

*GG.0503 – Travail de Master*

# **Evolution des dynamiques territoriales des risques naturels dans la commune de Fully (Valais)**



**Samuel Hubert**

Ruelle de Champlong 27, 1926 Fully  
samuel.hubert@outlook.com

Janvier 2020

Superviseur: Professeur Reynald Delaloye

**Source de l'illustration de la page de titre:** <http://www.fully.ch/fr/Phototheque/>, [consulté le 16 juin 2019].

# Résumé

Les relations entre les risques et les territoires sont complexes et changent au fil du temps. L'étude de leur évolution permet de comprendre les raisons qui poussent une population à habiter des zones menacées par des phénomènes naturels. Dans le cadre ce travail, la commune de Fully (Valais) a été choisie en raison du nombre important de personnes et d'infrastructures menacées par le danger d'inondation du Rhône. De plus, dans une proportion moindre, d'autres zones de cette commune présentent des dangers d'avalanches, de chutes de pierres et de laves torrentielles. L'objectif de cette recherche est de comprendre les raisons qui ont mené la population locale à l'utilisation actuelle du sol communal.

Pour l'atteindre, un historique des phénomènes naturels étudiés est réalisé. Puis, une étude de l'évolution de la vulnérabilité de cette population ainsi de ses perceptions des risques face à ces phénomènes est faite. La méthodologie choisie se fonde sur l'emploi de sources variées en rapport avec les approches actuelles utilisées dans le domaine des risques : documents divers (articles de presse, ouvrages spécialisés, archives) et entretiens avec des acteurs distincts (autorités communales, cantonales, ingénieurs, population concernée...).

Les résultats principaux de cette étude mettent en évidence que les phénomènes gravitaires sont connus et gérés depuis longtemps par les autorités de Fully, notamment en raison d'événements récurrents ou de forte intensité. Par contre, le danger d'inondation du Rhône a été sous-estimé, voire oublié du fait de l'absence d'événement majeur dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, ce qui a mené à l'ouverture de la zone à bâtir principalement en zone inondable. Enfin, les réponses à un questionnaire adressé à un échantillon de personnes de Fully apportent d'intéressantes informations sur les attitudes de minimisation des risques qu'elles adoptent de nos jours, leur permettant de continuer à habiter en zone de dangers. Loin d'être propres à la commune de Fully, les résultats de cette recherche mettent en avant le rôle primordial de l'Etat dans la gestion des risques, ainsi que la difficile cohabitation entre les enjeux sécuritaires et économiques qui s'opposent parfois. Ils mettent également en évidence quelques facteurs d'explication intéressants qui semblent propres à cette localité.

**Mots-clés:** gestion des risques - perception des risques - vulnérabilité - aménagement du territoire - dynamiques territoriales des risques

# Remerciements

La réalisation de ce travail de master représente un accomplissement personnel et une étape importante dans mon cursus de formation. Elle n'aurait cependant pas été possible sans l'aide et le précieux soutien de nombreuses personnes qui méritent d'être mentionnées ici.

Mes remerciements s'adressent avant tout au professeur **Reynald Delaloye**, pour m'avoir intéressé au fil de ses cours à la thématique des risques naturels. Ses conseils avisés m'ont particulièrement aidé à organiser mon travail tout en me laissant une appréciable marge de manœuvre. J'exprime également mes remerciements à la professeure **Valérie November** pour son apport considérable lors de notre rencontre.

Je remercie aussi toutes les personnes qui travaillent dans des bureaux d'ingénieurs ou à l'Etat du Valais et qui ont accepté de me rencontrer. Un merci tout particulier à monsieur **Mathias Carron**, directeur associé du bureau d'ingénieurs Silvaplus SA, monsieur **James Médico**, ingénieur dangers naturels responsable des avalanches pour le Bas-Valais jusqu'en juin 2019, monsieur **Guillaume Favre-Bulle**, géologue responsable des instabilités de terrain pour le Bas-Valais, madame **Aurélié Follonier** collaboratrice scientifique au CREALP, monsieur **Frédéric Dorsaz**, urbaniste du Bas-Valais, monsieur **Nicolas Mettan**, chef du Service du développement territorial, et monsieur **Tony Arborino**, chef de l'Office cantonal de la construction du Rhône.

Un grand merci également à monsieur **Edouard Fellay**, président de la commune de Fully, monsieur **Stéphane Bessero**, conseiller communal, monsieur **Didier Liard**, chef du Service technique, madame **Madeleine Perret**, préposée à l'Office de la population, monsieur **Gaylord Cheseaux**, observateur régional en dangers naturels, ainsi que toute l'administration communale de Fully pour la mise à disposition de documents d'archives et les différentes entrevues très enrichissantes accordées.

Un merci particulier à monsieur **Raymond Ançay** avec qui j'ai passé d'innombrables heures de discussions à reconstituer l'histoire de Fully.

Merci à messieurs **Bernard Troillet**, **Florian Boisset**, **Camille Carron**, **Philippe Bender**, **Edouard Mettaz**, **Roland Bruchez**, **Paul-Marie Dorsaz**, **Alexandre Roduit** et **Jean-Baptiste Bruchez** qui, par leurs connaissances spécifiques de certains aspects de la commune de Fully, m'ont permis de saisir les enjeux de la gestion des risques et son fonctionnement.

Par ces mots, j'exprime également toute ma gratitude aux **trente personnes** qui ont accepté de répondre à mon questionnaire ainsi qu'à tous celles et ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Soucieux de n'oublier personne, j'adresse enfin des remerciements à tous mes camarades de classe et amis pour leur aide appréciable, à **Julie Rausis** et à **Christophe Carron** pour la relecture de ce travail, ainsi qu'à ma famille pour ses encouragements et son soutien tout au long de mes nombreuses années d'étude, en particulier mes parents **Françoise** et **Stéphane**, ainsi que ma sœur **Marie** et mon frère **Pierre**.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Résumé</b>	<b>II</b>
<b>Remerciements</b>	<b>III</b>
<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1. <i>Introduction générale</i>	1
1.2. <i>Problématique générale</i>	2
1.3. <i>Structure du travail</i>	4
<b>2. ETAT DE LA LITTERATURE</b>	<b>5</b>
2.1. <i>Concepts de base</i>	5
2.1.1. L'aléa naturel	5
2.1.2. La vulnérabilité	5
2.1.3. Le risque naturel	7
2.1.4. La catastrophe naturelle	7
2.1.5. Le territoire	8
2.2. <i>L'évolution de la géographie des risques</i>	9
2.3. <i>Les territoires à risques</i>	11
2.3.1. L'utilisation de territoires à risques	11
2.3.2. Le processus de production du risque «submersion marine»	13
2.3.3. L'inondation de 2000 à Saillon (Valais)	15
<b>3. QUESTIONS DE RECHERCHE ET HYPOTHESES</b>	<b>18</b>
3.1. <i>Etat des lieux des dangers naturels à Fully</i>	18
3.2. <i>Questions de recherche</i>	21
3.3. <i>Hypothèses</i>	23
<b>4. CADRE THEORIQUE</b>	<b>24</b>
4.1. <i>Phénomènes naturels étudiés</i>	24
4.1.1. Les chutes de pierres et de blocs	24
4.1.2. Les avalanches	25
4.1.3. Les laves torrentielles	26
4.1.4. Les inondations	28
4.2. <i>Evolution de la gestion des risques naturels en Suisse</i>	29
4.2.1. D'une société de la fatalité à une société de la sécurité	29
4.2.2. Gestion intégrée des risques	31
4.2.3. Présentation du cadre législatif	48
<b>5. SITE D'ETUDE</b>	<b>51</b>
5.1. <i>Contexte géographique</i>	51
5.2. <i>Contexte géologique</i>	54
5.3. <i>Contexte hydrographique</i>	56
5.4. <i>Contexte météorologique</i>	58
5.5. <i>Cartographies du site d'étude</i>	60
<b>6. HISTORIQUE DES EVENEMENTS</b>	<b>69</b>
6.1. <i>Introduction</i>	69
6.2. <i>Méthodologie</i>	70
6.3. <i>Résultats</i>	70
6.3.1. Historique des événements de chutes de pierres et de blocs	70

6.3.2.	Historique des événements d'avalanches	75
6.3.3.	Historique des événements de laves torrentielles	80
6.3.4.	Historique des événements d'inondations	88
6.4.	<i>Synthèse de l'histoire des événements</i>	95
<b>7.</b>	<b>EVOLUTION DE LA VULNERABILITE DE LA POPULATION, DE SES BIENS ET DE SES ACTIVITES FACE AUX PHENOMENES ETUDIES</b>	<b>98</b>
7.1.	<i>Introduction</i>	98
7.2.	<i>Méthodologie</i>	98
7.3.	<i>Résultats</i>	100
7.3.1.	Evolution du contexte économique	100
7.3.2.	Evolution du contexte démographique	104
7.3.3.	Evolution du contexte politique	107
7.3.4.	Evolution du contexte socioculturel	109
7.3.5.	Evolution du contexte foncier	110
7.3.6.	Evolution de la gestion locale des risques	112
7.4.	<i>Evolution de la relation "risques-territoires"</i>	132
7.4.1.	Etat de la relation "risques-territoires" en 1984	132
7.4.2.	Evolution de la relation "risques-territoires" de 1984 à nos jours	136
7.4.3.	Synthèse de l'évolution de la relation "risques-territoires"	137
<b>8.</b>	<b>PERCEPTIONS DES RISQUES FACE AUX PHENOMENES ETUDIES</b>	<b>138</b>
8.1.	<i>Approche théorique</i>	138
8.1.1.	Processus cognitif et perceptions des risques	138
8.1.2.	Caractérisation du risque selon Burton & al., 1978	140
8.1.3.	"La dissonance cognitive : facteur explicatif de l'accoutumance au risque" selon Schöneich & Busset-Henchoz, 1998	141
8.2.	<i>Méthodologie</i>	144
8.3.	<i>Résultats</i>	145
8.3.1.	Connaissances des habitants sur les dangers naturels à Fully	146
8.3.2.	Présence du "seuil de prise de conscience" selon de Burton & al. (1978)	149
8.3.3.	Attitudes de "minimisation du risque" selon Schöneich & Busset-Henchoz (1998)	150
8.3.4.	Attitudes de "justification du comportement" selon Schöneich & Busset-Henchoz (1998)	154
8.3.5.	Attitudes de "minimisation de la dissonance" selon Schöneich & Busset-Henchoz (1998)	157
8.3.6.	Représentations des individus face aux risques	159
8.3.7.	Présence du seuil d'action selon de Burton & al. (1978)	163
8.3.8.	Présence du seuil d'intolérance selon de Burton & al. (1978)	164
8.4.	<i>Synthèse de l'analyse des perceptions des risques</i>	165
<b>9.</b>	<b>SYNTHESE DES RESULTATS</b>	<b>168</b>
<b>10.</b>	<b>INTERPRETATION ET DISCUSSION</b>	<b>173</b>
10.1.	<i>Interprétation des résultats</i>	173
10.2.	<i>Discussion des résultats</i>	175
10.2.1.	Evaluation des résultats	175
10.2.2.	Relativisation des résultats	179
<b>11.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>181</b>
<b>12.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>183</b>
<b>13.</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>193</b>

# 1. INTRODUCTION

## 1.1. Introduction générale

Les risques sont omniprésents dans le monde actuel. Ils résultent de la survenue potentielle d'un événement sur un territoire où sont présents des enjeux (humains, économiques, environnementaux...). En fonction de l'origine de l'événement, plusieurs types de risques sont définis, dont les principaux sont les risques naturels, technologiques, sociaux, urbains et environnementaux. Leur distinction n'est parfois pas évidente en raison des interactions complexes qui résident entre eux (OFEV, 2011). La catastrophe de Fukushima de 2011, accident nucléaire majeur survenu au Japon à la suite d'un tsunami, illustre en ce sens "l'extrême vulnérabilité de nos sociétés où les risques se transforment au point que la séparation entre risques naturels et technologiques n'est plus pertinente" (November & al., 2011: 2).

Longtemps fragmentées par discipline, type de risques et lieu, ce n'est que depuis les années 2000 que des recherches sont menées sur une analyse globale des risques regroupant les approches de différentes disciplines (géographie, sciences politiques, sociologie, histoire sociale...) (November & al., 2011 ; Granet-Abisset & Gal, 2015). Selon November & al. (2011), "cet intérêt des disciplines non géographiques pour le territoire révèle que la dimension spatiale est devenue incontournable pour comprendre les risques" (November & al., 2011: 3). En effet, il est désormais accepté que les risques contribuent à la transformation des territoires et qu'il est nécessaire de s'intéresser à leurs dynamiques spatiales. Cette approche émergente cherche à comprendre "les logiques territoriales à l'œuvre dans les zones dites «à risque» et veut offrir une compréhension plus globale des risques et de leurs conséquences sur les territoires qu'ils affectent" (November & al., 2011: 4<sup>e</sup> de couverture).

Devenus sujets d'actualité par excellence, les risques naturels font souvent parler d'eux dans les médias en raison des dégâts importants causés par certains événements ainsi que de la potentielle influence du changement climatique sur leur fréquence. En conséquence, les études sur les risques naturels se sont multipliées ces dernières décennies et mettent l'accent notamment sur les causes profondes à l'origine des catastrophes. L'un des objectifs de ces études est de comprendre les raisons qui ont mené à l'utilisation de zones à risques. Par exemple la tempête Xynthia, qui a frappé la côte atlantique française en février 2010, "a généré une submersion marine d'occurrence sans doute rare mais qui rencontre des

dynamiques territoriales très rapides. Un espace quasi désert peut se retrouver en trente ans fortement urbanisé" (Vinet & al., 2012: 11). Cet exemple d'émergence du risque souligne l'importance des mesures de prévention, particulièrement celles de réglementation de l'aménagement du territoire, qui doivent être pensées à long terme (Vinet & al., 2012).

La gestion des risques naturels revêt donc une importance toute particulière, notamment dans les régions de montagne, en raison des phénomènes variés pouvant s'y produire et de la présence marquée d'enjeux tant économiques qu'humains (Peltier, 2005). La population de la Suisse, pays alpin où les avalanches, crues et mouvements de terrain sont fréquents, a depuis toujours appris à vivre avec ces dangers naturels et a développé une tradition séculaire de leur gestion (WSL, 2019). Au fil des avancées technologiques, différents types d'ouvrages de protection ont été construits pour se protéger et permettre l'utilisation de certains territoires. Puis, dès les années 1970, des cartes de dangers ont été progressivement réalisées et utilisées comme outil d'aménagement du territoire permettant d'éviter toute nouvelle construction dans des zones considérées comme dangereuses (zones rouges). Cependant, la mise en place de ces mesures ne s'est pas faite d'un seul coup mais petit à petit, selon l'évolution des connaissances et des bases légales.

Ces dernières décennies, le développement économique et la croissance démographique ont accru les enjeux dans les zones de danger, accentuant ainsi les conséquences matérielles et humaines en cas d'occurrence de phénomènes naturels (Vinet & al., 2012). Différents événements ont alors montré que les mesures de prévention et de protection en place n'étaient pas suffisantes et qu'une gestion plus coordonnée des risques était nécessaire afin de limiter les risques naturels à un niveau acceptable. Cette prise de conscience a eu pour conséquence la mise en place, dans le courant des années 1990, d'une gestion intégrée des risques qui combine "des mesures constructives, biologiques, territoriales et organisationnelles, ainsi qu'une couverture d'assurance" (OFEV, 2011: 4). Il est désormais admis que cette gestion doit se faire selon une approche globale où des mesures de prévention des événements, de maîtrise et de rétablissement forment un cycle d'action complémentaire (OFEV, 2011).

## **1.2. Problématique générale**

En raison de sa situation géographique et de la forte utilisation de son territoire, le canton du Valais est largement concerné par les risques naturels. La commune de Fully est exemplaire en ce sens puisque ses habitants, les Fulliérains, sont menacés d'une part par les avalanches, laves torrentielles et chutes de pierres pouvant se déclencher sur le coteau, et d'autre part en raison

des inondations pouvant se produire en plaine. Dans le passé, connaissant les endroits où ces phénomènes pouvaient survenir, les habitants de Fully ont choisi les zones les plus sûres pour localiser leurs villages. Par exemple, les habitations des hameaux de moyenne montagne ont été regroupées de préférence sur des crêtes afin d'éviter les avalanches. Quant aux habitations des villages de plaine, elles ont été plutôt implantées en hauteur, sur des cônes de déjection, de manière à ne pas être atteintes par les inondations. Les premiers plans d'affectation de zones (PAZ) de 1971 et de 1984 mettent en zone à bâtir des terrains situés principalement dans la plaine cultivée, nouvellement assainie par la 2<sup>e</sup> correction du Rhône. Au fil des ans, le nombre d'habitations et d'infrastructures s'est accru considérablement, la population passant de 3'708 habitants en 1970 à près de 9'000 en 2019 (Commune de Fully, 2019). La plupart des habitations sont situées de nos jours en zone de danger d'inondation du Rhône, tout comme de nombreuses infrastructures (écoles, axes de communication...) et surfaces agricoles. Quelques bâtiments sont également présents en zone de danger d'inondation des canaux de drainage et de laves torrentielles. En revanche, presque aucune habitation n'est présente en zone de danger d'avalanches ou de chutes de pierres (SFCEP, 2019).

Ainsi, la commune de Fully comporte des territoires à risques puisque des habitations, des infrastructures et des cultures sont situées dans des zones où des phénomènes naturels peuvent survenir. Afin d'expliquer les raisons qui ont conduit à l'utilisation actuelle de ces territoires, la question de recherche suivante peut être formulée et guidera la rédaction de ce travail :

- ***Comment et pourquoi est-on arrivé à la situation actuelle, où un nombre important de personnes, biens et activités est situé en zone de danger élevé et moyen d'inondations dans la commune de Fully alors qu'un faible nombre occupe des zones de danger élevé et moyen de chutes de pierres, d'avalanches et de laves torrentielles?***

Ou formulée autrement et de manière plus concise :

- ***Quelles sont les raisons qui ont conduit à l'utilisation actuelle du territoire de la commune de Fully ?***

Pour y répondre, il est nécessaire de comprendre les causes qui ont mené à cette situation. Celles-ci peuvent être multiples. Au fil du temps, l'occurrence des phénomènes naturels peut avoir évolué, tout comme la vulnérabilité de la population, de ses biens et de ses activités ainsi que les perceptions des risques face à ces phénomènes. Cela revient à comprendre comment les dynamiques entre risques et territoires ont évolué dans la commune de Fully au cours du

temps. Ainsi, ce travail s'inscrit dans les recherches actuelles faites dans le domaine des risques.

### **1.3. Structure du travail**

Pour apporter des éléments de réponse à ces questions, la structure suivante a été choisie. Premièrement, un état de la littérature sera fait dans le chapitre 2 afin d'évaluer comment la question de l'utilisation des territoires à risques a déjà été traitée par la communauté scientifique. Dans le chapitre 3, la problématique et les questions de recherche de ce travail seront précisées et les hypothèses seront exposées sur la base des informations obtenues dans la revue de la littérature. Vient ensuite le cadre théorique, qui présentera les phénomènes naturels étudiés, ainsi que l'évolution de la gestion des risques naturels en Suisse vis-à-vis des aléas définis plus avant (chapitre 4). Puis, une description du site d'étude sera faite dans le chapitre 5 dans le but de contextualiser la région d'un point de vue géographique, géologique, hydrographique et météorologique. Les résultats seront ensuite présentés dans les trois chapitres suivants. Le 6 visera à présenter l'évolution de l'occurrence des aléas considérés alors que le 7 traitera de l'évolution de la vulnérabilité des enjeux face à ces aléas. Puis, une étude des perceptions des risques face à ces aléas sera faite dans le chapitre 8 par l'analyse d'un questionnaire, qui permettra de mettre en évidence les raisons ayant mené une partie de la population à habiter des territoires considérés aujourd'hui comme risqués. Pour ces trois chapitres, une introduction et une partie méthodologique seront élaborées afin de justifier le choix de la méthode utilisée pour l'acquisition des données, suivi des résultats obtenus qui seront alors décrits. Le chapitre 9 synthétisera ces résultats sous forme de schémas qui proposent une explication de l'utilisation actuelle des territoires à risques dans la commune de Fully. Enfin, le chapitre 10 proposera une interprétation et une discussion des résultats obtenus. Une conclusion synthétisera finalement l'ensemble du travail et exposera les questions en suspens (chapitre 11).

## 2. ETAT DE LA LITTERATURE

L'objet de ce chapitre est d'examiner la manière dont la question de l'utilisation des territoires à risques a été traitée par les scientifiques et les milieux concernés. Utilisés parfois de manière erronée et comportant différentes définitions selon les auteurs, les divers composants du risque et les concepts rattachés nécessitent tout d'abord d'être précisés. L'évolution de la géographie des risques est ensuite exposée, afin de rendre compte du contexte de l'émergence du risque en géographie, ainsi que de l'évolution de son analyse jusqu'à nos jours. Une troisième partie traitera enfin de la notion de "territoires à risques" et plus précisément de leur utilisation.

### 2.1. Concepts de base

#### 2.1.1. *L'aléa naturel*

Le terme *aléa* est central dans l'étude des risques. Une distinction doit être faite entre les aléas naturels, prenant naissance d'un phénomène naturel, et les aléas technologiques, dont l'origine réside dans les interactions entre la technologie, la société et l'environnement (Thomi, 2010). Dans le cadre de ce travail, seuls les aléas naturels seront étudiés.

A ce propos, plusieurs définitions de la notion d'aléa naturel existent. Pour certains auteurs, un aléa est un phénomène naturel qui se produit indépendamment de l'homme. Pour la plupart, il désigne la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel et peut être caractérisé en fonction de son intensité et sa fréquence (Peltier, 2005). D'autres encore sont plus précis et ajoutent à la dimension temporelle de l'aléa des composantes énergétique et spatiale. En effet, pour Thouret & D'Ercole (1996), l'aléa se caractérise par "un champ d'action (espace), une magnitude (volume), une intensité ou un débit, une violence (impact) et une récurrence (fréquence)" (Thouret & D'Ercole, 1996: 407).

#### 2.1.2. *La vulnérabilité*

La vulnérabilité est la deuxième composante du risque et fait l'objet, elle aussi, de plusieurs définitions selon les auteurs. Cependant, deux approches principales se distinguent. La première considère la vulnérabilité comme la mesure objective des dommages ou pertes potentiels (humains ou socio-économiques) subis par une société en cas d'occurrence d'un aléa donné (Thomi, 2010). Estimant cette vision quantifiable de la vulnérabilité trop restrictive, des scientifiques ont développé une autre approche et ont élargi sa définition. Ils proposent de considérer la vulnérabilité comme la capacité de résilience d'une société. Cette dernière

correspond à l'aptitude d'une société à répondre à des crises potentielles selon ses compétences techniques, son degré d'organisation et sa capacité à gérer la crise (Peltier, 2005). Cette définition plus qualitative est exprimée notamment par Thouret & d'Ercole (1996): "La vulnérabilité *lato sensu* s'inscrit dans un système qui englobe les préjudices corporels et moraux aux personnes et l'endommagement potentiel des éléments exposés (biens de production, activités socio-économiques et patrimoine)" (Thouret & D'Ercole, 1996: 407-408). Ce système obéit à une série de facteurs (structurels, géographiques et conjoncturels) dont l'évolution rend une population, ses biens et ses activités plus ou moins vulnérables. Les différents facteurs structurels sont multiples : socio-démographiques (désignant la structure de la population), économiques (relatifs aux activités économiques), socio-culturels (liés au type d'éducation, de perception et de représentation des risques), techniques (relatifs au bâti et aux matériaux exposés), fonctionnels (désignant la qualité de la prévention et de l'organisation des secours en cas de catastrophe) et institutionnels (fondant la planification et la réglementation en matière de risque) (Thouret & D'Ercole, 1996). De plus, "d'autres facteurs, géographiques et conjoncturels, rendent compte d'une vulnérabilité contingente, c'est-à-dire temporaire et imprévisible, dans un lieu donné et au moment de l'impact d'un sinistre" (Thouret & D'Ercole, 1996: 408).

Ainsi, la vulnérabilité ne se résume pas seulement à une valeur objective mais comporte une part de subjectivité liée à la perception du danger qu'une société a. Une société est vulnérable parce qu'elle peut potentiellement être touchée par un phénomène naturel, mais aussi parce qu'elle considère les conséquences de cet événement comme dommageables pour elle (Peltier, 2005). Ainsi, "c'est également à travers le filtre des représentations que la société envisage de se protéger contre les risques, en jouant sur l'aléa ou sur la vulnérabilité : la mise en œuvre de la protection nécessite la reconnaissance par la société de sa propre vulnérabilité" (Peltier, 2005: 34).

De plus, il est important de spécifier que la vulnérabilité évolue à toutes les échelles de temps (temps court et long). Par exemple, la localisation de la population se modifie constamment dans un territoire au cours d'une journée, tout comme un lieu peut s'urbaniser ou se dépeupler au fil des années. La vulnérabilité "est donc doublement fonction de la société concernée : elle dépend à la fois des représentations de cette société, mais aussi, plus concrètement de ses dynamiques spatiales" (Peltier, 2005: 34).

### **2.1.3. Le risque naturel**

La plupart des géographes s'accordent pour définir le risque naturel comme une interaction entre aléa naturel et vulnérabilité, ou, plus largement, entre nature et société (Peltier, 2005). Le risque est ainsi vu comme dépendant de la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel et de la vulnérabilité d'une société qui évalue les dommages potentiels qui seraient subis. November & Reynard (2006) illustre cela par la définition suivante : "Un risque peut être défini comme un événement potentiel, qui ne s'est pas encore produit, mais dont on pressent qu'il se transformera en événement néfaste (une crise) pour les individus ou pour une collectivité dans un ou des espaces donnés" (November & Reynard, 2006: 9).

Selon les auteurs, plusieurs définitions sont données à la notion de risque naturel. Cependant, trois axes reviennent de façon récurrente. Il s'agit de la dimension spatiale, de la dimension temporelle et de la part des représentations du risque naturel. Les dimensions spatiale et temporelle du risque existent, puisqu'un risque est le résultat de "la conjonction, sur un territoire donné, à un moment donné, d'un aléa et d'une vulnérabilité" (Antoine, 2005: 79). La notion de risque dépend également de la société, d'un groupe social ou d'un individu et de leurs représentations. En effet, "cette part de subjectivité conditionne la reconnaissance du risque par la société, autrement dit l'attention portée à un aléa et la conscience de la vulnérabilité" (Peltier, 2005: 38).

Ainsi, les risques naturels sont dynamiques puisque les aléas, la vulnérabilité et les perceptions des risques changent en fonction des lieux et du temps. A noter que les termes *aléa* et *risque* sont parfois confondus avec celui de *danger*. La plate-forme nationale des dangers naturels (PLANAT) définit ceux-ci comme étant tous les processus et actions susceptibles d'engendrer des dégâts pour l'homme et ses biens (PLANAT, 2019). Ainsi, "le terme *danger* utilisé en Suisse romande représente en quelque sorte une notion intermédiaire entre l'aléa et le risque, l'aléa se rapportant au phénomène naturel indépendamment de l'homme, le danger au phénomène naturel susceptible de menacer l'homme" (Peltier, 2005: 31).

### **2.1.4. La catastrophe naturelle**

La catastrophe naturelle est une notion importante dans l'étude des risques, puisqu'elle est la réalisation du risque, qui lui n'est que potentiel. La définition de la catastrophe comporte deux parties distinctes mais complémentaires. Lorsqu'un phénomène naturel se produit et qu'il provoque des dégâts exceptionnels par le nombre de victimes, le montant des dommages et/ou le temps nécessaire à la remise en état, et que cet événement est perçu comme tel par les personnes touchées ou par la société, on peut parler de catastrophe (Peltier, 2005). Selon

Vinet & al. (2012), "la catastrophe vient de la rencontre entre des événements naturels de basse fréquence et forte intensité avec des enjeux vulnérables" (Vinet & al., 2012: 24-25). Une catastrophe est donc indissociable de l'homme.

Comme l'aléa et le risque, la catastrophe a une dimension spatio-temporelle, puisqu'elle concerne un domaine défini et que ses effets se font sentir selon une certaine durée de temps (Peltier, 2005). Enfin, la catastrophe amène souvent une prise de conscience au sein d'une communauté et déclenche fréquemment des mesures concrètes de prévention (Herold-Revaz & al., 1998 ; Vinet & al., 2012). Cet aspect sera davantage développé dans le *chapitre 6.1*.

### **2.1.5. Le territoire**

Enfin, la notion de territoire est polysémique et renvoie à des significations différentes en fonction des disciplines. Selon l'historien François Walter, le territoire est "un décor où agissent les sociétés, un niveau d'organisation de l'espace traduisant les configurations sociales, une ressource enfin avec les enjeux inhérents aux usages qui en sont faits" (Granet-Abisset & Gal, 2015: 10). Cette définition large montre que le territoire est avant tout une construction sociale. En effet, "espace approprié, traversé, espace organisé et pensé, sinon rêvé, le territoire est un espace à contrôler, à normer et, dans nos sociétés contemporaines, un espace désormais perçu comme fragile, sensible, à protéger, voire à sanctuariser" (Granet-Abisset & Gal, 2015: 10).

Dans d'autres disciplines comme la géographie, la notion de territoire est plutôt vue comme un espace où agissent des forces naturelles et des actions humaines. Le géographe Claude Raffestin en donne la définition suivante :

*"Un territoire [...] renvoie à un travail humain qui s'est exercé sur une portion d'espace qui, elle, ne renvoie pas à un travail humain, mais à une combinaison complexe de forces et d'actions mécaniques, physiques, chimiques, organiques, etc. Le territoire est une réordination de l'espace dont l'ordre est à chercher dans les systèmes informationnels dont dispose l'homme en tant qu'il appartient à une culture. Le territoire peut être considéré comme de l'espace informé par la sémiotique."*

*(Raffestin, 1986: 177)*

Selon lui, le territoire correspond à une transformation de l'espace par une population influencée par les informations à disposition dans sa culture. Le territoire peut donc être vu comme un espace auquel une population a donné un sens.

## 2.2. L'évolution de la géographie des risques

La géographie des risques rapproche à la fois les points de vue de la géographie physique de ceux de la géographie humaine. En effet, compte tenu de sa définition, le risque dépend des rapports complexes entre la nature et la société d'où il émerge.

*"Si nous considérons uniquement la partie physique de la géographie pour aborder la problématique des risques ou des catastrophes, nous nous limitons à l'espace naturel, à sa description ou à son évolution. Nous abandonnons les autres espaces, comme l'espace vécu, l'espace perçu, l'espace social, l'espace individuel, etc... Or, pour appréhender entièrement les risques naturels [d'un endroit donné], il faut tenir compte de tous ces espaces."*

*(Tesar, 1999: 8)*

Cependant, l'importance de la géographie humaine dans l'analyse des risques n'a pas toujours été une évidence. En effet, suivant les écoles, le risque naturel a été abordé à des périodes différentes et selon des approches distinctes. Par exemple, la notion de risque est apparue relativement tard dans les analyses géographiques en France par rapport à celles aux États-Unis. Cette différence peut s'expliquer par la définition et la construction opposées du risque naturel dans les écoles géographiques américaine et française (Veyret & Reghezza, 2005).

En France, la géographie est restée très largement naturaliste jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, sans réelle dimension sociale. "Les géographes français, par le diagnostic physique qu'ils font de l'aléa, restent proches des ingénieurs dont l'importance en France remonte à la période de la Royauté [...]. Les solutions proposées sont alors essentiellement techniques, ce qui apparaît encore aujourd'hui dans la réalisation des plans de prévention des risques fondés sur le zonage et la cartographie" (Veyret & Reghezza, 2005: 9). Ce n'est que dans les années 1970 que l'on passe d'une géographie physique indépendante des sociétés à une géographie environnementale qui place la société au centre même de ses problématiques. Ce changement a principalement lieu en raison des inquiétudes grandissantes pour la planète mises en évidence par la pression des médias et l'influence des mouvements écologistes émergents. Cette situation mène aux travaux du club de Rome comme le "rapport Meadows" publié en 1972. Dans les années 1990, le risque devient un objet d'étude important mais la place de l'aléa demeure encore parfois première dans l'analyse du risque (Veyret & Reghezza, 2005). Avec entre autres les travaux de Thouret & D'Ercole (1996), la part de l'analyse de la vulnérabilité prend de l'importance et permet de passer pour la première fois à des approches centrées sur la vulnérabilité dans les années 2000 (November & al., 2011).

*"La nature des relations entre le danger (ou l'aléa) et les éléments humains (ou la vulnérabilité) a longtemps été élucidée au bénéfice d'approches aléa-centrées. Désormais, nombreux sont les travaux qui s'attachent à souligner l'importance de la vulnérabilité dans les situations de risques ainsi que le poids des «conditionnements» des risques, des «causes profondes», ou selon une approche critique, d'un contexte social dans lequel les risques font sens."*

*(Rebotier in November & al., 2011: 81-82)*

De plus, à la même période, l'intérêt pour l'étude des risques grandit et les scientifiques s'accordent à donner également plus d'importance aux perceptions et représentations des risques. En effet, "le risque évolue non pas seulement du fait des aspects physiques du peuplement urbain (conditions objectives d'aléa et de vulnérabilité), mais dans une large part aussi, en raison des représentations et de la signification sociale que la notion recouvre" (Rebotier *in* November & al., 2011: 83). Par exemple, les chercheurs Schöneich & Busset-Henchoz (1998) appliquent la théorie de la dissonance cognitive de Festinger (1962) aux domaines des risques. Cette approche permet d'expliquer que des personnes sachant que les zones dans lesquelles elles vivent sont exposées à un ou plusieurs dangers naturels continuent d'y habiter. Cette approche sera détaillée dans le *chapitre 8.1*.

Aux États-Unis, la définition et la construction du risque naturel sont très différentes de celles de la France. Les géographes américains ont dès le début de leurs recherches privilégié le volet social du risque. Selon eux, "la cause des catastrophes naturelles n'est pas à chercher dans le processus physique qui n'est qu'un facteur externe mais dans la société" (Veyret & Reghezza, 2005: 8). Dans les années 1950, les géographes de l'École de Chicago Burton, Kates & White (1978) travaillent sur les adaptations des populations afin de faire face aux risques. Puis, dans les années 1960, les géographes américains développent un volet sur les représentations qui guident les choix d'utilisation des territoires. Dans la décennie qui suit, les sociologues et les géographes de l'École de Chicago introduisent conjointement la vulnérabilité en tant que concept fondamental de l'étude des risques (Veyret & Reghezza, 2005). Ainsi, les géographes américains inscrivent leurs travaux dans une logique de complémentarité. "L'étude du volet social doit permettre d'éviter d'engager des travaux longs et coûteux si elle montre que la solution technique est inadaptée à la société concernée. Cette approche est donc un préalable pour fonder une gestion coût-bénéfice efficace" (Veyret & Reghezza, 2005: 9).

La prise en compte de la vulnérabilité et des perceptions des risques est donc apparue beaucoup plus tôt aux États-Unis qu'en France. Influencée par la France, les ingénieurs suisses ont eu également des approches plutôt aléa-centrées comme le prouve l'arrivée progressive des cartes de dangers dès les années 1970. Ce n'est qu'à la fin du XX<sup>e</sup> siècle avec la mise en

place d'une gestion intégrée des risques que le volet social a pris de l'importance dans l'analyse des risques en Suisse. L'évolution spécifique de la gestion des risques en Suisse sera quant à elle développée dans le *chapitre 4.2*.

## **2.3. Les territoires à risques**

Conscients de l'importance de la vulnérabilité dans l'analyse des risques, certains scientifiques étudient l'évolution des dynamiques territoriales des risques depuis les années 2000. Ils mettent l'accent sur la compréhension des causes profondes menant à l'utilisation des zones considérées comme étant à risques et analysent les risques non pas dans leur généralité mais à partir du contexte dans lequel ils émergent (November & al., 2011).

Ce chapitre présente d'abord un aperçu des raisons qui peuvent pousser des populations à utiliser des territoires à risques. Puis, le travail de Vinet & al. (2012) sur le processus de production du risque «submersion marine» est présenté afin de donner un exemple d'étude des causes profondes des catastrophes. Enfin, une synthèse des travaux menés sur l'inondation du Rhône en 2000 à Saillon (Valais) permettra de rendre compte des conclusions tirées de cet événement.

### **2.3.1. L'utilisation de territoires à risques**

Plusieurs catastrophes naturelles comme les inondations de 2002 en Europe centrale ainsi que celles de 2010 dans le Var en France, rappellent notre vulnérabilité vis-à-vis des forces naturelles. Loin d'être le résultat de la fatalité, les dégâts de ces événements s'expliquent en partie par l'urbanisation récente et excessive de zones inondables. Vu l'ampleur des dommages constatés après ce type d'événement, la question suivante se pose logiquement : *Pour quelles raisons a-t-on construit dans ces zones?* Cela s'explique souvent par les avantages que les populations concernées trouvent dans ces zones. En effet, "on vivait et l'on vit encore nombreux dans des zones à risques parce que celles-ci avaient certains avantages, en particulier économiques (qualité des sols volcaniques, proximité de l'eau, ressources proches...)" (Veyret, 2014: 1). En revanche, habiter un lieu sûr et protégé est une condition essentielle à l'existence de l'être humain (November & al., 2011). Le risque est donc négocié par les populations de façon à maximiser leur sécurité et les avantages qu'apporte l'utilisation de ces zones, tout en limitant les coûts.

De plus, comprendre les raisons de l'utilisation de zones à risques passe par l'étude de l'évolution des divers composants des risques. En effet, les différents phénomènes naturels peuvent changer de localisation, de fréquence ou d'intensité au cours du temps. La

vulnérabilité d'une société peut, elle aussi, se modifier avec l'évolution de l'état des connaissances, des différents contextes et du type de mesures de protection en place (passives, actives et organisationnelles). Enfin, les représentations que cette société a des risques peuvent évoluer en fonction de nombreux facteurs et mener à une acceptation, une sous-estimation, un oubli ou un refus des risques (Thouret & D'Ercole, 1996 ; November & al., 2011 ; Vinet & al, 2012). Ces différents aspects seront détaillés dans les *chapitres 6.1, 7.1 et 8.1*.

En outre, la relation entre la société et le risque a profondément changé au fil du temps. Désormais, avec les services professionnels de l'Etat qui gèrent les situations, les populations ne se sentent plus concernées par la gestion des risques naturels et ne tolèrent plus être en danger (Veyret, 2014).

*"Dans le passé, la manière de vivre, d'habiter intégrait le danger. On vivait alors avec le danger accepté pour des raisons religieuses notamment [...]. Aujourd'hui [...], le danger est considéré comme inacceptable mais dans le même temps, la population menacée ne veut pas, dans bien des cas, quitter son habitation, son lieu de vie qui sous-tend des liens sociaux, des réseaux de relations, une cohabitation. Elle considère que l'Etat doit être le garant et l'acteur de la sécurité et doit contribuer à supprimer le risque. Ce qui est évidemment impossible, le risque zéro n'existant pas. La question de l'habiter en zone à risque pose donc celle des choix de vie individuels, de l'action publique (rôle de l'Etat) et des modes de gestion des espaces dangereux."*

(Veyret, 2014: 1)

Qui plus est, depuis 2005, il est admis au sein de la communauté scientifique que les risques contribuent à transformer les territoires et qu'il est donc nécessaire de prêter attention à leurs dynamiques spatiales. Les chercheurs essaient dès lors de répondre à plusieurs questions en lien avec l'impact territorial des risques, dont voici quelques exemples : *Pourquoi, après un événement majeur, la population décide-t-elle de rester, de fuir, de continuer d'habiter ou est contrainte à rester dans ces zones risquées? Quelle place accorde-t-on à l'expérience du risque et à sa potentielle résurgence?* (November & al., 2011). Pour répondre à ces questions, November & al. (2011) proposent d'explorer la relation entre risques et territoires en définissant le risque comme un élément intégré et non extérieur au territoire. Le premier aspect que leur ouvrage énonce est l'étude de l'émergence des risques. Celui-ci résulte "souvent d'une perte de contrôle ou d'une relâche d'attention à l'égard de ce qui contribue à modifier l'espace" (November & al., 2011: 9). L'évolution des équilibres en présence peut mener à la création de nouveaux risques non identifiés. Le deuxième aspect s'intéresse à la saisie du risque et ses effets sur les territoires touchés. Une fois qu'un risque a émergé et est identifié, la société s'efforcera de le supprimer. Or, le risque est parfois récalcitrant et résiste

aux programmes destinés à l'éliminer. De plus, "l'inertie des établissements humains rend laborieux l'effacement complet du risque. A défaut se forge une culture du risque et des connaissances permettant les ajustements nécessaires à la cohabitation" (November & al., 2011: 10). Le risque, son calcul et sa place dans le développement territorial doivent donc régulièrement être rediscutés et renégociés. Enfin, le troisième aspect se focalise sur le processus de mise en mémoire de la catastrophe. Quand un risque se matérialise, une catastrophe se produit. Sa mise en mémoire est importante puisqu'elle "relève de la commémoration d'une communauté face à la perte, de la volonté de renforcer son ancrage sur le lieu, ou de l'assimilation de ses enseignements dans les pratiques de l'habiter" (November & al., 2011: 11).

Finalement, l'utilisation de territoires à risques ne concerne pas uniquement l'habitat mais des domaines plus vastes. Elle comprend également le choix de la localisation des cultures, des infrastructures publiques et des axes de communication, ainsi que les pratiques en zones à risques d'une population.

### **2.3.2. Le processus de production du risque «submersion marine»**

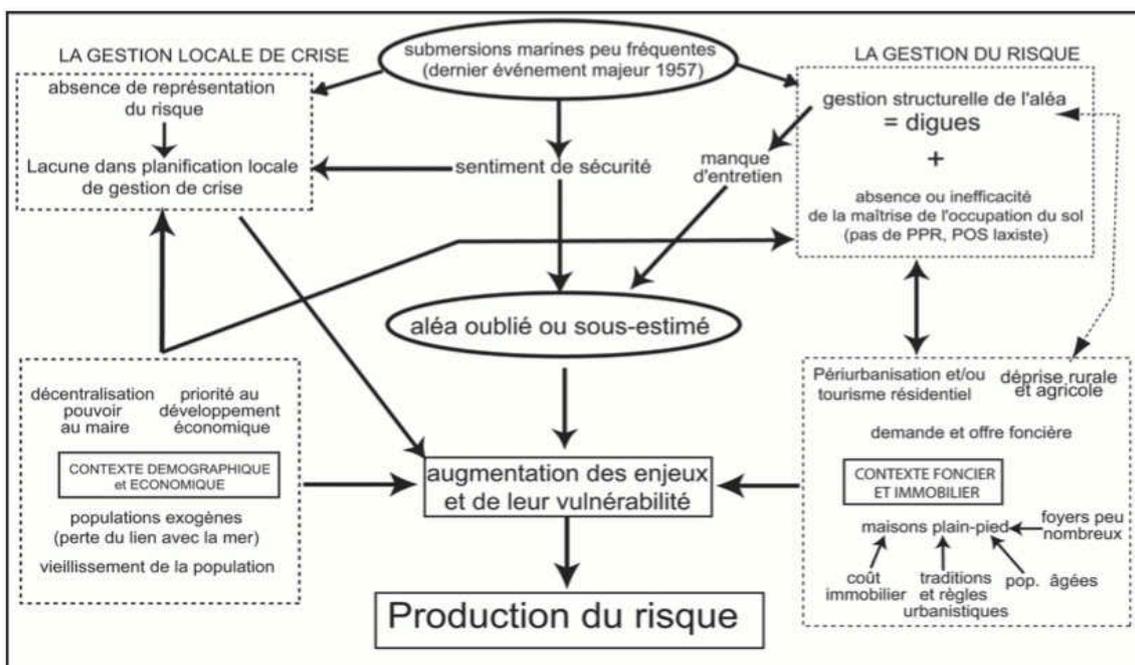
Durant la nuit du 27 au 28 février 2010, "une conjonction de facteurs (surcote, vents violents, coefficient de marée élevé) aboutit à la submersion du littoral atlantique [, long de 2'400 km, et plus particulièrement des] côtes vendéennes et charentaises" (Vinet & al., 2012: 12). En France, les conséquences de cette tempête nommée "Xynthia" parlent d'elles-mêmes : 47 victimes dont 35 en Vendée (29 sur la seule commune de La Faute-sur-Mer), plus de 50'000 hectares inondés et une estimation de 2,5 milliards d'euros de dégâts (Magdelaine, 2018).

"Les lourdes conséquences des catastrophes naturelles [comme "Xynthia" par exemple] restent (trop) souvent expliquées, à travers les médias notamment, par les phénomènes de changements climatiques, par la défaillance des systèmes de défense ou par le caractère exceptionnel des conditions naturelles" (Vinet & al., 2012: 11). Loin de valider ces explications, Vinet & al. (2012) prônent une identification plus approfondie des causes de ces catastrophes. Ils proposent le concept de "production de risque" qui décrit le processus par lequel un risque est généré et l'utilisent pour expliquer l'augmentation des enjeux et de leur vulnérabilité vis-à-vis du risque de submersion marine. S'intéressant aux communes de Charente-Maritime et de Vendée qui ont subi des pertes humaines - soit du nord au sud : La Faute-sur-Mer (29 décès), Charron (3), Esnandes (1), La Flotte-en-Ré (2), Aytré (3), Châtelailon-Plage (2) et Saint-Georges-d'Oléron (1) -, ils rejettent une partie de la faute à la rapide urbanisation du littoral plutôt qu'à la seule occurrence seule d'un phénomène exceptionnel. En effet, "même s'ils ne

sont pas à l'origine du phénomène, [la densification de l'urbanisation et plus généralement l'aménagement du territoire] ont accru les enjeux toujours plus vulnérables dans les zones à risques, accentuant ainsi les conséquences matérielles et humaines des phénomènes naturels" (Vinet & al., 2012: 11).

Les résultats de leur recherche montrent que "la submersion marine du 28 février 2010 a touché un territoire fragilisé et en mutation tant par des facteurs naturels (érosion, accumulation, déplacement de la flèche littorale [d'Arcay]) qu'anthropiques (croissance démographique, extension de l'urbanisation, etc.)" (Vinet & al., 2012: 25). De plus, l'absence de tempêtes de forte intensité entre 1957 et 2010 a généré une faible représentation locale du risque ainsi qu'un sentiment de sécurité également induit par la présence de digues de protection. Cette situation a provoqué une sous-estimation, voire un oubli de l'aléa se traduisant par un manque d'entretien des digues et des lacunes dans la planification locale de gestion de crise (Vinet & al., 2012).

Toujours selon Vinet & al. (2012), les contextes foncier, immobilier, démographique et économique permettent également d'expliquer l'augmentation d'enjeux vulnérables menant à une situation de production de risque. Celle-ci s'est traduite en l'occurrence par une forte et rapide urbanisation du littoral (forte croissance démographique) avec des habitations inadaptées au risque d'inondation (construction de nombreuses habitations plain-pied). Ces résultats sont synthétisés dans le schéma suivant (fig. 1).



**Figure 1 :** Le processus de production du risque « submersion marine » dans les pertuis charentais (1950-2010) (source: Vinet & al., 2012: 25)

Ainsi, les résultats obtenus montrent que, loin d'être évidentes, les causes de la tempête "Xynthia" sont complexes et laissent une grande part de responsabilité aux facteurs humains. Ce type d'étude reste encore marginale mais tend à s'imposer dans le domaine des risques.

### 2.3.3. L'inondation de 2000 à Saillon (Valais)

"Des crues intenses récurrentes au cours des [...] dernières décennies (1987, 1993, 1999, 2000, 2005) touchant de larges régions de Suisse ont montré que malgré plus d'un siècle et demi de politique de correction des cours d'eau, le pays n'est pas à l'abri des inondations" (Reynard & al., 2006: 1). Ces différents cas d'inondation ont été étudiés par des chercheurs afin de comprendre la vulnérabilité des infrastructures urbaines, la gestion de crise ainsi que les processus d'apprentissage liés aux catastrophes naturelles. Ces travaux portent notamment sur l'inondation de 2000 à Saillon dans le canton du Valais (November & al., 2007 ; Reynard & al., 2006).

La commune de Saillon, située à l'est de Fully, a été fortement touchée par l'inondation du Rhône d'octobre 2000. En raison de plusieurs jours de précipitations intenses, provenant du sud des Alpes et amenées par un vent chaud de la Méditerranée chargé en humidité, le Rhône a connu un débit record (980 m<sup>3</sup>/s à Branson) qui a provoqué la rupture d'une digue à Chamoson. Cet événement a causé une surcharge du système de canaux de drainage et une rupture de la digue du canal Sion-Riddes qui a inondé 144 hectares à Saillon (fig. 2). En tout, plus de 420 hectares ont été recouverts d'eau entre Sion et Martigny. La plus grande partie de la surface touchée a concerné la zone agricole, excepté dans les quartiers récents du village de

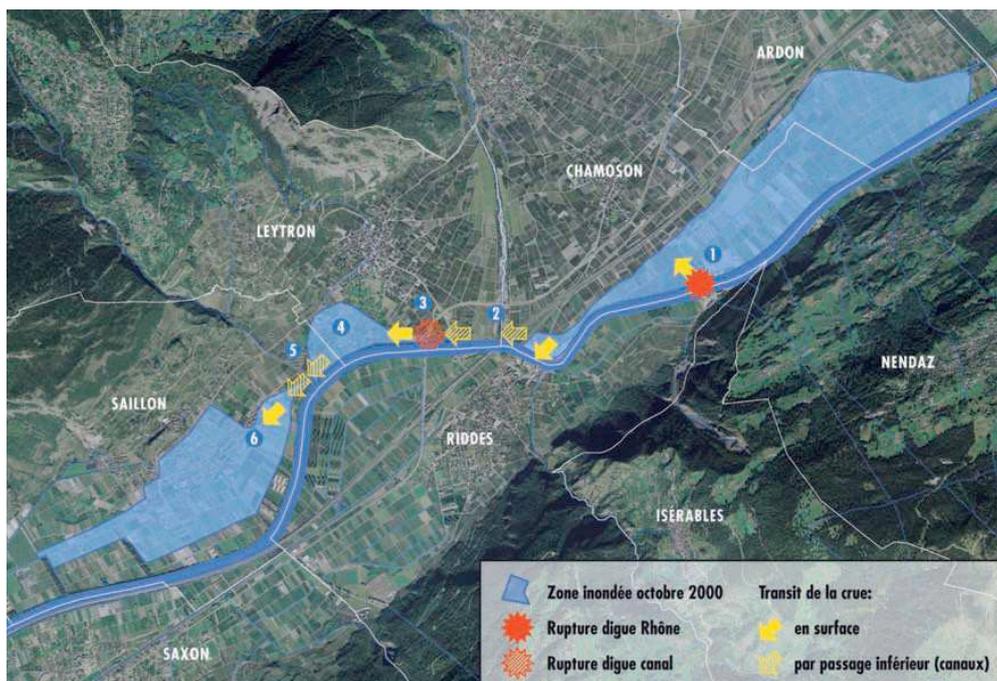


Figure 2: Processus de l'inondation de Saillon en 2000 (source: Roduit & Arborino, 2010: 7)

Saillon construits en plaine, où de nombreuses villas et immeubles ont été inondés, souvent dans leur partie habitable. Les dégâts ont été considérables : 149 habitations, 2 restaurants et 17 autres constructions ont été inondés avec 2/3 des logements concernés sous plus d'un mètre d'eau. Pour la commune de Saillon uniquement, les dégâts se sont élevés à environ 1,1 million de francs sur le domaine public et à 25 millions de francs sur le domaine privé (Reynard & al., 2006 ; Roduit & Arborino, 2010).

