intègrent à la variabilité jurassienne, y compris les deux adultes de Lai Coiratte. Pour ces derniers, si l'on



VA: Combe Varu; CO: Lai Coiratte; EV: Combe En Vaillard; ANB: Alle-Noir Bois; BA: Bassecourt-Saint-Hubert; CRF: Courfaivre-Rue des Sabotiers; F5/108: sujet de la tombe 108 de la ferme 5 de Develier-Courtételle.

Fig. 273 Analyse en composantes principales à partir de dix variables crâniennes sur 19 sujets du Haut Moyen Age jurassien.

ne peut écarter une origine «étrangère» au canton du Jura de leurs éléments de parure (chap. 3.3.3), l'hypothèse de sujets allochtones de passage paraît, elle, exclue. Il aurait évidemment été plus approprié de pouvoir étendre l'analyse multivariée à d'autres sites du Haut Moyen Age situés en dehors du cadre restrictif des projets archéologiques liés à l'A16 Transjurane.

Deux sujets de Develier-Courtételle (F5/108) et d'Alle-Noir Bois (ANB3) se distinguent par leur éloignement par rapport à ceux de Chevez mais aussi par rapport à tous les autres; F5/108 est même en dehors de l'ellipse d'équiprobabilité à 95%. Leur distribution est principalement le fait du facteur 1 déterminé essentiellement par trois dimensions occipitales: l'arc lambda-opisthion, la corde lambda-inion et l'arc lambda-inion (dans l'ordre de corrélation décroissante avec la première composante principale). Les deux sujets se positionnent en dehors de l'ellipse d'équiprobabilité quand celle-ci est ramenée à 90%. F5/108 se situe vers les valeurs fortes des trois dimensions occipitales et ANB3 à l'opposé, vers les valeurs faibles: ils sont respectivement de sexe masculin et féminin. Toutefois, le dimorphisme sexuel ne semble pas être à l'origine de cette répartition. En effet, pour d'autres individus, par exemple VA10 (homme) et BA1 (femme) d'une part, VA2 (femme) et ANB4 (homme) d'autre part, il n'engendre pas une distribution similaire. Quand le sujet F5/108 est écarté de l'analyse, la variabilité reste importante et ANB3 est en dehors de l'ellipse à 95%. Tout semble indiquer une différence concernant une partie de l'arrière-crâne. On peut se demander si la situation de ANB3 n'est pas liée à sa non-contemporanéité avec les autres sujets de Noir Bois, voire avec tous les individus étudiés; B. Othenin-Girard (1999) indiquait que «l'insertion chronologique de la tombe 3 reste (...) problématique» et que «son orientation sud-nord (tête au sud) est peu fréquente dans les cimetières du Haut Moyen Age». L'auteur précisait aussi que «sa proximité avec les tombes 1 et 2 rend plausible une datation au Haut Moyen Age». En fait, la concomitance de plusieurs indices pourrait refléter la non-appartenance des quatre sujets de Noir Bois inhumés en bordure d'une voie romaine, à une même communauté établie et/ou à une même période chronologique: leur petit nombre, l'absence de sujets non adultes et a fortiori d'enfants en bas âge, le déséquilibre des sexes (une femme et trois hommes), l'extrême variabilité de la stature manifestée au sein de ce groupe (de 156 à 176 cm) et leur dispersion sur le plan principal de l'ACP. Il faut encore y ajouter le fait qu'une des tombes (ANB4) est isolée à 420 m des trois autres.

La situation du sujet masculin F5/108 reste encore à interpréter. Les deux tombes de Develier-Courtételle sont rapportées au Haut Moyen Age; la femme Z2/23, dont le crâne est mal conservé, a été inhumée dans la zone d'activité 2 et l'homme F5/108 dans la ferme 5. Des éléments décisifs pour l'interprétation anthropologique résident probablement dans les liens éventuels des deux individus avec un autre groupe inhumé dans des ruines romaines à quelque 250 m au nord de l'habitat, sur la commune de Develier (Gerster 1976; Federici-Schenardi, Fellner et al. 2004). Aucune donnée anthropologique concernant ce dernier groupe n'est plus accessible.

6.6.3 Des traits d'origine asiatique à Chevenez ?

Deux traits dentaires présents chez certains sujets de Chevenez ont attiré notre attention : l'extension radiculaire de l'émail sur certaines molaires et l'incisive dite en pelle. Les échantillons disponibles ne permettent pas toujours de raisonner en termes de fréquence, ce qui implique une vision des choses relative. Nous verrons plus loin l'intérêt de soulever, malgré tout, la problématique de ces traits dans la présente étude.

Pour l'extension radiculaire de l'émail, les phénotypes observés correspondent aux stades 4, 5, 6 et 8 de la classification de P.O. Pedersen et H. Thyssen (1942, cités par Moeschler 1968). Des incisives peuvent présenter une forme en pelle marquée ou plus légère. Sans détailler les différentes expressions et en tenant compte de tous les sujets ayant au moins une dent susceptible de présenter le trait – ce qui revient probablement à en sous-estimer le nombre – les observations se présentent comme suit :

Combe Varu

Incisives en pelle :

- sujet 9 : la deuxième incisive supérieure droite, la gauche est absente ;
- sujet 10 : la deuxième incisive supérieure droite (fig. 274).

Extension radiculaire de l'émail :

- sujet 7 : la première molaire supérieure gauche, les deuxième molaires supérieures et la première molaire inférieure gauche ;
- sujet 10 : sous forme d'une perle au niveau de la jonction coronaradiculaire des deuxième molaires supérieures (fig. 275), une extension sur les deuxième molaires inférieures.

Lai Coiratte

Incisives en pelle :

- sujet 2 : absence de forme en pelle sur les quatre incisives inférieures. Forme en pelle, légère à assez marquée sur les premières incisives supérieures, plus marquée sur les deuxième incisives supérieures ;
- sujet 1 : absence de forme en pelle sur les premières incisives inférieures et sur la deuxième incisive inférieure droite. Sur les premières incisives supérieures usées, la partie présente de l'émail proche du collet ne montre pas de forme en pelle.

Extension radiculaire de l'émail :

- sujet 2 : la deuxième molaire inférieure gauche (fig. 276) ;
- sujet 1 : les troisième molaires supérieures.

Combe En Vaillard

Incisives en pelle :

- absence sur l'ensemble des incisives des sujets 1 et 3 et sur les incisives supérieures observées du sujet 2.

Extension radiculaire de l'émail :

- sujet 1 : absente sur les première et deuxième molaires supérieures droites.

En dehors de Chevenez, on retrouve ces deux traits notamment sur deux autres sites régionaux :

Bassecourt - Saint-Hubert

Incisives en pelle :

- nombre de crânes et de mandibules observables : 10 (nombre d'individus peut-être surestimé) ;
- nombre de cas où le trait existe : 2.

Extension radiculaire de l'émail :

- nombre de crânes et de mandibules observables : 9 (nombre d'individus peut-être surestimé) ;
- nombre de cas où le trait existe : au moins 1.

Develier - Courtételle

Incisives en pelle :

- sujets F5/108 et Z2/23 : les deuxième incisives supérieures.

Extension radiculaire de l'émail :

- sujets F5/108 et Z2/23 : la deuxième molaire supérieure gauche et les deuxième molaires inférieures ;

Nous l'avons vu, l'anthropologie physique peut se trouver relativement démunie face à la question de la variabilité de petits groupes humains du Haut Moyen Age et de ses sources. Dans d'autres régions de Suisse occidentale et dans le Jura français, on a entrevu la possibilité d'exploiter les deux traits dentaires en tant que marqueurs de populations. Qualifiés de mongoloïdes, ils proviendraient d'un métissage entre les Burgondes et les Huns – ces derniers ayant une forte composante mongoloïde – et le métissage serait intervenu avant l'installation des premiers en *Sapaudia* (Sauter 1961 ; Baud 1995). En effet, les fréquences des deux traits chez les Asiatiques sont bien plus élevées que chez les Européens et chez les Africains (Sauter 1961 ; Brabant 1971 ; Turner 1987 ; Irish 1997). Une étude génétique récente (Kimura et al. 2009) a établi que la forme en pelle des incisives supérieures, commune aux Asiatiques et aux Amérindiens et rare ou absente chez les Africains et chez les Européens étudiés, présente une répartition

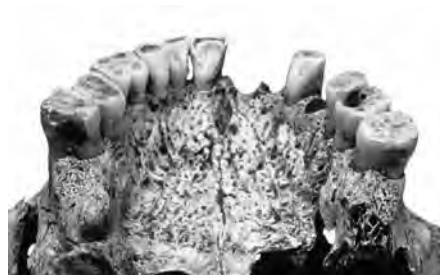


Fig. 274 Combe Varu. Sujet 10. Incisives en pelle (deuxième incisive supérieure droite).

Fig. 275 Combe Varu. Sujet 10. Perles d'émail (face distale des deuxième molaires supérieures).

Fig. 276 Lai Coiratte. Sujet 2. Extension radiculaire de l'émail (deuxième molaire inférieure gauche).

géographique comparable à celle d'un allèle (EDAR 1540C) du gène EDAR (récepteur à l'ectodysplasine) localisé sur le chromosome 2. Sans entrer dans les détails, l'allèle présente aussi une association avec l'épaisseur des cheveux spécifique aux Asiatiques et l'héritabilité de la forme « incisive en pelle » est aux environs de 0,75 dans des groupes asiatiques et amérindiens, la variante EDAR 1540C expliquant 18,9% de la variance totale du grade « pelle ».

Des études anthropologiques ont mis en évidence des différences marquées de fréquence de l'incisive en pelle et de l'extension radulaire de l'émail entre les régions où les Burgondes se sont installés et celles qu'ils n'ont pas fréquentées. Des valeurs significatives ont été relevées par exemple dans des cimetières dits burgondes comme Saint-Prex (VD; Sauter 1961) et Monnet-la-Ville (Jura, F; Mercier et Mercier-Rolland 1974), mais aussi dans des nécropoles plus récentes comme Soyria (Jura, F; Pétrequin et al. 1980). Bien que ces traits et leur interprétation aient été remis en question par certains auteurs (Simon 1982), ils ne sont ni complètement abandonnés – ils ont récemment constitué les éléments clés de l'interprétation de la variabilité au sein de la nécropole mérovingienne de Crotenay (Jura, F; Gilles 2008) –, ni encore suffisamment cernés dans leurs variations chronologiques et géographiques en Europe occidentale. L'installation durable des Burgondes en Suisse occidentale en 443 est établie notamment par des sources textuelles. Mais elle n'est attestée sur le territoire du canton du Jura ni par des sources de cet ordre ni par l'archéologie. Si les deux traits dentaires existent à Chevenez et chez d'autres groupes du Haut Moyen Age jurassien, ils s'exprimaient déjà chez les gallo-romains de Courroux-Derrière la Forge (seconde moitié du 4^e siècle), avant l'arrivée des Burgondes en *Sapaudia* (fig. 277).

Sujet	Incisive en pelle	Email interradiculaire
A-477		(M1, M2, M3) IDG, (M2, M3) SG, M3SD
A-478	I2SG	
A-482		M2IDG
A-485		M2IDG et M3ID
A-489		M2IDG
A-491	I2SDG	M2ID
A-492		M3IDG
Fréquence (%)	22,2	31,6

I: incisive; M: molaire; S: supérieure; I: inférieure; D: droite; G: gauche.
(9 sujets pour les incisives en pelle et 19 pour l'émail interradiculaire).

Fig. 277 Incisives en pelle et émail interradiculaire chez des sujets gallo-romains de Courroux-Derrière la Forge.

Des sujets du Haut Moyen Age jurassien ont sans doute hérité ces traits dentaires du substrat gallo-romain; ils auraient été acquis ou auraient vu leur fréquence augmenter lors de contacts bien antérieurs avec des éléments en provenance de l'Est. Des études ponctuelles attestent aussi la présence de ces caractères chez certaines populations préhistoriques et protohistoriques (Brabant 1971; Kramar 1990; Gaillard de Sémainville 2003). Il convient donc de renouveler les données de cette problématique à la lumière de nouvelles découvertes et d'étudier ces traits dentaires sous l'angle de leurs variations synchroniques et diachroniques, en parallèle avec les données archéologiques relatives aux déplacements des populations de l'Est et à leurs contacts avec les groupes régionaux.

6.7 Synthèse et renseignements apportés par la paléopathologie

Christiane Kramar

6.7.1 L'état de santé des gens de Chevenez et de quelques voisins ou « contemporains »

Quelle place les hommes et les femmes inhumés à Chevenez occupent-ils par rapport à d'autres sujets ayant vécu à la même époque et dans les environs ?

Pour essayer de répondre à cette question, nous ne retenons que des populations pour lesquelles nous avons mené le même type d'étude, en appliquant les mêmes méthodes et des critères de diagnostic identiques. Les sujets proviennent des sites jurassiens de Courfaivre (Simon et Kramar-Gerster 1985), d'Alle-Noir Bois (Kramar 1999) et de Develier-Courtételle (Simon et Kramar 2004), et du site neuchâtelois de Dombresson (Kramar 1998). Pour quelques observations portant sur la pathologie dentaire, nous utilisons des données issues d'études de populations gallo-romaines d'Avenches et de Payerne (Kramar et Blanc 2005; Kramar 2008) et d'autres données encore inédites de la nécropole de La Tour-de-Peilz-Clos d'Aubonne, de Saint-Saphorin (VD), de Nyon-Clémenty (VD) et du cimetière de Genève-Sainte-Croix.

Nos comparaisons portent essentiellement sur la pathologie dentaire, la pathologie osseuse étant trop tributaire de l'état de conservation des squelettes, ce qui déséquilibre les types d'observations, surtout celles relatives aux troubles du développement et aux rhumatismes, et donc les conclusions que l'on peut en tirer.

6.7.1.1 Comparaisons de la pathologie dentaire basées sur le nombre de sujets atteints

Quels renseignements peut-on tirer d'une analyse portant sur de si petits effectifs ? La comparaison entre les trois sites de Chevenez montre bien l'influence de la taille des échantillons sur les résultats obtenus. Si les gens de Lai Coiratte paraissent les moins touchés (fig. 278), cela tient évidemment au fait que sur les deux adultes étudiés, l'homme a une denture parfaite ! Il nous paraît donc plus raisonnable de baser nos comparaisons sur l'ensemble des treize adultes de Chevenez.

Les faits les plus intéressants qui ressortent de notre analyse sont les suivants :

- chaque adulte a souffert de ses dents puisque la prévalence de dents « malades » varie entre 91 et 100 %;
- selon la population observée, la pathologie générale est due surtout aux caries, puis aux chutes dentaires et, dans une moindre mesure, sauf pour les gens de Chevenez, aux abcès;
- les adultes de Courfaivre sont les seuls à ne pas présenter une hypoplasie de leur émail dentaire;
- les gens de Chevenez, d'Alle et de Develier-Courtételle (un sujet sur deux) sont moins nombreux que ceux des autres sites à avoir des dépôts de tartre;
- la comparaison des pourcentages entre les personnes qui ont du tartre et celles qui ont des caries tendrait à montrer que

Site	Sujets		Caries		Absès		Chicots		Pertes ante mortem		Tartre		Parodontopathies		Hypoplasie		Dents malades	
	nb		nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
Chevezey-Lai Coiratte	2		1/2	50	1/2	50	0/2	0	1/2	50	0/2	0	0/2	0	2/2	100	1/2	50
Chevezey-Combe Varu	8		3/7	43	3/3	100	1/6	17	5/6	83	4/5	80	2/2	100	2/2	100	6/7	86
Chevezey-Combe En Vaillard	3		2/3	67	2/2	100	2/3	67	2/3	67	1/3	33	2/2	100	3/3	100	3/3	100
Chevezey	13		6/12	50	6/7	86	3/11	27	8/11	73	5/10	50	4/6	67	7/7	100	10/12	91
Alle-Noir Bois	4		4/4	100	2/4	50	4/4	100	3/4	75	1/4	25	4/4	100	1/4	25	4/4	100
Develier-Courtételle	2		1/2	50	1/2	50	1/2	50	0/2	0	1/2	50	1/1	100	1/1	100	2/2	100
Courfaivre	11		9/11	82	3/11	27	0/11	0	9/11	82	8/11	73	10/11	91	0/11	0	10/11	91
Dombresson	9		7/7	100	6/8	75	5/8	63	8/9	89	6/6	100	7/7	100	1/7	14	7/7	100

Fig. 278 Nombre et pourcentage des sujets adultes touchés par différentes pathologies dentaires, à Chevezey et dans les populations de comparaison.

Site	Sujets		Dents présentes		Dents saines		Dents cariées		Chicots		Dents perdues		Dents malades	
	nb		nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%*	nb	%*
Chevezey-Lai Coiratte	2		51	80	45	88	6	12	0	0	1	2	7	13
Chevezey-Combe Varu	8		61	24	52	85	8	13	1	2	21	26	31	38
Chevezey-Combe En Vaillard	3		76	79	60	79	10	13	6	8	5	6	21	26
Chevezey	13		188	45	157	84	24	13	7	4	27	13	59	27
Alle-Noir Bois	4		72	56	57	79	10	14	5	7	24	25	39	41
Develier-Courtételle	2		39	61	32	82	5	13	2	5	0	0	8	21
Courfaivre	11		183	52	160	88	17	9	0	0	37	17	60	25
Dombresson	9		133	46	110	83	15	11	8	6	45	25	77	41

Fig. 279 Les dents saines et «malades» des sujets adultes, à Chevezey et dans les populations de comparaison.

le régime alimentaire des gens de Chevezey, de Develier-Courtételle, de Courfaivre et de Dombresson était «équilibré», les pourcentages étant égaux ou équivalents. Par contre, ceux d'Alle-Noir Bois auraient eu une alimentation plus riche en sucres et farines raffinés, donc en nourriture plus cariogène, comme l'indiquent les 100% de sujets avec des caries et les 25% de ceux avec du tartre. Cela pourrait traduire une différence sociale entre les gens d'Alle et leurs «voisins» ou même montrer qu'ils avaient des liens de parenté puisqu'il ne faut pas oublier l'importance des facteurs génétiques dans la genèse du tartre et des autres lésions dentaires.

6.7.1.2 Comparaisons de la pathologie dentaire basées sur l'ensemble des dents

Pour pallier l'influence des effectifs inégaux, nous avons recours à l'étude basée sur l'ensemble des dents et non plus sur le nombre de sujets touchés. Les fréquences des dents saines et «malades» relevées dans les populations de comparaison sont indiquées sur la figure 279.

En nous intéressant uniquement aux pourcentages de sujets ayant des dents «malades», deux groupes ressortent: celui des adultes dont le quart environ des dents est «malade», avec des valeurs allant de 21% à Develier-Courtételle jusqu'à 27% à Chevezey, et celui des personnes qui paraissent plus touchées, avec 41% de dents «malades» à Alle et à Dombresson. Relevons que les valeurs les plus élevées, y compris chez les adultes de Combe Varu, sont essentiellement dues aux pertes *intra vitam* avec 26% de dents perdues à Combe Varu, 25% à Alle et à Dombresson. Les pourcentages de dents cariées sont eux comparables entre les divers sites, avec des valeurs allant de 9 à 14%. La représentation graphique de la fréquence des dents cariées, tombées du

vivant du sujet, et «malades» met encore plus en évidence la répercussion des chutes de dents sur la pathologie globale, sauf pour Develier-Courtételle⁶, Combe En Vaillard⁷ et Lai Coiratte⁸ (fig. 280). Notons que la gravité de ces lésions semble indépendante de la composition en âge des populations de comparaison.

Lors de l'analyse des sujets de Chevezey, nous avons été frappée par ces deux valeurs, 25 et 41%, que nous avons déjà relevées lors d'autres études portant tant sur des populations du Haut Moyen Age que sur des populations plus anciennes ou plus récentes. Pour les Gallo-Romains d'Avenches et de Payerne, les valeurs s'échelonnent de 20 à 48% selon le site. Pour les populations du Haut Moyen Age vaudois, elles sont aussi de 40-41%, avec 41%, sur 370 sujets, à La Tour-de-Peilz et 40% à Saint-Saphorin, mais avec seulement 27% à Nyon-Clémenty.

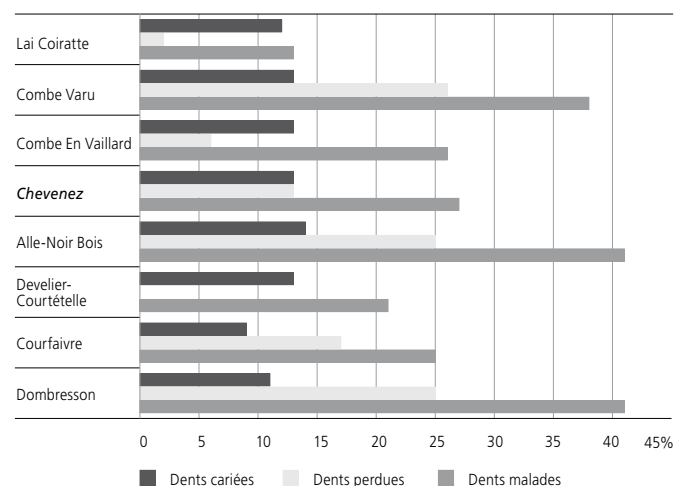


Fig. 280 Dents cariées perdues ante mortem et «malades», à Chevezey et dans les populations de comparaison.

Et le pourcentage que nous avons calculé pour la population médiévale de Genève-Sainte Croix est aussi de 22%. Il serait tentant d'interpréter ces valeurs comme étant le reflet d'une différence qui existerait entre les populations rurales et les populations urbaines, ces dernières présentant plus de caries et ayant donc une pathologie dentaire plus grave. Cette explication a été avancée par J. Labhardt (1974) pour expliquer le taux élevé de caries (22,9%) présenté par la population du Haut Moyen Age de Thoiry (Ain, F). Pour le faire, il avait repris des constatations dues à d'autres auteurs (Euler et al. 1939) et avait écrit que « les personnes vivant près d'une garnison romaine, d'une ville ou d'un monastère présentaient plus de caries que celles vivant dans des conditions difficiles. » C'est ainsi que dans l'interprétation que nous avons faite lors de l'analyse des sujets de Combe En Vaillard (Kramar 2001), nous avons émis l'hypothèse, pour expliquer les pourcentages différents relevés, que les sujets d'Alle avaient eu plus de contacts avec les gens de la ville que ceux de Chevenez!

Or, comme nous l'avait fait remarquer F. Schifferdecker, ces deux villages étant tous deux sur un chemin menant à Porrentruy, les contacts de leurs habitants avec les citadins pouvaient être comparables. En outre, le lieu d'inhumation n'est pas forcément celui où le sujet a vécu ! Aujourd'hui, sachant que les habitants de Dombresson étaient des ruraux, que ceux de La Tour-de-Peilz l'étaient probablement aussi, et devant la difficulté de savoir quel sens attribuer au terme « ville », nous pensons que les raisons des différences observées doivent plutôt être le reflet de causes intrinsèques, où l'hérédité joue un rôle important, et de causes extrinsèques, dont le milieu social – accès aux richesses et à une alimentation différente – l'environnement, tant naturel que social, et le genre de vie. La réflexion sur l'influence de la « ville », et sa définition selon la période chronologique, ou de la « campagne » sur la pathologie dentaire mériterait cependant d'être développée par les archéologues, historiens, anthropologues et paléopathologues.

6.7.1.3 Remarques sur la pathologie dentaire des non-adultes

Qualifiée de fléau par l'Organisation mondiale de la santé, la carie toucherait 60 à 90% des enfants scolarisés dans le monde (OMS 2007). De nombreuses études tant en Suisse qu'à l'étranger indiquent aussi « que le nombre de caries augmente chez les petits » (Rumley 2006). Il n'est guère aisé de comparer des données de pathologie actuelles avec celles issues d'études sur des populations anciennes. On ne peut que rarement observer des dentures complètes et les méthodes démographiques ne permettent pas de connaître précisément l'âge d'un enfant. Il nous paraît néanmoins intéressant de tenter quelques comparaisons entre l'incidence de la carie chez les jeunes du Haut Moyen Age et ceux d'aujourd'hui. Une étude menée en 2003 à Zurich avait montré que 26% des enfants âgés de 2 ans avaient des caries (Rumley 2006). A Chevenez, aucun enfant n'a cet âge; si nous tenons compte des trois enfants qui ont des dents temporaires (sujet 3 de Combe Varu, sujets 3 et 4 de Combe En Vaillard), seul celui de Combe Varu a deux dents cariées. Un sur trois ! Le résultat en pourcentage est évidemment très élevé et ne correspond

certainement pas à la réalité. En effet, le même calcul effectué sur la population du Clos d'Aubonne, à La Tour-de-Peilz, aboutit à un pourcentage plus faible, certainement plus réaliste, de 6,4% d'enfants âgés de 1 à 4 ans avec des dents cariées, soit 3 enfants sur 47 (Kramar 2011). Une autre étude menée dans deux communes de l'Allier (F) montre que le nombre de caries par enfant, âgé de 6 à 10 ans, est de 1,25 à 1,64 carie, selon qu'ils reçoivent un apport de fluor ou non (Edier et al. 2001). A Chevenez, puisque nous relevons seulement deux caries sur les trois jeunes âgés de 5 à 9 ans, la valeur est de 0,67. A La Tour-de-Peilz, elle est de 1,04 carie par enfant du même âge. Bien que ces divers calculs ne reposent pas sur des dentures complètes, ils montrent que la carie faisait moins de ravages chez les enfants du Haut Moyen Age dont l'alimentation était bien moins riche en sucres et autres éléments cariogènes que celle des jeunes d'aujourd'hui. Nous devons encore relever qu'à Chevenez, seuls des jeunes de Combe Varu ont souffert de caries (sujets 3 et 7). Cela peut soit signifier que leur régime alimentaire différait de celui des non-adultes de Combe En Vaillard, soit montrer aussi l'influence de facteurs héréditaires. Des problèmes d'hygiène peuvent également avoir facilité le développement des caries, en tout cas chez l'adolescent 7 qui a souffert de parasitose. Quant aux jeunes des autres sites, ils sont peu touchés puisqu'aucun des trois non-adultes de Courfave n'a de carie et qu'à Dombresson un seul sur quatre a des dents cariées (Simon et Kramar-Gerster 1985; Kramar 1998). Les sites d'Alle-Noir Bois et de Develier-Courtételle n'ont livré aucun sujet non adulte.

6.7.1.4 Comparaisons de la pathologie osseuse

Comme nous l'avons déjà souligné (ci-dessus et Kramar 2001), il est difficile de comparer les résultats de l'étude de la pathologie osseuse, soit parce que les atteintes relevées sont trop exceptionnelles – comme la tumeur maligne du sujet 2 de Noir Bois ou les traumatismes crâniens de l'homme 5 de Combe En Vaillard – soit parce que les observations possibles sont biaisées par les différences de conservation des squelettes. Nous nous limitons donc à souligner ces principaux points :

- les rares troubles du développement présents sur les ossements de Chevenez sont comparables à ceux que l'on rencontre dans les autres populations anciennes, y compris jurassiennes, à l'exception de l'asymétrie des clavicules (sujet 2 de Combe Varu) et, dans une moindre mesure, du dédoublement de la surface astragalienne du calcanéum (sujets 9 et 10 de Combe Varu). Les *patella partita*, la plagiocéphalie, la perforation olécranienne de l'humérus ou encore des troubles de l'ossification qui correspondent à des « ostéochondroses disséquantes » se retrouvent chez plusieurs sujets des populations de comparaison retenues. Ils ne diffèrent ni par leur nature ni par leurs faibles répercussions sur la santé des sujets qui les portent. Notons, par contre, l'absence, dans le « matériel » jurassien, de traces de troubles plus graves, plus invalidants et plus douloureux tels que ceux portés par certains sujets de Dombresson, dont des dysplasies de la hanche et une sacralisation de la dernière vertèbre lombaire;
- avec trois personnes portant des séquelles de fracture, la population adulte de Combe Varu est celle qui paraît avoir payé le

plus lourd tribut aux accidents. Accidents liés à des activités « sportives » ou professionnelles ou de la vie courante, fracture du scaphoïde, fracture intra-articulaire du plateau tibial, ou peut-être signe d'agressivité, avec les fractures de trois côtes et du cubitus gauches chez la femme 2 de Combe Varu ? On n'en observe aucune trace à Alle, à Develier-Courtételle, à Courfaivre et à Dombresson. Quant aux sujets de Combe En Vaillard, seul l'homme 5 garde, sur son crâne, la marque de plusieurs coups qui lui ont été fatals, alors que les fractures des sujets de Combe Varu ont toutes été guéries ;

- avec des lésions rhumatismales le plus souvent discrètes – seule une grande articulation étant lésée, avec une arthrose fémoro-tibiale chez le sujet 9 de Combe Varu – tant axiales qu'appendiculaires, les sujets de Chevenez ressemblent à la majorité de leurs voisins ;
- les observations relatives aux ostéophytes d'hyperostose enthésopathique mettent en évidence, ce que nous avons déjà montré pour la population de Dombresson, des marques de sollicitations mécaniques plus fortes aux membres, surtout inférieurs, qu'à la colonne vertébrale. Comme dans la population neuchâteloise, les femmes paraissent plus concernées que les hommes. A part l'attribution possible des lésions relevées chez le sujet 4 de Combe Varu à une activité équestre, nous ne pouvons pas, sur la seule base des renseignements anatomiques, reconstituer les gestes traduits par ces enthésopathies mécaniques. L'interprétation de ces altérations devrait être aidée par le contexte archéologique ;
- la rareté des lésions tumorales osseuses, même bénignes, dans nos populations anciennes est un fait habituel que cette étude semble conforter, puisque aucun sujet de Lai Coiratte, de Combe Varu et de Combe En Vaillard n'en montre. Les tumeurs sont aussi absentes dans la population de Courfaivre. A Dombresson, on ne relève qu'un seul cas d'ostéome – une tumeur bénigne – situé dans un sinus maxillaire d'une femme. Par contre, comme nous l'avons déjà mentionné, l'homme de la tombe 2 de Noir Bois a souffert d'une tumeur osseuse maligne primitive, évoluant lentement, soit un sarcome ostéogénique juxtacortical ou ostéosarcome parostéal. Il s'agit d'une entité rare, de pronostic relativement bon, représentant aujourd'hui 1 à 6 % de l'ensemble des ostéosarcomes. Nous n'en avons pas trouvé de description dans la littérature paléopathologique (Kramar 1999) ;
- sans les résultats de l'étude paléoparasitologique ayant mis en évidence qu'au moins trois personnes, une à Lai Coiratte et deux à Combe Varu, ont été infestées par des vers, nous aurions aussi relevé la rareté des lésions infectieuses, autres que celles provoquées par des maladies dentaires, rareté comparable à celle observée dans les autres populations retenues pour cette analyse⁹.

6.7.2 Les liens de parenté

Bien qu'Hippocrate ait été le premier à décrire les os wormiens, ce n'est qu'au début du 20^e siècle, qu'anatomistes, médecins et anthropologues se sont intéressés aux variations de certains traits morphologiques osseux, en particulier crâniens, afin de discriminer les populations squelettiques qu'ils étudiaient.

Dès lors, ces variations anatomiques ont fait l'objet de nombreuses recherches et études dans le but de mettre en évidence, ou d'expliquer, des regroupements d'individus au sein d'un ensemble funéraire. Caractères non métriques par excellence, ils sont aussi qualifiés de caractères discrets, discontinus ou épigénétiques. En parallèle à cette étude des variations osseuses, on assiste à « l'émergence de travaux portant sur les variations morphologiques dentaires en vue d'études comparatives » (Desideri 2007). Cette dernière approche, qui demande une connaissance très poussée de la morphologie et des particularités anatomiques des dents, est particulièrement prometteuse, comme le prouvent deux thèses récemment soutenues au sein du Département d'anthropologie et d'écologie de l'Université de Genève (Eades 2003 ; Desideri 2007).

L'établissement de liens de parenté entre des squelettes prend également en compte, de plus en plus souvent, les données issues de l'analyse paléopathologique. Aussi, sur la base des résultats de notre étude de l'état sanitaire dentaire et osseux des gens inhumés à Chevenez, essayons-nous de comprendre quels liens les unissaient. En l'absence d'analyses paléogénétiques – encore bien rares ! – la paléopathologie peut donc apporter quelques indications sur les liens de parenté de certains sujets. La mise en évidence de liens de consanguinité repose, habituellement, sur la présence de certaines pathologies osseuses – troubles héréditaires du développement, certaines anémies, certaines maladies infectieuses transmises par la mère à son enfant – ainsi que sur des anomalies dentaires. C'est ainsi que nous avons montré, sur la base des analyses anthropologique et paléopathologique, l'existence de liens de parenté entre trois des quatre sujets du Néolithique moyen valaisan de Bagnes-Villette (Elbiali et al. 1987) ou encore, par la présence simultanée de plusieurs troubles du développement identiques, entre deux des trois femmes du Haut Moyen Age vaudois inhumées dans la tombe 167 de La Tour-de-Peilz (Klausener et al. 1992).

Si la question des liens de parenté, à savoir les liens de consanguinité – au sens large d'avoir un ascendant commun – ou d'alliance, se pose évidemment pour les occupants de la sépulture triple de Lai Coiratte, elle est tout aussi pertinente pour les sujets de Combe Varu et de Combe En Vaillard :

- en effet, à Combe En Vaillard, quatre tombes sont regroupées (tombes 1, 3, 2 et 4) – les tombes 1 et 2 étant accolées – et la dernière est éloignée de quelques mètres (tombe 5). Il paraît légitime de se demander si ce regroupement, archéologiquement pertinent, a une signification familiale ;
- à Combe Varu, outre la sépulture 16 qui contenait les restes de deux personnes pour lesquelles on doit se poser la question de leurs liens de parenté, la proximité de certaines sépultures nous incite également à chercher de possibles « apparentements » entre les sujets qui y ont été inhumés. D'après le plan de localisation des structures (fig. 241), peut-on distinguer un groupe formé par les tombes 14, 16, 22 et 23 ? La tombe 9, et même la tombe 4, s'y rattachent-elles ? Peut-on aussi considérer comme étant regroupées les sépultures 51, 56 et 61 ?
- à Lai Coiratte, enfin, quels étaient les liens unissant la femme, l'enfant et l'homme déposés dans la même sépulture ?

6.7.2.1 Chevezet - Combe Varu

Si nous faisons abstraction des os wormiens situés à la suture lambdoïde des sujets 3 et 4 de Combe Varu¹⁰, la seule variation anatomique osseuse relevée chez plus d'un sujet est, sur les calcaneums, le dédoublement de la surface articulaire pour l'astragale chez la femme 9 et l'homme 10. Sans en connaître l'héritabilité, peut-on, sur la base de cette seule observation, avancer l'hypothèse de liens de parenté entre ces sujets? A part cette variation, des *cribra orbitalia* se trouvent aux plafonds orbitaires de trois sujets de Combe Varu, les femmes 1 et 2 et l'adolescent 7. Comme nous l'avons déjà relevé, les causes de ces perforations sont multiples et encore fort controversées. En admettant qu'elles aient pu être induites par une anémie, certaines étant héréditaires, on pourrait évoquer des liens de parenté entre ces sujets. Il est dommage que nous ne puissions observer les plafonds orbitaires de la personne inhumée dans la tombe 22 (sujet 6). Sa proximité avec la tombe 23 (sujet 7) pourrait-elle signifier que des liens de parenté ou familiaux unissaient cet adulte et cet adolescent? Aucune autre anomalie, osseuse ou dentaire, n'est en faveur d'un quelconque lien familial, y compris pour les sujets 4 et 5 inhumés dans la tombe 16.

6.7.2.2 Chevezet - Lai Coiratte

Nous avons écrit plus haut que dans la sépulture de Lai Coiratte auraient été inhumés un homme, sa femme et leur enfant. L'absence de caractères morphologiques particuliers, excepté le métopisme relevé chez la femme, ou de troubles du développement osseux écarte l'hypothèse de liens de parenté « génétiques » entre les deux adultes. L'opposition de la pathologie dentaire entre l'homme, qui a une denture saine, et la femme, qui a souffert de ses dents, est aussi en faveur d'une origine familiale différente. La nature des lésions ou l'absence de lésion montreraient, en effet, soit une autre hérédité dentaire (ils n'auraient pas eu de parents communs), soit un milieu social avec d'autres habitudes alimentaires. Ces sujets auraient passé leur enfance et leur adolescence dans des milieux différents et auraient eu, à l'âge adulte, des liens d'alliance, tel un mariage. Et le nourrisson serait leur enfant.

6.7.2.3 L'homme de Lai Coiratte et les gens de Combe Varu

De l'analyse de la pathologie dentaire, cependant, ressort un fait qui pourrait être interprété comme un élément en faveur de liens de parenté : l'usure anormale des dents des individus 2, 6 et 8 de Combe Varu et de l'homme de Lai Coiratte! Si la cause de cette usure est une malformation, on peut y voir un argument sérieux pour penser que nous sommes devant les membres d'une même famille, issus d'un ancêtre commun, sans pouvoir préciser la nature des liens qui les unissaient. Pourrait-on même envisager que l'homme de Lai Coiratte fût apparenté à certains sujets de Combe Varu? Sa mère ou son père se trouvaient-ils parmi les femmes 2 et 8 ou l'adulte 6 de ce site? Quant aux autres individus de Combe Varu, ils pourraient représenter une ou plusieurs autres familles. Par contre, si cette usure est plutôt le reflet d'une activité culturelle, sociale ou économique, on devrait alors relever que les sujets des deux sites avaient cette activité en commun.

6.7.2.4 Chevezet - Combe En Vaillard

En admettant que les sujets ensevelis à Combe En Vaillard l'aient été à la même période, on peut se poser la question, devant un tel « échantillon » humain – deux femmes, un homme et deux jeunes enfants –, de savoir si ces personnes avaient des liens de parenté ou seulement de voisinage? Est-on en présence de deux femmes, chacune mère de l'un des enfants? Est-on en présence d'une seule mère et de ses deux enfants? Quels étaient les liens qui les unissaient entre elles et à l'homme? Aucun élément ne ressort de l'analyse pathologique, tant dentaire qu'osseuse, qui puisse témoigner de l'existence de liens quelconques entre ces personnes. Le seul caractère significatif que nous avons relevé est le métopisme, caractère discret non pathologique, présent chez le jeune enfant de la tombe 4 et chez la femme de la tombe 1. Est-ce suffisant pour proposer l'éventualité de liens de parenté entre eux? Espérons que l'étude des caractères discrets puisse apporter quelques informations supplémentaires.

6.7.3 La question de l'usure dentaire

Quatre adultes présentent des surfaces d'usure inhabituelles de leurs incisives, tantôt supérieures, tantôt inférieures, alors que leurs autres dents sont :

- peu usées et dans un plan qui peut être qualifié de normal, car résultant du frottement naturel des dents les unes contre les autres chez l'homme de Lai Coiratte;
- sévèrement usées, avec des plans d'usure variés pouvant résulter à la fois de la perte et de la malposition de certaines dents chez la femme 2 de Combe Varu;
- normalement et peu usées chez la femme 8 de Combe Varu;
- également usée sur la face linguale de la seule dent présente, une canine inférieure isolée, chez le sujet 6 de Combe Varu.

Avant d'essayer d'interpréter ces usures particulières, il est utile de rappeler quelques définitions :

- l'attrition est l'usure de la couronne résultant du frottement, lors de la mastication, des dents antagonistes les unes contre les autres. Elle se situe sur les surfaces occlusales, incisales et proximales des dents et est souvent associée au bruxisme;
- l'abrasion est l'usure dentaire d'origine mécanique causée par des forces autres que la mastication¹¹ comme, par exemple, tenir des clous, mâcher un crayon, ouvrir de manière répétée des barrettes à cheveux et fumer la pipe. On l'associe encore, aujourd'hui, à un brossage trop énergique ou à une mauvaise technique de brossage;
- l'érosion est une perte de substance dentaire d'origine chimique par dissolution des tissus par des substances acides, telles que les boissons acides, ou les acides gastriques;
- l'occlusion dentaire est la manière avec laquelle les dents supérieures et inférieures entrent en contact les unes avec les autres. Dans une occlusion équilibrée, normale, dite centrée, l'arcade dentaire supérieure, qui est plus grande que l'inférieure, enveloppe celle-ci. De ce fait, en ne considérant que les incisives, la surface d'usure des supérieures est située sur la face linguale (ou palatine ou orale) et celle des inférieures sur la face vestibulaire (ou buccale ou labiale ou jugale). On parle de malocclusion

lorsque la relation entre les dents des arcades opposées est anormale. Il en existe plusieurs types et degrés selon la position respective, en avant ou en arrière, des mâchoires supérieure ou inférieure, selon l'élargissement ou l'étrécissement de la mandibule ou du palais osseux. Leurs causes sont soit de nature héréditaire soit provoquées par des troubles dans le développement des dents. Elles peuvent aussi être acquises suite à des habitudes comme, par exemple, le fait de sucer son pouce, de pousser la langue contre les dents ou de se mordiller les lèvres.

Les observations sont les suivantes (fig. 281) :

- chez l'homme de Lai Coiratte, les quatre premières incisives sont présentes. Les supérieures ont, sur leur face vestibulaire, une surface d'usure en biseau, qui atteint presque le collet. Les inférieures ont une usure normale, soit sur la face vestibulaire. Les deux premières incisives supérieures ont, en outre, une petite zone usée sur leur face linguale (fig. 282a);
- chez la femme 2 de Combe Varu, les seules dents observables sont les incisives et la canine inférieures gauches. La seconde incisive et la canine présentent, sur leur face linguale, une surface d'usure qui est en biais et proche du collet. Les dents antagonistes sont absentes (fig. 282b);
- chez la femme 8 de Combe Varu, les dents observables ne sont que les incisives mandibulaires. Elles portent, sur leur face linguale, une usure oblique qui touche aussi le collet. Les dents supérieures sont absentes (fig. 282c);
- chez le sujet 6 de Combe Varu, une seule dent lui est attribuée: une canine inférieure avec une usure sur la face linguale (fig. 282d).

Comment peut-on interpréter cette usure anormale ? Pour quelles raisons, quatre personnes sur dix la présentent-elles¹² ?

Nous avançons deux interprétations possibles :

- la première serait que ces sujets fussent porteurs d'une anomalie qui amène les dents antérieures du bas en avant des supérieures. On parle alors de «mâchoire inférieure avancée», plusieurs autres termes étant utilisés en orthodontie, dont «occlusion croisée antérieure» et «occlusion de classe III». Cette proéminence du menton et des dents inférieures peut être, comme nous l'avons déjà souligné plus haut, soit héréditaire, soit provoquée par des troubles du développement;

	Côté droit			Côté gauche			Dents
	C	I ²	I ¹	I ¹	I ²	C	
Lai Coiratte Sujet 1 - Homme	C	I ²	I ¹	I ¹	I ²	C	Supérieures
	C	I ₂	I ₁	I ₁	I ₂	C	Inférieures
Combe Varu Sujet 2 - Femme	C	I ²	I ¹	I ¹	I ²	C	Supérieures
	C	I ₂	I ₁	I ₁	I ₂	C	Inférieures
Combe Varu Sujet 6 - Indéterminé	C	I ²	I ¹	I ¹	I ²	C	Supérieures
	C	I ₂	I ₁	I ₁	I ₂	C	Inférieures
Combe Varu Sujet 8 - Femme	C	I ²	I ¹	I ¹	I ²	C	Supérieures
	C	I ₂	I ₁	I ₁	I ₂	C	Inférieures

En gris clair: les dents présentes; en gris foncé: les dents usées.

Fig. 281 Usure anormale des couronnes des dents centrales de quatre sujets de Chevez.

- la seconde des deux interprétations possibles serait d'y voir le résultat d'une pratique ou d'une habitude spéciale et spécifique à une population, ou à quelques individus, chez qui la bouche et les dents antérieures, soit les incisives et les canines, seraient utilisées comme un outil. La cause pourrait donc être mécanique.

Pour l'homme de Lai Coiratte, le seul qui présente les dents antagonistes, nous serions tentée d'y voir une cause mécanique en relation avec une activité ou une habitude qu'il reste à définir. En effet, s'il s'agissait d'une anomalie de ses mâchoires, nous aurions dû voir une usure anormale également sur les dents inférieures, ce qui n'est pas le cas. Pour les trois autres sujets, chez qui l'on n'a jamais l'ensemble des dents antérieures, on ne peut se prononcer. Que ce soit l'une ou l'autre étiologie, chacune apporterait un renseignement intéressant. S'il s'agit d'un caractère acquis, il faudrait essayer de savoir à quelle activité ils s'adonnaient; s'il s'agit d'une anomalie héréditaire, nous pourrions y voir les membres d'une même famille.

Notons que les usures, souvent sévères, relevées chez les sujets des autres sites jurassiens de comparaison n'offrent pas les mêmes caractéristiques.



Fig. 282 a: Lai Coiratte. Sujet 1: usure vestibulaire des premières incisives supérieures. b: Lai Coiratte. Sujet 2: surface d'usure linguale, en biais et proche du collet sur la seconde incisive et la canine. c: Combe Varu. Sujet 8: usure vestibulaire des premières incisives supérieures. d: Combe Varu. Sujet 6: usure sur la face linguale d'une canine inférieure.

6.8 Paléoparasitologie

Matthieu Le Bailly et Françoise Bouchet

6.8.1 Introduction

Depuis son commencement en 1910 à l'occasion des travaux de Sir M.A. Ruffer (1910), la paléoparasitologie n'a cessé de se développer. Le matériel d'étude s'est diversifié, intégrant aux études de corps momifiés, les analyses de coprolithes, celles de sédiments enrichis en matière organique et d'autres échantillons plus atypiques comme les linceuls ou autres textiles. Les méthodes d'analyse ont également progressé et ne se limitent plus aux seules observations en microscopie, mais utilisent des outils tels que l'immunologie et la biologie moléculaire, augmentant les nombres de marqueurs parasitologiques et affinant leur diagnostic. Le traitement des résultats s'est amélioré, notamment d'un point de vue semi-quantitatif, intégrant des outils statistiques pour affiner les interprétations. Enfin, le concept même d'étude paléoparasitologique est passé de la simple analyse ponctuelle à des études intégrées, voire systématiques, de sites archéologiques entiers dont les données peuvent renseigner à un niveau populationnel et non plus seulement individuel.

Dans cette perspective, et dans le cadre des fouilles archéologiques menées à Combe-Varu et à Lai Coiratte, une étude paléoparasitologique a été réalisée sur plusieurs sépultures mises au jour. Le but de cette étude était, dans un premier temps, d'établir le potentiel parasitologique de ces sites, puis, dans un second temps, de définir l'état sanitaire des individus, voire de la population, du Haut Moyen Age.

6.8.2 Matériel et méthodes

Dix-sept échantillons de sédiment ont été prélevés au niveau des cavités abdominales ou des bassins de dix individus (fig. 283).

Deux types de marqueurs parasitologiques ont été recherchés dans les échantillons. Il s'agit, d'une part, des œufs de vers parasites intestinaux, ou helminthes, dont la coque très épaisse leur confère une bonne résistance aux phénomènes diagenétiques, et, d'autre part, les paléoantigènes de deux protozoaires parasites intestinaux: *Giardia intestinalis* et *Entamoeba histolytica*. Ces deux types de marqueurs font appel à des techniques différentes et la préparation des échantillons en est par conséquent modifiée (Le Bailly 2005; Le Bailly et Bouchet 2006; Le Bailly et al. 2008).

Pour la recherche des œufs, les échantillons ont été préparés suivant le protocole utilisé au laboratoire de Reims (F). Chaque échantillon est placé dans des flacons en verre pour réhydratation pendant une semaine dans une solution de phosphate trisodique et de glycérol, à laquelle sont ajoutées quelques gouttes de formol pour prévenir le développement de champignons. Les échantillons sont ensuite broyés au pilon dans un mortier puis sont placés une minute dans une cuve à ultrasons. Cette étape permet la séparation des éléments parasitaires et leur mise en suspension. Finalement les échantillons sont filtrés dans une colonne de tamis à mailles décroissantes de 315, 160, 50 et 25 µm.

Chevez-Lai Coiratte	
Sujet 1	Sous l'abdomen
	Sous le bassin
Sujet 2	Sous l'abdomen
	Sous le bassin
Chevez-Combe Varu	
Sujet 1	Sous l'abdomen
Sujet 2	Sous le bassin
	Sous l'abdomen
Sujet 3	Niveau bassin et abdomen
Sujet 4	Dans le bassin
	Sous le bassin et l'abdomen
Sujet 6	Sous le bassin
Sujet 7	Niveau abdominal
	Sous le bassin
Sujet 8	Sous le bassin
Sujet 9	Niveau abdominal
	Sous le bassin
	Niveau du sacrum

Fig. 283 Echantillons de sédiment prélevés au niveau des cavités abdominales ou des bassins.

Les refus des tamis de 50 et de 25 µm contiennent les œufs recherchés dont la taille varie de 30 à 150 µm. Les refus de tamis sont conservés dans des tubes fermés auxquels sont ajoutées quelques gouttes de formol. Ils sont étudiés au microscope entre lames et lamelles à raison de dix lames par fraction.

Pour la recherche des paléoantigènes, les échantillons sont réhydratés une semaine dans de l'eau ultrapure (Direct-QTM 5, Millipore), afin de ne pas risquer une modification des réactions anticorps/antigènes au cours des tests. Lors de cette phase de réhydratation, et par la suite, le matériel est conservé au réfrigérateur pour éviter le développement de moisissures. Les tests employés pour la détection des paléoantigènes sont les suivants:

- test *Entamoeba histolytica* II (Techlab);
- test *Giardia* II (Techlab).

6.8.3 Résultats

Les analyses ont mis en évidence cinq parasites intestinaux, trois helminthes, *Ascaris* sp., *Trichuris* sp. et *Taenia* sp., et deux protozoaires, *Giardia intestinalis* et *Entamoeba histolytica*¹³ (fig. 284).

6.8.4 Discussion

Les échantillons ayant été prélevés directement sur les squelettes en cours de fouille, la nature anthropique du matériel n'est pas discutable. Par conséquent, il semble possible de préciser les espèces pour chacun des parasites mis en évidence au moyen de la microscopie, à savoir *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* et *Taenia solium* ou *T. saginata* (Harter-Lailheugue et al. 2003).

Echantillons		<i>Ascaris</i> sp.	<i>Trichuris</i> sp.	<i>Taenia</i> sp.	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Entamoeba histolytica</i>
Lai Coiratte	Sujet 1	P	P	P	A	A
	Sujet 1	A	A	A	P	A
Combe Varu	Sujet 2	A	A	A	A	P
	Sujet 7	P	A	A	A	A
	Sujet 9	P	P	P	A	A

P: présent; A: absent.

Fig. 284 Résultats des analyses paléoparasitologiques.

Pour les parasites détectés au moyen des outils immunologiques, les anticorps mis en jeu dans les différents kits sont spécifiques et donnent par conséquent une identification directe précise. Ces résultats complètent les données sur l'état sanitaire de la population médiévale de Chevenez; ils indiquent que les habitants devaient souffrir de douleurs intestinales, de nausées, de vomissements, de diarrhées et d'une fatigue chronique, causées par la présence des vers parasites au niveau intestinal.

Le couple *Ascaris/Trichuris* est connu et sa présence est quasi systématique depuis l'Époque romaine jusqu'au Bas Moyen Âge. Ces deux parasites ont un cycle biologique à contamination oro-fécal. Ils sont localisés dans les intestins et ils émettent des œufs vers le milieu extérieur, qui sont stockés sur le sol. Ces parasites sont caractéristiques de la notion de « péril fécal », relative à la consommation d'aliments contaminés par des déjections humaines, ou à l'ingestion involontaire de terre résiduaire polluée par le biais des mains sales. Leur présence signifie également que les matières fécales humaines sont utilisées comme fertilisants pour les cultures et les jardins privés. Pour 30% des individus étudiés, l'hygiène générale est mauvaise.

En contexte historique, le ténia a souvent été mis en évidence au niveau d'habitats nobles (Bouchet et al. 2003). Sa présence indique la consommation de viande de bœuf (*T. saginata*) ou de porc (*T. solium*). Les adultes de ce parasite sont localisés dans les intestins de l'homme, où ils émettent des œufs en grande quantité, qui tombent sur le sol et polluent l'environnement. Ces œufs sont accidentellement ingérés par des bœufs ou des porcs lors de la pâture, chez qui ils libèrent des larves migrant vers les muscles des animaux où elles s'enkystent. La mise en évidence de ténia chez l'individu de Lai Coiratte renseigne sur les habitudes culinaires, et prouve la consommation de viande crue, mal cuite ou encore fumée ou salée, procédés insuffisants pour tuer les larves enkystées dans les muscles. En revanche, l'absence de téniasis chez les individus de Combe Varu signifie soit une non-consommation de viande soit une préparation différente, plus longue, qui tue les larves dans les muscles, soupes ou ragoûts par exemple.

Entamoeba histolytica est une amibe humaine. Localisée au niveau des intestins, elle s'enkyste régulièrement et est disséminée dans l'environnement où elle pollue les boues, les eaux de surface ou les puits. La mise en évidence de ce parasite indique par conséquent une consommation directe d'eau contaminée, ou bien une utilisation d'eau contaminée pour l'irrigation des cultures et une consommation d'aliments souillés (Euzéby 2002).

Enfin, *Giardia intestinalis* est un parasite intestinal présent à la fois chez l'homme et chez les animaux. La présence de ce parasite rend compte d'un environnement contaminé par des déjections humaines et animales, et d'une transmission à l'homme par le biais d'eau ou d'aliments pollués.

La présence de ténia uniquement sur le sujet de Lai Coiratte soulève une question quant à une position sociale peut-être plus élevée de cet individu par rapport à ceux de Combe Varu. Cependant, l'étude d'un seul corps engage à la prudence dans cette discussion.

6.8.5 Conclusion

En contexte sépulcral, les études paléoparasitologiques gagnent en précision diagnostique, et les hypothèses relatives à ces découvertes prennent une plus grande dimension. En effet, les parasites retrouvés ne sont plus considérés comme des risques potentiels pour l'homme mais comme des réalités pathologiques, qui complètent les connaissances sur les populations et sur l'histoire des maladies. Il est donc important de continuer à développer les collaborations entre l'anthropologie et la paléoparasitologie.

Les résultats obtenus à Chevenez complètent le panel des pathologies anciennes connues chez l'homme pour les périodes médiévales, et confirment les découvertes faites auparavant sur des structures anthropisées, latrines ou couches d'habitat par exemple (Bouchet 1994 et 1995; Bouchet et al. 1989 et 2000).

Remerciements

Pour sa collaboration active aux analyses de la première série d'échantillons, les auteurs souhaitent remercier le Dr Stéphanie Harter-Lailheugue.

6.9 Etude de l'ADN de l'enfant de Lai Coiratte

Christine Keyser

6.9.1 Introduction

À la fin des années 1980, la publication de travaux décrivant la possibilité d'extraire de l'ADN à partir d'ossements anciens a constitué une révolution dans l'approche anthropologique des populations du passé. Avant cette découverte et celle de l'amplification génique par réaction de polymérisation en chaîne ou PCR (*polymerase chain reaction*), les études dites de paléogénétique se limitaient à l'analyse moléculaire de tissus mous momifiés, retrouvés uniquement dans des régions du monde au climat très sec. Grâce à la PCR, ces études ont pu être élargies à l'analyse d'ossements humains provenant de contextes géographiques plus étendus. Il est aujourd'hui possible, tout comme chez les populations contemporaines, d'établir l'empreinte ou le profil génétique de sujets inhumés au sein d'ensembles funéraires du passé, de déterminer l'appartenance d'ossements éparés à un même individu (sépultures collectives), d'établir les liens de parenté pouvant unir cet individu avec d'autres sujets inhumés dans le même ensemble funéraire et, enfin, d'étudier l'organisation et le recrutement d'ensembles sépulcraux avec une précision jusqu'alors inégalée.

Différents marqueurs moléculaires permettent de retracer l'histoire des populations humaines anciennes. Ces marqueurs sont localisés soit sur l'ADN nucléaire (présent en un seul exemplaire dans le noyau des cellules sous la forme de chromosomes), soit sur l'ADN mitochondrial (présent en de multiples exemplaires dans chaque cellule sous la forme d'une petite molécule circulaire). Leur mode de transmission variable permet de bénéficier d'une approche moléculaire globale. En effet, les marqueurs situés sur les chromosomes homologues (ou autosomes) sont transmis

pour moitié du père et pour moitié de la mère, ceux présents sur le chromosome Y (chromosome sexuel) sont exclusivement transmis par le père, ceux sur l'ADN mitochondrial (ADNmt) exclusivement par la mère.

Si des filiations sur une ou plusieurs générations peuvent être déduites grâce aux marqueurs du chromosome Y ou de l'ADNmt, l'analyse des régions hypervariables de l'ADN nucléaire (*short tandem repeats* ou STR autosomaux) offre sans conteste le meilleur moyen de mettre en lumière des liens de proche parenté. Ce sont donc ces marqueurs qui sont le plus souvent utilisés lorsqu'il s'agit de réaliser le typage génétique de restes humains issus d'ensembles sépulcraux et d'y rechercher d'éventuels liens de parenté biologiques. Ces analyses s'appliquent à de vastes nécropoles, mais également aux ensembles funéraires ne comprenant qu'un petit nombre de sujets.

Le site de Lai Coiratte ayant livré une sépulture triple contenant les squelettes d'un homme, d'une femme et d'un enfant décédé quelques jours après sa naissance (reposant entre les crânes des deux adultes), l'archéologue et l'anthropologue ont considéré qu'il pourrait s'agir d'un couple et de son enfant. Afin d'établir formellement une telle relation familiale, des investigations génétiques ont été mises en œuvre.

Ces investigations ne sont réalisables que lorsque les échantillons étudiés sont suffisamment bien préservés. En effet, l'ADN étant soumis à des processus de dégradation *post mortem*, sa durée de vie est limitée et la quantité de matériel génétique exploitable dans les vestiges humains est en règle générale très faible. L'analyse de l'ADN ancien nécessite donc un savoir-faire particulier et une méthodologie spécifique. En outre, la technique des empreintes génétiques est une technique comparative. En effet, un profil génétique n'a de sens que lorsqu'il est comparé à un autre profil. Dans le cas d'une recherche de filiation, les marqueurs de l'enfant (génotypes) doivent être retrouvés pour moitié chez le père et pour moitié chez la mère. Pour cette raison, et dans un premier temps, seul l'ADN de l'enfant de Lai Coiratte a été étudié, l'ADN des parents présumés devant être exploité une fois le profil de l'enfant clairement établi.

Parce que peu de molécules d'ADN parviennent à subsister dans les restes humains anciens, les paléogénéticiens ont longtemps privilégié l'ADNmt, représenté dans les cellules à de multiples exemplaires et, de fait, moins sensible à la dégradation. Transmis sans modification de la mère à l'enfant, cet ADN permet de confirmer une maternité, l'ADNmt d'un enfant devant être identique à celui de sa mère. Pour cette raison, des analyses de l'ADNmt ont également été tentées.

6.9.2 Matériel et méthodes

Les analyses génétiques réalisées sur le squelette de l'enfant l'ont été à partir de deux prélèvements correspondant à un fémur complet (55 mm ; 2,8 g) et à un os pétreux (1,8 g). Après une première étape d'abrasion, afin d'éliminer les contaminants de surface, les restes osseux ont été pulvérisés à l'aide d'un

cryobroyeur à azote liquide. Les poudres d'os ainsi obtenues ont été réunies (2,5 g) puis mises en incubation pendant une nuit à 56 °C dans 5 ml d'un tampon permettant de libérer l'ADN des cellules (EDTA 5 mM, SDS 2 %, Tris HCl 10 mM, acétate de sodium 0,3 M, protéinase K 1 mg/ml). Après une extraction organique (phénol/chloroforme/alcool isoamylique), l'ADN a été purifié sur des colonnes à base de silice *Cleanmix* (Talent) puis concentré à l'aide de microconcentrateurs.

L'analyse de l'ADN nucléaire a consisté à amplifier par PCR neuf régions STR (petites séquences d'ADN répétées les unes à la suite des autres en un nombre qui varie selon les individus), plus un marqueur (gène de l'amélogénine) permettant la détermination moléculaire du sexe du spécimen étudié. La PCR consiste à repérer, au moyen d'amorces nucléotidiques, les régions d'ADN que l'on désire étudier et à amplifier cet ADN grâce à une enzyme, la Taq polymérase, qui synthétise des séquences complémentaires aux séquences d'origine grâce à des nucléotides introduits dans le milieu réactionnel. L'amplification procède par la répétition d'un cycle à 3 étapes : une étape de dénaturation de l'ADN (séparation des deux brins d'ADN complémentaires), une étape d'hybridation des amorces à chaque extrémité des séquences à amplifier et une étape de synthèse des nouveaux brins d'ADN à partir des amorces hybridées grâce à la Taq polymérase. La répétition des cycles conduit à une multiplication exponentielle des séquences d'ADN étudiées. L'ADN nucléaire a été amplifié grâce au kit *AmpFlSTR Profiler Plus* (Applied Biosystems). Les produits d'amplification (allèles) ont été analysés sur un séquenceur automatique *ABI Prism 3100* (Applied Biosystems).

L'analyse de l'ADNmt a consisté en une amplification par PCR d'une région hypervariable appelée HV1 (localisée dans la région de contrôle de l'ADNmt et siège de nombreuses mutations), suivie d'une réaction de séquençage (détermination de l'enchaînement des différents constituants de l'ADN) à l'aide du kit *ABI Prism dGTP BigDye Terminator* (Applied Biosystems). Les séquences obtenues ont été analysées sur le séquenceur automatique 3100.

6.9.3 Résultats et discussion

Les analyses d'amplification des neuf régions STR de l'ADN nucléaire, effectuées à partir des os prélevés sur le squelette du nouveau-né, n'ont pas permis de mettre en évidence un profil génétique exploitable, en dépit du fait qu'elles aient été répétées trois fois. Sur les neuf régions STR étudiées, seules trois ont pu être amplifiées. Ce résultat témoigne d'un ADN fortement fragmenté, présent en faible quantité dans l'échantillon étudié. Pour autant, le locus de l'amélogénine a pu être amplifié, révélant que l'enfant était un individu de sexe masculin. Ce résultat positif, en dépit d'un ADN de qualité médiocre, s'explique par le fait que la région amplifiée au niveau du locus de l'amélogénine est de petite taille (environ 100 paires de bases) et qu'elle peut être répliquée ou copiée même lorsque la molécule d'ADN est fortement fragmentée. Ceci n'est pas le cas des régions STR de plus grande taille (de l'ordre de 300 ou 400 paires de bases) qui sont elles-mêmes fragmentées et ne peuvent plus être correctement amplifiées.

L'analyse de l'ADNmt, tentée au niveau de la région hypervariable HV1, n'a pas permis d'obtenir une séquence mitochondriale exploitable confirmant ainsi la nature très dégradée de l'ADN étudié. En effet, l'étude de l'ADNmt, moins discriminant que l'ADN nucléaire, puisque caractéristique d'une lignée maternelle et non d'un individu, constitue bien souvent une solution alternative lorsque les analyses de STR autosomaux ont échoué. Dans le cas présent, elle souligne combien les molécules d'ADN n'ont pas résisté à la dégradation au cours du temps. En effet, l'ADN est une molécule fragile et plusieurs facteurs environnementaux – comme l'humidité, la chaleur et les rayonnements UV – lui sont dommageables. Les tissus durs (os et dents) représentent un microenvironnement particulièrement favorable à la conservation de l'ADN grâce à l'adsorption des acides nucléiques sur une matrice minérale, l'hydroxyapatite. Néanmoins il semble que pour les individus immatures, cette adsorption soit insuffisante ou inexistante et que les dégradations soient de ce fait facilitées.

6.9.4 Conclusion

En conclusion et avec les réserves liées à l'état de dégradation des prélèvements étudiés, il peut être conclu que l'enfant de la sépulture triple datée entre la fin du 7^e et le début 8^e siècles ap. J.-C. est un individu de sexe masculin. Le profil génétique de ce dernier n'ayant pu être obtenu que de manière très partielle, aucune investigation génétique n'a été conduite à partir des restes des parents présumés même s'il est possible que leur ADN soit mieux conservé que celui de l'enfant. Les progrès de la biologie moléculaire permettent néanmoins d'envisager de nouvelles investigations sur l'enfant, notamment au moyen de mini-STR permettant de réduire la taille des fragments amplifiés. Pour autant, l'analyse reste destructrice pour le squelette et impose de s'interroger sur l'importance des résultats par rapport à celui du matériel.

6.10 Synthèse

Mustapha Elyaqtine

Avec les sépultures mises au jour à Chevenez, nous sommes en présence de trois ensembles du Haut Moyen Age, géographiquement et sans doute aussi chronologiquement, proches mais avec, dans chaque cas, un mode de recrutement de l'espace funéraire différent : un groupe communautaire de dix inhumations à Combe Varu, un groupe au moins en partie familial de cinq tombes à Combe En Vaillard et une tombe triple isolée, également familiale, à inhumation simultanée à Lai Coiratte.

Sauf pour l'enfant de Lai Coiratte dont la position initiale reste difficile à préciser, les inhumations sont en décubitus dorsal. Elles sont orientées tête à l'ouest à Combe Varu, à l'exception de deux femmes avec la tête au nord. Les deux adultes de Lai Coiratte sont aussi orientés tête à l'ouest, tandis que la tête est au nord-ouest à Combe En Vaillard et à l'est pour l'enfant de Lai Coiratte. La face du défunt devait initialement apparaître en vue antérieure dans la plupart des cas. Les mains reposent le plus souvent sur la région de l'abdomen/bassin.

L'ostéologie établit une décomposition en espace vide dans la tombe triple de Lai Coiratte, dans sept tombes de Combe Varu et dans trois de Combe En Vaillard. Un cas de décomposition en espace colmaté a été mis en évidence à Combe En Vaillard pour la tombe d'un homme décédé des suites de blessures crâniennes occasionnées par un objet tranchant. Il n'a donc bénéficié d'aucun cercueil ou coffrage, et a été inhumé à plus de 8 mètres des autres défunts. C'est, à ce jour, le seul cas de mort violente connu dans le canton du Jura. Sur l'ensemble des tombes de Chevenez, il y a donc eu décomposition du cadavre en espace vide dans la plupart des cas. A Combe Varu, le court intervalle d'utilisation implique la contemporanéité, d'une part, des deux types d'orientation et, d'autre part, de l'usage du cercueil cloué et du simple coffrage assemblé sans élément métallique.

Le groupe communautaire de Combe Varu et l'ensemble familial de Combe En Vaillard se distinguent par l'absence d'enfants de 0-4 ans, une anomalie démographique compte tenu du taux de mortalité élevé affectant ces âges à l'époque. Ces enfants ont de toute évidence été inhumés ailleurs. Plusieurs nécropoles mérovingiennes se caractérisent aussi par un déficit plus ou moins élevé d'enfants de cette classe d'âge. La présence d'un très jeune enfant dans la sépulture isolée de Lai Coiratte pourrait être en lien avec les circonstances particulières du décès simultané des trois sujets, sans doute du fait d'une maladie infectieuse foudroyante.

Un seul cas de réduction de corps a été mis au jour à Combe Varu. Il atteste indéniablement la volonté de réunir, dans la même tombe, deux sujets dont le décès était très espacé dans le temps. L'ostéologie ne met pas en évidence de liens de parenté entre les deux défunts, ce qui n'en signifie pas l'absence, soulignant de nouveau la nécessité d'analyses génétiques dans l'étude des ensembles funéraires.

Le seul défunt de Combe Varu accompagné de mobilier – une ceinture portée à la taille – et dont la tombe a été profanée, était aussi le plus grand de tous les sujets de Chevenez.

L'anthropologie physique montre que pour la forme du crâne et pour la stature, les sujets de Chevenez ne diffèrent ni de l'ensemble des autres groupes du Haut Moyen Age du Jura ni des prédécesseurs gallo-romains de Courroux-Derrière la Forge. A Chevenez, la différence de stature moyenne entre les deux sexes, tout comme certains résultats d'analyses crâniennes multivariées, seraient compatibles avec l'appartenance des sujets à une même population.

Comme dans certains autres sites du Haut Moyen Age jurassien, on retrouve à Chevenez des traits dentaires classiquement qualifiés de caractères mongoloïdes et interprétés dans d'autres régions comme un héritage de la population burgonde : l'extension radiculaire de l'émail sur certaines molaires et les incisives en pelle. Leurs fréquences réelles restent inconnues compte tenu de la petitesse des effectifs, mais ces traits dentaires étaient en tout état de cause déjà présents chez des sujets du groupe gallo-romain de Courroux-Derrière la Forge, dans une région qui n'a pas connu l'occupation burgonde. Cette question nécessite d'être renouvelée et examinée sur des effectifs plus représentatifs.

Les sujets de Lai Coiratte ne présentent pas de marqueurs osseux imputables à l'activité sidérurgique mise en évidence sur le site. Cette observation va dans le sens de la postériorité de l'inhumation que certaines données archéologiques semblent attester.

Une usure dentaire particulière des incisives a été relevée sur trois sujets de Combe Varu et sur un sujet de Lai Coiratte. Elle est d'origine fonctionnelle et liée à une activité paramasticatrice. Elle pourrait être en rapport le travail des fibres du lin dont la présence à Lai Coiratte est établie par l'archéobotanique; de telles analyses n'ont pu être réalisées à Combe Varu.

L'état sanitaire des groupes est surtout marqué par des atteintes des dents (parodontopathies, caries, hypoplasie de l'émail). Les traumatismes sont rares. On dénombre trois cas de fractures guéries à Combe Varu, dont au moins deux peuvent être d'origine accidentelle ou professionnelle, et un autre cas à Combe En Vaillard. Il s'agit d'un homme qui porte sur la tête des traces de coups donnés avec un objet tranchant et auxquels il a succombé.

Des ostéophytes d'hyperostose enthésopathique révèlent parfois les stigmates de sollicitations mécaniques fortes aux membres, surtout inférieurs. Ils touchent moins les hommes que les femmes et pourraient être liés à une activité équestre chez l'homme 4 de Combe Varu. Mais leur interprétation reste impossible dans les autres cas.

Les analyses paléoparasitologiques mettent en évidence l'existence de parasites intestinaux pour quatre sujets de Combe Varu et pour un de Lai Coiratte. Ils témoignent d'une mauvaise hygiène générale et attestent, à Lai Coiratte, la consommation de viande crue, mal cuite ou encore fumée ou salée. A noter que l'archéobotanique met en évidence, dans l'environnement immédiat des occupants du site, des plantes dotées de vertus antiparasitaires: des vermifuges et des laxatifs.

Outre ces informations, les analyses paléoparasitaires nous semblent devoir être intégrées de façon systématique dans les études des ensembles funéraires et aussi pour des raisons purement anthropologiques. En effet, les variations morphologiques continues de la plupart des caractères osseux sont à déterminisme multifactoriel complexe: interactions de facteurs génétiques (eux-mêmes polygéniques) et de facteurs environnementaux. Mais il est pratiquement impossible de démêler les parts de la variabilité relevant des uns et des autres facteurs. Le format corporel subit l'influence des variations alimentaires; les réactions des parties molles sont plus fortes et plus rapides que celles du squelette, ce dernier réagissant également et sa croissance en longueur ou en largeur pouvant être ralentie, voire arrêtée, en cas de déficit durable (Froment 1986). Or, classiquement, des valeurs faibles des indices de format ou de stature, la gracilité générale du squelette (parts non liées au dimorphisme sexuel), tout comme les indicateurs osseux de stress non spécifique (les hypoplasies linéaires de l'émail dentaire et les lignes de Harris qui signalent des perturbations de la croissance) ou d'anémie (*cribra orbitalia*, hyperostose porotique, etc.), sont souvent mis en rapport avec des conditions de malnutrition quantitative et/ou qualitative.

Ce raisonnement renvoie de facto, soit à un déficit en ressources alimentaires, soit à un statut socio-économique inférieur des sujets concernés; l'étiologie de la *cribra orbitalia* est par exemple encore source de discussions (Walker et al 2009). Une telle interprétation doit être nuancée si des infestations parasitaires significatives sont mises en évidence, sous peine d'imputer une part de la variabilité à des facteurs dont elle ne relève pas nécessairement: hétérogénéité génétique réelle de la population, micro-évolution, malnutrition, statut socio-économique, etc. Une analyse ainsi biaisée fonde une reconstitution anthropologique en partie erronée de l'histoire du peuplement de la région concernée qui peut tout simplement avoir été endémique pour une infection parasitaire importante. Dans un tel contexte, un enfant qui a une charge parasitaire peut la garder longtemps (problème des réinfestations) ou même toute sa vie (F. Bouchet, communication orale). Il est par ailleurs établi que des charges parasitaires gastro-intestinales modérées ou même légères sont associées à des valeurs significativement basses de paramètres entre autres physiologiques et anthropométriques (poids et stature, p. ex.). Par ailleurs, il est prouvé qu'au sein d'une même population, un pourcentage significatif d'enfants d'un niveau socioéconomique supérieur peut avoir des charges parasitaires élevées comparées aux enfants infestés d'une classe socioéconomique plus basse (Wilson et al. 1999).

