

La production de chaux en Ajoie de l'Époque romaine au XIX^e siècle

Jean-Daniel Demarez



Avec des contributions de
Pierre-Alain Borgeaud
Jean-Paul Prongué
Denis Aubry
Thierry Adatte
Ursule Babey
Christoph Brombacher
Iann Gaume
Jean-Pierre Hurni
Christian Orcel
Gaëtan Rauber
Angela Schlumbaum
Jean Tercier



La production de chaux en Ajoie (Jura, Suisse) de l'Époque romaine au XIX^e siècle

Recherches d'archéologie et d'histoire

Jean-Daniel Demarez

Avec des contributions de

Pierre-Alain Borgeaud

Jean-Paul Prongué

Denis Aubry

Thierry Adatte

Ursule Babey

Christoph Brombacher

Iann Gaume

Jean-Pierre Hurni

Christian Orcel

Gaëtan Rauber

Angela Schlumbaum

Jean Tercier

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, Marie-Claude Maître-Farine 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

Demarez Jean-Daniel et al. *La production de chaux en Ajoie (Jura, Suisse) de l'Epoque romaine au XIX^e siècle. Recherches d'archéologie et d'histoire.* Office de la culture et Société jurassienne d'Emulation, Porrentruy, 2014, 152 p., 150 fig. (Cahier d'archéologie jurassienne 34).

Publié avec le concours du

Département de la Formation,
de la Culture et des Sports

Département de l'Environnement
et de l'Equipement de la
République et Canton du Jura

ISBN 978-2-88436-035-7
ISSN 1422-5190

© 2014
Office de la culture et
Société jurassienne d'Emulation
CH-2900 Porrentruy

Illustrations de la couverture : vues des fours F1, F2, F3 et F4 de Boncourt - Grand'Combes
et de celui de Courtedoux - Tchâfoué. Fond de couverture : vue macroscopique d'un bloc
de chaux.

Table des matières

1	Introduction	7
	<i>Jean-Daniel Demarez</i>	
1.1	Situation des sites	7
1.2	Historique des travaux	7
1.2.1	Introduction	7
1.2.2	Interventions de terrain et localisation des sites	8
1.2.2.1	Boncourt-Grand'Combes et Combe Feuillerée	8
1.2.2.2	Bressaucourt-Au Fond d'Echaux	10
1.2.2.3	Bure-Les Pertchattes	10
1.2.2.4	Chevèze-Combe Ronde	10
1.2.2.5	Courtedoux-Bois de Montaigne	10
1.2.2.6	Courtedoux-Tchâfoué	10
1.2.2.7	Courtedoux-Vâ Tche Tchâ	10
1.3	Méthodes et objectifs	12
1.3.1	Opérations de terrain	12
1.3.2	Valeur des vestiges archéologiques et objectifs de la publication	12
1.4	Elaboration et remerciements	13
2	Cadre géographique et contexte géologique	15
	<i>Denis Aubry</i>	
2.1	Paysage et climat de l'Ajoie	15
2.2	Cadre géologique régional	15
2.3	Les dépôts quaternaires	16
2.4	Insertion des sites dans leur cadre géologique, lithostratigraphique, tectonique et sédimentaire	17
2.4.1	Boncourt-Grand'Combes	17
2.4.2	Bressaucourt-Au Fond d'Echaux	18
2.4.3	Bure-Les Pertchattes	18
2.4.4	Chevèze-Combe Ronde	18
2.4.5	Courtedoux-Bois de Montaigne	19
2.4.6	Courtedoux-Tchâfoué	19
2.4.7	Courtedoux-Vâ Tche Tchâ	19
	Annexe 1 – Remarques sur la coloration des sols au contact des fours à chaux	21
3	Boncourt-Grand'Combes	23
	<i>Jean-Daniel Demarez, avec une contribution de Yann Gaume</i>	
3.1	Contexte stratigraphique	23
	<i>Yann Gaume</i>	
3.2	Les vestiges de l'Epoque romaine et du Haut Moyen Age	25
	<i>Jean-Daniel Demarez</i>	
3.2.1	Vestiges de la zone A	25
3.2.1.1	Le four F1	25
3.2.1.2	Le four F2	30
3.2.1.3	Les empièvements ST 1 et ST 2	36
3.2.1.4	Les zones de rejets ST 3 et ST 4	37
3.2.1.5	Datation	37
3.2.2	Les vestiges de la zone B	38
3.2.2.1	Le four F3	38
3.2.2.2	Le four F4	39
3.2.2.3	Le four F5	42
3.2.2.4	Les empièvements ST 5, ST 7 et ST 8	42
3.2.2.5	Le chemin ST 6	42
3.2.2.6	Datation	42
3.2.3	Les vestiges de la zone C	43
3.2.3.1	Le four F6	43
3.2.3.2	La fosse ST 9	46
3.2.3.3	L'empièchement ST 10	47
3.2.3.4	Un autre four à chaux (ST 11)?	47
3.2.3.5	Datation	48

3.3	Les vestiges des Temps modernes	48
3.3.1	Le four F7	48
3.3.2	Les chemins et les empièvements associés	53
3.3.2.1	Le chemin ST 12	53
3.3.2.2	Le chemin ST 13	54
3.3.3	Autres chemins et empièvements	56
3.3.3.1	Les chemins et l'empierrement ST 15 et ST 16	56
3.3.3.2	Le chemin ST 17 et l'empierrement ST 18	57
	Annexe 2 – Remarques sur le mobilier de l'Époque romaine et du Haut Moyen Âge de Boncourt-Grand'Combes	59
4	Bressaucourt - Au Fond d'Echaux	65
	<i>Pierre-Alain Borgeaud</i>	
5	Bure - Les Pertchattes	67
	<i>Pierre-Alain Borgeaud</i>	
5.1	Introduction	67
5.2	Description	67
5.3	Interprétation et datation	67
6	Chevèze - Combe Ronde	69
	<i>Pierre-Alain Borgeaud</i>	
6.1	Introduction	69
6.2	Description	69
6.3	Interprétation et datation	71
7	Courtedoux - Bois de Montaigne	73
	<i>Pierre-Alain Borgeaud</i>	
7.1	Introduction	73
7.2	Description	73
7.3	Interprétation et datation	75
8	Courtedoux - Tchâfoué	77
	<i>Pierre-Alain Borgeaud</i>	
8.1	Introduction	77
8.2	Contexte stratigraphique	77
8.3	Description	77
8.3.1	Le terrain encaissant	77
8.3.2	Le mur de soutènement	77
8.3.3	Le foyer	78
8.3.4	Les restes de production	78
8.3.5	Les remblais postabandon	79
8.4	Interprétation et datation	79
9	Courtedoux - Vâ Tche Tchâ	81
	<i>Pierre-Alain Borgeaud</i>	
9.1	Introduction	81
9.2	Contexte stratigraphique	81
9.3	Les structures	81
9.3.1	Le four à chaux ST 1	81
9.3.2	L'amas de pierres ST 2	84
9.3.3	La fosse ST 3	85
9.3.4	La fosse ST 4	85
9.3.5	La fosse ST 5	86
9.3.6	L'épandage ST 6	86
9.4	Interprétation et datation	86
9.4.1	Interprétation	86
9.4.2	Datation	87
	Annexe 3 – Origine du toponyme Vâ Tche Tchâ	88
	<i>Ursule Babey</i>	
	Annexe 4 – Remarques sur le mobilier de Courtedoux - Vâ Tche Tchâ	89
	<i>Ursule Babey</i>	
	Annexe 5 – Analyse dendrochronologique	90
	<i>Jean Tercier, Jean-Pierre Hurni et Christian Orcel</i>	

10 Analyses minéralogiques et géochimiques	91
<i>Thierry Adatte</i>	
10.1 Introduction	91
10.2 Méthodes	91
10.2.1 Diffraction aux rayons X	91
10.3 Minéralogie	91
10.4 Géochimie	92
10.4.1 Eléments majeurs	92
10.4.2 Eléments traces	93
10.5 Interprétation et conclusion	93
11 La production de chaux dans le Jura entre le XV^e et le XIX^e siècle. Données tirées des archives	95
<i>Jean-Paul Prongué</i>	
11.1 Introduction	95
11.2 Un contrôle strict, mais limité géographiquement	95
11.3 La chaux dans la Franche Montagne du XVIII ^e siècle: maîtres-maçons et corvéables	96
11.4 De nouveaux producteurs de chaux: les tuilliers	97
11.5 Aspects techniques sur le fonctionnement des fours à chaux	99
11.6 Synthèse	100
Annexe 6 – Données tirées des archives	102
12 Synthèse	127
<i>Jean-Daniel Demarez</i>	
12.1 La chaux: procédés de fabrication et usages	127
12.1.1 Introduction	127
12.1.2 Architecture des différents types de four	127
12.1.3 Construction et réfections	129
12.1.3.1 Epoque romaine	129
12.1.3.2 Haut Moyen Age	131
12.1.3.3 Moyen Age et Temps modernes	131
12.1.4 Localisation	133
12.1.4.1 Les fours aménagés dans un habitat	133
12.1.4.2 Les fours aménagés hors habitat	133
12.1.5 Aspects quantitatifs	135
12.1.6 L'extinction de la chaux, son transport et ses usages	135
12.2 Les apports de la recherche archivistique	136
Annexe 7 – Eléments d'interprétation des analyses minéralogiques et géochimiques	138
<i>Gaëtan Rauber</i>	
Annexe 8 – Etude des bois prélevés dans les fours à chaux	139
<i>Angela Schlumbaum et Christoph Brombacher</i>	
Résumé	143
Zusammenfassung	144
Riassunto	145
Abstract	146
Bibliographie	147
Crédit iconographique	150
Volumes déjà parus dans la collection des Cahiers d'archéologie jurassienne	151

1 Introduction

Jean-Daniel Demarez

1.1 Situation des sites

L'Ajoie se situe dans le canton du Jura, dans le district de Porrentruy. Cette région est limitrophe du nord-est du département du Doubs, du sud-est du Territoire de Belfort et du Sundgau en Haute Alsace (fig. 1). Elle fait partie du Jura tabulaire et est délimitée, au sud, par les contreforts du massif jurassien. Elle peut être subdivisée en plusieurs grandes parties (fig. 2) :

- la Haute Ajoie, située entre les premiers contreforts de la chaîne jurassienne et le plateau qui prolonge la plaine de Montbéliard;
- la Basse Ajoie, comprenant les vallées de l'Allaine, de la Cœuvatte et de la Vendline;
- la Baroche, reliée au Sundgau alsacien par la vallée de la Lucelle.

Le substrat géologique du Jura tabulaire, formé de calcaire et de calcaire marneux, appartient aux étages de l'Oxfordien et du Kimméridgien. Le calcaire est souvent accessible à de faibles profondeurs ou à flanc de colline, sous une couverture quaternaire parfois très mince voire inexistante. La disponibilité d'un matériau facile à extraire, associée à l'omniprésence des forêts, a joué un rôle certain dans l'implantation des fours à chaux.

1.2 Historique des travaux

1.2.1 Introduction

Les sites présentés dans cet ouvrage ont pour point commun d'avoir livré des fours à chaux, les plus anciens remontant à l'Époque romaine, les plus récents au XVIII^e, voire au XIX^e siècle.

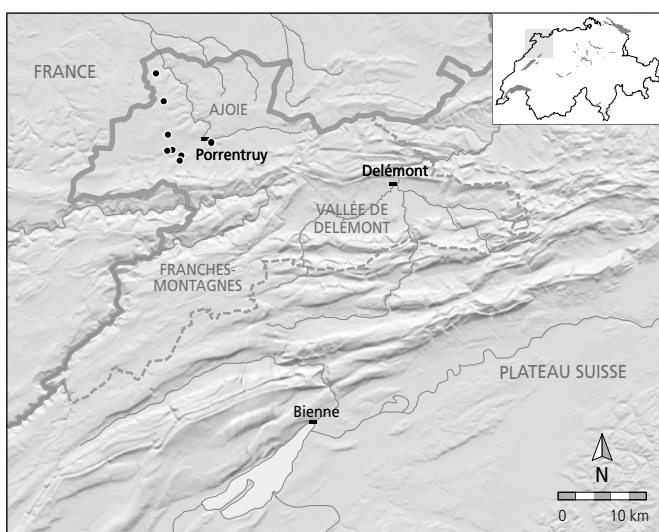


Fig. 1. Situation géographique du canton du Jura, au nord de la chaîne jurassienne. Extrait de l'Atlas de la Suisse 2.0. Reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA14042).

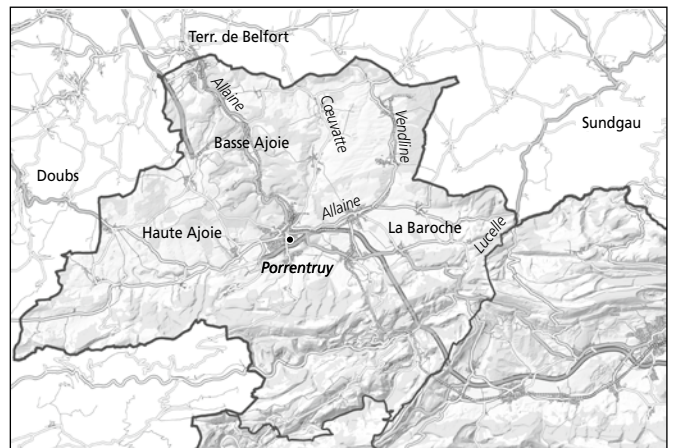


Fig. 2. Situation géographique du district de Porrentruy. Reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA14042).

Le gisement principal est celui de Boncourt-Grand'Combes¹, qui a livré à lui seul sept fours à chaux, mais aussi de nombreuses structures connexes, liées directement ou indirectement à l'activité des chauxonniers. Il s'agit d'une part de chemins empierrés, d'autre part d'empierrements aux interprétations diverses :

- aires de travail;
- zones de rebus de déchets de l'exploitation de la chaux, contemporaines de la période d'utilisation des fours; elles peuvent être constituées de débris du manteau argileux, de vidanges de foyer ou de calcaires mal calcinés, souvent même d'une combinaison de ces éléments;
- épierremments ultérieurs, lors d'une remise en état du terrain pour des activités agropastorales.

Il faut noter qu'à Boncourt, les structures ont été mises au jour lors d'opérations d'envergure sur un grand chantier mais que, sur les autres sites, il s'agit d'interventions ponctuelles qui n'ont concerné que la surface d'un four et ses abords, ou qui se sont limitées à un unique sondage. Il y a aussi un four qui n'est documenté que par des observations de surface.

Étant donné la multitude des fours à chaux découverts en Ajoie, il a été jugé opportun de les regrouper au sein d'une même publication – avec les structures qui leur sont parfois associées – pour avoir la possibilité de se livrer à des considérations spatiales et diachroniques sur une industrie qui a été très importante dans la région, mais qui ne subsiste guère, pour le Moyen Âge et les Temps modernes, que par quelques documents d'archives.

1 Il existe plusieurs graphies pour ce toponyme. La plus fréquente semble être Grands'Combes mais l'on rencontre aussi Grand'Combes. Cette transcription d'une expression patoisante est plus logique. La graphie Grande Combe, en usage actuellement sur les cartes topographiques, est plus récente.

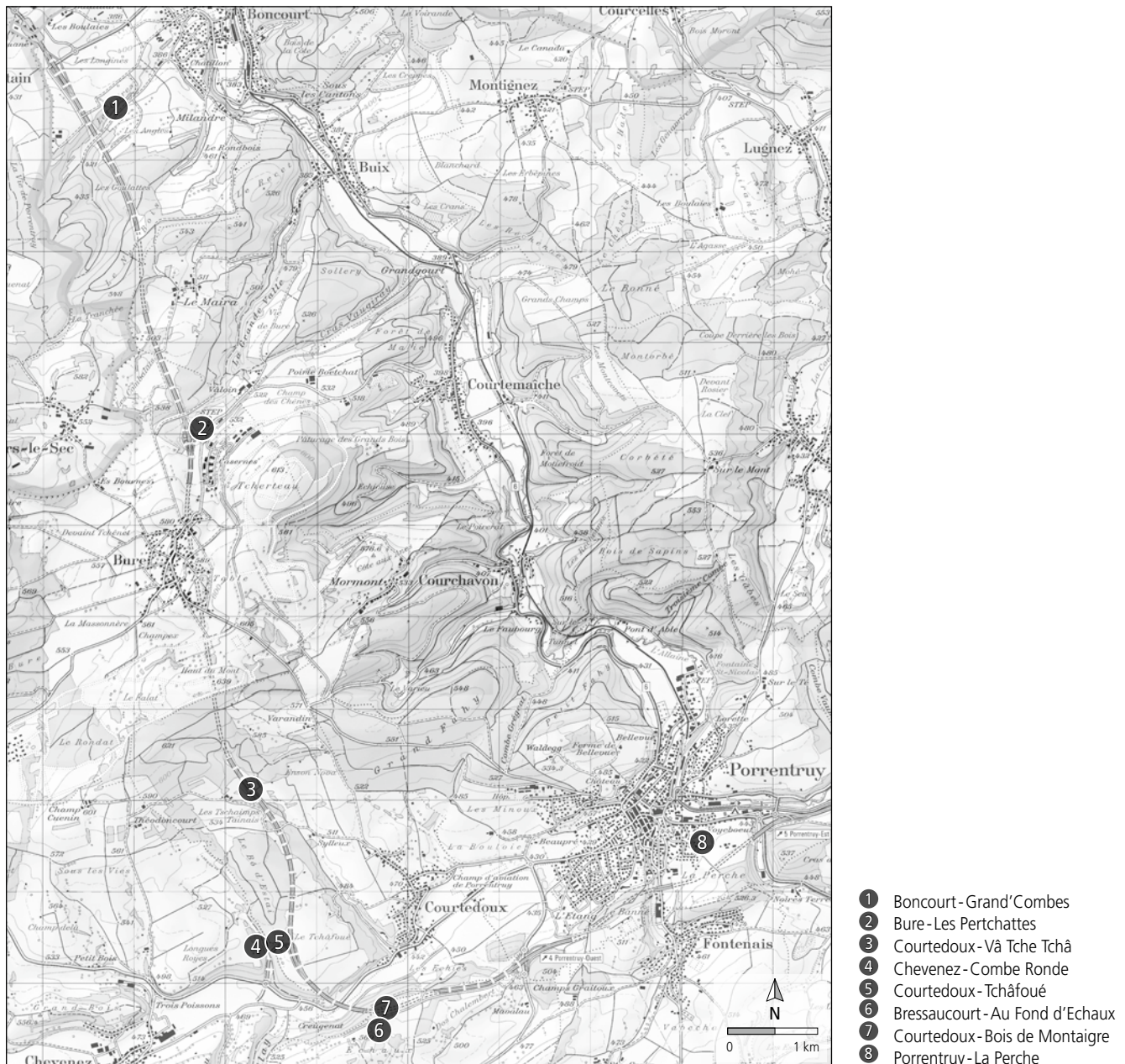


Fig. 3. Extrait de carte de la partie occidentale de l'Ajoie avec positionnement des sites. Les sites 1 à 7 ont été fouillés dans le cadre de la construction de l'autoroute A16 avec un financement de l'OFROU. Le site 8 a été découvert à l'occasion de travaux de viabilisation de parcelles et fouillé grâce à un financement cantonal. Son étude n'a pas pu être intégrée dans cette publication où il n'est mentionné que de manière ponctuelle. Reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA14042).

1.2.2 Interventions de terrain et localisation des sites (fig. 3)

Les fouilles résultent de sondages systématiques effectués sur le tracé de l'autoroute A16 Transjurane et des installations connexes en préambule à leur construction.

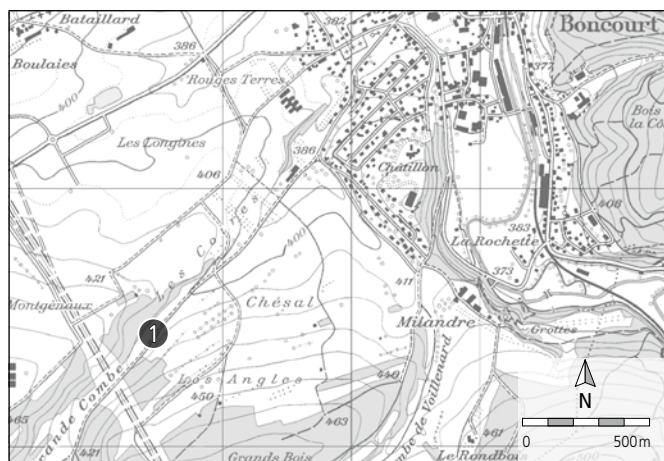
1.2.2.1 Boncourt-Grand'Combes et Combe Feuillerée

Découvert en l'an 2000, le site de Grand'Combes se trouve sur la commune de Boncourt, à 500m au sud-ouest du village². L'emprise archéologique forme une bande de terrain d'une longueur de 950m; sa largeur varie de 25 à 75m. Elle occupe le fond d'un vallon orienté nord-est/sud-ouest ainsi que le pied du

versant nord-ouest de cette dépression. L'Allaine, un affluent du Doubs, passe à 900m à l'est. La Combe Feuillerée, plus au nord-est, se situe dans la partie basse du même vallon (fig. 5).

Les deux sites ont été fouillés entre 2001 et le début de l'année 2004 sur une surface de 1,3ha, sous la direction de Blaise Othenin-Girard. Plusieurs périodes y ont été mises en évidence: Moustérien, Paléolithique supérieur ou Epipaléolithique, Mésolithique, Néolithique, Bronze moyen, Age du Fer, Epoque romaine, Haut Moyen Age et Temps modernes.

² Paupe et al. 2001.



a



b

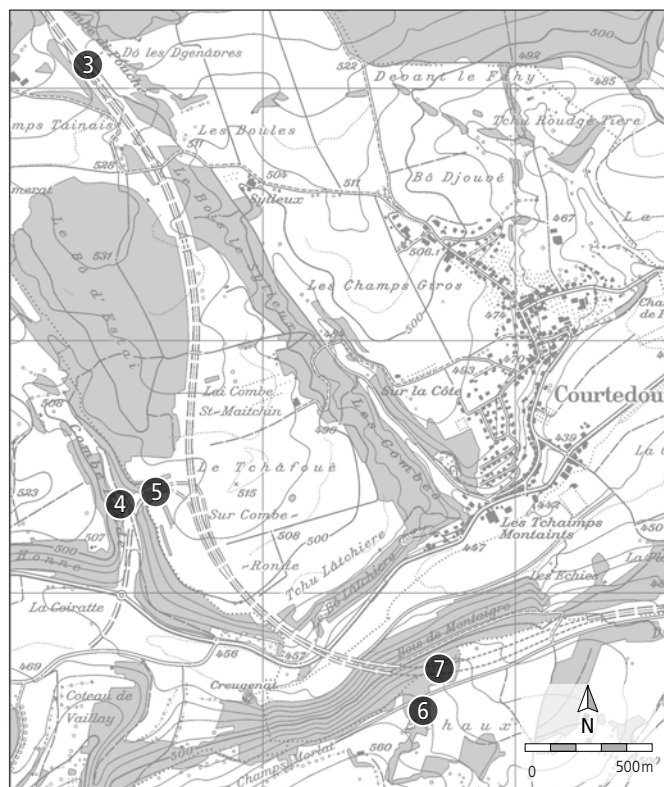


Fig. 4. Positionnement détaillé des sites. a : Boncourt; b : Bure; c : Courtedoux, Chevenez et Bressaucourt. Reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA14042).

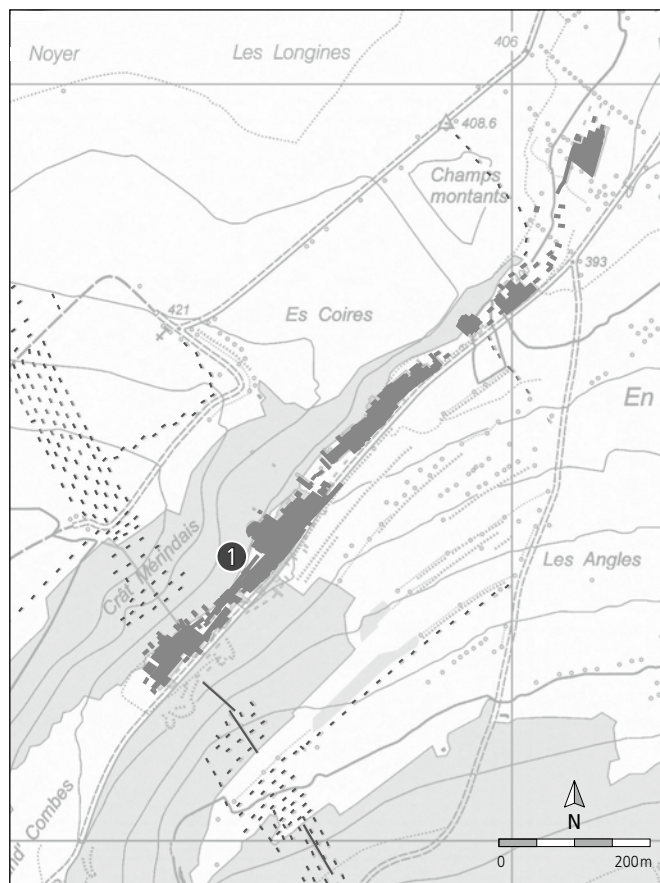


Fig. 5. Boncourt-Grand'Combes. Topographie du site avec l'emprise des fouilles et des sondages archéologiques. Reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA14042).

La plupart du temps, ces périodes ne sont représentées que par des objets épars ou des structures mal conservées. Les vestiges les mieux préservés sont les fours à chaux, au nombre de sept, implantés à la base du versant nord-ouest du vallon de Grand'Combes, et les structures qui leur sont associées, en particulier des chemins empierrés.

Les interventions archéologiques se sont déroulées sur l'emprise de travaux liés à l'autoroute A16. A Boncourt-Grand'Combes, il s'agissait de l'aménagement d'étangs collecteurs pour les eaux de ruissellement de l'autoroute et de la pose d'une canalisation pour l'évacuation du trop-plein des étangs. A la Combe Feuillerée (fig. 142), les fouilles ont été effectuées dans un secteur où devait être posée une conduite d'eau.

En fonction des impératifs liés à la construction de l'autoroute, le site n'a pas été fouillé suivant une progression logique. Il a parfois fallu traiter certaines zones en priorité, quitte à revenir par la suite en arrière pour faire des investigations complémentaires.

Les différentes campagnes de fouilles ont donné lieu à des rapports annuels qui ont été très utiles pour l'étude des structures et la préparation de cette publication³.

3 Nicolas, Aubry et al. 2002; Othenin-Girard et al. 2003 et 2004.

1.2.2.2 Bressaucourt - Au Fond d'Echaux

Plusieurs structures qui semblent liées à la production de chaux ont été localisées à cet endroit (fig. 4c et 6a). Ces aménagements, situés en dehors du tracé de l'A16, n'ont pas été fouillés. Il s'agit pour l'essentiel de dépressions circulaires bien visibles dans le relief.

Notons que le toponyme est trompeur et n'a aucun rapport avec la production de chaux. *L'Encyclopédie* de Diderot et D'Alembert donne la définition suivante :

« ECHAUX, s. m. pl. (*Economie rustique.*) rigoles ou fossés destinés à recevoir les eaux, après qu'elles ont abreuvé une prairie. Les *échaux* veulent être entretenus avec soin, écurés de tems en tems. On les appelle aussi *fossés d'égouts.* »

1.2.2.3 Bure - Les Pertchattes

Le lieu-dit Les Pertchattes se trouve sur la commune du Bure, 200 m au nord-ouest des bâtiments de la caserne militaire. A proximité d'une zone de sondages archéologiques liés à la construction de l'autoroute A16 (fig. 4b), une dépression dans le terrain, formant un cratère d'environ 8 m de diamètre entouré d'un bourrelet, avait été observée en 2005, et laissait suspecter la présence d'un four à chaux⁴. Comme cette structure se trouvait juste en dehors de l'emprise des travaux publics, l'intervention s'est limitée à un sondage qui a pu confirmer l'interprétation. Le four se situe en forêt, sur le flanc méridional de la Combe Baidire (fig. 6b).

1.2.2.4 Chevenez - Combe Ronde

La Combe Ronde est une étroite vallée sèche longue d'un peu plus d'un kilomètre, qui longe la limite orientale du territoire de Chevenez. Le village de Courtedoux se trouve 1,5 km à l'est (fig. 4c). Le four est localisé au milieu de la combe, presque en face et à la base d'un petit vallon latéral qui débouche à l'est sur un plateau appelé Tchâfoué (fig. 6c). Ce nom qui, en patois, signifie four à chaux (*tchâ*, chaux, et *foué*, four), témoigne bien d'une production de chaux dans ce secteur. Un autre chaufour y a du reste été mis au jour (chap. 1.2.2.6).

La structure a été découverte de manière fortuite en 2006, lors de l'aménagement d'un étang lié à la construction de l'autoroute⁵. Elle avait échappé de peu à des sondages archéologiques préventifs creusés trois ans plus tôt. La fouille a été effectuée dans l'urgence en octobre 2006 en l'espace d'une semaine, l'intervention ne devant pas retarder les travaux de génie civil. Vu le peu de temps à disposition, la plus grande partie des investigations s'est faite à l'aide d'une pelle mécanique.

1.2.2.5 Courtedoux - Bois de Montaigne

Le Bois de Montaigne est un sommet de la chaîne du Lomont. Son flanc nord-ouest forme un coteau escarpé qui domine de plus de 70 m la plaine du Creugenat. Le toponyme Montaigne vient du reste du latin *montem acrem*, mont aigu. Le four est localisé à 500 m au sud-ouest du village de Courtedoux (fig. 4c), à cheval sur la limite des communes de Courtedoux et de Bressaucourt. Mais les deux tiers des vestiges se trouvent sur le sol de Courtedoux. La structure a été découverte en 2002 lors d'une prospection terrestre en forêt sur le tracé de l'autoroute⁶. A cette occasion, une dépression circulaire du terrain rappelant un impact de bombe ou un cratère de météorite avait été observée.

Cette cicatrice assez typique fut tout de suite interprétée comme les restes d'un four à chaux. Un petit sondage de contrôle effectué la même année permit de confirmer ce diagnostic et de relever un profil stratigraphique partiel. Ce sondage a été protégé avec du plastique dans l'attente d'une intervention ultérieure (fig. 6d).

Dans l'intervalle, il a été décidé de ne pas fouiller ce chaufour qui, situé à l'aplomb d'un tronçon de tunnel autoroutier, ne subirait aucune destruction. Mais en 2006, il a été convenu de reboucher le sondage ouvert en 2002. Un délai supplémentaire de sept jours à néanmoins été accordé pour procéder à quelques investigations complémentaires. Ceci a permis de fouiller un petit quart de la structure, d'en atteindre la base et de compléter le profil stratigraphique.

1.2.2.6 Courtedoux - Tchâfoué

Le lieu-dit Tchâfoué (chaufour, en patois jurassien) constitue la partie méridionale d'un plateau situé à l'ouest du village de Courtedoux (fig. 6e). Il domine d'une cinquantaine de mètres le fond de la vallée du Creugenat et deux petites combes latérales (fig. 4c). Le four se trouve à une quinzaine de mètres de la limite communale, dans un petit vallonement qui échancre le bord occidental du plateau et s'ouvre dans la Combe Ronde, sur le territoire de Chevenez. C'est au fond de cette combe, à une distance d'environ 120 m, qu'a été découvert le four mentionné ci-dessus.

La structure a été mise au jour au printemps 2007 lors de la construction de la voie d'accès à l'autoroute, sur l'aire de l'échangeur de Chevenez⁷. Environ un tiers de l'aménagement a été détruit sur une profondeur d'un mètre par le terrassement du caisson de la voie d'accès. Par chance, ces travaux ont épargné la base du four. Les vestiges avaient échappé de peu à des sondages archéologiques préventifs en 2002 et 2003, ainsi que par des fouilles extensives ultérieures de la Paléontologie A16 dans les années suivantes. Signalons toutefois la découverte et la fouille, lors de ces travaux paléontologiques, d'une petite fosse connexe au four.

L'apparition tardive de cette structure a conduit à l'organisation d'une fouille de sauvetage urgente, compatible avec les travaux de génie civil alors en cours. Le délai d'un mois qui a été obtenu pour les investigations archéologiques a amené à adapter les méthodes de fouille, en utilisant au maximum une pelle mécanique.

1.2.2.7 Courtedoux - Vâ Tche Tchâ

Le lieu-dit Vâ Tche Tchâ est une combe – également appelée Combe di Pouche – localisée au nord-ouest du village de Courtedoux. Cette dépression est longue de 750 m, sa largeur varie de 50 à 100 m. Le four à chaux se situe, en partant du sud-ouest, dans le premier tiers de la combe, sur son flanc occidental, dans un terrain en pente légère (fig. 4c et 6f).

4 Paupe, Borgeaud et al. 2005, p. 37-47.

5 Borgeaud, Demarez et al. 2007, p. 79-89.

6 Borgeaud, Paupe et al. 2003, p. 28-29.

7 Borgeaud et al. 2008, p. 9-22.

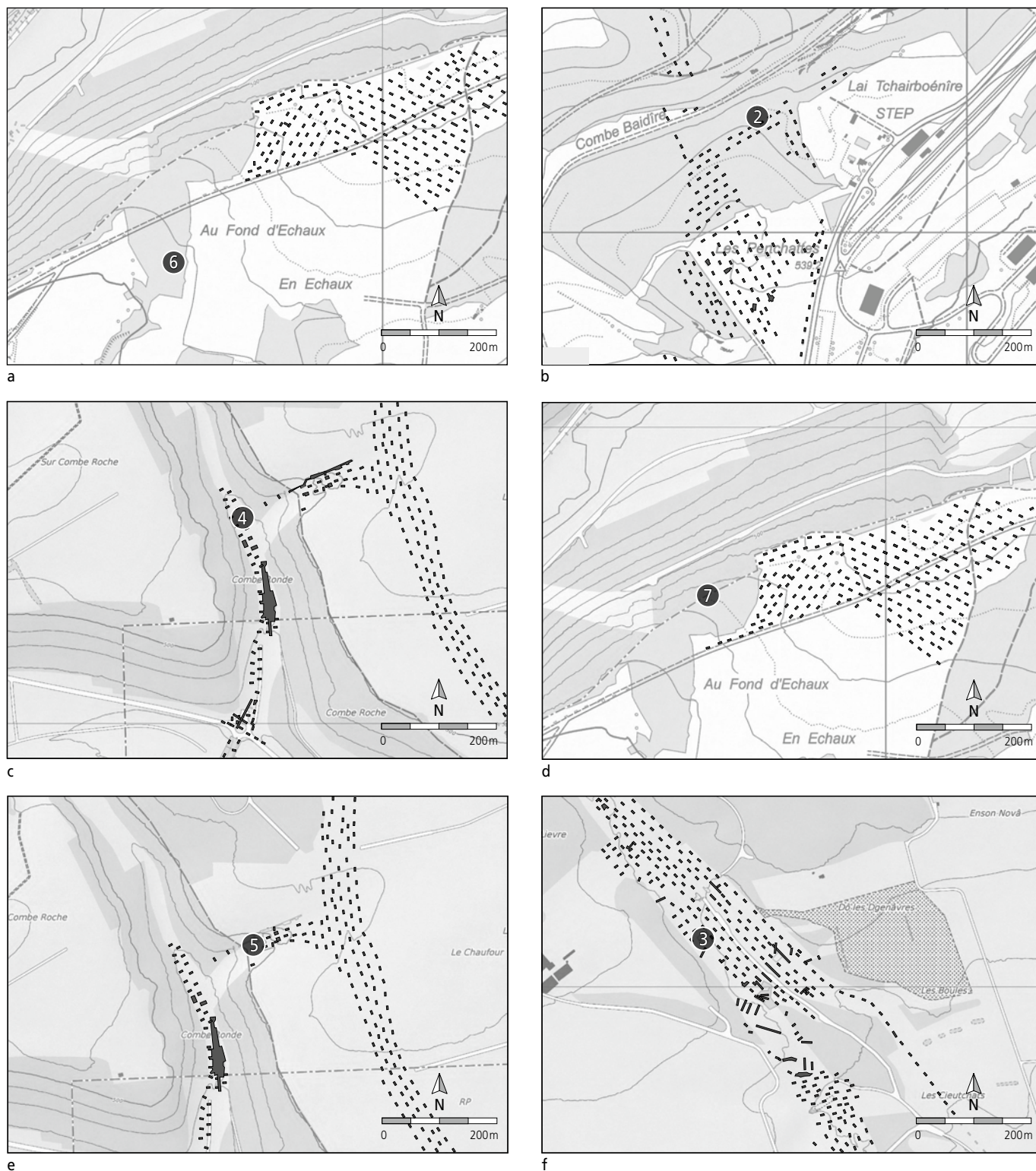


Fig. 6. Topographie des sites (●) et emplacements des sondages archéologiques (■). a: Bressaucourt-Au Fond d'Echaux; b: Bure-Les Pertchattes; c: Chevez-Combe Ronde; d: Courtedoux-Bois de Montaigne; e: Courtedoux-Tchâfoué; f: Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. Reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA14042).

L'aménagement aurait pu être découvert en 1999 déjà. Il avait en effet été recoupé dans un sondage préventif, mais avait été interprété comme zone de remblais-dépotoir. C'est lors de la construction de ce tronçon de l'A16 en 2006 que la structure a été entièrement mise au jour, à l'occasion de travaux de terrassement par les entreprises de génie civil, qui avaient évacué du site l'humus et la couche de colluvions sous-jacente pour l'aménagement d'une aire de stockage de matériaux. Malgré cette découverte tardive,

il a été possible de fouiller ce four dans des délais raisonnables, de mai à juillet 2007⁸. En patois, Vâ Tche Tchâ signifie Vau sur Chaux. Il n'est cependant pas possible d'y voir une relation nette avec la cuisson du calcaire car le mot *chaux* désigne aussi bien le résidu de cette cuisson que des pâturages (annexe 3).

⁸ Ibid., p. 23-57.

1.3 Méthodes et objectifs

1.3.1 Opérations de terrain

Ce chapitre concerne surtout Boncourt - Grand'Combes, l'une des plus grandes fouilles extensives qu'il y ait eu sur le tracé de l'auto-route A16. Les autres sites mentionnés ici n'ont fait l'objet que d'opérations de faible envergure, souvent cantonnées à la surface d'une unique structure, parfois même limitées à un sondage.

Les méthodes appliquées à la fouille relèvent de celles habituellement utilisées en archéologie de sauvetage sur les tracés de futures autoroutes. Soulignons au préalable qu'étant donné l'emprise limitée des travaux (une bande de terrain d'une largeur de 40 à 50 m), l'extension totale des sites est rarement perçue. Nous n'avons donc en général qu'une vision partielle des gisements archéologiques, ce dont il faut tenir compte lors de l'interprétation finale.

Une pelleteuse à godet lisse a été utilisée de manière systématique pour dégager et délimiter les vestiges, en enlevant les sédiments qui les recouvraient, sous surveillance constante d'archéologues. Le mobilier a été enregistré selon un quadrillage de secteurs de 10x10 m, subdivisés en deux séries de bandes de ± 5x1,60 m. Ces bandes sont des unités d'enregistrement qui correspondent à la portée du bras articulé des engins de terrassement (env. 5 m), la largeur étant déterminée par les dimensions du godet. L'altimétrie des objets découverts lors de ce décapage a été mesurée de manière relative par rapport à l'humus actuel, selon leur insertion dans une couche de sédiments identifiée (p. ex. couche 2, couche 3a, couche 3b). Les structures, de même que les concentrations importantes de mobilier, ont pour l'essentiel été fouillées manuellement et positionnées par théodolite.

Pour assurer la compréhension stratigraphique, de grandes coupes ont été effectuées à intervalles réguliers dans la pente nord-ouest et la partie inférieure du vallon de Grand'Combes et, de manière plus ponctuelle, à des endroits jugés importants pour une bonne compréhension de la fouille.

En général, les méthodes employées au cours de ces fouilles ont été adaptées avec souplesse, en évaluant régulièrement l'état de conservation et la densité des vestiges. De cette manière, il a été possible de trouver un bon compromis entre précision de l'enregistrement et respect des délais impartis.

Rassembler dans une même publication une série de fours à chaux d'époques diverses a permis de mettre en avant plusieurs problématiques. En premier lieu, les fours gallo-romains – les plus nombreux – montraient-ils des caractéristiques communes? Pouvaient-on observer, à travers les multiples réfections dont ils ont fait l'objet, des changements architecturaux importants? Enfin, dans une vision diachronique, comment ont évolué ces chauffours de l'Époque romaine aux Temps modernes?

Nous avons aussi trouvé intéressant, pour les périodes les plus récentes, d'utiliser les archives afin d'aborder des aspects socio-économiques de la production de chaux, problèmes que l'archéologie elle-même ne peut résoudre.

1.3.2 Valeur des vestiges archéologiques et objectifs de la publication

En ce qui concerne les sources anciennes qui traitent de la fabrication de la chaux, la situation est différente d'une époque à l'autre. Pour l'Antiquité, nous trouvons la description d'un four à chaux dans le *De agricultura* de Caton. C'est l'unique document qui renseigne sur l'architecture des chauffours à l'Époque romaine.

Il faudra ensuite attendre la Révolution industrielle pour que des chercheurs s'intéressent à nouveau à la chaux et à son processus de fabrication. Les traités et les manuels à l'usage des chauxfourniers vont se multiplier durant tout le XIX^e siècle⁹. L'un des plus complets est sans doute celui de V. Biston, paru en 1828 et réédité en 1836 déjà¹⁰. Cet auteur et ses contemporains ont alors abordé tous les aspects liés à l'industrie de la chaux :

- les différents types de four, la manière de les construire et de répartir la charge à calciner, la maîtrise du feu et le personnel nécessaire;
- les différentes variétés de calcaire et la manière de les distinguer;
- les différentes qualités de chaux et leurs usages, avec un intérêt de plus en plus développé pour la chaux hydraulique;
- les combustibles utilisables et leurs performances respectives.

Il s'agit là des quatre thèmes principaux mais cette liste n'est pas exhaustive et bien d'autres aspects ont également été développés dans la littérature du XIX^e siècle, par exemple l'extinction de la chaux, son conditionnement et son transport, ainsi que les moyens de la conserver.

Dans le Jura, au tournant des XIX^e et XX^e siècles, des témoignages ethnographiques rendent compte des ultimes productions artisanales de chaux. Ainsi en 1920, une revue scoute signale les nombreux fours à chaux d'époques passées, encore visibles dans les forêts sous forme de cratères envahis par la végétation. L'auteur de l'article relate aussi la construction des fours comme on le faisait encore sur la montagne de Boudry (NE) en 1897. Le texte est accompagné de deux dessins et renseigne de manière précise sur la chaîne opératoire, de l'érection de la structure à l'extinction de la chaux¹¹. En 1947, J. Surdez décrit un chauffour qu'il a vu construire en 1899 à Epauvillers (JU)¹².

Mais pour les périodes plus reculées, ce sont les données archéologiques qui amènent le plus d'informations. Les fours à chaux sont certes des structures connues, mais force est de constater que les publications archéologiques qui s'y rapportent, parfois anciennes, sont difficiles à rassembler, car dispersées dans une multitude de revues à la diffusion parfois limitée. De plus, pour l'Époque romaine tout au moins, la plupart des fours mentionnés ont été mis au jour en contexte bâti, le plus souvent des villas.

9 Gerber, Portmann et Kündig 2002, p. 25.

10 Biston 1836.

11 Dubois 1920.

12 Surdez 1947, p. 251-252.

Il s'agit là de structures qui ont été construites pour un besoin spécifique, par exemple un besoin en mortier de chaux pour un programme de construction, et non de « centres de production » spécialisés dans la fabrication de la chaux sur le long terme. Ce type d'installation, bien plus rare, n'est attesté que par quelques cas.

Parmi les sites jurassiens, celui de Boncourt offre la possibilité d'entrevoir l'évolution d'une activité artisanale sur le long terme, avec une parfaite adéquation au milieu naturel. Il permet aussi de mieux comprendre le travail régulier des chauxfourniers, en mettant en évidence, dans chaque four, de multiples phases de réfection ou de transformation, qui impliquent que les artisans avaient une parfaite maîtrise de leur métier.

Aussi intéressantes soient-elles, les considérations techniques sur l'artisanat de la chaux ne nous renseignent pas sur le métier de chauxfournier, ni sur les conditions socio-économiques dans le cadre desquelles il s'exerçait. Cet aspect de la problématique, qui nous échappe complètement pour les périodes les plus anciennes, peut néanmoins être abordé pour les Temps modernes grâce aux recherches archivistiques.

1.4 Elaboration et remerciements

Les fouilles archéologiques et l'étude des résultats ont pu bénéficier de la compétence et de l'engagement de nombreuses personnes, que les auteurs de cette publication remercient chaleureusement. Il s'agit en premier lieu des techniciens de fouille de la Section d'archéologie et paléontologie qui ont mené à bien les travaux de terrain ainsi que de collègues qui ont ponctuellement apporté leur concours. Ce sont, outre les auteurs :

Ackermann Delphine, Alleman Martin, Belin Alain, Bregnard Alexandre, Brisset Hugues, Cattin Murielle, Chariatte François, Chavaillon Florence, Chiquet Laure, Cramatte Cédric, Doninelli Christian, Feret Gaëlle, Faivre Sophie, Froté Clarisse, Gaume Iann, Gérard Guillaume, Graber Bernard, Hofstetter Magali, Loxer Roxanne, Luthi Anne, Maître Simon, Marquis Ludivine, Montavon Steve, Nicolas Ingrid, Oriet Amalric, Oriet Boris, Pascal Gheorges, Petignat Sylvie, Rais Pauline, Rebmann Thierry,

Sauvage Antonin, Schaer Andrea, Stalder Lucette, Stengerlin Valentin, Thiévent Martine, Willemin Patrick et Wojtczak Dorota.

Nous adressons une reconnaissance toute particulière à notre ancien collègue Blaise Othenin-Girard, responsable des fouilles de Boncourt-Grand'Combes, qui nous a confié pour étude sa documentation de terrain ; son aide précieuse s'est avérée indispensable pour la compréhension d'un site aussi vaste et aussi complexe. Merci aussi à Gaëtan Rauber de son aide à la compréhension des analyses minéralogiques et géochimiques.

Pierre Bigler, puis Martine RoCHAT et Aude-Laurence Pfister ont procédé au nettoyage et à la consolidation des objets métalliques. Bernard Migy a effectué des prises de vues importantes sur le terrain ; il a de surcroît assuré l'entretien des appareils et l'archivage de la documentation photographique. Les dessins informatisés de cette publication sont dus à Line Petignat Haeni, attachée au bureau de dessin dirigé par Céline Robert-Charrue. Enfin, le bureau d'édition, sous la responsabilité de Vincent Friedli, a réalisé toutes les opérations nécessaires à la parution de cette étude : le traitement final des illustrations, le maquettage et la mise en pages, par Simon Maître et Marie-Claude Maître. Vincent Friedli a assuré les ultimes mais indispensables corrections. Il faut également relever la traduction des résumés assumée par Monika Kleiner (allemand), Maruska Federici-Schenardi (italien) et Robert Fellner (anglais). Un grand merci également à Aline Rais Hugi, documentaliste, pour sa disponibilité.

La réalisation de la fouille, de même que l'étude des résultats et la publication de cet ouvrage, n'ont été possibles que grâce à l'engagement déterminant de plusieurs personnalités et des institutions qu'elles dirigent. La gratitude des auteurs s'adresse ainsi à Elisabeth Baume-Schneider, ministre du Département de la Formation, de la Culture et des Sports ; à Michel Hauser, chef de service de l'Office de la culture ; à François Schifferdecker, ancien archéologue cantonal et à son successeur, Robert Fellner. Il convient de remercier aussi Jean-Philippe Chollet, chef du Service des ponts et chaussées, l'Office fédéral des routes pour le nécessaire financement du projet et la Société jurassienne d'Emulation, coéditrice de la série des Cahiers d'archéologie jurassienne.

2 Cadre géographique et contexte géologique

Denis Aubry

2.1 Paysage et climat de l'Ajoie

Du point de vue des paysages, l'Ajoie orientale est constituée de petites plaines de molasse oligocène dont certaines sont parcourues par des cours d'eau (l'Allaine, la Vendline), alors que l'Ajoie occidentale est parsemée de plateaux, de vallons, de combes et de vallées sèches entaillées dans les couches jurassiques. L'altitude du territoire oscille entre 365 m (douane de Boncourt) et 613 m (Bure-En Tcherreau). Cet intervalle d'altitude s'accorde avec l'étage submontagnard correspondant à l'association forestière caducifoliée thermophile à montagnarde, où domine la hêtraie¹³.

Située au nord-est du département français du Doubs qui est sous influence d'un climat océanique dégradé à fort caractère continental¹⁴, l'Ajoie est une région modérément sèche, arrosée par des pluies réparties sur toute l'année¹⁵, la moyenne calculée étant d'environ 1000 mm/an¹⁶. Par contre elle côtoie deux régions particulièrement humides : celle de la chaîne jurassienne et celle des Vosges qui reçoivent des précipitations mesurées entre 1200 et 2600 mm/an¹⁷. Le niveau thermique est défini comme étant assez doux à assez frais, donc de type tempéré. Les précipitations proviennent des masses d'air atlantique déplacées par les vents dominants du sud-ouest, les vents issus du nord-est étant plus secs et frais.

2.2 Cadre géologique régional

Les sites qui font l'objet de cette étude se positionnent dans le Jura tabulaire d'Ajoie qui, en tant que région naturelle, s'étend sur environ 300 km². Elle présente un relief modéré qui marque la transition entre les contreforts du Jura plissé, au sud et les collines du Sundgau, au nord.

Les couches géologiques du Jura tabulaire appartiennent aux étages de l'Oxfordien et du Kimméridgien et sont formées de bancs calcaires et de calcaire marneux disposés de façon proche de l'horizontale, sauf dans le cas des quelques plissements modérés (anticlinaux du Banné, de Vendlincourt, du Pont d'Able et de Réchésy) que l'on retrouve dans la partie est de l'Ajoie. Cette région offre des particularités qui permettent un découpage structural détaillé (fig. 7) :

– à l'ouest, le plateau de Bure (zone 1) qui oscille entre 500 et 630 m d'altitude et qui constitue un horst fracturé. Il est délimité à l'est par des accidents tectoniques subméridiens¹⁸. La vallée sèche de la Haute Ajoie¹⁹ forme sa bordure méridionale et les graviers pliocènes du Sundgau et du golfe de Montbéliard marquent sa limite nord. C'est dans cette partie structurale que se positionnent les fours à chaux de Boncourt-Grand'Combes, Bressaucourt-Au Fond d'Echaux, Bure-Les Pertchattes, Chevenez-Combe Ronde, Courtedoux-Bois de Montaigne, Courtedoux-Tchâfoué, Courtedoux-Vâ Tche Tchâ et Porrentruy-La Perche;

– au sud et à l'est, la zone bordière (zone 2) qui oscille entre 400 et 500 m d'altitude et qui marque la transition entre le plateau de Bure, les bassins tertiaires au nord (zone 3) et le Jura plissé au sud (zone 4). Dans cette zone on rencontre des anticlinaux de peu d'amplitude formant, dans le paysage, des collines allongées.

Du point de vue hydrogéologie, le plateau de Bure est caractérisé par l'absence de cours d'eau pérenne. La charpente tabulaire est entrecoupée de vallées sèches dans lesquelles nous avons reconnus les fours à chaux. Les structures caractéristiques sont les dolines par où s'infiltrent les eaux de pluie. Elles sont reliées à un réseau fissuré karstique qui est limité à sa base par la couche de marnes de l'étage géologique de l'Oxfordien s.s. selon l'ancienne nomenclature suisse (nomenclature actuelle: *Early Oxfordian*). Cette couche forme l'aquiclude des aquifères régionaux du Jura tabulaire. Dans le Jura plissé, on la retrouve en affleurements au fond de la vallée du Doubs (Saint-Ursanne, etc.).

La base rocheuse sur laquelle reposent les sols de la partie ouest de l'Ajoie est composée de couches alternant les bancs calcaires et les bancs marneux de l'Oxfordien et du Kimméridgien (Jurassique supérieur, Malm) qui sont en général de faible inclinaison. A la base de l'Oxfordien, les marnes de la Formation de Bärschwil (étages géologiques de l'ancienne nomenclature Oxfordien et Argovien) constituent un aquiclude régional s'étendant à toute l'Ajoie. Le Tertiaire voit une longue période d'émersion du secteur au Crétacé. Ensuite, après le développement de sols éocènes dont il subsiste des traces dans les accidents karstiques, se déposent les conglomérats et marnes de l'Oligocène. Au Miocène, la région rhénane draine les eaux et les sédiments en direction de l'ouest et du sud-ouest par la Trouée de Belfort.

A la fin de cette période géologique, le Fossé rhénan s'enfoncé vers le nord et le drainage s'inverse: il s'effectue désormais selon sa direction actuelle. Le Jura plissé et dans une moindre mesure le plateau ajolot s'exhaussent et les dépôts tertiaires s'érodent en grande partie, ne laissant que des lambeaux dans l'est de l'Ajoie.

13 Burnand et al 1998a et 1998b.

14 Gauthier 2004.

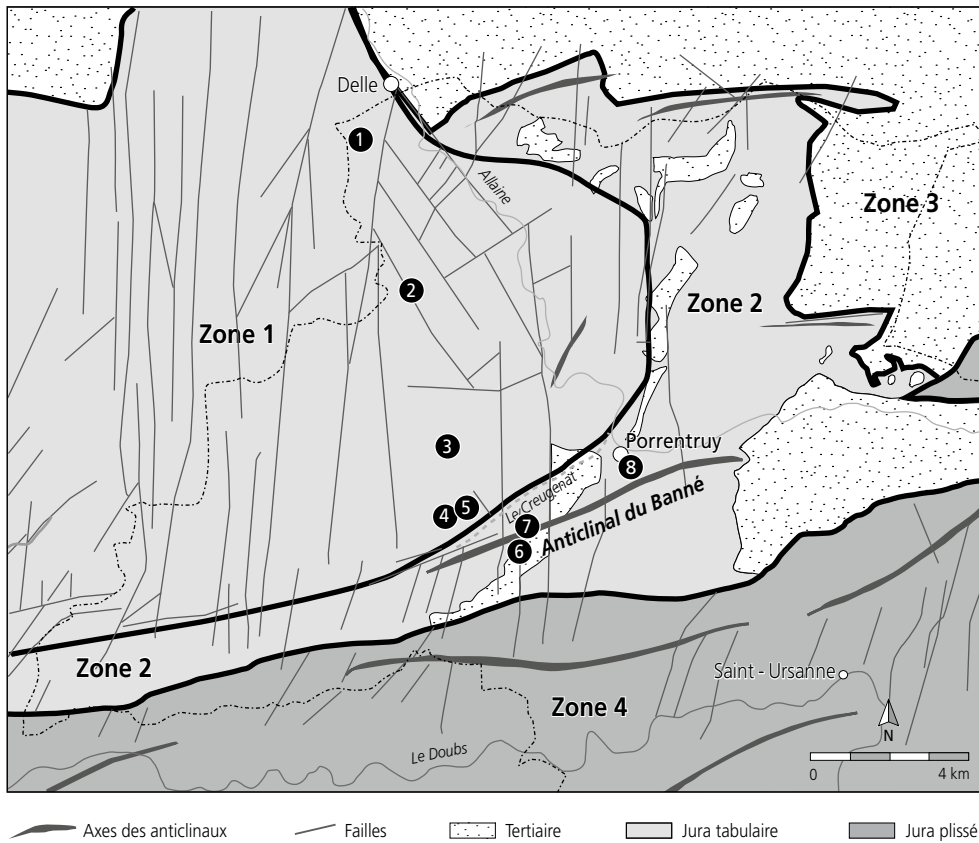
15 Burnand et al. 1999.

16 Imhof 1965; Kaufmann 2005.

17 Chaib 1997.

18 Braillard 2010.

19 Aubry et Braillard 2012.



- 1 Boncourt - Grand'Combes
- 2 Bure - Les Pertchattes
- 3 Courtedoux - Vâ Tche Tchâ
- 4 Chevenez - Combe Ronde
- 5 Courtedoux - Tchâfoué
- 6 Bressaucourt - Au Fond d'Echaux
- 7 Courtedoux - Bois de Montaigne
- 8 Porrentruy - La Perche

Fig. 7. Subdivision en zones morpho-structurales du Jura tabulaire autour de Porrentruy.
 Zone 1 : plateau ou horst de Bure.
 Zone 2 : zone bordière avec anticlinaux peu marqués.
 Zone 3 : bassins tertiaires de la partie méridionale du Fossé rhénan.
 Zone 4 : Jura plissé (carte établie d'après des données de Braillard 2006).

2.3 Les dépôts quaternaires

En Ajoie, les dépôts quaternaires sont principalement constitués de limons d'origine éolienne, peu épais, qui correspondent à la terminaison sud-ouest des dépôts lœssiques rhénans. Ces sédiments consistent en lœss souvent remaniés et altérés (lehms), quelquefois en lœss francs et en colluvions agricoles de l'Holocène (fig. 8).

D'ordinaire, les dépôts quaternaires, généralement lœssiques d'origine, sont peu épais: ils sont le plus souvent inférieurs à 10m. On les rencontre en comblement de fond de vallée ou de dépression karstique. Ils peuvent tapisser les reliefs tabulaires où ils présentent une épaisseur métrique à décimétrique. Déposées au Pléistocène supérieur, les séquences lœssiques sont altérées et souvent décarbonatées. Au cours du Pléistocène final (Tardiglaciaire) et de l'Holocène, les formations lœssiques ont

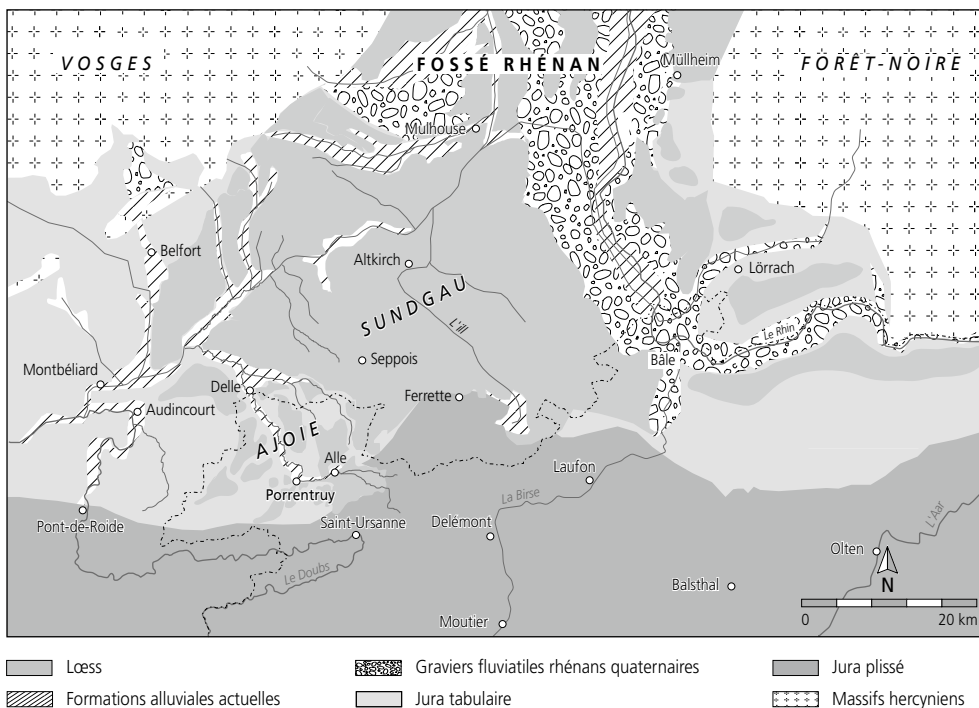


Fig. 8. Carte géologique simplifiée du sud de l'Alsace et du nord de la chaîne jurassienne.

été érodées sur les plateaux et redistribuées par les ruissellements et les cours d'eau en fond de vallée. Sur les parties hautes, les séquences limoneuses sont en général inférieures à 2m. Par contre, dans les dépressions karstiques très nombreuses en Ajoie tabulaire, on retrouve des colmatages sédimentaires pouvant atteindre plus de 10m d'épaisseur qui ont souvent totalement oblitéré les creux topographiques. Les chauffourniers ont parfois profité de ces opportunités d'ordre sédimentaire et karstique (profondeur et couche lœssique relativement meuble) pour creuser leurs aménagements techniques.

2.4 Insertion des sites dans leur cadre géologique, lithostratigraphique, tectonique et sédimentaire

2.4.1 Boncourt-Grand'Combes

Cadre géologique, tectonique, hydrogéologique. Problématique des fours à chaux et matières premières

Le vallon de Boncourt-Grand'Combes est situé dans la partie occidentale de l'Ajoie, et dans la partie nord du plateau de Bure, zone morphotectonique délimitée dans le Jura tabulaire. Comme déjà mentionné, cette région est caractérisée par l'absence de cours d'eau. Le fond de ce vallon est entrecoupé d'un chapelet de structures karstiques (nommées par convention dolines) comblées par des sédiments à l'origine lœssiques du Pléistocène et charbonneux de l'Holocène. Les structures karstiques mises en évidence sont reliées au réseau souterrain qui est limité à sa base par l'aquiclude principal régional matérialisé par les marnes de l'Oxfordien s.s. (*Early et Middle Oxfordian* de la Formation de Bärschwil)²⁰. Précisons que les écoulements souterrains circulent vers le nord-est conformément à l'axe de la vallée sèche²¹.

Le vallon de Grand'Combes forme, avec son prolongement en direction du village de Boncourt, le vallon des Coires-Combe Feuillérée, une structure d'aspect synclinal longue de 2 km qui recoupe les formations calcaires et marneuses du Jura tabulaire à la terminaison nord du plateau de Bure. Ce n'est pas une vallée sèche au sens strict car aucun gravier d'ordre fluvial n'a été décelé dans son fond. Orientée nord-est/sud-ouest, tout comme les combes de Voillenard et la Grande Valle, qui lui font succession au sud, elle correspond à la direction F III de la rosace des directions et fréquences des macrofracturations (failles) kilométriques du plateau de Bure²².

Les fours à chaux parmi d'autres vestiges

Sur le site de Boncourt-Grand'Combes, des vestiges de nombreuses périodes ont été mis au jour. Nous ne nous intéresserons ici qu'à une série de sept fours à chaux, tous implantés à la base du versant nord-ouest du vallon de Grand'Combes. Cinq de ces structures sont datées de l'Epoque romaine, une du Haut Moyen Age et une autre des XVII^e ou XVIII^e siècles. Ces fours peuvent être reliés avec des voies empierrées ou simplement des pistes en terre, localisées dans l'axe naturel du vallon.

Environnement géologique local et général

Le domaine de Boncourt-Grand'Combes est placé dans les étages de l'Oxfordien moyen terminal et de l'Oxfordien supérieur

(anciennement Séquanien), biozone à ammonites *Bifurcatus*. Les environs du site et de ses fours à chaux sont constitués de calcaires et de marnes appartenant à la Formation de Vellerat. On y retrouve principalement les calcaires du Membre du Vorbourg et les marnes à *Astartes* du Membre de Röschenz. Ces niveaux géologiques correspondent en particulier au niveau de la séquence Ox6 (157 ma).

Quaternaire et opportunité d'installation

Les fours à chaux ont été creusés dans les colluvions de loess parfois graveleux comblant notamment les dépressions karstiques mais aussi le fond de la combe. Les exploitants avaient à leur disposition du calcaire, du calcaire marneux et de la marne de l'Oxfordien (anciennement Séquanien) qui affleurent dans les environs directs, notamment sur le flanc nord-ouest du vallon où une forme du relief rocheux évoque une ancienne carrière d'extraction.

Les roches calcaires de tendance micritique de l'Oxfordien supérieur qui forment l'ossature de la vallée sèche sont constituées de bancs assez peu épais et très fortement prédécoupés à l'affleurement (nombreuses petites diaclases de dissolution etc.; fig. 9 à 11). Le calcaire parfois d'aspect crayeux et fin a logiquement dû constituer une ressource de matière première pour les chauffourniers qui se sont succédé à Grand'Combes.

Le calcaire d'aspect crayeux et assez fin a constitué une source de matière première pour les anciens occupants de la région. Il a pu être exploité ou extrait dans le flanc nord-ouest de la combe, par exemple. Le pendage (orientation des bancs géologiques) est modéré. Une faille importante longe l'axe de la vallée sèche selon une orientation sud-ouest/nord-est.



Fig. 9. Calcaire jurassique (Oxfordien) affleurant en prismes avec talus d'éboulis épais en aval qui pourraient servir de réserve de matériau à calciner.

20 Saltel et al. 2008, fig. 8, p. 21.

21 Lièvre et al. 1992.

22 Braillard 2006, fig. 3.1, p. 49.



Fig. 10. Calcaire crayeux de l'Oxfordien après un dessouchage par une tempête.



Fig. 11. Boncourt-Grand'Combes. Petit bloc de calcaire oxfordien provenant d'un replat en amont des fours à chaux.

2.4.2 Bressaucourt - Au Fond d'Echaux

Le four à chaux se trouve positionné à la limite entre les calcaires du Séquanien supérieur et ceux du Kimméridgien inférieur (Malm) de l'anticlinal du Banné.

D'après la nomenclature remise à jour, la charpente rocheuse du four est constituée plus précisément des calcaires à ptérocères inférieurs appartenant à l'étage du Kimméridgien inférieur correspondant à la Formation de Reuchenette. Le site, placé à environ 80 m au sud de celui de Courtedoux-Bois de Montaigne et situé altimétriquement 15 m au-dessus de ce dernier, domine également la vallée sèche de la Haute Ajoie²³. De même que pour ceux du Bois de Montaigne, les restes du four à chaux sont placés sur un territoire dominé par une morphologie karstique (relief irrégulier parsemé de dolines comblées, etc.).

2.4.3 Bure - Les Pertchattes

L'ossature du site est constituée des calcaires et marnes modérément inclinés au nord-ouest de l'étage de l'Oxfordien moyen final à supérieur (biozone à *Bifurcatus*), incluant le Membre de Röschenz de la Formation de Vellerat. Les roches sont

constituées des calcaires du Vorbourg et des marnes et calcaires à *Astartes* et *Natices*²⁴. Les sondages effectués à Bure-Combe Baidire ont mis en évidence des concrétions de silex dans du calcaire appartenant peut-être au Membre de *Hauptmumienbank* (*Unteres Sequanien* ou *Late Oxfordian*, Vellerat Formation)²⁵. Sur le site de Bure-Montbion, proche de celui du four à chaux des Pertchattes, les paléontologues placent la séquence entre le sommet du Membre du Vorbourg et la base du Membre de Röschenz, de la Formation de Vellerat. Pour conclure, signalons que la zone analysée Bure-Montbion est stratigraphiquement placée à l'identique de celle de Bure-Les Pertchattes.

Tectonique locale

Le site du four à chaux se place dans une région dominée par une morphologie karstique illustrée par de nombreuses failles, dolines comblées de sédiments pléistocènes et vallées sèches. Il surplombe en particulier la Combe Baidire qui constitue le début d'une vallée sèche, la Grande Vallée, qui incise le plateau de Bure sur une longueur de 3 km en direction du nord-est, jusqu'au village de Buix.

Le Quaternaire

Dans les environs du four à chaux, les sédiments sont généralement peu épais en dehors des dépressions karstiques mentionnées plus haut. Ils sont constitués de deux types de dépôts : à la base, les couches du faciès lœssique silteux, parfois argileux et graveleux du Pléistocène, faciès qui souvent comble les dolines ; au sommet se développent les dépôts de colluvions lœssiques charbonneuses et brunifiées d'origine anthropique.

2.4.4 Chevenez - Combe Ronde

Les couches géologiques du domaine de Chevenez-Combe Ronde correspondent globalement à celles de Courtedoux-Béchat Bovais²⁶. Les roches du site sont placées dans l'étage du Kimméridgien supérieur (basal), biozone à ammonites *Acanthicum* ou zone à *Mutabilis*²⁷ incluse dans la Formation de Reuchenette. La nomenclature régionale lithostratigraphique correspond (à la base?) des calcaires à ptérocères supérieurs. Ces niveaux géologiques correspondent à la chronostratigraphie ou séquence Kim3 (153,2 m.a.). Les environs du site sont également constitués de calcaires appartenant à la Formation de Reuchenette (Membre de Courtedoux-nouveau). Les exploitants avaient à leur disposition du calcaire provenant de cette formation et qui affleure dans leur environnement direct. Le four à chaux de Chevenez-Combe Ronde a été creusé dans les colluvions lœssiques un peu graveleuses comblant le fond de la petite combe²⁸ : calcaires à ptérocères supérieurs, Formation de Reuchenette de l'étage du Kimméridgien supérieur, zone à *Mutabilis*.

23 Billon-Bruyat, Ayer, Becker et al. 2008, p. 44.

24 Billon-Bruyat, Ayer, Badertscher et al 2007.

25 Marty et al. 2004, p. 19-23.

26 Comment et Ayer 2010.

27 Marty 2004.

28 Billon-Bruyat et al. 2008.

Le Quaternaire

Les dépôts quaternaires de Combe Ronde, au niveau du four à chaux, sont constitués d'un tapissage de graviers dans l'axe et d'éboulis de pente sur les flancs qui sont recouverts de limons peu graveleux périglaciaires d'épaisseur variable. Ceux-ci scellent les graviers de fond²⁹. Sur ce complexe sédimentaire naturel on trouve une couche de colluvions holocènes carbonneuses également d'épaisseur variable. C'est dans de tels sédiments meubles limoneux qu'a été creusé le four à chaux.

2.4.5 Courtedoux-Bois de Montaignre

Le Bois de Montaignre est placé dans les calcaires à ptérocères inférieurs de la Formation de Reuchenette, nouveau Membre de Vabenau. Le site est situé en tout début de pente du versant nord-ouest de l'anticlinal du Banné. D'après la carte géologique³⁰, le four à chaux se trouve au droit d'une faille sud-ouest/nord-est, séparant les calcaires du Séquanien supérieur à Kimméridgien inférieur des calcaires du Kimméridgien supérieur (ancienne nomenclature). Situé à 525 m d'altitude, le site domine de 75 m la plaine de la vallée sèche de la Haute Ajoie et se place dans la zone bordière du Jura tabulaire au sud-est du plateau de Bure³¹.

Les restes du four à chaux sont placés sur un terrain qui est dominé par une morphologie karstique illustrée par de nombreuses dolines comblées de formations lœssiques et détectées entre Bressaucourt-La Clavelière et Chevenez-Combe En Vaillard.

2.4.6 Courtedoux-Tchâfoué

Le gisement s'insère dans une zone à Mutabilis incluse dans la Formation de Reuchenette, du Kimméridgien supérieur, et n'est guère différent du site de Chevenez-Combe Ronde (chap. 2.4.4).

2.4.7 Courtedoux-Vâ Tche Tchâ

La combe Vâ Tche Tchâ est une grande entaille d'orientation nord-ouest/sud-est du plateau ajoulot. Il s'agit d'une vallée dont le caractère vallée sèche n'a pas été totalement démontré car nous n'avons pas rencontré de dépôts de graviers de fond dans les sondages, bien que les dolines aient piégé des graviers silteux lœssiques issus peut-être, pour certains, d'anciens écoulements de fond de vallon au Pléniglaciaire. Des mesures ont montré une bonne concordance entre le réseau principal de failles subverticales (340° nord) et l'orientation de la vallée sèche de Vâ Tche Tchâ (330° nord). Le substratum rocheux est constitué de calcaires et de marnes.

Environnement géologique général des dolines et du four à chaux de Courtedoux-Vâ Tche Tchâ

Description globale: marnes du Banné.

Chronostratigraphie et lithostratigraphie: Kimméridgien inférieur à supérieur, Formation de Reuchenette, zone à Divisum. Les dolines de Courtedoux-Vâ Tche Tchâ se sont façonnées ainsi dans l'étage du Kimméridgien inférieur sommital et supérieur basal (biozones à ammonites Divisum/Acanthicum incluses

dans la Formation de Reuchenette). La nomenclature régionale lithostratigraphique correspond au sommet des calcaires à ptérocères inférieurs, aux marnes à ptérocères et à la base des calcaires à ptérocères supérieurs tous inclus dans la Formation de Reuchenette (fig. 13). Ces niveaux géologiques correspondent à la chronostratigraphie ou séquence Kim 3 (153,2 m.a.). Le four à chaux de Vâ Tche Tchâ a été creusé dans une couche de colluvions lœssiques puis de marnes à ptérocères (Membre du Banné) du Kimméridgien inférieur. Les exploitants avaient à leur disposition du calcaire micritique, du calcaire un peu siliceux et du calcaire marneux qui affleurent dans leur environnement direct.

En comparant la position du four à chaux avec la carte géologique des affleurements du Kimméridgien inférieur établie par L. Braillard³², nous constatons qu'il est placé dans la zone contact entre les marnes à ptérocères et les calcaires à ptérocères supérieurs, en pied de versant orienté nord-est (fig. 12). Les calcaires affleurent souvent en bancs de calcaire micritique (90% de calcite) plutôt peu épais et fortement débités en prismes de l'ordre du décimètre. Ils pouvaient constituer ainsi une matière première abondante et aisément extractible, voire récoltable en surface sur les affleurements situés au sud-est de la combe (Les Tchamps Tainais, Les Echies Basué). Rappelons que la nature plane des affleurements a permis une exposition prolongée aux agents atmosphériques qui ont eu tout loisir de fissurer les bancs peu épais de calcaire fin et d'en dégager des pierres de l'ordre du décimètre, donnant ainsi une matière première pratique pour les chaufourniers.



Fig. 12. Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. Exemple d'affleurement rocheux du Kimméridgien (calcaires à ptérocères).