Comprendre pourquoi une telle catastrophe a pu avoir lieu exige une analyse des causes profondes expliquant cette situation. Selon November & al. (2007), les raisons principales identifiées sont la diversité des acteurs concernés, la multiplicité des niveaux décisionnels (individuel, communal, régional, national, voire international), un état de préparation qui tend à s'atténuer avec le temps et une occupation du territoire qui se modifie. En effet, avant octobre 2000, la dernière crue du Rhône ayant provoqué une inondation date de 1948. Une digue s'était alors rompue à Fully, causant une vaste inondation entre Charrat et Martigny. "Après l'achèvement de la 2<sup>e</sup> correction [du Rhône] dans les années 1960, [les habitants ont] beaucoup construit dans la plaine, convaincus d'être hors de danger grâce au travail de [leurs] aïeux. Ce sentiment a été renforcé par l'absence de crues, ressenti dans toute la Suisse durant une longue période" (Roduit & Arborino, 2010: 4). Ainsi, l'augmentation de la vulnérabilité de la plaine de Saillon a été entre autres le fruit d'un sentiment apparent de sécurité ayant mené à l'ouverture d'une zone à bâtir en plaine inondable. A ce propos, "le plan d'affectation de zones de la commune, datant de 1991, ne comprend pas de zones de danger liées aux inondations" (November & al., 2007: 3). Qui plus est, aucun règlement concernant la construction dans la plaine n'était édicté par l'administration communale à ce moment-là, montrant qu'elle n'avait pas identifié le risque d'inondation du Rhône. En outre, la commune de Saillon a connu une forte croissance démographique depuis les années 1980. Cette population jeune ou nouvellement établie à Saillon n'était pas consciente du risque, n'ayant pas de liens étroits avec la nature ou vécu d'anciens événements. Par contre, les autorités cantonales avaient déjà identifié ce secteur comme risqué avant 2000, à la suite des crues du Rhône de 1987 et 1993. Une partie de la population, comme certains agriculteurs et certaines personnes âgées, était, elle aussi, consciente de ce danger (Reynard & al., 2006).

L'analyse du cas de Saillon a néanmoins permis de tirer plusieurs conclusions : "Le degré de formalisation et de connaissance du risque varie très fortement en fonction des acteurs ; la mémoire du risque est souvent faible auprès de la population, malgré la présence de nombreux indices (toponymie par ex.) ; [...] la catastrophe a induit une profonde réorganisation dans la manière de gérer et d'appréhender le risque" (Reynard & al., 2006: 1).

Cet événement a également permis de tirer de nombreux enseignements tant au niveau communal que cantonal en matière d'identification et de connaissance du risque d'inondation du Rhône. Sur le plan cantonal, les enseignements se manifestent aux niveaux de la formation et de la préparation des communes par rapport à la gestion de tels événements, de la gestion des flux d'information et du suivi des facteurs météorologiques, ainsi que du projet de la troisième correction du Rhône (fig. 3). Sur le plan communal, les enseignements appris concernent principalement la gestion d'une situation de crise, l'entretien des canaux et la connaissance du risque découlant des cours d'eau (Reynard & al., 2006).

De plus, cet événement montre l'importance de la mémoire des risques comme instrument de leur gestion. Entre 2000 et 2019<sup>1</sup>, plus de mille nouveaux habitants se sont établis à Saillon et n'ont ainsi pas vécu la dernière inondation, pourtant récente. Comme les terrains constructibles se trouvent principalement dans la plaine, ils s'y sont installés, ignorant souvent qu'elle est inondable. Il est donc primordial de maintenir une certaine mémoire du risque qui passe d'une part par la mise en évidence des indices territoriaux, d'autre part par une formation citoyenne aux risques naturels (Reynard & al., 2006).

Mesure	Avant 2000	Après 2000
Création de la Section organisation, planification et prévention en cas de catastrophes	N'existant pas avant 2000, les tâches sont assumées par l'Office cantonal des affaires militaires.	Fondée en 2001 sur initiative du Service de la sécurité civile et militaire, elle est essentiellement chargée de la formation des communes et des états-majors locaux de conduite
Formation des états-majors locaux de conduite	La formation est insuffisante.	Par le biais de la nouvelle Section «catastrophes», la formation est renforcée. Entre autres, il est prévu d'obliger chaque état-major local de conduite de faire un exercice d'un ou de deux jours tous les cinq ans.
Elaboration d'une nouvelle loi sur les catastrophes	Deux lois distinctes existent dans le canton du Valais, l'une concernant l'organisation en cas de catastrophes (RS 501.1), l'autre l'organisation des secours (RS 810.8).	En intégrant tous les aspects liés aux catastrophes dans un document, des synergies devraient se créer. La loi prévoit notamment de simplifier la conduite en cas de catastrophe et d'améliorer la collaboration entre les équipes d'intervention. De plus, elle devra régler l'information à la population et le financement après une catastrophe. La loi est actuellement en cours d'élaboration.
Amélioration de l'outil Cellule scientifique de crise (CERISE)	CERISE est créée suite aux événements de 1993. Elle est donc utilisable en 2000.	L'outil CERISE est amélioré en fonction des enseignements tirés de l'événement d'octobre 2000. Il s'agit notamment d'assurer le transfert d'informations et de données hydro-météorologiques et de mieux définir les responsabilités.
Elaboration du plan d'intervention d'urgence Rhône	Un tel plan n'existe pas avant 2000.	Le transfert des informations s'avérant insuffisant lors de l'événement d'octobre 2000, le plan d'intervention d'urgence du Rhône est élaboré par la suite. Il définit les responsabilités et les flux d'informations en cas de crue du Rhône. Un organigramme prescrit les collaborations entre les différents acteurs.

**Figure 3:** Mesures prises au niveau cantonal et comparaison de l'état avant et après les inondations de 2000 (source: November & Reynard, 2006: 86)

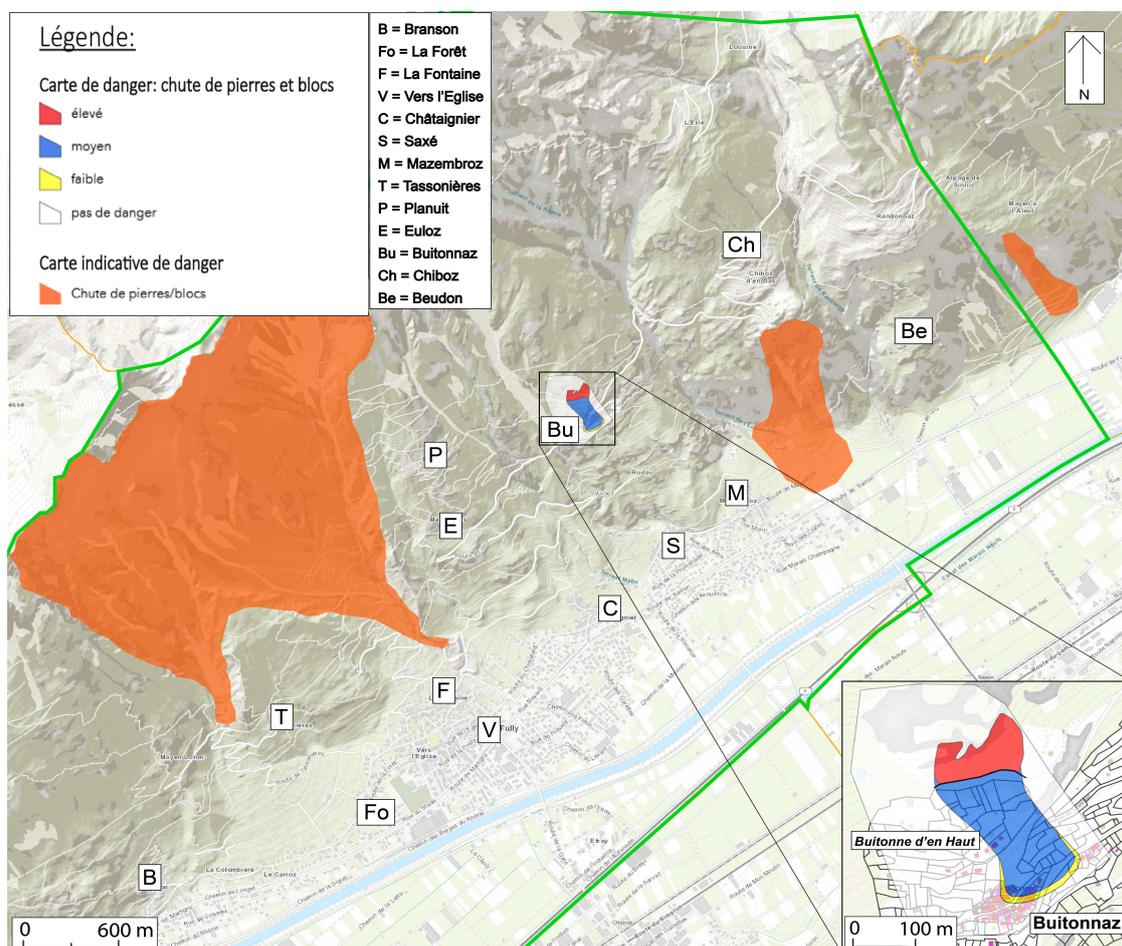
<sup>1</sup> Saillon comptait 1'519 habitants en 2000 et plus de 2'500 habitants en 2019 (source: <https://www.saillon.ch/media/421946/56.pdf>, consulté le 5 janvier 2020).

### 3. QUESTIONS DE RECHERCHE ET HYPOTHESES

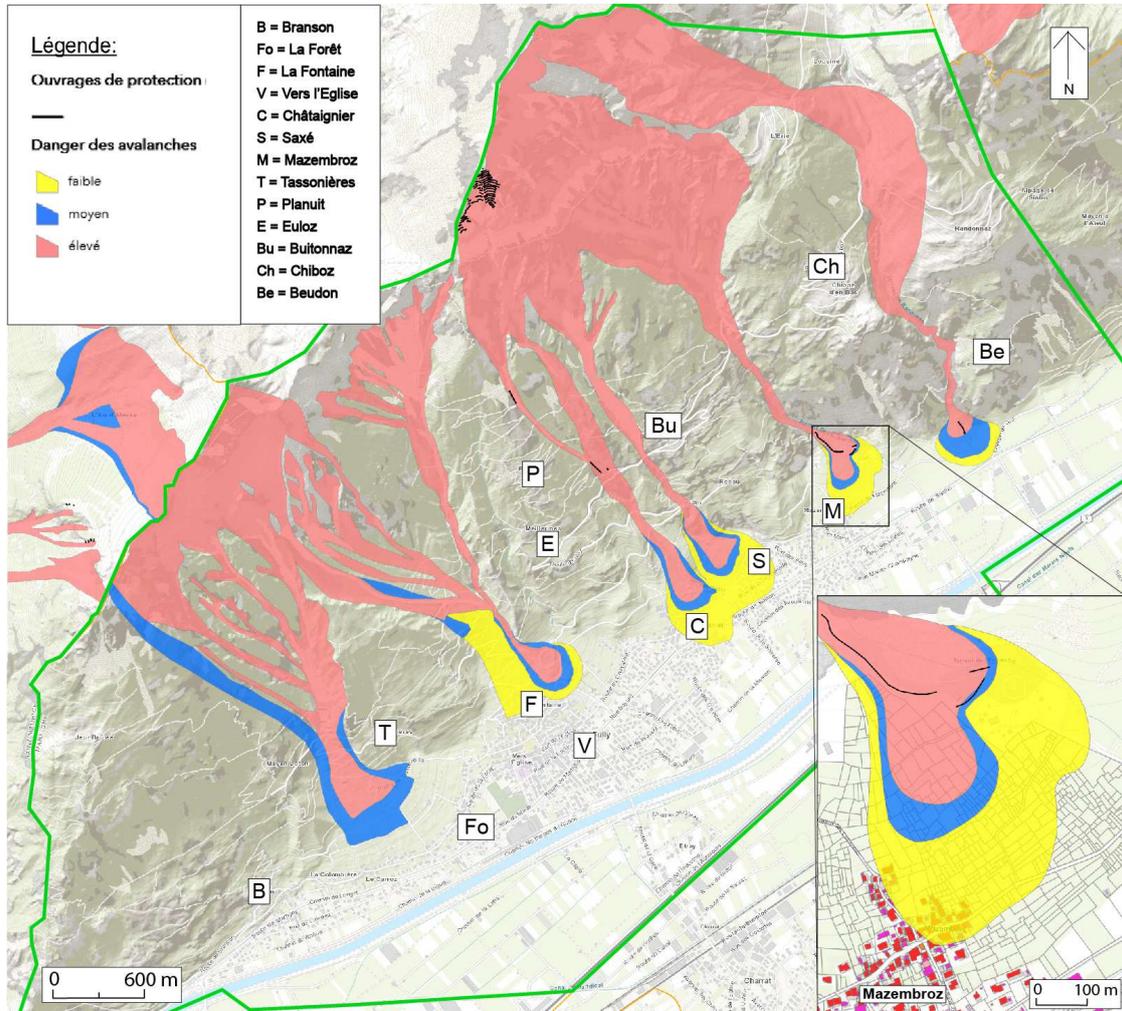
Ce chapitre a pour but de dresser un état des lieux des dangers naturels à Fully et d'apporter des précisions à la problématique ainsi qu'aux questions de recherche de ce travail. Les hypothèses de cette étude seront également présentées en fonction des informations relatives dans la revue de la littérature.

#### 3.1. Etat des lieux des dangers naturels à Fully

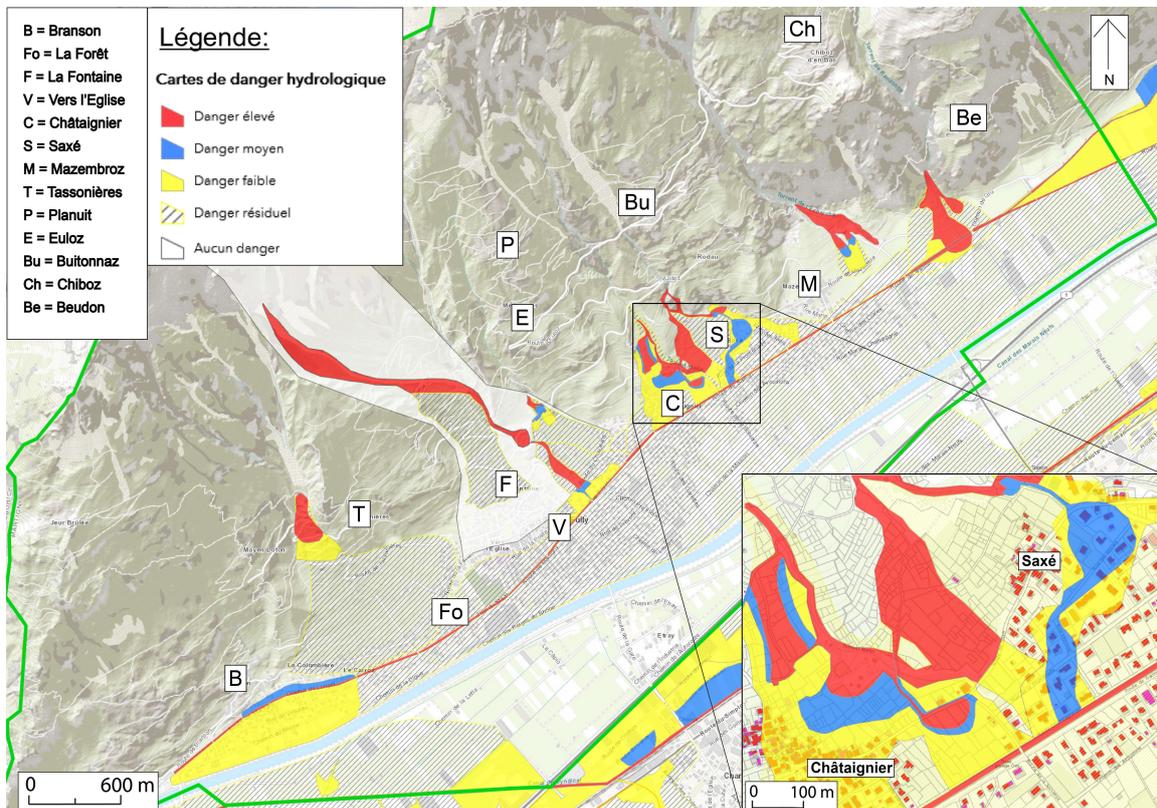
Les phénomènes naturels pouvant survenir sur la commune de Fully sont nombreux : inondations, avalanches, grêle, gel, tempêtes, incendies, séismes... Ce travail ne s'intéressera cependant qu'aux dangers spatialisés et pour lesquels il existe une prise en compte dans l'aménagement du territoire. Il s'agit des dangers hydrologiques (inondations et laves torrentielles), géologiques (chutes de pierres et de blocs) et d'avalanches. Les cartes de ces dangers ont été obtenues sur le site internet du Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais (SFCEP). Elles permettent de présenter un état de la situation actuelle des dangers naturels à Fully en donnant des informations sur leur localisation, leur fréquence et leur intensité (SFCEP, 2019). Elles sont présentées ci-dessous (fig. 4 à 7).



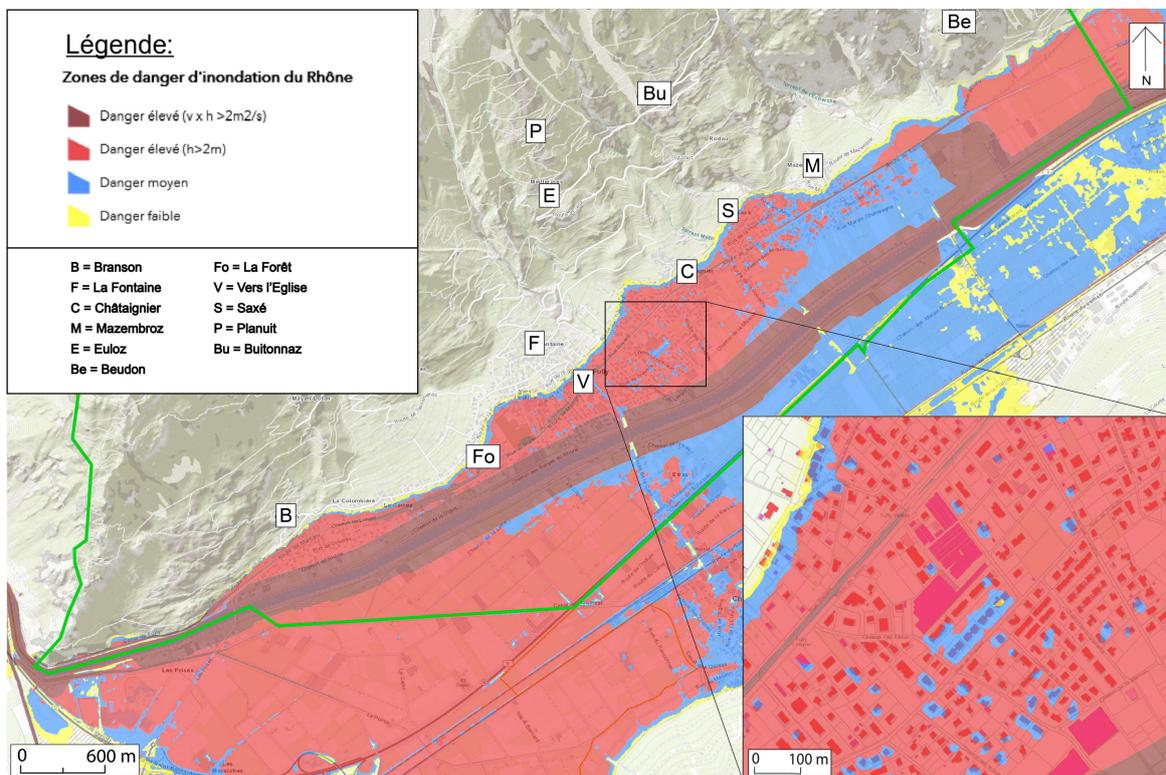
**Figure 4:** Carte de dangers géologiques pour la commune de Fully, état 2019. L'encadré vert représente la zone étudiée (source: SFCEP, 2019).



**Figure 5:** Carte de danger d'avalanches pour la commune de Fully, état 2019.  
L'encadré vert représente la zone étudiée (source: SFCEP, 2019).



**Figure 6:** Carte de dangers hydrologiques (sauf danger d'inondation du Rhône) pour la commune de Fully, état 2019. L'encadré vert représente la zone étudiée (source: SFCEP, 2019).



**Figure 7:** Carte du danger d'inondation du Rhône pour la commune de Fully, état 2019. L'encadré vert représente la zone étudiée (source: SFCEP, 2019).

Ces cartes montrent qu'il y a actuellement un nombre important de personnes, biens et activités situés en zones de danger élevé et moyen quant aux dangers d'inondations (inondations et laves torrentielles). Plus précisément, le danger d'inondation du Rhône est le plus important et menace 6'000 habitants sur les 9000 que compte la commune (Berreau, 2018). Des habitations, bâtiments agricoles, bâtiments publics (écoles), infrastructures de sport, voies de communication et surfaces cultivées (vergers, prés, vignes...) sont concernés par ce danger (fig. 7). En outre, une vingtaine d'habitations sont situées en zones de danger moyen de laves torrentielles (à Saxé). En zone de danger élevé de laves torrentielles, seuls quelques bâtiments agricoles et des surfaces cultivées (principalement des vignes) sont concernés (fig. 6).

Quant aux autres dangers, on compte actuellement un nombre très faible de personnes, biens et activités situés en zone de danger élevé et moyen concernant des dangers géologiques et d'avalanches. En effet, seules quelques habitations à Buitonnaz sont menacées par des chutes de pierres et sont placées en zone de danger moyen (fig. 4). Au niveau des avalanches, un moulin à Chiboz, le départ d'un téléphérique privé reliant la plaine à Beudon, quelques bâtiments agricoles (guérites, granges...), des voies de communication secondaires et des surfaces cultivées (principalement des vignes) sont situés dans des zones de danger élevée et moyen (fig. 5).

Enfin, les cartes topographiques historiques montrent que la présence de ces objets en zones à de danger n'a pas toujours existé. Si la plupart des infrastructures actuellement en zone de danger élevé ou moyen d'avalanches et de chutes de pierres étaient déjà construites en 1965, la concentration de biens en zone de dangers hydrologiques dans la plaine du Rhône est apparue après 1965 (fig. 8).

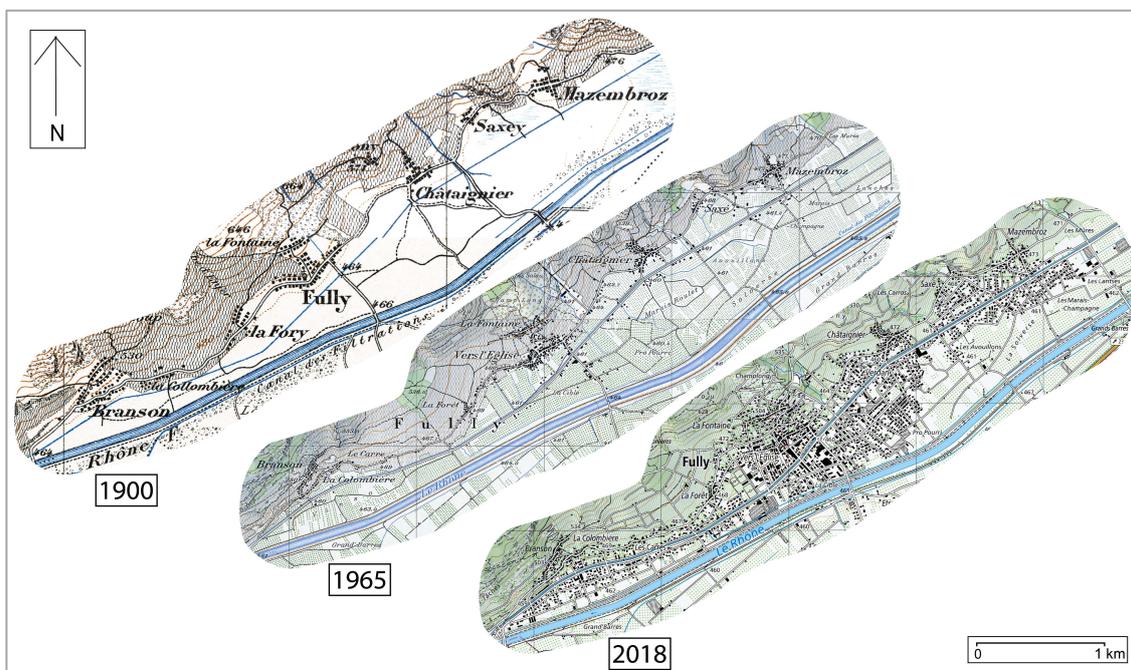


Figure 8: Evolution de Fully de 1900 à nos jours (fond topographique: Swisstopo, 2019)

## 3.2. Questions de recherche

L'état de la littérature a donné passablement d'informations sur les démarches utilisées actuellement pour analyser les situations à risques. Ces démarches se montrent être tout à fait pertinentes en raison de leur interdisciplinarité. D'autre part, la revue de la littérature a pointé de nombreux aspects à prendre en compte dans les analyses de risques. Le but de ce travail sera de mettre en évidence ces éléments par rapport au contexte spécifique de la commune de Fully, ce qui permettra de répondre à la question de recherche générale de ce travail :

- ***Comment et pourquoi est-on arrivé à la situation actuelle, où un nombre important de personnes, biens et activités est situé en zone de danger élevé et moyen d'inondations dans la commune de Fully alors qu'un faible nombre occupe des zones de danger élevé et moyen de chutes de pierres, d'avalanches et de laves torrentielles?***

Pour répondre à cette question, il est nécessaire de comprendre les causes expliquant cette situation. Comme cela a été montré plus haut, les risques changeant constamment, l'évolution de leurs composantes doit être étudiée.

Tout d'abord, en raison du manque de certaines données et de la taille de ce travail, il n'est pas possible de savoir si la probabilité d'occurrence des phénomènes naturels étudiés a changé au cours du temps. Un historique des événements sera néanmoins établi et permettra d'inventorier les événements connus. De plus, une étude de l'évolution de la vulnérabilité de la population, de ses biens et de ses activités sera menée afin de comprendre les raisons qui ont conduit à l'utilisation actuelle du territoire de la commune de Fully. Cette étape passe par l'étude de l'évolution des différents contextes (économique, démographique, politique, foncier...) ainsi que des mesures de protection (passives, actives et organisationnelles) dépendant de l'état des connaissances. Enfin, faisant également partie de la vulnérabilité, les perceptions des risques seront étudiées afin de comprendre pourquoi une partie de la population habite désormais dans des territoires risqués (acceptation, sous-estimation, oubli ou refus des risques). Ces éléments conduisent à la formulation de questions de recherche secondaires :

- ***Quel est l'historique des événements de chutes de pierres, d'avalanches, de laves torrentielles et d'inondations dans la commune de Fully?***
- ***De quelle manière la vulnérabilité de la population, de ses biens et de ses activités face aux phénomènes «chute de pierres», «avalanche», «lave torrentielle» et «inondation» a-t-elle évolué au cours du temps dans la commune de Fully?***
- ***Quelles perceptions des risques ont conduit une partie de la population de la commune de Fully à habiter des territoires évalués aujourd'hui comme étant en zone de danger?***

Ces trois questions serviront de fil conducteur à la structure de ce travail. En raison de leur spécificité, ces trois aspects auront un chapitre qui leur sera consacré et dans lequel des parties introductive, méthodologique et de résultats seront à chaque fois présentées. Dans la présente étude, les termes « personnes, biens et activités » font référence à la présence de bâtiments (habités ou non), d'infrastructures publiques, d'axes de communication et de cultures dans des zones considérées comme étant à risques par les cartes de danger. Bien que très intéressantes, les pratiques en zones à risques ne seront pas étudiées.

En outre, dans le cadre de ce travail, la définition classique d'un aléa est choisie, c'est-à-dire celle le définissant comme la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel en fonction de sa localisation, de son intensité et de sa fréquence. Puis, la définition de la vulnérabilité de Thouret et D'Ercole (1996), qui la voit comme inscrite dans un système qui englobe les préjudices corporels et moraux aux personnes et l'endommagement potentiel des éléments,

est sélectionnée. Cette définition inclut certes les perceptions des risques mais cet aspect sera davantage pris en compte en raison de son importance croissante dans les recherches actuelles (*cf chapitre 8.1.*). D'autre part, la définition du risque lui attribuant des dimensions spatiale, temporelle et une part de représentations est choisie. Elle est résumée ici par Peltier (2005) : "Le risque naturel résulte [...] des interactions entre un aléa naturel et la vulnérabilité d'une société donnée, sur un territoire donné, à un moment donné. On admettra que la référence à la vulnérabilité et à une société donnée intègre par définition la question des représentations" (Peltier, 2005: 40). Finalement, la définition du terme territoire choisie pour ce travail est celle de Raffestin (1986), le considérant comme un espace où opèrent des forces naturelles et des actions humaines.

### **3.3. Hypothèses**

Selon l'étude de Vinet & al. (2012), l'augmentation des enjeux (habitations, infrastructures...) et de leur vulnérabilité vis-à-vis d'un risque peut être expliquée par le processus de "production de risque". L'évolution de l'utilisation du sol dans le site d'étude (obtenue par les cartes topographiques historiques) laisse supposer qu'un tel processus a eu lieu concernant les risques d'inondations, mais pas concernant les risques de laves torrentielles, d'avalanches et de chutes de pierres. De plus, les inondations du Rhône de 2000 ont permis aux autorités cantonales de tirer de nombreux enseignements en matière d'identification et de connaissance du risque (Reynard & al., 2006 ; November & al., 2007). Ces événements ont également impacté la commune de Fully par la réalisation et planification de travaux en lien avec la 3<sup>e</sup> correction du Rhône (R3) (PS-R3, 2006 ; PA-R3, 2015). Ainsi, quatre principales hypothèses peuvent être formulées :

- *Avant 2000, une situation de production du risque d'inondation a lieu à Fully, en raison de l'augmentation notable d'enjeux vulnérables en zone inondable.*
- *Les inondations de 2000 ont eu une influence très importante sur l'identification du danger d'inondation de la plaine pour la commune de Fully.*
- *Dans les années 2000, les enjeux en zone inondable augmentent, mais les mesures de minimisation des risques adoptées par les autorités mettent un terme à une situation de production de risque.*
- *Il n'y a pas eu de situation de production de risques d'avalanches, de chutes de pierres et de laves torrentielles puisqu'il n'y a pas eu une augmentation marquée d'enjeux vulnérables dans les zones menacées laissant supposer que ces dangers ont été identifiés précocement par les autorités communales.*

Ainsi, l'étude de l'évolution des dynamiques territoriales des risques hydrologiques, d'avalanches et de chutes de pierres permettra de comprendre l'état actuel de l'utilisation du territoire de la commune de Fully.

## **4. CADRE THEORIQUE**

Ce chapitre définit les quatre différents phénomènes naturels étudiés dans ce travail ainsi que l'évolution de la gestion des risques naturels en Suisse.

### **4.1. Phénomènes naturels étudiés**

#### **4.1.1. *Les chutes de pierres et de blocs***

Dans un pays montagneux comme la Suisse, les chutes de pierres et de blocs sont fréquentes. Partant de parois rocheuses abruptes (pente  $> 35^\circ$ ), elles peuvent causer des accidents mortels et endommager des routes et des bâtiments (WSL, 2019). Une chute de pierres et de blocs a un volume maximal de  $100 \text{ m}^3$ . Au-delà de ce volume, on parle d'éboulement. Les chutes de pierres et de blocs sont caractérisées par une chute soudaine et brutale de composants simples isolés, dont il existe deux types : les pierres et les blocs. Par définition, une "pierre" est un composant dont le diamètre est inférieur à 50 cm et un "bloc" possède un diamètre supérieur à 50 cm (PLANAT, 2019).

Une pierre ou un bloc est en équilibre quand les forces motrices (composante tangentielle du poids, pression hydrostatique et sollicitations dynamiques comme les séismes) et les forces résistantes (composante normale du poids, cohésion et angle de frottement de la surface de contact) se neutralisent (Besson, 1996). Le départ d'un bloc a lieu quand ces deux forces ne sont plus égales. Ce déséquilibre peut être causé par l'altération de la roche en raison de plusieurs facteurs comme l'alternance de gel/dégel dans les fissures, la fonte des neiges, des précipitations intenses et/ou prolongées, des variations de température, l'action des végétaux ou un tremblement de terre (Besson, 1996 ; Morard & al., 2009). La nature de la roche a également son importance. "Dans les roches massives comme les granites, la masse est [...] prédécoupée par un réseau de fractures qui sont les seules discontinuités. Dans les roches sédimentaires, à ce réseau de fractures s'ajoute la stratification qui accroît le découpage de la masse rocheuse" (Besson, 1996: 199). De plus, les roches non consolidées peuvent aussi être une source d'instabilité (matériau de chute, éboulis de pente, moraine) (PLANAT, 2019).

Les trajectoires des chutes de pierres et de blocs dépendent de leur volume et de la topographie (pente et rugosité du terrain) (Besson, 1996 ; PLANAT, 2019). Les blocs se

déplacent selon des mouvements de chute, des tressautements ainsi que des roulements, et peuvent atteindre des vitesses de l'ordre de 20 à 100 km/h. Les pierres et les blocs s'arrêtent en général lorsque la pente devient inférieure à 30° (PLANAT, 2019). Les chutes régulières de pierres forment des éboulis (quand le matériel prend une forme de cône) ou des voiles d'éboulis (quand le matériel est réparti sur tout un versant sans forme particulière). Généralement, un granoclassement du matériel peut être observé dans un éboulis. Les petits débris s'arrêtent rapidement du fait de leur faible énergie cinétique tandis que les blocs de grandes tailles ont tendance à aller plus loin (Morard & al., 2009).

#### **4.1.2. Les avalanches**

Les avalanches sont un des dangers naturels les plus importants des Alpes. Elles peuvent atteindre des personnes, des bâtiments et des voies de communication. Selon la plate-forme nationale des dangers naturels (PLANAT), "le déclenchement d'une avalanche est un processus au cours duquel de la neige ou de la glace, détachée d'une zone de rupture, dévale brusquement et rapidement le long d'un couloir sous forme de masse ou de mélange neige-air tourbillonnant et s'arrête dans une zone de dépôt" (PLANAT, 2019).

Pour qu'une avalanche se produise, plusieurs éléments doivent être réunis. Il faut la présence d'une couche de neige cohésive située au-dessus d'une couche fragile, une pente raide ( $> 30^\circ$ ) et un élément déclencheur. Un manteau neigeux est en équilibre quand les forces de traction (T) et de résistance (R) se neutralisent ( $T = R$ ). Cependant, "la neige n'est pas un matériau inerte. Elle est en constante évolution sous l'effet des conditions météorologiques : ses grains ne cessent de se transformer. Dans certains cas, ils s'arrondissent, dans d'autres, ils deviennent anguleux" (Sivardière, 2009: 26). Ces transformations entraînent des modifications des propriétés des couches de neige et peuvent mener à une diminution, voire une disparition de la cohésion qui les lie. Le déclenchement d'une avalanche peut être d'origine naturelle (les conditions météorologiques modifient l'équilibre et  $R < T$ , permettant à l'avalanche de se produire) ou d'origine humaine (la présence d'individus provoque une surcharge locale sur une couche fragile ce qui déclenche l'avalanche) (Sivardière, 2009). Lorsque la pente devient inférieure à 15° ou que l'avalanche a perdu suffisamment d'énergie en raison du frottement, elle s'arrête (PLANAT, 2019).

Plusieurs classifications d'avalanches existent et sont parfois confuses. Les avalanches étant avant tout des mouvements gravitaires, les nivologues les classifient en fonction du mode d'écoulement de la neige. Les plus fréquentes sont les avalanches en aérosol, denses et mixtes.

Chacune de celles-ci peut se déclencher en plaque et de manière ponctuelle (neige meuble) (DEAT/SFP, 1993 ; Besson, 1996 ; SLF, 2019).

- L'avalanche en aérosol se forme principalement à partir d'avalanche de plaque. Elle se présente sous la forme d'un nuage de poudreuse formé de particules de neige et de glace en suspension dans l'air. Sa faible densité lui permet de s'affranchir du relief et de remonter une pente. Ce type de coulée peut atteindre des vitesses supérieures à 300 km/h et peut causer d'importants dégâts aux forêts et aux bâtiments. L'exemple le plus spectaculaire et dangereux est l'avalanche de neige poudreuse.
- L'avalanche dense ou de neige mouillée peut se former sous la forme d'une plaque ou d'une avalanche de neige meuble. Elle se déclenche souvent de manière spontanée et se produit principalement après de la pluie ou un réchauffement diurne. Elle possède une zone de rupture au niveau du sol et présente un écoulement empruntant les dépressions du relief (couloirs, ravins, talwegs) ou les lignes de plus grandes pentes dans les versants. Ce type d'avalanche ne dépasse en général pas les 80 km/h mais elle est dangereuse en raison de sa densité importante susceptible d'emporter des matériaux étrangers sur son passage (arbres...). L'exemple le plus classique est l'avalanche de printemps.
- L'avalanche mixte représente un mélange entre une avalanche en aérosol et une avalanche de neige dense. Elle possède les caractéristiques des deux types d'avalanches présentés ci-dessus. Son écoulement peut être vu comme une avalanche dense qui ne s'est pas entièrement transformée en aérosol. Ce type d'avalanche peut se déclencher sous la forme d'une plaque ou d'une avalanche de neige meuble.

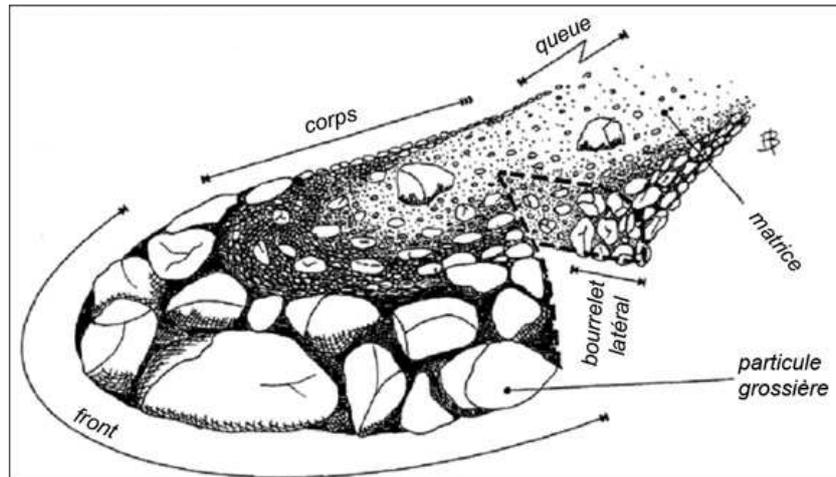
### **4.1.3. Les laves torrentielles**

"En Suisse, la majorité des dommages dus à des dangers naturels sont causés par les crues et les laves torrentielles" (OFEV, 2015a: 2). En effet, les laves torrentielles sont capables de charrier de grandes masses de matériaux (blocs de plusieurs mètres cubes, troncs d'arbres, voitures, etc.), pouvant causer d'importants dégâts matériels. Phénomènes instantanés difficiles à prévoir, elles font parfois des victimes (Morard & al., 2009 ; PLANAT, 2019).

Les laves torrentielles sont formées d'un mélange d'eau et de matériaux solides (matériaux fins, blocs de différentes tailles, arbres) qui comprend une proportion élevée de matériaux solides (30 à 75 %). Elles se produisent dans des chenaux préexistants (ravines, torrents) et s'écoulent vers l'aval, souvent à grande vitesse (1 à 15 m/s) (Besson, 1996 ; PLANAT, 2019).

Elles ont lieu habituellement dans des zones montagneuses où le sous-sol géologique s'érode facilement (flyschs, schistes lustrés...) et fournit des sédiments fins comme des argiles en grande quantité (Morard & al., 2009 ; PLANAT, 2019). Les laves torrentielles ont aussi besoin d'une pente suffisamment raide (au moins 25 à 30 % [ $\approx 15^\circ$ ]) et d'un apport d'eau important pour se déclencher, comme par exemple un épisode de pluie intense ou une rapide fonte des neiges. Elles peuvent aussi se produire à la suite d'une longue période de faible pluie et donc par beau temps (Besson, 1996). Dans de telles situations, les matériaux aisément mobilisables s'imprègnent d'eau. Lorsque la masse devient saturée en eau et qu'elle atteint sa limite de liquidité, elle se met en mouvement. Les boues qui en résultent peuvent atteindre des densités élevées allant jusqu'à  $2 \text{ t/m}^3$  leur permettant de transporter des blocs de plusieurs tonnes (Morard & al., 2009 ; PLANAT, 2019). Elles peuvent atteindre des volumes de plusieurs centaines de milliers de mètres cubes (Besson, 1996).

Une lave torrentielle se compose de trois parties différentes (fig. 9). Les plus gros blocs sont principalement transportés au front de la coulée, à l'avant. Le corps de la lave est plutôt homogène et constitue le volume essentiel de la lave. Enfin, la queue est généralement plus fluide que le reste de la lave (écoulement hyperconcentré) et possède un pouvoir érosif très élevé (Besson, 1996 ; Morard & al., 2009).



**Figure 9:** Morphologie et terminologie d'une lave torrentielle (Bardou, 2002: 14)

Une lave torrentielle s'écoule souvent en plusieurs vagues, appelées bouffées, espacées à intervalles de quelques minutes à quelques heures (Besson, 1996). Lorsque la pente n'est plus suffisante (inférieure à 10% [ $\approx 6^\circ$ ]) ou que la teneur en eau ne permet plus le transport du matériel en suspension, la lave torrentielle se stoppe (Morard & al., 2009 ; OFEV 2015a). Elle produit alors un cône de déjection avec les matériaux non triés qu'elle transporte et laisse des levées sur les bords de sa trajectoire (PLANAT, 2019).

#### **4.1.4. Les inondations**

"En Suisse, les crues représentent le risque naturel avec les dommages matériels les plus élevés : lors de la crue d'août 2005, ceux-ci ont avoisiné 3 milliards de francs, soit nettement plus que pour tous les événements naturels survenus avant cette date et enregistrés systématiquement depuis 1972" (WSL, 2019). Les inondations envahissent sous-sols, rez-de-chaussée des bâtiments, terres cultivables et peuvent causer des dégâts considérables à cause de la violence des courants, de la hauteur de l'eau dans les zones submergées et des dépôts de sédiments (PLANAT, 2019).

Avant toute chose, il convient de faire la distinction entre les notions de crue et d'inondation qui sont souvent confondues. "Par crue, on entend l'état d'un cours d'eau dont le niveau d'eau ou le débit a atteint ou a dépassé un certain seuil" (PLANAT, 2019). L'apparition d'une crue est le résultat d'un agencement de plusieurs de facteurs dépendant de la prédisposition générale d'une région et d'un élément de déclenchement. La prédisposition générale d'une région "comprend, entre autres, la topographie du bassin versant, le réseau hydrographique, l'occupation du sol ainsi que les conditions hydrométéorologiques préalables" (Thomi, 2010: 45). Le déclenchement d'une crue est principalement engendré par un écoulement important après de fortes précipitations et/ou une fonte importante de neige et/ou de glace, selon le régime hydrologique du cours d'eau (Portail des dangers naturels, 2019). L'altitude de l'isotherme 0°C revêt donc une importance particulière puisque la surface du bassin versant peut changer drastiquement. Le déclenchement dépend aussi de l'étendue spatio-temporelle des facteurs météorologiques ainsi que du volume et de l'intensité des pluies. En fonction du débit de crue, des phénomènes d'érosion, de charriage et de dépôt plus ou moins important peuvent avoir lieu (Thomi, 2010).

Dans beaucoup de cas, en plus des facteurs naturels, des modifications anthropiques du bassin versant modifient l'occurrence des crues. "L'usage du sol (occupation, urbanisation, imperméabilisation, drainage, etc.) et l'aménagement des cours d'eau (endiguement, rectification, etc.) affectent les processus hydromorphologiques, à savoir les conditions d'infiltration, d'évaporation et de ruissellement ainsi que le charriage et la morphologie des cours d'eau" (Thomi, 2010: 45). La présence de barrages de retenue a également une influence directe sur l'occurrence d'une crue puisqu'ils peuvent stocker d'importantes quantités d'eau selon la période de l'année (Boillat, 2005).

Toute crue ne donne pas obligatoirement lieu à une inondation. En effet, "une inondation, nommée aussi submersion, est un recouvrement temporaire d'un terrain par la montée

inhabituelle d'un plan d'eau" (PLANAT, 2019). Elle peut être causée par le débordement d'un lac ou d'un cours d'eau, par une remontée de la nappe phréatique, par ruissellement ou, en zones côtières, par une submersion marine (Thomi, 2010). En plus des facteurs météorologiques, une inondation peut se produire lorsque les matériaux charriés exhausent le lit du cours d'eau, lorsque des obstructions retiennent les eaux ou à la suite de la rupture d'une digue (PLANAT, 2019).

## **4.2. Evolution de la gestion des risques naturels en Suisse**

Maintenant que les quatre phénomènes étudiés ont été présentés, l'intérêt est porté sur l'évolution de la gestion des risques naturels en Suisse. Après une présentation des paradigmes prévalant par le passé, les principes de la "gestion intégrée des risques" seront exposés. Les différentes mesures de protection (passives, actives, organisationnelles et individuelles) seront alors détaillées pour les divers phénomènes naturels étudiés. Ce chapitre se terminera par la présentation du cadre législatif.

### **4.2.1. *D'une société de la fatalité à une société de la sécurité***

"L'interprétation que les sociétés font des phénomènes naturels et les mesures qu'elles prennent pour s'en prémunir varient selon les époques et les lieux. Pour les sociétés alpines traditionnelles, la nature – comme les hommes – est soumise à la volonté de Dieu" (Pont & Kramar, 2018: 3). Entre le XVI<sup>e</sup> et le XVIII<sup>e</sup> siècle, les catastrophes sont vues comme des fatalités qui échappent au contrôle humain. De grandes différences de sensibilité existent néanmoins entre les cultures protestante et catholique. Pour les protestants, les phénomènes catastrophiques "s'inscrivent dans un schéma d'explication où intervient la Providence divine attentive à admonester, punir ou corriger les hommes coupables de transgressions" (Walter, 2008: 25). Les catholiques développent plutôt une explication des désastres par le recours aux forces diaboliques. Les populations accusent alors toutes sortes de créatures malintentionnées, comme des diablats et des esprits malfaisants (Vischer, 2003). En cas de menace, de nombreuses pratiques de dévotion (prières, processions...) sont organisées afin de les éloigner en invoquant des saints protecteurs (Walter, 2008). Dans plusieurs régions catholiques comme le Valais, ces processions étaient nombreuses et ont eu lieu jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Pour remercier le ciel en cas de grâce obtenue ou pour commémorer une catastrophe passée, des ex-voto étaient souvent exposés dans les lieux de culte. Ils participaient ainsi à l'éducation et à la transmission d'une culture des dangers liés à l'environnement naturel (Pont & Kramar, 2018).

Par exemple, en période de sécheresse, les villageois de la commune d'Orsières (Valais) effectuaient une procession de 14 heures entre l'église du village (887 m) et Orny (2'696 m). Son "origine remonterait au pèlerinage qu'une bonne vieille femme y fit avec beaucoup de peine et de fatigue, pour faire cesser une grande sécheresse. Comme, fort heureusement, elle fut exaucée, on crut naturellement qu'il n'y avait qu'à marcher sur ses traces pour obtenir la pluie, en temps de sécheresse persistante" (Melly, 1937: 171). Cette procession, où Saint Théodule était entre autres invoqué, était demandée par les habitants de la commune. Il fallait cependant qu'un curé la leur accorde pour qu'elle puisse avoir lieu. Or, "les curés d'Orsières s'y sont toujours opposés, autant que cela leur a été possible", puisque des pratiques superstitieuses et des scandales avaient lieu (Melly, 1937: 173). La date exacte de la première procession n'est pas connue, mais il est certain qu'elle est antérieure à l'année 1706. En revanche, la dernière procession eut lieu en 1882. A noter que la population d'Orsières effectuait également d'autres processions que celle à Orny en se rendant à Bourg-Saint-Pierre, au Grand-Saint-Bernard et à Ferret (Melly, 1937).

Néanmoins, un changement de paradigme se met en place après le terrible tremblement de terre de 1755, durant lequel plusieurs dizaines de milliers de personnes trouvent la mort à Lisbonne. Cet événement "a marqué le passage d'une interprétation divine ou surnaturelle des catastrophes à une explication rationnelle des phénomènes en jeu" (November & al. 2011: 1). Dès lors, les savants du siècle des Lumières observent et mesurent la nature. Ils tentent d'établir les premières probabilités d'occurrence des phénomènes naturels. "Dompter la nature devient d'autant plus important que la croissance démographique et la volonté de développement économique poussent les hommes à investir de nouveaux territoires en plaine et en altitude" (Pont & Kramar, 2018: 7). Pour réussir à se développer, les sociétés ont besoin de plus de sécurité vis-à-vis des phénomènes naturels. À partir de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, des stratégies de gestion et de protection sont mises en place dans toute la Suisse. Elles sont favorisées par la création d'un Etat fédéral en 1848 ainsi que celle d'un système d'assurance rendant les risques acceptables. Se protéger contre les dangers naturels devient alors un enjeu économique, social et politique (Pont & Kramar, 2018). Jusqu'aux années 1980, il reste cependant difficile d'anticiper les dangers naturels, et leur gestion consiste avant tout à réagir aux évènements qui se produisent (WSL, 2019).

Pourtant, plusieurs événements passés ont montré que la protection absolue contre les dangers naturels n'est pas possible et qu'elle doit être pensée de manière globale et durable (OFEV, 2019). Des mesures d'aménagement du territoire, constructives, biologiques et organisationnelles, qui étaient déjà prises par le passé de manière locale, doivent être

combinées systématiquement afin de minimiser les risques pour les sociétés. Ce constat a mené à une nouvelle approche de protection contre des dangers naturels, la gestion intégrée des risques.

Il serait cependant trop réducteur d'imaginer qu'une société de la sécurité a succédé à une société de la fatalité. Les temporalités sont en réalité beaucoup plus imbriquées. Aussi, des mesures de protection (occupation du territoire, ouvrages de protection, systèmes de surveillance) se sont mises en place à la même période où une interprétation divine ou surnaturelle des catastrophes prévalait, soit bien avant que des mesures de protection soient mises en place systématiquement à l'échelle de tout le territoire helvétique (Walter, 2008 ; Pont & Kramar, 2018).

#### 4.2.2. Gestion intégrée des risques

Dès les années 1990, les spécialistes commencent à modifier leur approche et mettent au point les premiers instruments destinés à la planification de mesures de protection visant les risques. De nos jours, "la protection contre les dangers naturels s'articule en Suisse autour du «concept de minimisation des risques» (concept de risque), selon les principes de la «gestion intégrée des risques»" (WSL, 2019). Cette dernière a pour but d'atteindre un niveau de sécurité qui est à la fois économiquement proportionné, socialement soutenable et environnementalement acceptable (Pont & Kramar, 2018). L'évaluation des dangers et des risques constitue la condition préalable à la mise en œuvre de la gestion intégrée des risques et est en conséquence au centre de ce cycle (fig. 10). "Les mesures de prévention des catastrophes naturelles, puis de maîtrise et de rétablissement lorsque ces catastrophes se produisent effectivement, forment un cycle d'actions qui sont complémentaires et demandent à être encore mieux coordonnées" (OFEV, 2011: 4) (fig. 10).

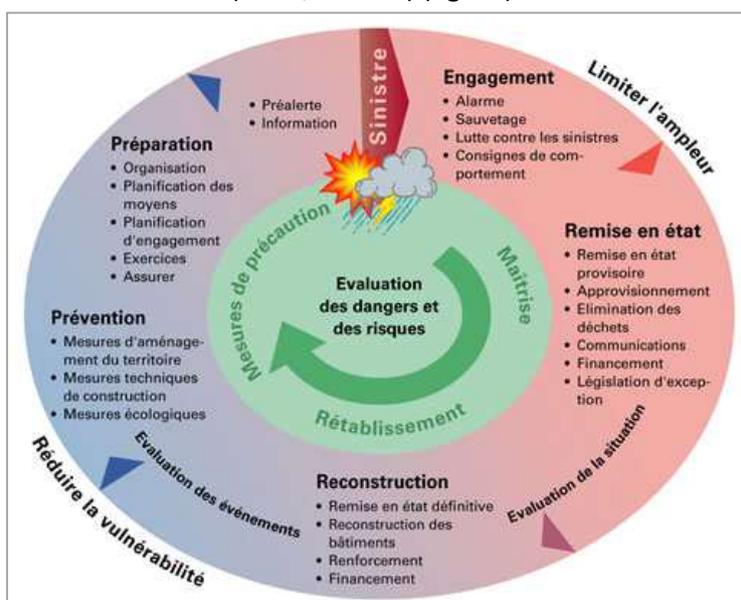


Figure 10: Processus de gestion intégrée des risques (source: PLANAT, 2019)

La gestion intégrée des risques vise à limiter l'ampleur d'un sinistre, d'assurer la reconstruction après un événement et de réduire la vulnérabilité des personnes et des biens. Elle combine (OFEV, 2011 ; DEET/SDT, 2012)

- des mesures passives (aménagement du territoire : exclusion des secteurs les plus menacés, dézouage, prescriptions de construction et d'utilisation du sol),
- des mesures actives (mesures constructives, mesures biologiques, entretien),
- des mesures organisationnelles (réseau cantonal d'observation et d'alerte, plans d'évacuation, état-major civil de conduite (EMCC), mesures de protection temporaires),
- des mesures individuelles (couverture d'assurance, état de renseignement au sujet de la situation et des mesures à prendre...).