Notes

- 1 Le P placé dans la rubrique « Autres » de la pathologie dentaire correspond à cette usure particulière des incisives centrales supérieures.
- 2 Ce chiffre est une moyenne, l'âge auquel ont lieu la chute des dents lactéales et l'éruption des définitives variant selon le sexe, variant d'un enfant à l'autre et variant selon leur position mandibulaire ou maxillaire.
- 3 Lésion: changement, appréciable à nos moyens d'investigation, survenu dans les caractères anatomiques et histologiques d'un organe, sous l'influence d'un état morbide (Garnier et Delamare 1969).
- 4 Maladie: nom sous lequel on désigne le « processus morbide envisagé depuis sa cause initiale jusqu'à ses conséquences dernières » (Roger, cité dans Garnier et Delamare 1969).
- 5 Pour ces deux muscles, les autres zones d'insertion ne sont pas présentes.
- 6 Sur les deux sujets de ce site, l'homme, jeune, de la structure F5/108 n'a pas perdu de dents et la femme âgée de la structure Z2/23 ne permet pas l'observation. Ce qui explique vraisemblablement ce résultat.
- 7 Les dents « malades » sont davantage dues à la présence de chicots qu'à la perte des dents.
- 8 Résultat aussi évidemment lié à la jeunesse des deux inhumés et à l'excellent état de la denture de l'homme.
- 9 Mais des lésions infectieuses, dont des cas de tuberculose, ont été mises en évidence chez une femme néolithique (Bagnes-Villette, Elbiali et al. 1987) et chez des Gallo-Romains de Suisse occidentale (Avenches-En Chaplix, Castella et Eschbach 1999; Avenches-Les Tourbières, Kramar 2008).
- 10 Ces caractères discrets faisant l'objet d'une analyse menée par Mustapha Elyaqine.
- 11 Les auteurs ne sont pas d'accord sur la terminologie, certains parlant, déjà, « d'abrasion mécanique » pour les frottements produits par les mouvements de la mastication.
- 12 Les autres sujets pour lesquels une observation des dents centrales est possible (même sur une seule dent, comme chez le sujet 5 de Combe Varu) sont le sujet 2 de Lai Coiratte et les sujets 1, 5, 7, 9 et 10 de Combe Varu. Ils montrent une usure habituelle.
- 13 Il faut toutefois garder une certaine réserve avec ces identifications, car des changements de cycle biologique des parasites ont pu avoir lieu au cours du temps, avant l'établissement des référentiels actuels.

7 Conclusion

Mustapha Elyaqtine, Ludwig Eschenlohr,
Emmanuelle Evéquo et Carine Deslex

7.1 Chronologie de l'occupation des trois sites

Emmanuelle Evéquo et Carine Deslex

Situées à l'est du village de Chevenez, les combes Varu et En Vaillard ont été occupées de manière épisodique dès la Préhistoire jusqu'à l'Epoque romaine (Deslex et al. 2010, p. 165-166). La dernière phase de peuplement observée s'y développe au Haut Moyen Age; quelques pièces de mobilier propres au Bas Moyen Age témoignent encore d'une fréquentation sporadique des lieux. Les vestiges médiévaux dont il est question dans cet ouvrage s'étendent à l'ouverture de ces combes, ainsi que dans la plaine de la Haute Ajoie à Lai Coiratte, et ont été implantés en au moins deux épisodes successifs.

Le premier épisode, qui, selon les datations ¹⁴C et le mobilier exhumé, couvre grosso modo la première moitié du 7^e siècle, correspond à la période de fonctionnement de l'atelier métallurgique de Lai Coiratte. La possibilité d'une installation antérieure (Antiquité tardive-début du 6^e siècle) suggérée par certaines datations ¹⁴C n'est pas confirmée par le mobilier. La comparaison avec les corpus céramique, métallique et lithique de Develier-Courtételle atteste de la contemporanéité partielle de ces deux sites (Fellner et Federici-Schenardi 2007, p. 119). Aucun aménagement destiné en propre à l'habitation n'a pu être mis en relation directe avec cette aire artisanale à Lai Coiratte, pas plus que dans les combes Varu et En Vaillard. Cependant, de forts soupçons pèsent quant à sa présence à l'ouest des ateliers de forge. A ces structures pourrait s'ajouter la tombe 61 de Combe Varu; une ceinture tripartite rattachable à la tradition vestimentaire de la première moitié du 7^e siècle y a été découverte (chap. 4.3.1), ce qui concorde avec la pratique de l'inhumation habillée. De plus, les traces de pillage observées sur cette sépulture trahissent la présence initiale d'un dépôt funéraire, sans doute de valeur. Or, la pratique de telles offrandes disparaît vers la fin du 7^e siècle.

Le second épisode débute à la fin du 7^e, voire au début du 8^e siècle, et s'étend à la période carolingienne. Il comprend le dépôt de sépultures à Lai Coiratte, à Combe Varu et à Combe En Vaillard. A cette phase peut aussi être rattaché le bâtiment A d'En Vaillard. Si la sépulture triple de Lai Coiratte peut être placée à la fin du 7^e ou au début du 8^e siècle sur la base de son mobilier métallique caractéristique, la fourchette chronologique dans laquelle s'insèrent les deux groupes funéraires voisins ne peut être appréhendée avec plus de précision par manque d'indices. A Combe Varu, les analyses ¹⁴C fournissent des résultats disparates (chap. 4.2). Les meilleurs repères temporels y sont apportés par les éléments hétéroclites de la garniture de ceinture tripartite découverts dans la tombe 61 (chap. 4.3.1). Or l'absence de

mobilier archéologique dans les autres sépultures pourrait traduire l'abandon de la tradition de l'offrande funéraire vers la fin du 7^e siècle et refléter la seconde étape de la formation de ce groupe tombal. Ainsi, après l'ensevelissement de l'homme de la tombe 61 dont le statut était sans doute privilégié comparativement à celui des autres occupants de cette zone funéraire, les tombes dépourvues de mobilier auraient pu être implantées dans le périmètre de cette sépulture. La présence d'un cercueil cloué dans la tombe 9 apporte un élément supplémentaire en faveur d'un développement plus tardif d'une partie de cette petite nécropole (Colardelle 1994, p. 273). L'ensemble mortuaire de Combe En Vaillard est, quant à lui, dépourvu de mobilier et les datations ¹⁴C se sont révélées vaines. Cependant l'aménagement de ces cinq tombes le long d'une voie empierrée dont la fréquentation est marquée à partir du 7^e siècle et qui est reliée au bâtiment A dont l'occupation peut être placée entre la fin du 7^e siècle et le 10^e siècle nous incite à les placer dans ce second épisode. Le *terminus ante quem* à ce deuxième épisode est donné par l'abandon de la coutume d'inhumer hors paroisse vers l'an mille. A Combe En Vaillard en tout cas, cet argument chronologique est confirmé par un niveau de brûlis daté entre 980 et 1250 ap. J.-C. et scellant l'horizon dans lequel sont implantées les tombes.

7.2 La métallurgie

Ludwig Eschenlohr

L'atelier de Lai Coiratte s'inscrit dans le contexte spatio-temporel évoqué, dans la mesure où l'activité sidérurgique est déjà bien avérée pour le Second âge du Fer dans cette partie de l'Ajoie¹ et réapparaît durant le Haut Moyen Age, période pour laquelle des évidences existent aussi ailleurs dans la région². Même si des forges gallo-romaines ont été mises au jour en Ajoie, elles sont toutefois à considérer en quelque sorte comme une parenthèse, compte tenu de leur mode économique bien distinct de ceux du Second âge du Fer et du Haut Moyen Age. Le commerce du fer se fait durant l'Epoque romaine à nettement plus grande distance et aucune production locale n'est confirmée à ce jour dans toute la région. La nouveauté pour le district sidérurgique du Jura central suisse³ consiste avant tout, à Lai Coiratte, dans le fait que l'on produisait et nettoyait le fer, celui-ci était également forgé mais dans une moindre mesure. Toutes les étapes de la chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne y sont donc attestées sur place (chap. 3.8, 3.9, 3.10 et 3.14). Pour rappel, le seul atelier productif étudié de manière exhaustive, à Boécourt-Les Boulies, ne comporte pas de trace d'activité liée au forgeage (Eschenlohr et Serneels 1991); l'hypothèse selon laquelle les éponges produites dans les bas fourneaux de ce site ont aussi été nettoyées une première fois sur place est actuellement en cours de vérification par le biais d'études complémentaires. Il en va de même pour la détermination exacte du métal travaillé, ou du moins retrouvé à Lai Coiratte, et pour la démonstration de son origine locale⁴ (Eschenlohr et Senn, à paraître).

L'existence de ce lieu de production et de transformation du fer résulte d'abord de la présence toute proche de ressources minérales au pied septentrional du dernier contrefort du Jura plissé, la chaîne du Lomont. Les difficultés relatives à la localisation de

minières⁵, déjà décrites dans le bassin minier de Delémont situé au cœur de la chaîne jurassienne, sont encore accrues en Ajoie : outre la probable faible quantité initiale de minerai accessible en surface, on se heurte à la discontinuité des affleurements ainsi qu'à la disparition des traces matérielles dans le terrain causée par l'activité humaine au cours des dernières 1400 années. Cette problématique semble, du moins en Ajoie, s'étendre également aux ferriers : bien que soupçonnés depuis longtemps et mentionnés dans les écrits d'Auguste Quiquerez, il n'a pas été possible à ce jour de mettre en évidence un autre atelier productif dans ce secteur⁶.

Le probable lien de cet atelier sidérurgique, pour l'instant unique, dans lequel le ou les artisan(s) traitai(en)t parfois aussi des alliages non ferreux, avec des espaces d'habitat proches, incite à se poser la question de l'importance de la production de cet artisanat dans la région. Il est en effet connu que ces ateliers de taille relativement restreinte ont une production de l'ordre d'une tonne de fer au moins⁷ (Eschenlohr et Serneels 1991 ; Eschenlohr 2001). S'il est compréhensible qu'un plus grand nombre de petits ateliers de ce type, à l'exemple de la vallée de Delémont, puisse aboutir à une production excédentaire dans un périmètre donné, il n'en va peut-être pas de même du côté septentrional de la chaîne du Jura, en Ajoie. Quoi qu'il en soit, il est fort probable que l'activité métallurgique des sidérurgistes de Lai Coiratte ait été rentable, économiquement parlant, conférant par là un certain bien-être matériel aux artisans concernés, ainsi qu'à la communauté bénéficiaire des retombées d'une telle activité. Les indices soutenant une telle affirmation se trouvent également sur ce même site (chap. 7.1, 7.3 et 7.4).

La présence d'un petit corpus de scories sur le site voisin de Combe En Vaillard (chap. 5.4.2) est probablement à mettre en lien avec l'atelier sidérurgique de Lai Coiratte, sans pour autant qu'une preuve matérielle vienne appuyer cette hypothèse.

7.3 L'anthropologie

Mustapha Elyaqnine

Les trois ensembles funéraires de Chevenez, géographiquement proches et ayant fonctionné probablement durant quelques décennies du 7^e siècle pour Combe Varu en tout cas, ont livré au total quinze tombes pour dix-huit squelettes. Si ces découvertes ne comblent pas les lacunes qui, sur le plan anthropologique, affectent encore la connaissance du peuplement du Haut Moyen Age dans la région, elles enrichissent assurément le corpus tant du point de vue des usages funéraires que des données biologiques et paléopathologiques.

A l'inverse d'autres cimetières du Haut Moyen Age mis au jour plus anciennement dans la région, la fouille des trois espaces sépulcraux a été exhaustive. Ils se caractérisent en premier lieu par des modes de recrutement différents : un petit groupe communautaire à Combe Varu, un groupe encore plus réduit mais au moins en partie familial à Combe En Vaillard et une sépulture triple isolée, également familiale, à inhumations simultanées à Lai Coiratte.

Les pratiques funéraires s'inscrivent dans le schéma habituellement décrit pour l'époque mérovingienne : les inhumations sont en décubitus dorsal, orientées tête à l'ouest ou au nord-ouest. Sauf dans le cas de deux femmes orientées tête au nord à Combe Varu et de l'enfant de Lai Coiratte en décubitus indéterminé mais orienté tête à l'est ; ce qui, dans le cas présent, pourrait être le reflet d'une différence de statut social (enfant non baptisé). Les mains sont le plus souvent posées sur l'abdomen/bassin. L'ostéologie atteste une décomposition du cadavre en espace vide dans la plupart des tombes (un cercueil cloué à Combe Varu et des coffrages en bois dans les autres cas) ; un seul cas d'inhumation en pleine terre a été observé, à Combe En Vaillard. Seules deux tombes ont livré du mobilier : des éléments, en fer, d'une garniture de ceinture portée à la taille par un homme à Combe Varu, le plus grand de tous les inhumés de Chevenez, et des boucles d'oreille en bronze chez les deux adultes de la sépulture triple de Lai Coiratte.

A l'exemple de nombreux cimetières du Haut Moyen Age, une sélection en fonction de l'âge a été opérée au sein de l'ensemble de Combe Varu et probablement aussi à Combe En Vaillard qui se distinguent par l'absence d'enfants de 0 à 4 ans. A Lai Coiratte, l'inhumation d'un très jeune enfant dans le même coffrage que les deux adultes pourrait être en lien avec leur décès simultané. Cependant, la volonté de réunir, dans une même tombe, deux individus dont le décès fut très espacé dans le temps est aussi attestée par une tombe avec réduction de corps à Combe Varu.

Sur le plan anthropologique, il est clair que la faiblesse des effectifs, le mauvais état de conservation des crânes en particulier à Combe Varu et le fait qu'il ait rarement été possible d'élargir les analyses comparées à d'autres groupes mis au jour en dehors du tracé de l'A16, restreignent quelque peu la portée de l'étude. Néanmoins, les tendances qui se dessinent à travers des analyses métriques militent notamment en faveur de l'absence d'une différence significative, tant avec l'ensemble des autres groupes du Haut Moyen Age du canton du Jura qu'avec les prédécesseurs gallo-romains de Courroux-Derrière la Forge (seconde moitié du 4^e siècle ap. J.-C.). Par ailleurs, la différence entre les statures moyennes des deux sexes, tout comme certains résultats d'analyses crâniennes multivariées, seraient compatibles avec l'appartenance de l'ensemble des sujets des trois sites à une même population.

Certaines particularités anthropologiques soulèvent des interrogations qui, pour une part, restent encore ouvertes. C'est le cas de la présence, chez quelques individus, d'incisives en pelle et/ou de l'extension radiculaire de l'émail de molaires classiquement qualifiées de traits mongoloïdes. Considérés dans d'autres régions comme un héritage de la population burgonde, ils sont déjà présents dans le canton du Jura chez des sujets du groupe gallo-romain de Courroux-Derrière la Forge, avant l'établissement des Burgondes en *Sapaudia* intervenu en 443 ap. J.-C.

Parmi ces particularités, il faut encore citer le mode d'usure d'origine fonctionnelle relevé sur les incisives de quatre sujets ainsi que la présence, avec une prédominance chez certaines femmes, d'ostéophytes d'hyperostose enthésopathique, stigmates de sollicitations mécaniques fortes aux membres, surtout inférieurs.

L'état sanitaire des groupes est essentiellement marqué par des atteintes des dents (parodontopathies, caries, hypoplasie de l'émail). Les lésions osseuses sont plus rares et les traumatismes se résument à trois cas de fractures réparées à Combe Varu et, à Combe En Vaillard, de lésions crâniennes dues à des coups portés à la tête d'un homme mis à mort à l'aide d'une arme tranchante. Il s'agit ici du seul cas de mort violente connu à ce jour sur le territoire cantonal. Au moins quatre sujets de Combe Varu et un sujet de Lai Coiratte infestés de parasites intestinaux témoignent d'une mauvaise hygiène générale et attestent, à Lai Coiratte, la consommation de viande crue, mal cuite ou encore fumée ou salée.

Ajoutons enfin que la contribution de l'archéologie, de l'anthropologie, de la paléogénétique, de la paléopathologie, de la paléoparasitologie, de la paléomicrobiologie et de la paléobotanique à l'étude des sépultures de Chevenez souligne le caractère prometteur d'une approche pluridisciplinaire des ensembles funéraires. Elle permet des interprétations dépassant souvent le stade des vraisemblances et des hypothèses.

7.4 Habitats et tombes: éléments d'organisation régionale

Carine Deslex

La dispersion des sépultures au Haut Moyen Age est un phénomène souvent observé en archéologie et sa signification a donné lieu à une littérature abondante. Il est admis aujourd'hui que la sépulture isolée ne répond pas à un principe d'exclusion de certains individus (esclaves, païens, etc.), mais qu'il s'agit tout simplement de la norme de l'époque (Blazot 2006, p. 333-337). L'étude d'E. Peytremann (2003, p. 303-309) pour le nord de la France montre que la pratique des inhumations dispersées et le rassemblement de petits groupes de tombes à proximité de l'habitat, courants à partir de la seconde moitié du 7^e et au cours du 8^e siècle, sont déjà en usage au 6^e siècle. En fait, il semble qu'avant l'an mil, il n'y ait eu aucune contrainte au niveau du regroupement funéraire et que jusque là, chacun pouvait décider de son lieu d'inhumation (Treffort 1996a, 1996b). N'étant régie par aucun principe strict, la relation spatiale entre les aires domestiques et funéraires du Haut Moyen Age pouvait ainsi prendre de multiples formes. A un habitat pouvaient être reliés plusieurs petits groupes funéraires dispersés, à un autre, une grande nécropole et quelques tombes isolées, etc.

C'est donc à l'échelle locale qu'il faut appréhender l'organisation spatiale de chaque communauté. Dans le cas de Chevenez, les trois ensembles funéraires des combes Varu, En Vaillard et de Lai Coiratte sont situés entre deux habitats connus du Haut Moyen Age (fig. 3). De Chevenez/*Chaviniacus*, à l'ouest, on connaît l'existence d'une *curtis* mentionnée dans un texte de 814 et des sarcophages mérovingiens trouvés sous le sol de l'église actuelle, laquelle, dédiée à saint Maurice, atteste d'une fondation ancienne. De Courtedoux-Creugenat (Deslex et al., à paraître), à l'est, on connaît les vestiges retrouvés lors d'une campagne de fouille (Deslex et al. 2001, 2002 et 2003; Deslex Sheikh et Amiot 2008, p. 59-63; Borgeaud 2011).

L'occupation de ce hameau, où une tombe a aussi été découverte, est datée entre la seconde moitié du 6^e siècle et le milieu du 8^e siècle. Les deux sites, localisés de part et d'autre des ensembles funéraires étudiés, ne sont séparés que de 2,5 km.

Du point de vue ethnographique, la distribution des tombes est une transcription au sol de liens communautaires, sociaux et familiaux. A Chevenez, des différences notables sont perceptibles entre les trois ensembles. Le groupe funéraire de Combe Varu est représentatif d'une communauté avec au moins un individu privilégié, celui d'En Vaillard d'un clan familial et la tombe triple de Lai Coiratte contient une famille, couple et enfant, qui a pu bénéficier d'un certain statut social. Il est tout à fait possible que les défunts de Lai Coiratte et ceux de Combe Varu, pour lesquels l'anthropologie a mis en évidence des affinités (chap. 6.2 et 6.6), appartiennent à la même sphère communautaire, qui est certainement à rechercher dans l'un des deux habitats voisins. Quant aux défunts de Combe En Vaillard, il est tentant de les identifier aux habitants du bâtiment A situé à proximité. Il ressort en effet que les distances entre le lieu d'habitation et l'emplacement funéraire sont soumises à des constantes. Pour l'époque qui nous intéresse, c'est-à-dire à partir de la seconde moitié du 7^e siècle jusqu'au 10^e siècle, trois possibilités sont observées. Les tombes sont situées dans l'habitat même, ou en marge de l'habitat dans un rayon d'une centaine de mètres, ou encore distantes de plus de 100 mètres (Peytremann 2003, p. 308). Dans ce dernier cas, les tombes sortent de la périphérie immédiate de l'habitat pour se regrouper autour d'une ancienne structure ou d'une voie de passage. Il semble donc que le libre choix du lieu de sépulture n'implique pas une liberté totale et qu'il soit assujéti à quelques règles de gestion territoriale qui nous échappent. Ainsi à Chevenez, les inhumations de Combe En Vaillard sont situées à 80 m du bâtiment A et sont regroupées le long du chemin qui traverse le vallon; à Lai Coiratte, la sépulture a été implantée au sud des vestiges de l'atelier métallurgique; à Combe Varu, où aucun vestige d'habitat du Haut Moyen Age n'a été découvert dans la zone fouillée et où l'espace semble strictement réservé au monde funéraire, la disposition des sépultures le long d'une voie de passage est fortement suggérée par l'orientation sud-est/nord-ouest adoptée par la plupart d'entre elles. De quel habitat dépendent donc ces deux derniers groupes? Archéologie et anthropologie peinent à répondre à cette question. Non seulement il n'est guère possible de mesurer le degré d'interaction entre communautés qui pousse leurs membres à se faire inhumer avec tel ou tel groupe, mais en plus les limites territoriales ne sont pas connues. Les tombes de Combe Varu se trouvent à équidistance de Chevenez et de Courtedoux-Creugenat et l'inhumation triple de Lai Coiratte est plus proche de Courtedoux-Creugenat (875 m) que de Chevenez (1650 m). La topographie des lieux, si elle peut servir d'indice, incite à relier ces deux groupes funéraires, placés dans le prolongement de la vallée de Haute Ajoie en aval de Chevenez, avec ce dernier site plutôt qu'avec celui du Creugenat, qui se trouve au-delà du coude formé par la vallée, derrière une cluse. La limite communale actuelle qui passe d'ailleurs par cet étranglement de la vallée, au niveau de l'estavelle du Creugenat, est peut-être l'héritière d'un finage plus ancien dont malheureusement nous ne savons rien.

7.5 Les réseaux d'échanges

Emmanuelle Evéquoz

Au terme de cette étude, le dernier point à aborder est celui des réseaux d'échanges perceptibles à travers le mobilier archéologique de Lai Coiratte, de Combe En Vaillard et, dans une moindre mesure, de Combe Varu. Malgré sa faible étendue, ce corpus mobilier reste l'une des principales sources d'information.

Tout d'abord, à Lai Coiratte, des objets métalliques – le rasoir, le ferret damasquiné à décor géométrique bichrome, de même que les boucles d'oreille portées par la femme inhumée – sont largement répandus dans les sites du nord de la Suisse et du sud de l'Allemagne. Les éléments composant la ceinture tripartite de Combe Varu et le bouton de scramasaxe de Combe En Vaillard apparaissent de manière récurrente en Suisse occidentale.

Ensuite, il est frappant de constater, pour le Haut Moyen Age, qu'aucun lieu de production de céramique n'est actuellement identifié en Ajoie. L'étude des argiles effectuée à Lai Coiratte et à Combe En Vaillard par G. Thierrin-Michael et U. Babey a mis en évidence plusieurs groupes exogènes (chap. 3.11.1 et 5.3.1). Si certaines pièces en pâte orange semblent provenir de la vallée de Delémont, voire de la périphérie bâloise selon les découvertes récemment effectuées à Pratteln (Marti et Fischer 2011), d'autres sont assurément des productions des ateliers de la région de Sevrej en Bourgogne. En outre, plusieurs fragments en pâte sableuse attestent de la diffusion des productions bâloises et quelques individus en pâtes claires ou micacées sont à mettre en relation avec les fabrications alsaciennes (chap. 3.11.1). Ces observations concordent avec les données recueillies à Develier-Courtételle (Marti et al. 2006, p. 112-113).

Les éventuels liens entre l'atelier métallurgique de Lai Coiratte et l'habitat de Courtedoux-Creugenat sont à préciser. L'interaction entre les ateliers ajoulots et ceux de la vallée de Delémont, en particulier Boécourt-Les Boulies et Develier-Courtételle, doivent être étudiés (Eschenlohr et Senn, à paraître). Il s'agira notamment de mettre en lumière une possible appartenance de pièces métalliques trouvées en Ajoie au groupe de référence du métal d'origine locale défini à Develier-Courtételle. Ceci sera possible grâce à l'analyse comparative de la qualité du métal décelé dans les déchets et dans des objets métalliques.

Les approvisionnements en matériaux lithiques restent plus difficiles à appréhender. En effet, si les fragments de meules en brèche rouge de Schweigmatt découverts à Combe En Vaillard ont pu être attribués à l'occupation développée sur le site au Second âge du Fer, ceux de Lai Coiratte indiquent-ils la poursuite des exploitations attestées à la fin du Second âge du Fer et durant la période romaine? Ou sont-ils les témoins privilégiés de la récupération opportuniste des matériaux par les Mérovingiens? Bien que cette particularité ait déjà été notée à Develier-Courtételle (Marti et al. 2006), les informations actuelles s'avèrent encore trop ténues pour permettre de répondre à cette question. En revanche, les outils lithiques en grès feldspathique mis au jour à Lai Coiratte et à Combe En Vaillard (ainsi qu'à Courtedoux-Creugenat;

Deslex et al., à paraître), témoignent des contacts établis avec les Vosges et le Pays belfortain. Très peu représentés à Develier-Courtételle, ils pourraient constituer un indice quant à l'existence de voies d'approvisionnement géographiquement et topographiquement plus spécifiques à l'Ajoie. Par ailleurs, la découverte, à Lai Coiratte et à Combe En Vaillard, de vaisselle en pierre ollaire témoigne des contacts commerciaux, directs ou non, établis avec les régions alpines. La mise au jour de tels récipients renvoie, en particulier pour Lai Coiratte, à la problématique du statut économique des artisans du feu (Billoin 2003 et 2008; Aubry-Voirin 2008), ce que refléteraient aussi la qualité de la verrerie et la prédominance de la céramique fine découvertes à proximité des structures artisanales.

En outre, la question déjà évoquée du statut économique de la Haute Ajoie durant le Haut Moyen Age réapparaît, pour la seconde phase d'occupation du site, dans l'état sanitaire de l'homme inhumé au sein de la sépulture triple. En effet, selon les analyses paléoparasitologiques, celui-ci avait été contaminé par le ténia. Or, la présence de ce parasite, imputable à la consommation de nourriture carnée (bœuf ou porc) insuffisamment cuite, est plus caractéristique des couches sociales supérieures (chap. 6.8). Par conséquent, sans pour autant affirmer que les inhumés de Lai Coiratte sont des nobles locaux, il est intéressant de souligner qu'ils ont été ensevelis à l'écart des deux ensembles funéraires voisins: Combe Varu et Combe En Vaillard, peut-être en partie contemporains, et de surcroît qu'ils ont été réunis dans une même fosse funéraire.

Au final, le réseau d'échanges, après une période de rupture durant l'Antiquité tardive, paraît se renouveler progressivement à la période mérovingienne. La situation géographique et topographique des sites de Chevez favorise leurs contacts tant avec les royaumes de Neustrie et de Bourgogne que d'Austrasie (Steiner 2005, p. 47; Fellner et Schenardi 2007, p. 120-121). Les données disponibles à l'heure actuelle sont encore trop lacunaires pour permettre la reconstitution des voies commerciales de la première moitié du 7^e siècle. Toutefois, l'accès aux marchandises alpines, bourguignonnes, alsaciennes ou en provenance du sud de l'Allemagne était sans doute possible par l'utilisation du Doubs et du Rhin comme voies fluviales. A partir de Besançon et de Bâle, ces marchandises ont probablement emprunté les voies terrestres déjà en fonction durant la période romaine (Windler 2005b, p. 361-362).

Notes

- 1 La forge laténienne de Chevez-En Vaillard en est le témoin le plus proche (Deslex et al. 2010, p. 61-64), les résidus de Chevez-Combe Varu sont moins évidents à dater, mais peut-être liés à ceux de Combe En Vaillard (Deslex et al. 2010, p. 108) et, enfin, les déchets de forge d'Alle-Noir Bois sont antérieurs, bien que datant toujours du Second âge du Fer, et également très ténus (Masserey et al. 2008, p. 139-140).
- 2 Porrentruy-Voyeboeuf (Borgeaud, Paupe et al. 1996) et Porrentruy-La Rasse (Demarez 2003).
- 3 Ce district productif a fait l'objet de recherches intensives au cours des 20 dernières années (Eschenlohr 2001; Eschenlohr et al. 2007).
- 4 Ceci se fera par le biais d'une étude comparative de la qualité du métal décelé dans les déchets (chap. 3.9.2) et dans des objets ou fragments d'objets.
- 5 Lieu d'extraction du minerai en surface en forme de cuvette plus ou moins profonde.
- 6 S'ajoute aux difficultés énumérées celle d'un phénomène très humain, à savoir que plus il y a de vestiges dans un secteur donné, plus on y porte son attention; de manière corollaire, moins il y a de vestiges, en périphérie d'un district médiéval très riche, moins on est amené à investir en recherche.
- 7 Les données disponibles ne permettent guère d'être plus précis: le volume de déchets initial reste incertain et tous les calculs qui en découlent le sont encore davantage.

Annexe 1 – Analyses chimiques globales par WD-XRF et XRD

Urs Gfeller et Peter Lienemann (Empa-Dübendorf, Laboratoire de chimie du solide et analyses)

Inv.	19001-19003	11708-19000	14396	19006	19005	19004	12954	12830	12825	14589	15564	12011	12050	14501	14488	11819	15819	11998	11660	16631	15913	13289	16293	
Année	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	
Lieu	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	
Ech.	CHE 1	CHE 2	CHE 3	CHE 4	CHE 5	CHE 6	CHE 8	CHE 10	CHE 11	CHE 14	CHE 15	CHE 16	CHE 17	CHE 18	CHE 19	CHE 20	CHE 21	CHE 23	CHE 24	CHE 25	CHE 26	CHE 27	CHE 28	
Cat.	1	2	3	4	5	6	7	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	
Type	pisolithe							minerai		scorie coulée				scorie poreuse				scorie interne						
Couleur	brun	rouge	brun	brun-noir	brun	rouge-brun	forte rouille	aimentée		SGD				gris moyen				gris clair, bleuâtre						
g/100g (% masse)																								
SiO ₂	8,5	6,1	7,2	7	6,9	9,1	13	5,8	3,5	26	17	27	20	31	21	28	28	55	27	18	24	23	25	
TiO ₂	0,28	0,41	0,42	0,39	0,29	0,4	0,48	0,05	0,03	0,75	0,49	0,76	0,55	0,78	0,58	0,63	0,7	0,74	0,62	0,25	0,67	0,37	0,39	
Al ₂ O ₃	7,4	7	7,6	6,8	5,8	8,4	9,5	1	0,53	13	8,6	15	10	14	11	12	13	10	12	4,9	11	6,8	7,1	
Fe ₂ O ₃	82	85	84	85	84	81	75	91	94	56	70	53	65	50	64	56	51	22	57	70	61	66	63	
MnO	0,12	0,26	0,03	0,03	0,22	0,2	0,04	0,03	0,09	0,11	0,34	0,52	0,42	0,61	0,42	0,34	0,45	0,15	0,47	0,1	0,1	0,11	0,13	
MgO	< 0,05	< 0,05	0,11	0,1	0,06	< 0,05	0,23	0,09	0,11	0,54	0,2	0,31	0,27	0,39	0,25	0,37	0,4	1,1	0,28	0,26	0,37	0,39	0,44	
CaO	0,17	0,24	0,13	0,15	0,21	0,23	0,26	0,3	0,21	1,3	1,3	2,4	1,3	1,3	1,8	1,2	3,6	5	1,3	3,4	1,3	1,7	1,9	
Na ₂ O	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,43	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
K ₂ O	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,15	0,09	0,04	1	0,45	0,83	0,71	0,74	0,63	0,93	1,6	4,1	0,76	1,8	6,1	0,77	0,86	
P ₂ O ₅	0,8	0,54	0,16	0,29	1,7	0,52	0,48	0,46	0,23	0,21	0,61	0,26	0,63	0,48	0,69	0,52	0,83	0,39	0,68	0,4	0,28	0,43	0,37	
SO ₃	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,03	< 0,005	0,02	0,008	0,03	0,02	0,02	< 0,005	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04	
Zr	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	< 0,005	< 0,005	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,02	
Y	0,009	0,009	0,008	0,008	0,006	0,008	0,01	< 0,005	< 0,005	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,005	0,01	< 0,005	0,02	0,005	0,006	0,006	
Sr	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Rb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Ba	< 0,005	0,02	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,02	0,03	0,04	0,03	0,05	0,02	0,03	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
V	0,07	0,05	0,08	0,08	0,08	0,04	0,1	0,02	0,04	0,14	0,05	0,09	0,06	0,08	0,09	0,06	0,09	0,009	0,07	0,02	0,11	0,08	0,08	
As	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	< 0,005	0,02	0,07	0,08	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Zn	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,04	0,03	< 0,005	0,009	0,005	0,009	0,006	0,006	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Cu	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Ni	0,007	0,02	< 0,005	0,01	0,02	0,01	0,008	0,2	0,19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Cr	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,06	< 0,005	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,008	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	
Co	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Mo	0,009	0,009	0,01	0,01	0,005	0,01	0,01	0,02	0,02	0,009	0,01	0,01	0,006	0,006	0,01	0,007	0,008	< 0,005	< 0,005	0,01	0,008	0,01	0,01	
Somme	99	100	100	100	99	100	99	99	99	99	99	100	99	100	101	100	100	99	100	99	100	100	99	
PAF 975°C	12,5	4,9	12,7	-1	13,3	5,7	4	1,5	1,4	-4,3	-5,8	-1	-5,1	-2,6	-5,1	-3,7	-3,5	-6,4	-4	-6	-4,5	-5,5	-3,4	
Si	4,0	2,9	3,4	3,3	3,2	4,3	6,1	2,7	1,6	12	8	13	9	14	10	13	13	26	13	8,4	11	11	12	
Al	3,9	3,7	4,0	3,6	3,1	4,4	5,0	0,53	0,28	6,9	4,6	7,9	5,3	7,4	5,8	6,4	6,9	5,3	6,4	2,6	5,8	3,6	3,8	
Fe	57	59	59	59	59	57	52	64	66	39	49	37	45	35	45	39	36	15	40	49	43	46	44	
Si/Al	1,0	0,8	0,8	0,9	1,1	1,0	1,2	5,1	5,8	1,8	1,7	1,6	1,8	2,0	1,7	2,1	1,9	4,9	2,0	3,2	1,9	3,0	3,1	
V/Cr	3,5	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	3,3	-	4,7	2,5	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	1,1	3,5	2,0	5,5	4,0	4,0	
Phase minérale (DRX)	goethite	hémaitite	goethite	magnétite	goethite	hémaitite	magnétite, goethite, hercynite, lépidocrocite	magnétite	magnétite	fayalite hercynite	fayalite hercynite	fayalite hercynite	fayalite hercynite	fayalite hercynite	«fayalite hercynite»	«fayalite hercynite»	«fayalite hercynite»	«fayalite hercynite»	«quartz magnétite»	fayalite hercynite	«fayalite wüstite»	fayalite hercynite	fayalite hercynite	«fayalite hercynite»

Inv.	17361	17362	9684	9758	10950	11287	11353	11669	11697	13405	11662	11694	11424	11681	11671	16386	16473	11675	13559	11678	15772	17338	17355	17356	17357																			
Année	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002																			
Lieu	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO	CHE-CO																			
Ech.	CHE 54	CHE 55	CHE 58	CHE 59	CHE 60	CHE 29	CHE 30	CHE 31	CHE 32	CHE 37	CHE 38	CHE 39	CHE 40	CHE 41	CHE 42	CHE 43	CHE 44	CHE 33	CHE 34	CHE 35	CHE 36	CHE 45	CHE 47	CHE 48	CHE 49																			
Cat.	27	28	29	30	31	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	56	57	58	59																			
Type	paroi de bas fourneau				AP					DC					VI				CI					paroi de bas foyer																				
Couleur	gris		gris scoriifié		gris		gris		gris sombre		gris sombre		gris clair		gris sombre		gris sombre		gris sombre		gris clair		gris clair		gris clair		gris clair		gris moyen		gris sombre		gris moyen		gris clair		orange à gris		violet-orange		orange à gris		rouge	
g/100g (% masse)																																												
SiO ₂	67	68	68	69	67	16	16	20	20	19	19	16	14	30	25	22	40	19	17	21	22	63	70	71	67																			
TiO ₂	1	1	0,97	1	0,97	0,19	0,2	0,29	0,26	0,27	0,34	0,24	0,2	0,43	0,34	0,31	0,55	0,25	0,23	0,32	0,29	0,87	0,9	0,92	0,9																			
Al ₂ O ₃	16	15	14	15	14	3,7	3,4	3,6	5	4,4	5,8	4,1	3,2	6,4	5,9	5,2	7,9	4,8	3,9	5,6	5,6	12	13	11	12																			
Fe ₂ O ₃	9,2	9,1	11	9,4	12	7,6	7,6	7,3	6,8	7,1	7,1	7,7	7,9	5,3	6,1	6,5	4,2	7,0	7,2	6,6	6,5	16	9,1	8,9	11																			
MnO	0,16	0,15	0,16	0,17	0,14	0,06	0,07	0,05	0,06	0,05	0,07	0,11	0,04	0,14	0,09	0,08	0,12	0,06	0,07	0,07	0,08	0,16	0,17	0,16	0,17																			
MgO	1,5	1,4	1,3	1,4	1,3	0,26	0,35	0,27	0,35	0,36	0,29	0,26	0,26	0,54	0,37	0,34	0,74	0,33	0,39	0,29	0,36	1,2	1,2	1,1	1,2																			
CaO	0,83	0,75	1,1</																																									

Annexe 2 – Tableau regroupant les calottes provenant du bas foyer 1 (conservation de 50% ou plus)

N° cantonal	N° terrain	Type	Nb	Conservation (%)	Poids (g)	Poids estimé (g)	Interprétation
CHE 002/11669 CO	50	Aplatie	1	90	180	200	forgeage
CHE 002/11680 CO	61	Aplatie	1	75	200	267	épuration finale et compactage
CHE 002/11724 CO	81	Bourrelet	1	75	170	227	
CHE 002/11672 CO	53	Bulbe	1	100	770	770	
CHE 002/11675 CO	56	Circulaire	1	90	1500	1667	épuration
CHE 002/11678 CO	59	Circulaire	1	90	1290	1433	épuration
CHE 002/11679 CO	60	Circulaire	1	90	1400	1556	
CHE 002/11666 CO	47	Concave	1	65	570	877	
CHE 002/16842 CO	10	Convexe	1	65	530	815	
CHE 002/11662 CO	43	Déchiquetée	1	90	150	167	épuration
CHE 002/11684 CO	65	Déchiquetée	1	80	170	213	
CHE 002/11687 CO	68	Déchiquetée	1	60	140	233	
CHE 002/11690 CO	71	Déchiquetée	1	90	110	122	
CHE 002/11691 CO	72	Déchiquetée	1	80	220	275	
CHE 002/11692 CO	73	Déchiquetée	1	65	100	154	
CHE 002/11694 CO	75	Déchiquetée	1	90	140	156	épuration
CHE 002/11719 CO	76	Fluide	1	90	240	267	
CHE 002/11783 CO	118	Non classée	1	50	280	560	
CHE 002/11786 CO	121	Non classée	1	80	140	175	
CHE 002/16843 CO	11	Non classée	1	100	4720	4720	
CHE 002/11676 CO	57	Quille	1	50	630	1260	
CHE 002/11752 CO	85	SAS	1	65	50	77	
CHE 002/11753 CO	86	SAS	1	65	55	85	
CHE 002/11777 CO	110	SAS	1	65	75	115	
CHE 002/11784 CO	119	SAS	1	100	90	90	
CHE 002/11785 CO	120	SAS	1	90	80	89	
CHE 002/11787 CO	122	SAS	1	100	55	55	
CHE 002/11664 CO	45	Vitrifiée	1	90	110	122	
CHE 002/11665 CO	46	Vitrifiée	1	90	1430	1589	
CHE 002/11671 CO	52	Vitrifiée	1	100	130	130	épuration finale et forgeage
CHE 002/11681 CO	62	Vitrifiée	1	75	100	133	épuration finale et forgeage
CHE 002/11682 CO	63	Vitrifiée	1	90	290	322	
CHE 002/11685 CO	66	Vitrifiée	1	100	90	90	
CHE 002/11693 CO	74	Vitrifiée	1	90	210	233	
Total			34		16415	19243	
Moyenne				82	483	566	

Annexe 3 – Analyses du métal par LA-ICP-MS

Marianne Senn et Adrian Wichser (Empa-Dübendorf, Laboratoire de chimie analytique)

Cat. Type	N° analyse	C* masse	Médiane mg/kg													RSD - écart type %													Limite de détection mg/kg																		
			Ni/Co	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W	Ni/Co	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W	
33 calotte	CHE11680	0-0,8	1,8	<	<	<	<	<	560	1000	200	1300	200	<	20	<	5								2	6	10	32	54	22	-	11	27	32	226	6	243	4	23	24	73	7	4	6	2		
50 calotte?	CHE11361	0,2	2,1	<	<	<	<	<	3000	650	1400	300	800	170	<	30	5	8						37	5	8	14	44	12	18	25	11	35	35	204	5	227	4	35	17	79	4	3	6	1		
51 scorie ferrugineuse	CHE13464	0,4-2	2,3	<	<	<	<	<	800	370	800	180	300	30	<	20	<	2						154	9	10	10	20	33	11	-	9	30	12	72	3	560	1	8	7	25	2	2	2	1		
52 scorie ferrugineuse	CHE13262	1,8	2,4	<	<	<	<	7	700	250	620	130	400	20	<	20	3	3						21	91	2	4	3	17	33	7	13	7	25	9	56	2	362	1	4	6	15	1	1	1	1	
53 scorie ferrugineuse	CHE11378a	0,02	2,4	<	<	<	<	6	2500	370	910	190	500	40	<	20	2	4						63	24	4	5	2	44	33	16	20	9	14	11	63	2	490	1	6	8	20	2	2	2	1	
54 scorie ferrugineuse	CHE11378b-1	0,02	5,3	<	<	<	<	<	2000	370	2000	170	2500	140	<	40	<	5						51	16	19	12	25	23	18	99	12	29	35	219	6	238	4	27	17	81	7	3	5	1		
54 scorie ferrugineuse	CHE11378b-2	0,2-0,8	5,1	<	<	<	<	<	1000	470	2300	160	2000	1800	<	30	3																														
55 scorie ferrugineuse	CHE11281	0,2	2,2	<	<	<	<	10	3000	420	920	140	300	30	<	20	<	3						40	90	3	4	9	34	13	12	-	11	29	34	197	6	224	3	30	20	67	5	4	6	2	

*contenu en carbone estimé par métallographie

Annexe 4 – Analyses chimiques globales MEB/EDS

Marianne Senn (Empa-Dübendorf, Laboratoire de chimie analytique)

Cat.	32	32	32	32	33	33	33	33	33	33	33	50	50	50	50	50	51	51	51	51
Lieu analyse	scorie								inclusion dans le métal								scorie			
Qualité	fayalitique			moyenne	wustite et fayalite			moyenne	-		moyenne	fayalitique				moyenne	wustite (fayalite)			moyenne
N° inventaire	11167	11167	11167		11680	11680	11680		11680	11680		11680	11361	11361	11361		11361	13464	13464	
N° analyse	51	57	58	51	52	53	55	57	51	52	53	54	54	54	54	51	54	55		
g/100g (% masse)																				
Na ₂ O	0,6	<0,5	0,7	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	0,6	0,8	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
MgO	0,8	0,8	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	0,7	0,9	0,7	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Al ₂ O ₃	6,8	5,8	6,5	6,4	6,3	6,5	6,0	6,3	7,4	6,3	6,9	8,0	8,2	8,0	7,7	8,0	4,1	5,2	6,9	5,4
SiO ₂	36	36	35	36	26	26	29	27	31	28	30	42	43	41	41	42	11	14	20	15
P ₂ O ₅	<0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	0,6	1,0	0,8	1,1	0,7	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,7	2	3,2	2,3
K ₂ O	1,5	1,9	1,9	1,8	1,3	1,3	1,4	1,3	1,8	1,5	1,7	2,8	3,0	2,5	2,7	2,8	<0,5	<0,5	1,0	<0,5
CaO	4,2	4,9	5,1	4,7	5,5	5,2	5,8	5,5	6,6	5,8	6,2	4,8	4,8	4,4	4,7	4,7	0,9	0,9	1,9	1,2
TiO ₂	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	0,6	0,6	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
MnO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
FeO	55	49	48	51	60	62	58	60	53	58	56	44	42	46	45	44	87	82	73	81
Total	105	99	98	101	100	102	101	101	102	101	101	104	102	103	102	103	105	104	106	105
Si	16	17	17	17	12	12	13	13	14	13	14	19	20	19	19	19	5	6	9	6,7
Al	3,4	3,1	3,5	3,3	3,3	3,4	3,1	3,3	3,8	3,3	3,6	4,1	4,2	4,1	4,0	4,1	2,1	2,6	3,4	2,7
Fe	41	38	38	39	47	47	45	46	40	45	43	33	32	35	34	33	65	61	54	60
Si/Al	4,7	5,5	4,8	5,0	3,6	3,5	4,3	3,8	3,7	3,9	3,8	4,6	4,6	4,5	4,7	4,6	2,4	2,4	2,6	2,4
Fe ₂ O ₃				56				67			62				49					90

Cat.	52	52	52	52	52	53	53	53	53	53	54	54	54	54
Lieu analyse	scorie					inclusion dans le métal								
Qualité	verre		moyenne	wustite	wustite et fayalite				moyenne	fayalite			moyenne	
N° inventaire	13262	13262		13262	13262	11378a	11378a	11378a		11378a	11378b	11378b		11378b
N° analyse	51	52	53	54	51	52	53	56	51	53	54			
g/100g (% masse)														
Na ₂ O	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	0,6	1,1	0,8
MgO	1,6	1,7	1,7	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Al ₂ O ₃	10	11	11	2,4	1,3	8,0	8,1	8,4	7,3	8,0	9,8	8,1	7,2	8,4
SiO ₂	55	55	55	6,5	6,7	24	24	26	22	24	40	34	33	36
P ₂ O ₅	<0,5	<0,5	<0,5	1,6	3,4	1,2	0,9	1,2	1,0	1,1	1,1	0,9	0,7	0,9
K ₂ O	3,1	3,4	3,3	<0,5	<0,5	0,9	1,1	1,3	1,1	1,1	3,1	2,5	2,2	2,6
CaO	24	24	24	0,7	2,8	3,1	3,3	3,9	3,3	3,4	4,0	3,6	3,9	3,8
TiO ₂	0,7	0,7	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
MnO	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
FeO	10	11	11	94	90	68	68	68	59	66	48	44	47	46
Total	104	107	106	105	105	105	105	109	94	103	107	94	96	99
Si	25	24	24	2,9	3,0	11	11	11	11	11	17	17	16	17
Al	5,1	5,5	5,3	1,2	0,7	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,8	4,5	4,0	4,5
Fe	7,4	8,0	7,7	69	67	50	50	49	49	49	35	36	38	36
Si/Al	4,9	4,4	4,6	2,4	4,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,7	3,6	3,7	4,0	3,8
Fe ₂ O ₃				12	104	100				73				51

Annexe 5 – Tableau regroupant les 154 calottes classées (conservation de 50% ou plus)

Inv.	Cat.	Type	L.	I.	Ep.	Cons.	Poids	Est.	A	D	Int.
CHE 002/11097 CO		AP	11,4	9,3	3,4	85	310	365		2,6	
CHE 002/11126 CO		AP	8,7	5,9	3,8	65	230	354		3,3	
CHE 002/11167 CO	32	AP	6,8	6,2	2,3	80	120	150	*	2,8	c
CHE 002/11200 CO		AP	9,1	6,7	2,6	60	140	233			
CHE 002/11287 CO	34	AP	9,8	10,5	3,3	80	430	538	*	2,9	é - f
CHE 002/11353 CO	35	AP	9,7	9,1	3,1	65	370	569	*	3,0	é - f
CHE 002/11377 CO		AP	10,0	10,6	4,0	80	460	575			
CHE 002/11634 CO		AP	6,3	8,0	3,0	80	200	250			
CHE 002/11669 CO	36	AP	10,8	7,5	2,5	90	180	200	*	2,8	f
CHE 002/11680 CO	33	AP	8,1	6,2	3,2	75	200	267	*	3,0	é / c
CHE 002/11697 CO	37	AP	11,7	9,4	3,2	80	420	525	*	2,8	é
CHE 002/13644 CO		AP	5,7	7,8	2,8	90	90	100		3,0	
CHE 002/11025 CO		BO	10,9	13,3	6,1	65	910	1400			
CHE 002/11115 CO		BO	13,5	8,7	5,4	75	670	893			
CHE 002/11172 CO		BO	9,2	12,3	4,7	80	530	663			
CHE 002/11178 CO		BO	14,7	12,5	6,7	75	840	1120			
CHE 002/11219 CO		BO	7,9	10,8	4,5	65	330	508			
CHE 002/11328 CO		BO	7,8	12,1	6,4	100	600	600			
CHE 002/11330 CO		BO	18,2	17,0	7,3	80	2390	2988			
CHE 002/11626 CO		BO	13,0	14,9	6,0	90	1020	1133			
CHE 002/11640 CO		BO	6,9	9,7	4,5	60	250	417			
CHE 002/11718 CO		BO	11,9	12,5	5,5	65	560	862			
CHE 002/11724 CO		BO	6,5	5,5	4,9	75	170	227			
CHE 002/13664 CO		BO	12,4	12,1	6,2	90	580	644			
CHE 002/16254 CO		BO	8,2	9,7	5,3	65	340	523			
CHE 002/16710 CO		BO	9,1	8,9	3,0	60	240	400			
CHE 002/16801 CO		BO	9,6	9,9	3,8	80	250	313			
CHE 001/4195 CO		BU	16,6	13,6	9,6	85	1340	1576		2,7	
CHE 001/4429 CO		BU	12,2	11,4	7,0	70	700	1000		2,4	
CHE 002/11672 CO		BU	12,4	11,0	6,1	100	770	770		2,3	
CHE 001/4604 CO		CH	8,2	8,4	5,0	75	260	347			
CHE 002/11481 CO		CH	10,9	11,4	6,7	100	520	520			
CHE 002/15791 CO		CH	9,6	10,7	6,3	50	490	980			
CHE 002/16717 CO		CH	10,2	12,2	7,1	75	620	827			
CHE 002/16762 CO		CH	8,4	11,0	5,1	60	320	533			
CHE 002/11165 CO		CI	12,5	12,4	6,1	90	1310	1456		2,8	
CHE 002/11169 CO		CI	13,0	14,5	6,4	100	1500	1500		2,9	
CHE 002/11675 CO	46	CI	15,3	14,1	7,3	90	1500	1667	*	2,7	é
CHE 002/11678 CO	48	CI	15,1	12,5	6,9	90	1290	1433	*	2,9	é
CHE 002/11679 CO		CI	17,0	16,0	6,0	90	1400	1556			
CHE 002/13559 CO	47	CI	13,9	13,0	4,9	100	950	950	*	3,0	é - f
CHE 002/15772 CO	49	CI	12,9	15,7	6,1	60	1000	1667	*	2,4	é
CHE 000/411 CO		CO	13,3	10,7	4,1	65	470	723			
CHE 002/11163 CO		CO	10,4	10,0	3,5	75	280	373			
CHE 002/11233 CO		CO	13,6	10,3	6,0	80	1140	1425			
CHE 002/11647 CO		CO	11,5	8,9	2,6	65	170	262			
CHE 002/11657 CO		CO	11,0	11,0	4,9	60	440	733			
CHE 002/11666 CO		CO	9,4	10,4	6,0	65	570	877			
CHE 002/11713 CO		CO	10,9	12,9	5,3	80	600	750			
CHE 002/13371 CO		CO	11,0	9,3	5,2	65	460	708			
CHE 002/16010 CO		CO	14,0	9,1	8,4	65	960	1477			
CHE 002/16550 CO		CO	5,8	7,2	3,6	65	150	231			
CHE 002/16842 CO		CX	10,7	9,9	6,2	65	530	815			
CHE 002/11424 CO	41	DC	9,1	6,2	3,1	70	135	193	*	2,6	é - f
CHE 002/11636 CO		DC	9,3	6,1	4,6	80	140	175			
CHE 002/11662 CO	39	DC	10,1	7,8	3,0	90	150	167	*	2,7	é
CHE 002/11684 CO		DC	6,0	9,3	3,7	80	170	213		2,6	
CHE 002/11690 CO		DC	7,0	4,8	2,9	90	110	122		3,1	
CHE 002/11691 CO		DC	7,7	10,0	3,6	80	220	275		2,4	
CHE 002/11692 CO		DC	5,4	7,0	4,3	65	100	154		2,6	
CHE 002/11694 CO	40	DC	6,6	6,1	4,0	90	140	156	*	2,8	é
CHE 002/11702 CO		DC	15,4	12,2	5,0	75	680	907		2,6	
CHE 002/13405 CO	38	DC	7,3	8,5	3,6	100	150	150	*	2,7	é - f
CHE 002/14299 CO		DC	9,0	7,2	4,0	95	160	168		1,9	
CHE 002/14932 CO		DC	6,4	5,3	3,4	75	100	133			
CHE 002/16484 CO		DC	7,6	6,0	3,0	65	90	138			
CHE 002/16507 CO		DC	7,2	8,4	3,4	80	170	213			
CHE 001/4505 CO		FL	8,0	10,9	4,7	65	470	723			
CHE 002/11168 CO		FL	6,9	8,8	2,5	65	140	215			
CHE 002/11709 CO		FL	12,2	10,6	4,0	60	630	1050			
CHE 002/11717 CO		FL	6,1	10,9	5,0	90	180	200			
CHE 002/11719 CO		FL	6,6	9,8	2,7	90	240	267			
CHE 002/13828 CO		FL	9,3	4,5	3,1	75	120	160			
CHE 002/15986 CO		FL	8,7	7,9	3,0	65	190	292			
CHE 002/16861 CO		FL	7,3	5,8	4,0	75	140	187			
CHE 000/141 CO		NC	12,7	11,7	8,0	65	730	1123			
CHE 000/205 CO		NC	7,7	5,4	2,3	100	75	75			
CHE 000/217 CO		NC	6,8	5,3	2,2	90	85	94			
CHE 000/633 CO		NC	7,2	8,5	3,2	50	190	380			
CHE 001/4009 CO		NC	5,5	6,0	2,7	60	100	167			
CHE 002/11012 CO		NC	6,8	5,9	4,3	90	180	200			
CHE 002/11026 CO		NC	9,8	8,4	3,0	60	230	383			
CHE 002/11127 CO		NC	8,0	9,3	2,5	65	190	292			
CHE 002/11141 CO		NC	16,6	14,9	6,3	75	1310	1747			
CHE 002/11156 CO		NC	8,6	7,1	6,7	60	280	467			
CHE 002/11174 CO		NC	4,6	6,1	2,2	100	50	50			
CHE 002/11175 CO		NC	11,3	8,4	3,6	60	360	600			
CHE 002/11201 CO		NC	8,3	9,1	3,1	60	190	317			
CHE 002/11218 CO		NC	7,7	10,5	4,0	75	290	387			
CHE 002/11409 CO		NC	7,5	6,7	2,8	90	160	178			
CHE 002/11469 CO		NC	10,1	9,1	6,5	60	330	550			
CHE 002/11477 CO		NC	16,3	16,0	4,0	65	1120	1223			
CHE 002/11511 CO		NC	6,9	7,6	4,3	75	250	333			
CHE 002/11587 CO		NC	5,8	8,2	3,4	90	120	133			
CHE 002/11783 CO		NC	10,9	6,9	4,4	50	280	560			
CHE 002/11786 CO		NC	7,5	6,1	3,7	80	140	175			
CHE 002/12867 CO		NC	8,3	6,3	2,6	65	160	246			
CHE 002/12869 CO		NC	6,5	5,5	3,0	75	80	107			
CHE 002/12870 CO		NC	6,6	4,7	4,3	75	100	133			
CHE 002/12916 CO		NC	8,5	7,3	4,9	75	210	280			
CHE 002/13621 CO		NC	5,9	7,8	4,0	60	150	250			
CHE 002/13648 CO		NC	4,8	6,5	2,9	75	100	133			
CHE 002/13894 CO		NC	7,1	5,3	2,6	65	90	138			
CHE 002/14227 CO		NC	10,0	7,9	3,9	75	300	400			
CHE 002/14243 CO		NC	8,0	9,2	4,8	50	240	480			
CHE 002/14378 CO		NC	5,1	5,7	1,6	90	50	56			
CHE 002/14469 CO		NC	9,3	6,3	2,5	65	110	169			
CHE 002/14540 CO		NC	10,1	7,2	5,2	65	370	569			
CHE 002/14599 CO		NC	4,6	4,9	2,5	90	60	67			
CHE 002/15636 CO		NC	11,1	13,4	6,3	50	1200	2400			
CHE 002/15809 CO		NC	5,1	4,5	2,7	75	50	67			
CHE 002/15842 CO		NC	7,4	6,0	3,0	85	130	153			
CHE 002/15955 CO		NC	5,5	7,7	3,1	75	90	120			
CHE 002/16013 CO		NC	7,5	5,8	2,2	55	100	182			
CHE 002/16352 CO		NC	7,1	4,6	2,7	80	65	81			
CHE 002/16493 CO		NC	6,8	7,2	3,0	65	220	338			
CHE 002/16513 CO		NC	9,4	6,7	4,8	60	350	583			
CHE 002/16720 CO		NC	11,5	9,2	3,6	65	400	615			
CHE 002/16843 CO		NC	26,5	21,0	12,0	100	4720	4720			
CHE 002/11370 CO		QU	10,6	8,1	5,8	50	230	460			
CHE 002/11651 CO		QU	10,4	11,0	5,3	90	360	400			
CHE 002/11676 CO		QU	11,3	6,5	7,2	50	630	1260			
CHE 002/13565 CO		QU	13,8	10,2	6,8	75	330	440			
CHE 002/11752 CO		SAS	6,2	6,3	2,8	65	50	77			
CHE 002/11753 CO		SAS	6,4	6,0	3,0	65	55	85			
CHE 002/11777 CO		SAS	5,9	7,0	2,4	65	75	115			2,3
CHE 002/11784 CO		SAS	7,7	5,1	3,1	100	90	90			2,2
CHE 002/11785 CO		SAS	8,2	5,4	3,6	90	80	89			2,0
CHE 002/11787 CO		SAS	6,3	6,3	3,2	100	55	55			
CHE 002/12868 CO		SAS	7,7	6,3	4,2	65	110	169			1,5
CHE 0											

Annexe 7 – Pétrographie du matériel de mouture et des autres artefacts lithiques

Denis Aubry

Introduction

Roches et pétrographie

La pétrographie est la science ayant pour objet la description des roches et l'analyse de leurs caractères structuraux, minéralogiques et chimiques ; elle se distingue de la pétrologie, discipline qui met l'accent sur les mécanismes de genèse, de mise en place et d'altération des roches décrites par la pétrographie.

La présente étude a pour objet la définition de la nature pétrographique, c'est-à-dire littéralement « dessin des pierres », des roches, autres que le silex, récoltées dans les couches archéologiques reconnues sur le site de Chevenez-Lai Coiratte. Cela a permis de distinguer quelques faciès pétrographiques définis dans de précédentes études régionales (Rebmann 2008). Elle se fait selon un schéma descriptif macroscopique qui se base sur l'observation à la loupe binoculaire Leica MZ et se réfère à des études réalisées en Ajoie sur d'autres sites archéologiques ainsi qu'aux données de la littérature (Mottana et al. 1981 ; Foucault et Raoult 2005 ; Cailleux et Chavan 1984). Elle a aussi pour objet l'étude de l'origine géographique possible des roches utilisées pour fabriquer les objets découverts.

Dans le corpus étudié, deux groupes principaux sont distingués selon les critères physiques de la roche. Les matières granuleuses et fortement siliceuses, parfois vacuolaires, pouvant être utilisées pour les meules et les roches au grain fin, elles aussi finement vacuolaires, un peu plus tendres, pouvant être utilisées pour le polissage et l'aiguisage. Finalement, sont également retenues quelques roches dures au grain fin, pouvant être utilisées comme percuteurs ; s'y ajoutent quelques roches magmatiques ou plutoniques granitiques.

Terminologie

Classes granulométriques appliquées aux roches

L'étude de la répartition des éléments de la roche selon leur taille a conduit à définir trois classes granulométriques :

- les **lutites** (diamètres des particules correspondant aux argiles et silts de quelques microns à 63 microns) ;
- les **arénites** (diamètre des particules correspondant aux sables de 63 microns à 2 mm) ;
- les **rudites** (diamètre des particules correspondant aux granulés, graviers et cailloux de 2 mm et plus).

Le terme **microcristallin** est associé aux minéraux difficilement identifiables à l'œil nu, mais discernables à la loupe binoculaire. Le terme **cryptocristallin** désigne un fond textural dont les cristaux sont non observables à la loupe binoculaire.

Les roches sédimentaires clastiques détritiques ou chimiques

Le terme **grès** est appliqué à des roches constituées de minéraux simples (quartz, feldspaths, micas, calcite, etc.) et de fragments de roches (pélite, quartzite, etc.) de taille généralement inférieure ou égale à 2 mm (classe granulométrique des arénites).

Le terme **brèche** est appliqué aux roches constituées de fragments lithiques particulièrement anguleux de taille en général supérieure à 2 mm associés à des minéraux également anguleux. La matrice peut être constituée d'argiles consolidées, de silice, de carbonate, etc.

Le terme **conglomérat** est appliqué à des roches à éléments supérieurs à 2 mm, arrondis ou anguleux et à matrice de la classe des arénites.

Le terme **arénite** est appliqué à une roche (non à la classe granulométrique évoquée ci-dessus) dont les grains sont constitués de feldspaths, de micas et de quartz (produits de l'arénisation d'un granite). Pour certains auteurs, le ciment doit être inférieur à 15 %.

Le terme **arkose** est appliqué à des roches contenant majoritairement des grains anguleux (classe des arénites et rudites fines) de quartz, de feldspaths, avec un peu de micas (biotite, muscovite) et de fragments de roche (lithiques). Le ciment (classe des lutites) est inférieur à 15 %.

Le terme **grauwackes** est appliqué à des roches contenant des fragments de quartz, de feldspaths, de morceaux de roches (classe des arénites et rudites fines). La matrice, ou ciment, est présente pour au moins 20 % de la roche.

Le terme **pélite** est appliqué à des roches aux grains microscopiques (cryptocristallins) d'une taille inférieure à 4 microns (classe des lutites).

Les roches magmatiques intrusives

Le terme **granite** est appliqué à des roches magmatiques intrusives (plutoniques) qui ont été ramenées en surface par les forces tectoniques et dégagées par l'érosion. Un granite est constitué principalement de quartz interstitiel, de feldspaths et plagioclases et accessoirement de micas amphiboles, pyroxènes, etc. Les granites forment la plus grande partie des continents.

Les roches magmatiques effusives ou en situation intermédiaire

Les « **basaltes** » ou les « **rhyolites** » sont des roches issues de la cristallisation rapide d'un magma près de la surface ou en surface. Leur mode de mise en place conditionne en grande partie leur structure : hyaline ou riche en petits cristaux (microlithes) pris dans un verre, structure microgrenue (refroidissement entre la roche encaissante et le magma).

CHE 002/5858 CO

Couleur Munsell: 7,5YR 5/3, dull brown.

Pétrofaciès: brèche volcano-sédimentaire ou grès à quartz et fragments lithiques. Fragments de quartzite, de grains de quartz subanguleux. Diamètre entre 20 et 100 microns (classe des lutites grossières ou arénites fines).

Structure: grenue et rugueuse.

Age probable: fin de l'ère primaire. Permien.

Provenance possible: brèche, faciès fanglomérat de Schweigmatt, sud de la Forêt-Noire (Rebmann 2006, p. 134-137).

Caractéristiques: roche résistante aux bonnes qualités abrasives.

CHE 002/6693 CO

Couleur Munsell: 10R à 2,5 YR 4/6, red to reddish brown.

Pétrofaciès: brèche volcano-sédimentaire à grains (classe des arénites) et graviers (classe des rudites). Matrice abondante (50%) riche en oxydes de fer. Fragments de roche et cristaux de feldspaths.

Structure: grenue et rugueuse.

Age probable: fin de l'ère primaire. Permien.

Provenance probable: brèche, faciès fanglomérat de Schweigmatt, sud de la Forêt-Noire.

Caractéristiques: roche résistante aux bonnes qualités abrasives. Une face abrasée.

CHE 002/5854 CO

Couleur Munsell: 2,5Y 4/8 to 5YR 4/2, reddish brown to greyish brown.

Pétrofaciès: brèche volcano-sédimentaire à feldspaths. Grains (classe des arénites, Foucault et Raoult 2005) et graviers (classe des rudites) de quartz, de feldspaths, de fragments de quartzites. Matrice siliceuse abondante (50%) riche en oxydes de fer. Fragments de roche et cristaux de feldspaths. Ciment à grains siliceux submillimétrique cryptocristallin (classe des lutites).

Structure: grenue et rugueuse.

Age probable: fin de l'ère primaire. Permien.

Provenance probable: brèche, faciès fanglomérat de Schweigmatt, sud de la Forêt-Noire.

Caractéristiques: roche résistante aux bonnes qualités abrasives.

CHE 002/5862 CO

Couleur Munsell: 2,5Y 4/8 to 5YR 4/2, reddish brown to greyish brown.

Pétrofaciès: brèche volcano-sédimentaire à feldspaths. Grains de diamètre de 0,5 mm (classe des arénites) à 1 cm (classe des rudites). Eléments de quartz, de feldspaths, fragments de quartzites. Matrice abondante (50%) riche en oxydes de fer à grains siliceux submillimétriques cryptocristallins (classe des lutites).

Structure: grenue et rugueuse.

Age probable: fin de l'ère primaire. Permien.

Provenance probable: brèche, faciès fanglomérat de Schweigmatt, sud de la Forêt-Noire.

Caractéristiques: roche résistante aux bonnes qualités abrasives.

CHE 001/2345 CO

Couleur Munsell: 5YR 4/1 to 5YR 6/2, brownish grey to greyish brown.

Pétrofaciès: brèche volcano-sédimentaire ou grès quartzitique à feldspaths et fragments lithiques. Grains de quartz, de feldspaths et rares micas (classe des arénites) et quelques graviers feldspathiques et lithiques (classe des rudites) subanguleux. Matrice fine quartzitique assez riche en oxydes de fer (classe des lutites).

Age probable: Permien ou Trias.

Provenance probable: sud des Vosges ou Pays belfortain.

Caractéristiques: roche résistante aux bonnes qualités abrasives.

CHE 002/5849 CO

Couleur Munsell: 5YR 7/4, dull orange.

Pétrofaciès: brèche volcano-sédimentaire. Eléments visibles (clastes): inclusions lithiques de diamètre 0,5 à 3 cm maximum (classe des rudites). Ciment matriciel constitué de grains fins de quartz, de feldspaths, de micas noirs et d'oxydes de fer. Diamètre des grains entre 200 et 1000 microns (classe des arénites).

Structure: un peu vacuolaire.

Age probable: Permien.

Provenance probable: sud des Vosges ou sud de la Forêt-Noire (évent. Schweigmatt).

Caractéristiques: roche résistante aux bonnes qualités abrasives.

CHE 002/5842 CO

Couleur Munsell: 7,5 R 1,7/1 to 1,5/0, reddish black to black.

Pétrofaciès: brèche volcano-sédimentaire ou roche volcanique à grains subanguleux en partie carbonatés à éléments et à matrice siliceuse microcristalline pélitique (classe des lutites) noire.

Structure: matrice vacuolaire, d'aspect scoriacé. Aspect de roche magmatique effusive (Mottana et al 1981).

Age probable: indéterminé.

Provenance probable: indéterminée, Vosges ?

Caractéristiques: roche ayant subi une haute température. Deux faces sont fortement abrasées.

CHE 002/4532 CO

Couleur Munsell: 7,5R 1,7/1 to 1,5/0, reddish black to black.

Pétrofaciès: brèche volcano-sédimentaire ou roche volcanique à grains subanguleux en partie carbonatés à éléments et à matrice siliceuse microcristalline pélitique noire (classe des lutites).

Structure: matrice vacuolaire, d'aspect scoriacé. Aspect de roche magmatique effusive.

Age probable: indéterminé.

Provenance probable: indéterminée, Vosges ?

Caractéristiques: roche ayant subi une haute température. Une face est lissée, abrasée.

CHE 002/5851 CO

Couleur Munsell: 10Y 7/1, light grey.

Pétrofaciès: grès ou brèche calcaire fossilifère. Grains entre 0,05 et 1 mm (classe des arénites). Grains de carbonates, fragments de coquilles, d'ooïdes et de petites inclusions d'argiles grises submillimétriques.

Structure: surface abrasive, mais friable.

Age probable: Jurassique.

Provenance probable: régionale.

Caractéristiques: éventuellement polissoir ?

CHE 002/5883 CO

Couleur Munsell: 5YR 6/4 to 2,5YR 5/4, dull orange.
 Pétrofaciès: grès arkosique ou grauwackes (matrice environ 20%). Roche sédimentaire clastique, mélange de débris lithiques (quartzite, feldspaths) subanguleux. Diamètre entre 0,01 et 1 cm (classe des lutites à arénites).
 Structure: grenue à la cassure.
 Age probable: Permien ou Trias.
 Provenance probable: sud des Vosges ou Pays belfortain.
 Caractéristiques: polissoir ou petite meule.

CHE 002/6729 CO

Couleur Munsell: 7,5YR 5/3, dull brown.
 Pétrofaciès: grès arkosique. Roche sédimentaire clastique, grains de taille millimétrique (0,5 à 2 mm) et centimétrique (0,5 cm). Grains de feldspaths et de fragments de roche (classe des arénites à rudites fines). Matrice peu abondante.
 Structure: roche assez dure, grenue à la cassure.
 Age probable: Permien ou Trias.
 Provenance probable: sud des Vosges.
 Caractéristiques: roche résistante aux bonnes qualités abrasives. Petite meule ou aiguisoir.

CHE 002/5881 CO

Couleur Munsell: 7,5YR 6/4 ou 10YR 6/4, dull to dull yellowish orange.
 Pétrofaciès: grès feldspathique ou grès arkosique. Eléments subanguleux de quartz, feldspaths, micas. Ciment matriciel constitué de grains de silice et de quelques carbonates ainsi que d'oxydes de fer. Grains de diamètre de 5 mm à 1 cm (classe des rudites), grains de la matrice de diamètre de 200 à 500 microns (classe des arénites).
 Structure: grenue.
 Age probable: Permien à Tertiaire.
 Provenance probable: sud des Vosges ou Pays belfortain.
 Caractéristiques: la rugosité de la surface peut en faire un matériel de mouture.

CHE 002/5843 CO

Couleur Munsell: 2,5 GY 6/1, olive grey.
 Pétrofaciès: grès feldspathique à fragments lithiques. Eléments subanguleux de quartz, feldspaths, micas (chlorite), fragments lithiques (quartzite). Grains de diamètre de 1 à 2 cm (classe des rudites). Ciment matriciel constitué de grains de silice (quartz), de feldspaths, de quelques chlorites et rares carbonates. Grains de diamètre de 200 à 500 microns (classe des arénites).
 Structure: grenue.
 Age probable: Trias, étage du Buntsandstein.
 Provenance probable: sud des Vosges ou Pays belfortain.
 Caractéristiques: la rugosité de la surface peut en faire un matériel de mouture.

CHE 002/5866 CO

Couleur Munsell: 7,5YR 6/3 to 5YR 7/4, dull brown to dull orange.
 Pétrofaciès: grès arkosique fin. Grès ou brèche à grains de quartz, de micas, de feldspaths et de quartzite assez abondants. Matrice peu abondante.

Structure: grenue à la cassure, surface rugueuse.
 Age probable: Permien ou Trias.
 Provenance probable: sud des Vosges ou Pays belfortain.
 Caractéristiques: une face est usée, abrasée.

CHE 002/6757 CO

Couleur Munsell: 5YR 6/3, dull orange.
 Pétrofaciès: grès gris rose fin. Roche sédimentaire clastique siliceuse, éléments non anguleux. Diamètre des grains de 0,5 à 1,5 mm (classe des arénites). Matrice inexistante.
 Structure: microgrenue.
 Age probable: indéterminé.
 Provenance probable: Vosges.
 Caractéristiques: qualités de polissoir.

CHE 002/6735 CO

Couleur Munsell: 7,5YR 6/4 – 5YR 6/4, dull orange.
 Pétrofaciès: grès rose fin. Roche sédimentaire détritique clastique, à éléments subémoussés constitués de quartz. Diamètre des grains de 0,5 à 1,3 mm (classe des arénites). Matrice très peu abondante.
 Structure: microgrenue à la cassure, dure et microvacuolaire.
 Age probable: Trias, étage du Buntsandstein.
 Provenance probable: Vosges.
 Caractéristiques: qualités de polissoir potentiel.