29 Aubry 2010.

30 Diebold et al. 1960.

31 Marty, Lovis et Paratte 2010.

32 Paupe et al. 2000, fig. 3, p. 18.

Annexe 1 – Remarques sur la coloration des sols au contact des fours à chaux

Les faciès loessiques – loess, colluvions de loess, etc. – constituent la grande majorité des sédiments fins quaternaires en Ajoie et c'est dans de telles terres que les fours à chaux traités dans le présent ouvrage ont été installés. Ce sont donc de tels sédiments contenant du fer qui vont entrer en contact avec la chaleur des foyers des fours à chaux et réagir en conséquence, c'est-à-dire se colorer, ce qui est constaté dans les sédiments au contact avec les fours. Une étude réalisée à Alle-Noir Bois a quantifié la proportion de cet élément chimique dans les silts loessiques, les colluvions et les graviers loessiques^I. Cet élément se retrouve dans une proportion allant de 2,5% dans les colluvions charbonneuses anthropiques, 4% dans les sédiments périglaciaires et jusqu'à 8% dans les altérites anciennes riches en hydroxydes de fer. Le fer se trouve principalement sous forme d'hydroxydes tels que la goëthite et/ou la limonite, minéraux associés aux argiles colloïdales, aux nodules et aux diverses précipitations ferromagnétiques observées dans les sédiments.

L'hématite et la magnétite sont des minéraux issus de la déshydratation de ces hydroxydes par la chaleur. Elle est observable par les pics d'hématite^{II}. La déshydratation de l'hydroxyde de fer par la chaleur implique la formation d'hématite qui génère une gradation de couleurs allant du beige-jaune dans le sédiment naturel (10YR 5/6, Munsell) au rouge vif sombre, teintes que l'on observe aisément dans l'encaissant silteux des fours.

Estimation des températures de cuisson dans un foyer de forge creusé dans les silts loessiques à Alle-Noir Bois^{III}

L'auteur a observé une gradation de couleur du sédiment avec le passage de la couleur rouge au jaune, puis au gris et au gris clair. Les échantillons analysés sont pris en s'éloignant du centre du foyer. On observe la disparition des pics caractéristiques de la kaolinite, du chlorite, de l'illite et des plagioclases en fonction d'une évolution de la température de 20 à 900°C. Cette disparition ne correspond pas obligatoirement à une fusion des minéraux puisque la kaolinite, par exemple, disparaît de l'analyse RX alors que ce minéral ne fond qu'à une température de 1800°C. La couleur rouge est associée à la matérialisation de l'hématite en milieu oxydant dès la température de 500-700°C. En milieu dépourvu d'oxygène, c'est-à-dire en milieu réducteur, la couleur grise est due à la formation de magnétite à haute température.

Les échantillons qui ont subi une température inférieure à 500°C présentent une couleur rouge qui est due à la présence de l'hématite produite probablement à partir de la déshydratation de la goëthite ou de la limonite qui sont des hydroxydes de fer présents dans les silts loessiques.

Les températures de cuisson maximales obtenues dans des fours expérimentaux préhistoriques pour céramique montent à 700-800°C en Allemagne. Les fours marocains actuels peuvent monter à 900°C^{IV}. La magnétite Fe_3O_4 qui apparaît à 800°C et qui contient du fer sous la forme réduite (Fe_{5+}) colore le silt en gris ou en noir. Dans une cuisson forcée en laboratoire d'un



Fig. 14. Exemples de rubéfaction du loess encaissant. a: Porrentruy-La Perche; b: Chevenez-Combe Ronde. La couleur rouge indique une température probable entre 400 et 750°C environ. Les roches blanches sont constituées de chaux éteinte ou de calcaires brûlés.

sédiment loessique d'Alle-Noir Bois, l'analyse aux RX montre que l'hématite subsiste après 900°C en milieu oxydant et devient rouge foncé. La couleur grise d'un foyer du même site est expliquée, nous l'avons vu plus haut, par la cuisson du sédiment en atmosphère réductrice à 800°C, température à laquelle la magnétite, qui est également un oxyde fer $Fe_2+Fe_3+2O_4$, apparaît.

On pourra évoquer de telles colorations du sédiment dans le cadre de la rubéfaction des sédiments loessiques affectés par la cuisson des calcaires dans les fours à chaux des sites traités dans la présente étude.

I Vadi 1998, p. 35; Aubry, Guélat et al. 2000, p. 43; Masserey et al. 2008, p. 225.

II Stempfel-Benghezal 1999.

III Ibid.

IV Stempfel-Benghezal 2000.

3 Boncourt - Grand'Combes

Jean-Daniel Demarez, avec une contribution de Iann Gaume

Les structures d'époque romaine ainsi que celles du Haut Moyen Age seront traitées ensemble. En effet, ces aménagements apparaissent dans des contextes stratigraphiques identiques. Si certains d'entre eux peuvent être datés sans difficulté, d'autres n'ont fourni aucun indice chronologique et ne peuvent être attribués que de manière globale à la période Antiquité/Haut Moyen Age. Et parmi ces structures, il n'est pas impossible que certains empièvements, interprétés comme vestiges de voies, aient été utilisés aux deux périodes.

Etant donné les dimensions du site (près d'un kilomètre de longueur), celui-ci a été divisé en zones pour des facilités d'édition (fig. 15).

3.1 Contexte stratigraphique

Iann Gaume

Ce chapitre se propose de reprendre et de synthétiser les données géologiques déjà disponibles³³. Seule la séquence holocène, qui contient les vestiges décrits dans cette publication, sera abordée.

La vallée sèche de Grand'Combes se situe dans la partie occidentale de l'Ajoie, caractérisée par la rareté des cours d'eau de surface. Géologiquement, elle est placée sur un substrat rocheux constitué de bancs calcaires du Jurassique supérieur appartenant au Jura tabulaire. Sa formation a dû être occasionnée par une faille tectonique de même orientation (nord-est/sud-ouest).



Fig. 15. Subdivision en zones du site de Boncourt - Grand'Combes. Tout en haut, la Combe Feuillée.

Le fond de cette vallée est parsemé de structures karstiques, se présentant sous la forme de dolines. Actuellement indécélables dans la topographie actuelle, ces dernières sont comblées par des sédiments anciens, des graviers et des lœss périglaciaires, et des colluvions plus récentes.

La séquence quaternaire a une épaisseur variant de quelques dizaines de centimètres à une dizaine de mètres. Ces dépôts sont en général faibles sur les versants et atteignent en moyenne 2,50 m dans le fond du vallon par effet de colluvionnement. Les différents profils relevés montrent qu'entre 1,70 et 2 m de silts bruns holocènes coiffent 0,50-0,70 m de dépôts pléistocènes. Dans les dolines, la sédimentation quaternaire peut se développer jusqu'à 10 m de profondeur et compter jusqu'à treize couches différentes.

La sédimentation holocène s'est constituée par le colluvionnement de lœss érodés sur les versants de la vallée. Elle est formée d'une succession très monotone de niveaux silteux, de ton brun-jaune à brun foncé. Les subdivisions observées se basent sur des différences ténues, visibles à l'œil nu, le plus souvent d'ordre sédimentologique, comme un aspect plus ou moins argileux, des taches décolorées ou un contact plus ou moins irrégulier.

Au centre et à l'ouest du site, soit de la zone A à la partie occidentale de la zone D (fig. 15), la sédimentation type se divise en six horizons différents. Comme l'illustre parfaitement la coupe 1, relevée au sud de la zone C, les niveaux holocènes

atteignent une puissance de plus de 2 m (fig. 16). Au-dessous du sol humique actuel (couche 1), la couche 2 est composée de silts brun clair de compacité moyenne et renfermant de rares paillettes de charbon de bois. La couche 3.1 sous-jacente est très difficile, voire impossible à distinguer de la précédente. A certains endroits du site, on constate qu'elle contient une plus grande densité de paillettes de charbon de bois. Ces deux niveaux chapeautent la couche 3.2, plus compacte et légèrement plus foncée. Les couches 2, 3.1 et 3.2 contiennent également une densité élevée d'empierrements d'origine anthropique. Elles sont considérées comme des colluvions agricoles anciennes qui se sont mises en place de l'Epoque romaine aux Temps modernes. Une datation précise de ces trois horizons est difficile à établir. Le four à chaux F7, apparu à l'interface des couches 2 et 3.1, a été en usage au XVIII^e siècle, mais a peut-être été construit au XVII^e siècle déjà (chap. 3.3.1). Le four à chaux du Haut Moyen Age était inséré dans la couche 3.2, tandis que les cinq fours à chaux attribués à l'Epoque romaine ont tous été repérés à la transition des couches 3.2 et 3b. A partir de ces indications, on peut admettre que la couche 2 s'est mise en place entre le XIX^e et le XX^e siècle, la couche 3.1 entre le Moyen Age et le XVIII^e siècle, et la couche 3.2 de l'Epoque romaine au Moyen Age. Ces niveaux coiffent deux horizons de colluvions agricoles protohistoriques : les couches 3b et 3b2. La couche 3b consiste en silts argileux brun foncé et compacts. Le mobilier archéologique se concentre principalement dans sa partie inférieure. Il date avant tout de La Tène ancienne et finale, mélangé avec de la céramique du Bronze moyen et quelques artefacts néolithiques. La couche 3b2, des silts argileux tachetés bruns et brun clair, ne se développe pas uniformément, et se retrouve plutôt dans la partie centrale du site. Son sommet contient un peu de mobilier du Second âge du Fer et du Bronze moyen. Des datations radiocarbone pratiquées sur trois gros charbons de bois prélevés au milieu et à la base de la couche 3b indiquent que ce niveau s'est mis en place durant la Protohistoire, à partir du Bronze moyen³⁴. La datation de deux autres charbons de bois gisant au milieu de la couche 3b2 concorde et fournit une fourchette chronologique centrée sur le Bronze moyen et englobant la fin du Bronze ancien et une partie du Bronze récent³⁵.

La sédimentation diffère quelque peu tout à l'est du site. La stratigraphie la plus complète de cette zone est représentée sur la coupe 2 (fig. 16). Le sommet de la séquence, les couches 1 et 2, ne diffère pas des secteurs centraux et orientaux du site. Par contre, la couche 3, des silts brun foncé à gris à charbons de bois épars, est ici moins développée et ne peut être divisée. Le mobilier, de même que les nombreuses structures, ont cependant été découverts dans sa partie inférieure. Il s'agit de vestiges mélangés, datés du Bronze moyen ou récent, de La Tène ancienne et finale. Au-dessous, la couche 4 se distingue par des silts aux teintes plus claires. Son sommet renferme une quantité de mobilier modeste et de rares paillettes de charbon de bois. Sa base repose sur des lœss stériles du Pléistocène.

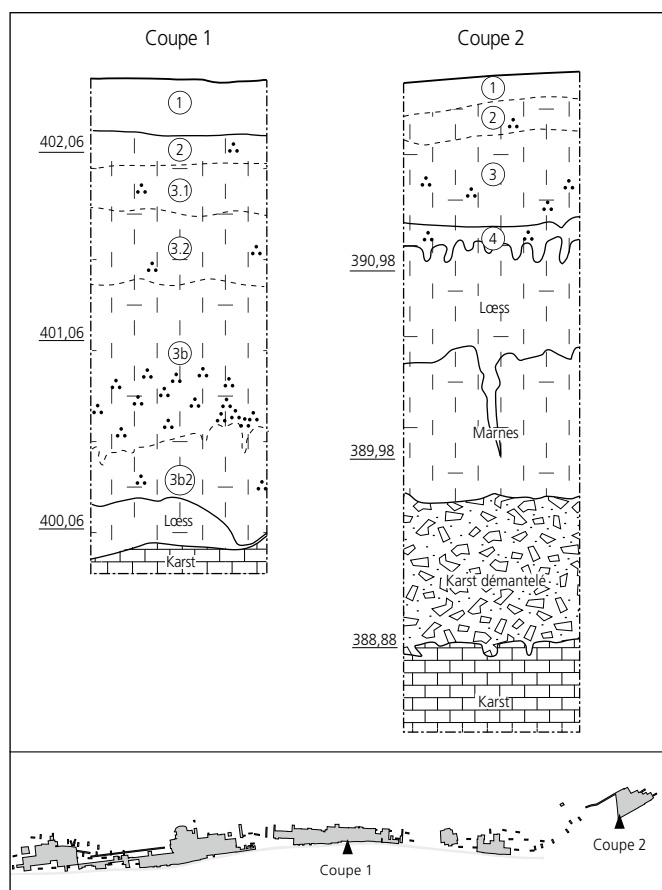


Fig. 16. Boncourt-Grand'Combes. Deux relevés stratigraphiques types du site, dans la partie ouest (coupe 1) et tout à l'est (coupe 2).

33 Aubry 2001 ; Nicolas et Aubry 2002 ; Othenin-Girard, Aubry et Detrey 2003.

34 Datations ¹⁴C: Ua-19781, Ua-17836, Ua-22092.

35 Datations ¹⁴C: Ua-19236 et Ua-17780.

3.2 Les vestiges de l'Époque romaine et du Haut Moyen Âge

Jean-Daniel Demarez

3.2.1 Vestiges de la zone A

3.2.1.1 Le four F1

Introduction

Ce four a été mis en évidence lors du décapage mécanique de la zone A (fig. 17). En fait ce sont d'abord deux taches de sol rubéfié non contiguës qui sont apparues. Un premier nettoyage a cependant révélé la présence de blocs calcaires d'environ 30 à 40 cm de largeur qui montraient les traces d'une exposition au feu. En fin de compte, un décapage manuel supplémentaire a mis en évidence une structure présentant un plan « en trou de serrure », composée d'un four de 3 m de diamètre précédé d'une fosse de travail d'une longueur d'environ 6 m (fig. 18). Au total, seize décapages en plan ont été effectués dans ces aménagements, en plus de six relevés stratigraphiques : une grande coupe longitudinale, une grande coupe transversale et quatre petites coupes limitées à certaines parties du four. L'ensemble de ces relevés a permis de mettre en évidence plusieurs phases de construction et de réfection (fig. 26), qui ne sont pas toutes visibles sur les deux grands profils de référence.

Phase 1

Cette première phase correspond à la mise en place du premier chaufour. Pour sa construction, il a été nécessaire de creuser une chambre de chauffe circulaire, sur une profondeur de 1,80 m. Cet espace est relié à une fosse de travail par un petit canal d'une longueur de 1 m. Dans cette première étape, c'est le sédiment naturel du terrain encaissant qui constitue les parois de la chambre de chauffe. En effet, si les parois avaient été chemisées d'un parement en moellons – comme ce sera le cas ultérieurement – le terrain encaissant n'aurait pas été marqué par la chaleur, ou alors dans une moindre mesure. Or, ici, les très hautes températures atteintes lors de la cuisson du calcaire ont fortement altéré le sol, sur une quinzaine de centimètres d'épaisseur (fig. 19-25, n° 2).

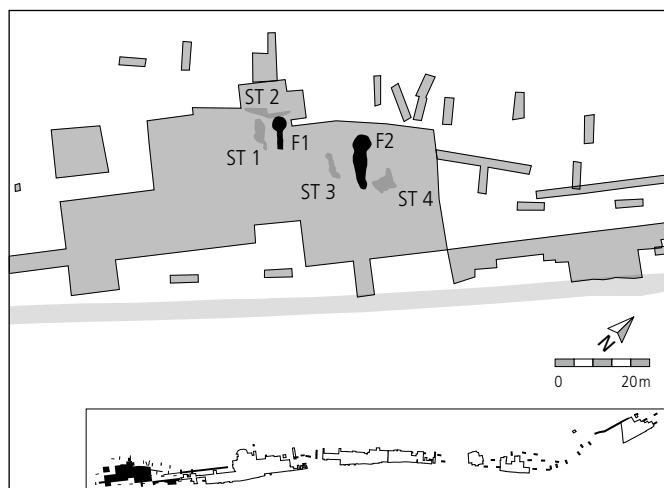


Fig. 17. Boncourt-Grand'Combes. Plan de situation des vestiges gallo-romains de la zone A.

A la base de la paroi, les fouilles ont mis en évidence une banquette large d'environ 50 cm au bord taluté (fig. 20-23, n° 3). L'espace circulaire situé à sa base, large d'environ 1,60 m, constitue le foyer. La banquette servait d'appui à une voûte – sans doute en encorbellement – composée de gros blocs calcaires, destinée à séparer le foyer de la charge à calciner (fig. 26, phase 1). On observe, juste devant le canal de chauffe, deux entailles quadrangulaires dans la banquette (fig. 20 et 23, n° 4). Selon nous, ces encoches ont été aménagées pour maintenir les pieds-droits d'un linteau. Lors de la phase 2, avec les changements apportés au foyer, ce dispositif a été démantelé, ce qui explique la rubéfaction du terrain dans lequel les encoches ont été creusées. Il est probable qu'il devait y avoir un second linteau quelque part au-dessus du canal de chauffe, de manière à pouvoir aménager une couverture de dalles, sur laquelle pouvait reposer la voûte.

Phase 2

Elle se caractérise par une transformation structurelle importante : le foyer circulaire est modifié et prend la forme d'un canal plus ou moins rectangulaire, dans le prolongement du canal de chauffe (fig. 22). Pour l'aménager, les chaufourniers ont entamé la banquette initiale (fig. 20 et 22, n° 6). Bien que ce foyer rectangulaire n'ait été que partiellement préservé, à cause des transformations ultérieures, on peut supposer que ses parois latérales devaient être constituées de dalles posées de chant ou de blocs empilés. Deux des pierres de ce dispositif ont été retrouvées en place, sur des restes mélangés de charbon de bois et de chaux de la dernière cuisson de la phase 1 (fig. 20, n° 7). L'abandon d'un plan circulaire au profit d'un plan rectangulaire implique le passage d'une voûte en coupole à une voûte en tunnel (fig. 26, phase 2).



Fig. 18. Boncourt-Grand'Combes. Zone A, four F1. Vue du four et de sa fosse de travail au niveau circulaire d'apparition après nettoyage. La structure circulaire du foyer est clairement délimitée par une auréole de rubéfaction.



Fig. 19

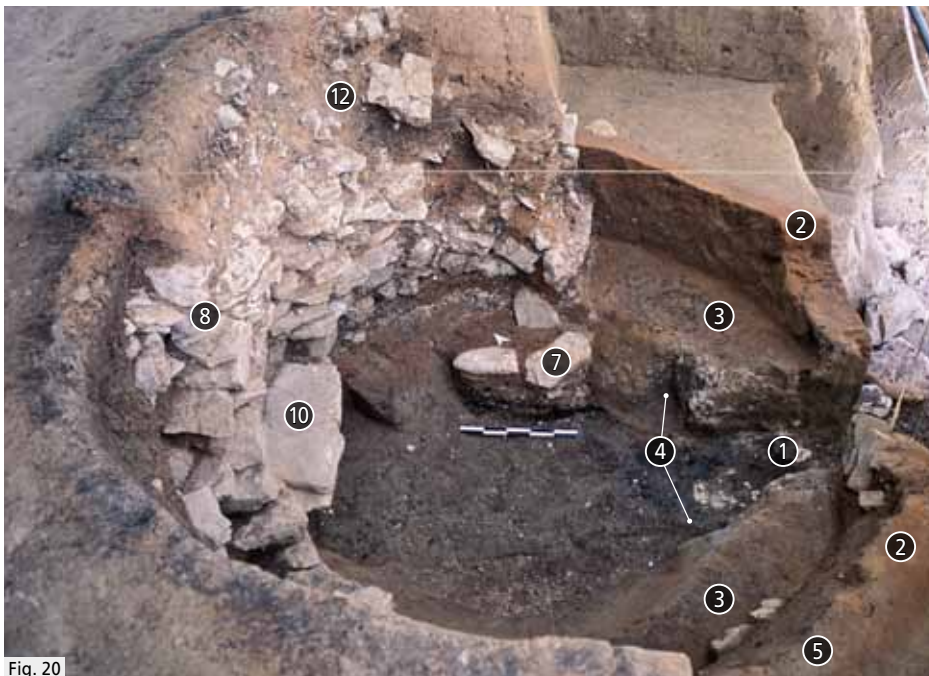


Fig. 20

Boncourt-Grand'Combes. Zone A, four F1

Fig. 19. Vue du four et de sa fosse de travail en cours de fouille. A l'arrière, on distingue le muret de la phase 3 et le rechapage de la phase 4.

Fig. 20. Vue en cours de fouille.

Fig. 21. Vue en plan du quart sud-ouest. Le liseré gris-beige (a) qui borde la rubéfaction de la phase 1 est interprété comme une réaction physicochimique du sédiment encaissant.

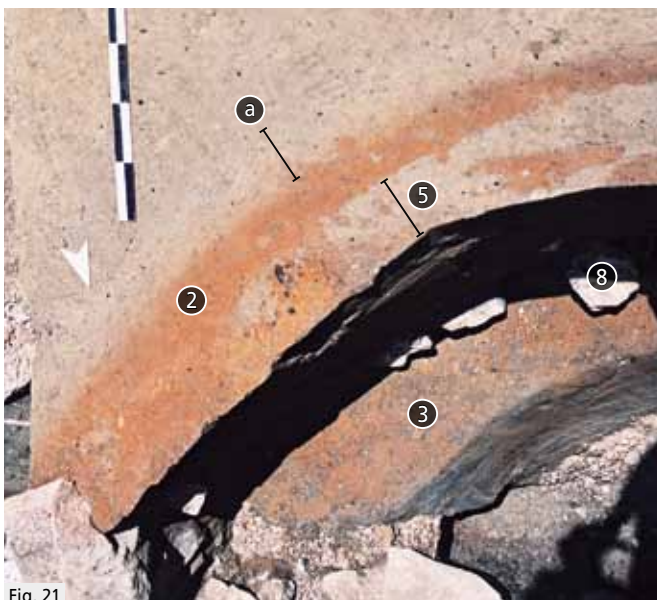


Fig. 21

- ① Canal de chauffe (phases 1 à 3)
- ② Parois naturelles rubéfiées (phase 1)
- ③ Banquette (support de voûte de la phase 1)
- ④ Emplacement de deux pieds-droits, supports d'un linteau (phase 1)
- ⑤ Parois rechapées (phase 2)
- ⑥ Partie entamée de la banquette pour l'aménagement du foyer rectangulaire (phase 2)
- ⑦ Pierres de bordure du foyer rectangulaire (phase 2)
- ⑧ Muret (phase 3a)
- ⑨ Partie rabotée de la banquette de la phase 1 pour la pose du muret (phase 3a)
- ⑩ Grande dalle (support de voûte, phases 3a et 3b)
- ⑪ Pile de dalles calcaires (rehaussement de la gueule, phases 3a et 3b)
- ⑫ Rechapage du muret (phase 3b)



Fig. 22



Fig. 23

Boncourt - Grand'Combes. Zone A, four F1

Fig. 22. Vue vers le fond depuis la gueule.

Fig. 23. Vue verticale après évidement complet.

Fig. 24. Vue verticale du renforcement de la gueule (phase 3). La pile de dalles calcaires entame nettement la paroi rubéfiée de la phase 1.

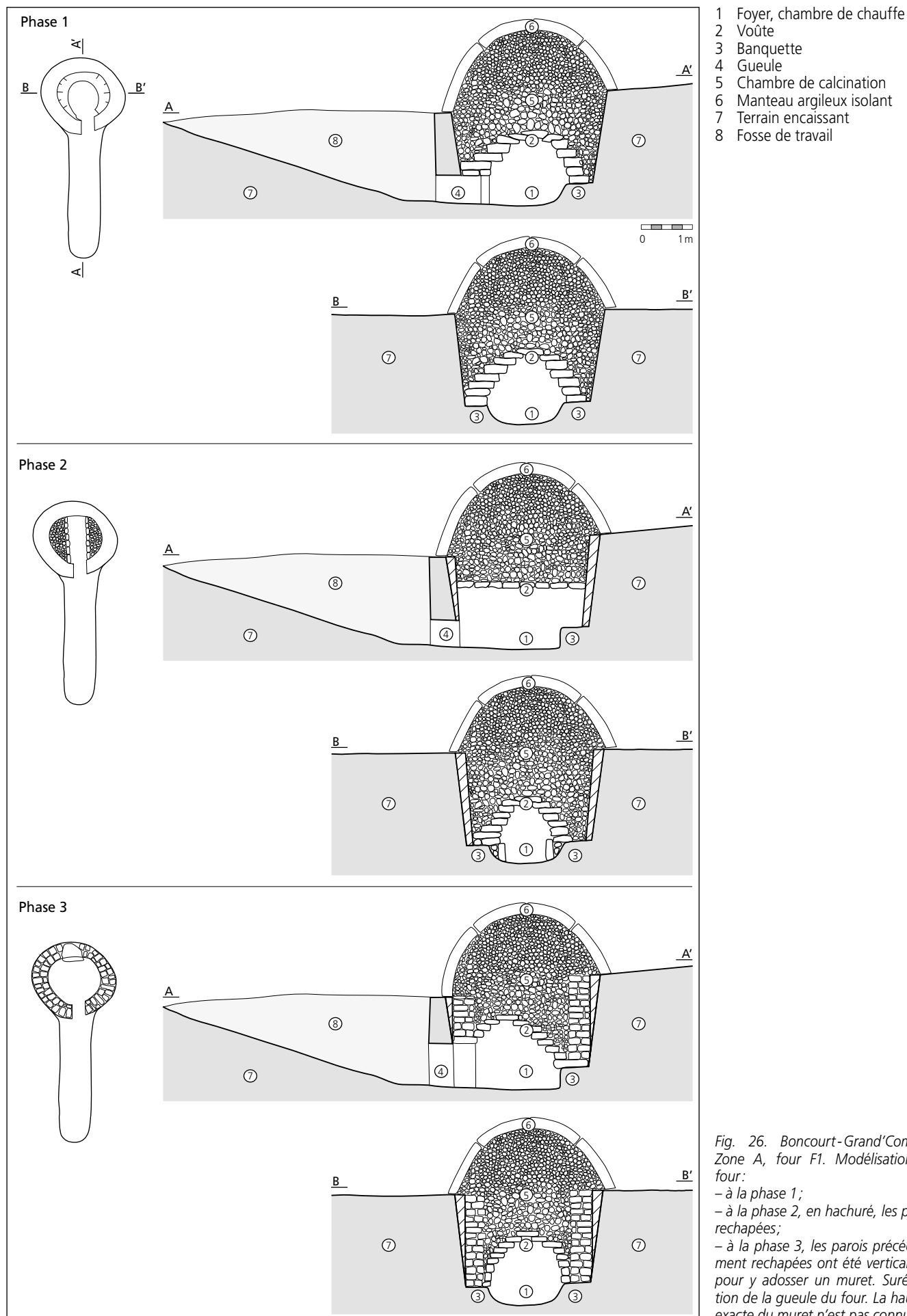
Fig. 25. Vue en coupe de la gueule. Grâce à la rubéfaction du terrain, la forme du canal de chauffe est restée bien visible. En haut à droite, la pile de surélévation de la gueule des phases 3a et 3b.



Fig. 24



Fig. 25



Elle reposait sur l'espace laissé libre entre les dalles de bordures du foyer et la banquette de la phase 1, espace que l'on imagine comblé avec des cailloux calcaires. Une couverture du foyer rectangulaire par de grandes dalles plates n'est guère plausible car elle n'aurait laissé qu'un espace restreint à la combustion. On peut en outre se demander si un tel système aurait supporté, sans se casser, une charge à calciner de plusieurs dizaines de tonnes de calcaire.

Ces changements structurels se sont accompagnés d'une modification du dispositif d'entrée. Comme déjà mentionné, les pieds-droits qui soutenaient un linteau ont été enlevés, sans doute parce qu'avec une voûte en tunnel, le linteau lui-même n'avait plus d'utilité.

A ce stade, il n'y a aucune modification des parois, qui sont toujours constituées par le terrain encaissant, mais on observe les traces d'une réfection. Elle n'est néanmoins perceptible de manière claire qu'en un seul endroit, dans le quart sud-ouest du four, à proximité du canal de chauffe, dans la partie haute de la paroi. Contre la paroi naturelle rubéfiée (fig. 21, n° 2), on observe un placage de limons brun-gris semblable au sédiment de la couche 3b, mais avec des inclusions de terre rubéfiée (fig. 21, n° 5). La structure de ce placage est hétéroclite. La partie haute est surtout composée de sédiment naturel non rubéfié; la partie basse, par contre, est constituée en majorité de nodules de terre cuite liés avec du limon. Cette matrice contient aussi des fragments de calcaire, pour la plupart chauffés. De toute évidence, il s'agit d'une consolidation ou même d'une réfection des parements réalisée de manière opportuniste avec du tout-venant: des morceaux du dôme de la dernière cuisson, mêlés d'éléments calcaires qui n'ont pas été ramassés parce que la calcination n'était pas aboutie, liés avec le limon disponible sur place. Il est possible que ces travaux aient été limités à certains endroits et n'aient pas été effectués sur la totalité du four. Notons que dans l'absolu, s'il est certain que le rechapage était visible à la phase 2, on ne peut exclure que les travaux aient déjà été effectués à la phase 1.

Phase 3a

Cette phase est marquée par un retour à un foyer de plan circulaire et par une modification importante des parois: le terrain naturel est désormais chemisé d'un muret qui a condamné la banquette de la phase 1 de manière définitive (fig. 19-22, n° 8). Pour aménager cette structure, une partie de la banquette, qui n'était sans doute pas horizontale, a été «rabotée» et mise de niveau (fig. 23, n° 9). On a aussi constaté, par endroits, une entame des parois naturelles rubéfiées, qui ont été verticalisées pour mieux adosser les blocs du muret.

Celui-ci, conservé sur une hauteur d'environ 70 cm, est constitué de cailloux calcaires mélangés à des fragments de terre cuite, sans doute des restes du manteau argileux d'une cuisson précédente, ou des pans de paroi effondrés. A l'arrière du four, une grande dalle (70x60x20 cm) a été posée au-dessus de l'extrémité du foyer rectangulaire de la phase 2 (fig. 20 et 22, n° 10). Cet élément de grandes dimensions, d'un poids d'environ 220 kg, offrait un support solide à la voûte qui, ailleurs, pouvait reposer directement au pied du muret, sauf à la hauteur de la gueule, où elle devait s'appuyer directement sur le muret.

En effet, on constate là aussi des modifications. Un empilement de dalles calcaires d'environ 60x30 cm, conservé sur une hauteur de 35 cm (fig. 24 et 25, n° 11), témoigne d'un surhaussement de la gueule. La pile recoupe en tout cas de manière nette la paroi naturelle rubéfiée des phases précédentes. C'est peut-être un comblement partiel du foyer, avec les déchets accumulés des cuissons successives, qui a nécessité une surélévation du dispositif d'entrée.

A noter que dans la modélisation proposée (fig. 26, phase 3), nous avons opté pour une voûte reposant directement au pied du muret. Une autre possibilité serait que ce muret, conservé sur une hauteur de 70 cm, ait lui-même servi de soutien à la voûte. Mais le foyer aurait alors eu un volume considérable, raison pour laquelle cette hypothèse n'a pas été retenue, au profit d'un chemisage complet des parois.

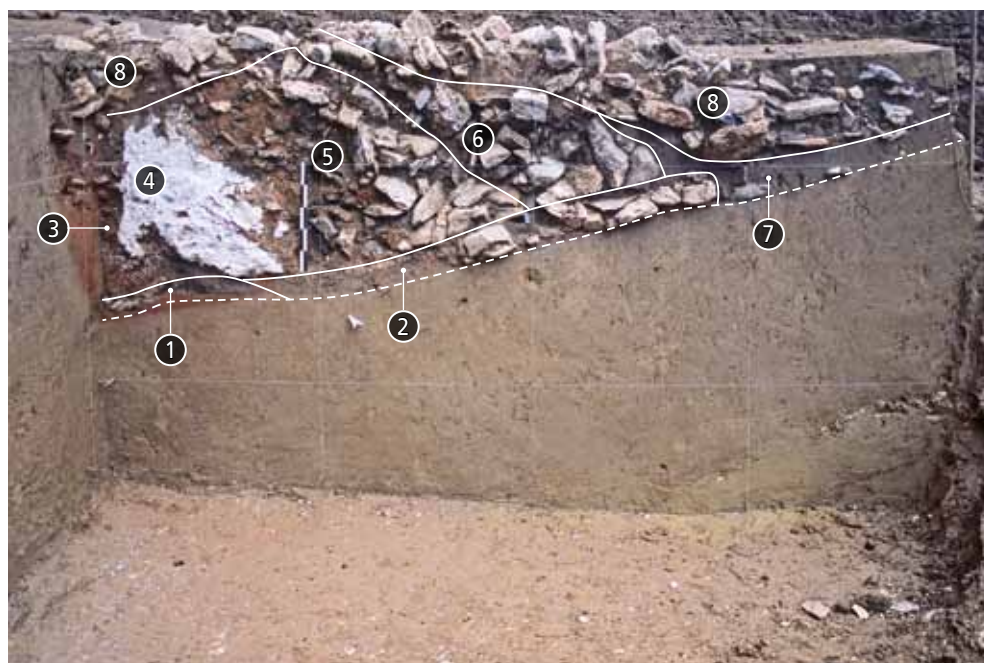


Fig. 27. Boncourt-Grand'Combes. Zone A, four F1. Vue en coupe de la fosse de travail.
(Les numéros renvoient à la description dans le texte.)

Phase 3b

Lors de cette ultime période d'utilisation, il n'y a aucune modification fondamentale du four, qui conserve les caractéristiques de la phase 3 : des parois de moellons et de cailloux calcaires entourant un foyer circulaire, recouvert d'une voûte en coupole. On observe cependant une réfection des parois, mais effectuée de manière opportuniste. Les chafourniers se sont contentés d'utiliser en remploi des fragments de terre cuite – sans doute des résidus d'un manteau en argile d'une cuisson antérieure – mêlés de déchets calcaires, le tout lié avec du limon (fig. 19 et 20, n° 12).

La coupe de la fosse de travail (fig. 27) montre un comblement qui s'est sans doute effectué en plusieurs étapes. Le fond est marqué par une aire charbonneuse, devant la gueule (fig. 27, n° 1) et par une fine couche de débris piétinés (nodules de chaux, de terre cuite et petits éclats de calcaire dans une matrice limoneuse, fig. 27, n° 2), qui correspond au niveau de circulation. Après la dernière cuisson, les chafourniers ont démantelé la couverture argileuse en commençant par le haut, et une partie des déchets est tombée dans la fosse (fig. 27, n° 3). Ils ont aussi évacué du four, au fur et à mesure qu'ils descendaient, les pierres qui n'étaient pas entièrement réduites en chaux, comme le gros bloc n° 4. D'autres débris du manteau et/ou des parois (fig. 27, n° 5) témoignent d'un démantèlement progressif de haut en bas, par étapes. L'amas de pierres 6 se distingue bien du précédent et correspond à un étalement ultérieur de monticules de déchets laissés en place. Selon toute vraisemblance, le niveau sédimentaire 7 est contemporain de ces travaux. Enfin, on constate un dernier rebouchage (fig. 27, n° 8), qui peut répondre à une volonté de remise en état du terrain pour son utilisation à des fins agro-pastorales.

3.2.1.2 Le four F2

Introduction

Le four F2 est situé à moins de 20 m à l'est du four F1 (fig. 17). Il est apparu de manière nette lors du décapage mécanique, sous la forme d'un empiècement circulaire d'un diamètre d'environ 4 m, constitué de cailloux et de blocs calcaires de 15 à 20 cm de largeur en moyenne, jusqu'à 40 cm pour les plus grands. Ces éléments montraient presque tous les traces d'une exposition au feu. A la périphérie, du sédiment rubéfié indiquait par endroits l'emplacement des parois du four. Au sud-est, un étalement plus ou moins rectiligne de cailloux calcaires signalait l'emplacement d'une fosse de travail apparemment courte (env. 3,50 m) mais plus large que celle du four F1, assez bien visible du fait d'une matrice sédimentaire plus foncée que le terrain encaissant (fig. 28 et 29). En fait, comme on a pu l'observer sur la coupe longitudinale, sa longueur réelle est de 6 m, pour une largeur qui, depuis l'ouest, s'élargit jusqu'à 2,50 m devant la gueule (fig. 30 et 38). Les deux cavités – four et fosse de travail – ont été creusées à travers les limons holocènes et les lœss pléistocènes mais aussi, dans la partie inférieure, dans le karst.

Le four F2 est le plus complexe de tous les chafourniers du site. En fonction des détails que l'on veut bien prendre en compte, il est possible de décompter jusqu'à six périodes de construction et de réfection, voire davantage. Mais il y a des indices – par exemple des changements dans la composition du matériau utilisé pour le rechapeage des parois, contenant ci ou là plus ou moins de débris calcaires ou de graviers – qui ne sont visibles que sur des portions trop restreintes pour avoir une signification réelle.

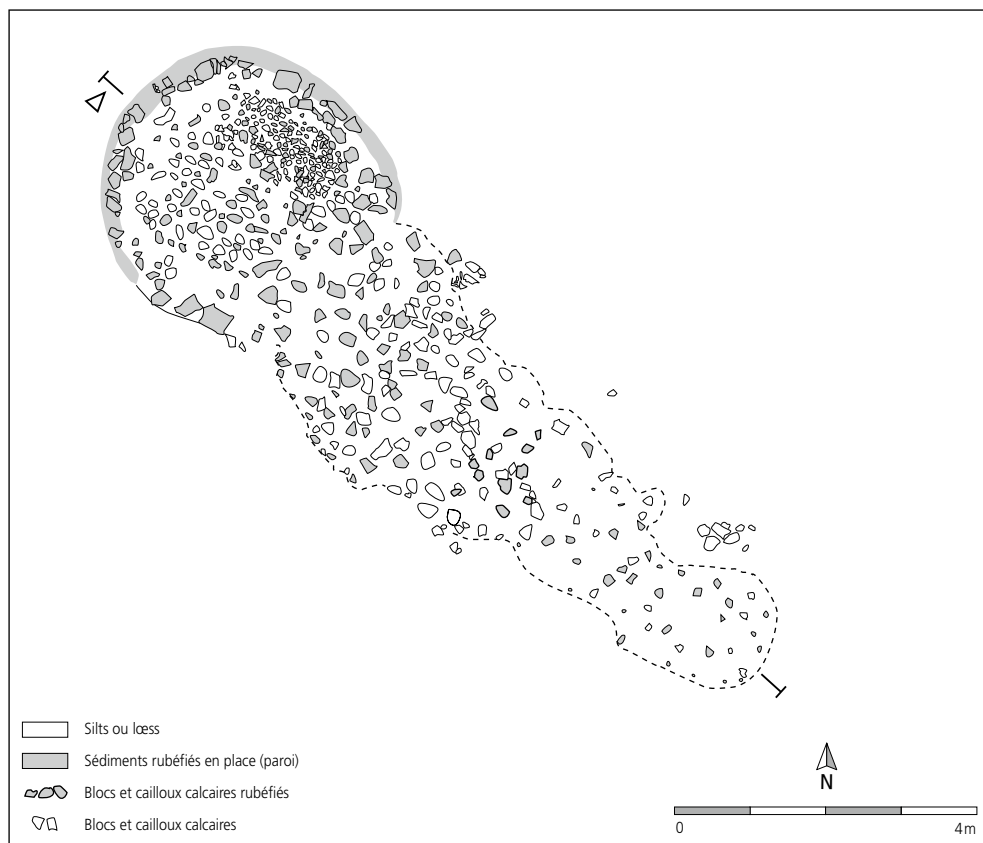


Fig. 28. Boncourt-Grand'Combes. Zone A, four F2. Plan schématique peu après le niveau d'apparition, avec emplacement de la coupe.



Fig. 29. Boncourt - Grand'Combes. Zone A, four F2. Vue du four au niveau d'apparition.

De plus, certains détails architecturaux ne peuvent pas toujours être assignés à une phase spécifique avec toute l'assurance souhaitable. Aussi nous sommes-nous attachés à individualiser les trois principales phases. Deux d'entre elles montrent des traces de réfection qui témoignent d'au moins deux utilisations – sinon de deux périodes d'activité. Les difficultés qui viennent d'être évoquées expliquent les incertitudes qui subsistent sur le type de voûte aménagée au-dessus des foyers successifs.

Phase 1a

Cette première phase, qui correspond à la mise en place du premier chauffour, n'a été parfaitement perçue qu'à la fin des fouilles, après enlèvement de tous les remblais et des matériaux apportés durant la période d'utilisation du four, chaque fois que celui-ci a fait l'objet d'une réfection (fig. 31).

La chambre de chauffe, d'un plan plus ou moins circulaire, a été creusée à travers le loess et le karst sur une profondeur d'au moins 2,20 m. Au sud-est, on observe un étranglement qui forme un canal de chauffe d'environ 1 m de longueur, pour une largeur maximale de 65 cm. Ce conduit s'élargit ensuite à l'entrée de la fosse de travail.

A ce stade, c'est donc le terrain encaissant qui forme les parois du chauffour. Au moment des fouilles, leur rubéfaction

se marquait encore par une coloration du sédiment orange à rouge-brun, voire bordeaux, sur une épaisseur relativement faible, en général inférieure à 10 cm. Cette faible épaisseur d'une réaction thermo-chimique vient du fait que lors des modifications successives apportées à la structure, les parois ont parfois été profondément rabotées.

Lors de cette première phase, la voûte reposait sur une banquette. Celle-ci n'était plus vraiment présente au fond de la structure, en face de la gueule, où elle se confondait avec la base de la paroi, ici constituée de karst sans doute taillé. Mais elle est attestée au pied des parois sud et nord, avec néanmoins une curieuse asymétrie (fig. 31, n° 4). Au nord, où elle a été aménagée dans le loess, sa largeur varie de 70 à 90 cm. Au sud, la banquette a été taillée dans le karst et sa largeur diminue (40-55 cm). Il en résulte, par rapport à l'axe longitudinal du four, un foyer décentré, surtout présent dans la partie méridionale, et de plan irrégulier, plus ou moins trapézoïdal. Le canal de chauffe, qui se prolonge dans le four par une rigole excavée dans le karst, était pourtant dans l'axe. La raison exacte de cette anomalie nous échappe et reste difficile à expliquer, mais est sans doute à rechercher dans la nature du terrain.

On sait que les anciennes dolines en partie comblées par sédimentation, encore marquées dans le relief, étaient recherchées, sans doute parce que dans un milieu karstique, elles indiquaient les endroits les plus meubles et les plus faciles à creuser. Parfois, les dolines ont pu être moins profondes qu'escompté. Mais ici, les observations géologiques ont montré que le centre de la dépression karstique se situait davantage au nord-est: les artisans ont creusé le terrain un peu trop près du bord sud-ouest de la doline. Le fait que par endroits le socle calcaire soit apparu très vite, associé à l'irrégularité du niveau d'apparition de la roche, est vraisemblablement un facteur qui a poussé les constructeurs à « bâcler le travail ».

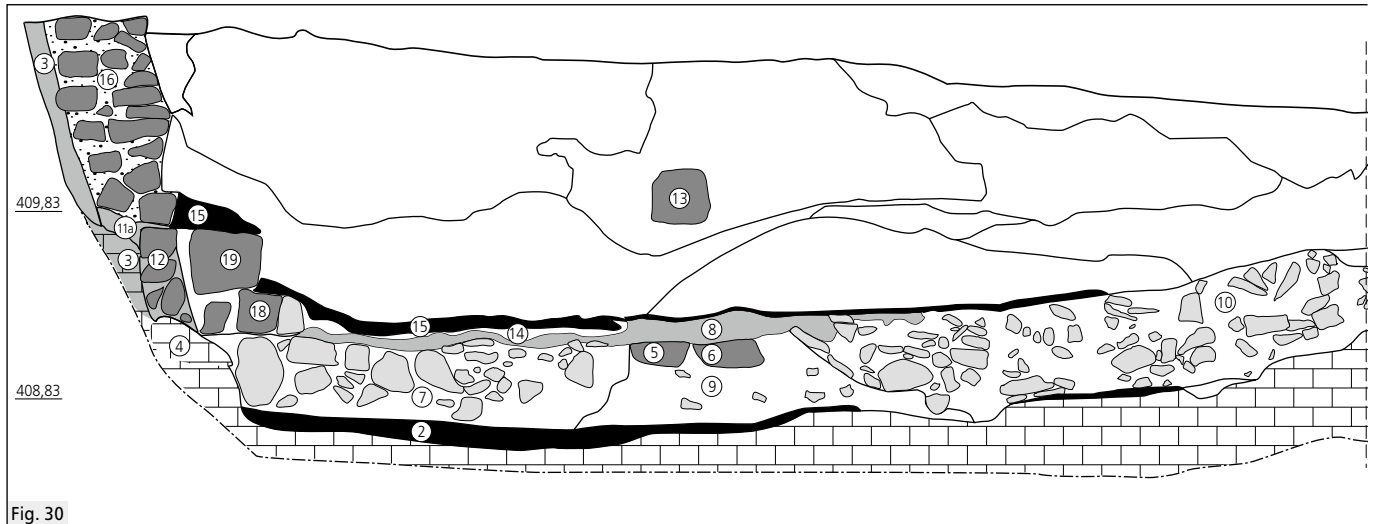
On a aussi noté que le sommet de la banquette sud était 18 cm plus haut qu'au nord, mais ce fait est secondaire car la différence pouvait facilement être rattrapée lors de la construction de la voûte.

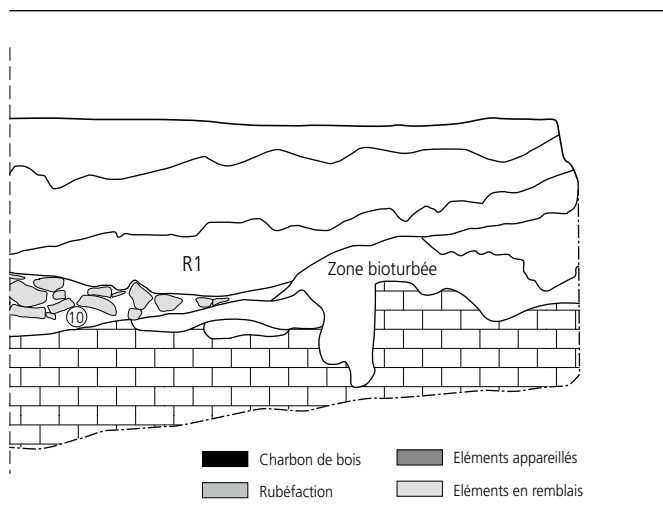
L'architecture du dispositif d'alimentation lors de la phase 1a reste inconnue, mais il est permis d'envisager que la gueule, située au niveau du sol de la fosse de travail, était surmontée d'un linteau, comme ce sera le cas par la suite.

Phase 1b

A ce stade, l'architecture du four ne change pas: les parois, le foyer et le canal de chauffe sont les mêmes que ceux de la phase 1a. Néanmoins, quelques détails mettent en évidence au moins une étape de réfection, visible en particulier à l'entrée (fig. 32 et 40). Il est en effet incontestable que le linteau tel qu'il a été retrouvé n'est pas contemporain de la toute première utilisation du four.

Au sud, le karst a dû être entaillé pour accueillir l'extrémité de cette pierre de 85x40x20 cm, dont le maintien a encore été assuré par un épais placage de mortier de chaux sur toute la hauteur de la paroi. Or, cette couche bétonnée repose sur un lit de charbon de bois, témoin d'une combustion antérieure.





- ① Canal de chauffe.
- ② Foyer (phase 1)
- ③ Parois naturelles rubéfiées (phase 1)
- ④ Banquette (phase 1)
- ⑤ Linteau (phase 1b)
- ⑥ Reste de linteau de la phase 1a (?)
- ⑦ Remblai du four inférieur (phase 2)
- ⑧ Niveau limoneux (phase 2)
- ⑨ Remblai du canal de chauffe du four inférieur (phase 2)
- ⑩ Remblai de la fosse de travail du four inférieur (phase 2)
- ⑪a Banquette (phase 2)
- ⑪b Parois (phase 2)
- ⑫ Muret délimitant la banquette (phase 2)
- ⑬ Linteau (phases 2-3)
- ⑭ Niveau de chaux (phase 3)
- ⑮ Foyer (phase 3)
- ⑯ Mur (phase 3)
- ⑰ Massif d'entrée (phase 3)
- ⑱ Degré inférieur (phase 3)
- ⑲ Degré supérieur (phase 3)
- ⑳ Rechapage du mur (phase 3)

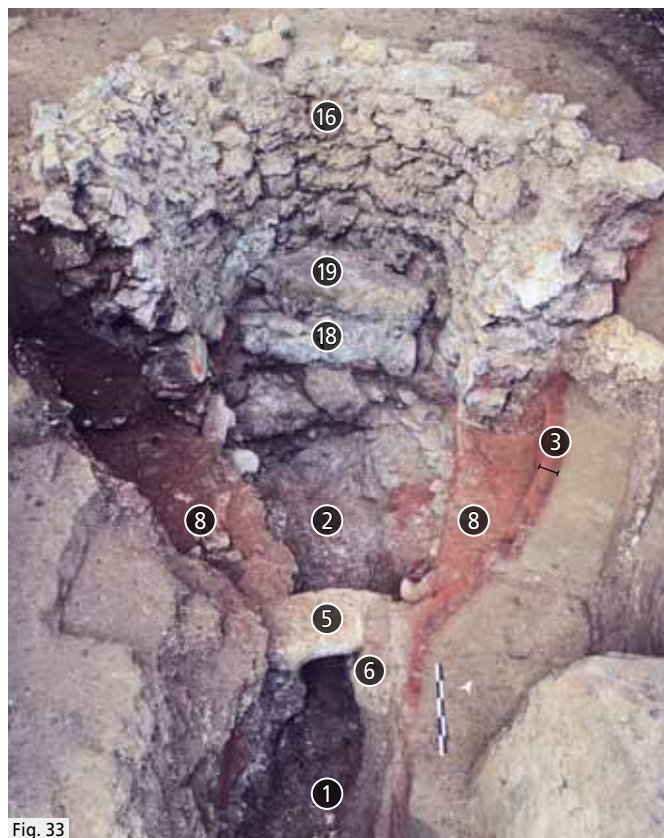


Fig. 33



Fig. 34

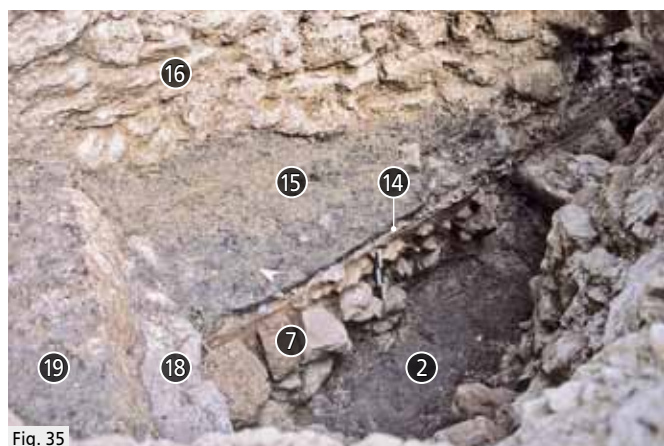


Fig. 35

Boncourt - Grand'Combes. Zone A, four F2

Fig. 30. Coupe longitudinale du four et de sa fosse de travail. Les différents niveaux de comblement postabandon n'ont pas été numérotés.

Fig. 31. Vue plongeante après évacuation de tout le comblement. On remarque les parois rubéfiées, la banquette et le foyer de la phase 1.

Fig. 32. Vue verticale du linteau de la phase 1b.

Fig. 33. Vue plongeante sur le four en cours de fouille, après percement du niveau limoneux n° 8.

Fig. 34. Vue de la gueule de la phase 3 depuis la fosse de travail, avec les linteaux des phases 1 et 3.

Fig. 35. Vue du fond du four en cours de fouille. On aperçoit les niveaux cendreux des foyers de la phase 1 (en bas) et des phases 2-3 séparés par un remblai massif.

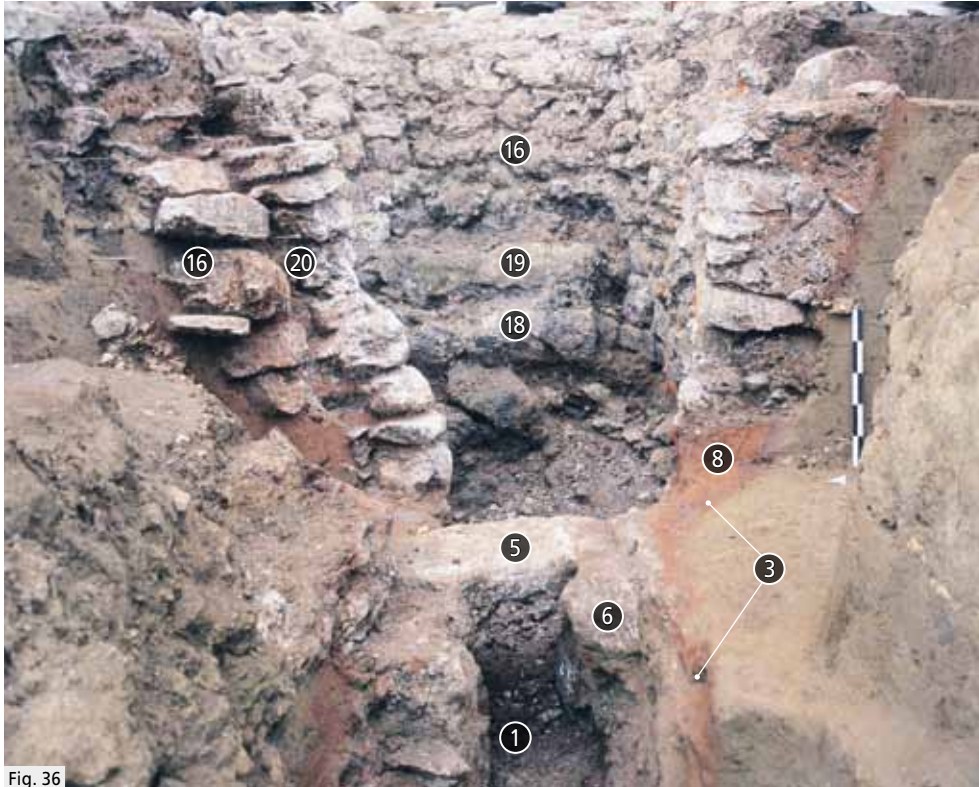


Fig. 36



Fig. 37

Boncourt-Grand'Combes. Zone A, four F2

Fig. 36. Vue depuis la fosse de travail vers le fond.

Fig. 37. Vue verticale du dispositif d'alimentation en cours de fouille. Le linteau est solidement enchâssé dans les maçonneries.

Fig. 38. Vue du four lors de la dernière phase d'utilisation. Au devant, coupée longitudinalement, la fosse de travail avec ses différentes phases de comblement.

Fig. 39. Vue plongeante des structures à la phase 3.

Fig. 41. Vue en coupe de la paroi sud aux phases 3a et 3b. On distingue clairement le nouveau parement de la phase 3b, au-dessus des trois assises du muret de la phase 2.



Fig. 38

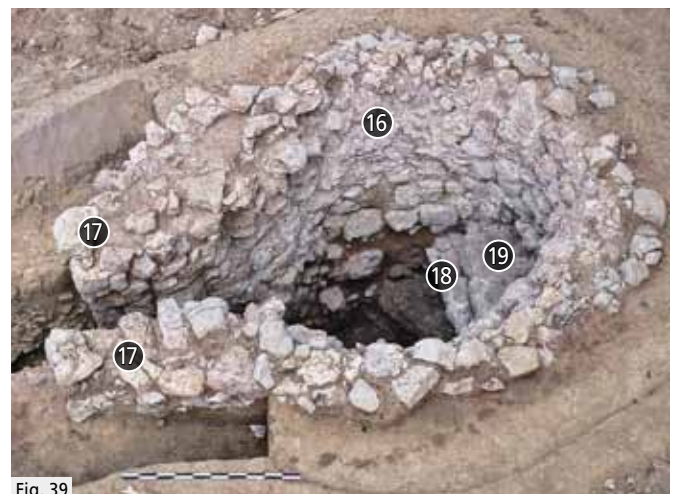


Fig. 39

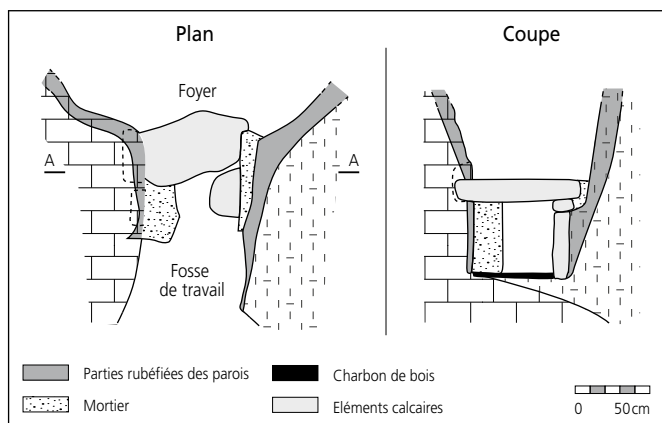


Fig. 40. Boncourt-Grand'Combes. Zone A, four F2. Dispositif d'entrée à la phase 1b. Il s'agit d'une modélisation schématisée d'après des relevés partiels et les notes de fouille.

Du côté nord, l'aménagement est différent. La paroi du canal a d'abord été renforcée par une dalle posée de chant surmontée de deux cailloux, sur lesquels repose l'extrémité septentrionale du linteau. Pour assurer une solidité suffisante, ces éléments ont été liés au mortier.

On constate aussi que le lit de charbon de bois vient buter contre la dalle posée de chant, qui doit donc être contemporaine de la phase 1a. A ce propos, il faut noter la présence, dans la paroi sud, d'une seconde entaille, à côté de celle dans laquelle le linteau était posé. Elle mesure, tout comme la première, environ 20x10x12 cm. Selon toute vraisemblance, cette cavité a dû, elle aussi, servir de support à un linteau, vraisemblablement à la phase 1a.



Fig. 41

Ce n'est sans doute pas un hasard si juste en face, inséré dans la paroi nord, se trouve un fragment de calcaire, que nous interprétons comme un reste d'ancien linteau dont la majeure partie a été calcinée (fig. 30 et 32, n° 6).

Phase 2

C'est sans doute parce que le foyer décentré rendait le four difficile à utiliser ou peu rentable que d'importantes modifications ont été apportées.

En premier lieu, la cuvette du foyer a été remblayée avec un mélange hétéroclite de matériaux issus des restes de la dernière cuisson : on trouve, pêle-mêle (fig. 30 et 35, n° 7) :

- des cailloux calcaire de dimensions variables, jusqu'à une trentaine de centimètres de longueur. Comme ils portent pour la plupart les traces d'une exposition au feu, on peut en déduire qu'il s'agit d'éléments de la dernière charge qui n'ont pas été réduits en chaux, peut-être parce que leur matière était trop siliceuse ;
- des fragments de terre cuite, parfois assez grands (jusqu'à 15 cm de longueur). Il s'agit certainement de débris d'un ancien manteau argileux, un type de superstructure qui devait être démolé après chaque utilisation pour récupérer la chaux.

Ces débris, qui sont inclus dans une matrice limoneuse, ont été accumulés sur une épaisseur d'environ 40 cm, directement au-dessus du lit de charbon de bois de la dernière cuisson de la phase 1b, jusqu'à la hauteur du linteau. Ils ont ensuite été recouverts – sans doute par piétinement – d'une couche plus meuble (fig. 30, 32-33 et 36, n° 8). Le matériau utilisé pour ce scellement est un amalgame composé, pour près de 70%, de nodules de limons rubéfiés orange vif mélangés à des limons gris (non cuits), avec quelques fragments de calcaire calcinés et un peu de charbon de bois. Ce niveau a également recouvert la banquette qui supportait la voûte. Le canal de chauffe a lui aussi été remblayé (fig. 30, n° 9). Le remblai est un peu différent puisqu'il est ici composé de limons contenant une grande quantité de chaux et des nodules de terre cuite, mais peu de cailloux. Il s'agit néanmoins d'une seule et même étape de comblement.

Une nouvelle banquette, qui délimite un foyer trapézoïdal, a été aménagée sur les remblais, contre les parois nord et sud (fig. 42, n° 11a). Elle est constituée d'un amalgame de débris de parois des phases précédentes, retenus par un muret formé d'une à trois assises de blocs équarris (fig. 30, 41 et 42, n° 12) ; ceux-ci sont appareillés avec un liant hétérogène dans lequel on retrouve des nodules de terre cuite, des graviers et de la chaux dans une matrice limoneuse. Pour sa construction, il a parfois fallu entamer le sédiment rubéfié des phases précédentes. A l'arrière du four, le muret est appuyé contre le karst (fig. 30).

Le foyer se situait au-dessus des remblais, juste à la base du degré inférieur. A l'origine, son sol était constitué d'un niveau tassé de limons – sans doute par piétinement – qui s'étendait jusque dans le canal de chauffe ; à cet endroit, il était conservé sur une épaisseur de 15 à 20 cm et totalement vitrifié (fig. 30, n° 8). Aucun lambeau de niveau cendreux n'a été repéré, selon nous à cause des travaux ultérieurs (voir *infra*, phase 3b).

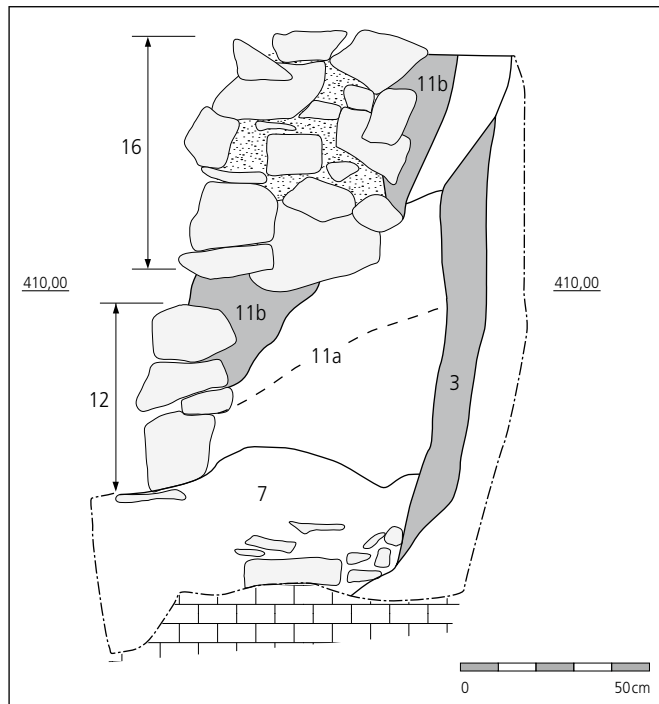


Fig. 42. Boncourt, Grand'Combes. Zone A, four F2. Détail d'une coupe dans la paroi nord. On aperçoit le muret qui maintient une banquette aménagée avec un amalgame de débris divers.

Les parois ont sans doute été aménagées par simple rechapage. Elles ont malheureusement été détruites lors des modifications ultérieures, sauf en deux endroits, de manière très localisée. Dans une coupe de la partie sud, un très mince placage de limons rubéfiés a été mis en évidence (fig. 42, n° 11b). Nous voyons un reliquat des parois de la phase 2, leur faible épaisseur pouvant s'expliquer par un rabotage pour l'édification du mur de la phase 3. L'interprétation est renforcée par la composition de ce vestige, un mélange de sédiment naturel et de nodules de terre cuite (débris d'anciennes parois et/ou du manteau) voire de graviers : dans tous les fours à chaux gallo-romains de Boncourt, ce type d'amalgame a fréquemment été utilisé comme matériau de rechapage. De minces vestiges de la paroi ont encore été notés lors des travaux de fouilles effectués dans le parement nord, sur une surface de 55x30 cm.

Le dispositif d'alimentation de la phase 2 n'a pas laissé de traces mais il devait y avoir, à l'entrée du canal, un linteau qui fermait la gueule, sans doute à la même hauteur que celui des phases ultérieures.

Cette période est marquée en premier lieu par la construction, au-dessus de la banquette de la phase 2, d'un mur de 50 à 60 cm d'épaisseur. Comme déjà mentionné, les anciennes parois rubéfiées avaient fortement été rabotées au préalable.

La structure, conservée sur une hauteur maximale de 1,60 m, est constituée de blocs calcaires agencés de manière assez grossière contre le terrain encaissant, avec un peu plus de soin pour le parement, où ils sont du reste équarris au moins sur leur face visible (fig. 30, 32-33, 35-36 et 42, n° 16). Le liant utilisé est un mélange de chaux, de gravillons et de nodules de terre cuite, dans une matrice de limons bruns ou de lœss brun clair.

Ce qui est aussi nouveau, c'est le renforcement du canal de chauffe par l'édification d'un véritable massif de blocs (fig. 34 et 39). Le linteau de la gueule est cette fois solidement maintenu dans des parements maçonnés (fig. 37). Le soin apporté à la construction se voit aussi par l'emploi d'un véritable mortier de chaux, à la place de l'habituel amalgame de débris divers dans une matrice limoneuse, tout au moins dans la partie basse, sur une hauteur d'une trentaine de centimètres.

Selon toute vraisemblance, l'étendue de mortier de chaux mise en évidence dans le foyer est en relation avec ces travaux (fig. 30 et 35, n° 14). Nous pouvons exclure la présence d'un sol bétonné, dont on voit mal l'utilité (ce type d'aménagement n'a du reste jamais été retrouvé dans un chaufour, ni à Boncourt, ni ailleurs à notre connaissance). On remarque par contre que le niveau sous-jacent a été entaillé (fig. 30, n° 8); de surcroît, son sommet « en vagues » est caractéristique d'un nettoyage par raclage. Cette opération expliquerait l'absence de charbon de bois sur une couche limoneuse qui a pourtant été exposée à de hautes températures puisque dans le canal de chauffe, elle était vitrifiée. Or, il est rare de constater un tel soin apporté au curage d'un foyer. La volonté de disposer d'une aire aussi propre que possible pour la fabrication du mortier est une interprétation plausible.

Au fond du four, en face de la gueule, on observe un curieux aménagement formé de deux degrés superposés (fig. 30, 33 et 35-36, n°s 18 et 19). Le degré inférieur est un assemblage de blocs cimentés avec du mortier de chaux, alors que celui du dessus est composé d'une seule et unique dalle d'environ 95x35x30 cm. Son sommet correspond à la base des nouvelles maçonneries. Ils semblent avoir été posés lors d'une même étape de travaux car le lit de charbon de bois du foyer ne recouvre pas la totalité du degré inférieur et bute contre la dalle du dessus.

Dans l'absolu, il n'est pas impossible que la construction du dispositif en degrés remonte à la phase 2. Mais il serait alors difficile d'expliquer son rôle, vu la présence d'une banquette à l'arrière. De plus, l'emploi du mortier n'est véritablement attesté que pour la phase 3. Le foyer devait donc être recouvert d'une voûte en tunnel qui s'appuyait d'un côté sur le degré supérieur, de l'autre sur le linteau de la gueule.

Phase 3b

Il s'agit d'une phase de réfection qui n'est visible que sur une portion de la paroi méridionale. Elle se devinait déjà en surface (fig. 39), contre la partie sud du massif d'entrée, ce qui a pu être confirmé en coupe (fig. 32, 36 et 41, n° 20). Il est vraisemblable qu'à cet endroit, le mur était constitué de pierres calcaires pauvres en silice et que celles-ci ont été réduites en chaux ou endommagées pendant la cuisson. Cela a impliqué la pose d'un nouveau parement, constitué de cailloux et de blocs liés avec un amalgame de chaux, de terre cuite et de limons.

3.2.1.3 Les empierements ST 1 et ST 2

L'empierement ST1 (fig. 17 et 43) est un entassement hétéroclite de cailloux calcaires sur une vingtaine de centimètres d'épaisseur, sans agencement particulier. Une partie des pierres

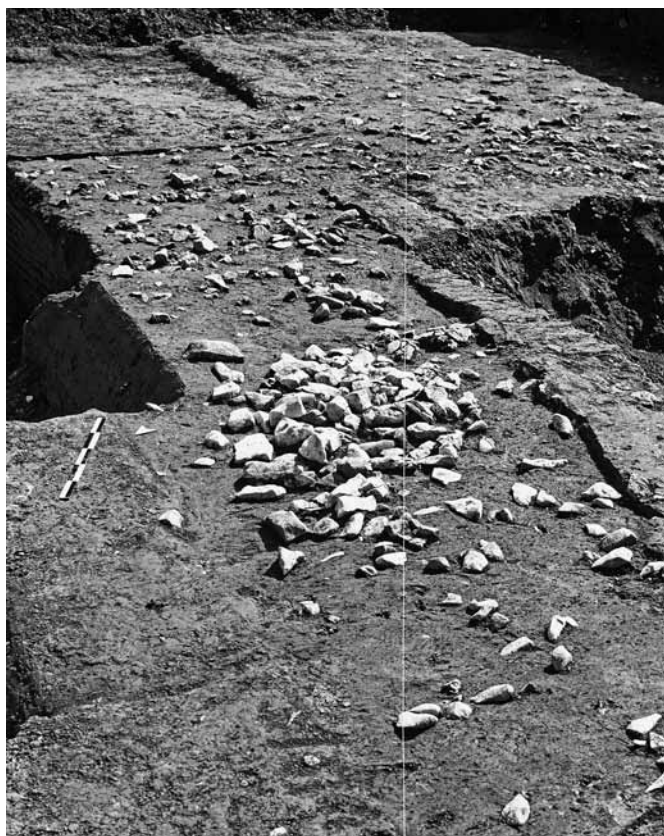


Fig. 43. Boncourt-Grand'Combes. Zone A, empierrement ST1. Vue vers le sud-est.

montre les traces d'une exposition au feu. Attribuer une fonction à ce type de structure relève en général de l'impossible, même si l'insertion stratigraphique indique ici une relation avec le four F1. De surcroît, le terrain a très bien pu servir dans un premier temps de zone de stockage du matériau à calciner, et ensuite de zone d'évacuation des déchets de la cuisson.

Le cas de l'empierrement ST2 est différent. Il s'agit là d'un dépôt résultant d'un épierrage du sol postérieur à l'utilisation des fours F1 et F2. Visiblement, une partie des rejets liés à leur exploitation a été évacuée en amont, sur le replat précédant la pente du vallon, probablement lorsque le terrain a été mis en culture.

D'un point de vue stratigraphique, les deux empierremments sont insérés dans l'horizon d'Époque romaine. La structure ST2 a du reste livré un fragment de panse de céramique commune attribuable à cette période, mais la forme ne peut être restituée et une datation précise est donc impossible.

3.2.1.4 Les zones de rejet ST3 et ST4

Ces deux empierremments, à l'ouest et à l'est du four F2 (fig. 17), sont sans conteste des zones de rejet. La structure ST3 est un étalement de pierres calcaires pour la plupart brûlées, conservé sur une longueur d'environ 5 m. L'épaisseur de cette accumulation ne dépasse pas 20 cm. Une coupe transversale montre que ces déchets de la cuisson du calcaire ont été jetés dans un ancien fossé creusé dans la couche 3b, déjà en partie comblé par colluvionnement au moment de sa réutilisation comme dépotoir (fig. 44).

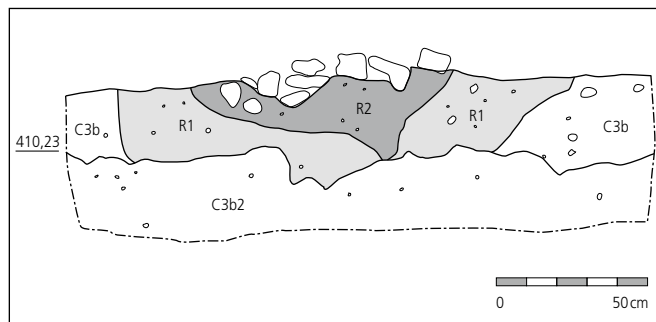


Fig. 44. Boncourt-Grand'Combes. Zone A, empierrement ST3. Coupe de la structure.

On observe un premier comblement (R1) composé d'un limon argileux brun-gris comprenant des nodules de terre cuite et des paillettes de charbon de bois. Le second remplissage (R2) est similaire au premier, mais un peu plus argileux.

La structure ST4 est un autre épandage de rebuts de cuisson, qui n'a pas été entièrement fouillé. Il s'agit également d'un étalement hétéroclite de pierres de différents calibres jetées en vrac sans aucun agencement.

L'empierrement ST3 a livré un fragment de panse de céramique à pâte claire qui confirme l'appartenance à l'Époque romaine, mais qui ne permet pas une datation plus précise.

3.2.1.5 Datation

Une datation au radiocarbone effectuée sur un charbon de la dernière phase d'utilisation du four F1 a donné un résultat brut de 1840 ± 45 BP, soit une date calibrée à 1 sigma de 127 à 235 ap. J.-C. (fig. 45).

Cette fourchette est quasiment identique à celle de la phase 1 du four F2. Dans cette structure, il semble que les activités aient été momentanément arrêtées après la phase 1, et que le four a été laissé à l'abandon un certain temps. En effet le niveau R1 (fig. 30), qui s'appuie contre le remblai 10, est constitué de limons brun foncé à brun clair panachés, de compacité moyenne, avec de rares inclusions de nodules de terre cuite millimétriques. L'aspect général est celui d'une sédimentation colluvienne, et non d'un remblaiement volontaire.

Les empierremments ST1 à ST4, constitués de rebuts liés au fonctionnement des chauffours, ne peuvent être datés précisément, mais leur insertion stratigraphique et quelques fragments de céramique permettent de les rattacher à l'Époque romaine.

N° analyse	Date BP	Calibration 1 σ (68,2%)			Calibration 2 σ (95,4%)		
		Intervalle	Prob.%	Prob. rel.	Intervalle	Prob.%	Prob. rel.
Ua-22095 (four F1, dernière utilisation)	1840 \pm 45	127-235 AD	68,2	1,00	68-258 AD 298-320 AD	92,6 2,8	0,97 0,03
Ua-23554 (four F2, foyer phase 1)	1845 \pm 40	127-228 AD	68,2	1,00	71-253 AD 304-313 AD	94,4 1	0,97 0,03

Fig. 45. Boncourt-Grand'Combes. Résultats des datations ^{14}C obtenues sur des charbons de bois issus des fours F1 et F2.