Ces mesures n'agissent pas toutes au même endroit. Par exemple, les mesures constructives et biologiques permettent surtout de réduire le potentiel de danger, tandis que les mesures territoriales permettent de limiter le potentiel de dommages. Les mesures organisationnelles, quant à elles, permettent de diminuer l'ampleur des dégâts (OFEV, 2011). A noter que les mesures d'aménagement du territoire ont la priorité sur les mesures constructives, car "elles permettent de limiter la présence de personnes ou de biens dans des zones à risque et ainsi d'éviter la construction de mesures techniques" qui peuvent être très coûteuses (Pont & Kramar, 2018: 12).

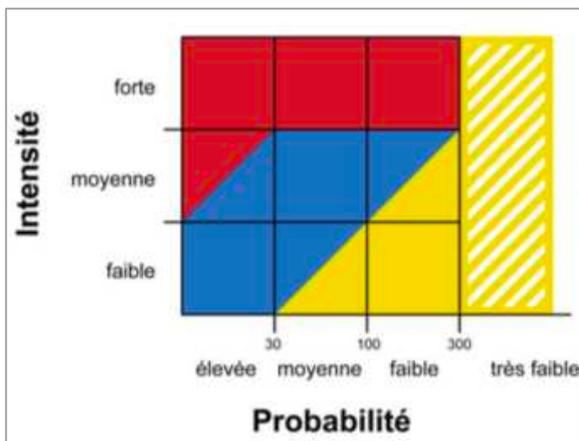
#### *a. Mesures passives*

La structure de l'habitat et la localisation des villages n'est pas le fruit du hasard, elles sont réfléchies dès l'installation des populations afin de ne pas les mettre en danger. "Cette sagesse acquise n'était pas vraiment due à une connaissance spécifique des mécanismes ou des phénomènes, mais au prix de lourdes pertes matérielles et humaines" (Tesar, 1999: 63). En montagne, les habitations sont plutôt regroupées et situées de préférence sur des crêtes ou des éperons, et rarement dans des cuvettes, afin d'éviter les avalanches. En plaine, les villages sont originellement construits en hauteur (sur des collines, des coteaux ou des cônes de déjection) afin de ne pas être atteints par les inondations (Pont & Kramar, 2018).

L'intuition basée sur l'expérience qui servait autrefois à l'emplacement des infrastructures a laissé place aujourd'hui à une analyse systématique des dangers avant toute construction. En effet, "la protection contre les dangers naturels passe avant tout par des mesures d'aménagement du territoire" (DEET/SDT, 2012: 3). Les zones de danger font l'objet de plans, de prescriptions et de rapports techniques. Les délimitations de ces zones sont présentes sur les plans. "Les prescriptions fixent les restrictions du droit de propriété et les exigences en

matière de construction à appliquer en fonction des types de zone et des degrés de danger. Un rapport technique complète le dossier et décrit les méthodes qui ont été mises en œuvre pour aboutir aux plans des zones de danger" (DTEE, 2010: 8). Ces plans ou cartes de danger servent à la définition des zones de danger dans les plans d'affectation des zones. "Lors de l'adaptation des plans d'affectation des zones (PAZ), les cartes et zones de danger doivent être prises en considération et les prescriptions correspondantes fixées dans les règlements [communaux] des constructions et des zones (RCCZ)" (DEET/SDT, 2012: 3).

Elaborées progressivement à partir des années 1970, les cartes de danger sont un outil efficace pour diminuer les risques, puisqu'elles permettent de rendre des zones à risques inconstructibles ou constructibles sous condition. Elles localisent les zones urbanisées menacées par des avalanches, des dangers hydrologiques (inondation, lave torrentielle, érosion des berges et alluvionnement) ou des dangers géologiques (instabilité de terrain comme les chutes de pierres, glissement de terrain...). Elles indiquent aussi la probabilité de réalisation de ces phénomènes (fréquence et intensité). On distingue quatre classes de probabilité (élevée, moyenne, faible, très faible) ainsi que trois classes d'intensité (faible, moyenne, forte) (fig. 11). La définition de l'intensité est propre à chaque processus et sera spécifiée ci-dessous pour chacun d'entre eux. Par ailleurs, la probabilité d'occurrence peut être exprimée en termes de périodicité de l'événement : 30 ans, 100 ans, 300 ans et plus de 300 ans. Ainsi, la probabilité d'occurrence est élevée pour des événements ayant un temps de



retour inférieur à 30 ans, moyenne pour ceux qui se produisent entre 30 et 100 ans, faible pour ceux qui surviennent entre 100 et 300 ans et très faible pour ceux dont le temps de retour est supérieur à 300 ans, voire de l'ordre de grandeur de 1000 ans (DTEE, 2010 ; SFCEP, 2019) (fig. 11).

**Figure 11:** Représentation cartographique selon les degrés de dangers (source: OFEV, 2015b: 2)

Un aperçu détaillé des dangers potentiels, prenant en compte la probabilité et l'intensité d'occurrence d'un événement, est donné selon cinq niveaux de danger correspondant à cinq couleurs (OFEV, 2015b): rouge (danger élevé), bleu (danger moyen), jaune (danger faible), hachuré jaune et blanc (danger résiduel) et blanc (aucun danger connu ou danger négligeable). Toute construction est, en principe, interdite dans les zones de danger élevé. Dans les zones de danger moyen, des constructions sont autorisées sur la base d'une expertise technique et à

condition que des mesures constructives soient prises. Enfin, des constructions sont possibles dans les zones de danger faible et de danger résiduel sur la base du préavis de l'autorité cantonale qui fixe les conditions de protection (DTEE, 2010) (annexe 1).

En Valais, l'élaboration des cartes de danger est une tâche communale. Les communes sont toutefois soutenues financièrement et techniquement par le canton et la Confédération. Elles sont réalisées par des bureaux spécialisés (DEET/SDT, 2012). Les cartes de danger sont établies selon des critères scientifiques à l'aide de modèles numériques mais aussi en se basant sur des observations antérieures (répertoriées dans le cadastre des événements).

### ***Cartes de danger de "chutes de pierres et de blocs"***

Bien que l'entrée en vigueur des recommandations fédérales pour la "prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire" astreigne les communes suisses concernées à établir une carte de dangers géologiques dès 1997, certaines communes valaisannes possédaient déjà des cartes de danger de chutes de pierres avant cette date (OFAT/OFEE/OFEPF, 1997). "Dans certains cas, on utilise aussi la qualification «indicative» pour une carte qui a été établie avant l'entrée en vigueur des recommandations fédérales (1997) et dont la mise aux normes ne s'impose pas du fait du manque d'enjeu du site considéré" (DTEE, 2010: 13). Cette trace laissée sur la carte communale des dangers rappelle aux autorités la nécessité d'établir une nouvelle étude en cas de projet de construction sur ce site (DTEE, 2010).

Développés à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, les premiers modèles de simulations trajectographiques numériques des chutes de blocs étaient en 2D. Au fil de l'augmentation des capacités des ordinateurs, les codes de calcul de ces modèles ont évolué. Les évolutions notables sont le passage d'un point matériel à un volume pour modéliser les blocs, l'augmentation du nombre de blocs simulés et la prise en compte de la forêt (Pasquier & al., 2013). Puis, l'amélioration des modèles numériques de terrain (MNT) dans les années 2010 a permis l'évolution des simulations de la 2D à la 3D (May & al., 2013: 199). Les simulations trajectographiques en 3D apportent de nombreux avantages comme la prise en compte de la géomorphologie de la zone d'étude y compris le couvert forestier, la modélisation de zones de départ de blocs traduisant mieux l'extension latérale des instabilités rocheuses, et la déviation possible des trajectoires de blocs lors d'impacts avec le sol (Pasquier & al., 2013). Parmi les programmes couramment utilisés en Suisse aujourd'hui, on peut citer les modèles *PiR3D*, *Rockyfor3D* ou *RAMMS*.

*PiR3D* est l'un des premiers logiciels de modélisation de chutes de blocs en 3D. Ses paramètres d'entrée sont un MNT, une carte des sols, des "lignes sources" ou points déterminant la zone

de départ des blocs, le nombre de blocs répartis dans la zone de départ, leur masse volumique et le choix d'un mode de calcul déterministe ou probabiliste. Quant à *Rockyfor3D*, c'est "un modèle probabiliste qui associe des algorithmes déterministes aux observations de terrain et offre la possibilité de prendre en compte la forêt dans les simulations" (May & al., 2013: 200). Depuis 2015, le modèle *RAMMS* comporte également un module pour les chutes de pierres. Ce module se rapproche davantage de la modélisation de la véritable nature du comportement des chutes de pierres et permet d'introduire des formes de roches réelles dans la modélisation. Malgré sa performance, il reste cependant encore peu utilisé en raison de son prix élevé et du haut niveau de formation nécessaire pour son utilisation (SLF, 2019).

Ces modèles permettent de définir une carte des intensités des chutes de pierres et de blocs qui servira de base à la réalisation des cartes de danger. Les intensités propres à la cartographie des zones de dangers de chutes de pierres et de blocs sont les suivantes (SFCEP, 2019):

- intensité forte: énergie des blocs égale ou supérieure à 300 kJ,
- intensité moyenne: énergie des blocs comprise entre 30 kJ et 300 kJ,
- intensité faible: énergie des blocs égale ou inférieure à 30 kJ.

Quant à la probabilité d'atteinte des blocs, elle était calculée jusqu'à récemment selon la méthodologie "Matterock" développée par Rouiller & al. (1998) qui la classait en 3 degrés (Pasquier & al., 2013) : élevée avec 1 – 100% d'atteinte des blocs, moyenne avec 1 – 10<sup>-2</sup> % d'atteinte des blocs et faible avec 10<sup>-2</sup> – 10<sup>-4</sup> % d'atteinte des blocs. Désormais, ces valeurs ne sont plus réalistes avec les modèles trajectographiques en 3D et la liberté est laissée aux bureaux d'ingénieurs.

L'apport des simulations en 3D constitue un progrès important pour l'établissement des zones de danger de chutes de pierres. Néanmoins, elles soulèvent certains problèmes nécessitant de nouveaux développements, par exemple au niveau du traitement statistique ou de la méthode de définition des probabilités d'atteinte des blocs (Pasquier & al., 2013). Ainsi, "une part subjective importante est laissée au géologue, qui compile les informations et décide des limites en accord avec les résultats informatiques et sa vision du terrain" (Pasquier & al., 2013: 197).

Enfin, les cartes des dangers qui résultent de ces modélisations sont un outil certes essentiel pour l'aménagement du territoire, mais "sont par contre insuffisantes pour dimensionner des ouvrages de protection, car elles indiquent en premier lieu l'énergie des corps en mouvement et [...] leurs trajectoires possibles. L'énergie cinétique maximale ne permet pas à elle seule de

fixer les mesures à mettre en œuvre" (OFEV, 2016: 59-60). Là encore, l'expérience du géologue reste essentielle pour le choix du dimensionnement des ouvrages.

### ***Cartes de danger d'avalanches***

D'un point de vue législatif, l'entrée en vigueur des "Directives pour la prise en considération du danger d'avalanches lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire" en 1984 oblige les communes suisses concernées à se doter d'une carte de danger d'avalanches et de s'y référer lors de l'élaboration des plans d'aménagement (OFF/IFENA, 1984 ; DEAT/SFP, 1993).

L'étude des avalanches a commencé en Suisse après l'hiver catastrophique de 1951. Dès lors, les modèles de calcul utilisés pour la réalisation des cartes de danger d'avalanche ont varié avec les progrès techniques. Au début des années 1970, l'ingénieur du SLF Bruno Salm reprend l'idée d'Adolf Voellmy, qui postule que le mouvement d'une avalanche peut être considéré comme l'écoulement d'un mélange de particules fluides et solides. Salm propose "un modèle de calcul divisant le parcours d'une avalanche en une zone de déclenchement ou de départ, une zone d'accélération et une zone d'étalement. Chaque zone est caractérisée par sa pente moyenne" (SLF, 2019). Ce modèle appelé *Voellmy-Salm* permet aux ingénieurs de déterminer jusqu'où l'avalanche s'avancera dans sa zone d'étalement, de dimensionner les ouvrages de protection et de définir les zones rouges et bleues sur les cartes de danger. Pendant les années 1980 et 1990, les premiers logiciels de dynamique des avalanches apparaissent grâce au développement des technologies. En 1999, le modèle *AVAL-1D* remplace son prédécesseur. Dès 2010, le modèle 3D de dynamique des avalanches *RAMMS*, beaucoup plus avancé, est utilisé et peut prévoir "les évolutions des vitesses et des hauteurs d'avalanche ainsi que la forme prise par les dépôts d'avalanche sur le terrain" (SLF, 2019). Ces deux derniers modèles se basent sur les travaux de Voellmy et permettent une description plus réaliste des conditions de départ ainsi que du terrain sur lequel se déplace l'avalanche.

Ces modèles permettent de définir une carte des intensités des avalanches qui sert de base à la réalisation des cartes de danger (SLF, 2019). Les intensités propres à la cartographie des zones de danger d'avalanche sont les suivantes (SFCEP, 2019) :

- intensité forte: pression des avalanches égale ou supérieure à 30 kN/m<sup>2</sup>,
- intensité moyenne: pression des avalanches comprise entre 3 kN/m<sup>2</sup> et 30 kN/m<sup>2</sup>,
- intensité faible: pression des avalanches égale ou inférieure à 3 kN/m<sup>2</sup>.

Malgré leur précision, ces modèles comportent de nombreuses limites et il est nécessaire que les chercheurs calibrent les modélisations grâce à des reconstructions d'événements bien

documentés. De plus, les nuages de poudre ne peuvent toujours pas être modélisés et font encore l'objet d'une estimation des ingénieurs. Ces derniers travaillent sur "de nouveaux modèles pouvant décrire les différents mouvements des avalanches de poudre ou de neige humide, et vont les ouvrir vers la pratique dans un futur proche" (SLF, 2019).

### ***Cartes de danger de laves torrentielles***

Les recommandations pour la "prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire" entrent en vigueur en 1997 et obligent les communes suisses concernées à établir une carte de dangers hydrologiques et à en tenir compte dans les activités de l'aménagement du territoire (OFEE/OFAT/OFEPF, 1997). Les laves torrentielles, tout comme les inondations, sont concernées par ces directives. En Valais, "l'établissement des cartes de danger est du ressort du propriétaire du cours d'eau: le Canton pour le Rhône et le Léman, les communes pour les autres cours d'eau" (DTEE, 2010: 12). Ce chapitre s'intéresse aux spécificités de la cartographie de danger de laves torrentielles. Des spécificités existent pour la carte de danger d'inondations ; elles seront présentées dans un point suivant.

Tout comme pour les avalanches et les chutes de pierres, les cartes de danger de laves torrentielles sont établies grâce à des modélisations numériques. Les premières modélisations de laves torrentielles étaient faites avec des modèles en 2D, mais dès les années 2010, l'amélioration des MNT a permis le passage à une modélisation en 3D. En effet, en 2011, un module du logiciel *RAMMS* est mis en service par le SLF et le WSL pour la modélisation en 3D des laves torrentielles et l'évaluation de l'incidence des mesures de protection (SLF, 2019). Ce module est désormais utilisé partout en Suisse ainsi que dans d'autres pays et combine des méthodes numériques de pointe. La simulation calcule les causes et les trajets possibles d'une lave torrentielle selon les précipitations, le terrain et la déclivité (WSL, 2019).

*"Pendant leur écoulement, les laves torrentielles augmentent de volume par rapport à leur masse d'origine. Ceci a une influence sur la vitesse et la distance de coulée, le détachement de la lave torrentielle et, enfin, la force qui agit sur les objets tels que ouvrages de protection, ponts ou bâtiments lorsque la lave torrentielle dévale. RAMMS est en mesure de simuler ce comportement d'érosion d'une lave torrentielle."*

(SLF, 2019)

Les modélisations de *RAMMS* permettent d'obtenir une carte des intensités des laves torrentielles, servant de base à la réalisation des cartes de danger. Les intensités propres à la cartographie des zones de dangers de laves torrentielles sont les suivantes (DTEE, 2010) :

- intensité forte:  $h > 1$  m et  $v > 1$  m/s,
- intensité moyenne:  $h < 1$  m ou  $v < 1$  m/s,
- intensité faible: aucune.

$h$  = profondeur du dépôt de lave torrentielles et  $v$  = vitesse d'écoulement de la lave torrentielle

La compréhension des laves torrentielles est sans cesse rendue meilleure par les nombreuses études menées par le WSL sur l'Illgraben (Valais), l'un des cours d'eau à laves torrentielles les plus actifs des Alpes. En effet, les mesures effectuées permettent de calibrer le modèle grâce à la simulation d'événements documentés, améliorant ainsi les modélisations de ces phénomènes (SLF, 2019 ; WSL, 2019). L'établissement des zones de danger de lave torrentielle est donc facilité par ces simulations 3D, même, si comme pour les autres phénomènes, l'expérience de l'expert reste nécessaire pour gérer les limites de ces nouvelles technologies.

### ***Cartes de danger d'inondations***

Les modélisations d'inondation se font avec des modèles hydrodynamiques tels que *TELEMAC-2D*. Ce dernier est utilisé dans plusieurs domaines et étudie les crues, l'impact des différents types de construction (ponts, seuils, épis) et la rupture de barrages sur les inondations. A chaque fois, le modèle simule des écoulements en surface libre dans deux dimensions d'espace horizontal et calcule la profondeur de l'eau et les deux composantes de vitesse à chaque point du maillage (TELEMAC-MASCARET, 2019). Ce calcul prend en compte les obstacles naturels (topographie, affluents latéraux...) et artificiels (remblais de route ou de chemins de fer, passages souterrains...) et simule plusieurs scénarios (débordement ou rupture digue) selon différentes situations météorologiques.

La cartographie du danger d'inondations diffère de celle concernant les laves torrentielles en raison notamment des intensités considérées. Les intensités fournies par des modèles numériques permettent d'obtenir une carte des intensités d'inondations. Les cartes de danger d'inondations, découlant de ces modélisations, sont réalisées selon des intensités spécifiques (DTEE, 2010) :

- intensité forte:  $h > 2$  m ou  $v \times h > 2$  m<sup>2</sup>/s,
- intensité moyenne:  $2$  m  $> h > 0.5$  m ou  $2$  m<sup>2</sup>/s  $> v \times h > 0.5$  m<sup>2</sup>/s,
- intensité faible:  $h < 0.5$  m ou  $v \times h < 0.5$  m<sup>2</sup>/s.

$h$  = hauteur d'eau et  $v$  = vitesse d'écoulement de l'eau

Ce type de modèle est particulièrement dépendant de la précision du MNT utilisé qui peut influencer les résultats. Il requiert également une calibration grâce à la simulation d'événements historiques bien documentés.

## *b. Mesures actives*

### ***Mesures biologiques***

Les mesures biologiques sont l'un des types de mesures actives et comprennent principalement l'entretien de forêts protectrices, mais également la stabilisation des berges des cours d'eau avec de la végétation. Les populations alpines ont compris depuis longtemps la fonction protectrice des forêts vis-à-vis des avalanches, chutes de pierres et laves torrentielles. En effet, les forêts situées dans des zones de décrochement d'avalanches peuvent empêcher leur départ ou réduire les mouvements de la neige (Moulin, 2006). De plus, des arbres isolés et une forêt dense peuvent considérablement atténuer la puissance des pierres ou blocs en mouvement. Des arbres peuvent également être coupés à un mètre du sol et leurs troncs disposés en travers de la pente pour arrêter ces blocs (Moulin, 2011 ; OFEV, 2016 ; Portail des dangers naturels, 2019). Quant aux laves torrentielles, elles sont moins fréquentes et violentes lorsque les berges des torrents sont situées dans les zones forestières. Les racines stabilisent les berges et diminuent la charge des sédiments charriés par les cours d'eau, ce qui limite le déclenchement des laves torrentielles (PLANAT, 2019).

Dès le Moyen Âge, des lettres de ban sont promulguées à plusieurs endroits en Suisse pour interdire l'exploitation de certaines forêts comme à Andermatt en 1397 (Pont & Kramar, 2018). Cependant, en raison de la demande croissante de bois d'œuvre et de feu durant le XIX<sup>e</sup> siècle, les forêts de montagne ont été surexploitées et leurs surfaces ont diminué fortement. Ces forêts ne pouvant plus remplir leur rôle protecteur, des catastrophes naturelles ont eu lieu et ont été attribuées à ce déboisement intensif (Vischer, 2003). En réponse à cela, les zones boisées ont été protégées sur tout le territoire national grâce à la "loi fédérale sur la police des forêts" édictée en 1876. À partir de cette date, un reboisement et un entretien durable ont remplacé progressivement la surexploitation qui avait lieu auparavant (Pont & Kramar, 2018).

Actuellement, 40% des forêts suisses ont une fonction de protection. En Valais, ce nombre monte même à 87% en raison de la topographie du canton et de la densité d'utilisation du territoire (SFCEP, 2019). Dans ce canton, les zones de décrochement d'avalanches se situant le plus souvent au-dessus de la limite des forêts, le reboisement est rarement utilisé dans les projets de défense contre les avalanches ; il l'est en revanche dans ceux contre les chutes de pierres, les laves torrentielles et les glissements de terrain (DEAT/SFP, 1993).

Vieillissante, souffrant d'insectes ravageurs et du changement climatique, la forêt suisse doit être entretenue pour remplir aujourd'hui sa fonction de protection. C'est pourquoi un

entretien adapté est réalisé par les triages forestiers, qui effectuent des coupes de bois et des soins aux jeunes arbres afin de rajeunir les forêts. Le maintien d'une forêt protectrice permet également de limiter la construction d'ouvrages de protection souvent chère à la réalisation et à l'entretien. Pour ces raisons, les travaux des triages forestiers sont subventionnés par la Confédération et les cantons (Moulin, 2006 ; Moulin, 2011). Lorsque la forêt protectrice ne peut pas suffisamment protéger les biens menacés, des ouvrages de protection sont construits. Ils sont spécifiés ci-dessous selon les différents phénomènes naturels étudiés.

### ***Ouvrages de protection contre les chutes de pierres et de blocs***

En plus du rôle très important de la forêt protectrice, des ouvrages peuvent être construits pour protéger des secteurs menacés. "La conception des mesures de protection contre les processus de chute tient compte du type de mouvement, de la masse, de la taille, de la hauteur de rebond, de la vitesse et de l'énergie des composantes mobilisées. Elle nécessite aussi de connaître leurs trajectoires et leur répartition dans l'espace" (OFEV, 2016: 59). Une distinction est faite entre les mesures appliquées dans la zone d'arrachement et celles dans la zone de transit et de dépôt des chutes de pierres et des blocs. Dans la zone d'arrachement, on recourt en cas de besoin à des ancrages ou des minages contrôlés des compartiments rocheux instables. Du béton projeté est aussi parfois appliqué pour prévenir l'altération de la roche et des filets plaqués ou de treillis sont posés pour recouvrir les zones instables. Dans la zone de transit et de dépôt, le but est de freiner au maximum les blocs. Ainsi des galeries de protection, des digues ou des filets pare-pierres sont construits pour protéger des objets menacés (routes, bâtiments...) (OFEV, 2016 ; PLANAT, 2019).

Le choix des mesures de protection est dicté par des critères économiques et techniques ainsi qu'en fonction du degré de danger. En effet, la réalisation d'ouvrages de protection dépend de "facteurs comme l'accessibilité, la place disponible et les contraintes liées à l'entretien. Le coût de la construction joue aussi un rôle décisif" (OFEV, 2016: 60). Pour ces raisons, il n'est parfois pas possible de lutter avec des mesures constructives contre les chutes de pierres et de blocs.

### ***Ouvrages de protection contre les avalanches***

Des ouvrages de protection concernant les avalanches commencent à être construits en Suisse à partir du XVIII<sup>e</sup> siècle. À Loèche-les-Bains (Valais), deux murs conducteurs paravalanches sont érigés dans les années 1720-1721 et constituent parmi les premiers témoins de ce type de construction (Pont & Kramar, 2018). Ce n'est qu'après les avalanches de l'hiver de 1950-1951, qui emportent en Suisse 1'301 personnes et causent la mort de 98 d'entre elles, que des

mesures de protection plus importante sont prises dans tout le pays (SFP, 2009). Cet hiver catastrophique donne une impulsion remarquable aux recherches et marque le début de la construction moderne d'ouvrages paravalanches (OFEV, 2011). Encouragés par une politique fédérale de subventionnement, plus de 500 km d'ouvrages de retenue ont été installés à ce jour en Suisse. En Valais, entre 1950 et 1993, 123 km d'ouvrages de retenue ont été réalisés sur une surface de 16'450 ha (Wuilloud, 1994). En 1993, par exemple, 61 millions de francs (dont 10,02 millions de francs pour le Valais) ont été mis à disposition par la Confédération pour le soutien de mesures de défense (DEAT/SFP, 1993).

Une distinction est à faire entre les mesures constructives adaptées aux zones de décrochement des avalanches et celles prévues pour les zones d'écoulement et d'arrêt des avalanches (DEAT/SFP, 1993). Les ouvrages de retenue évitent le déclenchement des avalanches. Les claies métalliques (ou paravalanches) en sont un exemple et sont les ouvrages les plus communs en Valais (fig. 12). Lorsque l'avalanche est déjà partie, des digues ou des tas freineurs peuvent la dévier, la freiner ou l'arrêter. Les galeries permettent également de protéger des lignes étroites dans des traversées menacées par les avalanches (DEAT/SFP, 1993).



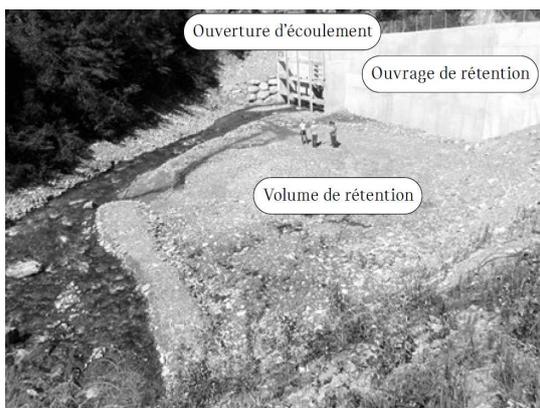
**Figure 12:** Claies métalliques sur le Petit Chavalard au-dessus de Fully  
(source: <https://www.altituderando.com/Grand-Chavalard-2899m-par-l-Erie>, consulté le 22.01.2020)

### ***Ouvrages de protection contre les laves torrentielles***

Il semblerait que les premières mesures de protection des torrents contre les laves torrentielles datent du début du XIX<sup>e</sup> siècle en Valais comme en Suisse (Vischer, 2003). "Ces travaux consistaient à l'origine en la création de petits ouvrages en bois qui barraient la gorge ou le val, afin de rompre l'énergie cinétique de l'eau et, par le fait même, le processus d'érosion qui lui était lié" (De Kalbermatten, 1985: 95). En cassant la pente et en stabilisant les

rives, ces ouvrages permettaient de ralentir les laves torrentielles et de stocker d'importants volumes de matériaux charriés. En ce sens, plusieurs petits seuils en bois ont été répartis en Valais, vers 1833 sur la Bonne Eau, vers 1850 sur le Mauvoisin, vers 1860 sur le Trient, vers 1865 sur la Sionne et vers 1873 sur le Saxonnez. Rapidement, ces constructions relativement fragiles ont été remplacées par des seuils en pierres, puis en maçonnerie et en béton dès la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Ces nouveaux matériaux permettent de construire des seuils moins nombreux et plus haut. En effet, les seuils en béton peuvent mesurer plusieurs dizaines de mètres comme ceux construits de 1971 à 1984 sur le torrent Saint-Barthélémy, entre Evionnaz et Saint-Maurice (De Kalbermatten, 1985).

Actuellement, d'autres ouvrages de protection contre les laves torrentielles sont mis en place. Une distinction est à faire entre les mesures constructives appliquées dans la zone de transit et celles dans la zone de dépôt de la lave torrentielle. Dans la zone de transit, les mesures constructives englobent, en plus des barrages en torrent présentés ci-dessus, des digues latérales permettant de limiter le débordement en dehors du chenal. Dans la zone de dépôt,



des bassins de rétention ou dépotoir à alluvions retiennent les matériaux charriés et laissent passer uniquement la phase liquide par une ouverture (OFEV, 2017) (fig. 13). A noter que l'entretien de ces bassins entre deux événements est primordial afin qu'ils remplissent toujours leur fonction.

**Figure 13:** Dépotoir à alluvions sur la Fare, près de Riddes (Valais) (source: OFEV, 2017: 3)

Lorsque des laves torrentielles coupent régulièrement des axes de communication, des galeries peuvent être construites. Destinés à être emportés, des ponts "fusibles" sont parfois préférés en raison de leur faible coût et de leur facile remplacement. Par exemple, des ouvrages de réserve existent pour les dix ponts fusibles recensés dans l'Entremont (Valais) et peuvent être remplacés quelques heures seulement après avoir été emportés. Cette solution amène donc le risque à un niveau tout à fait acceptable, surtout si elle est combinée avec un système de détection (Rausis, 2019). Ainsi, tout comme pour les autres phénomènes naturels présentés, les ouvrages sont mis en place selon les possibilités économiques et techniques.

## ***Ouvrages de protection contre les inondations***

En Suisse, des protections locales de stabilisation du lit de cours d'eau au moyen d'ouvrages de protection existaient déjà au Moyen Âge. En Valais, "aussi loin que l'on puisse remonter, il paraît bien que la première correction de torrent historiquement reconnue [...] fut celle de la Dranse à Martigny" (De Kalbermatten, 1985: 95). En 1310, des caissons en bois réalisés avec des branches de vernes et de mélèzes et complétés par des fascines ont été mis en place afin de protéger la population contre les risques de crues. Ces barrières étaient en quelque sorte les précurseurs des digues longitudinales actuelles (De Kalbermatten, 1985). Puis, de nombreux ouvrages comme des traversières, (perpendiculaires au courant), des digues offensives (obliques au courant) ou des digues défensives (parallèles au courant) sont construits dans toute la Suisse tout au long du Moyen Âge. Cependant, ces interventions très ponctuelles, n'incluant pas l'intégralité des tronçons, n'améliorait guère la situation des riverains et occasionnaient des confrontations entre les communes (Borgeat-Theler, 2008). En effet, "comme elles repoussaient les eaux de crue d'une rive vers l'autre, leur édification revenait à rejeter les atteintes aux berges chez le voisin" (Vischer, 2003: 40).

Ce n'est qu'à partir du XIX<sup>e</sup> siècle que des constructions d'ouvrages contre les crues considèrent l'intégralité des tronçons. Ces ouvrages longitudinaux (digue), transversaux (épis) ou de stabilisation des berges étaient réalisés avec des matériaux "qu'on pouvait trouver et travailler sur place, tels que saules, troncs massifs, gravier et blocs. [...] Cette époque a vu se développer des constructions mixtes typiques en bois et en pierre, qui empêchaient notamment que le bois ne soit emporté par le courant" (Vischer, 2003: 44). La limitation des inondations est également possible par d'autres moyens tels que la déviation de cours d'eau (notamment dans des lacs), le dragage du fond du lit, la mise en place de puits de décompression afin d'éviter les renards hydrauliques, et le creusement de canaux de drainage qui permet d'abaisser le niveau de la nappe phréatique. De plus, les ingénieurs ont creusé des canaux de drainage et ont construit des stations de pompage afin d'évacuer l'eau des terrains en cas d'inondations (Vischer, 2003 ; PA-R3, 2015).

Ainsi, jusqu'à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, la protection contre les crues en Suisse a essentiellement reposé sur l'aménagement des cours d'eau, avec la mise en place de mesure constructives, et sur la rétention des crues grâce aux barrages hydroélectriques (Vischer, 2003). Ce n'est que récemment que des mesures organisationnelles et d'aménagement du territoire ont pris une importance considérable afin d'éviter la construction et l'entretien de ces coûteux ouvrages.

### c. Mesures organisationnelles

Les alarmes et évacuations de villages ne sont pas nouvelles. Autrefois, il était certes quasiment impossible pour les populations d'anticiper un phénomène naturel. Elles pouvaient cependant donner l'alerte lorsqu'il se réalisait afin que les habitants puissent se mettre à l'abri. En plus d'appeler les fidèles à la messe, les cloches des églises servaient à sonner le tocsin pour alerter la population en cas de catastrophes. A partir du XIX<sup>e</sup> siècle, les premières mesures organisationnelles apparaissent. L'un des exemples les plus documentés est la débâcle glaciaire du Giétro qui eut lieu le 16 juin 1818 dans le Val de Bagnes (Valais), à l'emplacement de l'actuel barrage du Mauvoisin. Cet événement est un témoin des premières mesures de gestion du risque en Valais avec la mise en place de travaux préventifs, d'un système de surveillance, de mesures de protection et de financement pour éviter des catastrophes futures (Weissbrodt, 2018). En effet, "les autorités mettent en place dès le 12 mai [1818] un système d'alarme constitué d'une série de bûchers qui va du Mauvoisin jusque dans la vallée du Rhône. Les signaux visuels et sonores sont doublés de l'interdiction de sonner les cloches, de faire des feux ou de tirer des coups de fusil" (Weissbrodt, 2018: 7). Malheureusement, plusieurs fausses alertes se produisent et certains bûchers ne sont pas remis en place au moment fatidique, si bien que lors de cette débâcle 36 personnes trouvent la mort.

De nos jours, les mesures organisationnelles englobent d'une part les activités planifiées avant un événement afin de limiter l'étendue des dommages comme l'observation sur le terrain, la prévision, l'alerte et la transmission de l'alarme aux autorités et à la population, et comprennent d'autre part les activités mises en œuvre pendant un événement comme la fermeture des régions touchées, l'installation de mesures de protection mobiles, l'évacuation et la prise en charge des personnes concernées (OFEV, 2019). La préparation et la réalisation de ces mesures incombent en principe aux spécialistes des dangers naturels, aux organes de conduite communaux (EMCC) et aux unités d'intervention (police, pompiers, protection civile, armée...) (OFEV, 2016).

D'un point de vue légal, la *Loi fédérale sur la protection de la population et sur la protection civile* du 4 octobre 2002 (LPPCi, 2002) pose le cadre légal de la protection contre les dangers naturels. En résumé, elle stipule que "les cantons sont compétents en matière de protection de la population en cas d'événement naturel. Ils règlent et exécutent ces tâches en collaboration avec les communes. Lors d'un événement majeur, la Confédération peut en accord avec les cantons prendre en charge la coordination et la conduite de la gestion de la crise" (OFEV, 2019). Le 15 février 2013, le canton du Valais se dote d'une loi d'application de la

LPPCi (2002), la *Loi sur la protection de la population et la gestion des situations particulières et extraordinaires* (LPPEX, 2013). Cette dernière assure la mise en place de personnes responsables de la conduite à l'échelon cantonal, par l'organe cantonal de conduite (OCC) et, à l'échelon communal, par les états-majors de conduite communaux (EMCC) ou régionaux (EMCR). Avant 2013, des EMCC ou EMCR pouvaient néanmoins exister selon les communes, mais leur inscription dans les bases légales est quant à elle plus récente. Enfin, les spécificités des mesures organisationnelles relatives aux différents phénomènes naturels étudiés sont présentées ci-dessous.

### ***Mesures organisationnelles contre les chutes de pierres et de blocs***

Les chutes de pierres et de blocs sont des mouvements brutaux et rapides qui se produisent souvent sans signes préalables (Morard & al., 2009 ; PLANAT, 2019). "Lorsqu'un périmètre menacé ne peut pas être sécurisé complètement, la mise en œuvre de systèmes de surveillance, d'alarme et d'alerte permet néanmoins de protéger les personnes à un coût modéré" (OFEV, 2016: 67).

Les méthodes appliquées pour la surveillance des mouvements de terrain sont divisées en trois types: mesures ponctuelles, linéaires et couvrant l'ensemble d'un territoire. Un exemple de mesures ponctuelles est la pose d'un extensomètre qui mesure l'ouverture d'une fissure. Comme mesure linéaire, il est possible de placer un inclinomètre dans un trou de forage afin de mesurer la déformation du sous-sol. Les mesures couvrant l'ensemble d'un territoire sont utilisées dans des régions où l'extension et l'activité des instabilités sont inconnues. Des exemples sont l'utilisation de LIDAR, INSAR ou la comparaison de photos aériennes. Mis à part ces éléments, des panneaux de signalisation routière, des systèmes de fermeture des routes ou des mesures d'évacuation peuvent être mis en place (OFEV, 2016).

### ***Mesures organisationnelles contre les avalanches***

Les mesures organisationnelles de protection contre les avalanches sont le déclenchement artificiel des avalanches, l'alerte, les coupures de circulation et l'évacuation. Ces mesures sont mises en œuvre à court terme lorsque la situation au niveau des avalanches devient critique.

Par exemple, "un système d'alarme peut détecter directement une descente d'avalanche par radar ou géophone, et déclencher alors automatiquement la coupure d'un axe de circulation. Les autorités élaborent, sur la base des cartes de danger, des cartes d'intervention. Avec ces cartes, les états- majors peuvent préparer leurs interventions concernant un événement donné" (SLF, 2019). Des chargés de sécurité ou observateurs régionaux en dangers naturels

sont également formés et ont pour tâche de surveiller l'évolution du manteau neigeux (réalisations de profil...) et de conseiller les décideurs (autorités communales, voyers) en situation de danger. Ils couvraient jusqu'à récemment uniquement les communes concernées par le danger d'avalanches mais leur champ d'activité a été élargi, depuis l'année 2019 en Valais, aux dangers liés aux cours d'eau et aux instabilités de terrain (SFCEP, 2019). Dans tous les cantons concernés par les avalanches, des observateurs fixes et mobiles du SLF transmettent également les départs de coulées, les signes d'alerte observés et souvent également une évaluation du danger d'avalanches du moment (SLF, 2019). Toutes ces mesures sont apparues progressivement avec l'avancée des technologies, ainsi que les enseignements tirés des précédents événements comme ceux de février 1999 (SFP, 2009).

### ***Mesures organisationnelles contre les laves torrentielles***

Les laves torrentielles sont des phénomènes rapides et violents qu'il est difficile de prévoir. L'une des mesures organisationnelles actuelles pour les anticiper est la mise en place de systèmes d'observation et d'alerte comme c'est le cas pour l'Illgraben (Valais). Depuis 2007, un système d'alerte à plusieurs niveaux a été installé afin de pouvoir évacuer les habitants du village de la Souste et de pouvoir prévenir la commission locale de sécurité en cas de danger. Différents appareils de mesures, comme des géophones ou des radars, ont été installés et permettent de détecter la présence de laves torrentielles. L'alarme est donnée par un signal sonore et des flashes lumineux qui informent les résidents et les touristes du danger imminent (SLF, 2019).

Néanmoins, de manière générale, il reste "très difficile de mettre en œuvre un dispositif d'alarme contre les débordements de laves torrentielles, car un torrent peut subir des précipitations avec ou sans formation de lave et quelques minutes seulement séparent le déclenchement de la lave de son arrivée sur le cône de déjection" (PLANAT, 2019). En effet, les orages violents très localisés pouvant déclencher une lave torrentielle s'avèrent souvent difficiles à anticiper et à localiser précisément par les modèles météorologiques du fait de leur rapide développement (MétéoSuisse, 2012). De plus, la conception du système d'alarme de l'Illgraben a bénéficié des nombreuses expériences et projets de recherche effectués sur ce torrent, en raison de la fréquence élevée des épisodes de coulées (SLF, 2019). Dans d'autres localités où la fréquence des laves est moins importante, de tels investissements ne sont parfois pas justifiables.

## ***Mesures organisationnelles contre les inondations***

Contrairement aux autres phénomènes étudiés, les inondations sont des processus plutôt lents et plus faciles à prévoir lorsqu'elles concernent de grands cours d'eau. Des mesures doivent être mises en place avant qu'un événement ait lieu. Il s'agit par exemple de prévoir des chemins de fuite et d'établir un concept d'alarme en veillant à ce que les centres d'hébergement d'urgence restent opérationnels. Des mesures temporaires comme des barrages de sacs de sable peuvent aussi être mises en œuvre pour protéger des objets (PLANAT, 2019).

Quand les conditions météorologiques prédisent un danger de crue, plusieurs mesures sont prises. Tout d'abord, l'évolution de la situation météorologique est observée attentivement, des valeurs de débits sont mesurées régulièrement, et des observations sont faites sur le terrain afin d'obtenir des informations sur l'état de la situation. Puis, lorsqu'un certain seuil défini est franchi, l'alerte est donnée dans les régions menacées et certains secteurs sont évacués selon les plans préétablis. "Le délai à disposition dépend de la déclivité et de la taille du bassin versant: plus il est petit, moins il y a de temps pour donner l'alerte" (PLANAT, 2019).

### ***d. Mesures individuelles***

Les mesures individuelles englobent la couverture d'assurance et l'état de renseignement d'un individu. Depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle déjà, les Suisses commencent à s'assurer contre les incendies, la grêle et la mort du bétail. Jusqu'alors, il s'agissait surtout de prévoyance individuelle, de charité chrétienne et de solidarité. D'abord soumise à un cadre cantonal, ce n'est que depuis 1848 que l'organisation des assurances se modernise et se fait à une échelle nationale. La demande de protection n'a dès lors cessé d'augmenter avec le développement de la société industrielle. Cette protection est aujourd'hui essentiellement garantie par les compagnies d'assurances qui rendent les risques acceptables pour les individus et l'Etat en réduisant les coûts économiques causés par une catastrophe (Pont & Kramar, 2018).

En Suisse, les deux principales assurances sont l'assurance ménage et l'assurance immobilière. La première n'est pas obligatoire mais "fortement conseillée car elle assure tous les biens mobiliers se trouvant chez soi" (Pont & Kramar, 2018: 14). L'assurance immobilière couvre les dommages causés aux bâtiments. Elle est obligatoire, que ce soit pour les locataires ou pour les propriétaires. Cette assurance se souscrit dans les établissements cantonaux d'assurances dans les 19 cantons qui se sont regroupés en la matière, ou auprès d'une assurance privée dans les autres cantons (GE, VS, TI, OW, UR, SZ et AI). L'association des établissements

cantonaux d'assurance (AECA) assurent plus de 2 millions de bâtiments contre les dommages dus au feu et aux éléments naturels, ce qui représente 80% des valeurs immobilières en Suisse et un capital assuré de plus de 2'000 milliards de francs suisses (AECA, 2019).

Un deuxième type de mesures individuelles est le renseignement, lorsque cela est possible, au sujet de la situation et des mesures à prendre, ainsi que l'évitement des pratiques à risques. Concernant les avalanches, il s'agit par exemple de fermer les volets donnant sur la montagne et de rester dans son bâtiment lorsque le danger est élevé. A propos des chutes de pierres et de blocs, il est conseillé d'éviter les zones menacées, habituellement indiquées par un panneau de signalisation, et de ne pas s'arrêter plus que nécessaire sous les parois rocheuses. Enfin, en cas de crue, il est important d'observer l'évolution des conditions météorologiques, de préparer du matériel de protection et de ne pas entreposer des biens de valeur ou des substances dangereuses dans des zones menacées (caves, sous-sols, rez-de-chaussée...) (PLANT, 2019).

### **4.2.3. Présentation du cadre législatif**

Depuis l'entrée du Valais dans la Confédération en 1815 et la création de l'Etat fédéral en 1848, le canton du Valais applique les lois fédérales. Ainsi, la prise en compte des dangers naturels dans l'aménagement du territoire dépend des structures fédérales et cantonales. Les lois en vigueur à ces différents niveaux déterminent un cadre législatif qu'il convient de présenter dans ce chapitre.

Avant la *Loi fédérale sur l'aménagement du territoire* promulguée le 22 juin 1979 (LAT, 1979), les communes n'avaient aucune obligation d'établir un plan d'affectation des zones (PAZ) et les constructions pouvaient se faire n'importe où. Certaines fois, des communes avaient déjà réalisé des plans qui ressemblaient à des PAZ mais qui planifiaient uniquement la zone à bâtir et pas le reste de leur territoire. Après l'entrée en vigueur de la *Loi concernant l'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire* du 23 janvier 1987 (LcAT, 1987), le Valais se dote d'un outil légal de planification de tout le territoire. Les articles 11 et 31 de cette loi donnent des indications quant à la prise en considération des dangers naturels dans l'aménagement du territoire.

- *Art. 11 : "Les communes établissent pour l'ensemble du territoire communal un plan d'affectation des zones définissant au moins les zones à bâtir, les zones agricoles et les zones à protéger. [...] Elles prévoient à titre indicatif les zones régies par la législation spéciale, notamment l'aire forestière, les zones de danger, de nuisances et de protection des eaux."*

- *Art. 31 : "Les zones de danger comprennent les portions du territoire qui sont d'expérience exposées aux catastrophes naturelles ou qui sont de manière prévisible menacées par de telles catastrophes (avalanches, instabilités de terrain, inondations ou autres dangers naturels). Aucune construction ne peut être autorisée dans ces zones si son implantation est de nature à mettre en danger les personnes, les animaux et d'autres biens importants. Les portions du territoire qui, en raison de leur exposition aux dangers des éléments naturels, ne peuvent être bâties ou qui ne peuvent l'être que dans une mesure réduite, doivent être indiquées dans le plan d'affectation des zones comme zones de danger. Le propriétaire du fonds peut apporter la preuve que les dangers qui menacent le bien-fonds ou son accès ont été écartés par des mesures de sécurité."*

Dans les années 1980, la notion d'entretien d'une forêt protectrice ainsi que la mise en place d'ouvrages de protection contre les avalanches était déjà bien répandue, notamment en raison de l'impulsion qu'avait causé l'hiver meurtrier de 1951 (Wuilloud, 1994 ; OFEV, 2011). Ainsi, les directives fédérales concernant la prise en compte du danger d'avalanches dans l'aménagement du territoire datent de 1984, alors que celles pour les dangers géologiques et hydrologiques arrivent en 1997, résultant entre autres d'événements comme l'éboulement de Randa en 1991, ainsi que les inondations de 1987 et 1993 (OFF/IFENA, 1984 ; OFAT/OFEE/OFEFP, 1997 ; OFEE/ OFAT/OFEFP, 1997 ; OFEV, 2011).

Les lois fédérales importantes prenant en compte ces aspects dépendent des processus naturels. La *Loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau* du 21 juin 1991 (LACE, 1991) régit par exemple la protection contre les dangers hydrologiques.

- *Art. 3: "Les cantons assurent la protection contre les crues en priorité par des mesures d'entretien et de planification. Si cela ne suffit pas, ils prennent les autres mesures qui s'imposent telles que corrections, endiguements, réalisation de dépotoirs à alluvions et de bassins de rétention des crues ainsi que toutes les autres mesures propres à empêcher les mouvements de terrain [...]."*

En revanche, c'est la *Loi fédérale sur les forêts* qui offre une base légale pour la protection contre les avalanches et les dangers géologiques. Elle date du 4 octobre 1991 (LFor, 1991).

- *Art. 19 : "Là où la protection de la population ou des biens d'une valeur notable l'exige, les cantons doivent assurer la sécurité des zones d'avalanches, de glissements de terrain, d'érosion et de chutes de pierres et veiller à l'endiguement forestier des torrents [...]."*
- *Art. 36 : "La Confédération alloue aux cantons, sur la base de conventions-programmes, des indemnités globales pour les mesures destinées à protéger la population et les biens d'une valeur notable contre les catastrophes naturelles [...]."*

Sur le plan cantonal, la *Loi cantonale sur les forêts* est édictée le 28 mars 1996 (LcFor, 1996).

- *Art. 47 : "Le canton soutient, par l'octroi de subventions allant jusqu'à 90 pour cent des coûts reconnus, les études de base et toutes mesures constructives ou organisationnelles destinées à protéger la population et les biens de valeur notable contre les dangers naturels."*

- Art. 48 : "Le canton soutient la création, l'entretien et la remise en état des forêts protectrices et de leurs infrastructures, par l'octroi de subventions allant jusqu'à 90 pour cent des coûts reconnus."
- Art. 51 : "Les bénéficiaires de contributions financières [...] sont tenus d'entretenir dûment les ouvrages et biens subventionnés, de maintenir leur fonctionnalité et de les utiliser selon leur affectation."

Quant à la *Loi cantonale sur l'aménagement des cours d'eau*, elle date du 15 mars 2007 (LcACE, 2007) et remplace celle de 1932.

- Art. 5 : "La protection contre les crues doit en priorité être assurée par l'entretien des cours d'eau et par des mesures passives, telles que l'aménagement du territoire ou des systèmes de prévision et d'alerte. Lorsque de telles mesures sont insuffisantes, inopportunes ou impossibles, des mesures actives doivent être prises [...]."
- Art. 16 : "Les projets de zones de danger concernant les inondations potentielles sont élaborés et reportés sur des plans: a) par le département pour le Rhône et le lac Léman; b) par le conseil municipal pour les autres cours d'eau."

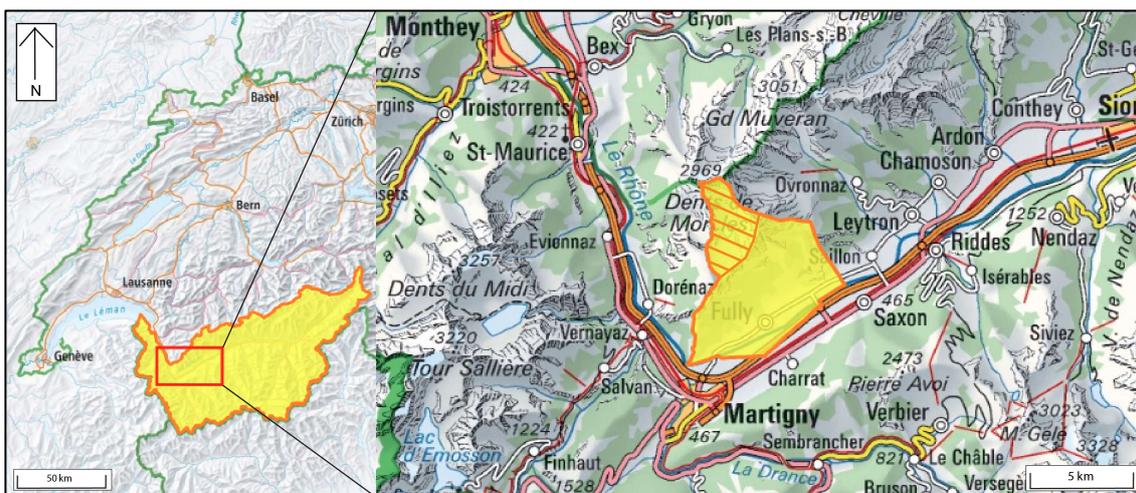
Il en ressort qu'historiquement, la gestion des avalanches et des chutes de pierres a toujours été faite selon les lois sur les forêts tandis que la gestion des dangers hydrologiques l'a été à travers les lois sur l'aménagement des cours d'eau. De plus, ce sont les communes qui sont responsables de la gestion des dangers naturels présents sur leur territoire (excepté pour le Rhône qui est géré de manière cantonale). Les communes touchent des subventions fédérales et cantonales (jusqu'à 90%) pour la mise en place d'ouvrages de protection et pour leur entretien. Qui plus est, elles accordent les autorisations de construire selon le degré de danger de la parcelle concernée, de même que le préavis des autorités cantonales en cas de besoin. Enfin, les communes sont responsables d'établir des cartes de danger (géologiques, hydrologiques et nivologiques) pour leur territoire et de les tenir à jour, obligatoirement lors de l'élaboration d'un nouveau PAZ. Les différents services cantonaux sont d'ailleurs tenus de contrôler que les communes appliquent la législation en vigueur.

## 5. SITE D'ETUDE

Ce chapitre a pour but de présenter le site d'étude et expose successivement les contextes géographique, géologique, hydrographique et météorologique propres à la commune de Fully.