CHE 002/7101 CO

Couleur Munsell: 10Y – 5Y 8/1, light grey.
 Pétrofaciès: grès calcaire, diamètre des grains 0,5 à 1,5 mm (classe des arénites). Présence de quelques débris de fossiles. Faciès oobiopelmicrosparite.
 Structure: finement grenue, un peu friable.
 Age probable: Jurassique régional.
 Provenance probable: Jura? Vosges calcaires?
 Caractéristiques: polissoir potentiel, mais fragile.

CHE 002/6732 CO

Couleur Munsell: 10YR 8/2 to 8/3, light grey to light yellow orange.
 Pétrofaciès: grès fin calcaire. Roche clastique carbonatée. Diamètre des grains de 0,5 à 1 mm (classe des arénites). Fragments de coquilles, d'ooïdes, et de polyèdres d'argiles grises.
 Structure: finement grenue.
 Age probable: Jurassique.
 Provenance probable: régionale, mais allochtone au site.
 Caractéristiques: potentiel de polissoir.

CHE 002/5846 CO

Couleur Munsell: 10YR 8/2 to 5YR 5/1, light grey to brownish grey.
 Pétrofaciès: grès calcaire fin, diamètre des grains 0,1 à 0,2 mm (classe des lutites grossières et des arénites fines). Présence de quelques débris de fossiles.
 Structure: finement grenue, friable.
 Age probable: Jurassique.
 Provenance probable: régionale.
 Caractéristiques: traces de brûlures. Polissoir potentiel, mais fragile.

CHE 002/6793 CO

Couleur Munsell : 2,5YR 5/4 to 6/4, dull orange to dull reddish brown.
Pétrofaciès : grès rose fin. Roche sédimentaire clastique, à éléments subémoussés constitués de quartz. Diamètre des grains de 0,1 à 0,25 mm (classe des arénites). Matrice très peu abondante.
Structure : microgrenue.
Age probable : Trias, étage du Buntsandstein.
Provenance probable : Vosges.
Caractéristiques : qualités de polissoir.

CHE 002/5844 CO

Couleur Munsell : 10Y 7/1, light grey.
Pétrofaciès : grès fin calcaire. Roche détritique clastique carbonatée. Grains : carbonates et débris de fossiles de 1 à 5 mm (classe des arénites grossières à rudites fines).
Structure : surface rugueuse, rayable au couteau (roche relativement tendre).
Age probable : Trias ou Jurassique.
Provenance probable : non directement locale, la roche n'appartient vraisemblablement pas au substratum direct du site.
Caractéristiques : pas d'affectation précise. Net passage de l'objet au feu (fissures, rubéfactions, etc.).

CHE 002/5848 et 002/5856 CO

Couleur Munsell : 5YR 7/3 à 6/3, dull orange to dull yellow orange.
Pétrofaciès : microgrès arénitique. Grains de quartz anguleux (pigmentés d'oxydes de fer) et de feldspaths. Grains de taille entre 10 et 200 microns (classe des lutites grossières à arénites fines). Matrice cryptocristalline siliceuse peu abondante.
Structure : légèrement vacuolaire, mais roche dure. Finement grenue.
Age possible : Trias, étage du Buntsandstein.
Provenance probable : sud des Vosges ou Pays belfortain.
Caractéristiques : la surface en fait un polissoir potentiel.

CHE 002/5847 CO

Couleur Munsell : 10YR 7/4, dull orange.
Pétrofaciès : microgrès arénitique tendance pélitique (pélite siliceuse). Grains de quartz anguleux pigmentés d'oxydes de fer, de feldspaths. Diamètre des grains de 50 à 2000 microns (classe des lutites grossières à arénites fines). Ciment cryptocristallin peu abondant (grès argilo-micacé?).
Structure : finement granuleuse et vacuolaire.
Age probable : Permien ou Carbonifère.
Provenance probable : sud des Vosges ou Pays belfortain.
Caractéristiques : roche finement grenue utilisable comme polissoir.

CHE 002/5840 CO

Couleur Munsell : 5YR 7/4 à 8/3, pale to dull orange.
Pétrofaciès : microgrès arénitique. Grains de quartz subanguleux (pigmentés d'oxydes de fer) et de feldspaths. Grains de taille entre 300 et 500 microns. Classe des arénites. Matrice cryptocristalline siliceuse peu abondante.
Structure : vacuolaire, mais roche dure. Finement grenue.
Age probable : Carbonifère ou Trias.
Provenance probable : sud des Vosges ou Pays belfortain.
Caractéristiques : la surface finement grenue et vacuolaire en fait un polissoir potentiel.

CHE 002/5861 CO

Couleur Munsell : 2,5Y 8/2 à 8/3, light grey to pale yellow.
Pétrofaciès : pélite siliceuse ou microgrès quartzitique. Grains fins de quartz et éventuellement de feldspaths de diamètre entre 100 et 500 microns (classe des lutites grossières à arénites fines).
Structure : finement grenue.
Age possible : Carbonifère ou Trias.
Provenance probable : éventuellement fragment de galet vosgien d'affleurement local. Origine de la matière : sud des Vosges ou Pays belfortain.
Caractéristiques : la surface finement grenue en fait un polissoir potentiel ou un percuteur.

CHE 002/5857 CO

Couleur Munsell : 2,5 Y 8/2 à 8/3, light grey to pale yellow.
Pétrofaciès : pélite siliceuse ou microgrès quartzitique. Grains fins de quartz et éventuellement de feldspaths de diamètre entre 100 et 500 microns (classe des lutites grossières à arénites fines).
Structure : finement grenue.
Age possible : Carbonifère ou Trias.
Provenance probable : éventuellement fragment de galet vosgien d'affleurement local. Origine de la matière : sud des Vosges ou Pays belfortain.
Caractéristiques : la surface finement grenue en fait un polissoir potentiel ou un percuteur.

CHE 002/6789 CO

Couleur Munsell : 10YR 8/2 to 8/3, light grey to light yellow orange.
Pétrofaciès : roche clastique carbonatée, calcaire gréseux. Diamètre des grains de 0,05 à 1 mm (classe des arénites). Fragments de coquilles, d'oïdes, d'argiles grises en petits polyèdres.
Structure : finement grenue.
Age probable : Jurassique.
Provenance probable : régionale, mais allochtone au site.
Caractéristiques : polissoir potentiel.

CHE 002/7105 CO

Couleur Munsell : 10Y 8/1 – 7/1, light grey.
Pétrofaciès : roche carbonatée à oïdes, petits galets arrondis, débris de coquilles. Diamètre des éléments entre 0,1 et 1 mm (classe des arénites). Quelques grains millimétriques.
Structure : calcaire oobiopelmicroparite. Finement grenu à la cassure, mais friable.
Age probable : Jurassique.
Provenance probable : calcaire régional.
Caractéristiques : polissoir ?

CHE 002/5859 CO

Couleur Munsell : indéterminée.
Pétrofaciès : roche scoriacée, passée au feu à haute température ou éventuellement d'origine volcanique. Roche siliceuse très poreuse. Possible terre cuite indéterminée (ce n'est pas un lœss cuit).
Structure : densité faible de type « pierre ponce ». Le fer est concentré par la chaleur (couleur de l'hématite).
Age probable : indéterminé.
Provenance probable : indéterminée.
Caractéristiques : indéterminées.

Annexe 8 – Glossaire

Archéobotanique

Adventice : espèce indésirable poussant dans les champs cultivés.

Carporestes, macrorestes, paléosemences : graines, fruits (secs ou charnus), éléments constituant la graine ou le fruit (téguments séminaux, entre-nœuds de rachis d'épis, furcas, pédoncule), présents dans des sédiments archéologiques (Marinval 1988).

Cerealialia : sont regroupés ici des restes pouvant être attribués à une céréale, mais la taille du fragment ou la déformation du grain ne permettent pas de les déterminer de manière plus précise.

cf : détermination incertaine du niveau taxonomique.

Furcas : base de l'épillet comprenant son attache sur le rachis de l'épi et le départ des glumes (Marinval 1988).

Les *Fabaceae* carbonisées ont été difficiles à déterminer car dans la plupart des cas elles ne possèdent plus ni enveloppe, ni ombilic, et les cotylédons sont séparés. Elles ont été regroupées en :

- *Viciaeae* : fragments de graine sans enveloppe, de forme arrondie, sans ombilic et de dimension petite (inférieure ou égale à 1,5 mm) ou grande (supérieure à 1,5 mm).
- *Trifolieae* : fragments de graine sans enveloppe, de forme allongée, sans ombilic. Des cotylédons de forme ronde bien régulière, sans enveloppe sont attribués à *Vicia* sp. grande si la dimension la plus grande est supérieure à 1,5 mm, à *Vicia* sp. petite lorsque cette dimension est inférieure ou égale à 1,5 mm.

Groupes : *Galium aparine/spurium*, *Setaria verticillata/viridis*, *Atriplex/Chenopodium*, *Euphrasia/Odontites*, *Festuca/Lolium*, *Polygonum lapatifolium/persicaria*, *Brassica/Sinapsis*, *Asperula/Galium* : lors de la carbonisation les caractéristiques spécifiques de ces graines ont disparu ce qui empêche leur détermination précise.

Indét. : indéterminés. On distingue :

- les fruits et graines indéterminés : restes végétaux avec des caractéristiques morphologiques (forme, taille, structure de la surface) permettant de les classer comme fruits ou graines, mais insuffisantes pour préciser leur niveau taxonomique ;
- les restes végétaux indéterminés : matériel végétal non déterminable autre que les charbons de bois (fractions de feuilles, mousses, brindilles) ;
- **OCNI** : objets carbonisés non identifiables ayant l'aspect de croûtes, parfois vitrifiées et pouvant provenir de restes de repas, de pulpe de fruits ou toute autre substance végétale dont on ne voit plus ni forme ni structure de surface.

Prunus domestica/insititia/spinosa (*Prunus* d/i/s) : la taille et les caractéristiques morphologiques des noyaux et fragments de noyaux trouvés ne permettent pas la différenciation de ces trois espèces.

Rachis : axe central de l'épi des *Poaceae* qui supporte les épillets contenant les grains.

Restes de battage : fragments végétatifs (enveloppe des grains, rachis d'épis, furcas) détachés des épis lors du battage (Marinval 1988).

X..... type : comprend les graines d'espèces morphologiquement (taille, forme) et écologiquement proches, définies selon la collection de référence de l'IPNA à Bâle : *Rumex obtusifolius* type, *Carex muricata* type.

X..... sp. : seul le genre a pu être déterminé.

Archéozoologie

Distal : ce qui est le plus près de l'extrémité libre d'un membre (Barone 1986).

Dorsal : concerne les parties du cou et du tronc qui sont postérieures chez l'homme et supérieures chez les animaux domestiques en station normale, ainsi que les parties supérieures des organes ou des coupes regardant dans cette direction. Ce terme s'applique aussi à la surface correspondante de la tête, au dos de la queue et au dos de la main et du pied (Barone 1986, p. 9).

Garrot : (région interscapulaire) région fortement saillante au-dessus des épaules chez les grandes espèces qui continue le bord dorsal du cou (d'après Barone 1986).

Latéral : désigne les parties situées sur les côtés du corps (Barone 1986).

Médial : s'oppose à latéral. Désigne la partie d'un organe ou d'une coupe qui est la plus proche du plan médian (Barone 1986).

Proximal : ce qui est le plus près de la racine d'un membre (Barone 1986).

Régions du squelette : les ceintures appartiennent au squelette cingulaire, représenté chez les mammifères de la triade domestique, par la scapula pour la ceinture thoracique et par l'os coxal, pour la ceinture pelvienne. Le stylo-pode correspond au segment proximal de chaque membre : bras (humérus) au membre thoracique, cuisse (fémur) au membre pelvien. Le zeugopode correspond au segment médian : avant-bras (radius et ulna), jambe (tibia et fibula). L'autopode correspond au segment distal du membre (main au membre thoracique et pied au membre pelvien). Il est subdivisé en trois étages : le carpe/ou tarse, le métapode, les doigts (Barone 1986, p. 39 et 41).

Annexe 9 – Sol et taphonomie des ossements

Denis Aubry

Définition

Le mot taphonomie qui vient du grec *taphos*, enfouissement, et *nomos*, loi, signifie la discipline de l'archéologie et de la paléontologie qui étudie tous les processus intervenant après la mort d'un organisme jusqu'à sa fossilisation ainsi que la formation des gisements fossiles. La taphonomie s'appuie sur des disciplines telles que l'écologie, la géochimie ou la sédimentologie. Elle étudie des processus tels que la décomposition et la diagenèse.

Motifs de la présente étude

Par taphonomie, nous entendons plus précisément l'étude des objets archéologiques en considérant le problème des conditions de fossilisation et celui de la conservation, dans le sol, du matériel archéologique tel que le matériel lithique, osseux, etc. Le présent chapitre traite de la composition minérale d'un os et de l'interaction de celle-ci avec la surface du sol ainsi qu'après enfouissement. Il évoque également des éléments de la pédologie du sol, c'est-à-dire certaines de ses caractéristiques physiques (texture du sol, porosité, présence ou non de calcaire fin, de fer et de manganèse), chimiques (pH, humus, phosphates, etc.) et biologiques (micro-organismes) ainsi que les facteurs externes climatiques ou anthropiques (fumures, etc.) qui peuvent intervenir. Finalement, certaines des caractéristiques de l'écosystème sol du site de Lai Coiratte seront évoquées. Elles peuvent avoir conditionné l'évolution du matériel osseux après son enfouissement (tombe, etc.).

Composition de l'os et minéralisation d'un squelette

L'os est constitué premièrement d'une partie organique l'osséine (protéines) et deuxièmement d'une partie minérale constituée de carbonate de calcium (en principe calcite) de formule CaCO_3 (5%), de phosphate de calcium ou hydroxyapatite (80%) de formule $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ ainsi que de fluorure de calcium et de phosphate de magnésium. L'hydroxyapatite est également la principale composante minérale de l'émail dentaire et de la dentine. La caractéristique principale des biominéralisations phosphatées d'un squelette est la taille très réduite des unités cristallines (quelques centaines d'Ångström).

L'apatite est un minéral qui peut épigéniser (remplacer) non seulement certains minéraux d'os d'animaux, mais également des fragments de bois, etc., ceci avec conservation de tous les détails de la structure discernable au microscope (Bétekthine 1968, p. 463). Rappelons que l'apatite contient du calcium qui est un élément instable à la surface terrestre.

Les biais taphonomiques de surface

Nous savons qu'un os est constitué de calcium sous forme de carbonate, d'hydrophosphate, etc. Le calcium est un élément qui n'est pas stable dans les conditions de température et de pression à la surface terrestre. Ainsi, dans la frange supérieure du sol, l'os va subir des transformations chimiques dès la mort d'un individu. L'os originel ne sera pas conservé tel quel après enfouissement ou fossilisation. Si le milieu est particulièrement sec, un os

peut se conserver très longtemps (grottes, zones désertiques, etc.). Par contre, le milieu relatif aux sites archéologiques ajoutés relève du milieu terrestre soumis au climat humide lessivant. Les sols, loessiques à la base, sont généralement relativement poreux : le contact entre l'os et les fluides (H_2O , etc.) chargés de micro-organismes de même que les gaz qui transitent (CO_2 , etc.) va provoquer sa dégradation plus ou moins rapide.

Le biais naturel

Il comprend les marques d'altération dues à l'exposition aux agents atmosphériques (*weathering* des auteurs anglo-saxons; Guérin et Faure 2002, p. 879) : alternance gel-dégel, charriage, brûlage, exposition à la pluie et au soleil, etc. En relation avec le biais de surface, des stades successifs précédant la destruction de l'os ont été reconnus. Ceux-ci sont fonction de la durée d'exposition, c'est-à-dire le temps précédant l'enfouissement, du climat, de la végétation, etc. (Guérin et Faure 2002, p. 879). L'alternance gel-dégel par exemple peut être responsable de la fissuration des pièces allant jusqu'à un stade de fragmentation total. A cela s'ajoutent les transformations géochimiques et la dessiccation qui se produisent en surface déjà.

Le biais non naturel

Au biais de surface naturel, il faut ajouter évidemment celui d'ordre anthropique ou animal : brûlage, démembrement volontaire, démembrement dû au charognage avec ou non dispersion des ossements, etc.

Un exemple de tri sélectif de surface

Sur un site à piège de restes d'animaux dans des dolines, à la combe de Vâ Tche Tchâ (Becker et al. 2009), le premier biais taphonomique ayant affecté les carcasses des grands mammifères a probablement été les agents d'altération climatiques (*weathering*) et les activités des carnivores (stries de prédation sur restes osseux, etc.). Ces différents processus de surface, qui ont non seulement désarticulé les squelettes, mais également induit une première dispersion et une importante décomposition des restes osseux, ont progressivement entraîné une diminution du nombre d'éléments préservés. Avant de tomber en éclats *in situ* et de ne plus être identifiable, un os met 10 à 15 ans à se décomposer totalement. Une carcasse de plus de 150 éléments d'une vache comptera moins de dix éléments dans l'assemblage fossile enfoui après les deux processus de *weathering* et de charognage (Behrensmeyer 1982).

Il est clair que dans le cas d'un enterrement dans les règles de l'art : profondeur d'enfouissement ou couverture sédimentaire – sous forme de tumulus par exemple – suffisante de la dépouille, le mobilier osseux est à l'abri du charognage. La disposition et le nombre de restes osseux sera ainsi tributaire de l'action humaine dans un premier temps et de la décomposition biochimique dans un deuxième temps.

Biais taphonomique d'enfouissement

Plus un os fossile est vite enterré, plus il évite les altérations dues au climat ou au charognage. La suite dépend alors des conditions d'enfouissement naturelles (ruissellements, solifluxion) qui peuvent être lentes ou non naturelles, par exemple l'inhumation.

Biais relatif aux ossements paléontologiques

Dans le cas de la diagenèse paléontologique très longue (os de dinosaures par exemple) l'os va subir :

- a) une perminéralisation : les pores sont remplis par un minéral ;
- b) une recristallisation : l'os est dissout puis ses constituants précipitent en nouveau composé en conservant la forme originale du fossile ;
- c) un remplacement : les cristaux (hydroxyapatite, carbonate de calcium, etc.) sont remplacés par d'autres. En général, les os fossiles, au sens de la paléontologie, sont un mélange des trois phénomènes.

Biais relatifs aux ossements archéologiques

Dès l'enfouissement, effectué d'une façon naturelle ou non, l'os va subir des transformations. La destruction peut venir de la durée de l'enfouissement, c'est-à-dire celle de la sédimentation qui va recouvrir les ossements. Dans le cas des inhumations, elle se fait de façon instantanée. La transformation chimique survient surtout si des fluides circulent dans le sol (eau). S'il n'y a pas d'eau, l'os peut conserver sa composition chimique initiale mais c'est rare (par exemple en milieu aéré et désertique, en milieu confiné tel qu'une grotte). Les fossiles peuvent subir une érosion chimique due à l'attaque par les acides, notamment les acides humiques, l'acide carbonique, etc. (Guérin et Faure 2002, p. 879). Les traces d'origine biologique dues aux micro-organismes, aux champignons, aux végétaux, aux animaux et aux racines sont également à l'origine de nombreuses traces de dissolution.

Evolution post mortem de la cristallinité (taille du cristal) du carbonate hydroxyapatite des ossements

La caractéristique principale des biominéralisations phosphatées d'un squelette est la petite taille des unités cristallines (quelques centaines d'Ångström) : ce sont, en fait, les plus petits cristaux d'origine biologique. Par contre, plus un os est altéré plus l'indice de cristallinité (IC), c'est-à-dire la taille des cristaux, est élevé.

Un accroissement de la cristallinité, c'est-à-dire de la taille des microcristaux, est corrélé à la perte de matière organique et de carbonates du minéral de l'os. Par des méthodes cristallographiques (spectrométrie, rayons X ou infrarouge), il est possible de définir un IC qui est en relation avec l'évolution de la taille des cristaux.

Une faible valeur de l'IC indique une faible évolution cristalline de la fraction minérale de l'hydroxyapatite de l'os et signifie qu'un ossement est en bon état ou appartenait à un individu jeune.

Une forte valeur de l'IC qualifie un ossement en mauvais état apparent, un individu âgé ou des sépultures en sarcophage calcaire. La profondeur des tombes n'explique pas le gradient des indices de cristallinité.

Pour les anthropologues, la taphonomie semble plus particulièrement axée vers la mise en évidence des contextes environnementaux entourant le corps. La diagenèse qui est l'ensemble des phénomènes physicochimiques qui affectent les éléments du squelette après enfouissement peut altérer l'enregistrement anthropologique. Le bilan entre la conservation et la destruction

de la fraction minérale des os détermine évidemment la qualité et l'existence même d'un site. Plus précisément, les différences taphonomiques après enfouissement du matériel osseux qui existent entre sites sont souvent liées à la nature sédimentaire de leur sol, c'est-à-dire qu'elles relèvent de la pédogénèse.

Sans entrer dans les détails, nous retenons de l'étude de V. Zeitoun (Zeitoun et al. 1996) qu'une différence de traitement funéraire peut conduire à une conservation différentielle des os. En l'absence d'étude de la conservation (ou de la taphonomie) des ossements, la gestion de l'espace funéraire ne peut être appréciée à sa juste valeur. Un événement (charognage) ou un phénomène naturel (pédogénèse) peut faire disparaître une portion de la population sans que cela soit visible pour l'archéologue. Par contre, une évolution du carbonate et du phosphate en milieu fermé, relativement hors de l'influence des conditions météorologiques, implique une bonne conservation des éléments organiques et des squelettes.

La conservation différentielle des os est influencée par des critères tels que le rituel funéraire, l'âge individuel, la chronologie, la taphonomie, la sédimentologie et l'évolution minéralogique des ossements dans les sédiments : diverses études ont montré qu'il existe un gradient pour les valeurs de l'indice de cristallinité.

L'état d'un os n'est pas obligatoirement une fonction du temps d'enfouissement

Il n'y a pas, a priori, de liaison entre l'intensité de la diagenèse, c'est-à-dire la transformation des ossements et la durée, par exemple la datation de tombes. La diagenèse de l'os paraît être surtout fonction des facteurs stationnels tels que le climat, la texture du sédiment, les conditions biogéochimiques régnant dans le sol, les pratiques agricoles, etc. Ces facteurs stationnels sont plus importants que la chronologie des inhumations pour l'intensité de la transformation ou de la dégradation du matériel osseux.

Les os dégradés deviennent un engrais pour les végétaux

Dans le sol, les formes du phosphore sont soit à l'état organique (débris de litière et humus actifs, etc.) soit à l'état minéral (apatite mal assimilables par les végétaux, phosphorites, débris d'os, etc. ; Duchaufour 1995). De nombreuses bactéries communes dans la rhizosphère ont pour effet de solubiliser le phosphate par l'intermédiaire des mycorhizes (Gobat et al. 1998, p. 421), et donc probablement un os qui en est composé à concurrence de 80%. Chez la plupart des végétaux, l'alimentation en phosphore se fait ensuite par le biais des enzymes de type phosphatases qui rendent les phosphates organiques assimilables et donc certainement ceux provenant d'ossements en cours de dégradation.

Les os peuvent, sous certaines conditions, offrir une résistance à la dégradation

Bien des phosphates sont inassimilables par les végétaux ou les micro-organismes : on parle de phosphates d'insolubilisation, et ceci est peut-être heureux dans le cadre d'une relative conservation des ossements qui sont constitués en partie de phosphates cristallisés sous forme d'hydroxyapatite et qui sont enfouis dans le sol.

Si tel n'était pas le cas, nous pourrions peut-être assister à leur disparition totale au bout d'un certain temps.

Dans les sols, en milieu calcaire, on observe une rétrogradation apatitique par formation de phosphates tricalciques (associés au calcaire fin du sol) qui sont quasi insolubles (Duchaufour 1995, p. 118).

Une telle résistance à la solubilité des composants minéralogiques de l'os serait idéale si n'intervenait pas un processus qui péjore la rétrogradation d'apatite sous forme insolubilisée: dans un sol, la présence de matière organique et de CO₂ freine le processus de rétrogradation par baisse du pH, c'est-à-dire par acidification du milieu. Ainsi un mobilier osseux placé dans un milieu pédologique acide sera donc en principe moins bien conservé que celui qui se trouvera dans un environnement calcaire à pH alcalin.

L'atmosphère du sol: un facteur crucial pour la taphonomie du mobilier osseux

La solution du sol est le siège de nombreux processus de solubilisation et elle reflète le fonctionnement instantané du fluide interstitiel. L'atmosphère du sol contient du CO₂ et en produit en grande quantité 15 t/ha/an, la biomasse moyenne du sol étant quant à elle estimée à 2,5 t/ha (Gobat et al. 1998). Les deux tiers de la production de CO₂ pédologique proviennent de l'activité microbienne servant à la dégradation et à la minéralisation qui sont des mécanismes souvent associés à l'activité racinaire. Les bactéries sont en interaction directe et sont responsables de l'ambiance physicochimique du sol. La production de CO₂ amène une acidification du milieu et la baisse du Eh (potentiel d'oxydoréduction; Bonneau et Souchier 1979, p. 315) ce qui provoque le départ du fer et l'altération des phosphates et des carbonates de calcium. Par contre les carbonates présents par exemple sous forme de calcaire fin dans les sols (sols calcaires) font office de ralentisseur par rapport à la décomposition de la matière organique et donc également à l'acidification du sol.

Si les racines et les microbes peuvent « manger les pierres » c'est-à-dire dégrader les composés minéraux tels que les phosphates et les carbonates, ils peuvent tout aussi bien « manger les ossements ».

Les micro-organismes combinés aux racines en association mycorhizienne produisent des acides organiques ce qui est un facteur de corrosion minérale des phosphates (apatite) et carbonates (calcite) de calcium constituant les pierres (Gobat et al. 2010). A ce sujet rappelons que la région du sol sous influence des racines peut descendre jusqu'à un mètre de profondeur et que l'action des racines peut ainsi acidifier le sol jusqu'à cette profondeur. Les acides fulviques (humus) peuvent se joindre à l'action du CO₂ combiné à l'eau (sous forme d'acide carbonique H₂CO₃) et rendre également le milieu du sol corrosif.

Un exemple de l'action corrosive des racines sur les minéraux constitutifs des ossements est celui des traces d'altération liées à leur fossilisation, c'est-à-dire qui apparaissent pendant les périodes d'enfouissement, par exemple les traces de dissolution laissées par les racines ou par les plantes apparaissant sur les os enfouis (Deniaux 2002, p 592).

Par leur métabolisme, certains micro-organismes dégradent directement des minéraux (Gobat et al. 1998, p. 114). Indirectement les bactéries participent à la corrosion des roches et donc des minéraux en modifiant leur milieu, le rendant plus agressif. L'attaque acide (acidolyse) se traduit par une solubilisation des minéraux phosphatés et carbonatés sous forme ionisée.

En condition aérobie (sol aéré), les bactéries provoquent la production d'acides sulfuriques et d'acides nitriques rendant le milieu corrosif. Le devenir des substances minérales dans le sol comme le calcium est du ressort quasi exclusif de l'activité bactérienne: les organismes se procurent ainsi l'énergie, les électrons et le carbone nécessaire à assurer la synthèse de leurs constituants cellulaires et les dépenses d'entretien de la cellule (Gobat et al. 2010).

Les amendements pourraient contribuer, par nitrification, à la dégradation du mobilier osseux d'un gisement archéologique

Les fumiers sont composés d'azote, de phosphore, d'oxydes de potassium, de calcium et d'ammoniaque. Certains amendements peuvent rendre le milieu acidifiant (Soltner 2000): nitrates, urée, fumier de porc et de bovin, lisier de bovin et ainsi contribuer logiquement, si l'on suit les considérations évoquées ci-dessus, à altérer un gisement osseux situé sous des sols voués à l'agriculture.

La nitrification est un processus qui est contrôlé par l'action de micro-organismes et qui conduit à la transformation de l'ammoniaque NH₃, issue des engrais, des déjections animales, etc., en nitrates ce qui permet l'assimilation de l'azote par les racines. La nitrification entraîne également une solubilisation du calcium (Gobat et al. 2010) qui peut provenir des phosphates et des carbonates et évidemment probablement le calcium constituant les ossements. Les terres riches en humus ou matière organique fine décomposée sont également les terres les plus nitrifiantes et par conséquent actives pour la solubilisation du calcium (Chantigny 2009).

La nitrification, par son action de solubilisation du calcium, peut être un élément défavorable c'est-à-dire un malus pour la préservation des ossements. Par conséquent les apports organiques appliqués au sol, par les humains sous forme de fumures ou par les animaux sous forme de déjections pourraient être une contribution de plus à la dégradation du mobilier osseux d'un gisement archéologique dans le cadre du biais taphonomique d'enfouissement.

Bilan général

L'ion calcium est instable dans les conditions de température et de pressions à la surface et dans le sol. Les minéraux tels les phosphates et les carbonates contenant du calcium et qui constituent la charpente minérale des os peuvent être dégradés ou au contraire préservés par différents facteurs intervenant sur le système écologique formé par le sol. L'énoncé de ces derniers tient compte évidemment de la nature physique du sol (porosité, granulométrie et teneur en matières organiques, etc.), du contexte environnemental (topographie, climat, hydrologie, etc.), de la biologie (mycorhizes associées aux racines, micro-organismes) et d'éventuels facteurs d'ordre humain ou animal: modifications anthropiques appliquées au sol par les fumures, le lisier et la mise en pâture des sols.

Facteurs et causes de la destruction des minéraux de l'os :

- l'oxygène et le gaz carbonique associés à l'eau interstitielle dans la porosité du sédiment;
- les bactéries, les racines par le biais l'association mycorrhizienne;
- les acides organiques et l'acide carbonique H_2CO_3 provenant de l'interaction du CO_2 et de l'eau;
- l'humectation-dessiccation ainsi que le gel-dégel;
- les amendements acides;
- les facteurs climatiques tels que la pluviosité, l'humidité ou la température (facteurs qui augmentent l'activité des micro-organismes du sol et donc de son acidité);
- la faible profondeur et la lenteur de l'enfouissement;
- la fragilité de l'ion calcium sur la surface terrestre;
- les terres riches en matières organiques fines décomposées;
- les terres pauvres en calcaire fin ou décarbonatées;
- la nitrification induite par les activités anthropiques (engrais animaux, rejets organiques de fosses, etc.);
- l'acidolyse par les bactéries qui modifie le milieu interstitiel;
- l'état de cristallinité médiocre (lacunes en site cationique et en site OH) qui implique une solubilité élevée;
- les fermentations (catabolisme aérobie de la matière organique) produisant du CO_2 .

Facteurs et causes de la conservation des minéraux de l'os :

- forte résistance du matériau osseux par rapport à la calcination : l'apatite (l'os est entre autres composé d'hydroxyapatite) fond difficilement au chalumeau, même en minces esquilles (Bétékhtine 1968);
- l'absence d'oxygène et de gaz carbonique (anoxie, milieu réducteur à Fe^{2+});
- absence d'eau interstitielle dans le sédiment (zones désertiques par exemple);
- milieu confiné (grotte, cavité);
- activité microbiologique faible ou absente;
- faiblesse ou absence de la rhizosphère;
- amendements alcalins;
- forte profondeur d'enfouissement;
- rapidité de l'enfouissement;
- sécheresse et baisse de la température (réduction de l'activité des micro-organismes);
- les terres pauvres en matière organique fine;
- éléments qui élèvent le pH du sol en le rendant alcalin;
- les terres riches en calcaire fin (alcalinisation du sol);
- faible vitesse d'altération de l'ion calcium dans les carbonates et les phosphates;
- état de cristallinité élevé et solubilité plus faible lorsque l'hydroxyapatite se rapproche de la stœchiométrie;
- sols basiques où les formes minérales carbonatées de type apatite prédominent et sont stables (Duchaufour 1995).

L'état actuel d'un sol ne reflète pas toujours son état ancien

A propos des indices de conservation ou d'altération du mobilier osseux, certains paramètres observés aujourd'hui dans un sol ne reflètent pas obligatoirement l'état du sol dans le passé. Certaines analyses géochimiques réalisées aujourd'hui ne sont pas indicatrices de conditions pédologiques anciennes, fossiles : les phosphates peuvent provenir d'amendements actuels, le pH reflète en

principe l'état actuel des fluides du sol et de la charge actuelle en cations du complexe argilo-humique, la teneur en matière organique n'est que le reflet de la calcination, à 1000 °C, d'éléments divers comme la matière organique fossile mais aussi actuelle, la déshydratation et la décomposition de minéraux hydratés.

D'autres analyses sédimentaires comme la granulométrie peuvent restituer des indices relatifs à la porosité, paramètre n'ayant pas obligatoirement varié depuis la mise en place du gisement. La composition minéralogique est aussi restée assez stable. La présence de sables calcaires, de matière organique fossile enfouie observée actuellement dans un sol, sont aussi des caractéristiques qui peuvent être considérées comme translatables dans le passé.

Les sols de Lai Coiratte et la dégradation des ossements

Pour évaluer le degré de conservation des ossements enfouis dans la sépulture de Lai Coiratte, il faut d'abord répertorier les qualités de ses sols, les conditions hydrologiques, climatiques et également les éléments chimiques appliqués sur ceux-ci par les amendements déposés après l'enfouissement du matériel osseux.

Ainsi à Lai Coiratte, les sols sont :

- des sols siliceux par nature, faiblement ou non carbonatés hormis les alluvions graveleuses inférieures;
- des sols à porosité inégale mais généralement suffisante pour une aération et une circulation interstitielle ce qui est favorable à l'activité bactérienne;
- des sols constitués de colluvions et de limons d'inondation plutôt décarbonatés, en particulier le sol archéologique 3a;
- des sols placés en SDA et donc soumis à l'agriculture;
- des sols favorables aux amendements qui ont certainement potentiellement connu le phénomène de la nitrification;
- des sols parfois ennoyés par le débordement du Creux- des-Prés;
- des sols relativement poreux, à soubassement sédimentaire constitué de graviers calcaires à matrice lœssique relativement poreux ou à substratum rocheux jurassique karstifié filtrant;
- des sols s'asséchant plus ou moins rapidement après inondation par infiltration des eaux en profondeur donc des sols aérés soumis à l'oxygène qui est corrosive pour la matière organique, les pollens (et également le collagène des ossements).

Le matériel osseux retrouvé à Lai Coiratte a séjourné durant environ 1500 ans, ceci à relativement faible profondeur. Si l'on parcourt la liste des propriétés énoncée ci-dessus on peut comprendre la mauvaise conservation des ossements recueillis sur le site.

Généralement, les restes osseux retrouvés dans les couches proto-historiques ajoulotes qui correspondent à la plupart des critères de la liste établie supra (Alle-Noir Bois, Chevenez-Lai Coiratte, Boncourt-Grands'Combes, etc.) présentent un état de plus en plus dégradé au fur et à mesure que l'on remonte le temps depuis la période historique en allant vers la Préhistoire (Blaise Othenin-Girard et Mustapha Elyaqine, communication orale). A ce sujet il faut finalement préciser que la matière organique, les pollens, les bois et le mobilier en fer sont des éléments qui sont généralement également retrouvés mal conservés, voire totalement dégradés dans les colluvions lœssiques acides des sites ajoulotes.

Annexe 10 – Mesures ostéométriques

exprimées en mm, d'après Angela von den Driesch. *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites*. Harvard University, Cambridge, 1976, 137 p.

Dents				
	Espèce	Anatomie	L M3	I M3
Couche 3a	porc	mandibule	28,2	14,0
Couche 3a	porc	mandibule	28,5	13,9

Os longs													
	Espèce	Anatomie	Epiphyse	GL	Bp	Dp	SD	Bd	BT	HMT	Dd	Po Bd	Po Dd
Couche 2	bœuf	humérus	?-s					69,0	63,8	38,6			
Fc/F1	ovins	métatarse	s	144,5	21,3	20,6	12,0	24,7			12,8	25,1	15,8
Couche 3a	porc	humérus	?-s				16,0	39,3	34,0				

Tarse							
	Espèce	Anatomie	Bp	Bd	GB	GL	GLm
Couche 2	bœuf	naviculocuboïde			46,3	39,3	
Couche 2	bœuf	talus	34,0	43,2			55,7

Phalanges											
	Espèce	Anatomie	Epiphyse	GL	Bp	Dp	SD	Sd D	Bd	Dd	
Couche 2	bœuf	phalange 1 ant.	s	55,3	27,3	27,5	23,5		26,1	18,4	
Fc/F1	porc	phalange 2	s	21,6	15,1	14,5	12,0	9,1	14,0	12,5	
Fc/F1	porc	phalange 2	s	20,5	14,5	14,0	11,8	8,4	12,7	12,0	

Site	Datation	Espèce	Anatomie	GL	Bp	Dp	SD
Combe Varu	moderne	<i>Equus</i> sp.	métatarse III	266,0	54,3	45,6	30,2

Annexe 11 – Tableau des remontages de déchets scorifiés

Année	Inv.	Sc	m ²	Div/ m ²	Typologie	Cat.	Op.	Collage n°	Type coll.	Frgt	Nb	Poids g
2002	11877	22	N145/E23	12/16	Cordons	Coulée	R	1	Collée	2	1	130
2002	11882	22	N145/E23	16/16	Cordons	Coulée	R	1	Collée	0	0	0
2002	14999	22	N143/E26	13/16	SGD	Coulée	R	2	Collée	3	1	170
2002	12330	22	N143/E26	6/16	SGD	Coulée	R	2	Collée	0	0	0
2002	14969	22	N142/E26	1/16	SGD	Coulée	R	3	Collée	0	0	0
2002	14978	22	N142/E26	9/16	Coulée	Coulée	R	3	Collée	0	0	0
2002	14979	22	N142/E26	10/16	Coulée	Coulée	R	3	Collée	0	0	0
2002	11644	22	N142/E26	10/16	Cordons	Coulée	R	3	Collée	7	1	1390
2002	11645	22	N142/E26	10/16	Cordons	Coulée	R	3	Collée	0	0	0
2002	11733	22	N142/E26	-	Cordons	Coulée	R	3	Collée	0	0	0
2002	12316	22	N142/E26	9/16	SGD	Coulée	R	3	Collée	0	0	0
2002	12654	25	-	-	SGD	Coulée	R	4	Collée	2	1	70
2002	17565	25	-	-	Coulée	Coulée	R	4	Collée	0	0	0
2002	14623	22	N143/E25	8/16	Coulée	Coulée	R	5	Collée	0	0	0
2002	11639	22	N143/E25	8/16	Cordons	Coulée	R	5	Collée	6	1	680
2002	11798	22	N143/E25	15/16	Coulée	Coulée	R	5	Collée	0	0	0
2002	12163	22	N143/E25	8/16	Coulée	Coulée	R	5	Collée	0	0	0
2002	12324	22	N143/E26	5/16	Coulée	Coulée	R	5	Collée	0	0	0
2002	17396	102	-	-	Coulée	Coulée	R	5	Collée	0	0	0
2002	11797	22	N143/E26	1/16	Cordons	Coulée	R	6	Collée	0	0	0
2002	12322	22	N143/E26	5/16	Cordons	Coulée	R	6	Collée	2	1	80
2001	4979	25	-	-	Cordons	Coulée	R	7	Collée	0	0	0
2002	11820	22	N148/E22	-	Cordons	Coulée	R	7	Collée	2	1	290
2002	16900	25	N136/E29	-	Cordons	Coulée	R	8	Collée	3	1	210
2002	15627	25	N137/E30	-	Cordons	Coulée	R	8	Collée	0	0	0
2002	12728	25	N136/E29	-	Cordons	Coulée	R	8	Collée	0	0	0
2001	4450	25	-	-	Plaque	Coulée	R	9	Collée	2	1	110
2002	12696	25	N137/E29	-	SGD	Coulée	R	9	Collée	0	0	0
2002	15717	19	-	-	Cordons	Coulée	R	10	Collée	0	0	0
2002	16831	22	-	-	Cordons	Coulée	R	10	Collée	2	1	100
2002	17365	102	-	-	Coulée	Coulée	R	10	Appariée	1	1	20
2002	17490	102	-	-	SGD	Coulée	R	11	Collée	0	0	0
2002	16614	102	-	-	SGD	Coulée	R	11	Collée	0	0	0
2002	16622	102	-	-	SGD	Coulée	R	11	Collée	3	1	110
2002	16551	102	-	-	SGD	Coulée	R	12	Collée	2	1	75
2002	17368	102	-	-	SGD	Coulée	R	12	Collée	0	0	0
2002	14427	22	N146/E24	-	Coulée	Coulée	R	13	Collée	3	1	160
2002	14434	22	N146/E24	-	Coulée	Coulée	R	13	Collée	0	0	0
2002	16785	22	-	-	SGD	Coulée	R	13	Collée	0	0	0
2002	16803	22	-	-	SGD	Coulée	R	14	Collée	2	1	240
2002	16805	22	-	-	SGD	Coulée	R	14	Collée	0	0	0
2002	14452	22	N146/E24	-	Cordons	Coulée	R	15	Collée	0	0	0
2002	11655	22	N141/E27	1/16	Cordons	Coulée	R	15	Collée	2	1	930
2002	14990	22	N143/E26	2/16	Coulée	Coulée	R	16	Collée	0	0	0
2002	14996	22	N143/E26	6/16	Coulée	Coulée	R	16	Collée	2	1	180
2002	14960	22	N142/E26	1/16	Coulée	Coulée	R	17	Collée	0	0	0
2002	13773	22	N148/E22	-	Cordons	Coulée	R	17	Collée	0	0	0
2002	11637	22	N142/E25	12/16	Cordons	Coulée	R	17	Collée	4	1	710
2002	11659	22	N144/E27	1/16	Cordons	Coulée	R	17	Appariée	1	1	200
2002	12171	22	N143/E25	16/16	Coulée	Coulée	R	17	Collée	0	0	0
2002	14630	22	N143/E25	15/16	Cordons	Coulée	R	18	Collée	0	0	0
2002	14644	22	N143/E25	12/16	Coulée	Coulée	R	18	Collée	0	0	0
2002	12170	22	N143/E25	16/16	Cordons	Coulée	R	18	Collée	3	1	350
2002	14619	22	N143/E25	4/16	Cordons	Coulée	R	19	Collée	0	0	0
2002	14988	22	N143/E26	1/16	Coulée	Coulée	R	19	Collée	2	1	360
2002	14622	22	N143/E25	7/16	Coulée	Coulée	R	20	Collée	0	0	0
2002	14830	22	N148/E25	-	Coulée	Coulée	R	20	Collée	0	0	0
2002	14993	22	N143/E26	5/16	Cordons	Coulée	R	20	Collée	0	0	0
2002	12149	22	N143/E25	3/16	Coulée	Coulée	R	20	Collée	7	1	700
2002	12159	22	N143/E25	7/16	Coulée	Coulée	R	20	Collée	0	0	0
2002	11728	22	N142/E25	3/16	Cordons	Coulée	R	21	Collée	7	1	460
2002	12160	22	N143/E25	7/16	Coulée	Coulée	R	21	Collée	0	0	0
2002	11123	102	-	-	Cordons	Coulée	R	22	Collée	0	0	0
2002	14281	22	N144/E24	5/16	Cordons	Coulée	R	22	Collée	4	1	1020
2002	11629	22	N144/E24	9/16	Cordons	Coulée	R	22	Collée	0	0	0
2002	17412	22	N144/E24	9/16	Cordons	Coulée	R	22	Collée	0	0	0
2002	14267	22	N144/E24	2/16	Cordons	Coulée	R	23	Collée	4	1	1510
2002	11630	22	N144/E24	10/16	Cordons	Coulée	R	23	Collée	0	0	0
2002	11922	22	N144/E24	2/16	Cordons	Coulée	R	23	Appariée	1	1	40
2002	11933	22	N144/E24	12/16	Cordons	Coulée	R	23	Collée	0	0	0
2002	12009	22	N144/E24	6/16	Cordons	Coulée	R	23	Appariée	1	1	65
2002	17402	22	N144/E24	7/16	SGD	Coulée	R	23	Collée	0	0	0
2002	14727	22	N145/E25	-	Coulée	Coulée	R	24	Collée	3	1	110
2002	12051	22	N145/E24	12/16	Coulée	Coulée	R	24	Collée	0	0	0
2002	14374	22	N146/E24	-	Coulée	Coulée	R	25	Collée	0	0	0
2002	14411	22	N146/E24	-	Coulée	Coulée	R	25	Collée	2	1	180
2002	14431	22	N146/E24	-	Coulée	Coulée	R	26	Collée	0	0	0
2002	14478	22	N146/E24	-	Coulée	Coulée	R	26	Collée	4	1	490
2002	13798	22	N149/E22	-	Coulée	Coulée	R	26	Collée	0	0	0
2002	11964	22	N146/E24	-	Coulée	Coulée	R	26	Collée	0	0	0
2002	14437	22	N146/E24	-	Coulée	Coulée	R	27	Collée	0	0	0
2002	11632	22	N146/E24	-	Plaque	Coulée	R	27	Collée	2	1	470
2002	14055	22	N147/E23	-	SGD	Coulée	R	28	Collée	2	1	100
2002	14154	22	N148/E23	-	SGD	Coulée	R	28	Collée	0	0	0
2001	4621	29	-	-	Cordons	Coulée	R	29	Collée	3	1	210
2001	4635	29	-	-	Plaque	Coulée	R	29	Collée	0	0	0

Année	Inv.	Sc	m ²	Div/ m ²	Typologie	Cat.	Op.	Collage n°	Type coll.	Frgt	Nb	Poids g
2001	4636	29	-	-	Plaque	Coulée	R	29	Collée	0	0	0
2002	15009	22	N143/E26	6/16	Coulée	Coulée	R	30	Collée	0	0	0
2002	11794	22	N143/E26	1/16	Coulée	Coulée	R	30	Collée	0	0	0
2002	12151	22	N143/E25	3/16	Coulée	Coulée	R	30	Collée	3	1	340
2002	13295	19	N151/E30	-	Coulée	Coulée	R	31	Collée	0	0	0
2002	15598	22	N150/E30	-	Coulée	Coulée	R	31	Collée	2	1	100
2002	15381	22	N150/E27	-	Cordons	Coulée	R	32	Collée	3	1	230
2002	15454	22	N149/E28	-	Cordons	Coulée	R	32	Collée	0	0	0
2002	15494	22	N150/E28	-	Cordons	Coulée	R	32	Collée	0	0	0
2002	11107	102	-	-	Coulée	Coulée	R	33	Collée	4	2	530
2002	17364	102	-	-	Coulée	Coulée	R	33	Collée	0	0	0
2002	16707	102	-	-	Coulée	Coulée	R	34	Collée	0	0	0
2002	16715	102	-	-	Coulée	Coulée	R	34	Collée	2	1	160
2002	15601	25	N137/E29	-	Coulée	Coulée	R	35	Collée	0	0	0
2002	17566	25	N136/E29	-	Coulée	Coulée	R	35	Collée	2	1	80
2002	13789	22	N149/E22	-	Coulée	Coulée	R	36	Collée	0	0	0
2002	13575	22	N147/E23	-	Coulée	Coulée	R	36	Collée	2	1	90
2002	14051	22	N147/E23	-	Coulée	Coulée	R	37	Collée	0	0	0
2002	16769	22	-	-	Coulée	Coulée	R	37	Collée	2	1	150
2002	14246	22	N143/E24	6/16	Cordons	Coulée	R	38	Collée	0	0	0
2002	14293	22	N144/E24	16/16	Coulée	Coulée	R	38	Collée	2	1	75
2002	14544	22	N148/E24	-	Coulée	Coulée	R	39	Collée	2	1	130
2002	12355	22	N145/E26	1/16	Coulée	Coulée	R	39	Collée	0	0	0
2002	14662	22	N144/E25	6/16	Coulée	Coulée	R	40	Collée	2	1	420
2002	12201	22	N144/E25	16/16	Coulée	Coulée	R	40	Collée	0	0	0
2002	17546	22	-	-	Coulée	Coulée	R	41	Similaire	1	1	30
2002	14772	22	N146/E25	-	Coulée	Coulée	R	41	Similaire	1	1	20
2002	15120	22	N146/E26	-	Coulée	Coulée	R	41	Similaire	1	1	100
2002	13724	22	N147/E22	-	Coulée	Coulée	R	41	Collée	2	1	160
2002	17225	22	N148/E21	-	Coulée	Coulée	R	41	Collée	0	0	0
2002	14017	22	N146/E23	-	Cordons	Coulée	R	42	Collée	0	0	0
2002	11849	22	N144/E24	4/16	Coulée	Coulée	R	42	Collée	2	1	180
2002	12068	22	N145/E24	10/16	SGD	Coulée	R	43	Collée	2	1	110
2002	17354	22	N145/E24	12/16	SGD	Coulée	R	43	Collée	0	0	0
2002												

Annexe 11 – Tableau des remontages de déchets scorifiés (suite)

Année	Inv.	Sc	m ²	Div/ m ²	Typologie	Cat.	Op.	Collage n°	Type coll.	Frgt	Nb	Poids g
2002	14633	22	N143/E25	16/16	Cordons	Coulée	R	66	Collée	0	0	0
2002	13892	22	N145/E23	8/16	Cordons	Coulée	R	67	Collée	2	1	90
2002	17405	22	N144/E24	11/16	Cordons	Coulée	R	67	Collée	0	0	0
2002	13951	22	N146/E23	-	Cordons	Coulée	R	68	Collée	2	1	340
2002	11888	22	N146/E23	-	Coulée	Coulée	R	68	Collée	0	0	0
2002	14001	22	N146/E23	-	Coulée	Coulée	R	69	Collée	0	0	0
2002	17418	22	N146/E23	-	SGD	Coulée	R	69	Collée	2	1	110
2002	15114	22	N146/E26	-	Cordons	Coulée	R	70	Collée	2	1	140
2002	15132	22	N147/E26	-	Cordons	Coulée	R	70	Collée	0	0	0
2002	14329	22	N145/E24	8/16	Coulée	Coulée	R	71	Collée	0	0	0
2002	14347	22	N145/E24	16/16	Coulée	Coulée	R	71	Collée	0	0	0
2002	14814	22	N147/E25	-	Cordons	Coulée	R	71	Collée	3	1	335
2002	14549	22	N148/E24	-	Cordons	Coulée	R	72	Collée	2	1	150
2002	17421	22	-	-	SGD	Coulée	R	72	Collée	0	0	0
2002	16086	26	-	-	SGD	Coulée	R	73	Collée	0	0	0
2002	16228	26	-	-	Cordons	Coulée	R	73	Collée	3	1	310
2002	17422	26	-	-	Coulée	Coulée	R	73	Collée	0	0	0
2002	14788	22	N147/E25	-	Cordons	Coulée	R	74	Collée	0	0	0
2002	15412	22	N147/E28	-	Coulée	Coulée	R	74	Collée	0	0	0
2002	11971	22	N146/E24	-	Cordons	Coulée	R	74	Collée	0	0	0
2002	12251	22	N146/E25	-	Cordons	Coulée	R	74	Collée	4	1	295
2002	17255	102	-	-	Cordons	Coulée	R	75	Collée	2	1	300
2002	17423	102	-	-	SGD	Coulée	R	75	Collée	0	0	0
2002	14415	22	N146/E24	-	SGD	Coulée	R	76	Collée	2	1	250
2002	12046	22	N145/E24	8/16	Coulée	Coulée	R	76	Collée	0	0	0
2001	4255	22	-	-	Cordons	Coulée	R	77	Collée	2	1	350
2002	14885	22	N148/E25	-	Cordons	Coulée	R	77	Collée	0	0	0
2002	17462	102	-	-	SGD	Coulée	R	78	Collée	2	1	150
2002	13521	22	N149/E21	-	Cordons	Coulée	R	78	Collée	0	0	0
2002	17440	102	-	-	SGD	Coulée	R	79	Collée	0	0	0
2002	11116	102	-	-	Cordons	Coulée	R	79	Collée	2	1	95
2002	17439	102	-	-	SGD	Coulée	R	80	Collée	0	0	0
2002	17252	102	-	-	Cordons	Coulée	R	80	Collée	3	1	235
2002	11348	102	-	-	Coulée	Coulée	R	81	Collée	2	1	140
2002	17502	102	-	-	SGD	Coulée	R	81	Collée	0	0	0
2002	14575	22	N149/E24	-	Coulée	Coulée	R	82	Appariée	1	1	40
2002	11850	22	N144/E23	4/16	Coulée	Coulée	R	82	Collée	2	1	160
2002	11914	22	N144/E24	1/16	Coulée	Coulée	R	82	Collée	0	0	0
2002	15069	22	N145/E26	16/16	Cordons	Coulée	R	83	Collée	2	1	130
2002	15186	22	N148/E26	-	Cordons	Coulée	R	83	Collée	0	0	0
2002	15093	22	N146/E26	-	SGD	Coulée	R	84	Collée	0	0	0
2002	17394	22	N144/E25	2/16	SGD	Coulée	R	84	Collée	2	1	160
2002	15232	22	N149/E26	-	Coulée	Coulée	R	85	Collée	0	0	0
2002	13699	22	N147/E22	-	Cordons	Coulée	R	85	Collée	2	1	60
2002	14245	22	N143/E24	5/16	Cordons	Coulée	R	86	Collée	0	0	0
2002	16783	22	-	-	Cordons	Coulée	R	86	Collée	2	1	260
2002	11729	22	N143/E25	15/16	Cordons	Coulée	R	87	Collée	2	1	220
2002	12085	22	N145/E24	16/16	Coulée	Coulée	R	87	Collée	0	0	0
2002	13624	22	N146/E22	-	Cordons	Coulée	R	88	Collée	2	1	35
2002	13770	22	N148/E22	-	Cordons	Coulée	R	88	Collée	0	0	0
2002	14326	22	N145/E24	-	Coulée	Coulée	R	89	Collée	2	1	90
2002	12612	22	N149/E23	-	SGD	Coulée	R	89	Collée	0	0	0
2002	14318	22	N145/E24	-	Coulée	Coulée	R	90	Collée	0	0	0
2002	15149	22	N147/E26	-	Plaque	Coulée	R	90	Collée	2	1	125
2002	14751	22	N146/E25	-	SGD	Coulée	R	91	Collée	0	0	0
2002	15317	22	N147/E27	-	Plaque	Coulée	R	91	Collée	3	1	80
2002	17541	22	-	-	Plaque	Coulée	R	91	Collée	0	0	0
2002	14305	22	N145/E24	-	Coulée	Coulée	R	92	Collée	2	1	110
2002	15084	22	N146/E26	-	SGD	Coulée	R	92	Collée	0	0	0
2002	14628	22	N143/E25	13/16	Coulée	Coulée	R	93	Collée	0	0	0
2002	17540	22	N144/E25	-	SGD	Coulée	R	93	Collée	2	1	60
2002	13844	22	N144/E23	8/16	Cordons	Coulée	R	94	Collée	3	1	435
2002	17549	22	N144/E23	12/16	SGD	Coulée	R	94	Collée	0	0	0
2002	13884	22	N145/E23	-	Vaguelette	Coulée	R	95	Collée	0	0	0
2002	13710	22	N147/E22	-	Cordons	Coulée	R	95	Collée	2	1	115
2002	11878	22	N145/E23	12/16	Vaguelette	Coulée	R	96	Collée	2	1	125
2002	17551	22	N144/E23	4/16	Coulée	Coulée	R	96	Collée	0	0	0
2002	15306	22	N144/E27	6/16	SGD	Coulée	R	97	Collée	2	1	65
2002	17552	22	N146/E23	-	Coulée	Coulée	R	97	Collée	0	0	0
2002	13665	22	N146/E22	-	Coulée	Coulée	R	98	Collée	0	0	0
2002	17554	22	N145/E24	-	Coulée	Coulée	R	98	Collée	2	1	90
2002	14308	22	N145/E24	-	Coulée	Coulée	R	99	Collée	0	0	0
2002	14490	22	N147/E24	-	Coulée	Coulée	R	99	Appariée	1	1	340
2002	14504	22	N147/E24	-	Coulée	Coulée	R	99	Collée	2	1	325
2002	16774	22	-	-	Coulée	Coulée	R	100	Collée	2	1	80
2002	16810	22	-	-	Coulée	Coulée	R	100	Collée	0	0	0
2002	14251	22	N143/E24	15/16	Cordons	Coulée	R	101	Appariée	1	1	40
2002	14336	22	N145/E24	6/16	Cordons	Coulée	R	101	Collée	2	1	95
2002	17556	22	N145/E24	13/16	Coulée	Coulée	R	101	Collée	0	0	0
2002	13786	22	N149/E22	-	Plaque	Coulée	R	102	Collée	0	0	0
2002	16860	22	N148/E21	-	Plaque	Coulée	R	102	Collée	3	1	115
2002	17557	22	-	-	Coulée	Coulée	R	102	Collée	0	0	0
2002	17411	22	N144/E24	1/16	Cordons	Coulée	R	103	Collée	0	0	0
2002	17558	22	-	-	SGD	Coulée	R	103	Collée	2	1	70
2002	14208	22	N149/E23	-	Coulée	Coulée	R	104	Collée	3	1	120
2002	14883	22	N148/E25	-	Coulée	Coulée	R	104	Collée	0	0	0
2002	11183	22	-	-	SGD	Coulée	R	104	Collée	0	0	0
2002	17559	22	N144/E25	15/16	Coulée	Coulée	R	105	Collée	2	1	60
2002	17560	22	N144/E25	8/16	Coulée	Coulée	R	105	Collée	0	0	0
2002	13031	19	N154/E25	-	Cordons	Coulée	R	106	Collée	0	0	0
2002	15779	25	-	-	Cordons	Coulée	R	106	Collée	2	1	85
2001	5005	25	-	-	Cordons	Coulée	R	107	Collée	0	0	0
2002	15255	22	N150/E26	-	Cordons	Coulée	R	107	Collée	2	1	130
2002	15129	22	N146/E26	-	Cordons	Coulée	R	108	Collée	2	1	100
2002	12240	22	N145/E25	14/16	Cordons	Coulée	R	108	Collée	0	0	0
2002	14205	22	N149/E23	-	Coulée	Coulée	R	109	Collée	0	0	0
2002	14424	22	N146/E24	-	Coulée	Coulée	R	109	Collée	2	1	75
2002	17448	102	-	-	Coulée	Coulée	R	125	Similaire	1	1	170
2002	17564	102	-	-	Coulée	Coulée	R	125	Similaire	1	1	60
2002	11330	102	-	-	Bourrelet	Calotte	PR	151	Collée	3	1	2390
2002	11155	102	-	-	Bourrelet	Calotte	PR	151	Collée	0	0	0
2002	11206	22	-	-	Concave	Calotte	PR	152	Collée	0	0	0
2002	11233	23	-	-	Concave	Calotte	PR	152	Collée	2	1	1140
2002	16843	102	-	-	Non classée	Calotte	PR	153	Collée	2	2	4720
2002	16850	102	-	-	Non classée	Calotte	PR	153	Collée	0	0	0
2002	11668	102	-	-	Circulaire	Calotte	PR	154	Collée	0	0	0
2002	11678	102	-	-	Circulaire	Calotte	PR	154	Collée	2	1	1290
2002	11132	102	-	-	Non classée	Calotte	PR	155	Collée	2	1	250
2002	11133	102	-	-	Non classée	Calotte	PR	155	Collée	0	0	0
2002	11141	102	-	-	Non classée	Calotte	PR	156	Collée	3	1	1310
2002	16403	102	-	-	Non classée	Calotte	PR	156	Collée	0	0	0
2002	16502	102	-	-	Non classée	Calotte	PR	156	Collée	0	0	0
2002	15970	27	-	-	Non classée	Calotte	PR	157	Collée	0	0	0
2002	15971	27	-	-	Non classée	Calotte	PR	157	Collée	2	1	480
2002	11178	103	-	-	Bourrelet	Calotte	PR	158	Collée	2	2	840
2002	11186	22	-	-	Bourrelet	Calotte	PR	158	Collée	0	0	0
2002	15780	25	-	-	Non classée	Calotte	PR	159	Collée	2	1	250
2002	15784	25	-	-	Non classée	Calotte	PR	159	Collée	0	0	0
2002	14341	22	N145/E24	10/16	Non classée	Calotte	PR	160	Collée	0	0	0
2002	11192	22	-	-	Non classée	Calotte	PR	160	Collée	3	1	295
2002	12315	22	N142/E26	9/16	Non classée	Calotte	PR	160	Collée	0	0	0
2002	14505	22	N147/E24	-	Non classée	Calotte	PR	161	Collée	2	1	60
2002	17305	22	N147/E26	-	Non classée	Calotte	PR	161	Collée	0	0	0

Annexe 12 – Répartition des objets métalliques par zone

Zone	Objet indét.		Objet usuel		Attache		Outil métallurgie	Outil autres artisanats	Outil indét.	Total outils		Parure		Armement		Total
	nb	%	nb	%	nb	%	nb	nb	nb	nb	%	nb	%	nb	%	
ZA BF	2		1													3
Z FR	9		7		6				3			1				26
ZR S	1															1
Sous-total R	12	46	8	33	6	32			3		17	1	20			30
ZAF	6		8		3				4	4	44	2				27
ZA SE	6		6		2		1	2	1	22						18
Sous-total PR	12	46	14	59	5	26	1	6	5	66	2	40				45
ZR N			1		1				1			1		1		5
ZR SW					1				1							2
ZR E					1											1
Z S									1							1
Inconnu	2		1		5							1				9
Sous-total ND	2	8	2	8	8	42			3		17	2	40	1	100	18
Total	26	100	24	100	19	100	1	12	5	100	5	100	1	100	100	93

Annexe 13 – Répartition du mobilier métallique par zone

Zone	Ebauche/raté		Chute		Déchet ferreux		Objet		Total
	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	
ZA BF			1				3		4
Z FR	5		42		9		26		82
ZR S							1		1
Sous-total R	5	35,7	43	43,9	9	50	30	32,3	87
ZAF	6		19		5		27		57
ZA SE	1		22		4		17		44
Sous-total PR	7	50	41	41,8	9	50	44	47,3	101
ZR N	2		9				5		16
ZR SW			1				3		4
ZR E							1		1
Z S							1		1
Inconnu			4				9		13
Sous-total ND	2	14,3	14	14,3			19	20,4	35
Total	14	100	98	100	18	100	93	100	223

Résumé

Emmanuelle Evéquoz

Ce vingt-septième volume des *Cahiers d'archéologie jurassienne*, dévolu aux occupations médiévales mises au jour à proximité du village de Chevenez en Ajoie (canton du Jura, Suisse) constitue, après la Protohistoire (CAJ 26), le second volet des recherches entreprises dans cette région. Les investigations se sont déroulées à Lai Coiratte, à Combe Varu et à Combe En Vaillard entre 1998 et 2002 dans le cadre de la construction de l'autoroute A16 Transjurane et de ses infrastructures annexes.

Après une brève introduction générale (chap. 1), un survol des différentes méthodes appliquées par chacun des domaines scientifiques approfondis dans cette étude est présenté (chap. 2). Ensuite, les résultats des recherches sont exposés par site (chap. 3 à 5) alors que l'étude anthropologique des populations funéraires figure dans le chapitre 6. La septième et dernière section de l'ouvrage est réservée à la synthèse des données (chap. 7).

Cette monographie relate les premiers éléments relatifs à l'occupation des environs du village de Chevenez entre la période mérovingienne et le Bas Moyen Age. Tributaires d'un état de conservation médiocre, les recherches ont mis en évidence la vocation différenciée des trois sites. En effet, entre le début du 7^e siècle, alors que commence à se développer la nécropole de Combe Varu, et le début du 8^e siècle, deux phases d'implantation se dessinent à Lai Coiratte et à Combe En Vaillard. A l'espace artisanal de Lai Coiratte succède une sépulture triple tandis qu'à Combe En Vaillard, l'installation de l'axe de communication reliant Courtedoux/*Curtis Udulfi* et Chevenez/*Chaviniacus* entraîne la construction d'un bâtiment réservé à l'habitat et l'établissement d'un espace funéraire. Cette voie de passage semble abandonnée à la fin du Haut Moyen Age.

Constituée des restes d'un bas fourneau ainsi que d'un ensemble de bas foyers, d'aires de forgeage et de fosses, la zone artisanale de Lai Coiratte paraît entièrement dédiée à l'activité sidérurgique et atteste pour la première fois de la réduction du minerai de fer en Ajoie. La découverte conjointe de vestiges de réduction et de postréduction permet d'appréhender l'organisation spatiale de cet atelier et donne une vue d'ensemble de la chaîne opératoire du travail du fer au Haut Moyen Age complétant les informations récoltées dans la vallée de Delémont à Boécourt-Les Boulies et à Develier-Courtételle. A Combe En Vaillard, le bâtiment en L matérialise les rares traces d'un habitat isolé relié par un chemin

empierré à l'axe de communication traversant la combe d'est en ouest. Cette construction ne peut toutefois pas être mise en lien direct avec les aménagements de Lai Coiratte. D'un point de vue anthropologique, les groupes sépulcraux mis au jour à Combe En Vaillard et Combe Varu, ainsi que la sépulture triple de Lai Coiratte, constituent une population funéraire intéressante. Relevons que l'étude des caractères discrets et de la paléopathologie met en évidence de possibles liens familiaux parmi cette population et fournit des informations importantes quant à son état sanitaire, notamment une usure dentaire anormale pour plusieurs individus, usure qui pourrait être liée à une activité artisanale.

Le mobilier archéologique, outre les scories de fer, est essentiellement composé de céramiques et d'objets en fer. Quelques rares récipients en verre et en pierre ollaire, ainsi que des outils lithiques, complètent ce panorama. Si l'étude des céramiques confirme et étaye les données chronologiques et morphologiques recueillies à Develier-Courtételle, elle ne lève toujours pas le voile sur la localisation des centres de production régionaux. En revanche, l'approche des réseaux d'échanges, perçus à travers les pièces d'importation et plus particulièrement la céramique et les lithiques, est plus aisée. Ils semblent différer quelque peu de ceux de la vallée de Delémont avec une orientation plus prononcée en direction de la Bourgogne et de l'Alsace. Les quelques pièces de verrerie et la pierre ollaire dénotent, quant à elles, une certaine aisance économique des occupants des lieux. Finalement, le développement des cultures agricoles est attesté par les macrorestes végétaux alors que les restes fauniques relatent l'extension des activités d'élevage. Ceci reflète l'image d'une société agropastorale ayant adopté un mode de vie avant tout autarcique.

Les découvertes médiévales de Chevenez apportent un premier éclairage pour la connaissance de l'organisation des populations rurales en Ajoie, de la densité de peuplement et de l'organisation de l'occupation des sols dans la région, ainsi que des réseaux d'échanges au début de la période médiévale. Les informations recueillies dans cet ouvrage s'inscrivent dans le prolongement des découvertes de Boécourt-Les Boulies et de Develier-Courtételle dans la vallée de Delémont et seront enrichies par les recherches en cours à Courtedoux-Creugenat. L'ensemble des vestiges archéologiques permet une première approche de cette période historique encore peu connue en dehors de son contexte funéraire.

Zusammenfassung

Übersetzung Monika Kleiner

Band 27 der *Cahiers d'archéologie jurassienne* ist den mittelalterlichen Siedlungsresten von Chevenez in der Ajoie (Kanton Jura, Schweiz) gewidmet und bildet somit chronologisch den zweiten Teil der Grabungsergebnisse. Funde und Befunde der Bronze- und Eisenzeit sind bereits publiziert (CAJ 26). Die drei Fundstellen Lai Coiratte, Combe Varu und Combe En Vaillard sind Teil einer östlich des heutigen Dorfes gelegenen ländlichen Siedlung, die zwischen 1998 und 2002 im Vorfeld des Baus der Autobahn A16 Transjurane untersucht worden ist.

Nach einer kurzen allgemeinen Einleitung (Kapitel 1) folgt ein Überblick über die unterschiedlichen wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden der im vorliegenden Band eingehend bearbeiteten und vorgestellten Fundgattungen (Kapitel 2). Die Ergebnisse werden anschliessend, nach Fundstellen geordnet vorgestellt (Kapitel 3 bis 5). Kapitel 6 enthält die anthropologische Auswertung der Körperbestattungen. Die Synthese bildet den letzten Teil der Publikation (Kapitel 7).

Mit der Monographie liegen erste Anzeichen für eine Besiedlung der Umgebung von Chevenez zwischen Merowingerzeit und Hochmittelalter vor. Trotz einer nur mittelmässigen Konservierung des archäologischen Materials sind Aussagen zu einer differenzierten Nutzung der drei Fundstellen möglich. Zwischen dem beginnenden 7. Jahrhundert, welches mit dem Anfang der Belegung des Gräberfeldes in der Combe Varu zusammen fällt, und dem frühen 8. Jahrhundert zeichnen sich zwei Begehungsphasen für Lai Coiratte und Combe En Vaillard ab. Auf dem zuerst handwerklich genutzten Areal von Lai Coiratte folgt eine Dreifachbestattung, während in der Combe En Vaillard auf den Bau der Verbindungsaxe zwischen Courtedoux/*Curtis Udulfi* und Chevenez/*Chaviniacus* ein für Wohnzwecke errichtetes Gebäude mit gleichzeitigem Bestattungsplatz folgt. Die Strasse scheint am Ende des Frühmittelalters aufgegeben worden zu sein.

Der Werkplatz von Lai Coiratte scheint ausschliesslich der Eisengewinnung und -verarbeitung gedient zu haben. Erhalten sind Strukturen von einem Rennofen und einer Gruppe von Feuerstellen sowie Schmiedepätze und Gruben, so dass erstmals in der Ajoie auch die Erzverhüttung fassbar wird. Der gleichzeitige Nachweis von Eisenproduktion und Schmiedetätigkeit macht die räumliche Ausdehnung des Ateliers fassbar und erlaubt eine Übersicht über die gesamte Abfolge der Arbeitsschritte bei der frühmittelalterlichen Eisenverarbeitung. Die dabei gewonnen Erkenntnisse ergänzen die bereits von den beiden im Delsberger Becken gelegenen Fundstellen Boécourt-Les Boulies

und Develier-Courtételle bekannten Resultate. Beim Gebäude mit L-förmigem Grundriss in der Combe En Vaillard handelt es sich um ein seltenes Beispiel eines Einzelhofes, der durch einen Schotterweg an die Ost-West verlaufende Strasse angebunden ist. Aus anthropologischer Sicht bilden die Gräber von Combe En Vaillard und Combe Varu sowie die Dreifachbestattung von Lai Coiratte eine interessante Bestattungsgruppe. Die Untersuchung von diskreten Merkmalen und paleopathologischen Spuren ergibt eine mögliche Verwandtschaftsbeziehung innerhalb des hier bestatteten Personenverbandes und liefert wichtige Indizien zum Gesundheitszustand, insbesondere für mehrere Individuen eine überdurchschnittliche Zahnabnutzung, die möglicherweise im Zusammenhang mit einer spezifischen, nicht näher definierbaren handwerklichen Tätigkeit steht.

Mit Ausnahme der Eisenschlacken besteht das archäologische Fundmaterial hauptsächlich aus Keramik und Metallgegenständen. Wenige Gefässe aus Glas und Lavez sowie Gerätschaften aus Stein ergänzen die Fundgruppen. Die Untersuchung der Keramik bestätigt und erweitert die chronologischen und morphologischen Ergebnisse der Grabung Develier-Courtételle, auch lassen sich nach wie vor die regionalen Produktionszentren nicht lokalisieren. Besser erkennbar sind überregionale Tausch- und Handelsbeziehungen durch den Vergleich der Importstücke, besonders der Gefässkeramik und der Steinartefakte, die sich grundsätzlich nur gering vom Fundmaterial aus dem Delsberger Becken unterscheiden, dennoch aber eine stärkere Verbindung zum Burgund und Elsass bezeugen. Einige wenige Fragmente von Glas und Lavez deuten auf einen gewissen Wohlstand der Bewohner hin. Die Resultate der Untersuchung der pflanzlichen Makroreste und der Fauna zeigen die zunehmende Bedeutung der Feldwirtschaft und eine Intensivierung der Viehhaltung, was einer hauptsächlich für den Eigenbedarf wirtschaftenden, auf Selbstversorgung ausgerichteten Gemeinschaft entspricht.

Die Auswertung der mittelalterlichen Funde und Befunde von Chevenez liefert einen ersten Beitrag zur ländlichen Siedlungsdynamik sowie zu den Tausch- und Handelsverbindungen in der Ajoie an der Schwelle zum Mittelalter. Die im vorliegenden Band dargestellten Resultate reihen sich in die Ergebnisse von Boécourt-Les Boulies und Develier-Courtételle im Delsberger Becken ein und werden bald durch die noch nicht abgeschlossene Untersuchung von Courtedoux-Creugenat ergänzt. Sie erlauben eine erste Auseinandersetzung mit der für diese Zeit sonst vor allem indirekt durch Bestattungen bekannten Siedlungstätigkeit.

Riassunto

Traduzione Maruska Federici-Schenardi

Questo ventisettesimo volume dei Cahiers d'archéologie jurassienne, dedicato alle occupazioni medievali rinvenute nei pressi del villaggio di Chevenez nell'Ajoie (canton Giura, Svizzera), costituisce, dopo il capitolo protostorico (CAJ 26), la seconda parte delle ricerche intraprese in questa regione. Le indagini si sono svolte a Lai Coiratte, a Combe Varu e a Combe En Vaillard fra il 1998 e il 2002 nell'ambito della costruzione dell'autostrada A16 Transjurane e delle infrastrutture ad essa connesse.