3.2.2 Les vestiges de la zone B

On se situe ici dans un talus qui délimite un léger replat dans la pente. Les opérations dans cette zone ont été longues et difficiles à cause de la découverte de nombreuses étendues de cailloux et de matériaux divers sur une grande surface (fig. 46). Les travaux, qui ont nécessité deux campagnes de fouilles, ont révélé la superposition de trois chauffours, partiellement imbriqués l'un dans l'autre, sur une hauteur totale de 5,20 m et sur une longueur de près de 20 m (y compris les fosses de travail ; fig. 47).

3.2.2.1 Le four F3

Introduction

Ce four, le plus ancien des trois, est situé en contrebas. Son diamètre est d'environ 3,50 m (fig. 48). Le fond de la structure a été atteint à une profondeur de 2,65 m. Elle était reliée, par un canal d'une longueur de 1 m, à une fosse de travail longue de 8 m, au remplissage complexe. On a en effet observé une succession de lits de charbon de bois, de débris de terre cuite, de chaux ou de limons, qui témoigne de multiples utilisations. Plusieurs de ces strates contenaient en quantité parfois importante des cailloux calcaires altérés par la chaleur. Il est possible de proposer trois phases principales d'utilisation, chacune pouvant correspondre à deux ou trois fournées. Des dépôts de silts provenant de

l'érosion des bords de la fosse de travail laissent supposer des temps morts dans la production de la chaux.

Phase 1

Lors d'une première phase, c'est le terrain encaissant (lœss à graviers) qui constituait les parois de l'installation. Celles-ci ont été rubéfiées en profondeur lors de l'utilisation du chauffour (fig. 50, 52 et 54-55). Des strates alternées de charbon de bois et de débris divers dans la fosse de travail montrent qu'à ce stade, le four a servi au moins trois fois (fig. 53). A la base des parois, on a pu remarquer une banquette de 30 à 40/50 cm de largeur, comme dans les fours F1 et F2, taillée dans le sol, et qui délimite un foyer plus ou moins circulaire. Cette banquette permet d'établir qu'à ce stade, le foyer était recouvert d'une voûte circulaire.

Phase 2

La deuxième phase se marque par un réaménagement du four. Le foyer a maintenant une forme rectangulaire, dans le prolongement du canal de chauffe. Ses parois sont constituées de dalles posées de chant ou de blocs empilés, un dispositif qui n'était conservé qu'au fond du four (fig. 50). L'espace laissé vide entre ces parois et la banquette a été comblé de débris divers. C'est sur ce comblement que s'appuyait la voûte, en tunnel maintenant, qui supportait la charge à calciner.

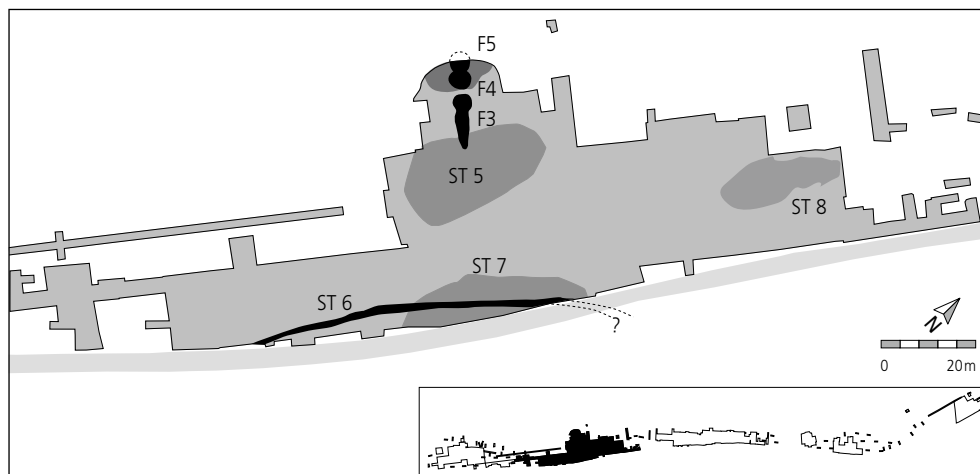


Fig. 46. Boncourt-Grand'Combes. Plan de situation des vestiges gallo-romains de la zone B.

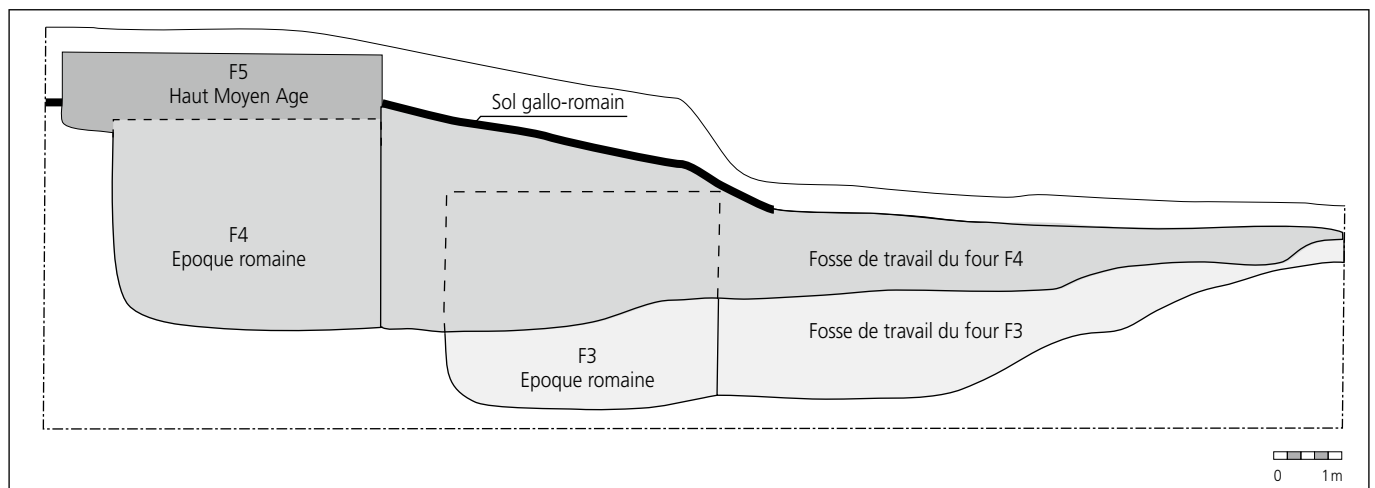


Fig. 47. Boncourt-Grand'Combes. Zone B. Coupe schématique des fours F3, F4 et F5.

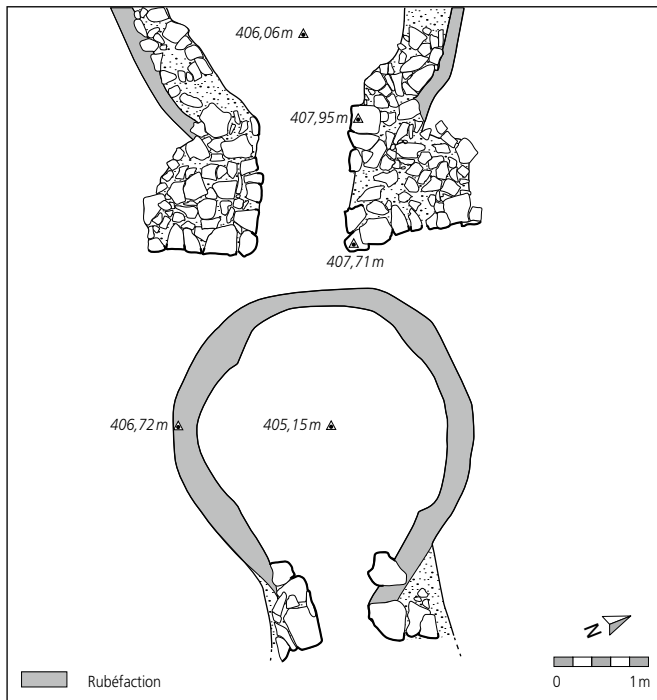


Fig. 48. Boncourt-Grand'Combes. Plan de la partie avant du four F4 et du four F3, après enlèvement des vestiges de la fosse de travail du four F4.

Phase 3

Les changements de cette période touchent à la fois la banquette et le canal. La banquette a servi de base pour la construction d'un muret de 30 à 50 cm de hauteur, constitué d'un amalgame de blocs calcaires plus ou moins agencés et de débris de terre cuite. Il s'agit ici d'un renforcement de la base des parois (fig. 54). Un « degré » a aussi été construit à l'arrière, comme dans le four F2 (fig. 33 et 36). Il devait servir d'appui à la voûte qui, ailleurs, pouvait reposer au pied des parois. Les modifications apportées à la phase 3 ont donné au foyer un plan trapézoïdal. Enfin, lors de cette ultime période, la gueule a été consolidée par un parement fait de pierres assez bien agencées, liées avec une matrice limoneuse mêlée de nodules de chaux et de terre cuite. (fig. 51 et 54).

Notons encore que la dernière utilisation du four F3 a dû être suivie d'une période d'inactivité assez longue, marquée par la

mise en place de dépôts de silts provenant d'effondrements des bords de la fosse de travail (fig. 53).

3.2.2.2 Le four F4

Introduction

Le four F4 est apparu en lisière de forêt et n'a pu être fouillé que partiellement. Au sol, sa forme se marquait nettement grâce à un comblement caillouteux (fig. 57). Il a été construit un peu plus haut dans la pente. Au préalable, la zone avait été assainie en remblayant le four F3 avec les débris de celui-ci et ses déchets d'exploitation (blocs de chaux mal calcinés). La fosse de travail du four F4, qui se dénotait par un comblement cendreux (fig. 58) a repris en partie le tracé de la fosse du four F3 (fig. 47), mais a surtout provoqué la destruction des parties hautes de ce dernier puisqu'elle le traverse (fig. 52 et 55). Seules deux phases de construction ont été mises en évidence, ce qui est peut-être lié au fait que le chaufour n'a pas bénéficié d'investigations complètes.

Phase 1

A ce stade, comme pour les autres fours, c'est le terrain encaissant qui constituait les parois de l'installation, dans un contexte sédimentaire identique à celui du four F3. Les parois ont été rubéfiées en profondeur lors de l'utilisation du chaufour. Le diamètre interne est estimé à 3,50 m (fig. 48). La profondeur de la cavité atteignait 2,80 m. Pour supporter la voûte, une banquette de 30 à 40 cm de largeur a été aménagée à la base des parois, délimitant de la sorte un foyer circulaire.

Phase 2

On assiste à une surélévation de la banquette par l'ajout d'une maçonnerie de 30 à 40 cm de hauteur. Il s'agit d'un amalgame de cailloux mêlés de débris de terre cuite dans une matrice limoneuse. Ce surhaussement constitue un renforcement de la base des parois, mais il n'est pas non plus exclu qu'il ait servi à supporter la voûte. On observe aussi un renforcement de la gueule et du canal de chauffe par l'adjonction d'une maçonnerie massive (fig. 56 et 59). Ces travaux appartiennent indubitablement à une nouvelle phase puisque la construction repose sur des lits de chaux, de charbons et de débris de parois en terre cuite d'utilisations antérieures (fig. 56).

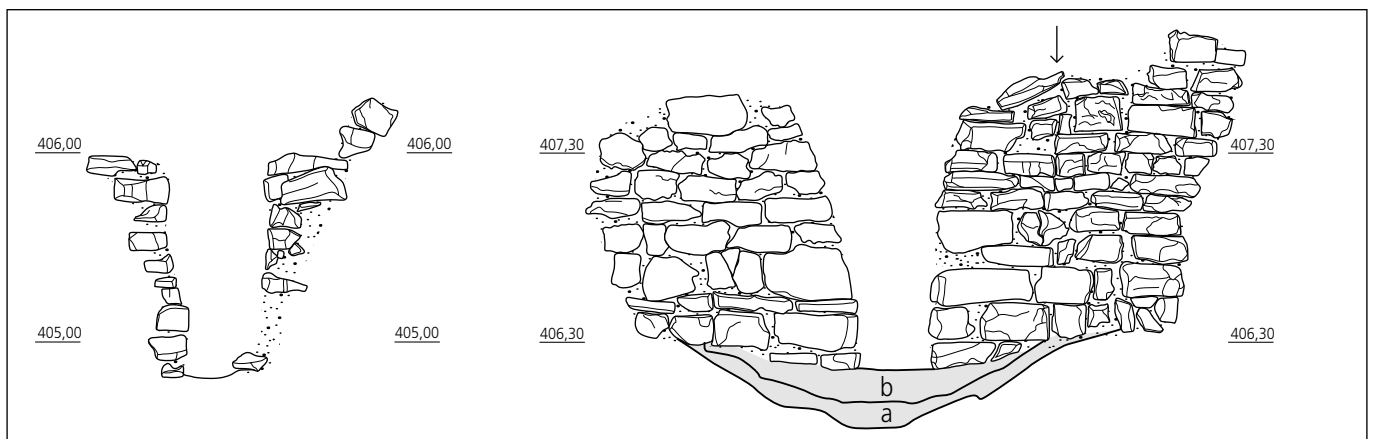


Fig. 49. Boncourt-Grand'Combes. Relevés architecturaux des gueules des fours F3, phase 3 (à gauche) et F4, phase 3 (à droite). Sous la flèche semble se dessiner une séparation entre la maçonnerie d'origine (à droite de la flèche) et un renforcement ultérieur (à gauche). Voir aussi figures 51 et 52.



Fig. 50



Fig. 51



Fig. 52



Fig. 53



Fig. 54



Fig. 55



Fig. 56

Boncourt-Grand'Combes. Zone B, fours F3 et F4

Fig. 50. Vue du four F3 en cours de fouille. Au fond du foyer, les dalles liées au réaménagement de la phase 2.

Fig. 51. Four F3. Vue de face de la gueule maçonnée (phase 3).

Fig. 52. Vue de la gueule du four F4 (phases 2 et 3) après enlèvement des vestiges de la fosse de travail. A l'avant-plan, le fond du four F3 qui a été en grande partie détruit par l'aménagement du four F4.

Fig. 53. Vue en coupe de la fosse de travail du four F3, marquée tout en bas par plusieurs lits de charbon de bois. Au-dessus d'une épaisse couche de remblais, les niveaux de charbon de bois supérieurs marquent la base de la fosse de travail du four F4.

Fig. 54. Vue en cours de fouille du four F3 à la phase 3. La base des parois a été renforcée par un muret et un « degré » aménagé au fond du foyer. A gauche, la gueule maçonnée.

Fig. 55. Vue en coupe de la partie supérieure de la fosse de travail du four F4. De part et d'autre, on aperçoit les parois rubéfiées du four F3.

Fig. 56. Vue de la gueule du four F4 (phases 2 et 3). Elle a été aménagée sur plusieurs lits de charbon de bois et de chaux, témoins d'utilisations antérieures du chaufour.



Fig. 57



Fig. 58



Fig. 59

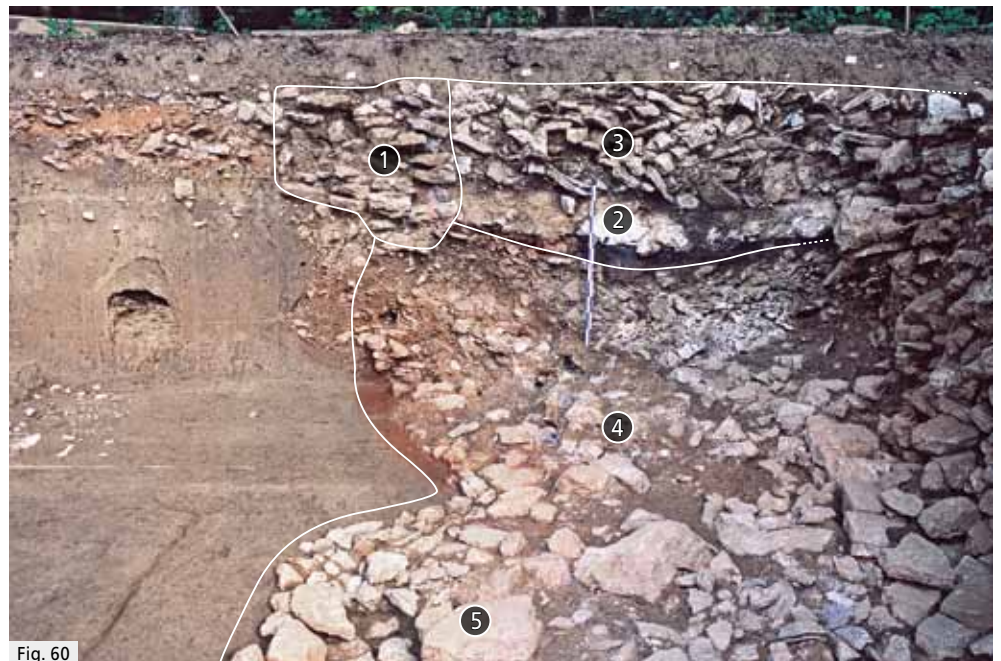


Fig. 60

- ① Paroi du four F5
- ② Base du foyer du four F5, marqué par un lit de charbon de bois surmonté d'un conglomérat de chaux
- ③ Comblement du four F5
- ④ Intérieur du four F4
- ⑤ Fosse de travail du four F4

Boncourt-Grand'Combes. Zone B, fours F4 et F5

Fig. 57. Four F4. Vue au niveau d'apparition. A l'arrière, une édendue circulaire de cailloux marque l'emplacement de la chambre de combustion. A l'avant, on distingue la fosse de travail, en forme de langue, grâce à son comblement de limons gris charbonneux.

Fig. 58. Four F4. Vue de la chambre de chauffe, comblée par des débris calcaires, après un premier nettoyage.

Fig. 59. Four F4. Vue du canal de fouille en cours de déblaiement. Au milieu, les restes d'un linteau fortement calciné.

Fig. 60. Vue en coupe du four du Haut Moyen Age F5 surmontant la structure gallo-romaine F4 (en plan et en coupe).

Phase 3

Enfin, une lecture attentive de la maçonnerie de la gueule laisse supposer que cette dernière était plus large à la phase 2, et qu'elle a encore été renforcée par la suite (fig. 49). C'est à ce dernier stade qu'il faut rattacher le linteau qui était encore en place mais fortement calciné (fig. 59).

3.2.2.3 Le four F5

Situé en extrême limite de fouille, ce chaufour a été essentiellement perçu en coupe (fig. 47 et 60). Les informations recueillies permettent toutefois d'établir qu'il est d'un type différent des précédents. Son implantation dans le sol est beaucoup moins marquée en profondeur (1,10 m), et aucune fosse de travail n'a été mise en évidence. Son diamètre externe atteint 4,70 m. La gueule devait se situer non à la base des parois, mais au niveau du sol de circulation.

3.2.2.4 Les empièvements ST 5, ST 7 et ST 8

De nombreux pierriers ont été mis au jour sur le site, en général à proximité des fours à chaux. Il s'agit d'épandages volontaires de cailloux et de blocs de toutes dimensions, formant des concentrations irrégulières, souvent ovoïdes, sur une épaisseur moyenne de 20 cm. Certains des calcaires sont partiellement calcinés. La plupart du temps, on y trouve aussi des débris de terre cuite et du charbon, voire des concrétions de chaux.

Il est quasiment impossible d'attribuer une fonction à ces empièvements, sans parler du problème de leur datation. Leur insertion stratigraphique indique une plage de temps allant de l'Époque romaine au Moyen Âge. Mais il est vraisemblable qu'ils sont liés d'une manière ou d'une autre aux fours à chaux. On peut envisager les restes de tas de calcaire destinés à être calcinés, ou des surfaces de travail préservées de la boue.

Le plus grand de ces empièvements, ST 5, est situé devant le four F3. Sa surface est d'environ 500 m². Ici, il s'agit clairement d'une zone de rejet où ont été jetés les déchets de la production de chaux : blocs mal calcinés, restes du manteau argileux et les résidus du foyer. Le volume de ces matériaux est d'environ 100 m³, ce qui illustre la quantité impressionnante de déchets qui était générée par cette activité.



Fig. 61. Boncourt-Grand'Combes. Chemin ST 6, premier état. Ornières imprimées à même le sol et remplies de cailloux.

3.2.2.5 Le chemin ST 6

Une petite voie a été mise en évidence dans la partie inférieure du vallon et a pu être suivie sur une longueur de 70 m. Elle adopte un tracé en courbe. On a pu établir que cette structure a connu deux phases différentes.

Dans un premier temps, il ne s'agissait que d'un simple chemin de terre (fig. 61). C'est grâce à la présence d'ornières imprimées dans le sol que l'hypothèse d'un chemin a pu être envisagée. Certaines se dessinaient par un comblement de cailloux, d'autres par un remplissage de limons blanchâtres qui témoignent de stagnation d'eau.

Dans un second temps, le chemin devait être suffisamment délabré pour que l'on se décide à aménager une bande de circulation empièrée, constituée d'éléments calcaires de toutes tailles (de 5 à 50 cm de long), déposés en vrac sur une largeur de 1,50 à 2 m.

3.2.2.6 Datation

Nous disposons de quelques fragments de panse de céramique mais qui ne sont pas des marqueurs chronologiques précis. La datation repose donc essentiellement sur des analyses au radiocarbone.

Les résultats (calibration à 1 sigma) montrent que les fours F3 et F4 sont gallo-romains, et qu'ils ont dû se succéder assez rapidement, dans le courant du I^{er} siècle de notre ère. On constate ensuite un abandon assez long du secteur, jusqu'au Haut Moyen Âge (fig. 62).

N° analyse	Date BP	Calibration 1 σ (68,2%)			Calibration 2 σ (95,4%)		
		Intervalle	Prob.%	Prob. rel.	Intervalle	Prob.%	Prob. rel.
Ua-22096 (foyer F3, phase 1)	1965 ± 45	36-30 BC	3,6	0,05	86-78 BC 54 BC - 130 AD	0,7 94,7	0,01 0,99
		21-11 BC	5,4	0,08			
		2-78 AD	59,2	0,87			
Ua-23555 (F4, phase 1)	1920 ± 40	29-38 AD	5,3	0,00	20-12 BC 1 BC - 215 AD	0,8 94,6	0,01 0,99
		50-128 AD	62,9	0,92			
Ua-22097 (F5, dernière utilisation)	1510 ± 35	472-476 AD	1,5	0,02	434-493 AD 506-520 AD	18,6 2,7	0,19 0,04
		534-606 AD	66,7	0,98			

Fig. 62. Boncourt-Grand'Combes. Résultats des datations ¹⁴C obtenues sur des charbons de bois issus des fours F3, F4 et F5.

En ce qui concerne le chemin ST 6, nous disposons aussi des résultats d'une analyse radiocarbone effectuée sur un charbon ramassé sur la voie (fig. 63).

La fourchette se situe de la fin du VIII^e à la fin du X^e siècle, avec une plus haute probabilité entre 866 et 971. La structure n'est donc pas contemporaine des fours mis au jour dans cette zone. Cependant, l'existence d'un état antérieur, non daté, peut-être d'Époque romaine, est assurée par la présence d'ornières.

N° analyse	Date BP	Calibration 1 σ (68,2%)			Calibration 2 σ (95,4%)		
		Intervalle	Prob.%	Prob. rel.	Intervalle	Prob.%	Prob. rel.
Ua-22101	1145 ± 40	778-790 AD	5,5	0,08	775-980 AD	95,4	1,00
		829-838 AD	3,5	0,05			
		866-971 AD	59,2	0,87			

Fig. 63. Boncourt-Grand'Combes. Résultats d'une datation ¹⁴C obtenue sur un charbon de bois issu du chemin ST 6.

3.2.3 Les vestiges de la zone C

3.2.3.1 Le four F6

Introduction

Cette structure a d'abord été suspectée lors du décapage mécanique grâce à la présence de quelques pierres brûlées (fig. 64). Un premier décapage manuel a montré qu'il y avait en fait plusieurs amas de ces éléments, qui laissaient présumer de la présence d'un four à chaux, de même que les fragments de charbon de bois, en quantité parfois importante. Plusieurs nettoyages ont encore été nécessaires avant que n'apparaisse un four à chaux gallo-romain d'un schéma classique, d'une forme dite « en trou de serrure » (fig. 65).

Phase 1

La chambre de combustion, plus ou moins circulaire, a une largeur variant de 2,80 à 3,20 m (fig. 66). Elle a été creusée sur une profondeur de 2,80 m. Elle s'ouvre, par une gueule étroite, sur une fosse de travail à fond incliné d'une longueur de 7 m, large de 1,60 à 2,40 m. Les chauxourniers ont choisi d'implanter leur four à l'endroit d'une ancienne doline alors comblée, ce que l'on observe de manière nette sur le relevé stratigraphique (fig. 67).

A ce stade, il n'y a pas d'aménagement des parois, qui sont juste constituées par le terrain encaissant, le sédiment silteux de la couverture quaternaire. Leur rubéfaction, sur une épaisseur pouvant atteindre 20 cm, témoigne d'une exposition prolongée à un feu intense. A la base des parois, une banquette a été aménagée. Elle forme un ressaut qui borde un foyer circulaire, dont elle surplombe le fond d'une trentaine de centimètres. C'est sur cette banquette que devait reposer la voûte qui supportait la charge à calciner. Pendant la cuisson, on entretenait le feu depuis la fosse de travail par une gueule qui devait être formée par un linteau mais contrairement au four F2, cet élément n'a ici pas été retrouvé.

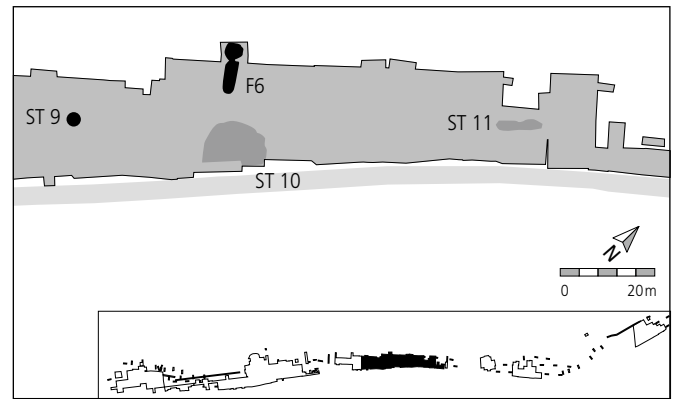


Fig. 64. Boncourt-Grand'Combes. Plan de situation des vestiges gallo-romains de la zone C.

Phase 2

Il s'agit d'un type de modification déjà observé sur les fours F1 et F2, qui a consisté à condamner la banquette initiale en utilisant sa surface pour aménager un muret (fig. 67-71). Pour bien poser ces maçonneries, la banquette et la base des parois semblent avoir été rabotées. Le muret, conservé sur une hauteur de 60 à 70 cm, forme une couronne large d'une trentaine de centimètres, interrompue au niveau de la gueule. Les éléments utilisés pour sa construction sont des blocs de calcaire de 15 à 25 cm de côté, irréguliers, aux arêtes émoussées. En général cependant la face tournée vers l'intérieur du four est équerrie. Comme liant, les artisans ont utilisé un mortier de chaux mêlée de tuileau. Le même matériau a aussi servi à colmater les joints en surface, mais il s'agit là d'un travail sommaire qui n'a pas été effectué de manière systématique, ni avec un très grand soin. Les pierres ont fortement été altérées par la chaleur, sur toute l'épaisseur de l'aménagement. Derrière le muret, on voit que le terrain encaissant est rubéfié sur une épaisseur assez importante.

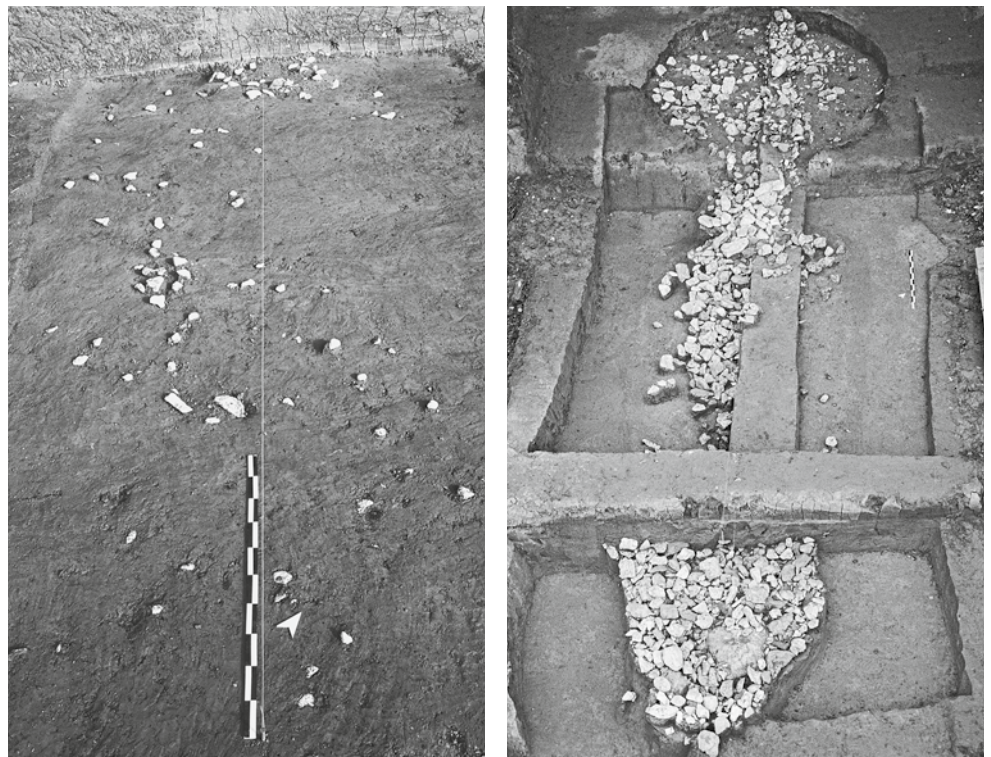


Fig. 65. Boncourt-Grand'Combes. Zone C, four F6. Vue en surface de la structure. A gauche, au niveau d'apparition. A droite, après plusieurs décapages manuels. La chambre de chauffe (au fond) et la fosse de travail ont été remblayées avec des déchets de cuisson (blocs mal calcinés).

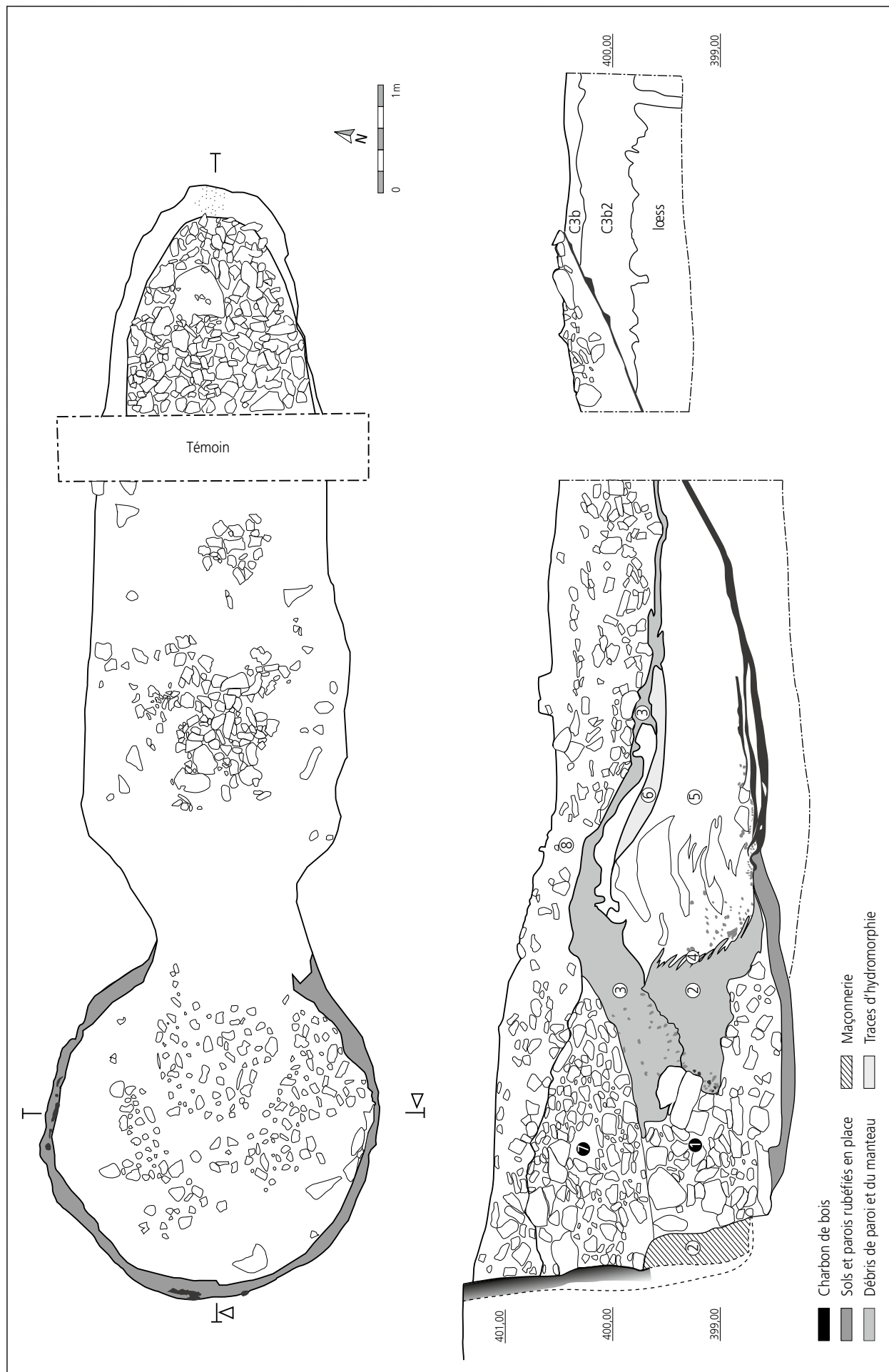


Fig. 66. Boncourt-Grand'Combes. Zone C, four F6. Plan et coupe longitudinale.

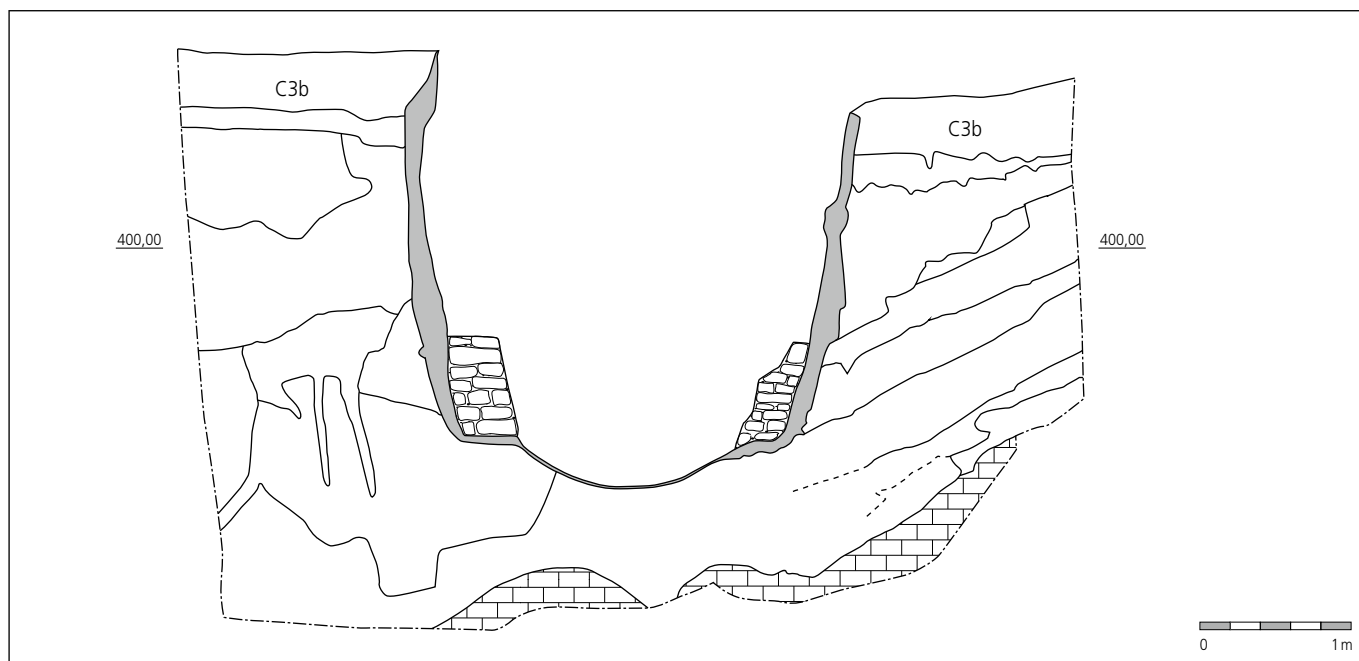


Fig. 67. Boncourt-Grand'Combes. Zone C, four F6. Coupe transversale après évidement. Le relevé montre clairement que la structure a été creusée dans une ancienne doline alors comblée. A gauche, le terrain montre de nombreuses bioturbations. A droite, entre le socle calcaire et la couche 3b, les multiples lits de limons sableux en pente témoignent de soutirages karstiques.



Fig. 68



Fig. 69



Fig. 70



Fig. 71

Boncourt-Grand'Combes. Zone C, four F6

Fig. 68. Vue en cours de fouille. A gauche, la chambre de chauffe; à droite, la fosse de travail, dont le fond est nettement visible grâce à un lit de charbon de bois.

Fig. 69. Vue de la chambre de chauffe après enlèvement des vestiges de la fosse de travail. A l'avant-plan, on distingue les parois rougies du canal de chauffe.

Fig. 70. Vue plongeante sur la couronne de maçonnerie à la phase 2.

Fig. 71. Vue oblique des maçonneries à la phase 2.

Cette rubéfaction n'aurait pu survenir avec la couronne de blocs ; il est donc certain que celle-ci appartient à une phase antérieure. Cette déduction est confirmée par la présence sporadique, entre les pierres et la paroi rubéfiée, d'inclusions de limons bruns non rubéfiés. La banquette ayant été condamnée, la voûte devait reposer au pied du muret, ce qui a eu pour conséquence de réduire l'espace réservé au foyer.

Observations complémentaires

Le relevé stratigraphique de la fosse de travail apporte quelques renseignements supplémentaires, notamment sur les périodes d'utilisation du four (fig. 66, 68 et 72). Il s'agit plus particulièrement de trois niveaux de charbon de bois (fig. 72). Le niveau inférieur, le plus épais (jusqu'à 12 cm), tapisse l'entièreté du fond de la fosse. Les deux autres, plus minces, sont localisés aux abords de la gueule. Ces trois niveaux sont séparés par des lits de silts fins beiges, de faible compacité, pouvant contenir de minuscules fragments de nodules de terre cuite ou du charbon de bois en paillettes. Ces minces couches, de même nature que le terrain encaissant, proviennent d'un dépôt par ruissellement. Elles témoignent de périodes d'inutilisation du four, mais de courte durée (de l'ordre de quelques semaines à quelques mois ?).

Les autres remplissages renseignent sur la manière dont la structure a été comblée après son abandon final. Un premier remblayage a été effectué avec des blocs calcaires (fig. 66, n° 1), mais on trouve aussi des poches de sédiment rubéfié, qui proviennent probablement de la démolition des parties hautes des parois, voire du manteau argileux (fig. 66, n° 2). Dans la gueule, une zone de contact en dents de scie (fig. 66, n° 4), entre le remblai (fig. 66, n° 2) et un sédiment limoneux (fig. 66, n° 5), plaide aussi en faveur d'un dépôt rapide et contemporain de ces niveaux : un dépôt par ruissellement aurait laissé des contacts beaucoup plus diffus. De plus, la géométrie de ces deux niveaux exclut un comblement naturel par effondrement des parois du four et du terrain encaissant. Il y a eu ensuite un moment d'arrêt assez long dans le remblayage. Le niveau 6 en effet, constitué de limons marqués par l'hydromorphie, montre que de l'eau a stagné durant un certain temps. A un moment indéterminé, les opérations de remblayage ont repris. Les remblais précédents ont été scellés par un étalement de débris de terre cuite, autant dans la chambre de chauffe que dans la fosse (fig. 66, n° 3), avant que l'on ne dépose les ultimes niveaux de matériaux (fig. 66, n° 7 et 8).



Fig. 72. Boncourt - Grand'Combes. Zone C, four F6. Vue de détail de la fosse de travail. On remarque en bas les différents litages de charbon de bois.

Ces opérations, réalisées en au moins deux phases, ne sont malheureusement pas datables, mais elles doivent être liées à une volonté de remise en état du terrain après l'Époque romaine, dans le cadre du développement d'activités agropastorales.

3.2.3.2 La fosse ST9

Description

Cette structure, attribuée au Haut Moyen Âge par une analyse ¹⁴C, est apparue sous la forme d'une tache irrégulière d'une longueur de 1,90 m (fig. 73). Sa largeur, variable, est en moyenne de 40 à 50 cm. En surface déjà, on distinguait de nombreux fragments de charbon de bois, parfois assez grands, de même que des nodules de terre cuite. Elle a été creusée dans les silts brungris de la couche 3b. Le remplissage est constitué d'une matrice limoneuse de même teinte, mais très riche en charbons, souvent bien conservés (fragments de plus de 10 cm de longueur). Les nodules de terre cuite représentent une proportion importante du remplissage et sont aussi de grandes dimensions : ce sont sans doute des restes de paroi, voire du manteau argileux d'un four à chaux. Tout comme le charbon, ils sont surtout plaqués contre les parois et sur le fond de la fosse (fig. 74).

Interprétation

Au niveau d'apparition déjà, le plan laissait supposer la présence d'une fosse d'extraction de limons argileux. L'évidement de la structure confirme cette impression. La faible quantité de limon excavé, insuffisante pour la construction du manteau argileux d'un four, peut avoir été suffisante pour des réfections de parois. Par la suite, la fosse a été réutilisée comme dépotoir et a été comblée avec les débris de four, lors d'une remise en état du terrain.

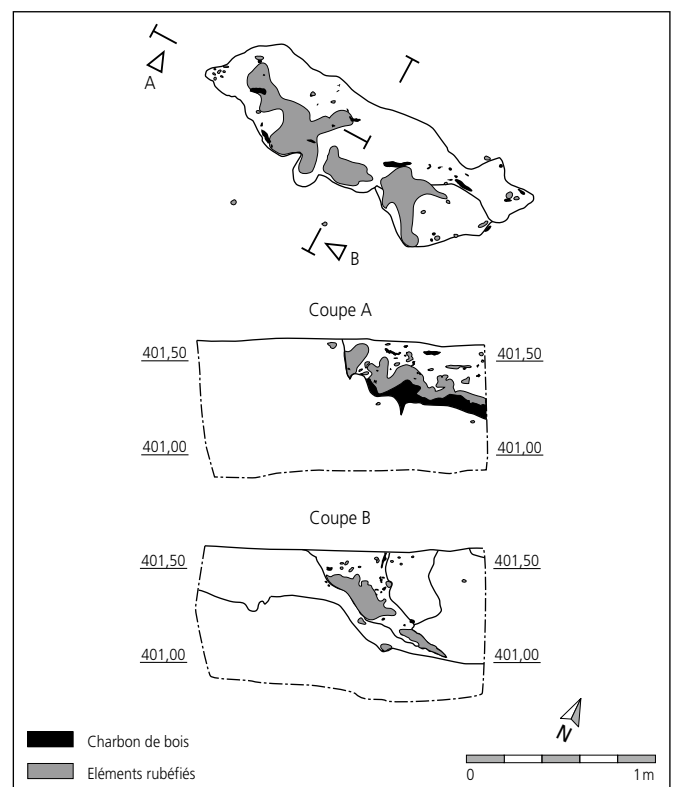


Fig. 73. Boncourt - Grand'Combes. Zone C, fosse ST9, plan et coupes.



Fig. 74. Boncourt-Grand'Combes. Zone C, fosse ST9. Vue de la coupe nord.

3.2.3.3 L'empierrement ST 10

Cet aménagement a été mis au jour près du four, à quelques mètres de la fosse de travail. Il s'agit d'un empierrement plus ou moins circulaire d'environ 3 m de diamètre, composé de blocs et de cailloux calcaires entassés de manière assez dense sur une épaisseur de 20 à 40 cm (fig. 75a). Certaines pierres sont brûlées. Ce pierrier est positionné au sommet de la couche 3b, qui contient habituellement du mobilier du Second âge du Fer. La fouille a du reste montré qu'il reposait sur un énigmatique cercle de pierres posées sur chant de 2,60 m de diamètre, inséré dans la couche 3b, à côté duquel fut découverte une fibule laténienne (fig. 75b).

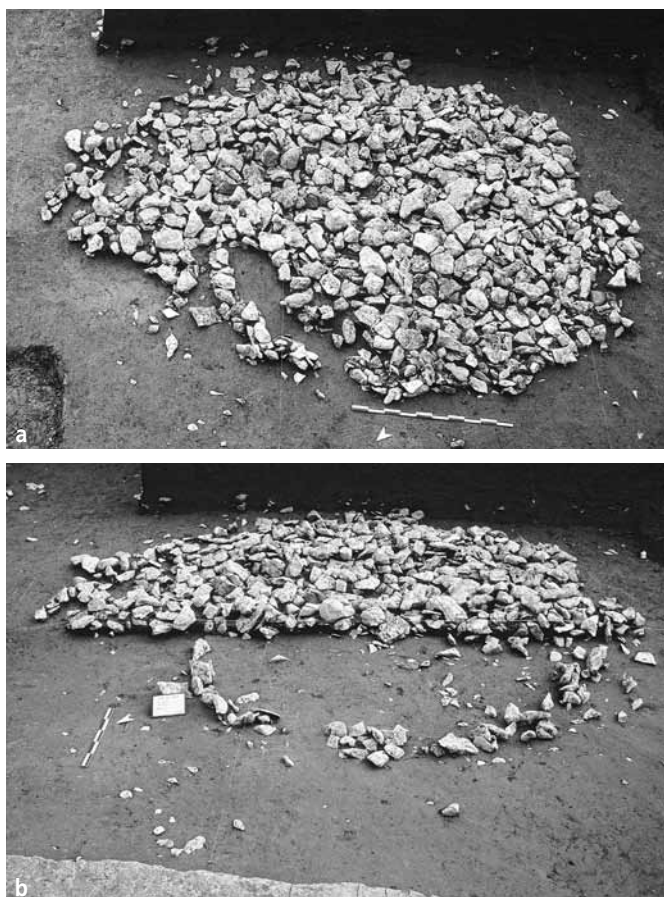


Fig. 75. Boncourt-Grand'Combes. Zone C, empierrement ST 10. a : vue vers le sud-est; b : vue en cours de fouille.

3.2.3.4 Un autre four à chaux (ST 11)?

Description

Il faut encore signaler, à une soixantaine de mètres à l'est du four F6, la présence d'un épandage rectiligne de pierres calcaires sur un axe nord-est/sud-ouest (fig. 64, ST 11). La longueur de cet aménagement atteint 10 m, sa largeur varie de 1 à 1,50 m, sur une épaisseur moyenne de 30 à 40 cm (fig. 76a). Une petite partie de ces calcaires sont brûlés. Leur taille varie de 10 à 50 cm et leur disposition semble assez hétéroclite, même si l'on observe davantage de dalles posées à plat dans la partie nord-ouest, sans que l'on puisse pour autant parler de dallage. La densité et la compacité de ces amoncellements sont également variables, mais en général très fortes (fig. 76b).

Une coupe dans l'axe longitudinal de la structure révèle un dépôt des constituants calcaires en trois nappes imbriquées. Ce système de cailloux et de blocs repose sur un niveau dense de morceaux de terre cuite mêlés à des charbons de bois; cette couche se développe vers l'amont, soit le nord-ouest, mais ne se prolonge pas du tout en aval de la structure ST 11.

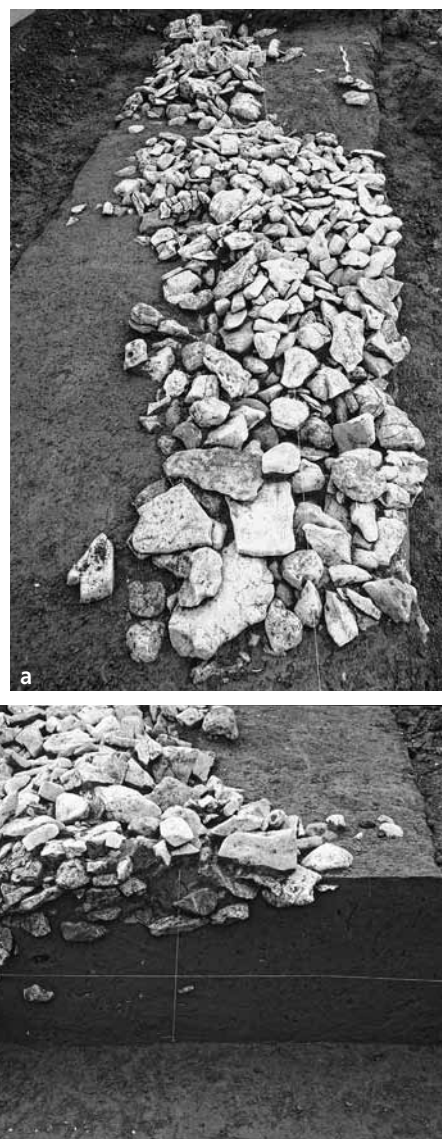


Fig. 76. Boncourt-Grand'Combes. Zone C, empierrement ST 11. a : vue en cours de dégagement; b : coupe transversale.

Interprétation

Il n'est pas possible d'attribuer une fonction à cette structure, même si l'on peut penser, par exemple, à un mur de terrassement. Ce que l'on retiendra, c'est que l'association entre amas de calcaires (dont certains sont brûlés), terre cuite et charbons de bois signale souvent une zone de rejet proche d'un four à chaux. L'empierrement ST 11 est donc peut être un témoignage indirect de la présence d'une autre structure de combustion, qui a très bien pu se trouver quelques mètres au nord, plus haut dans la pente.

3.2.3.5 Datation

Nous disposons pour ces vestiges de deux analyses ¹⁴C. La première (Ua-19789) a été effectuée sur un charbon du four F6, prélevé dans le niveau supérieur de charbon de la fosse de travail. Elle a donné un résultat brut de 1725 ± 50 BP, soit une datation entre 254 et 382 (calibration à 1 sigma). La seconde (Ua-19787) a porté sur un charbon de la fosse ST9. Le résultat brut est de 1375 ± 55 BP, soit de 604 à 686 ap. J.-C. (calibration à 1 sigma). La présence de quelques fragments de panse de poteries du Haut Moyen Âge confirme cette datation, sans pouvoir préciser davantage la chronologie (fig. 77).

N° analyse	Date BP	Calibration 1 σ (68,2%)			Calibration 2 σ (95,4%)		
		Intervalle	Prob.%	Prob. rel.	Intervalle	Prob.%	Prob. rel.
Ua-19789 Four F6	1725 ± 50	254-382 AD	68,2	1,00	140-152 AD	0,8	0,01
					169-194 AD	2,0	0,02
					210-424 AD	92,6	0,97
Ua-19787 Fosse ST 9	1375 ± 55	604-686 AD	68,2	1,00	567-728 AD	86,2	0,90
					736-772 AD	9,2	0,10

Fig. 77. Boncourt-Grand'Combes. Résultats des datations ¹⁴C obtenues sur des charbons de bois issus du four F6 et de la fosse ST9.

L'empierrement ST 10 s'insère dans l'horizon stratigraphique Époque romaine-Haut Moyen Âge. Sa situation topographique et la présence de calcaires brûlés suggèrent une zone de rejet liée à la production du four F6, et une datation à l'Époque romaine. Ce qui est néanmoins curieux, c'est son positionnement juste au-dessus d'un cercle de pierre contenu dans la couche 3b, datée a priori de l'âge du Fer (chap. 3.1), attribution culturelle renforcée par la découverte d'une fibule laténienne. Une interprétation définitive reste problématique.

Enfin, l'aménagement ST 11, qui trahit sans doute la présence à proximité d'un autre chaufour, s'inscrit dans le même contexte sédimentaire. Mais la présence du charme parmi les charbons établit qu'il est postérieur à l'Époque romaine (annexe 8).

3.3 Les vestiges des Temps modernes

3.3.1 Le four F7

Introduction

Ce four à chaux de la zone C (fig. 78) est apparu lors du décapage mécanique sous la forme d'une couronne de sédiments rubéfiés rouges et noirs, à l'interface des couches 2 et 3.1 (fig. 79 et 80). Le niveau de comblement supérieur était constitué de débris en terre cuite issus du manteau argileux du four, tassés sur une épaisseur moyenne de 20 cm. Au sein de cette masse figuraient des pièces de bois carbonisées. Il s'agit de restes de quatre poutrelles ou planches, conservées sur des sections de près d'un mètre de long, sur une largeur d'environ 8 cm (fig. 81). Le remblai de débris de terre cuite recouvrait un comblement plus important, hétérogène, constitué de cailloux et de blocs calcaires partiellement calcinés, de toutes dimensions, avec des poches de sédiment rubéfié ou de cendre (fig. 82). Ceci témoigne, dans une phase ultime, d'un remblayage volontaire du four avec les déchets de son exploitation, afin de remettre le terrain en état.

Au nord-ouest, un premier décapage a permis de mettre en évidence des gros blocs qui ont peut-être constitué un dispositif d'alimentation (fig. 80), mais a surtout laissé entrevoir la présence d'un parement maçonné, devant l'auréole de sédiment rubéfié. Le four avait donc connu, selon toute vraisemblance, au moins deux périodes d'activité.

Phase 1

Le diamètre de la chambre de combustion, de plan circulaire, est de 5,50 m. Elle a été creusée dans les silts sur une profondeur de 1,20-1,30 m. Dans la partie ouest, le fond du foyer était en contact avec un affleurement du karst (fig. 83). La présence à cet endroit du substrat calcaire a sans doute incité les artisans à arrêter le creusement. Comme les observations géologiques ont permis de l'établir, le chaufour a été installé en bordure d'une ancienne doline dont le centre se trouve à 3 m en contrebas.

A ce stade, c'est le terrain encaissant qui forme les parois du four. Les traces de rubéfaction visibles non seulement en surface, mais encore dans tous les relevés stratigraphiques, témoignent sans aucun doute d'une forte exposition au feu : les gradients de couleur sont d'abord orange vif, puis brun, violet et brun très foncé.



Fig. 78. Boncourt-Grand'Combes. Temps modernes. Plan de situation des vestiges de la zone C.

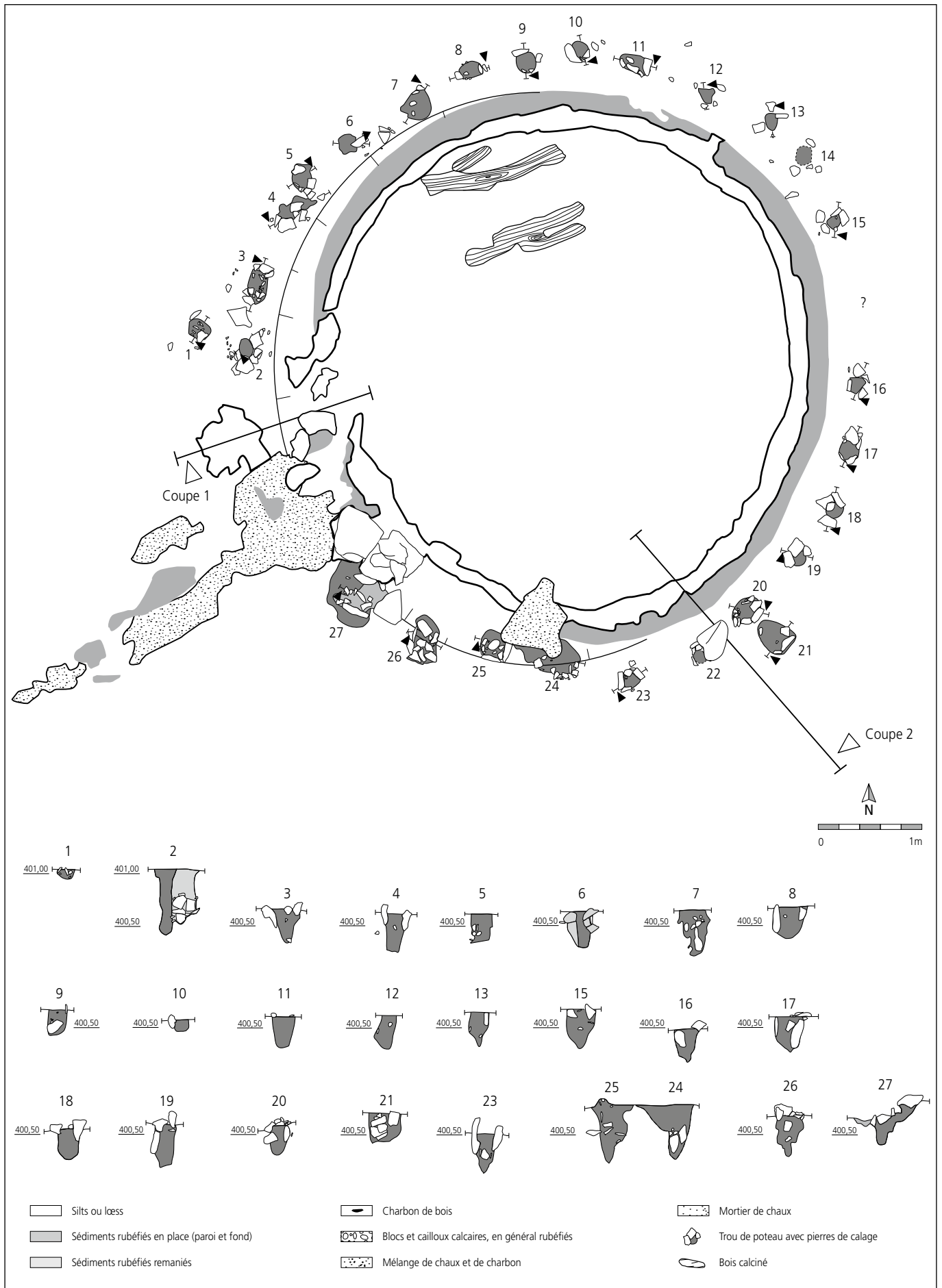


Fig. 79. Boncourt - Grand'Combes. Temps modernes. Zone C, four F7. Plan général des structures.



Fig. 80



Fig. 81

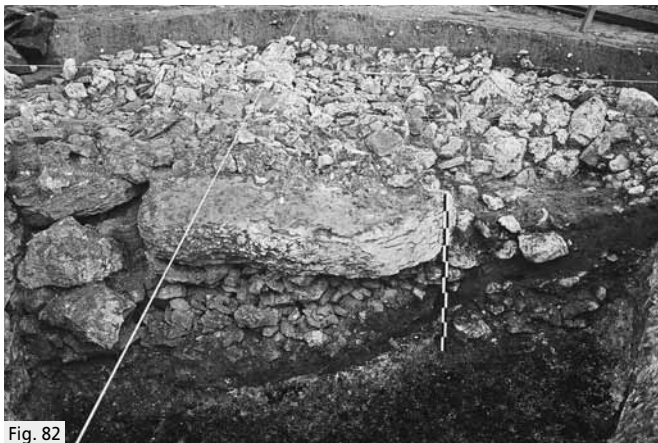


Fig. 82



Fig. 83

Boncourt-Grand'Combes. Temps modernes. Zone C, four F7

Fig. 80. Vue vers le nord au niveau d'apparition (moitié nord) et en début de fouille (moitié sud). A l'ouest, les blocs du dispositif d'alimentation.

Fig. 81. Vue des éléments en bois retrouvés lors de la fouille du comblement supérieur.

Fig. 82. Vue du remplissage en cours de fouille.

Fig. 83. Vue plongeante après évidement.

Au pied des parois (fig. 84 et 85), les constructeurs ont aménagé un muret d'une cinquantaine de centimètres de hauteur. Il est constitué de blocs et de cailloux calcaires qui n'ont été appareillés que sur le parement. Comme dans les fours à chaux gallo-romains, ce dispositif servait de banquette pour soutenir la voûte qui séparait le foyer de la charge à calciner.

Comme déjà mentionné, de grands blocs calcaires, recouverts de mortier, ont été dégagés à l'ouest du four. Ces éléments retrouvés en position horizontale pourraient provenir des montants et du linteau de la gueule.

Il faut relever une particularité que plusieurs relevés stratigraphiques ont mise en évidence: la présence d'une fosse, dans la moitié sud, derrière la banquette en pierre et les parois rubéfiées. Cette fosse avait été comblée, avant le premier fonctionnement du four. On ne voit pas très bien la raison d'être de cet aménagement, qui n'est peut-être dû en fin de compte qu'à un phénomène naturel. L'hypothèse retenue est qu'après le creusement de la chambre de combustion, les parois de la partie méridionale se sont effondrées, et que le remplissage de la fosse correspond à une opération de rechapage.

Phase 2

Dans un second temps, les parois de la structure ont entièrement été chemisées d'une maçonnerie de cailloux jusqu'au niveau du sol. Cette réfection s'est faite en empilant de manière hétéroclite des calcaires sur la banquette de la phase précédente. Il s'agit de blocs assez gros, de 35x20x15 cm en moyenne, assemblés avec des cailloux plus petits dans les interstices. Pour le parement, les blocs parallélépipédiques ont été privilégiés, leur côté aplani étant tourné vers l'intérieur du four. L'appareillage a été renforcé par un colmatage final au mortier de chaux, sur la face interne uniquement. Il est certain qu'il s'agit d'un véritable mortier de chaux, et non simplement d'éléments de la paroi rendus pulvérulents par calcination, car des grains de sable sont visibles dans la texture.

Le cœur de la maçonnerie a été réalisé avec beaucoup moins de soin en utilisant des cailloux ou des dalles calcaires plus petites (env. 10 à 20 cm de long). Par endroits, on remarque aussi des inclusions de limons, des fragments de terre cuite, du mortier de chaux ou de la chaux pure, sous forme de nodules. Ces éléments proviennent sans doute de la réutilisation des débris et des déchets de production du four de la

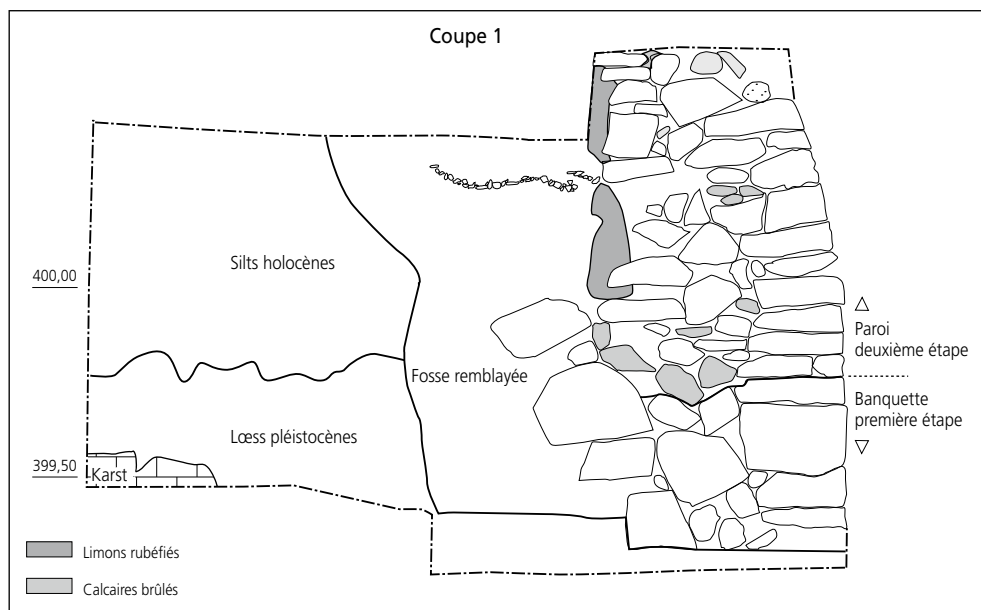


Fig. 84. Boncourt - Grand'Combes. Temps modernes. Zone C, four F7. Coupe 1.

phase 1 comme matériau de construction, mais ils pourraient également témoigner d'une ou plusieurs réfections des parois. Notons encore que le limon interstitiel ne montre aucune trace d'une forte exposition au feu, contrairement à la paroi de la phase 1. Il s'agit là d'une preuve irréfutable de l'existence de deux phases distinctes, une première avec des parois naturelles, une seconde avec un chemisage de pierre; l'idée d'une seule phase, au cours de laquelle de fortes chaleurs auraient rubéfié le terrain encaissant à travers les maçonneries peut être définitivement écartée. Enfin, un autre indice plaide pour deux phases différentes. La matrice du muret situé à la base des parois ne contient pas de nodules de terre cuite ou de chaux en remploi, contrairement à la paroi supérieure.

Il faut encore signaler, en élévation, un décrochement dans le parement (fig. 79). D'abord vertical dans sa partie inférieure, celui-ci s'évase et adopte une pente aiguë. Ce décrochement est intentionnel et devait permettre d'asseoir la base de la voûte.

Commentaires de la coupe 1 (fig. 84)

Le relevé de cette coupe stratigraphique illustre le déroulement des opérations :

- la fosse, dont les limites sont irrégulières, contient un comblement hétérogène, composé de limons bruns à brun-gris qui proviennent en fait des silts holocènes et des lœss pléistocènes du terrain encaissant :
- dans la partie inférieure, le remplissage contient également quelques blocs calcaires. La banquette de la première phase a été construite contre ceux-ci. A ce moment, elle n'était pas encore surmontée d'une maçonnerie, et c'est le sédiment du remplissage qui faisait office de paroi ;
- celle-ci ne subsistait qu'à l'état de lambeaux car à la phase 2, elle fut entamée pour y enchâsser les pierres du nouveau parement.

Commentaires de la coupe 2 (fig. 85)

Les trois lits de pierres inférieurs délimitent la banquette initiale (phase 1) :

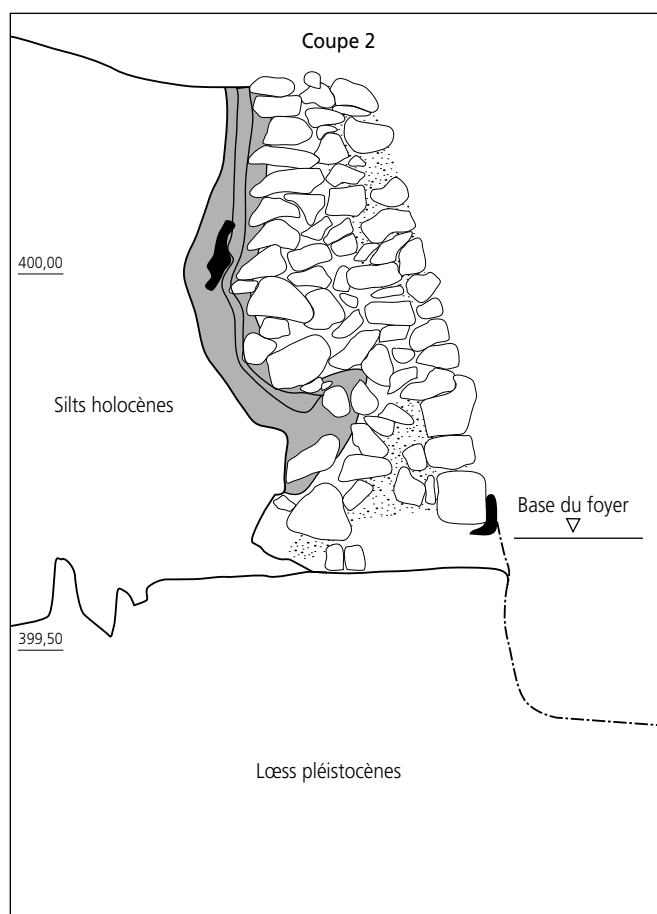


Fig. 85. Boncourt - Grand'Combes. Temps modernes. Zone C, four F7. Coupe 2.

- son sommet, de même que les parois du terrain encaissant, ont fortement été marqués par les hautes températures atteintes pendant la cuisson de la charge à calciner ;
- contre le rang de pierre inférieur, un placage de charbon de bois signale le niveau du foyer ;

- dans la paroi, on remarque une poche de charbon de bois; ceci indique qu'après une première utilisation, les chauffourniers ont procédé à un rechapage des parois avec du sédiment limoneux mêlé de déchets issus de la première utilisation du four;
- au-dessus de la banquette se trouve la paroi maçonnée de la phase 2. La paroi rubéfiée de la phase 1 a parfois été creusée pour enchâsser les pierres.

Trous de poteau

Dès les premiers instants de la fouille, les pourtours du four à chaux avaient révélé plusieurs plaquettes calcaires disposées verticalement, à quelques centimètres seulement des parois (fig. 79 et 86). Leur niveau d'apparition étant identique à celui du four F7 - l'interface des couches 2 et 3.1 - on pouvait présumer d'un lien avec cette structure. Leur présence semblait se répéter à intervalle régulier. Assez vite, les fouilleurs ont suspecté qu'il s'agissait là de calages de poteau. Aussi, lors des investigations ultérieures du terrain, une très grande attention a été apportée aux abords du four. Cette vigilance a permis de mettre en évidence 27 répartitions de calcaire interprétées comme éléments de calages de support en bois.

Il faut noter que dans beaucoup de cas, seuls les cailloux permettaient, en surface, de supposer la présence d'un poteau. L'empreinte elle-même n'était presque jamais visible. Les coupes effectuées à travers les empreintes ont confirmé qu'il s'agissait bien de structures. Dans deux cas seulement (fig. 79.2,6), il a été possible de voir une limite nette entre la fosse de creusement et l'empreinte laissée par le bois, mais d'autres exemples montrent que se sont des supports d'un petit diamètre, de l'ordre de 12 à 15 cm de largeur (fig. 79.23-25). Mentionnons encore deux poteaux uniquement décelables au sol grâce aux cailloux de calage, mais qui n'ont laissé aucune empreinte en profondeur (fig. 79.14,22).

Les poteaux sont distants, en moyenne, d'une cinquantaine de centimètres (mesures prises de centre à centre). La valeur la plus faible est de 35 cm. Dans un unique cas, entre les n^{os} 15 et 16, un intervalle beaucoup plus grand laisse supposer la présence d'un support intermédiaire qui n'a pu être mis en évidence.



Fig. 86. Boncourt-Grand'Combes. Temps modernes. Zone C, four F7. Vue plongeante du bord oriental, bordé par des calages de poteau.

Une configuration identique a été repérée en 1998 à Court-Pâturage aux Bœufs (BE), où une vingtaine de pieux, espacés de 70 cm, entouraient un four à chaux du XVIII^e siècle³⁶. Ils sont interprétés comme l'armature d'une couverture en clayonnage. Il est vraisemblable que les poteaux de Boncourt appartiennent à un aménagement du même type. Ici cependant, la présence d'éléments excentrés pourrait soulever la question d'une succession de différentes constructions en bois. Toutefois ceux-ci sont rares (poteaux gémeaux 1-2 et 20-21), ce qui plaiderait plutôt pour un renforcement en cours d'édification.

Aucun indice ne permet d'attribuer d'une manière claire les empreintes de poteau à une phase plutôt qu'à l'autre. On pourrait les rattacher de manière plausible à la seconde phase. Ceci n'expliquerait cependant pas l'absence de supports en bois pour la première phase, alors qu'il ne fait aucun doute qu'il devait y avoir une superstructure. Il n'est pas impossible que, si les deux utilisations du chaufour ont eu lieu de manière rapprochée, les trous des poteaux de la phase 1 aient été réutilisés à la phase 2 pour l'implantation de nouvelles pièces de bois. On a en effet noté la présence, dans chacun des trous, de traces d'hydromorphie. Cette constatation suggère qu'après la destruction du premier manteau pour la récupération de la chaux, les restes des poteaux ont été arrachés et que les trous sont restés à l'air libre un certain temps, sans être rebouchés, et exposés aux intempéries.

Datation

La datation du four F7 repose sur deux analyses ¹⁴C. La première a été effectuée sur un charbon du foyer de la dernière utilisation du four, la seconde sur un charbon de l'un des poteaux bordant le four (fig. 87).

N° analyse	Date BP	Calibration 1 σ (68,2%)			Calibration 2 σ (95,4%)		
		Intervalle	Prob.%	Prob. rel.	Intervalle	Prob.%	Prob. rel.
Ua-19786 (foyer)	230 ± 45	1640 - 1682 AD	29	0,42	1516 - 1595 AD	0,8	0,01
		1738 - 1753 AD	5,1	0,07	1618 - 1694 AD	2,0	0,02
		1762 - 1802 AD	25,2	0,37	1726 - 1814 AD	92,6	0,97
		1937 - 1953 AD	8,9	0,13	1838 - 1842 AD		
					1852 - 1867 AD		
				1918 - 1954 AD			
Ua-22089 (trou de poteau)	285 ± 40	1521 - 1591 AD	43,3	0,63	1481 - 1668 AD	92,2	0,97
		1620 - 1657 AD	24,9	0,37	1782 - 1798 AD	3,2	0,03

Fig. 87. Boncourt-Grand'Combes. Temps modernes. Résultats des datations ¹⁴C obtenues sur des charbons de bois issus du four F7.

Pour le charbon du foyer, les plus hautes probabilités couvrent les XVII^e et XVIII^e siècles. Ceci est en correspondance avec des tessons de céramique glaçurée, grosso modo attribuables à cette période.

La datation du charbon prélevé dans un trou de poteau tendrait quant à elle à vieillir le four. Cependant, le charbon du foyer provient de la dernière fournée, alors qu'une utilisation des trous de poteau dès la première phase est envisageable (voir *supra*).