### 5.1. Contexte géographique

La commune de Fully se situe dans le district de Martigny, dans le Bas-Valais. Son centre se trouve à une altitude de 460 m à 6 km à l'est de Martigny et à 24 km à l'ouest de Sion, chef-lieu du canton du Valais. Fully est bordée au nord par les communes de Bex et Leytron, à l'est par Saillon et Saxon, au sud par Charrat et à l'ouest par Martigny, Dorénavant et Collonges (fig. 14). Dans le cadre de ce travail, seul le territoire de la commune allant des montagnes surplombant directement les villages jusqu'à la plaine est pris en considération, puisque c'est dans cette zone que les phénomènes naturels menacent directement la population et ses biens. La zone des hauts de Fully (région de Sorniot, au nord-ouest de la commune) n'entre pas dans la zone étudiée, puisqu'aucun bâtiment n'est menacé (fig. 14). Le site d'étude est délimité par un encadré rouge sur les figures 15 et 16.

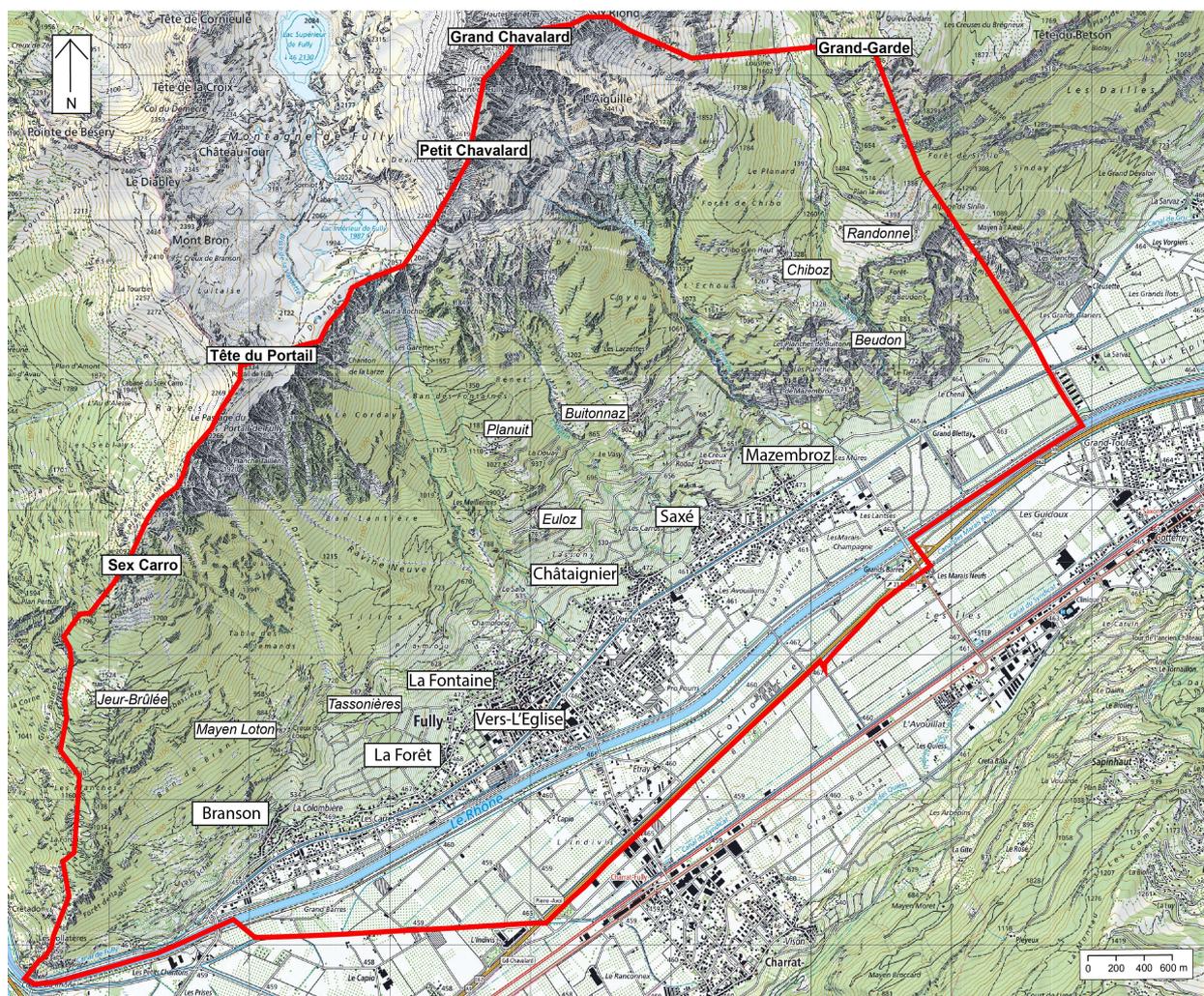


**Figure 14:** Situation de la commune de Fully. La zone hachurée ne fait pas partie de la zone d'étude (fond topographique: Swisstopo, 2019).

Les habitations de la commune de Fully ont d'abord été construites sur le coteau, à l'abri des crues du Rhône, et c'est là qu'on y trouve les sept vieux villages (d'ouest en est) : Branson (503 m), La Forêt (468 m), Vers l'Eglise (465 m), La Fontaine (504 m), Châtaignier (472 m), Saxé (468 m) et Mazembroz (473 m). Puis avec l'endiguement du Rhône, les constructions se sont répandues dans la plaine (entre 459 et 462 m) et le tissu urbain fulliérain relie désormais tous les villages sur près de 8 km (Commune de Fully, 2019). Fully comporte également huit hameaux de moyenne montagne (d'ouest en est) : Jeur-Brûlée (1'524 m), Mayen Loton (884 m), Tassonières (687 m), Planuit (1'110 m), Euloz (806 m), Buitonnaz (902 m), Chiboz (1'328 m)

et Beudon (881 m) (fig. 15 et 16). Le village de Randonne (1'313 m) se situait au-dessus de Beudon. Il fut abandonné et rasé en 1930 et est désormais un alpage (SFP, 2009). Le village de Vers l'Eglise est le chef-lieu de la commune. C'est là que sont situés les bâtiments principaux (écoles, maison de commune, commerces, église...) et la majeure partie de la population. Les sommets surplombant les villages sont le Sex Carro (2'091 m), la Tête du Portail (2'335 m), le Petit Chavalard (2'560 m), le Grand Chavalard (2'901 m) et la Grand-Garde (2'145 m) (fig. 15 et 16). En raison du grand dénivelé entre la plaine et ces sommets pour une faible distance horizontale, le coteau fullériain est raide, sa pente moyenne est supérieure à 30° (fig. 17).

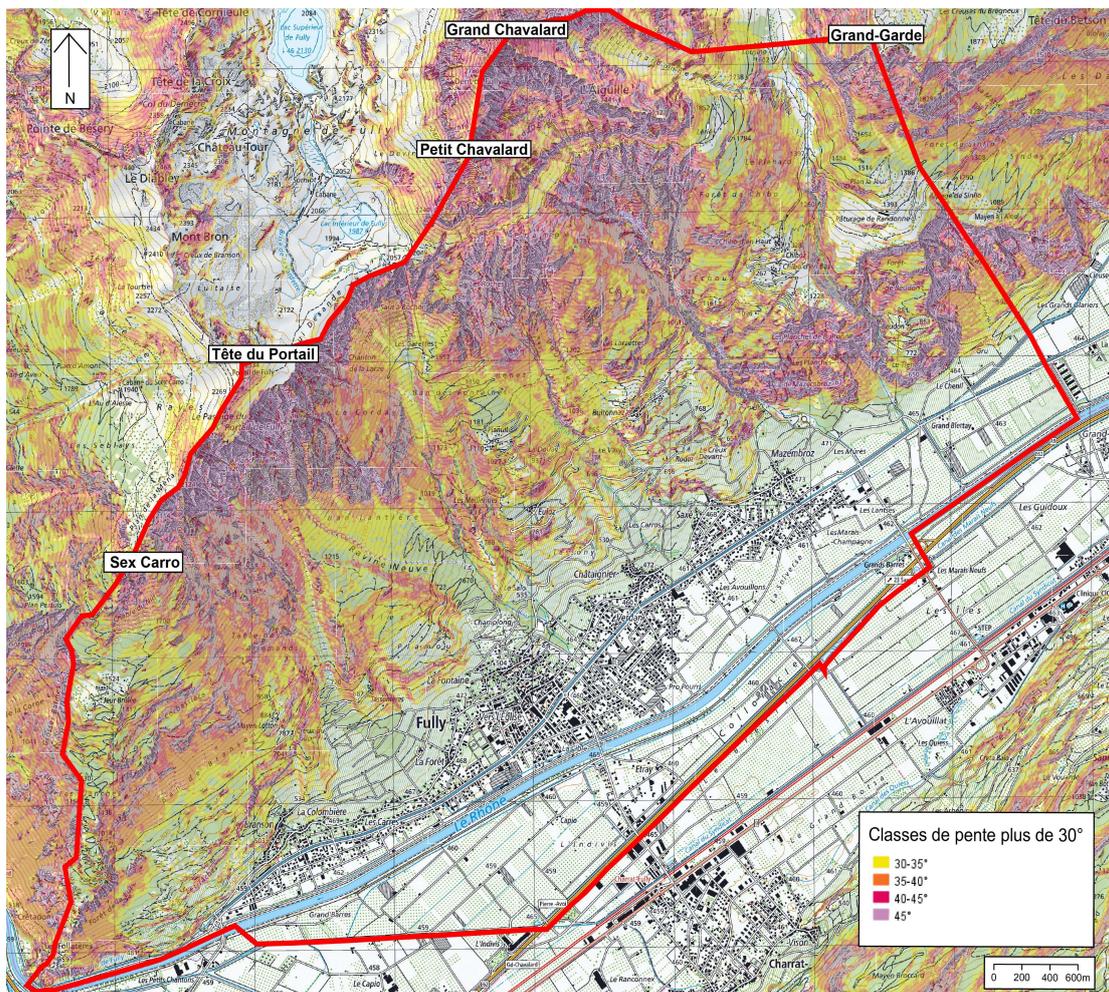
Le coteau est principalement occupé par des vignes jusqu'à l'altitude de 800 voire 900 m. Des forêts de feuillus, puis de conifères se succèdent jusqu'à 2'000 m, suivies plus haut par des prairies alpines et des pierriers. Les habitations ainsi que les cultures maraîchères et fruitières sont principalement situées dans la plaine. Ainsi, sur les 3'779 ha du territoire total de la commune de Fully, 5,6% correspond à des surfaces habitées (avec infrastructures), 30,6% à des surfaces cultivées, 27,7% à des forêts et 36,1% à des surfaces improductives (fig. 16) (Commune de Fully, 2019).



**Figure 15:** Villages, hameaux et montagnes de la commune de Fully. L'encadré rouge représente la zone d'étude (fond topographique: Swisstopo, 2019).



**Figure 16:** Villages, hameaux et montagnes de la commune de Fully. Le site d'étude est signalé en rouge (image de 2009 prise sur Google Earth).

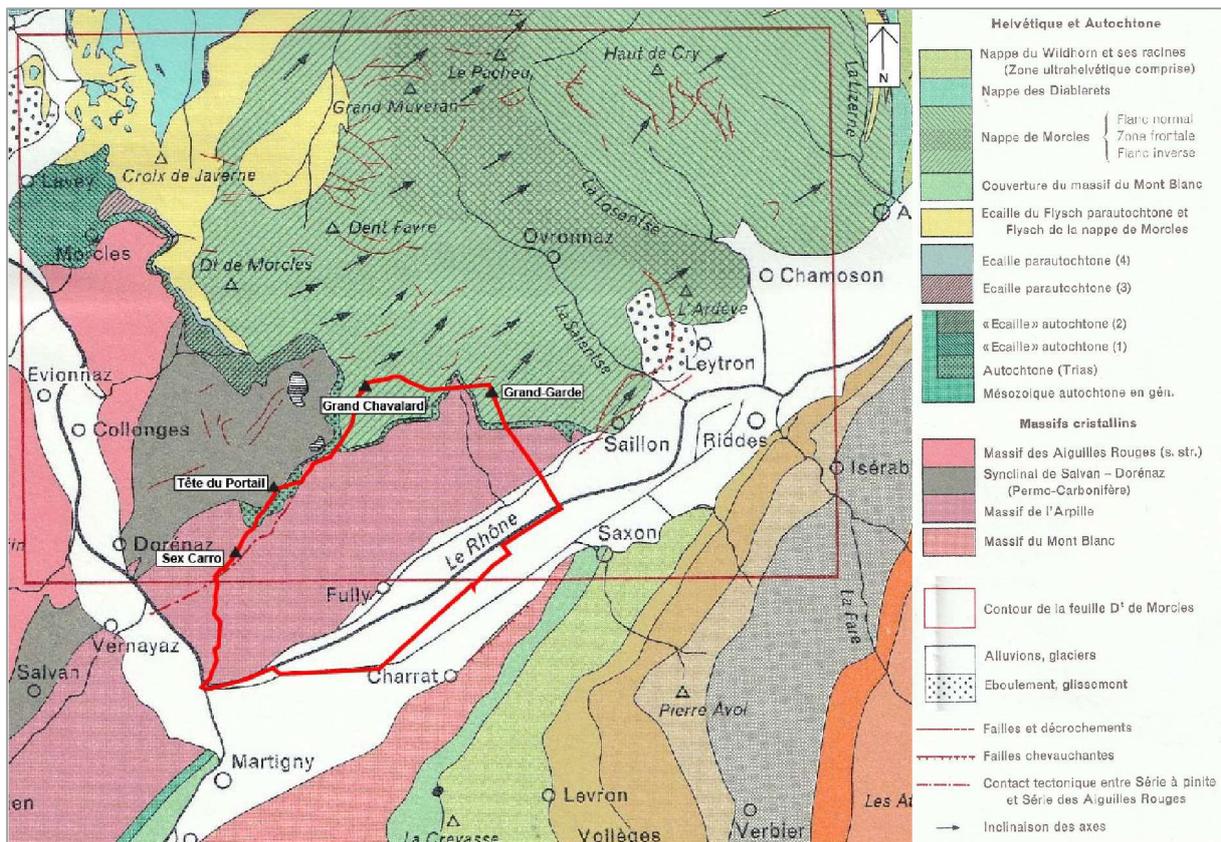


**Figure 17:** Classes de pente de plus de 30° de la commune de Fully. L'encadré rouge représente la zone étudiée (source: Swisstopo, 2019).

## 5.2. Contexte géologique

La région du coude du Rhône s'inscrit dans un contexte géologique particulier et se trouve à la limite de deux unités distinctes: le massif cristallin des Aiguilles Rouges et le domaine helvétique (fig. 18).

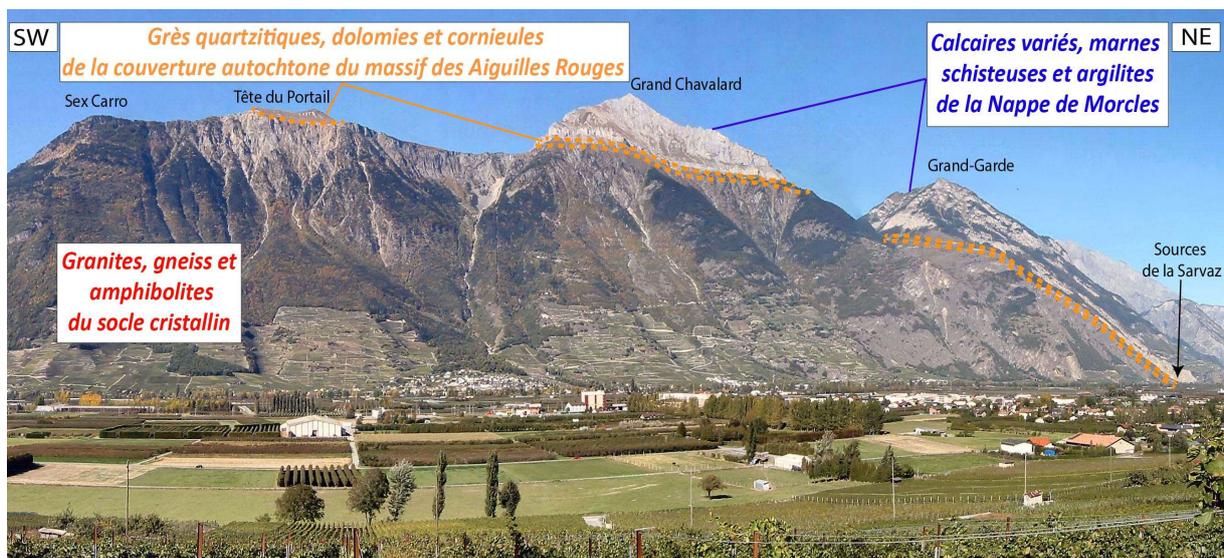
Le site d'étude est principalement constitué de roches appartenant au massif cristallin des Aiguilles Rouges. Elles font plus précisément partie de la Série à pinite du massif de l'Arpille. Cette série est composée de roches cristallines formées durant l'ère primaire (migmatites, granodiorites migmatitiques, granites aplitiques, gneiss et amphibolites). Elle occupe la plus grande portion du coteau et monte jusqu'au sommet du Sex Carro ainsi qu'à l'altitude de 2'000 m environ en dessous du Grand Chavalard (Badoux, 1971 ; Badoux & al., 1971; Buri & al., 1983 ; Burri & Jemelin, 1983). Les roches de la Série à pinite résulteraient d'un métamorphisme profond et seraient âgées de plus de 700 millions d'années, faisant partie d'un "vieux socle précambrien repris et incorporé à la Série des Aiguilles Rouges" (Badoux, 1971: 7).



**Figure 18:** Esquisse tectonique au 1 : 200'000 de la région du coude du Rhône. Le site d'étude est signalé en rouge (source: Badoux & al., 1971).

Dans une moindre mesure, le site d'étude comporte des roches appartenant au domaine helvétique. Ce dernier comprend la Tête du Portail, la partie sommitale du Grand Chavalard, la Grand-Garde et descend jusqu'aux sources de la Sarvaz, à Saillon (fig. 19). Ces roches font

partie de la couverture autochtone du massif des Aiguilles Rouges et de la nappe de Morcles. Cette première comprend des roches sédimentaires telles que des grès quartzitiques, dolomies et cornieules formées durant le Trias, il y a plus de 200 millions d'années. Elles sont situées dans le secteur de la Tête du Portail et suivent la courbe de niveau de 2'000 m d'altitude environ dessous le Grand Chavalard. Les roches comprenant le sommet du Grand Chavalard ainsi que la Grand-Garde appartiennent à la nappe de Morcles (fig. 19). Cette dernière, quant à elle, est composée de roches sédimentaires (calcaires variés, marnes schisteuses et argilites) formées principalement durant le Jurassique, il y a plus de 150 millions d'années (Badoux, 1971 ; Badoux & al., 1971).



**Figure 19:** Illustration du contexte géologique du site d'étude (source: Commune de Fully, 2019)

Durant l'orogénèse alpine, les roches cristallines "ont mieux résisté aux contraintes tectoniques, tandis que dans le même temps, les roches sédimentaires de la couverture [helvétique] (calcaires, schistes calcaires, ...etc) se sont fortement déformées. Elles ont été charriées vers le Nord-Ouest lors de la compression alpine, à l'aide de grands plis et chevauchements" (Letessier & Mario, 2007: 9). C'est la raison pour laquelle les roches de la nappe de Morcles, plus jeunes, se trouvent au-dessus des roches du socle cristallin, plus anciennes.

Les affleurements de roches sont très présents dans la partie supérieure de la zone d'étude. En dessous de 2'000 m, ils sont parfois recouverts de dépôts morainiques déposés par le glacier du Rhône durant la dernière glaciation, il y a plus de 20'000 ans. Suite au retrait des glaciers, des zones de tassement apparaissent, divers cônes d'éboulis et de déjection se sont formés au pied du coteau, tandis que la plaine du Rhône s'est remplie d'alluvions sur plusieurs centaines de mètres (Badoux, 1971 ; Badoux & al., 1971 ; Burri & Jemelin, 1983) (annexes 2 & 3).

### 5.3. Contexte hydrographique

Le coteau fulliérain est traversé de nombreux torrents et dévaloirs dont les eaux rejoignent le canal de Fully-Saillon-Leytron dans la plaine. Les principaux chenaux présents sur le coteau sont, d'ouest en est: le Saut de la Mi, le Châble Raveneux, la Ravine à Dzi, la Ravine Neuve, le Châble du Ban, le torrent du Bossay, le torrent des Rives, le torrent Métin, le torrent de Saxé, le torrent de l'Echerche et le torrent de Randonne (fig. 20). Le Saut de la Mi, le Châble Raveneux et la Ravine à Dzi prennent leurs sources entre le Sex Carro et la Tête du Portail et se rencontrent à la hauteur de Tassonières (fig. 22). La Ravine Neuve et le Châble du Ban [Lantière] naissent en dessous de la Tête du Portail. Plusieurs châbles sont présents entre *le Corday* et *les Garettes* et se rejoignent pour former le torrent du Bossay. Le torrent des Rives prend sa source vers le *Ban des Fontaines* et rejoint le torrent du Bossay au-dessus de l'usine électrique de Verdan (fig. 23). Plus à l'est, le torrent Métin et le torrent de Saxé partent du

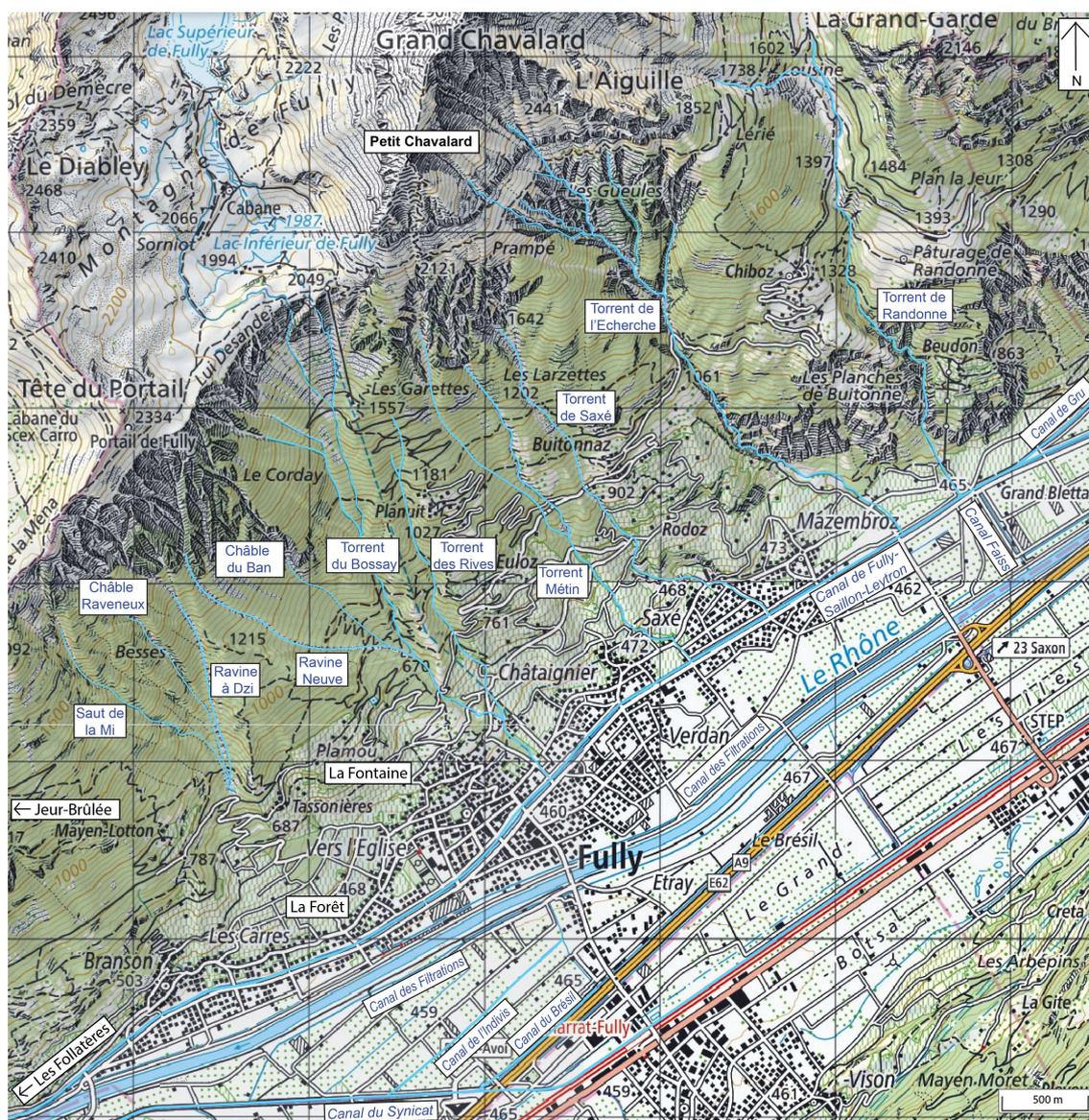


Figure 20: Cours d'eau de la commune de Fully (fond topographique: Swisstopo, 2019)

Petit Chavalard et atteignent la plaine vers Châtaignier et Saxé (fig. 24). Le torrent de l'Echerche est quant à lui le plus grand et le plus profond de la commune. "Sa partie supérieure embrasse presque toute la surface du Grand Chavalard et comprend une dizaine de couloirs qui se rejoignent au nord du chemin des mayens [la route entre Buitonnaz et Chiboz]. La partie inférieure se resserre et forme une gorge d'environ cent mètres de profondeur" (Roduit, 1981: 14) (fig. 25). Enfin, "le torrent de Randonne descend des pentes sud-est du Grand Chavalard, longe le Planard, puis s'engouffre dans une gorge profonde à l'ouest de Beudon" (Roduit, 1981: 15) (fig. 26).

Les toponymes donnent directement des informations sur la fonction de ces cours d'eau. Par exemple, un torrent est un dévaloir avec au moins un petit peu d'eau par période alors qu'un châble est un long couloir naturel en principe sec qui servait pour le dévalement du bois. Une ravine est, quant à elle, un couloir d'avalanches de pierres ou de neige souvent sec lorsque celles-ci ne dévalent pas (Ançay, 2018). Le régime hydrologique de ces cours d'eau est de type nivo-pluvial et comprend des pics au printemps durant la fonte des neiges et pendant les périodes de précipitations abondantes. Tous ces chenaux produisent des laves torrentielles ou des phénomènes de charriage. Ces aspects seront approfondis dans le *chapitre 7.3.6*.

Des sources sont également disséminées sur tout le coteau et servent ou servaient à alimenter en eau potable les villages et hameaux, à irriguer les cultures, à faire tourner les moulins et à abreuver le bétail. Malgré leur nombre important (20 sources principales), elles ne fournissent que peu d'eau, si bien que six bisses ont été construits (Roduit, 1981 ; Ançay, 2018) (annexe 4). Ils ne sont actuellement plus en activité mais ont revêtu une importance considérable par le passé (Carron, 1991).

En plaine, le Rhône traverse le territoire communal de manière rectiligne depuis que son lit a été corrigé. Il forme en revanche un coude aux Follatères, à l'ouest de Branson, et se dirige vers le lac Léman. De plus, de nombreux canaux de drainage ont été creusés sur le territoire communal afin d'assécher la plaine et de permettre la mise en culture de cet espace. Les plus importants sont le canal de Fully-Saillon-Leytron (canal FSL), le canal de Gru (ou de la Sarvaz), le canal Faiss, les canaux des Filtrations, le canal du Syndicat, le canal du Brésil et le canal de l'Indivis (fig. 20, 27 à 29 et annexe 5).

Le canal FSL traverse tout le tissu urbain de la commune de Fully. Il a été creusé pour sa partie sur le territoire communal fulliérain à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, tout comme le canal du Syndicat et les deux canaux des Filtrations qui longent les digues de chaque côté du Rhône. Au cours de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, le canal FSL est prolongé en direction de Saillon, et les canaux

de Gru, Faiss, de l'Indivis et du Brésil sont creusés eux aussi (Swisstopo, 2019). Ces canaux remplissent diverses fonctions. Par exemple, les canaux FSL, de Gru et du Syndicat sont des prolongements de torrent. Le canal Faiss sert à évacuer les crues. Enfin, les canaux des Filtrations, de l'Indivis et du Brésil sont des canaux phréatiques et des fossés de drainage (annexe 5).

Deux lacs de montagne sont situés sur les hauts de Fully, à Sorniot. Appelés *lac supérieur* et *inférieur de Fully*, ces plans d'eau sont exploités afin de produire de l'électricité. A noter qu'en raison de la géologie des hauts de la commune, les précipitations tombant sur les secteurs de Sorniot et d'Euloi s'infiltrent dans le sol mais sont bloquées par les couches marneuses et argileuses, peu perméables, présentes à la limite entre les formations du Trias et du Jurassique. L'eau ressort à Saillon à la hauteur des sources de la Sarvaz et revient sur le territoire de la commune par les canaux de Gru et FSL (NFAV, 1970) (fig. 16 & 19).

## 5.4. Contexte météorologique

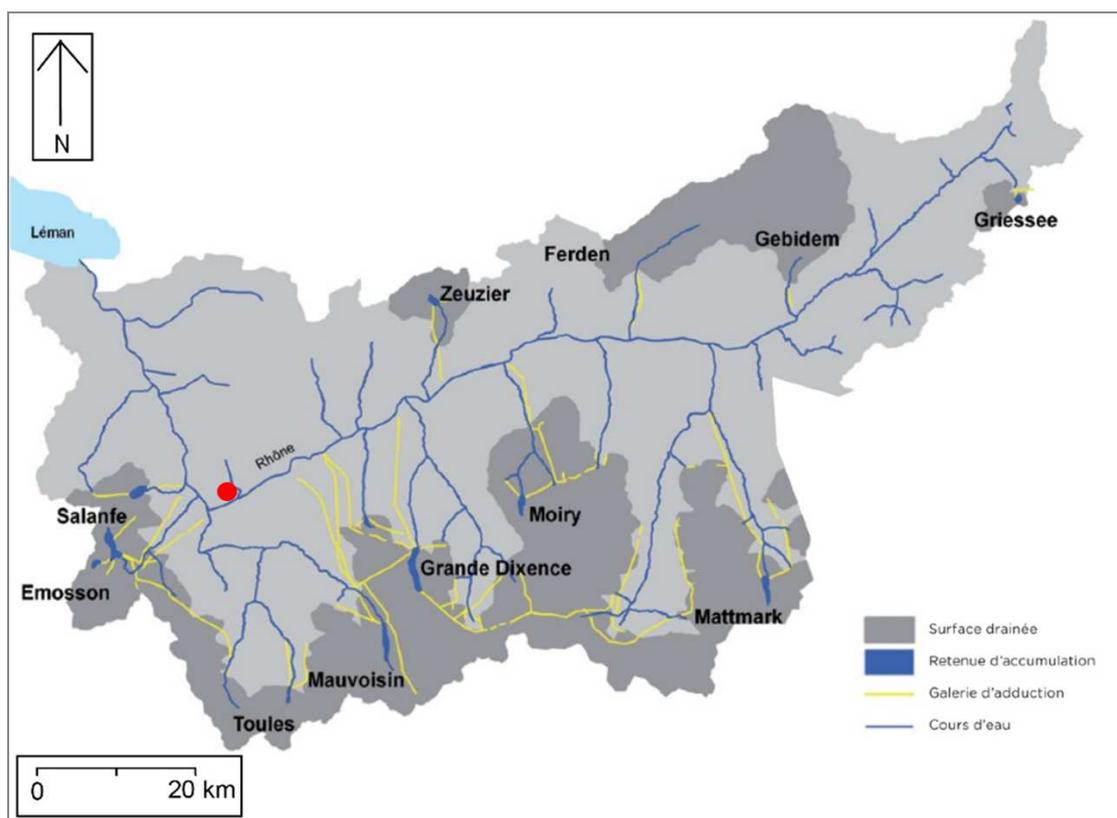
Les événements météorologiques sont souvent les éléments déclencheurs des chutes de pierres, avalanches, laves torrentielles et inondations. Il convient dans ce chapitre de présenter les facteurs climatiques pouvant mener à leur apparition dans le site d'étude.

"Le climat des vallées alpines est [...] déterminé par la présence des Alpes, particulièrement en Valais [...]. Les hauts reliefs bloquent l'arrivée de précipitations tant du nord que du sud; il en résulte un temps sec" (MétéoSuisse, 2012: 5). Plus précisément, à l'ouest de la commune de Fully, l'arête qui relie les Follatères au Sex Carro se situe à la transition entre deux climats différents. "Au coude du Rhône, le climat plus humide de type océanique ou "atlantique" du bassin lémanique cède la place au climat continental du Valais intérieur" (Pillet, 1996: 15-16). En effet, influencée par le relief alpin, la pluviométrie moyenne diminue globalement d'ouest en est en remontant la vallée du Rhône (effet de la continentalité) et du versant nord au versant sud (effet de barrage) (Pieracci, 2006). Elle atteint en moyenne environ 860 mm/an à Martigny et 610 mm/an à Sion (Pythoud, 2007). En raison de la situation de Fully, son climat se rapproche davantage de celui du Valais central et reçoit légèrement plus de pluie que Sion (Pillet, 1996). Cependant, en montant en altitude, les précipitations augmentent. Pour la région du Grand Chavalard, la pluviométrie moyenne avoisine les 2'500 mm/an et tombe sous forme de neige une partie de l'année (Pieracci, 2006). Ces chutes de neige, parfois importantes, et les épisodes de föehn (vent chaud et sec provenant du sud des Alpes, qui se manifeste le plus souvent par de fortes rafales) sont des éléments pouvant déclencher des avalanches (MétéoSuisse, 2012). Débouchant de l'Entremont, le föehn du sud se manifeste une

trentaine de fois par an dans la région de Martigny (Arlettaz, 1996). En été, les précipitations se produisent aussi lors d'épisodes orageux, qui peuvent être localement violents. Lors d'orages, les cours d'eau latéraux peuvent connaître des laves torrentielles ou des crues (Pitteloud & Baumann, 2004).

De plus, contrairement à la région lémanique, le climat continental du Valais central se caractérise par des écarts thermiques importants en raison de l'absence de lac (Pillet, 1996). En effet, "les journées sont [...] chaudes dans la vallée du Rhône car les versants ensoleillés amènent plus de chaleur par rayonnement solaire" (Pythoud, 2007: 17). Sur les hauts de la commune, ces écarts de températures sont à l'origine de l'alternance importante de gel/dégel et de la dilatation thermique des roches qui peuvent être à l'origine des chutes de pierres et de blocs. En raison de son exposition et de la forte déclivité de son coteau, qui accentue encore l'intensité du rayonnement solaire, on estime que le soleil brille à Fully de 2'100 et 2'300 heures par année (Pillet, 1996). Au printemps, cette situation peut mener à un réchauffement rapide de la neige pouvant déclencher des avalanches de neige mouillée.

En outre, le Rhône est un fleuve au régime d'écoulement essentiellement glacio-nival. Cependant, ses inondations dépendent, entre autres, de la durée, de l'intensité et de l'étendue d'épisodes de précipitations ainsi que de la température ambiante. Les précipitations de longue durée, intenses et étendues avec une limite des chutes de neige élevée constitue la situation météorologique favorable aux crues du Rhône. Ces situations se présentent souvent au printemps et est assez fréquente en automne (août à octobre). En raison de son bassin versant d'une altitude moyenne supérieure à 2'100 m d'altitude, le Rhône n'entre pas en crue quand des précipitations importantes coïncident avec une limite des chutes de neige basse. En effet, une partie des précipitations tombe alors sous forme de neige et ne s'écoule plus vers le fleuve. Enfin, en cas d'orages d'été, le Rhône absorbe les pluies intenses et localisées sans problème et ne déborde pas. Ainsi, les inondations du Rhône à Fully dépendent des conditions météorologiques prévalant sur la partie du bassin versant du fleuve située à l'amont de la commune. A noter que les crues peuvent être atténuées par l'action des barrages d'accumulation qui peuvent retenir une grande quantité d'eau lorsqu'ils ne sont pas remplis. La surface drainée par les onze plus grands barrages valaisans n'intercepte par contre qu'un quart des eaux du bassin versant du fleuve (fig. 21) (Pitteloud & Baumann, 2004 ; Boillat, 2005 ; PA-R3, 2015).



**Figure 21:** Bassin versant du Rhône à l'amont du lac Léman avec en gris foncé la surface drainée par les onze plus grands barrages valaisans. Le point rouge situe Fully (source: modifié d'après PA-R3, 2015: 25).

## 5.5. Cartographies du site d'étude

Pour plus de lisibilité, le site d'étude a été séparé en plusieurs parties. Le coteau est tout d'abord découpé en cinq secteurs définis en fonction des bassins versants des différents torrents et nommés selon le sommet principal présent dans chacun d'eux. Présentés dans les figures 22 à 26, ils se nomment (d'ouest en est) *Sex Carro*, *Tête du Portail*, *Petit Chavalard*, *Grand Chavalard* et *Grand-Garde*. La plaine de la commune de Fully est quant à elle présentée en 3 cartes (*plaine ouest*, *plaine centre* et *plaine est*) (fig. 27 à 29). Ces huit cartes serviront de support de localisation des lieux cités, des événements et des ouvrages de protection tout au long de ce travail. Les ouvrages de protection sont marqués en rose sur les différentes cartes. Les digues de rétention et de déviation sont notées par la lettre "d", les dépotoirs à alluvions par la lettre "t", les claires métalliques, filets paravalanches et filets pare-pierres par la lettre "p", les galeries par la lettre "g" et les tas freineurs par la lettre "f". Tous ces ouvrages sont présentés dans les tableaux 6 à 10 dans le *chapitre 7.3.6*.

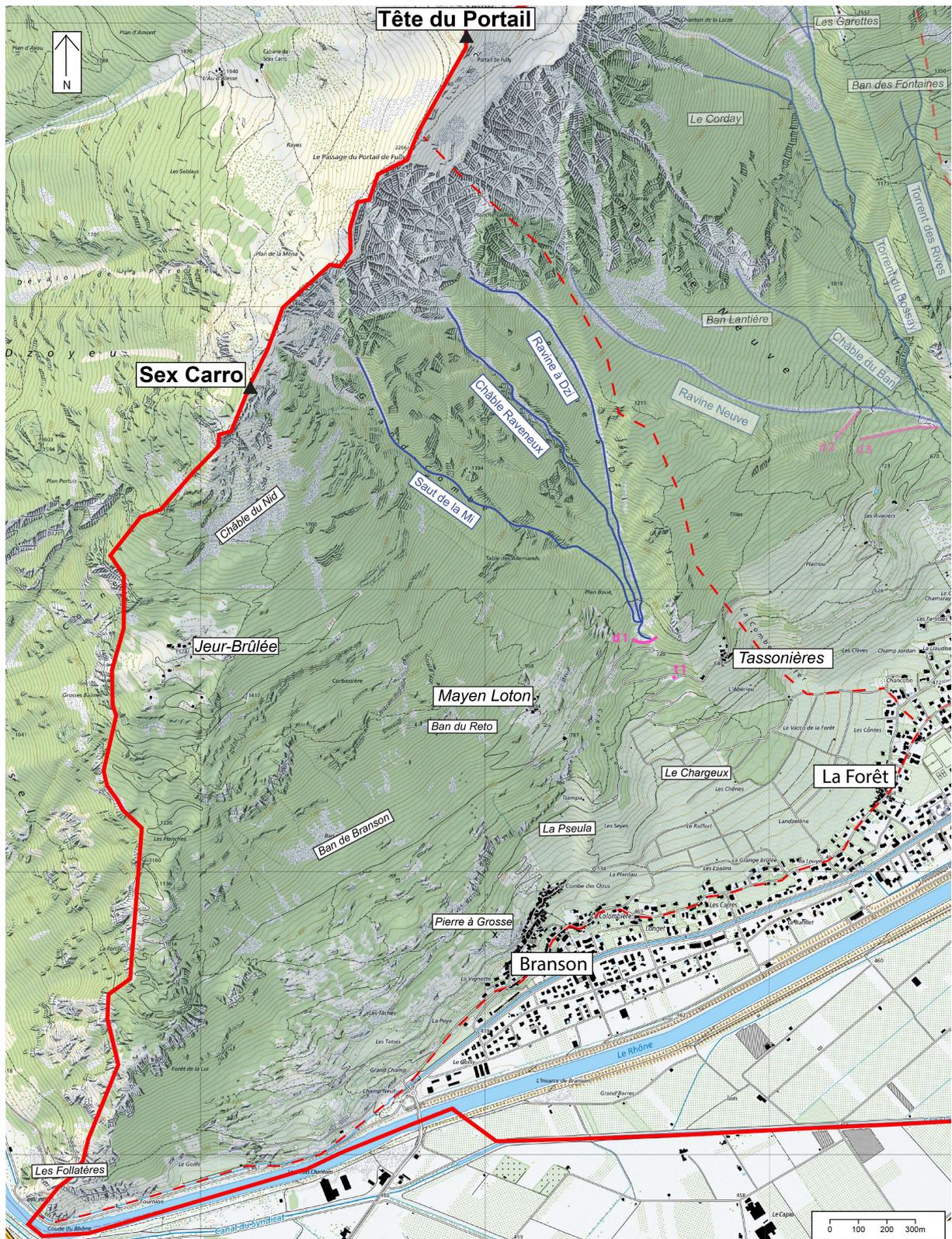
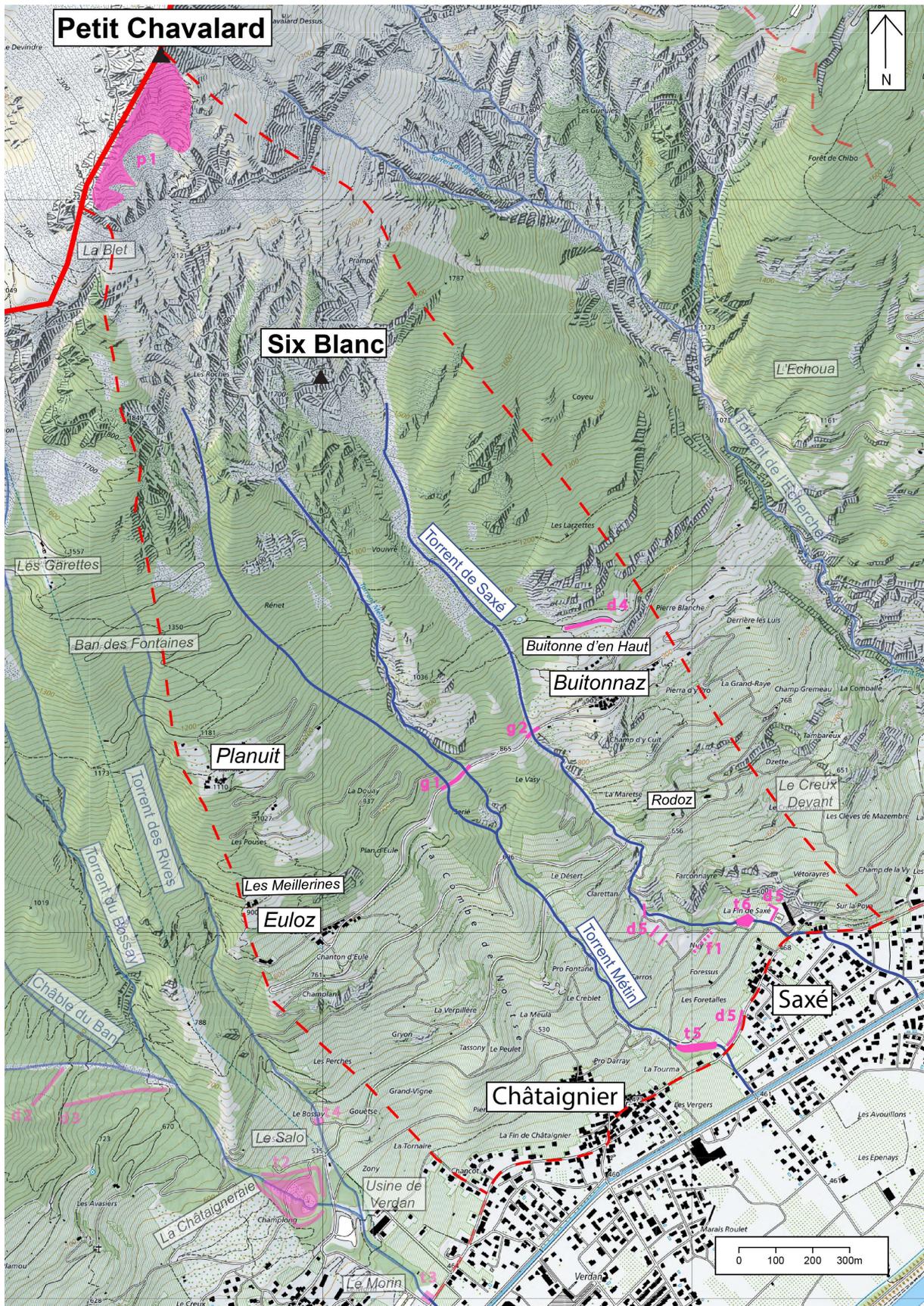


Figure 22: Présentation du secteur Sex Carro entouré par un traitillé rouge (fond topographique: Swisstopo, 2019)





**Figure 24:** Présentation du secteur Petit Chavalard entouré par un traitillé rouge (fond topographique: Swisstopo, 2019)

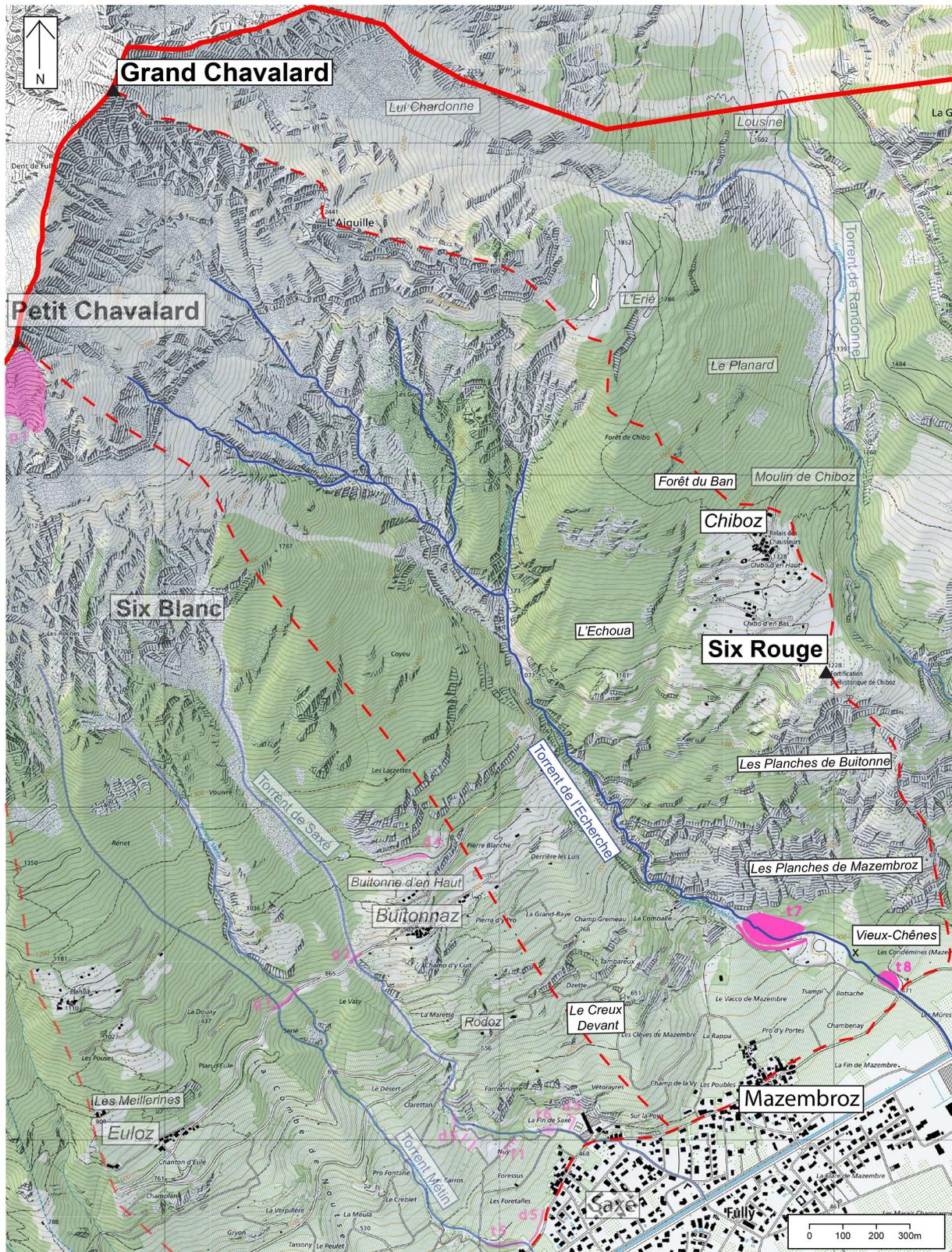
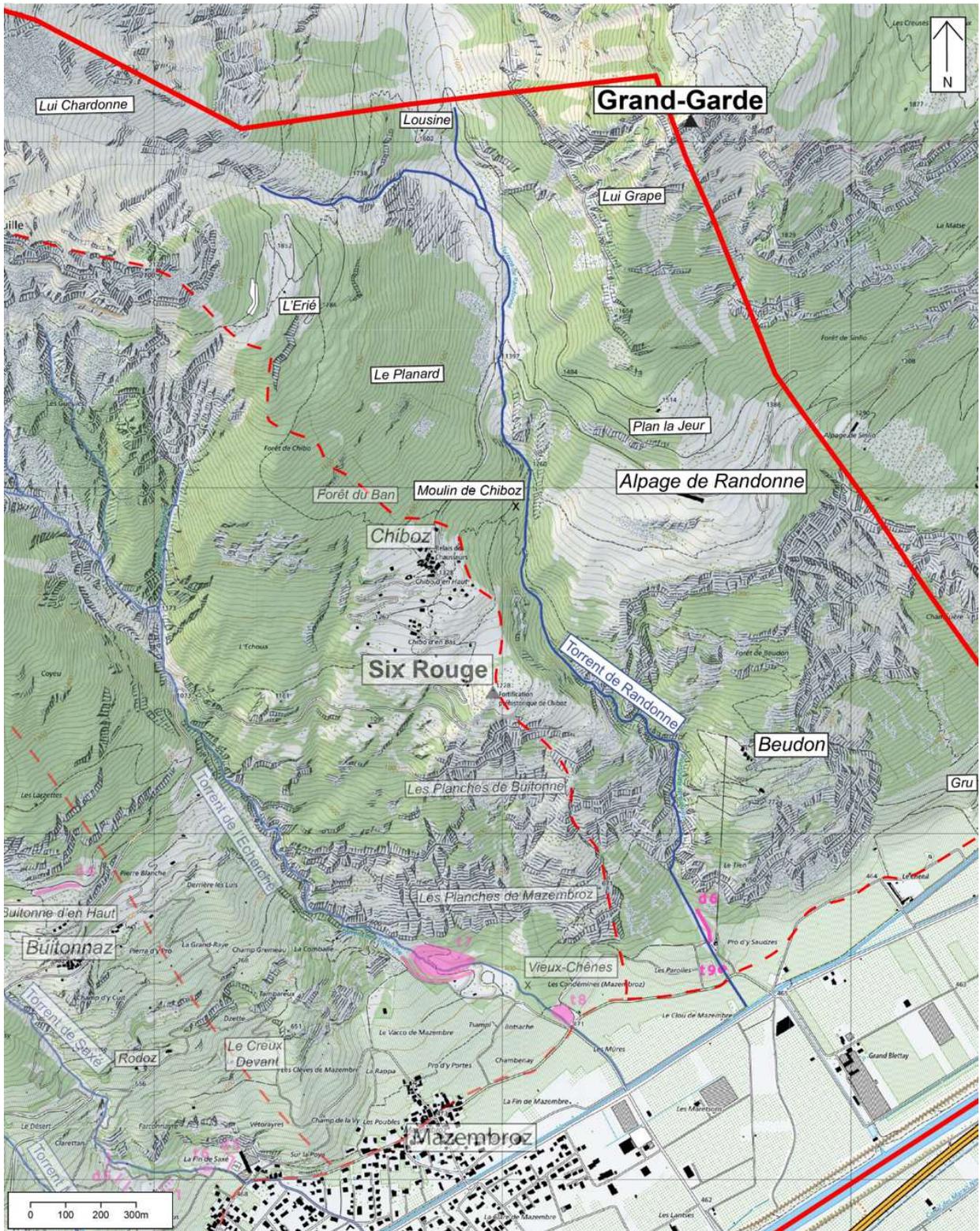