Dopo una breve introduzione generale (cap. 1) è presentata una panoramica dei differenti metodi applicati da ognuna delle discipline scientifiche approfondite in questo studio (cap. 2). In seguito i risultati delle ricerche sono esposti per sito (cap. 3 a 5), mentre lo studio antropologico delle popolazioni funerarie figura nel capitolo 6. La settima ed ultima parte dell'opera è riservata alla sintesi dei dati (cap. 7).

Questa monografia espone i primi elementi relativi all'occupazione dei dintorni del villaggio di Chevenez tra il periodo merovingio e il basso medioevo. Malgrado il mediocre stato di conservazione delle vestigia, le ricerche hanno messo in evidenza la vocazione distinta dei tre siti. In effetti, tra l'inizio del VII secolo, allorché si sviluppa la necropoli di Combe Varu, e l'inizio dell'VIII secolo, due fasi di insediamento se delineano a Lai Coiratte e a Combe En Vaillard. All'area artigianale di Lai Coiratte succede una sepoltura tripla, mentre a Combe En Vaillard l'installazione dell'asse di comunicazione tra Courtedoux/*Curtis Udulfi* e Chevenez/*Chaviniacus* porta alla costruzione di un edificio abitativo e all'insediamento di uno spazio funerario. Questa via di passaggio sembra essere abbandonata alla fine dell'altomedioevo.

La zona artigianale di Lai Coiratte, costituita dai resti di un basso forno e da un insieme di focolari metallurgici, aree di forgia e fosse, sembra integralmente dedicata all'attività siderurgica ed è la prima testimonianza di un'attività di riduzione del minerale di ferro nell'Ajoie. La scoperta congiunta di vestigia della riduzione e della post-riduzione del metallo permette di cogliere l'organizzazione spaziale di questo atelier e offre una visione d'insieme della catena operatoria della lavorazione del ferro nell'altomedioevo, completando le informazioni raccolte nella vallata di Delémont a Boécourt-Les Boulies e a

Develier-Courtételle. A Combe En Vaillard l'edificio a forma di L costituisce la tenue traccia di un abitato isolato collegato all'asse di comunicazione che attraversa la conca da est a ovest tramite una strada selciata. Questa costruzione non può però essere messa in relazione diretta con le installazioni di Lai Coiratte. Da un punto di vista antropologico, i gruppi sepolcrali messi in luce a Combe En Vaillard e Combe Varu, come pure la sepoltura tripla di Lai Coiratte, formano una popolazione funeraria interessante. Lo studio dei caratteri discreti e l'analisi paleopatologica mettono in rilievo dei possibili legami famigliari e forniscono informazioni importanti sullo stato di salute, in particolare circa un'usura dentale anomala su più individui, la quale potrebbe essere legata ad una specifica attività artigianale.

I reperti archeologici, oltre le scorie di ferro, sono essenzialmente costituiti di ceramiche e oggetti di ferro. Qualche raro recipiente di vetro o di pietra ollare, come pure degli utensili litici, completano l'inventario. Se l'analisi della ceramica conferma i dati cronologici e morfologici raccolti a Develier-Courtételle, essa non svela ancora la localizzazione dei centri di produzione regionali. Invece la focalizzazione sulla rete degli scambi, tracciata grazie ai reperti importati, in particolare la ceramica e la pietra, risulta più netta. Sembra differire leggermente da quella della vallata di Delémont, con un orientamento più pronunciato verso la Borgogna e l'Alsazia. I pochi frammenti di vetro e la pietra ollare sottolineano un certo benessere economico degli abitanti del luogo. Da ultimo lo sviluppo delle culture agricole è confermato dai macroresti vegetali, mentre i resti della fauna riferiscono in merito alle attività di allevamento. Ciò dà l'immagine di una società agropastorale che ha adottato un modo di vita principalmente autarchico.

Le scoperte medievali di Chevenez portano un primo sguardo sull'organizzazione delle popolazioni rurali nell'Ajoie, sulla densità del popolamento e sull'organizzazione dell'occupazione del suolo nella regione, come pure sulla rete degli scambi all'inizio del periodo medievale. Le informazioni raccolte in quest'opera si iscrivono nel prolungamento delle scoperte di Boécourt-Les Boulies e di Develier-Courtételle nella vallata di Delémont, e saranno arricchite da quelle in corso a Courtedoux-Creugenat. L'insieme delle vestigia archeologiche permette un primo avvicinamento a questo periodo storico ancora poco conosciuto al di fuori del contesto funerario.

Abstract

Translation Robert Fellner

The present volume, 27th in the series *Cahiers d'archéologie jurassienne*, presents the medieval occupations discovered near the village of Chevenez in the Ajoie region (Canton Jura, Switzerland). Bronze and Iron Age remains found in the same area were the subject of a previous volume (CAJ 26). The three sites of Lai Coiratte, Combe Varu and Combe En Vaillard were excavated between 1998 and 2002, prior to the construction of the A16 motorway.

After a short introduction (chap. 1) follows a description of the different methodologies employed in the various approaches contained in this volume (chap. 2). The following chapters 3 to 5 present the archaeological finds and structures site by site. Chapter 6 contains the anthropological study of the human remains discovered at all three sites. A concluding synthesis forms the seventh and last chapter.

This monograph is the first publication describing archaeological remains dating from the Merovingian period to the late Middle Ages found in the region of Chevenez. Although the investigated sites are not well preserved, the different nature of the three occupations became obvious. Between the beginning of the 7th century, period when the small cemetery of Combe Varu was founded, and the early 8th century, two occupation phases succeeded each other at Lai Coiratte and Combe En Vaillard. The activity area of Lai Coiratte is succeeded by a tomb containing three individuals, while at En Vaillard, the construction of a roadway linking Courtedoux/*Curtis Udulfi* to Chevenez/*Chaviniacus* lead to the construction of a dwelling and the establishment of a cemetery. The roadway was apparently abandoned at the end of the early medieval period.

The activity area of Lai Coiratte contains the remains of a bloomery furnace, several smithing hearths, work spaces and pits, and appears to have been entirely dedicated to ironworking. It represents the first solid evidence of early iron smelting in the Ajoie region. The features could be linked to either iron smelting or smithing. Their respective location defines the spatial organisation of the workshop and gives an image of the entire chaîne opératoire of ironworking during the early Middle Ages, completing observations made on the contemporary sites of Boécourt-Les Boulies and Develier-Courtételle in

the neighbouring Delémont Valley. The L-shaped building discovered at Combe En Vaillard represents the remains of an isolated farmstead linked by a paved path to the roadway which crosses the dale from east to west. It is however not possible to establish a direct link between this farmstead and the activity area of Lai Coiratte. Together with the triple tomb of Lai Coiratte, the grouped inhumations documented at Combe En Vaillard and Combe Varu form a population of sufficient size for a detailed anthropological analysis. The analysis of discrete traits and the palaeopathological evidence revealed possible family ties within this population and documented its state of health. Abnormal tooth wear observed on several individuals may be the result of a particular craft activity.

A part from the slag produced by the metallurgical activities, the archaeological assemblage is dominated by potsherds and iron objects, glass or soapstone vessel fragments and stone tools being relatively rare. The typological and technological analysis of the pottery confirms and completes the published results obtained at Develier-Courtételle; the location of the regional pottery workshops remains however unclear. More is known about imported ware and lithic objects, permitting a partial reconstruction of exchange networks. These seem to have differed to some extent from those documented in the Delémont Valley, with a stronger orientation towards Burgundy and Alsace. The presence of glass and stone vessels indicates that the population was relatively well off. Plant and faunal remains document the agriculture and animal husbandry practised by the inhabitants, giving an image of a rural society living mostly in autarky.

The study of three early medieval occupations near Chevenez has thrown some light on the organisation and life style of the rural inhabitants of the Ajoie region, the density and spatial distribution of their settlements and fields, and the contemporary exchange networks. These results, contained in the present volume, complete the already published investigations of the contemporary sites of Boécourt-Les Boulies and Develier-Courtételle in the Delémont Valley. The neighbouring early medieval hamlet of Courtedoux-Creugenat will form the subject of a future volume of this series. Together, all of these archaeological remains will permit a better understanding of this historical period, still mostly known through its cemeteries.

Bibliographie

- AAS/ASSPA Annuaire d'Archéologie Suisse / Annuaire de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie, Bâle.
- AFAM Association française d'archéologie mérovingienne, Saint-Germain-en-Laye.
- ALUB Annales littéraires de l'Université de Besançon, Les Belles Lettres, Paris.
- ALUF Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté, Presses universitaires, Besançon.
- AS/SSPA Archéologie Suisse / archéologie suisse / Société suisse de préhistoire et d'archéologie, Bâle.
- ASJE Actes de la Société jurassienne d'Emulation, Porrentruy.
- AT Archéologie et Transjurane, OCC/OPH, Porrentruy (rapports inédits).
- BAR British archaeological reports, Oxford.
- CAJ Cahiers d'archéologie jurassienne, OCC/OPH et SJE, Porrentruy.
- CAR Cahiers d'archéologie romande, Lausanne.
- DAF Document d'archéologie française, Editions de la Maison des sciences de l'Homme, Paris.
- GDV Germanische Denkmäler der Völkerwanderungszeit, Berlin.
- HA Helvetia archaeologica, Zurich.
- CNRS Centre national de la recherche scientifique, Paris.
- OCC/OPH Office de la culture (dès le 1.9.2003) / Office du patrimoine historique, Section d'archéologie et paléontologie, Porrentruy.
- RAE Revue archéologique de l'Est, Dijon.
- SFECAG Société française d'étude de la céramique antique en Gaule, Marseille.
- SJE Société jurassienne d'Emulation, Porrentruy.
- SPM La Suisse du Paléolithique à l'aube du Moyen-Age, SSPA, Bâle.
-
- Abetel Emmanuel
1992 *L'établissement sidérurgique de Montcherand*. CAR 54, 112 p., 49 fig., 19 tab.
- Adatte Thierry
2000 Etude minéralogique des lœss. In: Aubry et al. 2000, p. 81-88.
- Aeschimann David et Burdet Hervé
1989 *Flore de la Suisse et des territoires limitrophes: le nouveau Binz*. Griffon, Neuchâtel, 597 p., ill.
- Aeschimann David et Heitz Christian
1996 *Index synonymique de la flore de Suisse et territoires limitrophes (ISFS)*. Centre du réseau suisse de floristique, Genève, 318 p., ill. (Documenta floristica Helvetiae 1).
- Affeldt Werner (dir.)
1990 *Frauen in Spätantike und Frühmittelalter. Lebensbedingungen – Lebensnormen – Lebensformen*. Jan Thorbecke, Sigmaringen, 347 p., ill.
- Aichele Dietmar et Schwegler Heinz-Werner
1978 *Unsere Gräser: Süßgräser, Sauergräser, Binsen*. Franckh'sche, Stuttgart, 224 p., ill. (KosmosNaturführer).
- Ajot José
1985 *La nécropole mérovingienne de la Croix de Munot à Curtil-sous-Burnand (Saône-et-Loire)*. Feuilles du docteur Lafond. José Ajot et AFAM, [s.l.], 115 p., 122 fig., 2 tab. (Mémoires de l'AFAM 1).
- Anderson Timothy J., Agustoni Clara, Duvauchelle Anika et al.
2003 *Des artisans à la campagne. Carrière de meules, forge et voie gallo-romaine à Châbles (FR)*. Academic Press, Fribourg, 391 p., 340 fig., 48 pl., 7 annexes (Archéologie fribourgeoise 19).
- Antonini Alessandra
2002 *Sion, Sous-le-Scex (VS) I. Ein spätantik-frühmittelalterlicher Bestattungsplatz: Gräber und Bauten*. CAR 89, 366 p., 132+19 fig., 69 pl., 4 annexes. (Archaeologia vallesiana 1).
- Aronovici-Martin Claude
1977 *Les Mérovingiens au Musée de Dijon: collections mérovingiennes du musée archéologique*. Musée archéologique, Dijon, 185 p., 83 pl.
- Atlas Siegfried
1873 *Atlas topographique de la Suisse 1: 25 000, feuille Delémont (n° 94)*. Bureau topographique fédéral, Berne.
- Aubry Denis
1994 Etude géologique. In: Pousaz Nicole, Taillard Pascal, Schenardi Maruska et al.: *Sites protohistoriques à Courfave et Age du Bronze dans le Jura (Suisse)*. CAJ 5, p. 19-40.
- 2007 Du sol forestier au sol agricole de nature lœssique en Ajoie, canton du Jura. Eléments de pédologie et de géoarchéologie. *ASJE 2006*, p. 67-93, 29 fig.
- 2010a La stratigraphie de Combe Ronde. In: Deslex et al. 2010, p. 31-45.
- 2010b Géologie. In: Demarez Jean-Daniel, Othenin-Girard Blaise et al. 2010, p. 19-43.
- Aubry Denis et Detrey Jean
2008 Les traces sporadiques du Mésolithique en Ajoie. In: Saltel et al., 2008, p. 101-109.
- Aubry Denis, Guélat Michel, Detrey Jean, Othenin-Girard Blaise et al.
2000 *Dernier cycle glaciaire et occupations paléolithiques à Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. CAJ 10, 176 p., 104 fig.
- Aubry-Voirin Martine
2008 Les récipients du Saint-Mont (Saint-Amé, Vosges) en pierre ollaire. In: Guillaume et Peytremann (dir.) 2008, p. 133-136, 5 fig.
- Auf der Maur Christian
2011 Bassecourt JU-Saint-Hubert: l'armement lié aux tombes masculines de la nécropole mérovingienne. *AS 94*, p. 161-198, 18 fig., 9 pl.

- Babey Ursule
2003 *Produits céramiques modernes. Ensemble de Porrentruy, Grand'Fin*. CAJ 18, 280 p., 105 fig., 54 pl., 2 pl. couleur.
- Baize Denis et Girard Michel-Claude (dir.)
1995 *Référentiel pédologique*. Association française pour l'étude des sols (AFES) et Institut national de la recherche agronomique (INRA), Paris, 332 p., ill. (Techniques et pratiques).
- Bänteli Kurt, Höneisen Markus et Zubler Kurt
2000 *Berslingen – ein verschwundenes Dorf bei Schaffhausen. Mittelalterliche Besiedlung und Eisenverhüttung im Durachtal*. Kantonsarchäologie, Schaffhausen, 464 p., 234 fig., 73 pl. (Schaffhauser Archäologie 3).
- Barone Robert
1986 *Anatomie comparée des mammifères domestiques. 1. Ostéologie*. Vigot, Paris, 761 p.
- Barrière-Flavy Casimir
1898 Un cimetière de l'époque des invasions barbares dans le Jura bernois (Suisse). *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques*, p. 6-12, 6 fig.
- Baud Charles-Albert
1995 Les caractères dentaires mongoloïdes chez les Burgondes. In: Gaillard de Sémainville (réd.) 1995, p. 217-219, 7 fig.
- Baud Charles-Albert et Kramar Christiane
1990 Les calcifications biologiques en archéologie. *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 2.3-4, p. 163-170.
- Baudot Henri
1860 Mémoire sur les sépultures des barbares de l'époque mérovingienne, découvertes en Bourgogne et particulièrement à Charnay. *Mémoires de la Commission des antiquités du département de la Côte-d'Or* 5, p. 127-305, 15 pl., ill.
- Baudoux Juliette et Schweitzer Joël
1993 La céramique d'Ilzach (Haut-Rhin). Fouilles de 1968 à 1978. *RAE* 44.1, p. 143-160, 13 fig.
- Bayard Didier
1986 Le peuplement et l'habitat rural en Picardie à l'époque mérovingienne. In: *La Picardie, berceau de la France. Clovis et les derniers Romains, 1500^e anniversaire de la bataille de Soissons, 486-1986*. Catalogue d'exposition, 1986-1987. [s.n.], Amiens, p. 204-211.
- 1994 La céramique de l'habitat mérovingien de Goudelancourt (Aisne). *Revue archéologique de Picardie* 1994.1-2, p. 65-79, 8 fig., 3 tab.
- Bayard Didier et Thouvenot Sylvain
1993 Etude de la céramique du Haut Moyen Age (V^e-X^e siècles) dans le département de l'Aisne (France): premier bilan. In: Piton (réd.) 1993, p. 291-340, 31 fig.
- Beck Barbara et Senn Marianne
2000 Zur Eisenverhüttung in Durachtal. In: Bänteli et al. 2000, p. 241-269.
- Beck Patrice (dir.)
1989 *Une ferme seigneuriale au XIV^e siècle. La grange du Mont (Charny, Côte-d'Or)*. DAF 20, 143 p., 93 fig., 15 tab.
- Becker Damien, Aubry Denis et Detrey Jean
2009 Les dolines du pléistocène supérieur de la combe de «Vâ Tche Tchâ» (Ajoie, Suisse): un piège à restes de mammifères et artefacts lithiques. *Quaternaire* 20.2, p. 135-148, 7 fig., 3 tab.
- Becker Damien et Lapaire Frédéric
2004 La Molasse du Jura (Cénozoïque). Premiers résultats des fouilles et recherches sur le tracé de la Transjurane (A16). *ASJE* 2003, p. 45-61, 9 fig., 4 photos.
- Behrensmeyer Anna Kay
1982 Time resolution in fluvial vertebrate assemblages. *Palaeobiology* 8.3, p. 211-227.
- Beijernick Martinus Willem
1947 *Zadenatlas der Nederlandsche Flora*. Veenman, Wageningen, 316 p., ill.
- Bélet-Gonda Cécile, Mazimann Jean-Pierre, Richard Annick et Schifferdecker François (dir.)
2007 *Premières journées archéologiques frontalières de l'Arc jurassien. Actes. Delle (F) – Boncourt (CH), 21-22 octobre 2005. Mandeuve, sa campagne et ses relations d'Avenches à Luxeuil et d'Augst à Besançon. Actualités archéologiques régionales*. CAJ 20, 328 p., ill. (ALUF 816, Environnement, sociétés et archéologie 10).
- Benoît Paul, Bailly-Maitre Marie-Christine et Dubois Claude
1997 Meules rotatives médiévales pour le broyage des minerais. In: Garcia et Meeks (réd.) 1997, p. 62-68.
- Berger Ludwig
1963 *Die Ausgrabungen am Petersberg in Basel: ein Beitrag zur Frühgeschichte Basels*. Helbing und Lichtenhahn, Basel, 115 p., 44 pl., ill.
- Bertran Pascal, Le Bissonais Yves et Texier Jean-Pierre
2004 Ruissellement. In: Bertran Pascal (dir.): *Dépôts de pente continentaux. Dynamique et faciès*. Quaternaire (hors série 1), p. 176-191.
- Bertsch Karl
1941 *Fruchte und Samen: ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit*. Enke, Stuttgart, 241 p., ill.
- Bertschinger Christiane, Ulrich-Bochsler Susi et Meyer Liselotte
1990 *Köniz-Buchsi 1986. Der römische Gutshof und das frühmittelalterliche Gräberfeld*. Staatlicher Lehrmittelverlag, Bern, 151 p., 46 pl., ill.
- Bétékhtine Anatolij
1968 *Manuel de minéralogie descriptive*. MIR, Moscou, 735 p., ill.
- Beuselinck Laurent, Govers Gerard, Poesen Jean et al.
1998 Grain size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method. *Catena* 32, p. 193-208.
- Billoin David
1999 *Pratz (39) Le Curtillet*. Service régional de l'archéologie de Franche-Comté, Besançon, 25 p., 11 fig. (Document final de synthèse d'évaluation archéologique).
- 2003 Les récipients en pierre ollaire dans l'est de la France (Antiquité tardive et haut Moyen Age). *RAE* 52, p. 249-296, 28 fig.
- 2004 Les récipients en pierre ollaire en France: état de la question. In: Feugère Michel et Gérold Jean-François (dir.): *Le tournage, des origines à l'an Mil*. Actes du colloque de Niederbronn, octobre 2003. Monique Mergoïl, Montagnac, p. 179-186, 7 fig. (Instrumentum 27).
- 2008 Les récipients en pierre ollaire en France. In: Deslarzes et al. 2008, p. 4-7.
- Billoin David et al.
2008 La nécropole mérovingienne à tumuli d'Hégenheim (Haut-Rhin). In: Guillaume et Peytremann (dir.) 2008, p. 269-281, 8 fig.
- Blaizot Frédérique
2006 Ensembles funéraires isolés dans la moyenne vallée du Rhône. In: Maufras Odile (réd.): *Habitats, nécropoles et paysages dans la moyenne et la basse vallée du Rhône (VI^e-XV^e s.)*. Contribution des travaux du TGV-Méditerranée à l'étude des sociétés rurales médiévales. DAF 98, p. 281-362. (DAF 98).

- Blinkenberg Christopher
1987 *The thunderweapon in religion and folklore: a study in comparative archaeology*. Aristide D. Caratzas, New Rochelle, 122 p. (Reproduction de l'édition de 1911).
- Boéchat Pierre-Auguste
1889 Le cimetièrre burgonde du Cras-Chalet près de Bonfol. *ASJE* 1885-1888, p. 110-128, 1 pl.
- Bóna István
2002 *Les Huns. Le grand empire barbare d'Europe (IV^e-V^e siècles)*. Errance, Paris, 239 p., ill.
- Bonjean Alain
2001 Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). *Les Dossiers de l'environnement de l'INRA* 21, p. 29-38.
- Bonneau Maurice et Souchier Bernard
1979 *Pédologie. 2. Constituants et propriétés du sol*. Masson, Paris, 459 p., 137 fig.
- Borgeaud Pierre-Alain
2011 *Courtedoux-Creugenat. Fouilles 2010*. AT 146, 40 p., 29 fig.
- Borgeaud Pierre-Alain, Paupe Patrick et al.
1996 *Sondages sur les sections 3 et 6. Communes de Courtedoux, Porrentruy et Delémont (JU, Suisse). Fouilles 1995*. AT 41, 106 p., 65 fig.
2003 *Sondages sur la section 2 de l'A16. Fouilles 2002*. AT 104A, 80 p., 40 fig.
- Botineau Michel
2001 *Les plantes du jardin médiéval*. Eveil nature, Saint-Yrieix sur Charente, 176 p., ill.
- Bouby Laurent et Léa Vanessa
2006 Exploitation de la vesce commune (*Vicia sativa* L.) au Néolithique moyen dans le Sud de la France. Données carpologiques du site de Claparouse (Lagnes, Vaucluse). *Palevol* 5.8, p. 973-980.
- Bouchet Françoise
1994 L'analyse parasitologique des logis de la cour des Suisses. *Les dossiers d'archéologie* 190, p. 87.
1995 Recovery of Helminth Eggs from archaeological excavations of the Grand Louvre (Paris, France). *Journal for parasitology* 81, p. 785-787.
- Bouchet Françoise et al.
1989 Etude parasitologique des coprolithes et des sédiments de trois ensembles clos médiévaux de la rue de Lutèce (Ile de la Cité) à Paris. *Revue d'archéométrie* 13, p. 13-21.
2000 Etude de la parasitofaune du site médiéval de Charavines (Lac de Paladru, Isère, France). *Bulletin de la société zoologique de France* 125.3, p. 205-215.
- Bouchet Françoise, Harter Stéphanie et Le Bailly Matthieu
2003 Apport de la paléoparasitologie à la connaissance des pathologies infectieuses dans les sites médiévaux de Belgique et de France. In: Noël René, Paquay Isabelle et Sosson Jean-Pierre (dir.): *Au-delà de l'écrit. Les hommes et leurs vécus matériels au Moyen Age à la lumière des sciences et des techniques*. Actes du colloque de Marche-en-Famenne, 16-20 octobre 2002. Brepols, Turnhout, p. 99-108. (Typologie des sources du Moyen Age occidental).
- Boullard Bernard
1988 *Dictionnaire de botanique*. Marketing, Paris, 398 p., ill.
- Bourgogne médiévale
1987 *Bourgogne médiévale, la Mémoire du sol: 20 ans de recherches archéologiques*. Catalogue d'exposition, 1987-1988. Buguet-Comptour, Mâcon, 255 p., ill.
- Brabant Henri
1971 Hérité et denture humaine. *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 7.3, p. 329-362.
- Braillard Luc
2002 Géologie de Combe Varu. In: Saltel et al. 2002, p. 13-17.
2006a *Morphogénèse des vallées sèches du Jura tabulaire d'Ajoie (Suisse): rôle de la fracturation et étude des remplissages quaternaires*. Université de Fribourg (Suisse), 224 p., 15 pl., ill. (Thèse de doctorat n° 1517, Département de géosciences – Géologie et paléontologie, GeoFocus 14).
2006b Géologie. In: Deslex Sheikh et al. 2006, p. 51-86.
2010a La stratigraphie de Combe En Vaillard. In: Deslex et al. 2010, p. 19-26.
2010b La stratigraphie de Combe Varu. In: Deslex et al. 2010, p. 26-31.
- Braillard Luc et Aubry Denis
2010 Cadre géologique et stratigraphie. In: Deslex et al. 2010, p. 15-48.
- Bridault Anne
1994 La fragmentation osseuse: modèle d'analyse pour les séries mésolithiques. In: Patou-Mathis Marylène (dir.): *Taphonomie/Bone modification. Outillage peu élaboré en os et bois de cervidés, IV*. 6^e table ronde de la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique, Paris, septembre 1991. Centre d'études et de documentation archéologiques, Treignes, p. 155-166. (Artefacts 9).
- Brombacher Christoph et Klee Marlies
2008 Les macrorestes végétaux, reflets des pratiques agricoles, de l'alimentation et de l'environnement. In: Guélat et al. 2008, p. 103-149.
2010 Archéobotanique. In: Demarez, Othenin-Girard et al. 2010, p. 289-319.
- Brunner Georg
2007 Eine Typologie von Hufnägel als Mittel für Datierungen. *Zeitschrift des schweizerischen Burgenvereins* 12.1, p. 1-10, 8 fig.
- Bruzek Yaroslav
1991 *Fiabilité des procédés de détermination du sexe à partir de l'os coxal. Application à l'étude du dimorphisme sexuel de l'homme fossile*. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 563 p. (Thèse de doctorat, Institut de paléontologie humaine, document inédit).
- Bucur Ilena
1994 The direction of the terrestrial magnetic field in France, during the last 21 centuries. Recent progress. *Physics of the Earth planetary interiors* 87.1-2, p. 95-109.
- Bujard Jacques
2005 [Les églises] Suisse romande. In: Windler et al. (dir.) 2005, p. 119-131.
- Bunning P.S.C. et Barnet C.H.
1963 Variations in talo-calcaneal articulation. *Journal of anatomy* 97, p. 643.
1965 A comparison of adult and foetal talocalcaneal articulations. *Journal of anatomy* 99, 71-76.
- Burzler Anke, Höneisen Markus, Leicht Jakob et al.
2002 *Das frühmittelalterliche Schleithelm – Siedlung, Gräberfeld und Kirche*. Kantonsarchäologie, Schaffhausen, 2 vol., 549+356 p., 298 fig., 133 pl., ill., 1 CD-ROM. (Schaffhauser Archäologie 5.1 et 5.2).
- Buxó Ramon
1997 Analyse des semences et fruits d'un niveau incendié de la zone 1 de Lattes Hérault. In: Py Michel (réd.): *Fouilles dans la ville portuaire antique de Lattara (Lattes, Hérault) – Rapport triennuel 1995-1997*. UFRAL, Lattes, p. 198-201, 3 fig.

- Cailleux André et Chavan André
1984 *Détermination pratique des roches*. Société d'édition d'enseignement supérieur, Paris, 195 p., ill.
- Cantuel Jean et al.
2009 Analyse archéozoologique du mobilier faunique de la nécropole mérovingienne de Crotenay (Jura). *RAE* 58, p. 489-498, 7 fig.
- Cardon Dominique
1990 *Guide des teintures naturelles: plantes-lichens, champignons, mollusques et insectes*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel et Paris, 399 p., ill. (Les guides du naturaliste).
- Cartes ASTM
1997 *JCPDS-International Centre for Diffraction Data* (banque de données informatisée v. 1,30). 29-1496, Illite-1M; 29-1488, Kaolinite-1Md; 35-0652, Illite-Montmorillonite.
- Cartron Isabelle et Castex Dominique
2009 Identité et mémoire d'un groupe aristocratique du haut Moyen Age: le site de «La Chapelle» à Jau-Dignac et Loirac (Gironde). In: Alduc-Le Bagousse Armelle (dir.): *Inhumations de prestige ou prestige de l'inhumation? Expressions du pouvoir dans l'au-delà (IV^e-XV^e siècle)*. Centre de recherches archéologiques et historiques anciennes et médiévales (CRAHM), Caen, p. 151-173, 12 fig. (Tables rondes du CRAHM 4).
- Cäsar Claude
1995 *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780). In: Hausser (dir.) 1995, p. 298-302.
- Castella Daniel et Eschbach François
1999 Découverte d'un habitat mérovingien à Payerne VD. Quelques données nouvelles sur la céramique domestique du haut Moyen Age en Pays de Vaud. *ASSPA* 82, p. 213-226, 10 fig.
- Catteddu Isabelle
1992 L'habitat rural mérovingien de Genlis (Côte-d'Or). *RAE* 43.1, p. 39-98, 37 fig., 3 tab.
- Catteddu Isabelle (dir.)
2001 *Les habitats carolingiens de Montours et La Chapelle-Saint-Aubert (Ille-et-Vilaine)*. *DAF* 89, 235 p., 172 fig.
- Cech Brigitte et Walach Georg
1998 Feldmethoden zur Bewertung historischer Schmiedeschlacken – Methodik und erste Ergebnisse. *Archäologie Österreichs* 9.2, p. 72-78.
- Chaïb Jérôme
1997 *Les eaux pluviales. Gestion intégrée*. Sang de la Terre, Paris, 173 p., ill. (Guides pratiques d'écologie urbaine).
- Chantigny Martin
2009 *Emissions de protoxyde d'azote (N₂O) en agriculture, contribution des amendements organiques, des fertilisants minéraux et du labour* (en ligne). www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/chantigny.pdf
- Charlier Philippe
2008 Diagnostic des malformations humaines en paléopathologie. In: Charlier Philippe (dir.): *Ostéo-archéologie et techniques médico-légales, tendances et perspectives. Pour un «Manuel pratique de paléopathologie humaine»*. Actes du 1^{er} colloque international de pathologie, Loches, avril 2006. De Boccard, Paris, p. 501-526, 23 fig., 10 tab. (Pathographie 2).
- Châtelet Madeleine
1993 La céramique du Haut Moyen Age entre les Vosges et la Forêt-Noire (Alsace et Pays de Bade): deux traditions qui s'opposent. In: Piton (réd.) 1993, p. 237-244, 5 fig.
- 2002 *La céramique du haut Moyen Age du sud de la vallée du Rhin supérieur (Alsace et Pays de Bade)*. Typologie, chronologie, technologie, économie et culture. Monique Mergoïl, Montagnac, 606 p., 246 fig., 196 pl. (Europe médiévale 5).
- 2003 Le peuplement du sud du Rhin supérieur entre la fin du V^e et le milieu du VII^e siècle. Le témoignage de la céramique. In: Passard et al. (dir.) 2003, p. 221-241, 18 fig.
- 2004 *Ein frühmittelalterliche Töpferwerkstatt. Die archäologischen Funde von Oberwil (BL), Lange Gasse*. Archäologie und Kantonsmuseum Baselland, Liestal, 44 p., 40 fig., 29 pl. (Archäologie und Museum 47).
- Châtelet Madeleine, Dekanter Franck, Feyeux Jean-Yves et al.
2004 *Trésors mérovingiens d'Alsace. La nécropole d'Erstein (6^e-7^e siècle après J.-C.)*. Musées de Strasbourg, 96 p., ill. (Fouilles récentes en Alsace 6).
- Chauve Pierre, Martin Jacques et Bailly Christian
1985 *Carte géologique de la France 1:50 000, feuille Delle (n° 475)*. Bureau de recherches géologiques et minières, Orléans, 31 p.
- Chopelain Patrick et Watel Fabienne
2003 La nécropole mérovingienne de Mollans «En Progrige» (Haute-Saône). In: Passard et al. (dir.) 2003, p. 129-142, 8 fig.
- Christlein Rainer
1966 *Das alamannische Reihengräberfeld von Marktoberdorf im Allgäu*. Michael Lassleben, Kallmünz, 169 p., 29 fig., 129 pl. (Materialhefte zur bayerischen Vorgeschichte 21).
- 1979 *Der Runde Berg bei Urach III. Kleinfunde der frühgeschichtlichen Perioden aus den Plangrabungen 1967-1972*. Jan Thorbecke, Sigmaringen, 43 p., 3 fig., 26 pl. (Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Kommission für alamannische Altertumskunde 4).
- Colardelle Michel
1983 *Sépulture et traditions funéraires du V^e au XIII^e siècle ap. J.-C. dans les campagnes des Alpes françaises du Nord (Drôme, Isère, Savoie, Haute-Savoie)*. Société alpine de documentation et de recherche en archéologie historique, Grenoble, 464 p., 142 fig.
- 1996a Terminologie descriptive des sépultures antiques et médiévales. In: Galinié et Zadora-Rio (réd.) 1996, p. 305-310.
- 1996b Typo-chronologie des sépultures du Bas-Empire à la fin du Moyen-Age dans le Sud-Est de la Gaule. In: Galinié et Zadora-Rio (réd.) 1996, p. 271-303, 26 fig., 2 tab.
- Colardelle Michel et Bocquet Aimé
1973 Une sépulture double mérovingienne à Seyssinet-Pariset (Isère). *L'anthropologie* 77.5-6, p. 519-544, 10 fig.
- Colardelle Michel et Verdel Eric (dir.)
1993 *Les habitats du lac de Paladru (Isère) dans leur environnement. La formation d'un terroir au XI^e siècle*. *DAF* 40, 416 p., 279 fig., 4 pl.
- Colney Michel
1999 *Le haut Moyen Age dans la Trouée de Belfort (V^e-VIII^e siècle)*. Archéologie et histoire. Presses universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq, 577 p., 126 fig., 2 tab. (Thèse à la carte).
- Costet Jean et Sanglerat Guy
1981 *Cours pratique de mécanique des sols. 1. Plasticité et calcul des tassements*. Dunod, Paris, 283 p., ill.
- Cramatte Cédric et Robert-Charrue Linder Céline
à paraître *La villa romaine de Vicques (Jura, Suisse)*. Architecture et mobilier.
- Crosnier Capucine
1998 *La cueillette des savoirs. Les usages du végétal*. Morvan-Bourgogne. Parc naturel régional du Morvan, 128 p., ill.

- Cuisenier Jean et Guadagnin Rémy (dir.)
1988 *Un village au temps de Charlemagne. Moines et paysans de l'abbaye de Saint-Denis du VII^e siècle à l'An Mil*. Catalogue de l'exposition du Musée national des arts et traditions populaires, Paris, 29.11.1988-30.04.1989. Réunion des musées nationaux, Paris, 357 p., 121 fig.
- Dafflon Luc et Mauvilly Michel
2003 Arconciel FR, Es Nés 2. ASSPA 86, p. 251.
- Daniele Daniela
2001 *Marche à suivre pour les préparations de la fraction 2μ*. Université de Fribourg (Suisse). (Département de géosciences – Minéralogie et pétrographie, document interne).
- Delcourt-Vlaeminck Marianne
2004 *D'ici et d'au-delà, d'or et de grenats*. Catalogue d'exposition, 27 mars-28 juin 2004. Musée d'archéologie, Tournai, 45 p.
- Delestre Xavier (dir.)
1988 *Lorraine mérovingienne*. Serpenoise, Metz, 130 p., 81 fig., 25 pl.
- Delestre Xavier, Kazanski Michel et Périn Patrick (dir.)
2006 *De l'Age du fer au haut Moyen Age. Archéologie funéraire, princes et élites guerrières*. Actes des tables rondes Longroy I, 1-2 septembre 1998 et Longroy II, 24-25 août 1999. DRAC Haute-Normandie, Rouen, 383 p., ill. (Mémoires de l'AFAM 15).
- Delor-Ahü Anne et Simonin Olivier
2006 Sevrey «Les Tupiniers» (Saône-et-Loire) : données nouvelles sur les ateliers de potiers médiévaux. *RAE* 54 (2005), p. 249-298, 38 fig.
- Demarez Jean-Daniel
2001 *Répertoire archéologique du canton du Jura; du I^{er} siècle avant J.-C. au VII^e siècle après J.-C.* CAJ 12, 136 p., 100 fig.
2003 Un bâtiment en pierre du 7^e s. à Porrentruy (JU). Nouvelles données archéologiques dans le Jura mérovingien. ASSPA 86, p. 145-166, 13 fig., 2 tab.
2006 *Le site de Courtedoux, Creugenat (Jura, Suisse)*. Foyon, Courtedoux, 120 p., 100 fig., 10 pl.
- Demarez Jean-Daniel, Othenin-Girard Blaise et al.
1999 *Une chaussée romaine avec relais entre Alle et Porrentruy (Jura, Suisse)*. CAJ 8, 256 p., 155 fig., 29 pl.
2010 *Etablissements ruraux de La Tène et de l'Epoque romaine à Alle et à Porrentruy (Jura, Suisse)*. CAJ 28, 432 p., 364 fig., 1 dépliant.
- Demarez Jean-Daniel, Thierrin-Michael Gisela et Galetti Giulio
1999 Une production de céramique gallo-romaine en Ajoie (Suisse, canton du Jura). In: Rivet Lucien (réd.): *Productions de céramiques dans les différentes régions de Suisse: technologie, production et marché. Actualité des recherches céramiques*. Actes du congrès de Fribourg, 13-16 mai 1999. SFECAG, p. 165-173, 6 fig.
- Démians d'Archimbaud Gabrielle
1980 *Les fouilles de Rougiers (Var). Contribution à l'archéologie de l'habitat rural médiéval en pays méditerranéen*. CNRS, 724 p., 520 ill. (Mémoires d'archéologie médiévale méditerranéenne 2).
- Demolon Pierre (dir.)
2006 *La nécropole mérovingienne de Hordain (Nord). VI^e-IX^e siècles après J.-C.* Communauté d'agglomération du Douaisis, Douais, 269 p., ill., 1 CD-ROM. (Archaeologia duacensis 20).
- Deniaux Brigitte
2002 La microscopie électronique à balayage environnementale. In: Miskovsky (dir.) 2002, p. 589-599.
- Depierre Germaine
2003 Le cimetière mérovingien des «Champs de l'Eglise» à Alise-Sainte-Reine (Côte-d'Or). Un premier bilan. In: Passard et al. (dir.) 2003, p. 67-83, 20 fig.
- Derreumaux Marie, Mattered Veronique et Malrain François
2003 Indices archéologiques et archéobotaniques du traitement des céréales du 2^e âge du Fer à la fin de la période gallo-romaine en France septentrionale. In: Anderson Patricia et al. (dir.): *Le traitement des récoltes. Un regard sur la diversité du Néolithique au présent*. Actes des 23^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire, Antibes, 17-19 octobre 2002. Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Antibes, p. 219-234, 12 fig.
- Desideri Jocelyne
2007 *L'Europe du 3^e millénaire avant notre ère et la question du Campaniforme: histoire des peuplements par l'étude des traits non métriques dentaires*. Université de Genève, 262 p. (Thèse de doctorat n° 3905, Département d'anthropologie et d'écologie, document inédit).
- Deslarzes Bertrand, Serneels Vincent et Lhemon Maëlle
2008 *Les récipients en pierre ollaire dans l'Antiquité*. Préactes de la table ronde de Champsec, 19-20 septembre 2008. Musée de la pierre ollaire, Champsec, 21 p., ill. (Document inédit).
- Deslex Carine et al.
à paraître *Courtedoux-Creugenat, un hameau du Haut Moyen Age en Ajoie*. CAJ 33.
- Deslex Carine, Evéquoq Emmanuelle, Bélet-Gonda Cécile, Saltel Sébastien et al.
2010 *Occupations protohistoriques à Chevenez: de l'âge du Bronze à la fin de l'âge du Fer*. CAJ 26, 260 p., 180 fig., 29 pl., 2 pl. couleur, 2 cartes.
- Deslex Sheikh Carine et al.
2000 *Extension des sondages à Chevenez, Combe «En Vaillard»*. Fouilles 1999. AT 74, 67 p., 26 fig.
2001a *Chevenez, Combe «En Vaillard». Premières études*. AT 85, 49 p., 20 fig.
2001b *Courtedoux, Creugenat. Fouilles 2000*. AT 84, 61 p., 39 fig.
2002 *Le site du Haut Moyen Age de Courtedoux, Creugenat (Jura, Suisse). Fouilles 2001*. AT 97, 58 p., 31 fig.
2003 *Le hameau du Haut Moyen Age de Courtedoux, Creugenat. Fouilles 2002*. AT 106, 101 p., 49 fig.
- Deslex Sheikh Carine et Amiot Philippe
2008 *Courtedoux, Creugenat, un hameau du haut Moyen Age en Ajoie (JU, Suisse)*. In: Guillaume et Peytremann (dir.) 2008, p. 59-63, 4 fig.
- Deslex Sheikh Carine, Saltel Sébastien, Braillard Luc et Detrey Jean
2006 *Le Campaniforme des vallées sèches d'Ajoie JU. Les sites de la combe En Vaillard et de la combe Varu à Chevenez*. AAS 89, p. 51-86, 13 fig., 12 pl.
- Devos Wim et al.
2000 *Laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) for spatially resolved trace analysis of early-medieval archaeological iron finds. Fresenius' journal of analytical chemistry* 366.8, p. 873-880, 10 fig., 2 tab.
- Diderot Denis et d'Alembert Jean Le Rond
2001 *Recueil de planches, sur les sciences, les arts libéraux, et les arts mécaniques avec leur explication. Petits métiers du bois*. Inter-Livres, Tours.
- Diebold Peter et al.
1963 *Atlas géologique de la Suisse 1:25 000, feuille Saint-Ursanne (n° 1085)*. Kümmerly+Frey, Berne. (Commission géologique suisse).
- Dierkens Alain, Le Bec Claire et Périn Patrick
2008 *Sacrifice animal et offrandes alimentaires en Gaule mérovingienne*. In: Lepetz Sébastien et van Andringa William (dir.): *Archéologie du sacrifice animal en Gaule romaine. Rituels et pratiques alimentaires*. Monique Mergoïl, Montagnac, p. 279-299, 21 fig. (Archéologie des plantes et des animaux 2).

- Dietrich Volker
1980 The Distribution of Ophiolites in the Alps. *Ophioliti* (sp. issue 1), p. 7-51.
- Domergue Claude et al.
1997 Les moulins rotatifs dans les mines et les centres métallurgiques antiques. In: Garcia et Meeks (réd.) 1997, p. 48-61.
- Donati Pierangelo
1986 Archeologia e pietra ollare nell'area ticinese. In: *2000 anni di pietra ollare*. Ufficio cantonale dei monumenti storici, Bellinzona, p. 71-142. (Quaderni d'informazione 11).
- Dübner-Manthey Birgit
1987 *Die Gürtelgehänge als Träger von Kleingeräten, Amuletten und Anhängern symbolischer Bedeutung im Rahmen der frühmittelalterlichen Frauentracht. Archäologische Untersuchungen zu einem charakteristischen Bestandteil der weiblichen Tracht*. Freie Universität, Berlin, 202 p., ill. (Thèse de doctorat, document inédit).
- 1990 Zum Amulettbrauchtum in frühmittelalterlichen Frauen- und Kindergräbern. In: Affeldt (dir.) 1990, p. 65-87.
- Duchauffour Philippe
1977 *Pédologie. 1. Pédogenèse et classification*. Masson, Paris, 477 p., ill.
- 1995 *Pédologie. Sol, végétation, environnement*. Masson, Paris, 324 p., 85 fig.
- 1997 *Abrégé de pédologie*. Masson, Paris, 291 p., ill. (Enseignement des sciences de la terre).
- Dutour Olivier
1986 Enthesopathies (lesions of muscular insertions) as indicators of the activities of Neolithic Saharan populations. *American journal of physical anthropology* 71, p. 221-224.
- Duvauchelle Anika
2005 *Les outils en fer du Musée romain d'Avenches*. Association Pro Aventico, Avenches, 232 p., 79 fig., 54 pl., 5 annexes (Documents du Musée romain d'Avenches 11).
- Duvauchelle Anika et Agustoni Clara
2002 Couper du fer: outils et gestes des forgerons d'hier et d'aujourd'hui. *ASSPA* 85, 261-266, 9 fig.
- Eades Suzanne
2003 *Etude du déterminisme familial de traits non-métriques dentaires afin d'identifier des groupes d'individus apparentés en contexte funéraire archéologique. Application aux ensembles archéologiques de Kerma (Soudan), d'En Sency à Vuflens-la-Ville (Vaud, Suisse) et de Chamblandes à Pully (Vaud, Suisse)*. Université de Genève, 366 p., ill. (Thèse de doctorat n° 3458, Département d'anthropologie et d'écologie, document inédit).
- Edier Jean-Michel, Monnet Pascal et Fabry Régine
2001 Intérêt pour la prévention des caries dentaires, de la présence de fluor dans l'eau d'adduction. Suivi d'une population d'enfants scolarisés, âgés de 6 à 10 ans. *Presse thermique et climatique* 138, p. 139-142.
- Elbiali Nagui et al.
1987 Cistes néolithiques de type Chamblandes à Bagnes-Villette (Valais, Suisse). *ASSPA* 70, p. 7-33, 37 fig.
- Ellenberg Heinz
1991 *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Goltze, Göttingen, 248 p., ill. (Scripta geobotanica 18).
- Eluère Christiane (réd.)
1993 *Outils et ateliers d'orfèvres des temps anciens*. Société des amis du Musée des antiquités nationales et du château de Saint-Germain-en-Laye, Saint-Germain-en-Laye, 304 p., ill. (Antiquités nationales, mémoire 2).
- Elyaqtime Mustapha et Kramar Christiane
2004 *Les sépultures du Haut Moyen Age de Chevenez. Travaux 2003. Anthropologie de terrain et anthropologie biologique. Analyse paléopathologique*. *AT* 122, 57 p., 14 fig., 7 tab.
- Enlow Donald Hugh
1962 A study of the post-natal growth and remodelling of bone. *American journal of anatomy* 110.2, p. 79-102.
- Eramo Giacomo
2002 *Technical ceramics and melting furnace from the Derrière Sairoche glassworks (Court, Swiss Jura): composition and technology*. Université de Fribourg (Suisse). (3^e rapport de thèse, Département de géosciences - Minéralogie et pétrographie, document inédit).
- Eschenlohr Ludwig
2001 *Recherches archéologiques sur le district sidérurgique du Jura central suisse*. *CAR* 88, 320 p., 151 fig., 9 annexes, ill.
- 2010 L'atelier métallurgique: les déchets du travail du fer et l'organisation spatiale. In: Deslex et al. 2010, p. 61-64.
- Eschenlohr Ludwig, Friedli Vincent, Robert-Charrue Linder Céline, Senn Marianne et al.
2007 *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 2. Métallurgie du fer et mobilier métallique*. *CAJ* 14, 356 p., 259 fig., 24 pl., catalogue illustré.
- Eschenlohr Ludwig et Senn Marianne
à paraître Déchets du travail du fer. In: Deslex et al., à paraître (*CAJ* 33).
- à paraître *Les sites du Haut Moyen Age en lien avec la sidérurgie ancienne dans le Jura, études complémentaires et vue d'ensemble*. *CAJ*.
- Eschenlohr Ludwig et Serneels Vincent
1991 *Les bas fourneaux mérovingiens de Boécourt, les Boulies (JU, Suisse)*. *CAJ* 3, 144 p., 86 fig., 23 tab., 10 pl.
- Escher Katalin
2005 *Genèse et évolution du deuxième royaume burgonde (443-534). Les témoins archéologiques*. *BAR* (International series 1402), 2 vol., 1101 p., ill, 2 CD-ROM.
- Ettlinger Elisabeth
1973 *Die römischen Fibeln in der Schweiz*. Francke, Bern, 197 p., 3 fig., 29+1 pl., 26 cartes. (Handbuch der Schweiz zur Römer- und Merowingerzeit).
- Euler Hermann et al.
1939 *Die Zahnkaries im Lichte vorgeschichtlicher und geschichtlicher Studien*. Lehmann, München, 239 p.
- Euzéby Jacques
2002 *Risques parasitaires liés aux déjections d'origine humaine et animale manipulées ou épandues. Le péril fécal et le problème de l'eau*. Institut Romark pour la recherche médicale, Tampa, 306 p.
- Evéquois Emmanuelle, Elyaqtime Mustapha et Gonda Cécile
2008 Le cas d'une sépulture triple en Ajoie (Jura, Suisse): contextes archéologique et culturel. Premières données anthropologiques. In: Guillaume et Peytreman (dir.) 2008, p. 231-238, 8 fig.
- Ewald Jürg et Tauber Jürg (réd.)
1998 *Tatort Vergangenheit. Ergebnisse aus der Archäologie von heute*. Wiese, Basel, 552 p., ill.
- Fauduet Isabelle
1999 *Fibules préromaines, romaines et mérovingiennes du Musée du Louvre. Département des antiquités grecques, étrusques et romaines*. Presses de l'École Normale Supérieure, Paris, 88 p., 26 pl., ill. (Etudes d'histoire et d'archéologie 5).

- Fauduet Isabelle et Pommeret Colette
1985 Les fibules du sanctuaire des Bolards à Nuits-Saint-Georges (Côte-d'Or). *RAE* 36.1-2, p. 61-116, 30 fig., 4 tab.
- Faure-Boucharlat Elise (dir.)
2001 *Vivre à la campagne au Moyen Age: l'habitat rural du V^e au XII^e s.* (Bresse, Lyonnais, Dauphiné) d'après les données archéologiques. Association lyonnaise pour la promotion de l'archéologie en Rhône-Alpes, Lyon, 432 p., ill. (Document d'archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne 21).
- Federici-Schenardi Maruska et Fellner Robert
1999 Develier-Courtételle (Jura). Un habitat du Haut Moyen Age. *HA* 118/119, p. 48-57, 11 fig.
- Federici-Schenardi Maruska, Fellner Robert et al.
2004 *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 1. Structures et matériaux de construction.* *CAJ* 13, 340 p., 301 fig.
- Fellner Robert
2006 Les objets en pierre. In: Marti et al. 2006, p. 127-147.
- Fellner Robert, Federici-Schenardi Maruska et al.
2007 *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 5. Analyse spatiale, approche historique et synthèse. Vestiges gallo-romains.* *CAJ* 17, 188 p., 107 fig., 6 pl., 1 dépliant.
- Ferembach Denise, Schwidetzky Ilse et Stloukal Milan
1979 Recommandations pour déterminer l'âge et le sexe sur le squelette. *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 6.13, p. 7-45.
- Feugère Michel
1985 *Les fibules en Gaule méridionale de la conquête à la fin du V^e s. ap. J.-C.* CNRS, 512 p., 72 fig., 174 pl. (Revue archéologique de Narbonnaise, supplément 12).
- Feyeux Jean-Yves
2003 *Le verre mérovingien du quart nord-est de la France.* De Boccard, Paris, 283 p., 54 fig., 79 pl. (Collections de l'Université Marc Bloch - Strasbourg, Etudes d'archéologie et d'histoire ancienne).
- Fiedler Resi
1962 *Katalog Kirchheim unter Teck. Die vor- und frühgeschichtlichen Funde im Heimatmuseum.* Silberburg, Stuttgart, 44 p., 4 fig., 79 pl. (Veröffentlichungen des staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart A7).
- Fiedler Sabine et Graw Matthias
2003 Decomposition of buried corpses, with special reference to the formation of adipocere. *Naturwissenschaften* 90.7, p. 291-300.
- Fingerlin Gerhard
1971 *Die alamannischen Gräberfelder von Güttingen und Merdingen in Südbaden.* Walter de Gruyter, Berlin, 2 vol., 308 p., 12 fig., 8 tab., 126 pl. (GDV A 12).
- Forestier Jacques et Lagier René
1971 Ankylosing hyperostosis of the spine. *Clinical orthopaedics and related research* 75, p. 37-47.
- Foucault Alain et Raoult Jean-François
1984 *Dictionnaire de géologie.* Masson, Paris, 345 p., ill.
- Fouré Jacques
1974 *Les dents: leur soutien et leur sauvegarde.* Foucher, Paris, 107 p. (Les professions médicales et sociales 29).
- Foy Danièle (réd.)
1995 *Le verre de l'Antiquité tardive et du haut Moyen Age. Typologie - Chronologie - Diffusion.* Actes de la 8^e rencontre de l'Association française pour l'archéologie du verre, Guiry-en-Vexin, 18-19 novembre 1993. Musée archéologique départemental du Val d'Oise, Guiry-en-Vexin, 380 p., ill.
- Fraser Jean
1996 *Traditional Scottish Dyes and how to make them.* Canongate, Edinburgh, 134 p., ill.
- Frauciel Marie
2008 Prény Tautecourt (Meurthe-et-Moselle), un habitat rural du haut Moyen Age. In: Guillaume et Peytremann (dir.) 2008, p. 25-36, 8 fig.
- von Freeden Uta
1979 Untersuchungen zu merowingerzeitlichen Ohrringen bei den Alamannen. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 60, p. 227-441, 20 fig., 24 pl.
- Friedli Vincent
1996 *La nécropole mérovingienne de Bassecourt/St-Hubert (Jura): garnitures de ceinture et autres accessoires de buffleterie.* Université de Neuchâtel, 130 p., 26 pl., ill. (Mémoire de licence, Séminaire de préhistoire, document inédit).
- 2001 Les indices archéologiques de la christianisation du Jura. *ASJE* 2000, p. 219-234, 15 fig.
- 2007 Le mobilier en fer. In: Eschenlohr et al. 2007, p. 75-113.
- Froment Alain
1986 Aspects nutritionnels de l'anthropologie. In: Ferembach Denise, Susanne Charles et Chamla Marie-Claude (dir.): *L'homme, son évolution, sa diversité. Manuel d'anthropologie physique.* CNRS et Douin, Paris, p. 347-357.
- GAF (Groupe d'archéologie du fer, collectif)
2005 *La production du fer au Moyen Age. Expérimentations dans le Jura.* *SJE*, 152 p., 118 ill. (L'oeil et la mémoire 16).
- Gaillard de Sémainville Henri
2003 A propos de l'implantation des Burgondes. Réflexions, hypothèses et perspectives. In: Passard et al. (réd.) 2003, p. 17-39, 15 fig.
- Gaillard de Sémainville Henri (réd.)
1995 *Les Burgondes. Apports de l'archéologie.* Actes du colloque international de Dijon, 5-6 novembre 1992. Association pour la connaissance du patrimoine de Bourgogne, Dijon, 245 p., ill.
- Galinié Henri et Zadora-Rio Elisabeth (réd.)
1996 *Archéologie du cimetière chrétien.* Actes du 2^e colloque ARCHEA, Orléans, 29 septembre-1^{er} octobre 1994. FERACF/La Simarre, Tours, 310 p., ill. (Revue archéologique du Centre de la France, supplément 11).
- Gall Jean-Claude
2005 *Alsace, des fossiles et des hommes. Une histoire géologique de la plaine rhénane et du massif vosgien.* La Nuée Bleue, Strasbourg, 120 p., ill.
- Gallet Yves, Genevey Agnès et Le Goff Maxime
2002 Three millennia of directional variation of the Earth's magnetic field in Western Europe as revealed by archaeological artefacts. *Physics of the Earth planetary interiors* 131, p. 81-89.
- Gandel Philippe, Billoin David et Humbert Sylviane
2008 Ecrille «La Motte» (Jura): un établissement de hauteur de l'Antiquité tardive et du haut Moyen Age. *RAE* 57, p. 289-314, 15 fig.
- Ganslmeier Robert
1991 Steinzeitlicher Silex aus Gräbern und Siedlungen des Frühmittelalters. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 21.3, p. 427-438, 7 fig.

- Garcia Dominique et Meeks Dimitri (réd.)
1997 *Techniques et économie antiques et médiévales: le temps de l'innovation*. Actes du colloque d'Aix-en-Provence, 21-23 mai 1996. Errance, Paris, 239 p., ill. (Archéologie aujourd'hui, Travaux du Centre Camille Jullian 21).
- Garnier Marcel et Delamare Valéry
1969 *Dictionnaire des termes techniques de médecine*. Maloine, Paris, 1087 p.
- Garscha Friedrich
1970 *Die Alamannen in Südbaden*. Walter de Gruyter, Berlin, 2 vol., 308 p., 20 fig., 131 pl. (GDV A 11).
- Gauthier Emilie
2004 *Forêts et agriculteurs du Jura. Les quatre derniers millénaires*. ALUF 765 (Environnement, sociétés et archéologie 6), 197 p., 55 fig., ill.
- Geisler Hans
1998 *Das frühbairische Gräberfeld Straubing-Bajuwarenstrasse I. Katalog der archäologischen Befunde und Funde*. Marie Leidorf, Rahden, 2 vol., 375 p., 410 pl., 1 CD-ROM (Internationale Archäologie 30).
- Georges-Leroy Murielle et Lenoble Michel
1993 La céramique du Haut Moyen Age (VII^e-XI^e siècles) en Champagne méridionale. In: Piton (réd.) 1993, p. 245-265, 10 fig.
- Gerster Alban
1976 Römische und merovingische Funde in Develier. *HA* 26, p. 30-38, ill.
- GHMR (Groupe d'histoire du Mont-Repais, collectif)
2003 *Le Fer dans le Jura*. GHMR, Montmelon, 36 p., ill.
- Giesler-Müller Ulrike
1992 *Das frühmittelalterliche Gräberfeld von Basel-Kleinhüningen. Katalog und Tafeln*. Habegger, Derendingen, 221 p., 113 pl., ill. (Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte 11B).
- Gilles Frédérique
2008 La nécropole mérovingienne de Crottenay (Jura): pratiques funéraires et population. In: Guillaume et Peytremann (dir.) 2008, p. p. 295-302, 8 fig.
- Gobat Jean-Michel, Aragno Michel et Matthey Willy
1998 *Le Sol vivant. Bases de pédologie. Biologie des sols*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 519 p., ill. (Gérer l'environnement 14).
- 2010 *Le sol vivant. Bases de pédologie – Biologie des sols*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 844 p., ill. (Sciences et ingénierie de l'environnement).
- Gonda Cécile et al.
2002 *Chevenez, Lai Coiratte. Un site du Haut Moyen Age avec sépulture triple. Fouilles 2001*. AT 99, 61 p., 31 fig.
- 2003 *Chevenez, Lai Coiratte. Un artisanat métallurgique du Haut Moyen Age. Fouilles 2002*. AT 108, 70 p., 54 fig.
- Graenert Gabriele
2005 Mort et enterré: les pratiques funéraires. In: Windler et al. (dir.) 2005, p. 145-172.
- Groove Annette Maria
2001 *Das alamannische Gräberfeld von Munzingen/Stadt Freiburg*. Konrad Theiss, Stuttgart, 424 p., 30+17 fig., 13 tab., 161 pl. (Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 54).
- Gross Uwe
1990 Frühmittelalterliche Reibschüsseln und Reibschüsselderivate. *Archäologische Informationen* 13.2, p. 207-212.
- 1991 *Mittelalterliche Keramik zwischen Neckarmündung und Schwäbischer Alb. Bemerkungen zur räumlichen Entwicklung und zeitlichen Gliederung*. Konrad Theiss, Stuttgart, 226 p., 84 fig., 193 pl. (Forschungen und Berichte der Archäologie des Mittelalters in Baden-Württemberg 12).
- Grünewald Christoph
1988 *Das alamannische Gräberfeld von Unterthürheim, Bayerisch-Schwaben*. Michael Lassleben, Kallmünz, 293 p., 26 fig., 133 pl., 1 annexe. (Materialhefte zur bayerischen Vorgeschichte A 59).
- GSAF (Groupe de travail suisse d'archéologie du fer, collectif)
1997 *Minerai, scories, fer. Cours d'initiation à l'étude de la métallurgie du fer ancienne et à l'identification des déchets de cette industrie*. GSAF et ASTFA, Bâle, 95 p., 31 fig. (Techniques des fouilles).
- Guélat Michel
1994 Les Esserts-Est: analyse micromorphologique du profil S6. In: Pousaz Nicole, Taillard Pascal, Schenardi Maruska et al.: *Sites proto-historiques à Courfaivre et Age du Bronze dans le Jura (Suisse)*. CAJ 5, p. 27-32.
- 2008 Reconstitution du paysage et paléohydrologie. Approche stratigraphique et sédimentologique. In: Guélat et al. 2008, p. 17-71.
- Guélat Michel, Brombacher Christoph, Olive Claude, Wick Lucie et al.
2008 *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 4. Environnement et exploitation du terroir*. CAJ 16, 224 p., 190 fig., 5 pl., 1 dépliant.
- Guérin Claude et Faure Martine
2002 Les grands mammifères. In: Miskovsky (dir.) 2002, p. 859-887.
- Guigon Philippe, Querré Guirec, Eveno Myriam et al.
1993 Le travail de l'or sur le site médiéval de Locronan (Finistère). In: Eluère (réd.) 1993, p. 141-157, 9 fig.
- Guillard Marie-Claude
1989 La verrerie protohistorique de Mandeuve (Doubs). In: Feugère Michel (dir.): *Le verre préromain en Europe occidentale*. Monique Mergoil, Montagnac, p. 145-152, 8 fig.
- Guillaume Jacques et Peytremann Edith (dir.)
2008 *L'Austrasie. Sociétés, économies, territoires, christianisation*. Actes des 26^e journées internationales d'archéologie mérovingienne, Nancy, 22-25 septembre 2005. Presses universitaires, Nancy, 441 p., ill. (Mémoires de l'AFAM 19).
- Guillaumet Jean-Paul
2003 *Paléomanufacture métallique: méthode d'étude*. InFolio, Gollion, 156 p., 75 fig., ill. (Vestigia).
- Gustavs Sven
1989 Werkabfälle eines germanischen Feinschmiedes von Klein Köris, Kr. Königs Wusterhausen. *Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam* 23, p. 147-180, 8 fig., ill.
- 1993 Work debris and tools of a Germanic silver/bronzesmith and glass worker from Klein Köris, southeast of Berlin. In: Eluère (réd.) 1993, p. 197-202, 7 fig.
- Guyan Walter Ulrich
1958 *Das alamannische Gräberfeld von Beggingen-Löbern*. Institut für Ur- und Frühgeschichte der Schweiz, Basel, 40 p., 10 fig., 21 pl., 1 annexe. (Schriften des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 12).
- Haas-Gebhard Brigitte
1998 *Ein frühmittelalterliches Gräberfeld bei Dittenheim (D)*. Monique Mergoil, Montagnac, 236 p., 34 fig., 117 pl. nb et couleur (Europe médiévale 1).

- Haldimann Marc-André
1994 Le haut Moyen Age: une continuité méconnue? In: Bauer Irmgard, Flutsch Laurent et Matt Christoph (réd.): *Keramik zwischen den Epochen: Funktion – Formenwandel – Technik*. Wissenschaftliche Fachtagung, Münchenwiler, 19.-20. August 1994. NIKE, Bern, p. 56-63, 2 fig.
- 2002 Entre Antiquité tardive et Haut Moyen-Age: la céramique en Suisse occidentale. In: Windler et Fuchs (dir.) 2002, p. 141-148, 3 fig.
- Haldimann Marc-André et Steiner Lucie
1996 Les céramiques funéraires du haut Moyen Age en terre vaudoise. *ASSPA* 79, p. 143-193, 33 fig.
- Hamelin Louis-Edmond et Cook Frank A.
1967 *Le périglaciaire par l'image - Illustrated glossary of periglacial phenomena*. Presses de l'Université Laval, Québec, 237 p., 122 fig., ill. (Travaux et document du Centre d'études nordiques 4).
- Hänni Mikael et Lhemon Maëlle
2007 La pierre ollaire en Suisse occidentale: nouvelles approches archéologiques et pétrographiques. *Bulletin d'études préhistoriques et archéologiques alpines* 18, p. 243-257.
- Harter-Lailheugue S., Le Bailly Mathieu et Bouchet Françoise
2003 Compte-rendu de l'étude paléoparasitologique des sites de Chevenez, Combe Varu et Chevenez, Lai Coiratte (Jura, Suisse) In: Gonda et al. 2003, p. 33-36.
- Hartmann Chantal
2009 *Aesch. Ein frühmittelalterliches Gräberfeld*. Kantonaler Lehrmittelverlag, Luzern, 224 p., 122 fig., ill. (Archäologische Schriften Luzern 11).
- Hauser Gertrud, De Stefano Gian Franco et al.
1989 *Epigenetic variants of the human skull*. Schweizerbart, Stuttgart, 301 p., ill.
- Hausser Jacques (dir.)
1995 *Mammifères de la Suisse. Répartition, biologie, écologie*. Birkhäuser, Bâle, 501 p., ill. (Mémoires de l'Académie suisse des sciences naturelles 103).
- Havlicek Elena et Gobat Jean-Michel
1996 Les apports éoliens dans le Jura. Etat des connaissances et nouvelles données en pâturages boisés. *Etude et gestion des sols* 3, p. 167-178.
- Hecker Dominique
à paraître *Des plantes et des hommes: analyse archéobotanique des fonds de cabane d'un hameau du Haut Moyen Age, site de Courtedoux-Creugenat, canton du Jura, Suisse*. Université de Bâle. (Thèse de doctorat).
- à paraître *Etude archéobotanique des sédiments de treize fonds de cabane*. In: Deslex et al., à paraître (CAJ 33).
- Hegi Gustav
1906-1931 *Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht*. Lehmann, München, 13 vol.
- Hilberg Volker
2006 La nécropole de Griesheim. Productions locales et échanges inter-régionaux d'une communauté rurale en Austrasie orientale. In: Delestre, Kazanski et Périn (dir.) 2006, p. 203-213.
- Hincker Vincent et Husi Philippe (réd.)
2006 *La céramique du Haut Moyen Age dans le nord-ouest de l'Europe V^e-X^e siècles*. Actes du colloque de Caen, 18-20 mars 2004. NEA, Condé-sur-Noireau, 429 p., ill.
- Hofmann Bernard
1985 *Inventaire de quincaillerie antique*. Centre de recherches archéologiques du Vexin français, Guiry-en-Vexin, 100 p., 46 pl. (Cahier archéologique 5).
- Horry Alban
2000 Lyon-Presqu'île: contribution à l'étude des céramiques du haut Moyen Age. *Archéologie du Midi médiéval* 18, p. 1-26.
- Hussong Ludwig
1936 Frühmittelalterliche Keramik aus dem Trierer Bezirk. *Trierer Zeitschrift* 11, p. 75-89.
- Imhof Eduard (dir.)
1965 *Atlas de la Suisse*. Office fédéral de topographie, Wabern.
- Irish Joel D.
1997 Characteristic high- and low-frequency dental traits in sub-Saharan African populations. *American journal of physical anthropology* 102, p. 455-467.
- Jacomet Stefanie
1994 Verkohlte Pflanzenreste aus einem frühmittelalterlichen Grubenhaus (7./8. Jh. AD) auf dem Basler Münsterhügel. Grabung Münsterplatz 16, Reischacherhof, 1977/3. *Jahresbericht der archäologischen Bodenforschung des Kantons Basel-Stadt 1991*, p. 106-143, 20 fig., 2 pl., 11 tab.
- Jacomet Stefanie et Brombacher Christoph
2009 Geschichte der Flora in der Regio Basiliensis seit 7500 Jahren: Ergebnisse von Untersuchungen pflanzlicher Makroreste aus archäologischen Ausgrabungen. *Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaften beider Basel* 11, p. 27-106, 27 fig., 11 tab.
- Jacomet Stefanie et Kreuz Angela
1999 *Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung*. Eugen Ulmer, Stuttgart, 368 p., ill.
- Jacomet Stefanie, Leuzinger Urs et Schibler Jörg
2004 *Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon – Bleiche 3. Umwelt und Wirtschaft*. Departement für Erziehung und Kultur des Kantons Thurgau, Frauenfeld, 458 p., 446 fig., 1 CD-ROM. (Archäologie im Thurgau 12).
- Jacquat Christiane
1988 *Hauterive-Champréveyres, 1. Les plantes de l'âge du Bronze. Catalogue des fruits et graines*. Editions du Ruau, Saint-Blaise, 162 p., 1 fig., 47 pl. (Archéologie neuchâteloise 7).
- 1989 *Hauterive-Champréveyres, 2. Les plantes de l'âge du Bronze. Contribution à l'histoire de l'environnement et de l'alimentation*. Editions du Ruau, Saint-Blaise, 112 p., 17+17 fig., 3 pl., ill. (Archéologie neuchâteloise 8).
- 2008 Analyse carpologique du contenu de fosses et de trous de poteau d'un habitat de La Tène ancienne. In: Masserey Catherine et al.: *Un habitat de La Tène ancienne à Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. CAJ 11, p. 181-201.
- Joffroy René
1974 *Le cimetière de Lavoye (Meuse). Nécropole mérovingienne*. Picard, Paris, 180 p., 76 fig., 36 fig., 6 plans.
- Joliat Henri
1948 Epoque des invasions et peuplement du Jura bernois. *ASJE* 1947, p. 89-151, ill.
- Joos Marcel
1975 Eine permische Brekzie aus dem Südschwarzwald und ihre Verbreitung als Mühlstein im Spätlatène und in frühromischer Zeit. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 5.3, p. 197-199, 1 fig., 1 pl.

- Joosten Ineke
2004 *Technology of early historical iron production in the Netherlands*. Vrije Universiteit, Amsterdam, 133 p., 57 fig., 38 tab. (Geoarchaeological and bioarchaeological studies 2).
- Kac Nikolai Jakovlevich, Katz S.V. et Kipiani M.G.
1965 *Atlas and keys of fruits and seeds occurring in the quarternary deposits of the USSR*. Nauka, Moscou, 364 p.
- Kaplan Gérard, Prier Annie et Vinceneux Philippe
1990 *Rhumatologie pour le praticien*. Simep, Paris, 359 p., ill. (Pour le praticien).
- Karg Sabine
1994 *Pflanzliche Diversität im Mittelalter: Rekonstruktion einer spätmittelalterlichen Ackerflora bei Laufen (Schweiz) mit Hilfe von verkohlten Kulturpflanzenvorräten*. Universität Basel, 152 p. (Thèse de doctorat, document inédit).
- Kars Henk
1983 Early medieval Dorestad, an archaeo-petrological study. Part V: the whetstones and the touchstones. *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 33, p. 1-37.
- Kaufmann Philippe (réd.)
2005 *Mémento statistique 2005*. Service de l'information et de la communication, Delémont, 24 p.
- Kazanski Michel
1989 La diffusion de la mode danubienne en Gaule (fin du IV^e siècle – début du VI^e siècle): essai d'interprétation historique. *Antiquités nationales* 21, p. 59-73.
2002 *La nécropole gallo-romaine et mérovingienne de Breny (Aisne), d'après les collections et les archives du Musée des Antiquités Nationales*. Monique Mergoil, Montagnac, 270 p., 3 fig., 2 tab., 125 pl. (Europe médiévale 4).
- Keller Christine
1999 *Gefässkeramik aus Basel. Untersuchungen zur spätmittelalterlichen und frühneuzeitlichen Gefässkeramik aus Basel. Typologie – Technologie – Funktion – Handwerk*. Archäologische Bodenforschung des Kantons Basel-Stadt, Basel, 2 vol., 208 et 236 p., 190 fig., 124 pl. (Materialhefte zur Archäologie in Basel 15A et B).
- Kennedy Kenneth A.R.
1989 Skeletal markers of occupational stress. In: Yasar Iscan Mehmet et Kennedy Kenneth A.R. (dir.): *Reconstruction of life from the skeleton*. Liss, New York, p. 129-160.
- Kerep Axel
2006 Les armes anglo-saxonnes du V^e au VII^e siècle. In: Delestre, Kazanski et Périn (dir.) 2006, p. 87-102.
- Kimura Ryosuke et al.
2009 A common variation in *EDAR* is a genetic determinant of shovel-shaped incisors. *American journal of human genetics* 85.4, p. 528-535.
- Kirschvink Joseph Link
1980 The least-square line and plane and the analysis of palaeomagnetic data. *Geophysical journal published for the Royal Astronomical Society* 62, p. 699-718.
- Kissling Christiane et Gerber Christophe
2008 Tramelan, Crêt Georges Est. La nécropole du Haut Moyen Age. *Archéologie bernoise* 2008, p. 88-93, 8 fig.
- Kissling Christiane et Ulrich-Bochsler Susi
2006 *Kallnach-Bergweg. Das frühmittelalterliche Gräberfeld und das spätromische Gebäude*. Service archéologique du canton de Berne, Berne, 196 p., 221 fig., 1 CD-ROM.
- Klausener Max, Martin Max et Weidmann Denis
1992 La Tour-de-Peilz VD: le cimetière du Clos d'Aubonne et la plaque-boucle avec scènes chrétiennes de la tombe 167. *AS* 15.1, p. 24-33.
- Koch Ursula
1977 *Das Reihengräberfeld bei Schretzheim*. Mann, Berlin, 2 vol., 225 et 147 p., 25 fig., 4 tab., 270 pl. (GDV A 13).
1984 *Der Runde Berg bei Urach V. Die Metallfunde der frühgeschichtlichen Perioden aus den Plangrabungen 1967-1981*. Carl Winter, Heidelberg, 275 p., 20 fig., 93 pl., 47 cartes. (Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Kommission für alamannische Altertumskunde 10).
1990 *Das fränkische Gräberfeld von Klepsau im Hohenlohekreis*. Konrad Theiss, Stuttgart, 262 p., 137 fig., 51 pl. (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 38).
2001 *Das alamannisch-fränkische Gräberfeld bei Pleidelsheim*. Konrad Theiss, Stuttgart, 647 p. (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 60).
- Körper-Grohne Udelgard
1995 *Nutzpflanzen in Deutschland von der Vorgeschichte bis heute*. Nikol, Hamburg, 490 p., 95 fig., 132 pl.
- Kovacheva Mary et al.
2004 Archaeomagnetic dating of archaeological sites from Switzerland and Bulgaria. *Journal of archaeological science* 31, p. 1463-1479.
- Kramar Christiane
1990 Etude anthropologique. In: Baudais Dominique et Kramar Christiane: *La nécropole néolithique de Corseaux «en Seyton» (VD, Suisse)*. *Archéologie et anthropologie*. CAR 51, p. 87-176.
1998 Les sujets inhumés à Dombresson au VI^e-VII^e siècle. Qui étaient-ils? *Revue historique neuchâteloise* 1998.4, p. 219-226, 6 fig.
1999 Etat de santé des sujets du Haut Moyen Age. In: Demarez, Othenin-Girard et al. 1999, p. 153-162.
2001 Anthropologie et paléopathologie. In: Deslex et al. 2001a, 11-23 p.
2008 *Avenche-VD. Les Tourbières 2007-2008. Etude anthropologique et paléopathologique des sujets inhumés*. Site et Musée romains d'Avenches.
2011 Identité et mode de vie des personnes inhumées au Clos d'Aubonne à la Tour-de-Peilz (VD). In: Steiner Lucie: *La nécropole du Clos d'Aubonne à la Tour-de-Peilz (Canton de Vaud). Volume II. Anthropologie, numismatique, catalogue des tombes et planches*. CAR 130, p. 7-147.
- Kramar Christiane et Blanc Pierre
2005 Etude paléoanthropologique et paléopathologique des sujets inhumés à Avenches dans les nécropoles d'A la Montagne et de la porte de l'Ouest/Sur-Fourches. *Bulletin de l'Association Pro Aventico* 47, p. 7-61, 51 fig.
- Kramar Christiane, Lagier René et Baud Charles-Albert
1988 Paléopathologie des maladies rhumatismales dans trois populations de Suisse occidentale du néolithique au Moyen Age. In: Appelboom Thierry: *Les affections rhumatismales dans l'art et dans l'histoire*. René Malherbe, Bruxelles, p. 116-120.
1990 Rheumatic diseases in Neolithic and Mediaeval populations of Western Switzerland. *Zeitschrift für Rheumatologie* 49, p. 338-345.
- Kübler Bernard et Adatte Thierry
1988 *Etude par diffractométrie X automatique APD10 de 11 échantillons (CGN 213 et 225, COR 47 et 59), Transjurane (Etude 409)*. Institut de géologie, Université de Neuchâtel, 7 p. (Laboratoire de minéralogie, pétrographie et géochimie, rapport inédit).