36 Gerber et al. 2002, p. 40-41.

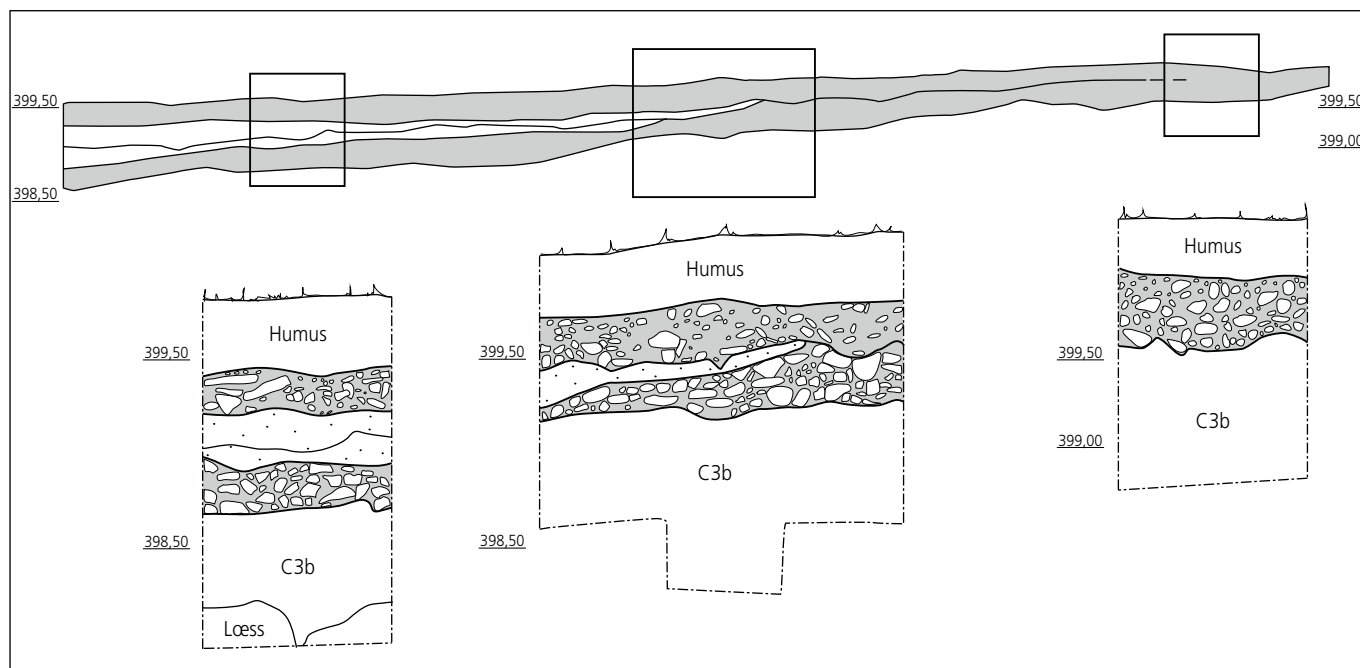


Fig. 88. Boncourt - Grand'Combes. Temps modernes. Chemins superposés ST 12a et ST 12b. Coupe longitudinale schématique avec trois extraits.

3.3.2 Les chemins et les empièvements associés

Plusieurs tronçons de voies attribuables aux Temps modernes ont été observés en bordure du site, le long de la piste de chantier asphaltée. Celle-ci les a en grande partie recouverts. Nous commencerons la description avec les segments de la zone C, en relation directe avec le four F7.

3.3.2.1 Le chemin ST 12

Deux empièvements superposés ont été mis en évidence au sud-est du four F7, à la limite de l'emprise des fouilles, en réalisant des profils stratigraphiques de référence le long de la piste de chantier (fig. 78 et 88).

Chemin supérieur ST 12a

Seul le bord nord-ouest en a été perçu car le reste de la structure se trouvait sous la piste de chantier (fig. 89a). Néanmoins, il a pu être suivi sur plusieurs dizaines de mètres. Il était composé de blocs et de cailloux calcaires entassés de manière hétéroclite sur une épaisseur de 10 à 20 cm, dans une matrice de limons sableux fortement carbonatés (nombreuses inclusions de grains calcaires). Il s'agit surtout de cailloux (env. 70%) de moins de 8 à 10 cm de longueur. Les éléments plus gros (jusqu'à 20 cm) se rencontrent plutôt à la base. Un décapage de la surface sur une longueur de quelques mètres a révélé un nombreux mobilier moderne (XX^e siècle), mais il provient d'un niveau de remblai humique posé sur le chemin, qui est peut-être plus ancien.

Plus à l'est, deux coupes effectuées à travers le radier ont permis de déterminer la largeur du chemin, de l'ordre de 1,70-1,80 m. Dans ces deux coupes, on a observé de profondes ornières, distantes de 1,20 m (mesure prise de centre à centre), entièrement comblées par les pierres de la surface de roulement (fig. 89b). Ceci nous indique qu'il y a eu au préalable un chemin de terre, dans lequel des rails se sont creusés en raison du passage répété des chariots.

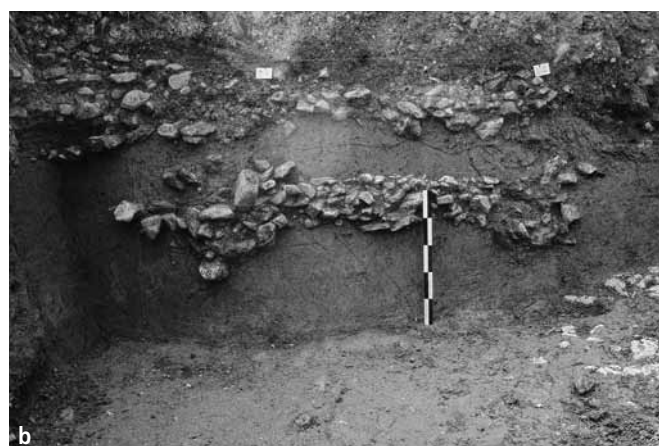


Fig. 89. Boncourt - Grand'Combes. Temps modernes. Chemins ST 12a et ST 12b. a : vue du bord nord-ouest du chemin ST 12a ; b : coupe de l'extrémité des voies, séparées à cet endroit par deux couches de limons intercalaires.

Chemin inférieur ST 12b

Cet aménagement de même largeur est constitué d'un mélange d'éléments calcaires de toutes tailles (graviers, cailloux, blocs) disposés de manière hétéroclite dans une matrice de limons bruns. Contrairement au chemin supérieur, il s'agit surtout de blocs (de 25 à 30 cm). Les éléments plus petits, plus rares, se rencontrent surtout à la surface.

Les deux chemins empruntent le même tracé sur une longueur de 53 m. Les deux voies sont cependant séparées par deux niveaux limoneux à granulométrie fine d'une épaisseur de 20 à 30 cm :

- en haut, ce sont des silts gravelo-sableux, carbonatés, avec de nombreux fragments de charbon de bois ;
- en bas, ce sont des silts qui ressemblent aux colluvions brunes présentes ailleurs sur le site, mais fortement marqués par des phénomènes hydromorphiques.

Au fur et à mesure que l'on progresse vers le sud, les niveaux intercalaires de sédiment fin s'amincissent et finissent par disparaître. Les deux empièvements sont alors en contact direct mais, sur quelques mètres, on arrive encore à les distinguer grâce à de petites différences dans leur composition : les cailloux qui constituent le chemin inférieur sont un peu plus grands que ceux du chemin supérieur, et leur matrice n'est pas carbonatée. Plus au sud, toute distinction devient impossible.

Interprétation

Les deux empièvements représentent sans doute deux phases d'un même chemin. Comme les relevés stratigraphiques ont permis de l'établir, le chemin inférieur traversait une cuvette. En cas de fortes pluies et de ruissellement abondant, cette dépression naturelle devait sans doute se transformer en bournier. Cette interprétation est confortée par les traces d'hydromorphie observées dans le premier niveau intercalaire. Le second niveau intercalaire est clairement un apport destiné à combler la dépression. Après la pose de ce remblai, une nouvelle bande de roulement a été aménagée avec des calcaires. Dans le Jura, un cas de figure identique a clairement été identifié sur la voie romaine d'Alle-Noir Bois³⁷.



Fig. 90. Boncourt-Grand'Combes. Temps modernes. Chemins superposés ST 12a et ST 12b. Vue en coupe. On voit que, de gauche à droite, les niveaux intercalaires diminuent d'épaisseur. Tout à droite, les deux empièvements sont en contact direct.

Insertion stratigraphique et datation

Vers le nord, il y a eu une érosion très importante de la sédimentation holocène sur le versant nord-ouest du vallon. De ce fait, il n'y a plus de succession fine de couches (couches 1-2-3.1-3.2-3b-3b2), comme cela a pu être observé lorsque l'épaisseur du terrain dépassait 2 m, mais un « paquet » d'environ 80 cm d'épaisseur appelé couche 2/3. C'est au milieu de ce paquet que les deux chemins sont insérés.

Par contre, vers le sud, l'empièchement ST 13a, en fait le prolongement de ST 12, est positionné dans la couche 3.1, soit dans le même contexte stratigraphique que le four F7 et l'empièchement ST 13b (voir *infra*).

Le mobilier ramassé dans les deux chemins est essentiellement constitué de clous de chaussure, de fragments de fer à cheval et de tessons peu caractéristiques de céramique glaçurée, attribuables aux XVII^e et XVIII^e siècles.

3.3.2.2 Le chemin ST 13

Cette portion de voie, dans le prolongement de ST 12, était située près d'un empièchement dont l'interprétation n'est pas aisée. Deux chemins aux limites assez nettes (ST 13) se mélangent en effet à des étalements de pierres de densité variable (ST 14), et une distinction précise entre ceux-ci n'est pas toujours possible. On observe néanmoins deux zones principales (fig. 78).

La structure ST 13a est une bande très compacte de blocs et de cailloux, disposés sans agencement particulier dans une matrice de limons bruns. Les cailloux utilisés sont des calcaires anguleux, non émoussés ; aucun élément ne porte les marques d'une



Fig. 91. Boncourt-Grand'Combes. Temps modernes. Empièvements ST 13a et ST 13b. Vue vers le sud.

37 Demarez, Othenin-Girard et al. 1999.

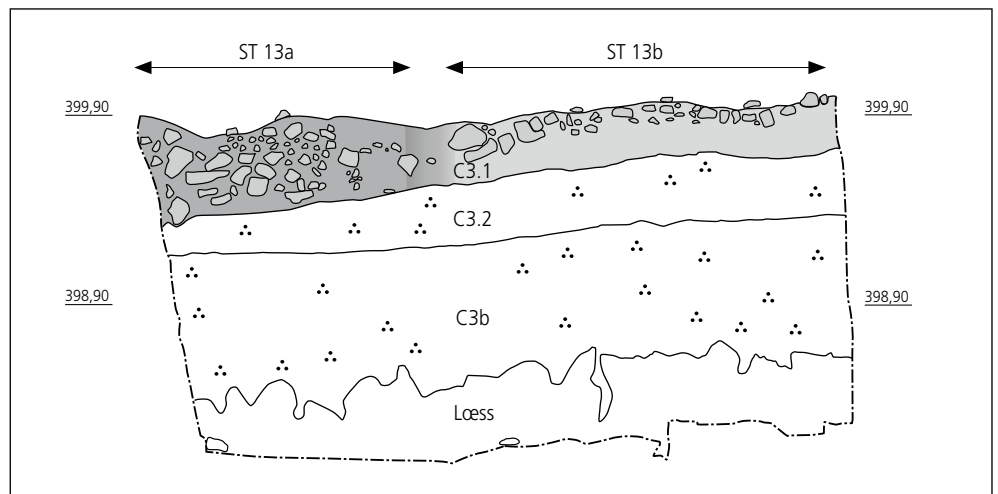
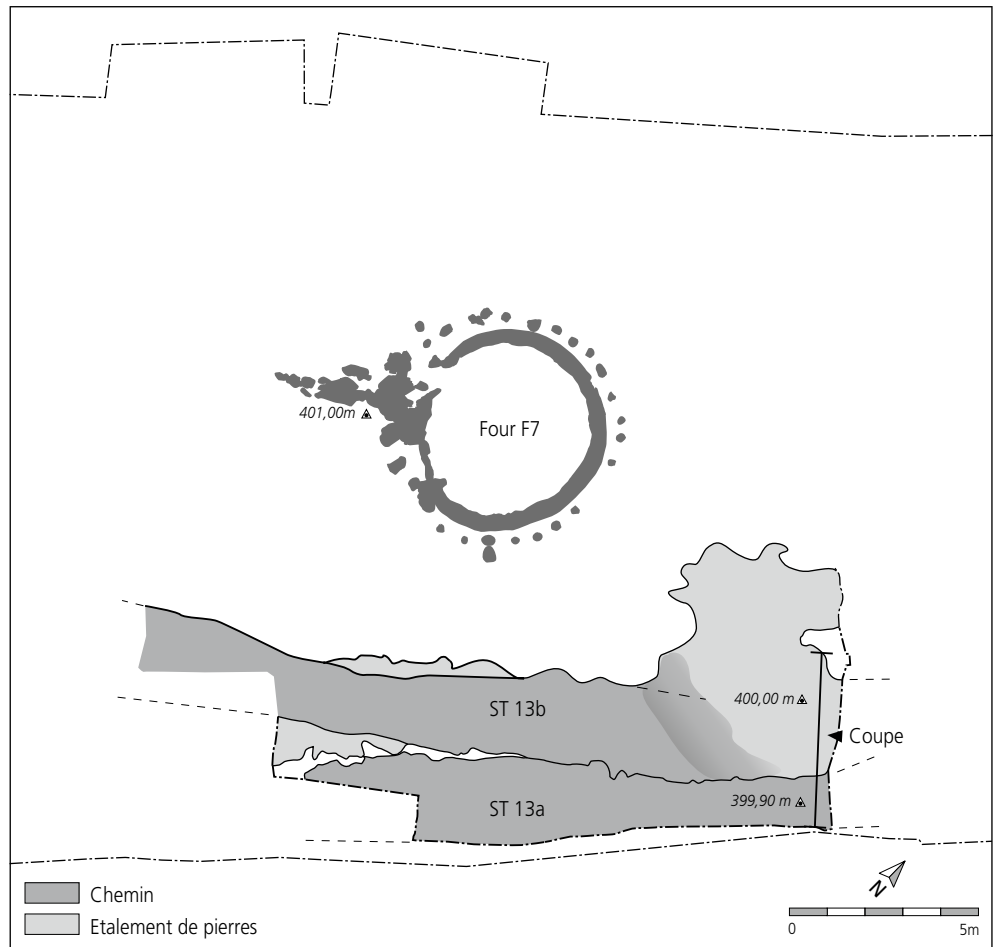


Fig. 92. Boncourt - Grand'Combes. Temps modernes. Empierrements ST 13a et ST 13b. Plan schématisé et coupe partielle.

exposition au feu. Son épaisseur est de 30 à 40 cm. Sa largeur n'a pu être déterminée car une partie de l'empierrement se trouvait sous la piste de chantier.

La structure ST 13b, qui se greffe sur la précédente, est un empierrement de 2 à 3 m de largeur, plus ou moins rectiligne, aux limites assez nettes dans sa moitié occidentale (fig. 92, plan). Le radier, dont l'épaisseur ne dépasse pas 15 cm, est composé de cailloux et de blocs calcaires émoussés dont environ 20% sont brûlés (fig. 92, coupe).

Interprétation et datation

La structure ST 13a est interprétée comme la suite de la voie ST 12. Quant à l'empierrement ST 13b, nous pensons à un chemin en relation avec le four à chaux. Lors de la fouille, un liard de Léopold, duc de Lorraine, frappé à Nancy en 1721, a été découvert à sa surface.

Il témoigne d'une utilisation des aménagements au XVIII^e siècle, sans exclure pour autant qu'ils étaient déjà en usage antérieurement.

3.3.3 Autres chemins et empièrrements

3.3.3.1 Les chemins et l'empierrement ST 15 et ST 16

Le chemin et l'empierrement ST 15

Le chemin ST 15 a été mis au jour dans la partie occidentale de la zone C, le long de la piste de chantier, dans le prolongement des tronçons de chemin ST 12 et ST 13 (fig. 95). La largeur de la structure n'est pas constante et varie de 1,60 à 2,50 m (fig. 93 et 94). Elle est constituée de cailloux de quelques centimètres de largeur, compactés sur une épaisseur moyenne d'une dizaine de centimètres (fig. 94). Deux ornières distantes de 1-1,20 m ont été décelées en surface.

Le bord septentrional du chemin était flanqué d'un empièrrement d'un diamètre maximal de 5 m. On ne distingue aucune limite entre les deux aménagements, qui ont peut-être été construits en même temps.

Les chemins superposés ST 16

Ces empièrrements sont apparus à l'occasion d'une extension localisée des fouilles, au sud, contre la piste de chantier (fig. 94). Une rectification du profil est de ce sondage a permis de mieux les appréhender (fig. 93). L'envergure de ces chemins, qui se trouvaient sous la piste de chantier, reste néanmoins inconnue.

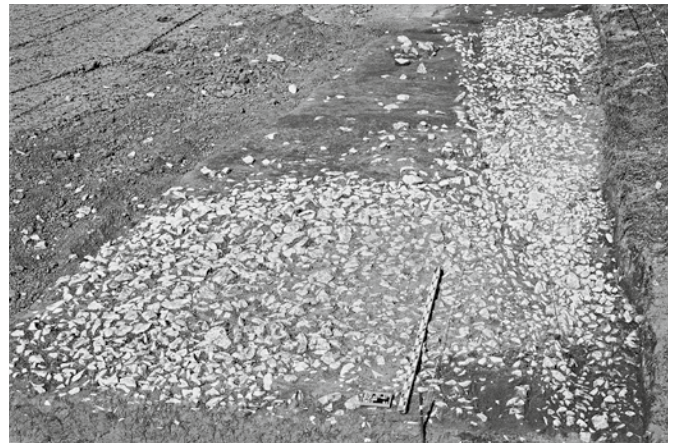


Fig. 95. Boncourt-Grand'Combes. Temps modernes. Chemin ST 15. Vue vers le nord-est.

Le niveau inférieur (ST 16a) est situé à l'interface des couches 3b et 3.2. Il est constitué d'un lit continu de cailloux et de petits blocs calcaires, de quelques centimètres à 10-12 cm de largeur, disposés dans une matrice de limons bruns assez sableux, avec de nombreuses inclusions de gravillons. La structure semble s'être tassée et avoir évolué en chemin creux, sans doute à cause d'infiltrations d'eau. Les calcaires sont du reste recouverts d'encroûtements brunâtres qui témoignent de phénomènes d'hydromorphie.

Ce niveau inférieur était recouvert d'une couche de limons gris à gris clair de faible compacité, marqués de taches qui témoignent également de phénomènes hydromorphiques. Ce sédiment, assez semblable à celui de la couche 3.2, s'en distingue néanmoins par de nombreuses inclusions de gravillons millimétriques et de nodules de terre cuite. Il est donc vraisemblable qu'il ne s'est pas mis en place par colluvionnement, mais qu'il s'agit d'un remblai amené pour égaliser le terrain, avant la pose de l'empierrement intermédiaire (ST 16b).

Le niveau intermédiaire ST 16b est identique au précédent. Sur les bords, il est au contact de la structure ST 16a, qui devait donc être encore visible, du moins en partie, lorsqu'il a été aménagé.

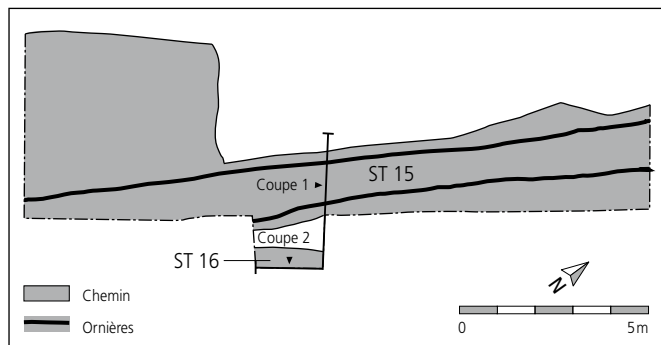


Fig. 93. Boncourt-Grand'Combes. Temps modernes. Chemin ST 15. Plan schématisé des vestiges.

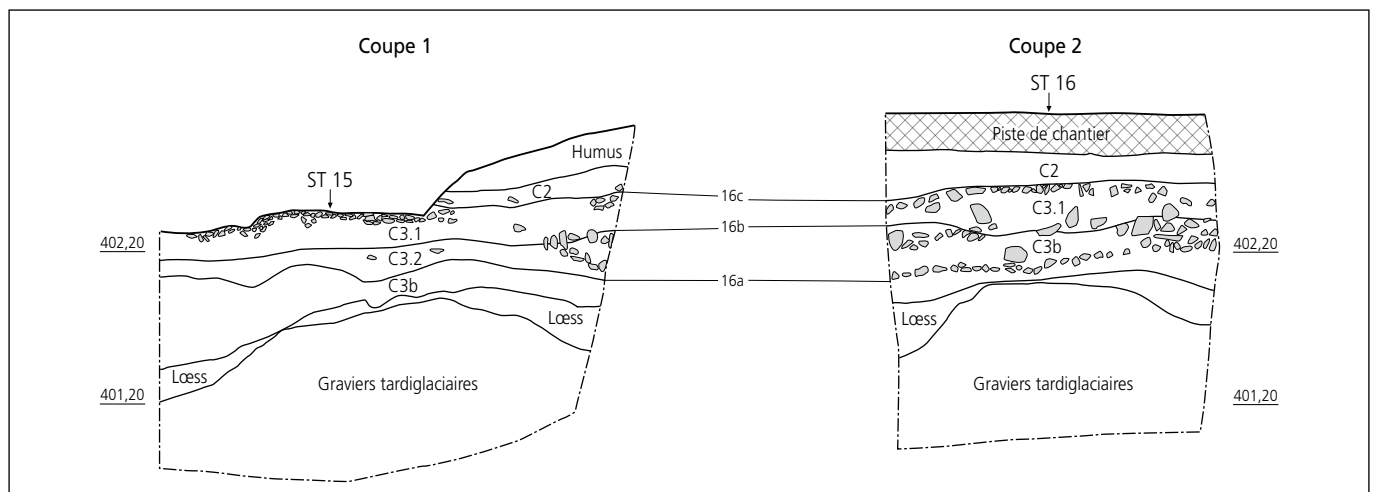


Fig. 94. Boncourt-Grand'Combes. Temps modernes. Chemin ST 15 (coupe 1) et empièrrements superposés ST 16 (coupe 2).

On constate ensuite une période d'abandon d'une durée indéterminable, mais assez longue pour que les colluvions de la couche 3.1 se soient mises en place. L'insertion stratigraphique de l'ultime cailloutis aménagé (ST 16c), à l'interface des couches 2 et 3.1, est identique à celle de ST 15.

Interprétation et datation

Le chemin ST 15 se trouve dans le prolongement des autres segments déjà mentionnés. Aucun mobilier datable n'a été retrouvé, mais son insertion stratigraphique permet de le rattacher aux Temps modernes. Il en va de même pour l'empierrement ST 16c. Mais cette structure recouvre deux autres niveaux de cailloux, séparés par des colluvions qui témoignent de phases d'abandon. De par son insertion stratigraphique, le niveau inférieur (ST 16a) peut remonter à l'Époque romaine.

3.3.3.2 Le chemin ST 17 et l'empierrement ST 18

Le chemin ST 17

Comme les autres voies, le chemin ST 17 a été mis au jour le long de la piste de chantier, en plusieurs endroits, et suivi sur une longueur d'environ 250 m (fig. 96). Ce chemin emprunte le fond du vallon qu'il suit dans son axe naturel nord-est/sud-ouest. A de rares exceptions, seul le bord nord-ouest de cette petite voie a pu être perçu, car la majorité de sa surface était recouverte par l'asphalte de la piste. Tout au sud-ouest, on perd la trace de la structure, qui repose entièrement sous la piste. Deux petits sondages effectués sur le bord sud-est du chemin empierré permettraient de supposer une largeur maximale de 8 m, mais comme il a parfois été rechapé pour aménager de nouvelles surfaces de roulage, parfois décalées par rapport aux précédentes, il est difficile d'évaluer la largeur réelle de chacune d'entre elles, en l'absence d'une coupe transversale complète.

L'empierrement ST 18

Il s'agit d'une surface empierrée ovoïde de 6x4 m, composée de cailloux et de blocs calcaires de tout au plus 20 cm de largeur, formant une couche dense de 20 à 25 cm d'épaisseur mais sans organisation apparente (fig. 97). La fouille n'a livré que deux fragments de céramique vernissée et quelques fragments de clous.



Fig. 97. Boncourt - Grand'Combes. Temps modernes. Empierrement ST 18. A l'arrière-plan, en coupe, le chemin ST 17.

La relation avec le chemin ST 17 est probable en raison d'une insertion stratigraphique identique. La fonction de cet aménagement n'est pas assurée, mais on peut y voir une surface de travail ou une aire de stockage de matériaux.

Signalons encore une ornière simple, suivie sur environ 4 m et imprimée dans le sol limoneux naturel. Cette trace d'une roue de char indique qu'une piste en terre battue passait entre l'empierrement ST 18 et le chemin empierré, parallèlement à ce dernier. On peut supposer que les charretiers devaient parfois emprunter le terrain naturel, par exemple en cas de croisement de véhicules, ou lorsque le revêtement était endommagé.

Interprétation et datation

Le chemin ST 17 constitue selon toute vraisemblance la suite des tronçons de voie déjà décrits. L'empierrement ST 18 et l'ornière isolée, mis au jour dans le même contexte stratigraphique, paraissent contemporains. La première de ces deux structures est difficilement interprétable : elle est caractéristique des nombreux étalements de pierre rencontrés sur le site, et qui ont pu constituer des zones de travail, ou plus simplement des aires de rejet de déchets liés à la production de la chaux.

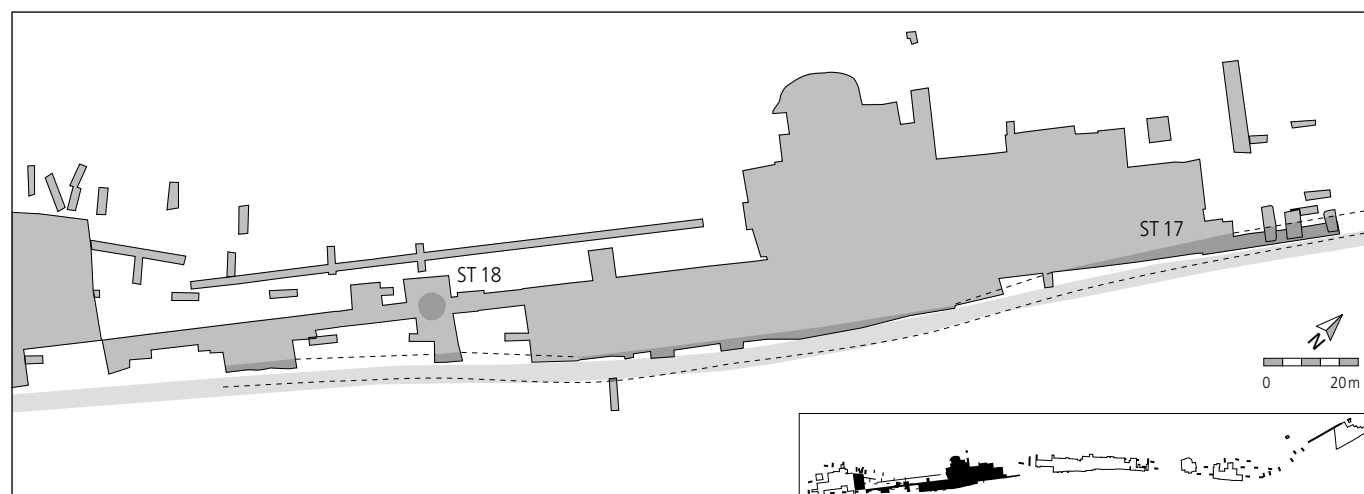


Fig. 96. Boncourt - Grand'Combes. Moyen Âge et Temps modernes. Zones A et B. Localisation du chemin ST 17 et de l'empierrement ST 18.

La seconde structure montre que même si le revêtement du chemin était impraticable, on a malgré tout continué à circuler dans la combe.

La datation s'appuie uniquement sur deux analyses ¹⁴C, effectuées sur deux charbons de bois, l'un ramassé sous la voie, l'autre au-dessus (fig. 98).

Les résultats sont très proches et, de plus, ceux du charbon prélevé sur la voie sont rigoureusement identiques aux résultats du foyer du four F7.

N° analyse	Date BP	Calibration 1 σ (68,2%)			Calibration 2 σ (95,4%)		
		Intervalle	Prob.%	Prob. rel.	Intervalle	Prob.%	Prob. rel.
Ua-20829 (sous la voie)	215 ± 45	1646-1682 AD	23,7	0,35	1523-1571 AD	11,1	0,11
		1738-1756 AD	7,8	0,11	1630-1700 AD	34,2	0,36
		1762-1802 AD	26,9	0,39	1721-1818 AD	36,8	0,39
		1937-1952 AD	9,8	0,15	1832-1880 AD	0,2	0,00
Ua-20830 (sur la voie)	230 ± 45	1640-1682 AD	29	0,42	1516-595 AD	11,1	0,12
		1738-1753 AD	5,1	0,07	1618-1694 AD	34,2	0,39
		1762-1802 AD	25,2	0,37	1726-1814 AD	36,8	0,39
		1937-1953 AD	8,9	0,13	1838-1842 AD	0,2	0,02
					1852-1867 AD	0,7	0,07
					1918-1954 AD	12,4	0,12

Fig. 98. Boncourt-Grand'Combes. Résultats des datations ¹⁴C obtenues sur des charbons de bois issus du chemin ST 17.

Annexe 2 – Remarques sur le mobilier de l'Époque romaine et du Haut Moyen Age de Boncourt-Grand'Combes

Zone A (fig. 99)

La rareté du mobilier, en particulier des bons marqueurs chronologiques, ne permet pas d'affiner la chronologie fournie par les analyses ¹⁴C.

Une seule fibule (1) a été trouvée, en zone A, un peu à l'écart des fours à chaux F1 et F2, près de la piste de chantier. Elle est du type Riha 2.2, un modèle très répandu dans les provinces de l'Occident romain, apparu dès le début de l'époque augustéenne et largement produit dans la première moitié du I^{er} siècle de notre ère. Il peut encore se rencontrer en 50 et 100, mais les occurrences sont plus rares^I. Cet objet est donc antérieur d'un bon demi-siècle aux fours à chaux de la zone A.

Néanmoins, des traces d'ornières imprimées dans le sol suggèrent qu'il a existé dans ce secteur des chemins de terre qui ont précédé les voies empierrées du Moyen Age et des Temps modernes. La fibule témoigne donc d'une circulation dans la combe dans les premières décennies de notre ère. Les activités artisanales sont du reste attestées dans la zone B au I^{er} siècle.

Zone B (fig. 99)

Cette zone a livré deux fours à chaux gallo-romains, F3 et F4, le premier daté du I^{er} siècle, le deuxième de la seconde moitié du I^{er} siècle et du début du II^e siècle, ainsi qu'un four du Haut Moyen Age. Cette partie du site a fourni le plus de mobilier, mais peu d'objets ont un réel intérêt chronologique. Le principal est sans doute un bord de tonnelet (5), qui s'inscrit

dans le répertoire du I^{er} siècle. On notera aussi un plat à bord épaissi dont la carène est marquée d'un épais bourrelet (3). Ce type de récipient, caractérisé pour la première fois à Alle, a depuis lors été mis au jour sur quasiment tous les sites jurassiens d'Époque romaine, mais aussi en Alsace. Ils sont datés du milieu du I^{er} siècle au milieu du II^e siècle, pour la plupart^{II}. Pour le reste, on compte plusieurs récipients modelés, montés sans l'usage du tour, décorés au peigne (7-11). Cette catégorie de poterie d'origine gauloise est récurrente dans le Jura et a été produite sans discontinuité apparente jusqu'au IV^e siècle de notre ère^{III}. On notera toutefois que le bord 9 est actuellement inédit.

Zones C et D (fig. 100 et 101)

Dans cette zone, les deux structures datées par ¹⁴C sont le four F6 (seconde moitié du III^e siècle-premier quart du IV^e siècle) et une fosse du Haut Moyen Age (VII^e siècle). L'empierrement ST 10 s'insère dans l'horizon stratigraphique Époque romaine/Haut Moyen Age mais n'est pas daté plus précisément. La céramique trouvée dans cette zone conforte une présence à l'Époque romaine. Elle est cependant antérieure au four F6: 16-18 sont plutôt caractéristiques des I^{er} - II^e siècles.

Le mobilier du Haut Moyen Age correspond à la datation de la fosse, en particulier la contre-plaque de ceinture (29).

Un fragment de gobelet «burgonde» (37) provenant de la zone D témoigne encore de la fréquentation de la combe au Haut Moyen Age^{IV}.

I Riha 1979, p. 65-66; Riha 1994, p. 63.

II Pour une synthèse sur ce type de récipient (plats de type «Alle»), voir Demarez, Othenin-Girard et al. 2010, p. 156-157.

III La problématique a été développée dans Demarez, Othenin-Girard et al. 2010, p. 160-162.

IV Marti et Paratte Rana 2006, p. 46-47.

Epoque romaine**Zone A**

1. Fibule en bronze à six spires et corde externe. RIHA type 2.2. (BON 002/2912 GC).

Zone B

2. Petit récipient à bord déversé. Pâte orange, plutôt tendre. (BON 000/64 GC).
3. Plat caréné de type «Alle». Pâte beige, tendre. (BON 002/855 GC).
4. Plat. Pâte beige rosé, tendre. (BON 002/2062).
5. Tonnelet. Pâte grise, très tendre. (BON 001/4320 GC).
6. Gobelet? Pâte rouge, dure. (BON 002/1802 GC).
7. Pot monté à la main. Pâte variant du rouge-brun au noir, très dure, avec quelques inclusions minérales. Décor de coups de peignes horizontaux mal appliqués, donnant une impression de pointillés. (BON 002/2045 GC).
8. Pot. Pâte rougeâtre, dure. Décor de coups de peigne horizontaux et de lignes pointillées verticales. (BON 002/2065 GC).
9. Bol à marli. Pâte brune à noire, très dure. Décor de coups de peignes horizontaux surmontés d'une ligne de dépressions rectangulaires. (BON 002/2046 GC).
10. Fragment de pot monté à la main. Pâte gris foncé, très dure, contenant de nombreuses inclusions minérales. Décor au peigne. (BON 002/2063 GC).
11. Fragment de pot monté à la main. Pâte brun clair à noire, très dure, contenant de nombreuses inclusions minérales. Décor au peigne. (BON 002/2040 GC).
12. Pot ou plat à bord déversé? Pâte grise, très dure. (BON 003/35 GC).
13. Fond de cruche. Pâte beige, tendre; restes d'un engobe noirâtre. (BON 002/2057 GC).
14. *Dolium*. Pâte beige orangé, très dure. (BON 002/1235).
15. Couvercle. Pâte brun clair à noire, très dure. (BON 002/1479 GC).

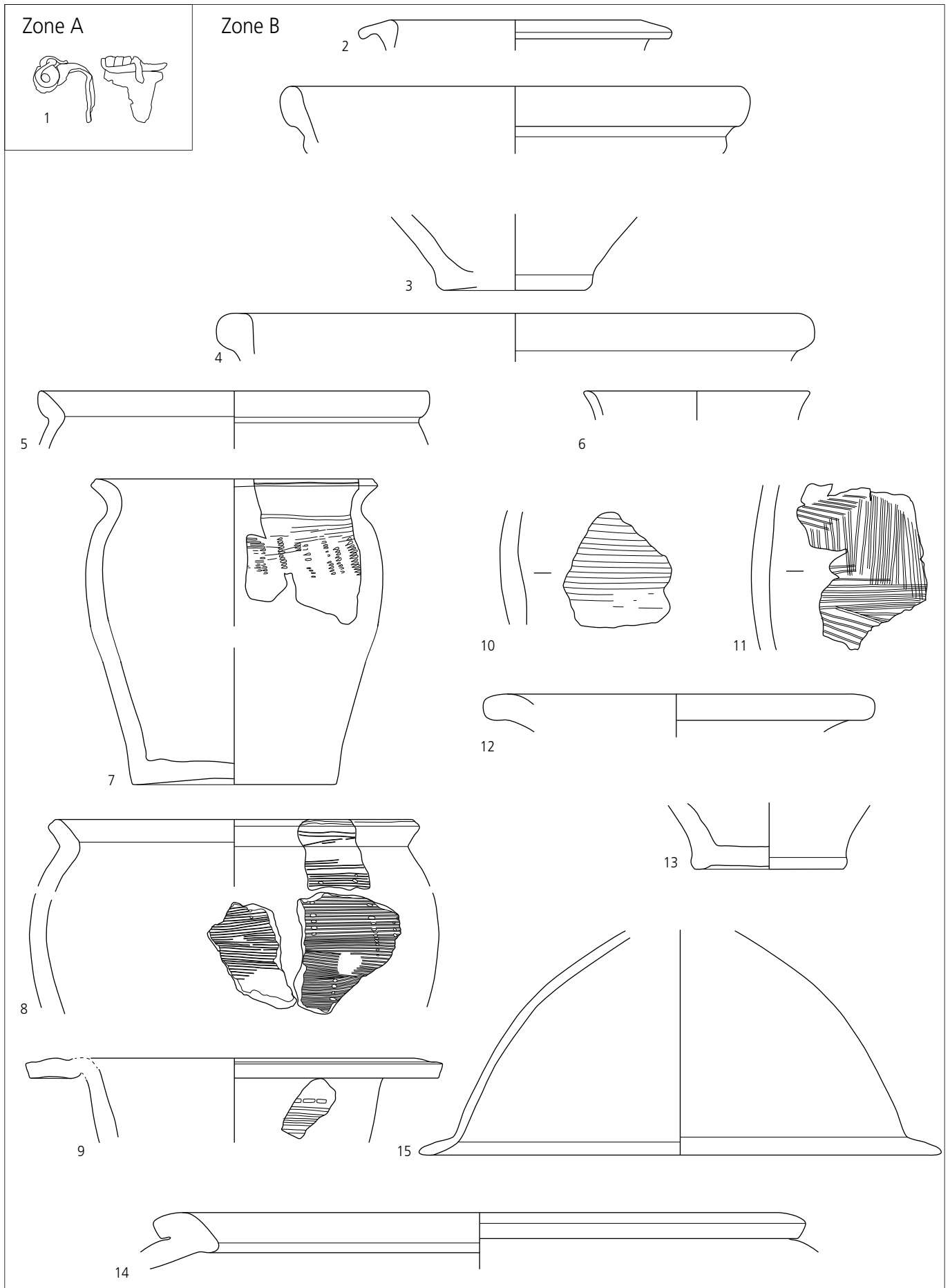


Fig. 99. Boncourt - Grand'Combes. Mobilier gallo-romain des zones A et B. Métal : éch. 2:3. Céramique : éch. 1:2.

Zone C

16. Bol. Pâte crème, très tendre. Traces d'un revêtement brunâtre. (BON 001/2722 GC).
17. Bol à marli. Pâte beige orangé, tendre. (BON 000/2745 GC).
18. Bol à marli. Pâte orange à cœur gris. Très dure. (BON 000/493 GC).
19. Plat/assiette à bord déversé. Pâte orange rosé, assez dure. (BON 001/2779 GC).
20. Pot à bord rentrant. Pâte rouge brique, très dure. (BON 001/4159 GC).

Zone D

- [21] Petit fragment de panse de céramique sigillée. Pâte rose orangé, tendre; film rouge-brun, plutôt mat. Est Gaule (non dessiné). (BON 001/659 GC).
22. Plat. Pâte rouge, très dure; surfaces noires, fumigées. (BON 001/497 GC).
23. Pot. Pâte gris-beige, tendre; surfaces noires, fumigées. (BON 001/1502 GC).
24. Cruche. Pâte orange à cœur gris, dure. (BON 001/520 GC).
25. Grande cruche, probablement à deux anses. Pâte beige orangé, tendre. (BON 001/1987 GC).
26. Fragment de fond, peut-être d'une grande cruche à deux anses. La pâte est semblable au n° 24, il n'est pas impossible que les fragments appartiennent à un même récipient. (BON 001/4593 GC).
27. Pot ou bouteille. Pâte rougeâtre; surfaces noires, fumigées. (BON 001/1469 GC).
28. Fragment de fond d'un pot ou tonnelet. Pâte gris foncé, dure. (BON 001/2607 GC).

Haut Moyen Age**Zone C**

29. Contre-plaque de ceinture triangulaire, en bronze. (BON 001/6086 GC).
30. Pot. Pâte noire à cœur rouge, très dure. (BON 001/3791 GC).
31. Pot. Pâte noire, très dure. (BON 001/2646 GC).
32. Pot. Pâte noire, très dure. (BON 002/177 GC).
33. Pot. Pâte gris-beige, assez dure. (BON 001/2645 GC).

Zone D

34. Ecuille. Pâte brun orangé, très dure, contenant quelques fines inclusions minérales. (BON 001/1917 GC).
35. Pot. Pâte brune, très dure, contenant de fines inclusions minérales. (BON 002/246 GC).
36. Pot. Pâte noire, très dure. (BON 001/3453 GC).
37. Fragment de panse de gobelet «burgonde». Pâte gris-beige, dure; surfaces gris foncé, fumigées. (BON 000/2148).
38. Fond de récipient, probablement une cruche. Pâte plutôt dure, gris clair. (BON 001/2256 GC).
- [39] Fragment du col d'un pot semblable au n° 36. Pâte noire, très dure (non dessiné). (BON 002/273 GC).

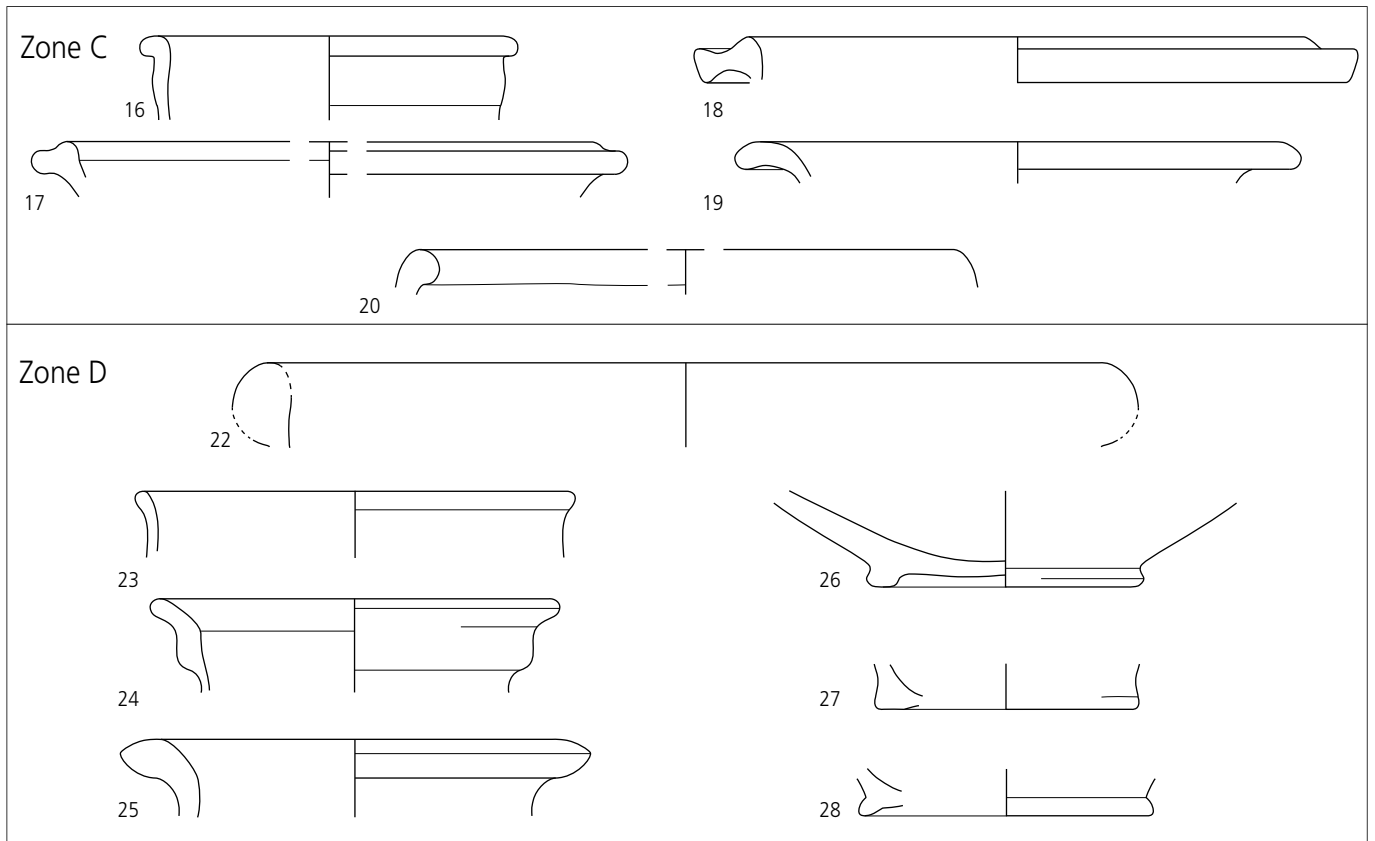


Fig. 100. Boncourt - Grand'Combes. Mobilier gallo-romain des zones C et D. Ech. 1:2.

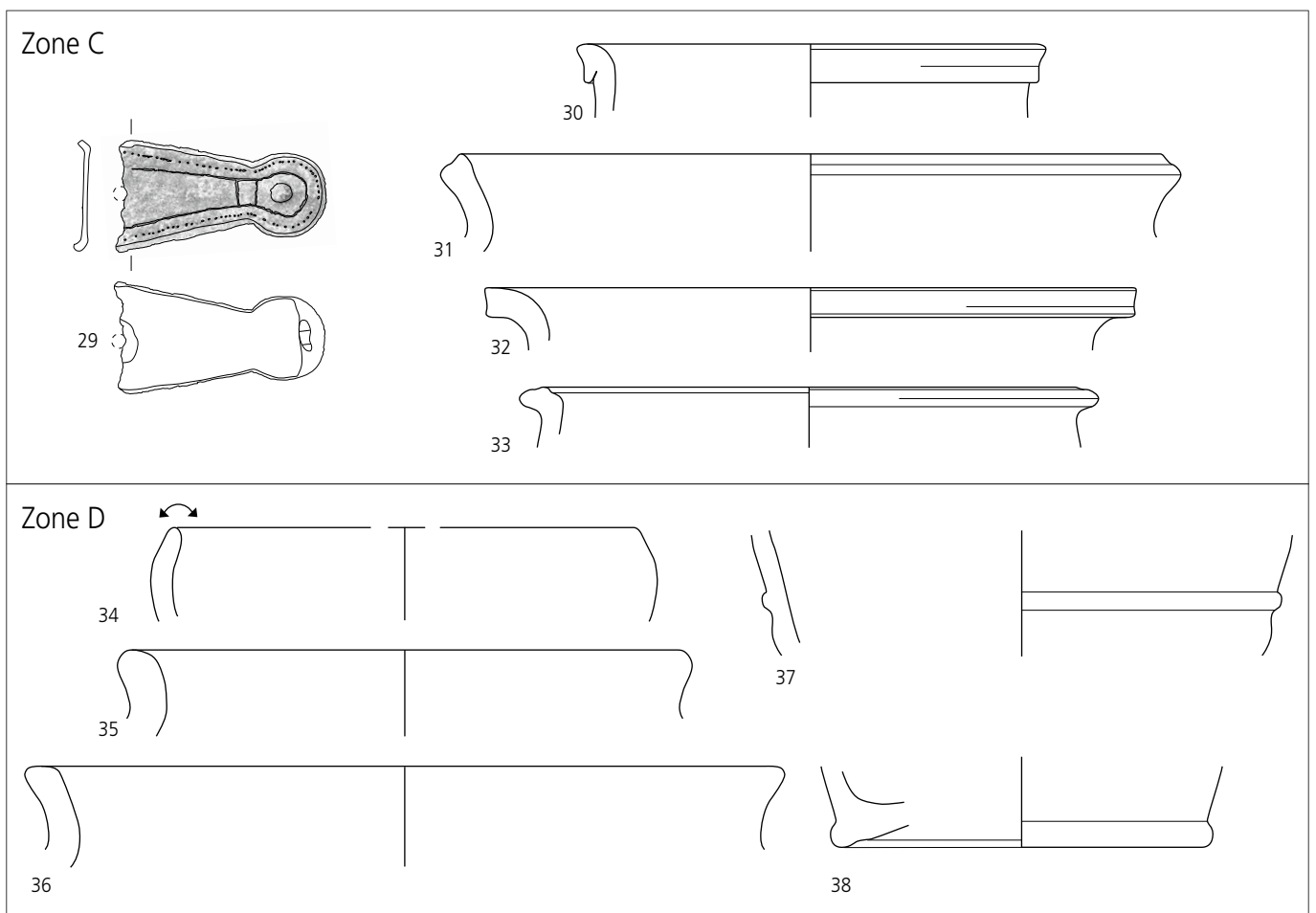


Fig. 101. Boncourt - Grand'Combes. Mobilier du Haut Moyen Age. Métal: éch. 2:3. Céramique: éch. 1:2.

4 Bressaucourt - Au Fond d'Echaux

Pierre-Alain Borgeaud

Plusieurs structures liées semble-t-il à la production de la chaux ont été localisées en forêt, sur le territoire de la commune de Bressaucourt, au lieu-dit Au Fond d'Echaux (fig. 6a). Ces aménagements sont situés en dehors du tracé de l'autoroute A16 et n'ont de ce fait pas été fouillés. Ils ont néanmoins été positionnés sur plan.

Il s'agit principalement d'un grand fossé long d'une trentaine de mètres pour une largeur maximale de 5 m et une profondeur de 2,20 m ; de six fosses ou dépressions plus ou moins circulaires, dont les diamètres varient de 3 à 7 m pour des profondeurs allant de 0,25 m seulement à 2,50 m.

Il s'agit selon toute vraisemblance de fosses d'extraction de calcaire. Cette interprétation est renforcée par la présence, au sud de ces trous, d'un cratère entouré d'un bourrelet qui, de toute évidence, signale un four à chaux (fig. 102). Le diamètre hors tout est de 7 m pour un espace intérieur d'environ 4 m. La profondeur maximale du cratère est de 1 m, le bourrelet s'élevant au maximum 0,35 m plus haut que le terrain naturel.



Fig. 102. Bressaucourt-Au Fond d'Echaux. Emplacement probable d'un four, marqué par une dépression entourée d'un bourrelet.

5 Bure - Les Pertchattes

Pierre-Alain Borgeaud

5.1 Introduction

Un four à chaux a été localisé à l'ouest des bassins de décantation de la station d'épuration des eaux de Bure. L'aménagement est situé à proximité d'une grande doline comblée pouvant induire des sols profonds, favorables à la construction des chafours (fig. 6b).

5.2 Description

La structure est bien marquée au sol, par un cratère entouré d'un léger bourrelet de terrain. Le diamètre hors tout de cette anomalie est d'environ 8 m (fig. 103). Comme elle se trouvait en dehors de l'emprise des travaux publics, seul un petit sondage manuel a été réalisé. De ce fait les niveaux d'implantation de l'aménagement ne sont pas connus.

Un mur circulaire apparaît sous une quinzaine de centimètres de terre végétale. Un petit segment a été dégagé sur une cinquantaine de centimètres de profondeur sans en atteindre la base. Le mur présente une épaisseur d'environ 60 cm (fig. 104). Il est constitué de moellons calcaires émoussés et rubéfiés par la chaleur, empilés sans mortier. Ces éléments sont chapeautés par une couche d'une quinzaine de centimètres de pierres plus petites et plus anguleuses moins altérées par la chaleur.



Fig. 103. Bure - Les Pertchattes. Vue d'une dépression circulaire ceinte d'un bourrelet de terre, trahissant l'emplacement d'un ancien chafour.

Le diamètre intérieur de l'aménagement est estimé à 3 m. Le four est comblé avec des sédiments rubéfiés contenant localement de gros blocs de calcaire chauffés, qui ont pu appartenir à la porte d'alimentation du foyer.

5.3 Interprétation et datation

L'intervention bien trop brève et localisée n'a pas permis d'observer le pourtour du four, ce qui aurait pu mettre en évidence, par exemple, une aire de travail ou l'emplacement du dispositif d'alimentation.

De même, la vidange très incomplète de la structure n'a pas permis d'observation particulière. En outre, aucun mobilier ni charbon de bois n'a été remarqué.

Néanmoins, la très faible profondeur d'apparition de l'aménagement plaide pour une datation moderne. Il s'agissait donc probablement d'un type de four à chaux semi-enterré avec appel d'air à mi-hauteur.

La fouille de ce chafour pourrait être reprise ultérieurement car la structure n'a pas été endommagée par les divers travaux de terrassement effectués aux alentours.



Fig. 104. Bure - Les Pertchattes. Vue partielle du mur de soutènement.

6 Chevezey - Combe Ronde

Pierre-Alain Borgeaud

6.1 Introduction

La Combe Ronde est une vallée sèche étroite, aucun cours d'eau n'y coulant actuellement (fig. 6c). Le sol est constitué de dépôts graveleux lœssiques épais de plusieurs mètres, ayant favorisé l'implantation d'un four profond.

6.2 Description

Les restes du four à chaux apparaissent à une quarantaine de centimètres sous le sol actuel, 10 cm sous l'humus.

Au niveau d'apparition, la structure se remarque par un liseré circulaire très coloré de sédiments qui ont été exposés à la chaleur, bordé d'un mur circulaire de près de 5 m de diamètre (fig. 105 et 106). Les chauffourniers ont dû excaver une fosse de plus de 41 m³ avant de poser la maçonnerie. Ils ont choisi de toute évidence un endroit du terrain où la sédimentation est épaisse, de manière à ne pas devoir creuser le substrat calcaire. Le diamètre intérieur de l'aménagement est de 3,60 m environ.

Les sédiments du terrain encaissant, à l'arrière des pierres, présentent un dégradé de couleurs provoqué par la chaleur dégagée lors du fonctionnement du four, sur une épaisseur de 20 cm. Ces sédiments sont tout d'abord orange sur une douzaine de centimètres puis, après une transition assez brutale, ils passent au noir, puis localement au brun foncé. Après une nouvelle transition brutale, on trouve le terrain non chauffé dont la couleur naturelle est brun-jaune.

Une coupe en travers du four permet d'observer la structure proprement dite, ainsi que le terrain encaissant (fig. 107). L'aménagement recoupe plusieurs niveaux sédimentaires jusqu'à une profondeur de 2,60 m sous le sol actuel.

La paroi maçonnée, conservée sur une hauteur maximale de 2,10 m, est quasiment verticale. Elle est constituée d'un appareillage de pierres en calcaire siliceux, une matière qui résiste à la chaleur et ne se transforme pas en chaux. La face intérieure est bien agencée, avec des pierres plus grosses que celles qui s'adosent au terrain encaissant. La construction mesure 60 cm d'épaisseur dans ses deux tiers supérieurs et se réduit à 50 cm dans son tiers inférieur. La chaleur a traversé toute l'épaisseur de cette structure et presque toutes les pierres sont chauffées à cœur. Seuls des éléments à l'extrême base du mur n'ont pas totalement été marqués par les hautes températures, cette partie ayant été rapidement protégée par un encroûtement de cendres du foyer et de chaux remontant le long de la paroi.

Sous le four, le terrain encaissant est également rubéfié (I), sur une épaisseur de 10 cm à l'ouest et jusqu'à 25 cm à l'est. Il semble donc que le four ait davantage chauffé dans sa partie orientale, à moins qu'un curage de la structure n'ait érodé la partie occidentale.

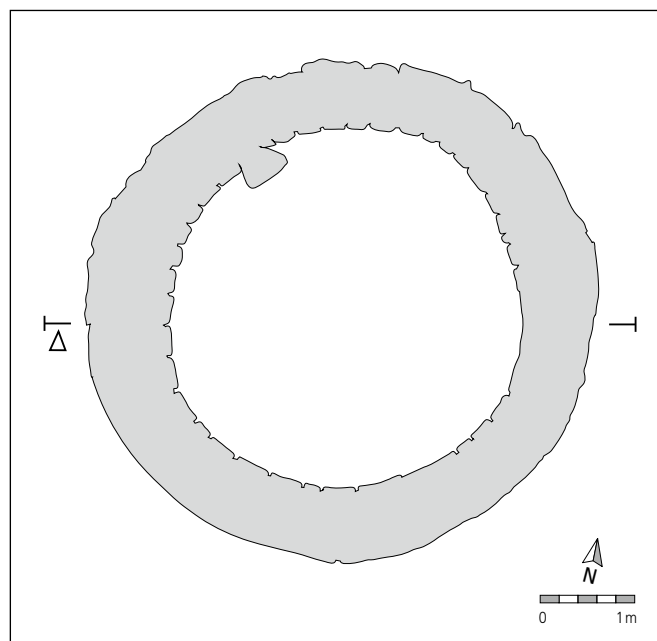


Fig. 105. Chevezey - Combe Ronde. Plan schématisé du four et emplacement de la coupe.

L'épaisseur des sédiments rubéfiés peut néanmoins indiquer de quel côté se trouvait la gueule. En supposant que le bois jeté dans le foyer s'accumulait plutôt vers la gueule et que c'est à cet endroit que les températures étaient les plus élevées, on serait tenté de situer cette ouverture à l'est.

Au-dessus de ce niveau, on observe une couche de sédiments gris plus ou moins graveleux mêlés de cendre (II). Ces graviers sont en fait des éclats anguleux de pierres calcinées mais non transformées en chaux. Ils peuvent provenir du mur de soutènement mais aussi de la voûte qui séparait le foyer de la chambre de calcination, si celle-ci était constituée d'un calcaire thermorésistant. On voit aussi par endroits de nombreux charbons de bois, surtout le long du mur de soutènement. Ce niveau gris est très dur, comme cimenté. L'induration vient probablement du fait qu'au contact de l'humidité, la poussière de chaux et les impuretés qui y étaient mêlées se sont transformées en mortier.

En outre, on observe le long du mur, tant à l'est qu'à l'ouest, que ce niveau est scindé en deux par des inclusions intercalaires (III). Ces poches, probablement épargnées par un curage approximatif du four, sont constituées de cendre mélangée avec des sédiments fins brun-gris. Cette particularité atteste d'au moins deux phases de dépôt.

Au-dessus de ces restes, on voit une accumulation de chaux presque pure et plus ou moins indurée de couleur blanche à crème (IV), sur une épaisseur de 5 à 30 cm. Il s'agit de restes de la dernière production.



Fig. 106. Chevenez-Combe Ronde. Vue du four au niveau d'apparition.

Le chaufour a ensuite été abandonné et remblayé avec des déchets accumulés autour de la structure. Ces remblais montrent au moins quatre étapes de comblement qui ont pu se succéder sur une période relativement longue.

Le remblai 1 (R1) est constitué de sédiments brun-gris légèrement argileux, contenant de nombreux nodules de terre cuite orange à noirs, d'assez rares charbons de bois et de la poussière de chaux. Ce remplissage contient également de nombreux

calcaires anguleux brûlés. Ces pierres sont plus grosses (10-15 cm) dans la moitié supérieure qu'à la base (2-8 cm). Le remblai 2 (R2) est peu épais et offre un pendage ouest-est. Il est composé de sédiments légèrement argileux brun-gris présentant des petits nodules de terre cuite disséminés, des gravillons calcaires anguleux chauffés et de rares charbons de bois.

Le remblai 3 (R3) est constitué de graviers, pierres et blocs calcaires siliceux parfois entièrement chauffés. Ces éléments sont pris dans une matrice silteuse brune. Ce remblai peut contenir des restes de la porte du four. Son emplacement attesterait que la gueule était effectivement située à l'est.

Le remblai 4 (R4) est composé de sédiments peu argileux bruns, contenant quelques nodules de terre cuite épars et de rares charbons de bois. De nombreuses pierres, généralement chauffées, parsèment ce remplissage.

L'évidement de la moitié septentrionale du four a permis de mieux observer l'appareillage (fig. 108). On ne voit en fait que très partiellement les pierres du mur. En effet, celles-ci sont en bonne partie dissimulées derrière un encroûtement de chaux, surtout dans la partie inférieure de la construction. Il apparaît que cet encroûtement constitue bien un dépôt et donc que ce n'est pas la paroi du mur qui s'est transformée elle-même en chaux.

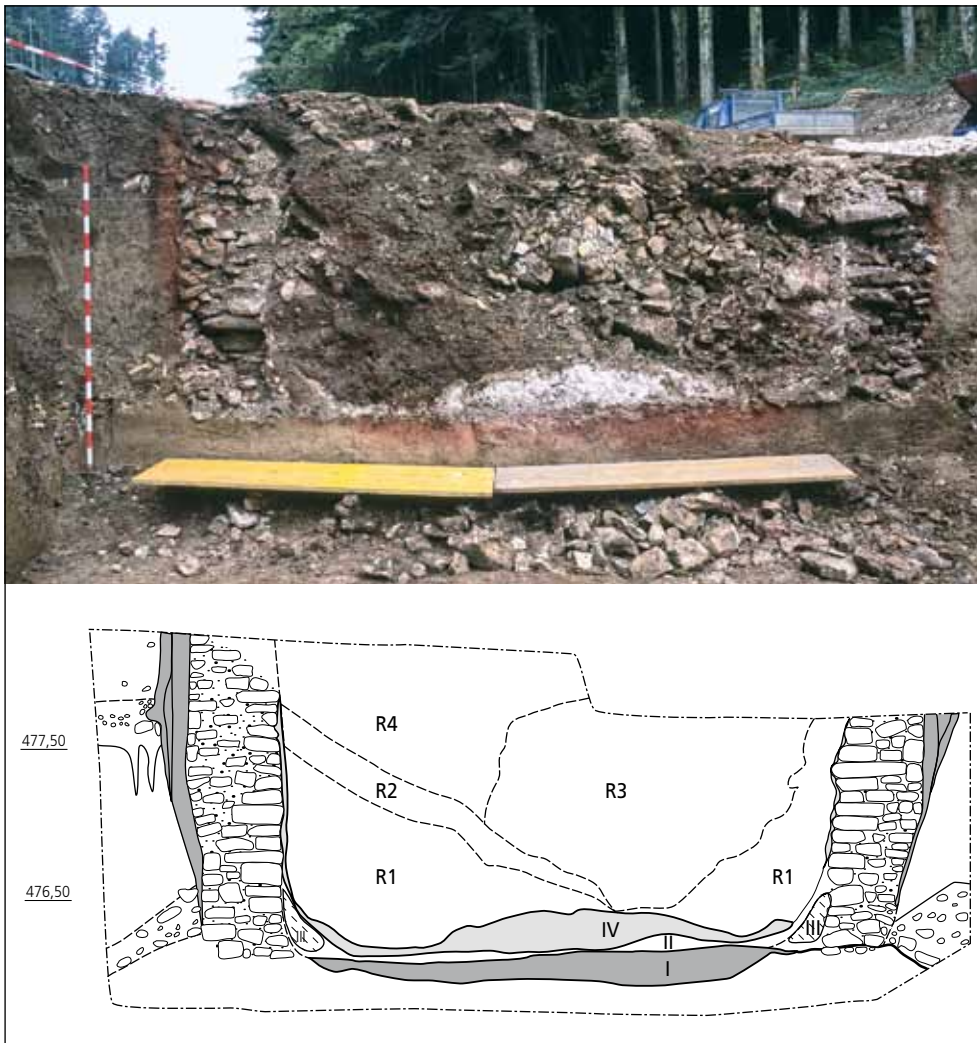


Fig. 107. Chevenez-Combe Ronde. Vue du four en coupe et interprétation graphique.



Fig. 108. Chevenez-Combe Ronde. Vue de la moitié nord après évidement.

6.3 Interprétation et datation

Il s'agit d'un four à chaux avec appel d'air à mi-hauteur. La localisation de la gueule n'est pas connue. Cependant deux indices suggèrent qu'elle se situait à l'est. D'abord, on a noté que la rubéfaction du sol du foyer est plus importante dans

la moitié orientale. Et c'est également de ce côté qu'ont été trouvés la majorité des gros blocs calcaires, dans le comblement postabandon.

Les fouilles n'ont pas permis de découvrir du mobilier datable en association avec la structure. Or ce type de four, fréquent aux Temps modernes, était déjà connu au Bas Moyen Age. C'est pourquoi une analyse ^{14}C a été effectuée sur un charbon du foyer (fig. 109).

La calibration à 2 sigma rend possible une datation de l'extrême fin du Bas Moyen Age au milieu du XVII^e siècle. La calibration à 1 sigma offre la plus grande probabilité (probabilité relative de 0,57) à la Renaissance, entre 1540 et 1602.

N° analyse	Date BP	Calibration 1 σ (68,2%)			Calibration 2 σ (95,4%)		
		Intervalle	Prob. %	Prob. rel.	Intervalle	Prob. %	Prob. rel.
UA-43664 (foyer)	330 \pm 30	1496-1530 AD	18	0,26	1476-1642 AD	95,4	1,00
		1540-1602 AD	38,6	0,57			
		1616-1634 AD	11,7	0,17			

Fig. 109. Chevenez-Combe Ronde. Résultats de la datation ^{14}C obtenue sur un charbon de bois issu du foyer.

7 Courtedoux-Bois de Montaigne

Pierre-Alain Borgeaud

7.1 Introduction

Le sol du Bois de Montaigne est constitué d'éboulis entrecoupés d'affleurements de rochers tabulaires se délitant en plaques horizontales (fig. 6d). La présence dans les environs de remplissages de dolines comblées est attestée. Il est probable qu'un de ces accidents karstiques colmaté ait été ici choisi pour y implanter facilement un four à chaux.

7.2 Description

Lors de sa découverte, le chaufour se signalait par un cratère d'environ 7 m de diamètre entouré d'un bourrelet circulaire (fig. 110 et 111). La dépression centrale mesure moins de 1 m de profondeur. Le bourrelet, d'un diamètre extérieur maximal de 15 m, est plus élevé au nord, dans la partie inférieure du terrain de ce sol en pente (fig. 112).



Fig. 111. Courtedoux-Bois de Montaigne. Vue de l'emplacement du four, marqué au sol par un cratère.

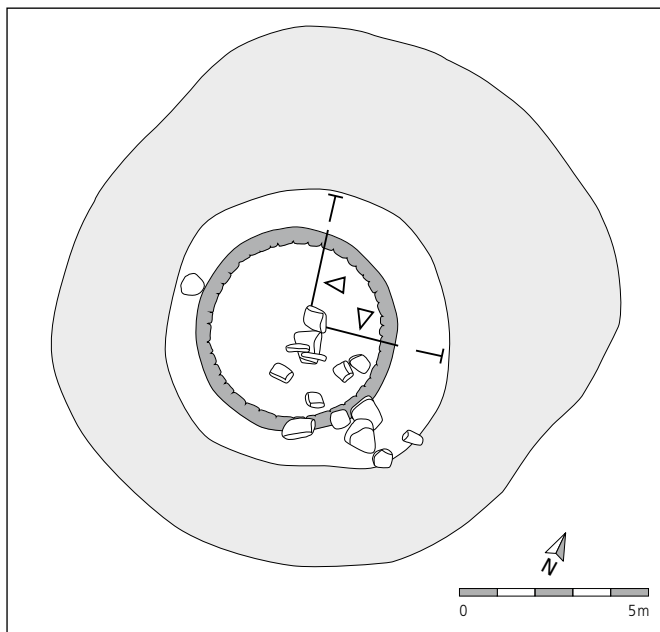


Fig. 110. Courtedoux-Bois de Montaigne. Plan du four au niveau d'apparition (gris foncé) et du bourrelet visible au sol (gris clair), avec situation des coupes.

La fouille a permis le dégagement partiel d'un mur circulaire assez bien agencé dans la partie nord-est (fig. 113). La surface fouillée ne représente qu'un petit quart de l'intérieur du four et n'a pas entamé le bourrelet extérieur. Celui-ci est peut-être constitué des déblais de creusement de la cavité, mais peut également avoir été formé lors de la démolition du manteau.

Le mur est conservé sur une hauteur de 1,50 m (fig. 115). Il est légèrement encroûté de chaux. Il s'écarte très peu de la verticale au nord et présente un dévers plus prononcé, de l'ordre d'une trentaine de centimètres, à l'est. C'est une maçonnerie sèche large d'environ 40 cm qui est constituée d'un empilement de moellons calcaires siliceux sur six niveaux. Les plus gros éléments traversent toute l'épaisseur de la structure. Quand les pierres ne sont pas assez larges, l'épaisseur est rattrapée par un empilement moins soigné de cailloux plus petits contre le terrain encaissant.

Au sommet de ce mur, on observe par endroits une sorte de rehaussement d'une quarantaine de centimètres de hauteur, constitué de pierres mal agencées, plus petites et également chauffées. Cette partie sommitale, légèrement décalée vers

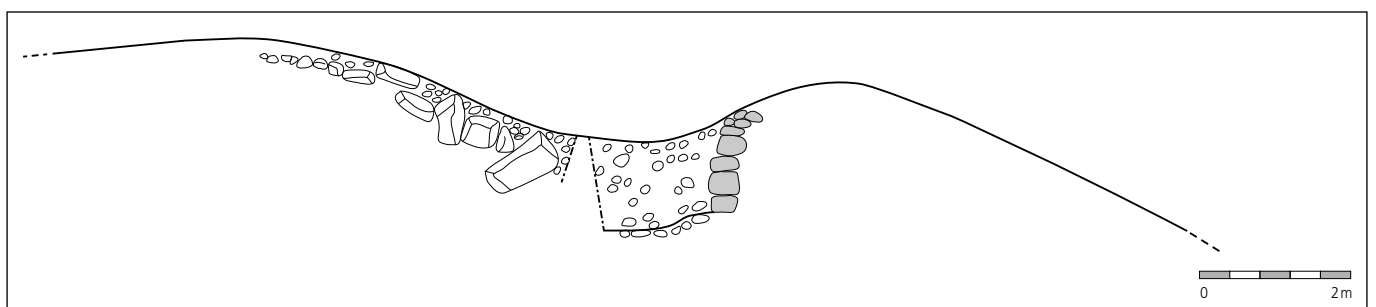


Fig. 112. Courtedoux-Bois de Montaigne. Implantation du four dans le terrain. Relevé topographique sur l'axe de la coupe ouest. En gris, le mur mis en évidence dans la coupe ouest.



Fig. 113. Courtedoux-Bois de Montaigne. Vue du mur de soutènement de la voûte après évidement partiel. La cavité visible à sa base peut avoir servi à loger une poutre soutenant un cintre en bois, pour la construction de la voûte.

l'extérieur du four, donne une hauteur totale de 1,90 m à la construction. Elle n'est pas interprétée mais était peut-être liée à l'aménagement du manteau de la superstructure du four.

À l'arrière du mur, les sédiments du terrain encaissant sont rubéfiés sur une épaisseur d'environ 20 cm, du moins dans la partie sommitale, seule observée lors de la fouille. Ces sédiments sont d'abord orange sur 7 cm au contact des pierres, puis ils deviennent rougeâtres à gris et parfois noirâtres.

Le diamètre intérieur du four est de 4,70 m. Cette mesure, d'abord estimée par la seule courbure du mur, a été précisée par un petit sondage creusé à l'opposé de la surface fouillée.

Le plan schématique montre une série de gros blocs, surtout localisés dans le quart sud-est (fig. 110), partiellement ou entièrement chauffés, et qui doivent provenir du démantèlement ou de l'effondrement de la gueule. Cette dernière devait donc se situer au sud-est (fig. 114).

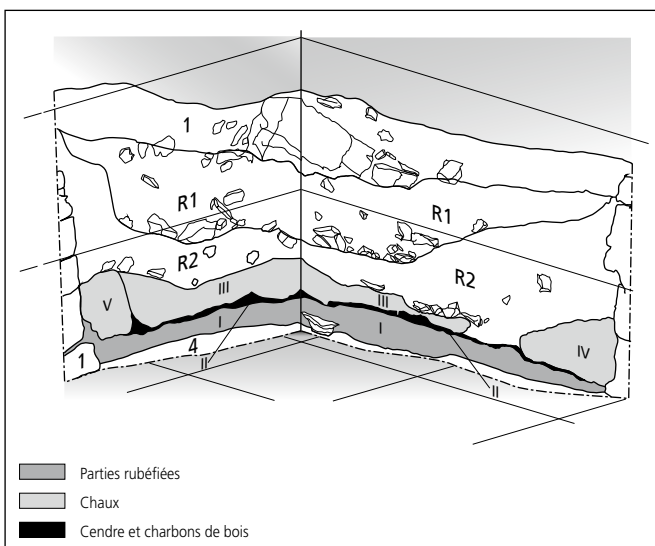


Fig. 115. Courtedoux-Bois de Montaigne. Relevés stratigraphiques de la partie fouillée.



Fig. 114. Courtedoux-Bois de Montaigne. Blocs de grandes dimensions ayant pu faire partie du dispositif d'alimentation.

Commentaire des deux relevés stratigraphiques perpendiculaires

Couche 4 : il s'agit du sol naturel composé de silts jaune-brun de type loess, moyennement argileux et localement graveleux.

Couche I : la composition de ce niveau est comparable aux sédiments de la couche 4 à la différence qu'ils sont ici rubéfiés. Il recouvre la base du mur sur une dizaine de centimètres au nord et sur 20 cm à l'est.

Couche II : niveau de sédiments très durs de couleur gris clair ressemblant à de la cendre. De nombreux charbons de bois sont présents, ainsi que des graviers anguleux éclatés par la chaleur. Cette couche constitue le niveau du foyer. Les pierres éclatées sont chauffées à cœur et grises. Elles peuvent provenir d'une altération du mur de soutènement ou d'une altération de la voûte (il s'agit d'un calcaire siliceux, thermorésistant).

Couche III : couche de chaux assez pure et parfois très dure. Lors de la fouille en plan, il semblait que ce niveau se séparait en deux parties ; la moitié supérieure étant plus molle et légèrement jaunâtre, la partie inférieure étant plus blanche et compacte. Localement, on a pu observer un niveau induré très fin comparable à la couche II et séparant ces deux parties. Ces observations, qui n'ont pas été confirmées par les coupes, témoignent peut-être de deux phases de production.

Blocs IV et V : lors de la fouille, nous avons remarqué la présence de blocs calcaires complètement transformés en chaux mais se démarquant bien de la couche III. Plusieurs de ces blocs étaient disposés le long du mur. Il est possible que ces éléments constituent les restes d'une assise de voûte.