Figure 25: Présentation du secteur Grand Chavalard entouré par un traitillé rouge (fond topographique: Swisstopo, 2019)



**Figure 26:** Présentation du secteur Grand-Garde entouré par un traitillé rouge (fond topographique: Swisstopo, 2019)

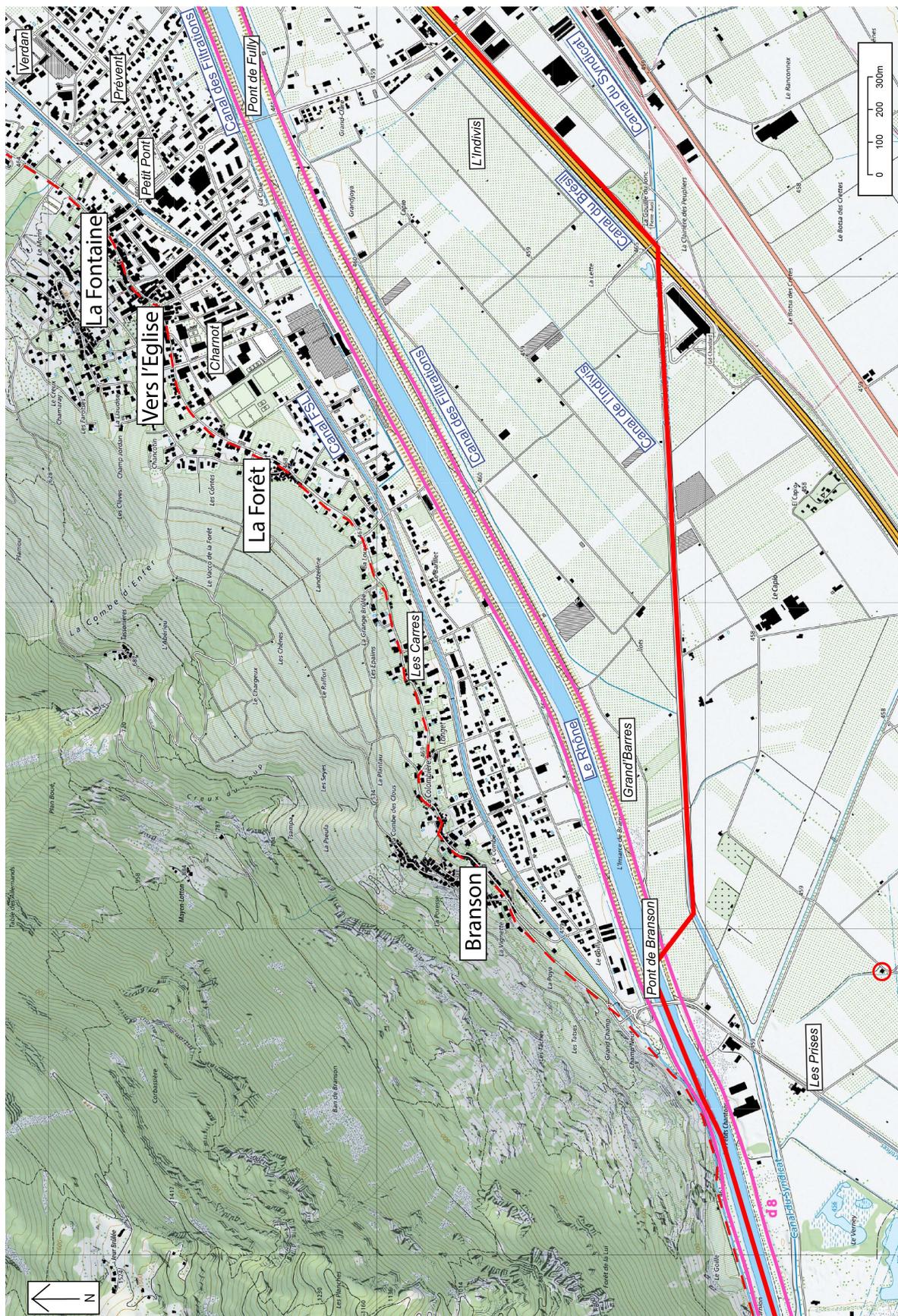
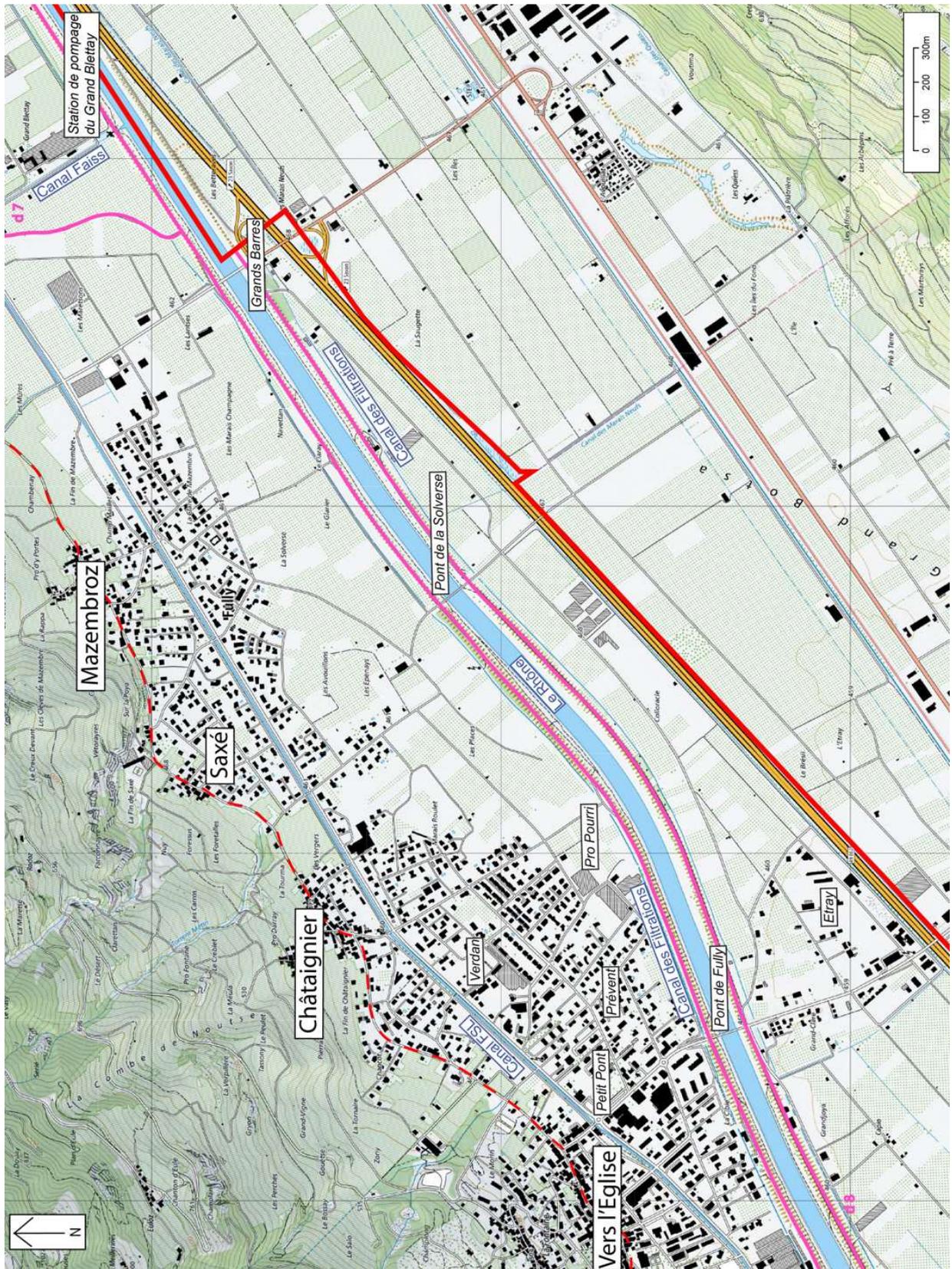


Figure 27: Présentation du secteur plaine ouest entouré par un traitillé rouge (fond topographique: Swisstopo, 2019)



**Figure 28:** Présentation du secteur plaine centre entouré par un traitillé rouge (fond topographique: Swisstopo, 2019)

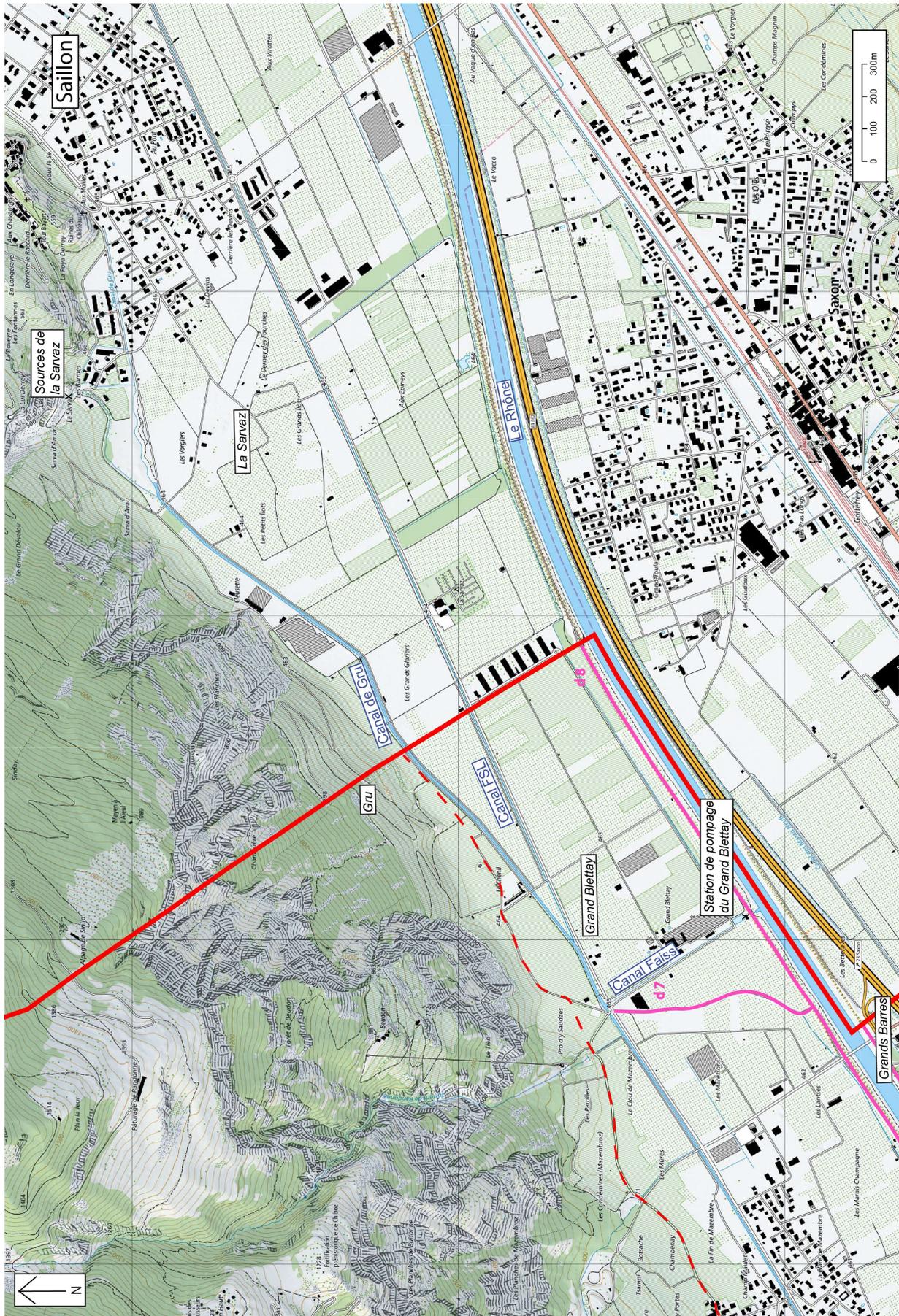


Figure 29: Présentation du secteur plaine est entouré par un traitillé rouge (fond topographique: Swisstopo, 2019)

## 6. HISTORIQUE DES EVENEMENTS

Ce chapitre a pour but d'établir un historique des événements survenus dans le site d'étude. Après une introduction, suivra la méthodologie avec laquelle il sera possible de dresser un inventaire. Les résultats seront enfin présentés selon les différents phénomènes et secteurs établis.

### 6.1. Introduction

Comme l'ont montré les études sur la tempête Xynthia et l'inondation de 2000 à Saillon, la catastrophe naît de la rencontre entre un événement naturel de basse fréquence et de forte intensité avec des enjeux vulnérables. Après s'être produite, elle induit une profonde réorganisation dans la manière d'appréhender et de gérer les risques, que ce soit à l'échelle locale, régionale, nationale voire internationale (Reynard & al., 2006 ; Vinet & al., 2012). Elle amène fréquemment une prise de conscience au sein d'une communauté (population et autorités) et déclenche souvent la mise en place de mesures concrètes de prévention (Herold-Revaz & al., 1998 ; Vinet & al., 2012). Selon Vinet & al. (2012), la catastrophe provoque soit une rupture dans les modes de gestion du risque en donnant un coup d'arrêt au processus de production de risque, soit s'inscrit dans la perpétuation de la dialectique *production de risque – catastrophe – oubli – production de risque – catastrophe* - ... De plus, les mesures préventives prises par les autorités en vue de limiter les dommages possibles d'un événement (évacuations, information à la population, fermeture des routes...) marquent les personnes qui vivent ces situations et servent d'exercices aux structures d'intervention.

Même s'ils n'occasionnent pas de dégâts importants, les événements naturels de haute fréquence et basse intensité amènent la population à prendre conscience de l'existence et de la nature de ces phénomènes, pour autant qu'ils soient vécus ou relatés.

Ainsi, l'étude de l'évolution des dynamiques territoriales des risques naturels d'un lieu passe par l'établissement d'un inventaire des événements le plus complet possible. Cette étape permet de prendre connaissance de l'occurrence des événements ainsi que de contextualiser les décisions qui ont été prises dans le passé. Enfin, elle sert également de base essentielle pour la réalisation des cartes de dangers et pour le calibrage des modèles numériques.

## 6.2. Méthodologie

Afin de reconstituer l'historique des événements de la zone d'étude, un inventaire des quatre phénomènes naturels considérés est établi. Cet historique a été obtenu sur la base de plusieurs supports, étant donné qu'aucun cadastre centralisé et complet des événements n'existe à ce jour. Les informations ont été trouvées d'une part, en menant différents entretiens avec des personnes résidant depuis plusieurs décennies dans la commune (Raymond Ançay, Edouard Mettaz et Roland Bruchez), ainsi qu'avec plusieurs personnes dont l'activité professionnelle est en lien direct avec les dangers naturels (Gaylord Cheseaux, Guillaume Favre-Bulle, Jean-Baptiste Bruchez, Mathias Carron, Didier Liard et Camille Carron). D'autre part, la consultation des cartes géologiques et d'images aériennes sur le site internet de l'Office fédéral de la topographie Swisstopo ([www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch)) ainsi que de rapports d'étude, de la littérature locale (ouvrages de Joseph Roduit et Michel Carron) et de la presse régionale (journaux *Le Nouvelliste*, *Le Confédéré...*) complète les informations recueillies lors des entretiens et permet d'obtenir un inventaire le plus exhaustif possible. Concernant la presse, la recherche d'articles relatant des événements survenus à Fully a été facilitée par l'accès à la plateforme *e-newspaperarchives.ch*, qui met à disposition toutes les éditions des journaux valaisans en ligne depuis leur création et jusqu'en 2012. Cette vaste source d'information apporte également plusieurs points de vue sur un même événement, mettant en perspective les faits relatés. A noter que la période dans laquelle les événements ont été recherchés n'est pas limitée.

## 6.3. Résultats

Dans un premier temps, les historiques des événements de chute de pierres et de blocs, d'avalanche et de lave torrentielle sont présentés selon les cinq secteurs présentés dans les figures 22 à 26. Dans un deuxième temps, une présentation de l'historique des inondations est faite pour toute la plaine selon un ordre chronologique (fig. 27 à 29).

### 6.3.1. *Historique des événements de chutes de pierres et de blocs*

Les chutes de pierres et de blocs partent le plus souvent de falaises d'une pente supérieure à 35°. Sur le site d'étude, ces parois rocheuses sont nombreuses et se trouvent principalement sur toute la partie supérieure à 1'300 m d'altitude, ainsi qu'entre Mazembroz et l'alpage de Randonne (fig. 17).

Selon Gaylord Cheseaux, observateur régional responsable de la commune de Fully, la nature des roches sur le territoire communal est propice à la formation de chutes de pierres mais pas

à celle de gros éboulements. Les roches du socle cristallin sont compactes et massives mais contiennent des fissures qui peuvent occasionnellement donner des chutes de gros blocs. Au contraire, les calcaires de la nappe de Morcles sont découpés par les fissures et la stratification caractéristique de ces roches. Elles sont également altérées et cassantes et donnent plutôt de petits volumes de blocs. Le contexte géologique du site d'étude va conditionner les types de roches présents dans les éboulis et les laves torrentielles. Presque exclusivement cristallines à l'ouest, elles deviennent composées d'éléments mixtes à l'est (fig. 19) (Letessier & Mario, 2007).

De plus, l'eau résultant de la fonte des neiges et des précipitations emprunte préférentiellement ce réseau préexistant de fractures et contribue à altérer davantage la roche, surtout le calcaire qui est facilement dissout. L'alternance de gel/dégel dans les fissures est également un processus d'altération important en raison de la topographie du versant étudié. Durant l'hiver ainsi que lors des nuits de printemps et d'automne, l'eau gèle entre les fissures et les agrandit. En fondant lorsque les températures deviennent positives, elle favorise les chutes de pierres. A noter que selon la carte indicative de pergélisol de Swisstopo (2019), le site d'étude ne contient pas de zones de permafrost qui pourraient se mettre à dégeler du fait du réchauffement climatique. Finalement, selon Gaylord Cheseaux, les écarts de températures peuvent être une source importante de chutes de pierres. Au printemps et en automne, les températures peuvent facilement avoisiner les  $-7^{\circ}\text{C}$  la nuit et atteindre  $25^{\circ}\text{C}$  la journée en raison de l'exposition plein sud du versant. Une telle amplitude thermique provoque une forte dilatation de la roche qui peut ensuite se détacher, même sans présence d'eau.

Les événements de chutes de pierres et de blocs sont présentés ci-dessous selon les 5 secteurs définis plus avant.

### **Chutes de pierres et de blocs du secteur Sex Carro**

Les chutes de pierres et de blocs sont nombreuses dans le secteur *Sex Carro*. Plusieurs zones



**Fig. 30:** Pierre à Grosse (source : Carron, 2012a)

sont cartographiées sur la carte géologique sous le nom de "cône et voile d'éboulis" et "éboulement" (annexes 2 & 3). Une grande partie de ces matériaux est actuellement recouverte par de la forêt, ce qui indique que leur dépôt remonte à plusieurs centaines d'années. L'un de ces blocs, la *Pierre à Grosse*, surplombe le village de Branson (fig. 22 & 30).

Selon la tradition orale, cet ensemble de 8 blocs de gneiss haut de 5 mètres serait tombé durant une « ovaïlle » (ovaïlle = ravine, éboulement, désastre, tempête) qui détruisit Branson au **XIV<sup>e</sup> siècle** (Mex, 1942 ; Carron, 2012a). D'autres dépôts d'éboulis dans les secteurs du *Châble du Nid* et du *Ban de Branson* ne sont pas végétalisés et indiquent que des processus de chute s'y produisent toujours régulièrement. Leurs matériaux proviennent des parois situées en dessous du Sex Carro et du hameau de Jeur-Brûlée. Deux événements survenus dans le secteur du *Ban de Branson* ont d'ailleurs été mentionnés sur le cadastre cantonal. Ils ont eu lieu le **23 mars 2006** et le **1<sup>er</sup> septembre 2006** (annexe 6). La crête reliant le Sex Carro à la Tête du Portail est également une zone où des blocs se mettent en mouvement et s'arrêtent dans les couloirs du Saut de la Mi, du Châble Raveneux et de la Ravine à Dzi (Rouiller, 1994). Enfin, le **22 janvier 2018** à 9h, un mur de vigne s'est effondré sur une route menant à Branson en raison d'intempéries (annexe 6).

### **Chutes de pierres et de blocs du secteur Tête du Portail**

Comme l'indiquent les cartes géologiques et l'observation d'images aériennes, le secteur *Tête du Portail* était et est encore soumis à de nombreuses chutes de pierres et de blocs (annexes 2 & 3). Les zones les plus concernées sont celles situées entre la *Lui Desande* (ou Luy) et la *Blet*. De cette crête partent un grand nombre de blocs qui forment de nombreux éboulis, notamment en dessous du *col de Sorniot* (fig. 23). Au début des **années 1990**, une "recrudescence des chutes de pierres en provenance de la Blet et de La Luy [conduit la commune de Fully à mandater le CRSFA pour] effectuer une étude géologique afin d'évaluer le danger que représente ce secteur pour les zones d'activité humaine de la commune" (Kilchenmann & Mamin, 1994: 1). Cette étude met en évidence que les calcaires dolomitiques situés sous le Portail de Fully sont très friables et se débitent en blocs d'un volume inférieur à 1 m<sup>3</sup>. Les quartzites et les migmatites sont en revanche plus résistants mais peuvent donner des blocs jusqu'à 10 m<sup>3</sup> (Kilchenmann & Mamin, 1994).

Lors de mes recherches, un seul événement précis a été trouvé. Il s'est déroulé le **12 septembre 2005** à 17h30 à la hauteur du croisement entre le torrent du Bossay et de la Ravine Neuve (en amont de *Les Salaux* ou *Le Salo*) et a été noté dans le cadastre cantonal (fig. 23 & annexe 6).

### Chutes de pierres et de blocs du secteur Petit Chavalard

Plusieurs zones montrent une activité régulière de chute de pierres dans le secteur *Petit Chavalard*. Premièrement, des chutes de calcaire forment de grands voiles d'éboulis partiellement végétalisés au-dessus du chemin pédestre menant à Sorniot depuis l'Erié. Une deuxième zone est située au-dessus du *Ban des Fontaines* vers 1'400 m d'altitude. La région du *Six Blanc* est également une zone de production de blocs, qui s'arrêtent dans les torrents Métin et de Saxé (fig. 24). Selon Roland Bruchez, habitant de Buitonnaz né en 1933, cette zone est entrée dans une phase de déstabilisation depuis deux ans environ. Il y remarque beaucoup plus souvent des instabilités et a vu un bloc de la taille d'une remorque (environ 2 m<sup>3</sup>) rouler et emporter en **2016 ou 2017** environ le toit d'un bâtiment situé à l'est de la galerie du torrent de Saxé (g2, fig. 24, vers 875 m d'altitude & fig. 38). Cette déstabilisation se retrouve en comparant les orthophotos de ce secteur en 2013 et 2016. Il est possible de distinguer deux zones qui se sont relativement beaucoup érodées durant cette période (fig. 31).



**Figure 31:** Secteurs érodés dans la région du Six Blanc entre 2013 et 2016 (source: Swisstopo, 2019)

La paroi située au-dessus du hameau de *Buitonne d'en Haut* est une zone d'instabilité depuis de nombreuses années (fig 24, vers 1'000 m d'altitude). Selon un rapport du CREALP de 1998, de nombreux blocs anciens (0,1 m<sup>3</sup>) colonisés par la mousse sont situés directement sous la falaise. Par contre, "les habitants de Buitonne [Buitonnaz] ne se souviennent pas qu'un bloc ait jamais dépassé les prés dominant le village (...) (dernier bloc signalé il y a env. 30-40 ans)" (Fellay, 1998: 1). Une chute de pierres provenant de cette falaise a lieu **en 1986** et une autre durant **l'hiver 1997-1998**. Lors de ce dernier événement, un volume total de 30 à 40 m<sup>3</sup> atteignit la route située en contrebas de la falaise et sectionna plusieurs arbres. Le plus gros bloc mesurait 18 m<sup>3</sup> environ (Fellay, 1998).

En plaine, plusieurs chutes de pierres ayant abouti dans la cour de récréation de la nouvelle école de Saxé sont signalées par des habitants de l'endroit.

### Chutes de pierres et de blocs du secteur Grand Chavalard

Les chutes de pierres de blocs sont régulières à plusieurs endroits du secteur *Grand Chavalard*. D'une part, le lit du torrent de l'Echerche réceptionne tous les blocs tombant de son bassin versant. Une chute de bloc ayant eu lieu à l'*Echoua* le **6 septembre 2010** est d'ailleurs inscrite dans le cadastre cantonal (annexe 6). D'autre part, le *Six Rouge*, surplombant *les Planches de Buitonne* et *de Mazembroz*, est à l'origine d'anciens dépôts d'éboulements et d'éboulis aujourd'hui recouverts de forêt (annexes 2 & 3).

Le **26 décembre 1992**, un bloc de 7 m<sup>3</sup> a atteint le couvert des *Vieux-Chênes* (Mamin, 1994 ; Tissières & Besson, 2010) (fig. 25). Le Journal *Le Confédéré* écrivait à ce propos:

*"La Jeunesse Saxé-Mazembroz avait construit un couvert nommé le «Vieux-Chênes». Celui-ci se situait au nord-est du village de Mazembroz à Fully. Les gens y fêtaient des mariages, des anniversaires, des confirmations, des communions, des soupers de classe et d'autres en tout genre. Malheureusement, à la fin de l'année 1992, un éboulement a grandement menacé ce lieu. Un bloc de plusieurs kilos a même stoppé sa course à l'entrée de l'abri! La montagne qui se trouve à l'origine de ce danger se nomme le Scex-Rouge [Six Rouge]."*

*(Le Confédéré, 1995: 2)*

Selon Edouard Mettaz, habitant de Mazembroz, le couvert des *Vieux-Chênes* a été construit il y a plusieurs décennies sans qu'aucun événement ne mette en danger les personnes qui l'occupaient. L'incident de 1992 a néanmoins provoqué la démolition du couvert et la construction d'un nouveau à 300 m de là en 1995 (Le Confédéré, 1995).

D'autre part, le **11 février 1994**, une masse de 2'500 m<sup>3</sup> s'est détachée dans le secteur des *Planches de Buitonne*, dessous le *Six Rouge* à une altitude de 900 m. La majeure partie de la masse s'est arrêtée entre 710 et 630 m d'altitude, alors qu'une centaine de m<sup>3</sup> est descendue plus bas (Manin, 1994) (fig. 25). Finalement, une chute de bloc s'est produite au *Creux Devant* le **15 janvier 2018** et est inscrite dans le cadastre cantonal (annexe 6).

### Chutes de pierres et de blocs du secteur Grand-Garde

Les chutes de pierres et blocs sont très nombreuses dans le secteur *Grand-Garde*. Plusieurs zones d'éboulis sont cartographiées sur la carte géologique. Ils sont situés au sommet de la *Lui Chardonne*, au-dessus de l'*Erié*, au-dessus du *Planard*, à l'ouest de la *Grand-Garde* et au-dessus de *Gru*. La plupart de ces éboulis sont recouverts de prairies alpines pour ceux situés au-dessus de 2'000 m et de forêt pour les autres (annexes 2 & 3 et fig. 26). Par contre, aucun événement particulier de chute de pierres n'est à relever dans ce secteur.

### **6.3.2. Historique des événements d'avalanches**

En raison de l'altitude des montagnes surplombant les villages de Fully, les précipitations sous forme de neige sont importantes en hiver (Pieracci, 2006). En y ajoutant les conditions météorologiques variables (importantes chutes de neige en peu de temps, vent, pluie, redoux en altitude) ainsi que la pente raide du coteau (supérieure à 30° en moyenne), tous les facteurs pour former des avalanches sont réunis. Le relief surplombant les villages de Fully est entaillé par de nombreux couloirs, empruntés préférentiellement par les avalanches durant leur course. Tous les couloirs présentés dans la figure 20 sont concernés par les avalanches, excepté le torrent des Rives en raison de l'altitude relativement basse à laquelle il débute (1'400 m) (fig. 20). Pour la plupart des avalanches, la zone de départ se situe au-dessus de 2'000 m d'altitude et la zone de dépôt au-dessous de 1'000 m (quand le frottement devient trop important ou que la pente devient inférieure à 15°). Selon Gaylord Cheseaux, les avalanches les plus communes à Fully sont celles de neige mouillée en raison de l'exposition sud du versant. Elles se déclenchent principalement au printemps lorsque la neige se réchauffe. La zone de rupture étant située au niveau du sol, elles peuvent avoir de grands volumes. L'importante différence d'altitude entre la zone de départ et de dépôt des coulées permet aussi à des avalanches mixtes de se développer. Ces avalanches partent en altitude sous forme de neige poudreuse et se transforment en neige mouillée au fur et à mesure qu'elles descendent. Qu'elles soient poudreuses (aérosol) ou mouillées (forte densité), ces deux types d'avalanches restent néanmoins des phénomènes qui peuvent être très destructeurs.

On trouvera ci-dessous les événements avalancheux répertoriés pour chaque secteur.

#### **Avalanches du secteur Sex Carro**

Les avalanches du secteur *Sex Carro* partent depuis les falaises situées entre le Sex Carro et la Tête du Portail, vers 2'200 m, et empruntent les couloirs du Saut de la Mi, du Châble Raveneux et de la Ravine à Dzi (SFP, 2009). Selon Gaylord Cheseaux, ces avalanches ont un volume moins grand que celles des autres secteurs en raison de la petite superficie de leur zone de départ ainsi que de l'altitude maximale plus basse de ce secteur. Cependant, d'après Raymond Ançay, habitant d'Euloz, elles ont lieu toutes les années et descendent au plus bas jusqu'à l'endroit où les trois couloirs se rejoignent à 750 m d'altitude (fig. 22). Trois événements sont relatés dans l'historique effectué par le bureau d'ingénieurs André Burkard SA, mandaté pour l'élaboration de la première carte d'avalanche de ce secteur en 1996. Selon leurs recherches et les souvenirs de l'ancien garde forestier de Fully Antoine Cajoux, "l'avalanche descendue le plus bas dans le

cône de déjection a été observée **en 1945**. Elle a dévasté au passage le vignoble de "Chargeux" jusqu'à la cote de 580 m environ" (Burkard, 1996: 1). Durant l'**hiver 1971-1972**, un autre événement se serait produit et aurait également atteint le vignoble de *Chargeux*. Il aurait arraché des forêts de chênes et coupé les routes d'accès à Tassonières, Mayen Loton et Jeur-Brûlée. Le **9 février 1984**, une avalanche importante s'est arrêtée à la hauteur de la digue à 750 m d'altitude environ (Burkard, 1996) (d1, fig. 22). Enfin, entre le début **février** et la mi-**mars 1999**, plusieurs coulées de neige relativement humide ont eu lieu dans les différents couloirs, mais n'ont pas atteint la digue de Tassonières (d1, fig. 22) malgré les précipitations record de cette année-là (Chevrier, 1999).

### **Avalanches du secteur Tête du Portail**

Les avalanches du secteur *Tête du Portail* empruntent les couloirs de Ravine Neuve, du Châble du Ban et du torrent du Bossay. D'après Gaylord Cheseaux, les plus grosses avalanches de ce secteur partent directement sous la Tête du Portail et empruntent la Ravine Neuve. Quant aux autres, elles partent au niveau des parois rocheuses situées entre la *Lui Desande* et la *Blet* (entre 1'900 et 2'100 m) et sont plus petites en raison de la zone de déclenchement située à une plus basse altitude et d'une plus petite superficie. Selon Jean-Baptiste Bruchez, garde-forestier du triage forestier Collonges-Dorénaz-Fully, les avalanches de la Ravine Neuve et du Châble du Ban descendent chaque année jusqu'à la digue de protection située à l'endroit où ces deux couloirs se rejoignent vers 750 m d'altitude (fig. 23). Quelques événements plus importants ont été mis en évidence lors de l'élaboration de l'historique effectué par le bureau d'ingénieurs Silvaplus SA, mandaté pour l'élaboration de la carte d'avalanche des couloirs de Ravine Neuve et du Châble du Ban en 2009 (Carron, 2009). Selon les documents de l'arrondissement forestier, les souvenirs de Roland Bruchez ainsi que les archives et observations de ce bureau, une avalanche atteint les hauts de *la Châtaigneraie* dans les **années 1940** et provoque d'importants dégâts aux peuplements forestiers (certainement en 1945, car il avait beaucoup neigé cet hiver-là d'après Roland Bruchez). Fin **février 1999**, une coulée arrive à la hauteur de la première digue de *Ban Lantière* (d2, fig. 23) et déborde légèrement en raison du couloir déjà saturé par des avalanches survenues début février (Chevrier, 1999 ; Carron, 2009). **En 2001**, une avalanche arrive également à la hauteur de cette digue mais ne sort pas du lit de la ravine. **En 2006**, une coulée d'une masse plus importante qu'en 2001 se produit. En raison des faibles vitesses, l'avalanche s'est étalée et un bras s'est arrêté dans la digue tandis qu'un autre est passé par-dessus (Carron, 2009). Au milieu du mois de **février 2009**, "l'extrémité de la coulée atteint la cote de 630 environ, soit juste en dessus de l'ancienne route d'Euloz. Une deuxième avalanche descend quelques semaines plus tard. Elle

s'arrête à la hauteur de la digue 2 de Ban Lantière, à la cote 680" (Carron, 2009: 2) (d3, fig. 23). Un événement a également été mentionné dans le journal *20 Minutes*. Le **8 avril 2018** en fin de journée, une avalanche de fond s'est déclenchée en dessous de la Tête du Portail et s'est écoulée dans la Ravine Neuve sans sortir de son couloir (Fernandez, 2018).

Quant au torrent du Bossay, des avalanches partent directement dessous le *col de Sorniot* et descendent chaque année jusqu'à la hauteur des *Garettes*. Selon Raymond Ançay, les deux couloirs du torrent du Bossay situés à l'est (secteur du *Corday*) sont aussi empruntés par des avalanches allant au plus bas à la hauteur d'Euloz, à la cote 850 (fig. 23). Aucune mention des avalanches de cette zone n'est faite nulle part, laissant supposer que ces avalanches ne descendent pas plus bas que 750 m d'altitude.

### **Avalanches du secteur Petit Chavalard**

Les avalanches du secteur *Petit Chavalard* partent du sommet éponyme (2'560 m d'altitude) et suivent les couloirs du torrent Métin et du torrent de Saxé. Leur fréquence et intensité ont été grandement influencées par la construction entre 1985 et 1995 de paravalanches sous le Petit Chavalard (p1, fig. 24) (SFP, 2009). En effet, les ouvrages de stabilisation, comme les claies métalliques, empêchent le décrochement d'avalanches ou réduisent les mouvements de la neige à une amplitude inoffensive (OFEV/WSL, 2007). Ainsi, la fréquence et l'intensité des avalanches peuvent diminuer si de tels ouvrages sont présents. Selon Raymond Ançay, avant la construction des paravalanches, les avalanches du torrent Métin et de Saxé allaient chaque année jusqu'à la hauteur de la route entre Euloz et Buitonnaz et parfois plus bas vers 650 m d'altitude à la hauteur de *Rodoz* (fig. 24). D'après lui, elles pouvaient couper plusieurs fois par hiver la route Euloz - Buitonnaz. L'avalanche du torrent Métin coupait fréquemment plus bas la route La Fontaine - Euloz, construite à la fin des années 1960. Par exemple, la presse relate que cette route a été coupée **en 1978** ainsi qu'**en 1985** (NFAV, 1978a ; NFAV, 1985). De plus, d'après les souvenirs de Roland Bruchez, des avalanches importantes se sont produites **en 1945** dans ces deux torrents et sont descendues jusque bas dans le coteau.

L'événement le plus important de ce secteur se déroule le **9 février 1984**. Ce matin-là, plus de 100'000 m<sup>3</sup> de neige se détachent du sommet du Petit Chavalard et empruntent dans un premier temps le torrent de Saxé puis le torrent Métin. Ces avalanches s'arrêtent dans les vignes à 100 m en amont de Châtaignier (torrent Métin) et à 300 m de l'école de Saxé (torrent de Saxé) vers 550 m d'altitude. Le nuage de poudreuse emporte plus de 40 hectares de forêts et 5 chalets à Planuit (SFP, 2009). De plus, ces avalanches détruisent une partie du vignoble de Châtaignier et Saxé et leurs souffles plâtrèrent de neige les façades amont des bâtiments

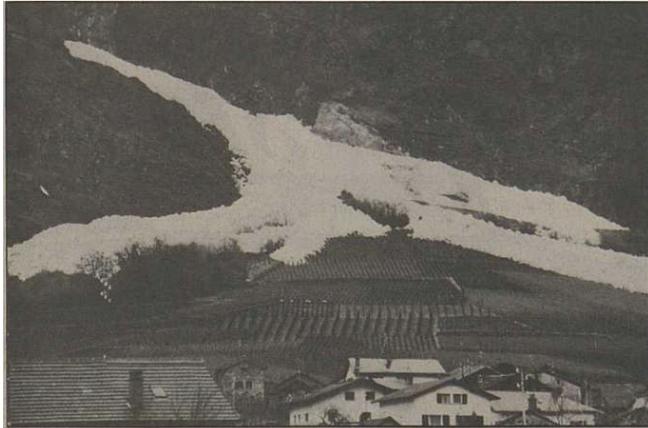
pourtant distantes de quelque deux cents mètres (NFAV, 1984 ; Médico, 2005). **En février 1995**, une coulée a lieu dans le torrent de Saxé et reste contenue dans le couloir. Elle s'arrête à la cote 610 environ (Médico, 2005). Durant l'épisode de précipitations extrêmes de **février 1999**, il n'y a pas eu d'avalanches extraordinaires dans les torrents Métin et de Saxé. Des avalanches se déclenchent entre 1'400 et 2'000 m, mais s'arrêtent dans le lit des torrents vers la cote de 600 pour le torrent Métin et vers 540 m d'altitude pour le torrent de Saxé. Les dégâts occasionnés sont un débordement de 15 m environ à l'est de la galerie du torrent Métin entre Euloz et Buitonnaz, la fermeture des routes La Fontaine – Euloz et Euloz – Buitonnaz coupées en plusieurs endroits, ainsi que l'endommagement de vignes aux abords des deux couloirs (Chevrier, 1999 ; SFP, 2009). Alors que les quantités de neige susceptibles de former des avalanches sont similaires en 1984 et en 1999 pour ce secteur, aucune avalanche ne se déclenche entre 2'000 et 2'560 m grâce aux paravalanches qui ont parfaitement joué leur rôle (Médico, 2005 ; SFP, 2009).

Après 1995, les avalanches de ces torrents ne sont plus autant importantes grâce aux paravalanches du Petit Chavalard. Selon Raymond Ançay, elles descendent désormais au plus bas jusque vers 750 m d'altitude et l'avalanche du torrent Métin coupe rarement la route La Fontaine - Euloz. Aucune mention de coupure de route n'est à relever après 1985 (excepté en 1999 et 2011). En effet, selon l'ingénieur forestier Mathias Carron, **en 2011**, l'avalanche du torrent Métin sort sur la route d'Euloz à la cote 700 et descend jusqu'au virage à la hauteur de Rodoz, canalisée par les glissières de sécurité.

### **Avalanches du secteur Grand Chavalard**

Les avalanches du secteur *Grand Chavalard* partent de la zone située en dessous de ce sommet et se déplacent dans le couloir du torrent de l'Echerche. En raison de la forme en entonnoir du bassin de réception de ce torrent, plusieurs avalanches se rejoignent dans le chenal principal et atteignent la plaine, au-dessus du village de Mazembroz (Roudit, 1981). Selon Edouard Mettaz, l'avalanche du torrent de l'Echerche a lieu chaque année. Cette information est confirmée par un article de presse du **4 avril 1962** qui relate que "la fameuse avalanche de Mazembroz à Fully vient de descendre à nouveau dans le couloir des Cherches [de l'Echerche]. Comme chaque année, elle s'est arrêtée à la limite des vignes" (NDR, 1962: 8). En plus de celle de 1962, des avalanches sont répertoriées pour ce torrent en 1968, 1978, 1988, 1999 et 2018 (FAV, 1968 ; NFAV, 1978b ; NFAV, 1988 ; SFP, 2009 ; Bagnoud, 2018). **En 1968**, "une avalanche de fond, d'une puissance rarement vue dans la région, est descendue jusqu'à 330 mètres" de Mazembroz (FAV, 1968: 12). **En 1978**, on parle d'une avalanche qui "atteint par endroits 20

mètres de hauteur, phénomène jamais constaté de mémoire d'homme" (NFAV, 1978b: 9). La figure 32 illustre l'avalanche de **1988**, descendue jusqu'à 200 m en amont de Mazembroz, se répandant partiellement sur le vignoble. **En 1999**, on apprend que "l'avalanche de Mazembroz a comblé la digue et a débordé sur le vignoble" (SFP, 2009: 67). Selon une photo de Gaylord Cheseaux, une coulée atteint légèrement le vignoble **en janvier 2017**. **En 2018**, trois



avalanches se produisent dans ce torrent, les 17 janvier, 22 janvier et 14 février. La troisième coulée empiète sur le vignoble, les deux premières avalanches ayant déjà rempli le dépotoir (t7, p. 25) (Bagnoud, 2018).

**Figure 32:** Avalanche du torrent de l'Echerche du 24 mars 1988 (source: NFAV, 1988: 32)

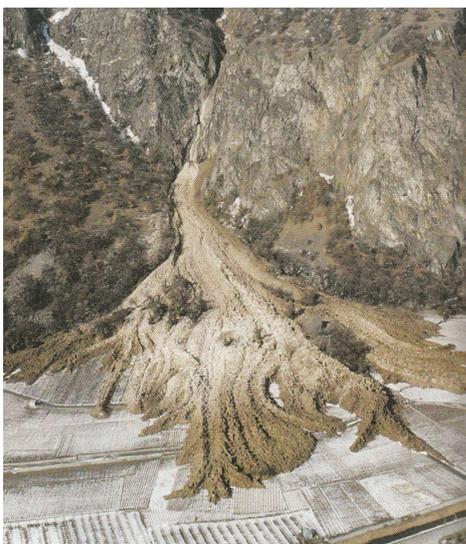
### **Avalanches du secteur Grand-Garde**

Les avalanches du secteur *Grand-Garde* concernent principalement le torrent de Randonne. Dans une moindre mesure, des avalanches descendent depuis le versant sud de la Grand-Garde et suivent deux couloirs vers le lieu-dit *Lui Grape*, à cheval sur les communes de Fully et Saillon. Une avalanche a lieu en février 1999 et atteint la cote de 1'400 sans causer de dégâts importants (annexe 7). Aucune autre information n'a été trouvée concernant cette zone. Les avalanches du torrent de Randonne ont lieu chaque année, mais n'ont pas toujours la même zone de dépôt. Elles débutent dans la combe à l'est du Grand Chavalard (*Lui Chardonne*) à une altitude supérieure à 2'000 m et s'écoulent en direction de *Lousine*. Puis, elles se dirigent vers la plaine en suivant le lit du torrent. Selon Raymond Ançay, la plupart du temps, elles s'arrêtent dans le secteur du *Planard*, moins pentu (fig. 26). Par exemple, le **5 mai 1973**, une avalanche de fond d'une forte densité ( $700 \text{ kg/m}^3$ ) s'arrête à cet endroit et cause la mort de 5 membres du Ski-Club du Chavalard préparant la piste de slalom pour une course de ski prévue le lendemain (NFAV, 1973).

Les années avec plus de précipitations, des avalanches descendent plus bas dans le couloir à la hauteur de Chiboz (fig. 26). **Entre 1900 et 1930**, "le village de Randonne, situé à 1290 m d'altitude et 400 m à l'est du torrent, fut touché une fois par une avalanche poudreuse qui emporta les toits" (Carron, 2008: 5). **En 1918 et vers 1950**, le moulin de Chiboz, construit vers 1'260 m d'altitude à 50 m à l'ouest du torrent de Randonne, est emporté par une avalanche poudreuse. "Entre-temps, il était fréquent de refaire le toit qui était souvent soufflé" (SFP,

2009: 56). Le **29 janvier 1995**, le souffle d'une avalanche poudreuse du torrent de Randonne a emporté 9 hectares de forêts au-dessus de l'alpage de Randonne au lieu-dit *Plan la Jeur* (SFP, 2009) (fig. 26).

Les années avec des précipitations extrêmes, l'avalanche peut descendre jusqu'en plaine mais cela reste exceptionnel. En **février 1999**, plus de 1,20 m de neige tombe au Grand Chavalard en 72 heures (SFP, 2009). En conséquence, 600'000 m<sup>3</sup> de neige détachent de la face est du Grand Chavalard et 300'000 m<sup>3</sup> se déposent dans la plaine (fig. 33). "Que l'avalanche de Mazembroz s'étende jusqu'à la vallée du Rhône est un événement presque ordinaire, mais que celle du Randonne en fasse de même est stupéfiant. De mémoire d'hommes, cette avalanche n'avait jamais atteint la plaine" (SFP, 2009: 59). 17,7 ha de forêts, 2,5 ha de pâturages boisés ainsi que des lignes électriques sont alors emportés par la poudreuse à *Plan la Jeur*, et 3,1 ha de forêt ainsi que 3,5 ha de vignes sont emportés par la coulée de fond qui atteint la plaine (Carron, 2008 ; SFP, 2009) (annexe 7). Selon Raymond Ançay, au début du siècle passé, l'avalanche avait



déjà atteint la plaine, ce qui suppose que l'événement peut être qualifié de centennal, mais cette information est contredite par Mathias Carron (Carron, 2008). Le **3 mars 2007**, une avalanche arrive à nouveau jusqu'en plaine, mais dans une proportion moindre en comparaison avec celle de 1999. Elle ne cause aucun dégât ni à la forêt, ni à la vigne (Rausis, 2007). Un volume total de neige entre 15'000 et 20'000 m<sup>3</sup> est estimé dans la zone de dépôt (Carron, 2008).

**Figure 33:** Avalanche du torrent de Randonne du 23 février 1999 (source: SFP, 2009: 62)

### **6.3.3. Historique des événements de laves torrentielles**

La topographie du coteau de Fully, les épisodes de pluies intenses ou continues possibles, la présence de falaises instables (production de blocs) ainsi que de grands volumes de matériaux meubles dans les bassins versants (moraine, éboulis) permettent aux laves torrentielles de se produire dans tous les torrents du coteau de Fully (fig. 20). Ces derniers "ont généré des débordements durant le siècle passé à plusieurs reprises. Même si les événements catastrophiques furent rares (seul le torrent de Saxé a engendré de gros dégâts en 1939), le coteau de Fully est particulièrement instable" (Médico & al., 2001: 10).

Selon Gaylord Cheseaux, les sédiments grossiers proviennent des différents éboulis (surtout les

roches du socle cristallin) alors que les sédiments fins proviennent plutôt d'éléments présents sur place (terre, sable, anciennes moraines...). De plus, les torrents de la commune ne sont pas toujours alimenté en eau ou en ont très peu, induisant un faible transport de sédiments dans les chenaux. Les blocs et sédiments ont tendance à s'accumuler dans les couloirs et à descendre lors d'épisodes orageux violents ou de précipitations continues.

Le 6 mars 2000, "le groupement d'études des torrents de Fully, associant les bureaux James Médico, Pascal Tissières et Stéphane Bessero SA, a été mandaté [...] par l'Administration communale de Fully pour élaborer la carte des dangers de crues sur le territoire de la commune de Fully" (Médico & al., 2001: 1). Dans le cadre de ce travail, un historique des événements a été réalisé et servira de base à l'élaboration de ce chapitre, complété par des entretiens et des articles de presse. A noter que les phénomènes de lave torrentielle sont souvent appelés par les termes "éboulement" ou "ravine" et sont à considérer ici comme des synonymes du terme "lave torrentielle".

Une présentation des événements répertoriés pour les 5 secteurs figure ci-dessous.

### **Laves torrentielles du secteur Sex Carro**

Les laves torrentielles du secteur *Sex Carro* ont lieu dans les couloirs du Saut de la Mi, du Châble Raveneux et de la Ravine à Dzi. En se rejoignant, ils forment le torrent de Tassonières. Les coulées empruntent habituellement ces couloirs et s'arrêtent au niveau de la digue de Tassonières (d1, fig. 22). Or, cette digue n'a pas toujours existé et plusieurs événements auraient mené à sa réalisation.

La presse locale relate que le **6 mai 1967** dans la matinée, une petite coulée a eu lieu dans le torrent de Tassonières par temps sec, en raison du "gel et dégel qui ont une influence sur les diverses couches friables de cette région" (FAV, 1967: 8). Une "grosse ravine" s'est produite quelques jours plus tard, le **25 mai 1967**, en raison des fortes précipitations "qui ont provoqué un très fort ruissellement sur les parois des ravins environnants entraînant les matériaux qui s'étaient entassés au bas du couloir principal" (FAV, 1967: 8). La masse d'éboulis, estimée à 10'000 m<sup>3</sup>, s'est arrêtée dans le dépotoir construit en 1962 et a recouvert une partie de la route avant Tassonières sans causer de dégâts aux vignes (FAV, 1967) (t1, fig. 22). L'historique des événements de Médico & al. (2001) indique également la présence d'une "ravine du torrent de Tassonières" **en 1966** et une autre **en 1976**.

Concernant l'importante lave torrentielle survenue en 1984, qui aurait induit la construction d'une "digue de 10 m de hauteur et 70 m de longueur [...] à l'altitude de 750 m. s. m. en 1988,

à l'ouest de Tassonière", les informations sont imprécises (Burkard, 1996: 1). En effet, selon le rapport de Médico & al. (2001), c'est **en 1986** qu'une "ravine du torrent de Tassonières" a lieu et mène à la "construction du grand dépotoir en amont de la route du Mayen-Lotton" (Médico & al., 2001: 3). Par contre, selon le site internet de la Commune de Fully (2019), cette digue aurait été construite en 1987. Fin septembre 2019, une visite personnelle de ce secteur a permis de localiser la présence de plusieurs bouffées de laves torrentielles ayant eu lieu durant cet **été-là**. Les sédiments sont restés à l'amont de la digue (d1, fig. 22).

Finalement, une lave torrentielle s'est déroulée dans la combe de la *Pseula* au-dessus du village de Branson au début du mois de **février 1966** (fig. 22). Cette coulée longue d'environ trois kilomètres, large de quatre à cinq mètres par endroit, et profonde de deux mètres, a causé aux vignes des dégâts évalués à plusieurs dizaines de milliers de francs (FAV, 1966b). Selon ces informations, cela représente une masse de 10'000-20'000 m<sup>3</sup> environ. "Fait à signaler, ce n'est pas la première fois qu'un tel éboulement se produit dans cette contrée, éboulement qui peut constituer un danger permanent pour le village [de Branson] situé en contrebas. Pour éviter de semblables catastrophes, ne pourrait-on pas capter directement les eaux dans la région des Mayens-Loton ?" (FAV, 1966b : 9). Selon Raymond Ançay, au printemps, les eaux de source de Mayen-Loton étaient grossies par l'eau de la fonte des neiges et saturaient les terres de la combe de la *Pseula*. Si un événement de pluie se produisait sur ce terrain gorgé d'eau, l'eau ne pouvait pas s'infiltrer en raison de la faible épaisseur du sol et provoquait une instabilité. Depuis plusieurs décennies, les eaux de ces sources ont été canalisées comme suggéré dans l'article de presse de 1966 et aucun autre incident ne s'est produit par la suite dans cette zone.

### **Laves torrentielles du secteur Tête du Portail**

Les laves torrentielles du secteur *Tête du Portail* surviennent dans les couloirs de Ravine Neuve, du Châble du Ban, du Torrent du Bossay et du Torrent des Rives. D'après Edouard Mettaz, les laves torrentielles les plus dangereuses de ce secteur ont lieu dans la Ravine Neuve, dont le nom indique la fréquence rapprochée avec laquelle les événements de "ravine" se produisent. Depuis longtemps déjà, les habitants de la Fontaine se sentaient menacés par ce couloir comme le montre le texte suivant : "Il y a une huitantaine d'années [soit **vers 1900**], un soir que la ravine grondait, un habitant de ce village [La Fontaine] craignant un désastre, abandonna sa maison pour aller se réfugier avec sa femme et ses enfants dans le clocher de l'église où l'épaisseur des murs lui garantissait plus de sécurité" (Roduit, 1981: 12). Plusieurs événements sont mentionnés concernant le Torrent du Bossay. Cependant, ils se déclenchent

habituellement en dessous de la Tête du Portail, suivent le couloir de la Ravine Neuve et rejoignent ce torrent vers la cote 700. Elles descendent dans une moindre ampleur du Châble du Ban et du Torrent du Bossay lui-même.