- Kühn Marlu
2000 *Zur Ernährungs- und Landschaftsgeschichte der Nordwestschweiz von der Spätantike bis ins hohe Mittelalter. - Archäobotanische Untersuchung verkohlter Pflanzenreste aus Grubenhäusern der mittelalterlichen ländlichen Siedlung Lausen-Bettenach, Kanton Basel-Landschaft, Schweiz.* Universität Basel, 251 p. (Thèse de doctorat, Botanisches Institut, document inédit).
- Labhardt Jürg
1974 Caractères dentaires non métriques d'une population du Haut Moyen Age (Ain, France). *Archives suisses d'anthropologie générale* 38.2, p. 81-118.
- Lagier René
1982 Spondylitis hyperostitica und diffuse enthesiopathische Skelett-Hyperostose. In: Ott V.R. (dir.): *Spondylitis Hyperostitica*. Ferdinand Enke, Stuttgart, p. 35-55.
1985 *Pathologie ostéoarticulaire*. Université de Genève. (Département de pathologie, cours non publié).
- Lagier René et Baud Charles-Albert
1978 Diffuse enthesopathic hyperostosis. Anatomical and radiological study on a macerated skeleton. *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* 129, p. 588-597.
- Landolt Elias
1977 *Oekologische zeigerwerte zur Schweizer Flora*. ETH, Zürich, 208 p., ill. (Veröffentlichungen des geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel 64).
- Langaney André
1988 *Les hommes. Passé, présent, conditionnel*. Armand Colin, Paris, 251 p., ill.
- Lanos Philippe
2001 L'approche bayésienne en chronométrie: application à l'archéomagnétisme. In: Barrandon Jean-Noël, Guibert Pierre et Michel Véronique (dir.): *Datation*. Actes des 21^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire, Antibes, 19-21 octobre 2000. Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Antibes, p. 113-139.
- László Gy
1972 *L'art des nomades. Des Scythes aux Hongrois*. Cercle d'Art, Paris, 148 p., 79 fig., 193 pl.
- Lauber Konrad et Wagner Gerhart
2000a *Flora Helvetica. Flore illustrée de Suisse*. Paul Haupt, Bern, Stuttgart, 1616 p., ill.
2000b *Flora Helvetica. Flore illustrée de Suisse. Clef de détermination*. Paul Haupt, Bern, Stuttgart, 276 p., ill.
- Laval-Jeantet M.
1961 Appositions osseuses sous-périostées avec aspect de double contour radiographique des os longs du nourrisson. *La Presse médicale* 56, p. 2623-2626.
- Le Bailly Matthieu
2005 *Evolution de la relation hôte/parasites dans les systèmes lacustres nord-alpins au Néolithique (3900-2900 BC), et nouvelles données dans la détection des paléoantigènes de Protozoa*. Université de Champagne-Ardenne, Reims, 291 p. (Thèse de doctorat, document inédit).
- Le Bailly Matthieu et al.
2008 New finding of *Giardia intestinalis* (Eukaryote, Metamonad) in Old World archaeological site using immunofluorescence and enzyme linked immunosorbent assays. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 103.3, p. 298-300.
- Le Bailly Matthieu et Bouchet Françoise
2006 Paléoparasitologie et immunologie: l'exemple d'*Entamoeba histolytica*. *Revue d'archéométrie* 30, p. 129-135.
- Lebedynsky Iarosalav
2001 *Armes et guerriers barbares au temps des grandes invasions (IV^e au VI^e siècle apr. J.-C.)*. Errance, Paris, 224 p., ill. (Collection des Hespérides).
- Legoux René
2005 *La nécropole mérovingienne de Cutry (Meurthe-et-Moselle)*. AFAM, 543 p., 182 fig., 201 pl. (Mémoires de l'AFAM 14).
- Legoux René, Périn Patrick et Vallet Françoise
2004 *Chronologie normalisée du mobilier funéraire mérovingien entre Manche et Lorraine*. Bulletin de liaison de l'AFAM (hors série), 62 p., ill.
- Leitz Werner
2002 *Das Gräberfeld von Bel-Air bei Lausanne. Frédéric Troyon (1815-1866) und die Anfänge der Frühmittelalterarchäologie*. CAR 84, 278 p., 60 fig., 87 pl.
- Lenoble Michel
2000 Approche typologique de la céramique des sites d'habitats médiévaux de l'Aube. *Bulletin de la Société archéologique champenoise* 93.2, p. 69-99.
- Le Perchec Sophie, Guy Pierre et Fraval Alain (dir.)
2001 *Agriculture et biodiversité des plantes*. INRA, Paris, 170 p. (Dossiers de l'environnement 21).
- Leuch-Bartels Katrin
2007 Frühmittelalterliche Grubenhäuser auf dem Basler Münsterhügel. *Jahresbericht der archäologischen Bodenforschung des Kantons Basel-Stadt 2005*, p. 93-162, 42 fig.
- Leveau Philippe, Provansal Mireille, Bruneton Hélène et al.
2002 La crise environnementale de la fin de l'Antiquité et du Haut Moyen Age: définition d'un modèle et retour aux milieux réels. In: Richard et Vignot (dir) 2002, p. 291-303, 3 fig.
- Lhemon Maëlle
2002 *La pierre ollaire en France: étude du matériel rhônalpin et inventaire bibliographique du sud-sud-est*. Université de Lyon II, 2 vol., 43 et 118 p. (Mémoire de DEA, document inédit).
- 2008 Les récipients en pierre ollaire en Suisse occidentale: état de la question. In: Deslarzes et al. 2008, p. 13-14.
- Lièvre Ami, Fernex Jean et Gretillat Pierre-Alain
1992 Les eaux souterraines du Jura tabulaire d'Ajoie. Evolution de la qualité bactériologique, évolution et protection des ressources. *ASJE* 1992, p. 187-250, 13 fig., 10 tab.
- Lièvre Lucien
1952 L'aménagement des eaux du Jura Bernois. *ASJE* 1951, p. 59-96, ill.
- Liniger Hans et al.
1969 *Atlas géologique de la Suisse 1:25 000, feuille Bonfol (n° 1065)*. Kümmerly+Frey, Berne. (Commission géologique suisse).
- Lorren Claude
2001 *Fibules et plaques-boucles à l'époque mérovingienne en Normandie. Contribution à l'étude du peuplement, des échanges et des influences, de la fin du V^e au début du VIII^e siècle*. AFAM, 553 p., 66 pl., ill. (Mémoires de l'AFAM 8).
- Lozet Jean et Mathieu Clément
2002 *Dictionnaire de science du sol*. Technique et Documentation - Lavoisier, Paris, 575 p., ill.

- Lundström-Baudais Karen
1983 *Rapport préliminaire de l'analyse paléoethnobotanique en cours de Charavines-Les Baigneurs (Isère)*. 9 p. (Document inédit).
- Maggetti Marino
1982 Phase analysis and its significance for technology and origin. In: Olin Jacqueline C. et Franklin A.D. (dir.): *Archaeological ceramics*. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 121-133.
- Magny Michel
1995 *Une histoire du climat. Des derniers mammoths au siècle de l'automobile*. Errance, Paris, 175 p., ill.
2004 Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary international* 113, p. 65-79.
- Magny Michel et Bravard Jean-Paul
2002 Variations paléohydrologiques en France depuis 15 000 ans. Une introduction. In: Bravard Jean-Paul et Magny Michel (dir.): *Les fleuves ont une histoire. Paléo-environnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*. Errance, Paris, p. 9-14, 1 fig.
- Magny Michel et Richard Hervé
1992 Essai de synthèse: vers une courbe de l'évolution du climat entre 500 BC et 500 AD. *Les nouvelles de l'archéologie* 50, p. 58-60.
1996 L'évolution du climat entre 500 BC et 500 AD. Quelques éléments de réflexion. In: Buchsenschutz Olivier et Richard Hervé (dir.): *L'environnement du Mont Beuvray*. Bibracte-Centre archéologique européen, Glux-en-Glenne, p. 51-56, 4 fig. (Bibracte 1).
- Mainman Alisa J. et Rogers Nicola S.H.
2000 *Craft, industry and everyday life: finds from Anglo-Scandinavian York*. Concil for British Archaeology, York, p. 2451-2672. (The archaeology of York 17, The small finds 14).
- Mangin Michel (dir.)
1994 *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen*. *Archéologie et archéométrie*. Actes du colloque de Besançon, 10-13 novembre 1993. ALUB 536 (*Archéologie* 40), 424 p., ill.
- Mani Clément
2002 *Avant le tupin: caractérisation d'une production du Haut Moyen Age en Chalonnais. Etude de diffusion de la céramique bistré*. Université de Bourgogne et Laboratoire de céramologie, Dijon et Lyon, 41 p. (Mémoire de DESS, document inédit).
2005 La «céramique bistré» dite de Sevrey (Saône-et-Loire): caractérisation et étude de diffusion d'une production du haut Moyen Age. *RAE* 53 (2004), p. 189-219, 11 fig.
- Mannoni Tiziano, Pfeifer Hans-Rudolf et Sermeels Vincent
1987 Giacimenti e cave della pietra ollare nelle Alpi. In: *La pietra ollare dalla preistoria all'età moderna*. Atti del convegno, Como, 16-17 ottobre 1982. Museo Civico Archeologico «Giovio», Como, p. 7-46. (*Archeologia dell'Italia settentrionale* 5).
- Marinval Philippe
1988 *L'alimentation végétale en France du Mésolithique jusqu'à l'Age du Fer*. CNRS, Paris, 192 p., 49 fig., 9 tab.
- Marti Reto
1996 Frühmittelalterliche Siedlungsfunde aus dem *Castrum Rauracense* (Grabung Kaiseraugst, «Jakobli-Haus» 1994.02). *Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst* 17, p. 149-195, 20 fig.
2000 *Zwischen Römerzeit und Mittelalter. Forschungen zur frühmittelalterlichen Siedlungsgeschichte der Nordwestschweiz (4.-10. Jahrhundert)*. Archäologie und Kantonsmuseum Baselland, Liestal, 2 vol., 407 et 280 p., 177 fig., 301 pl. (*Archäologie und Museum* 41A et B).
- 2002 Frühmittelalterliche Keramikgruppen der Nordschweiz: ein Abbild unterschiedlicher Kulturräume. In: Windler et Fuchs (dir.) 2002, p. 125-139, 16 fig.
2005 Les récipients. In: Windler et al. (dir.) 2005, p. 217-223.
2008 Pratteln, Oberemattstrasse: ein spätromisch-frühmittelalterliches Gewerbeareal. *Jahresbericht 2007 Archäologie Baselland*, p. 39-43.
2011 Grubenhaus bis Wohnturm. Siedlungsbefunde im ländlichen Raum der Nordwestschweiz. In: Niffeler Urs (éd.): *Habitat et mobilier archéologiques de la période entre 800 et 1350*. Actes du colloque de Frauenfeld, 28-29 octobre 2010. AS, p. 11-21, 16 fig. [en ligne].
- Marti Reto et Fischer Andreas
2011 Fundort Pratteln – Vom Faustkeil zum Industriestandort. AS 34.1, p. 4-17, 17 fig.
- Marti Reto et Paratte Rana Marie-Hélène
2006 Typologie de la céramique. In: Marti et al. 2006, p. 39-84.
- Marti Reto, Thierrin-Michael Gisela, Paratte Rana Marie-Hélène et al.
2006 *Develier-Courtételle: un habitat rural mérovingien*. 3. *Céramiques et autres objets en pierre, verre, os, bois ou terre cuite*. CAJ 15, 340 p., 164 fig., 74 pl., 2 pl. couleur.
- Martin Alexander C.
1946 Comparative internal morphology of seeds. *The American midland naturalist* 36.3, p. 513-660.
- Martin Max
1976a *Das spätromisch-frühmittelalterliche Gräberfeld von Kaiseraugst, Kt. Aargau. Teil B: Katalog und Tafeln*. Habegger, Derendingen, 102 p., 114 pl. (Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte 5B).
1976b *Das fränkische Gräberfeld von Basel-Bernerring*. Archäologischer Verlag, Basel, 398 p., 31 pl., 48 fig., ill. (Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte 1).
1988 Grabfunde des 6. Jahrhunderts aus der Kirche St. Peter und Paul in Mels SG. AS 11.4, p. 167-181, 25 fig.
1990 Bemerkungen zur Ausstattung der Frauengräber und zur Interpretation der Doppelgräber und Nachbestattungen im frühen Mittelalter. In: Affeldt (dir.) 1990, p. 89-103, 7 fig.
1991 *Das spätromisch-frühmittelalterliche Gräberfeld von Kaiseraugst, Kt. Aargau. Teil A: Text*. Habegger, Derendingen, 357 p., 165 fig., 2 pl. (Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte 5A).
1997 Die goldene Kette von Szilágysomlyó und das frühermerowingische Amulettgehänge der westgermanischen Frauentracht. In: von Freeden Uta et Wiczorek Alfred (dir.): *Perlen. Archäologie, Techniken, Analysen*. Rudolf Habelt, Bonn, p. 349-372, 19 fig.
- Martin Max, Sennhauser Hans-Rudolf et Vierck Hayo
1980 Reiche Grabfunde in der frühmittelalterlichen Kirche von Schöftland. AS 3.1, p. 29-55, 29 fig.
- Martin Rudolf et Saller Karl
1957-1966 *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung*. Fischer, Stuttgart, 4 vol., 2999 p., ill.
- Martin-Kilcher Stefanie
1994 *Die römischen Amphoren aus Augst und Kaiseraugst. Ein Beitrag zur römischen Handels- und Kulturgeschichte*. Römermuseum, Augst, 2 vol. (Forschungen in Augst 7.2 et 7.3).
- Martinoli Danièle et Brombacher Christoph
2008 *Schleiheim Auf der Egg SH*. Universität Basel, 8 p. (IPNA, inédit).

- Masset Claude
1982 *Estimation de l'âge au décès par les sutures crâniennes*. Université Paris VII, 301 p. (Thèse de doctorat, document inédit).
- Mathiaut-Legros Agathe
2006 Céramiques fines et identité régionale, le cas de la céramique dite «burgonde». In: Hincker et Husi (réd.) 2006, p. 195-208, 13 fig.
- Matterne Véronique
2001 *Agriculture et alimentation végétale durant l'âge du Fer et l'époque gallo-romaine en France septentrionale*. Monique Mergoïl, Montagnac, 310 p., 105 fig. (Archéologie des plantes et des animaux 1).
- Matterne Véronique, Yvinec Jean-Hervé et Gemehl Dominique
1998 Stockage de plantes alimentaires et infestation par les insectes dans un grenier incendié de la fin du II^e siècle après J.-C. à Amiens (Somme). *Revue archéologique de Picardie* 1998.3-4, p. 93-122, 14 fig., 2 tab.
- Mays Simon, Steele James et Ford Mark
1999 Directional asymetry in the human clavicle. *International journal of osteoarchaeology* 9, p. 18-28.
- Mazimann Jean-Pierre
2006 La vaisselle en verre. In: Marti et al. 2006, p. 121-125.
- McCave I.N. et al.
1986 Evaluation of laser-diffraction-size analyser for use with natural sediments. *Journal of sedimentary petrology* 56, p. 561-564.
- Melzer Walter
1993 *Das fränkische Gräberfeld von Saffig, Kreis Mayen-Koblenz*. Marie Leidorf, Buch am Erlbach, 198 p., 31 fig., 76 pl. (Internationale Archäologie 17).
- Mercier Claude et Mercier-Rolland Monique
1974 *Le cimetière burgonde de Monnet-la-Ville*. ALUB 156 (Archéologie 25), 106 p., 35 pl., 1 plan.
- Méry André
1968 *Le cimetière mérovingien de Blussangeaux (Doubs). Etude anthropologique*. ALUB 94 (Archéologie 21), 146 p.
- Meyer Werner
1989 *Die Frohburg. Ausgrabungen 1973-1977*. Schweizerischer Burgenverein, Zürich, 184 p., ill. (Schweizer Beiträge zur Kulturgeschichte und Archäologie des Mittelalters 16).
- Miskovsky Jean-Claude (dir.)
2002 *Géologie de la préhistoire: méthodes, techniques, applications*. Association pour l'étude de l'environnement géologique de la pré-histoire, Paris, 1519 p., ill., 1 CD-ROM.
- Mizoguchi Yuji
1977 Genetic variability in tooth crown characters: analysis by the tetrachoric correlation method. *Bulletin of the National Science Museum series D* 3, p. 37-62.
- Moeschler Pierre
1968 L'extension interradiculaire de l'émail dentaire. Un essai d'interprétation. *Bulletin du groupement international pour la recherche scientifique en stomatologie* 11, p. 521-538.
- Monbaron Michel et Bouvier Jean-Claude
1996 L'estavelle du Creugenat et le fonctionnement du système karstique de la Haute-Ajoie (JU). Etat des lieux. In: *Actes du colloque commun de la Société suisse de géomorphologie et de l'Association française de karstologie, Sornetan, 5-8 octobre 1995*. Université de Fribourg (Suisse), p. 109-118, 2 fig. (Rapports de recherche de l'Institut de géographie 8).
- 1999 L'estavelle du Creugenat (Canton du Jura, Suisse): chroniques des crues et dispositif moderne d'observation. In: *Actes du colloque Karst 99*. Etudes de géographie physique (supplément 28), p. 145-150.
- Moosbrugger-Leu Rudolf
1967 *Die frühmittelalterlichen Gürtelbeschläge der Schweiz*. Birkhäuser, Basel, 215 p., 31 fig., 14 cartes, 1 tab. (Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 14).
- 1971 *Die Schweiz zur Merowinger Zeit. Die archäologische Hinterlassenschaft der Romanen, Burgunder und Alamannen*. Franke, Bern, 2 vol., 275 et 157 p., 94 et 58 fig., 90 pl., ill. (Handbuch der Schweiz zur Römer- und Merowingerzeit).
- Motschi Andreas
1993 Die frühmittelalterlichen Gräber Oberdorf-Bühl (SO). *Archäologie des Kantons Solothurn* 8, p. 75-99, 14 fig., 6 pl.
- 2007 *Das spätrömisch-frühmittelalterliche Gräberfeld von Oberbuchsiten (SO)*. Musée suisse, Zurich, 219 p., 110 fig., 55 pl. (Collectio archaeologica 5).
- Mottana Annibale, Crespi Rodolfo et Liborio Giuseppe
1981 *Minéraux et roches*. Nathan, Paris, 608 p., ill. (Un guide Nathan).
- Muhl Arnold
1994 Ornamentik und Bildprogramm merowingerzeitlicher Tauschierungen. In: Menghin Wilfried (dir.): *Tauschierarbeiten der Merowingerzeit. Kunst und Technik*. Staatliche Museen – Preussischer Kulturbesitz, Berlin, p. 33-71. (Museum für Vor- und Frühgeschichte, Bestandskataloge 2).
- Müller Felix
1980 *Der Bischofstein bei Sissach, Kanton Baselland. Die hochmittelalterlichen Funde*. Habegger, Derendingen, 93 p., 25 fig., ill. (Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte 4).
- Müller Urs
2007 Ausgrabungen in Kaiseraugst 2007. *Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst* 29, p. 111-137, 28 fig.
- Neubauer Dieter
1991 Die Silexartefakte der Stadtkerngrabungen Grünwälderstr. 18 und Oberlinden 19 in Freiburg/BrsG. *Archäologische Nachrichten aus Baden* 46, p. 21-29, 6 fig., 3 tab.
- Oberdorfer Erich
1983 *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1051 p., ill.
- OFEFP (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage)
1999 *La forêt suisse – un bilan. Une analyse politique du deuxième inventaire forestier national*. OFEFP, Berne, 72 p., ill.
- Olive Claude
1999 Etude ostéologique. Remarques sur la faune d'Alle, Noir Bois (I^{er}-IV^e siècles après J.-C.). In: Demarez, Othenin-Girard et al. 1999, p. 122-127.
- OMS (Organisation mondiale de la Santé)
2007 *Santé bucco-dentaire* (Centre des médias, aide-mémoire 318, en ligne). <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/fr/index.html>
- Othenin-Girard Blaise
1999 Alle, Noir Bois: les vestiges du Haut Moyen Age. In: Demarez, Othenin-Girard et al. 1999, p. 109-115.
- Oth Richard
2002 Interprétation et éléments historiques. In: Saltel et al. 2002, p. 44-47.

- Oueslati Tarek
2006 *Approche archéozoologique des modes d'acquisition, de transformation et de consommation des ressources animales dans le contexte urbain gallo-romain de Lutèce (Paris, France)*. BAR (International series 1479), 416 p., ill.
- Paccolat Olivier et Moret Jean-Christophe
2007 Les récipients en pierre ollaire du site de Gamsen-Waldmatte (Valais, CH): une production locale? *Bulletin d'études préhistoriques et archéologiques alpines* 18, p. 197-206.
- Pálfi György
1992 Traces des activités sur les squelettes des anciens Hongrois. *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 4.3-4, p. 209-231.
- Paratte Rana Marie-Hélène, Thierrin-Michael Gisela et Mazimann Jean-Pierre
1999 Develier-Courtételle (Jura). Récipients culinaires et vaisselle de table. *HA* 118/119, p. 64-72, 10 fig.
- Passard Françoise, Gizard Sophie, Urlacher Jean-Pierre et al. (dir.)
2003 *Burgondes, Alamans, Francs, Romains dans l'Est de la France, le Sud-Ouest de l'Allemagne et la Suisse (V^e-VII^e siècle après J.-C.)*. Actes des 21^e journées internationales d'archéologie mérovingienne, Besançon, 20-22 octobre 2000. ALUF 756 (Art et archéologie 47), 338 p., ill.
- Paturet Georges
1951a *Traité d'anatomie humaine. Tome 1. Ostéologie, arthrologie, myologie (à l'exclusion de celles des membres)*. Masson, Paris, 994 p., ill.
1951b *Traité d'anatomie humaine. Tome 2. Membres supérieur et inférieur*. Masson, Paris, 1124 p., ill.
- Paulsen Peter et Schach-Dörge Helga
1978 *Das alamannische Gräberfeld von Giengen an der Brenz (Kreis Heidenheim)*. Müller & Gräff, Stuttgart, 176 p., 44 fig., 70 pl. (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 10).
- Paupe Patrick et al.
1999 *Sondages sur les sections 2 et 3 de l'A16. Fouilles 1998*. AT 63, 125 p., 65 fig.
2001 *Sondages sur la section 2 de l'A16. Fouilles 2000*. AT 81, 224 p., 127 fig., 7 pl.
- Paupe Patrick, Borgeaud Pierre-Alain et al.
2005 *Sondages sur la section 2 de l'A16. Fouilles 2003*. AT 113A, 114 p., 43 fig.
- Pearson Karl
1899 On the reconstruction of the stature of prehistoric races. *Philosophical transactions of the Royal Society series A* 192, p. 169-244.
- Pecqueur Laure
2003 Des morts chez les vivants. Les inhumations dans les habitats ruraux du haut Moyen Age en Ile-de-France. *Archéologie médiévale* 33, p. 1-31, 29 fig.
- Pelet Paul-Louis
1993 *Une industrie reconnue: Fer Charbon Acier dans le Pays de Vaud*. CAR 60, 142 p., 176 fig.
- Pelt Jean-Marie
1994 *Des fruits*. Fayard, Paris, 283 p.
- Périn Patrick
1995 L'archéologie funéraire permet-elle de mesurer la poussée franque en Bourgondie au VI^e siècle? In: Gaillard de Sémainville (éd.) 1995, p. 227-245, 12 fig.
- Perréard Lopreno Geneviève
2000 Analyse anthropologique. In: Steiner et Menna 2000, p. 225-260.
- Perrugot Didier et al.
2008 *L'habitat carolingien du Grand Longueron (Champlay, Yonne). Origine et mutation d'un grand domaine foncier au Haut Moyen Age (VIII^e-IX^e siècles)*. Monique Mergoïl, Montagnac, 238 p., ill. (Europe médiévale 9).
- Pesez Jean-Marie
1998 *Archéologie du village et de la maison rurale au Moyen Age*. Presses universitaires, Lyon, 515 p., 16 pl. (Histoire et archéologie médiévales 5).
- Petident Yves et Poil Emmanuel
1995 *Tupins et tupiniers. Production, diffusion, consommation de la poterie dans le Val de Saône au Moyen Age: essai de synthèse*. Rapport 1994-95 du PCR «La céramique médiévale en Bourgogne (VI^e-XVI^e siècle)». SRA, Dijon, 111 p.
- Pétréquin Anne-Marie et al.
1980 Le site funéraire de Soyria à Clairvaux-les-Lacs (Jura). 2. Le cimetière mérovingien. *RAE* 31.3-4, p. 157-230, 47 fig.
- Peytremann Edith
2001 Nécropole et habitat rural du haut Moyen Age à Vellechevreux (Haute-Saône). *RAE* 50 (1999-2000), p. 293-344, 36 fig.
2003 *Archéologie de l'habitat rural dans le nord de la France du IV^e au XII^e siècle*. AFAM, 2 vol., 453 et 442 p., 154 et 53 fig. (Mémoires de l'AFAM 13).
2005 Architecture rurale dans l'Ouest de la France entre le VI^e et le XII^e siècle d'après les données de l'archéologie. In: Antoine Annie, Cocard Martine et Pichot Daniel (dir.): *La maison rurale en pays d'habitat dispersé, de l'Antiquité au XX^e siècle*. Actes du colloque de Rennes, 29-31 mai 2002. Presses universitaires, Rennes, p. 77-87, 3 fig.
2008 La nécropole de Métrich à Koenigsmacker (Moselle). In: Guillaume et Peytremann (dir.) 2008, p. 257-268, 8 fig.
- Pfrommer Jochem et Gutscher Daniel
1999 *Laufen Rathausplatz. Eine hölzerne Häuserzeile in einer mittelalterlichen Kleinstadt: Hausbau, Sachkultur und Alltag. Die Ergebnisse der Grabungskampagnen 1988 und 1989*. Berner Lehrmittel- und Medienverlag, Bern, 385 p., 155 fig., 59 pl., 6 annexes, 1 CD-ROM. (Schriftenreihe der Erziehungsdirektion des Kantons Bern).
- Pietruk Fabienne
2005 *Les fibules romaines des musées de Metz*. Musées de Metz, Metz, 247 p., ill.
- Piette Etienne et Goldberg Michel
2001 *La dent normale et pathologique*. De Boeck, Bruxelles, 392 p., ill.
- Pilet Christian (dir.)
1994 *La nécropole de Saint-Martin-de-Fontenay (Calvados). Recherches sur le peuplement de la plaine de Caen du V^e s. avant J.-C. au VII^e s. après J.-C.* Gallia (supplément 54), 550 p., ill.
- Pioux Roger
1991 Le cimetière mérovingien de Brèves. *Les dossiers d'archéologie* 157, p. 72-73, 3 fig.
- de Pirey Dominique
1990 Les boucles d'oreille à l'époque mérovingienne en Gaule du Nord. *Bulletin de liaison de l'AFAM* 14, p. 43-55.
- Piton Daniel (éd.)
1993 *La céramique du V^e au X^e siècle dans l'Europe du Nord-Ouest*. Actes du colloque d'Outreau, 10-12 avril 1992. Centre de recherches archéologiques et de diffusion culturelle, Berck-sur-Mer, 432 p., ill. (Nord-Ouest archéologie, hors série).

- Privati Béatrice
1983 *La nécropole de Sézégny (Avusy-Genève) IV^e-VIII^e siècles*. Société d'histoire et d'archéologie, Genève, 181 p., 20 fig., 8 plans. (Mémoires et documents 10).
- 1986 Sézégny GE: une unité agricole du haut Moyen Age. AS 9.1, p. 9-19.
- Pümpin Christin et Braillard Luc
2009 *Chevèze, Lai Coiratte: étude micromorphologique de la structure Ano 6*. Université de Bâle, 5 p. (IPNA, document inédit).
- Putelat Olivier
2007a L'homme, l'animal et l'Ajoie. Du premier Moyen Age à l'aube du second millénaire. Ostéologie des sites de Courtedoux, Creugenat; de Bure, Montbion (Jura, CH) et de Bourogne, Cimetière communal (Territoire de Belfort, F). In: Bélet-Gonda et al. (dir.) 2007, p. 277-286, 7 fig.
- 2007b Les restes animaux. In: Roth-Zehner Muriel et Cartier Emilie: *Illfurth, lieudit Buergelen. Lotissement «Les Hauts de Buergelen», rapport d'archéologie préventive*. Antea-Archéologie Sàrl et SRA Alsace, Strasbourg, p. 111-143.
- 2010 Les restes fauniques. In: Deslex et al 2010, p. 113-119.
- à paraître Courtedoux-Creugenat, Archéozoologie. In: Deslex et al., à paraître (CAJ 33).
- Quast Dieter
2006 *Die frühalamannische und merowingerzeitliche Besiedlung im Umland des Runden Berges bei Urach*. Konrad Theiss, Stuttgart, 345 p., 124 pl., 128 fig. (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 84).
- de Quervain Francis
1969 *Die nutzbaren Gesteine der Schweiz*. Kümmerly+Frey, Bern, 312 p.
- Quiquerez Auguste
1866 Archéologie et minéralogie. *Le Jura* 43, p. 3.
- Rais André
1950 Les vestiges barbares de Bassecourt. *Les intérêts du Jura* 21.6, p. 101-118, ill.
- Rebmann Thierry
2006 Pétrographie et provenance des matières premières lithiques autres que le silex. In: Marti et al. 2006, p. 134-137.
- 2008 L'analyse pétrographique du mobilier lithique. In: Masserey Catherine et al.: *Un habitat de La Tène ancienne à Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. CAJ 11, p. 173-176.
- Renimel Serge
1974 *L'atelier céramique de Sevrey (IX^e -XIX^e siècle), un millénaire de tradition céramique en Chalonnais*. Société d'histoire et d'archéologie, Chalon-sur-Saône, 68 p., 35 fig.
- Renzel Philippe, Braillard Luc et Pümpin Christin
2009 *Courtedoux, Creugenat: étude micromorphologique des remplissages des cabanes en fosse*. Université de Bâle, 5 p. (IPNA, document inédit).
- Rey-Vodoz Véronique
1986 Les fibules gallo-romaines de Martigny VS. SSPA 69, p. 149-198, 6 fig., 14 pl.
- 1998 Les fibules. *Vitodurum* 8, p. 11-62, 18 pl.
- Richard Hervé et Vignot Anne (dir.)
2002 *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes depuis 20 000 ans en Europe de l'Ouest*. Actes du colloque de Besançon, 18-22 septembre 2000. ALUF 730 (Environnement, sociétés et archéologie 3), 488 p., ill.
- Riha Emilie
1979 *Die römischen Fibeln aus Augst und Kaiseraugst*. Römermuseum, Augst, 222 p., 32 fig., 5 cartes, 80 pl. (Forschungen in Augst 3).
- 1994 *Die römischen Fibeln aus Augst und Kaiseraugst. Die Neufunde seit 1975*. Römermuseum, Augst, 206 p., 6 fig., 243 tab., 51 pl. (Forschungen in Augst 18).
- Roth Helmut et Theune Claudia
1988 *Zur Chronologie merowingerzeitlicher Frauengräber in Südwestdeutschland. Ein Vorbericht zum Gräberfeld von Weingarten, Kr. Ravensburg*. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 37 p., 1 fig., 7 tab. (Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 6).
- 1995 *Das frühmittelalterliche Gräberfeld bei Weingarten (Kr. Ravensburg)*. Konrad Theiss, Stuttgart, 241 p., 320 fig., 295 pl. (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 44.1).
- Ruas Marie-Pierre
2003 Des grains aux pratiques: le traitement des céréales au XIV^e siècle en montagne Noire. In: Anderson Patricia C. et al. (dir.): *Le traitement des récoltes. Un regard sur la diversité du Néolithique au présent*. Actes des 23^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire, Antibes, 17-19 octobre 2002. Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Antibes, p. 173-200, 12 fig.
- Ruffer Marc Armand
1910 Note on the presence of *Bilharzia haematobia* in Egyptian mummies of the twentieth Dynasty. *British medical journal* 1, p. 16.
- Rumley Tasha
2006 Les dents des enfants, miroir social. *Le Temps* du 20 septembre 2006.
- Saadeh F.A. et al.
2000 Patterns of talar articular facets of Egyptian Calcanei. *Journal of the anatomical Society of India* 49.1, p. 6-8.
- Salin Edouard
1936 Le cimetière barbare d'Audincourt (Doubs). *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques* 1932-1933, p. 699-737, 7 fig., 5 pl.
- 1952 *La civilisation mérovingienne d'après les sépultures, les textes et le laboratoire. Deuxième partie: les sépultures*. Picard, Paris, 417 p., 160 fig., 10 pl.
- 1959 *La civilisation mérovingienne d'après les sépultures, les textes et le laboratoire. Quatrième partie: les croyances – conclusions – index général*. Picard, Paris, 578 p., 198 fig., 11 tab.
- Saltel Sébastien
2002 Chevèze JU, Combe Varu. ASSPA 85, p. 342-343.
- Saltel Sébastien et al.
2002 *Chevèze, Combe Varu (Jura, Suisse). Fouilles 2001*. AT 98, 92 p., 37 fig., ill.
- 2003 *Chevèze, Combe Varu (Jura, Suisse). Fouilles 2002*. AT 107, 90 p., 44 fig., ill.
- Saltel Sébastien, Detrey Jean, Affolter Jehanne, Aubry Denis et Montavon Anne
2008 *Le Mésolithique d'Ajoie. Les sites de Bure, Montbion et de Porrentruy, Hôtel-Dieu*. CAJ 19, 188 p., 124 fig., 22 pl.
- Sannazaro Marco
2008 Pierre ollaire en Lombardie: un bilan critique. In: Deslarzes et al. 2008, p. 8.

- Sasse Barbara
1990 Frauengräber im frühmittelalterlichen Alamannien. In: Affeldt (dir.) 1990, p. 45-64.
- 2001 *Ein frühmittelalterliches Reihengräberfeld bei Eichstetten am Kaiserstuhl*. Konrad Theiss, Stuttgart, 650 p., 37 fig., 138+3 pl., 48 cartes. (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 75).
- Sauerhoff Friedhelm
2001 *Pflanzennamen im Vergleich. Studien zur Benennungstheorie und Etymologie*. Franz Steiner, Stuttgart, 432 p., ill.
- Saunders Shelley Rae
1978 *The development and distribution of discontinuous morphological variation of the human infracranial skeleton*. National Museums of Canada, Ottawa, 549 p. (Archaeological survey of Canada 81).
- Sauter Marc-Rodolphe
1961 Quelques contributions de l'anthropologie à la connaissance du haut Moyen-Age. In: *Mélanges offerts à M. Paul-E. Martin par ses amis, ses collègues, ses élèves*. Société d'histoire et d'archéologie, Genève, p. 1-18. (Mémoires et documents 40).
- Schaal Caroline
2001 *Son des céréales: des indices archéologiques*. Université de Franche Comté, Besançon, 67 p. (Mémoire de DEA, document inédit).
- Scheuer Louise et Black Sue
2000 *Developmental juvenile osteology*. Academic Press, San Diego, 587 p.
- Schifferdecker François
1982 Nécropole mérovingienne à Courfaivre/Jura. *HA* 50, p. 61-69, 11 fig.
- 1985 Introduction. In: Simon Christian et Kramar-Gerster Christiane: Etude anthropologique et paléopathologique de la nécropole de Courfaivre (Jura). *ASJE* 1985, p. 185-186.
- 1987 La nécropole mérovingienne de Bonfol, 100 ans après sa découverte. *AS* 10.2, p. 74-81, 12 fig.
- Schmaedecke Michael (réd.)
1995 *Ländliche Siedlungen zwischen Spätantike und Mittelalter*. Beiträge zum Kolloquium in Liestal, 13.-15. März 1995. Archäologie und Kantonsmuseum Baselland, Liestal, 124 p., ill. (Archäologie und Museum 33).
- Schmorl Georg et Junghanns Herbert
1956 *Clinique et radiologie de la colonne vertébrale normale et pathologique. Confrontation anatomo-pathologique*. Doin, Paris, 264 p., ill.
- Schneider Gerwulf et al.
1989 Naturwissenschaftliche Kriterien und Verfahren zur Beschreibung von Keramik. *Acta praehistorica et archaeologica* 21, p. 7-39.
- Schneider-Schnekenburger Gudrun
1980 *Churrätien im Frühmittelalter. Auf Grund der archäologischen Funde*. Beck, München, 225 p., 75 pl., fig. (Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte 26).
- Schnitzler Bernadette
1997 *A l'aube du Moyen Age. L'Alsace mérovingienne*. Musées de la ville, Strasbourg, 140 p., ill. (Les collections du Musée archéologique 5).
- Scott Georges Richard et Turner Christy G.
1997 *The anthropology of modern human teeth. Dental morphology and its variation in recent human populations*. University Press, Cambridge, 406 p.
- Serneels Vincent
1993 *Archéométrie des scories de fer. Recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale*. *CAR* 61, 240 p., 228 fig.
- 1995 Du minerais à l'objet: un village de sidérurgistes du IXe au XIIe siècle à Liestal-Röserntal BL. In: Schmaedecke (réd.) 1995, p. 35-43, 8 fig.
- 2002 Analyses chimiques des matières premières et des produits de l'opération de réduction dans le four basque de Agorregi. In: Urteaga M. (réd.): *Agorregiko burdinola eta errotak (Aia, Gipuzkoa). La ferreria y los molinos de Agorregi II, Arkeologia experimentalak*. Gipuzkoako Foru Aldundia, Donostia, p. 93-121.
- Serneels Vincent et Mangin Michel
1998 Sidérurgie ancienne (Age du Fer - Moyen Age): les zones productives principales entre le Rhin, les Alpes et les Pyrénées. *RAE* 47 (1996), p. 193-198, 2 fig.
- Shchukin Mark, Kazanski Michel et Sharov Oleg
2006 *Des Goths aux Huns: le nord de la mer Noire au Bas-Empire et à l'époque des Grandes Migrations*. BAR (International series 1535), 482 p.
- Siegmund Frank
1998 *Merowingerzeit am Niederrhein. Die frühmittelalterlichen Funde aus dem Regierungsbezirk Düsseldorf und dem Kreis Heinsberg*. Rheinland-Verlag, Köln, 542 p., 118 fig., 264 pl., 4 annexes. (Rheinische Ausgrabungen 34).
- Simmer Alain
1988 *Le cimetière mérovingien d'Audun-le-Tiche (Moselle)*. Errance, Paris, 160 p., ill. (Archéologie aujourd'hui, Moyen âge 1; Mémoires de l'AFAM 2).
- 1993 *La nécropole mérovingienne d'Ennery (Moselle). Fouilles d'Emile Delort (1941)*. Société d'histoire et d'archéologie de la Lorraine et AFAM, Thionville, 125 p., ill. (Cahiers du pays thionvillois 9-10, Mémoires de l'AFAM 4).
- Simon Christian
1982 Nécropole de Sézegnien (Avusy, Genève); nécropole de Thoiry (Ain, France): étude anthropologique et paléodémographique. *Archives suisses d'anthropologie générale* 46.1, p. 77-174.
- Simon Christian et Kramar Christiane
2004 Etude anthropologique et paléopathologique des squelettes. In: Federici-Schenardi, Fellner et al. 2004, p. 309-311.
- Simon Christian et Kramar-Gerster Christiane
1985 Etude anthropologique et paléopathologique de la nécropole de Courfaivre (Jura). *ASJE* 1985, p. 185-202, 3 fig., 2 tab.
- Sindonino Stéphane et Degobertière Stéphanie
2008 Deux sépultures privilégiées d'époque mérovingienne à Bourbonnelles-Bains (Haute-Marne). In: Guillaume et Peytremann (dir.) 2008, p. 283-288, 8 fig.
- Sjovold Torstein
1984 A report on the heritability of some cranial measurements and non-metrical traits. In: van Vark Gerrit Nanning et Howells William White (dir.): *Multivariate statistical methods in physical anthropology. A review of recent advances and current developments*. Reidel, Dordrecht, p. 223-246.
- Soltner Dominique
2000 *Les bases de la production végétale. Tome I. Le sol et son amélioration*. Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-sur-Loire, 471 p.
- Steiner Hannes
2005 L'intégration progressive au royaume franc (534- vers 800). In: Windler et al. (dir.) 2005, p. 41-54.
- Steiner Lucie
2005 Ustensiles et autres objets de la vie quotidienne. In: Windler et al. (dir.) 2005, p. 210-213.

- Steiner Lucie et Menna François
2000 *La nécropole du Pré de la Cure à Yverdon-les-Bains (IV^e-VII^e s. ap. J.-C.)*. CAR 75 et 76, 2 vol., 352 et 311 p., 270 et 495 fig., 45 pl.
- Stékoffer Sarah
1996 *La crose mérovingienne de saint Germain, premier abbé de Moutier-Grandval (Suisse)*. CAJ 6, 184 p., 149 fig.
2007 Un peu d'histoire autour du hameau (550-800 ap. J.-C.). In: Fellner, Federici-Schenardi et al. 2007, p. 71-94.
- Stirland Ann
1991 Diagnosis of occupationally related paleopathology: can it be done? In: Ortner Donald J. et Aufderheide Arthur C. (dir.): *Human paléopathologie. Current syntheses and future options*. 12th international congress of anthropological and ethnological sciences, Zagreb, 24-31 July 1988. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 40-47.
- Studer Jacqueline
1998 Restes fauniques de Marin NE-Le Chalvaire, couches 4 et 5. In: Rouvinez Fabienne: *Marin NE-Le Chalvaire: habitat de l'âge du Bronze moyen*. ASSPA 81, p. 95-97.
- Stutz Françoise
2000 L'inhumation habillée à l'époque mérovingienne au sud de la Loire. *Mémoires de la Société archéologique du Midi de la France* 60, p. 33-47, 8 fig.
- Tauber Jürg
1988 Ein karolingischer Töpferofen in Reinach. In: *Beiträge zur Archäologie der Merowinger- und Karolingerzeit*. Amt für Museen und Archäologie des Kantons Baselland, Liestal, p. 69-83, 7 fig., ill. (Archäologie und Museum 11).
1991 *Die Ödenburg bei Wenslingen – eine Grafenburg des 11. und 12. Jahrhunderts*. Habegger, Derendingen, 155 p., 101 fig., 22 annexes. (Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte 12).
1998 Die Eisenwerker im Röserntal. In: Ewald et Tauber (réd.) 1998, p. 241-266, 36 fig.
- Teichert Manfred
1969 Osteometrische Untersuchungen zur Berechnung der Widerristhöhe bei vor- und frühgeschichtlichen Schweinen. *Kühn-Archiv* 83, p. 237-292.
1975 Osteometrische Untersuchungen zur Berechnung der Widerristhöhe bei Schafen. In: Clason Anneke T.: *Archaeozoological studies*. Papers of the archaeozoological conference, Groningen, 1974. North-Holland, Amsterdam, p. 51-69.
- Thellier Emile
1981 Sur la direction du champ magnétique terrestre, en France, durant les deux derniers millénaires. *Physics of the Earth and planetary interiors* 24, p. 89-132.
- Thévenin André
1968 *Les cimetières mérovingiens de la Haute-Saône*. ALUB 89 (Archéologie 89), 123 p., 34 pl., 4 fig.
- Thierrin-Michael Gisela
1999 Origines des amphores d'Alle, Noir Bois: analyses pétrographiques, minéralogiques et chimiques. In: Demarez, Othenin-Girard et al. 1999, p. 143-149.
2000 Amphores gréco-italiques de l'oppidum de Pech-Maho (III^e siècle avant J.-C.). Détermination d'origine par l'étude pétrographique. In: Rivet Lucien (réd.): *Productions régionales et importations en Aquitaine. Actualité des recherches céramiques*. Actes du congrès de Libourne, 1^{er}-4 juin 2000. SFEACAG, p. 225-231, 6 fig.
- 2003 Classification des amphores vinaires italiques par l'examen macroscopique des pâtes: possibilités et limites. In: Rivet Lucien (réd.): *Le mobilier du III^e siècle dans la cité de Vienne et à Lyon. Actualité des recherches céramiques*. Actes du congrès de Saint-Romain-en-Gal, 29 mai- 1^{er} juin 2003. SFEACAG, p. 319-323, 6 fig.
- 2006 Analyses chimiques, pétrographiques et minéralogiques. In: Marti et al. 2006, p. 15-38.
2007 Amphores à vin entre Verdun-sur-le-Doubs (Saône-et-Loire, F) et Bâle (Bâle-Ville, CH) (II^e et I^{er} siècles av. J.-C.): comparaison sur la base d'analyses pétrographiques et chimiques. In: Bélet-Gonda et al. (dir.) 2007, p. 121-128, 7 fig.
2010 Les amphores. In: Deslex et al. 2010, p. 104-106.
- Thurzovà Ludmila et al.
1976 *Lexikon der Heilpflanzen*. Lingen, Köln, 266 p., 112 pl.
- Treffort Cécile
1996a *L'Eglise carolingienne et la mort. Christianisme, rites funéraires et pratiques commémoratives*. Presses universitaires, Lyon, 216 p. (Histoire et archéologie médiévales 3).
1996b Du *cimiterium christianorum* au cimetière paroissial: évolution des espaces funéraires en Gaule du VI^e au X^e siècle. In: Galinié et Zadora-Rio (réd.) 1996, p. 55-63.
- Trément Frédéric et al.
2002 Mutations environnementales et systèmes socio-économique en Grande Limagne (Massif central français) de l'âge du Fer au Moyen Âge. In: Richard et Vignot (dir) 2002, p. 269-279, 4 fig.
- Trouillat Joseph
1852 *Monuments de l'histoire de l'ancien évêché de Bâle. Volume 1*. Victor Michel, Porrentruy, 713 p.
- Turner Christy
1987 Late Pleistocene and Holocene population history of East Asia based on dental variation. *American journal of physical anthropology* 73.3, p. 305-321.
- Urbon Benno
1997 *Die hohe Kunst der Tauschierung bei Alamannen und Franken. Untersuchung zur Technik und ein Katalog aller tauschierten Funde in Württemberg und Hohenzollern*. Selbstverlag, Stuttgart, 230 p., 42 pl.
- Urlacher Jean-Pierre, Passard Françoise et Manfredi-Gizard Sophie
1998 *La nécropole mérovingienne de la Grand Oye à Doubs, département du Doubs, VI^e - VII^e siècles après J.-C.* AFAM et RAE, 440 p., 193 fig., 57 pl., ill. (Mémoires de l'AFAM 10).
2006 Les céramiques de la nécropole «Les Champs Traversains» à Saint-Vit (Doubs). Contribution à la typochronologie en domaine romano-burgonde (VI^e-VII^e siècle ap. J.-C.). In: Hincker et Husi (réd.) 2006, p. 209-218, 7 fig.
2008 *Saint-Vit, Les Champs Traversains (Doubs). Nécropole mérovingienne, VI^e-VII^e siècle ap. J.-C. et enclos protohistorique, IX^e-V^e siècle av. J.-C.* ALUF 839 (Environnement, sociétés et archéologie 12), 495 p., 341 fig., 95 pl., 6+4+3 annexes, ill.
- Vallet Françoise et Kazanski Michel
1995 Eléments étrangers en Bourgogne dans la deuxième moitié du V^e siècle. In: Gaillard de Sémerville (réd.) 1995, p. 111-127, 8 fig.
- Van Strydonck Mark et al.
1999 Qu'est-ce qu'il y a dans une date ¹⁴C. In: Evin Jacques et al. (dir.): *¹⁴C et archéologie*. Actes du 3^e congrès international de Lyon, 6-10 avril 1998. Société préhistorique française, Paris, p. 440-448. (Mémoires de la SPF 26, Revue d'archéométrie, supplément 1999).

- Viroulet Bénédicte, Murer Axelle et Rougier Virginie
2007 Apport de sites haut-rhinois à l'étude d'une production régionale de récipients carénés gallo-romains. In: Bélet-Gonda et al. (dir.) 2007, p. 113-120, 10 fig.
- Vogel Peter
1995a *Apodemus sylvaticus* (L., 1758). In: Hausser (dir.) 1995, p. 268-273.
1995b *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834). In: Hausser (dir.) 1995, p. 274-277.
- Walker Phillip L. et al.
2009 The causes of porotic hyperostosis and cribra orbitalia: a reappraisal of the iron-deficiency-anemia hypothesis. *American journal of physical anthropology* 139, p. 109-125.
- Walter Pierre (dir.)
1993 *Le vieux château de Rougemont. Site médiéval*. Deval, Belfort, 199 p., 128 fig.
- Waton Marie-Dominique, Lavergne Jean et Thomann Emmanuelle
2005 *La nécropole mérovingienne de Wasselonne au lieu-dit Wiedbiehl (Bas-Rhin)*. Société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, Saverne, 92 p., 109 fig., 9 tab. (Pays d'Alsace 211b).
- Weaver Charles Edward
1956 The distribution and identification of mixed-layer clays in sedimentary rocks. *American mineralogist* 41.3-4, p. 202-221, 12 fig., 1 tab.
- Werner Joachim
1953 *Das alamannische Gräberfeld von Bülach*. Birkhäuser, Basel, 144 p., 14 fig., 34 pl. (Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 9).
- Whitfield Niamh
1993 Some new research on gold and gold filigree from Early Medieval Ireland and Scotland. In: Eluère (réd.) 1993, p. 125-136, 9 fig.
- Willems Jacques
1973 *Le quartier artisanal gallo-romain et mérovingien de «Batta» à Huy*. Service national des fouilles, Bruxelles, 64 p., 22 fig., 47 pl. (Archaeologia belgica 148).
- Wilson W.M. et al.
1999 Gastrointestinal parasitic infection, anthropometrics, nutritional status, and physical work capacity in Colombian boys. *American journal of human biology* 11.6, p. 763-771.
- Windler Renata
1994 *Das Gräberfeld von Elgg und die Besiedlung der Nordostschweiz im 5.-7. Jh.* Kantonsarchäologie, Zürich, 356 p., 206 fig., 103 pl. (Zürcher Denkmalpflege, Archäologische Monographien 13).
2005a Les éléments du costume. In: Windler et al. (dir.) 2005, p. 182-202.
2005b Voies de circulation. In: Windler et al. (dir.) 2005, p. 361-362.
- Windler Renata et Fuchs Michel (dir.)
2002 *De l'Antiquité tardive au Haut Moyen-Age (300-800) – Continuité und Neubeginn*. SSPA, 183 p., ill. (Antiqua 35).
- Windler Renata, Marti Reto, Niffeler Urs et Steiner Lucie (dir.)
2005 *Frühmittelalter = Haut Moyen-Age = Alto Medioevo*. SPM 6, 443 p.
- Young Bailey
1977 Paganisme, christianisme et rites funéraires mérovingiens. *Archéologie médiévale* 7, p. 5-81, 10 fig.
- Yvinec Jean-Hervé
1997 Etude archéozoologique du site de la place des Hallettes à Compiègne (Oise) du haut Moyen Age au XII^e siècle. *Revue archéologique de Picardie* (n° spécial 13), p. 171-210, 36 fig., 23 tab.
- Zeitoun Valéry, Person Alain et Bocherens Hervé
1996 Evolution *post-mortem* de la cristallinité de la carbonate hydroxylapatite d'ossements humains. *Bulletin et Mémoire de la Société d'anthropologie de Paris* 8.3-4, p. 289-297, 2 fig.

Catalogue

Introduction

Le catalogue comporte deux volets :

- le catalogue analytique, qui détaille les déchets les plus significatifs de Lai Coiratte ayant été analysés en laboratoire. Dans cette partie du catalogue, la présentation se déroule en fonction de critères typotechnologiques (minerais, scories coulées, parois de bas fourneau, calottes, scories ferrugineuses ou gromps, parois de bas foyer) ;
- le catalogue descriptif du mobilier archéologique de Lai Coiratte et de Combe En Vaillard, dont les planches décrivent les déchets de forge, les objets et fragments d'objets céramiques, lithiques, en verre et métalliques. La présentation s'y organise par site et selon l'ordre établi dans la table des matières.

Abréviations

cm	centimètre
d.	diamètre
dens.	densité
ép.	épaisseur
g	gramme
ind.	individu
l.	largeur
L.	longueur
p.	poids
r	remplissage
Sc	secteur
Un	unité

Catalogue analytique des matériaux liés à la réduction du minerai de fer et à la postréduction du fer

Chaque entrée de cette première partie du catalogue comporte la catégorie de déchet, son numéro d'inventaire cantonal, ainsi que sa localisation sur le site.

Les numéros 1 à 10 regroupent les analyses des minerais de fer (chap. 3.8.1), les numéros 11 à 21 les scories coulées (chap. 3.8.3), les numéros 22 à 26 les scories internes (chap. 3.8.4), les numéros 27 à 31 les parois de bas fourneau (chap. 3.8.6), les numéros 32 à 49 les calottes (chap. 3.9.1), les numéros 50 à 55 les scories riches en fer ou gromps (chap. 3.9.2.2) et les numéros 56 à 59 les parois de bas foyer (chap. 3.9.3.2).

L'illustration des déchets correspond approximativement à la taille réelle des pièces.

Préparation pour les analyses WD-XRF et XRD (toutes les catégories sauf les scories ferrugineuses)

De chaque déchet a été coupé un échantillon d'environ 50g. Les échantillons ont été choisis de manière à comprendre le minimum d'inclusions (métal, charbon de bois, etc.). Ils ont ensuite été moulus avec un outil en carbide de wolfram. Une partie de poudre sèche a été calcinée à 975 °C pendant cinq heures dans un four en présence d'air. Le refroidissement s'est passé dans un excitateur. La perte au feu (PAF) est déterminée par pesée de l'échantillon avant et après la calcination. Au cours de celle-ci, certains éléments volatils sont perdus (H₂O, CO₂) entraînant une perte de poids (PAF positive: minerais et parois). En même temps, les éléments se trouvant à l'état réduit (Fe, FeO, etc.) passent à l'état oxydé en captant des atomes d'oxygène de l'air. Il s'ensuit un gain de poids de l'échantillon (PAF négative: scories). L'analyse par la fluorescence des rayons X à longueur d'ondes dispersives (WD-XRF) a été effectuée sur l'échantillon calciné. L'analyse détecte les éléments indépendamment de leur formule chimique. L'oxygène est intégré par calcul. Les éléments chimiques avec un chiffre d'ordre plus petit que le sodium (O, N, C, substance organique) ne sont pas détectés. La limite de détection se situe à 0,005% masse, sauf Na (0,01% masse) et Co (0,05% masse).

L'analyse de diffraction des rayons X (XRD) a été effectuée sur une autre partie de la poudre non calcinée. L'analyse se base sur la confrontation des résultats avec des spectres de lignes de substance de référence. La limite de détection par substance cristalline varie de 1 à 5% (annexe 1).

Préparation des calottes

La majeure partie des calottes du type AP, DC, VI et CI ont été sciées suivant l'axe principal. On a ensuite procédé, par leur étude macrographique, à la sélection des échantillons pour l'analyse XRF et XRD. Dans deux cas, des sections entières ont été enrobées de résine et polies pour l'étude microscopique et métallographique.

Préparation pour les analyses microscopique et métallographique (calottes et scories ferrugineuses)

Les sections suivant l'axe principal des calottes et scories ferrugineuses, ont été enrobées de résine et polies jusqu'à 1 micron. L'étude a ensuite eu lieu à l'aide d'un microscope à lumière réfléchie. Pour rendre visible la structure de l'acier, le métal a été attaqué par nital et au réactif de Oberhoffer. La dureté du métal a été déterminée par analyse de dureté Vickers (HV1: la force appliquée est 10 newton). La composition chimique de la scorie a été déterminée au MEB/EDS, tandis que celle du métal a été déterminée par LA-ICP-MS.

Les minerais de fer

1. Minerai pisolithique – CHE 002/19001-19003 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 1), XRD.

Macrographie, chimie: quatre pisolithes, brun, l. 1,4-2,8 cm, p. 42 g. La composition chimique est typique des minerais sidérolithiques: rapport Si/Al bas (1) et parmi les éléments traces dominant V et Cr (V/Cr 3,5), avec des teneurs plutôt basses. La teneur en P₂O₅ (0,8% masse) est élevée en comparaison avec les autres minerais pisolithiques analysés du Jura (Eschenlohr 2001, p. 191-192). Le minéral dominant est la goéthite, un alpha hydroxyde de fer qui caractérise le minerai sidérolithique (Serneels 1993, p. 36) et qui explique une perte au feu élevée (PAF 12,5).

2. Minerai pisolithique – CHE 002/19000 + 11708 CO – Zone du ferrier + zone d'activité du bas fourneau, aire de travail

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 2), XRD.

Macrographie, chimie: deux pisolithes, rouge (grillé), l. 3-3,3 cm, p. 47 g. La composition chimique est typique du minerai sidérolithique: rapport Si/Al bas (0,8) et parmi les éléments traces dominant V et Cr (V/Cr 5), avec des teneurs plutôt basses. La teneur en P₂O₅ (0,5% masse) est élevée en comparaison avec les autres minerais pisolithiques (Eschenlohr 2001, p. 191-192). Le minéral dominant est l'hématite et la PAF moyenne (4,9). Par conséquent, il est probable que ces pièces aient subi une chauffe.

3. Minerai pisolithique – CHE 002/14396 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 3), XRD.

Macrographie, chimie: une pisolithe (conglomérat), brun, l. 6,1 cm, p. 138 g. La composition chimique est typique du minerai sidérolithique: rapport Si/Al bas (0,8) et parmi les éléments traces dominant V et Cr (V/Cr 4), avec des teneurs plutôt basses. Le minéral dominant est la goéthite, un alpha hydroxyde de fer typique du minerai sidérolithique (Serneels 1993, p. 36), ce qui explique une PAF élevée (12,7).

4. Minerai pisolithique – CHE 002/19006 CO – Zone d'activité du bas fourneau, aire de travail

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 4), XRD.

Macrographie, chimie: sept pisolithes, brun noirâtre, l. 0,5-2,5 cm, p. 32 g. La composition chimique est typique du minerai sidérolithique: rapport Si/Al bas (0,9) et parmi les éléments traces dominant V et Cr (V/Cr 4), avec des teneurs plutôt basses. Le minéral dominant est la magnétite et la PAF négative (-1) indique une réduction en FeO et Fe du minerai, ce dernier ayant subi une chauffe.

5. Minerai pisolithique – CHE 002/19005 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 5), XRD.

Macrographie, chimie: une pisolithe, brun, l. 2,9 cm, p. 22 g. La composition chimique est typique du minerai sidérolithique: rapport Si/Al bas (1,1) et parmi les éléments traces dominant V et Cr (V/Cr 4), avec des teneurs plutôt basses. La teneur en P₂O₅ (1,7% masse) est élevée en comparaison avec les autres minerais pisolithiques (Eschenlohr 2001, p. 191-192). Le minéral dominant est la goéthite, un alpha hydroxyde de fer typique du minerai sidérolithique (Serneels 1993, p. 36), ce qui explique une PAF élevée (13,3).

6. Minerai pisolithique – CHE 002/19004 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 6), XRD.

Macrographie, chimie: trois pisolithes, rouge brunâtre (grillé), l. 2-3,2 cm, p. 38 g. La composition chimique est typique du minerai sidérolithique: rapport Si/Al bas (1) et parmi les éléments traces dominant V et Cr (V/Cr 4), avec des teneurs plutôt basses. La teneur en P₂O₅ (0,5% masse) est élevée en comparaison avec les autres minerais pisolithiques (Eschenlohr 2001, p. 191-192). Le minéral dominant est l'hématite et la PAF moyenne (5,7). De ce fait, il est probable qu'il ait subi une chauffe.

7. Minerai pisolithique – CHE 002/12954 CO – Zone d'activité du bas fourneau, aire de travail

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 8), XRD.

Macrographie, chimie: forte rouille. La composition chimique est typique du minerai sidérolithique: rapport Si/Al bas (1,2) et parmi les éléments traces dominant V et Cr (V/Cr 5), avec des teneurs plutôt basses. La teneur en P₂O₅ (0,5 % masse) est élevée en comparaison avec les autres minerais pisolithiques (Eschenlohr 2001, p. 191-192). Les minéraux dominants sont la goéthite et l'hématite, ainsi que des composants mineurs en lépidocrocite et en hercynite. La PAF est moyenne (4). La présence de l'hercynite indique un début de formation de scorie, processus qui nécessite des températures élevées.

8. Minerai de fer non défini – CHE 002/11706 CO – Zone du ferrier

Macrographie: roche avec surface rouge orange et fracture violet gris, magnétique, l. 4,7 cm, p. 85 g.

9. Minerai de fer non défini – CHE 002/12830 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 10), XRD.

Macrographie, chimie: roche avec surface rouge orange et fracture violet gris, magnétique, p. 34 g. Ce minerai a une teneur très élevée en fer (64) et un rapport Si/Al de 5,1. Parmi les éléments traces dominant As et Ni. Le minéral dominant est la magnétite et la PAF est basse (1,5). Les analyses effectuées ne suffisent pas pour définir le minéral, surtout en méconnaissance du gîte.

10. Minerai de fer non défini – CHE 002/12825 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 11), XRD.

Macrographie, chimie: roche avec surface rouge orange et fracture violet gris, magnétique, p. 24 g. Ce minerai a une teneur très élevée en fer (66) et un rapport Si/Al de 5,8. Parmi les éléments traces dominant As et Ni. Le minéral dominant est la magnétite et la PAF est basse (1,4). Les analyses effectuées ne suffisent pas pour définir le minéral, surtout en méconnaissance du gîte.

Les matériaux liés à la réduction du minerai de fer***Les scories coulées grises denses (SGD)*****11. SGD, paquet de cordons – CHE 001/4612 CO – Zone de rejet sud**

Macrographie: type SGD, L. 13,7 cm, l. 8,5 cm, ép. 3,4 cm, p. 475 g, dens. 3,43, porosité très faible. Exemple typique d'une SGD, composée de plusieurs coulures denses, donc à faible porosité (photo en page 269).

12. SGD – CHE 002/14589 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 14), XRD.

Macrographie, chimie: p. 65 g, dens. 2,67, gris moyen, porosité moyenne. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (1,8), teneur élevée en TiO₂, parmi les éléments traces dominant V et Cr, présence d'yttrium (Y). L'enrichissement en CaO et en K₂O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le baryum (Ba). Le strontium (Sr) peut par contre provenir de la cendre ou de la paroi. Parmi les minéraux dans la scorie dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

13. SGD – CHE 002/15564 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 15), XRD.

Macrographie, chimie: p. 80 g, dens. 3,25, gris foncé, porosité faible. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (1,7), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et Cr, présence d'Y et de zinc (Zn). L'enrichissement en CaO et en K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

14. SGD – CHE 002/12011 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 16), XRD.

Macrographie, chimie: p. 55 g, dens. 3,17, gris clair, porosité faible. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (1,6), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et Cr, présence d'Y et de Zn. L'enrichissement en CaO et en K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Sr peut, par contre, provenir du charbon ou de la paroi. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

15. SGD – CHE 002/12050 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 17), XRD.

Macrographie, chimie: p. 70 g, dens. 3,18, gris moyen, porosité faible. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (1,8), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et Cr, présence d'Y et de Zn. L'enrichissement en CaO et K_2O marque l'influence du charbon de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

Les scories coulées poreuses

16. Scorie coulée poreuse – CHE 002/14501 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 18), XRD.

Macrographie, chimie: p. 40 g, dens. 1,62, gris moyen, porosité forte. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (2), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et Cr, présence d'Y et de Zn. L'enrichissement en CaO et K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Sr peut par contre provenir de la cendre ou de la paroi. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

17. Scorie coulée poreuse – CHE 002/14488 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 19), XRD.

Macrographie, chimie: p. 55 g, dens. 2,24, gris moyen, porosité forte. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (1,7), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et Cr, présence d'Y et de Zn. L'enrichissement en CaO et K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

18. Scorie coulée poreuse – CHE 002/11819 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 20), XRD.

Macrographie, chimie: p. 135 g, dens. 2,00, gris moyen, porosité forte. La composition chimique reflète les composants majeurs et les

éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (2,1), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et Cr, présence d'Y et de Zn. L'enrichissement en CaO et en K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

19. Scorie coulée poreuse – CHE 002/15819 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 21), XRD.

Macrographie, chimie: p. 220 g, dens. 1,88, gris moyen, porosité moyenne. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (1,9), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et Cr, présence d'Y et de Zn. L'enrichissement en CaO et en K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Sr peut, par contre, provenir de la cendre ou de la paroi. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

20. Scorie coulée poreuse – CHE 002/14473 CO – Zone du ferrier

Macrographie: p. 180 g, dens. 1,56.

Exemple typique d'une scorie poreuse (photo en page 269).

21. Scorie coulée poreuse – CHE 002/11998 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 23), XRD.

Macrographie, chimie: p. 55 g, dens. 1,74, gris clair et bleu foncé sur la surface, porosité moyenne, caractère aggloméré. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques d'un matériel sablo-argileux avec un rapport Si/Al élevé (4,9) et présence de rubidium (Rb); le rapport Si/Al est plus élevé que dans la paroi (4,1), ce qui témoigne probablement d'un ajout de sable de quartz. Les teneurs élevées en CaO (5) et en K_2O (4,1) reflètent d'une part l'influence de la paroi ($\text{K}_2\text{O} > \text{CaO}$), mais surtout un apport important de la cendre. L'influence de la scorie de réduction dans la composition chimique est restreinte, vu les teneurs basses en V et Cr. Parmi les minéraux dans la scorie dominant le quartz et la magnétite: le quartz est similaire à celui contenu dans la paroi et la magnétite témoigne d'un milieu oxydant aux abords de l'arrivée d'air.

Les scories internes

22. Scorie interne – CHE 002/11660 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 24), XRD.

Macrographie, chimie: p. 220 g, dens. 3,06, gris moyen, porosité moyenne. La composition chimique reflète les composants et les éléments traces typique du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (2,0), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et Cr, présence d'Y. L'enrichissement en CaO et en K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Sr peut, par contre, provenir de la cendre ou de la paroi. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction (photo en page 269).

23. Calotte ? – CHE 002/16631 CO – Zone d'activité de forge

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 25), XRD.

Macrographie, chimie: p. 200 g, dens. 3,64, gris moyen, porosité très faible. La composition chimique reflète surtout le métal oxydé (Fe élevé, présence de cuivre et de nickel). Les autres composants majeurs et les éléments traces montrent l'influence restreinte de la scorie coulée: rapport Si/Al bas (3,2), parmi les éléments traces domine V. L'enrichissement en CaO et en K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec les scories coulées la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Parmi les minéraux dans la scorie dominant la fayalite et la wustite. Normalement, la wustite se trouve dans le contexte de la postréduction (calotte) sur ce site (photo en page 269).

24. Scorie interne – CHE 002/15913 CO – Zone d'activité sud-est, fond de cabane 2

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 26), XRD.

Macrographie, chimie: p. 485 g, dens. 2,72, gris moyen, porosité faible. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (1,9), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et C, présence d'Y. L'enrichissement en CaO et en K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

25. Scorie interne – CHE 002/13289 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 27), XRD.

Macrographie, chimie: p. 375 g, dens. 3,07, gris moyen, porosité moyenne. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (3,0), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et C, présence d'Y. L'enrichissement en CaO et en K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est fortement enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

26. Scorie interne – CHE 002/16293 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 28), XRD.

Macrographie, chimie: p. 680 g, dens. 2,71, gris clair à moyen, porosité moyenne, caractère aggloméré. La composition chimique reflète les composants majeurs et les éléments traces typiques du minerai pisolithique: rapport Si/Al bas (3,1), teneur élevée en TiO_2 , parmi les éléments traces dominant V et C, présence d'Y. L'enrichissement en CaO et en K_2O marque l'influence de la cendre lors de la formation de la scorie. En comparaison avec le minerai, la scorie est fortement enrichie en Si, qui provient de la paroi sablo-argileuse et apporte aussi le Ba. Parmi les minéraux dominant la fayalite et l'hercynite, les deux typiques de la scorie de réduction.

Les parois de bas fourneau

27. Paroi de bas fourneau – CHE 002/17361 CO – Zone d'activité du bas fourneau, aire de travail

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 54), XRD.

Macrographie, chimie: p. 110 g. La composition chimique est dominée par la silice, ce qui est corroboré par le minéral dominant quartz. Les composants chimiques s'assemblent de la manière suivante: $SiO_2 > Al_2O_3 > Fe_2O_3 > K_2O$. Parmi les éléments traces dominant $Zr > Ba > Rb$ et on constate une certaine teneur en yttrium. Le minéral cordiérite a aussi été détecté.

28. Paroi de bas fourneau – CHE 002/17362 CO – Zone d'activité du bas fourneau, aire de travail

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 55), XRD.

Macrographie, chimie: p. 60 g, grise. La composition chimique est dominée par la silice, ce qui est corroboré par le minéral dominant quartz. Les composants chimiques s'assemblent de la manière suivante: $SiO_2 > Al_2O_3 > Fe_2O_3 > K_2O$. Parmi les éléments traces dominant $Zr > Ba > Rb$ et on constate une certaine teneur en yttrium. Le minéral cordiérite a aussi été détecté.

29. Paroi de bas fourneau – CHE 002/9684 CO – Zone d'activité du bas fourneau, aire de rejet

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 58), XRD.

Macrographie, chimie: p. 170 g, la paroi est scorifiée. La composition chimique est dominée par la silice, ce qui est corroboré par le minéral dominant quartz. Les composants chimiques s'assemblent de la manière suivante: $SiO_2 > Al_2O_3 > Fe_2O_3 > K_2O$. Parmi les éléments traces dominant $Zr > Ba > Rb$ et on constate une certaine teneur en yttrium. Les minéraux cordiérite et cristobalite ont été détectés. Cristobalite est une variante à haute température du quartz et se forme à partir de 1470 °C. Ce fragment de paroi indique le probable emploi d'une soufflerie.

30. Paroi de bas fourneau – CHE 002/9758 CO – Zone d'activité du bas fourneau, aire de rejet

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 59), XRD.