On remarque que le bloc IV au nord est posé sur la couche II du foyer. À l'est par contre, la même couche II vient butter contre le bloc V. Ces observations démontrent une non-contemporanéité dans la mise en place de ces blocs, lesquels ont néanmoins pu servir, à un moment donné, comme assise à une même voûte. Le bloc V, dont la mise en place est la plus ancienne, appartient donc certainement à une phase d'exploitation distincte ;

il repose sur la couche de sédiments rubéfiés I. Ce niveau inférieur I paraît déjà altéré par une utilisation précédente du four et marque donc une troisième phase distincte. En effet, les sédiments rubéfiés ne paraissent pas avoir bénéficié d'un quelconque effet protecteur qu'aurait dû procurer le bloc V. Ainsi, trois phases d'exploitation au moins semblent ressortir de ces observations discrètes.

Remblai R1 : il s'agit de sédiments brun-jaune à rougeâtres, assez argileux et compacts, contenant localement de nombreux petits graviers calcaires et quelques nodules de terre cuite et charbons de bois. On observe aussi d'assez nombreuses pierres brûlées et quelques calcaires transformés en chaux.

Remblai R2 : sédiments sableux brun foncé légèrement grisâtres contenant de nombreux calcaires brûlés (jusqu'à 30 cm de longueur) et quelques éléments transformés en chaux. On voit aussi de nombreux gravillons, ainsi que des nodules de terre cuite et des charbons de bois.

Les remblais 1 et 2 peuvent avoir été mis en place par les chauffourniers peu après l'abandon du four.

Couche 1 : humus forestier brun foncé mêlé de pierres et de blocs du four : sol naturel actuel.

7.3 Interprétation et datation

Il s'agit d'un chauffour avec arrivée d'air à mi-hauteur. Son diamètre intérieur de 4,70 m en fait l'un des plus grands actuellement connu en Ajoie. La fouille n'a pas permis de mettre en évidence une fosse de travail. Cette fosse, si elle a existé, serait à rechercher plutôt dans le quart sud-est de l'aménagement, là où des gros blocs éboulés marquent probablement l'emplacement de la porte d'alimentation du foyer.

Les indices de trois phases d'utilisation semblent avoir été observés (voir *supra*, blocs IV et V).

L'absence de mobilier datable a conduit à faire analyser un charbon de bois issu du foyer (fig. 116). La probabilité à 1 sigma donne une fourchette de 979 à 1025. Ce four à chaux n'est donc pas celui construit au Bois de Montaigne en 1389, pour une restauration urgente des murailles de Porrentruy³⁸.

N° analyse	Date BP	Calibration 1 σ (68,2%)			Calibration 2 σ (95,4%)		
		Intervalle	Prob. %	Prob. rel.	Intervalle	Prob. %	Prob. rel.
UA-34414 (foyer)	1035 \pm 35	979-1025 AD	68,2	1,00	896-924 AD	8,5	0,09
					938-1043 AD	85,6	0,90
					1106-1118 AD	1,4	0,01

Fig. 116. Courtedoux-Bois de Montaigne. Résultats de la datation ¹⁴C obtenue sur un charbon de bois issu du foyer.

38 Vautre 1863, p. 325.

8 Courtedoux - Tchâfoué

Pierre-Alain Borgeaud

8.1 Introduction

Le lieu-dit Tchâfoué est situé sur le bord occidental d'un plateau qui domine la Combe Ronde, endroit qui a lui aussi livré un four à chaux (chap. 6). Il s'agit d'un plateau calcaire affichant une altitude d'environ 500 m et recouvert de 1 à 2 m de dépôts quaternaires d'origine lœssique (fig. 6e).

8.2 Contexte stratigraphique

Le four à chaux a été implanté dans des silts moyennement argileux brun-gris qui contiennent quelques charbons de bois en paillettes (couche 3). Cette strate, légèrement caillouteuse dans sa moitié supérieure, devient fortement caillouteuse à sa base. La couche est épaisse de 1,20 m à l'ouest, de 1,50 à l'est, où elle est moins graveleuse (fig. 120).

Le niveau supérieur (couche 2) est constitué de silts brun jaunâtre peu argileux et très compacts, peu caillouteux et contenant quelques charbons de bois en paillettes et nodules de terre cuite. Il s'agit de colluvions venues recouvrir de façon naturelle le four après son abandon et son remblayage. Quelques tessons glaçurés modernes proviennent de cette couche.

La base du four est assise sur la roche dans sa moitié occidentale. Celle-ci est chauffée sur quelques centimètres d'épaisseur. La moitié orientale, elle, repose sur des colluvions caillouteuses anciennes.

8.3 Description

Le four à chaux a été remarqué à son niveau d'apparition par un mur circulaire épais d'une bonne cinquantaine de centimètres et dont le diamètre extérieur atteint près de 4,20 m (fig. 117 et 118). Le diamètre intérieur est de 3 m. Les pierres calcaires qui constituent ce mur sont montées sans mortier. Elles sont toutes chauffées à cœur.

8.3.1 Le terrain encaissant

Au niveau d'apparition, le terrain encaissant ne montre aucune trace de rubéfaction. Une telle altération du terrain ne se remarque que 15 cm plus bas, dans la couche 3. Cette particularité suggère que le sommet du mur dépassait du sol lors du fonctionnement. La rubéfaction est d'abord orange au contact de la maçonnerie, puis noire et enfin brunâtre. Notons que cette altération par la chaleur est absente dans le quart inférieur de la structure.

Le sommet de la couche 3 est considéré comme le niveau de circulation de l'époque. On observe à l'ouest un étalement des sédiments rubéfiés à la transition des couches 2 et 3 et qui semble bien matérialiser le niveau de circulation.

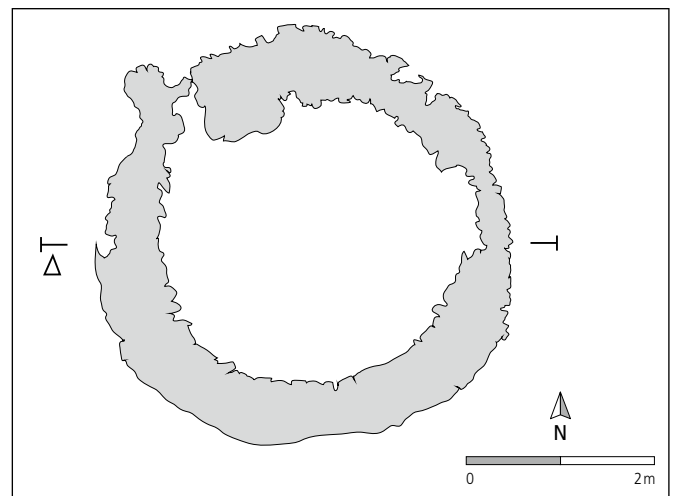


Fig. 117. Courtedoux-Tchâfoué. Plan schématisé du four et emplacement de la coupe.

8.3.2 Le mur de soutènement

Il est constitué de pierres sèches calcaires empilées sur une largeur maximale de 70 cm. La matrice entre les pierres est constituée de sédiments argilo-sableux de couleur beige verdâtre qui sont chauffés et rubéfiés sur 10 cm d'épaisseur (fig. 119 et 120).

Les pierres sont chauffées à cœur sur toute l'épaisseur du mur. Il s'agit d'une maçonnerie bien agencée, constituée de dalles plates de 40x10 cm pour les plus grandes, et de blocs plus ramassés allant jusqu'à 25x20 cm. L'empilement des 30 à 40 cm supérieurs est moins bien soigné. Les pierres sont ici plus petites et plus arrondies, la construction est moins stable et présente par endroits de petits effondrements.

Environ 23 m³ de sédiments ont dû être excavés par les chaux-fourniers pour l'implantation de la structure.

A l'ouest, le mur mesure 1,45 m de hauteur et présente une paroi verticale très légèrement encroûtée de chaux à la base.

A l'est, le mur est conservé sur une hauteur de 1,70 m. Sa paroi, assez fortement encroûtée de chaux, est verticale dans sa moitié inférieure puis légèrement évasée. Le sommet du mur, moins bien conservé, ne mesure guère plus de 30 cm d'épaisseur. C'est sur ce côté ouest que se marque le mieux une caractéristique souvent observée dans les fours à chaux : l'évasement de la maçonnerie, d'abord verticale dans sa partie inférieure, puis déversée. C'est sans doute contre ce tronçon pentu que s'appuyait la voûte.

Les encroûtements de chaux visibles contre les pierres (fig. 119) proviennent des blocs calcinés dans le four et non d'une calcination superficielle des blocs du mur de soutènement, car ceux-ci ont été taillés dans un calcaire plus siliceux, thermorésistant.



Fig. 118. Courtedoux-Tchâfoué. Vue du four au niveau d'apparition.



Fig. 119. Courtedoux-Tchâfoué. Vue de la moitié nord du four après évidement.

8.3.3 Le foyer

Les restes du foyer (I), peu importants, sont matérialisés par une couche de cailloutis anguleux altérés par le feu et mêlés de cendre plus ou moins indurée de couleur grise à noire. Les charbons de bois sont relativement rares.

Le niveau conservé du foyer est plus épais à l'ouest au contact de la roche. À l'est, il ne subsiste qu'un fin liseré charbonneux reposant directement sur le sol rubéfié. Cette partie orientale a

peut-être été plus lessivée par des infiltrations d'eau drainées par les pierres du substrat.

8.3.4 Les restes de production

Seules des petites poches de chaux, disposées le long du mur de soutènement, peuvent être considérées comme des restes en place liés à la production du four (II). Ces reliquats sont mieux conservés le long du mur à l'est. À l'ouest par contre, la coupe n'en montre qu'un petit lambeau résiduel.

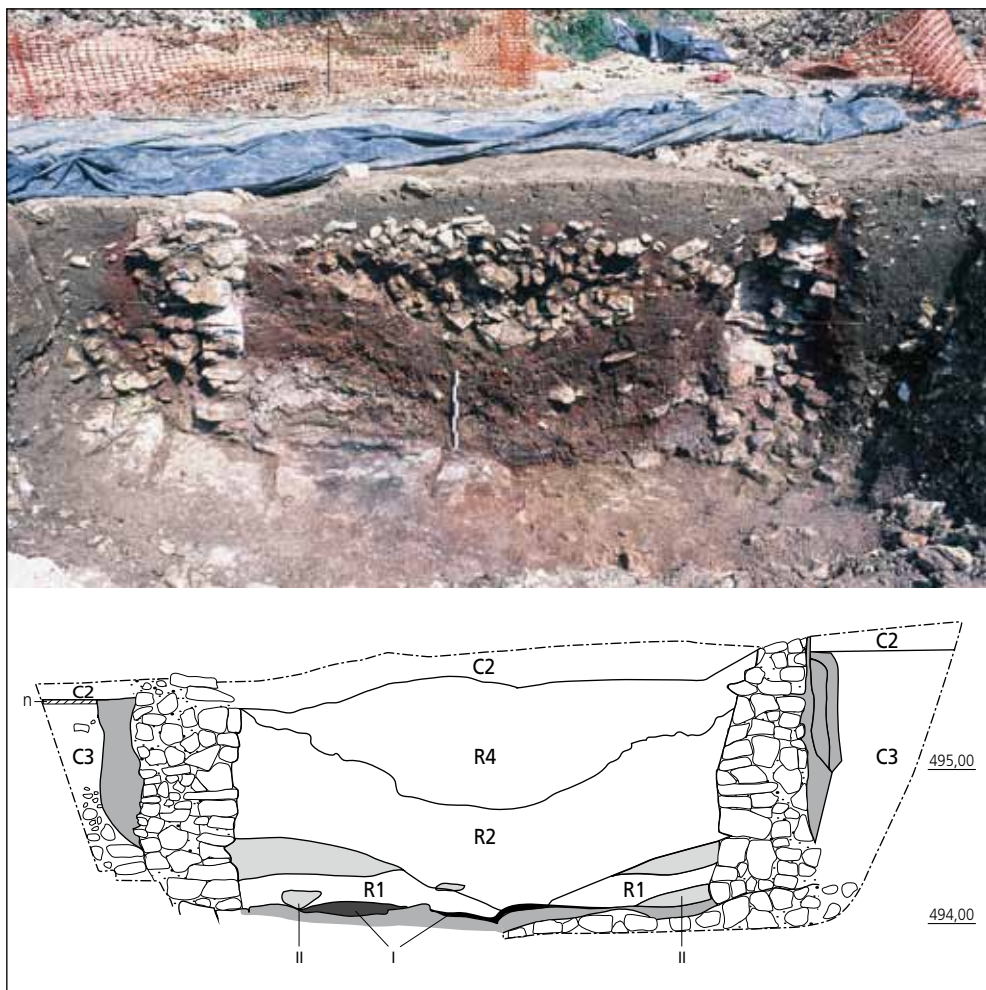


Fig. 120. Courtedoux-Tchâfoué. Coupe ouest-est à travers le four. Vue d'ensemble et interprétation.

8.3.5 Les remblais postabandon

Après son abandon, le four à chaux a été totalement remblayé. L'observation du remplissage laisse voir trois étapes principales de remblayage, qui se sont succédé sur une durée assez longue. Il semble même que l'aménagement soit resté un moment ouvert avant d'être volontairement comblé.

Le remblai 1 (R1) semble s'être déposé de manière naturelle et graduelle à la base du mur. Il repose directement sur le foyer. Il est constitué de sédiments plus ou moins lités que l'on peut séparer en deux ensembles. La moitié inférieure est constituée de limons qui contiennent par endroits de nombreux nodules de terre cuite et un peu de chaux; la partie supérieure est plus riche en chaux. Cette matière peut s'être décollée de la paroi du four. On observe d'ailleurs que les pierres du mur sont moins encroûtées à l'ouest, là où précisément la chaux est la plus abondante dans le remblai. Quelques pierres chauffées, mêlées aux sédiments et concentrées au sommet du remblai 1, peuvent provenir d'un début de démantèlement ou d'écroulement du haut du mur. Ces divers éléments attestent que le four, après son abandon, est resté ouvert assez longtemps avant que l'on décide de le remblayer.

Le remblai 2 (R2) est probablement anthropique. Il est constitué de sédiments chauffés de couleur rougeâtre, peu caillouteux et contenant de nombreux nodules de terre cuite. Quelques pierres brûlées plus grandes sont présentes dans ce remplissage. Il est possible qu'il s'agisse de restes du manteau de protection, utilisé ensuite comme remblai.

Quelques gros blocs de calcaire chauffé ont également été observés. Ils peuvent provenir d'un démantèlement de la gueule. Le plus gros mesure environ 80x70x15 cm, pour un poids de plus de 200 kg. La moitié sud du four, détruite sur plus de 1 m de hauteur par les travaux autoroutiers, avait aussi livré quelques blocs observés dans la benne d'un camion. Il n'a pas été possible de déceler une quelconque concentration de ces blocs, permettant de proposer une localisation de la porte.

Le remblai 3 (R3) est constitué de pierres et de petits blocs calcaires non chauffés, englobés dans une matrice de sédiments

bruns peu argileux. Ces pierres ont permis de combler entièrement le vide central restant. Ces éléments n'étant pas chauffés, il est possible qu'ils proviennent d'un épierrement de champ plus tardif. Par la suite, le colluvionnement naturel (couche 2) a achevé le scellement de la structure.

8.4 Interprétation et datation

Il s'agit d'un four à chaux de type semi-enterré (avec arrivée d'air à mi-hauteur). La profondeur moyenne de l'aménagement est de 1,60 m. Si l'on accepte le postulat selon lequel le rapport entre la hauteur totale et le diamètre ne doit pas excéder 2:1³⁹, on estime une hauteur maximale de 6 m, soit un peu plus de 4 m hors-sol. Le volume de la charge de pierres à calciner pouvait ainsi avoisiner les 30 m³ par fournée.

Le niveau du foyer, mal conservé, n'a permis de déceler qu'une seule phase d'utilisation, sans doute la dernière, car le four a dû fonctionner à plusieurs reprises, avec un nettoyage régulier de la chambre de chauffe.

En outre, Jean-Daniel Demarez est d'avis que le chaufour a connu deux stades architecturaux différents, un peu comme pour les fours gallo-romains (chap. 12.1.3.3).

La fouille du four n'a pas livré de mobilier archéologique lié à sa construction ou à son exploitation. Le seul matériel récolté provient de la couche 2, dont le dépôt est postérieur à l'abandon et au remblai de la structure. Ce mobilier est constitué de six tessons de céramique dont cinq sont glaçurés, datés des XVIII^e-XIX^e siècles.

Cette période correspond aux résultats d'une datation ¹⁴C, qui donnent une fourchette du milieu du XVII^e à la fin du XIX^e siècle (fig. 121).

N° analyse	Date BP	Calibration 1 σ (68,2%)			Calibration 2 σ (95,4%)		
		Intervalle	Prob. %	Prob. rel.	Intervalle	Prob. %	Prob. rel.
UA-40227 (foyer)	224 ± 31	1646-1673 AD	32	0,47	1640-1684 AD	39,2	0,41
		1778-1799 AD	26,2	0,38	1734-1806 AD	42,9	0,45
		1942-...	10	0,15	1930-...	13,3	0,14

Fig. 121. Courtedoux-Tchâfoué. Résultats de la datation ¹⁴C obtenue sur un charbon de bois issu du foyer.

9 Courtedoux - Vâ Tche Tchâ

Pierre-Alain Borgeaud

9.1 Introduction

Le lieu-dit Vâ Tche Tchâ constitue la partie amont d'une vallée sèche, car aucun cours d'eau actif n'y coule actuellement (fig. 6f). Cette vallée entaille des bancs géologiques marneux du Kimméridgien. Ces niveaux marneux sont chapeautés par une épaisseur assez faible mais variable de sédiments quaternaires d'origine loessique. C'est dans ce sol qu'ont été aménagés un four à chaux et des structures connexes.

9.2 Contexte stratigraphique

Les structures s'insèrent dans la couche 3, composée de silts brun grisâtre, peu à moyennement argileux, contenant par endroits des nodules de terre cuite, du charbon de bois voire des petites pierres calcaires, parfois chauffées. Ces sédiments recouvrent les marnes du Banné et leur sommet correspond au niveau de circulation contemporain des structures. La couche 3 est surmontée d'une couche de colluvions et de l'humus. L'épaisseur totale de ces niveaux n'excède pas 50 cm.

9.3 Les structures

9.3.1 Le four à chaux ST 1

Les vestiges sont ceux d'un mur de soutènement circulaire partiellement conservé d'un diamètre extérieur d'environ 4 m (fig. 122 et 124). L'intérieur du four, large de 3 m, était comblé de remblais. Une partie du four n'était plus conservée car détruite lors d'un sondage en 2006.

Une coupe transversale permet d'observer le four, ainsi que le terrain encaissant (fig. 123). Le mur de soutènement, large d'environ 50 cm, est constitué de pierres et de blocs calcaires hétérométriques, assez mal agencés, sans mortier. Trois à quatre assises seulement sont conservées, sur une hauteur de 50 à 85 cm. Toutes les pierres sont chauffées à cœur sur l'épaisseur du mur. Deux sortes de calcaire au moins ont été utilisées pour l'aménagement. Certains blocs sont lisses et anguleux, d'autres, plus nombreux, sont arrondis et percés de cupules naturelles d'érosion. La paroi du mur est verticale à légèrement surplombante. Elle est plus ou moins encroûtée de chaux. Le dos du mur est moins bien agencé et les pierres sont plus petites.

La faible hauteur de la maçonnerie surprend par comparaison avec les autres chauffours de ce type. L'aménagement ne semble pourtant pas érodé, comme l'atteste le niveau de circulation assez bien conservé aux alentours du four. Ce n'est pas non plus la nature du terrain encaissant qui aurait pu limiter la profondeur de la structure. Il s'agit bien d'une installation volontairement peu profonde, mais qui appartient tout de même à la catégorie des fours à chaux avec appel d'air à mi-hauteur. Le volume des sédiments excavés pour son implantation est d'environ 12 m³.

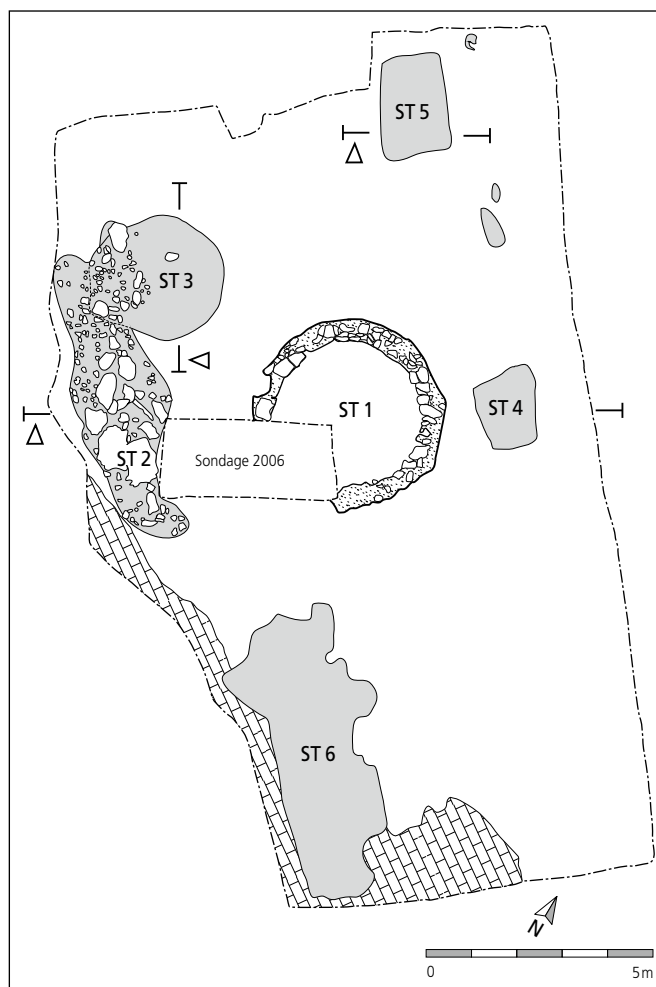


Fig. 122. Courtedoux - Vâ Tche Tchâ. Plan d'ensemble des vestiges découverts en 2007 et emplacement des coupes.

Le terrain encaissant a été rubéfié sur une épaisseur de 5 à 25 cm et présente par endroits un dégradé de couleur passant de l'orange vif au contact des pierres, au brun foncé à noir contre l'extérieur.

Ces couleurs concernent les sédiments silteux des couches 3 et 4 seulement. Les endroits marneux et graveleux se teintent de manière plus uniforme en rosâtre.

La base du four et le foyer

Les marnes sur lesquelles le foyer a été aménagé portent les marques d'une altération par le feu (fig. 123). La rubéfaction, de couleur rosâtre à orangée, varie en épaisseur, avec un maximum de 20 cm. Certaines parties sont moins ou pas du tout altérées par la chaleur.

Le substrat a aussi été chauffé sous le mur de soutènement, sauf dans un tronçon au nord-est (I). Cette particularité témoigne d'une probable réfection du chauffour. De toute évidence, cette lacune dans la rubéfaction montre que le sol a été ici retaillé.

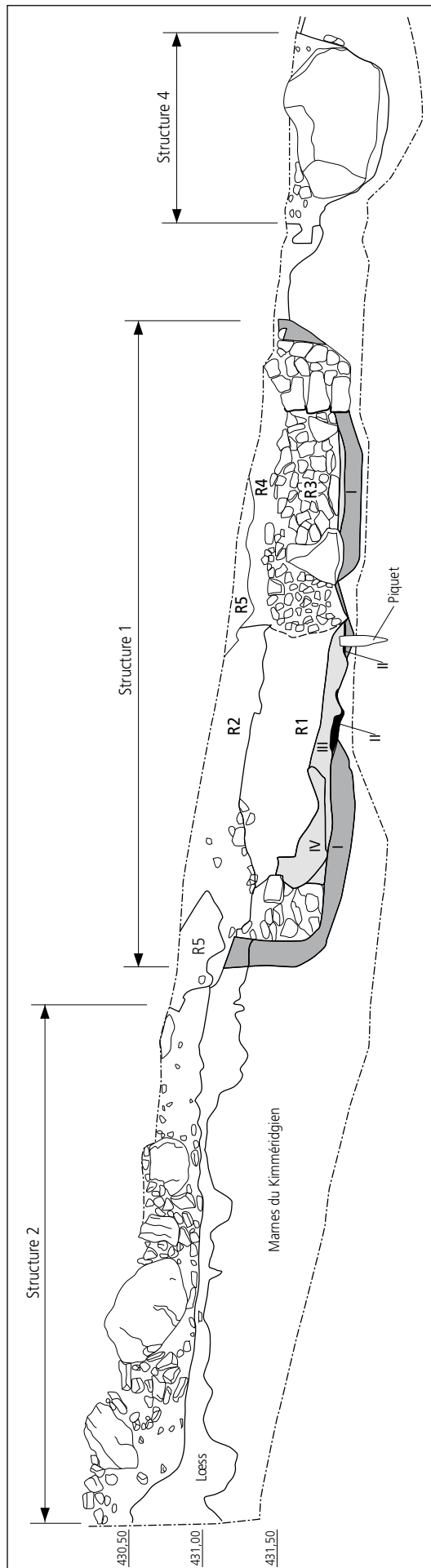


Fig. 123. Courtedoux- Vâ Tche Tchâ. Relevé stratigraphique du four ST 1 et des structures ST 2 et ST 4.

Le foyer montre un important amas de charbon de bois (II) localement épais de 10 cm (fig. 125). En dessous, le terrain n'a pas été partout marqué par la chaleur, sans doute parce que la couche de charbons a joué un rôle d'isolant thermique.

A la base de l'amas de charbons, on observe les restes d'un petit pieu en bois planté verticalement, à peu près au milieu du four. Il est conservé sur 25 cm de hauteur et mesure 7 cm de diamètre (fig. 126). Son tiers supérieur est carbonisé.

Ce piquet a pu servir d'étau pour la confection de la voûte. Il aurait aussi pu servir à tracer un cercle avec une ficelle, afin de faciliter la construction du mur de soutènement. Cette deuxième hypothèse est peu vraisemblable car le pieu n'est pas assez bien centré d'une part et la courbure du mur semble trop irrégulière d'autre part pour avoir bénéficié de ce compas.

Sur les charbons du foyer, on observe une couche gris-beige de sédiments mêlés à des cendres et épaisse d'au maximum 15 cm (III). Ce niveau contient également quelques charbons, des nodules de chaux et des cailloutis éclatés par le feu. Cette couche est localement indurée, surtout le long du mur.

En dessus de ce niveau gris, on note la présence d'un amoncellement irrégulier de chaux assez pure (IV), de couleur crème (fig. 127). Cette chaux est absente au nord-est, où se situe l'éventuelle réfection du mur de soutènement.

Après son abandon, l'aménagement a été remblayé, probablement par les chaufourniers. On observe plusieurs niveaux de comblement de même qu'un surcreusement des remblais, peut-être destiné à la récupération de sédiments pour une raison qui nous échappe.

On distingue cinq remblais différents :

- le remblai 1 (R1) est constitué de sédiments assez peu argileux brun-orange ayant fortement chauffé. Ce matériau peut provenir des restes du manteau du four. Il occupe la moitié sud-ouest de la structure ;
- le remblai 2 (R2) est composé de limons argileux gris-brun contenant quelques charbons de bois et d'assez nombreux nodules de terre cuite. Quelques pierres, rarement chauffées sont aussi présentes. Au sud-ouest ce niveau recouvre une partie du mur, et déborde même légèrement à l'extérieur du four. A cet endroit, et à la base du remblai, on remarque une concentration de nodules de terre cuite. Cette concentration forme un léger encroûtement qui sort du four. Il pourrait s'agir de la base rubéfiée d'une petite fosse de travail, et donc indiquer l'emplacement de la gueule ;
- le remblai 3 (R3) consiste en un amas de pierres et de blocs calcaires dont quelques éléments seulement sont chauffés. Il recoupe de manière franche les remblais 1 et 2. Il paraît évident que ces derniers ont été recreusés sur près de la moitié du diamètre du four. Un front de taille vertical est visible en coupe (fig. 123). Ce creusement entame aussi en partie le niveau de cendre (III) du foyer. La fouille a même montré localement un front de taille en surplomb sous le remblai 2, ce qui semble attester d'une volonté de récupération du remblai 1.



Fig. 124. Courtedoux - Vâ Tche Tchâ. Vue du four au niveau d'apparition.



Fig. 127. Courtedoux - Vâ Tche Tchâ. Restes d'un amoncellement de chaux dans le four ST 1.



Fig. 125. Courtedoux - Vâ Tche Tchâ. Vue de l'amas de charbon de bois du foyer du four ST 1.



Fig. 128. Courtedoux - Vâ Tche Tchâ. Blocs de grandes dimensions ayant vraisemblablement constitué la porte du four ST 1.



Fig. 126. Courtedoux - Vâ Tche Tchâ. Restes d'un pieu de bois retrouvé au centre du four ST 1.

- On ignore la raison et le moment de cette récupération mais il s'est ensuivi un vide, comblé ensuite principalement par le remblai 3;
- le remblai 4 (R4) est composé de sédiments argileux gris clair comparables à la marne du substrat. On observe quelques inclusions de charbon de bois et quelques nodules de terre cuite;

- le remblai 5 (R5) est constitué de sédiments comparables au remblai 2. Il peut de ce fait correspondre à un étalement final naturel de ce dernier par-dessus le remblai 4.

A la suite de ces épisodes de remblais intentionnels, les colluvions naturelles ont fini de dissimuler le four par le dépôt des couches 2 et 1, épaisses au total d'une quarantaine de centimètres⁴⁰.

Porte d'alimentation du foyer

L'emplacement de la porte d'alimentation, qui se situait hors du sol, n'a pas pu être déterminée. On peut néanmoins relever les points suivants:

- au sud-ouest, la fouille a montré une zone de sédiments contenant de nombreux nodules de terre cuite en dehors du four, sur le niveau de circulation. Ces déchets pourraient éventuellement provenir d'un curage du foyer mais aussi de restes du manteau. Dans la même partie, on note que la courbure du mur est moins marquée et s'écarte, en s'ouvrant légèrement vers l'extérieur, du cercle moyen formé par le reste de la structure.

40 Ces derniers niveaux sont absents ici car ils ont été décapés lors de terrassements liés à l'A16.

Le sondage de 2006 a malheureusement détruit le mur à cet endroit et il n'est pas possible de restituer la suite manquante;

- au sud-est, on observe également une rupture dans la régularité du mur. On voit de plus un étalement superficiel de pierres contre l'extérieur du four. En outre, des sédiments chauffés orange sont plus envahissants au niveau et entre les pierres de surface du mur. C'est de ce côté également que l'on observe le plus de restes de chaux, sur le niveau de circulation;
- le foyer du four montre un amas de charbons davantage situé dans la moitié méridionale de la structure;
- à l'est, à la base des remblais du four, deux blocs chauffés peuvent provenir d'un démantèlement de la porte d'alimentation. Le plus gros mesure 95x40x40 cm pour un poids d'environ 350 kg; le plus petit, de 55x40x30 cm, doit dépasser les 150 kg (fig. 128). Ces lourds éléments, qui proviennent peut-être de la porte, ont certainement été basculés dans le four peu après son abandon car ils reposent sur les restes du foyer.

Les trois premières observations suggèrent que la gueule du four était située plutôt du côté sud. Ceci en admettant qu'il y ait plus de traces d'activité laissées au sol à proximité de la porte, ce qui paraît logique.

La gueule du four se trouvait-elle dans le sondage de 2006? Il est vrai que certaines grosses pierres chauffées, observées dans les remblais lors de la réouverture mécanique de ce sondage, auraient pu appartenir à cette porte.

Par contre, les deux blocs observés sur le foyer à l'est, si tant est qu'ils aient appartenu à cette porte, permettraient de la situer logiquement à leur aplomb.

Le mobilier archéologique

Le four à chaux a livré en tout neuf tessons de céramique glaçurée. Cinq de ces tessons proviennent du sommet des remblais, trois autres ont été trouvés à différentes profondeurs dans ces remblais. Le dernier a été trouvé dans les cendres du foyer (CTD 007/18 VA). Il n'est pas brûlé mais peut néanmoins être considéré comme le seul objet véritablement associé à la structure lorsque celle-ci était encore ouverte.

9.3.2 L'amas de pierres ST 2

Cette structure est située à environ 3 m au sud-ouest du four (fig. 122). Elle constitue un étalement de pierres et de blocs calcaires déposés en vrac, plus ou moins en arc de cercle.

L'amas s'étend sur près de 7 m pour une largeur maximale de 2 m (fig. 129). La grandeur des pierres est très variable, mesurant de quelques centimètres à plus d'un mètre de longueur. Les plus gros blocs sont percés de nombreuses cupules d'érosion naturelle. Aucun élément n'est chauffé. Ces pierres à cupules ne proviennent pas du substrat local immédiat mais elles ont sans doute été ramassées dans les environs immédiats. On retrouve en effet un même type de calcaire à une centaine de mètres au sud-est, aux abords d'une doline aujourd'hui comblée.

Les pierres plus petites et plus anguleuses peuvent par contre provenir de la roche démantelée, laquelle affleure tout près, au sud du four.

L'épaisseur maximale est de 60 cm (fig. 130). Les pierres reposent sur un replat aménagé qui entaille la couche 4. Ce replat n'a pas forcément été creusé pour entreposer des pierres. On observe en effet un comblement partiel de l'aménagement par des sédiments. Ceux-ci se sont mis en place sur une durée indéterminée avant le dépôt des blocs, peut-être de façon opportuniste.

La fonction probable de l'amas de pierres est qu'il ait constitué une réserve de matière première. Les blocs à cupules sont identiques à ceux qui forment une bonne partie du mur de soutènement du chaufour. Ce calcaire semble donc plutôt convenir à la construction ou à la réparation de l'infrastructure du four, davantage qu'à la calcination de la chaux.



Fig. 129. Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. L'amas de pierres ST 2 au niveau d'apparition.



Fig. 130. Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. L'amas de pierres ST 2 en coupe.

9.3.3 La fosse ST 3

Cet aménagement est en partie recouvert par la structure 2. Il s'agit d'une grande fosse plus ou moins circulaire, très bien marquée au sol, d'un diamètre maximal de 3 m (fig. 122), conservée sur une profondeur de 40 cm. Elle présente une paroi verticale au nord, évasée au sud, et abrupte à l'ouest. Le fond est plus ou moins plat et horizontal (fig. 131). On observe encore au sud de l'aménagement une zone d'étalement de pierres brûlées, de terre cuite et de nodules de chaux. Cette partie, épaisse de seulement quelques centimètres, peut constituer un niveau de circulation et d'accès lié à l'utilisation de la fosse.

Le remplissage montre deux phases principales. La partie inférieure est profonde de 10 à 18 cm. Elle est constituée de sédiments brun-gris sableux, finement graveleux. Les gravillons ne paraissent pas chauffés. On observe de nombreux petits nodules de terre cuite et des inclusions de chaux. Les charbons de bois sont rares. Le remplissage supérieur est épais de 16 à 22 cm. Il est composé de sédiments sableux et graveleux brun-gris contenant quelques pierres plus grosses et qui sont généralement chauffées. On observe de nombreux nodules de terre cuite et beaucoup d'inclusions de chaux. Cette chaux est localement concentrée et presque pure. Les charbons de bois sont rares.

La fonction de l'aménagement n'est pas vraiment déterminée, mais on peut envisager l'extraction de sédiment pour la confection du manteau argileux. L'hypothèse d'une fosse d'extinction de la chaux vive est peu vraisemblable. Après son abandon, elle semble avoir été rapidement remblayée avec les déchets liés à la production de chaux.



Fig. 131. Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. Vue en coupe de la fosse ST 3.

9.3.4 La fosse ST 4

Cette structure plus ou moins quadrangulaire se situe juste à côté du four à chaux, à une distance de 60 cm, mais sans connexion apparente avec celui-ci (fig. 122). Elle mesure 1,60x1,30 m, pour une profondeur de 65 cm (fig. 132). Son fond est plat. Les parois sont évasées à abruptes. La base de la structure est comblée de pierres sur 25 cm de hauteur. Environ 10% de ces pierres sont chauffées. On note également la présence de deux blocs

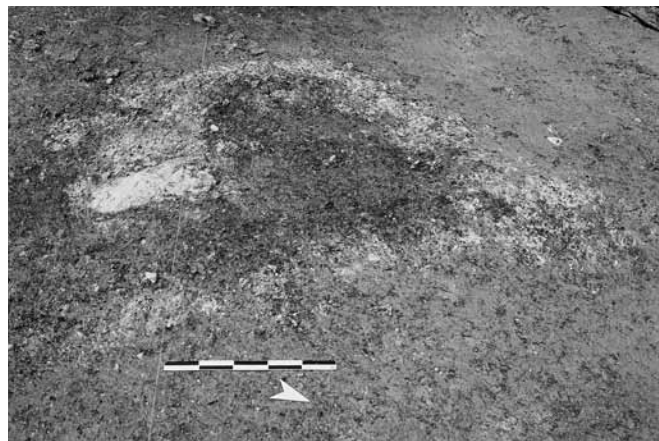


Fig. 132. Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. Vue de la fosse ST 4 au niveau d'apparition.



Fig. 133. Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. Vue en coupe de la fosse ST 4.

calcaires, arrondis et percés de cupules d'érosion, comme celles déjà observées dans la paroi maçonnée du four et dans la structure 2. Le plus gros des blocs n'est pas chauffé. Il montre des dimensions maximales peu communes de plus de 1 m de longueur et d'une largeur de 70 cm (poids estimé: 600 kg; fig. 133). Il repose sur le fond de la fosse et affleure même à son sommet. La matrice entre les pierres ainsi que le remplissage du haut de la fosse sont constitués d'un mélange de marnes graveleuses du substrat et de couche 3.

Deux objets proviennent du remplissage de la fosse, il s'agit d'un maillon de chaîne en fer trouvé dans la partie sommitale et d'un probable fémur de poulet non brûlé, reposant sur le fond de la structure.

La fonction de l'aménagement n'est pas déterminée. Il peut s'agir d'une fosse d'extraction de sédiments. Le cas échéant, ce sont les marnes graveleuses du substrat qui étaient recherchées. Ces sédiments argileux auraient pu être utilisés pour la confection d'une partie du manteau du four. Mais le volume de la fosse, environ 1 m³, est de loin insuffisant pour permettre la confection de la totalité du manteau. Par la suite, la fosse a été partiellement remblayée de pierres et de blocs calcaires, probablement en phase d'abandon du four.

9.3.5 La fosse ST 5

La structure est située à un peu plus de 3 m au nord du four. Au sommet, elle est perceptible sous la forme d'une tache plus ou moins rectangulaire mesurant 2,60x1,80 m, prolongée d'une ramification en direction du sud-est, épaisse de quelques centimètres. Cet aspect assez irrégulier provient d'un étalement du remplissage sommital d'une fosse sous-jacente.

La fosse proprement dite, presque rectangulaire, mesure 2,20x1,50 m pour une profondeur maximale de 65 cm (fig. 122 et 134). Les parois sont verticales, le fond est plat. Le remplissage est constitué de pierres calcaires anguleuses et de quelques blocs arrondis (fig. 135). Ces derniers montrent des cupules d'érosion. Quelques éléments sont chauffés. La matrice entre les pierres est constituée de sédiments brun-gris assez peu argileux, comparables à la couche 3. Plusieurs objets archéologiques ont été recueillis dans ces sédiments. Il s'agit de trois petits fragments de tuile, de cinq tessons de céramique glaçurée, d'un éclat de verre vert et d'une dent de bœuf.

La fonction de la structure n'est pas déterminée. Comme pour les aménagements précédents, il peut s'agir d'une fosse d'extraction de sédiments. Ici encore, le volume d'environ 2 m³ n'aurait pas suffi à la réalisation de l'entier du manteau du four. Cette fosse a également été remblayée de pierres et de blocs.

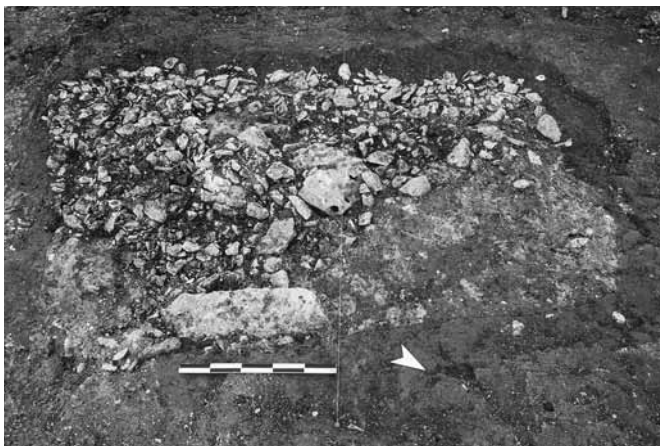


Fig. 134. Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. Vue de la fosse ST 5 au niveau d'apparition.



Fig. 135. Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. Vue de la fosse ST 5 en coupe.



Fig. 136. Courtedoux-Vâ Tche Tchâ. Vue de la zone d'épandage ST 6.

9.3.6 L'épandage ST 6

La structure 6 apparaît au sud-est du chaufour. Elle consiste en un simple étalement de déchets liés à l'exploitation du four. Cet épandage occupe une surface allongée irrégulière d'une longueur de 6,50 m pour une largeur moyenne de 2 m (fig. 136). Les déchets sont constitués en grande partie de pierres et de petits blocs calcaires chauffés de couleur grise, mais non transformés en chaux. On observe également des restes disséminés de chaux plus ou moins pure sous la forme de nodules. Une plus forte concentration de chaux est également présente au nord, à proximité du four. Ces éléments reposent directement sur la roche démantelée. Ils sont étalés en vrac sur une épaisseur maximale de 20 cm.

Il n'est pas établi si la structure est un simple étalement aléatoire de matériaux de rebut ou s'il y a une volonté d'aménager ou de niveler une surface utile.

La situation de cette zone d'épandage suggère que la gueule du four à chaux lui faisait face, à l'emplacement précis du sondage de 2006 qui l'aura malheureusement détruite.

9.4 Interprétation et datation

9.4.1 Interprétation

Le four est du type avec appel d'air à mi-hauteur. Avec ses 80 cm d'encaissement, c'est le moins profond rencontré jusqu'ici en Ajoie. Son diamètre est néanmoins comparable à celui des autres fours ajoulots postromains.

Aucune trace de la partie aérienne du four n'a été retrouvée. En reprenant l'hypothèse d'un rapport entre la hauteur totale et le diamètre intérieur de la chambre de calcination qui ne doit pas excéder 2 : 1 on arrive à une hauteur hors sol maximale d'environ 5 m, ce qui paraît beaucoup. Une hauteur moindre, de l'ordre de 3-4 m, est sans doute plus plausible.

La fouille n'a pas permis de certifier l'emplacement de la gueule du four, mais la plupart des indices suggèrent que celle-ci se situait au sud.

Le four a dû fonctionner à plusieurs reprises et sur un laps de temps assez long, comme semble l'attester la chronologie relative de structures annexes situées au sud-ouest.

Les structures connexes ne peuvent être expliquées avec certitude, mais on peut y voir une réserve de pierres calcaires et des fosses d'extraction de sédiments pour la confection de la superstructure.

9.4.2 Datation

La datation du chaufour repose sur deux données qui peuvent être confrontées: d'une part l'analyse dendrochronologique du pieu découvert à la base du foyer et, d'autre part, le résultat de l'étude du mobilier récolté dans le four ainsi que dans les structures connexes.

L'analyse dendrochronologique situe l'abattage de l'arbre en 1675 ± 10 ans (annexe 5).

En revanche, le mobilier archéologique retenu (annexe 4) donne une fourchette large, du milieu du XVIII^e au milieu du XIX^e siècle. Parmi les objets les plus récents, on note un fragment de faïence fine, une innovation anglaise du XVIII^e siècle qui ne se répand vraiment dans notre région que dans la seconde moitié du XIX^e siècle, et un bord de tasse que l'on peut situer à la même époque. Ces deux objets récents ont été découverts dans la partie sommitale du remplissage du four et dans le niveau de circulation y attenant. Un seul individu représente la période antérieure au XVIII^e siècle: un bord de pot qui pourrait dater du Bas Moyen Age.

Comme on le voit, la datation dendrochronologique du pieu diffère de la datation typologique des objets récoltés. L'unique tesson médiéval, trouvé dans le fond du four au même niveau qu'un fragment de céramique glaçurée, est considéré comme une pollution et doit être écarté. Hormis cet artefact, le mobilier archéologique le plus ancien paraît au moins 50 ans plus jeune que le pieu. Deux explications peuvent être proposées quant à la présence de cet objet trop ancien. La première est que le pieu est lié à une phase de l'exploitation du four plus ancienne, qui n'a pas livré de mobilier. La deuxième est que le pieu a été longuement stocké avant son emploi dans le four.

Annexe 3 – Origine du toponyme Vâ Tche Tchâ

Ursule Babey

Le toponyme actuel de Vâ Tche Tchâ apparaît pour la première fois sur le plan à l'échelle 1:5000 de 1981 sous la forme «Lai Combe de Vâ tchu Tchâ». Tous les plans antérieurs, depuis 1847, utilisent le toponyme français: «Vaux sur Chaux»^I, «Combe de Vaux sur Chaux» et «Haut de Vaux sur Chaux»^{II}.

La carte Siegfried (dernier quart du XIX^e siècle) donne «Fin de Vaux sur chaux». Au début du XX^e siècle, on a toujours «Combe de Vaux sur Chaux»^{III} et encore en 1977 «Vaux sur Chaux»^{IV}. Ce toponyme a donc vraisemblablement été transcrit en patois en 1981 seulement, avec une petite erreur orthographique sur la carte au 25:000, car «tche» n'existe pas en patois. Il conviendrait de vérifier les mentions antérieures à 1847, ce qui nécessiterait des recherches gourmandes en temps, en l'absence de plans.

Le mot «chaux» a deux sens principaux, et ceci tant en français qu'en patois: il désigne d'une part le produit de la cuisson du calcaire en atmosphère confinée, mais également le pâturage^V. Si la signification de la première partie de ce toponyme est sans

équivoque, «vaux» signifiant le val, la vallée, il n'en va donc pas de même du second, car le sens de pâture peut également convenir. Sur les plans en effet, les parcelles sont certes dépourvues de couvert forestier, mais la topographie ne semble pas propice à la culture: elles auraient pu être réduites en pâtures. Cette hypothèse soutiendrait ainsi l'idée que le four à chaux étudié n'aurait pas eu une longue vie et n'aurait pas été accompagné d'autres fours à proximité (argument également étayé par les nombreux sondages archéologiques et paléontologiques dans toute cette zone): la fixation des toponymes est en effet attachée à des éléments marquants, un long usage ou encore à une densité particulière. Par contre, d'autres lieux-dits, plus explicitement liés à la fabrication de chaux, se rencontrent dans les environs, par exemple «Chaufour» (deux occurrences).

Enfin, notons que les plans ne fournissent aucune indication concernant d'éventuelles structures anthropiques construites dans cette combe, à l'exception du plan de 1915 qui montre très clairement un puits^{VI}.

I ArCJ, Courtedoux, feuille C9 et C10, 21.09.1847, échelle 1:1000.

II ArCJ, Courtedoux, feuilles C9 et C11, plan probablement daté de la fin du XIX^e siècle, échelle 1:1000, coordonnées calculées selon la perpendiculaire et la méridienne de Berne.

III ArCJ, Courtedoux, F 31, 1915, échelle 1:1000.

IV Plan à l'échelle 1:5000 de Brunner.

V Moine 2003.

VI ArCJ, Courtedoux, F 34, 1915, échelle 1:1000.

Annexe 4 – Remarques sur le mobilier de Courtedoux - Vâ Tche Tchâ

Ursule Babey

Le corpus découvert se résume à 29 tessons de céramique et cinq fragments de verre.

Qualités céramiques

Dix-sept tessons, 58,6% de la terre cuite, sont d'origine locale et plus précisément de Bonfol, un pourcentage légèrement inférieur à celui trouvé dans le dépotoir de Porrentruy-Grand'Fin^I, mais majoritaire quand même. La céramique bernoise, régions de Thoun et Langnau confondues, est représentée par deux individus. Un fragment de faïence fine indéterminé témoigne de relations commerciales avec l'étranger. Enfin, un éventuel fragment de service vert de Meillonas (Ain, F) est à signaler (CTD 007/20 VA). Le bilan des provenances est donc relativement riche au vu de l'étroitesse de l'échantillon.

Datations des céramiques

La majorité des témoins en céramique indique une fourchette chronologique large, située entre le milieu du XVIII^e et le milieu du XIX^e siècle (poterie de Bonfol à décor aux engobes). Un fragment de tuile plate (CTD 007/9 VA), dont la surcuisson de la face supérieure est d'origine, a été produit sans doute avant 1850 également.

Parmi les objets les plus récents, signalons le fragment de faïence fine (CTD 007/5 VA), une innovation anglaise du XVIII^e siècle qui ne se répand vraiment dans notre région que dans la seconde moitié du XIX^e siècle^{II} et le bord de tasse imitant un tonnelet (CTD 007/5 VA) que l'on peut situer par comparaison dans la seconde moitié du XIX^e siècle également^{III}. Il est à noter que ces deux repères les plus récents ont été découverts dans la partie sommitale du remplissage du four et dans le niveau de circulation entourant le four à chaux.

Un seul individu représente la période antérieure au XVIII^e siècle: un bord de pot qui pourrait dater du Bas Moyen Age (CTD 007/1 VA).

Fonction des céramiques

Les récipients de service dominant avec cinq terrines de Bonfol, une assiette calotte et une tasse. La céramique culinaire suit, avec deux caquelons, deux pots et un tripode indéterminé; en outre, les quatre traces de feu, repérées sur deux caquelons et deux formes ouvertes indéterminées, soulignent le fait qu'il s'agit de vaisselle utilisée, probablement sur le site même. Si l'on excepte la tuile plate (CTD 007/9 VA), l'éventuel pot à plantes (CTD 007/10 VA) et l'hypothétique planelle (CTD 007/2 VA), on a donc affaire principalement à de la vaisselle d'usage courant qui peut très bien être interprétée comme les témoins des repas pris par les ouvriers à proximité de leur place de travail. Rappelons que la surveillance de la cuisson de la chaux est un travail long et qu'il nécessite une présence permanente pour conduire le feu: l'existence de vaisselle n'a donc rien d'incongru dans ce contexte.

On peut en outre écarter le fragment de tuile comme élément de couverture d'une structure liée au four à chaux, auquel cas il ne serait pas isolé.

Le verre

Le verre est représenté par un fragment de verre à vitre plat incolore ne présentant aucun indice d'ancienneté (bulle d'air, irrégularité de la surface) découvert dans le niveau de circulation, et quatre tessons faisant partie du cul d'une bouteille en verre vert de facture également très moderne provenant de la structure 5.

I Babey 2003, p. 61, fig. 48.

II Roth-Rubi, Schnyder et al. 2000, p. 22.

III Ibid., p. 28, fig. 48.

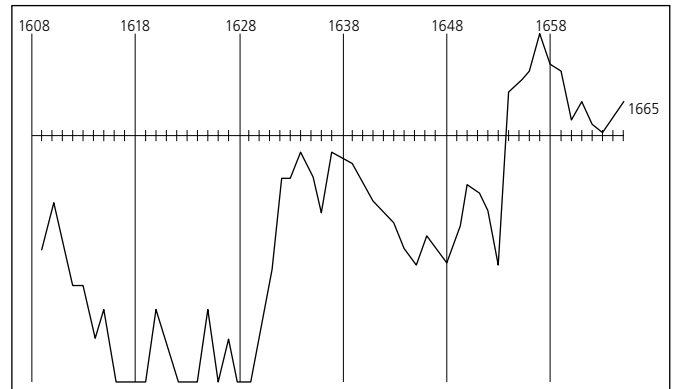
Annexe 5 – Analyse dendrochronologique

Jean Tercier, Jean-Pierre Hurni et Christian Orcel, Laboratoire romand de dendrochronologie, Moudon (LRD07/R5944)

Analyse d'un pieu provenant d'un four à chaux de Courtedoux - Vâ-Tche-Tchâ

Cette pointe de pieu mesure 25 cm de long. Il s'agit d'un bois de sapin blanc (*Abies alba*), de section circulaire de 6,8 cm de diamètre. Le bois est partiellement carbonisé.

Les mesures effectuées ont permis d'obtenir une séquence dendrochronologique de 57 ans. A l'issue de la recherche en datation, cette séquence a pu être datée entre les années 1609 et 1665. S'agissant d'un échantillon isolé, cette date est cependant donnée avec les réserves d'usage. En l'absence du dernier cerne de croissance sous l'écorce, l'année d'abattage de ce bois ne peut pas être précisée. La date de 1665 est donc une date *terminus post quem* correspondant au cerne de croissance le plus récent mesuré sur le bois. Compte tenu de nos observations, il ne devrait pas manquer plus de 20 cernes de croissance périphériques jusqu'à l'écorce. La date d'abattage de ce bois se situe ainsi aux environs de l'an 1675 ±10 ans.



10 Analyses minéralogiques et géochimiques

Thierry Adatte

10.1 Introduction

Il existe différents types de chaux caractérisés par une composition minéralogique et géochimique particulière. La chaux est une matière généralement poudreuse et de couleur blanche, obtenue par décomposition thermique du calcaire. Elle est utilisée depuis l'Antiquité, notamment dans la construction.

La chaux vive est le produit de la calcination à 1000°C du calcaire (CaCO_3) qui, par le processus de décarbonatation (dégagement de CO_2), devient de l'oxyde de calcium (CaO). Cette opération s'accompagne d'une perte de volume allant jusqu'à 15%. La chaux éteinte est obtenue par réhydratation (ajout d' H_2O) et se compose de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ appelé aussi portlandite. Sur le long terme, ce di-hydroxyde de calcium subit alors une réaction de carbonatation par absorption du CO_2 atmosphérique et vaporation de l'eau. Cela provoque la formation d'un carbonate de calcium (CaCO_3) et le durcissement de la matrice calcitique du mortier. La chaux hydraulique contient en plus des silicates et des aluminates, car elle provient de calcaires argileux ou d'un mélange constitué de calcaire pur et d'argiles. Elle est appelée «hydraulique» parce qu'elle durcit au contact de l'eau.

La présente étude a pour but de caractériser la nature minéralogique et géochimique des résidus de production des fours à chaux des sites de Boncourt, Chevenez, Courtedoux et Porrentruy (fig. 137). Les échantillons ont donc fait l'objet d'analyses géochimiques et minéralogiques dans le but de préciser la nature des chaux utilisées, à savoir aérienne (présence de portlandite) ou hydraulique (présence de silicates d'alumine).

Site	Structure	Attribution chronologique
Boncourt - Grand'Combes	four F2	Epoque romaine
	four F3	Epoque romaine
	four F4	Epoque romaine
	four F6	Epoque romaine
	four F7	Temps modernes
Chevenez - Combe Ronde		Renaissance
Courtedoux - Bois de Montaigre		Moyen Age (975 - 1025)
Courtedoux - Tchâfoué		Temps modernes
Courtedoux - Vâ Tche Tchâ		Temps modernes
Porrentruy - La Perche	four 2	Epoque romaine
	four 3	Epoque romaine
	four 4	Epoque romaine

Fig. 137. Fours étudiés et attributions chronologiques.

10.2 Méthodes

10.2.1 Diffraction aux rayons X

La préparation et l'analyse des minéraux de la roche totale a été effectuée à l'Institut des sciences de la terre de l'Université de Lausanne (ISTE-UNIL) selon la méthode établie par Adatte et al. (1996) d'après Klug et Alexander (1974) et Kübler (1983). Environ 800 mg de roche totale ont été pressés en pastilles et

analysés par diffraction aux rayons X sur un diffractomètre Xtra (Thermo-ARL, Ecublens). La minéralogie de la roche totale a été déterminée par des mesures semi-quantitatives utilisant les intensités de chaque minéral alors comparées à des standards externes (Ferrero 1966). Les indosés sont à rapporter à la matière organique amorphe, mais aussi aux hydroxydes et oxydes de fer mal cristallisés et généralement difficile à quantifier. L'incertitude sur la mesure varie entre 5 et 10% pour les phyllosilicates et 5% pour les autres minéraux (fig. 138). Lorsque cela était nécessaire, l'identification de certains minéraux s'est faite par déconvolution.

Les concentrations des éléments majeurs et des éléments traces ont été déterminées par spectrométrie de fluorescence aux rayons X à l'aide d'un spectromètre de type PANalytical PW2400 à l'Université de Lausanne. Les concentrations (pour la roche totale) des éléments majeurs sont données en pourcent poids d'oxyde (wt%; fig. 139) et celles des éléments traces en partie par million (ppm; fig. 140). Les analyses des éléments majeurs et des éléments traces ont été réalisées à l'ISTE-UNIL. Environ 10 à 15 g de poudre ont été utilisés pour fabriquer des pastilles pressées. La poudre mélangée à du Mowiol a été maintenue à une pression de 4-5 tonnes pendant 15 secondes. Les pastilles fondues ont été réalisées après une calcination à 1050°C pendant une heure et demie. 6,0000 g ($\pm 0,0002$ g) de tétraborate de lithium ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$) ont été pesés avec 1,2121 g ($\pm 0,0002$ g) de poudre calcinée d'échantillon et homogénéisés pendant deux minutes. La fusion de la solution a été effectuée en deux cycles sur une perleuse de type Perl'X3 Microprocessing system. Les analyses des éléments majeurs (pastilles fondues) et des éléments traces (pastilles pressées) ont été réalisées par fluorescence aux rayons X sur un appareil de type PANalytical PW 2400. La procédure d'analyse qualitative des éléments est une méthode indirecte par étalonnage ou calibration avec des étalons/standards de roches et de sols de composition connue.

10.3 Minéralogie

L'analyse de la roche totale par diffraction des rayons X montre que les échantillons analysés sont dominés par les carbonates qui constituent entre 40 et 99% des minéraux présents (fig. 138). La calcite est largement dominante; l'aragonite (un polymorphe de la calcite) a été également reconnue dans un échantillon du site de Boncourt (four F7). La portlandite (43-80%), un di-hydroxyde de calcium a été identifiée dans trois échantillons: Porrentruy, four 3 (80%), Boncourt, fours F7 (58%) et F4 (43%). Parmi les silicates, ont été reconnus le quartz qui, lorsqu'il est présent, montre des teneurs variant entre 2 et 24% et exceptionnellement, des phyllosilicates (9% dans le four F6 de Boncourt) et du plagioclase (2-3%) dans les déblais de Chevenez-Combe Ronde. Le gypse (sulfate de calcium) et l'hématite (oxyde de fer) ont été identifiés dans le four F7 de Boncourt, mais leurs teneurs respectives ne dépassent pas 2%.

N° labo	Localisation		Phyllosilicates	Quartz	Plagioclase-Na	Calcite	Aragonite	Hématite	Gypse	Portlandite	Indosés
46816	Boncourt - Grand'Combes	four F2	0,00	0,00	0,00	98,54	0,00	0,00	0,00	0,00	1,46
46814		four F3	0,00	5,73	0,00	93,22	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
46815		four F4	0,00	1,08	0,00	53,26	0,00	0,00	0,00	43,29	2,38
46813		four F6	8,57	6,26	0,00	84,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94
46812		four F7	0,00	0,00	0,00	39,01	5,53	1,56	1,19	51,57	1,14
46917		four 2	0,00	3,30	0,00	96,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
46918		Porrentruy - La Perche	four 3	0,00	0,00	0,00	17,31	0,00	0,00	1,29	80,46
46919	four 4		0,00	2,05	0,00	96,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
46920	Chevenez - Combe Ronde, déblais		0,00	24,33	2,47	72,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48
46921	Chevenez - Combe Ronde		0,00	11,16	0,00	88,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63
46922	Courtedoux - Tchâfoué		0,00	16,89	0,00	82,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99
46823	Courtedoux - Vâ Tche Tchâ		0,00	1,11	0,00	98,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16
46824	Courtedoux - Bois de Montaigne		0,00	5,52	0,00	94,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24

Fig. 138. Concentrations en minéraux majeurs exprimées en % de la roche totale obtenues par diffraction-X. Dosage semi-quantitatif des minéraux majeurs de la roche totale, par la méthode de l'étalon externe, exprimé en %.

Ces analyses minéralogiques permettent de bien différencier les sites étudiés. Les échantillons provenant des sites de Courtedoux (fig. 138) sont dominés par la calcite et ne contiennent pas d'autres minéraux, à l'exception du quartz qui est assez abondant dans le four de Tchâfoué (17%) et beaucoup plus rare dans les sites de Vâ Tche Tchâ et du Bois de Montaigne (1-65%). Le site de Chevenez - Combe Ronde est aussi dominé par la calcite, le quartz y étant toutefois plus abondant surtout dans l'échantillon provenant des déblais (24%). Les fours 2 et 4 de Porrentruy montrent un assemblage minéralogique très similaire, au sein duquel la calcite (96%) est largement dominante par rapport au quartz (2-3%). Par contre, le four 3 est constitué de plus de 80% de portlandite, de 17% de calcite et de traces de gypse. Les fours de Boncourt sont caractérisés par des assemblages minéralogiques plus variables. L'échantillon provenant du four F2 est presque exclusivement composé de calcite (99%), de même que celui du four F3, qui présente toutefois un peu de quartz (6%). Le four F6 contient aussi du quartz (6%), mais aussi des phyllosilicates (9%). Tout comme le four 3 de Porrentruy, les fours F7 et F4 de Boncourt sont caractérisés par un assemblage minéralogique dominé par la portlandite (43-52%). Il faut encore souligner la présence d'aragonite (6%), d'hématite (2%) et de gypse (1%) dans l'échantillon prélevé dans le four F7.

10.4 Géochimie

10.4.1 Éléments majeurs

Le calcium (Ca) est évidemment l'élément dominant (43-65%) dans tous les échantillons (fig. 139), suivi par la silice (Si) variant entre 2 et 23%, l'aluminium (Al, 0,7-3%), le fer (Fe, 0,3-2%) et le magnésium (Mg, 0,4-1%). Les autres éléments majeurs tels

que le manganèse (Mn), le sodium (Na) ou le potassium (K) ne dépassent pas 1%. Les teneurs en phosphore (P) sont très faibles, sauf dans les échantillons de Chevenez - Combe Ronde (0,8-1,5%). La perte au feu ou LOI (*Loss On Ignition*, fig. 139), qui correspond essentiellement à la vaporisation de H₂O et de CO₂ pendant la fusion de l'échantillon, est bien positivement corrélée avec les taux de Ca (principaux constituants de la calcite), sauf dans les échantillons à forte proportion de portlandite.

Généralement, les teneurs en éléments majeurs confirment les données minéralogiques, sauf pour l'échantillon prélevé dans le four F2 de Boncourt. L'analyse minéralogique indique que cet échantillon est composé à 99% de calcite, alors que l'analyse par XRF révèle une teneur en Si de presque 16%. Cette différence implique une grande hétérogénéité de l'échantillon. Ceux de Courtedoux ont une composition dominée par le Ca (43-53%), mais contiennent une quantité significative de Si (2-14%), d'Al (1-3%) et de Fe (0,5-1,5%). Ces derniers montrent les taux les plus élevés dans le four de Tchâfoué, de même que K, Mg et Na. Il faut souligner ici la bonne correspondance entre les taux de quartz (fig. 138) et les teneurs en Si (fig. 139). Les échantillons de Chevenez - Combe Ronde sont les moins riches en Ca (30-34%) et montrent, par rapport aux autres sites, les teneurs les plus élevées en Si (14-23%), Al (3-4%), Fe (1-1,5%), K (0,8%), Na (0,2-0,3%) et P (0,9-1,5%). Par contre, les échantillons de Porrentruy sont caractérisés par des teneurs très constantes au sein desquelles Ca est dominant (50-65%). Les échantillons prélevés dans les fours de Boncourt sont plus riches en Si (6-15%), Al (1-3%) et Fe (0,5-1,5%) que ceux de Porrentruy ainsi que de Courtedoux - Vâ Tche Tchâ et de Courtedoux - Bois de Montaigne.

N° labo	Localisation		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	LOI	Cr ₂ O ₃	NiO	
46816	Boncourt - Grand'Combes	four F2	15,76	0,17	2,02	0,85	0,04	1,07	42,57	0,06	0,00	0,04	36,51	0,00	0,00	
46814		four F3	7,23	0,13	1,69	1,03	0,07	0,38	49,21	0,13	0,20	0,10	39,65	0,00	0,00	
46815		four F4	5,27	0,07	0,95	0,53	0,03	1,02	54,75	0,06	0,00	0,04	36,65	0,00	0,00	
46813		four F6	9,39	0,17	2,89	1,50	0,05	0,40	46,14	0,13	0,39	0,10	38,59	0,00	0,00	
46812		four F7	6,19	0,08	0,82	0,49	0,03	0,72	51,26	0,08	0,00	0,05	40,05	0,00	0,00	
46817		Porrentruy - La Perche	four 2	5,07	0,09	1,51	0,74	0,04	0,43	50,40	0,12	0,02	0,09	41,31	0,00	0,00
46818			four 3	2,58	0,05	0,91	0,40	0,02	0,74	65,11	0,07	0,00	0,05	29,69	0,00	0,00
46819	four 4		1,95	0,05	0,74	0,34	0,02	0,41	53,40	0,06	0,01	0,11	42,72	0,00	0,00	
46820	Chevenez - Combe Ronde, déblais		23,02	0,31	4,20	1,91	0,16	0,78	36,83	0,32	0,78	0,86	29,94	0,01	0,00	
46821	Chevenez - Combe Ronde		13,85	0,20	2,76	1,27	0,20	0,80	43,54	0,20	0,78	1,50	34,00	0,01	0,00	
46822	Courtedoux - Tchâfoué		14,34	0,20	2,96	1,45	0,06	0,46	43,19	0,18	0,33	0,11	35,97	0,01	0,00	
46823	Courtedoux - Vâ Tche Tchâ		2,30	0,05	0,85	0,52	0,03	0,63	52,51	0,08	0,01	0,09	42,83	0,00	0,00	
46824	Courtedoux - Bois de Montaigne		5,77	0,09	1,25	0,51	0,04	0,63	50,46	0,09	0,07	0,07	40,70	0,00	0,00	

Fig. 139. Concentrations en éléments majeurs exprimées en % poids d'oxyde. Dosage par fluorescence-X.

N° labo	Localisation		Nb	Zr	Y	Sr	U	Rb	Th	Pb	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	V	Ce	Nd	Ba	La	S	Hf	Sc	As
46816		four F2	5	120	12	25	6	<1<	6	<2<	6	17	14	3	3	40	27	<3<	10	32	7	<3<	<1<	<2<	<3<
46814		four F3	<1<	149	13	139	7	3	10	<2<	7	20	20	5	6	43	18	<3<	21	94	<4<	<3<	<1<	<2<	<3<
46815	Boncourt - Grand'Combes	four F4	<1<	63	10	71	7	<1<	5	<2<	6	18	19	<2<	<2<	24	11	<3<	12	23	5	<3<	<1<	<2<	<3<
46813		four F6	3	103	16	57	8	13	12	<2<	7	27	19	9	8	38	36	<3<	25	87	16	<3<	<1<	<2<	<3<
46812		four F7	<1<	94	9	37	5	<1<	5	<2<	6	12	17	<2<	2	28	14	<3<	13	17	7	<3<	<1<	<2<	<3<
46817		four 2	<1<	87	12	90	7	<1<	8	<2<	5	26	18	6	3	36	19	<3<	23	42	9	<3<	<1<	<2<	<3<
46818	Porrentruy - La Perche	four 3	<1<	25	7	56	11	<1<	5	<2<	6	14	27	2	<2<	24	14	<3<	15	<9<	<4<	<3<	1	<2<	4
46819		four 4	<1<	35	7	117	9	<1<	6	<2<	6	15	16	<2<	<2<	17	15	<3<	26	40	<4<	<3<	<1<	<2<	<3<
46820	Chevenez - Combe Ronde, déblais		7	305	23	138	9	33	16	<2<	8	36	59	17	9	58	42	<3<	16	283	21	<3<	10	<2<	3
46821	Chevenez - Combe Ronde		4	218	19	170	7	26	11	<2<	8	32	98	15	7	41	24	<3<	25	346	11	<3<	<1<	<2<	3
46822	Courtedoux - Tchâfoué		4	183	18	128	3	15	7	<2<	7	30	15	12	8	48	36	<3<	30	97	21	<3<	<1<	<2<	<3<
46823	Courtedoux - Vâ Tche Tchâ		<1<	30	9	60	11	<1<	9	<2<	5	21	21	5	4	13	18	<3<	22	21	11	<3<	<1<	<2<	<3<
46824	Courtedoux - Bois de Montaigne		<1<	88	10	110	6	2	9	<2<	6	15	27	5	2	21	16	<3<	23	46	<4<	<3<	<1<	<2<	P

Fig. 140. Concentrations en éléments traces, exprimées en ppm. Dosage par fluorescence-X.

10.4.2 Eléments traces

Les éléments dont les teneurs ne dépassent pas 0,02% ou 100 ppm sont considérés comme éléments traces (Blaine et al. 1965; Sprung 1988). Dans la présente étude, le strontium (Sr) et le zirconium (Zr), dont les teneurs varient respectivement de 25 à 170 ppm et de 25 à 118 ppm, ont été rangés dans cette catégorie (fig. 140). Certains éléments traces dont les teneurs sont le plus souvent sous le seuil de détection n'ont pas été pris en compte: niobium (Nb), plomb (Pb), cérium (Ce), scandium (Sc), soufre (S) et arsenic (As). Les éléments traces présentant des variations importantes de leurs teneurs sont: cuivre (Cu), zinc (Zn), strontium (Sr), zirconium (Zr), uranium (Ur), rubidium (Rb), thorium (Th), barium (Ba), vanadium (V), chrome (Cr), cobalt (Co), neodymium (Nd), thorium (Th), nickel (Ni), hafnium (Hf), nickel (Ni) et yttrium (Y).

Les échantillons provenant de Chevenez-Combe Ronde montrent les teneurs les plus élevées pour presque tous les éléments traces détectés: Y, Sr, Rb, Zn, Ni, Cr et plus particulièrement Ba, Zr, Cu et Hf. Le four de Courtedoux-Tchâfoué est aussi, dans une moindre mesure, enrichi en éléments traces, plus particulièrement en Zr, Y, Sr, Cr, Rb, Ni et Ba.

10.5 Interprétation et conclusion

La composition minéralogique et géochimique permet certaines observations et déductions. Trois composés dominent les assemblages minéralogiques: la calcite, la portlandite et le quartz. La présence de ces trois minéraux renseigne à la fois sur les matériaux d'origine mais aussi sur les processus de transformation liés à la production des mortiers. L'abondance de calcite indique une carbonatation de la plus grande partie de la chaux éteinte et cela quel que soit l'âge des structures. L'abondance de portlandite dans les fours de l'Epoque romaine à Porrentruy et à Boncourt témoigne d'une préservation exceptionnelle de la

chaux éteinte (Coutelas 2006) qui implique des conditions très sèches sur les sites où elle a été préservée. Le mortier du four F7 de Boncourt (1650-1800) renferme aussi de la portlandite et du gypse, ce qui témoigne d'un processus de fabrication différent. Ce fait est confirmé par l'analyse des éléments traces. Le quartz est certes présent dans les mortiers romains, mais il devient plus abondant dans les échantillons des structures les plus récentes (Renaissance et Temps modernes), ce qui pourrait suggérer que la fabrication de chaux hydraulique par adjonction d'argiles ou de calcaire argileux se pratiquait à l'Epoque romaine, mais se serait généralisée depuis la Renaissance. Les teneurs significatives en Si, Al et Fe observées dans les mortiers romains et leur plus grande abondance dans les résidus plus récents confirment cette observation. Ceux qui sont datés de la Renaissance et des Temps modernes montrent les plus hautes teneurs en éléments traces. Les calcaires étant relativement pauvres en éléments traces, ces derniers peuvent avoir deux origines: la matière première prélevée dans les argiles et les calcaires argileux proches des sites étudiés et le matériel ayant servi à la combustion. Les hautes teneurs en Zr, Sr, Rb, Ba et Cr sont liées aux argiles et aux sables d'adjonction. Les concentrations observées sont assez proches de la valeur moyenne observée dans les shales et les argiles (Wedepohl 1971, 1991). Par contre, les teneurs en Cu et U sont plus élevées que les teneurs moyennes des shales et des argiles. Ces éléments traces, surtout liés à la matière organique, pourraient en partie provenir du matériel de combustion.

La combinaison des analyses minéralogiques et géochimiques a permis de détecter une évolution de la nature des mortiers à travers le temps. La préservation exceptionnelle de portlandite dans le four F4 de Boncourt - Grand'Combes et dans le four 3 de Porrentruy - La Perche témoigne de l'existence de chaux éteinte à l'Epoque romaine. Les hautes teneurs en éléments majeurs et en éléments traces, de même que l'abondance de quartz, ont permis de bien différencier les mortiers récents des mortiers de l'Epoque romaine.

11 La production de chaux dans le Jura entre le XV^e et le XIX^e siècle

Données tirées des archives

Jean-Paul Prongué

11.1 Introduction

Sous l'Ancien Régime, la principauté épiscopale de Bâle – appelée souvent l'Evêché de Bâle – est un Etat géré suivant les règles du colbertisme : en principe, toutes les activités économiques sont surveillées et même réglementées par l'administration. On peut donc s'attendre à trouver de nombreuses mentions sur la fabrication de la chaux entre la fin du Moyen Age et la Révolution.

En fait, ces mentions ne sont pas rares, mais elles portent surtout sur les aspects administratifs et financiers de cette production (annexe 6). Les techniques de fabrication n'intéressent pas les baillis et les commis des Eaux et Forêts. Les nombreuses liasses consultées, la bureaucratie princière et parfois locale renseignent sur le prix de la chaux, l'identité des fournisseurs, l'utilisation qui de ce matériau. Des amendes sanctionnent les infractions portant notamment sur l'utilisation des bois de combustion.