Le **8 juin 1915**, "le bisse de Buitonne ayant été obstrué de suite après le passage du Col [de Sorniot], ses eaux se déversèrent sur la pente en aval" (Roduit, 1981: 12). L'eau rejoignit celle du bisse de la Vardette et transporta de gros blocs et des troncs d'arbres dans l'usine électrique de Verdan, causant de gros dégâts aux machines (Le Confédéré, 1915 ; Roduit, 1981) (fig. 23 & annexe 4). De nombreux autres événements figurent dans le rapport de Médico & al. (2001). Des "ravines" sont mentionnées dans le torrent du Bossay **en 1958, 1977, 1980, 1986 et 1994**. **En 1986**, une lave torrentielle déborde du dépotoir construit en 1970 qui sera agrandi la même année d'1,5 m environ. **En 1994**, la ravine a lieu au Ban Lantière (Médico & al., 2001). Un article de presse du **27 novembre 1983** relate que l'ancienne route d'Euloz a été coupée à 10h30 par une lave torrentielle qui s'est arrêtée dans un dépotoir construit quelques années plus tôt déjà (NFAV, 1983b).

La lave torrentielle la plus importante de ce secteur a eu lieu en 2000. Le **15 octobre 2000**, suite à la rupture d'une conduite forcée en dessous du *col de Sorniot*, entre 300'000 et 450'000 m<sup>3</sup> de boue envahissent la *Châtaigneraie* et les vignes du *Morin* (Médico & al., 2001) (fig. 23). "La coulée de boue a terminé sa course sur la route du Chavalard, épargnant de justesse les



habitations voisines" (Méroz, 2000b: 21) (fig. 34). Cet événement anthropogène, car dû à une erreur humaine, ne provoque heureusement aucune victime, le village de la Fontaine ainsi que les habitations situées du Café du Chavalard jusqu'à la croix de Verdan ayant été évacués préventivement (Méroz, 2000a).

**Figure 34:** Lave torrentielle du torrent du Bossay du 15 octobre 2000 (source: Graf, 2018)

Le **15 juillet 2001**, de fortes pluies engendrent la formation d'une lave torrentielle dans la Ravine Neuve. "L'obstruction du tuyau de sortie par du bois a engendré le débordement d'eau et de fines sur la route de Chiboz. [...]. Le volume total de la lave torrentielle a été estimé à 8'000 m<sup>3</sup> (5'000 m<sup>3</sup> stockés à Ban Lantière, 3'000 m<sup>3</sup> dans le dépotoir)" (Médico & al., 2001: 3). Le **1<sup>er</sup> juillet 2019**, plus de 50 mm de précipitations tombent entre 22h et minuit dont 32,3 mm en une heure. Une lave torrentielle se déclenche dans la Ravine Neuve, coupe l'ancienne route



d'Euloz et s'arrête dans le dépotoir du Bossay (t2, fig. 23 & fig. 35). Le **11 août 2019** à 18h30, une lave torrentielle descend de la Ravine Neuve, dégageant de la poussière et émettant un bruit perceptible depuis La Fontaine.

**Figure 35:** Lave torrentielle du 1<sup>er</sup> juillet 2019 coupant l'ancienne route d'Euloz (photo personnelle prise le 07.07.2019)

Bien qu'il n'occasionne pas d'avalanches, le Torrent des Rives peut être à l'origine de phénomènes de charriage causant des dommages au quartier de Verdun. **Vers 1925**, on apprend qu'une "rupture du bisse du Fouoyi [bisse de la Vardette]" cause de gros dégâts aux vignes situées au bas du coteau (Roudit, 1981: 13) (annexe 4). Des dégâts similaires affectent la zone **en 1958 et en 1966** où des boues arrivent jusqu'au pied du coteau en raison de fortes pluies (Roudit, 1981; Médico & al., 2001). Le **9 février 1966**, 15'000 m<sup>2</sup> de vigne sont ravagés par un "gigantesque éboulement" durant lequel "des milliers de mètres cubes de matériaux [dévalent] les flancs abrupts de la montagne" (FAV, 1966a: 9). D'autres événements ont lieu **en 1957, 1975, 1990 et 1994**. Durant les trois dernières années citées, des débordements du dépotoir construit en 1963 se produisent à la cote 550. Puisque cet ouvrage a une capacité de rétention de 1'300 à 1'400 m<sup>3</sup>, ces coulées devaient avoir un volume supérieur à ce nombre (Médico & al., 2001) (t4, fig. 23).

### **Laves torrentielles du secteur Petit Chavalard**

Les laves torrentielles du secteur *Petit Chavalard* ont lieu presque uniquement dans les couloirs du torrent Métin et du torrent de Saxé. Seul un événement ne s'y serait pas déroulé. Il s'agit d'une ravine survenue à *Rodoz* le **8 février 1955**. Ce jour-là, "une grosse coulée de boue et d'eau a envahi [...] la maison de la famille Bruchez à Rodoz, dans les vignes au-dessus de

Châtaignier à Fully. Les habitants ont dû se sauver en toute hâte. [...]. La ferme de Rodoz, située dans un creux abrité, est très ancienne. De mémoire d'homme, on ne se souvient pas de l'avoir vue menacée par des éboulements" (Le Confédéré, 1955: 8) (fig. 24).

La lave torrentielle la plus importante de ce secteur a lieu en 1939. "Vendredi soir [17 novembre 1939], la pluie tombant sur de la neige déjà humide, sur les sommets des grands dévaloirs situés sous le Grand Chavalard, a eu raison d'un terrain imprégné d'eau depuis des semaines. Deux ravines descendent, l'un à l'est de Châtaignier, l'autre sur le village de Saxé. Celle de Châtaignier a déjà fait des frasques en 1902 tandis que celle de Saxé n'a jamais provoqué de l'inquiétude" (Le Rhône, 1939: 1). A Châtaignier, les coulées de boue détruisent deux maisons d'habitation et causent des dégâts aux vignes. On estime que 5'000-15'000 m<sup>3</sup> de matériaux se sont déposés. A Saxé, entre 150'000 et 200'000 m<sup>3</sup> de matériaux déposés causent des dégâts beaucoup plus importants. 5 maisons d'habitations et plusieurs granges sont ensevelies, l'école est remplie de gravats jusqu'au 1<sup>er</sup> étage et 3-4 ha de vignes, prés et champs sont recouverts de dépôts sur une épaisseur moyenne de 5 m (Roduit, 1981 ; Baillifard & Mamin, 1997 ; Médico & al., 2001) (fig. 36). Les dégâts sont estimés à 1 million de francs (Le Rhône, 1939). Plusieurs études sont menées après cet événement relativement bien documenté. Il en ressort que la zone de décrochement se situe entre 1'450 et 900 m d'altitude, que cette lave torrentielle est plutôt de type "glissement de terrain", car il n'y a pas de boue dans les ruelles du village de Saxé, et il n'est pas exclu qu'une éventuelle alimentation souterraine ait pu jouer un rôle dans le déclenchement de cette lave en plus des précipitations importantes (Médico & al., 2001). En effet, Raymond Ançay et Roland Bruchez précisent qu'une poche d'eau, provenant des eaux d'infiltration qui circulent entre Sorniot et les sources de la Sarvaz, se serait rompue à la hauteur du *Six Blanc*.



Figure 36: Village de Saxé après la lave torrentielle de 1939 (source: Carron, 2012b)

Quelques années plus tard, le **1<sup>er</sup> juillet 1950**, une ravine du torrent Métin provoque des dégâts aux deux mêmes maisons qui avaient été touchées en 1939 à Châtaignier ainsi qu'aux terrains avoisinants (Roduit, 1981). L'historique des événements de Médico & al. (2001) relate qu'une lave torrentielle du Torrent Métin atteint la route de Saxé en 1958, que des ravines atteignent le pont du Stand (cote de 480 environ, fig. 24) **en 1984 et 1986**. Il expose aussi que le **29 juillet 1994**, 1'500 m<sup>3</sup> de débris sortent du lit du torrent Métin entre 22h30 et 23h et causent des dégâts dans le vignoble ainsi qu'à deux maisons (boue dans les sous-sols) (Médico & al., 2001). La nuit du **1<sup>er</sup> juillet 2019**, un orage violent (plus de 50 mm de précipitations en deux heures) déclenche une lave torrentielle dans le torrent Métin. Selon une estimation de Gaylord Cheseaux, 5'000 à 6'000 m<sup>3</sup> de matériaux se sont déposés dans le vignoble à Châtaignier causant des dégâts pour un million de francs (fig. 37).



**Figure 37:** Photo de la lave torrentielle du torrent Métin du **1<sup>er</sup> juillet 2019** prise par Gaylord Cheseaux le 08.07.2019. A droite se trouve le village de Châtaignier et à gauche celui de Saxé.

Moins d'événements de laves torrentielles sont à relever pour le torrent de Saxé. **En 1958**, "des coulées se sont produites, empruntant le chemin du Stand" (Médico & al., 2001: 5). Cependant, selon Roland Bruchez, il n'était pas rare que des laves torrentielles se produisent dans le torrent de Saxé. Elles ne causaient peut-être pas de grands dégâts, mais ont plusieurs fois amené de la boue dans les rues de Saxé. Lors de l'orage du **1<sup>er</sup> juillet 2019**, une lave torrentielle se déclenche au niveau du *Six Blanc* et s'arrête sur la galerie de la route Euloz-Buitonnaz (g2, fig. 24 & 38). En septembre 2019, des travaux sont entrepris afin d'enlever ces matériaux et recréer un lit dans le but d'éviter de futurs débordements.



**Figure 38:** Photos de la lave torrentielle du torrent de Saxé du 1<sup>er</sup> juillet 2019 prise par Gaylord Cheseaux le 08.07.2019. Le bâtiment en rouge sur la photo de droite est celui qui a été détruit par la chute de pierre il y a deux ans environ.

### Laves torrentielles du secteur Grand Chavalard

Des laves torrentielles ou phénomènes de charriage peuvent se produire dans les différents affluents du torrent de l'Echerche (secteur *Grand Chavalard*) et peuvent causer des dégâts en raison de l'important bassin versant de ce torrent. Un article de la *Gazette du Valais* informe que le torrent de l'Echerche sort de son lit le **29 novembre 1885** en raison de fortes pluies et que des "amas bourbeux" causent des dégâts considérables aux champs et vignes (Baillifard & Mamin, 1997: 9). Selon les souvenirs d'Edouard Mettaz, une "ravine" de ce torrent cause des dégâts aux vignes **vers 1950**. Le **17 septembre 1986**, une lave torrentielle de grande ampleur "ne s'était arrêtée qu'à proximité du chemin agricole et du canal qu'il longe" (source: NFAV, 1988: 3). Selon un rapport géologique établi, entre 12'000 et 14'000 m<sup>3</sup> d'alluvions se sont déposés en partie dans les vignes. Une coulée de boue est mentionnée **en 1994** et atteint le dépotoir inférieur (Médico & al., 2001) (t8, fig. 25). Le **1<sup>er</sup> juillet 2019**, les importantes précipitations provoquent une lave torrentielle qui descend jusqu'en plaine. Des morceaux de bois bloquent la conduite amenant l'eau du torrent dans le canal de Fully-Saillon-Leytron, ce qui provoque un débordement du torrent dans les vergers alentours. Cette coulée coupe également la route Buitonnaz-Chiboz, qui est encore temporairement fermée à la circulation à deux reprises en raison d'orages violents survenus les nuits des **11 et 18 août 2019**.

### Laves torrentielles du secteur Grand-Garde

Des processus de charriage peuvent survenir le long du torrent de Randonne (secteur *Grand-Garde*). Même avec la construction d'"un petit dépotoir à la cote de 467 m.s.m." pouvant

retenir 850 m<sup>3</sup> de matériaux, "lors d'événements peu importants, des débordements s'y produisent" (Médico & al., 2001: 13) (t9, fig. 26). L'historique des événements de Médico & al. (2001) indique la présence d'une "ravine" ayant débordé dans les vignes **en 1963**, d'une seconde ayant débordé sans occasionner de dégâts **en 1988**, d'une autre n'ayant pas débordé du dépotoir **en 1995**, et finalement d'un "débordement d'eau et de matériaux solides en aval du dépotoir" le **15 octobre 2000** (Médico & al., 2001: 10) (t9, fig. 26).

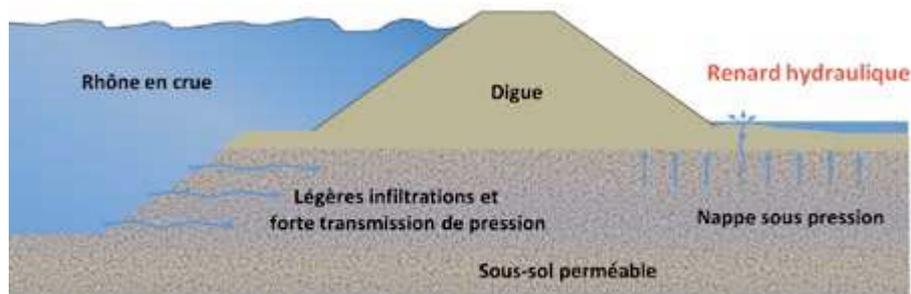
#### **6.3.4. Historique des événements d'inondations**

Dans le site d'étude, les inondations peuvent être causées par ruissellement, par une remontée de la nappe phréatique, par le débordement du Rhône ou des cours d'eau secondaires (canaux de drainage ou torrents latéraux). La plupart du temps, les inondations sont la conséquence d'événements météorologiques particuliers et/ou d'une défaillance des ouvrages de protection.

Avant son assainissement à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la plaine comportait de nombreux marécages, des îlots boisés formés par les méandres du Rhône, ainsi que quelques maigres prairies naturelles. "Presque livré à lui-même, le fleuve avait [...] beau jeu de se créer de nouveaux lits et de compliquer le réseau de ses bras secondaires ; presque à chaque demi-siècle, on pouvait mentionner l'apparition de bras secondaires nouveaux et la disparition de bras anciens" (Carron, 1959: 5). Cependant, après la première et deuxième correction du Rhône, respectivement entre 1863 et 1894 et entre 1928 et 1958, le lit du fleuve est endigué et la plaine asséchée par la mise en place de canaux de drainage permettant d'abaisser le niveau de la nappe phréatique (Boillat, 2005). Actuellement, la nappe phréatique fluctue mais reste relativement proche de la surface de la plaine (1 à 2 m de profondeur à Fully). Influencée par les longues périodes consécutives de précipitations ou de fontes abondantes et du niveau des cours d'eaux comme le Rhône qui sont parfois en contact avec elle, la nappe phréatique réagit en montant son niveau en cas d'arrivée d'eau, et cela peut mener à des inondations dans les zones les plus basses. Cependant, résultant de conditions météorologiques prévalant sur plusieurs années, "les crues de la nappe sont donc très différentes de celles du Rhône" (Pitteloud & Baumann, 2004: 38).

En raison de son bassin grand versant d'une altitude moyenne supérieure à 2'100 m d'altitude, le Rhône peut être à l'origine de crues importantes, favorisées par quatre facteurs : "la position de l'isotherme du 0°C au-dessus de 3000 m, une couverture de neige minimale, la présence de chenaux d'écoulement préférentiels dans les glaciers et d'abondantes précipitations antérieures" (PA-R3, 2015: 12). Cette situation se présente souvent au

printemps et est assez fréquente en automne (août à octobre). Les crues peuvent être atténuées par l'action des barrages d'accumulation qui retiennent une grande quantité d'eau lorsqu'ils ne sont pas remplis (Pitteloud & Baumann, 2004 ; Boillat, 2005 ; PA-R3, 2015). Plusieurs scénarios d'inondation sont ensuite possibles selon l'état des digues et la quantité d'eau transportée. Soit la digue rompt sous la pression et l'eau se déverse à l'aval, soit la quantité d'eau est trop importante et passe par-dessus les digues, soit la pression de l'eau provoque un renard hydraulique, un phénomène de déstabilisation du pied de digue externe causé par des surpressions (fig. 39). Les digues du Rhône sont hautes et surplombent la plaine de plus de 4 mètres. En cas de rupture ou de surverse, l'eau monte jusqu'à ce qu'elle puisse retourner dans le lit du Rhône (Roduit & Arborino, 2010). A Fully, en raison de la présence du coude du Rhône, de la géographie du fleuve proche du versant ainsi que de la faible capacité d'évacuation des eaux du canal FSL, une situation de goulot d'étranglement est présente. En cas de rupture de la digue ou de surverse, l'eau monte à l'image d'un casier se remplissant et peut atteindre plus de 4 mètres de hauteur à plusieurs endroits (SFCEP, 2019).



**Figure 39:** Schéma de renard hydraulique en pied de digue (source: PA-R3, 2015: 8)

De plus, comme le niveau du Rhône et de la nappe influencent directement celui des canaux de drainage, des débordements de ces derniers peuvent avoir lieu lors d'événements d'apport d'eau important. Dans ces cas-là, leur niveau peut monter et mener à des débordements dans les zones voisines. A Fully, le canal FSL est moins profond à Branson qu'ailleurs (secteur entre Branson et *Les Carres*) et c'est à cet endroit qu'il est le plus sujet à déborder (fig. 27). D'anciens petits canaux, appelés "canalons", sont parfois peu souvent en eau et peuvent s'être bouchés entre deux événements de crue pouvant conduire à des inondations locales.

Ainsi, le déclenchement d'inondations est très complexe puisqu'il dépend de facteurs naturels (topographie, réseau hydrographique, occupation du sol, conditions météorologiques...) et humains (usage du sol et aménagement des cours d'eau) (Thomi, 2010). Les inondations dans le secteur de Fully étant relativement rares, une présentation des événements de crue en plus

des inondations est faite dans l'optique d'obtenir la meilleure compréhension possible des processus hydrologiques du territoire communal.

Contrairement aux autres phénomènes étudiés, les événements trouvés sont présentés ci-dessous selon un ordre chronologique. Aucune séparation par secteur n'est relevée, mais les figures 27 à 29 permettent de visualiser la localisation des événements.

### ***Description chronologique des événements d'inondations et de crues***

Plusieurs inondations ont lieu durant le Moyen Âge, dont une importante **en 1545** dans la région de Fully (Borgeat-Theler, 2008). Plus tard, le **30 juin 1897**, la digue du Rhône cède sur une longueur de 80 à 100 mètres en face de Saillon, en raison du débit important du fleuve grossi par la fonte des neiges (Le Confédéré, 1897).

*"Le lendemain, vers minuit, la grande digue de Mazimbroz [digue des Maretzons] sautait à son tour sous la pression de l'énorme quantité d'eau qui l'entourait de toute part, et la plaine de Fully était elle aussi complètement submergée jusqu'au pont de Branson. On estime la hauteur de la nappe d'eau qui couvre les terrains de Fully et Saillon, par suite de la rupture des digues, à environ 1m50. Toutes les cultures de plaine, depuis Branson jusqu'aux pâturages de Saillon, soit sur une longueur de 7 kilomètres, sont perdues ; vignes pleines de promesses, champs de maïs et de pommes de terre, vergers, tout est anéanti."*

*(Le Confédéré, 1897: 3)*

La commune est complètement isolée et pendant trois mois, la circulation se fait en barque jusqu'à la gare de Charrat (Carron, 1959) (fig. 40). À la suite de cette catastrophe, les digues du Rhône et celle des Maretzons sont renforcées et exhausées (d7 & d8, fig. 27 à 29). **En 1901**, "les hautes eaux furent telles que les infiltrations de la partie supérieure ne purent trouver d'écoulement dans le canal de Fully et inondèrent les 4 km<sup>2</sup> déjà assainis [de la plaine de Fully].



Fully fit refermer les deux vannes des Maretzons et put ainsi remettre ses terres en état de culture. En amont des Maretzons, la plaine resta sous l'eau" (NV, 1909: 3). Selon plusieurs autres articles,

**Figure 40:** Débordement du Rhône vers le Petit Pont à Fully, en 1897 (source : Carron, 1959: 84)

cette inondation de la plaine de Fully aurait eu lieu **en 1902** plutôt (Le Confédéré, 1909 ; NV, 1910). Cet événement condamne l'écluse permettant à l'eau de traverser la digue des Maretzons et de se diriger dans le canal d'assainissement de Fully, construit de 1873 à 1875 et complété après les inondations de 1897 et 1902 (Le Confédéré, 1909). Puis, des travaux sont entrepris jusqu'en 1917 pour assainir la Grande Gouille qui se formait régulièrement à *la Sarvaz*. D'une part, le canal de Fully est d'un côté prolongé après le coude du Rhône grâce au creusement de deux tunnels aux Follatères, et de l'autre jusqu'à Leytron en passant sous la Salentze. Le canal de Gru, récoltant les eaux des sources de la Sarvaz, est également creusé et mène ces eaux dans le nouveau canal de Fully-Saillon-Leytron (Carron, 1959). Cet aménagement voit aussi la mise en place de la station de pompage au *Grand Blettay* au niveau de la digue du Rhône, empêchant le reflux de ses eaux dans la plaine de Fully et Saillon par l'ouverture de la digue des Maretzons (NV, 1910 ; NFAV, 1970). Avec un débit maximum de 9 m<sup>3</sup>/s d'eau au croisement entre les canaux de Gru et de Fully-Saillon-Leytron, 6 m<sup>3</sup>/s sont renvoyé dans le Rhône par trois pompes via le canal Faiss et 3 m<sup>3</sup>/s traversent la commune de Fully et rejoignent le Rhône aux Follatères (fig. 28, 29 & 41). Ce système permettait aussi d'éviter des inondations à Branson, où le canal est moins profond. Dès 1925, *la Sarvaz* devient une zone agricole importante.



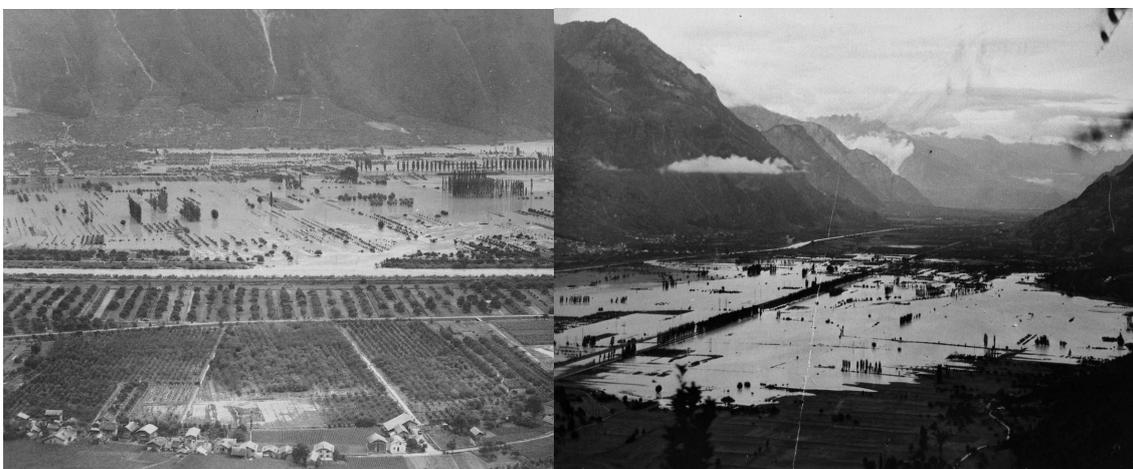
**Figure 41:** Séparation entre le canal Faiss à gauche et le canal FSL à droite au Grand Blettay (image de gauche) et système de pompage du Grand Blettay conduisant l'eau du canal Faiss dans le Rhône (image de droite) (source: photos personnelles prises le 15.06.2019)

**En 1935**, le Rhône déborde entre Conthey et Sion. La presse relate que "la dernière crue du Rhône a menacé de submerger la plaine de Saillon-Fully dans toute son étendue. Jamais [la] commune [de Fully] n'avait encore envisagé pareil désastre" (NV, 1935: 2). Le **4 septembre 1948**, de fortes précipitations conduisent à une crue historique du Rhône qui atteint le débit de 940 m<sup>3</sup>/s à Branson. Cette situation mène à la rupture de la digue en rive droite du Rhône à la hauteur du village de La Forêt. 15 millions de m<sup>3</sup> inondent 45 hectares de zones cultivées et les recouvrent d'une épaisseur de 1 m de sable, mais ne causent aucun décès (fig. 42). Le secteur de la gare de Charrat est sous l'eau, on se déplace en barque durant plusieurs

semaines jusqu'à ce que le lac disparaisse. Le coût des travaux préconisés pour restaurer ces terrains est évalué à 450'000.- environ (Mariétan, 1948 ; Pitteloud & Baumann 2004). Une étude réalisée après l'événement tente d'expliquer les causes de ce sinistre :

*"A la suite de pluies d'une abondance exceptionnelle, la digue de la rive gauche du Rhône, à 500 m. à l'aval du pont de Fully a été submergée et emportée. Les eaux se répandirent dans la plaine sur toute la largeur entre Charrat et le cône d'alluvions de la Dranse. La brèche s'était produite sur une section du Rhône où l'endiguement avait été corrigé en 1936-38. La digue du lit majeur était constituée de gravier du Rhône. Sa partie supérieure avait été recouverte d'une couche de terre de 20 centimètres. L'eau du fleuve n'a pas coulé par-dessus la digue mais elle s'est infiltrée à travers le gravier, sous la terre. Le talus extérieur de la digue a été raviné. Il semble bien que tel fut le premier début de la brèche. La surface supérieure de la digue n'avait pas été submergée."*

*(Mariétan, 1968: 68)*



**Figure 42:** Inondation de la plaine entre Charrat et Martigny suite à la rupture de la digue à la hauteur de La Forêt le 4 septembre 1948 (source: Commune de Fully, 2019)

Durant les **années 1980 et 1981**, des inondations ont lieu sur des terrains agricoles d'une vingtaine d'agriculteurs dans le secteur de Mazembroz. Un rapport d'expertise hydrologique du professeur Mornod apporte "la confirmation que «l'eau maudite», qui avait causé à leurs champs et récoltes près de 300 000 francs de dégâts en l'espace de deux ans, provient bel et bien du Rhône. C'est à la faveur d'un décolmatage anormal dû à l'activité humaine que l'eau du Rhône est venue grossir la nappe souterraine" (NFAV, 1983a: 21). Le **15 octobre 1981**, le torrent de Randonne déborde à la suite d'un surcroît d'eau provenant du secteur d'*Euloi* (fig. 16 & 25). "A la suite de cette inondation, la route entre le Grand-Blettay et Mazembroz a dû être fermée et a subi d'importants dommages. Des vignes ont aussi souffert de ces débordements et les dégâts se montent à plusieurs dizaines de milliers de francs. On signale aussi que plusieurs champs de carottes de Saxé sont noyés sous 30 cm d'eau" (NFAV, 1981: 41). La cause probable de cette inondation est le débordement du canal FSL (Baillifard & Mamin, 1997).

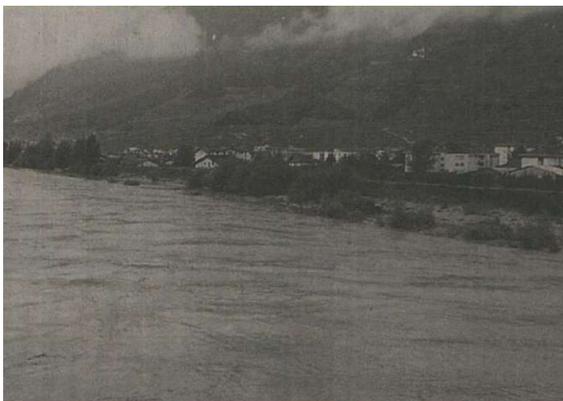
Le **25 août 1987**, des pluies torrentielles causent la montée du niveau du Rhône qui atteint le débit maximal de 820 m<sup>3</sup>/s à Branson (fig. 43). Par précaution, des évacuations ont lieu à Fully mais sont totalement désorganisées d'après les souvenirs de Camille Carron, ancien conseiller communal. Un responsable de la commune précise que le pire a alors été évité "en consolidant les digues du Rhône, en plusieurs points entre la jonction Saxon-Mazembroz et le pont de Branson [...] [et] que les canaux de filtration ont parfaitement rempli leur rôle" (Métroz, 1987: 24). Selon une étude, la construction des grands barrages a également permis d'éviter que les digues ne rompent à Fully. En effet, "dans la région de Fully, les digues affaiblies par la montée



des eaux de 1987 n'auraient pas résisté à un débit supplémentaire qui serait venu des 120 à 140 m<sup>3</sup>/sec retenus par les barrages. Il y aurait eu rupture des digues et inondation de la plaine comme en 1948" (Dayer, 1991: 9).

**Figure 43:** Niveau d'eau du Rhône au pont de Branson lors de la crue de 1987 (source: NFAV, 1987: 30)

Le **14 février 1990**, de fortes pluies causent en Valais des laves torrentielles, des débordements de torrents et des inondations. A Fully, contrairement à d'autres communes, il n'y a pas eu de problèmes majeurs si ce n'est quelques ravines et des caves inondées qui sont vidées à l'aide de motopompes par la protection civile. De plus, la route La Fontaine – Chiboz a été fermée pour danger d'avalanche (NFAV, 1990). Le **24 septembre 1993**, de fortes précipitations provoquent le débordement de la Saltina à Brigue. A Fully, à 23 heures, sept cents familles sont évacuées en raison du risque de débordement du Rhône. En effet, "sous le pont reliant Fully à Charrat, le niveau approchait dangereusement le sommet des piliers et l'on craignait le pire pour les habitations situées entre Branson et Châtaignier" (NFAV, 1993: 10) (fig. 44). Malgré un débit de 930 m<sup>3</sup>/s, seules quelques caves auront été inondées (NFAV, 1994). Le **24**



**septembre 1994**, "des hommes sont mobilisés pour surveiller le Rhône qui menace de sortir de son lit" (NFAV, 1994: 20). En effet, la fonte rapide de la neige fraîchement tombée par le foehn ainsi que les pluies qui s'y sont ajoutées ont fait monter le niveau du Rhône (NFAV, 1994).

**Figure 44:** Niveau d'eau du Rhône au pont de Fully lors de la crue de 1993 (source: NFAV, 1993: 10)

Le **15 octobre 2000**, la rupture de la digue du Rhône à Chamoson a conduit à des inondations à Saillon. Pour rappel, le débit du Rhône avait atteint la valeur historique de 980 m<sup>3</sup>/s à Branson et atteignait presque le couronnement de la digue à Fully (fig. 45) (*cf chapitre 2.3.3.*). A Fully, plus de 2'000 villageois sont évacués en raison de la lave torrentielle du Torrent du Bossay et du danger d'inondation de la plaine. Le **16 octobre 2000**, "la cellule de crise de Fully a encore dû procéder à l'évacuation de plusieurs familles et des pensionnaires d'un chenil dans le secteur du Grand-Blettay suite au débordement du canal Leytron-Saillon-Fully. Trois pompes ont été mises en service. Enfin, la PCI était encore à pied d'œuvre à la hauteur de Branson où le canal était à son maximum aux alentours de midi " (Méroz, 2000b: 21). Selon Boillat (2005), le rôle des aménagements hydroélectriques a été important puisqu'ils ont permis de réduire de 140 m<sup>3</sup>/s le débit de pointe du Rhône. Cet apport d'eau supplémentaire aurait mené à une



différence du niveau du Rhône de l'ordre de 75 cm à Branson. "Il suffit de se remémorer les limites atteintes par le passage de la crue pour apprécier à sa juste valeur l'effet bénéfique produit par les barrages valaisans à cette occasion" (Boillat, 2005: 321).

**Figure 45** : Niveau d'eau du Rhône au pont de Fully lors de la crue de 2000 (source: archives personnelles d'un privé)

En 2012, 2013 et 2019, le Rhône entre en crue sans causer de dégâts à Fully, si ce n'est quelques inondations de caves, principalement dans la plaine de Branson. Le **2 juillet 2012**, le Rhône atteint le débit de 763 m<sup>3</sup>/s à Branson (Gabbud, 2012). Des sacs de sable sont placés au bord du canal FSL à Branson pour contenir la montée du niveau de l'eau. L'année suivante, le **29 juillet 2013**, le Rhône entre à nouveau en crue et un débit de 781 m<sup>3</sup>/s est calculé à Branson (Philippoz, 2013). Selon Didier Liard, chef du Service technique de la commune de Fully, le canal FSL avait légèrement débordé sur la route cantonale à Branson et des sacs de sable avaient été mis pour contenir l'eau. Quelques caves avaient alors été inondées par la nappe phréatique, dont le niveau était remonté avec ceux du canal FSL et du Rhône (fig. 46). Le **11 juin 2019**, une dépression venant de la France, des vents du sud ramenant de l'humidité et la fonte des neiges font gonfler le niveau d'eau du Rhône qui atteint un débit maximal de 647 m<sup>3</sup>/s à Branson à 9h05 (Genet, 2019) (fig. 46).



**Figure 46:** Crues du Rhône de 2013 (à gauche) et de 2019 (à droite) à Fully (source: Philippoz, 2013 ; photo reçue le 11.06.2019)

## 6.4. Synthèse de l'historique des événements

L'élaboration de cet historique a permis de mettre en évidence toute une série d'événements de chutes de pierres, d'avalanches, de laves torrentielles et d'inondations ayant touché la commune de Fully jusqu'à aujourd'hui.

### ***Les chutes de pierres et de blocs***

Tout d'abord, il ressort que peu d'événements marquants de chutes de pierres ont été relevés sur le site d'étude, bien qu'elles aient été nombreuses. En raison de la nature des roches, le versant de Fully est relativement stable et les éboulements qui pourraient être plus facilement perçus par la population n'ont lieu que rarement. L'événement du 11 février 1994 survenu au *Six Rouge* est d'ailleurs le seul d'une grande ampleur (2'500 m<sup>3</sup>) à avoir été répertorié. Dans les autres cas, la taille des blocs n'a que rarement excédé les 10 m<sup>3</sup> et même a été bien souvent inférieure au m<sup>3</sup> (Kilchenmann & Mamin, 1994). Selon le géologue Guillaume Favre-Bulle, responsable du secteur du Bas-Valais, le faible nombre d'événements mis en évidence est lié à l'éloignement de la zone de production des blocs avec les zones à bâtir et les routes. De ce fait, les pierres ou blocs en mouvement ont été soit stoppés par la forêt protectrice, soit canalisés rapidement dans les nombreux couloirs et s'arrêtent lorsque la pente devient inférieure à 30°. Ces zones d'arrêt sont souvent peu accessibles et situées bien au-dessus de zones habitées (fig. 17). Enfin, ce n'est que depuis le début des années 2000 que les événements sont systématiquement inscrits dans le cadastre cantonal.

### ***Les avalanches***

Les recherches ont montré que les avalanches sont nombreuses et parfois impressionnantes sur le site d'étude. Cependant, peu d'événements précis ont été trouvés et sont bien

documentés. En effet, seules les coulées causant des dégâts importants ou d'un gros volume sont répertoriées par la presse ou les rapports techniques, alors que de nombreuses petites avalanches, qui se déclenchent également tout au long de l'hiver, ne sont pas mentionnées. De plus, comme pour les chutes de pierres et de blocs, l'une des raisons est à chercher dans l'éloignement des axes de communication et de la zone à bâtir par rapport aux zones touchées par les avalanches. D'autre part, en raison de l'altitude et de la surface de la zone de décrochement, tous les secteurs ne sont pas égaux devant ces phénomènes. Alors que les secteurs *Sex Carro* et *Tête du Portail* semblent être moins sujet aux grandes coulées (excepté pour le couloir de Ravine Neuve), ce sont surtout les avalanches des torrents Métin, de Saxé et de l'Echerche qui ont de tout temps inquiété les Fulliérains. Les événements les plus importants ont eu lieu en 1984 pour les torrents Métin et de Saxé (5 chalets et 40 ha de forêt détruits), en 1968, 1978 et 1988 pour le torrent de l'Echerche (débordements dans le vignoble proche du village de Mazembroz) ainsi qu'en 1973 et 1995 pour le torrent de Randonne (avec 5 morts en 1973 et 9 ha de forêt détruite en 1995). Deux années aux conditions particulières ont également causé de nombreux dégâts. Il s'agit de l'hiver 1945 durant lequel des avalanches sont vraisemblablement descendues jusqu'au pied du coteau, ainsi que février 1999 où des coulées spectaculaires atteignent la plaine. Tous ces événements marquants ont conduit à la mise en place de nombreux ouvrages de protection dans tous les secteurs. Il est très probable que leur présence influence désormais le regard porté par la population sur les avalanches.

### ***Les laves torrentielles***

Dépendant de la présence de matériaux mobilisables et d'eau provenant de précipitations intenses ou longues, des laves torrentielles ou processus de charriage peuvent se produire dans tous les torrents du coteau de Fully. D'origine principalement naturelle, quelques événements ont néanmoins une composante anthropogénique expliquant leur déclenchement (rupture de bisse ou de conduite forcée), montrant que des interactions complexes résident entre les activités humaines et les phénomènes naturels. L'historique répertorie un nombre important d'exemples d'événements ayant pour la plupart causé uniquement des coupures de routes secondaires ou des dégâts au vignoble. Les années 1939 et 2000 sortent néanmoins du lot en raison de l'ampleur des événements. Les laves torrentielles de 1939 descendues à Châtaignier mais surtout à Saxé ont déposés plus de 150'000 m<sup>3</sup> de matériaux et ont recouvert plusieurs bâtiments ainsi qu'environ 4 hectares de zones cultivées. Plus récemment, en octobre 2000, une erreur humaine a provoqué une lave torrentielle dans le torrent du Bossay où 300'000 à 450'000 m<sup>3</sup> de boue ont coulé jusque dans le canal FSL. Des évacuations préventives ont été organisées dans les secteurs concernés, menacés également par la crue du

Rhône pour certains. Par contre, contrairement à l'événement de 1939, les dégâts de la coulée de 2000 sont encore visibles de nos jours et participent à la mémoire de cet incident. Finalement, des laves torrentielles se sont déclenchées dans presque tous les couloirs du coteau durant l'été 2019, mais avec une moindre ampleur en comparaison avec les deux événements présentés plus haut (environ 5'000 à 6'000 m<sup>3</sup> déposés pour le torrent Métin). Néanmoins, elles rappellent à la population que ces processus peuvent toujours se produire sur le territoire communal malgré les nombreux ouvrages construits.

### ***Les inondations***

Enfin, les informations trouvées ont montré que les importantes transformations de la plaine réalisées lors des différentes corrections du Rhône (endiguement et dragage du lit du fleuve, création de canaux de drainage et de station de pompage...) ont exercé une influence directe sur les crues et les inondations survenues à Fully depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Malgré ces profondes mutations, la plaine de Fully a également connu son lot de "catastrophes". Les recherches ont montré que des inondations du Rhône de grande ampleur avaient déjà lieu sur le territoire communal aux siècles passés. En effet, en 1897 et 1902 (sur la rive droite) et en 1948 (sur la rive gauche), plusieurs hectares de zones cultivées ont été inondés durant une longue période. Depuis 1948, aucune inondation importante n'a eu lieu directement à Fully. Plusieurs crues, dont celles de 1987, 1993 et 2000, ont provoqué par contre des évacuations préventives dans la commune en raison du risque de rupture de la digue ou de surverse. Celles-ci ont été heureusement évitées grâce notamment à la retenue de l'eau d'une partie du bassin versant par les barrages d'accumulation. Depuis lors, aucune situation critique ne s'est rencontrée à nouveau, malgré les épisodes de crues de 2012, 2013 et 2019.

Cependant, d'autres inondations, liées cette fois au niveau de la nappe phréatique, se sont produites à plusieurs reprises et ont envahi des sous-sols (notamment dans la plaine de Branson), ainsi que des zones cultivées de chaque côté des digues. Ces dégâts n'ont en revanche que peu été documentés, puisque très localisés et du domaine du privé.

En conclusion, malgré sa situation particulière et le nombre considérable d'événements répertoriés, il ressort que la commune de Fully comptabilise relativement peu de dégâts matériels et aucune perte humaine (à l'exception de l'avalanche de 1973) en lien avec les quatre phénomènes naturels étudiés.

## **7. EVOLUTION DE LA VULNERABILITE DE LA POPULATION, DE SES BIENS ET DE SES ACTIVITES FACE AUX PHENOMENES ETUDIES**

Ce chapitre présente l'évolution de la vulnérabilité de la population, de ses biens et de ses activités face aux phénomènes étudiés pour la commune de Fully. Après une introduction, suivra la présentation de la méthodologie adoptée qui permettra de se faire une idée la plus représentative possible de l'évolution de la vulnérabilité. Les résultats seront enfin présentés selon les différents points établis et permettront d'obtenir une meilleure compréhension des causes ayant mené à l'utilisation actuelle du territoire dans la commune de Fully.

### **7.1. Introduction**

Comme présenté dans le *chapitre 2*, la prise en compte de la vulnérabilité occupe désormais une place importante dans l'analyse des situations à risques. Les travaux de Vinet & al. (2012) et ceux concernant l'inondation de Saillon ont montré que la vulnérabilité d'une population peut grandement évoluer au fil des années. En effet, la combinaison de différents contextes peut mener à une augmentation des personnes, des biens et des activités dans les zones à risques. Ces enjeux peuvent être plus ou moins vulnérables en fonction de facteurs socio-démographiques, économiques, socio-culturels, techniques, fonctionnels et institutionnels (Thouret & D'Ercole, 1996). Différents contextes, en particulier démographique, économique, foncier et immobilier, ainsi que l'état de la gestion locale des risques et l'état des connaissances, influencent également fortement la vulnérabilité d'une population (Vinet & al., 2012).

Ainsi, "l'analyse des facteurs de vulnérabilité donne le moyen de prévoir l'amplitude des préjudices potentiels, car elle fournit une mesure quantitative de l'exposition des éléments, et une mesure qualitative de la capacité de réponse d'un individu ou d'un groupe exposé à un sinistre" (Thouret & D'Ercole, 1996: 408). Or, la qualité de cette réponse change au fil du temps, ce qui modifie la vulnérabilité. Ainsi, comprendre comment la vulnérabilité d'une population a évolué au fil du temps permet de comprendre les raisons qui ont conduit à la concentration d'habitations dans des zones considérées aujourd'hui comme étant à risques.

### **7.2. Méthodologie**

Afin d'appréhender l'évolution de la vulnérabilité dans la commune de Fully, plusieurs facteurs sont à prendre en compte. Basée sur la littérature existante, l'évolution de ces différents

aspects (contextes économique, démographique, politique, socioculturel, foncier et gestion locale des risques) est étudiée dans ce chapitre. Finalement, une synthèse des résultats obtenus apportera des précisions sur le PAZ de 1984 encore en vigueur aujourd'hui.

En raison de la diversité des objets étudiés, plusieurs sources d'information ont été sollicitées. Des entretiens ont notamment été menés avec différentes personnes. Premièrement, les analyses et impressions de personnes résidant depuis plusieurs décennies dans la commune ont été recueillies afin d'établir un aperçu global de l'évolution de la commune de Fully. Il s'agit de **Raymond Ançay**, habitant d'Euloz né en 1947, **Edouard Mettaz**, habitant de Mazembroz né en 1931, **Roland Bruchez**, habitant de Buitonnaz né en 1933 et **Philippe Bender**, historien habitant La Fontaine.

De plus, différentes élus communaux (anciens et actuels) ont été interrogées : **Florian Boisset**, conseiller communal de 1981 à 1988 en charge de l'élaboration du PAZ de 1984, **Bernard Troillet**, secrétaire communal de 1981 à 1988, conseiller communal de 1989 à 1996 et président de commune de 1997 à 2008, **Camille Carron**, conseiller communal de 2001 à 2012, **Stéphane Bessero**, conseiller communal depuis 2013 et **Edouard Fellay**, conseiller communal de 1997 à 2008 et actuel président de commune depuis 2008.

Des entrevues ont également été réalisées avec d'autres personnes travaillant pour la commune. Il s'agit de **Paul-Marie Dorsaz**, chargé de la sécurité de 1999 à 2009, **Gaylord Cheseaux**, actuel observateur régional en dangers naturels depuis 2017, **Alexandre Roduit**, directeur de l'office de tourisme de Fully depuis 2017 et membre de l'EMCC, **Jean-Baptiste Bruchez**, garde-forestier du triage forestier de Collonges-Dorénaz-Fully, **Madeleine Perret**, préposée à l'Office de la population et **Didier Liard**, chef du service technique depuis 2012.

Enfin, d'autres personnes travaillant dans des bureaux d'ingénieurs ou à l'Etat ont été rencontrées : **Mathias Carron**, directeur associé du bureau d'ingénieurs Silvaplus à Martigny, **Aurélié Follonier**, spécialiste SIRS-Dangers géologiques et hydrologiques au CREALP à Sion, **James Médico**, ingénieur dangers naturels responsable des avalanches pour le Bas-Valais jusqu'en juin 2019, **Guillaume Favre-Bulle**, géologue responsable des instabilités de terrain pour le Bas-Valais, **Nicolas Mettan**, chef de Service du développement territorial du canton du Valais, **Frédéric Dorsaz**, urbaniste du Bas-Valais et **Tony Arborino**, chef de l'Office cantonal de la construction du Rhône.

En outre, la consultation d'articles de lois, de règlements, de la littérature locale, de la presse régionale grâce à la plateforme *e-newspaperarchives.ch*, d'archives communales et de rapports d'étude ont complété les informations obtenues par les entretiens précités et donne un aperçu

le plus complet possible de l'évolution de la vulnérabilité dans la commune de Fully. A noter que la période étudiée n'est pas limitée mais se concentre principalement de 1980 à aujourd'hui, soit la période à partir de laquelle la zone à bâtir est ouverte en plaine et qu'elle commence à être habitée.

## **7.3. Résultats**

Au cours du siècle dernier, la commune de Fully a connu toute une série de mutations importantes qui ont marqué sa population. Il convient de présenter ces profonds bouleversements afin de comprendre de manière objective les raisons qui ont mené les habitants et les autorités à l'utilisation actuelle des territoires à risques. Tout d'abord, l'évolution du contexte économique est exposée, suivie de celle des contextes démographique, politique, socioculturel et foncier. Un point sur l'évolution de la gestion locale des risques propre à la commune de Fully présentera ensuite l'évolution des mesures passives, actives et organisationnelles visant à protéger la population contre les quatre phénomènes naturels étudiés.

### **7.3.1. Evolution du contexte économique**

Une vue de l'évolution du contexte économique de la commune de Fully est tout d'abord proposée. Elle se base sur des entretiens avec différents habitants de la commune, ainsi que sur différents travaux comme celui de Carron (1959) sur l'assainissement de la plaine du Rhône à Fully, ou d'Arlettaz (1996) sur les transformations de l'agrosystème fulliérais de 1915 à nos jours.

Bien que très importante au début du XX<sup>e</sup> siècle, la part de la population active travaillant dans le secteur primaire a fortement diminué au fil des décennies au profit des secteurs secondaire et tertiaire. Cette diminution se retrouve de manière générale en Suisse et dans les pays occidentaux. Cependant, elle apparaît plus tardivement à Fully, qui reste encore dans les années 1970 une commune dans laquelle 50% de la population active travaille dans le secteur primaire, alors qu'elle n'est plus que de 15% en Valais et 9% en Suisse. En 2010, 29% de la population a une activité professionnelle en lien avec le secteur primaire, 19% avec le secteur secondaire et 52% avec le secteur tertiaire. Le tableau 1 résume cette évolution entre 1970 et 2010 et montre que Fully se distingue passablement des moyennes cantonales et nationales. Ces résultats donnent une indication du type de profession des personnes actives de la commune de Fully, mais pas des activités économiques qui se développent sur le territoire communal. En effet, une personne active ne travaille pas forcément là où elle a élu domicile.

Ces informations confirment la catégorisation de Fully comme "commune agraire-mixte" ou "commune agro-tertiaire" dans la typologie des communes réalisée par l'Office fédéral de la statistique en 2000 (OFS, 2019).

	Secteur primaire (agriculture)	Secteur secondaire (industrie)	Secteur tertiaire (services)
<b>Fully en 1970</b>	<b>50 %</b>	<b>25 %</b>	<b>24 %</b>
<i>Valais en 1970</i>	15 %	43 %	41 %
<i>Suisse en 1970</i>	9 %	46 %	45 %
<b>Fully en 1980</b>	<b>45 %</b>	<b>22 %</b>	<b>33 %</b>
<i>Valais en 1980</i>	10 %	37 %	52 %
<i>Suisse en 1980</i>	7 %	38 %	55 %
<b>Fully en 2010</b>	<b>29 %</b>	<b>19 %</b>	<b>52 %</b>
<i>Valais en 2007</i>	7 %	23 %	70 %
<i>Suisse en 2007</i>	4 %	24 %	72 %

**Tableau 1:** Evolution de la part des secteurs économiques de la population active pour la commune de Fully, le canton du Valais et la Suisse en 1970, 1980 et 2007/2010 (source: recensements fédéraux de la population de 1970 et 80 ; CVCI, 2010 ; Commune de Fully, 2019)

Avant l'endiguement du Rhône, les familles fulliéraines vivaient grâce à une économie familiale d'auto-provisionnement. Elles cultivaient le châtaignier, la vigne et les céréales sur le coteau et élevaient du bétail (Arlettaz, 1996). "Les produits issus de l'agriculture n'étaient que très rarement vendus. Le seul but du paysan d'alors était, en effet, d'assurer par ses propres récoltes l'approvisionnement de la famille. Mais ne tombons pas dans l'exagération. Bien que peu important, il existait tout de même un petit commerce local" (Carron, 1959: 7). Cependant, au début du XX<sup>e</sup> siècle, la population de Fully passe de cette économie vivrière à un système moderne d'économie de marché. Les raisons de ce changement radical sont nombreuses. Tout d'abord, le développement des réseaux de communication favorise l'importation et l'exportation de denrées alimentaires notamment grâce à l'établissement d'une gare à Charrat, à 2 km de Fully, en 1891. De plus, l'endiguement du Rhône et l'assainissement de la plaine permettent aux habitants d'exploiter pleinement cette zone qui deviendra rapidement couverte de cultures intensives. La création de la "Société d'agriculture de Fully" en 1897 et de la "Coopérative fruitière de Fully" en 1935 apporte un soutien aux agriculteurs dans l'écoulement des récoltes et leur donne de nombreux conseils relatifs aux cultures spécialisées qui apparaissent peu à peu en Valais (vergers de pommiers et poiriers hautes tiges, fraises, choux-fleurs et tomates dès 1925). Ces cultures demandent une main d'œuvre nombreuse et occupent une grande partie de la communauté fulliéraine jusque dans les années 1960. A partir de ces années-là, l'agriculture se mécanise et des cultures maraîchères (céleris, carottes, tomates) et fruitières (pommiers et poiriers à palmettes)

adaptées à la mécanisation se mettent en place (Carron, 1959 ; Arlettaz, 1996). De nos jours, en raison de la concurrence étrangère, la culture maraîchère n'est plus aussi rentable, et perd du terrain. Cette situation mène les agriculteurs à se concentrer davantage sur les cultures spéciales à haute valeur ajoutée comme l'arboriculture.

De plus, au cours du XX<sup>e</sup> siècle, la surface viticole du canton du Valais a subi une extension considérable qui s'explique en partie par la politique protectionniste mise en place par l'Etat dès 1933. Cette politique prévoit "une limitation des importations de vin, qui durera, à quelques exceptions près, jusqu'au début des années 1990" (Arlettaz, 1996: 54). Dans ce contexte, la surface viticole de la commune de Fully a plus que triplé entre 1929 et 1985 en raison de l'apport de cultures traditionnelles et par défrichements forestiers (tableau 2). Bien qu'appartenant en majorité aux Entremontants avant le XX<sup>e</sup> siècle, cette progression est surtout l'œuvre de la population locale (Arlettaz, 1996).