Macrographie, chimie: p. 45 g, la paroi est grise et très poreuse. La composition chimique est dominée par la silice, ce qui est corroboré par le minéral dominant quartz. Les composants chimiques s'assemblent de la manière suivante: $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O}$. Parmi les éléments traces dominant $\text{Zr} > \text{Ba} > \text{Rb}$ et on constate une certaine teneur en yttrium. Le minéral cordiérite a aussi été détecté.

31. Paroi de bas fourneau – CHE 002/10950 – Zone d'activité du bas fourneau, bas fourneau potentiel

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 60), XRD.

Macrographie, chimie: p. 95 g. La composition chimique est dominée par la silice, ce qui est corroboré par le minéral dominant quartz. Les composants chimiques s'assemblent de la manière suivante: $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O}$. Parmi les éléments traces dominant $\text{Zr} > \text{Ba} > \text{Rb}$ et on constate une certaine teneur en yttrium. Le minéral cordiérite a aussi été détecté.



11



20



22



23

Les matériaux liés à la postréduction du fer

Les calottes

32. AP – Compactage et forgeage – CHE 002/11167 CO – Zone d'activité de forge

Analyses effectuées: étude au microscope optique, analyse MEB/EDS.

Morphologie, macrographie: p. 120g, dens. 2,81, cons. 80%, L. 6,8cm, l. 6,2cm, ép. 2,3cm, gris clair, porosité moyenne. En coupe, la scorie n'est pas stratifiée. Le métal forme dans la partie centrale de la calotte une strate de taches métalliques. La section étudiée consiste en 60% de scorie, 25% de métal partiellement corrodé et 15% de matériel adhérent (zone de réaction entre la scorie et ses alentours). La scorie contient de nombreux et fins pores. La partie adhérente à la surface est riche en charbon de bois et en fragments de scorie.

Scorie: la scorie montre surtout une structure de lattes très fines de fayalite dans la matrice vitreuse (fig. a). Sur les deux faces de l'extrémité opposée à l'arrivée d'air, une petite partie de la scorie ne montre que de la matrice vitreuse.

- composition minéralogique, estimation visuelle:

%	fayalite	matrice vitreuse
composition prédominante	66	34
partie restreinte à l'extrémité opposée à l'arrivée d'air		100

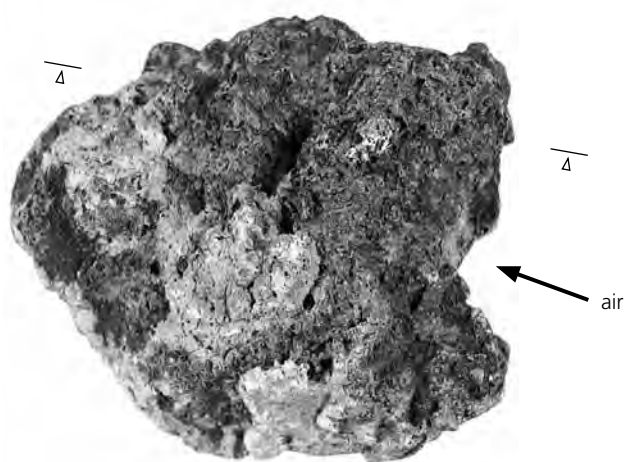
- composition chimique de la scorie (MEB/EDS):

% masse	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	Si	Al	Fe	Si/Al
AP moyenne (WD-XRF)	18	0,24	3,9	73	0,06	0,31	2,8	0,12	1,1	0,44	100	8,4	2,1	51	4,1
moyenne (MEB/EDS)	36	<0,5	6,4	56	<	0,8	4,7	0,7	1,8	0,6	106	17	3,3	39	5,0

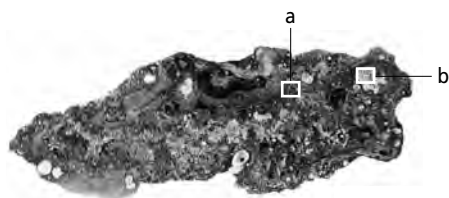
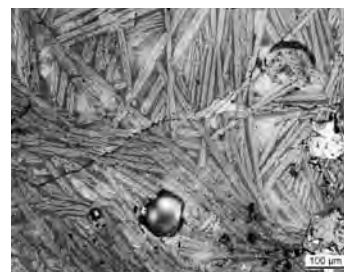
La composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe), mais on observe aussi des ajouts de la paroi du bas foyer (Si/Al 5) et de charbon de bois (contribution de Ca). Comparée aux autres scories aplaties analysées par WD-XRF (AP moyenne), cette scorie est plus riche en Si et en Al et plus pauvre en Fe.

Métal: contient de nombreux replis non déformés. Il est fortement corrodé, ce qui engendre souvent des zones avec une structure fantôme de cémentite. Au centre de la calotte la perlite domine (fig. b), vers la surface le contenu en carbone augmente, on y trouve de l'acier hypereutectoïde et localement de la fonte blanche avec lédéburite.

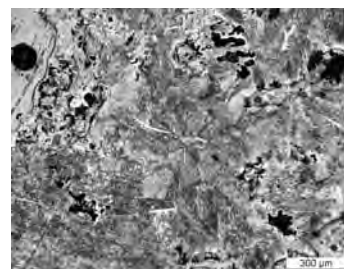
Conclusion: scorie avec une seule structure (fayalite) et une composition chimique typique du forgeage. La strate d'inclusions en acier eutectoïde cémenté vers la surface ne montre pas de traces de déformation. La grande quantité de métal non travaillé incluse dans la calotte permet de déduire qu'il a été perdu pendant le compactage d'une éponge brute.



a. Lattes de fayalite dans la matrice vitreuse, inclusion de métal et produits de corrosion.



b. Métal avec structure perlitique et quelques aiguilles de ferrite; porosité non déformée (noir).



33. AP – Epuration finale et compactage – CHE 002/11680 CO – Zone d’activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: étude au microscope optique, mesure de dureté Vickers, MEB/EDS, LA-ICP-MS.

Morphologie, macrographie: p. 200g, dens. 2,99, cons. 75 %, L. 8,1 cm, l. 6,2 cm, ép. 3,2 cm, gris sombre, porosité moyenne. En coupe, la scorie n’est pas stratifiée. Le métal forme une strate de taches dans la partie supérieure de la calotte. La section étudiée consiste en 50 % de scorie, 30 % de métal en partie corrodé, 15 % de porosité et 5 % de matériel adhérent (zone de réaction entre la scorie et ses alentours).

Scorie: cette calotte peut globalement être subdivisée en deux parties : une partie inférieure, caractérisée par une structure de dendrites de wustite grossière sur fayalite, et une partie supérieure finement cristallisée (fig. a).

- composition minéralogique, estimation visuelle :

%	fayalite	wustite	matrice vitreuse
partie inférieure	50	40	10
partie supérieure	60	20	20

- composition chimique de la scorie (MEB/EDS) :

% masse	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	Si	Al	Fe	Si/Al
AP moyenne (WD-XRF)	18	0,24	3,9	73	0,06	0,31	2,8	0,12	1,1	0,44	100	8,4	2,1	51	4,1
moyenne (MEB/EDS)	27	<0,5	6,3	67	<0,5	<0,5	5,5	<0,5	1,3	0,8	108	13	3,3	46	3,8
moyenne inclusions	30	<0,5	6,9	61	<0,5	<0,5	6,2	0,8	1,7	0,9	107	14	3,6	43	3,8

Les inclusions de scorie dans le métal ne diffèrent pas dans leur composition chimique de la calotte. La composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe), mais on observe aussi des petits ajouts de la paroi du bas foyer (Si/Al 5), de la scorie de réduction (contribution d’Al, Si/Al 1,8) et de charbon de bois (contribution de Ca). Comparée aux scories aplaties analysées par WD-XRF (AP moyenne), celle-ci est plus riche en Si et en Al et plus pauvre en Fe.

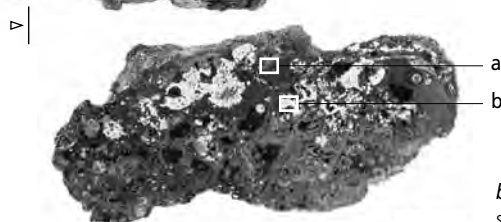
Métal: dans la partie inférieure, le métal est majoritairement corrodé alors qu’il forme des taches dans la partie supérieure. Il contient de nombreux replis et inclusions de scorie non déformés. Pour un tiers sa structure est celle de ferrite impure (fig. b, HV1 70-100), pour un autre tiers une structure de Widmannstätten et enfin pour le dernier tiers de la perlite avec ferrite aciculaire (HV1 140-180). Le métal est constitué d’acier hypoeutectoïde. 50 % affichent une teneur en carbone de 0,1 % masse et 50 % une teneur de 0,5 % masse.

- composition chimique du métal (LA-ICP-MS) :

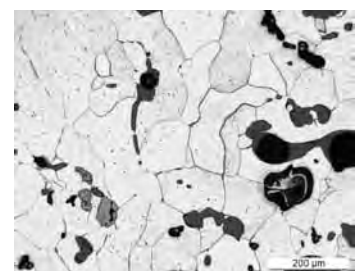
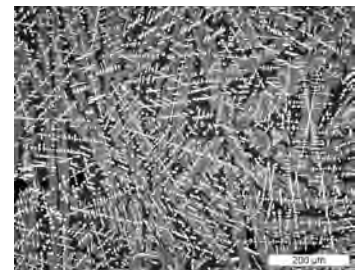
mg/kg	Ni/Co	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W
médiane, acier hypoeutectoïde et fer	1,8	<	<	<	<	<	<	560	1000	180	1300	200	<	20	<
RSD (%)	5	<	<	<	<	<	<	2	6	10	32	54	<	22	<
limite de détection		11	27	32	226	6	243	4	23	24	73	7	4	6	2

Cet acier est riche en Ni (0,1 % masse) et en As (0,13 % masse). Sa composition chimique est similaire à celle du groupe de référence de Develier-Courtételle, mais la relation Ni/Co est un peu basse.

Conclusion: scorie avec structure typique du forgeage (fayalite et wustite), mais la composition chimique témoigne aussi de l’expulsion de la scorie de l’éponge brute. Le métal en forme d’inclusions en acier hypoeutectoïde ne montre pas de traces de déformation. La grande quantité de métal non travaillé incluse dans la calotte permet de déduire qu’il a été perdu pendant le compactage d’une éponge brute.



a. Scorie finement cristallisée avec structure de wustite sur des lattes de fayalite dans la matrice vitreuse.

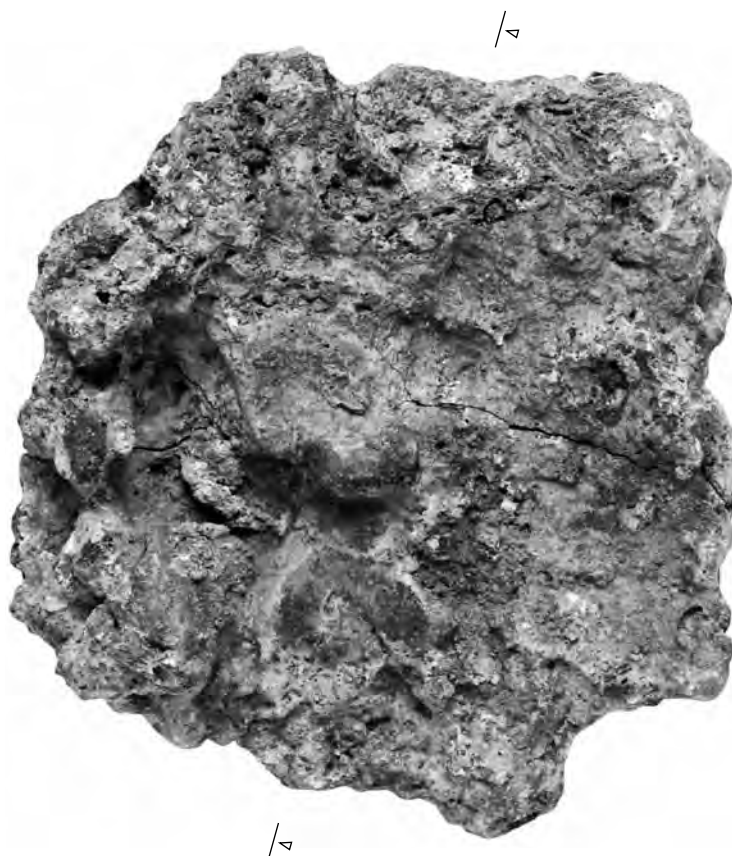


b. Ferrite impure avec inclusions de scorie et replis non déformés.

34. AP – Epuration finale et forgeage – CHE 002/11287 CO – Zone de rejet nord

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 29), XRD.

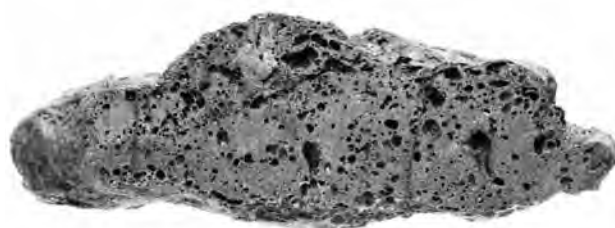
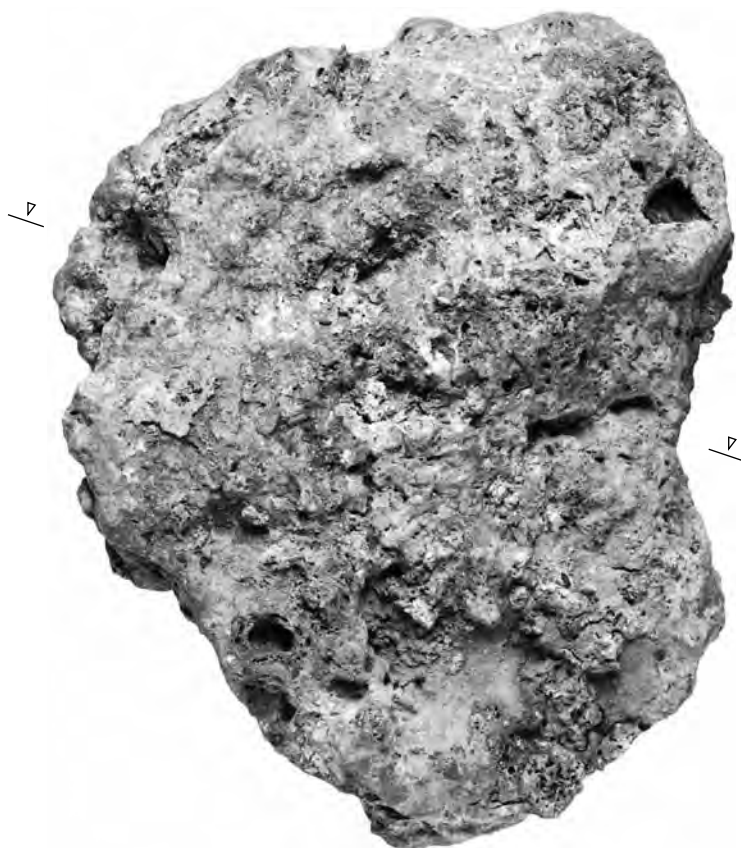
Morphologie, chimie: p. 430g, dens. 2,93, cons. 80%, L. 9,8cm, l. 10,5cm, ép. 3,3cm, gris sombre, porosité moyenne. En coupe, la scorie n'est pas stratifiée. Elle contient du métal corrodé et présente les phases minérales fayalite, wustite et leucite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe, Ni et As), mais on observe aussi des petits ajouts de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de la scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8) et de charbon de bois (contribution de Ca). Il s'agit d'une scorie qui témoigne de l'expulsion finale de la scorie de l'éponge, mais surtout de la mise en forme d'un objet en fer.



35. AP – Epuration finale et forgeage – CHE 002/11353 CO – Zone de rejet nord

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 30), XRD.

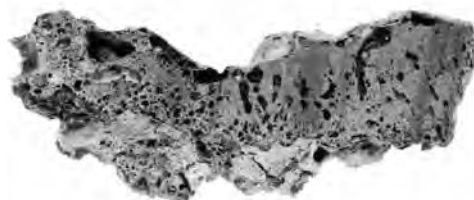
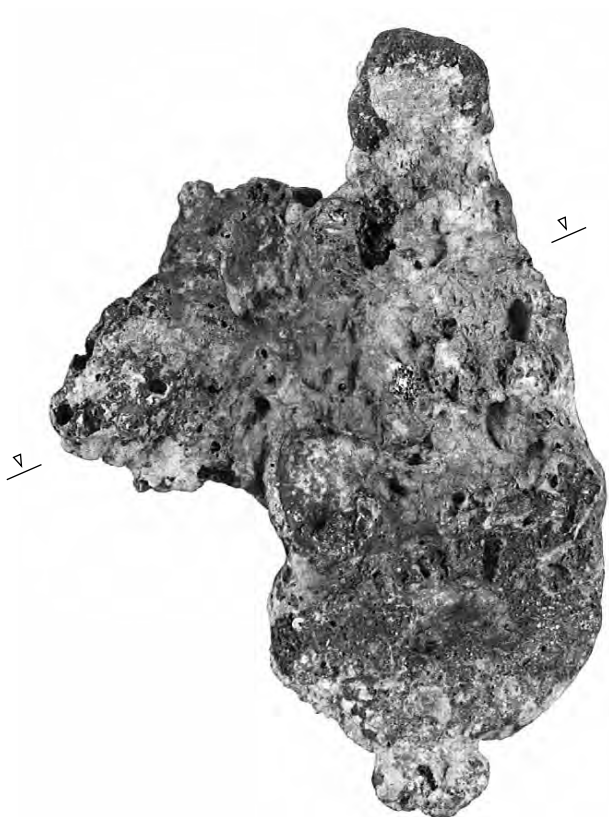
Morphologie, chimie: p. 370g, dens. 3,04, cons. 65%, L. 9,7cm, l. 9,1cm, ép. 3,1cm, gris sombre, porosité moyenne. En coupe, la scorie n'est pas stratifiée. Elle présente les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe, Ni et As), mais on observe aussi des petits ajouts de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V) et de charbon de bois (contribution de Ca). Ce déchet provient de l'expulsion finale de la scorie de l'éponge, mais surtout de la mise en forme d'un objet en fer.



36. AP – Forgeage – CHE 002/11669 CO – Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 31), XRD.

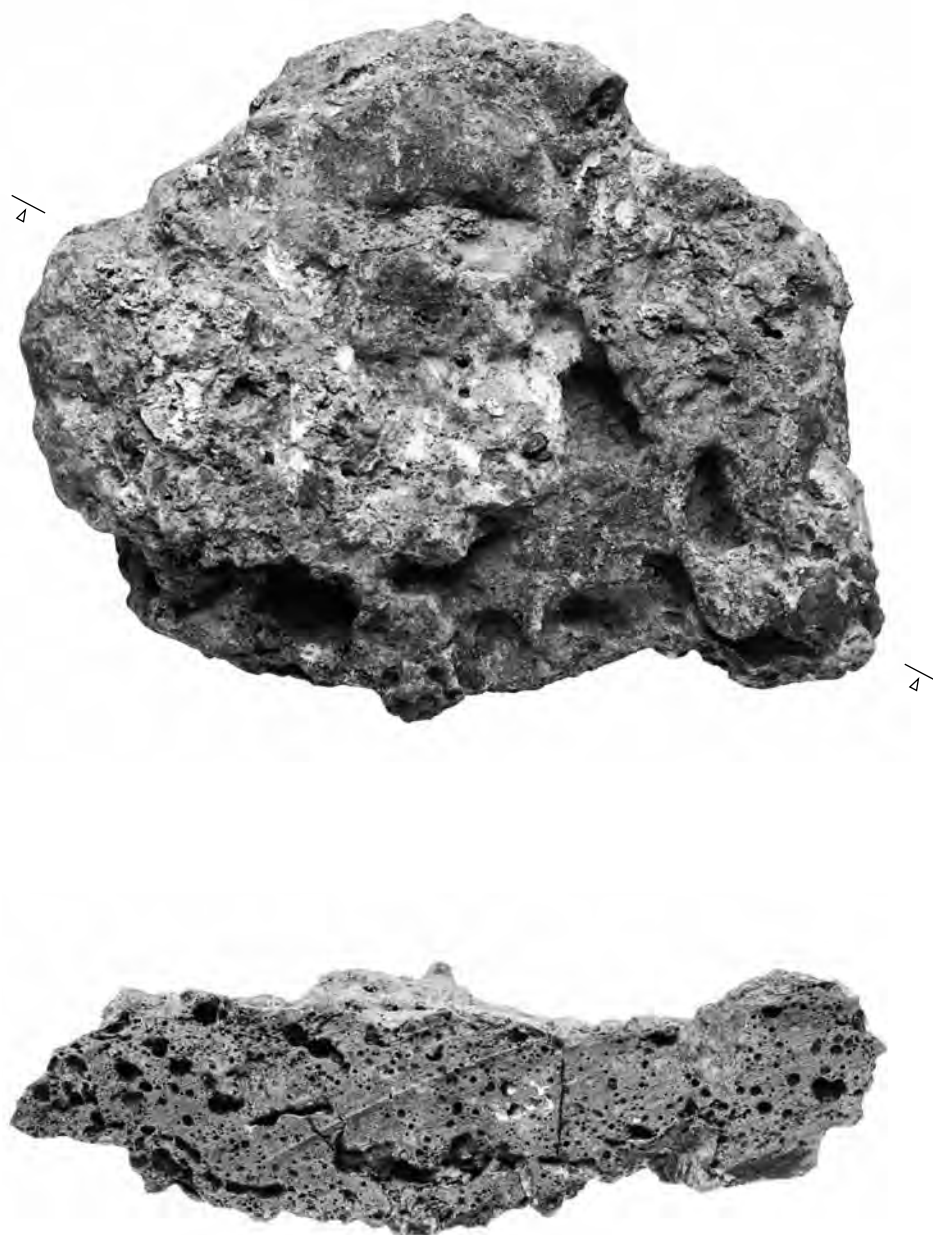
Morphologie, chimie: p. 180g, dens. 2,78, cons. 90%, L. 6,5 cm, l. 9,5 cm, ép. 2,5 cm, gris clair, porosité faible à moyenne. En coupe, la scorie n'est pas stratifiée. Elle présente les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe), mais on observe aussi des petits ajouts de paroi du bas foyer (Si/Al 5) et de charbon de bois (contribution de Ca). Ce déchet provient de la mise en forme d'un objet en fer.



37. AP – Epuration – CHE 002/11697 CO – Zone d'activité sud-est, fond de cabane 2

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE32), XRD.

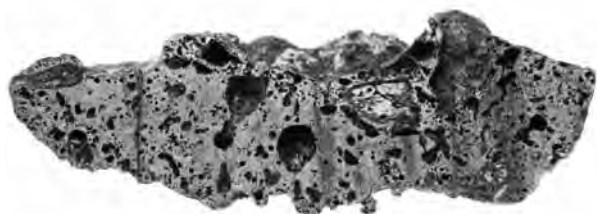
Morphologie, chimie: p. 420 g, dens. 2,77, cons. 80%, L. 11,7 cm, l. 9,4 cm, ép. 3,2 cm, gris sombre, porosité moyenne. En coupe, la scorie n'est pas stratifiée. Elle présente les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe et As), mais on observe aussi des petits ajouts de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V et Cr) et de charbon de bois (contribution de Ca). Ce déchet provient de l'expulsion de la scorie de l'éponge et de la mise en forme d'un objet en fer.



38. DC – Epuration finale et forgeage– CHE 002/13405 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 37), XRD.

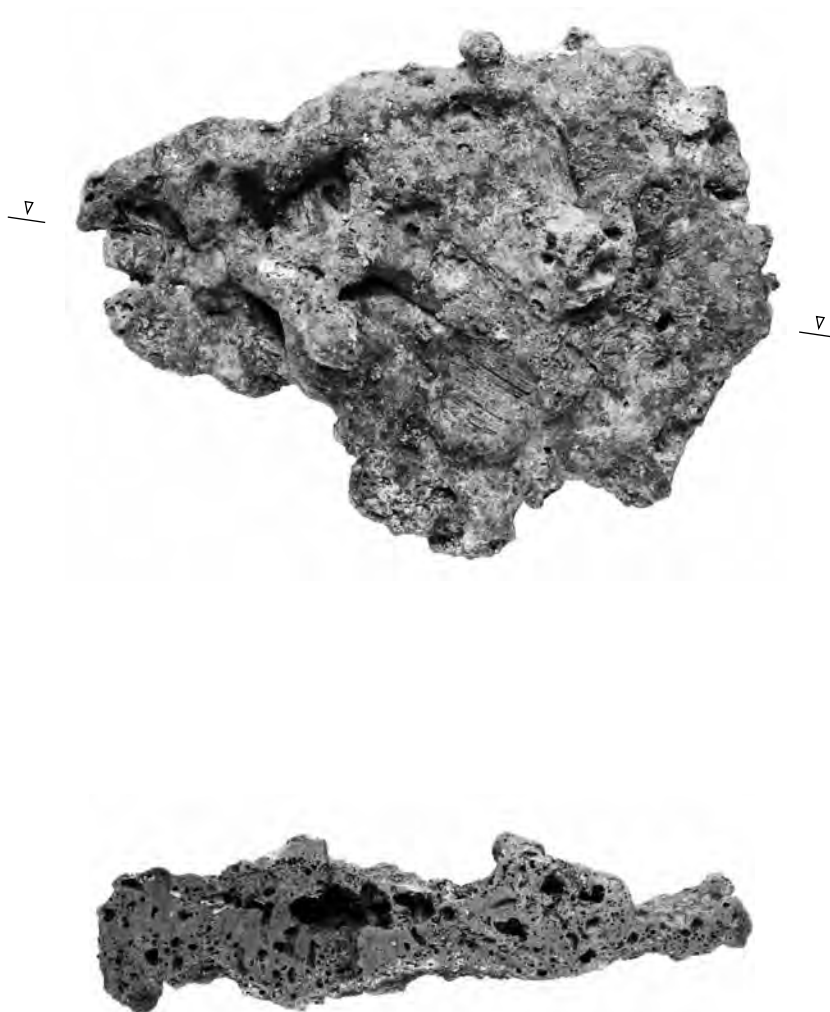
Morphologie, chimie: p. 150g, dens. 2,67, cons. 100%, L. 7,3cm, l. 8,5cm, ép. 3,6cm, gris sombre, porosité moyenne. En coupe, la scorie n'est pas stratifiée. Elle présente les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe), mais on observe aussi des apports de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V), ainsi qu'un petit ajout de charbon de bois (contribution de Ca). Il s'agit d'une scorie qui témoigne de l'expulsion finale de la scorie de l'éponge.



39. DC – Epuration – CHE 002/11662 CO – Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 38), XRD.

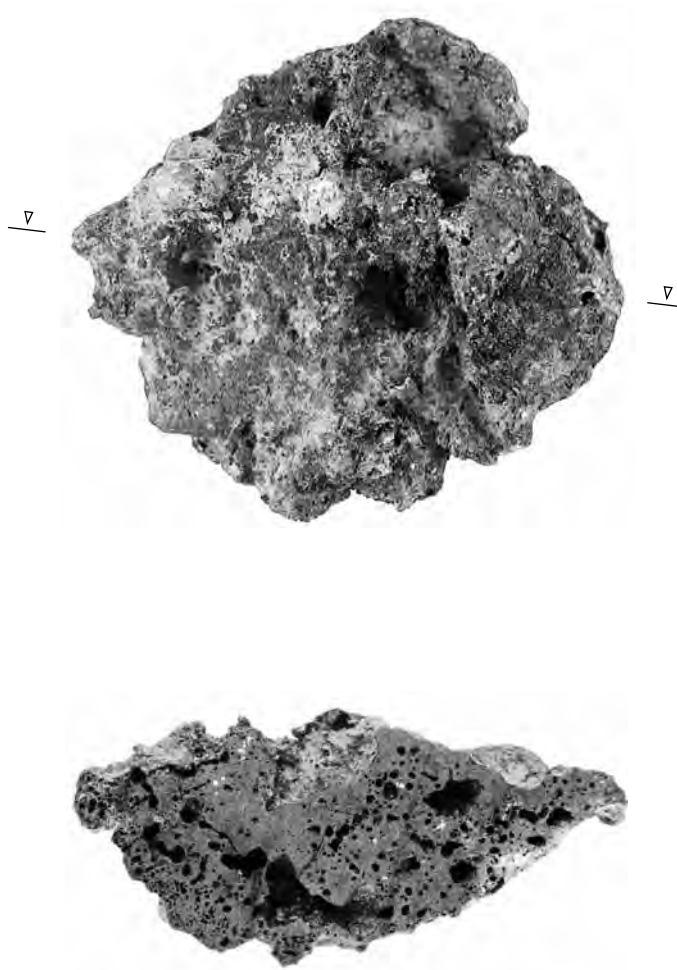
Morphologie, chimie: p. 155 g, dens. 2,73, cons. 90%, L. 10,1 cm, l. 7,8 cm, ép. 3 cm, gris sombre, porosité forte. En coupe, la scorie n'est pas stratifiée. Elle présente les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe et Cu), mais on observe aussi des apports de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V et Cr), ainsi qu'un petit ajout de charbon de bois (contribution de Ca). Il s'agit d'une scorie qui témoigne de l'expulsion de la scorie de l'éponge, probablement protégée par du matériel argilo-sableux, voire de la paroi de bas foyer.



40. DC - Epuration - CHE 002/11694 CO - Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 39), XRD.

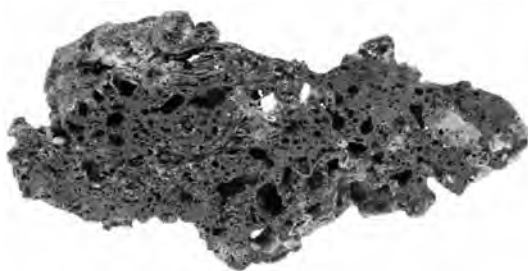
Morphologie, chimie: p. 145 g, dens. 2,8, cons. 90%, L. 6,6 cm, l. 6,1 cm, ép. 4 cm, gris sombre, porosité moyenne. En coupe, la scorie n'est pas stratifiée. Elle présente les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe), mais on observe aussi des apports de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V, Cr), ainsi qu'un petit ajout de charbon de bois (contribution de Ca). Il s'agit d'une scorie qui témoigne de l'expulsion de la scorie de l'éponge, probablement protégée par du matériel argilo-sableux, voire de la paroi de bas foyer.



41. DC – Epuration finale et forgeage– CHE 002/11424 CO – Zone d'activité de forge

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 40), XRD.

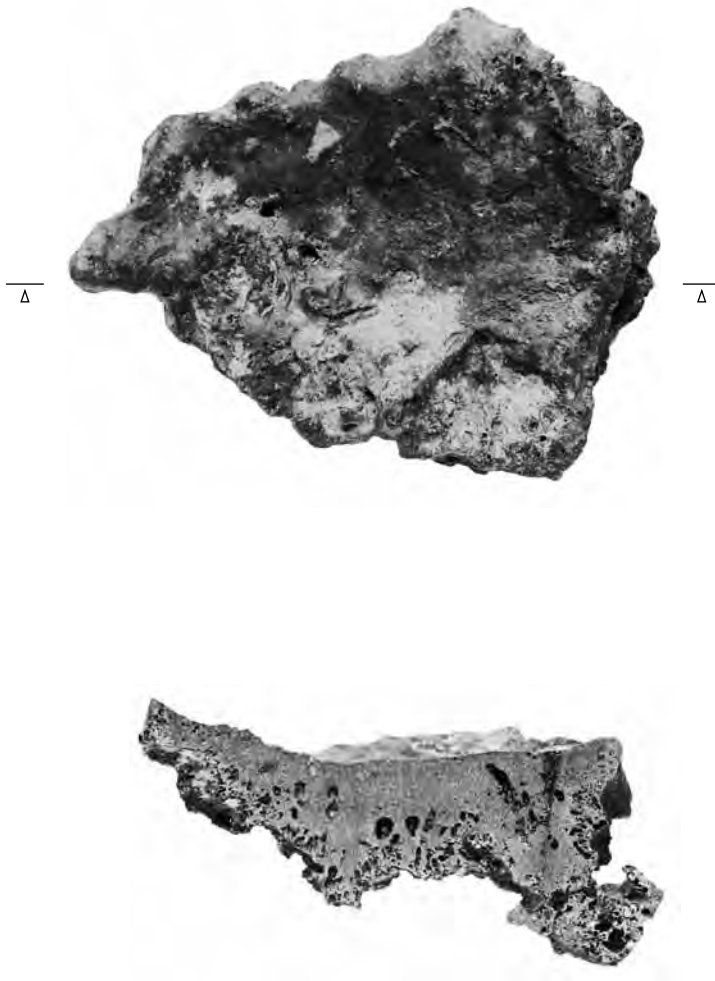
Morphologie, chimie: p. 135 g, dens. 2,58, cons. 70%, L. 9,1 cm, l. 6,2 cm, ép. 3,1 cm, gris sombre, porosité forte. En coupe, la scorie n'est pas stratifiée. Elle présente les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe), mais on observe aussi des petits apports de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V), ainsi qu'un petit ajout de charbon de bois (contribution de Ca). Il s'agit d'une scorie qui témoigne de l'expulsion de la scorie de l'éponge.



42. VI – Epuration finale et forgeage – CHE 002/11681 CO – Zone d’activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 41), XRD.

Morphologie, chimie: p. 104g, dens. 2,48, cons. 75%, L. 7,8cm, l. 6,3cm, ép. 3,5cm, gris clair, porosité faible. En coupe, la scorie n’est pas stratifiée. Elle contient les phases minérales fayalite et leucite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe), mais elle contient aussi un ajout important de paroi du bas foyer (Si/Al 5, Rb et Ba), de scorie de réduction (contribution d’Al, Si/Al 1,8, V et Cr) et de charbon de bois (contribution de Ca et K). Il s’agit d’une scorie reflétant la soudure du métal dans un milieu à haute température, avec d’abord expulsion de scorie.



43. VI – Epuration finale et forgeage – CHE 002/11671 CO – Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 42), XRD.

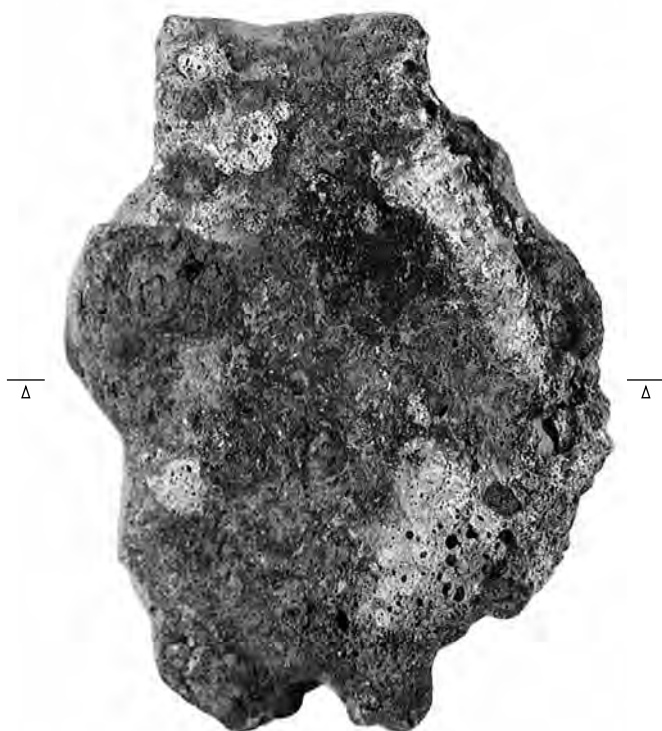
Morphologie, chimie: p. 128 g, dens. 2,03, cons. 100%, L. 8,3 cm, l. 7,3 cm, ép. 4 cm, gris clair, porosité faible à forte. Il s'agit d'une double calotte, stratifiée. En surface, on trouve du matériel argilo-sableux qui compose environ 30% de la scorie. Elle contient les phases minérales fayalite, wustite et leucite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe, As et Cu), mais elle contient aussi un ajout de paroi du bas foyer (Si/Al 5, Ba et Rb), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V et Cr) et de charbon de bois (contribution de Ca et K). Il s'agit d'une scorie reflétant la soudure du métal dans un milieu à haute température, avec d'abord expulsion de scorie.



44. VI – Epuration finale et forgeage – CHE 002/16386 CO – Zone de rejet nord

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 43), XRD.

Morphologie, chimie: p. 169g, dens. 2,91, cons. 85%, L. 6,9 cm, l. 9,2 cm, ép. 1,9 cm, gris clair, porosité faible. La scorie n'est pas stratifiée. Elle contient les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe, As et Cu), mais elle contient aussi un ajout de paroi du bas foyer (Si/Al 5, Rb et Ba), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V et Cr) et de charbon de bois (contribution de Ca et K). Il s'agit d'une scorie reflétant la soudure du métal dans un milieu à haute température, avec d'abord expulsion de scorie.



45. VI – Forgeage – CHE 002/16473 CO – Zone d'activité de forge

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 44), XRD.

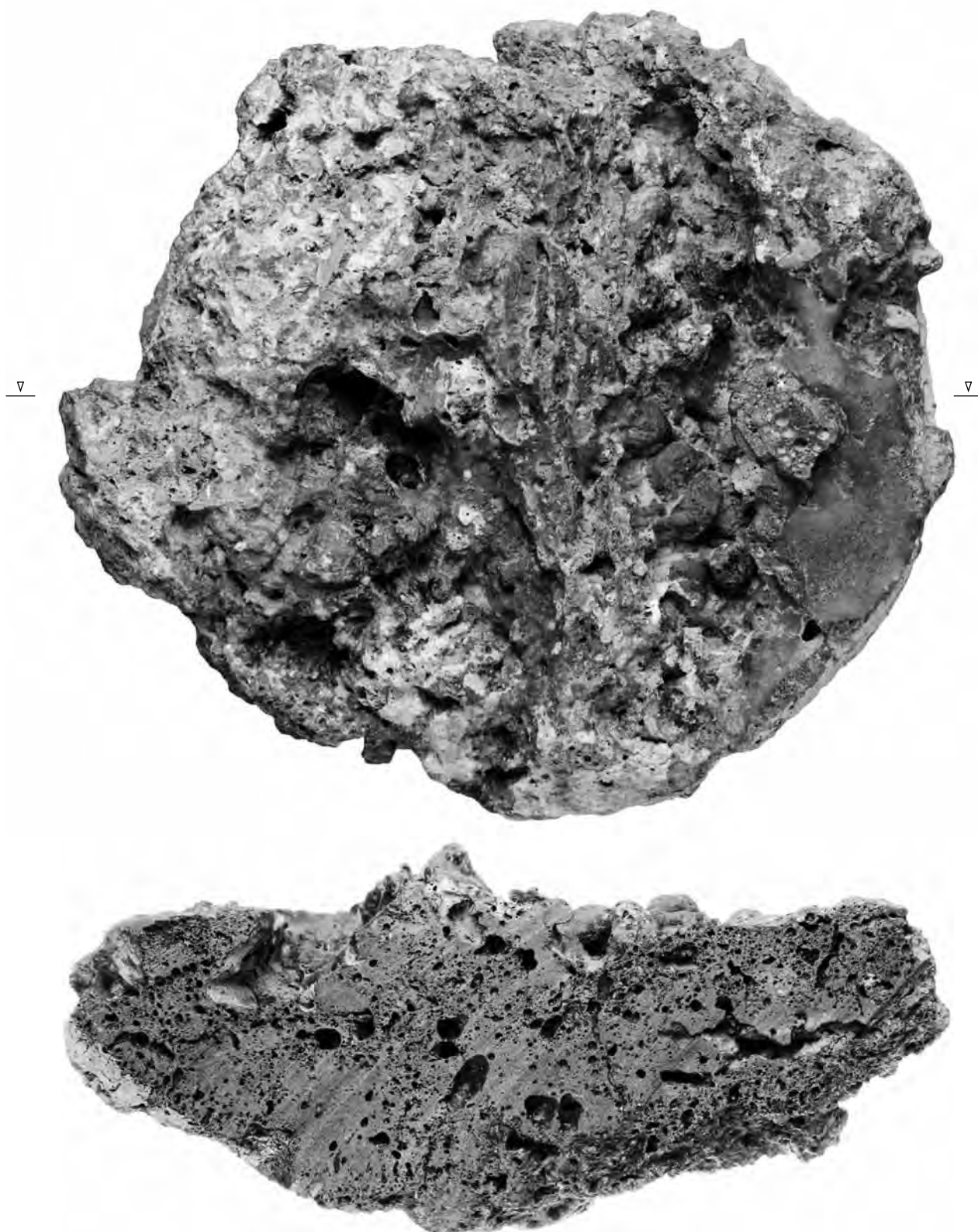
Morphologie, chimie: p. 136 g, dens. 1,94, cons. 90%, L. 7,4 cm, l. 6,8 cm, ép. 5,1 cm, gris clair, porosité forte. La scorie est stratifiée. En surface, on trouve du matériel argilo-sableux qui compose environ 10% de la scorie. Elle contient les phases minérales fayalite et leucite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe), mais elle contient aussi un ajout important de paroi du bas foyer (Si/Al 5, Rb et Ba) et de charbon de bois (contribution de Ca et K). Il s'agit d'une scorie reflétant la soudure du métal dans un milieu à haute température.



46. CI - Epuration - CHE 002/11675 CO - Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 33), XRD.

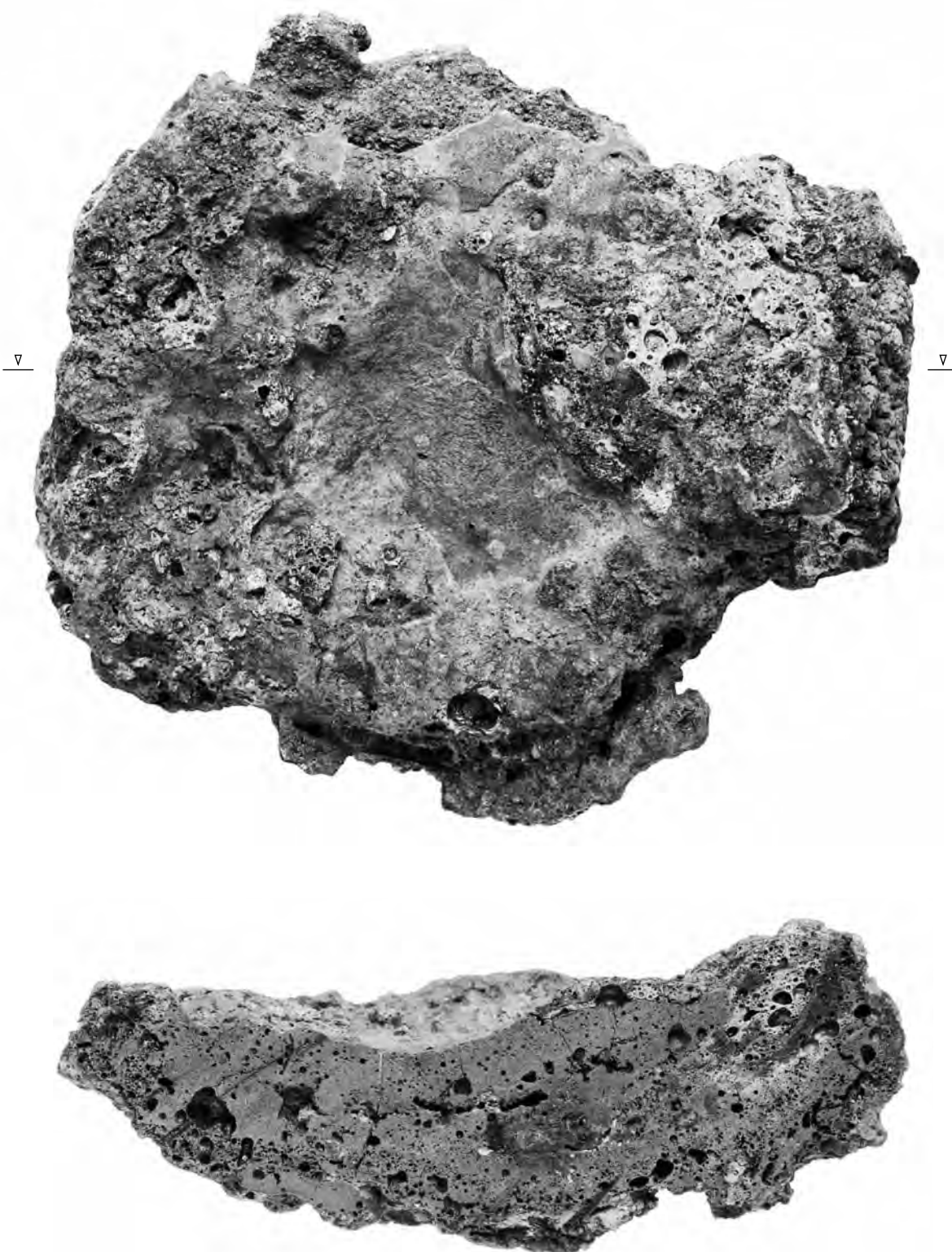
Morphologie, chimie: p. 1503 g, dens. 2,73, cons. 90%, L. 15,3 cm, l. 14,1 cm, ép. 7,3 cm, gris moyen, porosité moyenne. La scorie est non stratifiée. Elle contient les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe et Cu), mais elle contient aussi un ajout de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V et Cr) et du charbon de bois (contribution de Ca). Il s'agit d'une scorie qui montre l'expulsion de la scorie de l'éponge, alors que le fer est en partie protégé contre l'oxydation avec du sable de quartz.



47. CI – Epuration finale et forgeage – CHE 002/13559 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 34), XRD.

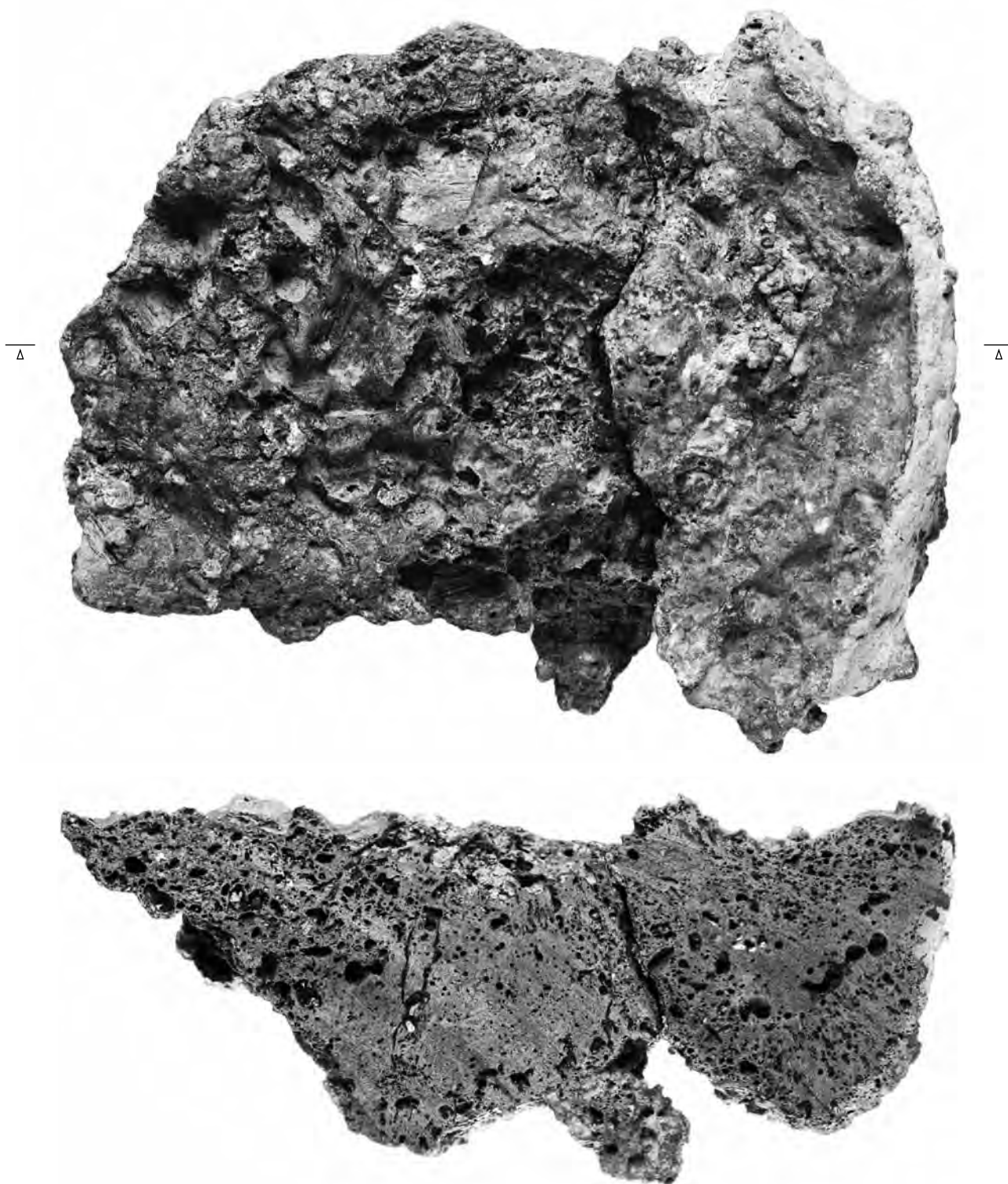
Morphologie, chimie: p. 954 g, dens. 3,01, cons. 100%, L. 13,9 cm, l. 13 cm, ép. 4,9 cm, gris sombre, porosité faible. La scorie est non stratifiée. En coupe, elle montre vers la partie distale une influence de la paroi. Elle contient les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe, As, Cu et Ni), mais elle contient aussi des ajouts de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V et Cr) et de charbon de bois (contribution de Ca). Il s'agit d'une scorie qui montre l'expulsion finale de la scorie de l'éponge de fer, en partie protégée contre l'oxydation avec du sable de quartz, mais surtout la mise en forme d'un objet en fer.



48. CI - Epuration - CHE 002/11678 CO - Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 35), XRD.

Morphologie, chimie: p. 1290g, dens. 2,91, cons. 90%, L. 15,1 cm, l. 12,5 cm, ép. 6,9 cm, gris moyen, porosité faible à moyenne (partie supérieure). La scorie est non stratifiée. Elle contient les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (contribution de Fe), mais elle contient aussi des ajouts de paroi du bas foyer (Si/Al 5), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V) et de charbon de bois (contribution de Ca). Il s'agit d'une scorie qui montre l'expulsion de la scorie de l'éponge, en partie protégée contre l'oxydation avec du sable de quartz.



49. CI -Epuration- CHE 002/15772 CO - Zone du ferrier

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 36), XRD.

Morphologie, chimie: p. 1006 g, dens. 2,44, cons. 65 %, L. 12,9 cm, l. 15,7 cm, ép. 6,1 cm, gris clair, porosité moyenne. La scorie est stratifiée. Elle contient une strate supérieure gris clair et une strate inférieure brunâtre. Elle contient les phases minérales fayalite et wustite. Sa composition chimique est dominée par du métal oxydé (apport fer, arsenic, nickel), mais elle contient aussi des petits ajouts de paroi du bas foyer (Si/Al 5, Rb et Ba), de scorie de réduction (contribution d'Al, Si/Al 1,8, V et Cr) et de charbon de bois (contribution de Ca). Il s'agit d'une scorie qui montre l'expulsion de la scorie de l'éponge de fer, en partie protégée contre l'oxydation avec du sable de quartz.



Les scories riches en fer ou gromps

50. Calotte riche en métal ? – CHE 002/11361 CO – Zone d'activité de forge

Analyses effectuées: étude au microscope optique, mesure de dureté Vickers, analyse LA-ICP-MS, analyse MEB/EDS de la scorie.

Morphologie, macrographie: gromp en forme de calotte, p. 330 g, dens. 2,87, L. 8,6 cm, l. 7,5 cm, ép. 4,2 cm. La section étudiée consiste en 75 % de métal, 10 % de cavité, 10 % de scorie et 5 % de produits de corrosion. La partie inférieure est recouverte de matériel adhérent; il y a des inclusions de charbon de bois. La scorie avec structure fayalitique couvre partiellement la surface et forme des inclusions dans le métal. Ni la scorie ni le métal ne montrent de traces de déformation.

- composition chimique de la scorie (MEB/EDS):

% masse	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	Si	Al	Fe	Si/Al
moyenne	42	0,6	8,0	49	<0,5	0,8	4,7	<0,5	2,8	<0,5	108	19	4,1	33	4,6

La moyenne se base sur quatre analyses de scorie fayalitique. La composition chimique de la scorie est influencée par du métal oxydé et de la paroi du bas foyer (Si/Al 4,6-5,7). Il s'agit donc d'une scorie typique en contexte de forge.

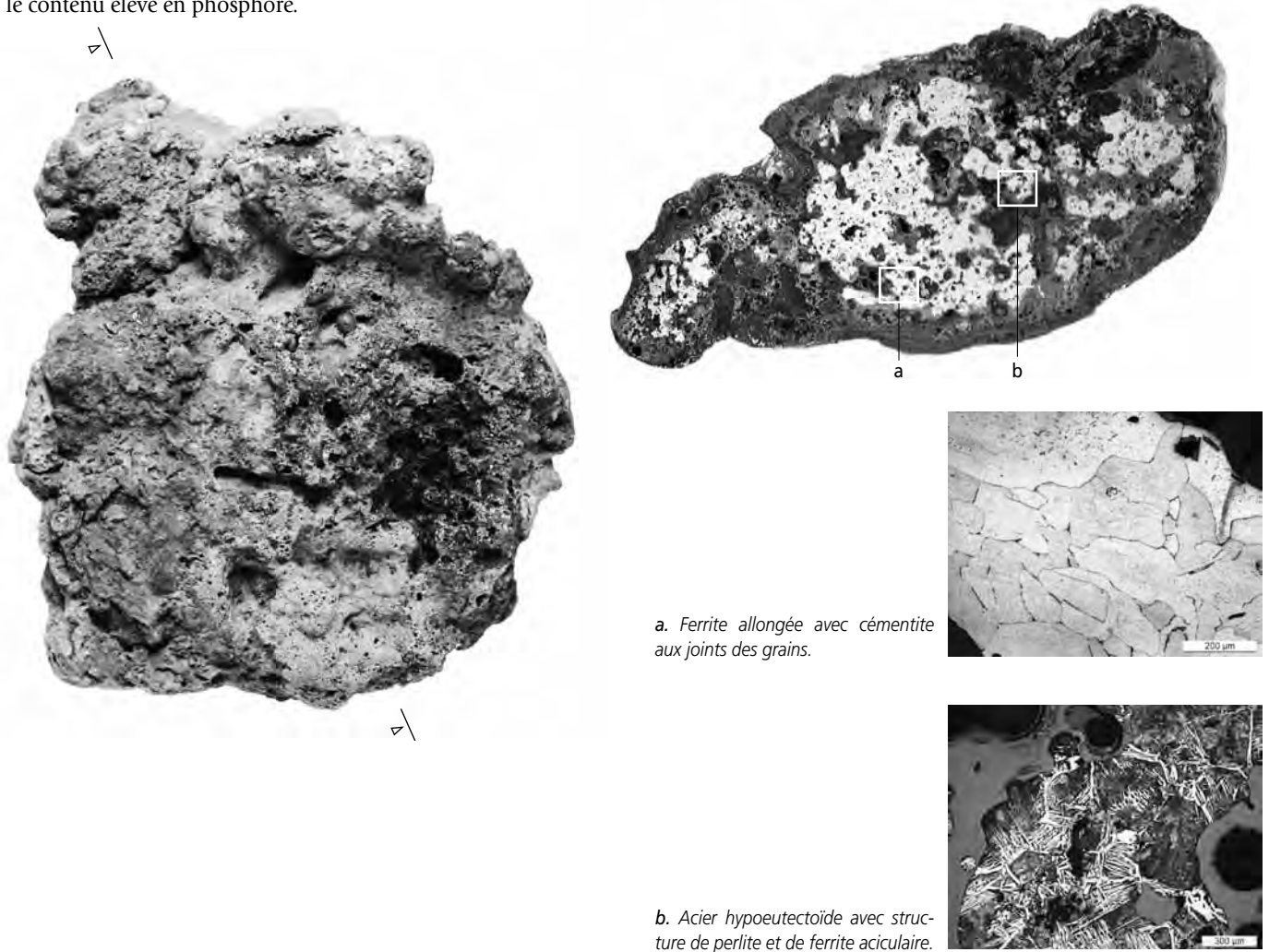
Micrographie: le métal montre une structure de ferrite (fig. a) avec, dans la partie inférieure, une structure fantôme (HV1 183, 191) ou de la cémentite secondaire aux joints des grains (HV1 134, 168). Dans la partie supérieure, le contenu en carbone augmente. Au milieu dominant des structures de Widmannstätten (HV1 106, 126, 141, 168; fig. b), dans la partie supérieure domine la perlite (HV1 moyenne 190). La pièce dans son ensemble est un acier hypoeutectoïde avec une teneur moyenne en C de 0,4 % masse.

- composition chimique du métal (LA-ICP-MS):

mg/kg	Ni/Co	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W
médiane, C 0,2 % masse	2,1	<	<	<	<	<	3000	650	1400	280	800	170	<	30	5
RSD (%)	8						37	5	8	14	44	12		18	25
limite de détection		11	35	35	204	5	227	4	35	17	79	4	3	6	1

L'analyse montre qu'il s'agit d'un métal riche en phosphore et en nickel. La teneur en phosphore varie fortement.

Conclusion: ce métal épuré s'est aggloméré (en forme de calotte et avec une composition chimique d'une scorie de forge) dans un foyer de forge. Il a passé une longue durée de cémentation (gradient de carbone de bas en haut). La dureté élevée du métal est provoquée par le contenu élevé en phosphore.



a. Ferrite allongée avec cémentite aux joints des grains.

b. Acier hypoeutectoïde avec structure de perlite et de ferrite aciculaire.

51. Gromp – CHE 002/13464 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées : étude au microscope optique, mesure de dureté Vickers, analyse LA-ICP-MS, analyse MEB/EDS de la scorie.

Morphologie, macrographie : gromp de forme ovale, p. 18 g. La section étudiée consiste en métal (75 %), scorie à wustite, verre et localement fayalite (20 %) et en matériel adhérent composé de charbon de bois et de fragments lithiques anguleux (5 %). La pièce montre une porosité importante, les pores étant en général de très faible taille. Ni la scorie ni le métal ne montrent de traces de déformation.
- composition chimique de la scorie (MEB/EDS) :

% masse	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	Si	Al	Fe	Si/Al
moyenne	15	<0,5	5,4	90	<	<0,5	1,2	<0,5	<0,5	2,3	114	6,7	2,7	60	2,4

La moyenne se base sur trois analyses. La composition chimique de la scorie riche en wustite avec peu de fayalite est influencée par du métal oxydé, de la paroi du bas foyer et de la scorie coulée (Si/Al 1,8). Il s’agit d’une scorie témoignant d’un fort apport de scorie coulée dans un contexte d’épuration de l’éponge de fer.

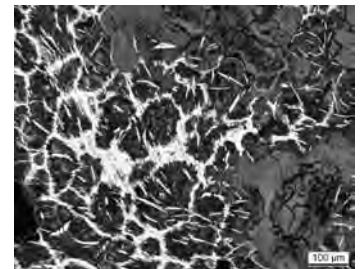
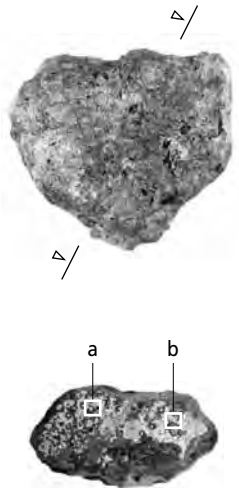
Micrographie : la moitié du métal est une fonte blanche avec structure de lédéburite, cémentite secondaire et perlite (C 2,1 % masse, fig. a). De l’autre côté, la fonte se change en un acier eutectoïde, puis hypoeutectoïde avec structure de Widmannstätten (fig. b). Le bord, une nouvelle fois, consiste en acier eutectoïde.

- composition chimique du métal (LA-ICP-MS) :

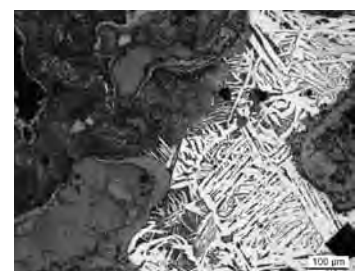
mg/kg	Ni/Co	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W
médiane, fonte et acier hypoeutectoïde	2,3	<	<	<	<	<	800	370	830	180	300	30	<	20	<
RSD (%)	2						154	9	10	10	20	33		11	
limite de détection		9	30	12	72	3	560	1	8	7	25	2	2	2	1

La teneur en phosphore de la partie en fonte varie entre 0,2 et 0,3 % masse, alors qu’elle est en dessous de 0,06 % masse dans l’acier.

Conclusion : la scorie riche en wustite n’est pas typique pour les scories de réduction. Sa composition chimique la rend typique de l’épuration de l’éponge de fer. Ce métal, non travaillé et non utilisable (fonte), a donc été rejeté ou a été perdu en contexte de postréduction.



a. Fonte blanche avec lédéburite, cémentite secondaire et perlite (sombre).



b. A gauche, perlite (sombre); à droite structure de Widmannstätten.

52. Déchet de forge ? – CHE 002/13262 CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: étude au microscope optique, mesure de dureté Vickers, analyse LA-ICP-MS, analyse MEB/EDS de la scorie.

Morphologie, macrographie: gromp de forme irrégulière, p. 147 g. La section étudiée consiste principalement en métal (90 %), corrodé à la surface. Localement, on distingue un peu de scorie (3 %) et du charbon de bois (2 %). La section est peu poreuse (5 %), caractérisée essentiellement par de grands pores. La scorie située en surface montre une structure de wustite dans une matrice vitreuse. Ni le métal ni la scorie ne montrent de traces de déformation.

- composition chimique de la scorie (MEB/EDS):

% masse	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	Si	Al	Fe	Si/Al
moyenne, matrice	55	0,7	11	12	<0,5	1,7	24	<0,5	3,3	<0,5	107	24	5,3	7,7	4,6
S3, wustite et matrice	6,5	<0,5	2,4	104	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	1,6	114	2,9	1,2	69	2,4
S4, wustite et matrice	6,7	0,5	1,3	101	<0,5	0,8	2,8	<0,5	<0,5	3,4	115	3	0,7	67	4,4

La moyenne se base sur deux analyses. La composition chimique de la scorie vitreuse et d'une partie de celle riche en wustite est influencée par du métal oxydé et de paroi du bas foyer (Si/Al 4,6 et 4,4). Dans le cas de la matrice vitreuse, l'apport de la cendre à la formation de la scorie est important. L'autre partie de la scorie riche en wustite montre aussi l'influence de la scorie coulée dans sa composition chimique (Si/Al 2,4). Cette scorie s'est formée partiellement lors de l'épuration de l'éponge mais surtout en contexte de forge avec une grande consommation de charbon de bois (CaO 24 % masse: haute température).

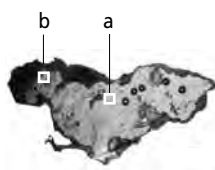
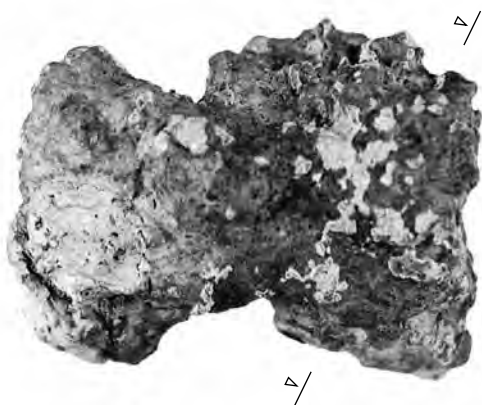
Micrographie: le métal consiste en 90 % d'un acier hypereutectoïde avec une teneur en carbone entre 1,8 et 1,9 % masse, une structure de cémentite grossière (HV1 340, 387) et un peu de lédéburite ou de perlite (HV1 242, 278; fig. a). Un angle est en fonte blanche hypoeutectique avec une teneur en carbone entre 2,1 et 2,2 % masse (perlite HV1 270, 259; lédéburite HV1 538; fig. b). Localement on trouve un acier hypereutectoïde à teneur en carbone proche de 1,3 % masse.

- composition chimique du métal (LA-ICP-MS):

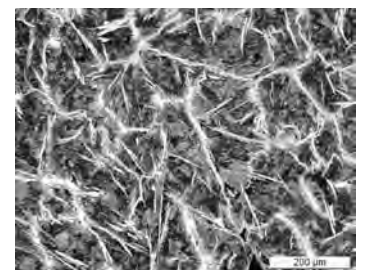
mg/kg	Ni/Co	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W
médiane, acier hypereutectoïde	2,4	<	<	<	<	7	700	250	620	130	400	20	<	20	3
RSD (%)	3					21	91	2	4	3	17	33		7	13
limite de détection		7	25	9	56	2	362	1	4	6	15	1	1	1	1

Le phosphore augmente localement jusqu'à 0,2 % masse, ce que confirme la formation locale de stéatite. Dans l'acier, par contre, la teneur se restreint à 0,07 % masse.

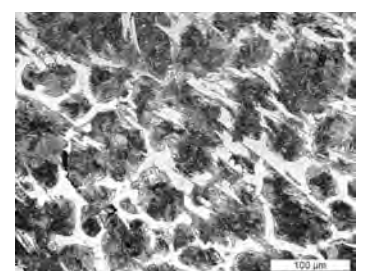
Conclusion: cette pièce doit être regardée comme un déchet non utilisable et non forgeable en raison de sa teneur en carbone. L'existence de la scorie riche en wustite, mais aussi vitreuse, apparaît plutôt dans le contexte de forge. Se pose ici la question de savoir si ce métal a été cémenté en contexte de forge.



(coupe partielle)



a. Cémentite secondaire grossière, perlite et un peu de lédéburite.



b. Fonte blanche avec structure de lédéburite et de perlite.

53. Gromp peu travaillé – CHE 002/11378a CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: étude au microscope optique, mesure de dureté Vickers, analyse LA-ICP-MS, analyse MEB/EDS de la scorie.

Morphologie, macrographie: gromp de forme irrégulière, p. 91 g. La surface montre la trace d'un outil angulaire qui a aplati une partie de la surface. La section examinée est formée principalement de métal ayant été en contact avec du sable. Il est parsemé d'inclusions de scorie infra- à millimétriques. Ces inclusions peuvent être regroupées en :

- 1) scorie à lattes fayalitiques;
- 2) scorie à fayalite et rare wustite globulaire;
- 3) scorie à fayalite et beaucoup de wustite dendritique;
- 4) scorie à fayalite et beaucoup de wustite dendritique, ainsi que des inclusions de fer métallique imitant la forme de la wustite.

- composition chimique de la scorie (MEB/EDS) :

% masse	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	Si	Al	Fe	Si/Al
moyenne	24	<0,5	8	73	<0,5	<0,5	3,4	<0,5	1,1	1,1	110	11	4,1	49	2,7

La composition moyenne de la scorie repose sur quatre analyses d'inclusions de scorie avec structure de wustite sur fayalite. Elle est proche de celle des calottes interprétées comme déchet d'épuration. Pour une interprétation comme déchet de réduction, la teneur en Al est trop basse (Si/Al moyenne 1,8, variation 1,6 à 2,1).

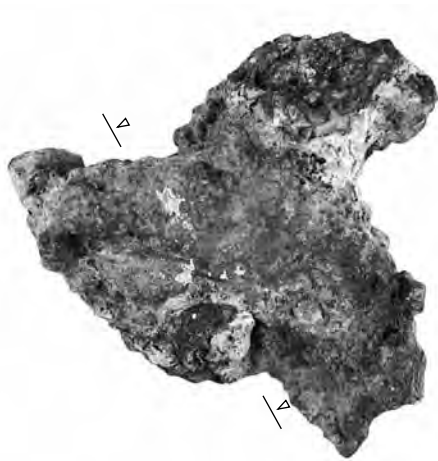
Micrographie: le métal est constitué principalement de ferrite à très grand grain et structure fantôme (HV1 moyenne 140, fig. a), parfois avec des aiguilles de cémentite tertiaire (HV1 150). Les bords sont souvent cémentés et montrent une structure de Widmannstätten (HV1 167); on trouve localement des traces de déformation (fig. b).

- composition chimique du métal (LA-ICP-MS) :

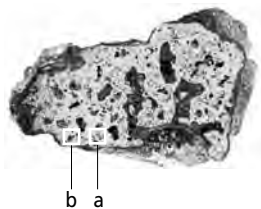
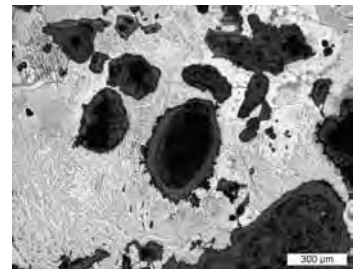
mg/kg	Ni/Co	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W
médiane, fer	2,4	<	<	<	<	6	2500	370	910	190	500	40	<	20	2
RSD (%)	4					63	24	4	5	2	44	33		16	20
limite de détection		9	14	11	63	2	490	1	6	8	20	2	2	2	1

La teneur en phosphore varie entre 0,2 et 0,3% masse, alors que le nickel a une teneur vers 0,1% masse.

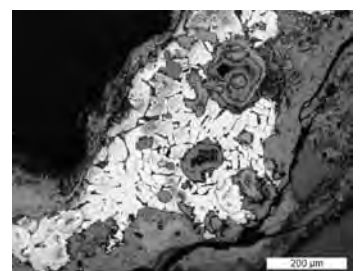
Conclusion: la pièce a été martelée sur deux côtés, comme en témoignent la trace d'outil à la surface, la structure locale du métal et une unique battiture. Cependant, la pièce a été peu travaillée: la porosité et les inclusions de scorie ne montrent pas d'influence mécanique. Le métal a la qualité d'un fer riche en phosphore, ce dont témoignent la structure fantôme, la dureté et l'analyse chimique.



a. Ferrite avec structure fantôme, corrosion et porosités.



b. Ferrite allongée avec cémentite secondaire aux joints des grains et produits de corrosion.



54. Gromp – CHE 002/11378b CO – Zone du ferrier

Analyses effectuées: étude au microscope optique, mesure de dureté Vickers, analyse LA-ICP-MS, analyse MEB/EDS.

Morphologie, macrographie: gromp de forme irrégulière, p. 47 g. La section étudiée est constituée de métal, partiellement enrobé et parsemé de scorie avec une structure de wustite, de matrice vitreuse et localement de fayalite. Le matériel adhérent est composé de charbon de bois et de fragments lithiques anguleux. La pièce montre une porosité importante. Ni le métal ni la scorie ne montrent de traces de déformation.

- composition chimique de la scorie (MEB/EDS):

% masse	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	Si	Al	Fe	Si/Al
moyenne	36	<0,5	8,4	51	<0,5	0,6	3,8	0,8	2,6	0,9	104	17	4,5	36	3,8

Pour calculer la moyenne, trois analyses ont été effectuées sur de la scorie avec une structure de fayalite dans une matrice vitreuse.

La composition chimique est proche de celle des calottes interprétées comme déchet de l'épuration finale.

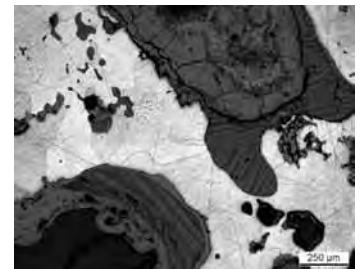
Micrographie: le métal montre une structure de ferrite aux grains plutôt grossiers au centre (ASTM n^{os} 3-4, fig. a) qui est assez dure (HV1 130-180). Les bords sont cimentés, localement jusqu'à la perlite (HV1 170-200, fig. b).

- composition chimique du métal (LA-ICP-MS):

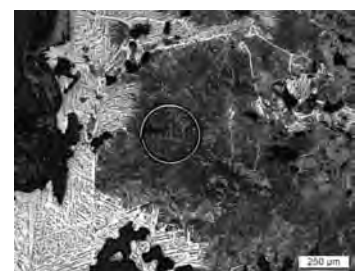
mg/kg	Ni/Co	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W
médiane 1, fer	5,3	<	<	<	<	<	1900	370	2000	170	2500	140	<	40	<
médiane 2, partie cimentée	5,1	<	<	<	<	<	1000	500	2300	160	2000	180	<	30	3
RSD (%)	5						51	16	19	12	25	23		18	99
limite de détection		12	29	35	219	6	238	4	27	17	81	7	3	5	1

La partie cimentée diffère fortement du métal central, car pauvre en phosphore (P 0,09 à 0,1 % masse, teneur la plus élevée au centre), alors que nickel et arsenic augmentent avec la teneur en carbone (Ni 0,21 à 0,3 % masse; As 0,14 à 0,3 % masse). Ce phénomène a déjà été documenté pour d'autres pièces cimentées (Senn Bischofberger 2005, p. 49).