On trouve néanmoins, ici ou là, des détails intéressants qui permettent d'avoir quelques lumières sur la production de la chaux dans le nord de la principauté – soit en gros l'actuel canton du Jura – entre la fin du Moyen Age et le début du XIX^e siècle.

Une approche plus complète de cette thématique nécessiterait des recherches qui dépassent le cadre du mandat confié. Il conviendrait de dépouiller de grandes quantités d'archives cantonales et communales pour pouvoir (peut-être) situer la question des fours à chaux dans celle, beaucoup plus large, des techniques de construction en usage entre le XVI^e et le XIX^e siècle.

11.2 Un contrôle strict, mais limité géographiquement

Dès le milieu du XVI^e siècle, il semblerait que la construction d'un four à chaux soit soumise à autorisation, au moins dans les seigneuries de Porrentruy et de Delémont⁴¹. En 1781, le bailli de Delémont, s'adressant à la cour, rappelle que l'article 51 de l'« Ordonnance forestale du 4 mars 1755 » : *défend véritablement aux sujets d'ouvrir des carrières dans les bois ou ailleurs et même de faire des chauffours sans permission de Son Altesse et sans être convenu avec la Maîtrise des Droits qui lui en compètent suivant les usages, à peine de 10 livres d'amende*. Mais il précise que cette ordonnance n'a été publiée que dans les seigneuries de Porrentruy et Delémont et non pas à Moutier-Grandval.

Si la chaux obtenue dans les chauffours sert prioritairement à la construction ou à la rénovation de bâtiments, elle peut également être utilisée, du moins à la fin du XVIII^e siècle, comme engrais dans les terres labourables. En 1784, un particulier de Montsevelier précise ainsi que le chauffour qu'il projette d'ériger *ne doit servir que pour l'usage du suppliant et la bonification de ses terres qui, peut être par leur nature humide, profiteront mieux de cet engrais chaud que d'un autre qui seroit froid*⁴².

A la même époque, un particulier de Vicques demande l'autorisation de construire un chauffour *afin d'en pouvoir vendre la chaux à ceux qui en auront besoin, notamment la communauté dans les circonstances actuelles* (allusion possible à une épidémie ?), *et dans la nécessité où elle est de purifier ses écuries*⁴³. De fait, il semble que la majeure partie de cette chaux est employée sur des chantiers.

On a vu qu'en Ajoie, il est impossible de construire un chauffour sans autorisation princière. En 1569, ces dispositions semblent récentes aux dires de la communauté d'Asuel. Elle demande au prince de lui accorder cette permission qu'elle justifie par le fait que les maisons de ce village sont construites en bois et en pierre⁴⁴. En allait-il autrement dans un passé encore récent ? Une telle démarche est cependant déjà effectuée par la communauté de Miécourt en 1559. Victime d'un incendie, elle demande au prince le droit d'édifier *ein kalchhowen nechst bey unseren bannholtz* (un four à chaux près de notre forêt communale)⁴⁵. Ces dispositions valent aussi pour les particuliers, comme ces trois sujets de Fahy dont les maisons ont brûlé en 1576. Ils appuient leur démarche en précisant qu'ils projettent d'ériger *ein kalchhoffenn bey uns in unfruchtpahre walt und hurst* (un chauffour dans notre village, près d'une forêt de peu de rendement et dans des buissons)⁴⁶. Au XVIII^e siècle, les demandes d'érection de fours à chaux semblent plus rares en Ajoie que dans la Vallée de Delémont. Par contre les taxes encaissées par le prince sont les mêmes qu'à Delémont : 5 sous, 7 sous 6 deniers, rarement davantage⁴⁷.

Dans le bailliage de Delémont, une vingtaine de communautés et une quarantaine de particuliers, parfois associés, demandent et obtiennent du prince l'autorisation de construire un four à chaux entre 1750 et 1780. Si aucune demande n'est présentée certaines années, elles s'accumulent durant quelques exercices, peut-être à cause des incendies. Les taxes exigées sont modestes : elles s'élèvent généralement à 5 sous, parfois 7 sous 6 deniers⁴⁸.

Les impétrants précisent souvent que les bois utilisés seront prélevés sur des pâturages, dans des taillis, des buissons, des bâtiments démolis, à la limite sur des biens allodiaux. Les refus sont rares. En 1782 pourtant, le bailli interdit à la communauté de Develier de construire un chauffour pour réparer la cure.

41 B 245/47 Affaires diverses (1751-1793), 1781, 12 décembre.

42 B 173/19 Bâtiments et permissions de bâtir (1728-1792), Montsevelier, 1784, 22 janvier.

43 B 173/27 Affaires diverses (1701-1789), Vicques, 1780, 11 octobre.

44 B 183/27.14 Mairie d'Alle – Weide und Kalkhofen in Hasenburg (1569), 1569, 2 décembre.

45 B 183/23.3 Fours à chaux (1559-1789), 1559, 22 février.

46 B 183/23.3 Fours à chaux (1559-1789), 1576, 24 octobre.

47 Comptes des recettes des seigneuries (Ajoie), en 1782-1783 : 7 sous 6 deniers pour la communauté de Damvant-Réclère qui refait la maison de cure ; en 1779-1780 : 5 sous chacun pour deux particuliers de Valbert et Fréteux qui refont leur maison.

48 B 173/27 Affaires diverses (1701-1789), 1750-1780.

Il estime que *cette communauté peut se servir de la dépouille des bois qui seront employés pour la réparation du presbytère pour le chaufour qu'elle médite de faire et que si ces dépouilles ne sont pas suffisantes, avec autres bois de rebut, qu'elle pourra trouver pour produire et lui fournir la chaux nécessaire aux susdites réparations, elle en trouvera à un juste prix dans le magasin à chaux de cette ville qui est toujours et assez bien pourvu; et d'autres comme elle qui sont dans la proximité ont agi ainsi pour batire ou réparations de maisons*⁴⁹.

Dans la Franche Montagne, la construction de fours à chaux n'est pas soumise à autorisation princière. La question essentielle est celle de la consommation de bois : pour autant que les particuliers ne s'approvisionnent que sur les biens privés, il semble que l'administration et les communautés n'élèvent aucun obstacle à l'érection de ces fours. En 1762, le bailli de Saignelégier fulmine contre les *grands chaufours (...)* *que l'on fait comunément aujourd'hui au grand préjudice des bois, (sont) des loups de bois par la consommation*. Il regrette que les particuliers construisent des chaufours au printemps et qu'ils vendent une partie de leur chaux à des tiers⁵⁰.

Cette bienveillance princière en matière de chaufours est manifeste dans la prévôté de Saint-Ursanne. L'ordonnance forestière pourtant circonstanciée édictée par Blarer de Wartensee dans cette seigneurie en 1595 ne traite pas des chaufours. Il en va de même pour celle de 1777, imprimée à Porrentruy⁵¹. A la veille de la Révolution, un mémoire regrette ce laxisme étonnant. Il constate qu'*on a fait des esserts et des fours à chaux trop proche des forêts; cette proximité fait qu'on coupe toutes les branches des arbres, ce qui les fait sécher et occasionne d'autres abus qu'on commet dans les bois voisins. C'est pourquoi il seroit à propos de marquer une certaine distance à observer à l'avenir pour les éloigner des bois*⁵².

Dans les bailliages où la construction d'un chaufour est soumise à autorisation, le fait d'omettre cette démarche est sanctionné par de lourdes amendes. Au printemps 1762, la communauté de Soulce a construit un chaufour *pour la nécessité tant de la communauté que des particuliers, avec une sage économie pour la conservation des bois qu'ils ont, ainsi que leurs ancêtres, toujours eu en partage, de se servir d'un bois extrêmement éloigné et placé dans un endroit et terrain tellement difficile pour le transport que des particuliers à qui ont avoit marqué leur bois d'affuage dans le même endroit n'ont pas voulu l'y prendre à cause de la difficulté de l'en tirer*. Dénoncée par les officiers du prince, cette communauté est condamnée à 600 livres d'amende et aux dépens⁵³.

Cette sanction réprime certes les infractions par les autorités locales de la réglementation en vigueur. Mais la préservation des forêts domaniales, communales ou privées – indépendamment de la législation sur les fours à chaux – est un sujet sensible aux XVII^e et XVIII^e siècles. Le bois de chauffage, de construction et d'artisanat manque cruellement, même dans une région aussi boisée et peu peuplée que l'Évêché de Bâle. Les coupes massives opérées pour alimenter en charbon les forges princières et en cendres les verreries concessionnées expliquent cette situation préoccupante.

Mais communautés et particuliers ne sont pas seuls à utiliser la chaux. Les bâtiments princiers font eux aussi une grande consommation de la chaux, indispensable dans les chantiers publics.

11.3 La chaux dans la Franche Montagne du XVIII^e siècle : maîtres-maçons et corvéables

Le prince construit ou rénove constamment, aussi bien en ville de Porrentruy que dans les chef-lieux de bailliages. Qui plus est, « Monseigneur » investit beaucoup d'argent dans ses bergeries et autres bâtisses disséminées dans les villages « jurassiens ». D'où provient cette chaux ? L'exemple franc-montagnard apporte un début de réponse à cette question.

D'une façon générale, il semblerait que les chantiers publics recourent à des corvéables pour effectuer les travaux non qualifiés. La construction et l'exploitation d'un four à chaux ne devrait cependant être confiée qu'à un spécialiste. En 1653, l'ancien maire de Rocourt déclare que les hommes de Haute-Ajoie ont érigé un four à chaux à Bressaucourt *lors qu'on bastit le nouveau chasteau de Pourrentruy*, sans doute au lendemain de la guerre de Trente Ans. Cette main-d'œuvre est inexpérimentée et l'un des corvéables, *Jean Bendat estant deans ledit chaufour pour charger de la chaulx, ledit chaufour tombat sur luy que le tuat*⁵⁴.

Dans la Franche Montagne, les comptes des collectivités locales – paroisses et communautés – du XVIII^e siècle livrent de nombreuses indications sur les corvéables qui travaillent sur les chantiers princiers, comme la maison de la châtelainie, le grenier public, etc. En 1699, des particuliers de Muriaux effectuent 30 journées de travail pour le chaufour érigé à Saignelégier pour approvisionner le chantier d'un bâtiment de « Monseigneur ». De fait, ces corvéables sont « payés » entre 3 et 6 sous par journée par la communauté, soit à des tarifs de moitié inférieurs aux gages des ouvriers libres⁵⁵. La communauté des Bois prend elle aussi à sa charge les « salaires » des corvéables locaux qui travaillent en 1698-1699 pour rénover la châtelainie de Saignelégier et la « maison du pays ». Elle verse notamment 8 sous par jour à un particulier, sans doute membre de cette communauté, qui a passé *huict journées à cuire le chauffour*⁵⁶. Ces 8 sous étant le salaire journalier d'un bon manœuvre, peut-on en déduire que ce personnage est un Montagnard qui travaille comme chaufournier ? Il est permis d'en douter. A la même époque, la communauté des Breuleux verse 15 sous 9 deniers au châtelain *pour ung barreu (tombereau) de chaux que le communal devoit mener depuis La Bosse pour le bastiment de S.A.*⁵⁷ Ce montant paie-t-il la chaux ou son transport ? En 1698-1699, la paroisse du Noirmont verse 3 livres 10 sous et 6 deniers à l'un de ses fidèles *pour avoir mené l'eau pour tuer la chaux des nouveaux bastiments de S.A.*

49 B 173/19 Bâtiments et permissions de bâtir (1728-1792), 1784, 7 décembre.

50 B 194/22 Affaires diverses (1703-1789), 1762, 15 janvier.

51 B 288/87-92 Bois et forêts (1139-1819), 1595 et 1777.

52 B 288/87-92 Bois et forêts (1139-1819), s.d., vers 1780.

53 Pièces justificatives des comptes des seigneuries (Delémont), 1763, 20 juillet, n° 106.

54 B 183/5 Corvées, tailles et contributions (1508-1791), 1653, 22 décembre, déposition de Jean Vuillaume.

55 B 194/27 Comptes des ambourgs (Montfaucon et Muriaux, 1697-1729), communauté de Muriaux, 1699.

56 B 194/26 Comptes des ambourgs (Les Bois Ruedin, Les Bois, Cerniéwillers, La Chaux-des-Breuleux, 1695-1729), communauté des Bois, 1698-1699.

57 B 194/31 Comptes des ambourgs (Les Breuleux, 1697-1732), 1700.

Les comptes fixent *une journée et despens* de ce travail à 7 sous 6 deniers⁵⁸.

Au milieu du siècle, les choses sont plus claires. Il est évident que le bailli, qui ne renonce pas aux corvées, passe commande de la chaux chez des professionnels franc-montagnards, maîtres-maçons ou meunier (?) de leur état. En 1748, cet officier, qui supervise un nouveau chantier princier, écrit: *Il faut de courvés pour la reparation de la chatelainie à Saignelegier. Primo pour quinze bairreux (tombereaux) de chaux, un chez l'officier Farine à Muriaux, deux chez les Vermeille de Desous le Belmont, douze chez Joseph Villiez, munier aux Pomerats. Nota. Il y ast un bairreux proche le chauffour.* Il ordonne également de *nettoyer et faire un trou pour mettre la chaux*, sans doute aux abords du chantier⁵⁹. En pareil cas, il semblerait que les corvéables soient affectés à des tâches subalternes chez ces fournisseurs de chaux, ici les maîtres-maçons Farine et Vermeille et le meunier Villiez. Les villageois réquisitionnés sont probablement partiellement défrayés par leurs communautés respectives.

La châtelainie achète parfois de la chaux à des fabricants franc-montagnards qui ne recourent apparemment pas à de la main-d'œuvre corvéable. Les comptes de la seigneurie de 1753 signalent ainsi un achat de 980 setiers, à 1 sou 2 deniers le setier, à Dominique Froidevaux, de La Bosse, et de 512 setiers, à 1 sou 3 deniers le setier, à Jean-Baptiste Farine, de Saignelégier⁶⁰.

La construction et la gestion de ces fours à chaux ne nécessite donc pas de spécialistes extérieurs à la Montagne. En 1716, la paroisse des Bois verse 10 livres 10 sous à *M(aître)re Jean Monat, des Praislats pour avoir fait le chauffour de l'église du lieu*⁶¹. Jean Monat est certainement maître-maçon et non pas chauffournier; ce terme n'apparaît du reste jamais dans les comptes. La communauté de Saignelégier paie 3 sous 4 deniers en 1717 à un particulier des Cufattes qui a fourni quatre penaux de chaux pour réparer la fontaine qui se trouve au milieu du chef-lieu⁶². On sait que les Franc-Montagnards édifient des chauffours pour leur propre usage, probablement avec l'aide d'un maître-maçon régional. Mais ils vendent parfois le surplus à des tiers, comme s'en plaint du reste le bailli de Saignelégier en 1762.

Mais le recours à des chauffours «publics», avec ou sans corvéables, ainsi que l'achat de chaux à des particuliers, spécialisés ou non, ne suffit plus à alimenter les chantiers de «Monseigneur». Au XVIII^e siècle, ses chantiers, de même que ceux des communautés locales et des particuliers, peuvent acheter de la chaux chez les tuiliers.

11.4 De nouveaux producteurs de chaux: les tuiliers

La première mention de chaux livrée par une tuilerie est signalée à Saint-Ursanne au début du XVI^e siècle. On peut rappeler que, dans cette seigneurie, on peut édifier un four à chaux sans demander d'autorisation au prince.

En 1522, les décomptes de frais de rénovation du château épiscopal de Saint-Ursanne précisent que «Monseigneur» paie 6 livres 10 sous à *Georgen ziegler umb xxv benden kalch*⁶³.

La nature de ces *benden* (des tombereaux?) ne se laisse pas deviner, mais le recours au tuilier (*ziegler*) local ne fait aucun doute. Elle est confirmée en 1576-1577, toujours dans les comptes du bailli princier qui achète (*kaufft*), 4 *mütt* et demi *dem Josse, ziegler, (...) für den hoff und schloss*. Chaque *mütt* (muids?) vaut 10 sous⁶⁴. Mais dans le même temps, cet officier achète également de la chaux à un particulier d'Ocourt qui lui en livre 2 *mütt* à 8 sous le *mütt*⁶⁵. Si la chaux provient prioritairement de la tuilerie locale, le bailli s'approvisionne aussi chez un fournisseur régional qui en livre à un prix moindre que celui facturé par le *ziegler* de Saint-Ursanne. La contenance de ces *mütt* est impossible à évaluer.

Ce recours aux tuiliers pour produire de la chaux se généralise dans le courant du XVIII^e siècle. En 1709, lorsque l'abbaye de Bellelay reconstruit son abbatale, *Ursanne Chétela de St Ursanne, m(ai)tre tuillaire*, est engagé pour fabriquer tuiles, briques et chaux dans les deux *fornés* des Prémontrés à Bellelay. Ce spécialiste devra *tirer toutes les pierres nécessaires (...) au plus proche que possible, et les plus éloignées sur le Salignon* (doyenné de Delémont), *et cela autant que possible pendant les tems d'authomme et d'hivers afin d'en faire provision*⁶⁶.

Ce tuilier *enfornera et defornera comme du passé et sera attenu de refroter ou replatrir les fornés* de Bellelay. C'est dire qu'il devra restituer les fours dans l'état qui était le leur au début des travaux. L'artisan touchera 70 livres par cuite *au gros forné* et 35 livres *au petit forné*. Le contrat ne fait pas de différence entre cuites de briques, de tuiles ou de chaux. Est-ce à dire qu'on cuit des tuiles ou des briques en même temps que la chaux? Ce spécialiste et ses gens seront logés et nourris à l'abbaye selon des dispositions qui restent à définir à l'automne 1709⁶⁷. On ne construit donc pas de four à chaux à Bellelay, comme on le fait encore à la même époque dans les Franches-Montagnes et certainement ailleurs dans la principauté. La chaux est produite dans une tuilerie.

Au cours du XVIII^e siècle, ce mode de production de la chaux se généralise en Ajoie et dans la Vallée de Delémont. La bergerie princière d'Alle est réparée en juin 1760 et la chaux indispensable à ces travaux est transportée de la *tieleries du chatos*⁶⁸. Cette tuilerie appartient au prince qui l'amodie à un spécialiste travaillant sous contrat.

58 B 194/28 Comptes des ambourgs (Le Noirmont, 1694-1729), paroisse du Noirmont, 1698-1699.

59 B 194/22-1 Affaires diverses (1703-1789), 1748, 23 mai.

60 Comptes des recettes des seigneuries (Franche Montagne), 1753.

61 B 194/26 Comptes des ambourgs (Les Bois Ruedin, Les Bois, Cerniéwillers, La Chaux-des-Breuleux, 1695-1729), communauté des Bois, 1716.

62 B 194/31 Comptes des ambourgs (Saignelegier, 1695-1729), 1717-1718.

63 Comptes des recettes des seigneuries (Saint-Ursanne), 1522.

64 Comptes des recettes des seigneuries (Saint-Ursanne), 1576-1577.

65 Ibid.

66 Le doyen de Salignon s'étendait sur la Vallée de Delémont et la Courtine de Bellelay.

67 B 133/65 Protocoles des contrats, achats et ventes (1706-1714), 1709, 3 novembre, p. 98.

68 Pièces justificatives des comptes des seigneuries (Ajoie), 1760.

Les tuileries privées se multiplient dans la seconde moitié du XVIII^e siècle. L'« Ordonnance forestale » de 1755 oblige en effet, en principe, les maîtres d'œuvre à recouvrir les toits de leurs bâtisses de tuiles et non plus de chaume ou de bardeaux. Mais ces tuiliers produisent également des briques et de la chaux. La tuilerie de Charmoille, dont l'existence remonterait au XVI^e siècle déjà, livre en 1765 des tuiles et 49 bichots de chaux, à 30 sous le bichot, sur un chantier du prince à Vendlincourt⁶⁹.

Les concessions octroyées par la cour fixent les tarifs imposés à ces artisans. En 1764, le tuilier autorisé à s'installer à Chevenez doit ainsi vendre ses tuiles 12 sous la centaine. Le prix du *penal de chaux ou pierre calcinée* est fixé à 1 sou⁷⁰. En 1778, son nouveau collègue de Fontenais *vendra les thuilles, chaux, briques ou autres marchandises provenant de sa thuilserie au prix ordinaire qu'on le vend dans les autres thuileries du Pays d'Ajoie*⁷¹.

À la même époque, on sait que « maître Jacques Stoudre », de Delémont, fournit des tuiles, des briques et de la chaux aux chantiers princiers de sa ville. Le bailli de cette seigneurie lui verse ainsi 46 livres, en avril 1762, pour la livraison de 46 tombereaux de chaux⁷². Le même artisan reçoit, en juin 1763, 10 livres du bailliage pour avoir amené 6 bennes et 20 penaux de chaux, la benne étant facturée 1 livre 10 sous⁷³. On peut ainsi déduire que le penal vaut alors 1 sou et que cette mesure – la « benne » – a ici une contenance de 30 penaux. Stoudre reçoit encore 3 livres 6 sous en septembre 1763 pour 3 tombereaux de chaux à 22 *penaux le tommeau*, le penal valant, ici encore, 1 sou. En 1765, le tombereau de chaux contient 23 penaux facturés à 1 sou l'unité sur les chantiers de « Monseigneur » par la tuilerie de Delémont⁷⁴.

Dans la Vallée de Delémont comme ailleurs, la demande de tuiles et de chaux augmente, ce qui incite le prince à autoriser en 1784 la construction d'une tuilerie à Mervelier. Là aussi, le prix des tuiles et des *briques ou caraux ordinaires* est fixé. De même que celui de penal de chaux qui devra être vendu 1 sou 6 deniers le « penal »⁷⁵.

Au XVIII^e siècle, la chaux utilisée par le prince et les particuliers provient aussi bien des chauffours que des tuileries. Pourquoi et comment ces tuiliers produisent-ils de la chaux ?

En 1787, déposant dans le contexte d'un litige, les tuiliers de Chevenez, Réclère et Charmoille déclarent qu'ils produisent des tuiles et de la chaux. Ils ne font aucune allusion à la fabrication de briques. Le tuilier de Charmoille effectue entre six et huit cuites par année à raison de 10 000 tuiles par cuite, *quelques fois moins s'il cuit une plus grande quantité de chaux*. Cette remarque prouve que le four cuit simultanément et des tuiles, et des pierres à chaux. Les tuiles sont vendues 10 livres le millier. Cet artisan déclare qu'il a besoin de 18 à 20 toises de bois (soit 66 à 75 stères⁷⁶) par cuite, *surtout quand il fait beaucoup de chaux, luy étant arrivé d'en employer jusqu'à 25 et 30 quand il fait beaucoup de chaux*. Son collègue de Chevenez, qui fait six cuites par année, vend ses tuiles à raison de 6 livres pour le millier et le penal de chaux à raison d'un sol. Quant au tuilier de Réclère, qui entreprend *année commune*, 6 cuites, il déclare que *chaque cuite sera d'environ 12 à 13 000 thuilles et de la chaux environ 5. à 600 penaux*⁷⁷.

Peut-on admettre que ces trois tuileries – qu'en est-il des autres ? – fabriquent en moyenne 500 penaux de chaux par cuite, six fois dans l'année, soit 3000 penaux par atelier ? Dans la principauté, le penal ou setier a une contenance d'environ 17-18 litres⁷⁸. De l'avis des déposants, une cuite nécessite une vingtaine de toises de bois, soit 74 stères environ. Comme une cuite chauffe à la fois de l'argile pour les tuiles et des pierres calcaires pour la chaux, il est impossible de déterminer combien de bois nécessite la production d'un penal de chaux dans une tuilerie. La combinaison, en termes techniques, de la cuite des tuiles et de celle de la chaux ne fait aucun doute, mais comment procèdent ces tuiliers ?

Pour ces spécialistes, le gros problème est la fourniture du bois : les communautés, qui doivent les approvisionner à des taux fixés dans les concessions, ne remplissent pas toujours leurs obligations, ce qui contraint ces artisans à se tourner vers le marché libre, souvent à des prix élevés.

Il semblerait que la fabrication de la chaux soit indispensable pour rentabiliser une tuilerie. En juillet 1788, les tuiliers mentionnés plus haut se plaignent du tuilier de la cour de Porrentruy qui leur fait concurrence injuste en produisant de la chaux : *jamais jusqu'à ce jour on a vendu la chaux provenant de la cuite des thuilles de la tuilerie de la cour, ce qui faisaient que les soussignés pouvaient débiter cette marchandise et récupérer ainsi les frais de leurs thuileries*⁷⁹. Dans son rapport, l'architecte princier confirme que la tuilerie de la cour à Porrentruy vend certes de la chaux, mais uniquement à des incendies ou quelques nécessaires auxquels elle étoit délivrée à un prix modique⁸⁰. L'administration princière tranche l'affaire en estimant que son tuilier ne vend pas assez de tuiles sur les chantiers publics et que, pour subsister, il doit faire au moins six cuites par année et vendre de la chaux en sus de ses tuiles⁸¹.

La production de chaux dans les tuileries, attestée au début du XVI^e siècle, prend beaucoup d'importance au XVIII^e siècle. Peut-on supposer que la nécessité de ménager le combustible explique la simultanéité de la production des tuiles, voire des briques, et de la chaux ? Quoi qu'il en soit, les tuileries ne remplacent jamais complètement les fours à chaux.

69 Ibid., 1765, 18 novembre.

70 B 183/11 Bâtiments et permissions de bâtir (1728-1792), 1764, 8 mars.

71 Ibid., 1778, 19 novembre.

72 Pièces justificatives des comptes des seigneuries (Delémont), 1762, 22 avril, n° 33.

73 Ibid., 1763, 9 juin, n° 35.

74 Ibid., 1765, 1^{er} novembre, n° 49.

75 B 245/38 Ponts et chaussées, permissions de bâtir (1696-1792), 1784, 5 décembre.

76 En 1789, la toise ou corde de bois de Porrentruy équivaut à 3,7 stères : François François, *Tables de réduction des anciennes mesures en nouvelle*, Strasbourg, an X, p. 131, table CXIX. Voir aussi : *Tableaux des anciennes mesures du ci-devant Mont-Terrible...*, Colmar, an X (copie partielle aux AAEB).

77 B 183/11 Bâtiments et permissions de bâtir (1746-1792), 1787, 9 avril.

78 François François, *Tables de réduction des anciennes mesures en nouvelle*, Strasbourg, an X, p. 128, table CVI.

79 B 183/11 Bâtiments et permissions de bâtir (1746-1792), 1788, 24 juillet.

80 Ibid., 1788, 1^{er} août, rapport de P.-F. Paris.

81 Ibid., 1788, 1^{er} août, réponse de A. Moser.

11.5 Aspects techniques sur le fonctionnement des fours à chaux

Les actes livrent quelques (rares) indications techniques sur les chaufours en usage dans la région entre la fin du XV^e siècle et le début du XIX^e siècle. Qui édifie et gère ces chaufours? Quel est l'aspect de ceux-ci? Quelles sont les quantités de chaux produites par ces installations?

Les plus anciennes données retrouvées dans le cadre de ce travail portent sur un chaufour construit à Porrentruy en 1488 pour les besoins des chantiers urbains. De fait, le sens de bien des termes est difficile à saisir, mais les archéologues pourront peut-être débrouiller les renseignements livrés par le trésorier de la cité ajolote.

En 1488, probablement en janvier, la ville passe un marché avec trois Bruntrutains, apparemment des *maçons*, pour *murier* (édifier) un chaufour dans le «*Val de Fontenais*»⁸². L'ouvrage doit avoir *vingt et deux piedz de gros deant* (à l'intérieur) *les roiches et de six piedz de messus et dois* (depuis) *le fond trente et trois pied de hault compris le cumulon (?)*. En Ajoie comme ailleurs, le pied est une mesure de longueur qui équivaut à environ 30-33 cm. La ville s'engage à faciliter le travail des *chafforniers*: *On leurs doit vuider le creux, soingnye toutes matière en plaice* (amener les matériaux nécessaires sur place) *et ilz* (les maçons) *debvant traire* (extraire) *toutes pierres et mectre en oeuvre, et debvant mectre les ronduis (?) comme estoit ou précédant chauffour, et lequel chaffour* (ici, sans doute la chaux proprement dite) *debvant rendre cuyz et tout asseniz bien et soffisamment de chafforniers* (selon les coutumes des chaffourniers). Ces trois maçons recevront ainsi 37 livres pour leur peine, soit l'équivalent de 200 à 250 journées de travail d'un ouvrier qualifié de l'époque. Le conseil bourgeois boit un verre avec eux *affin que feissent tant meilleur ouvraige* et un prêtre bénit le chantier⁸³.

Deux ouvriers travaillent également à ce chaufour et ils reçoivent 30 sous pour avoir *faict la ramure du chaffour*⁸⁴. La ville paie certains matériaux et certains services. Un meunier reçoit ainsi 7 sous 8 deniers pour «*deux cents et dix gleux* (paille de seigle qui sert à faire des liens) *que costent*⁸⁵. Un villageois, *Jehan Verné, de Bure, a pledié de couvert le chaffourt de gleux et d'estrain* (paille), *à luy donné pour ce: 15 s.* Le conseil paie encore 50 sous à des gens de Fontenais qui amènent *ung millier de fers* devant l'installation, plus 23 autres sous à trois ouvriers qui *ont faict ung millie de fers, duquel l'on en a mener au chaffour environ deux cents au chaffour*⁸⁶. Ces fers – des clous? – servent aux chantiers en général, ce qui ne renseigne guère sur leur nature exacte. La ville débourse en outre 3 sous pour acheter *deux pieces de bois de folz* (hêtre) *pour fere les larres* (arcs), sans doute des voûtes en bois⁸⁷. Elle donne encore 12 sous à un Vendlincourtois pour *un cent de laites* (lattes) *pour ledit chaffour*⁸⁸. En 1493, on sait que Porrentruy paie *quaitre cherrées* (charretées) *de laons* (planches) pour couvrir un chaufour⁸⁹.

Malgré tous ces efforts, le résultat de la cuite est très médiocre. Le trésorier se fait l'écho des suppositions des bourgeois: *assavoir que pour ce que ledit chaffour est estey ung pot mal cuyz en aulcun*

lieu (en certains endroits), *l'on leurs a rabbattu* (aux maçons) *de la somme ou pleis* (le devis de 37 livres) *soixante et quatorze solz et six deniers* (soit 3 livres 14 sous 6 deniers). *Nota que pluseurs disoient que la volte estoit trop aulte. Item auxi pluseurs disoient qu'il avoit trop de veulz* (vide). *Aultres disoient que le cumulon (?) estoit trop bas et pot furni par les flens* (mal garni dans ses côtés): *aultres disoient que ledi cumulon (?)*, *à l'encommencement ou estoient les grosses pierres, ne fut pas bien marier (?) ne soles* (sens inconnu), *par quoy l'on disoit que icelles faultes le dampnaige ilz estoit venuz, et pour ce quant l'on en pledera ung aultre soit bien visitez* (à l'avenir, il faudra prendre des précautions)⁹⁰. Ces remarques désabusées prouvent une chose: à la fin du Moyen Age, les maçons bruntrutains maîtrisent mal la gestion d'un chaufour.

La situation s'améliore par la suite, comme on l'a vu plus haut: de nombreux particuliers, peut-être aidés ou conseillés par des maçons, construisent leurs propres fours à chaux entre le XVI^e et le XVIII^e siècle. Les données techniques sur ces petits fours sont rares.

En 1773, un particulier de Glovelier demande du bois à sa communauté, puis au bailli de Delémont. Il veut faire un chaufour de *cing à six pieds de vuide*⁹¹. Quelques années plus tard, en 1781, un fermier de Fréteux, dans la commune de Fontenais, demande l'autorisation de construire un four à chaux d'*environ 9 pieds de diamètre de vuide*. Il précise qu'il lui faudrait «*cing à six semaines*» pour effectuer ce travail et qu'il *useroit environ 30 à 40 cordes de bois* (soit 110 à 148 stères⁹²) *pour la suite de sa chaux*⁹³. Ce particulier consommerait donc, pour ne produire que de la chaux, presque deux fois plus de bois par cuite qu'un tuilier qui fabrique et des tuiles et de la chaux dans le four de sa tuilerie. Cette surconsommation de bois par penal de chaux produite serait-elle due au manque de professionnalisme de ces ruraux?

A la fin du XVIII^e siècle, on dispose de quelques données techniques sur les chaufours alors édifiés dans la principauté. Ces précisions sont liées à l'arrivée de spécialistes étrangers, des chaffourniers itinérants originaires du département français du Jura⁹⁴. En 1791, Dominique Rémond et son associé Pierre Joseph David, tous deux de Valfin-lès-Saint-Claude promettent de construire un four à chaux pour Floribert Sébastien Chapatte, de Sous-le-Terreau, dans la commune du Noirmont.

82 ABP VI 46 Comptes de la ville (1481-1503), 1488, p. 115.

83 Ibid., 1488, p. 116 et p. 117.

84 Ibid., 1488, p. 119.

85 Ibid., 1488, p. 120.

86 Ibid., 1488, p. 118.

87 Ibid., 1488, p. 118.

88 Ibid., 1488, p. 119.

89 Ibid., 1493, p. 40.

90 Ibid., 1488, p. 120.

91 B 173/27 Affaires diverses (1701-1789), 1773, 15 mars.

92 François Français, *Tables de réduction pour le département du Haut-Rhin*, Strasbourg, an X, p. 131, table CXIX.

93 B 183/23.3 Fours à chaux (1559-1789), 1781, 26 mars.

94 Jules Surdez fait la même remarque dans son article sur les chaufours: *L'ancien chaufour ou four à chaux dans le Jura bernois*, *Schweizerisches Archiv für Volkskunde* 44, 1947, p. 245-255.

L'acte notarié précise que ce chaufour *sera construit audit lieu de Sous le Terreau ou endroit qui par ledit Chapatte sera indiqué & cela dans le courant de septembre prochain sans faute & ce par le moyen des pierres & bois qu'il faudra pour ce faire, fournis sur place par ce même Chapatte, en s'expliquant que les piquets & fassades seront aussi fournis par ce dernier, mais les fassades en rameaux de fûe ou fuatte (épicéa), lequel foura (?) chaux sera de la grandeur de seize pieds de hauteur & de largeur capable que le bois pour le cuire tombe dans le four de quatorze pieds de long le tout à un pied de Roÿ (soit 32 cm) ; & qui sera bien cuit conditionné & parfaitement fait en toutes manières au dire d'experts. Nourris et logés chez le maître d'œuvre, les deux chaufourniers recevront 56 livres bâloises pour leur travail*⁹⁵.

Les mentions de ces chaufourniers du Jura français se multiplient par la suite. En avril 1826, la commune de Vermes passe un contrat avec François Chambard, de «Largier» (Largillay-Marsonnay?), dans le département du Jura, pour la construction d'un four à chaux d'une contenance de 2500 boisseaux, ancienne mesure. Le chaufournier prend à sa charge les piquets et les fosses et toutes les pierres, sauf ce qui devra être voituré par la commune. Celle-ci lui livrera le bois sur place. Un contrat identique est signée avec le même artisan en janvier 1827. Il précise que le chaufour devra être érigé durant le mois de mars. La municipalité prévoit de stocker 800 boisseaux de chaux dans une fosse humide pour les bourgeois qui en auront besoin pour leur ménage. Il semble que le chaufournier soit payé trois «kretzer» par boisseau livré⁹⁶.

En avril 1828, la commune de La Chaux-des-Breuleux conclut un marché avec Joseph Marie Amédée Geautier, de Valfin, arrondissement de Saint-Claude, dans le Jura français. Ce chaufournier s'engage à construire un four aux Cerneux, à quelque distance de la maison communale, et à livrer entre 1800 et 2000 boisseaux de chaux, ancienne mesure. La commune voiturera sur place *le bois en broussailles (...) les perches ou piquets nécessaires (...) les planches nécessaires pour faire le pont pour monter sur le four. Geautier devra tirer les pierres pour la voute et gorge dans les endroits qui lui seront indiqués et la commune voiturera lesdites pierres proche la place dudit four.*

La municipalité fournira de la paille à ce chaufournier *pour se coucher* durant le temps de la construction du four. Geautier sera payé en deux temps : la moitié après le mesurage et l'autre moitié à la foire de la Madeleine de Saignelégier, le 28 juillet 1828. Cette clause s'explique par le fait que la commune vend cette chaux à des particuliers qui ne paient pas leur acquisition très rapidement⁹⁷. La cuite du Jurassien a produit 2216 penaux de chaux que la commune vend à des particuliers de la région à 6 sous le penal. Elle en stocke en outre 342 penaux *dans un creux proche des Cerneux*⁹⁸.

En 1835, la commune de La Chaux-des-Breuleux passe encore un contrat avec un chaufournier du Jura français, Maximien «du Puix», de «La Rixone» (commune de La Rixouse), dans l'arrondissement de Saint-Claude. Celui-ci s'engage à livrer au moins 2000 penaux de chaux, ancienne mesure, qui devront être livrés à la fin du mois d'août. Les conditions ne diffèrent pas de celles faites en 1828. Là encore, le paiement se fait aux pièces,

à 3 «creutzer» le penal pour moitié, et à 3 «creutzer» et demi l'autre moitié de la chaux livrée. Curieusement, la commune lui déduira un forfait de 2 livres suisses sur la somme totale. La cuite de «Dupuix» n'a fourni que 1556 penaux de chaux⁹⁹.

Il semble qu'au fil des années, les conditions faites aux chaufourniers se durcissent. En 1854, la commune de La Chaux-des-Breuleux conclut un contrat avec François Geautier, maître chaufournier de Valfin, dans le Jura français. Cet artisan s'engage à fournir 2500 penaux de chaux à partir d'un chaufour qu'il construira au lieu-dit A la Carube, dans les pâturages communaux. Le bois façonné sera livré sur place avec les *perches pour monter ledit four (...)* des bardeaux et une bille de planche pour (illisible). La commune ne voiturera pas les pierres ; elle amènera simplement de la paille *pour lit des chaufournié*. La chaux devra être livrée au plus tard le 5 juin et elle sera payée 14 centimes le boisseau (penal), plus 5 francs d'*étrennes*. Geautier aura quatre jours pour effectuer le *démolissement* de ces installations, avec une astreinte de 2,54 francs par jour de retard... Tout indique que le Jurassien travaille avec des ouvriers à sa charge¹⁰⁰.

Les quantités fournies par les chaufours de ces Français sont considérables : entre 1500 et 2200 penaux. Les maîtres d'œuvre sont des communes qui revendent ensuite cette chaux à leurs ressortissants ou à des particuliers des environs. Ces chaufourniers, itinérants semble-t-il, sont toujours originaires du Haut-Jura, dans la région de Saint-Claude. Il semblerait que le métier se transmette de père en fils, comme les Geautier/Gautier de 1828 et 1854. Pourquoi ces maîtres-chaufourniers français apparaissent-ils à la fin du XVIII^e siècle ? Peut-on imaginer qu'à partir de cette époque, les tuileries régionales ne fournissent plus de chaux et que seuls les spécialistes étrangers sont capables de construire des chaufours qui livrent 2000 penaux de chaux par cuite ? Les gens du pays se contenteraient-ils d'ériger, jusqu'au début du XX^e siècle, de petits fours à chaux traditionnels, trop gourmands en bois au regard de leur rendement ?

11.6 Synthèse

Du XV^e au XIX^e siècle, dans la Jura, la chaux semble avoir constitué un matériau relativement ordinaire, peu coûteux et facile à obtenir. Si elle est surtout utilisée pour la construction, les hommes de la fin de l'Ancien Régime s'en servent également pour désinfecter leurs étables et pour amender leurs terres «froides».

L'État princier n'a pas d'approche unique en matière de carrières et de fours à chaux. Chaque bailliage est régi par une réglementation particulière, stricte en Ajoie et dans la Vallée, apparemment laxiste dans la prévôté de Saint-Ursanne et la Franche Montagne.

95 Not. 878 Cattin, François Joseph Hubert (1789-1791), 1791, 4 mai.

96 Archives communales de Vermes, cote 101, actes du 28 avril 1826 et du 18 janvier 1827.

97 Archives cantonales jurassiennes, CdB 21.5 Fours à chaux (1828-1854), 1828, avril, n° 1 (document partiellement illisible).

98 Ibid., 1828, n° 3.

99 Ibid., 1835, 27 juillet, n° 6.

100 Ibid., 1854, 1^{er} mai, n° 10.

De fait, la seule chose qui préoccupe l'administration princière est la consommation du bois. Du XVI^e au XIX^e siècle, il est frappant de constater que les textes mentionnent souvent le recours à des taillis, des buissons, des débris de construction, etc. Le bois « de feu » tiré des forêts princières, communales ou privées n'est pas utilisé dans les fours à chaux, ou alors à contre-cœur.

Il est possible que l'évolution des techniques de construction des maisons ordinaires – en bois, mais également pour une part de plus en plus considérable en pierre – a impliqué une augmentation notable de la chaux de chantier à partir du XVI^e siècle. Les bâtisses féodales, princières, paroissiales et bourgeoises ont certainement, comme dans le cas de la tuile, utilisé de la chaux longtemps avant les mesures des simples ruraux, voire des citadins modestes.

Il semblerait que la technique du four à chaux soit mal maîtrisée dans la principauté à la fin du Moyen Age, comme le montre l'exemple bruntrutain de 1488. Par la suite, les maçons régionaux sont à même, aussi bien sur les chantiers princiers que sur ceux des particuliers, de produire de la chaux à des prix raisonnables. Il est possible que l'augmentation de la demande, mais également la nécessité d'utiliser le combustible ligneux avec le maximum de rendement, aient favorisé, dès le XVI^e siècle, le recours aux tuiliers pour produire de la chaux. Les tuiles sont cuites dans les mêmes fours – et avec le même combustible – que ceux produisant la chaux.

Au XIX^e siècle, la production de chaux dans les tuileries, qui se sont multipliées depuis les années 1750, se poursuit-elle dans le Jura ? La question reste posée. Quoi qu'il en soit, c'est à partir des années 1790 que les communes – et les particuliers ? – recourent à des « maîtres chauffourniers » originaires du Haut-Jura français pour ériger des chauffours de grande capacité de production. Ces chauffourniers prennent-ils le relais des tuiliers ? Peut-on admettre qu'en marge de cet artisanat itinérant, spécialisé et souvent contrôlé par les collectivités locales, les maçons des districts jurassiens continuent, comme par le passé, de produire de la chaux dans de petits chauffours privés ?

Seule une étude approfondie sur ce domaine du secteur primaire de l'économie jurassienne avant la construction des fours à chaux industriels de Saint-Ursanne, en 1907, pourrait peut-être répondre à ces questions.

Monnaies et mesures

A la fin de l'Ancien Régime, dans l'Evêché de Bâle, la monnaie de compte se décompose, comme ailleurs, en livres, sous et deniers :

1 livre = 20 sous = 240 deniers
1 sou = 12 deniers

Mesure de longueur :

1 pied mesure entre 30 et 33 cm.

Mesure de contenance :

1 penal ou setier contient entre 17 et 18 litres.

Mesure de bois :

1 toise ou corde contient 3,7 stères (mètres cubes).

Salaires

Dans un système économique où les salariés ne travaillent pas tous les jours, et où le salaire comporte souvent une prestation en nourriture, les revenus journaliers n'ont qu'une indication relative. Ces données sont cependant utiles pour avoir une idée du niveau des prix et des amendes indiqués dans ce rapport.

Au XVIII^e siècle, dans la principauté épiscopale de Bâle, d'après les comptabilités officielles, on observe qu'à Delémont, en 1765, les salaires des artisans sont les suivants :

peintre	15 sous/jour
couvreur	12 sous/jour
charpentier	10 sous/jour
manœuvre	8 sous/jour

Annexe 6 – Données tirées des archives

Archives de l'ancien Evêché de Bâle (AAEB)

B 133 Administration temporelle de l'abbaye prémontrée de Bellelay

- B 133/25 Affaires diverses
- B 133/50 Carnet des recettes et dépenses, 1640-1659
- B 133/53 Protocoles de plusieurs sortes de contrats, 1666-1787
- B 133/65 Protocoles des contrats, achats et ventes, 1706-1714
- B 133/66 Protocoles d'actes divers, 1706-1766

B 173 Seigneurie de Delémont

- B 173/7 Corvées, 1629-1792
- B 173/19 Bâtiments et permissions de bâtir, 1728-1792
- B 173/26 Affaires diverses, 1386-1700
- B 173/27 Affaires diverses, 1701-1789

- C Dt *Comptes des recettes des seigneuries – Delémont*
Exercices 1749-1768
Pièces justificatives des comptes des seigneuries – Delémont
Exercices 1761-1768, 1777-1780

B 183 Seigneurie d'Ajoie

- B 183/5 Corvées, tailles et contributions, 1508-1791
- B 183/11 Bâtiments et permissions de bâtir, 1746-1792
- B 183/12a Livre de compte des lieutenants de la seigneurie d'Ajoie, 1760-1791
- B 183/23.3 Fours à chaux, 1559-1789
- B 183/27.14 Mairie d'Alle - Weide und Kalkhofen in Hasenburg, 1569
- B 183/33 Comptes des receveurs des communautés, 1753-1771

- C Py *Comptes des recettes des seigneuries – Ajoie*
Exercices 1746-1755, 1757-1785
Pièces justificatives des comptes des seigneuries – Ajoie
Exercices 1750-1765

B 194 Seigneurie de la Franche Montagne

- B 194/2 Corvées, impositions et contributions, 1590-1783
- B 194/21 Affaires diverses, 1496-1700
- B 194/22 Affaires diverses, 1703-1789
- B 194/26 Comptes des ambourgs (Les Bois Ruedin, Les Bois, Cerniéwillers, La Chaux-des-Breuleux), 1695-1729
- B 194/27 Comptes des ambourgs (Montfaucon, Muriaux), 1697-1729
- B 194/28 Comptes des ambourgs (Le Noirmont), 1694-1729
- B 194/29 Comptes des ambourgs (Le Peuchapatte, Les Pommerats), 1695-1729
- B 194/30 Comptes des ambourgs (Le Bémont, La Bosse), 1695-1729
- B 194/31 Comptes des ambourgs (Les Breuleux), 1697-1732
- B 194/32 Comptes des ambourgs (Saignelégier), 1695-1729

- C FM *Comptes des recettes des seigneuries – Franche Montagne*
Exercices 1750-1755
Pièces justificatives des comptes des seigneuries – Franche Montagne
Exercices 1751-1763

B 245 Prévôté de Moutier-Grandval

- B 245/4 Paroisse de Bévilard et Sornetan, 1505-1791
- B 245/38 Ponts et chaussées, permissions de bâtir, 1696-1792
- B 245/47 Affaires diverses, 1751-1793

- B 284** **Montagne de Diesse**
 B 284/24 Affaires diverses, 1510-1792
- B 288** **Seigneurie et prévôté de Saint-Ursanne**
 B 288/87-92 Bois et forêts, 1139-1819
 B 288/96 Carrières, 1777-1787
 B 288/114 Bâtiments et usines, permissions de bâtir, 1773-1792
- C SU *Comptes des recettes des seigneuries – Saint-Ursanne*
 Exercices 1503-1555, 1558-1581, 1748-1757
- B 290** **Ville de Saint-Ursanne**
 B 290/8 Travaux publics – abornement, château, 1476-1792
 B 290/11 Le pont sur le Doubs, 1677-1728
 B 290/12 Les portes de la ville, 1556-1783
- Notaires – Protocoles**
 Not. 191 Hertzeis, Jean Nicolas (Courtételle)
 Not. 878 Cattin, François Joseph Hubert (Le Noirmont)
 Not. 1297 Chevillat, François Humbert (Saint-Ursanne)

Archives cantonales jurassiennes (ArCJ)

Archives des communes jurassiennes – La Chaux-des-Breuleux

CdB 21.5 Four à chaux, 1828-1854

Archives de la période bernoise – District de Delémont – Correspondances

142 DT 44-52 Enquêtes administratives, 1912-1944

143 DT 21.2 Movelier

Archives de la Bourgeoisie de Porrentruy (ABP)

ABP VI 46 Comptes de la ville, 1481-1503

Archives communales de Vermes (ACV)

ACV 101 [Contrat passé par la commune avec un «maître chauxfournier»]

Archives de l'ancien Evêché de Bâle (AAEB)**Administration temporelle de l'abbaye prémontrée de Bellelay****B 133/25 Affaires diverses**

Rien

B 133/50 Carnet des recettes et dépenses, 1640-1659

Rien

B 133/53 Protocoles de plusieurs sortes de contrats, 1666-1787

Rien

B 133/65 Protocoles des contrats, achats et ventes, 1706-1714

1709, 3 novembre, p. 98

Marché passé entre Bellelay et le maître tuilier de Saint-Ursanne pour fournir de la chaux pour la reconstruction de l'abbatiale.

Le tuilier fera « faire et cuire toutes les tuilles, carrons et chaux nécessaire à la construction de la nouvelle église. »

Il devra « tirer toutes les pierres nécessaire pour faire ladite chaux au plus proche que possible et les plus éloignée sur le Salignon, et cela autant que possible pendant les tems d'authomme et d'hivers, afin d'en faire provision. »

« Troisiement enfornera et defornera comme du passé et sera attenu de de refroter ou replatrir les fornés. »

Prix: chaque cuite faite « au gros forné »: 70 livres ; chaque cuite au « petit forné »: 35 livres.

Les gens seront nourris et logés à Bellelay à des conditions fixées précisément.

(Le maître tuilier de Saint-Ursanne travaillera en fait à la tuilerie de Bellelay)

B 133/66 Protocoles d'actes divers, 1706-1766

Rien

Seigneurie de Delémont**B 173/7 Corvées, 1629-1792**

Rien

B 173/19 Bâtiments et permissions de bâtir, 1728-1792*Montsevelier :*

1784, 22 janvier (le bailli au prince)

Joseph Koller de Montsevelier demande le droit de construire un chaufour « pour son usage seulement et en ne se servant pour cet effet que de son propre bois ».

« Ce chaufour ne doit servir que pour l'usage du suppliant et la bonification de ses terres qui peut être par leur nature humide profiteront mieux de cet engrais chaud que d'un autre qui seroit froid et que le bois qu'il se propose d'y employer lui appartient et ne peut servir à autre usage. »

*(Pas la suite, pas de réponse connue)**Develier :*

1784, 7 décembre (la communauté de Develier demande du bois pour construire un chaufour pour les réparations de la cure)

Le bailli de Delémont estime que « cette communauté peut se servir de la dépouille des bois qui seront employés pour la réparation du presbytère pour le chaufour qu'elle médite de faire et que si ces dépouilles ne sont pas suffisantes, avec autres bois de rebut qu'elle pourra trouver pour produire et lui fournir la chaux nécessaire aux susdites réparations, elle en trouvera à un juste prix dans le magasin à chaux de cette ville qui est toujours et assez bien pourvu ; et d'autres comme elle qui sont dans la proximité ont agi ainsi pour bâtir ou réparations de maisons. »

B 173/26 Affaires diverses, 1386-1700

Rien

B 173/27 Affaires diverses, 1701-1789

Recette du bailliage de Delémont, à propos des fours à chaux (taxes) :

- 1750 la commune de Séprais : 15 sous
- 1761 les Staal de Soleure, au Raimeux : 10 sous
- 1762 Fleuri de Mervelier : 1 livre 10 sous
- la ville de Delémont : 15 sous
- Freléchoz de Courtételle : 15 sous
- Erard d'Undervelier : 10 sous
- 1763 la communauté de Saulcy : 5 sous
- Citerlé de Courfaivre : 6 sous 6 deniers
- Prenez d'Undervelier : 5 sous
- la communauté de Courtételle : 15 sous
- la communauté de Soulce : 15 sous
- Berbier de Courfaivre : 5 sous
- 1764 la communauté de Rebeuvelier : 7 sous 6 deniers
- 1765 communautés de Boécourt, Rebeuvelier, Glovelier, Montavon, Vicques : entre 5 et 15 sous
- 5 privés : entre 5 et 15 sous
- 1766 1 privé : 5 sous
- 1767 3 privés : 5 sous chacun
- 1768 1 privé : 5 sous
- 1769 2 privés : 5 sous chacun
- 1770 2 privés : 5 sous chacun
- 1771 la communauté d'Undervelier, celles de Rebeuvelier, Montavon, Vermes : entre 5 et 10 sous
- 2 privés : entre 5 et 7 sous 6 deniers
- 1772 rien
- 1773 4 privés : entre 5 et 7 sous 6 deniers
- 1774 la communauté de Glovelier : 7 sous 6 deniers
- le magistrat de Delémont : 12 sous 6 deniers
- 2 privés : 5 sous chacun

- 1775 5 privés: 5 ou 7 sous 6 deniers sous chacun
1776 les communautés de Montsevelier, Soulce, Bassecourt, entre 5 et 10 sous
1777 la communauté de Soulce: 10 sous
8 privés: entre 5 sous et 7 sous 6 deniers
1778 2 privés: 5 sous chacun
1779 1 privé: 5 sous
1780 la communauté de Montavon: 5 sous
2 privés: entre 1 sou 8 deniers et 5 sous.

1773, 15 mars (le bailli au prince)

Un homme de Glovelier demande du bois à sa communauté qui est d'accord. Il veut faire un chaufour de «cinq à six pieds de vuide».

1773, 23 mars (le bailli au prince)

Envelier, un homme demande du «bois de rebut pour un petit chaufour pour batir sa maison».

1780, 11 octobre (le bailli au prince)

A Vicques, maison démolie, un privé demande que le bois puisse être employé «à un chaufour afin d'en pouvoir vendre la chaux à ceux qui en auront besoin, notamment la communauté dans les circonstances actuelles, et dans la nécessité où elle est de purifier ses écuries.»

1781, 20 septembre (le maire d'Envelier au lieutenant de S.A.)

Une famille d'Envelier demande et obtient de la communauté le droit de couper sur ses pâturages privés «un petit buisson ou serneux pour avoir le loisir de pouvoir faire un petit chaufour pour l'entretien et réparation de leur maison.» Accordé par la communauté, mais demande d'autorisation au bailliage (toujours le cas).

1782, 6 mars (le bailli au prince)

La communauté d'Undervelier voudrait faire de la chaux pour les particuliers du lieu «afin d'en procurer à ses habitants». 26 particuliers en demandent: il en faut environ 100 bichots. Demande d'autorisation de bois au prince.

1784, 24 avril (le forestier au bailli?)

Un particulier de Soulce, qui a une maison au Frenois, veut faire un chaufour pour réparer sa maison. Il prendra du bois de rebut et dans les forêts qu'il possède «en allodial». Préavis favorable du forestier. Le chaufour doit être construit sur place.

1787, 6 mars (le secrétaire baillival au prince)

La communauté de Sceut déclare qu'elle ne fournit jamais de bois aux particuliers pour faire leur chaufour. Elle n'en n'a pas assez. Ceux qui veulent faire des chaufours doivent utiliser de leurs propres bois. Il y a trois ans, la communauté a fait un chaufour «pour l'usage des particuliers» et elle la répartie entre eux selon leurs besoins. Un particulier peut vendre sa part.

Four à chaux privé: autorisations de la commune, du forestier, du bailli et de la cour. Droits à payer. En principe, avec son propre bois.

1791, 20 janvier (la communauté de Soyhières au prince)

Elle refait le clocher de son église et a besoin de chaux. Elle a passé un marché avec Claude Etienne Rémont, natif de Saint-Claude «pour lui fournir ladite chaux», à charge pour la communauté de lui fournir le bois. Il faut le consentement de S.A. Demande d'ordonner au forestier de marquer «les bois nécessaires pour la construction d'un ou deux chaux four».

Comptes des recettes des seigneuries – Delémont

1750

La communauté de Séprais pour un four à chaux en 1749 à Boécourt: 15 sous.

1751-1760

Rien

1761-1762

En 1761, fours à chaux au Raimeux (10 sous); en 1762 à Courtételle (15 sous) et à Undervelier (10 sous).

1762-1763 (juin à juin)

En 1763, fours à chaux de la communauté de Saulcy (5 sous), d'un particulier de Courfaivre (7 sous 6 deniers), d'un autre d'Undervelier (5 sous), de la communauté de Courtételle (15 sous) et de celle de Soulce (15 sous).

1763

Un four à chaux à un particulier de Courfaivre: 5 sous.

1764

A la communauté de Rebeuvelier: 7 sous 6 deniers.

1765

Fours à chaux à un particulier de Courfaivre: 5 sous.

A la communauté de Boécourt: 15 sous.

A celle de Rebeuvelier: 5 sous.

A celle de Glovelier: 15 sous.

A deux particuliers de Courfaivre: 10 sous.

A un particulier de Glovelier: 5 sous.

A un autre de Courfaivre: 5 sous.

A la communauté de Montavon: 15 sous.

Four à chaux à la communauté de Vicques: 7 sous 6 deniers.

1766

Four à chaux à la communauté de Soulce: 5 sous.

1766-1767

En 1767, un four à chaux à deux particuliers de Courtételle: 5 sous.

1767-1768

En 1767, un four à chaux pour un particulier de Sceut: 5 sous.

En 1768, pour un particulier de Courfaivre: 5 sous.

Pièces justificatives des comptes des seigneuries – Delémont

1761

Fours à chaux au Raimeux (10 sous) et en 1762 à Courtételle (15 sous) et à Undervelier (10 sous).

1761-1762

Rien

1762, 22 avril, n° 33

Jacques Stoudre, tuilier à Delémont, livre de la chaux pour les chantiers du prince.

16 et 17 avril 1762, 46 tombereaux à 1 livre le tombereau: 46 livres.

Il fournit également des tuiles et il facture le transport en sus.

(Le tombereau contiendrait donc 20 penaux de chaux en comptant le penal à 1 sou)

1763, 8 mai, n° 34

Le même personnage, toujours pour les chantiers princiers.

La « benne » de chaux est livrée à 1 livre 10 sous. Il en livre 10 bennes le 23 avril 1763.

Il facture 2 sous pour le transport. Il livre également des tuiles (3550 à 7 livres 10 sous le millier).

(La benne contiendrait donc 30 penaux de chaux environ)

1763, 9 juin, n° 35

Le même personnage livre de la chaux, des tuiles, des carons pour les chantiers princiers.

Le 6 juin 1763, il livre 6 bennes et 20 penaux, la benne à 1 livre 10 sous, au total: 10 livres.

(Donc, la benne contient bien 30 penaux de chaux et le penal est compté ici à 1 sou)

1763, 25 septembre, n° 38

Le même personnage livre 3 tombereaux de chaux « à 22 peneaux le tombereau » : 3 livres 6 sous.
Il livre également des tuiles et des carrons.

1763, 12 juillet, n° 58

Compte de Henry Parat, maçon à Delémont, pour des chantiers princiers.
Il « détrempe », en été, des dizaines de tombereaux de chaux pour 3 sous le tombereau.
La chaux provient de la tuilerie.

1763, 20 juillet, n° 106

La communauté de Soulce sait qu'elle doit demander la permission pour faire un chaufour au prince et aux Staal. Elle en a fait un sans rien demander au printemps dernier « pour la nécessité tant de la communauté que des particuliers », avec « une sage économie pour la conservation des bois qu'ils ont, ainsi que leurs ancêtres, toujours eu en partage, de se servir d'un bois extrêmement éloigné et placé dans un endroit et terrain tellement difficile pour le transport que des particuliers à qui ont avoit marqué leur bois d'affuage dans le même endroit n'ont pas voulu l'y prendre à cause de la difficulté de l'en tirer. »
Dénoncée, la communauté a été condamnée à 600 livres d'amendes et aux dépens.

1765, 1^{er} novembre, n° 49

Le tuilier de Delémont livre de la chaux aux chantiers princiers.
Un tombereau contient 23 penaux à 1 sou par penal.

1766, 17 mai, n° 49

Décompte de frais de construction à Delémont, pour le prince (métairies, etc.).
Un tombereau de chaux compte 23 penaux. Le penal est compté à 1 sou.

1777-1780

Tarif du maître tuilier Jean Georges Bischoff, à Delémont, pour tuiles, briques et chaux (en 1779).
Un boisseau de chaux : 1 sou.

1781-1782

Le maître tuilier Jean Georges Bischoff, à Delémont, vend le boisseau de chaux pour la cour à 1 sou : 2 livres.
Il en fait régulièrement à 1 sou le boisseau, en sus des briques et des tuiles, dans les années 1780-1782.
Cette chaux est destinée au « Pré de Voète », métairie. Pour la construction ou l'engrais ? En 1782, il en livre plusieurs centaines de boisseaux à 1 sou le boisseau.
Deux tonneaux de chaux valent 5 sous (soit le prix de 5 boisseau : 1 tonneau vaut 2,5 boisseaux?).

1785, 6 novembre

Paroisse de Vermes : achat de 95 boisseaux de chaux, à 1 sou 8 deniers le boisseau : 16 livres 5 sous.

Seigneurie d'Ajoie

B 183/5 Corvées, tailles et contributions, 1508-1791

1653, 22 décembre (enquête sur les corvées en Haute-Ajoie)

Jean Vuillaume de Rocourt, ancien maire, déclare que ces gens ont fait un chaufour à Bressaucourt par corvée lors de la réfection du château de Porrentruy («lors qu'on bastit le nouveau chasteau de Pourrentruy»).

Accident: «Jean Bendat estant deans ledit chaudfour pour charger de la chaulx, ledit chauxfour tombat sur luy que le tuat.»

B 183/11 Bâtiments et permissions de bâtir, 1746-1792

1764, 8 mars (concession d'une tuilerie à Chevenez par le prince)

Le tuilier vendra ses tuiles aux gens de Chevenez, deux ans après la construction, 12 sous la centaine. Il vendra «penal de chaux ou pierre calcinée» 1 sou par penal.

1778, 19 novembre (établissement d'une tuilerie à Fontenais)

Lapaire «vendra les thuilles, chaux, briques ou autres marchandises provenante de sa thuillerie au prix ordinaire qu'on le vend dans les autres thuilleries du Pays d'Ajoye.»

1787, 9 avril (fabrication de chaux par les tuiliers ajoulots)

Les tuiliers font des tuiles et de la chaux; les tuiles se vendent 10 livres le millier.

Le tuilier de Charmoille fait entre 6 et 8 cuites par année à raison de 10000 tuiles par cuite «quelques fois moins s'il cuit une plus grande quantité de chaux». Il lui faut entre 18 et 20 toises de bois par cuite, «surtout quand il fait beaucoup de chaux luy étant arrivé d'en employer jusqu'à 35 et 30 quand il fait beaucoup de chaux.»

Le tuilier de Réclère a environ 6 cuites par année, à raison «d'environ 12 à 13000 thuelles et de la chaux environ 5 à 600 penaux».

Le tuilier de Chevenez dit qu'il doit vendre à Chevenez «la somme de 6 livres pour le millier et le penal de chaux à raison d'un sol». Mais la communauté lui vend du bois à un prix de faveur, mais du mauvais bois...

(Donc, une cuite fabrique des tuiles et de la chaux)

1788, 24 juillet (plainte des tuiliers de Chevenez et Charmoille contre la tuilerie de la cour à Porrentruy)

«Jamais jusqu'à ce jour on a vendu la chaux provenante de la cuitte des tuilles de la tuillerie de la cour, ce qui faisaient que les soussignés pouvaient débiter cette marchandise et récupérer ainsy les frais de leurs tuilleries.»

(Concurrence injuste)

1788, 1^{er} août

Le tuilier de la cour ne vend pas assez de tuiles au prince; pour subsister, il doit faire au moins 6 cuites par année et vendre la chaux produite.

B 183/12a Livre de compte des lieutenants de la seigneurie d'Ajoie, 1760-1791

Rien

B 183/23.3 Fours à chaux, 1559-1789

1559, 22 février

La communauté de Miécourt, victime d'un incendie (brunst), demande au prince le droit d'édifier «ein kalchhowen nechst bey unseren bannholtz zu brennen lassen.» Le bois brûlé proviendra de leur propre «banholtzer».

1576, 24 octobre

Trois privés de Fahy, victimes d'un incendie, demandent la même chose. Le bois proviendra «ein kalchhoffenn bey uns in unfruchtpahre walt und hurst».

1762-1779 (comptes de fours à chaux d'Ajoie)

12 particuliers (seuls ou associés) paient entre 5 sous et 25 sous (en général 5 sous).

Une communauté, celle de Bressaucourt en 1762, paie 7 sous 6 deniers.

Les incendiés de Rocourt paient, en 1762, 10 sous.

(La majorité des permis, soit 4 sur 14, sont accordés en 1762, durant les six premiers mois de cette année-là. On peut donc supposer que le registre n'est pas représentatif.)

1781, 26 mars (le forestier princier s'adresse au procureur fiscal et au prince)

Un particulier de Fréteux a demandé l'autorisation de faire un four à chaux. Ce four aurait « environ 9 pieds de diamètre de vuide » ; il faudrait « cinq à six semaine » pour le construire.

« Il useroit environ 30 à 40 cordes de bois pour la suite de sa chaux, dont une partie il le prendroit sur son propre fon, et qu'il a achepté environ 25 cordes des particuliers de Villers et de Fontenois. »

(Les privés vendent leur bois pour les fours à chaux, ainsi que les communautés. Abus. 1 corde de Porrentruy vaut 3,7 stères en 1800.)

B 183/27.14 Mairie d'Alle – Weide und Kalkhofen in Hasenburg, 1569

1569, 2 décembre (supplique de la communauté d'Asuel au prince)

Le prince a interdit d'installer des fours à chaux sans sa permission : les habitants demandent donc l'autorisation d'en ériger un parce que leurs maisons sont faites en bois et en pierre.

B 183/33 Comptes des receveurs des communautés, 1753-1771

Rien

Comptes des recettes des seigneuries – Ajoie

1746-1755 (années complètes)

Apparemment, un particulier, « inspecteur de la farine », proche de la cour, aurait vendu de la chaux (tuilerie?).

Il paie 14 livres 16 sous en août 1748.

Il paie 4 livres 16 sous pour 3 muids (« muth ») de chaux en décembre 1748.

1757-1760

Rien

1761

Rien

(Mais l'église de Cornol jouit du droit de « tribut » sur la carrière de gypse « rier Cornol »)

1762 (de janvier à juin)

Deux associés d'Asuel, pour un four à chaux : 1 livre 5 sous.

Deux de Valbert, pour un four à chaux : 10 sous.

Des incendiés de Rocourt, pour un four à chaux : 15 sous.

La communauté de Bressaucourt, pour un four à chaux : 7 sous 6 deniers.

1762-1763 (de juin à juin)

Rien

1763-1764

En 1763, un particulier de Cœuve a fait un four à chaux : 5 sous.

1764-1765

Un particulier de Bressaucourt a fait un four à chaux : 5 sous.

1765-1766

Rien

1766-1767

En 1767, trois particuliers de Damvant, Réclère et Roche d'Or, pour fours à chaux, chacun : 5 sous.

1767-1768, 1769-1770

Rien

1770-1771

Rien

1771-1772

Un particulier des Bruyères (Bourrignon?) pour un four à chaux: 5 sous.

1772-1773, 1774-1775

Rien

1775-1776

Rien

(Pourtant les rubriques existent)

1776-1777

Rien

1777-1778

1778: un particulier de Villars pour un four à chaux avec son propre bois: 5 sous.

1778-1779

1779: un particulier de Courgenay, pour la permission de faire un four à chaux: 5 sous.

1779-1780

Deux particuliers de Valbert et de Fréteux, pour fours à chaux, chacun: 5 sous.

1780-1781, 1781-1782

Rien

1782-1783

La communauté de Damvant et Réclère, pour un four à chaux pour la bâtisse de la maison de cure: 7 sous 6 deniers.

1783-1784, 1784-1785

Rien

Pièces justificatives des comptes des seigneuries – Ajoie

1750-1757, 1758-1759

Rien

1760 (transports de chaux par voiture du château de Porrentruy à la bergerie princière d'Alle)

Cette chaux provient de la « tieleries du chatos » en juin 1760.

1762, 31 mai (l'hôpital de Porrentruy s'adresse au Grand Forestier et à la Chambre des eaux et forêts du prince)

On a besoin d'une grande quantité de chaux pour la construction du nouvel hôpital. On pourrait en faire un à Bressaucourt, près de Calabri. La communauté est d'accord (« marché »).

Demande d'autorisation aux Eaux et Forêts pour Bressaucourt et même ailleurs en cas de besoin, dans les « communautés ou il y aura du bois propre à cet effet ».

Autorisé moyennant 7 sous 6 deniers à payer par Bressaucourt.

1763, 11 septembre (un particulier de Cœuve au prince)

Il a acheté une vieille maison à Cœuve et il faut la réparer. Il lui faut « une grande quantité de chaux et comme l'on n'en peut presque point avoir, non seulement à Pourrentruy mais aussi dans les terres voisines », il voudrait « faire dresser un chauffour » à Cœuve. Il a assez de pierres. Il a acheté du vieux bois d'un particulier « provenant de la charpente du toit d'une maison qu'il a rebatie et qui est suffisant pour la cuite dudit chauffour ».

Il demande l'autorisation de faire ce chauffour à Cœuve en payant le droit dû au prince.

Autorisé moyennant 5 sous.

1764, 12 juin (frais de construction de la bergerie de Vendlincourt)

On paie des gens pour convoyer de la chaux depuis le château de Porrentruy et depuis Charmoille (tuilerie?). Il y a une tuilerie à Charmoille et ils ramènent également des tuiles.

1765, 18 novembre (livraison pour le bâtiment du prince à Vendlincourt)

Le tuilier de Charmoille a livré 10000 tuiles à 7 livres 10 sous le millier, soit 78 livres 15 sous, et 49 bichots de chaux à 30 sous le bichot, soit 74 livres 5 sous.

Seigneurie de la Franche Montagne

B 194/2 Corvées, impositions et contributions, 1590-1783

1703, 29 janvier, n° 12 (corvées effectuées au château de Saint-Ursanne)

Ferdinand Eray de Saint-Ursanne: 6 journées «pour charger de la chaux pour ledit chateau et pour des cercles qu'il a mit pour raccomoder le tonneau dans lequel on menoit ladite chaux»: 2 livres 14 sous.

«Plus passé pour avoir porté sept cents vint trois penaux de chaux vive depuis la tuillerie audit chateau par 6 deniers l'un, font 18 livres 1 sou 6 deniers.»

Il y a une tuilerie à Saint-Ursanne: on y fait des tuiles et de la chaux.

(1 penal vaut 17,5 litres en 1800)

B 194/21 Affaires diverses, 1496-1700

1589, 28 juin (demande au prince pour ériger un four à chaux)

Un habitant de Muriaux demande, contre la volonté de la commune, le droit d'ériger un four à chaux pour ses constructions personnelles. Il y en a déjà un édifié pour la reconstruction du grenier princier de Saignelégier.

B 194/22 Affaires diverses, 1703-1789

1748, 23 mai (réparations de la maison du prince à Saignelégier)

«Il faut de courvés par la reparation de la chatelainie à Saignelegier. Primo pour quinze bairreux de chaux, un chez l'officier Farine à Muriaux, deux chez les Vermeille de desous le Belmont, douze chez Joseph Villiez, munier aux Pomerats. Nota. Il y ast un bairreux proche le chauffour.»

Il faudra également «nettoyer et faire un trou pour mettre la chaux».

(Pas clair: où est le chauffour?)

1762, 15 janvier (rapport du bailli de la Montagne au prince)

«Il en est de même avec les grands chauffours que l'on fait comunément aujourd'hui au grand préjudice des bois, (sont) des loups de bois par la consommation.»

Un particulier en a fait un pour rebâtir sa maison. Il a encore vendu de la chaux à 2 sous 4 deniers. Et à 2 sous 6 deniers le penal.

L'an dernier, un autre en a fait pour sa maison et il en a vendu pour 60 livres, soit 2 sous le penal.

D'autres ramassent du bois maintenant pour allumer des chauffours au printemps.

Le bailli demande des instructions au prince.

B 194/26 Comptes des ambourgs (Les Bois Ruedin, Les Bois, Cerniéwillers, La Chaux-des-Breuleux), 1695-1729

Comptes des Bois:

1698-1699 (nouvelle maison du châtelain à Saignelégier et de la « maison du pays »)

Travaux effectués par des gens des Bois, mais payés par la paroisse: nombreux frais de transports de bois et de pierres ou/et de travaux à un chauffour apparemment situé près de cette maison. La journée de travail est payée 3 sous, mais parfois aussi 7 sous et jusqu'à 10 sous par jour, sans explication donnée.

Un gars qui passe « huit journées à cuire le chauffour » touche 8 sous par jour.

La chaux destinée à la réparation de la cure est transportée dans « deux bosses ».

1699-1700 (toujours le nouveau bâtiment du prince)

On mène 14 barreux de chaux: 7 livres 4 sous (transports?), plus 2 autres de terre et 7 « charriots » de pierre.

1701-1702 (chaux du Cerneux-Joli)

Prix d'une « bosse de chaux » pour la sacristie des Bois: 7 sous 6 deniers.

Prix de « quatre soille de chaux » pour le même bâtiment: 3 sous.

1704-1705 (réparations du mur du cimetière)

Un « barreux » de chaux: 1 livre 2 sous 6 deniers.

Un « charrois de six bosse de chaux (...) » à 6 sous par bosse.

Achat de « quatre bosses pour mener laditte chaux »: 12 sous.

1716

« A M(aist)re Jean Monat des Praislats pour avoir fait le chauffour de l'église »: 10 livres 10 sous.

1727

« Payé (...) pour dix bosses de chaux pour la tour de l'église »: 5 livres 5 sous.

Comptes de La Chaux-des-Breuleux:

1696-1729

Rien

B 194/27 Comptes des ambourgs (Montfaucon et Muriaux), 1697-1729

Comptes de la communauté de Montfaucon:

1721-1722

Rien

Comptes de la communauté de Muriaux:

1699 (journées de travail au chaufour de Saignelégier pour le prince)

30 journées par des gens du village. La journée est payée par la communauté entre 3 et 6 sous, inexplicablement.

1704

« Item pour un bareux de chaux pour le memme bâtiment (la cure) »: 1 livre 2 sous 6 deniers.

B 194/28 Comptes des ambourgs (Le Noirmont), 1694-1729

Comptes de la paroisse du Noirmont:

1695-1696 (transport de chaux pour le grenier du prince)

On conduit un barreau de chaux depuis Les Esserts (Le Noirmont) jusqu'à Saignelégier: 1 livre 19 sous.