	1737	1851	1929	1955	1985	1995	2019
<i>Surface viticole totale (ha)</i>	78 ha		104 ha	198 ha	345 ha	354 ha	315 ha
<i>Surface viticole appartenant aux Entremontants (ha)</i>	46,7 ha	81,8 ha			41 ha (en 1981)		

**Tableau 2:** Evolution entre 1737 et 2019 de la surface viticole totale et de la surface viticole appartenant aux Entremontants à Fully (source: Arlettaz, 1996 ; Payot & al., 2017 ; Commune de Fully, 2019)

Entre 1960 et 1980, l'extension du vignoble bat son plein, car la viticulture devient un secteur très rentable et largement soutenu par l'Etat. Cette situation mène à une augmentation du nombre de propriétaires, dont une majorité travaille la vigne comme un à-côté. "En 1982 et 1983, la production du vignoble valaisan atteint des proportions phénoménales: 68.8 mio de litres en 1982 et 79.86 mio de litres en 1983<sup>2</sup>" (Arlettaz, 1996: 56). Cette surproduction déstabilise le marché et mène en 1990 à la mise en place d'un système AOC qui prévoit des quotas et des déclassements en cas de surplus, afin de garantir une qualité du vin produit. A partir de là, l'apport financier que peut constituer la possession de vignes chute drastiquement et dépend du cépage cultivé (tableau 3).

<sup>2</sup> A titre de comparaison, la production moyenne de vin en Valais atteint en moyenne 39 mio de litres entre 2008 et 2017 (source: [www.bilan.ch/economie/le\\_valais\\_pleure\\_ses\\_vignes\\_devastees](http://www.bilan.ch/economie/le_valais_pleure_ses_vignes_devastees), consulté le 29.10.2019).

	1981	2019
<i>Prix du kg de raisin (chasselas)</i>	4,32.- par kg	3,20.- par kg
<i>Nombre de kg par m<sup>2</sup></i>	jusqu'à 4 kg/m <sup>2</sup>	1,4 kg/m <sup>2</sup>
<i>Apport financier par m<sup>2</sup> de vigne</i>	jusqu'à 17,28.-/m <sup>2</sup>	4,48.-/m <sup>2</sup>

**Tableau 3:** Apport financier par m<sup>2</sup> de vigne de chasselas à Fully en 1981 et 2019 sans indexation à l'inflation (source: Arlettaz, 1996 ; enquête personnelle)

De nos jours, la branche s'est professionnalisée et le nombre de vigneron·nes travaillant la vigne comme hobby est en nette diminution. Cependant, en raison de la topographie accidentée du vignoble, cette culture est difficilement mécanisable et une main d'œuvre importante reste nécessaire. Actuellement, 28 encaveurs sont présents à Fully, 4<sup>e</sup> commune viticole valaisanne en termes de superficie.

Le secteur secondaire apparaît à Fully dès 1912 avec la construction et l'exploitation dès 1914 de l'usine électrique de Verdun qui turbine les eaux des deux lacs de Sorniot. D'importantes réalisations sont entreprises pour cet aménagement qui voit la construction d'une voie ferrée entre Vers l'Eglise et *les Garettes*, d'un téléphérique entre *les Garettes* et le *col de Sorniot*, d'un barrage sur le *lac supérieur de Fully* ainsi que d'une conduite enterrée avec une chute de 1'650 m (Chenard & Du Bois, 1922). De plus, selon l'historien Philippe Bender, une part significative de Fulliérais travaille à l'usine chimique de la CIBA (actuellement CIMO) à Monthey durant la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Enfin, le secteur de la construction avec les professions d'architecte, maçon, charpentier, plâtrier-peintre, etc. représente aussi un domaine d'activité économique important pour la commune de Fully.

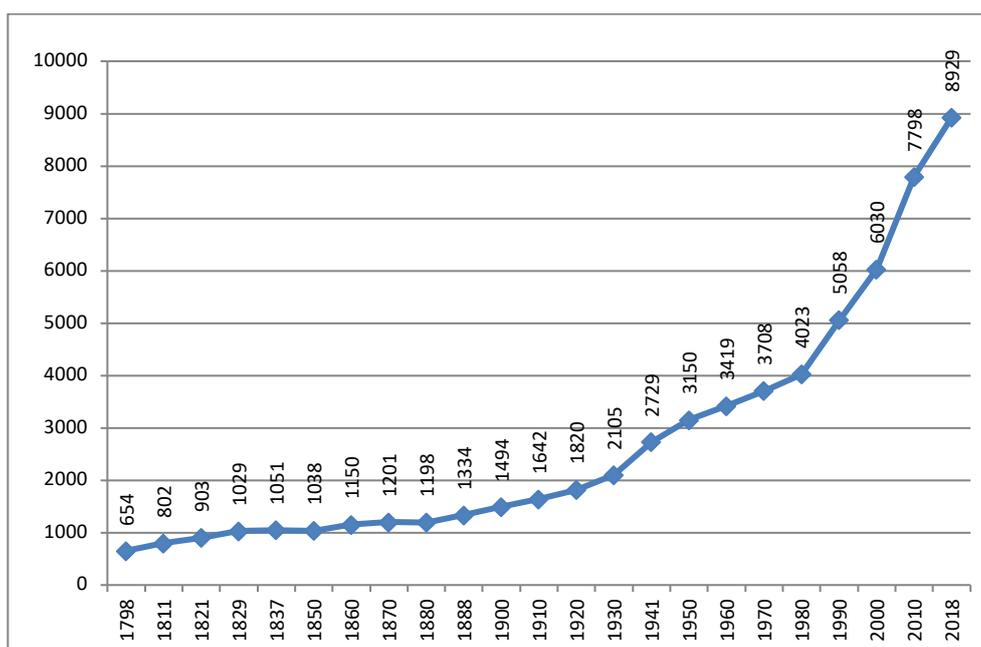
La plupart des résidents de Fully travaillent dans le secteur tertiaire dans les domaines de l'administration, de la santé, de l'enseignement, de la restauration, des commerces, des banques, des assurances et des agences immobilières.

Contrairement à d'autres communes valaisannes, Fully n'est pas une destination touristique importante et possède une population permanente. Cependant, la majeure partie de la population active travaille à l'extérieur de la commune, principalement à Martigny et Sion, villes proches qui offrent des possibilités importantes. De plus, les habitants de Fully bénéficient des sorties autoroutières "Martigny-Fully" et "Saxon", ouvertes respectivement en 1981 et en 1987, situées de part et d'autre de la commune et permettant de rallier rapidement le Valais central, le Chablais et l'arc lémanique. Qui plus est, la proximité directe de Fully avec les gares de Charrat-Fully et de Martigny permet d'accéder facilement au réseau ferroviaire régional et national.

### 7.3.2. Evolution du contexte démographique

L'évolution du contexte démographique de la commune de Fully est présentée sous ce point. Sa rédaction a été possible en consultant les recensements fédéraux de la population, les archives communales, et par des entretiens avec Madeleine Perret, préposée à l'office de la population.

Comme de nombreuses communes en Suisse, Fully a connu une importante augmentation de sa population au cours des dernières décennies. Après un accroissement lent jusqu'en 1930, l'augmentation a été rapide jusqu'en 1980 et encore plus durant les quatre dernières décennies. En effet, atteignant 4'023 résidents en 1980, la population a plus que doublé en 2019 pour compter 9'000 habitants environ. Le graphique ci-dessous retrace cette évolution (fig. 47). Entre 2000 et 2007, en comparaison avec les autres cantons suisses, le Valais est celui qui a enregistré la plus forte hausse de population (+ 9.6%), à égalité avec le canton de Schwytz. Dans cette dynamique, Fully connaît en 2007 le développement démographique le plus important du Bas-Valais (+ 6.6%) (Zürcher, 2008).

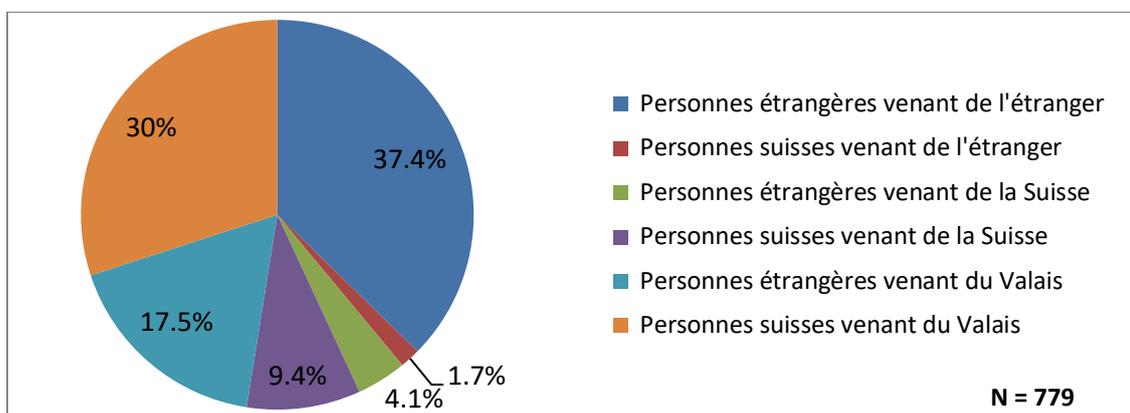


**Figure 47:** Evolution de la population de Fully de 1789 à 2018  
(source: Carron, 1968 ; Commune de Fully, 2019)

Cette augmentation de la population s'explique par plusieurs facteurs dont le prolongement de l'espérance de vie et la migration des personnes. En effet, entre 1960 et 1990, le taux d'étrangers dans la commune de Fully oscille entre 10% et 15%. Cette population est surtout composée d'Italiens et d'Espagnols venus chercher du travail en Valais. Depuis les années 1990, le nombre de ressortissants du Portugal, de Pologne et des pays de l'ex-Yougoslavie a

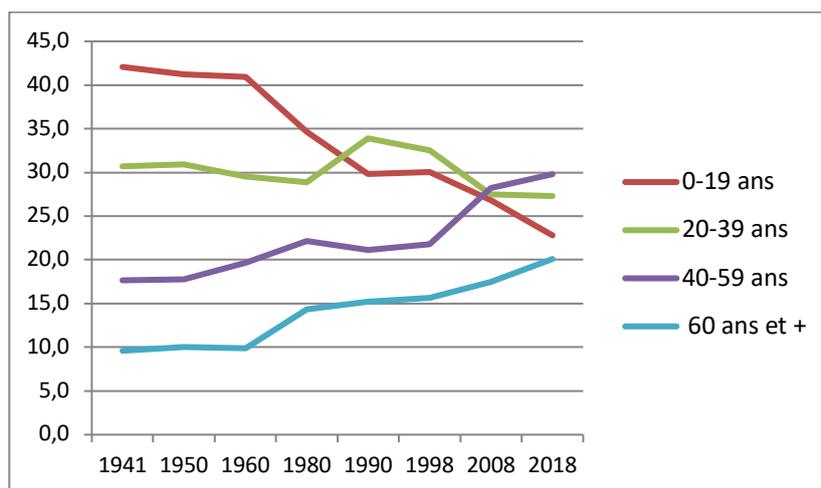
considérablement augmenté. Ces personnes sont principalement des ouvriers qui travaillent dans les domaines de la construction ou de l'agriculture, et le plus souvent elles amènent leurs familles avec elles. Ainsi, la commune de Fully compte un taux de résidents de nationalité étrangère relativement constant de 20% depuis les années 1990. Cependant, les saisonniers, qui viennent et repartent avant le 31 décembre, ne sont pas pris en compte dans ce calcul. Or, selon Madeleine Perret, ils sont environ 300 chaque année dans la commune de Fully.

En plus d'attirer des personnes d'autres pays, le Valais accueille aussi de nombreuses familles ou retraités suisses. Son climat ensoleillé et ses prix plus bas qu'ailleurs dans le pays motivent de nombreux Suisses à venir s'établir en Valais (Zürcher, 2008). L'étude de la provenance des nouveaux habitants de la commune de Fully en 2018 appuie ces propos. En effet, selon les archives communales, le nombre de départs s'est élevé à 782 alors que le nombre d'arrivées a atteint 779. De plus, 104 naissances ont été enregistrées pour 64 décès. La provenance des nouveaux habitants (sans les naissances) est détaillée dans la figure 48 ci-dessous. La part des nouveaux habitants étrangers représente 59% et celle de nationalité suisse 41%. Sur les 779 personnes arrivées, 37.4% sont des étrangers venant de l'étranger, 30% des personnes suisses venant d'autres communes valaisannes, 17.5% des étrangers venant d'autres communes valaisannes et 9.4% des personnes suisses venant d'autres cantons suisses. Les étrangers venant d'autres cantons suisses et les Suisses venant de l'étranger complètent ce schéma avec respectivement 4.1% et 1.7%.



**Figure 48:** Provenance des nouveaux habitants de la commune de Fully en 2018 sans les naissances (source: archives communales)

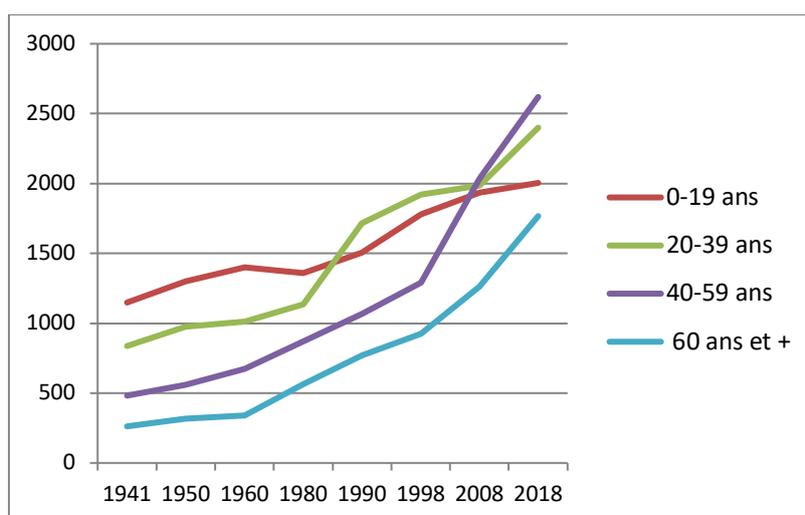
Un autre fait notable est le vieillissement de la population de Fully. Ce constat se mesure par l'analyse de l'évolution des classes d'âges de la commune. La figure 49 résume la part (en %) que représentent les tranches d'âges 0-19 ans, 20-39 ans, 40-59 ans et 60 ans et plus par rapport à la population totale entre 1941 et 2018.



**Figure 49:** Evolution de la structure de la population de Fully (en %) de 1941 à 2018  
(source: Carron, 1968 ; archives communales)

Représentant le 42.1% de la population totale en 1941, les jeunes (0-19 ans) ne sont plus, en 2018, que le 22.8%. Durant cette même période, la classe d'âge des 20-39 ans a légèrement diminué après une brève augmentation dans les années 1990. Au contraire, les classes d'âges de 40-59 ans et 60 ans et plus ont gagné chacune d'elles 10% entre 1941 et 2018. Cette évolution s'explique principalement par l'allongement de l'espérance de vie ainsi que le nombre important de personnes nées durant les *Trente Glorieuses* (1945-1975).

Malgré la diminution importante du pourcentage de jeunes entre 0 et 19 ans, son nombre absolu a passé de 1'148 en 1941 à un peu plus de 2'000 en 2018 (fig. 50). Cette augmentation de la population des jeunes a entraîné une augmentation sensible des infrastructures scolaires et sportives de la commune, situées pour certaines en zone de dangers.



**Figure 50:** Evolution du nombre d'habitants de Fully par classes d'âge entre 1941 et 2018  
(source: Carron, 1968 ; archives communales)

Ainsi, sur les 9'000 habitants que compte la commune en 2019, 2'000 individus ne sont pas nés ou sont âgés d'une année lors des avalanches de 1999, de la crue du Rhône et de la lave torrentielle du torrent du Bossay de 2000. De plus, le grand brassage au sein de la population présent (20% d'étrangers, nombreux départs et arrivées d'habitants) suppose une probable méconnaissance des phénomènes survenus dans le passé sur le territoire communal, ainsi que la perte de la mémoire des risques pour une large partie de la population.

### **7.3.3. Evolution du contexte politique**

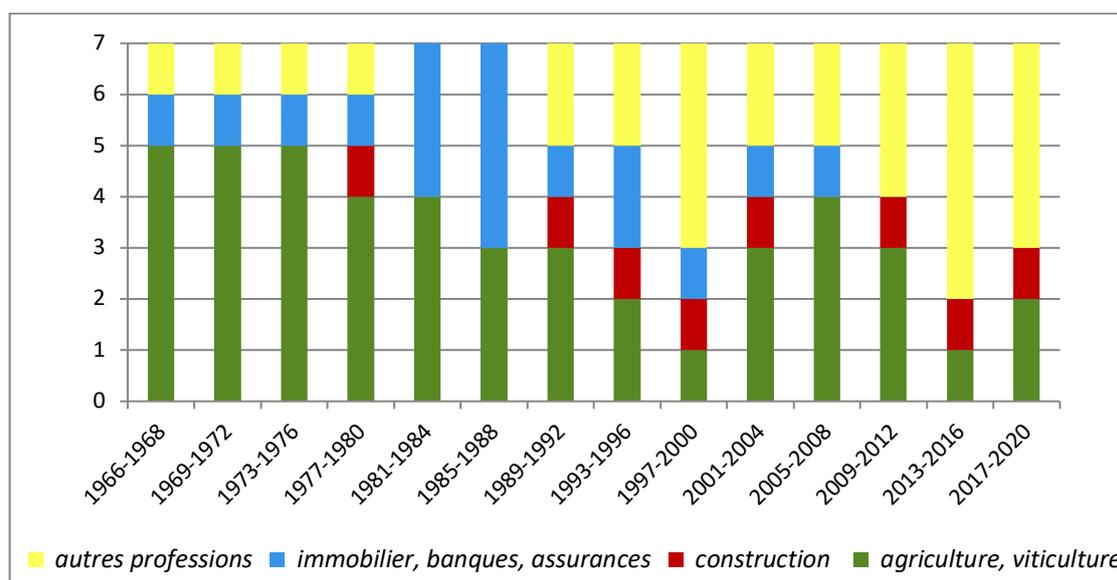
Ce chapitre donne un aperçu de l'évolution du contexte politique de la commune de Fully. Il se base principalement sur des entretiens réalisés avec l'historien Philippe Bender et d'anciens élus désireux de rester anonymes.

Selon l'historien Philippe Bender, la politique fait partie intégrante de la vie des Valaisans jusqu'aux années 1980. Elle est dominée par deux partis : le parti radical et le parti conservateur. A Fully comme ailleurs dans le canton, les villages ont leurs sociétés distinctes. Les familles radicales et conservatrices ont chacune leurs commerces, cafés, banque, caisse-maladie, fanfare, activités... et même alpage à certaines époques. A partir des années 1980, cette polarisation de la société s'amenuise, même si elle exerce encore une certaine influence jusqu'à la fin du XX<sup>e</sup> siècle.

Aujourd'hui plutôt paisible, la politique fulliéraine a connu son lot de conflits avec la lutte incessante entre les conservateurs et les radicaux pour la représentation au conseil communal. D'après d'anciens élus, ces conflits étaient particulièrement forts entre 1960 et 1990 en raison de l'équilibre entre les deux partis. On assistait à une alternance régulière des partis au pouvoir, les majoritaires ayant 4 sièges, les minoritaires 3. Les anciens de la commune se souviennent que les marges aux élections étaient tellement faibles (différences de quelques voix entre vainqueurs et vaincus parfois) qu'elles menaient inévitablement à des recours et à des ambiances agressives lors des séances du conseil communal. La création en 1968 du "Parti conservateur de Fully", dissidence du parti conservateur officiel, qui s'allie au parti radical, ainsi que celle en 1980 de l'"Entente communale", dissidence du parti radical allié au parti conservateur, donne un aperçu de ces querelles (Carron, 1991).

Selon un ancien élu, l'autonomie communale était plus importante par le passé qu'aujourd'hui. Le pouvoir était centralisé dans les mains du conseil communal et les décisions prises devaient être votées en assemblée primaire. Dans ce sens, la profession des conseillers communaux en fonction avait inévitablement une influence directe sur les décisions prises dans le cadre de l'élaboration d'un PAZ. Sur la base d'une enquête personnelle, une classification des métiers

des membres du conseil communal a été effectuée entre les sept conseillers de chaque législature. Quatre catégories ont été définies : la première concerne les professions touchant directement au domaine de l'agriculture et de la viticulture (secteur primaire), la deuxième a trait à celui de la construction (secteur secondaire) et la troisième touche les professions du secteur tertiaire liées à l'immobilier, aux banques et aux assurances, plus susceptibles d'être impactées par les enjeux territoriaux, enfin, une quatrième catégorie comprend les autres professions du secteur tertiaire comme celles liées à l'enseignement ou au droit (fig. 51). Il en ressort que de 1966 à 2012, une majorité de membres du conseil communal travaille dans le secteur primaire, celui de la construction ou dans les professions liées à l'immobilier, aux banques et aux assurances (excepté durant la législature 1997-2000). Ces résultats sont présentés à titre indicatif, puisque la profession n'est de loin pas l'unique facteur pouvant influencer les décisions prises.



**Figure 51:** Composition du conseil communal de la commune de Fully selon la profession de ses membres entre les législatures de 1966-1968 et 2017-2020 (source: enquête personnelle)

En effet, ce sont certes les communes qui sont responsables de l'élaboration de leur PAZ et qui délivrent les autorisations de construire en Valais, mais elles doivent aussi suivre les législations cantonale et fédérale en vigueur. Or, avec le temps, ces législations sont devenues de plus en plus complexes, ce qui a obligé les administrations communales à se professionnaliser par la mise en place de services municipaux. A Fully, ces services ont été agencés durant les années 2000. De plus, depuis la création du conseil général en 1992 (remplaçant l'assemblée primaire), le pouvoir a été dilué et n'est plus seulement dans les mains du conseil communal. Les communes gardent donc aujourd'hui une grande autonomie qui implique néanmoins des obligations et des responsabilités (Beney, 2019).

### **7.3.4. Evolution du contexte socioculturel**

Ce chapitre présente un rapide survol de l'évolution du contexte socioculturel de Fully et s'intéresse principalement à la relation entre la population et l'environnement. Les informations trouvées sont tirées principalement de l'entretien avec l'historien Philippe Bender.

Résultat de l'évolution des contextes économique, démographique et politique, le visage de la population de Fully a profondément changé durant le siècle passé. Pour plusieurs raisons, elle expérimente aujourd'hui un recul progressif des connaissances de l'environnement qui l'entoure, comme c'est le cas aussi pour de nombreuses sociétés occidentales.

Premièrement, selon Philippe Bender, l'importante déprise agricole actuelle amène à une perte de lien avec la nature. En effet, plus la part de travailleurs dans le secteur primaire d'une société est faible, plus son contact avec la nature l'est aussi.

En outre, la connaissance de l'environnement passe par une transmission du savoir des anciens et par l'apprentissage personnel. Il sous-entend un intérêt pour cette thématique ainsi qu'une certaine sédentarité ou du moins une faible mobilité. Or, différents exodes de population (venus d'autres régions du pays ou résultant de migrations de pays étrangers), ainsi que le phénomène pendulaire accentuent ce déclin. De plus, autrefois commune essentiellement rurale, Fully se caractérise désormais comme une commune périurbaine, proche des centres urbains du Valais central jusqu'à l'arc lémanique. Cette affirmation est confirmée par la nouvelle typologie des communes établie par l'Office fédéral de la statistique en 2012, qui qualifie Fully de "commune périurbaine tertiaire de forte densité" (OFS, 2019). Par conséquent, bien que fortement liées à la terre par le passé, "la vie et la mentalité dans la plaine du Rhône se rapprochent [désormais] de ce que l'on retrouve dans les zones périurbaines de Suisse romande" d'après le sociologue Gabriel Bender (Zürcher, 2008: 3).

Qui plus est, selon Philippe Bender, la société occidentale devient de plus en plus individualiste. Or, d'après lui, là où il n'y a pas d'esprit collectif, il n'y a pas de perception des risques, qui par définition est collective. Il ajoute que les problèmes qui concernent la collectivité sont désormais l'affaire de technocrates et que l'individu est conscient de l'existence d'un Etat-providence qui va agir par ses services professionnels pour le protéger. Il poursuit que la population aujourd'hui veut qu'une protection absolue lui soit assurée pour tous les actes de la vie professionnelles et privée. Selon lui, ce rôle qu'endosse l'Etat est très important puisqu'il permet de comprendre pourquoi une partie de la population accepte de

vivre en zone de dangers. En effet, elle fait confiance à la gestion des risques mise en place par les autorités et se déresponsabilise.

### **7.3.5. Evolution du contexte foncier**

Ce chapitre a pour objectif de donner un aperçu de l'évolution du contexte foncier de la commune de Fully. Sa rédaction a été possible en s'entretenant avec plusieurs personnes dont l'ancien conseiller communal Florian Boisset, responsable de l'élaboration du PAZ de 1984, ainsi qu'en lisant les travaux de Carron (1959) sur l'assainissement de la plaine du Rhône à Fully, de Carron (1968) sur les structures foncières de la commune de Fully, d'Arlettaz (1996) sur les transformations de l'agrosystème fulliérais de 1915 à nos jours, et de Payot & al. (2017) sur les migrations saisonnières des habitants des montagnes en plaine pour la culture de la vigne.

Depuis le XIII<sup>e</sup> siècle, il est attesté que des habitants des communes des districts d'Entremont et de Martigny possèdent des vignes à Fully. Ces terrains leur étaient donnés par les Fulliérais en échange de diverses marchandises (blé, salaisons, fromage, bétail). Progressivement, ces propriétaires non domiciliés dans la commune, appelés "forains", ont fini par posséder presque tout le pied du coteau de Fully. Venus principalement de l'Entremont, ils ont construit à proximité de leurs vignes des mazots, de petites habitations permettant de vivre provisoirement le temps d'effectuer des travaux saisonniers à la vigne (Carron, 1968 ; Payot & al., 2017). Rénovés, ils sont aujourd'hui toujours présents entre Branson et Mazembroz. Disséminées aussi sur les territoires viticoles de la commune, les guérites sont des bâtiments construits par les indigènes servant surtout au stockage du matériel lié au travail de la vigne. Elles sont principalement présentes sur les versants des coteaux, là où les vignes appartiennent aux Fulliérais.

Avant son assainissement dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la plaine du Rhône était formée de nombreux marécages, îlots boisés et prairies naturelles maigres. Les terres de la plaine appartenaient alors à la bourgeoisie de Fully (collectivité des citoyens originaires de la commune) qui les ont données à plusieurs reprises en jouissance aux bourgeois dès 1850 (Carron, 1959). Cependant, le 25 janvier 1920, "l'assemblée bourgeoise décida par 155 voix contre 59, la vente de toutes les "portions" de la plaine" (Carron, 1959: 16). Chaque bourgeois de la commune est de ce fait devenu propriétaire de terrains en plaine. Ces portions ont la forme de rectangles allongés permettant de concerner un maximum de personnes pour un minimum de terrain. Elles structurent encore aujourd'hui le paysage de la plaine et sont visibles sur la figure 16.

Au fur et à mesure des partages successoraux, ces parcelles, viticoles ou agricoles, sont devenues de plus en plus petites. En effet, on appliquait depuis longtemps une "répartition équitable de la propriété entre tous les enfants de la famille, souvent nombreuse" (Carron, 1968: 23). C'est pourquoi, malgré des remaniements parcellaires qui ont eu lieu localement comme dans la plaine de Branson et dans le quartier de *Prévent* ainsi que ceux réalisés dans le cadre de la construction de l'autoroute A9, le territoire de la commune de Fully s'est progressivement morcelé. De plus, en raison de leur attachement à ces terrains, les propriétaires qui n'en avaient plus l'utilité eux-mêmes les ont plutôt loués que vendus. Ainsi à Fully, la propriété peut être qualifiée de morcelée et de parcellée, puisque le sol appartient à de nombreux propriétaires (morcellement du sol) et qu'il est divisé entre des parcelles non contiguës plus ou moins nombreuses et plus ou moins dispersées dans l'espace (parcellement du sol) (Carron, 1968).

En outre, le prix des terrains a considérablement changé au fil des décennies pour plusieurs raisons. Comme présenté sous le point 7.3.1., l'augmentation du nombre de propriétaires de vignes mène progressivement à une spéculation foncière qui provoque la hausse du prix des terres. Dans les années 1980, la vigne s'achète 100.- voire 130.-/m<sup>2</sup> (Arlettaz, 1996). Le même phénomène de spéculation a lieu à cette période pour les terres agricoles qui valent jusqu'à 42.-/m<sup>2</sup>. D'après Florian Boisset, ces prix ont drastiquement chuté dans les années 1990 après l'application en 1995 de la *Loi sur le droit foncier rural* qui a stoppé cette montée spéculative du prix des terrains en le limitant à la valeur de rendement. Dès lors, le prix des vignes en plaine n'a plus dépassé les 15.-/m<sup>2</sup> et celui des terres agricoles 10.-/m<sup>2</sup> (en fonction de la localisation du terrain, son accès, son équipement et le type de culture présente). Quant aux zones à bâtir, leur prix est resté proche de 100.- à 120.-/m<sup>2</sup> jusqu'au début du XXI<sup>e</sup> siècle en raison de l'offre importante de terrains après 1984. Dès les années 2000, la raréfaction des terrains en zones constructibles explique que les prix ont largement augmenté, atteignant désormais 450.-/m<sup>2</sup> en plaine et même plus sur le coteau (tableau 4).

Prix au m <sup>2</sup> Année	Zones viticoles (plaine)	Zones agricoles (plaine)	Zones à bâtir (plaine)
1966			33.-*
1969	32.-*		42.-*
1975	30 à 41.-*	11.50.-*	
1979		12.-*	
1981	60.-*	15.30.-*	
1984	100.-*	30 à 42.-	100.-
1988	80.-*	30 à 34.-*	100 à 120.-
1993	35.-*		
1997		10.-*	
2000			110 à 130.-
2006		3.70.-* (6.- en réalité)	120 à 140.-
2009			160.-
2019	10 à 15.-	6.-*	450.-*

**Tableau 4:** Evolution du prix au m<sup>2</sup> des zones viticoles, agricoles ou à bâtir à Fully de 1966 à 2019 (source: valeurs cadastrales (\*) ou souvenirs de privés)

### 7.3.6. Evolution de la gestion locale des risques

L'évolution de l'état des connaissances liées à l'occurrence d'événements se retrouve directement dans la mise en place de mesures de protection, puisqu'une fois qu'un danger connu par les autorités, il y a un devoir moral de protéger les populations et biens concernés. Ce chapitre a pour objectif de présenter l'évolution de la mise en place de mesures passives, actives et organisationnelles de la gestion des risques pour chacun des processus.

#### a. Evolution des mesures passives

La lecture attentive des rapports techniques accompagnant les différentes cartes de dangers de Fully amène la formulation de deux constats. Dans les années 1990, les premières cartes de danger de la commune basées sur des calculs ou modélisations sont réalisées en réponse à certains événements. Puis, toutes les cartes des dangers géologiques, hydrologiques et d'avalanches sont soit réalisées ou réévaluées dans le cadre de la révision du PAZ communal à partir des années 2000, comme le demandent les dispositions légales. Un article du *Nouvelliste* dit à ce propos qu'"avant la tristement célèbre ravine du Bossay d'octobre 2000, la commune de Fully planchait déjà sur l'établissement [de] carte[s] des dangers. Aujourd'hui établie[s], [ces dernières répertorient] tous les périls (ravines, avalanches, inondations...) du territoire communal" (Faiss, 2001b: 18). Selon Camille Carron, ancien conseiller communal en charge de l'urbanisme, certaines fois ces cartes de danger ont montré que des habitants vivaient en zone

rouge alors que dans d'autres secteurs, elles ont confirmé que les mesures déjà prises étaient suffisantes. Dès lors, plusieurs travaux de sécurisation ont lieu à différents endroits de la commune. Concernant le danger d'inondation du Rhône, la démarche a été du ressort du canton. Une synthèse de l'évolution de la mise en place de ces cartes de danger est désormais présentée pour les quatre processus étudiés.

### ***Evolution des cartes de danger de chutes de pierres et de blocs***

Les premières cartes de danger de chutes de pierres et de blocs de la commune ont été réalisées entre 1994 et 1998, principalement à la suite d'événements.

Dans les secteurs *Sex Carro* et *Tête du Portail*, la recrudescence d'événements de chutes de pierres et de blocs au début des années 1990 a conduit la commune de Fully à faire établir en 1994 la première carte de danger des couloirs Ravine à Dzi, Ravine Neuve et Torrent du Bossay, afin d'évaluer le danger que cela représentait pour les activités humaines (Kilchenmann & Mamin, 1994 ; Mamin, 1994). Ces études montrent que la digue de Tassonières construite en 1987 (d1, fig. 22) permettait de protéger les habitations situées en contrebas, mais que la zone à bâtir de La Fontaine était menacée par un danger faible à élevé selon les modélisations en 2D. Une digue a alors été construite à *Ban Lantière* en 1996 afin de protéger ce village (d2, fig. 23). En 2009, le bureau d'ingénieurs et géologues Tissières SA a été mandaté par la commune pour réactualiser la carte de 1994 par une étude trajectographique 3D dans le cadre de la révision du PAZ communal, "ce d'autant plus que la carte de 1994 n'a toujours pas fait l'objet à ce jour d'une procédure d'homologation par le Conseil d'Etat" (Tissières & Besson, 2010: 1). Cette modélisation, réalisée avec le modèle *Pir3D*, "a permis de réduire de manière appréciable et sans équivoque le périmètre d'atteinte des chutes de pierres/blocs et démontre notamment que le secteur de Morin n'est pas exposé au danger de chute de pierres/blocs" (Tissières & Besson, 2010: 4). Cependant, un secteur hors de la zone à bâtir dans lequel les chutes de blocs peuvent comporter des énergies supérieures à celles admises en zone à bâtir est noté en orange sur la carte indicative de dangers géologiques (fig. 4) (Tissières & Besson, 2010).

Dans le secteur du *Six Rouge*, à l'est de Mazembroz, les événements de 1992 et 1994 ont mené à l'élaboration de la première carte de danger de chutes de pierres/blocs de ce secteur après 1994 (Mamin, 1995). Réévaluée en 2009 par le bureau Tissières SA pour les mêmes raisons citées ci-dessus, la zone menacée est également notée en orange sur la carte indicative de danger actuelle (fig. 4) (Tissières & Besson, 2010).

Les instabilités des falaises situées au-dessus de Buitonnaz durant l'hiver 1997-1998 ont également conduit les autorités communales à établir une carte de danger indicative sur la base d'un modèle en 2D qui a conclu que le danger de chute de blocs "ne [posait] pas de réel problème pour le village" (Fellay, 1998: 5). Cependant, la réactualisation de cette carte en 2011 par le bureau Tissières SA à l'aide du modèle *Rockyfor3D* a montré que le danger avait été sous-évalué lors de la réalisation de la première carte de ce secteur. En effet, des parcelles en zone à bâtir à *Buitonne d'en Haut* ainsi que des bâtiments à l'est de Buitonnaz se sont révélés être en zone rouge. Afin de protéger ces habitations, une digue a été construite en 2013 pour remplacer l'ouvrage de 1986 qui avait été "mal positionné et sous-dimensionné" (d4, fig. 24) (Dessimoz & Besson, 2011: 8). Une nouvelle évaluation du danger en tenant compte de cet ouvrage est établie en 2014 et a conduit à la carte de danger actuelle, qui montre que quelques habitations sont en zone de danger moyen (fig. 4). Selon Camille Carron, la zone de danger aurait dû être supprimée en raison des travaux récents effectués, mais elle a été laissée en zone bleue en cas de défauts d'entretien de la digue et pour mémoire.

### ***Evolution des cartes de danger d'avalanches***

Des cartes de danger d'avalanche pour tous les secteurs de la commune ont été réalisées entre 1996 et 2001. Bien que certaines zones aient été mises préventivement en zone inconstructible dès 1984, ce n'est qu'à partir de cette période que les premières cartes de danger basées sur des calculs ou des modélisations voient le jour.

La première carte de danger d'avalanches de la commune a été effectuée en 1996 pour donner suite au mandat attribué par l'administration communale au bureau d'ingénieur André Burkard le 30 décembre 1994 pour le secteur *Sex Carro*. Elle a été réalisée avec le modèle *Voemlly-Salm* et est actuellement toujours en vigueur (Burkard, 1996).

Pour le secteur *Tête du Portail*, la première carte de danger d'avalanches du torrent du Bossay, qui n'a pas pu être visualisée, a été réalisée en 2000 par (Carron, 2009). Sur demande de la commune, une réévaluation du danger d'avalanches pour le secteur allant du dépotoir du Bossay au *Morin* est effectuée en 2003 (à la suite de la construction de cet ouvrage en 2001) (t2, fig. 23). En 2009, une carte est réalisée pour les couloirs de Ravine Neuve et du Châble du Ban par le bureau Silvaplust avec les modèles *AVAL-1D* et *RAMMS* et montre que des habitations de la Fontaine sont situées en zone jaune et bleue (Carron, 2009). En réponse, une digue est construite au sud de Ravine Neuve en 2012 (d3, fig. 23). Une nouvelle évaluation du danger d'avalanche est faite par ce même bureau avec le modèle *RAMMS* et est validée en

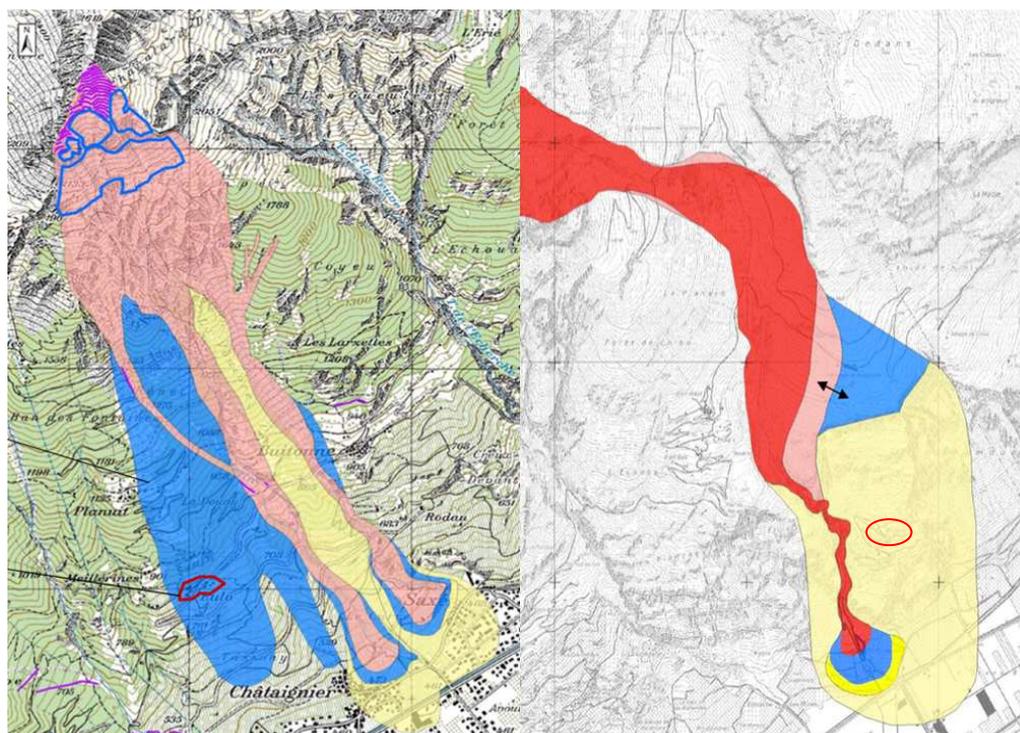
2016 (Carron, 2016a). Les cartes actuelles de ce secteur datent donc de 2003 pour le torrent du Bossay et de 2016 pour les couloirs de Ravine Neuve et du Châble du Ban.

A la suite des événements de 1999, la commune de Fully a mandaté le bureau d'études forestières James Médico pour réviser les zones de danger d'avalanches des torrents Métin, de Saxé et de l'Echerche (Médico, 2001). Des cartes ont été établies pour ces différents torrents en tenant compte des ouvrages de protection présents, à savoir les paravalanches du Petit-Chavalard et le dépotoir du torrent de l'Echerche (p1, fig. 24 & t7, fig. 25). La carte du torrent de Saxé a alors mis en évidence que des habitations du village de Saxé étaient situées en zone de danger moyen (Médico, 2001). A la même période, la carte de dangers hydrologiques du torrent de Saxé a également montré que des habitations de ce village étaient menacées par des laves torrentielles. En 2005, une étude est menée afin d'étudier l'influence de l'ouvrage de protection prévu contre les laves torrentielles (d5, fig. 24) sur l'avalanche du torrent de Saxé. Les modèles utilisés sont *Voemlly-Salm* et *AVAL-1D*. Il en ressort que l'ouvrage prévu a une influence négative et augmente le danger d'avalanches à Saxé. Afin de maintenir une protection contre les avalanches de ce torrent, il est décidé de construire six tas freineurs pour des raisons de coût, d'impact paysager et d'efficacité (Médico, 2005). Après la construction des tas freineurs et des digues en 2007 (d5 et f1, fig. 24), une réévaluation du danger est réalisée la même année et montre que les habitations de Saxé sont désormais situées en zone de danger faible. Ainsi, les cartes de danger d'avalanches actuelles des torrents Métin et de l'Echerche datent de 2001 et celle du torrent de Saxé de 2007.

La première carte du torrent de Randonne (secteur *Grand-Garde*) a été établie par l'ingénieur Mathias Carron dans le cadre de son travail de semestre à l'ETHZ en juin 1997. Elle a été réalisée avec le modèle *Voellmy-Salm* ainsi qu'avec l'aide de l'historique des événements connu à cette date-là. Vérifiée par les avalanches de 1999 et 2007 ainsi que par des simulations avec *RAMMS*, la carte de dangers 1997 est actuellement toujours celle utilisée pour ce torrent (Carron, 2016b).

Mathias Carron rappelle néanmoins que les modèles actuels ne sont pas encore capables de modéliser l'aérosol des avalanches poudreuses, mais seulement la phase dense des avalanches coulantes. Or, durant les avalanches de 1984, 1995 et 1999, l'aérosol avait détruit plusieurs chalets à Planuit ainsi que plusieurs dizaines d'hectare de forêts dans les secteurs *Plan la Jeur* et Planuit. Cette constatation l'amène à proposer en 2010 une modification des zones de danger d'avalanches de Fully prenant compte cet agent. Selon les dégâts des événements historiques et les résultats de la simulation d'avalanche poudreuse réalisée par Hermann & al.

(1994) sur une maquette du Petit Chavalard, les hameaux de Planuit et Euloz sont mis en zone de danger moyen et celui de Beudon en danger faible (Hermann & al., 1994 ; Carron, 2016b) (fig. 52). Ces modifications sont acceptées après avoir été mises à l'enquête publique en 2010 et ajoutent une meilleure prise en considération de l'aérosol dans les zones de danger d'avalanches. Cependant, la présente étude a révélé que cette actualisation n'a toujours pas eu lieu sur le portail en ligne du Service cantonal des forêts, des cours d'eau et du paysage, alors qu'elle est effective au niveau communal (fig. 5).



**Figure 52:** Modifications de la carte de danger d'avalanche proposées par Mathias Carron pour les secteurs Petit Chavalard (à gauche, avec l'ajout de la zone bleue recouvrant le hameau d'Euloz, ici entouré en rouge) et Grand-Garde (à droite, avec l'ajout des zones rouge, bleue et jaune recouvrant le hameau de Beudon, ici entouré en rouge) (source: Carron, 2016b: 19 & 25)

### **Evolution des cartes de dangers hydrologiques des torrents**

Le 6 mars 2000, un groupement d'études associant les bureaux James Médico, Pascal Tissières et Stéphane Bessero SA a été mandaté par la commune de Fully pour élaborer la première carte des dangers hydrologiques des torrents du territoire communal. Dans un premier temps, un historique des événements et un inventaire des mesures de protection existantes pour chaque torrent a été réalisé (Médico & al., 2001).

Puis, afin de connaître le processus dominant dans chaque torrent, une étude de leurs caractéristiques est faite par Médico & al. (2001) et résumée dans le tableau 5. Elle met en évidence que tous les torrents ont un fort potentiel de formation de laves torrentielles étant donné leur pente moyenne largement supérieure à 15% (Besson, 1996). Cependant, "les

torrents de Métin, de l'Esertse [Echerche], de Randonne et des Rives montrent toutefois une prédisposition nettement plus faible car leur lit est principalement en rocher" (Médico & al., 2001: 21). Ils présentent des processus de charriage dominants et donnent plutôt lieu à des inondations que des laves torrentielles. Ainsi, les modélisations des torrents des Rives, Métin et de Randonne prennent en compte les critères d'intensité relatifs aux inondations alors que pour les autres (y. c. torrent de l'Echerche), ceux relatifs aux laves torrentielles (*cf chapitre 4.2.2.*). Les cartes de danger obtenues pour chaque torrent sont le résultat de la superposition de différents scénarios avec les valeurs d'intensité fournies par l'historique des événements.

	<i>Surface du bassin versant (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Pente moyenne en amont du cône de déjection (%)</i>	<i>Type de chenal</i>	<i>Processus dominant</i>
<b>Torrents du secteur Sex Carro (avec Ravine à Dzi)</b>	1.66 km <sup>2</sup>	70 %	composé de matériaux mobilisables	lave torrentielle
<b>Torrent du Bossay (avec Ravine Neuve)</b>	2.92 km <sup>2</sup>	58 %	composé de matériaux mobilisables	lave torrentielle
<b>Torrent des Rives</b>	0.43 km <sup>2</sup>	58 %	principalement en rocher	charriage
<b>Torrent Métin</b>	0.92 km <sup>2</sup>	66 %	principalement en rocher	charriage
<b>Torrent de Saxé</b>	0.90 km <sup>2</sup>	66 %	composé de matériaux mobilisables	lave torrentielle
<b>Torrent de l'Echerche</b>	2.38 km <sup>2</sup>	69 %	principalement en rocher	Plutôt charriage mais lave torrentielle possible
<b>Torrent de Randonne</b>	7.87 km <sup>2</sup>	31 %	principalement en rocher	charriage

**Tableau 5:** Caractéristiques des torrents de la commune de Fully  
(source: adapté à partir de Médico & al., 2001)

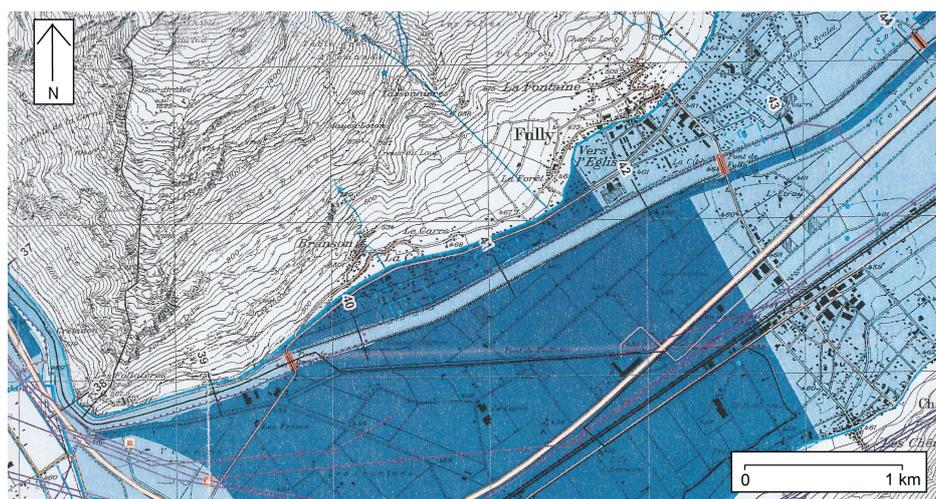
Ainsi, les cartes de dangers hydrologiques pour tous les secteurs de la commune ont été réalisées en 2001. Elles ont montré que des habitations des villages de La Fontaine et de Saxé étaient en zone rouge (Médico, 2001). En vue de protéger également ces habitants des avalanches, des ouvrages de protection ont été construits à Saxé en 2007 et à la Fontaine entre 2007 et 2012 (d5, fig. 24 & d3, fig. 23). Une réévaluation du danger hydrologique a été réalisée par le bureau François-Xavier Marquis et validée en 2016 (Carron, 2016a). Ainsi la carte des dangers hydrologiques des torrents du secteur *Sex Carro*, du torrent des Rives, Métin, de l'Echerche et de Randonne date de 2001, celle du torrent de Saxé de 2007 et celle du torrent du Bossay de 2016. A noter qu'aucune information n'a été trouvée concernant la

réalisation de carte de dangers d'inondation des canaux de drainage. Elles ont certainement été réalisées en même temps que celles du danger d'inondation du Rhône.

### ***Evolution des cartes de danger d'inondation du Rhône***

Etant donné que la gestion du Rhône est cantonale, ce n'est pas la commune mais le canton qui est responsable de l'élaboration de la carte de danger d'inondation du Rhône. La première carte de danger est réalisée au 1:25'000 en 2006 dans le cadre du "Plan sectoriel 3<sup>ème</sup> correction du Rhône" par un bureau d'ingénieurs de Sion. Elle met en évidence deux zones de danger: une bleu foncé qui montre les endroits où les hauteurs d'eau peuvent dépasser 2 mètres et où les vitesses d'écoulement peuvent être élevées (danger élevé), et une bleu ciel qui comprend les zones avec des hauteurs d'eau inférieures à 2 mètres (danger moyen ou faible) (PS-R3, 2006). "Cette carte a été élaborée sur la base de calculs approfondis des débits possibles pour une crue centennale. Les débits pris en compte sont supérieurs ou égaux à ceux observés en octobre 2000" (PS-R3, 2006: 31). Cette carte résulte d'une mise en commun d'une grande quantité de scénarios d'inondation possibles et présente donc une enveloppe de la zone d'inondation, puisque l'ensemble de la plaine ne pourra jamais être inondée lors d'un seul événement (PS-R3, 2006).

A Fully, les zones bleu foncé définies sont situées entre Branson et Vers l'Eglise, de Grand'Barres à l'Indivis et du côté sud du Rhône. Les zones bleu ciel comprennent les secteurs entre Vers l'Eglise et Mazembroz ainsi qu'entre l'Etray et les Grands Barres (fig. 27 à 29 & 53).



**Figure 53:** Extrait de la carte indicative du danger d'inondation du Rhône de 2006  
(source: archives communales)

Dès lors, plusieurs conditions règlementent les préavis de construction en périmètre de danger Rhône (annexe 8). Un courrier d'information est envoyé aux communes valaisannes concernées par le danger Rhône par le Conseil d'Etat le 12 septembre 2007. Il indique qu'en périmètre bleu foncé, à cause des vitesses, toute nouvelle construction est interdite alors

qu'en périmètre bleu foncé, à cause de la profondeur, un préavis peut être délivré si une surélévation de la construction est réalisée afin de sortir du danger élevé ou de prévoir le niveau du rez-de-chaussée non habitable. Enfin, en périmètre de danger moyen ou faible (périmètre bleu ciel), les dégâts potentiels dus à des inondations doivent être limités par des mesures constructives. "La carte indicative et les prescriptions associées [...] ont été prises en compte jusqu'à mi-avril 2011, soit à la date de l'application de la nouvelle carte normée de danger" (Arborino, 2011: 5).

Selon l'ingénieur Tony Arborino, cette nouvelle carte à l'échelle 1:10'000 a été réalisée par le bureau d'ingénieurs saint-gallois "Niederer + Pozzi Umwelt AG", choisi en collaboration avec la Confédération en raison de son expérience sur les grandes plaines alluviales suisses. Le modèle *TELEMAC-2D* est utilisé pour la réalisation de cette carte. Ce modèle hydraulique 2D "prend en compte près de 1'300 profils en travers du Rhône et 1'600'000 points de hauteur dans la plaine pour une surface modélisée de 170 km<sup>2</sup>, ce qui constitue une densité record à cette échelle" (Arborino, 2011: 9). De plus, le modèle intègre les connaissances historiques (crues de 1935, 1948, 1987, 1993 et 2000) et des particularités locales (passages inférieurs sous l'autoroute, la route cantonale ou les voies de chemin de fer). Une calibration des niveaux d'eau est effectuée selon les observations de la crue de 2000. Les résultats, qui mettent en évidence plus de 11'000 ha en zone inondable dont plus de 3'000 ha en zone à bâtir, sont présentés dans la figure 7 concernant la commune de Fully (Arborino, 2011). Ils montrent que la surface inondée est la même que celle définie par la carte indicative de 2006 mais que les hauteurs d'eau ont été sous-estimées dans certains secteurs comme entre Vers l'Eglise et Saxé. De plus, la carte de 2011 révèle qu'en raison de la situation particulière de la commune (présence du coude du Rhône à l'aval, digues hautes de 4 mètres et coteau relativement proche du Rhône), des hauteurs jusqu'à 4 mètres d'eau peuvent être atteintes dans la plaine. Selon Tony Arborino, personne ne s'attendait à une telle hauteur d'eau maximale à Fully.