Conclusion: le gromp est en fer cimenté. Son métal est riche en phosphore (P 0,2% masse), nickel (Ni 0,2% masse) et arsenic (As 0,3% masse). En raison de la présence de la scorie avec wustite et de sa composition chimique, il est évident que ce gromp a été traité en contexte d'épuration finale, puis rejeté comme déchet.



a. Ferrite et porosité partiellement remplie par des produits de corrosion et de la scorie fayalitique.



b. Partie cimentée avec structure de Widmannstätten et perlite. Cercle: analyse LA-ICP-MS.

55. Gromp peu travaillé – CHE 002/11281 – Zone de rejet nord

Analyses effectuées: étude au microscope optique, mesure de dureté Vickers, analyse LA-ICP-MS.

Morphologie, macrographie: gromp avec une surface aplatie par martelage (marquée par une flèche), p. 245 g, dens. 5,33. La section étudiée se compose principalement de métal et de métal en partie altéré. La porosité est faible. Le côté travaillé montre un alignement des inclusions (pores, scorie) dans sa structure métallique. Le métal montre fréquemment des structures fantômes et des ségrégations riches en phosphore.

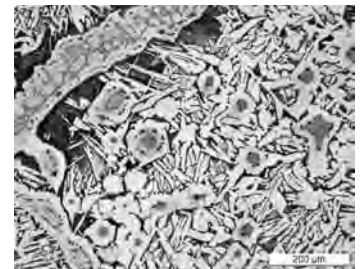
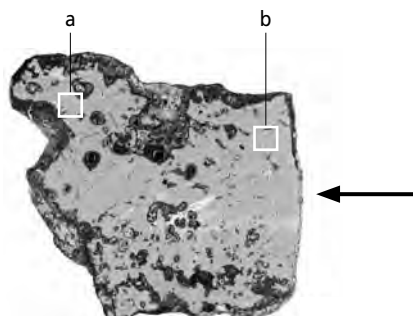
Micrographie: le métal montre une structure de perlite (HV1 242, 197), de ferrite riche en phosphore (HV1 moyenne 250) ou de stéatite (HV1 moyenne 400, fig. a). La teneur en carbone varie de 0,1 à 0,6% masse dans l'acier hypoeutectoïde. Des teneurs d'environ 0,6% masse prédominant (fig. b).

- composition chimique du métal (LA-ICP-MS):

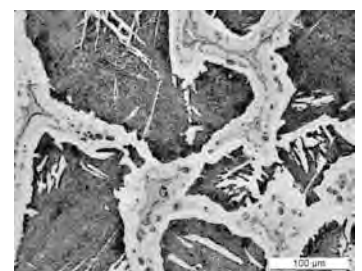
mg/kg	Ni/Co	Al	Ti	V	Cr	Mn	P	Co	Ni	Cu	As	Mo	Ag	Sn	W
médiane, acier hypoeutectoïde	2,2	<	<	<	<	10	3000	420	920	140	300	30	<	20	<
RSD (%)	3					40	90	3	4	9	34	13		12	22
limite de détection		11	29	34	197	6	224	3	30	20	67	5	4	6	2

L'analyse chimique montre qu'il s'agit d'un métal riche en phosphore, dont la teneur varie de 0,2 à 1% masse. La teneur la plus élevée se trouve dans une inclusion de stéatite.

Conclusion: une surface de ce gromp est clairement martelée et compactée. Le métal est de nature très hétérogène: la dureté varie de HV1 200 (perlite) à HV1 400 (stéatite). Il est probable que ce métal ait été abandonné en raison de cette hétérogénéité.



a. Perlite, ferrite, ségrégation riche en phosphore et stéatite.



b. Perlite et ferrite avec inclusions de stéatite.

Les parois de bas foyer

56. Paroi de bas foyer – CHE 002/17338 CO – Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 45), XRD.

Macrographie, chimie: paroi de bas foyer, p. 106 g, face extérieure orange à grise, face inférieure scorifiée et bleu profond. La composition chimique est dominée par la silice, ce qui est corroboré par le minéral dominant: le quartz. Les composants chimiques s'assemblent de la manière suivante: $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O}$. Parmi les éléments traces dominant $\text{Zr}=\text{Ba} > \text{Rb}=\text{V}$, Cr; on constate une certaine teneur en zinc.

57. Paroi de bas foyer – CHE 002/17355 CO – Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 47), XRD.

Macrographie, chimie: paroi de bas foyer, p. 35 g, face extérieure violet orange à ocre, face inférieure scorifiée et bleu profond. La composition chimique est dominée par la silice, ce qui est corroboré par le minéral dominant: le quartz. Les composants chimiques s'assemblent de la manière suivante: $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O}$. Parmi les éléments traces dominant $\text{Zr}=\text{Ba} > \text{Rb}=\text{V}$, Cr; on constate une certaine teneur en zinc.

58. Paroi de bas foyer – CHE 002/17356 CO – Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 48), XRD.

Macrographie, chimie: paroi de bas foyer, p. 35 g, face extérieure orange à grise, face inférieure scorifiée et bleu profond à grise. La composition chimique est dominée par la silice, ce qui est corroboré par le minéral dominant: le quartz. Les composants chimiques s'assemblent de la manière suivante: $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O}$. Parmi les éléments traces dominant $\text{Zr}=\text{Ba} > \text{Rb}=\text{V}$, Cr; on constate une certaine teneur en zinc. La cordiérite, variante à haute température du quartz, a aussi été détectée.

59. Paroi de bas foyer – CHE 002/17357 CO – Zone d'activité de forge, bas foyer 1

Analyses effectuées: WD-XRF (CHE 49), XRD.

Macrographie, chimie: paroi de bas foyer, p. 40 g, face extérieure rouge, face inférieure scorifiée et bleu profond. La composition chimique est dominée par la silice, ce qui est corroboré par le minéral dominant: le quartz. Les composants chimiques s'assemblent de la manière suivante: $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O}$. Parmi les éléments traces dominant $\text{Zr}=\text{Ba} > \text{Rb}=\text{V}$, Cr; on constate une certaine teneur en zinc. La cordiérite, variante à haute température du quartz, a aussi été détectée.

Planche 1 – Chevenez - Lai Coiratte

Pâte fine 1a

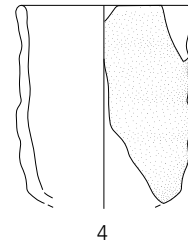
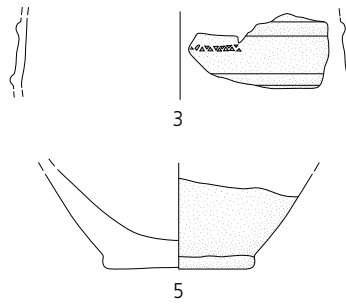
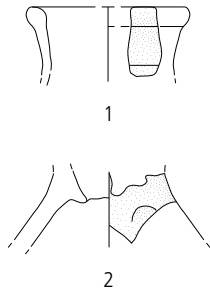
1. Pichet. Pâte gris clair non fumigée. Trace de surcuisson sur la lèvre. d. 6,5 cm.
Datation: vers 550-610.
Localisation: zone de rejet sud, couche 2.
(CHE 001/2076 CO; ind. 464).
2. Bouteille? Pâte grise fumigée.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4111 CO; ind. 456).
3. Gobelet. Pâte grise fumigée. d. max. 13,5 cm.
Typologie: Develier-Courtételle, type Ga.
Datation: 560-630.
Localisation: zone de rejet nord, fond de cabane/fosse 1, couche r2.
(CHE 002/4366 CO; ind. 459).
4. Gobelet cylindrique à ressauts. Pâte grise non fumigée. d. 7 cm.
Datation: 6^e-7^e siècle.
Localisation: zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/4428 CO; ind. 452).
5. Récipient indéterminé. Pâte grise avec restes de fumigation. d. 6 cm.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/4108 CO; ind. 467).

Pâte fine 1c

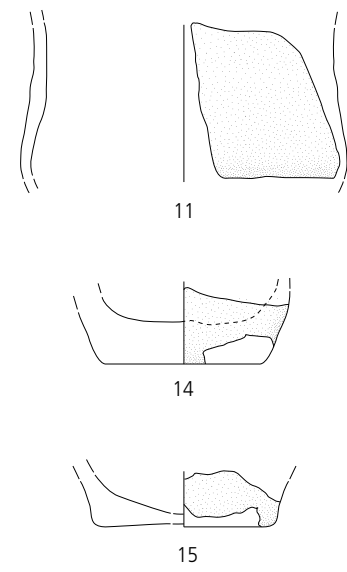
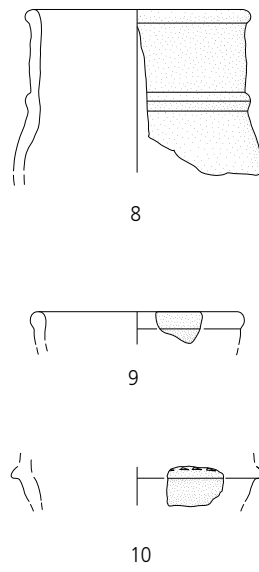
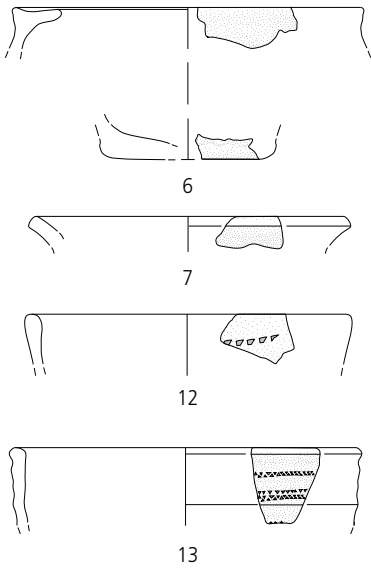
6. Pot verseur à lèvre rentrante et gorge. Pâte gris clair à cœur orange non fumigée. d. 14 cm.
Datation: 7^e siècle.
Localisation: zone de rejet nord, couche 3a.
(CHE 002/4346 CO; ind. 451).
7. Pot biconique? Pâte fine orange fumigée. d. 14 cm.
Localisation: zone de la sépulture, sépulture, couche r.
(CHE 001/2161 CO; ind. 447).
8. Gobelet. Pâte beige fumigée. d. 9 cm.
Typologie: Develier-Courtételle, type Gc.
Datation: entre 550 et 670.
Localisation: zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forgeage 1, couche r1.
(CHE 002/4515 CO; ind. 438).
9. Gobelet? Pâte fine. d. 8,5 cm.
Datation: entre 550 et 670.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4302; ind. 449).
10. Gobelet? Décor de dents-de-loup par impression à la molette sur le bourrelet de la carène. Pâte rougeâtre fumigée.
Datation: 530/540-670.
Localisation: zone du ferrier, couche 2.
(CHE 002/4315 CO; ind. 460).
11. Gobelet. Pâte gris foncé non fumigée. d. max. 13 cm.
Typologie: Develier-Courtételle, type Ga.
Datation: entre 550 et 670.
Localisation: zone de rejet nord, couche remblais.
(CHE 002/4087 CO; ind. 439).
12. Gobelet? Décor de dents-de-loup sur le haut de la panse par impression à la molette. Pâte rougeâtre fumigée. d. 13 cm.
Localisation: zone d'activité de forge, bas foyer 3, couche r1.
(CHE 000/215 CO; ind. 458).
13. Gobelet? Décor de triangles tête-bêche sur un rang par impression à la molette. Pâte gris foncé non fumigée. d. 14 cm.
Localisation: hors zone, chenal.
(CHE 001/2086 CO; ind. 440).
14. Récipient indéterminé. Pâte gris beige orange fumigée. d. 6 cm.
Localisation: zone d'activité sud-est, couche 2.
(CHE 002/4404 CO; ind. 444).
15. Récipient indéterminé. Pâte orange fumigée. d. 7 cm.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 001/2118 CO; ind. 443).

Pâte orange 3c

16. Pot verseur. Anse bifide. Pâte orange.
Localisation: hors zones, couche 2.
(CHE 002/4531 CO; ind. 291).
17. Ecuelle carénée. Pâte grise. d. 10 cm.
Typologie: Develier-Courtételle, type E4b.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 000/256 CO; ind. 300).
18. Ecuelle carénée. Pâte orange. d. max. 17 cm.
Localisation: zone de rejet sud, couche 2.
(CHE 001/2123 CO; ind. 307).
19. Ecuelle carénée. Bourrelet. Pâte brun orange.
Localisation: zone de rejet nord, couche 3a.
(CHE 002/4480 CO; ind. 310).
20. Gobelet tripartite? Bourrelet. Pâte brun-gris.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4242 CO; ind. 309).
21. Ecuelle? Pâte beige. d. 13,5 cm.
Datation: 6^e-milieu 7^e siècle.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4256 CO; ind. 298).
22. Récipient ouvert. Décor de triangles tête-bêche juxtaposés sur un rang par impression à la molette sur la paroi interne. Pâte brun orange gris. d. 6 cm.
Localisation: zone de rejet nord, fond de cabane/fosse 1, couche r2.
(CHE 002/4369 CO; ind. 296).
23. Pot. Pâte orange. d. 13,5 cm.
Typologie: Develier-Courtételle, type P1h.
Datation: 7^e-milieu 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 2.
(CHE 002/4121 CO; ind. 294).
24. Pot. Pâte beige et brune. Passage au feu. d. 13 cm.
Typologie: Develier-Courtételle, type P2b.
Datation: première moitié 7^e siècle.
Localisation: hors zones, couche 2.
(CHE 000/257 CO; ind. 297).
25. Pot. Pâte orange et grise. d. 13 cm.
Typologie: Develier-Courtételle, type P3a.
Datation: 6^e-milieu 7^e siècle.
Localisation: zone du ferrier, couche 2.
(CHE 001/2115 CO; ind. 293).
26. Récipient fermé. Décor de carrés juxtaposés sur un rang par impression à la molette. Pâte brune. Passage au feu.
Localisation: zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couches r2 et 2.
(CHE 002/4403 CO; ind. 305).
27. Récipient ouvert. Décor de rectangles horizontaux juxtaposés sur un rang par impression à la molette.
Localisation: zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/4396 CO; ind. 302).
28. Récipient. Décor de rectangles verticaux juxtaposés sur un rang par impression à la molette. Pâte brun foncé.
Localisation: zone d'activité de forge, bas foyer 1, couche r1.
(CHE 002/4523 CO; ind. 304).
29. Récipient fermé. Cannelures horizontales. Brun orange.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4310 CO; ind. 292).
30. Récipient. Base. Pâte beige à cœur orange. d. 6 cm.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/4229 CO; ind. 312).
31. Récipient. Pâte orange. Passage au feu. d. 7,5 cm.
Localisation: zone de rejet nord, couche 2 et zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4308 CO; ind. 311).



1a



1c



3c

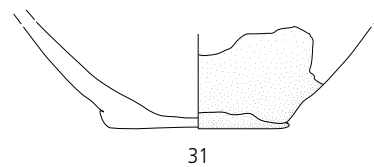
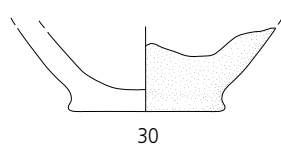
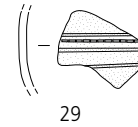
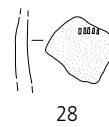
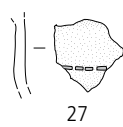
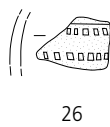
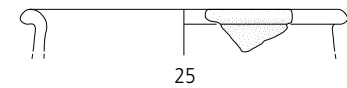
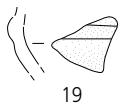
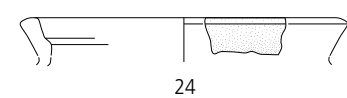
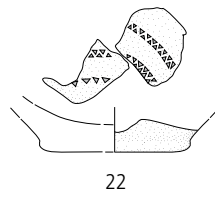
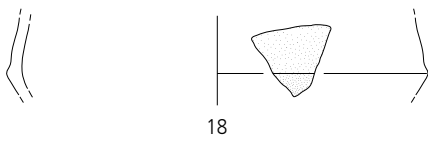
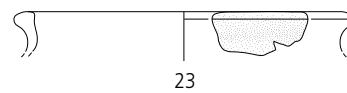
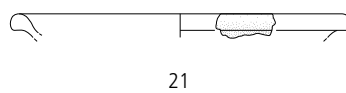
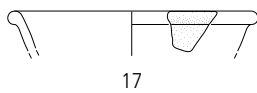


Planche 2 – Chevenez - Lai Coiratte

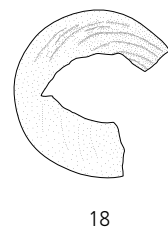
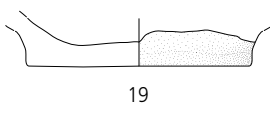
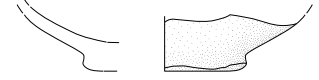
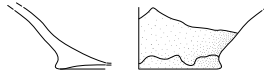
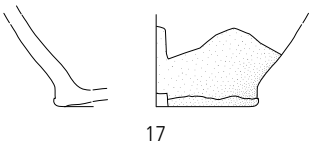
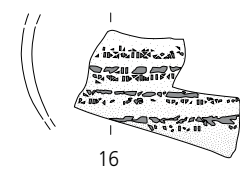
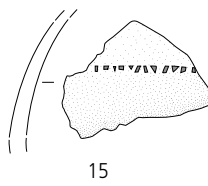
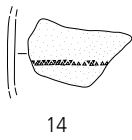
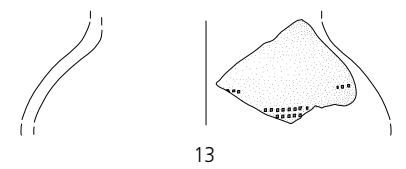
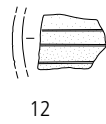
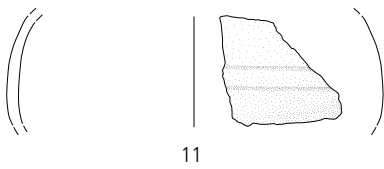
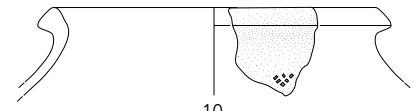
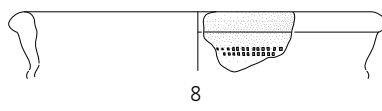
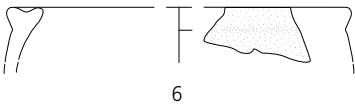
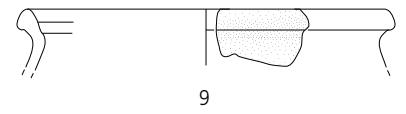
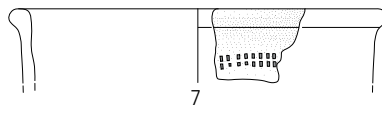
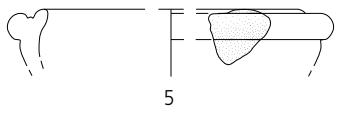
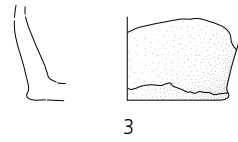
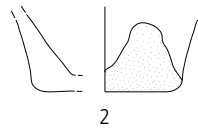
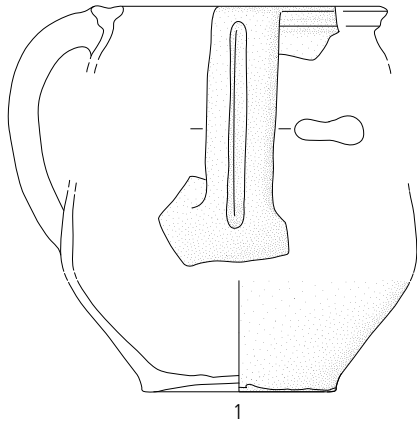
Pâte orange de la région de Sevrey 3c1

1. Pot verseur. Anse avec gorge longitudinale. Pâte orange à cœur gris par endroits. Décollement à la ficelle sur girelle en rotation. Passage au feu de l'anse et du fond. d. 12,8 cm.
Datation : fin 5^e-milieu 7^e siècle.
Localisation : zone de rejet est, couche 2, zone du ferrier, couche 3a et zone de rejet nord, couche 2.
(CHE 001/2112 CO ; ind. 132 ; analyse JU537).
2. Récipient. Base circulaire plate. Pâte brune et orange. Caramel sur paroi interne. d. 6 cm.
Localisation : zone de rejet nord, couche 3a.
(CHE 002/4484 CO ; ind. 221).
3. Récipient verseur? Pâte orange clair et grise. Passage au feu de la paroi externe. d. 8 cm.
Datation : 6^e-milieu 7^e siècle.
Localisation : hors zones, couche 2.
(CHE 000/290 CO ; ind. 136 ; analyse JU550).
4. Pot verseur? Anse bifide. Pâte orange.
Localisation : zone ferrier, couche 2.
(CHE 002/4221 CO ; ind. 227).
5. Ecuelle à collerette E3a. Pâte orange. Passage au feu. d. ~13 cm.
Typologie : Develier-Courtételle E3a.
Datation : avant 600.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4236 CO ; ind. 219).
6. Ecuelle à collerette. Pâte orange et brun-beige.
Typologie : Develier-Courtételle, type E3a.
Datation : avant 600.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4105 CO ; ind. 235).
7. Ecuelle carénée. Décor de carrés juxtaposés sur deux lignes par impression à la molette. Pâte orange. d. 15 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type E1b.
Datation : 6^e siècle (?).
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/4436 CO ; ind. 139 ; analyse JU543).
8. Ecuelle carénée. Décor de carrés juxtaposés sur deux lignes par impression à la molette. Pâte beige orange. Passage au feu de la paroi interne. d. 15 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type E1c.
Datation : première moitié 7^e siècle.
Localisation : hors zones, empierrement moderne, couche 2.
(CHE 002/4202 CO ; ind. 140 ; analyse JU540).
9. Pot. Pâte brun orange. d. 15 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type P1h.
Datation : seconde moitié 6^e-milieu 7^e siècle.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/4129 CO ; ind. 141 ; analyse JU539).
10. Pot. Décor de losanges en résille fine par impression à la molette. Pâte brune à noire. Passage au feu surtout de la lèvre. d. 14 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type P3e.
Datation : 6^e-milieu 7^e siècle.
Localisation : hors zones, couche 2.
(CHE 002/4470 CO ; ind. 146 ; analyse JU546).
11. Récipient fermé. Décor de double cannelure horizontale. Pâte brune. d. max. ~15 cm.
Datation : 6^e-milieu 7^e siècle.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4264 CO ; ind. 133 ; analyse JU544).
12. Récipient fermé. Cannelures. Pâte orange.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4292 CO ; ind. 218).
13. Récipient fermé. Décor de carrés juxtaposés sur deux lignes par impression à la molette. Pâte orange clair.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/4133 CO ; ind. 142 ; analyse JU542).
14. Récipient fermé. Décor de triangles tête-bêche juxtaposés sur un rang par impression à la molette. Pâte orange. Passage au feu.
Datation : 6^e-milieu 7^e siècle.
Localisation : zone de rejet nord, couche 2.
(CHE 002/4581 CO ; ind. 230).
15. Pot. Décor de triangles tête-bêche juxtaposés sur un rang par impression à la molette. Pâte brun rougeâtre.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2, et couches 2 et 3a.
(CHE 002/4385 CO ; ind. 495 ; analyse JU548).
16. Récipient fermé. Décor de croix de Saint-André entrecoupées de doubles barres verticales par impression à la molette. Pâte orange à cœur gris.
Localisation : zone de rejet nord, fond de cabane/fosse 1, couche r2.
(CHE 002/4375 CO ; ind. 135 ; analyse JU541).
17. Récipient. Pâte orange clair à grise. Passage au feu de la paroi externe et du fond. d. 8 cm.
Localisation : zone de rejet nord, fond de cabane 2, couche r2, et zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4536 CO ; ind. 138 ; analyse JU538).
18. Récipient. Pâte brun orange. Décollement à la ficelle sur girelle en rotation. Passage au feu. Restes de caramel alimentaire sur paroi interne. d. 6,5 cm.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2 et couche 2.
(CHE 002/4432 CO ; ind. 143 ; analyse JU545).
19. Récipient. Pâte brun rougeâtre. Passage au feu sur la paroi externe et le fond. d. 9 cm.
Localisation : zone de rejet nord, couche 3a.
(CHE 002/4481 CO ; ind. 144 ; analyse JU549).
20. Récipient. Pâte orange à brun foncé. Passage au feu sur la paroi externe de la panse. d. 6,5 cm.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/4418 CO ; ind. 145 ; analyse JU551).
21. Récipient. Pâte beige orange. Passage au feu de la paroi externe et du fond. d. 11,5 cm.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/4437 CO ; ind. 137 ; analyse JU547).

Pâte orange 3c2

22. Ecuelle carénée. Décor de rectangles verticaux juxtaposés sur deux rangs par impression à la molette. Bourrelet soulignant la carène. Pâte brune. Passage au feu et caramel sur la lèvre. d. 15 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type E1b.
Datation : fin 4^e-début 7^e siècle.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2 et couche 2.
(CHE 002/4448 CO ; ind. 249).
23. Ecuelle carénée. Bourrelet et cannelures. Pâte rougeâtre. Passage au feu. d. 18 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type E1c.
Datation : 5^e-milieu 7^e siècle.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4290 CO ; ind. 246).
24. Ecuelle carénée. Bourrelet. Pâte orange foncé. d. max. 16 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type E1c.
Datation : 5^e-milieu 7^e siècle.
Localisation : hors zones, empierrement moderne, couche 2.
(CHE 002/4213 CO ; ind. 247).
25. Ecuelle hémisphérique. Carrés juxtaposés sur deux rangs par impression à la molette. Pâte beige orange. d. 14 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type E2b.
Datation : première moitié 7^e siècle.
Localisation : hors zones, empierrement moderne, couche 2.
(CHE 002/4189 CO ; ind. 237).
26. Pot. Pâte brun-gris. Passage au feu de la partie supérieure de la lèvre. d. 14 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type P1b.
Datation : seconde moitié 5^e-première moitié 7^e siècle.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4263 CO ; ind. 239).
27. Pot. Décor de résille fine par impression à la molette. Pâte brun foncé à rougeâtre. Caramel sur la paroi interne. d. 14 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type P1g.
Datation : 5^e-début 7^e siècle.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/4490 CO ; ind. 248).
28. Pot. Décor de triangles tête-bêche juxtaposés sur deux rangs par impression à la molette. Pâte brune à rougeâtre. Caramel sur la gorge interne. d. 13 cm.
Typologie : Develier-Courtételle, type P1g.
Datation : 5^e-début 7^e siècle.
Localisation : zone de rejet nord, couche 3a.
(CHE 002/4495 CO ; ind. 250).

3c1



3c2

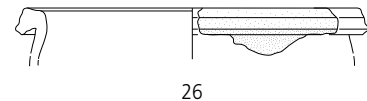
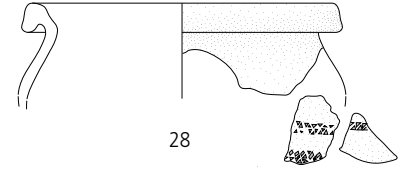
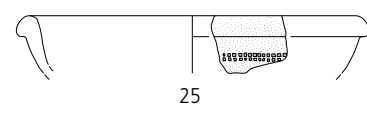
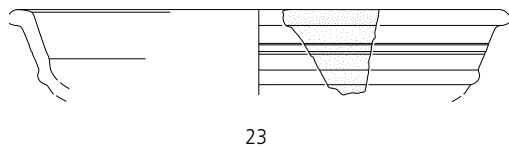
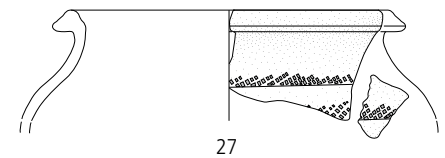
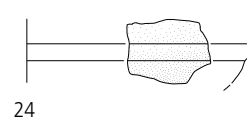
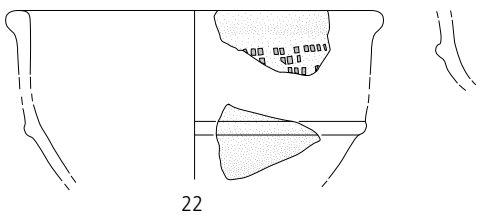


Planche 3 – Chevenez - Lai Coiratte

Pâte orange grossière 3h

1. Ecuelle. Lèvre cannelée. Pâte orange. d. 14 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type E2.
Datation: 6^e-première moitié 7^e siècle?
Localisation: zone d'activité de forge et zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4089 CO; ind. 165).
2. Pot. Pâte beige. d. 12,5 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P1d.
Datation: milieu 6^e-début 7^e siècle.
Localisation: hors zones, empierrement moderne, couche 2.
(CHE 002/4182 CO; ind. 149).
3. Pot (P1e). Pâte beige orange. Caramel dans la gorge interne. d. 11 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P1e.
Datation: 6^e-première moitié 7^e siècle.
Localisation: hors zones, empierrement moderne, couche 2.
(CHE 002/4205 CO; ind. 151).
4. Pot. Décor de rectangles verticaux juxtaposés sur deux rangs par impression à la molette. Pâte gris foncé, beige et brune. Passage au feu et caramel sur le bord. d. 14 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P1g.
Datation: 5^e-début 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/5209 CO; ind. 236).
5. Pot. Pâte beige. Caramels sur le bord. d. 14 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P2a.
Datation: 6^e-début 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/4117 CO; ind. 147).
6. Pot. Pâte brun-gris. Passage au feu. d. 14 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P2a.
Datation: 6^e-début 7^e siècle.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4592 CO; ind. 148).
7. Pot. Décor de triangles tête-bêche sur un rang par impression à la molette. Pâte gris-beige à orange. Caramel sur la paroi interne. d. 13 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P2b.
Datation: première moitié 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/5227 CO; ind. 179).
8. Pot. Pâte brun-orange. Passage au feu. d. 12 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P2c?
Datation: fin 6^e-début 7^e siècle?
Localisation: zone de rejet nord, couche 3a.
(CHE 002/4086 CO; ind. 155).
9. Pot. Pâte grise et orange. Décor de triangles juxtaposés (1 rang) imprimés à la molette. d. 10 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P3a.
Datation: 6^e-première moitié 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/4400 CO; ind. 154).
10. Pot. Pâte grise. Passage au feu. d. 11 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P3a.
Datation: 6^e-milieu 7^e siècle.
Localisation: hors zones, couche 2.
(CHE 002/4042 CO; ind. 153).
11. Pot. Pâte beige à cœur orange. d. 12,5 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P3b.
Localisation: zone de rejet nord, couche 2.
(CHE 002/4095 CO; ind. 152).

12. Pot. Pâte orange. d. 11 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P3d.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4247 CO; ind. 150).
13. Pot. Pâte brune à orange. Passage au feu. d. 11 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type P3e.
Datation: 6^e-milieu 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/4493 CO; ind. 156).
14. Récipient. Base. Rainure longitudinale intentionnelle sur le fond (marque?). Pâte orange. Passage au feu. d. 10 cm.
Localisation: zone d'activité de forge, bas foyer 1, couches r1, 3a et 2.
(CHE 002/4520 CO; ind. 178).
15. Récipient. Cannelure. Pâte orange et grise. Passage au feu.
Localisation: zone du ferrier, couche 2.
(CHE 002/4341 CO; ind. 160).
16. Récipient fermé. Décor de carrés juxtaposés sur un rang par impression à la molette. Pâte orange et grise.
Localisation: zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/5216 CO; ind. 158).
17. Récipient. Décor de rectangles juxtaposés sur trois rangs par impression à la molette. Pâte orange. Caramel sur la paroi externe.
Localisation: hors zones, chenal, couche 3.1.
(CHE 001/2088 CO; ind. 157).
18. Récipient. Panse. Décor de groupes de barres obliques penchées alternativement à gauche et à droite.
Localisation: zone du ferrier, couche 2.
(CHE 002/4321 CO; ind. 161).

Pâte sableuse 4

19. Ecuelle carénée. Bord. Pâte sableuse grise. d. 15 cm.
Datation: premier tiers 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité du bas fourneau, aire de rejet, couches r1, r2 et r3.
(CHE 002/4461 CO; ind. 393).
20. Bol tronconique. Bord. Décor de résille par impression à la molette. Pâte sableuse brun rougeâtre. Lignes de tournage prononcées. Parois épaisses.
Datation: première moitié 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité sud-est, couche 2.
(CHE 002/4405 CO; ind. 392).
21. Pot. Bord. Pâte sableuse gris clair. d. 17 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type Ps2c.
Datation: milieu 7^e siècle.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4253 CO; ind. 385).
22. Pot. Bord. Pâte sableuse brun foncé à cœur rougeâtre. d. 12,5 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type Ps3a.
Datation: 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche 3a.
(CHE 002/4511 CO; ind. 388).
23. Pot. Bord. Pâte sableuse brune à cœur orange. d. 16 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type Ps3a.
Datation: 7^e siècle.
Localisation: hors zone, couche 2.
(CHE 002/4200 CO; ind. 384).

24. Pot. Bord. Pâte sableuse brun clair. Caramel sur la lèvre. d. 13,5 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type Ps3a.
Datation: 7^e siècle.
Localisation: fond de cabane 2, couche r3.
(CHE 002/4417 CO; ind. 383).
25. Pot. Bord. Pâte sableuse brune à cœur noir. d. ~10 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type Ps3c.
Datation: 7^e-première moitié 8^e siècle.
Localisation: hors zones, couche 2.
(CHE 002/4041 CO; ind. 389).
26. Pot. Bord. Pâte sableuse noire à cœur gris foncé. d. 14 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type Ps2a.
Datation: vers 620-650.
Localisation: zone du ferrier, couche 2.
(CHE 001/2114 CO; ind. 387).
27. Récipient indéterminé. Base plate. Pâte sableuse. Parois très fines. d. indéterminé.
Localisation: zone de rejet nord, couche 3a.
(CHE 002/4475 CO; ind. 368).

Pâte «exotique» 6

28. Pot. Pâte granuleuse beige. Passage au feu.
Datation: 5^e-6^e siècle?
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 001/2130 CO; ind. 386).

Pâte micacée mixte 7

29. Pot. Pâte rose orange à noire. Caramel sur les parois. d. 15 cm.
Typologie: Develier - Courtételle, type Pm1a.
Datation: fin 7^e-début 9^e siècle.
Localisation: hors zones, couche 2.
(CHE 000/663 CO; ind. 338).
30. Récipient fermé. Décor de dents-de-loup (1 rang) imprimées à la molette. Pâte brune à noire.
Datation: 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/4488 CO; ind. 336).
31. Récipient fermé. Décor de croix de Saint-André et de rectangles verticaux alternés (2 rangs) imprimés à la molette. Pâte brun clair à cœur noir. Passage au feu.
Datation: 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité sud-est, couche 2.
(CHE 001/2120 CO; ind. 335).
32. Mortier. Pâte sableuse assez grossière grise fumigée, granulation intérieure. d. 20 cm.
Datation: fin 6^e siècle?
Localisation: hors zones, chenal, couches c et 3.1.
(CHE 002/4001 CO; ind. 454).

Mobiliers résiduel

33. Coupelle. Pâte fine gris clair. d. ~9 cm.
Datation: Epoque romaine.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 2.
(CHE 002/4139 CO; ind. 468).
34. Ecuelle? Pâte fine gris clair à cœur rougeâtre, polie et fumigée. d. 22 cm.
Datation: 1^{re}-2^e siècle.
Localisation: fond de cabane/fosse 1, couche r1.
(CHE 001/2148 CO; ind. 462).
35. Fusaïole. Pâte à dégraissant mixte coquillier et siliceux brun-rouge à cœur gris foncé peu cuite. d. 3,6 cm; hauteur 1,8 cm.
Datation: protohistorique?
Localisation: zone de rejet sud, couche 2.
(CHE 001/2081 CO; ind. 455).

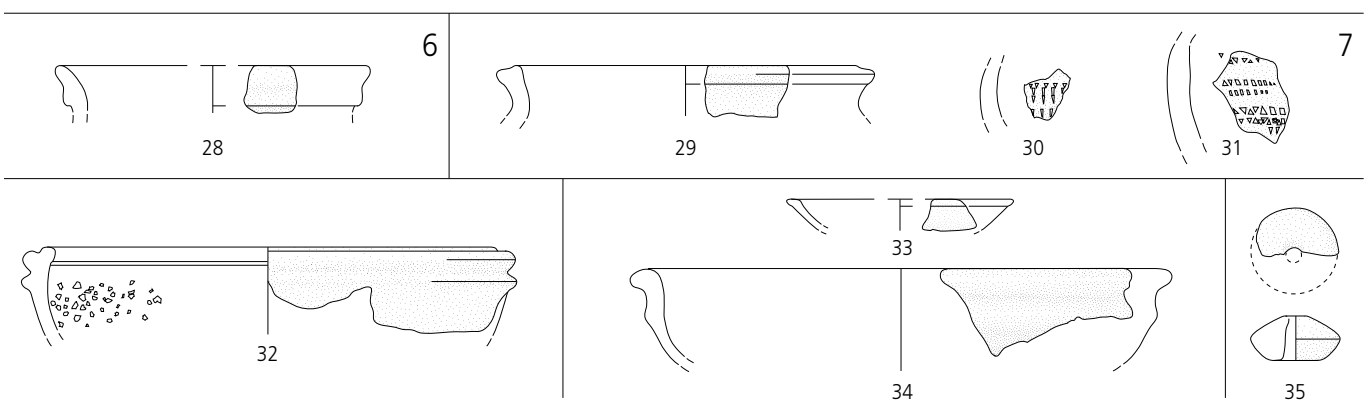
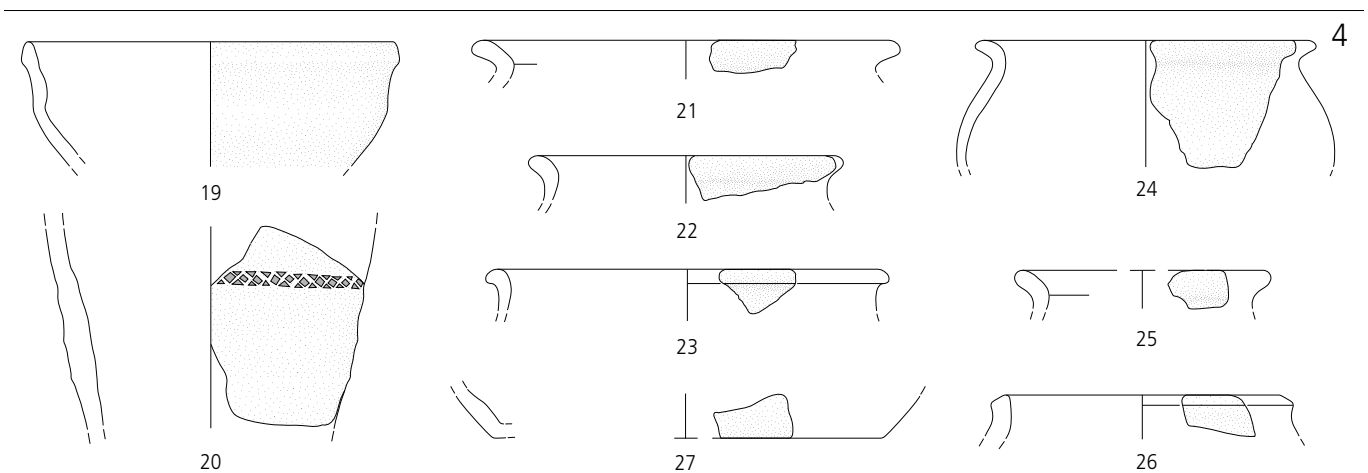
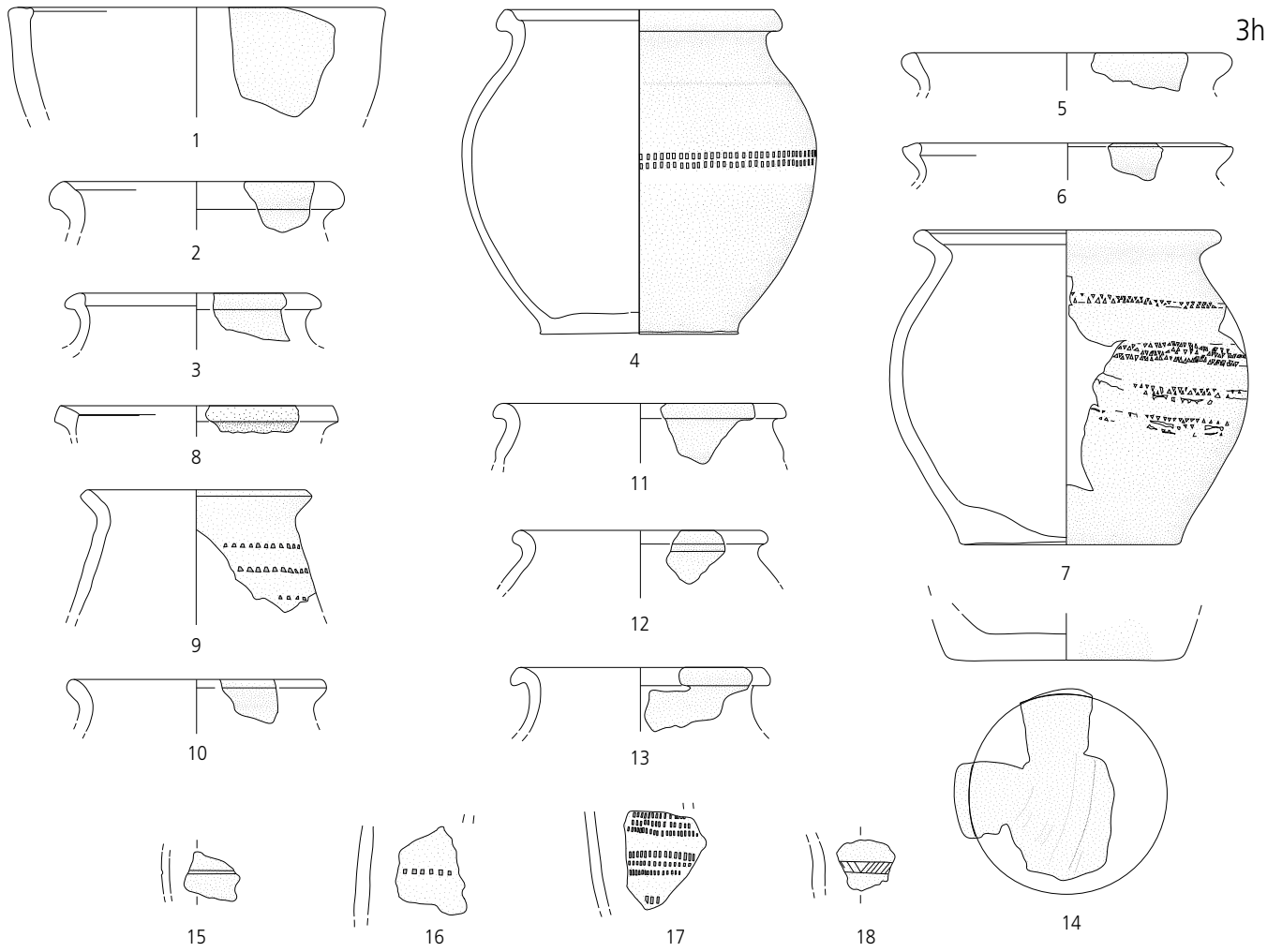


Planche 4 – Chevenez-Lai Coiratte

La vaisselle en pierre ollaire

1. Gobelet tronconique à bord droit. Ornementation : 2 cordons parallèles sous la lèvre, sous les baguettes 3 stries parallèles. Tourné. Traces de suie, tournage. p. 133,8 g.
Couleur : 7,5YR 6/3 dull brown.
Matière : talcschistes.
Provenance : Alpes, Valchiavenna ?
Localisation : zone d'activité de forge, couche 2 et couche 3a.
(CHE 002/5835 CO et CHE 002/5836 CO).
2. Gobelet tronconique à bord droit ? Ornementation : 2 cordons sur la panse. Tourné. Traces de suie et encroûtement, tournage. p. 20,7 g.
Couleur : 7,5YR 7/3-6/3 dull orange to dull brown à 7,2 light brownish grey.
Matière : talcschistes.
Provenance : Alpes, Valchiavenna ?
Localisation : zone de rejet sud-ouest, couche 3a.
(CHE 002/5837 CO).
3. Gobelet cylindrique à bord droit. Ornementation : bandeau de 4 sillons parallèles sous le bord. Tourné. Surface cuivrée sous l'effet de la chaleur. p. 17,6 g.
Couleur : 10Y olive grey to 10Y olive black.
Matière : chloritoschiste à grain grossier à grenats.
Provenance : Alpes, Vallée d'Aoste ?
Localisation : zone de rejet sud-ouest, couche 3a.
(CHE 002/5839 CO).
4. Gobelet cylindrique. Fragment de panse. Ornementation : un bandeau large formé de 6 sillons, suivi d'un bandeau de 4 sillons et d'un troisième bandeau de 3 sillons sur la panse. Tourné. p. 15,2 g.
Couleur : 10GY 5/1 greenish grey to 10BG 5/1 bluish grey.
Matière : chloritoschiste à grain grossier à grenats.
Provenance : Alpes, Vallée d'Aoste ?
Localisation : hors zones, hors niveau archéologique.
(CHE 000/480 CO).
5. Couverture ou fusaïole ? Bord. Tourné. p. 4,3 g.
Couleur : 10GY 5/1-4/1 greenish grey to dark greenish grey.
Matière : chloritoschiste à grain grossier.
Provenance : Alpes, Vallée d'Aoste ?
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/5892 CO).

L'outillage lithique

Le matériel de mouture

6. Fragment de meule rotative. Trois sillons d'usure en U sur la face supérieure attestent de son emploi comme aiguisoir/polissoir. Brûlé. L. 4,4 cm ; l. 2,3 cm ; d. inconnu ; ép. 1,8 cm ; p. 21 g.
Couleur : 7,5YR 5/3 dull brown.
Matière : brèche volcano-sédimentaire ou grès à quartz et fragments lithiques.
Provenance : Schweigmatt, sud de la Forêt-Noire.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/5858 CO).
7. Fragment de meule. Deux faces de travail sont abrasées par l'usure. Un sillon en V a été creusé sur la tranche. Récupération éventuelle comme aiguisoir/polissoir. L. 6 cm ; l. 3 cm ; ép. 3,2 cm ; d. estimé 26 cm ; p. 72 g.
Couleur : 7,5YR 6/4 to 5YR 6/4 dull orange.
Matière : grès rose fin.
Provenance : Vosges.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche 2.
(CHE 002/6735 CO).

Les aiguisoirs/polissoirs

8. Fragment de meule rotative à aiguiser. Tranche légèrement convexe, polie et rayée par l'usage. Brûlé. d. 20,3 cm ; ép. 1,6 cm ; p. 91 g.
Couleur : 5 YR 7/3 à 6/3 dull orange to dull yellow orange.
Matière : microgrès arénitique.
Provenance : Sud des Vosges ou Pays belfortain.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/5856 CO et CHE 002/5848 CO).
9. Aiguisoir/polissoir. Deux faces de travail polies. Fin sillon en V et petites raies d'usure sur la face supérieure. Eventuel emploi d'une meule rotative à aiguiser étant donné sa convexité prononcée en coupe. Probablement même objet que CHE 002/5857 CO. L. 5,1 cm ; l. 3,3 cm ; ép. 2,8 cm ; d. 20 cm ; p. 46,6 g.
Couleur : 2,5 Y 8/2 à 8/3 light grey to pale yellow.
Matière : péliste siliceuse ou microgrès quartzitique.
Provenance : Sud des Vosges ou Pays belfortain.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/5861 CO).

Pièces illustrées en photographie dans le texte

Fig. 109. Fragment de meule rotative. Une face de travail polie par l'usure. Brûlé. L. 6 cm ; l. 5,7 cm ; d. inconnu ; ép. 2,8 cm ; p. 98,3 g.
Couleur : 2,5YR 4/8 to 5YR 4/2 reddish brown to greyish brown.
Matière : brèche volcano-sédimentaire à feldspaths.
Provenance : Schweigmatt, sud de la Forêt-Noire.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/5854 CO).

Fig. 109. Fragment de meule rotative. Une face de travail polie par l'usure. Brûlé. L. 4,5 cm ; l. 4,4 cm ; d. inconnu ; ép. 3,3 cm ; p. 66 g.
Couleur : 10R à 2,5YR 4/6 red to reddish brown.
Matière : brèche volcano-sédimentaire à grains et graviers.
Provenance : Schweigmatt, sud de la Forêt-Noire.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6693 CO).

Fig. 110. Fragment de meule rotative. Face de travail non conservée, face latérale bouchardée. d. inconnu ; ép. 3,8 cm ; p. 139,6 g.
Couleur : 7,5YR 6/3 to 5YR 7/4 dull brown to dull orange.
Matière : grès arkosique.
Provenance : sud des Vosges ou Pays belfortain.
Localisation : zone du ferrier, couche 2.
(CHE 002/5866 CO).

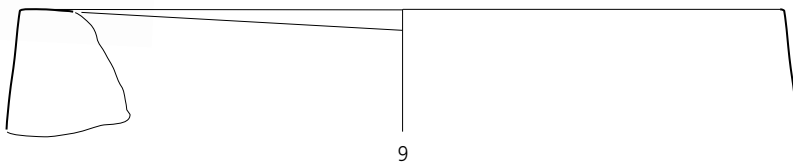
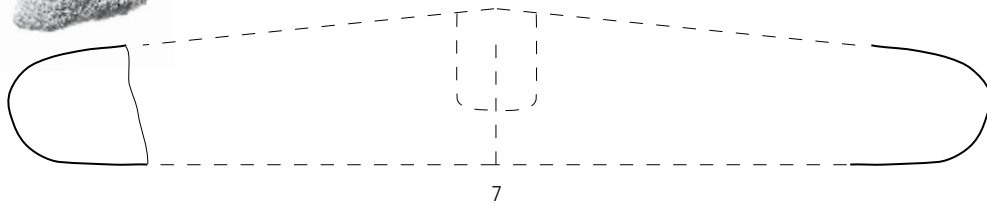
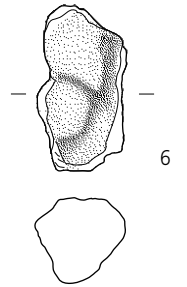
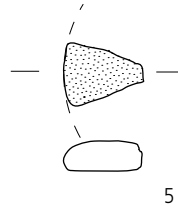
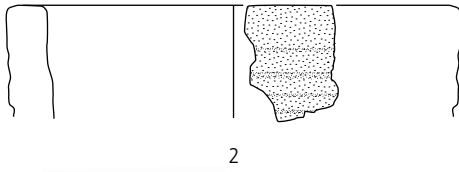
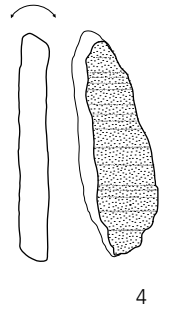
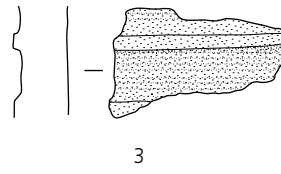
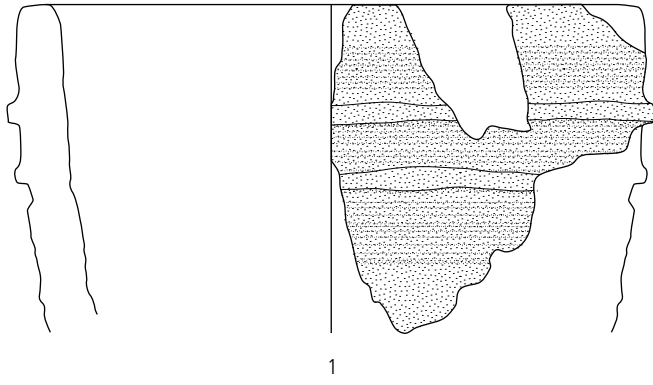


Planche 5 – Chevezey - Lai Coiratte

1. Fragment d'aiguiseur/polissoir. Forme pyramidale. Nombreux sillons d'usure en U et en V sur toutes les faces ainsi que plusieurs facettes de polissage et raies d'utilisation. L. 8 cm ; l. 4,5 cm ; ép. 6 cm ; p. 278 g.
Couleur : 2,5YR 5/4 to 6/4 dull orange to dull reddish brown.
Matière : grès rose fin.
Provenance : Vosges.
Localisation : zone d'activité de forge, bas foyer 2 / aire de forge 1, couche 3a. (CHE 002/6793 CO).
2. Fragment d'aiguiseur/polissoir. Surface de travail très émoussée, légèrement concave et marquée de raies d'utilisation. Brûlé. L. 5 cm ; l. 3,4 cm ; ép. 1,8 cm ; p. 46,6 g.
Couleur : 10YR 8/2 to 8/3 light grey to light yellow orange.
Matière : grès fin calcaire.
Provenance : régionale.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche 2. (CHE 002/6732 CO).
3. Fragment d'aiguiseur/polissoir. Trois faces de travail conservées (inférieure, supérieure et tranche). Une face est marquée par trois larges sillons d'usure en U à base quadrangulaire alors que sur la face opposée un sillon en V et trois raies d'utilisation sont visibles. Brûlé. Meule retravaillée comme aiguiseur/polissoir. Même objet que CHE 002/4532 CO. L. 4,5 cm ; l. 3,4 cm ; ép. 2,3 cm ; p. 57,5 g.
Couleur : 7,5R 1,7 / 1 to 1,5/0 reddish black to black ?
Matière : brèche volcano-sédimentaire à éléments carbonatés.
Provenance : indéterminée, Vosges ?
Localisation : zone d'activité sud-est, couche 1. (CHE 002/5842 CO).

Pièces illustrées en photographie dans le texte

Fig. 111. Fragment d'aiguiseur/polissoir. Il s'agit probablement d'un modèle fixe. Une face est légèrement abrasée et montre un aspect faiblement concave. Brûlé. L. 7 cm ; l. 6 cm ; ép. 4,5 cm ; p. 325 g.
Couleur : 10Y 7/1 light grey.
Matière : grès fin calcaire.
Provenance : régionale.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a. (CHE 002/5844 CO).

Fig. 112. Fragment d'aiguiseur/polissoir. Poli d'usure sur les faces supérieure, inférieure et latérale. Légère concavité de la surface supérieure. Brûlé. L. 6,6 cm ; l. 3,3 cm ; ép. 3,5 cm ; p. 96 g.
Couleur : 10Y 7/1 light grey.
Matière : grès ou brèche calcaire fossilifère.
Provenance : régionale.
Localisation : zone de rejet nord, couche 2. (CHE 002/5851 CO).

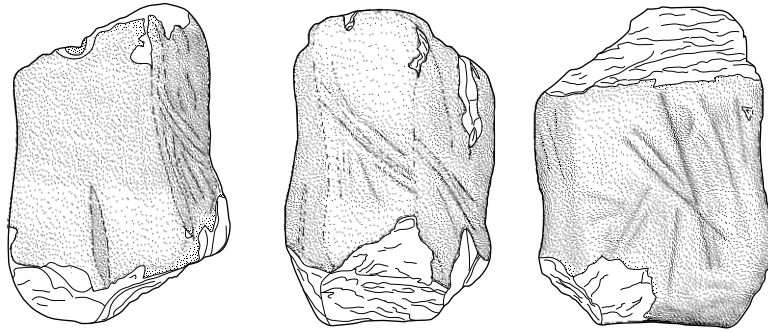
Fig. 113. Fragment d'aiguiseur/polissoir. Concavité de la face de travail abrasée par l'usure. Trois fines rainures d'utilisation. Brûlé. L. 10,5 cm ; l. 6,5 cm ; ép. 2,5 cm ; p. 127 g.
Couleur : 10YR 8/2 to 8/3 light grey to light yellow orange.
Matière : roche clastique carbonatée, calcaire gréseux.
Provenance : régionale.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a. (CHE 002/6789 CO).

Fig. 114. Fragment d'aiguiseur/polissoir. Une face de travail abrasée et légèrement concave. Brûlé. L. 5,5 cm ; l. 3,4 cm ; ép. 3 cm ; p. 76 g.
Couleur : 10Y 8/1 to 7/1 light grey.
Matière : roche carbonatée à oïdes.
Provenance : régionale.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche 2. (CHE 002/7105 CO).

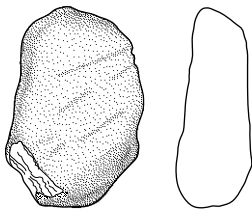
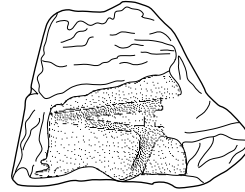
Fig. 115. Fragment d'aiguiseur/polissoir ? Poli d'usure sur la face supérieure. Légère concavité de la face supérieure. L. 4,2 cm ; l. 2,9 cm ; ép. 2,2 cm ; p. 29,2 g.
Couleur : indéterminée.
Matière : roche scoriacée, siliceuse, très poreuse.
Provenance : indéterminée.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a. (CHE-CO 002/5859).

Les objets en verre

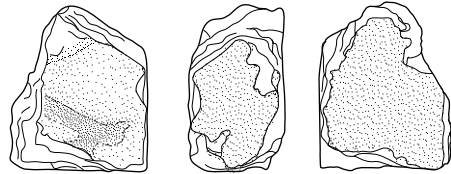
4. Fragment de verre moulé incolore et légèrement bullé présentant une côte horizontale.
Couleur : blanc transparent.
Datation : Haut Moyen Age ?
Localisation : hors zones, hors contexte. (CHE 001/2302).
5. Coupe. Fragment de lèvres, mince, orné de trois filets parallèles blanc opaque rapportés, le médian étant plus ténu. Rebrûlé.
Couleur : vert d'eau.
Datation : technique qui connaît son apogée entre 490 et 540.
Localisation : zone de rejet sud, couche 2. (CHE 001/2300 CO).
6. Bol apode. Fragment de lèvres, hauteur du bandeau 2,3 cm, bulles rares.
Couleur : bleu.
Typologie : Feyeux T.60.
Datation : 7^e siècle.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a. (CHE 002/5819 CO).
7. Bol apode. Fragment de lèvres, hauteur du bandeau 1,3 cm, bulles rares.
Couleur : bleu.
Typologie : Feyeux T.60.
Datation : 7^e siècle.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 1. (CHE 002/5802 CO).
8. Carafe ? Fragment de pied, à fond repoussé, légèrement bullé.
Couleur : bleu-vert.
Typologie : Feyeux T.31 ?
Datation : Antiquité tardive ?
Localisation : zone du ferrier, couche 2. (CHE 001/2301 CO).
9. Fragment de bracelet en pâte de verre à profil en D. L. 2 cm ; l. 0,6 cm.
Couleur : pourpre par transparence.
Typologie : Mandeur, type 3a.
Datation : La Tène D1.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a. (CHE 002/5818 CO).



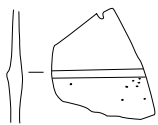
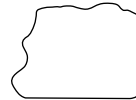
1



2



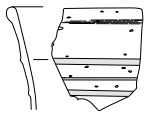
3



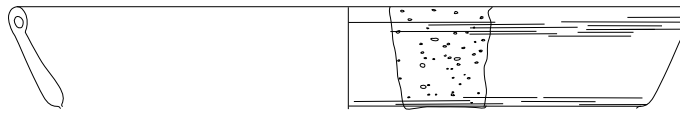
4



6



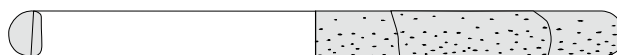
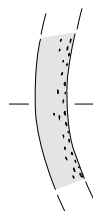
5



7



8



9

Planche 6 – Chevenez - Lai Coiratte

Le mobilier funéraire

1. Boucle d'oreille. Jonc lisse de section circulaire. Système de fermeture à œillet et crochet (non conservé). Il s'agit du pendant de la boucle d'oreille ci-dessous. d. 6,3 cm; ép. 0,2 cm; p. 4,7 g.
Matière: bronze.
Datation: 670-690.
Localisation: zone de la sépulture, sépulture, couche r.
(CHE 001/2387 CO).
2. Boucle d'oreille. Jonc lisse de section circulaire. Système de fermeture à œillet et crochet. d. 6,3 cm; ép. 0,2 cm; p. 5,9 g.
Matière: bronze.
Datation: 670-690.
Localisation: zone de la sépulture, sépulture, couche r.
(CHE 001/2388 CO).
3. Boucle d'oreille en forme de croissant. Jonc lisse de section circulaire. Dépouvé de fermoir. d. 1 cm; ép. 0,15 cm; p. 0,3 g.
Matière: bronze.
Datation: 670-690.
Type: nomade (Legoux 2004).
Localisation: zone de la sépulture, sépulture, couche r.
(CHE 001/2389 CO).

La métallurgie des alliages blancs et cuivreux

4. Objet indéterminé. Tige de section ronde légèrement recourbée. L. 2,5 cm; d. 0,3 cm; p. 0,3 g.
Localisation: zone d'activité du bas fourneau, aire de rejet, couche r3.
(CHE 002/6678 CO).
5. Chute. Deux fragments de tôle repliée de forme indéterminée. L. 1,2 cm; l. 0,8 cm; ép. < 0,1 cm; p. 0,5 g.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6680 CO).
6. Chute. Tôle de forme triangulaire. L. 1,6 cm; l. 0,8 cm; ép. < 0,1 cm; p. 0,2 g.
Localisation: zone de rejet nord, fond de cabane/fosse 1, couche r3.
(CHE 002/6676 CO).

7. Fragment d'anneau. Section aplatie. d. 2,4 cm; ép. 0,2 cm; p. 0,6 g.
Localisation: zone de rejet nord, couche 4.2.
(CHE 001/2381 CO).
8. Fibule à charnière. Arc composite de section rectangulaire formé de deux plateaux, chacun orné d'un ocelle, et de quatre moulures transversales. Arêtes de la pièce poinçonnées. Pied et porte-ardillon partiellement cassés. Ardillon non conservé. L. 4,1 cm; l. 1,2 cm; ép. 0,4 cm; p. 2,7 g.
Typologie: Augst/Kaiseraugst, type 5.16.2.
Matière: bronze étamé.
Datation: seconde moitié 1^{er} - milieu 2^e siècle.
Localisation: zone de rejet nord, fond de cabane/fosse 1, couche r2.
(CHE 002/6677 CO).
9. Moule perdu en céramique? Fragment de fond de forme circulaire. Forts impacts de chaleur et fins encroûtements métalliques sur la face interne. Cuisson oxydante.
Localisation: zone du ferrier 3a.
(CHE 002/4309 CO).
10. Creuset en céramique. Fragment de bord. Aspect scorifié sous la force des impacts de chaleur. Importante vitrification de la face externe.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/4293 CO).
11. Creuset en céramique. Fragment de bord. Aspect scorifié sous la force des impacts de chaleur. Importante vitrification de la face externe.
Localisation: zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche r1.
(CHE 002/17326 CO).

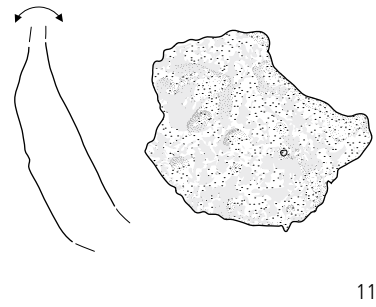
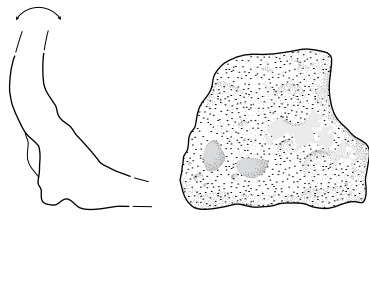
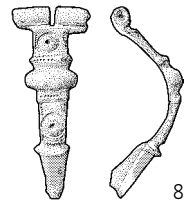
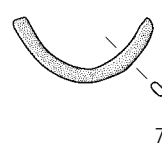
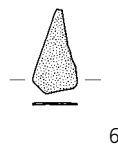
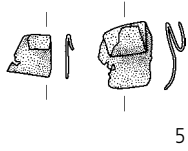
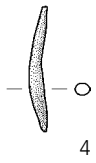
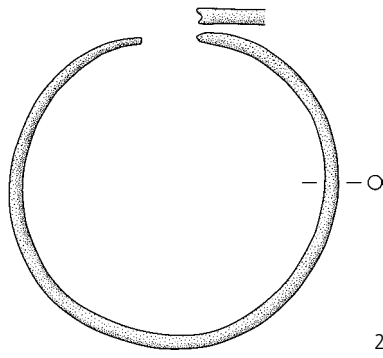
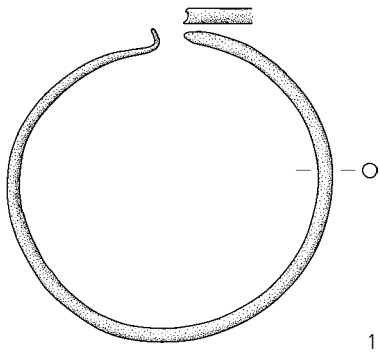


Planche 7 – Chevenez - Lai Coiratte

Les déchets métalliques

1. Chute. Bande de forme rectangulaire, brûlée. L. 3,5 cm ; l. 1,7 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 9,4 g.
Localisation : zone d'activité du bas fourneau, bas fourneau, couche r.
(CHE 002/6620 CO).
2. Chute. Bande rectangulaire, extrémité tordue et amincie. L. 6,2 cm ; l. 0,8 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 7,1 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 2.
(CHE 002/6577 CO).
3. Chute. Bande rectangulaire, traces de découpe sur la tranche. L. 3,1 cm ; l. 1,6 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 7,6 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6540 CO).
4. Chute. Bande rectangulaire. L. 6 cm ; l. 0,6 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 4,7 g.
Localisation : zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche 3a.
(CHE 002/6765 CO).
5. Chute. Bande en forme de trapèze rectangle, extrémité découpée en diagonale. L. 2,2 cm ; l. 0,7 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 0,9 g.
Localisation : zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche r1.
(CHE 002/6651 CO).
6. Chute. Bande rectangulaire allongée, légèrement convexe. L. 6,8 cm ; l. 1,3 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 5,1 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6641 CO).
7. Chute. Bande rectangulaire, brûlée. L. 4,2 cm ; l. 0,9 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 3,6 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6639 CO).
8. Chute. Bande pliée en deux, brûlée. L. 1,9 cm ; l. 1,9 cm ; ép. 0,3 cm ; p. 3,6 g.
Localisation : zone de rejet sud-ouest, couche 3a.
(CHE 002/6533 CO).
9. Chute. Bande de forme rectangulaire légèrement convexe, cassée en deux. L. 5,3 cm ; l. 1,5 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 3,8 g.
Localisation : zone de rejet nord, fond de cabane/fosse 1, couche r1.
(CHE 001/2383 CO).
10. Chute. Bande rectangulaire, brûlée. L. 2,7 cm ; l. 0,9 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 1 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/6778 CO).
11. Chute. Bande de section rectangulaire, bavure et trace de découpe aux extrémités. L. 3 cm ; l. 1,1 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 3,6 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/6595 CO).
12. Chute. Bande de forme rectangulaire. L. 5,8 cm ; l. 0,7 cm ; ép. 0,3 cm ; p. 7,8 g.
Localisation : hors zones, empièchement moderne, couche 2.
(CHE 002/6628 CO).
13. Chute. Bande triangulaire, plate, cassée et repliée en deux. L. 4 cm ; l. 0,9 cm ; ép. 0,3 cm ; p. 7,4 g.
Localisation : hors zones, couche 3.2.
(CHE 001/2360 CO).
14. Chute. Tige droite de section ronde, brûlée. L. 2 cm ; d. 0,3 cm ; p. 0,6 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 2.
(CHE 001/2384 CO).
15. Chute. Tige de section rectangulaire, étirée et aplatie. Extrémité élargie. L. 3 cm ; l. 0,9 cm ; ép. 0,5 cm ; p. 8,6 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6569 CO).
16. Chute. Tige de section carrée, cassée en trois. Extrémité découpée en léger biseau. L. 4,8 cm ; l. 0,4 ; ép. 0,4 cm ; p. 9,4 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 2.
(CHE 002/5900 CO).
17. Chute. Tige de section rectangulaire, courbée et tordue. L. 4,5 cm ; l. 0,7 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 6,6 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6636 CO).
18. Chute. Tige de section ronde, courbée, extrémité découpée en biseau. L. 3,5 cm ; d. 0,2 cm ; p. 1 g.
Localisation : zone de rejet nord, empièchement.
(CHE 002/6579 CO).
19. Chute. Barre légèrement vrillée, de section rectangulaire puis carrée, coup de marteau. L. 8,8 cm ; l. 1,1 cm ; ép. 0,6 cm ; p. 31,5 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6553 CO).
20. Chute. Barre de section rectangulaire, extrémité découpée en biseau. L. 3,2 cm ; l. 1,1 cm ; ép. 0,6 cm ; p. 9,3 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6590 CO).
21. Chute. Fil de section carrée. L. 2,1 cm ; l. 0,1 cm ; p. 0,2 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 001/2393 CO).