(Prix du transport ou de la chaux, ou des deux?)

Pour deux barreaux de chaux « tant pour raccomoder (la cure) que pour y reblanchir »: 2 livres 8 sous.

« Mené à Saignelégier dois les Esserts un barreau de chaux pour la réparation de la maison des chapelles »: 16 sous.

1698-1699

Payé des gens du Noirmont ayant travaillé chacun 7 jours « au nouveau chaffourt Monsieur le Chastellain ». La paroisse leur donne à chacun 6 sous par jour, soit 10 livres 10 sous.

Payé un gars « pour avoir mené l'eau pour tuer la chaux des nouveaux bastiments de S.A. »: 3 livres 10 sous 6 deniers. C'est seulement « la part dudit Noirmont ».

Payé un gars « pour les charrois de l'eau qu'il a mené pour tuer la chaux des bastiments de S.A., 1 journée et despens »: 7 sous 6 deniers

1700-1701

Payé un gars « pour avoir mené trois barreaux de chaux dois La Retenue à Saignelégier pour les bastiments de S.A. »: 1 livre 6 sous.

1702-1703

Payé un gars qui a mené « 9 barreaux de chaux à Saignelégier dois derrier La Tranchée à Saignelégier »: 4 livres 10 sous.

1707-1708

Achat d'une « bosse de chaux » pour réparer l'église: 5 sous.

Pour avoir mené cette bosse de Sous les Craux à l'église: 6 sous.

On mène des barreaux de chaux depuis les Emibois à Saignelégier pour le grenier du prince.

1717-1718

1718, 12 mai

Mené un barreau de chaux depuis Les Rouges Terres jusqu'à Saignelégier pour réparer la maison du prince.

(Prix pas clair)

1721-1722

Payé à un gars de la paroisse pour deux barreaux de chaux pour réparer la cure, à 20 sous le barreau: 2 livres.
Payé pour transporter ces deux barreaux depuis Dos les Cratats au Noirmont, au temps de fenaison: 10 sous.

Comptes de la communauté du Noirmont:

1694-1729

Rien

B 194/29 Comptes des ambourgs (Le Peuchapatte, Les Pommerats), 1695-1729

Rien

B 194/30 Comptes des ambourgs (Le Bémont, La Bosse), 1695-1729

Le Bémont:

1702-1703

Payé un gars « pour avoir fourny une bosse pour mener de la chaux vive pour Monsieur le châtelain »: 3 sous.

B 194/31 Comptes des ambourgs (Les Breuleux), 1697-1732

1700

Payé au châtelain « pour ung barreau de chaux que le communal devoit mener depuis La Bosse pour le bastiment de S.A. »: 15 sous 9 deniers.

1715

Achat de chaux à un gars du village « pour racomoder le murat du cemetière »: 13 sous.

1722

Payé à un gars du village « pour avoir forni une bosse de chaux » de la part de la communauté pour faire un four et fourneau dans la cure des Breuleux »: 4 sous.

1725

Payé à un gars du village pour une bosse de chaux « pour racomoder la bonne fontaine »: 6 sous.

B 194/32 Comptes des ambourgs (Saignelégier), 1695-1729

1717-1718

Payé à un gars des Cufattes pour quatre penaux de chaux pour réparer la fontaine qui se trouve au milieu du village de Saignelégier: 3 sous 4 deniers.

Comptes des recettes des seigneuries – Franche Montagne

1750

Rien

1751 (dépenses pour la maison du bailliage)

Achat de chaux à Jean Vernier Aubry de Doz la Neuvevie: 10 livres (p. 55).

1752

Rien

1753

Achat de 980 setiers de chaux à Dominique Froidevaux de La Bosse, à 1 sou 2 deniers le setier, soit 57 livres 3 sous 4 deniers.

Achat de 512 setiers de chaux à Jean-Baptiste Farine de Saignelégier, à 1 sou 3 deniers le setier, soit 32 livres.

1754

Achat de 57 setiers de chaux à Jean Vernier Aubry de Doz la Neuvevie, à 10 deniers le setier, soit 2 livres 7 sous 6 deniers (date: 9 novembre 1754).

1755

Rien

(Il n'y a apparemment pas de taxe sur les fours à chaux à la Montagne, ou alors elle n'apparaît pas dans les comptes de seigneurie. Par contre, la seigneurie achète de la chaux à des particuliers pour les bâtiments du prince. Il faut donc plutôt consulter les « Pièces justificatives ».)

Pièces justificatives des comptes des seigneuries – Franche Montagne

1751, 28 juin, n° 22

Jean Vernier Aubry, de Sous la Neuvevie, a livré 8 bichots de chaux à des communautés sur ordre de la seigneurie. Le penal vaut 1 sou 2 deniers. Il encaisse 11 livres 4 sous.

(Un bichot contient donc 24 penaux à 1 sou 2 deniers. La chaux est fabriquée par un maçon professionnel.)

1753-1754

Rien

1756, 22 août, n° 17

Reçu de Jean-Baptiste Aubry, de Sous la Neuvevie, a livré 33 penaux de chaux au bailli de Saignelégier à 1 sou le penal.

1756, 14 octobre, n° 18

Idem pour 25 penaux de chaux à 1 sou, soit 1 livre 5 sous.

1756, 6 décembre, n° 19

Idem pour 25 penaux de chaux vendus en « été 1753 » pour 1 sou 2 deniers à la châtellenie. Le vendeur est P.J. Girardin (lieu non précisé).

1756-1757, 1758-1759, 1759-1761

Rien

1761, 17 août, n° 29

Jean-Baptiste Farine, de Saignelégier, signe un reçu de 67 livres 10 sous pour livraison de 675 penaux de « chaux vive », à 2 sous le penal.

Annexe ad 29: billet montrant que J.B. Farine, en 1761, a mené 23 voitures de chaux en 9 jours non datés « depuis le chaufour de Jean Baptiste Farine de Saignelégier » à la châtellenie de Saignelégier. Il y a au total 675 penaux de chaux.

(D'après ce billet, il y a des voitures à 30 penaux et d'autres à 24 penaux)

Prévôté de Moutier-Grandval

B 245/4 Paroisse de Bévillard et Sornetan, 1505-1791

1708, 18 janvier (contrat de construction de l'église de Sornetan)

«L'Eglise fournira la chaux et autres matériaux comme sable, les planches et perches pour les ponts nécessaires aux massons, comme aussi de leur rendre l'eau dans l'endroit qu'on fera la mortier.»

B 245/38 Ponts et chaussées, permissions de bâtir, 1696-1792

1784, 5 décembre (le prince autorise la construction d'une tuilerie à Mervelier)

Les prix des tuiles et des «briques ou caraux ordinaire» sont fixés. Celui de la chaux également: un penal devra être vendu 1 sou 6 deniers.

B 245/47 Affaires diverses, 1751-1793

1781, 12 décembre (le bailli de Delémont s'adresse à la cour)

L'article 51 de l'Ordonnance forestale du 4 mars 1755 «défend véritablement aux sujets d'ouvrir des carrières dans les bois ou ailleurs et même de faire des chauffours sans permission de Son Altesse et sans être convenu avec la Maîtrise des Droits qui lui en compètent suivant les usages, à peine de 10 livres d'amende.»

(Cette ordonnance n'a été publié que dans les seigneuries de Porrentruy et Delémont et non pas à Moutier-Grandval)

Montagne de Diesse

B 284/24 Affaires diverses, 1510-1792

1573, 19 août

La communauté de Lamboing a érigé un four à chaux et à vendu de la chaux à l'extérieur de la seigneurie sans autorisation, ce qu'elle ne pouvait faire: 10 livres biennoises d'amende à l'instigation du prince.

Seigneurie et prévôté de Saint-Ursanne**B 288/87-92 Bois et forêts, 1139-1819**

1595 (ordonnance forestière de la ville et prévôté de Saint-Ursanne)

Rien

(Alors que les charbonniers, les artisans du bois, etc. ont des articles les concernant)

1777 (ordonnance contenant un règlement de police avec les instructions nécessaires pour le repeuplement et l'exploitation des bois situés dans la banlieue de la ville de Saint-Ursanne)

Rien

sans date, vers 1780 (mémoire sur la question des abus forestiers dans la prévôté)

«5e. On a fait des esserts et des fours à chaux trop proche des forêts, cette proximité fait qu'on coupe toutes les branches des arbres, ce qui les fait sécher et occasionne d'autres abus qu'on commet dans les bois voisins. C'est pourquoi il seroit à propos de marquer une certaine distance à observer à l'avenir pour les éloigner des bois.»

(Donc on fait des fours à chaux au bord des forêts, mais on ne les alimente qu'avec des branches, et non pas des arbres coupés)

(Malgré l'abondance de la documentation, le bois des chaufours ne provenait certainement pas des forêts banales du prince, mais bien des taillis et autres bosquets)

B 288/96 Carrières (1777-1787)

1782, 1^{er} mars (rapport sur les carrières)

L'exploitation des carrières est soumise à autorisation princière (pierres de construction, tuf, gypse à Roche, pierre de poterie et de teinturerie). Aucune mention de pierres extraites dans les carrières pour faire de la chaux. Le prince ne perçoit des droits de carrières qu'en Ajoie et à Schliengen. Exemples nombreux qui prouvent que ces pierres sont des pierres de construction de différentes caractéristiques et non pas de chaufour.

1787, 29 janvier

Un maître tailleur de pierre de Saint-Ursanne se plaint des restrictions que la ville lui oppose à creuser des pierres de taille. Il évoque le cas de « la carrière de gyps » de Cornol, pour laquelle le prince a accordé une autorisation. Il en demande une pour lui à Saint-Ursanne.

B 288/114 Bâtiments et permis à bâtir (1773-1792)

Rien

Comptes des recettes des seigneuries – Saint-Ursanne

1503-1514

Rien

1521 (constructions à Saint-Ursanne)

«Item Girer Backon im (?) iiii (?) benden zum kalch und sand ze fueren, ze machen»: 2 livres 16 sous (p. 48).

1522 (constructions à Saint-Ursanne)

«Item geben Georgen ziegler umb xxv benden kalch so noch vorhanden ist»: 6 livres 10 sous (p. 44). Trente-neuf corvéables convoient des matériaux, y compris de la chaux. Ils mangent 78 repas: 3 livres 5 sous (p. 45).

1552-1553

«Item umb sechs trög mit kalch geben»: 2 livres 8 sous (p. 42).

1563-1564 (constructions au château)

«Item vur 2 wagen mit kalch»: 16 sous (p. 53).

1566-1568 (constructions au château)

«Mer umb 2,5 bischet kalchen, ein bitschet 8 [sous], thut»: 1 livre.

1576-1577

«Item 2 mütt kalch zu Occourt kaufft, thut»: 16 sous.

«Item vonn dem Josse ziegler 4.5 mütt kalch kaufft, für den hoff und schloss, yedes mütt vür 10 [sous], thut»: 2 livres 5 sous.

(Donc, le bailli achète la chaux à des privés, ici le tuilier de Saint-Ursanne)

1748-1757

Rien

(Il n'y aurait donc pas de droits sur les fours à chaux dans la Prévôté de Saint-Ursanne à cette époque, ou alors ils n'apparaissent pas dans les comptes de seigneurie. Inutile donc de dépouiller les «Pièces justificatives».)

Ville de Saint-Ursanne

B 290/8 Travaux publics – abornement, château, 1476-1792

Rien

B 290/11 Le pont sur le Doubs, 1677-1728

Rien

B 290/12 Les portes de la ville, 1556-1783

Rien

Notaires – Protocoles

Not. 191 Hertzels, Jean Nicolas, 1678-1727

1699, 13 mai

Pour la bâtisse d'une maison à Glovelier, on précise que les maçons Joseph Robert et Jacques Mettez du Locle dresseront un « chauffourt » et le feront cuire « jusque il serat entièrement comme un chauffourt doit estre ». Et si ce four à chaux ne produit pas assez par la faute des maçons, ils en supporteront les frais.

Not. 878 Cattin, François Joseph Hubert, 1789-1791

1791, 4 mai, Pierre Floribert Sébastien Chapatte de Sous le Terreau paroisse du Noirmont d'une part et Dominique Rémont & Pierre Joseph David associés de Voillefin département de St-Claude en Comté fournisseurs d'autre part.

« Lesquelles parties ont convenu du marché qui suit « savoir que lesdits Rémont et David ont promis & s'obligent conjointement & solidairement de faire, monter & cuire un four à chaux pour & audit Chapatte audit lieu de Sous le Terreau ou endroit qui par ledit Chapatte sera indiqué & cela dans le courant de septembre prochain sans faute & ce par le moyen des pierres & bois qu'il faudra pour ce faire, fournis sur place par ce même Chapatte, en s'expliquant que les piquets & fassades seront aussi fournis par ce dernier, mais les fassades en rameaux de fûe ou fuatte, lequel foura chaux sera de la grandeur de seize pieds de hauteur & de largeur capable que le bois pour le cuire tombe dans le four de quatorze pieds de long le tout à un pied de Roÿ; & qui sera bien cuit conditionné & parfaitement fait en toutes manières au dire d'experts & gens à ce connoissant à peine de tous frais depens dommages & intérêts le cas défailant; pour payement & salaire de quoi ledit Chapatte promet & s'oblige de leur payer quatre louis d'or et demi de France soit 56 livres 5 sols balois qu'il leur délivrera réellement & comptant à la fin dudit travail de leur fournir des lits chez lui pour se coucher pendant le temps qu'ils leur faudra pour faire ce travail & lui offre de leur donner leur nourriture comme ledit Chapatte & ses gens se nourrissent chez lui ordinairement moyennant deux piecettes par jour & par testes, que lesdits ouvriers lui tiendront à compte sur l'avant dit payement ou salaire dudit travail. »

Fait au Noirmont.

Not. 1297 Chevillat, François Humbert, 1748-1753

1750, 5 mars

Dans le contrat de construction d'une ferme à La Coperie (Saint-Ursanne), le menuisier Jean Claude Jeannerat de Saint-Ursanne, qualifié d'entrepreneur, « serat obligé de faire un chaufour bon et suffisant, tuer la chaux et se procurer le bois, pierres et tout nécessaire à ce faire ».

Archives cantonales jurassiennes (ArCJ)

Archives des communes jurassiennes – La Chaux-des-Breuleux

CdB 21.5 Four à chaux, 1828-1854

1828, (?) avril 1828, n° 1 (contrat passé entre la commune de La Chaux-des-Breuleux et Joseph Marie Amédé Geautier, de Valfin, arrondissement de Saint-Claude, Jura, France)

Geautier s'engage à faire un four à chaux aux Cerneux, commune de La Chaux, à quelques distances de la maison (?) de la commune.

Ce four devra produire au moins (1800?) à 2000 boisseaux comblés, ancienne mesure de la Montagne. La commune voiturera sur place « le bois en broussailles », les « perches ou piquet nécessaires pour la construction » du chaufour, « les planches nécessaires pour faire le pont pour monter sur le four ».

Geautier s'engage « à tirer les pierres pour la voute et gorge dans les endroits qui lui seront indiqués et la commune voiturera lesdites pierres proche la place dudit four ».

La commune fournira de la paille à Geautier « pour se coucher » durant le temps de la construction du four.

Geautier s'engage à terminer ce chaufour « de suite après celui des Breuleux, c'est à dire au plus tard du milieu du mois de juin ».

Geautier devra mesurer le four à chaux après qu'il sera refroidi après la cuite (illisible).

Conditions de prix des boisseaux (illisible), mais il semblerait qu'il y a deux prix, pour moitié de la production.

Le paiement se fera en deux temps : la moitié après le mesurage et l'autre moitié à la foire de la Madeleine de Saignelégier, le 28 juillet 1828.

1828, 2 juillet, n° 2 (reçu de « Joseph Marie Amédé de Valle fin »)

2216 penaux de chaux. Les deux tiers à 2 sous et le tiers restant à demi-batz, soit au total 33 écus neufs et 34 batz et demi.

Acompte de 18 écus neufs 34 batz et demi.

1828, n° 3 (brouillon de décompte)

Ces 2216 penaux de chaux ont été revendus par la commune, soit : 526 penaux à la cure des Breuleux, 342 penaux à la commune de La Chaux qui les a mis « dans un creux proche des Cerneux », 1108 penaux vendus à différents particuliers à 6 sous le penal.

Le reste a été vendu à Pierre Ignace Boillat des Cerneux.

1835, n° 4 (four à chaux à La Baumatte, sans autre précision)

Décompte complexe des penaux de chaux vendus.

La cuite a fourni 1534 penaux.

La commune a mis 331 penaux dans un creux près de La Seigne.

Liste de 9 personnes « qui ont été à la couvré pour mesurés le four à chaux ».

(Ces gens ont passé en tout 9 journées)

1835, n° 5 (carnet des ventes)

1534 penaux de chaux produits.

Nombreux particuliers du village et des environs, qui achètent entre 8 et 20 penaux chacun. Commune : 376 penaux, hors de la commune 845 penaux, soit 1221 penaux vendus à 6 creutzer le penal, soit 183 livres 15 rappes suisses.

On a mis 208 penaux dans un creux.

(Décomptes peu clairs)

1835, 27 juillet, n° 6 (contrat passé entre la commune de La Chaux et le chaufournier Maximien du Puix, de La Rixone, arrondissement de Saint-Claude, Jura, France)

Contenance du four : au moins 2000 penaux de chaux, ancienne mesure de la Montagne.

La commune fournira près de l'emplacement « les perches pour monter ledit four », voiturera « les pierres pour la voute » si on n'en peut trouver sur l'emplacement, « le bois en broussailles pour cuire le four », « les planches pour faire un pont pour monter dessus ledit four ».

L'entrepreneur s'engage à faire ce four comme dessus, la chaux devra être finie et cuite pour la fin du mois d'août 1835.

Prix à payer au chafournier par la commune : 3 creutzer par penal pour la moitié et 3 creutzer et demi pour l'autre moitié. Après mesurement, tout sera payé à Dupuix, sauf 2 livres suisses qui seront déduites.

1835, 3 octobre, n° 7 (récépissé du chafournier Joseph Montavon, de Boécourt, dans le cadre du contrat de 1835, n° 6)

Montavon a reçu de la commune de La Chaux, après le contrat passée entre cette commune et Maximien Dupui, de La Rixouse, « pour la rétribution d'un four à chau », la somme de 100 livres suisses, 47 rappes suisses et demi.

(Qui a fait le chafour ? Le Suisse ou le Français ?)

1835, n° 8 (décomptes de la vente de la chaux produite en 1835 par la commune de La Chaux)

Ce chafour a produit 1552 penaux de chaux.

(Décompte peu clair de la vente à des particuliers. Est-ce une autre version du décompte de 1835, n° 5 ? Apparemment, oui.)

1850, n° 9 (commune de La Chaux-des-Breuleux ?)

« Voiturage des pierre de la vôte pour le four à chaux en 1850 ».

16 particuliers au moins ont voituré des pierres par « courvée ».

(Pas clair : « journée » raturé, « demi d'homme » et « demi » raturé, « journée de chèrat » pour les véhicules... Apparemment, il y aurait eu 16 journées ou demi-journées de travail et autant de voiturage.)

1854, 1^{er} mai, n° 10 (contrat entre la commune de La Chaux et François Geautier, « maitre chafournier » à Valfin ; voir le décompte de 1828, n° 1)

Geautier fera un chafour de 2500 « boisseaux » environ pour la commune, au lieu-dit A la Carube, dans les pâturages communaux.

Prix : 14 centimes le boisseau et 5 francs d'étrennes.

Le bois façonné sera livré sur place, avec « les perches pour monter ledit four », « des bardeaux et une bille de planche pour (?) », « de la paille pour lit des chafournié ».

La commune ne s'engage à rien pour voiturer les pierres pour construire le four à chaux. C'est à la charge « des chafournié ».

Ce four doit être construit et cuit pour le 5 juin prochain au plus tard. Le mesurement doit se faire « dans quatre jour ».

« Si le démolissement n'est pas fait dans quatre jour, les journées leur seront payés » à 2,54 francs par jour.

(Le chafournier n'est pas seul et les conditions se durcissent pour lui...)

Archives de la période bernoise – District de Delémont – Correspondances

142 DT 44-52 Enquêtes administratives, 1912-1944

Rien

143 DT 21.2 Movelier

1734, 29 décembre (amodiation revue à la baisse à cause d'un ancien four à chaux)

L'église Saint-Germain de Movelier amodie pour 9 ans à Erhard et Germain Salegat, de Movelier, 6 journaux de terres diverses, pour 14 livres 10 sous de cens annuel.

On a diminué ce cens de 10 sous « par rapport au dommage qu'est arrivé par le moyen du chafour qu'on fut obligé de construire en janvier 1734 dans le prel sudit Entre Domont pour batir le cloché de ladite église et de se servir du bois le moins dommagable qu'on a prit hors de la joux de l'église joignante audit prel. »

Archives de la Bourgeoisie de Porrentruy (ABP)**ABP VI 46 Comptes de la ville, 1481-1503**

1488:

p. 115

Marché passé entre la ville et trois gars apparemment de la cité pour faire un chafour dans le «Val de Fontenais».

Le chafour doit avoir «vingt et deux piedz de gros deant les roiches et de six piedz de messus et dois le fond trente et trois pied de hault compris le cumulon».

«On leurs doit vuider le creux, soingnye toutes matière en plaice et ilz debvant traire toutes pierres et mectre en oeuvre, et debvant mectre les ronduis comme estoit ou précédant chafour, et lequel chafour debvant rendre cuyz et tout asseniz bien et soffisamment de chafforniers»: 37 livres.

p. 116

«Quant les macons commencèrent de fere le chaffour de murie», le conseil va boire un coup avec eux à deux reprises «affin que feissent tant meilleur ouvraige»: 5 sous.

p. 117

Le chafour est béni par le vicaire: quatre channes de vin et les maçons reçoivent 2 sous 9 deniers.

p. 118

Achat d'«ung millier de fers» aux gens de Fontenais pour le chafour, qui les amènent devant le chafour: 50 sous.

Achat de «deux pieces de bois de folz pour fere les larres»: 3 sous.

«Item quant le chaffour fut cuyt l'on ilz myt la premiere nuyt pour le garder du fued» deux gars: 18 deniers.

Trois gars «ont fait un millie de fers duquel l'on en a mener au chaffour environ deux cents au chafour»: 23 sous.

p. 119

Un gars a charroyé un jour ces «feres au chaffour»: 18 deniers.

Un gars a charroyé ces 1000 «feres» (ferrements?) et il en a mené 200 au chafour, le reste a été donné aux maçons (qui ne sont pas sur le chafour): a reçu trois chars de gros bois.

Deux gars ont «fait la ramure du chaffour»: 30 sous.

Acheté «un cent de laites pour ledit chaffour» à Vendlincourt: 12 sous.

p. 120

«Assavoir que pour ce que ledit chaffour est estey un pot mal cuyz en aucun lieu, l'on leurs a rabbattuz de la somme ou pleis soixante et quatorze solz et six deniers. Nota que pluseurs disoient que la volte estoit trop aulte. Item auxi pluseurs disoient qu'il avoit trop de veulz. Aultres disoient que le cumulon estoit trop bas et pot furni par les flens: aultres disoient que ledi cumulon à l'encommencement ou estoient les grosses pierres ne fut pas bien marier ne soles, par quoy l'on disoit que icelles faultes le dampnaige ilz estoit venuz, et pour ce quant l'on en pledera un aultre soit bien visitez.»

Un artisan a reçu de l'argent pour du travail ailleurs qu'au chafour et «après luy rabbattuz les courvées du chaffour».

«Item Jehan Verné de Bure a pledie de couvert le chaffourt de gleux et d'estrain, à luy donné pour ce»: 15 sous.

Un gars (meunier?) a fourni «deux cents et dix gleux que costent»: 7 sous 8 deniers.

1493:

p. 39 verso

«Item aulcung gentilz hommes au roy nostre seigneur brulirent la ramure du chaffour et en il a failluz reffere une aultre pour le mectre absolte. Et fut pledié es filz Henry Perretine de Fontenoy et à Jehan Tresmolans ont ilz fere unen aultre, lesquelx en ont fait, à eulx donné pour ce per pleis»: 36 sous.

p. 40 recto

«Item pour couvert ledit chaffour aichetez quatre cherrées de laons que costent»: 50 sous.

Archives communales de Vermes (ACV)

ACV 101 [Contrat passé par la commune avec un « maître chafournier »]

1826, 28 avril (contrat passé par la commune de Vermes avec un « maître chafournier », François Chambard, de Largié, Jura, France)

Contenance du four: 2500 boisseaux, ancienne mesure.

Le chafournier prend à sa charge les piquets et les fosses et toutes les pierres, sauf ce qui devra être voituré par la commune. La commune lui livrera le bois sur place.

Chaque boisseau sera payé 3 kreutzer.

1827, 18 janvier (contrat passé par la commune de Vermes avec le même chafournier)

Contenance du four 2000 boisseaux, ancienne mesure.

Prix: 9 rappes le boisseau.

Le chafour devra être fait dans le courant de mars 1827.

Par la même occasion, la commune décide de stocker 800 boisseaux dans une fosse humide pour les bourgeois qui en auront besoin pour leur ménage.

12 Synthèse

Jean-Daniel Demarez

12.1 La chaux: procédés de fabrication et usages

12.1.1 Introduction

La chaux est un produit qui, depuis sa découverte et jusqu'à la Révolution industrielle, a principalement été utilisé comme liant dans la construction ou en gypserie, même si ses usages sont multiples. Elle est produite par la *calcination*, c'est-à-dire la cuisson de la pierre – essentiellement le calcaire – à de hautes températures. Les enduits de plâtre étaient déjà connus en Egypte au III^e millénaire. Si les Grecs utilisèrent des liants à base de chaux de manière épisodique, les Romains développèrent cet usage et en firent leur marque de fabrique¹⁰¹.

Lorsque des pierres calcaires sont chauffées à environ 1000 °C, le carbonate de calcium (CaCO₃) perd son gaz carbonique (CO₂). Il en résulte des blocs pulvérulents qui forment ce que l'on appelle la *chaux vive* (CaO). Il faudra alors hydrater ces blocs, habituellement par immersion, ce qui va provoquer un dégagement de chaleur et leur désagrégation, et donner une sorte de pâte, la *chaux éteinte*.

Une fois hydratée, le produit peut se garder assez longtemps s'il est conservé dans une fosse ou des récipients hermétiques, pour éviter qu'il ne réagisse avec le gaz carbonique. C'est ce qui se passe lorsque la chaux est utilisée en maçonnerie: l'interaction entre le gaz et le CO₂ libéré de l'eau, ce qui entraîne la cristallisation du carbonate de calcium et un durcissement du matériau.

12.1.2 Architecture des différents types de four

Le principe de la chaux a sans doute été découvert par hasard. On peut en effet supposer que les hommes de la Préhistoire l'ont observé à partir du moment où ils ont maîtrisé le feu, en voyant la transformation de pierres calcaires (bordures de foyer p. ex.) exposées à la chaleur durant une longue période. Ces pierres finissaient par se décarbonater, puis pouvaient se réhydrater sous l'action de l'eau. Néanmoins, il n'est pas encore question de fabrication.

D'un point de vue technique, la production de petites quantités de chaux est réalisable dans de simples fosses. Mais les besoins croissants de cette matière en architecture, surtout dès l'Époque romaine, rendaient indispensable la construction d'aménagements spécifiques.

Les fours à chaux peuvent être classifiés en deux catégories: ceux qui sont uniquement destinés à la calcination de la pierre calcaire, et ceux dits «à double effet». Les fours de la seconde catégorie sont des structures qui permettent d'utiliser l'excès calorifique, ou de brûler différents types de matériaux. Ils n'apparaissent qu'aux Temps modernes et ne sont pas attestés sur les sites archéologiques du canton du Jura. Cependant, les recherches archivistiques attestent de leur existence (chap. 11).

Les fours qui ont été utilisés de manière exclusive pour la fabrication de la chaux sont eux-mêmes subdivisés en quatre classes:

- 1) les fours à calcination périodique à grandes flammes;
- 2) les fours à calcination périodique à petites flammes;
- 3) les fours à calcination continue à grandes flammes;
- 4) les fours à calcination continue à petites flammes¹⁰².

Les fouilles effectuées sur les sites ajoulots n'ont mis en évidence que des *fours à calcination périodique à grandes flammes*, dits aussi *fours à usage intermittent*. On parle de calcination à grandes flammes car les pierres à calciner sont entassées en une charge unique dans la chambre de calcination. De la sorte, l'espace de la chambre de chauffe est assez volumineux pour permettre un feu à flammes vives¹⁰³.

Les fours périodiques à grandes flammes édifiés au Moyen Âge et encore aux Temps modernes ont de nombreux points communs avec ceux que l'on construisait dans l'Antiquité. Ils ne se démarquent que par une différence essentielle: les premiers sont de type semi-enterré, les seconds sont plutôt de type enterré. C'est ce type de four qui est décrit par Caton dans son traité d'agriculture. Ce texte d'un grand intérêt est la toute première description d'un four à chaux, la seule jusqu'aux Temps modernes.

Faites le four à chaux large de dix pieds, haut de vingt; au sommet, réduisez la largeur à trois pieds. Si vous cuisez avec une seule bouche, ménagez une grande cavité à l'intérieur suffisante pour contenir la cendre, de façon qu'il n'y ait pas à la sortir, et construisez bien le four; faites en sorte que la sole occupe toute l'étendue intérieure du four (...). Quand vous ferez le four, donnez au puits une pente raide; quand vous aurez creusé suffisamment, disposez l'emplacement du foyer de sorte qu'il soit le plus profond et le moins exposé aux vents possible; si vous n'avez pas d'emplacement assez profond, construisez le haut en briques ou en moellons, avec du mortier; enduisez le haut extérieurement. Quand vous aurez allumé, si la flamme sort par ailleurs que par l'orifice circulaire du haut, colmatez avec du mortier. (...) Voici ce qui indiquera quand la chaux sera cuite: il faudra que les pierres du haut soient cuites; de plus, les pierres du bas, cuites, s'affaisseront, et la flamme donnera moins de fumée¹⁰⁴.

Le four à chaux romain typique, tel que décrit par Caton, est donc une structure «enterrée», généralement dans un sol argileux. Il peut être aménagé dans une pente ou, comme à Boncourt, dans une doline. La porte d'alimentation du foyer (gueule) se situe au niveau le plus bas, à la même hauteur que l'aire de chauffe.

101 Adam 1989, p. 69.

102 Biston 1836, p. 25-26.

103 On parle de fours à petites flammes quand on place le combustible (tourbe ou charbon) et les pierres en couches alternées. Les petites flammes permettent une combustion plus intense mais entraînent des tâches supplémentaires, comme le criblage des résidus après la cuisson.

104 Caton, *De l'agriculture*, 38.1-8.

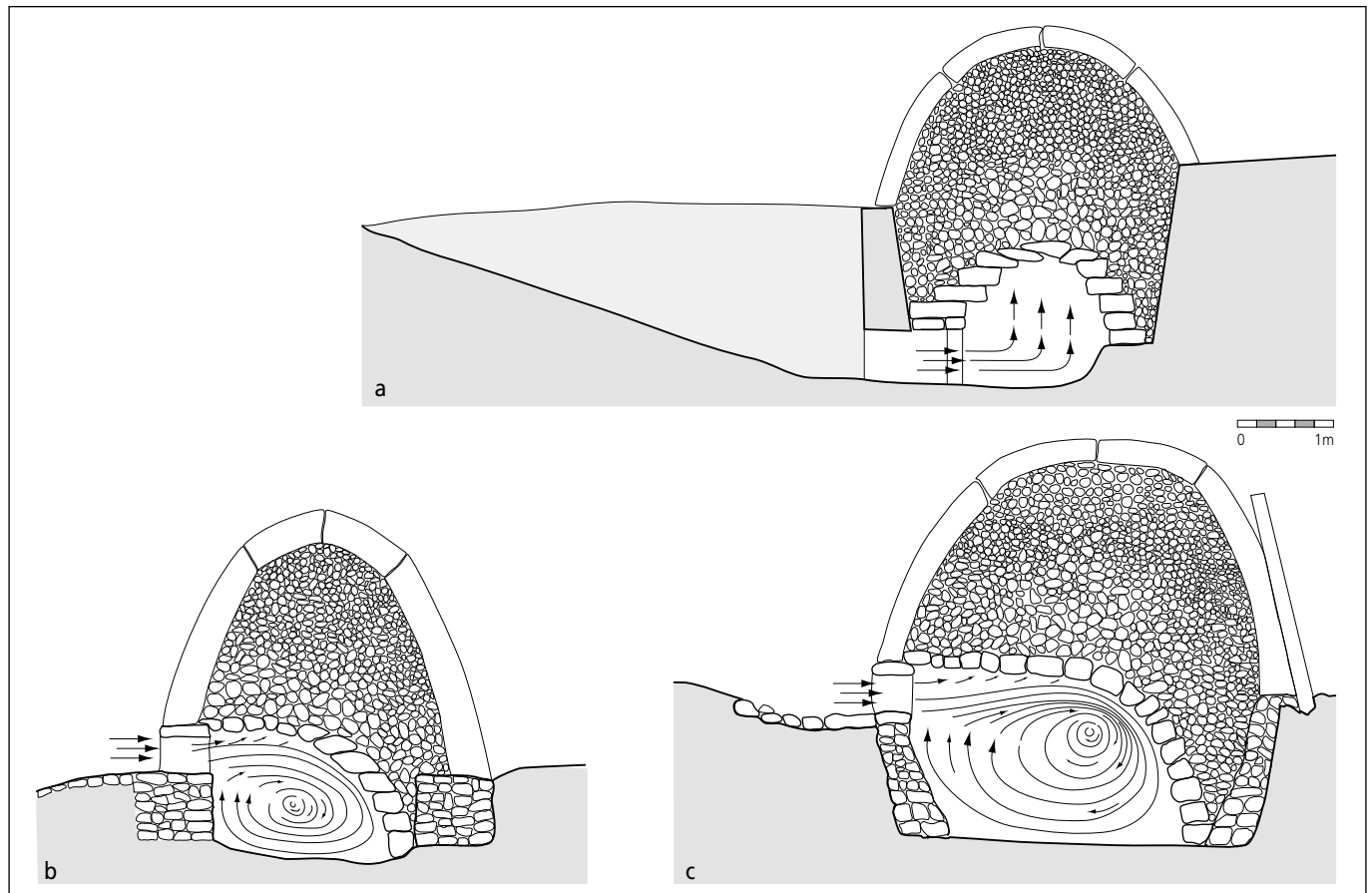


Fig. 141. Coupes schématisques. a : four gallo-romain; b : four du Haut Moyen Age; c : four des Temps modernes. Les flèches illustrent les mécanismes thermodynamiques.

On y accède par une galerie (ou fosse de travail) creusée dans le terrain naturel. L'alimentation du foyer ce fait donc par le bas.

Ces caractéristiques de base sont en général propres à tous les fours gallo-romains. Dans la pratique cependant, les fours ne sont jamais totalement enterrés, et la hauteur de la partie hors-sol pouvait varier, en fonction de la configuration du terrain, ou de l'impossibilité de creuser trop profond. C'est pourquoi, dans le cadre des fours préindustriels partiellement enterrés, il serait peut-être plus juste d'employer les dénominations de Gilbert Flach, qui distingue entre les *fours avec appel d'air par le bas* et les *fours avec appel d'air à mi-hauteur*¹⁰⁵.

Ces derniers sont caractéristiques du Moyen Age et des Temps modernes. La gueule est située au niveau du sol de circulation, dans la partie haute de la chambre de chauffe, directement sous la voûte (fig. 141.b-c); l'alimentation du foyer se fait donc plus ou moins à mi-hauteur de la structure.

Comme déjà mentionné, les artisans de l'Epoque romaine installaient leur four de préférence dans des terrains en pente. Cela permettait une consolidation des parois extérieures, enterrées dans le meilleur des cas sur 11/12^e de leur masse. Le remplissage du four était également facilité puisqu'il pouvait s'effectuer par le haut, depuis une plateforme de chargement¹⁰⁶.

C'est à l'Epoque romaine déjà, au II^e ou au III^e siècle, qu'apparurent les premiers fours avec appel d'air à mi-hauteur.

Nous ne pouvons cependant citer qu'une poignée d'exemples :

- les sites de Nervochat, Sarreinsming et Bousbach en Moselle¹⁰⁷;
- un four installé dans la crypte des Balbi à Rome¹⁰⁸;
- la célèbre batterie de six fours d'Iversheim (Rhénanie, D)¹⁰⁹.

Dans certaines régions, les fours à appel d'air par le bas existent encore au Haut Moyen Age, comme à Gamsen (VS), entre 400 et 700¹¹⁰, ou à Sessenheim (Bas-Rhin, F), au VII^e siècle¹¹¹. A Boncourt, l'unique four de cette période est du type avec appel d'air à mi-hauteur. En fait, les deux catégories ont pu coexister un certain temps. Mais il est certain qu'après 700, c'est la seconde qui constituera l'unique type de chaufour.

On peut s'interroger sur les raisons qui ont conduit au développement d'un nouveau type de four et à l'abandon progressif de celui qui était utilisé depuis plusieurs siècles. A première vue en effet, l'on serait tenté de penser que sans appel d'air par le bas, le tirage ne devait pas être efficace, en tout cas moins que dans les fours à appel d'air par le bas. Il n'en est rien, et la mécanique des fluides

105 Flach 1982.

106 Ibid.

107 Ibid.

108 Petrella 2008.

109 Sölter 1970.

110 Paccolat, Taillard et Antonini 2000.

111 Châtelet 2005.

démontre qu'en réalité, c'est exactement le contraire. La figure 141 illustre les mécanismes thermodynamiques en œuvre dans cette structure. L'air qui entre dans le foyer s'investit sous la voûte et circule le long des parois en tourbillonnant. Lors de la mise à feu, avec la chaleur, le mouvement s'accélère. Dans la chambre de calcination, l'air abandonne sa chaleur aux pierres et s'évacue par les événements. Le tirage du four augmente alors. Dans la chambre de chauffe, grâce au feu, l'énergie des molécules d'air augmente car l'énergie cinétique apporte une énergie supplémentaire. La fournaise est alors très vive et le tirage très important¹¹².

La rapidité de l'élévation des températures dans cette catégorie de chauffours est peut-être l'explication de l'abandon des fours de type gallo-romain. Les fours avec appel d'air à mi-hauteur ont cependant un point faible: ils utilisent beaucoup plus de combustible, ce qui n'était sans doute pas un problème à l'Epoque romaine ou au Haut Moyen Age, mais qui a pu en devenir un aux Temps modernes (voir *infra*).

12.1.3 Construction et réfections

Quel que soit le type auquel ils appartiennent, les fours à chaux partagent de nombreuses caractéristiques (fig. 142). Certaines ont déjà été explicitées ci-dessus. Ce qu'il faut encore noter, c'est que la voûte n'a jamais subsisté. Cet élément sépare la chambre de combustion de la charge à calciner, mais il en constitue aussi la base, de sorte que les blocs qui le composent se désagrègent pendant la cuisson. La forme de la voûte est donc reconstituée d'après les autres vestiges encore en place, comme des banquettes taillées dans le sol ou des murets maçonnés.

De la même manière, le manteau argileux qui servait d'isolant thermique à la charge à calciner était démantelé après la cuisson et n'est jamais conservé. On en retrouve cependant de nombreux déchets aux alentours du four. Dans certains cas, le manteau pouvait être maintenu par un caisson en bois.

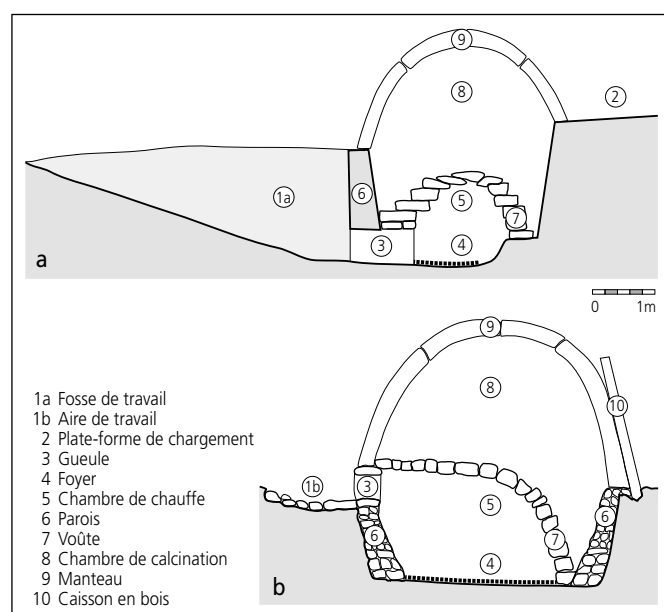


Fig. 142. Eléments constitutifs d'un four gallo-romain (a) et d'un four du Moyen Age et des Temps modernes (b).

12.1.3.1 Epoque romaine

Les cinq fours à chaux gallo-romains de Boncourt présentent une configuration générale identique. Ils ont tous été établis dans le versant nord-ouest du vallon de Grand'Combes, leur ouverture donnant vers l'aval (fig. 143). La chambre de chauffe et, au-dessus, la chambre de calcination, d'un diamètre de 3 à 4 m, ont été creusées sur une profondeur variant de 1,70 à 3 m. Vers la fosse de travail, les parois se resserrent pour former un canal de chauffe d'environ 1 m de longueur, pour une largeur minimale de 40 cm. La fosse de travail, d'un plan incliné, mesure de 6 à 10 m de longueur.



Fig. 143. Boncourt-Grand'Combes. Reconstitution d'un four gallo-romain.

Dans tous les cas, plusieurs phases ont été mises en évidence (fig. 144). Certaines ne sont que des modifications mineures ou de simples réfections, alors que d'autres ont changé la morphologie des fours. Il y a en tout cas deux stades importants qui leur sont communs.

	Phase 1	Phase 1b	Phase 2	Phase 3a	Phase 3b
F1	Parois: naturelles Foyer: ± circulaire Voûte: en coupole	–	Parois: naturelles Foyer: rectangulaire, entame la banquette initiale Voûte: en tunnel	Parois: maçonnées Foyer: circulaire Voûte: en coupole Autres: renforcement de la gueule	Réfection des parois
F2	Parois: naturelles Foyer: ± circulaire Voûte: en coupole	Réfection des parois	Parois: naturelles Foyer: trapézoïdal Voûte: irrégulière Autres: rehaussement du foyer et de la gueule	Parois: maçonnées Foyer: trapézoïdal Voûte: en tunnel (?) Autres: renforcement de la gueule	Réfection des parois
F3	Parois: naturelles Foyer: ± circulaire Voûte: en coupole	–	Parois: naturelles Foyer: rectangulaire Voûte: en tunnel	Parois: maçonnées Foyer: trapézoïdal Voûte: en tunnel Gueule: maçonnée	–
F4	Parois: naturelles Foyer: ± circulaire Voûte: en coupole	–	Parois: maçonnées Foyer: ± circulaire Voûte: en coupole Gueule: maçonnée	Renforcement de la gueule (?)	–
F6	Parois: naturelles Foyer: ± circulaire Voûte: en coupole	–	Parois: maçonnées Foyer: circulaire Voûte: en coupole	–	–

Fig. 144. Périodisation des cinq fours gallo-romains.

112 Sölter 1970, p. 42-43.

Le stade initial est celui du creusement de la cavité. A ce moment, les parois des fours sont constituées par le sédiment limono-argileux du terrain encaissant, comme à Lausanne-Vidy (VD)¹¹³, Guerville (Yvelines, F)¹¹⁴ et Clermont-lez-Nandrin (Liège, B)¹¹⁵. Il n'est nullement nécessaire de chemiser la chambre de chauffe avec des maçonneries. Les sédiments argileux étaient même recherchés pour leurs capacités réfractaires lors de la cuisson (remarquons au passage que dans sa description du four à chaux, Caton ne préconise l'emploi de la maçonnerie que pour la partie hors-sol, non pour la partie enterrée). La structure F201 de Sivry-Courtry, Brétinoust (Seine-et-Marne, F), fournit du reste un bon exemple d'un four qui n'a jamais fonctionné qu'avec les parois naturelles du terrain encaissant¹¹⁶.

Au pied des parois, les chafourniers ont entaillé le sol pour aménager une banquette de quelques décimètres de largeur, en surplomb d'une cinquantaine de centimètres au-dessus d'un foyer circulaire à piriforme. Cette banquette était destinée à soutenir une voûte de plan circulaire, plus ou moins en coupole, construite sans doute en encorbellement, ou alors sur des cintres de bois dans le cas de foyers trapézoïdaux. La première proposition est plus vraisemblable. Il faut préciser qu'à Boncourt, nous n'avons aucun élément qui témoigne de l'utilisation de tels cintres.

Il est communément admis que cette structure constituait tout à la fois l'élément porteur de la charge à calciner, et en même temps sa base. Il fallait donc qu'elle soit aménagée avec des pierres de gros calibre, qui mettent plus de temps à se transformer en chaux que les pierres plus petites entassées dans la chambre de calcination, afin d'éviter un effondrement trop rapide de la voûte¹¹⁷. Mais il n'est pas non plus exclu que les chafourniers de Boncourt aient utilisé des calcaires plus siliceux. Les fouilleurs ont en effet observé à plusieurs reprises, dans les déchets de la dernière cuisson des fours, des résidus parfois volumineux de calcaire mal calciné, contenant des veines de silice, comme par exemple dans le four F1 (fig. 27). La charge à calciner, entassée dans la chambre de calcination, dépassait en partie du sol. Ce petit monticule de cailloux était recouvert d'un manteau de limons argileux, pour lequel on utilisait sans doute les sédiments extraits lors du creusement de la chambre.

On remarque qu'à un moment donné, après un certain nombre d'utilisations et de réfections, les parois ont été chemisées d'un mur de 40 à 60 cm de largeur, posé sur la banquette initiale. Cet appareil n'est en général posé que contre la base des parois, sauf dans le four F2, où la maçonnerie était conservée sur une hauteur de 1,60 m.

Les terrains argileux étaient recherchés pour leurs capacités réfractaires. Mais les sédiments de Boncourt sont des limons argileux, un peu sableux. Ils possèdent partiellement les capacités réfractaires des argiles, mais sont plus friables. C'est la raison pour laquelle les parois s'endommageaient lors des cuissons et qu'il était nécessaire de les rechapier. Cette opération s'effectuait de manière opportuniste, en utilisant les déchets des cuissons précédentes (débris du manteau argileux, éclats de calcaire) mêlés à du limon local. Le rechapage était donc rapide et

peu coûteux, mais son efficacité limitée. A un certain moment, si l'on voulait continuer à utiliser le four, il devenait nécessaire de procéder à une réelle consolidation des parois par la construction d'une maçonnerie. Si cette opération permettait d'éviter de creuser un nouveau chafour, elle avait néanmoins l'inconvénient de diminuer le diamètre de la chambre de chauffe et de la chambre de combustion. A noter que dans trois cas, on observe aussi un renforcement du dispositif d'entrée (fours F2, F3 et F4).

Entre ces deux stades, ou encore après le second, on observe souvent des modifications, parfois importantes. C'est le cas pour les fours F2 et F4 où, après la phase précédente, les parois du dispositif d'entrée (gueule et canal de chauffe) ont été renforcées par un nouveau parement en pierres. Cet ajout a eu des répercussions sur la forme de la gueule. En effet, comme cela a été mis en évidence dans au moins un cas (four F2, fig. 40), sans doute deux (four F1, fig. 25), l'ouverture était plus ou moins carrée voire rectangulaire. C'est le même type de gueule que celui du four à chaux découvert en 1985 à Lausanne-Vidy¹¹⁸. En ce qui concerne les fours F3 et F4, on a également observé qu'au stade initial, le canal de chauffe – donc aussi la gueule – avait une largeur de 60 à 80 cm. L'ajout d'une nouvelle maçonnerie a eu pour effet de diminuer la largeur du canal de chauffe à une quarantaine de centimètres. Comme il fallait néanmoins assurer une arrivée d'air suffisante, cette réduction a été compensée par une élévation plus importante, d'au minimum 1,40 m pour le four F4 (fig. 52 et 56). La forme de la gueule du four F3 est désormais rectangulaire. Celle du four F4 devient trapézoïdale, avec une largeur de 40 cm à la base, qui s'évase jusqu'à 80 cm dans la partie haute.

Certaines modifications ont aussi pu avoir une influence sur l'architecture de la voûte.

Mais ces changements ne sont pas les mêmes partout. En fait, il serait vain de chercher un parallélisme rigoureux dans l'évolution des cinq fours, car les transformations effectuées sont des réponses à des problèmes techniques (dégradation de tout ou partie d'un four), propres à chaque structure, auxquels les artisans ont répondu au cas par cas.

C'est le cas en particulier du four F2, qui présente une spécificité: c'est le seul four dans lequel le foyer a été surhaussé d'une cinquantaine de centimètres (phase 2), ce qui a nécessité un rehaussement de la gueule (fig. 34, deux linteaux superposés). L'explication réside dans le fait que le foyer initial est fortement excentré, par rapport à l'axe longitudinal de la structure. Ce décalage provient sans doute du fait qu'ayant atteint la roche trop rapidement, les artisans ont continué à creuser là où subsistait une poche de limon (chap. 3.2.1.2, phase 1).

113 Paunier et al. 1989, p. 103-105.

114 Barat et Mortagne 1991.

115 Breuher et Fraipont 1929.

116 Suméra et Veyrat 1997.

117 Lavergne et Suméra 2000.

118 Paunier et al. 1989, p. 107, fig. 146.

Il est vraisemblable que le décentrage latéral du foyer a occasionné un mauvais fonctionnement de l'installation, auquel on ne pouvait remédier que par des modifications importantes.

Il faut encore noter une autre spécificité du site de Boncourt. Dans la plupart des chauffours gallo-romains, la chambre de chauffe est circulaire ou légèrement ovoïde. Au niveau d'apparition, avec la fosse de travail attenante, cela donne un plan piriforme ou « en trou de serrure » (*birnenförmige Ofen, key-hole shaped oven*; fig. 18 et 29). Les fours de plan rectangulaire sont plutôt rares. D. Lavergne et F. Suméra en mentionnent un à Rustrel (Vaucluse, F), daté du Haut Empire. Il est traversé dans son axe longitudinal par un foyer également rectangulaire. Un vestige d'une voûte en tunnel subsistait¹¹⁹. Les auteurs, qui se basent sur un corpus de 55 fours, considèrent ce type de plan comme une « variante originale ». A Boncourt, les foyers rectangulaires (ou trapézoïdaux) ont existé, mais ils ont toujours succédé à des plans circulaires. Le même phénomène a été observé à Porrentruy-La Perche, dans au moins un des cinq fours mis au jour¹²⁰.

12.1.3.2 Haut Moyen Age

Les enseignements que l'on peut tirer du four F5 sont limités car seul un tiers de sa superficie a été fouillé, le reste se trouvant hors emprise des travaux publics. On peut néanmoins établir qu'il était de type semi-enterré et de plan circulaire.

Les fours à chaux du Haut Moyen Age restent encore mal connus. En prenant un périmètre assez large autour du Jura, on ne peut guère citer qu'un exemple du V^e siècle à Goux-lès-Dôle (Jura, F)¹²¹, et deux du VII^e siècle dans le Bas-Rhin, Roeschweg-Schwarzacker et Sessenheim-Hecklen¹²². Ces quelques cas montrent une configuration peu différente des fours gallo-romains. La gueule est disposée à la base de la paroi et débouche sur une aire de travail établie dans une fosse. L'enfouissement est toutefois moindre que pour les fours d'Epoque romaine. A Gamsen (VS) les fours semi-enterrés avec appel d'air à mi-hauteur apparaissent vers 700¹²³. Le chauffour de Boncourt est sans doute lui aussi une structure de combustion avec appel d'air à mi-hauteur. Il est vrai que seule une portion en a été fouillée, mais c'est justement celle qui se trouvait en aval, à l'endroit où devait se situer la gueule. Si celle-ci avait été à la base des parois, elle aurait de toute façon été mise en évidence.

12.1.3.3 Moyen Age et Temps modernes

Les sept fours à chaux de cette période découverts en Ajoie sont sans aucun doute des fours semi-enterrés avec appel d'air à mi-hauteur. Ils s'étalent des environs de l'an 1000 au XVIII^e siècle. Quatre ont été fouillés en entier ou presque, deux autres ont fait l'objet d'un sondage d'envergure limitée, et le dernier n'est documenté que par un relevé de surface (fig. 145).

Le caractère disparate de la documentation et l'absence de datation pour deux des fours limitent la portée des conclusions. Quelques constats sont toutefois possibles.

On remarque en premier lieu que les chauffours ont été implantés de manière préférentielle sur le flanc d'un vallon ou sur un

Site	Fouille	Diam. ext. (m)	Diam. int. (m)	Prof. (m)	Datation
Boncourt-Grand'Combes F7, phase 1	complète	5,50	5,50	1,30	1500-1650
Boncourt-Grand'Combes F7, phase 2	complète	5,50	4,50	1,30	1650-1800
Bressaucourt - Au Fond d'Echaux	non fouillé	?	± 4,00	?	Moyen Age / Temps modernes
Bure-Les Pertchattes	partielle	?	± 3,00	?	Moyen Age / Temps modernes
Chevezey-Combe Ronde	complète	5,00	± 3,60	2,10	1550-1600
Courtedoux-Bois de Montaigne	partielle	± 5,50	4,70	1,90	975-1025
Courtedoux-Tchâfoué	complète	4,20	3,00	1,70	1600-1700
Courtedoux-Vâ Tche Tchâ	complète	4,00	3,00	0,85	1675 ± 10

Fig. 145. Dimensions des fours à chaux en Ajoie (Moyen Age / Temps modernes). Tableau récapitulatif.

terrain légèrement en pente (Boncourt, Bure, Chevezey - Combe Ronde, Courtedoux-Vâ Tche Tchâ et Courtedoux-Tchâfoué), mais pas systématiquement. En ce qui concerne les fours gallo-romains, presque entièrement enterrés, auxquels on accédait par une tranchée, le choix d'un terrain en pente permettait de limiter la quantité de sédiments à excaver. Dans le cas des fours avec arrivée d'air à mi-hauteur, dont le foyer était alimenté depuis le niveau de circulation, le gain est insignifiant. Les fours de Bressaucourt et de Courtedoux-Bois de Montaigne ont été aménagés sur un sol plutôt plat.

Ce qui est le plus intéressant c'est que dans certains cas, deux stades bien distincts ont été mis en évidence. Contrairement à ce qui était attendu en fonction des connaissances actuelles, les fours n'ont pas forcément été construits dès le départ avec des parois maçonnées. Lors d'une étape initiale, c'est le terrain encaissant qui faisait office de paroi, tout comme dans les fours gallo-romains.

Ceci est indubitable pour le four F7 de Boncourt (chap. 3.3.1) : la rubéfaction du sol naturel témoigne en effet d'une forte exposition au feu, ce qui n'est pas le cas pour le liant utilisé dans la maçonnerie. Il serait incompréhensible que ce liant à base de limons n'ait pas été altéré par la chaleur et que le terrain encaissant, une cinquantaine de centimètres à l'arrière du mur, l'ait été. Au pied des parois (fig. 84 et 85), les constructeurs ont aménagé un muret d'une cinquantaine de centimètres de hauteur. Comme dans les fours à chaux gallo-romains, ce dispositif servait de banquette pour soutenir la voûte qui séparait le foyer de la charge à calciner. Dans un second temps, les chauffourniers ont chemisés les parois – sans doute endommagées – avec un mur de pierres calcaires aménagé sur l'ancienne banquette. La maçonnerie a été renforcée par un colmatage final au mortier de chaux. Par endroits, la paroi maçonnée montre une inflexion nette : verticale dans sa partie inférieure, jusqu'à l'altitude de 400 m (fig. 84), elle s'évase avec un angle marqué dans sa partie supérieure.

119 Lavergne et Suméra 2000, p. 456-457 et fig. 2.

120 Fouilles inédites, direction V. Légeret.

121 Mangin et al. 1988.

122 Châtelet 2005.

123 Paccolat, Taillard et Antonini 2000.

Il est possible que cette pente ait été aménagée pour appuyer la voûte plus facilement. Enfin, il faut encore noter qu'à Boncourt, l'interprétation de deux phases architecturales est renforcée par deux datations ¹⁴C (fig. 145).

Selon toute vraisemblance, d'autres fours ont connu la même évolution. A Chevenez-Combe Ronde, on a aussi noté que le terrain encaissant était rubéfié à l'arrière des parois, de même qu'à Courtedoux-Và Tche Tchâ et à Courtedoux-Tchâfoué.

Courtedoux-Tchâfoué en particulier est intéressant (chap. 8.3) : le terrain encaissant n'est absolument pas rubéfié sur les 30 premiers centimètres, et les trois à quatre premiers rangs de pierres ont l'air distincts du reste de la maçonnerie. Nous pensons donc qu'il y a eu, là aussi, un premier stade lors duquel les parois étaient constituées par le terrain encaissant, avec une banquette aménagée à la base. La partie supérieure de l'élévation doit être liée à une réfection des parois endommagées. On constate en effet que le sédiment limoneux utilisé comme liant dans la construction n'est rubéfié que sur une dizaine de centimètres d'épaisseur, le limon situé plus à l'intérieur du mur n'ayant pas chauffé. Notons encore que le relevé de la figure 120 montre aussi, comme à Boncourt, un changement d'angle dans l'élévation, sans doute aussi pour un appui plus aisé de la voûte.

A Courtedoux-Và Tche Tchâ, la rubéfaction de l'encaissant ne concerne pas seulement les parois, mais aussi le fond du four (fig. 123). On constate néanmoins une interruption de la zone rubéfiée, sous le muret nord-est. Ceci est dû selon nous à un raclage du sol après une ou plusieurs utilisations, pour une mise à niveau, de manière à pouvoir construire le muret sur une surface plane. Encore une fois, des travaux de raclage (à la base ou sur les parois) destinés à l'aménagement d'une maçonnerie avaient déjà été mis en évidence dans les fours gallo-romains.

Dimensions

Le diamètre extérieur des chauffours est compris entre 4 et 5,50 m. Quant au diamètre intérieur, il peut varier pour un même four en fonction du stade architectural puisque le chemisage des parois par une maçonnerie réduit la largeur d'environ 1 m. Il n'est en tout cas jamais inférieur à 3 m. Ces dimensions sont légèrement plus grandes que celles mesurées sur les fours du Jura bernois, mais dans l'ensemble très proches¹²⁴.

Quant aux profondeurs, on observe des différences notoires. Alors que nous sommes assurés que, dans tous les cas, le niveau d'apparition des structures correspond de manière plus ou moins exacte au sol de circulation de l'époque, les hauteurs mesurées vont de 0,85 à 2,10 m. Ces données ont naturellement une influence sur la restitution des parties hors sol.

Gueule et aire de travail

La gueule devait être constituée de pierres de grandes dimensions capables de supporter un poids important, comme c'est le cas par exemple à Moutier-Combe Tenon (BE) et à Roches-Combe Chopin (BE)¹²⁵. Cette ouverture, située au ras

du sol ou presque, n'a jamais été retrouvée. On déduit en général sa localisation en fonction de la pente du terrain car sur un sol en pente, elle se situe d'habitude en aval. Mais ce n'est pas une règle générale et l'on connaît des exceptions¹²⁶. D'autres facteurs ont pu être décisifs pour le choix de son emplacement, en particulier la direction des vents dominants.

Le foyer était alimenté en bois par la gueule depuis un poste de travail, souvent aménagé dans une fosse de faible profondeur. Cette configuration, fréquente à Moutier-Combe Tenon, facilitait l'enfournement du combustible¹²⁷. Mais ce n'est pas toujours le cas, une aire de travail établie à même le sol pouvant suffire. Actuellement, en Ajoie, le dispositif en fosse n'est pas attesté. Dans le cas du four F7 de Boncourt, il est même certain que le four était alimenté depuis le niveau de circulation. Mais le nombre restreint de chauffours qui ont été fouillés limite la portée des conclusions.

Manteau

Cette partie de l'élévation n'a jamais été retrouvée puisqu'elle était démantelée après la cuisson pour récupérer la chaux. Toutefois, pour le four F7 de Boncourt, nous disposons d'une série de trous de poteau qui encerclent le four, à quelques centimètres des parois (fig. 79). Une configuration identique a été mise en évidence à Court-Pâturage aux Bœufs (BE), où une vingtaine de pieux entouraient un four à chaux du XVIII^e siècle¹²⁸. Ils sont interprétés comme éléments d'une armature destinée à maintenir une couverture en clayonnage. C'est l'unique chauffour d'Ajoie où la présence d'un tel dispositif a pu être établie (fig. 146).

Voûte

Comme lors des périodes précédentes, cet élément essentiel de l'infrastructure n'est jamais conservé puisqu'il constituait aussi la base de la charge à calciner, et finissait lui-même par se désagréger. Les fours à chaux du Moyen Âge et des Temps modernes mis au jour en Ajoie sont toujours de plan circulaire, de sorte que l'on peut restituer une voûte de même schéma, sans doute construite sur cintres. Deux indices vont dans ce sens :

- à Courtedoux-Và Tche Tchâ, un piquet en partie carbonisé a été retrouvé à la base du foyer (fig. 123 et 126) ;
- à Courtedoux-Bois de Montaigne, on observe une cavité dans la première assise de la maçonnerie (fig. 113). Les investigations, limitées à une partie du chauffour, n'ont pas permis d'en découvrir d'autres. Mais à Sessenheim, où le four a été entièrement dégagé, les fouilleurs ont mis en évidence deux cavités disposées face-à-face. Elles sont interprétées comme les points d'insertion d'une poutre destinée à supporter un cintrage¹²⁹.

124 Gerber, Portmann et Kündig 2002.

125 Ibid., p. 30, fig. 18 et p. 58, fig. 49, four 1.

126 Ibid., p. 58.

127 Ibid., tableau comparatif p. 34-35, fig. 29.

128 Ibid., p. 40-41.

129 Châtelet 2005.

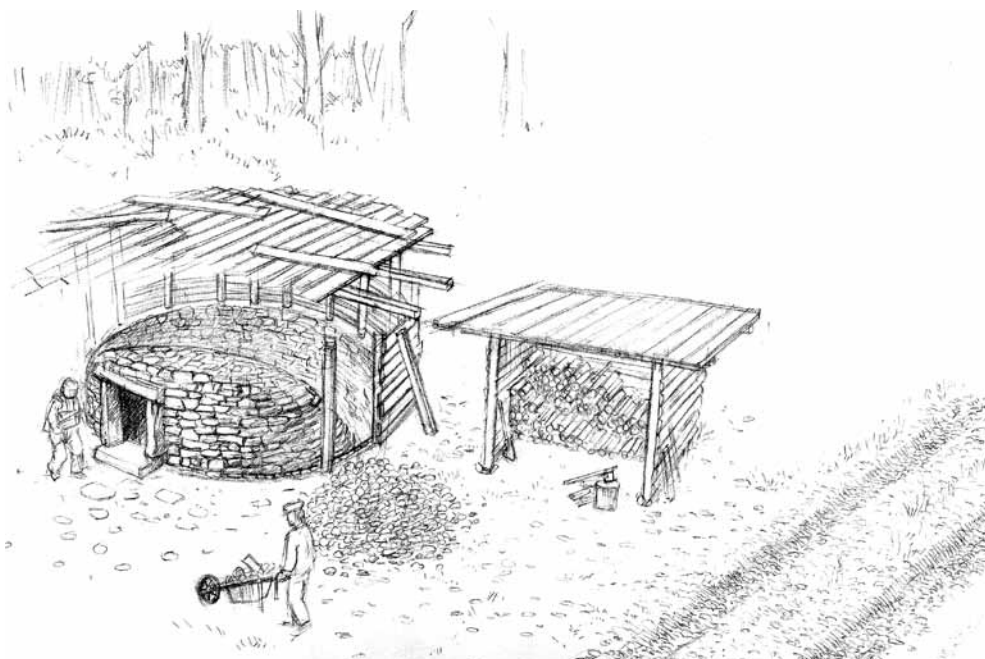


Fig. 146. Boncourt-Grand'Combes.
Reconstitution du four des Temps
modernes en cours de construction.

12.1.4 Localisation

La préférence accordée aux terrains en pente a déjà été signalée à propos de la construction des fours. Mais ce critère technique, lié à l'architecture des chaufours, n'est de loin pas le seul élément qui entre en ligne de compte. En ce qui concerne la localisation, les structures de combustion peuvent être séparées en deux groupes.

12.1.4.1 Les fours aménagés dans un habitat

Il s'agit dans la plupart des cas de fours du Moyen Age ou des Temps modernes installés dans les ruines d'établissements gallo-romains, éventuellement déjà de fours du Bas Empire ou du Haut Moyen Age, tels celui de Lausanne-Vidy¹³⁰. Il peut arriver qu'ils soient contemporains de ces habitats, comme les fours de la villa de Porrentruy-La Perche, datés de l'Époque romaine¹³¹. Ce site est encore inédit et en l'absence d'éléments de datation suffisants, il reste délicat d'en tirer des conclusions. Mais deux cas de figure sont envisageables :

- les fours sont contemporains d'une des phases de construction de l'établissement. Comme le substrat rocheux affleure par endroits à de faibles profondeurs, l'installation de fours sur le site même permettait d'éviter des trajets inutiles avec des carrières des environs ;
- les fours ont été construits après la destruction d'un ou de plusieurs édifices dont les ruines ont servi de carrière.

La disponibilité immédiate du calcaire rend la première hypothèse vraisemblable, mais n'exclut pas une réutilisation plus tardive des pierres de bâtiments détruits ou abandonnés.

12.1.4.2 Les fours aménagés hors habitat

Topographie

Tous les fours à chaux présentés dans cette publication ont été mis au jour à l'écart de tout habitat connu, en pleine nature.

Ils sont situés dans des combes, à flanc de versant, ou en bas de pente (fig. 147). Le site de Courtedoux-Bois de Montaigne est situé assez haut dans une pente, mais sur un replat. L'accès est alors moins aisé que pour les fours installés dans des vallons. Mais la topographie n'explique pas à elle seule la présence de fours à un endroit. Deux critères au moins ont été prépondérants dans le choix des emplacements : la disponibilité sur place ou à proximité immédiate de la matière première, ainsi que celle du combustible. Dans l'absolu, la présence d'un point d'eau peut également avoir joué un rôle puisque les calcaires trop secs doivent être humidifiés avant la calcination. Mais ceci est surtout vrai pour des régions au climat plus chaud.



Fig. 147. Boncourt-Grand'Combes. Vue des fours gallo-romains F1 (à l'avant-plan) et F2 (à l'arrière plan) en cours de fouille. Ils ont été implantés à flanc de coteau.

130 Paunier et al. 1989, p. 103-104.

131 Fouilles inédites, direction V. Légeret.

Disponibilité de la matière

La disponibilité du calcaire sur place ou à proximité immédiate, en affleurement ou à de faibles profondeurs, a sans doute joué un rôle décisif dans le choix des emplacements, car elle permettait de s'affranchir d'inutiles et pénibles transports de matière, qui de surcroît augmentaient le coût du produit fini.

Le site de Boncourt offre un très bon exemple d'une topographie avantageuse allié à une facilité d'extraction du calcaire. Sur le replat topographique situé au nord-ouest de l'alignement des fours, on a retrouvé des plaquettes de calcaire crayeux sous la terre végétale forestière (fig. 10). La charpente rocheuse de ce replat topographique, puis la pente raide qui suit vers le nord-ouest est, sont constituées de calcaire démantelé. D'après divers sondages réalisés sous l'humus forestier, on a constaté une faible épaisseur de colluvions charbonneuses brun foncé qui reposent directement sur le calcaire. Cela pourrait indiquer un colluvionnement sur une ancienne zone d'extraction de calcaire qui se serait située juste en amont des fours à chaux qui s'alignent au pied du replat.

Certains affleurements devaient également être accessibles sur le flanc sud-est du vallon de Grand'Combes qui se développe sur une grande surface. La figure 9 donne un bon aperçu de son substratum rocheux constitué de petites dalles centimétriques soudées de calcaire. Cette disposition illustre la bonne préparation naturelle de la roche qui peut se débiter en prismes. Lorsque celle-ci affleure, la récolte de la matière première est aisée et cette dernière est de ce fait prête à être enfournée.

Les différents types de calcaire

Le calcaire contient un certain pourcentage d'argile. Sa calcination produit des chaux différentes, que l'on peut séparer en deux groupes : la chaux hydraulique, issue de roches contenant de 8 à 20% d'argile, et les chaux aériennes (roches contenant jusqu'à 8% d'argile). On ne sait pas très bien comment les artisans des temps passés opéraient la distinction entre les différents types de calcaire. Il est en tout cas vraisemblable que, par expérience, ils savaient que la présence de veines de silice indiquait un matériau impropre à la calcination car thermorésistant. Ce matériau convenait par contre très bien pour la construction des fours.

Les analyses minéralogiques et géochimiques ont mis en évidence que la chaux la plus couramment produite était la chaux aérienne. Mais il y a eu aussi, déjà à l'Époque romaine, production de chaux hydraulique (annexe 7). Cette dernière n'a pas été fabriquée avec du calcaire riche en argile, mais avec un calcaire pauvre en composants argileux. Le manque de silicates a été pallié par un ajout de marne ou de sable argileux. La production de chaux hydraulique n'étonne pas pour les Temps modernes. Pour l'Époque romaine, en revanche, la fabrication de ce produit spécifique, utilisé prioritairement pour les fondations des ponts, pose la question de sa commercialisation en dehors d'un cadre régional.

Le combustible

La calcination du calcaire est très gourmande en énergie. Selon certains auteurs, la quantité de bois nécessaire varie de 1,5 à 3 stères pour un mètre cube de pierre¹³². Ces chiffres, qui

s'appuient à la fois sur les données de l'archéologie expérimentale et, pour les périodes plus récentes, sur des archives, diffèrent du simple au double mais donnent un ordre de grandeur réaliste. Il est clair de toute façon que plusieurs facteurs ont pu avoir une influence sur la quantité de combustible, en premier lieu les essences de bois utilisées.

Plusieurs analyses anthracologiques ont été effectuées sur des charbons des fours à chaux d'Ajoie, en particulier de Boncourt (annexe 8). Si la base statistique n'est pas assez fournie pour que l'on puisse tirer des conclusions fiables, il s'en dégage néanmoins certaines impressions que des fouilles ultérieures viendront peut-être confirmer.

On constate en premier lieu une utilisation abondante du hêtre à l'Époque romaine. Dans les fours les plus anciens (F3 et F4, I^{er} siècle), il semble même que ce soit quasiment la seule essence représentée. Dans les fours ultérieurs (F1, F2 et F6, II^e-IV^e siècles), le hêtre est toujours présent, mais mélangé avec du chêne en quantité plus ou moins égale¹³³. Il ressort aussi que dans tous les cas, la présence d'autres espèces est anecdotique, voire nulle.

Ces observations diffèrent considérablement de ce qui a été mis en évidence dans le four F7 (XVII^e - XVIII^e siècles). Le chêne y représente 62% des fragments déterminés, suivi de l'érable (25%). Les charbons restants (13%) appartiennent à huit essences différentes, présentes de manière discrète, parmi lesquelles le hêtre (2%), dont la place est désormais devenue insignifiante.

Quatre autres fours ajoulots ont fait l'objet de déterminations anthracologiques, mais sur des quantités plus limitées qu'à Boncourt (annexe 8). Les corpus sont trop faibles pour en tirer des renseignements fiables, même si l'on remarque à nouveau l'absence du hêtre.

Si l'on compare avec d'autres sites qui ont fait l'objet de telles investigations, force est de constater que la diversité semble de règle. Pour l'Époque romaine, nous pouvons signaler à Sivry-Courtry, dans le four F201, l'usage exclusif du chêne rouvre¹³⁴ et à Iversheim, l'association du saule et du peuplier¹³⁵.

Pour le Moyen Âge et les Temps modernes, le four de Court-Pâturage aux Bœufs semble montrer une dominance du sapin rouge et du pin sylvestre. C'est également le sapin qui domine dans les échantillons des fours 1, 3 et 5 de Moutier-Combe Tenon¹³⁶.

Notons encore qu'au début du XIX^e siècle, V. Biston mentionnait toutes les variétés de bois, en préconisant l'usage préférentiel des essences qui produisent des flammes abondantes¹³⁷.

132 Gerber, Portmann et Kündig 2002, p. 24.

133 De 41 à 56% de hêtre (pourcentage effectué sur les restes déterminés, hors *Indeterminata*).

134 Suméra et Veyrat 1997, p. 117. Ces auteurs citent aussi un cas en Grande-Bretagne, où du chêne a été employé conjointement à de l'érable, du peuplier et du saule (*ibid.*, p. 118).

135 Solter 1970.

136 Gerber, Portmann et Kündig 2002.

En fait, il paraît évident que la tendance générale est de mettre à profit au maximum les ressources locales. Comme le soulignent F. Suméra et E. Veyrat, la maîtrise du feu est plus importante que le type de combustible utilisé¹³⁸.

Mais une évolution du couvert végétal pourrait aussi fournir une explication à l'abandon du hêtre comme combustible. Il semblerait en effet que dans nos forêts, la proportion de hêtre était plus élevée avant l'exploitation systématique des bois, vers la fin du Moyen Âge¹³⁹.

12.1.5 Aspects quantitatifs¹⁴⁰

L'estimation de la quantité de chaux produite dans un four n'est pas chose aisée. Elle dépend en premier lieu de la forme et de la hauteur totale de la structure. Or, son élévation n'est jamais conservée, puisque le manteau argileux était démonté après la cuisson pour récupérer la chaux. Dans son *Manuel*, V. Biston indique, pour les fours à calcination périodique à grandes flammes, une hauteur totale ne devant pas excéder le double du diamètre¹⁴¹. Mais C. Gerber a émis des réserves sur cette valeur. En effet, en appliquant ce principe, certains fours datant des XVII^e-XIX^e siècles auraient eu une élévation de 5 à 7 m, avec une partie hors-sol de 4,50 à 6,50 m, dimensions qui auraient permis la calcination de 80 m³ de roche ou davantage. L'auteur estime que, dans le Jura tout au moins, une hauteur hors tout de 3 à 4,50 m, pour un diamètre n'excédant pas 4 m, est plus raisonnable. Ceci implique que la charge à calciner, entre 20 et 50 m³, était moindre¹⁴².