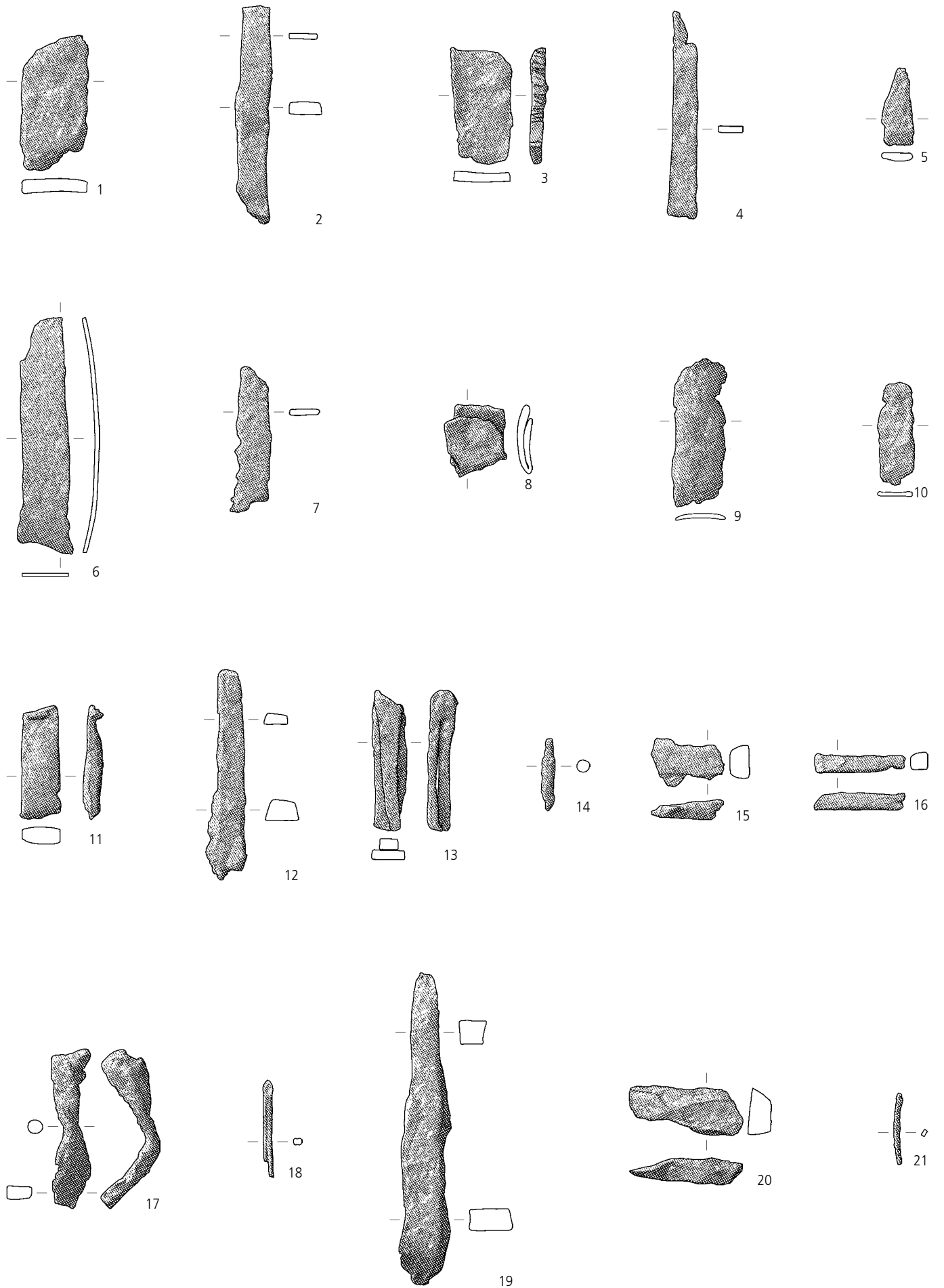
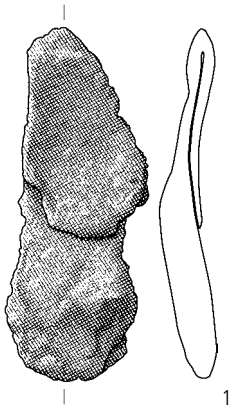
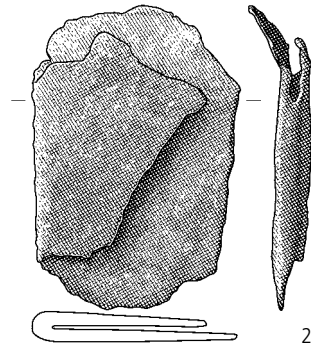


Planche 8 – Chevenez - Lai Coiratte

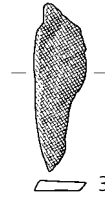
1. Chute. Tôle de forme indéfinie et légèrement courbée, brûlée. L. 6,6 cm; l. 2,5 cm; ép. 0,7 cm; p. 26,3 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6547 CO).
2. Chute. Tôle pliée en deux, extrémité courbée. L. 6 cm; l. 4 cm; ép. 0,2 cm; p. 16,3 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6554 CO).
3. Chute. Tôle de forme irrégulière. L. 3,2 cm; l. 0,9 cm; ép. 0,2 cm; p. 2,7 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6539 CO).
4. Chute. Tôle rectangulaire, légèrement convexe et perforée accidentellement, brûlée. L. 3,9 cm; l. 3 cm; ép. 0,4 cm; p. 9,9 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6530 CO).
5. Chute. Tôle légèrement courbée, brûlée. L. 2 cm; l. 1,7 cm; ép. 0,2 cm; p. 2,9 g.
Localisation : zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche r1.
(CHE 002/6650 CO).
6. Chute. Tôle rectangulaire légèrement courbée. L. 3,8 cm; l. 1,7 cm; ép. 0,1 cm; p. 4 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/6611 CO).
7. Chute. Tôle pliée en deux. L. 5,2 cm; l. 3,7 cm; ép. 0,2 cm; p. 37,3 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche 2.
(CHE 002/6600 CO).
8. Chute. Tôle de forme rectangulaire brûlée. L. 3,5 cm; l. 2 cm; ép. 0,7 cm; p. 10,7 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche 2.
(CHE 002/6599 CO).
9. Chute. Tôle de forme indéfinie, brûlée. Surface recouverte de limaille. L. 3,4 cm; l. 2 cm; ép. 0,1 cm; p. 3,7 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/6607 CO).
10. Chute. Tôle de forme indéfinie, brûlée. L. 5,3 cm; l. 5,3 cm; ép. 0,2 cm; p. 23,5 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/6605 CO).
11. Chute. Tôle de forme indéfinie, brûlée. L. 2,2 cm; l. 1,9 cm; ép. 0,2 cm; p. 2,5 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/5911 CO).
12. Chute. Tôle courbée. L. 2,4 cm; l. 1,8 cm; ép. 0,1 cm; p. 4,2 g.
Localisation : hors zones, couche 3.2.
(CHE 001/2391 CO).
13. Ebauche/raté? Objet indéterminé. Tige vrillée de section carrée, puis aplatie. Extrémité légèrement recourbée et élargie en forme de petite pyramide. Impacts de marteau en surface. L. 5,9 cm; l. 0,4 cm; ép. 0,4 cm; p. 3,8 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6546 CO).
14. Ebauche/raté. Lame? Tôle rectangulaire, une extrémité cassée, l'autre arrondie comme pour l'amorce d'une soie. L. 4 cm; l. 2,5 cm; ép. 0,2 cm; p. 13 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6674 CO).
15. Ebauche/raté. Objet indéterminé. Tige appointée et courbée. Une face martelée. L. 3,8 cm; l. 0,5 cm; ép. 0,5 cm; p. 4,6 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6588 CO).
16. Ebauche/raté. Ferret? Plaque à bords rectilignes, base droite, extrémité distale recourbée. L. 6,2 cm; l. 1,5 cm; ép. 0,4 cm; p. 28 g.
Datation : 560/570-600/610.
Localisation : zone du ferrier, trou de poteau 9, couche r.
(CHE 002/6652 CO).
17. Ebauche/raté. Objet indéterminé. Tôle à base rectiligne et extrémité arrondie, perforation accidentelle. L. 3,6 cm; l. 3,2 cm; ép. 0,1 cm; p. 4,1 g.
Localisation : zone de rejet sud-ouest, couche 2.
(CHE 002/6535 CO).
18. Ebauche/raté. Élément d'attache? Tôle circulaire, perforée en son centre, extrémité marquée par l'amorce d'une tige quadrangulaire. d. 2,2 cm; ép. 0,1 cm; p. 3,4 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 2.
(CHE 002/6705 CO).
19. Ebauche/raté. Objet indéterminé. Tôle allongée, extrémité arrondie, présence locale de résidus cuivreux, brûlée. L. 5,2 cm; l. 2,6 cm; ép. 0,2 cm; p. 8,3 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6637 CO).
20. Ebauche/raté. Objet indéterminé. Tôle rectangulaire à base rectiligne et extrémité arrondie, munie de deux perforations. Résidus de brasure au cuivre. L. 3 cm; l. 2,5 cm; ép. 0,4 cm; p. 7,2 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6521 CO).
21. Ebauche/raté. Aiguillon? Tige étirée, courbée en L et aplatie. L. 4,2 cm; l. 1,1 cm; ép. 0,05 cm; p. 3,8 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 2.
(CHE 002/6526 CO).
22. Ebauche/raté. Aiguillon? Tige de section circulaire étirée en L, pied du L aplati et recourbé. L. 2 cm; l. 1,6 cm; d. 0,4 cm; p. 2,3 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/5894 CO).
23. Ebauche/raté. Clou. Tige de section rectangulaire qui s'affine légèrement, extrémités aplaties. L. 2 cm; l. 0,7 cm; ép. 0,5 cm; p. 7,1 g.
Localisation : zone de rejet nord, couche 2.
(CHE 000/241 CO).



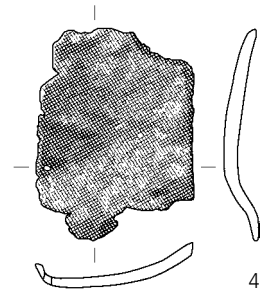
1



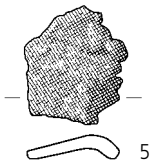
2



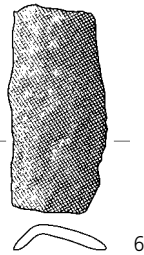
3



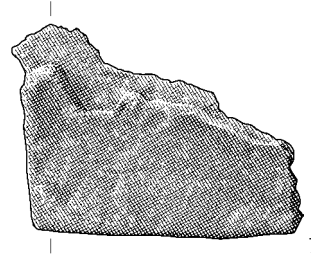
4



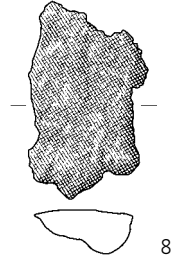
5



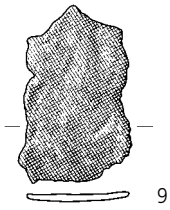
6



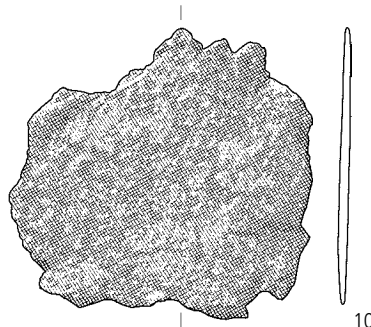
7



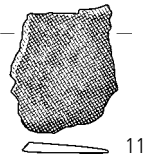
8



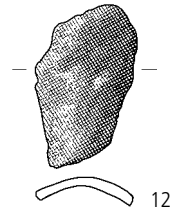
9



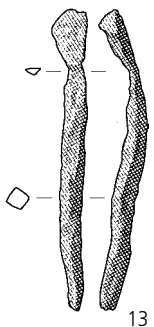
10



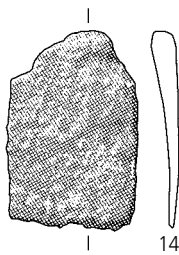
11



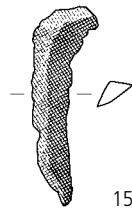
12



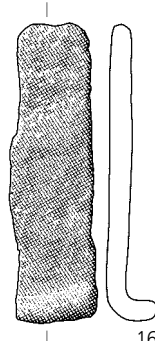
13



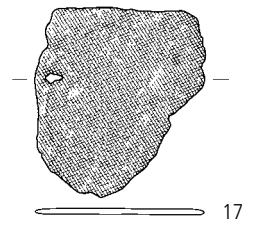
14



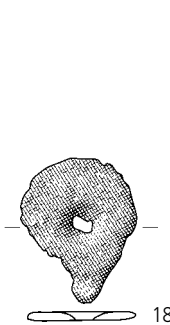
15



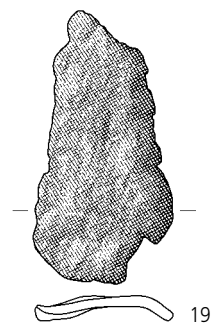
16



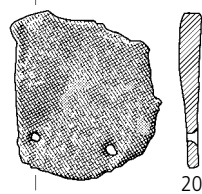
17



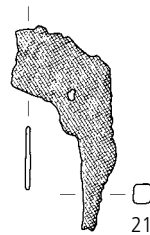
18



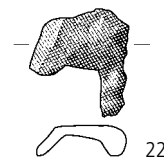
19



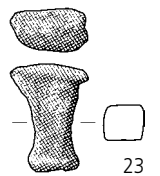
20



21



22



23

Planche 9 – Chevezey - Lai Coiratte

La parure

1. Plaque-boucle de ceinture trapézoïdale, extrémité en queue d'aronde. Bords festonnés, six bosselles de fixation en laiton, à base rainurée. Boucle non conservée. L. 9,5 cm ; l. 5 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 49,4 g.
Typologie: Bülach, type C.
Datation: deuxième tiers 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6527 CO).
2. Pendeloque. Outil miniature en forme de hache. Barre de section carrée, éti-rée, recourbée et aplatie à l'une des extrémités. L. 2 cm ; l. 0,4 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 10 g.
Datation: fin 6^e et début 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche r.
(CHE 002/6648 CO).
3. Epingle? Tige droite, section circulaire constante, extrémité non conservée. Sommet de la tige de section carrée, orné de trois cannelures, tête coiffée d'un palette horizontale et décentrée. L. 10,7 cm ; d. 0,5 cm ; p. 21,5 g.
Datation: 7^e siècle.
Localisation: zone du ferrier, couche 2.
(CHE 002/6656 CO).

Les objets usuels

4. Rasoir. Soie détachée de la lame et alignée sur le tranchant à usure convexe. Tranchant incurvé en direction d'un dos à protubérance. Pointe non conservée. L. 6,6 cm ; l. 2 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 6,7 g.
Datation: seconde moitié 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité du bas fourneau, aire de rejet, couche r3.
(CHE 002/6623 CO).
5. Lame de couteau de forme allongée et asymétrique? Tranchant droit marqué par une usure convexe. Soie détachée de la lame, placée dans l'axe de la pointe. Décor de trois cannelures sur une face. L. 6,5 cm ; l. 2 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 13,8 g.
Typologie: Develier-Courtételle, type 3a?
Datation: milieu 7^e siècle.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6518 CO).
6. Lame de couteau allongée et asymétrique. Dos droit coudé en direction de la pointe. Tranchant droit peu émoussé. Soie courte et étroite détachée de la lame et placée sur le même axe que la pointe. Sans décor. L. 10,5 cm ; l. 1,7 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 21,5 g.
Typologie: Develier-Courtételle, type 3a.
Datation: milieu 7^e siècle.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6635 CO).

7. Lame de couteau. Soie détachée de la lame. L. 4 cm ; l. 1,7 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 5,4 g.
Localisation: zone du ferrier, couche 2.
(CHE 002/6563 CO).
8. Pointe de couteau. L. 3,9 cm ; l. 1,6 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 4,5 g.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6529 CO).
9. Lame de couteau allongée et symétrique. Dos droit, coudé en direction de la pointe. Tranchant à extrémité relevée en direction de la pointe et marqué par une usure convexe. Soie courte et étroite détachée de la lame et placée sur le même axe que la pointe. Décor de trois cannelures sur une face et une sur l'autre. L. 14 cm ; l. 1,9 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 25,9 g.
Typologie: Develier-Courtételle, type 1a.
Localisation: zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/6601 CO).
10. Soie de couteau. Tôle trapézoïdale. L. 3,6 cm ; l. 1,3 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 3 g.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6642 CO).
11. Lame de couteau allongée et symétrique. Dos droit, courbé en direction de la pointe. Tranchant à extrémité relevée en direction de la pointe et marqué par une usure convexe. Soie courte et étroite détachée de la lame. Décor de deux cannelures sur les deux faces. L. 7,5 cm ; l. 1,6 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 11,3 g.
Typologie: Develier-Courtételle, type 1b.
Localisation: hors zones, empiérement moderne, couche 2.
(CHE 002/6627 CO).
12. Clé. Tige de section rectangulaire, extrémité recourbée, vrillée et légèrement appointée. Tête formée d'une boucle de section ronde aux extrémités soudées à la tige. L. 9,5 cm ; l. 0,7 cm ; ép. 0,5 cm ; p. 102 g.
Localisation: zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6632 CO).
13. Panneton de clé. Plaque rectangulaire, extrémité découpée en deux dents plates. Une dent tordue. L. 2 cm ; l. 1,4 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 4,4 g.
Localisation: zone d'activité de forge, couche 2.
(CHE 002/6661 CO).

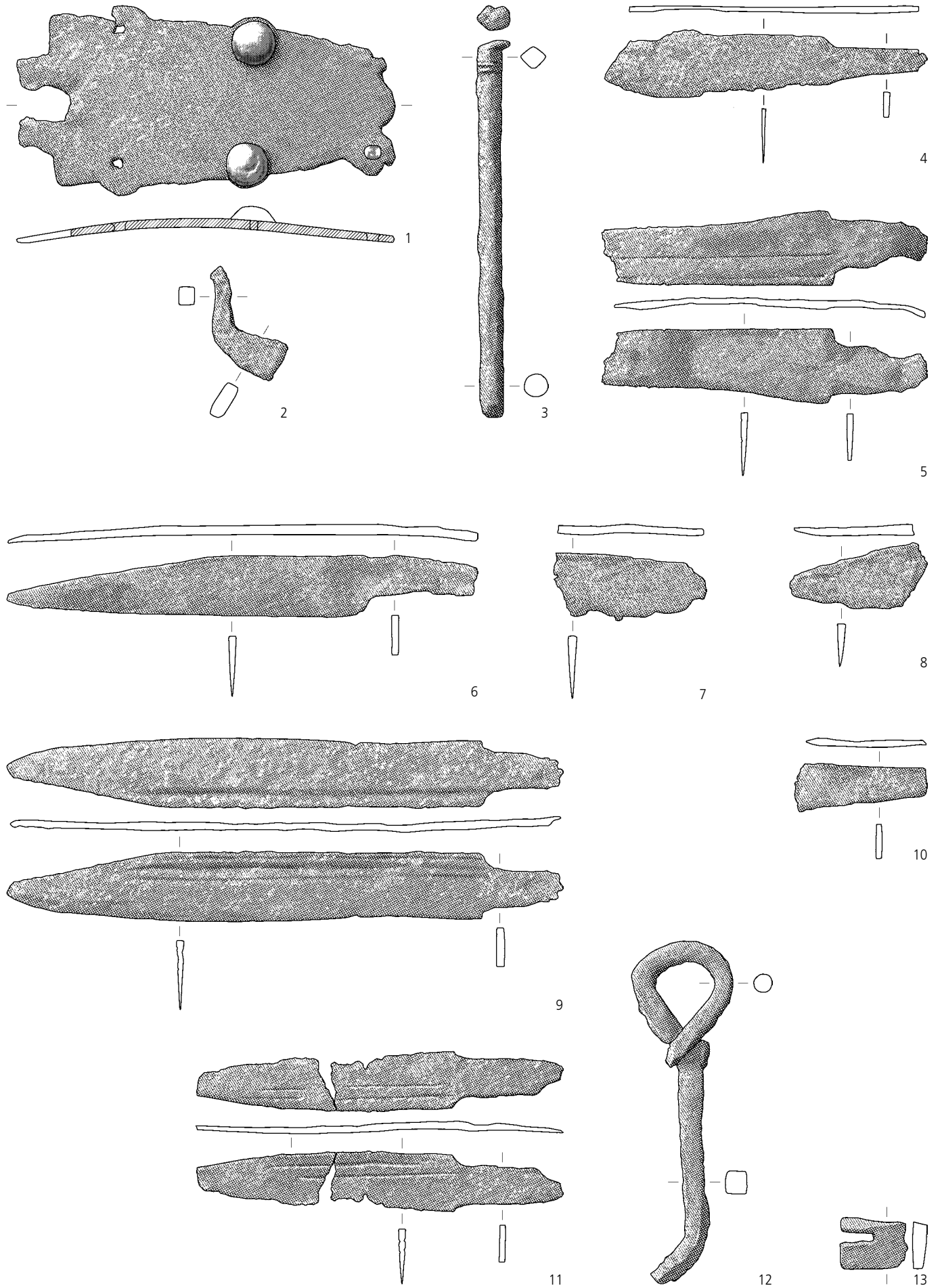


Planche 10 – Chevezey-Lai Coiratte

Les activités agropastorales

1. Sonnaie. Tôle rectangulaire, sommet et bord recourbés. Une patine verdâtre trahit l'existence d'une brasure au cuivre. L. 7,7 cm; l. 2 cm; ép. 0,1 cm; p. 20 g. Localisation : zone du ferrier, couche 2. (CHE 002/6567 CO).
2. Dent de râteau. Tige de section rectangulaire, incurvée et appointée. Tête en forme de carré plat. L. 6,5 cm; l. 0,7 cm; ép. 0,5 cm; p. 5,6 g. Localisation : zone d'activité de forge, couche 2. (CHE 002/6516 CO).

Les activités artisanales

3. Ciseau droit à chaud. Tige droite, de section subarrondie, à deux biseaux, tranchant non conservé. Tête tronconique avec traces d'écrasement. L. 18 cm; l. 0,8 cm; ép. 0,5 cm; p. 91,6 g. Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2. (CHE 002/6617 CO).
4. Ciseau droit? Tige droite, de section carrée, à un biseau, tranchant non conservé. Tête non conservée. L. 3,4 cm; l. 0,8 cm; ép. 0,8 cm; p. 11,3 g. Localisation : zone du ferrier, couche 3a. (CHE 002/6672 CO).
5. Ciselet. Tige droite, de section subarrondie, à deux biseaux, tranchant non conservé. Tête irrégulière avec traces d'écrasement. L. 3,3 cm; d. 0,7 cm; p. 4,6 g. Localisation : zone du ferrier, couche 3a. (CHE 002/6570 CO).
6. Ciselet. Tige droite de section quadrangulaire, à un biseau, tranchant non conservé. Tête non conservée. L. 5,2 cm; l. 0,5 cm; ép. 0,7 cm; p. 13 g. Localisation : zone d'activité de forge, couche 2. (CHE 002/5901 CO).
7. Burin à froid? Barre droite de section rectangulaire, appointée. Traces de martelage sur les faces latérales. Tête portant une barbe due à la découpe de l'objet. L. 4,5 cm; l. 1,2 cm; ép. 0,8 cm; p. 15,3 g. Localisation : zone de la sépulture, couche déblais. (CHE 001/2385 CO).
8. Burin? Tige de section rectangulaire qui s'affine vers l'extrémité non conservée. Tête martelée. L. 4 cm; l. 0,8 cm; ép. 0,4 cm; p. 7,8 g. Localisation : zone du ferrier, couche 2. (CHE 001/2380 CO).
9. Spatule avec emmanchure à soie. Tige de section carrée et aplatie de manière à former une lame triangulaire très allongée à tranchant horizontal. L. 5,3 cm; l. 0,3 cm; ép. 0,3 cm; p. 7,4 g. Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2. (CHE 002/6619 CO).
10. Alène ou perçoir? Tige de section ronde, appointée et courbée. L. 2,1 cm; d. 0,2 cm; p. 0,4 g. Localisation : zone du ferrier, couche 2. (CHE 002/6575 CO).
11. Alène ou perçoir? Tige appointée, légèrement recourbée, de section carrée. L. 3,2 cm; l. 0,2 cm; ép. 0,2 cm; p. 0,5 g. Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a. (CHE 002/6681 CO).
12. Alène ou perçoir. Tige appointée, de section rectangulaire puis ronde. Traces de découpe sur le sommet de la tige. L. 9,8 cm; l. 0,4 cm; ép. 0,3 cm; p. 5,5 g. Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a. (CHE 002/6638 CO).
13. Alène ou perçoir? Tige incurvée et appointée, section carrée au sommet, circulaire à la base. L. 8,8 cm; l. 0,3 cm; ép. 0,3 cm; p. 5,7 g. Localisation : zone de rejet sud-ouest, couche 3a. (CHE 002/6532 CO).
14. Alène ou perçoir. Tige appointée de section rectangulaire, avec élargissement central. Tête en anneau ouvert, de section plate, extrémité repliée en volute, pointe recourbée. L. 1,2 cm; l. 0,6 cm; ép. 0,4 cm; p. 8,8 g. Localisation : zone de rejet nord, fond de cabane/fosse 1, couche r2. (CHE 002/6585 CO).
15. Alène ou perçoir. Tige de section carrée puis ronde, manche rectangulaire. L. 5 cm; l. 0,5 cm; ép. 0,5 cm; p. 3,9 g. Localisation : zone d'activité sud-est, couche 3a. (CHE 002/6509 CO).
16. Outil indéterminé. Partie travaillante de forme rectangulaire à deux biseaux, tranchant non conservé. L. 3,5 cm; l. 1,2 cm; ép. 0,7 cm; p. 12,8 g. Localisation : zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche 3a. (CHE 002/6644 CO).
17. Outil indéterminé Barre de section rectangulaire, affinée en biseau pour amorcer la partie travaillante. L. 3,2 cm; l. 1,1 cm; ép. 1 cm; p. 20 g. Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a. (CHE 002/6659 CO).
18. Outil indéterminé. Barre courbée et tordue, de section ronde, puis semi-circulaire. L. 7 cm; l. 0,7 cm; ép. 0,8 cm; p. 17,5 g. Localisation : zone de rejet sud-ouest, couche 3a. (CHE 002/6534 CO).

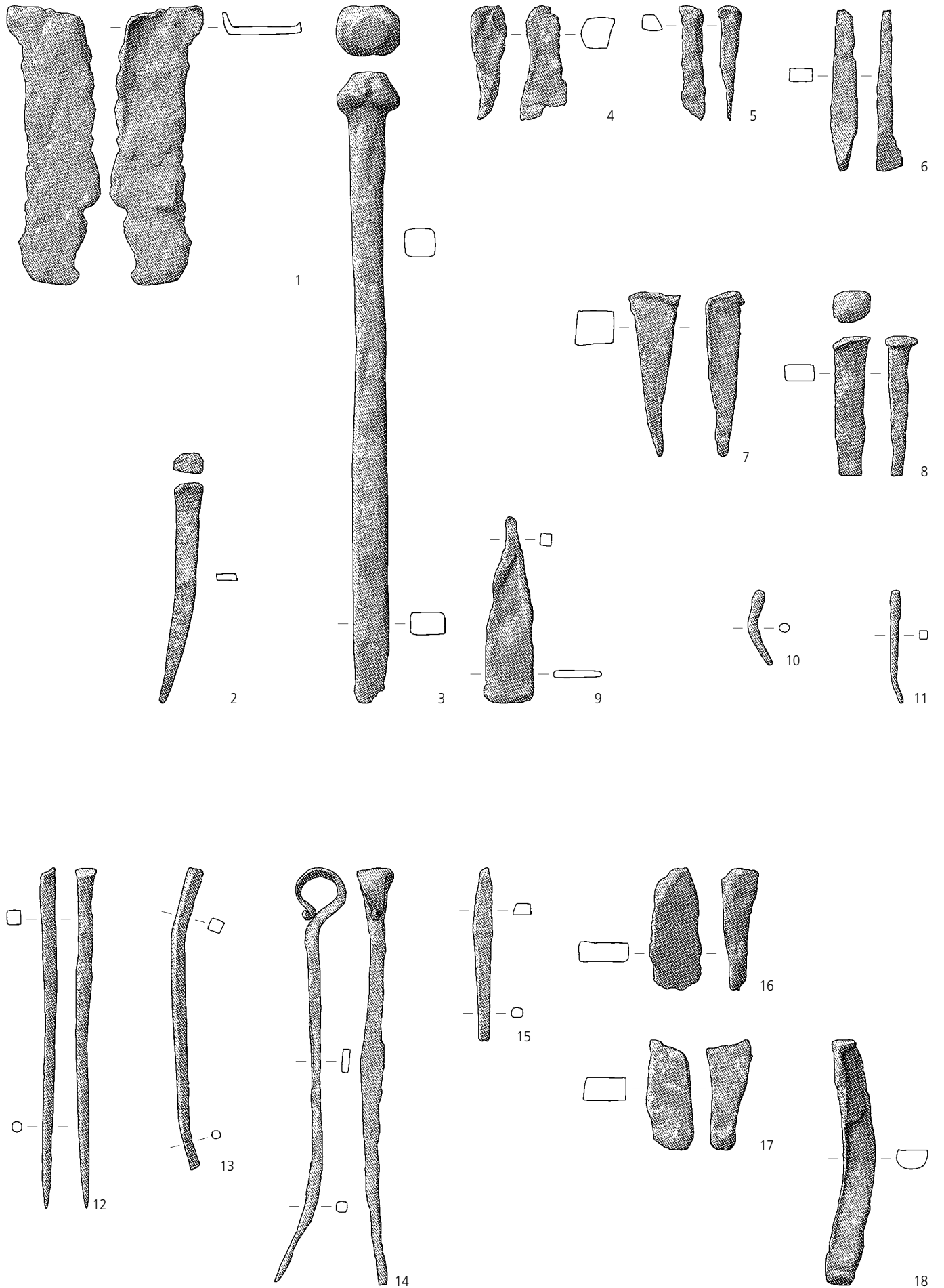


Planche 11 – Chevezey-Lai Coiratte

Les autres objets

1. Clou. Tige appointée, de section ronde et surmontée d'une tête plate en ailes de papillon. L. 2 cm ; d. 0,2 cm ; p. 1,1 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6551 CO).
2. Clou. Tige appointée de section carrée et surmontée d'une tête plate rectangulaire. L. 5,2 cm ; l. 0,4 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 6,4 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 2.
(CHE 002/6519 CO).
3. Clou. Tige appointée de section carrée et surmontée d'une tête ronde, plate et décentrée par rapport à la tige. L. 2,2 cm ; l. 0,4 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 2,4 g.
Localisation : zone de rejet nord, fond de cabane/fosse 1, couche r2.
(CHE 002/6584 CO).
4. Clou. Tige appointée de section rectangulaire. L. 2,3 cm ; l. 0,4 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 1,1 g.
Localisation : hors zones, couche 3.2.
(CHE 002/6500 CO).
5. Clou. Tige appointée de section carrée et surmontée d'une tête plate sub-arrondie. L. 4,5 cm ; l. 0,4 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 2,9 g.
Localisation : hors zones, couche 2.
(CHE 001/2363 CO).
6. Clou. Tige de section rectangulaire appointée, bords chanfreinés. Tête étirée, recourbée et aplatie en forme de palette probablement rectangulaire à l'origine. L. 5,3 cm ; l. 1,1 cm ; ép. 0,3 cm ; p. 8,9 g.
Localisation : hors zones, couche 3.2.
(CHE 001/2361 CO).
7. Crampon de menuiserie. Tige de section rectangulaire aux extrémités appointées et recourbées. L. 6,1 cm ; l. 0,5 cm ; ép. 0,3 cm ; p. 5,6 g.
Localisation : zone de rejet est, couche 3a.
(CHE 001/2371 CO).
8. Ferrure. Tôle de forme quadrangulaire, recourbée et rivetée? L. 6,5 cm ; l. 6 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 25,3 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6589 CO).
9. Ferrure. Tôle de forme indéfinie et munie d'un rivet à tête ronde. Naissance d'une deuxième perforation. L. 8,2 cm ; l. 5 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 25,9 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/6612 CO).
10. Ferrure. Tôle rectangulaire, légèrement courbée, amorce d'une perforation observable sur une extrémité. L. 1,7 cm ; l. 1,8 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 0,8 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/5912 CO).
11. Ferrure. Tôle légèrement courbée, découpée avec base rectiligne et extrémité arrondie en languette. L. 4,8 cm ; l. 2,3 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 10,9 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6549 CO).
12. Ferrure. Tôle quadrangulaire, rivetée en son centre. Possible contre-plaque en fer. Un bord replié à angle droit. L. 3,7 cm ; l. 3 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 12,4 g.
Localisation : zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche 3a.
(CHE 002/6645 CO).
13. Ferrure. Tôle de forme indéfinie, munie d'un rivet de fixation à tête ronde. L. 4,7 cm ; l. 2,9 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 8,8 g.
Localisation : zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche 3a.
(CHE 002/5896 CO).
14. Ferrure. Tôle allongé, courbée et vrillée. Extrémité perforée. L. 5,8 cm ; l. 1 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 6,3 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/6602 CO).
15. Objet indéterminé. Tôle à extrémité arrondie et dos marqué par une protubérance en pointe. L. 5,1 cm ; l. 2,4 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 7,5 g.
Localisation : zone d'activité du bas fourneau, aire de rejet, couche r1.
(CHE 002/6622 CO).
16. Objet indéterminé. Crochet? Tige appointée de section carrée, extrémité élargie et recourbée. d. 2,1 cm ; l. 0,2 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 1,2 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6561 CO).
17. Ferrure. Tôle repliée en T, un rivet de fixation à tête ronde plate. L. 5,5 cm ; l. 1,7 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 16,4 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, couche 2.
(CHE 002/6511 CO).
18. Objet indéterminé. Tôle avec découpe centrale en Z. L. 2,5 cm ; l. 1,4 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 4 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6673 CO).
19. Objet indéterminé. Plaque de tôle en forme de L, pliée en deux et soudée. L. 3,7 cm ; l. 2 cm ; ép. 0,8 cm ; p. 28 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6723 CO).
20. Objet indéterminé. Barre torsadée, de section rectangulaire, repliée en deux. Extrémité recourbée. L. 9,3 cm ; l. 0,6 cm ; ép. 0,5 cm ; p. 26 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6524 CO).
21. Objet indéterminé. Tige torsadée et courbée, de section ronde et irrégulière. L. 4,7 cm ; d. 0,4 cm ; p. 2,9 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, couche 2.
(CHE 002/6624 CO).

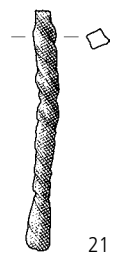
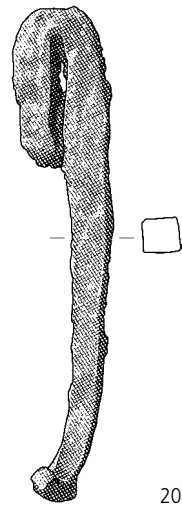
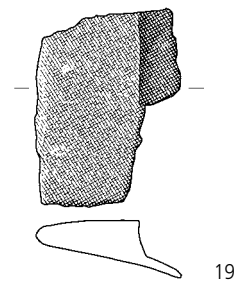
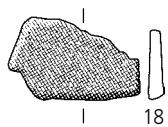
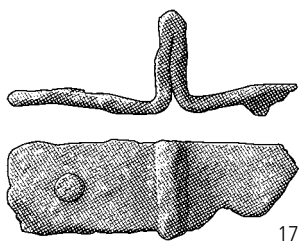
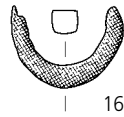
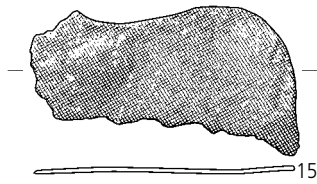
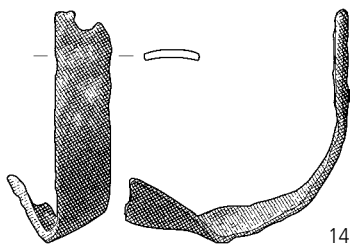
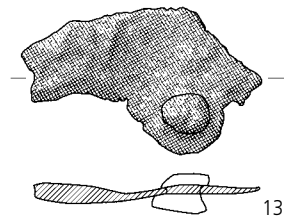
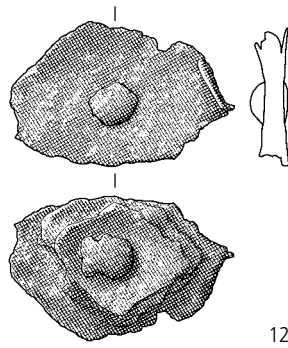
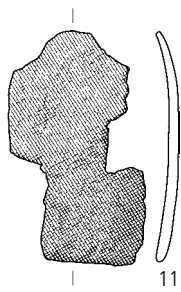
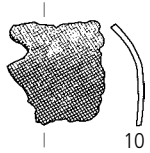
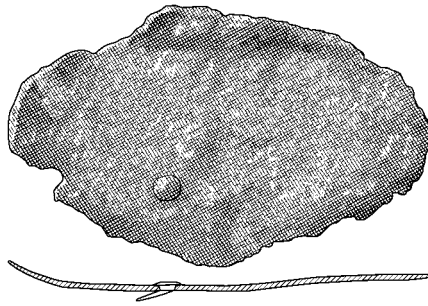
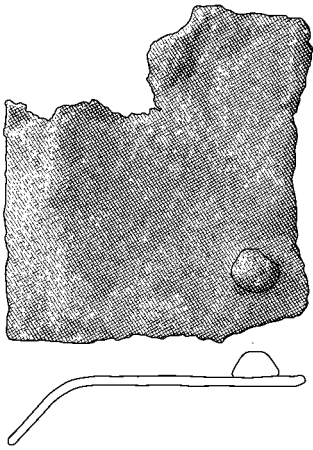
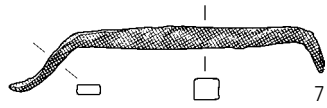
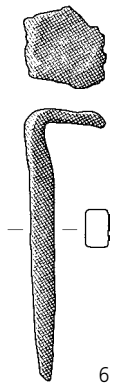
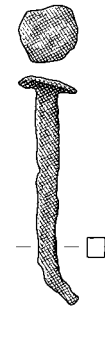
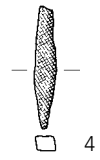
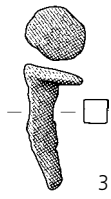
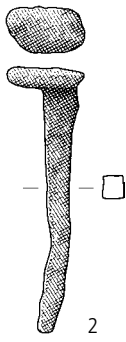
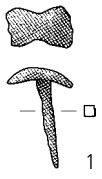


Planche 12 – Chevenez-Lai Coiratte

Les éléments de buffleterie

1. Ferret. Plaque à bords rectilignes, base droite et extrémité distale arrondie, fixée dans sa partie supérieure par deux rivets à tête hémisphérique, gouttière d'insertion de la lanière de cuir bien marquée au dos de la pièce. Décor de spirales damasquinées bichromes (laiton et argent). Champ d'ornementation délimité par un fil d'argent bordant la pièce. L. 2,4 cm ; l. 1,7 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 6,7 g.
Datation : deuxième tiers 7^e siècle.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6560 CO).
2. Ferret. Tôle perforée, de forme triangulaire, extrémité recourbée en forme de volute. L. 5 cm ; l. 3,3 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 17,4 g.
Datation : 7^e siècle.
Localisation : zone d'activité de forge, bas foyer 2/aire de forge 1, couche 3a.
(CHE 002/6647 CO).
3. Ferret. Plaque à bords rectilignes et chanfreinés, base droite à deux perforations, extrémité distale arrondie. Brasure au laiton. L. 3,5 cm ; l. 2,3 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 11,2 g.
Datation : milieu 7^e siècle.
Localisation : zone d'activité sud-est, fond de cabane 2, couche r2.
(CHE 002/6603 CO).
4. Passant. Tôle triangulaire, deux coins repliés sur le dos de la pièce à la manière d'un portefeuille. L. 1,5 cm ; l. 1,4 cm ; ép. 0,2 cm ; p. 2 g.
Localisation : zone d'activité de forge, couche 3a.
(CHE 002/6634 CO).
5. Rivet. Tige de section circulaire, surmontée d'une tête ronde hémisphérique creuse. L. 1,5 cm ; d. 0,2 cm ; d. tête 0,8 cm ; p. 0,4 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 2.
(CHE 001/2379 CO).
6. Rivet. Languette de section rectangulaire, surmontée d'une tête facettée. Languette de fixation décentrée par rapport à la tête, extrémité cassée. L. 2,4 cm ; l. 0,5 cm ; ép. 0,3 cm ; p. 4,1 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 3a.
(CHE 002/6544 CO).
7. Rivet. Languette de section rectangulaire, surmontée d'une tête plate quadrangulaire. L. 2,2 cm ; l. 0,5 cm ; ép. 0,4 cm ; p. 4,9 g.
Localisation : zone de rejet sud-ouest, couche 2.
(CHE 002/5910 CO).
8. Rivet. Tige de section carrée, surmontée d'une tête rectangulaire plate. L. 0,7 cm ; l. 0,2 cm ; p. 0,7 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, couche 2.
(CHE 001/2377 CO).
9. Rivet. Tige appointée de section ronde et surmontée d'une tête ronde et plate. L. 1,7 cm ; d. 0,3 cm ; p. 1,6 g.
Localisation : zone d'activité sud-est, couche 3a.
(CHE 002/5898 CO).
10. Ardillon. Tige de section ronde, légèrement courbée. Bouclier non observable. L. 1,7 cm ; d. 0,2 cm ; p. 0,6 g.
Localisation : zone du ferrier, couche 2.
(CHE 002/6573 CO).

L'armement

11. Umbo de bouclier. Tôle recourbée en forme de calotte, apex court, bouton absent. d. 4,2 cm ; ép. 0,1 cm ; p. 16,5 g.
Datation : fin 6^e - début 7^e siècle (Schretzheim, phase 4 : 590/600-620/630).
Localisation : zone de rejet nord, fond de cabane/fosse 1, couche 3a.
(CHE 002/6580 CO).

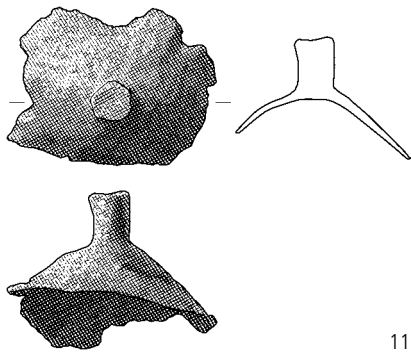
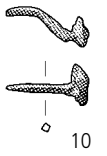
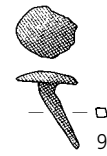
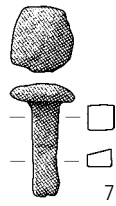
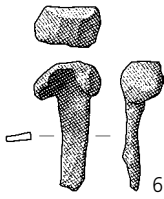
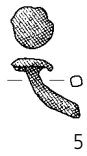
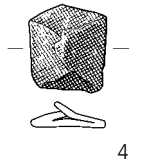
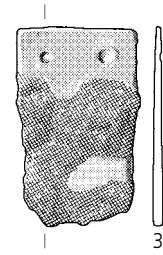
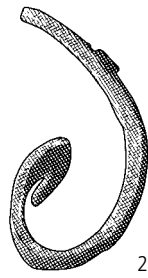
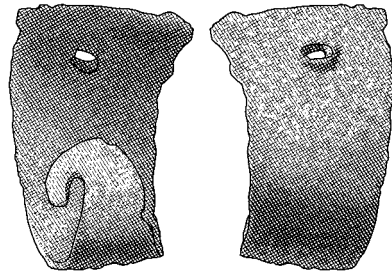
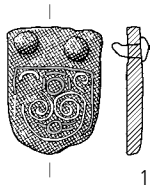


Planche 13 – Chevezey - Combe En Vaillard

Haut Moyen Age

1. Récipient (-). Base plate. Pâte 1a fine beige fumigée à cœur rose. Fentes de dessiccation. d. base 11 cm.
Datation : 6^e ou première moitié 7^e siècle.
Localisation : couche B3.1.
(CHE 998/515 EV; ind. 126).
2. Gobelet. Base annulaire. Pâte 1c grise fumigée. d. base 4,5 cm.
Datation : premier tiers 6^e-deuxième tiers 7^e siècle.
Localisation : base couche E2.2.
(CHE 999/433 EV; ind. 435).
3. Récipient (-). Base plate. Pâte 3a fine orange à cœur gris. d. base 16 cm.
Datation : 6^e-7^e siècle.
Localisation : couche D2.2.
(CHE 998/251 EV; ind. 285).
4. Pot (P1a). Bord. Pâte 3c orange à inclusions grossières. Bord noirci au feu. d. ouverture 14,5 cm.
Datation : milieu 5^e-7^e siècle.
Localisation : base couche E2.2.
(CHE 999/431 EV; ind. 203).
5. Pot (P1c). Bord. Pâte 3c orange à cœur gris clair à inclusions grossières. d. ouverture 20 cm.
Datation : 6^e-7^e siècle.
Localisation : couche C2.2.
(CHE 999/335 EV; ind. 371).
6. Cruche (-). Panse et col. Pâte 3c orange à inclusions grossières. Décor de cannelures horizontales. Départ inférieur de l'anse en ruban. d. max. panse 15 cm.
Datation : seconde moitié 6^e ou début 7^e siècle.
Localisation : couche D2.
(CHE 998/505 EV; ind. 284).
7. Récipient (-). Panse. Pâte 3c orange à inclusions grossières. Décor de carrés juxtaposés sur deux lignes par impression à la molette.
Datation : milieu 6^e-7^e siècle.
Localisation : base couche E2.2.
(CHE 999/920 EV; ind. 410).
8. Pot (P1g). Bord. Pâte 3c1 type Sevrey. Passage au feu et caramel carbonisé sous le bord. d. ouverture 13 cm.
Datation : 5^e-début 7^e siècle.
Localisation : transition couches B2.2/3.1.
(CHE 999/953 EV; ind. 411).
9. Pot (P1g). Bord. Pâte 3c1 type Sevrey. Passage au feu et caramel sous le bord. d. ouverture ~15 cm.
Datation : 5^e-début 7^e siècle.
Localisation : hors contexte (remblais).
(CHE 998/53 EV; ind. 279).
10. Gobelet tronconique (?). Pâte 3c2. Base circulaire plate. Paroi externe noircie par le feu. d. base 7 cm.
Datation : 6^e-7^e siècle.
Localisation : couche C3.1 caillouteuse.
(CHE 999/347 EV; ind. 406).
11. Pot (-). Panse. Pâte 3g. Décor de rectangles verticaux juxtaposés sur deux lignes par impression à la molette.
Datation : 6^e-7^e siècle.
Localisation : base couche E2.2.
(CHE 999/468 EV; ind. 230).
12. Pot (P3f). Bord. Pâte 3h. Caramel sur la paroi externe et dans la cassure. d. ouverture 15 cm.
Datation : 6^e ou première moitié 7^e siècle.
Localisation : chemin NO/SE, r2.
(CHE 999/898 EV; ind. 390).
13. Pot (P2b). Bord. Pâte 3h. d. ouverture ~14 cm.
Datation : 7^e siècle.
Localisation : hors contexte (déblais).
(CHE 999/2933 EV; ind. 442).
14. Pot (P1g). Bord. Pâte 3h. Lèvre noircie. d. ouverture 15 cm.
Datation : 5^e-7^e siècle.
Localisation : couche D2.2.
(CHE 998/45 EV; ind. 278).
15. Récipient (-). Base circulaire plate. Pâte 3h grise. Décollement à la ficelle sur girelle en rotation. d. base 9,5 cm.
Datation : 6^e-7^e siècle.
Localisation : trou de poteau 4, r1.
(CHE 999/348 EV; ind. 281).
16. Pot (Ps2f). Bord. Pâte sableuse 4 brune. Erosion forte. d. ouverture 11 cm.
Datation : milieu 7^e-milieu 8^e siècle.
Localisation : couche D2.2.
(CHE 999/842 EV; ind. 346).
17. Récipient globulaire (-). Panse. Pâte sableuse 4 gris-beige. Décor de carrés juxtaposés sur une ligne imprimés à la molette.
Datation : après le premier quart 7^e siècle.
Localisation : base couche E2.2.
(CHE 998/77 EV; ind. 360).
18. Récipient (-). Panse. Pâte micacée mixte 7. Décor de cannelures horizontales.
Datation : 630/650 et 690/700.
Localisation : C3.1 caillouteuse.
(CHE 999/346 EV; ind. 345).

Bas Moyen Age

19. Pot (?). Partie supérieure de la panse. Décor de cordon horizontal. Pâte superficiellement orange clair à inclusions grossières et cœur noir.
Datation : Bas Moyen Age.
Localisation : couche D2.1.
(CHE 999/873 EV; ind. 416).
20. Pot (-). Bord. Pâte sableuse fine brun foncé.
Datation : seconde moitié 13^e siècle.
Localisation : sommet couche E2.2.
(CHE 999/357 EV; ind. 147).
21. Récipient (-). Bord. Pâte fine à inclusions grossières gris foncé à cœur gris clair.
Datation : seconde moitié 14^e-milieu 15^e siècle.
Localisation : sommet couche C2.2.
(CHE 999/338 EV; ind. 111).
22. Pot tripode. Bord, panse, piètement. Décor de cannelures à mi-panse. Pâte gris clair superficiellement gris foncé bien cuite.
Datation : fin 13^e siècle-1500.
Localisation : couche D2.2.
(CHE 999/216 EV; ind. 38).

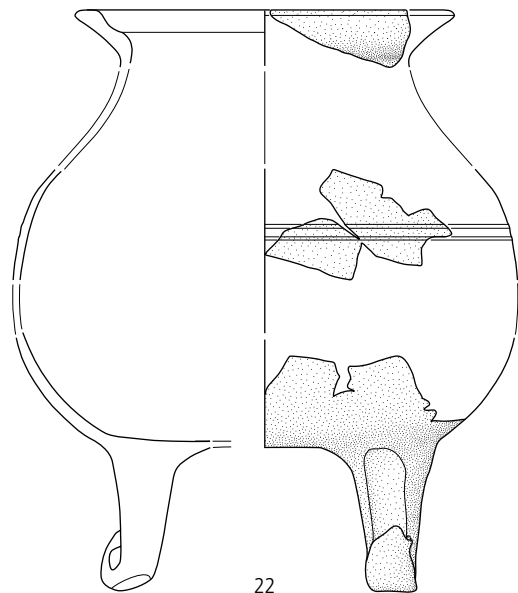
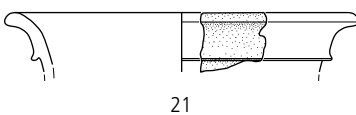
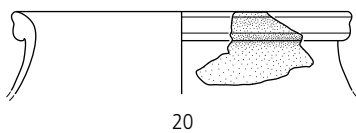
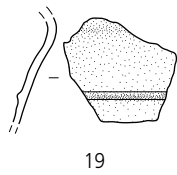
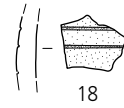
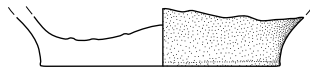
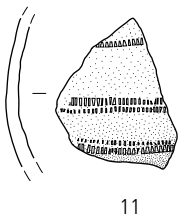
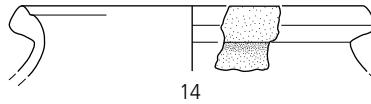
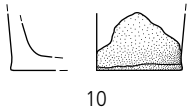
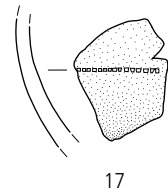
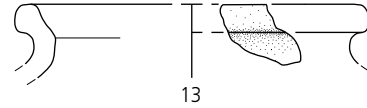
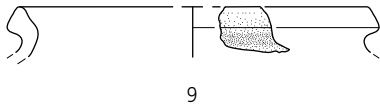
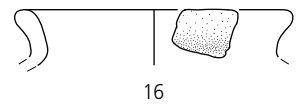
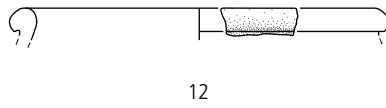
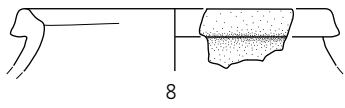
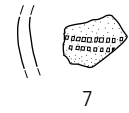
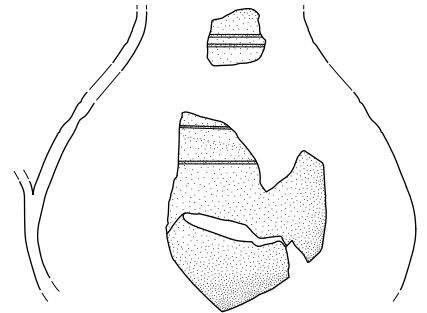
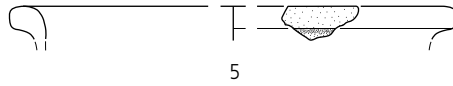
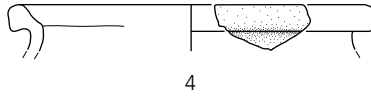
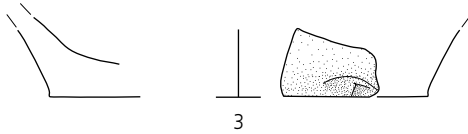
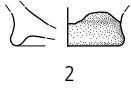
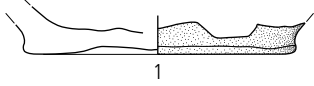


Planche 14 – Chevenez - Combe En Vaillard

Pierre ollaire

1. Marmite. Sous-groupe g1. d. 22 cm.
Localisation : couche D2.2.
(CHE 998 / 522 EV).
2. Marmite. Sous-groupe g1. d. 25 cm.
Localisation : hors contexte (remblais).
(CHE 999 / 764 EV).
3. Marmite. Sous-groupe g3. Paroi externe noircie par le feu. d. 14 cm.
Localisation : base couche E2.2.
(CHE 999 / 289 EV).

Vaisselle en verre

4. Gobelet. Type Feyeux T.57. Fragment de lèvre. Verre bleu-vert avec bulles.
Datation : 7^e-8^e siècle.
Localisation : chenal, couche C2.
(CHE 999 / 231 EV).
5. Bol apode. Type Feyeux T.60. Bandeau lacunaire dont ne subsiste que l'ourlet. Va en s'épaississant légèrement. Verre bleu pâle avec bulles.
Datation : 7^e-8^e siècle.
Localisation : chenal, couche C3.1.
(CHE 999 / 232 EV).
6. Bol apode. Type Feyeux T.60. Bandeau auquel manque l'ourlet. Verre bleu à bulles.
Datation : 7^e-8^e siècle.
Localisation : chemin NO/SE, r1.
(CHE 999 / 229 EV).
7. Gobelet. Lèvre ourlée, légèrement déformée (action du feu?). Verre de couleur verte, nombreuses bulles.
Datation : fin 5^e siècle.
Localisation : chenal, couche C2.
(CHE 999 / 233 EV).
8. Coupe. Type Isings 115. Pied annulaire avec fond repoussé conique et départ de panse. Verre bleu-gris avec bulles.
Datation : première moitié 5^e siècle (Foy 1995, forme 9, p. 225, pl. 7.40).
Localisation : à proximité du bâtiment A, couche C2.1.
(CHE 999 / 687 EV).
9. Phiale à côte? Type A.r2. Fragment brûlé de lèvre avec départ de panse. Verre millefiori?
Datation : Haut Empire.
Localisation : chenal, couche D2.2.
(CHE 999 / 230 EV).
10. Coupe à côtes. Sans doute dérivée du type Isings 115. Deux fragments de côte qui appartiennent vraisemblablement au même récipient. Verre de couleur ambrée.
Datation : 5^e siècle (Foy 1995, p. 225, pl. 7.39).
Localisation : sommet couche E2.2 ou D2.1.
(CHE 999 / 228 EV et CHE 999 / 780 EV).

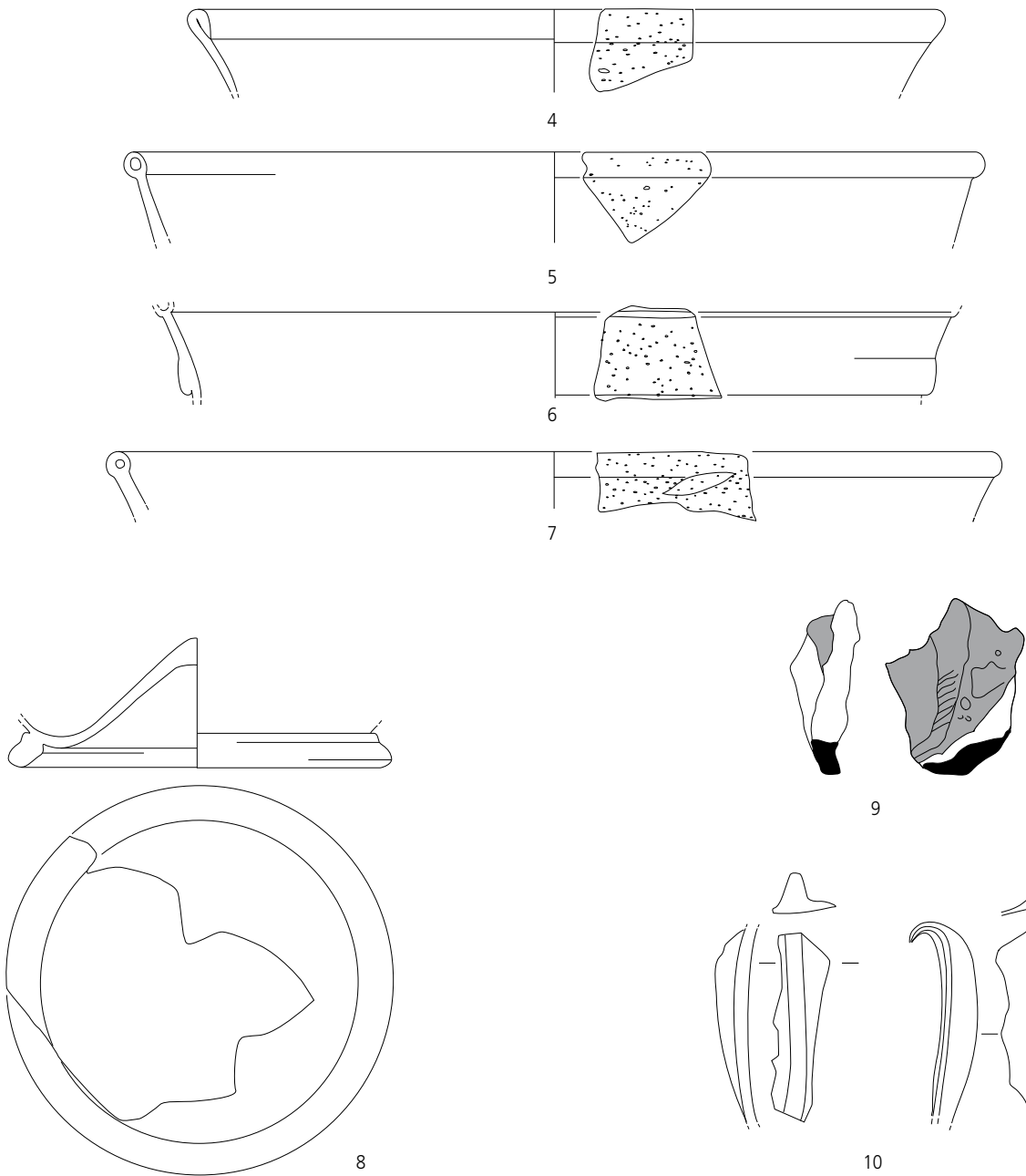
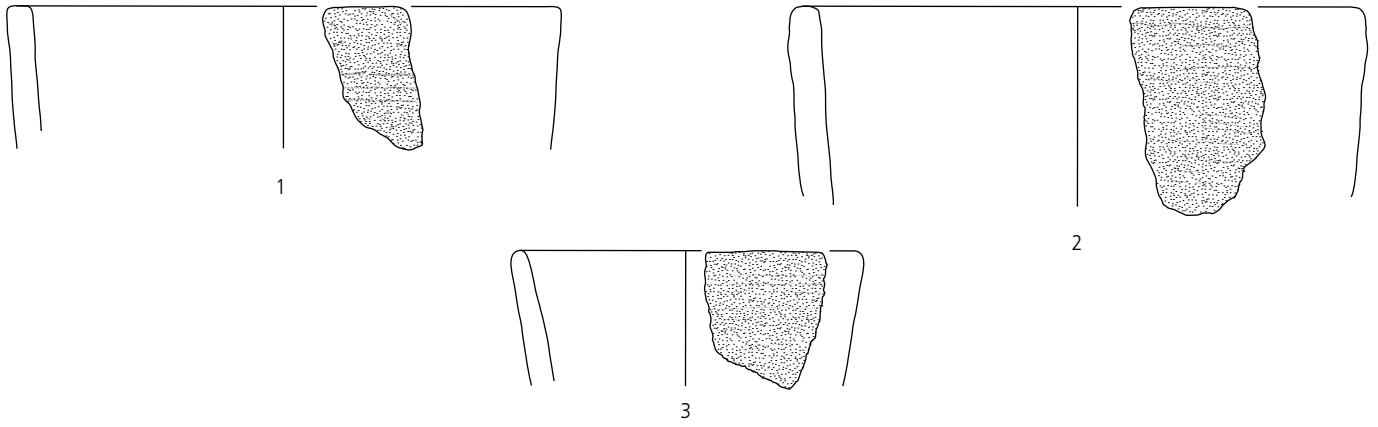


Planche 15 – Chevezey - En Vaillard

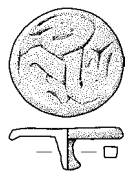
Haut Moyen Age

1. Rivet de fourreau de scramasaxe. Tête circulaire plate à une tige de fixation. Décor incisé, style animalier représentant un entrelacs de trois monstres à gueule ouverte. d. 2,1 cm; p. 2,7 g.
Matière: bronze.
Datation: deuxième tiers 7^e siècle.
Parallèles: Develier-Courtételle (Friedli 2007, p. 126, fig. 181.3); Doubs (Guillaume et Peytremann (dir.) 2008, p. 365, tombe 373); Elgg (Windler 1994, p. 41, fig. 57, pl. 33, tombe 81).
Localisation: couche D3.1 perturbée.
(CHE 999/2603 EV).
2. Crampon de menuiserie. Tige quadrangulaire en U. L. 4,7 cm; p. 6 g.
Matière: fer.
Localisation: à proximité du chemin NO/SE, base couche E2.
(CHE 999/3125 EV).
3. Alène. Tige de section carrée et de profil bipyramidal. Les deux extrémités sont effilées. L. 6,1 cm; p. 3,1 g.
Matière: fer.
Datation: 6^e-8^e siècle.
Parallèle: Develier-Courtételle (Friedli 2007, p. 82, fig. 112.13-22).
Localisation: amas P2, couche r1.
(CHE 999/2611 EV).

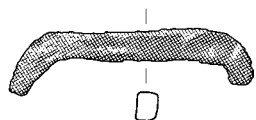
Bas Moyen Age

4. Carreau d'arbalète. L. 4,3 cm; l. 1 cm; ép. 0,6 cm; p. 6,8 g.
Matière: fer.
Datation: 13^e siècle.
Parallèles: Sissach (Müller 1980, p. 54.F4,F6-F7); Soleure (Meyer 1989, p. 154.G43); Rougemont - Le Château (Walter 1993, p. 132, n° 81.6).
Localisation: couche D2.1.
(CHE 999/2653 EV).

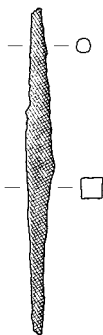
5. Clé. Tige pleine de section carrée, panneton plat formant un crochet à angle droit, anneau de forme losangique avec un vide circulaire. L. 5,6 cm; p. 10,5 g.
Matière: fer.
Datation: 11^e siècle.
Parallèles: Wenslingen (Tauber 1991, p. 95, n° 507); Charavines (Colardelle et Verdel 1993, p. 206, fig. 142.20).
Localisation: couche D2.2.
(CHE 999/2651 EV).
6. Applique. Plaquette aux bords festonnés percée de quatre trous. Une extrémité manque. L. 2,6 cm; l. 1,5 cm; ép. 0,2 cm; p. 3,5 g.
Matière: fer.
Localisation: couche C3.1.
(CHE 999/2307 EV).
7. Ferrure. Tôle repliée, formant une charnière au niveau du repli. Deux rivets de fixation sont encore en place. L. 1,9 cm; p. 1,3 g.
Matière: fer.
Localisation: couche D2.2 charbonneuse.
(CHE 999/2341 EV).
8. Sonnette. Forme droite à ouverture circulaire. L'anneau est plat, le battant encore en place. Les surfaces internes et externes ainsi que l'anneau sont recouverts d'un placage cuivreux. L. 9,3 cm; d. ouverture 4,8 cm; p. 105,6 g.
Matière: fer.
Datation: 14^e siècle.
Parallèles: Rougiers (Démians d'Archimbaud 1980, p. 455).
Localisation: hors contexte.
(CHE 999/2612 EV).



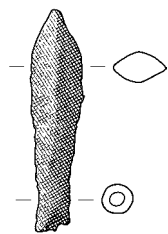
1



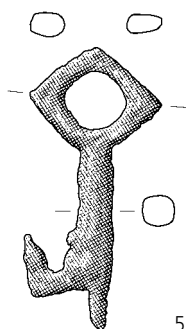
2



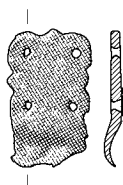
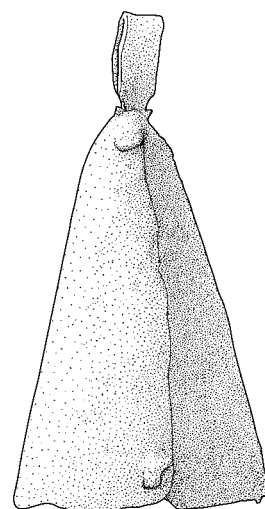
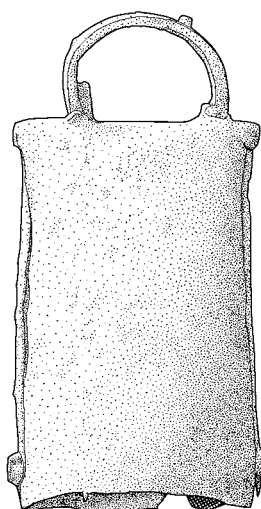
3



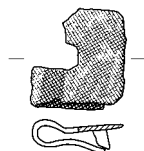
4



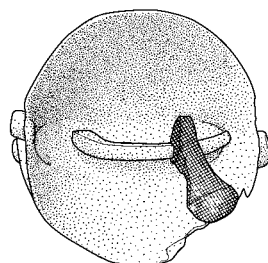
5



6



7



8

Crédit iconographique

Couverture

Conception : Line Petignat Häni
Réalisation : Simon Maître

Dessins du mobilier céramique, lithique et en verre

Line Petignat Häni

Dessin du mobilier métallique

Tayfun Yilmaz

Infographie

Simon Maître

Tableaux, cartes, plans et coupes

Conception : les auteurs
Réalisation : Yves Maître, Marie-Claude Maître-Farine, Simon Maître et Christian Meyer

Photographies

Bernard Migy, Gisela Thierrin-Michael, Marianne Senn et Laboratoire de restauration du Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan (F-67600 Sélestat)

Dépôt du mobilier et de la documentation

Section d'archéologie et paléontologie de l'Office de la culture, Porrentruy

© OCC-SAP: Office de la culture
Section d'archéologie et paléontologie
Porrentruy

Adresse de contact

Office de la culture
Section d'archéologie et paléontologie
Hôtel des Halles
Rue Pierre-Péquignat 9
Case postale 64
CH-2900 Porrentruy 2
sap@jura.ch

Emmanuelle Evéquo – emmanuelle.evequo@bluewin.ch
Ludwig Eschenlohr – ludwig.eschenlohr@bluewin.ch
Carine Deslex – carine.deslex@bluewin.ch
Mustapha Elyaqtime – mustapha.elyaqtime@gmail.com
Cécile Bélet-Gonda – cecile.belet-gonda@jura.ch

Philippe Amiot – amiot.philippe@wanadoo.fr
Denis Aubry – francoiseetdenis@bluewin.ch
Ursule Babey – ursule.babey@bluewin.ch
Françoise Bouchet – francoise.bouchet@univ-reims.fr
Luc Braillard – luc.braillard@unifr.ch
Jean Detrey – jean.detrey@jura.ch
Vincent Friedli – vincent.friedli@jura.ch
Barbara Guénette-Beck – barbara.guennette@gmail.com
Dominique Hecker – dominique.hecker@ceff.ch
Ian Hedley – ian.hedley@bluewin.ch
Christine Keyser – ckeyser@unistra.fr
Christiane Kramar – christiane.kramar@wanadoo.fr
Matthieu Le Bailly – matthieu.lebailly@univ-fcomte.fr
Jean-Pierre Mazimann – jpmazimann@neuf.fr
Olivier Putelat – olivier.putelat@pair-archeologie.fr
Sébastien Saltel – sebastien.saltel@bluewin.ch
Marianne Senn – marianne.senn@empa.ch
Gisela Thierrin-Michael – gisela.thierrin-michael@unifr.ch

Volumes déjà parus dans la collection des Cahiers d'archéologie jurassienne

- CAJ 1 Paccolat Olivier et al. *L'établissement gallo-romain de Boécourt, les Montoyes (JU, Suisse)*. 1991, 156 p., 99 fig., 14 pl. (Epuisé).
- CAJ 2 Pousaz Nicole et al. *Labri-sous-roche mésolithique des Gripons à Saint-Ursanne (JU, Suisse)*. 1991, 176 p., 126 fig., 12 pl.
- CAJ 3 Eschenlohr Ludwig et Serneels Vincent. *Les bas fourneaux mérovingiens de Boécourt, les Boulies (JU, Suisse)*. 1991, 144 p., 86 fig., 23 tab., 10 pl. (Epuisé).
- CAJ 4 Guélat Michel, Rachoud-Schneider Anne-Marie, Eschenlohr Ludwig et Paupe Patrick. *Archives palustres et vestiges de l'Age du Bronze entre Glovelier et Boécourt (JU, Suisse)*. 1993, 184 p., 118 fig., 22 pl., 4 dépliants hors texte.
- CAJ 5 Pousaz Nicole, Taillard Pascal, Schenardi Maruska et al. *Sites protohistoriques à Courfaivre et Age du Bronze dans le Jura (Suisse)*. 1994, 184 p., 77 fig., 25 pl.
- CAJ 6 Stékoffer Sarah. *La crosse mérovingienne de saint Germain, premier abbé de Moutier-Grandval (Suisse)*. 1996, 184 p., 149 fig.
- CAJ 7 Othenin-Girard Blaise et al. *Le Campaniforme d'Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. 1997, 208 p., 114 fig., 25 pl.
- CAJ 8 Demarez Jean-Daniel, Othenin-Girard Blaise et al. *Une chaussée romaine avec relais entre Alle et Porrentruy (Jura, Suisse)*. 1999, 256 p., 155 fig., 29 pl.
- CAJ 9 Stahl Gretsche Laurence-Isaline, Detrey Jean et al. *Le site moustérien d'Alle, Pré Monsieur (Jura, Suisse)*. 1999, 312 p., 155 fig., 53 pl.
- CAJ 10 Aubry Denis, Guélat Michel, Detrey Jean, Othenin-Girard Blaise et al. *Dernier cycle glaciaire et occupations paléolithiques à Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. 2000, 176 p., 104 fig.
- CAJ 11 Masserey Catherine et al. *Un habitat de La Tène ancienne à Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. 2008, 348 p., 245 fig., 40 pl.
- CAJ 12 Demarez Jean-Daniel. *Répertoire archéologique du canton du Jura; du I^{er} siècle avant J.-C. au VII^e siècle après J.-C.* 2001, 136 p., 100 fig.
- CAJ 13 Federici-Schenardi Maruska, Fellner Robert et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 1. Structures et matériaux de construction*. 2004, 340 p., 301 fig.
- CAJ 14 Eschenlohr Ludwig, Friedli Vincent, Robert-Charrie Linder Céline, Senn Marianne et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 2. Métallurgie du fer et mobilier métallique*. 2007, 356 p., 259 fig., 24 pl., catalogue illustré.
- CAJ 15 Marti Reto, Thierrin-Michael Gisela, Paratte Rana Marie-Hélène, Fellner Robert, Friedli Vincent, Mazimann Jean-Pierre, Basset Sandrine et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 3. Céramiques et autres objets en pierre, verre, os, bois ou terre cuite*. 2006, 340 p., 164 fig., 74 pl., 2 pl. couleur.
- CAJ 16 Guélat Michel, Brombacher Christoph, Olive Claude, Wick Lucia et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 4. Environnement et exploitation du terroir*. 2008, 224 p., 190 fig., 5 pl., 1 dépliant.
- CAJ 17 Fellner Robert, Federici-Schenardi Maruska et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 5. Analyse spatiale, approche historique et synthèse. Vestiges gallo-romains*. 2007, 188 p., 107 fig., 6 pl., 1 dépliant.
- CAJ 18 Babey Ursule. *Produits céramiques modernes. Ensemble de Porrentruy, Grand'Fin*. 2003, 280 p., 105 fig., 54 pl.
- CAJ 19 Saltel Sébastien, Detrey Jean, Affolter Jehanne, Aubry Denis et Montavon Anne. *Le Mésolithique d'Ajoie. Les sites de Bure, Montbion et de Porrentruy, Hôtel-Dieu*. 2008, 188 p., 124 fig., 22 pl.
- CAJ 20 Bélet-Gonda Cécile, Mazimann Jean-Pierre, Richard Annick, Schifferdecker François (dir.). *Premières journées archéologiques frontalières de l'Arc jurassien. Actes. Delle (F) - Boncourt (CH), 21-22 octobre 2005. Mandeuve, sa campagne et ses relations d'Avenches à Luxeuil et d'Augst à Besançon. Actualités archéologiques régionales*. Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté et Porrentruy, Office de la culture et Société jurassienne d'Emulation, 2007, 328 p., ill. (Annales Littéraires de l'Université de Franche-Comté, série Environnement, sociétés et archéologie 10; Cahier d'archéologie jurassienne 20).
- CAJ 22 Pousaz Nicole, Guélat Michel, Frei Paroz Laurence, Piuze Loubier Valérie et al. *Delémont-En La Pran (Jura, Suisse) 1. Environnement alluvial et premières installations humaines entre Mésolithique récent et âge du Bronze*. 2009, 256 p., 192 fig., 31 pl., 1 dépliant.
- CAJ 25 Frei Paroz Laurence, Gaume Iann et al. *Delémont-En La Pran (Jura, Suisse) 4. Occupations des Premier et Second âges du Fer dans le bassin de Delémont*. 2012, 216 p., 153 fig., 27 pl., 8 pl. couleur, 1 dépliant.
- CAJ 26 Deslex Carine, Evéquois Emmanuelle, Bélet-Gonda Cécile, Saltel Sébastien et al. *Occupations protohistoriques à Chevenez: de l'âge du Bronze à la fin de l'âge du Fer*. 2010, 260 p., 180 fig., 29 pl., 2 pl. couleur, 2 cartes.
- CAJ 28 Demarez Jean-Daniel, Othenin-Girard Blaise et al. *Etablissements ruraux de La Tène et de l'Epoque romaine à Alle et à Porrentruy (Jura, Suisse)*. 2010, 432 p., 364 fig., 1 dépliant.
- CAJ 29 Othenin-Girard Blaise, Elyaqine Mustapha, Gaume Iann et al. *Nécropole à incinérations du Bronze récent à Alle-Les Aiges (Jura, Suisse)*. 2012, 192 p., 133 fig.
- CAJ 30 Demarez Jean-Daniel, Guélat Michel, Borgeaud Pierre-Alain et al. *Voie romaine, structures artisanales et travail du fer du I^{er} au IV^e siècle à Courrendlin (Jura, Suisse). Avec de nouvelles données sur l'environnement alluvial dans le Jura*. 2011, 168 p., 123 fig., 22 pl.
- CAJ 31 Wey Othmar et al. *Occupations protohistoriques au sud de Delémont: de l'âge du Bronze final au Second âge du Fer*. 2011, 272 p., 165 fig., 45 pl.
- CAJ 32 Bossert Martin, Demarez Jean-Daniel, Putelat Olivier, Braillard Luc et al. *Le mausolée gallo-romain de La Communance à Delémont. Etudes géologique, archéologique et archéozoologique – La sculpture figurée*. 2011, 200 p., 89 fig., 48 pl.

Tous ces ouvrages peuvent être commandés auprès de la Société jurassienne d'Emulation, Rue du Gravier 8, CH-2900 Porrentruy 2. Tél. 032 466 92 57, Fax 032 466 92 04, sje@bluewin.ch, www.sje.ch

Achévé d'imprimer en décembre 2012
sur les presses de l'imprimerie Le Franc-Montagnard SA,
à Saignelégier.