Le volume occupé par la chambre de chauffe influe aussi sur les estimations. Or, il varie selon les auteurs, entre 1:3 et 1:7 du volume total¹⁴³. Enfin, la forme du manteau n'est pas non plus sans conséquence. Nous savons grâce à des exemples ethnographiques, de même que par des gravures des XVIII^e-XIX^e siècles, que cette partie peut être quasiment cylindrique, juste un peu inclinée vers l'intérieur, ou au contraire très pentue et conique. C'est cette seconde solution qui, au XX^e siècle encore, était préférée en Campanie, une région à la pluviosité relativement importante.

Les calculs effectués sur la base des vestiges trouvés en fouille ne donnent donc que des ordres de grandeur sans doute proches de la réalité, mais qu'il convient d'utiliser avec précaution.

Le four de Chevenez-Combe Ronde était particulièrement profond, avec une partie excavée de plus de 2 m de hauteur. Ici, un rapport maximal hauteur/diamètre de 2:1 n'est pas impossible. Avec un diamètre interne de 3,60 m, la chaufour aurait eu une hauteur totale d'environ 7 m, et une partie hors sol d'au maximum 5 m, selon les mêmes bases de calcul que celles utilisées par C. Gerber¹⁴⁴. Le volume de pierre à calciner pouvait ainsi avoisiner les 30 m³ par fournée.

Avec une densité moyenne de pierres en vrac fixée à 1,7, cela représente environ 51 tonnes de roche. La calcination faisant perdre 45% au poids initial du calcaire, chaque fournée pouvait ainsi produire plus de 22 tonnes de chaux vive.

On arrive à des chiffres identiques pour le four de Courtedoux-Tchâfoué. Comme les chaufours gallo-romains de Boncourt ont des dimensions très proches des fours plus tardifs, les résultats restent du même ordre de grandeur.

12.1.6 L'extinction de la chaux, son transport et ses usages

Extinction

Aucun site n'a livré de fosse d'extinction de la chaux, ce qui implique que le produit était transporté sous forme de chaux vive. L'absence de telles fosses a du reste souvent été soulignée dans la littérature¹⁴⁵. L'extinction de la chaux n'est nullement nécessaire pour le transport. Elle peut se faire sur le site de consommation et y être conservée pendant plusieurs années dans des fosses étanchéifiées, pour garder une humidité constante. De toute manière, l'eau n'était pas toujours disponible sur les lieux de production.

Mais la principale raison est d'ordre économique. Le transport de chaux hydratée impliquait un surcoût puisque 15 à 20% de la matière conditionnée – dans des barriques ou des récipients – étaient constitués d'eau. On a estimé la quantité de chaux produite à Chevenez-Combe Ronde à environ 22 tonnes (chap. 12.1.5). Avec des chars tractant une charge utile de 800 kg, il fallait près d'une trentaine de trajets pour acheminer la chaux du lieu de production à son (ses) commendaire(s).

Transport

On comprend mieux l'importance de la voirie, et l'avantage d'élever les fours à proximité de chemins praticables. Dans le cas de Boncourt néanmoins, où l'activité des chaufourniers a traversé les âges, on peut se demander si ce ne sont pas les voies qui ont été construites en raison d'une intense production de chaux, sans doute pérenne. L'idée d'une production de chaux sans discontinuité de l'Antiquité aux Temps modernes ne peut être prouvée puisque la combe n'a pas été intégralement fouillée. Elle est néanmoins suggérée par les nombreux étalements de déchets (nodules de terre cuite, calcaires chauffés et charbons de bois) caractéristiques de l'exploitation de la chaux (p. ex. ST 11, chap. 3.2.3.4), tout comme par une dépression remplie de cailloux, qui fait penser à la fosse de travail d'un chaufour (fig. 148).

L'importance accordée à la voirie s'est surtout remarquée à Boncourt-Combe Feuillérée, où de vastes surfaces empierrées ont été observées sur presque toute l'étendue des fouilles. Elles se superposent parfois de 50 cm sous le niveau actuel jusqu'à

137 Biston 1836, p. 108-109.

138 Suméra et Veyrat 1997, p. 118.

139 Sweingruber 1976.

140 Les calculs sur la hauteur des fours et les capacités des fours ajoulots ont été effectués par Pierre-Alain Borgeaud.

141 Biston 1836.

142 Gerber, Portmann et Kündig 2002, p. 47.

143 Ibid.

144 Ibid., p.46, note sous le tableau 3.

145 Par exemple Suméra et Veyrat 1997; Gerber, Portmann et Kündig 2002.



Fig. 148. Boncourt-Grand'Combes. A proximité des fours F4 et F5 (à droite, en cours de fouille; voir détail fig. 60), une fosse aux limites nettes a été mise en évidence (à gauche). Elle était remplie de cailloux calcaires, certains en partie calcinés. Sa présence, tout comme d'autres indices, rendent vraisemblables l'existence d'autres chauffours en dehors des limites de fouille.

1,80 m de profondeur¹⁴⁶. Ces chemins, d'une largeur de 3,50 à 5,50 m, appartiennent à sept phases différentes, parfois séparées par des limons d'inondation. La phase centrale a été datée par ¹⁴C de 1010 à 1210 ap. J.-C., servant ainsi de *terminus post- et ante quem* pour les empièvements antérieurs et postérieurs. Les premiers niveaux pourraient remonter au Haut Moyen Âge: rappelons la présence, à Grand'Combes, d'une voie datée de cette période (chemin ST 6, chap. 3.2.2.5; fig. 149). Pour l'Époque romaine en revanche, les quelques ornières observées près des fours ont été imprimées à même le sol, et ne laissent entrevoir que de simples chemins de terre¹⁴⁷.

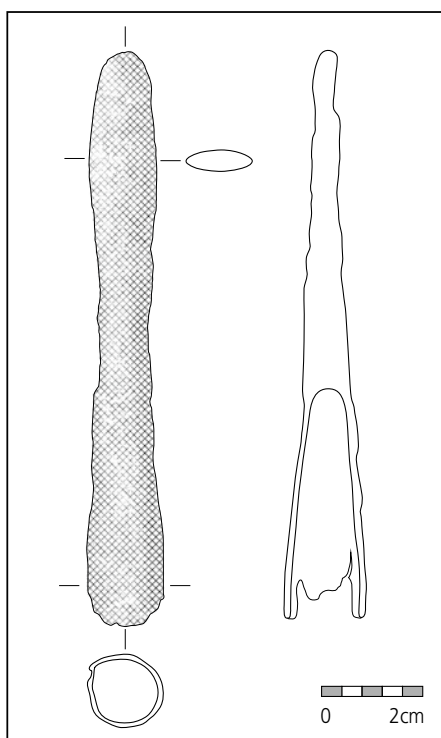


Fig. 149. Pointe de javelot, trouvée à proximité des empièvements dans la couche 3, de Boncourt-Combe Feuillerée. Haut Moyen Âge?

Usages

Les usages de la chaux sont nombreux et variés. Aujourd'hui, c'est surtout dans le domaine industriel qu'elle est utilisée, ainsi que dans le génie civil. L'industrie de la fonte en est une grosse consommatrice, tout comme que celle du verre. On retrouve fréquemment la chaux dans la construction des routes, pour stabiliser l'assise des chaussées, les terrassements et les remblais¹⁴⁸. Notons encore, pour une part non négligeable, l'emploi de la chaux en agriculture. Cette matière combat l'acidité du sol et facilite l'absorption des éléments nutritifs par les plantes, qui développent des racines plus profondes et deviennent ainsi plus résistantes à la sécheresse. Avec l'intérêt croissant pour les cultures biologiques, ce produit devient de plus en plus d'actualité, parce qu'il préserve l'environnement et la santé des agriculteurs¹⁴⁹.

Enfin, à côté de ces activités qui englobent plus de la moitié des quantités de chaux produites, il existe toute une série de possibilités d'emploi, comme par exemple dans les appareils respiratoires médicaux, pour absorber le dioxyde de carbone.

Mais jusqu'au XVIII^e siècle, elle servait de manière privilégiée dans la construction, pour la fabrication de mortier et d'enduits. Comme désinfectant, on l'utilisait en chaulage sur les murs des écuries, voire dans les habitations lors d'épidémies graves.

12.2 Les apports de la recherche archivistique

Qui étaient les chauffourniers, et comment exerçaient-ils leur métier? Pour la région, aucune source n'est disponible avant le milieu du XVI^e siècle. Néanmoins, en ce qui concerne l'Époque romaine, on a la certitude qu'il s'agit d'artisans spécialisés,

146 Othenin-Girard, Aubry et Detrey 2004, p. 52.

147 Ibid., p. 53-56.

148 Site internet de l'Union des producteurs de chaux, <http://upchaux.fr/>

149 Herbinet 2013.

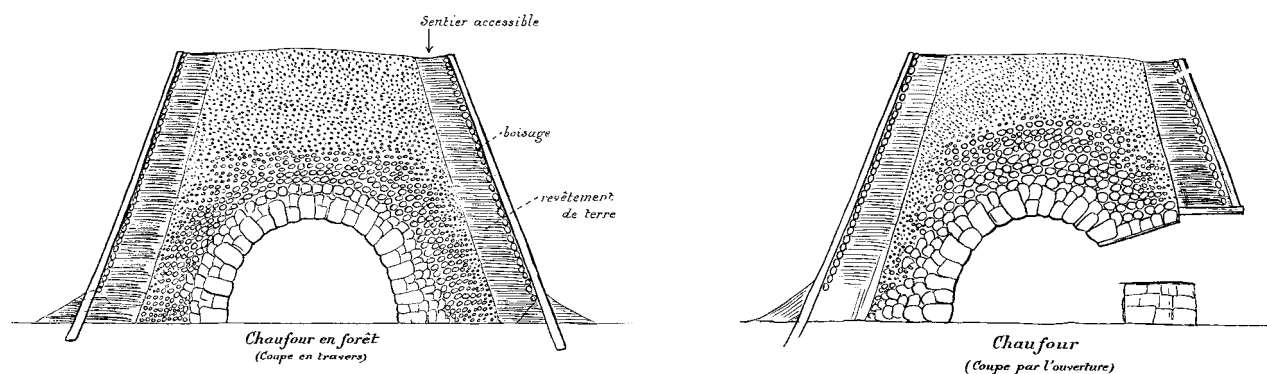


Fig. 150. Four à chaux de profil et en coupe sur la montagne de Boudry (NE) au tournant des XIX^e et XX^e siècles (d'après Dubois 1920).

des indépendants itinérants qui viennent d'eux-mêmes proposer leurs services ou qui se déplacent à la demande. Ils ont sans doute à la base une formation de maçon car l'une des étapes les plus délicates, lors de l'érection d'un four, est la construction de la voûte. Mal conçue, elle peut s'écrouler prématurément et faire échouer une cuisson; mais surtout, au moment de son édification déjà, il y a un risque d'effondrement qui peut être fatal à l'ouvrier.

Mais ce qui incite à y voir des professionnels de la chaux, c'est en premier lieu les caractères récurrents observés dans les fours gallo-romains de Boncourt, en particulier les réfections identiques constatées dans plusieurs fours pas forcément contemporains. Certains de ces caractères ont aussi été relevés sur le site de Porrentruy-La Perche¹⁵⁰.

Les sources antiques disponibles sont rares et, de surcroît, elles ne sont pas homogènes. Mais elles laissent entrevoir une division du travail. Il semble que dans la chaîne opératoire, ce ne sont pas les mêmes personnes qui extrayaient la pierre, qui conduisaient le feu et qui transportaient le produit fini.

Nous ignorons bien sûr la manière dont les chauxourniers se faisaient payer: au poids de produit livré? Caton parle d'un contrat partiaire, à savoir que l'artisan mandaté par un commanditaire garde pour lui une certaine quantité de chaux. Mais il reste délicat d'extrapoler ce renseignement à l'ensemble des provinces, de la République à l'Antiquité tardive¹⁵¹. Le seul indice d'ordre économique provient de *L'édit du maximum*, promulgué par Dioclétien en 301 ap. J.-C. On y apprend qu'à cette époque, un chauxournier salarié gagnait 50 deniers par jour (plus un repas), soit la même chose qu'un maçon, un menuisier ou un boulanger¹⁵². Il s'agit là d'un salaire qui semble être la norme pour les activités artisanales de base. Le *Code de Théodose*, édicté en 438, atteste qu'à cette période en tout cas, les chauxourniers formaient une corporation¹⁵³.

Il faut ensuite attendre les années 1550-1560 pour qu'apparaissent les premières mentions de la production de chaux dans l'ancien Evêché de Bâle (chap. 11). Comme il ressort clairement des archives, la construction d'un chauxfour est soumise à autorisation princière et fait l'objet d'une taxe, au moins dans les seigneuries de Porrentruy et de Delémont. Les demandes d'autorisation proviennent aussi bien de communautés villageoises que de particuliers.

L'attitude de l'administration princière face à la production de chaux semble dictée par une volonté de préserver les forêts, domaniales ou privées. De grandes surfaces boisées avaient en effet été exploitées pour alimenter en charbon et en cendres les forges et les verreries des princes-évêques.

Au XVII^e siècle, il semble que les chantiers publics fonctionnent surtout avec des corvéables, une main-d'œuvre bon marché, près de deux fois moins chère que des ouvriers libres, mais peu expérimentée. Un accident mortel est du reste attesté à Bressaucourt. Le XVIII^e siècle se caractérise par la généralisation, en Ajoie et dans la vallée de Delémont, d'une pratique déjà ponctuellement attestée aux XVI^e et XVII^e siècles: la calcination de la chaux dans les fours de tuiliers, lors des mêmes fournées que les briques et les tuiles. On peut supposer que ceci est lié, encore une fois, à une volonté de ménager le combustible en rentabilisant les fours au maximum, d'autant plus que les tuiliers semblent avoir eu une meilleure maîtrise du feu. Néanmoins les tuileries n'ont jamais entièrement supplanté les chauxfours. La manière de travailler des tuiliers n'est pas connue. Mais on peut envisager que le procédé devait être proche de celui encore utilisé en Tunisie au XX^e siècle. Certains fours servaient en effet à la cuisson commune du calcaire et des briques. Les pierres, qui ont besoin des plus hautes températures pour se calciner, étaient disposées à même la sole, là où la chaleur était la plus forte, et les briques étaient entassées par-dessus¹⁵⁴.

Un dernier changement apparaît dans les années 1780-1790: la venue de chauxourniers itinérants originaires de la région de Saint-Claude (Jura, F). Les mentions de leurs passages se multiplient au XIX^e siècle. Les maîtres d'œuvre sont alors les communes, qui revendent la chaux aux particuliers. La question, qui reste ouverte à l'heure actuelle, est de savoir si la venue de ces chauxourniers français est liée à un arrêt de la production de chaux dans les tuileries. Mais en marge de ces spécialistes qui érigeaient des structures de très grande capacité, les maçons autochtones ont sans doute continué à produire de la chaux dans des installations privées et ont fait perdurer leur savoir-faire jusqu'au début du XX^e siècle (fig. 150).

150 Fouilles inédites, direction V. Légeret.

151 Pour l'organisation du travail des chauxourniers à l'époque romaine, voir en particulier Lavergne et Suméra 2000, p. 464-468.

152 Lauffer 1971.

153 Adam 1989, p. 83.

154 Ibid., p. 71.

Annexe 7 – Eléments d'interprétation des analyses minéralogiques et géochimiques

Gaëtan Rauber

1 Introduction

La question posée par l'archéologue était de savoir quelle chaux a été produite dans les chaufours ajoulots. La production de chaux aérienne était attendue, mais se posait la question de la chaux hydraulique. Les analyses effectuées par T. Adatte permettent d'aborder la problématique (chap. 10).

2 Chaux aérienne et chaux hydraulique

La chaux aérienne se produit à partir de calcaire théoriquement pur. Après calcination, on obtient de la chaux vive. Cette matière corrosive, une fois éteinte par adjonction d'eau, donne ce que l'on appelle couramment la portlandite.

Le procédé est le même pour la chaux hydraulique, mais on rajoute de l'argile lors de la calcination de manière à obtenir un mélange de silicates, d'aluminates et de ferro-aluminates. Si l'on retrouve donc, dans un échantillon donné, des traces de ces ions sous une forme ou sous une autre, on peut dire que le four était destiné à la fabrication de chaux hydraulique. Dans le cas contraire, il était utilisé pour la chaux aérienne.

En pratique, ce n'est pas aussi simple car le calcaire pur n'existe quasiment pas. Ainsi, il y aura toujours des traces de minéraux «non calcaires». De plus, le bois étant utilisé pour la phase de chauffe, ce matériau apporte, lui aussi, son lot de minéraux non calcaires.

Eléments d'origine argileuse trouvés dans les analyses :

silicates: en prenant assez large, c'est-à-dire quartz (SiO₂) et phyllosilicates, on a quatre échantillons (pour trois fours) qui se démarquent: Boncourt-Grand'Combes (four F6), Chevenez-Combe Ronde (déblais), Chevenez-Combe Ronde et Courtedoux-Tchâfoué à plus de 10%;

aluminates: à nouveau en prenant large, d'après les données, on n'a que le plagioclase-Na de Chevenez-Combe Ronde (déblais) et seulement à environ 2,5%;

ferro-aluminates: le seul minéral avec du fer est l'hématite, qui n'est pas un ferro-aluminate mais simplement un oxyde de fer. L'hématite ne se retrouve que dans le four F7 de Boncourt-Grand'Combes.

Eléments d'origine calcitique trouvés dans les analyses :

calcite: c'est le produit final de toute l'opération. Il est donc normal qu'on le trouve en grandes quantités;

aragonite: elle est produite à haute température et à haute pression. Elle n'est normalement pas stable à température ambiante: elle se transforme très lentement en calcite;

portlandite: produit de la «cuisson» du calcaire, sa formule chimique est Ca(OH)₂. Normalement, elle se transforme plus ou moins rapidement en calcite. La présence de portlandite semble être liée à des conditions de préservation très sèches (chap. 10).

On parle de chaux faiblement hydraulique (NHL 2) à partir de 5-8% de silicates (ou silicates + aluminates + ferro-aluminates, selon les sites et les normes). Et cela en condition maîtrisée, ce qui n'est pas toujours le cas avec des exploitations artisanales ou des matériaux pas toujours uniformes dans leur composition.

Il est néanmoins possible de proposer trois groupes de four. Cependant, la différence entre les deux premiers groupes n'est qu'indicative; en milieu contrôlé, comme par exemple en cimenterie, des différences de quelques pourcents sont recherchées pour l'obtention de propriétés différentes entre les produits. Ici, comme déjà mentionné, les compositions exactes des produits de base ne sont pas rigoureusement maîtrisées. Ces différences sont donc probablement accidentelles.

N° labo	Localisation		Calcite	Aragonite	Portlandite	Total (%)	Datation
Chaux aérienne (minéraux calcitiques >95%)							
46816	Boncourt-Grand'Combes	four F2	98,54	0,00	0,00	98,54	Epoque romaine
46815		four F4	53,26	0,00	43,29	96,55	Epoque romaine
46812		four F7	39,01	5,53	51,57	96,12	Temps modernes
46823	Courtedoux-Vâ Tche Tchâ		98,73	0,00	0,00	98,73	Temps modernes
46917	Porrentruy-La Perche	four 2	96,30	0,00	0,00	96,30	Epoque romaine
46918		four 3	17,31	0,00	80,46	97,77	Epoque romaine
46919		four 4	96,90	0,00	0,00	96,90	Epoque romaine
Chaux légèrement hydraulique (minéraux calcitiques 90-95%)							
46814	Boncourt-Grand'Combes	four F3	93,22	0,00	0,00	93,22	Epoque romaine
46824	Courtedoux-Bois de Montaignre		94,24	0,00	0,00	94,24	Moyen Age (975-1025)
Chaux hydraulique (minéraux calcitiques <90%)							
46813	Boncourt-Grand'Combes	four F6	84,23	0,00	0,00	84,23	Epoque romaine
46920	Chevenez-Combe Ronde, déblais		72,71	0,00	0,00	72,71	Renaissance
46921	Chevenez-Combe Ronde		88,21	0,00	0,00	88,21	Renaissance
46922	Courtedoux-Tchâfoué		82,12	0,00	0,00	82,12	Temps modernes

Annexe 8 – Etude des bois prélevés dans les fours à chaux

Angela Schlumbaum et Christoph Brombacher, IPNA, Bâle

1 Éléments de synthèse

Le nombre de restes de bois analysés pour le site de Boncourt s'éleva à 912. Il s'agit de 911 charbons et d'un morceau de bois conservé à l'état sec. Ces échantillons proviennent des fours et de la structure ST 11, un empierrement peut-être lié à un four localisé hors emprise. Ils ont été déterminés d'après F.H. Schweingruber^I et dans deux cas, avec l'aide de W. Schoch (Labor für Quartäre Hölzer).

Il n'y a exclusivement que des bois de feuillus, de huit taxons différents. On trouve, dans l'ordre décroissant: le chêne (*Quercus* sp., 43%), le hêtre (*Fagus sylvatica*, 30%), l'érable (*Acer* sp., 11%) et le charme commun (*Carpinus betulus*, 1,3%). Pour les autres espèces, la proportion est inférieure à 1%. Il s'agit du noisetier (*Corylus avellana*), d'une espèce donnant des fruits à pépins (*maloidae*), du saule commun (*Salix* sp.), enfin du chèvrefeuille ou du troène (*Lonicera* sp./*Ligustrum vulgare*).

Le spectre le plus large se rencontre dans le four F7 (7 taxons) et dans la structure ST 11 (4 taxons). Le four F7 est datée des Temps modernes. La structure ST 11 n'est pas précisément datée mais on peut établir, grâce à la présence du charme, qu'elle est pour le moins postromaine. Toutes les structures de l'Epoque romaine contiennent du hêtre et/ou du chêne (à l'exception de l'échantillon 217, four F4, avec un fragment de noisetier sec).

Tous ces bois sont des indicateurs d'une forêt mixte de feuillus au climat tempéré. Comme le site de Boncourt est situé à une altitude d'environ 400 m, ce type de forêt est typique. Aujourd'hui, la plupart des sites forestiers des environs appartiennent aux hêtraies à aspérule, dans lesquelles on trouve aussi, outre le hêtre, le chêne, le charme et des espèces d'érable. Ce sont aussi les bois que l'on rencontre le plus fréquemment dans les échantillons.

Dans les environs de Boncourt, les forêts sèches (hêtraies à carex) ne sont présentes qu'en quelques endroits. Le long des ruisseaux, il y a aussi des frênaies avec des saules et des peupliers, mais ils sont à peine représentés dans le matériel analysé.

Fait intéressant, les conifères sont absents, par exemple le sapin blanc, mais il est vrai que cette essence pousse à des altitudes un peu plus élevées (voir *infra*, Courtedoux). A l'époque de La Tène, sur les sites de Chevenez - Combe Ronde, les conifères – en particulier le sapin blanc – apparaissent à une haute fréquence dans le spectre^{II}.

Le charme, une espèce pionnière, est un indicateur de la gestion forestière (rejets de souche, taillis). A des altitudes moins élevées, les chênaies mixtes – dans lesquelles on trouve du charme – se sont propagées à l'Epoque romaine^{III}. De manière étonnante, il n'y a pratiquement aucune trace du *Carpinus* – dans cette étude, il n'a été mis en évidence que pour les Temps modernes.

Hypothèse: au tout début de l'Epoque romaine, on emploie entre autres le hêtre comme combustible (fours F3 et F4). Plus tard, le chêne est utilisé en sus (fours F1, F2 et F6), peut-être à cause d'une propagation de cette espèce?

Le spectre des résidus de bois est susceptible de refléter dans une large mesure la composition ancienne des forêts. Ainsi au commencement de l'Epoque romaine, on utilise entre autres le hêtre comme combustible. C'est au cours des siècles suivants que l'on a commencé à ajouter le bois de chêne, dont l'importance dans les forêts s'est sans doute accrue. Cette interprétation devrait être comparée à d'autres sites régionaux contemporains. Au début des Temps modernes, il y a eu une déforestation importante, en relation avec une exploitation généralisée des forêts de basse et moyenne altitude. En plus du chêne, on s'est aussi servi du charme et de l'érable, ce qui se reflète dans le spectre des échantillons. En parallèle, le hêtre ne semble plus que rarement utilisé.

2 Les bois des différentes structures

Ci-dessous figure un bref descriptif du matériel des différentes structures. Les espèces sont citées dans leur ordre d'importance, celle qui a fourni le plus de fragments figure en tête de l'énumération.

2.1 Boncourt

Four F7

N=456, taxons=7: chêne, érable, charme, hêtre, noisetier, arbre fruitier (à pépins), saule.

Le chêne est prépondérant et le hêtre n'apparaît que dans une moindre mesure. On remarque aussi une tendance dans la distribution des espèces. Contre le mur il y avait des restes en bois d'érable, mais il ne s'agit absolument pas de bois de chauffage (reste d'une écuelle en bois ou déchets?). A l'ouest, les fragments de bois sont si mal conservés qu'ils n'ont pu être déterminés. A l'est, on trouve de grands morceaux mais aussi de nombreuses branches de chêne; de plus, les échantillons 51, 52 et 53 comprenaient aussi des branches d'érable et de charme. L'échantillon 53 contenait exclusivement des charbons d'érable. Il est possible que le chêne était utilisé comme combustible pour la calcination, et l'érable comme bois d'allumage.

Four F5

Restes de bois indéterminables.

Structure ST 11

N=12, taxons=3: chêne, chèvrefeuille/troène, charme.

La présence du charme pourrait nous situer après l'Epoque romaine.

Four F6

N=108, taxons=2: chêne et hêtre, utilisés comme combustible.

Four F2

N=86, taxons=2: hêtre et chêne.

Les deux espèces sont attestées par de larges branches dans les échantillons 179 et 181. Elles ont été utilisées comme combustible.

Four F1

N=72, taxons=2: chêne, hêtre.

Les deux ont été utilisés comme combustible.

Four F4

N=34, taxons=2: hêtre, noisetier.

Le hêtre a été utilisé comme combustible. Dans l'échantillon 217, du calcaire est aggloméré à des branches sèches de noisetier (non brûlées).

Four F3

N=120, taxons=1: hêtre.

Utilisé comme combustible.

2.2 Chevenez-Combe Ronde

N=21, taxons=4: chêne, charme, arbre fruitier (à pépins), érable.

Les charbons sont peu nombreux et de petite taille, mais ils présentent une gamme diversifiée typique des forêts mixte de feuillus composées d'espèces qui apprécient la chaleur. De manière étonnante, le hêtre est absent. On peut comparer ce spectre à celui des sites laténiens de Chevenez, où l'on trouve une forte proportion de conifères – le pin blanc surtout – à peu près autant que de chêne et de hêtre, mais aussi du frêne, du noisetier, de l'érable, de l'if, de l'aune et du chèvrefeuille/troène^{IV}.

2.3 Courtedoux-Vâ Tche Tchâ

N=33, taxon=1: chêne.

Bien que l'état de conservation soit mauvais, il s'agit sans doute du chêne dans tous les cas.

2.4 Courtedoux-Tchâfoué

N=5, taxons=2: chêne, résineux.

2.5 Courtedoux-Bois de Montaigne

N=3, taxons=1: résineux.

I Schweingruber 1990.

II Schlumbaum 2010.

III Wick et al. 2002.

IV Schlumbaum 2010.

Décompte des restes de bois analysés

Site	Année de fouille	N° éch.	Structure	Datation	Poids	Poids des restes	Sapin (Abies alba)	Hêtre (Fagus sylvatica)	Chêne (Quercus sp.)	Erable (Acer sp.)	Charme (Carpinus betulus)	Noisetier (Corylus avellana)	Pommier (Maloidae)	Saule (Salix sp.)	Chèvrefeuille/Troène (Lonicera sp./Ligustrum sp.)	Saule/Peuplier (Salix/Populus)	Bois de conifères	Bois de feuillus	Indeterminata	Total	Nombre de taxons				
Boncourt - Grand'Combes	2001	23	F7	XVII ^e - XVIII ^e s.	6,6	0				10										10	1				
		25			3,5	0				19											19	1			
		29			13,6	9,5															20	20	0		
		30			40,2	28														8	5	13	0		
		31			4	3,04															10	10	0		
		32			5,4	4,8															10	10	0		
		46			22,7	20,4						14											14	1	
		47			208	148						100											100	1	
		49			42,1	33,9						50											50	1	
		50			51,3	44,5						46										3	1	50	1
		51			44,8	40,5					2	34	10									4	50	3	
		52			90,2	79,4				6	10	7	10	4	2	1			2		8	50	7		
		53			87,8	77,2							59			1							60	2	
Boncourt - Grand'Combes	2002	100	ST 11	postromain	0,8	0			4		2				4			1	1	12	3				
Boncourt - Grand'Combes	2003	196b	F5	534-606 AD	7,3	6,3												5	5	5	0				
Boncourt - Grand'Combes	2001	54	F6	254-382 AD	7,3	5,6		20											20	1					
		62			14,3	3,9		30											30	1					
		85			9,1	6,8		24	6											30	2				
		98			14,1	0			28												28	1			
Boncourt - Grand'Combes	2003	179	F1	127-235 AD	195	24,2		30	20										50	2					
		181			3,7	0		2											2	1					
		209			1,07	0		1	16										1	18	2				
		210			16,1	10,1		16	1											17	34	2			
Boncourt - Grand'Combes	2003	182	F2	127-228 AD	0,78	0		6												6	1				
		183			0,3	0		1												1	1				
		190			5,9	0		8													8	1			
		191			0,2	0		2														2	1		
		192			2,7	1,53			3												7	10	1		
		200			6,1	3,9															5	5	0		
		201			0,2	0															4	4	0		
		204			1,9	0,4			20													20	1		
		205			2,4	0			9													9	1		
		220			0,4	0		6	1													7	2		
Boncourt - Grand'Combes	2004	208	F4	50-128 AD	16,5	0		3												3	1				
		217			nd															1	1				
		218			0,6	0,2		10						1							10	1			
		211			2,2	0,55		20													20	1			
Boncourt - Grand'Combes	2002	136	F3	2 BC-78 AD	8	0		5												5	1				
		137			8,2	0		26												26	1				
Boncourt - Grand'Combes	2004	221	F3	2 BC-78 AD	6,3	3,7		29										1	30	1					
		222			26,7	8,1		60												60	1				
Total								277	392	105	12	5	3	1	4	2		43	68	912	8				
%								30,4	43,0	11,5	1,3	0,5	0,3	0,1	0,4	0,2		4,7	7,5	100,0					
Fréquence relative								31,7	41,5	12,2	4,9	2,4	4,9	2,4	2,4	2,4		17,1	24,4	80,5					
Les échantillons 212 et 214 du four F4 ne contenaient aucun charbon. L'échantillon 213 du four F4, de même que le 215 du four F2 et le 97 du four F7 étaient dans un trop mauvais état de conservation pour être déterminés.																									
Chevèze - Combe Ronde	2006	2	four	1496-1634 AD	12,2	11,3			8	1	5		2					4	1	21	4				
Courtedoux - Bois de Montaigne	2006		four	975-1025 AD	2,8	2											2		1	3	0				
Courtedoux - Tchâfoué	2007	3	four	XVIII ^e -XIX ^e s.	1,8	1,8											1			1	0				
		1	four	XVIII ^e -XIX ^e s.	6,5	6,4	1		2										1	4	2				
		1	four	XVIII ^e -XIX ^e s.	12,6	8,3			33											2	35	1			

Résumé

Jean-Daniel Demarez

De 2001 à 2007, les fouilles effectuées en Ajoie sur le tracé de l'autoroute A16 Transjurane et de ses infrastructures ont permis la découverte de treize fours à chaux sur sept gisements différents, datés de l'Antiquité au XVIII^e siècle. Le site principal est celui de Boncourt-Grand'Combes, qui a livré sept chauffours (cinq de l'Époque romaine, un du Haut Moyen Âge et un des Temps modernes) mais aussi de nombreux segments de chemins empierrés.

Tous les chauffours sont du type à *calcination périodique à grandes flammes*, dits aussi *fours à usage intermittent*. Si leur fonctionnement reste identique, leur architecture diffère selon les périodes. À l'Époque romaine, ils sont conformes à la description qu'en fait Caton. Ce sont des structures enterrées, aménagées dans une pente. L'alimentation du foyer se fait par le bas. Il était donc nécessaire de creuser une galerie (ou fosse de travail) pour y accéder. On parle alors de *fours avec appel d'air par le bas*.

À partir du Haut Moyen Âge, on ne construit plus en Ajoie que des *fours avec appel d'air à mi-hauteur*. Il s'agit de structures semi-enterrées, que l'on alimente en combustible depuis le niveau de circulation. Il s'agit là d'un type de four dont les prototypes apparaissent au II^e ou au III^e siècle déjà, mais qui ne s'impose qu'après l'Époque romaine.

Les raisons qui ont conduit au développement de ce nouveau modèle de chauffour peuvent être expliquées par la dynamique des fluides. Dans les fours avec appel d'air par le bas, l'air monte directement. Mais dans le foyer des fours semi-enterrés, l'air circule en tourbillonnant, et ce mouvement s'accélère au fur et à mesure que la température augmente. Dans la chambre de calcination, il abandonne sa chaleur aux pierres et s'échappe par les événements, ce qui accroît encore le tirage et la chaleur de la fournaise. Ce type de four à combustion rapide permettait donc d'atteindre très vite des températures élevées, mais était fort gourmand en combustible.

Les fours ont été utilisés un certain nombre de fois et ont fait l'objet d'entretiens et de réfections. C'est particulièrement visible pour les structures gallo-romaines. Lors d'un premier stade, c'est le terrain encaissant qui constitue les parois de la chambre de chauffe et de la chambre de calcination. On peut constater ensuite une phase de rechapage des parois avec un amalgame de limons et de débris issus des fournaies précédentes (déchets de calcaire et de terre cuite, charbon de bois). Lorsque les parois étaient trop endommagées, elles étaient chemisées d'une maçonnerie, tout au moins dans la partie inférieure. Dans deux cas, ce parement a également concerné le canal de chauffe et la gueule. Les changements opérés ont parfois modifié la forme du foyer et ont eu des incidences sur le type de voûte aménagée par-dessus pour supporter la charge à calciner.

La situation est moins claire pour les Temps modernes mais il semble que dans quelques cas également, les chauffours ont connu un premier stade avec des parois naturelles, la pose d'une maçonnerie n'intervenant que lors d'une deuxième phase.

La topographie a joué un rôle essentiel dans le choix de l'implantation, en particulier pour les structures enterrées gallo-romaines :

le creusement à flanc de coteau limitait la quantité de terre à excaver. Mais d'autres critères ont joué un rôle, en premier lieu la disponibilité de la matière première. En Ajoie, sur les reliefs et dans les vallons, le calcaire est souvent accessible à de faibles profondeurs, directement sous l'humus forestier, sous formes de dalles qui se délitent facilement.

Dans ces lieux, le combustible est omniprésent. Les analyses anthracologiques montrent qu'au I^{er} siècle, on utilise le hêtre de manière quasi exclusive. Entre le II^e et le IV^e siècle, cette essence est toujours présente mais mélangée avec du chêne en quantité plus ou moins égale. Ces observations diffèrent radicalement de ce qui a été établi pour le four F7 de Boncourt (XVII^e - XVIII^e siècles) : le chêne est prédominant et mêlé à de nombreuses autres essences, alors que la présence du hêtre est devenue anecdotique. Ceci est peut-être dû à une évolution du couvert végétal, car il semblerait que la proportion du hêtre dans les bois était plus importante avant l'exploitation systématique des forêts, vers la fin du Moyen Âge.

Aucun site n'a livré de fosse d'extinction de la chaux, ce qui implique que c'est la chaux vive qui était transportée. Il y a là une raison d'ordre économique puisque la chaux hydratée contient près de 20% d'eau, dont le transport alourdit inutilement les coûts. La chaux vive pouvait être facilement éteinte sur les sites de consommation et y être conservée durant de nombreuses années dans des fosses étanches.

Acheminer vers les clients une production de chaux de 22 tonnes (estimation pour Chevenez-Combe Ronde) nécessitait une trentaine de transports. On comprend mieux l'importance de la voirie, et l'avantage d'élever les chauffours à proximité des voies. Néanmoins, dans le cas de Boncourt, ce sont peut-être les voies qui ont été aménagées en raison d'une activité intense et sans doute pérenne de production de chaux.

Dans les archives, les premières mentions de la production de chaux remontent au milieu du XVI^e siècle. Les demandes de construction de fours, par des particuliers ou des collectivités, sont adressées au prince-évêque, soumises à autorisation, et font l'objet d'une taxe. Le XVIII^e siècle se caractérise en Ajoie par la généralisation d'une pratique déjà attestée au siècle précédent : la calcination du calcaire dans des fours de tuiliers. Cette activité semble avoir été indispensable à la rentabilité des tuileries, mais il y a sans doute aussi une volonté du pouvoir confier la calcination à des artisans qui avaient une parfaite maîtrise du feu. Car il apparaît clairement que du XVI^e au XVIII^e siècles, les autorités ont toujours eu souci de la gestion du combustible, à cause d'une exploitation intense des forêts dont le bois alimentait des forges et des verreries des princes-évêques.

L'ultime changement date des années 1780-1790, avec l'arrivée de chaufourniers itinérants originaires du Jura français. Les commanditaires sont alors les communes qui revendent la chaux aux particuliers. La venue d'artisans étrangers pourrait avoir été causée par un arrêt de production dans les tuileries. Mais en marge de ces spécialistes, les maçons locaux ont continué à produire de la chaux jusqu'au début du XX^e siècle.

Zusammenfassung

Übersetzung Monika Kleiner

Die in der Region Ajoie (Kanton Jura, Schweiz) durch den Bau der Autobahn A16 Transjurane verursachten Ausgrabungen führten zwischen 2001 und 2007 zur Entdeckung von insgesamt 13 Kalkbrennöfen auf sieben verschiedenen, von der römischen Antike bis ins 18. Jahrhundert datierten Fundstellen. Die bedeutendste Fundstelle ist Boncourt-Grand/Combes mit sieben Kalköfen (5 römerzeitliche, 1 frühmittelalterlicher, 1 neuzeitlicher) und mehreren geschotterten Wegstücken.

Alle untersuchten Kalköfen gehören typologisch zum einfachen Feldofen für den periodischen Brand, im Unterschied zu den späteren, kontinuierlich arbeitenden Schachtföfen. Auch wenn die Funktionsweise des Feldofens grundsätzlich gleich bleibt, verändert sich die Bauform im Laufe der Zeit. In römischer Zeit entsprechen die Brennöfen der Beschreibung bei Cato (*De agri cultura*). Es handelt sich dabei um vollständig in einen Abhang eingetiefte Gruben, bei denen die Feuerkammer von unten, durch einen Graben oder Stollen auf Höhe der Grubensohle befeuert und geschürt wird.

Seit dem Frühmittelalter werden in der Ajoie ausschliesslich nur noch Kalköfen verwendet, bei denen der Heizkanal in den oberen Teil des Feuerraums mündet. Dabei handelt es sich um teilweise ins anstehende Terrain eingetiefte Öfen, bei denen das Brennmaterial ebenerdig eingebracht wird. Erste Vorläufer dieses Ofentyps existieren bereits im 2./3. Jahrhundert, endgültig setzt er sich aber erst in nachrömischer Zeit durch.

Die Gründe, die zur Entwicklung dieses neuen Ofenmodells geführt haben, sind in der verbesserten Abzugsdynamik zu suchen. Beim von unten befeuerten Kalkofen steigt die Luft direkt nach oben. In der Feuerkammer des nur teilweise eingetieften Ofens jedoch zirkuliert der Luftstrom spiralförmig, der Zug verstärkt sich mit der zunehmenden Temperatur. In der Kalkkammer wird die Hitze an das Rohgestein abgegeben und die Luft durch Kanäle kaminartig nach aussen gesogen, was den Luftstrom zusätzlich verstärkt. Mit diesen Öfen konnten rasch hohe Temperaturen erreicht werden, allerdings auf Kosten eines hohen Brennholzverbrauchs.

Wie Ausbesserungsspuren zeigen, wurden die Kalkbrennöfen über längere Zeit regelmässig unterhalten, was besonders deutlich an den gallo-römischen Strukturen zu beobachten ist. In einer ersten Benutzungsphase bildet das umgebende Erdreich Boden und Wände der Feuer- und Kalkkammer. Danach ist eine Auskleidung der Grube mit einem Gemisch aus Lehm und Abfallmaterial von vorangegangenen Bränden (Kalkbrocken, gebrannter Ton, Holzkohle) festzustellen. Wurden nach weiteren Brandphasen diese Ofenwände brüchig, folgte eine Verstärkung mit Mantelmauerwerk, zumindest in der Sockelzone. In zwei Fällen sind solche baulichen Ausbesserungen ebenfalls für den Heizkanal und die Schnauze belegt. Die vorgenommenen Veränderungen haben bisweilen auch die Gestalt des Feuerraums sowie den darüberliegenden Aufbau des Gewölbes und der Kalkkammer zur Aufnahme des Rohgesteins beeinflusst.

Für die Neuzeit sind die Befunde weniger eindeutig, doch dürfen wir uns, zumindest für einen Teil dieser Kalköfen, den Brennraum zunächst als Erdgrube und erst in einer zweiten Benutzungsphase mit Mantelmauerwerk ausgekleidet vorstellen.

Die Auswahl des Standortes wurde in erster Linie durch die Topographie bestimmt, insbesondere bei den gänzlich eingetieften

gallo-römischen Strukturen: die Anlage am Hang begrenzte die vorzunehmenden Erdarbeiten auf ein Minimum. Doch haben auch andere Kriterien, allen voran die Nähe zum Steinbruch eine Rolle gespielt. Auf den Jurahöhen und in den Tälern der Ajoie liegen die Kalkvorkommen häufig in geringer Tiefe direkt unter dem Waldboden und sind in Form von leicht spaltbaren Platten einfach abbaubar.

In den ausgedehnten Waldgebieten war zunächst genügend Brennmaterial vorhanden. Die anthrakologischen Analysen belegen für das 1. Jh.n.Chr. die annähernd ausschliessliche Verwendung von Buche als Brennholz. Für die Zeit des 2.-4. Jahrhunderts wird Eiche in unterschiedlichen Anteilen beigemischt. Für den Betrieb des neuzeitlichen Brennofens F7 in Boncourt (17.-18. Jahrhundert) wurde hauptsächlich Eiche verfeuert, ergänzt durch zahlreiche andere Holzarten, dem Buchenanteil jedoch kommt nur noch eine anekdotische Bedeutung zu. Möglicherweise entspricht diese Entwicklung einer Veränderung des Baumbestandes, wie es scheint war der Anteil an Buchen vor Beginn einer systematischen Waldwirtschaft am Ausgang des Mittelalters weit grösser.

Auf keiner der Fundstellen konnte eine Sumpfgarbe nachgewiesen werden, weshalb anzunehmen ist, dass der gebrannte Kalk ungelöscht zur Baustelle transportiert wurde. Dies aus ökonomischen Überlegungen, denn mit einem Anteil von 20% Wasser ist gelöschter Kalk voluminöser und schwerer, was die Transportkosten unnötig erhöht hätte. Der Branntkalk konnte mühelos auf der Baustelle mit Wasser gemischt und weiter verarbeitet oder in Kalkgruben bis zu mehreren Jahren gelagert werden.

Für den Transport von 22 Tonnen gebranntem Kalk (geschätzte Produktion des Kalkbrennofens von Chevenez-Combe Ronde) waren rund dreissig Lieferungen erforderlich. Daraus lässt sich die Bedeutung der Verkehrswege und die Lage der Brennöfen in unmittelbarer Nähe dazu ermassen. Eine Ausnahme bildet möglicherweise Boncourt, wo eine intensive und dauerhafte Kalkproduktion sogar zum Bau mehrerer Strassen oder Wege geführt haben mag.

Die frühesten archivalischen Hinweise zur Kalkbrennerei gehen ins 16. Jahrhundert zurück. Es sind Gesuche von Handwerkern oder Gemeinwesen an den Fürstbischof von Basel zum Bau von Kalköfen, die der Bewilligung bedürfen und Abgabepflichtig sind. Im Laufe des 18. Jahrhunderts verallgemeinert sich die, vereinzelt bereits aus dem vorangegangenen Jahrhundert bekannte Praxis der Herstellung von Branntkalk in Ziegel-Öfen. Wie es scheint, konnte dadurch eine deutliche Verbesserung der Rentabilität der Ziegeleien erreicht werden, gleichzeitig ist dahinter aber wohl auch der grundherrliche Wille erkennbar, die Kalkproduktion einem mit der Brenntechnik besonders vertrauten Handwerkszweig zu vergeben. In einer Zeit erhöhten Brennholzbedarfs zum Betrieb der zahlreichen Schmieden und Glashütten zwischen dem 16. und 18. Jahrhundert geht aus den Quellen die stete Sorge der Fürstbischöfe um einen möglichst schonenden Umgang mit dem nur langsam nachwachsenden Rohstoff hervor.

Eine letzte Veränderung erfuhr das Handwerk in den 1780-1790 Jahren, vielleicht als Folge der Stilllegung der Ziegel-Öfen, durch das Auftreten von wandernden Kalkbrennern aus dem französischen Jura. Diese stellten nunmehr im Auftrag der Gemeinden Branntkalk her, welche den Baustoff an die Bauherren weiter verkauften. Neben dieser spezialisierten Produktion haben auch lokale Mauermeister noch bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts Sumpfkalk hergestellt.

Riassunto

Traduzione Maruska Federici-Schenardi

Le indagini archeologiche realizzate tra il 2001 e il 2007 in Ajoie sul tracciato dell'autostrada A16-Transjurane e nei settori delle infrastrutture hanno portato al rinvenimento di tredici fornaci da calce in sette differenti giacimenti, datate tra l'Antichità e il XVIII secolo. Il sito principale è quello di Boncourt-Grand'Combes, che ha restituito sette fornaci (cinque di epoca romana, una dell'Altomedioevo e una dei Tempi moderni) e parecchi tratti di strade selciate.

Tutte le fornaci sono di tipo *a calcinazione periodica a fiamma viva*, dette anche *fornaci a fuoco discontinuo*. Il funzionamento è identico per tutte, mentre l'architettura differisce in base al periodo. All'epoca romana sono conformi alla descrizione che ne fa Catone. Si tratta di strutture scavate nel suolo, lungo un pendio. L'alimentazione del focolare avviene dal basso. Era dunque necessario scavare una galleria (o fossa di lavoro) per accedervi. Si parla in questo caso di *fornace con presa d'aria dal basso*.

A partire dall'Altomedioevo in Ajoie si costruiscono esclusivamente delle *fornaci con presa d'aria a mezza altezza*. Sono strutture seminterrate, alimentate all'altezza del piano di calpestio. È un tipo di fornace i cui prototipi fanno la loro apparizione già nel II o nel III secolo, ma che s'impone solo dopo l'epoca romana.

Le ragioni che hanno portato allo sviluppo di questo modello di fornace possono essere ricondotte alla dinamica dei fluidi. Nelle fornaci con presa d'aria dal basso l'aria sale direttamente. Nella camera di combustione delle fornaci seminterrate invece l'aria circola a vortice e questo moto è accelerato man mano che la temperatura aumenta. Nella camera di calcinazione l'aria cede il suo calore alle pietre fuoriuscendo dagli sfiatatoi, ciò che accresce ulteriormente il tiraggio e il calore del forno. Questo tipo di fornace a combustione rapida permetteva quindi di raggiungere velocemente delle temperature elevate, richiedendo però grandi quantità di combustibile.

Le fornaci sono state utilizzate ripetutamente e sottoposte a manutenzioni e a rifacimenti. Ciò è particolarmente visibile sulle strutture gallo-romane. In un primo momento è il terreno stesso a fare da parete della camera di combustione e della camera di calcinazione. Segue una fase di rinnovo del rivestimento delle pareti mediante un impasto di argilla e frammenti provenienti dalle infornate precedenti (scarti di calcare e di terracotta, carboni di legna). Nel momento in cui le pareti risultavano troppo rovinate si passava allora ad un rivestimento in muratura, perlomeno nella parte inferiore. In due casi questo rivestimento è stato esteso anche al canale di riscaldamento e all'imboccatura. Questi cambiamenti a volte hanno modificato la forma del focolare, incidendo sul tipo di volta eretta al di sopra per sopportare il carico da calcinare.

La situazione è meno chiara per quanto riguarda i Tempi moderni, ma sembra che anche in quest'epoca in alcuni casi le fornaci abbiano conosciuto una prima fase caratterizzata da pareti naturali, soppiantate dalla posa di una muratura solo in un secondo stadio.

La topografia ha assunto un ruolo essenziale nella scelta dell'insediamento, in particolare per le strutture scavate nel

suolo di epoca gallo-romana: lo scavo lungo un pendio limitava la quantità di terra da asportare. Ma entrano in gioco pure altri criteri, *in primis* la disponibilità di materia prima. Sui rilievi e nelle vallate dell'Ajoie il calcare spesso si trova a poca profondità, direttamente sotto l'humus, sotto forma di lastre che si sfogliano facilmente.

In questi luoghi il combustibile è presente ovunque. Le analisi antracologiche mostrano che nel I secolo si utilizza quasi esclusivamente il faggio. Tra il II e il IV secolo questa specie è ancora presente, ma è accompagnata dal rovere in quantità più o meno uguale. Queste osservazioni differiscono da quanto emerso per la fornace F7 di Boncourt (XVII-XVIII secolo): il rovere domina, accompagnato da numerose altre specie, mentre la presenza del faggio è divenuta aneddotica. Ciò è forse dovuto ad un'evoluzione della vegetazione, poiché sembrerebbe che la proporzione del faggio nei boschi sia stata più importante prima dello sfruttamento sistematico delle foreste, verso la fine del Medioevo.

Nessun sito ha fornito fosse di spegnimento della calce, il che implica che sia stata la calce viva a essere trasportata. La ragione è di ordine economico, poiché la calce idratata contiene all'incirca 20% d'acqua e il suo trasporto fa lievitare inutilmente i costi. La calce viva poteva essere facilmente spenta sui siti di consumo ed esservi conservata per parecchi anni in fosse impermeabili.

Per l'invio ai clienti di una produzione di calce di 22 tonnellate (stimata a Chevenez-Combe Ronde) erano necessari circa trenta trasporti. Si percepisce allora meglio l'importanza della rete viaria e il vantaggio di installarvi le fornaci in prossimità. Nel caso di Boncourt sono forse però le vie ad essere state costruite in ragione di un'attività intensa, e senza ombra di dubbi perenne, di produzione di calce.

Negli archivi le prime menzioni di una produzione di calce risalgono alla metà del XVI secolo. Le domande di costruzione di fornaci da parte di individui o di comunità sono indirizzate al principe-vescovo, sottomesse ad autorizzazione, e fanno l'oggetto di una tassa. Il XVIII secolo è caratterizzato in Ajoie dalla generalizzazione di una pratica già attestata nel secolo precedente: la calcinazione del calcare nelle fornaci per laterizi. Quest'attività sembra essere stata indispensabile per la redditività delle officine di laterizi, ma c'è senza ombra di dubbio pure la volontà del potere di conferire la calcinazione ad artigiani che possedevano un perfetto controllo del fuoco. Poiché appare chiaramente che dal XVI al XVIII secolo le autorità hanno sempre avuto la preoccupazione della gestione del combustibile a causa dello sfruttamento intensivo delle foreste il cui legname alimentava forge e vetrerie dei principi-vescovi.

L'ultimo cambiamento avviene negli anni 1780-1790, con l'arrivo dei fornai itineranti originari del Giura francese. I committenti sono allora i comuni che rivendono la calce ai privati. L'arrivo di artigiani stranieri può essere stato indotto da un arresto della produzione nelle officine di laterizi. A margine di questi specialisti i muratori locali hanno però continuato a produrre calce fino alla soglia del XX secolo.

Abstract

Translation Robert Fellner

Between 2001 and 2007, archaeological excavations undertaken along the path of the motorway A16 in the Ajoie region (Canton Jura, Switzerland) led to the discovery of thirteen lime kilns. Located within seven different sites, these structures date from the roman period to the 18th century. The most important site with seven kilns and segments of several paved roads is Boncourt-Grand'Combes (5 kilns date to the roman period, one to the early middle ages and one to the early modern period).

All of the kilns belong to the *periodic* type, also known as *intermittent flare kilns*. Although the basic technology remained identical, the architectural solutions evolved. The roman kilns were built according to the instructions given by Cato; these buried structures were dug into a slope and were fired from below, which implied access via a stoking tunnel or a work trench. These are *kilns with air entering at the base*.

From the early middle ages onward, all lime kilns built in the Ajoie region seem to belong to a different type: *kilns with air entering on the ground level*. These only partially buried structures are stoked via an access located at ground level. The earliest known examples of this type of kiln date to the 2nd or 3rd century AD, but it becomes widespread only after the end of the roman period.

The success of this new model of lime kiln can be explained by referring to the fluid dynamics operating inside these structures. In the kilns with air entering at the base, the air flow rises vertically. In the partially buried kiln, the air enters laterally and circulates, a movement that grows more and more pronounced as the temperature rises. Before escaping through vents located in the calcination chamber, the air transfers its heat to the limestone charge, which further increases the airflow. This type of rapid combustion kiln attains the high temperatures necessary for calcination quickly but has a high fuel consumption.

The kilns were used repeatedly and were patched and repaired. This maintenance can be best seen in the roman structures. During a first phase of kiln use, the floor and walls of the kiln are formed by the unmodified surface of the pit housing the structure. During a second phase, these natural surfaces are reinforced with a layer of mixed clay and kiln waste (limestone fragments, burnt loam, charcoal). Repeated use damages this lining; during the third phase, a stone wall lines the lower half of the kiln and reinforces the walls. In two cases this stonework extends to the stoking tunnel and the stoke hole. This remodelling to the original structure sometimes modified the shape of the hearth or of the vault separating the furnace from the limestone charge.

The evidence from the early modern period structures is more equivocal, but at least some of these kilns seem to have seen a first phase of use with «natural» side walls and were lined with stonework only during a second phase.

The location of the kilns was in part dictated by the topography, particularly so for the buried roman ovens: building these into an existing slope made the initial excavation of the pit much easier. But other criteria, such as the availability of the necessary raw materials, were at least equally important. In the hills and the valleys of the Ajoie region, limestone layers lie often directly beneath the forest soil and can easily be split into movable blocks.

The necessary firewood was at first ubiquitous. The anthracological analysis of charcoal from the 1st century AD shows an almost exclusive use of beech. From the 2nd to the 4th century, beech and oak are used approximately in equal measure. A marked change in firewood use can be seen in the kiln F7 from Boncourt (17th to 18th century): oak predominates but numerous other species are equally present, while the use of beech is very limited. This might reflect changes in the forest structure; it seems that beech became generally less common due to the increased exploitation of the woodlands from the medieval period onwards.

No lime slaking pits were found at any of the excavated sites, implying that lime was transported unslaked from the kilns to the building sites. As slaked lime contains about 20% water, this would have considerably reduced the transportation costs. The unslaked «quick» lime could be easily watered on the construction sites just before use or could alternatively be stored for several years in a watertight pit.

It took about 30 wagonloads to transport 22 tons of quicklime (estimated production of the kiln at Chevez-Combe Ronde) to a client. Clearly, having passable roads close to the production site was important. At Boncourt, several road segments were built specifically to access this important production centre.

The earliest mention of lime production in the regional archives dates to the middle of the 16th century. Individuals or corporations ask the prince-bishop of Basel for permission to construct and operate kilns and have to submit to a tax. During the 18th century, a practice still rare in the preceding century becomes generalised: lime is burnt in the permanent kilns of local brickworks. This made the brickworks more profitable and at the same time transferred lime production to artisans particularly skilled in the use of fire. And skill was called for: from the 16th century onwards, the authorities increasingly insist on an economic use of firewood, a commodity in ever greater demand as the forests also had to supply the iron- and glassworks belonging to the prince-bishop.

A final shift in the local lime production occurs between 1780 and 1790, when itinerant lime-burners from the French Jura make their appearance in the Ajoie region. Their clients are usually village communities who themselves sell quicklime to individual customers. This arrival of foreign craftsmen might be linked to a reduced activity of the local brickworks. In any case, local masons would continue to produce small amounts of lime independently until the beginning of the 20th century.

Bibliographie

Abréviations

- CAJ Cahiers d'archéologie jurassienne, OCC/OPH et SJE, Porrentruy.
OCC/OPH Office de la culture (dès le 1.9.2003) / Office du patrimoine historique, Section d'archéologie et paléontologie, Porrentruy.
RACF Revue archéologique du Centre de la France, Tours.
SJE Société jurassienne d'Emulation, Porrentruy.
SSPA Société suisse de préhistoire et d'archéologie, Bâle.
SPM La Suisse du Paléolithique à l'aube du Moyen-Age, SSPA, Bâle.

- Adam Jean Pierre
1989 *La construction romaine. Matériaux et techniques* (2^e édition). Picard, Paris, 367 p., 746 fig. (Grands manuels Picard).
- Adatte Thierry, Stinnesbeck Wolfgang et Keller Gerta
1996 Lithostratigraphic and mineralogic correlations of near K/T boundary clastic sediments in northeastern Mexico. Implications for origin and nature of deposition. *Geological Society of America, Special Papers* 307, p. 211-226.
- Aubry Denis
2000 Caractérisation sédimentologique des dépôts. In: Aubry Denis, Guélat Michel, Detrey Jean, Othenin-Girard Blaise et al.: *Dernier cycle glaciaire et occupations paléolithiques à Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. CAJ 10, p. 31-60.
2008 L'étude géologique. In: Masserey Catherine et al.: *Un habitat de La Tène ancienne à Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. CAJ 11, p. 209-230.
- Aubry Denis et Braillard Luc
2012 Cadre géologique et stratigraphique. In: Evéquois Emmanuelle, Eschenlohr Ludwig, Deslex Carine, Elyaqine Mustapha, Bélet-Gonda Cécile et al.: *Occupations du Haut Moyen Age à Chevenez: inhumations et atelier métallurgique*. CAJ 27, p. 16-26.
- Babey Ursule
2003 *Produits céramiques modernes. Ensemble de Porrentruy, Grand'Fin*. CAJ 18, 280 p., 105 fig., 54 pl., 2 pl. couleur.
- Barat Yvan et Mortagne Brigitte
1991 Guerville. Un four à chaux antique. In: *Archéologie historique en Ile-de-France*. Actes des journées d'Enghien-les-Bains, 18-19 mai 1990. Directions des Antiquités historiques d'Ile-de-France et Centre culturel François Villon, Saint-Ouen-l'Aumône, p. 32-35. (Archéologie en Val-d'Oise 2).
- Billon-Bruyat Jean-Paul, Ayer Jacques, Badertscher Christophe et al.
2007 *Le Mésozoïque et le Cénozoïque du Jura le long de la Transjurane: prospection, forages, levers de coupes et fouilles. Rapport technique 2006*. OCC, 72 p. (Paléontologie et Transjurane 12).
- Billon-Bruyat Jean-Paul, Ayer Jacques, Becker Damien et al.
2008 *Le Mésozoïque et le Cénozoïque du Jura le long de la Transjurane: prospection, forages, levers de coupes et fouilles. Rapport technique 2007*. OCC, 89 p. (Paléontologie et Transjurane 14).
- Biston Valentin
1836 *Manuel théorique et pratique du chauxfournier*. Librairie encyclopédique de Roret, Paris, 262 p., 34 fig. (Réimpression fac-simile, 1981).
- Blaine R.L., Bean L. et Hubbard E.K.
1965 Occurrence of minor and trace elements in Portland cement. *Building Science Series* 2, p. 33-36.
- Borgeaud Pierre-Alain et al.
2008 *Fouilles sur la section 2 de l'A16: deux fours à chaux à Courtedoux. Rapport administratif et scientifique 2007*. OCC, 71 p., 36 fig. (Archéologie et Transjurane 140).
- Borgeaud Pierre-Alain, Demarez Jean-Daniel et al.
2007 *Sondages et fouilles sur les sections 2 et 8 de l'A16. Rapport administratif et scientifique 2006*. OCC, 126 p., 58 fig. (Archéologie et Transjurane 147).
- Borgeaud Pierre-Alain, Paupe Patrick et al.
2003 *Sondages sur la section 2 de l'A16. Fouilles 2002*. OCC, 80 p., 40 fig. (Archéologie et Transjurane 104A).
- Boschetti-Maradi Adriano
2006 *Gefässkeramik und Hafnerei in der Frühen Neuzeit im Kanton Bern*. Bernisches Historisches Museum, Bern, 379 p., 278 fig., 80 pl. (Schriften des Bernischen Historischen Museums 8).
- Braillard Luc
2006 *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).
- 2010 La stratigraphie de Combe En Vaillard. In: 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*. CAJ 26, p. 19-31.
- Breuher Jacques et Fraipont Charles
1929 Four à chaux de l'époque romaine à Clermont-lez-Nandrin (Province de Liège). *Chroniques archéologiques du Pays de Liège* 5, p. 84-92.
- Burnand Jacques, Burger Thomas, Stocker Richard et al.
1998a *Clé de détermination des stations forestières du Canton du Jura et du Jura bernois. Volume 1*. Service des forêts et Office des forêts, République et Canton du Jura et Canton de Berne, [n.p.], ill.
1998b *Clé de détermination des stations forestières du Canton du Jura et du Jura bernois. Volume 2. Commentaires*. Service des forêts et Office des forêts, République et Canton du Jura et Canton de Berne, 140 p., ill.
- Caton (Marcus Porcius Cato)
2002 *De l'agriculture*. Texte établi, traduit et commenté par Raoul Goujard. Les Belles Lettres, Paris, LVI+342 p. (Collection des universités de France, Série latine 220).
- Chaib Jérôme
1997 *Les eaux pluviales. Gestion intégrée*. Sang de la Terre, Paris, 173 p., ill. (Guides pratiques d'écologie urbaine).

- Châtelet Madeleine
2005 Un deuxième four à chaux mérovingien découvert en Alsace: le four de Sessenheim « Hecklen » (Bas-Rhin). *Revue archéologique de l'Est* 54, p. 349-364, 12 fig.
- Comment Gaël et Ayer Jacques
2010 *Études et projets scientifiques mésozoïques – Paléontologie A16: stratigraphie, paléoenvironnements et invertébrés le long de l'A16. Rapport scientifique 2009*. OCC, 21 p. (Paléontologie et Transjurane 31).
- Coutelas Arnaud
2006 Les mortiers et enduits des sites gallo-romains en Bourgogne. *RAE* 54, p. 327-335, 8 fig.
- Dubois Auguste
1920 Les fours à chaux ou chauffours. *Le Rameau de sapin* 4.5, p. 34-38, 2 fig.
- Demarez Jean-Daniel, Othenin-Girard Blaise et al.
2010 *Etablissements ruraux de La Tène et de l'Époque romaine à Alle et à Porrentruy (Jura, Suisse)*. CAJ 28, 432 p., 364 fig., 1 dépliant.
- Diebold Peter et al.
1963 *Atlas géologique de la Suisse 1:25 000, feuille Saint-Ursanne (n° 1085)*. Kümmerly+Frey, Berne. (Commission géologique suisse).
- Flach Gilbert
1982 Les fours à chaux à l'époque gallo-romaine. *Revue archéologique Sites* 12, p. 18-21.
- Gauthier Emilie
2004 *Forêts et agriculteurs du Jura. Les quatre derniers millénaires*. Presses universitaires franc-comtoises, Besançon, 197 p., 55 fig., ill. (Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté 765, Environnement, sociétés et archéologie 6).
- Gerber Christophe, Portmann Martin et Kündig Christian
2002 *Fours à chaux, fours à fer et charbonnières dans le Jura bernois. Vestiges archéologiques médiévaux et modernes découverts entre Moutier et Roches sur le tracé de l'autoroute A16, 1995-1997*. Service archéologique du canton de Berne, Berne, 132 p., 100 fig.
- Herbinet Audrey (réd.)
2013 La Chaux: partenaire militant d'une agriculture agroécologique. *Capital Sol* 29 (en ligne). http://upchaux.com/newsletter/Capital_sol_29_juin.2013/Capital_Sol.29.pdf
- Imhof Eduard
1965 *Atlas de la Suisse*. Office fédéral de topographie, Wabern.
- Kaufmann Philippe (dir.)
2005 *Mémento statistique 2005*. Service de l'information et de la communication, Delémont, 24 p.
- Klug Harold Philip et Alexander Leroy Elbert
1974 *X-ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials*. John Wiley, New York, 966 p., ill.
- Kübler Bernard
1983 Dosage quantitatif des minéraux majeurs des roches sédimentaires par diffraction X. *Cahiers de l'Institut de Géologie de Neuchâtel, Série AX* 1.1-2, p. 1-13.
- Lauffer Siegfried (dir.)
1971 *Diokletians Preisedikkt*. Gruyter, Berlin, 361 p. (Texte und Kommentare 5).
- Lavergne David et Suméra Franck
2000 La fabrication de la chaux: une activité pérenne ou occasionnelle pendant l'Antiquité gallo-romaine? In: Pétrequin Pierre et al. (dir.): *Arts du feu et productions artisanales*. Actes des 20^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 21-23 octobre 1999. Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Antibes, p. 453-472, 8 fig.
- Lièvre Ami, Fernex Jean et Grettillat Pierre-Alain
1992 Les eaux souterraines du Jura tabulaire d'Ajoie. Evolution de la qualité bactériologique, évolution et protection des ressources. *Actes de la SJE* 1992, p. 187-250, 13 fig., 10 tabl.
- Mangin Michel, Bruand Ary et Hedley Ian
1988 Un four à chaux du Haut Moyen Age à Goux-lès-Dole (Jura). *Archéologie médiévale* 18, p. 273-286, 7 fig.
- Marti Reto et Paratte Rana Marie-Hélène
2006 Typologie de la céramique. In: Marti Reto, Thierrin-Michael Gisela, Paratte Rana Marie-Hélène et al.: *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 3. Céramiques et autres objets en pierre, verre, os, bois ou terre cuite*. CAJ 15, p. 39-84.
- Marty Daniel
2004 *Le Mésozoïque du Jura le long de la Transjurane: prospection, sondages, fouilles et recherche. Rapport d'activités 2003*. OCC, 104 p. (Paléontologie et Transjurane 4).
- Marty Daniel, Lovis Christel et Paratte Géraldine
2010 *Études et projets scientifiques mésozoïques – Paléontologie A16: sites à traces de dinosaures de l'A16. Rapport scientifique 2009*. OCC, 45 p. (Paléontologie et Transjurane 28).
- Moine Jean-Marie
2003 *Glossaire du patois: patois-français*. SJE, 1005 p.
- Nicolas Ingrid, Aubry Denis et al.
2002 *Boncourt, Grands'Combes (JU, Suisse). Exploitation de chaux à l'Époque moderne, habitat de La Tène finale et traces d'occupation du Bronze moyen, du Néolithique et du Moustérien. Fouilles 2001*. OCC, 90 p., 36 fig., 16 tabl. (Archéologie et Transjurane 96).
- Othenin-Girard Blaise, Aubry Denis et Detrey Jean
2003 *Exploitation de chaux, faune glaciaire et traces d'habitats de l'Age du Fer à Boncourt, Grands'Combes (JU, Suisse)*. OCC, 82 p., 35 fig. (Archéologie et Transjurane 105).
- 2004 *Exploitation de chaux et traces d'habitats protohistoriques à Boncourt, Grands'Combes. Sédiments, faune, et feux depuis le Paléolithique à l'Holocène (Jura, Suisse). Fouilles 2003-2004*. OCC, 64 p., 40 fig. (Archéologie et Transjurane 114).
- Paccolat Olivier, Taillard Pascal et Antonini Alessandra
2000 Die früh- und hochmittelalterlichen Gipsbrennöfen von Gamsen (VS). *Mittelalter – Moyen Age – Medioevo – Temp medieval* 5.4, p. 97-117, 32 fig.
- Paunier Daniel et al.
1989 *Le vicus gallo-romain de Lousonna-Vidy. Le quartier occidental. Le sanctuaire indigène. Rapport préliminaire sur la campagne de fouilles 1985*. Bibliothèque historique vaudoise, Lausanne, 191 p., 184 fig., 17 pl. (Cahier d'archéologie romande 42, Lousonna 7, Rapports et mémoires de l'Institut d'archéologie et d'histoire ancienne de l'Université de Lausanne 6).
- Paupé Patrick et al.
2000 *Sondages sur la section 2 de l'A16. Fouilles 1999*. OCC, 191 p., 191 fig., 97 fig. (Archéologie et Transjurane 71).
- 2001 *Sondages sur la section 2 de l'A16. Fouilles 2000*. OCC, 224 p., 127 fig., 7 pl. (Archéologie et Transjurane 81).
- Paupé Patrick, Borgeaud Pierre-Alain et al.
2005 *Sondages sur la section 2 de l'A16. Fouilles 2003*. OCC, 114 p., 43 fig. (Archéologie et Transjurane 113A).
- Petrella Gabriella
2008 *De calcariis faciendis*. Una proposta metodologica allo scavo di una fornace da calce e al riconoscimento degli indicatori di produzione. *Archeologia dell'Architettura* 13, p. 29-44.

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 tabl., 51 pl. (Forschungen in Augst 18).

Roth-Rubi Katrin et al.

2000 *Chacheli us em Bode... Der Kellerfund im Haus 315 in Nidfloh, Därs-tetten – Ein Händlerdepot*. Ilg, Wimmis, 36 p., 37 fig.

Schlumbaum Angela

2010 Analyse anthracologique. In: Deslex Carine, Evéquoze Emmanuelle, Bélet-Gonda Cécile, Saltel Saltel et al.: *Occupations protohistoriques à Chevenez: de l'âge du Bronze à la fin de l'âge du Fer*. CAJ 26, p. 159-161.

Schweingruber Fritz Hans

1976 *Prähistorisches Holz. Die Bedeutung von Holzfinden aus Mitteleuropa für die Lösung archäologischer und vegetationskundlicher Probleme*. Haupt, Bern, 106 p., 21 fig. (Academia helvetica 2).

1990 *Mikroskopische Holz-anatomie. Formenspektren mitteleuropäischer Stamm- und Zweighölzer zur Bestimmung von rezentem und subfossilem Material*. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, 226 p., ill.

Sölter Walter

1970 *Römische Kalkbrenner im Rheinland*. Rheinland Verlag, Düsseldorf, 47 p., ill. (Kunst und Altertum am Rhein 31).

Sprung S.

1988 Trace elements. Concentration build-up and measures for reduction. *Zement, Kalk, Gips* 5, p. 251-257.

Stempfel-Benghezal Atika

1999 Analyse des échantillons d'un four d'Alle, Noir Bois et estimation des températures de cuisson. In: Demarez Jean-Daniel, Othenin-Girard Blaise et al.: *Une chaussée romaine avec relais entre Alle et Porrentruy (Jura, Suisse)*. CAJ 8, p. 132-133.

Suméra Franck et Veyrat Elisabeth

1997 Les fours à chaux gallo-romains de «Brétinoust», commune de Sivry-Courtry (Seine-et-Marne). *RACF* 36, p. 99-130.

Surdez Jules

1947 L'ancien chauffour ou four à chaux dans le Jura bernois. *Archives suisses des traditions populaires* 44, p. 245-255.

Union des Producteurs de chaux

<http://upchaux.fr/> (site consulté le 2 octobre 2013).

Vadi Gaëlle

1998 *Etude du fer sur deux sites de fouille de la Transjurane*. Université de Neuchâtel, 20 p. (Laboratoire d'écologie végétale et phytosociologie).

Vautrey Louis

1863 *Notice historique sur les villes et villages du Jura bernois. Tome 1*. Victor Michel, Porrentruy, 408 p.

Wedepohl Karl Hans

1971 Environmental influences on the chemical composition of shales and clays. *Physics and Chemistry of the Earth* 8, p. 305-333.

1991 The composition of the upper earth's crust and the natural cycles of selected metals. Metals in natural raw materials. Natural resources. In: Merian Ernest (éd.): *Metals and their compounds in the environment*. VCH, Weinheim, p. 3-17.

Wick Lucia, Jacomet Stefanie, Schlumbaum Angela et Schibler Jörg

2002 L'homme et la végétation. In: Flutsch Laurent, Niffeler Urs et Rossi Frédéric (dir.): *Epoque romaine = Età romana*. SPM 5, p. 34-36.

Crédit iconographique

Couverture

Conception : Line Petignat Häni
Réalisation : Simon Maître

Dessins du mobilier, des plans et des coupes

Line Petignat Häni

Reconstitutions (fig. 143 et 146)

Tayfun Yilmaz

Photographies

Bernard Migy, Pierre-Alain Borgeaud, Denis Aubry

Infographie et photomontages

Simon Maître

Dépôt du mobilier et de la documentation

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

© OCC-SAP: Office de la culture
Section d'archéologie et paléontologie
Porrentruy

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 Stékofer 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 av. J.-C. au VII^e siècle ap. 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. Mandeure, 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, Piuz 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 24 Frei Paroz Laurence, Piuz Loubier Valérie et al. *Delémont-En La Pran (Jura, Suisse) 3. Vestiges domestiques du Bronze final*. 2013, 240 p., 160 fig., 60 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, Evéquoz 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 27 Evéquoz Emmanuelle, Eschenlohr Ludwig, Deslex Carine, Elyaqtime Mustapha, Bélet-Gonda Cécile et al. *Occupations du Haut Moyen Age à Chevenez: inhumations et atelier métallurgique*. 2012, 328 p., 284 fig., 15 pl., catalogue illustré.
- 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, Elyaqtime 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.
- CAJ 35 Evéquoz Emmanuelle, Babey Ursule et al. *Rebeuvelier-La Verrerie, redécouverte d'un passé préindustriel*. 2013, 368 p., 190 fig., 70 pl., 1 dépliant.

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 mars 2014
sur les presses du Centre d'impression et d'arts graphiques Pressor SA,
à Delémont.