L'analyse du danger Rhône a mené à une adaptation du modèle de classification de danger d'inondation. En effet, "les phénomènes d'inondation du Rhône sont souvent suffisamment lents pour permettre l'évacuation préalable de la population. Cette particularité [...] amène à définir un périmètre de danger élevé spécifique dans lequel la construction est exceptionnellement autorisée sous conditions" (DTEE, 2010: 40). La zone de danger élevé est divisée en deux catégories (fig. 54):

- 7a: vitesses élevées ( $v \times h > 2\text{m}^2/\text{s}$ ): toute construction est strictement interdite ;
- 7b: vitesses faibles ( $h > 2\text{m}$  et  $v \times h < 2\text{m}^2/\text{s}$ ): les constructions sont possibles sous conditions.

"Les périmètres de danger de type 7b sont représentés en rouge dans le plan des zones de danger. La réglementation relative à la zone de danger moyen (bleue) est applicable dans ces secteurs" (DTEE, 2010: 41). Huit conditions cumulatives doivent cependant être remplies afin de pouvoir construire dans ces zones rouges (annexe 9). Cette modification a été approuvée par la Confédération et adoptée par le Conseil d'Etat valaisan le 4 février 2009.

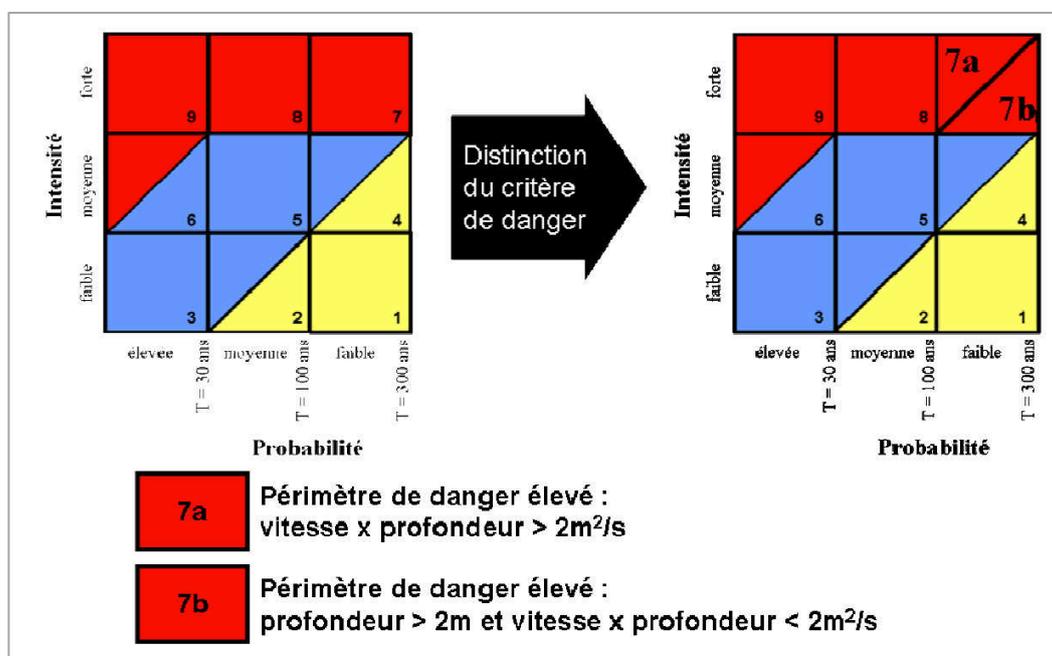


Figure 54: Adaptation de la représentation de la carte de danger d'inondation du Rhône (source: DTEE, 2010: 40)

## b. Evolution des mesures actives

Un aperçu de l'évolution des mesures biologiques mises en place dans la commune de Fully est dans un premier temps présenté, suivi de celle des mesures constructives.

### **Mesures biologiques**

Par le passé, la protection des forêts passait par l'interdiction de l'exploiter et d'y faire paître le bétail, afin de la préserver (Ançay, 2018). Selon les souvenirs de Roland Bruchez, il ne fallait même pas qu'une chèvre vienne brouter les jeunes pousses sous peine d'amende du forestier. A Fully, ces forêts "mises à ban" sont au nombre de cinq (*Ban de Branson, Ban du Reto, Ban Lantière, Ban des Fontaines, Forêt du Ban*), ce qui laisse penser que leur protection existe certainement depuis plusieurs siècles (Ançay, 2018) (fig. 22 à 26). En effet, la population utilisait autrefois des quantités de bois, que ce soit pour se chauffer, cuire ses aliments, construire des habitations ou des outils. Ces défrichements permettaient également de créer de nouvelles surfaces cultivables et ont mené à la surexploitation des forêts. A Fully, cette exploitation est restée modérée en raison des difficultés d'accès à celles-ci, car elles étaient

situées dans des zones trop abruptes et dangereuses (Duc & Fellay, 2004). Selon Roland Bruchez, le bois avait tellement de valeur que les habitants allaient chercher les branches arrachées après les avalanches ou les laves torrentielles, qui étaient vues alors comme des bénédictions.

Actuellement, la commune de Fully comporte 1'220 ha de forêts qui appartiennent à la bourgeoisie et sont gérés par le triage forestier Collonges-Dorénaz-Fully (CDF). Tout comme en Valais, plus de 80% des forêts de la commune ont une fonction de protection (annexe 10). D'après Jean-Baptiste Bruchez, dans le contexte de Fully, les forêts ont peu d'influence sur les avalanches, car les couloirs qu'elles empruntent sont déjà bien dessinés. De plus, le déclenchement des avalanches se fait à une altitude supérieure à 2'000 m et de ce fait, aucun arbre ne peut empêcher leurs départs. Cependant, la forêt sert à protéger des chutes de pierres et des glissements de terrain, ainsi que la partie basse des coteaux, des débordements d'avalanches ou de laves torrentielles.

Au niveau de la gestion des forêts, le triage forestier CDF doit traiter 33 ha de forêts par année et reçoit une subvention fédérale à l'hectare, selon Jean-Baptiste Bruchez. Des éclaircissements sont effectués à certains endroits, ce qui permet à la neige de tomber au sol, fixant ainsi le manteau neigeux. Du bois mort est aussi laissé sur place afin de stopper d'éventuelles chutes de pierres ou le décrochement du manteau neigeux. Les employés du triage forestier contrôlent et entretiennent les ouvrages de défense comme les digues et les paravalanches, afin qu'ils remplissent toujours leur rôle de protection (annexe 11). Cet aspect est nécessaire pour que la carte de danger tienne compte des effets des ouvrages de protection (DTEE, 2010). Par contre, l'état des ouvrages de protection liés aux cours d'eau (dépotaires à alluvions, digues du Rhône...) est actuellement contrôlé par les employés communaux. A ce propos, la commune de Fully a mis en place depuis 2017 un "plan quadriennal de contrôle et de l'entretien des cours d'eau" qui permet de clarifier le travail effectué. Cependant, selon Jean-Baptiste Bruchez, le triage forestier devrait prochainement prendre cette tâche dans le contexte de la réunion entre le Service cantonal des forêts et du paysage avec celui des cours d'eau.

Finalement, les troncs transportés lors de crues du Rhône peuvent se bloquer sous les piliers des ponts et causer des débordements. Pour ces raisons, une grande partie des arbres présents le long des digues du Rhône ont été enlevés dans les années 1990 sur le territoire de la commune de Fully. Depuis cette date, un entretien régulier des berges par les employés communaux permet de gérer les peuplements forestiers au bord du fleuve.

## **Mesures constructives**

Alors qu'on se contentait d'éviter les zones dangereuses par le passé, l'augmentation de la population et de l'utilisation du sol, notamment du vignoble et de la plaine, a demandé la construction de plusieurs ouvrages de protection. L'établissement d'un historique des événements a révélé que les autorités communales n'ont pas attendu que des cartes de danger soient établies pour sécuriser la population et ses biens.

Les premières protections répertoriées dateraient déjà du Moyen Âge et concernent le danger d'inondation du Rhône. En effet, le travail de Borgeat-Theler (2008) fait état de constructions de plusieurs types d'ouvrages (digues offensives, digues défensives et traversières) entre 1400 et 1550, réalisées par les "communiers" de Fully pour se protéger des crues du Rhône. Ces mesures ponctuelles ne permettaient pas une protection globale des crues et ont mené à la construction de digues et d'épis longitudinaux lors de la 1<sup>ère</sup> correction du fleuve, ainsi que de la digue des Marezons à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (d7 & d8, fig. 27 à 29). Les événements de crues de 1987 et 1993 ayant montré la fragilité de la digue en rive droite, celle-ci "fait l'objet d'une première mesure anticipée (MA1 Fully) visant à [la] stabiliser face au risque géotechnique [entre 1998 et 1999]. Ces travaux [...] ont permis de réduire le risque d'érosion interne et de renards hydrauliques" (Evéquo, 2017: 3). Ils sont effectués entre *Pro Pourri* (entre les ponts de la Solverse et de Fully) et le pont de Branson, là où des habitations sont présentes en pied de digue (fig. 27 & 28). Ces mesures anticipées ont consisté à un renforcement des digues et à une amélioration du système de drainage. "On peut raisonnablement estimer que le renforcement de la digue effectué dans la région de Fully a permis d'éviter une rupture aux conséquences bien plus graves" en 2000 (DTEE/SRCE, 2002: 3).

Puis en 2019, des palplanches sont posées sur ce même tronçon de 3,46 km en rive droite afin d'empêcher une rupture de la digue. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre des mesures anticipées (MA2) menées dans le cadre de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône (R3). Terminée à la fin de l'année 2019, la pose de ces palplanches a permis de supprimer la zone de danger élevé (liée aux vitesses élevées) en pied de digue, puisque "la digue en rive droite aura ainsi été stabilisée géotechniquement (MA1) et renforcée par rapport à la surverse (MA2)" (Evéquo, 2017: 10). Elle permet également de lever l'interdiction de construire qui prévalait sur ces terrains depuis 2011. Dans les prochaines années, un élargissement du lit du Rhône est prévu sur toute la longueur de la rive gauche du territoire communal et permettra à terme de supprimer le danger d'inondation (annexe 12). Aucun délai de réalisation n'est par contre connu à ce jour concernant ce secteur. Cependant, la réalisation de la mesure prioritaire du coude du Rhône,

qui combine l'élargissement et l'abaissement du lit du fleuve dans ce secteur, constitue une première étape indispensable à la sécurisation du secteur Riddes-Fully (PA-R3, 2015). Selon Tony Arborino, la mise à l'enquête publique de ces mesures devrait suivre en 2020 et les travaux devraient commencer d'ici 2022 à 2024 (Guex, 2019).

Concernant les dangers du versant, une grande partie des ouvrages ont été mis en place à la suite d'événements importants ou de répétitions d'événements. Les premières mesures constructives ont été les dépotoirs réalisés dans les années 1960 à l'exutoire de chaque torrent. Au même moment, la plupart des torrents ont été enterrés et reliés au canal FSL. Puis, plusieurs aménagements ont été réalisés à la suite des événements de 1984, 1986 et 1988, comme la mise en place des paravalanches au Petit Chavalard, de la digue à Tassonières et du dépotoir entouré de digues de déviation et de rétention à Mazembroz. La lave torrentielle du torrent du Bossay d'octobre 2000 provoque également la construction d'un dépotoir d'une capacité d'environ 90'000 m<sup>3</sup> entouré de digues de déviation et de rétention (fig. 55). De plus, l'élaboration des cartes de danger de chutes de pierres, d'avalanches et de laves torrentielles dans les années 2000 met également en évidence des déficits de protection au niveau des villages de La Fontaine, Saxé et Buitonnaz. Différents ouvrages sont construits entre 2007 et 2013 afin de supprimer le danger élevé pour ces secteurs.



**Figure 55:** La Châtaigneraie de Fully avant la lave torrentielle d'octobre 2000 (à gauche) et après les travaux de protection réalisés en 2001 (à droite) (source: Faiss, 2001a: 13)

Un inventaire de ces différents ouvrages de protection est présenté dans les tableaux 6 à 10. Il indique, lorsque cela a été trouvé, l'année de construction, les modifications, la contenance ou la dimension ainsi que la fonction de chacun de ces ouvrages. A noter que la plupart d'entre eux offrent une protection mixte contre plusieurs processus naturels. Enfin, seuls les principaux ouvrages de défense de la commune ont été sélectionnés et certains ont été regroupés sous le terme de "complexe" pour faciliter la lecture. Tous ces ouvrages sont répertoriés sur les figures 22 à 29.

## Aperçu des ouvrages de protection de la commune de Fully

DEPOTOIRS A ALLUVIONS				
	<u>année de construction</u>	<u>modification</u>	<u>contenance (m<sup>3</sup>)</u>	<u>fonction</u>
t1	1962	/	qqes centaines de m <sup>3</sup> (estimation personnelle)	protection du vignoble et des habitations entre Branson et La Forêt des laves torrentielles
t2	1970	surélévation en 1986 / nouvelle construction en 2001 suite à la lave torrentielle de 2000	5'650 m <sup>3</sup> en 1970 / 90'000 m <sup>3</sup> en 2001	dépotoir entouré de digues de déviation et de rétention protégeant la route La Fontaine - Euloz et le village de La Fontaine des avalanches et laves torrentielles
t3	1963	/	3'200 m <sup>3</sup>	protection du quartier de Verdan des laves torrentielles
t4	1963	agrandissement en 1996	1'300 m <sup>3</sup> en 1963 / 2'000 m <sup>3</sup> dès 1996	protection du vignoble, de la route La Fontaine-Euloz, de l'usine et du quartier de Verdan des laves torrentielles
t5	1963	/	5'000 m <sup>3</sup> (estimation)	protection du vignoble et de Châtaignier des laves torrentielles
t6	1964	agrandissement en 1995 / agrandissement en 2007	4'500 à 4'800 m <sup>3</sup> dès 1995 / 5'000 m <sup>3</sup> dès 2007	protection du vignoble et de l'école et des habitations de Saxé des laves torrentielles
t7	?	modèlement entre 1988 et 1990 (après la lave torrentielle de 1986 et l'avalanche de 1988)	250'000 m <sup>3</sup>	dépotoir entouré de digues de déviation et de rétention protégeant le vignoble et Mazembroz des avalanches et laves torrentielles
t8	1964	/	5'000 m <sup>3</sup>	protection du vignoble et de la route Mazembroz-La Sarvaz des laves torrentielles
t9	avant 1969	/	850 m <sup>3</sup>	protection du vignoble et de la route Mazembroz-La Sarvaz des laves torrentielles



**Tableau 6:** Inventaire des différents dépotoirs à alluvions de la commune de Fully avec leur année de construction, les modifications qu'ils ont subies, leur contenance et leur fonction (source: Médico & al., 2001 ; articles de presse)  
**Illustrations:** t6 (à gauche) et t9 (à droite) (source: photos personnelles prises le 20.04.2019)

DIGUES DE DEVIATION ET DE RETENTION				
	<u>année de construction</u>	<u>modification</u>	<u>contenance (m<sup>3</sup>)</u>	<u>fonction</u>
<b>d1</b>	1987 ou 1988	excavation complémentaire en 1997-1998 / rehaussement et excavation en 2018	50'000 m <sup>3</sup> en 1998	digue de rétention protégeant le vignoble, la route Tassonières-Mayen-Loton et les habitations entre Branson et La Forêt des chutes de pierres, avalanches et laves torrentielles
<b>d2</b>	1996	correction en 2001	1'200 m <sup>3</sup>	digue de rétention protégeant La Fontaine des chutes de pierres, avalanches et laves torrentielles
<b>d3</b>	2002	rehaussement en 2007 / prolongement en 2012	?	digue de déviation protégeant de La Fontaine des avalanches et laves torrentielles
<b>d4</b>	1986	rehaussement en 2013	?	digue de rétention protégeant Buitonne d'en Haut et Buitonnaz des chutes de pierres
<b>d5</b>	2007	/	5'000 m <sup>3</sup> pour la partie supérieure	complexe de plusieurs digues et autres ouvrages protégeant le vignoble et Saxé des avalanches et laves torrentielles
<b>d6</b>	2001	/	?	digue de déviation protégeant le départ du téléphérique de Beudon
<b>d7</b>	fin du XIX <sup>e</sup> s.	consolidation et rehaussement après l'événement de 1897	/	digue protégeant la plaine de Fully des inondations du Rhône ayant lieu en amont de celle-ci
<b>d8</b>	fin du XIX <sup>e</sup> s.	1 <sup>e</sup> et 2 <sup>e</sup> correction du Rhône / MP1 en 1998-1999 et MP2 en 2019 dans le cadre de la 3 <sup>e</sup> correction du Rhône	/	digues protégeant les surfaces cultivées ou habitées des inondations du Rhône



**Tableau 7:** Inventaire des différentes digues de la commune de Fully avec leur année de construction, les modifications qu'ils ont subies, leur contenance et leur fonction (source: Médico & al., 2001 ; articles de presse)  
**Illustrations:** d4 (à gauche) et d7 (à droite) (source: photos personnelles prises le 30.09.2019 et le 20.04.2019)

### CLAIES METALLIQUES, FILETS PARAVALANCHES ET FILETS PARE-PIERRES

	<u>année de construction</u>	<u>modification</u>	<u>longueur totale (m)</u>	<u>fonction</u>
<b>p1</b>	1985-1997	Inspection et entretien annuel par le triage forestier (resserrage des boulons, évacuation des pierres...)	2'220 m	protection contre les avalanches et les chutes de pierres du vignoble, de la route entre La Fontaine et Buitonnaz, des hameaux de Planuit, Euloz et des villages de Châtaignier et Saxé

### GALERIES

	<u>année de construction</u>	<u>modification</u>	<u>fonction</u>
<b>g1</b>	1982-1983	initialement en 2 parties, construction d'un rajout quelques années plus tard en raison de débordements récurrents	maintien de l'accès entre Euloz et Buitonnaz en cas d'avalanches et laves torrentielles
<b>g2</b>	1982	/	maintien de l'accès entre Euloz et Buitonnaz en cas d'avalanches et laves torrentielles

### TAS FREINEURS

	<u>année de construction</u>	<u>fonction</u>
<b>f1</b>	2007	ensemble de 6 tas freineurs protégeant Saxé des avalanches



**Tableaux 8 à 10:** Aperçu de différents ouvrages de la commune de Fully avec leur année de construction, les modifications qui leur ont été apportées, leur dimension et leur fonction (source: SFP, 2009 & enquête personnelle)  
**Illustrations:** p1 (à haut à gauche), g2 (en bas à gauche) et f1 (à droite) (source: Commune de Fully, 2019 ; SFCEP, 2019 ; photo personnelle prise le 20.04.2019)

### c. Evolution des mesures organisationnelles

En raison des événements fréquents survenus à Fully, les autorités communales ont depuis longtemps dû gérer des situations de crise. Par le passé, les habitants devaient souvent se débrouiller eux-mêmes en cas de menace, comme ce fut le cas durant la lave torrentielle qui toucha Saxé en 1939. Un article du journal *Le Rhône* relate que "[voyant que le niveau du torrent gonflait,] on commença alors à évacuer le bétail et des meubles. Les enfants furent réveillés et transportés au joli bâtiment d'école qui domine la route lorsqu'on se dirige sur Mazembroz. On alerta toute la commune [...]. On n'entendait, dans la nuit, que des appels au secours" (Le Rhône, 1939: 1).

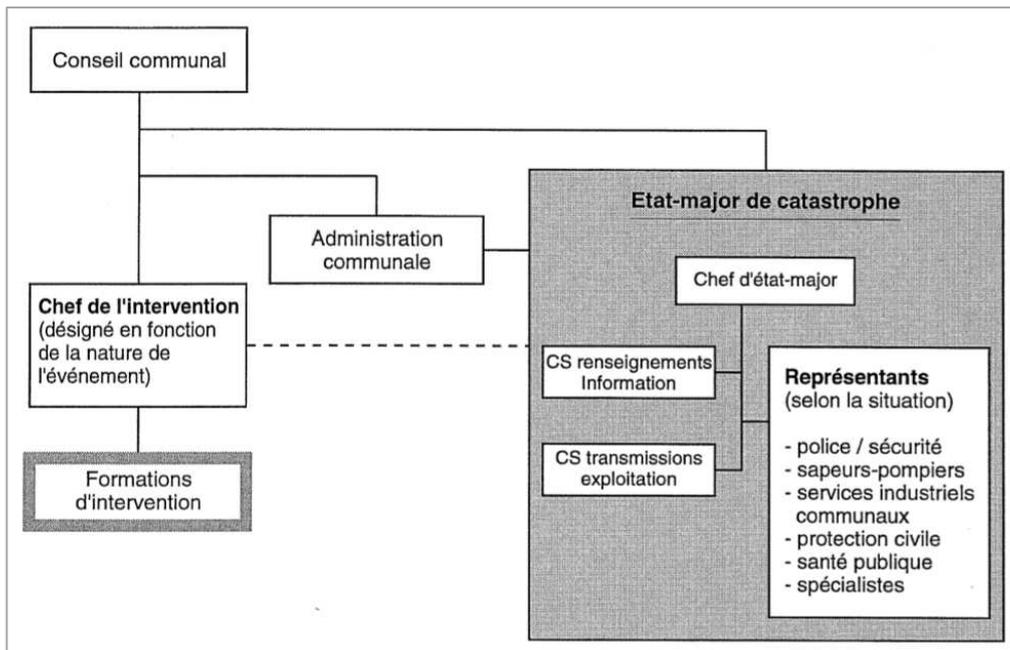
Puis, l'alerte est donnée et tout le monde s'efforce de limiter au plus vite les dégâts, y compris le président de commune parfois. Par exemple, après la lave torrentielle du torrent des Rives de 1966, "les gens de Fully, en un élan qu'il faut souligner, se sont tous unis pour tenter de colmater ces « brèches ». Ils sont des centaines, le président, M. Henri Roduit en tête, qui travaillent d'arrache-pied, dans la boue et la vase" (FAV, 1966a: 9).

Une fois la situation de crise passée, une estimation de l'ampleur des dégâts est réalisée et des mesures sont prises dans l'immédiat ou planifiées. L'exemple de la lave torrentielle du 25 mai 1967 qui causa des dommages dans les environs de Tassonières donne des informations sur la procédure appliquée par les autorités après un événement :

*"Hier après-midi [le 26 mai 1967], M. Savioz du Service cantonal des eaux et MM. Fernand Carron, président de la commune et Adrien Bender chef des Travaux publics, se sont rendus sur place. Ils ont envisagé les mesures à prendre pour l'évacuation du matériel obstruant la route. Les travaux de déblaiement débuteront au début de la semaine sous la surveillance d'un voyer de l'Etat. Prochainement, une commission Etat-commune se rendra dans cette région pour étudier les possibilités de faire des dépotoirs en amont de celui existant déjà et qui sera vidé. Outre ces mesures, M. Savioz préconise un reboisement intensif et accéléré de la région. Il estime que les forêts sont le plus sûr moyen de lutte contre les forces de la nature."*

(FAV, 1967: 8)

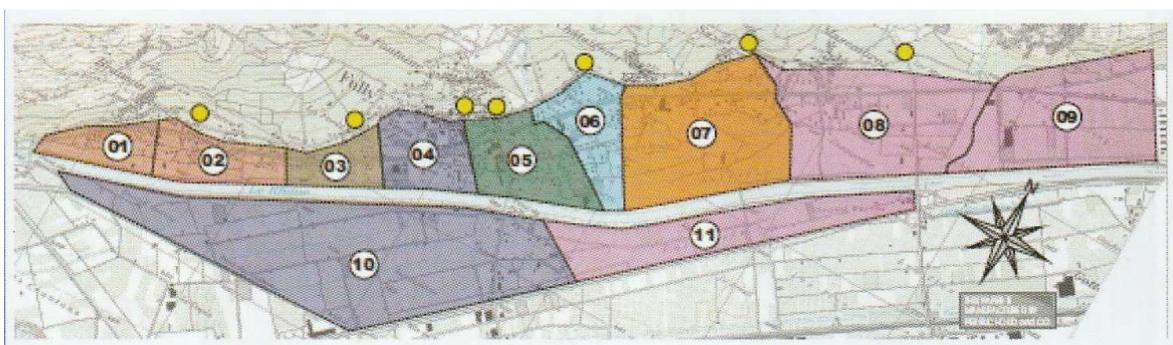
Cette préoccupation de la sécurité de la population a mené les autorités à améliorer la gestion de crise en mettant sur pied une CECA (cellule catastrophe) qui ordonne par exemple les évacuations préventives dans la plaine durant les crues de 1987 et 1993 (NFAV, 1993 ; DTEE/SRCE, 2012). Dans cette continuité, Fully est l'une des premières communes à se doter, en 1995, d'un "Règlement relatif à l'organisation communale en cas de catastrophes et de situations extraordinaires". Ce règlement prévoit un chef de l'intervention et un état-major de catastrophe, qui rassemble les données nécessaires aux prises de décision et coordonne les secours (fig. 56). Avant ce règlement, les prises de décisions étaient longues et désordonnées par manque de procédure (NFAV, 1995 ; SFP, 2009).



**Figure 56:** Organigramme de conduite en cas de catastrophes selon le règlement de 1995  
(source: Commune de Fully, 2019)

Cette expérience acquise au fil des interventions a permis une bonne collaboration entre les différents corps d'intervention et la mise sur pied rapide de la CECA, menant à une gestion des avalanches de 1999 qui "fut à bien des titres exemplaire" (SFP, 2009: 71). Elle en bénéficie également lors des interventions d'octobre 2000 durant lesquelles plus de 2'000 personnes ont été évacuées.

Dans le cadre de la validation du modèle spécifique de classification du danger Rhône, la commune a dû se doter d'un plan d'évacuation validé par le canton lors d'un exercice à l'échelle 1:1. La commune a réalisé cet exercice à large échelle le 11 septembre 2011 avec l'appui du Service de la sécurité civile et militaire (DTEE/SRCE, 2012). De plus, une brochure nommée "Consignes de comportement en cas d'urgence" est envoyée à toute la population en 2013 et indique, pour chaque secteur inondable, les points de rassemblement (points jaunes) ainsi que les routes à laisser libres pour les piétons et le trafic d'urgence (fig. 57). Cette brochure a ensuite été distribuée à tout nouvel habitant pendant plusieurs années, mais ne



**Figure 57:** Plan d'évacuation en cas de crues du Rhône élaboré en 2013 (source: Commune de Fully, 2019)

l'est plus actuellement d'après la préposée à l'office de la population. De plus, elle indique certes les comportements à adopter en cas d'inondation du Rhône, de tremblement de terre, d'incendie et de rupture de barrage, mais ne donne aucune indication concernant l'attitude à adopter en cas de laves torrentielles ou d'avalanches.

Depuis janvier 2018, la commune de Fully possède un "plan d'alarme et d'intervention d'urgence en cas de crue et/ou lave torrentielle" comprenant plusieurs cartes détaillées utilisables en cas d'urgence (plan de postes et itinéraires de surveillance, plan de fermeture des routes, plan des secteurs d'évacuation ainsi qu'un plan de prévention et de gestion des débordements). Selon différents stades d'alerte, les procédures ont déjà été clarifiées et peuvent être directement appliquées. D'après Didier Liard, ce plan d'alarme et d'intervention d'urgence est aussi utilisable en cas d'avalanches, puisque ces dernières empruntent les mêmes couloirs que les laves torrentielles. Le même type de document de conduite est actuellement en cours de réalisation concernant le danger d'inondation du Rhône.

De plus, l'organigramme de conduite en cas de catastrophe du règlement de 1995 a subi de nombreux ajustements jusqu'à donner la version actuellement en place depuis 2 ans environ (fig. 58). Depuis récemment, les membres de l'EMCC suivent une formation de base et continue, fournie par le canton. Des exercices sont régulièrement organisés entre le canton et la commune afin d'atteindre l'efficacité maximale en cas de crise. A Fully, un exercice grandeur réelle avec une évacuation de personnes (du même type que celui de 2011) est prévu en 2020 concernant le danger du Rhône, d'après le président de la commune Edouard Fellay. Ce dernier précise qu'il y a une très bonne collaboration entre le canton et la commune à ce

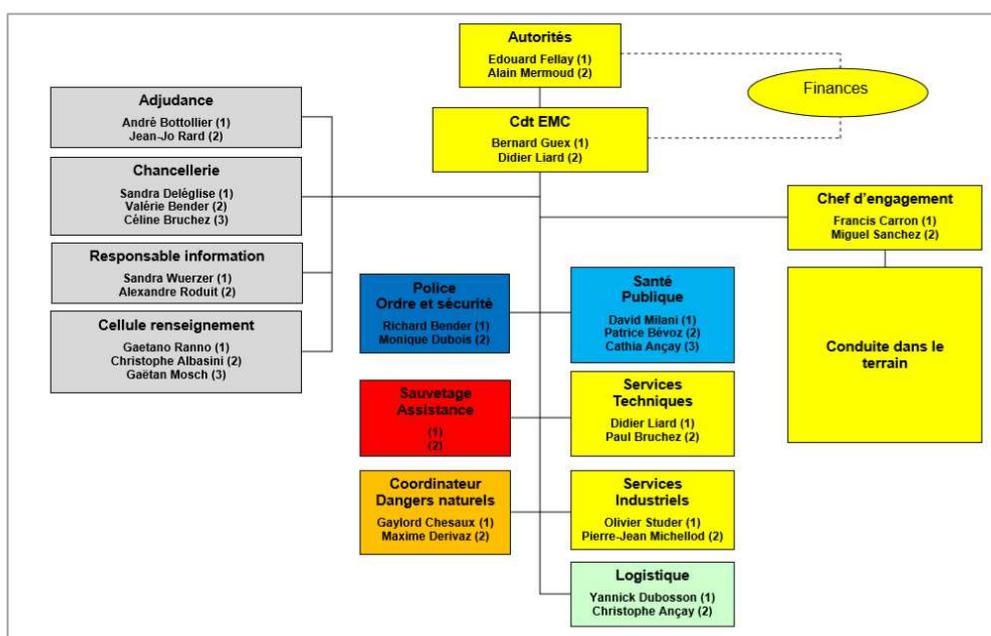
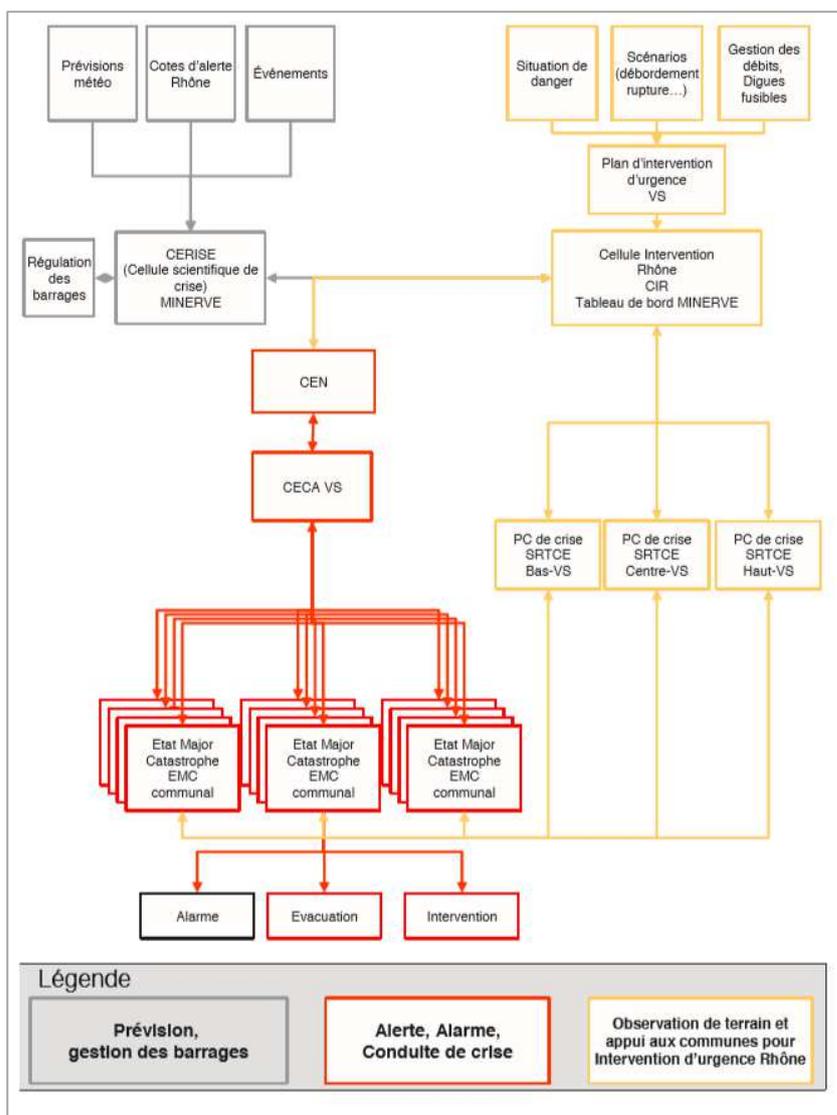


Figure 58: Organigramme de l'EMCC en place actuellement (source: Commune de Fully, 2019)

niveau, de sorte qu'à la fin d'un exercice, on se pose la question de savoir ce qu'on va faire l'année suivante. Enfin, selon Alexandre Roduit, directeur de l'OT de Fully et membre de l'EMCC en tant que responsable communication, la circulation des informations est désormais également améliorée entre les différents membres de l'EMCC grâce aux réseaux sociaux.

Après les événements de 1993, plusieurs mesures concrètes ont été prises. L'outil CERISE (cellule scientifique de crise), qui assure notamment le suivi et les prévisions de crue a été créé puis amélioré à la suite des inondations de 2000. Les événements de 2000 mettent en évidence d'autres lacunes au niveau du canton : formation des EMCC insuffisante, absence de loi globale sur les catastrophes, absence de plan d'intervention d'urgence Rhône... (November & Reynard, 2006) (fig. 3). Tous ces éléments ont été améliorés et conduisent désormais à une meilleure gestion en cas d'inondations, aidée par le renforcement de la collaboration canton-commune. Par exemple, depuis 2007, le projet MINERVE développé par l'EPFL est opérationnel. Sur la base de simulations météorologiques et de prévisions qu'on lui fournit sur



le bassin versant du Rhône (capacité de stockage des barrages, réseau hydraulique...), il est possible d'estimer les débits possibles du Rhône et d'utiliser les barrages pour retenir une partie des crues (DTEE/SRCE, 2006 ; PA-R3, 2015). Actuellement, la gestion des crues du Rhône prend en compte tous ces enseignements et peut se résumer par le schéma de la figure 59.

**Figure 59:** Organisation générale de l'alarme et de l'intervention d'urgence en Valais pour le Rhône (source: PA-R3, 2015: 65)

A part les activités mises en œuvre pendant un événement, les mesures organisationnelles englobent également les activités planifiées avant celui-ci afin de limiter l'étendue des



**Figure 60:** Panneau de signalisation emporté par la lave torrentielle du torrent Métin de juillet 2019 (source: photo personnelle prise le 07.07.2019)

dommages. A Fully, ces dernières sont nombreuses et quelques exemples sont présentés ci-dessous. En raison des nombreuses routes secondaires traversant des torrents ou passant dans des zones menacées par des chutes de pierres provenant des parois rocheuses ou des talus des bords de route, plusieurs panneaux de signalisation ont été placés aux points critiques afin de rendre attentifs les usagers aux dangers présents. Dans certaines situations comme en juillet 2019, ces panneaux prennent tout leur sens comme le montre la figure 60.

Concernant les avalanches, la route cantonale La Fontaine - Chiboz est depuis longtemps fermée à la circulation l'hiver, après Buitonnaz, en raison du danger venant du torrent de l'Echerche. Afin de pouvoir accéder à Chiboz en hiver, le Service cantonal de la mobilité songe actuellement à une installation plus sûre et exploitable à l'année. L'idée d'un câble est à l'étude et permettrait à Chiboz d'être accessible toute l'année (Jacquier, 2018). De plus, "en 2016, un système de détecteur routier d'avalanches a été mis en place [...] par la Commune de Fully [...]. Il permet de fermer la route peu avant la traversée du couloir au moment de l'événement, et de la laisser ouverte le reste du temps" (Silvaplus, 2019). Ce système a été installé au niveau du croisement entre le torrent Métin et la route La Fontaine - Euloz, à 700 m d'altitude (fig. 24). En outre, l'avancée des technologies et l'expérience acquise après les différentes catastrophes du siècle passé ont amené la mise en service de différentes stations nivo-météorologiques ainsi que la mise en place d'un réseau cantonal d'observation et d'alerte (SFP, 2009). A Fully, deux stations de mesures ont été construites en novembre 1999, l'une au Grand Chavalard (2'899 m) et l'autre au Grand Cor (2'602 m), au sud de la Dent de Morcles. Ces données sont complétées par les observations sur le terrain effectuées durant l'hiver par des observateurs régionaux. Responsable de la colonne de secours lors des avalanches de 1999, Paul-Marie Dorsaz était chargé de la surveillance des communes de Dorénaz, Fully,

Saillon et Leytron (SFP, 2009). Il occupa ce poste jusqu'en 2009, suivi par Michel Carron qui céda sa place à Gaylord Cheseaux dès 2017. Preuve que la gestion des risques naturels est constamment remise en question, les observateurs régionaux sont désormais responsables toute l'année de l'observation des dangers naturels des communes qui leur sont administrées. Ce changement s'inscrit dans la création le 1<sup>er</sup> janvier 2018 de la Section "Dangers naturels" au sein du Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais. Cette nouvelle structure permet de réunir les différentes compétences de la gestion des dangers naturels qui étaient auparavant séparées dans différents services sous un même toit (Fauchère, 2017).

Ainsi, l'évolution des mesures organisationnelles au niveau communal est à regarder comme la conséquence des enseignements tirés par les autorités communales et cantonales des événements auxquels elles ont été confrontées.

## **7.4. Evolution de la relation "risques-territoires"**

Après avoir présenté l'historique des événements dans le *chapitre 6* ainsi que l'évolution des différents contextes propres à la commune de Fully, une mise en commun de ces résultats est présentée et permettra de comprendre les raisons qui ont mené à l'ouverture d'une zone à bâtir en plaine potentiellement inondable. Pour rappel, les PAZ règlent le mode d'utilisation du sol en délimitant les zones à bâtir, les zones agricoles et les zones à protéger. A Fully, un premier PAZ entre en vigueur en 1971, suivi d'un deuxième approuvé en 1984. Un nouveau PAZ devrait prochainement être homologué mais d'ici-là, c'est celui de 1984 qui a toujours cours.

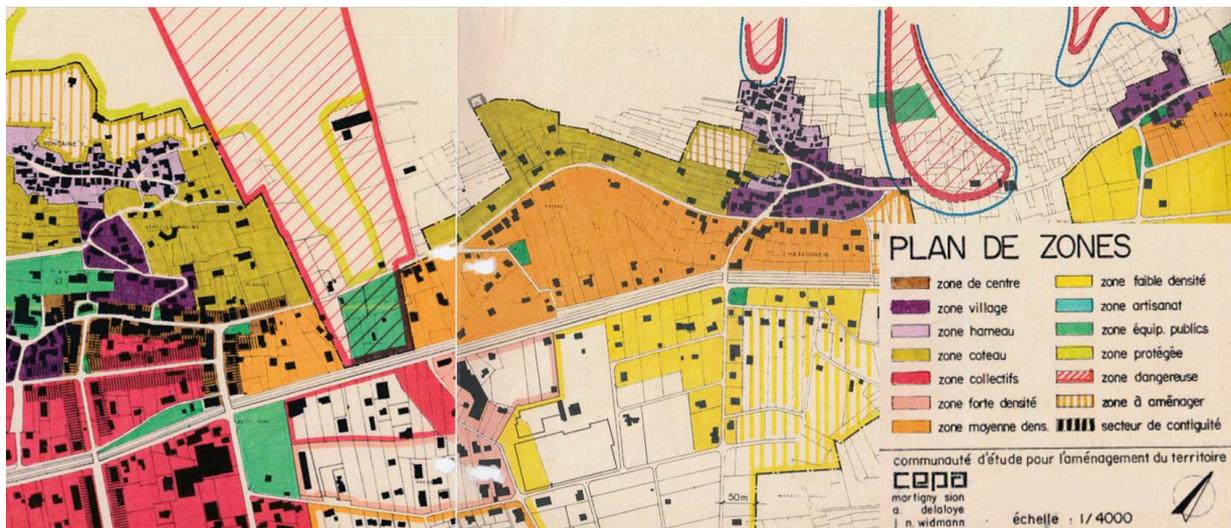
Comprendre l'utilisation actuelle du territoire passe par l'étude de l'évolution de la relation "risques-territoires" propre à la commune de Fully et inclut, pour ce faire, l'évolution de l'état des connaissances des différents acteurs et de leurs perceptions des risques (autorités communales et cantonales). Des entretiens ont été menés avec Florian Boisset, ancien conseiller communal responsable de l'élaboration du PAZ de 1984, Bernard Troillet, ancien secrétaire communal, conseiller communal et président de commune et Nicolas Mettan, chef du Service du département territorial du canton du Valais.

### **7.4.1. Etat de la relation "risques-territoires" en 1984**

Avant 1971, aucune zone à bâtir n'existait à Fully et les constructions pouvaient se faire n'importe où sur le territoire. Cependant, seules quelques maisons ont été construites dans la plaine durant cette période, notamment dans le secteur du *Petit Pont* à Vers l'Eglise, à l'*Etray* ainsi que le long du canal FSL entre Châtaignier et Mazembroz (fig. 28). Selon l'architecte-

urbaniste Xavier Oreiller, jusqu'aux alentours de 1950, le centre du village est un lieu incontournable (commerces, services, fontaines...) et celui qui bâtit loin de celui-ci doit équiper lui-même son terrain (Carrupt, 2019).

Les premières réglementations sur les constructions viennent avec l'élaboration du premier PAZ en 1971. L'article 45 de ce règlement indique que "toute construction peut être interdite sur un terrain ne présentant pas de solidité suffisante ou exposé à des dangers spéciaux, tels que l'avalanche, l'éboulement, l'inondation", sans aller dans les détails et sans désigner des zones précises qui seraient menacées. Le règlement qui accompagne le PAZ de 1984 est légèrement plus précis et ajoute que "le Conseil communal fait établir un plan des dangers. Ces zones figurent à titre indicatif dans le plan de zones" (source: archives communales). De plus, des "zones dangereuses" concernant le danger d'avalanche sont représentées sur ce PAZ, mais celui-ci ne comprend pas de zones liées aux dangers géologiques et hydrologiques (fig. 61).

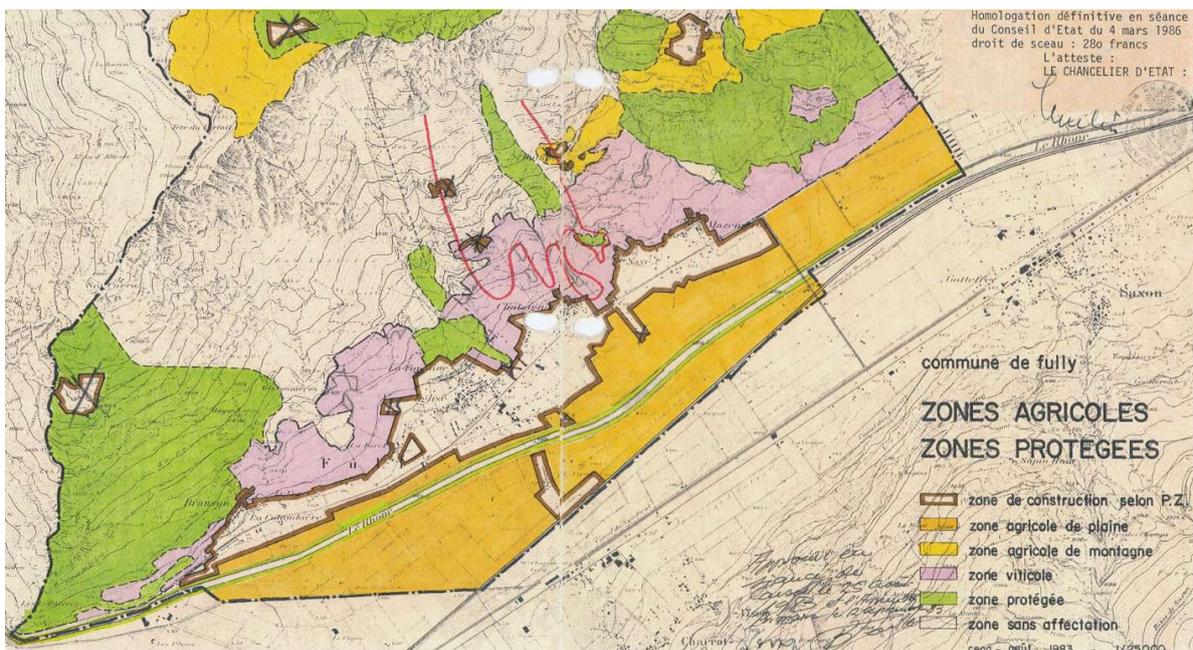


**Figure 61:** Aperçu du PAZ de 1984 entre Vers l'Eglise (à gauche) et Saxé (à droite) avec la localisation de « zones dangereuses » en rouge hachuré sur le coteau (source: archives communales)

D'après les souvenirs de Florian Boisset, les dangers du coteau étaient bien identifiés par les anciens qui ont connu ces événements, comme la lave torrentielle de novembre 1939 et les avalanches de 1984 entre Châtaignier et Saxé. Ces zones ainsi que le secteur du *Morin*, à l'est de la Fontaine sont mises en "zone dangereuse" dans le PAZ puisqu'identifiées comme tels par les anciens. Selon Médico (2001), ces premières zones de danger ont été établies en 1984 par Charly Wuilloud, responsable des dangers naturels du canton du Valais de 1987 à 2012. Cette conscience du danger venant du versant, peut-être induite par les directives fédérales en place depuis la même année, a entre autres permis d'éviter une extension de la zone à bâtir dans ces secteurs menacés, comme le montrent les cartes de danger actuelles.

Florian Boisset explique que l'objectif de ce PAZ était d'ouvrir des zones pour donner la possibilité au plus possible de personnes au niveau local de construire leur propre maison. Or, l'avantage qu'offrait la plaine était que les terrains présents appartenaient principalement aux Fulliérains en raison du partage des portions en 1920 et que des remaniements parcellaires avaient déjà été effectués. Il ajoute que de grandes zones à concentration d'habitat n'étaient pas nécessairement voulues, mais qu'une partie, localisée de manière à être proche du centre de Vers l'Eglise, a néanmoins été affectée en "zone collectifs" ou "zone à forte densité". Le reste de la zone à bâtir a été principalement mis en "zone à faible densité", où des villas individuelles ont pu être construites.

Ce type d'affectation a deux principales conséquences. D'un côté, il amène à un mitage du territoire avec un étalement des zones constructibles (fig. 62). De l'autre, dans un canton de propriétaires comme le Valais (57% actuellement) et où les terrains constructibles sont considérés comme un capital à léguer aux enfants, ce choix permet de satisfaire le plus grand nombre de propriétaires (Carrupt, 2019).



**Figure 62:** Aperçu des zones à bâtir, agricole, viticole et protégée de la commune de Fully tel que définies dans le PAZ de 1984 (source: archives communales)

De plus, "c'était un choix de ne pas hypothéquer les surfaces de vigne qui avaient de la valeur à l'époque, n'étaient pas toujours propriété de Fulliérains et demandaient aussi des aménagements par rapport à l'organisation générale", précise Florian Boisset. En effet, comme présenté dans les *chapitres 7.3.1. & 7.3.5.*, les parcelles de vignes du pied du coteau appartenaient encore en partie aux Entremontants et étaient de très petite taille en raison des différents partages successoraux. Les mettre en zone à bâtir aurait demandé la réalisation de

nombreux remaniements parcellaires, difficiles à mettre en place. De plus, les vignes avaient également une grande valeur à ce moment-là et se vendaient au même prix que des terrains en zone à bâtir (environ 100.-/m<sup>2</sup>). En outre, en raison de l'absence de quotas et de la politique protectionniste de l'Etat, elles rapportaient beaucoup d'argent aux propriétaires et amélioraient leur situation financière, leur permettant de rembourser rapidement des emprunts bancaires par exemple.

Florian Boisset explique que la réalisation d'un PAZ est un exercice extrêmement compliqué, parce qu'il touche directement à la fortune personnelle des habitants. Il peut enrichir certains et paupériser d'autres, d'où les importants enjeux derrière son élaboration. Comme preuves des tensions qu'a engendrées la réalisation de ce PAZ, Florian Boisset a été menacé par plusieurs personnes. De plus, sa mise en consultation a conduit à 230 recours au Conseil d'Etat, 54 au tribunal administratif cantonal et 2 au tribunal fédéral selon ses souvenirs. L'ancien conseiller communal ajoute que la plupart de ces oppositions étaient le produit des guerres politiques très vives à cette période (*cf chapitre 7.3.3.*). De plus, selon l'ancien chef du service valaisan du développement territorial Damian Jerjen, comme les plans de zones étaient votés par les assemblées primaires dans les petites communes, il fallait contenter tout le monde pour qu'ils soient acceptés (Carrupt, 2019).

Qui plus est, l'observation du contour de la carte du danger d'inondation du Rhône actuelle montre qu'il y a eu un oubli de ce danger. Selon Bernard Troillet et Florian Boisset, durant les séances du conseil communal, le Rhône n'était pas un sujet de discussion et l'inondation du fleuve de 1948 n'était pas vue comme un problème général de construction des digues, mais plutôt comme un incident localisé. "On pensait s'être complètement protégé grâce à la 2<sup>e</sup> correction du Rhône, étant donné qu'aucun événement particulier n'avait eu lieu depuis", ajoutent-ils. En outre, d'après Philippe Bender, la perception d'un danger qui serait venu du Rhône était infime, voire inexistante en ce temps-là, ce d'autant plus que personne ne vivait en plaine durant l'événement de 1948, qui en plus eut lieu en rive gauche et qui ne causa aucun mort.

Il est à relever que le PAZ de 1984 n'a pas été le fruit d'une seule personne, mais s'est inscrit dans un travail de commission aidé par un urbaniste. Les autres membres du conseil communal ont aussi accepté le tracé de la zone à bâtir choisi. Le canton lui-même n'avait pas conscience du danger d'inondation de cette zone, puisque ce PAZ a été homologué par le Conseil d'Etat. Puis, le contexte local a ensuite fait que ce tracé est toujours celui qui a actuellement cours. Bernard Troillet ajoute à ce propos que le PAZ de 1984, avec la manière

dont les risques sont identifiés aujourd'hui et l'importance qu'on leur donne, ne serait pas dessiné pareillement. Ainsi, les contextes et perceptions de cette époque ont eu une influence directe sur la situation actuelle.

#### **7.4.2. Evolution de la relation "risques-territoires" de 1984 à nos jours**

Au fil des ans, le nombre d'habitations et d'infrastructures s'est accru considérablement en plaine pour répondre aux besoins de la population croissante (fig. 63). En effet, "en peu de temps, des centaines de familles se sont établies dans la vaste localité [de Fully]. Elles apprécient sa proximité avec Martigny et l'autoroute, ainsi que son exposition plein sud" (Carrupt, 2019: 4).



**Figure 63:** Evolution de l'utilisation du sol de la commune de Fully entre 1958 et 2019  
(source: Carrupt, 2019: 4)

L'identification du danger d'inondation du Rhône par la commune et le canton se fait progressivement après les événements de 1987 et 1993. A Fully, les évacuations effectuées ces deux années-là marquent les esprits et l'état préoccupant des digues conduit à la réalisation de mesures anticipées dès 1998 (MP1). La crue de 2000 accentue cette prise de conscience du danger mais ne stoppe pas les constructions dans la zone inondable, puisque les contours de la zone de danger ne sont pas dessinés. Bien que la carte indicative du danger Rhône soit publiée en 2006, la carte "officielle" l'est seulement en 2011. Ce délai de plusieurs années s'explique par le besoin d'adaptation de la *Loi cantonale d'aménagement des cours d'eau* (validée en 2007), ainsi que par celui de la validation par la Confédération d'un modèle spécifique de danger Rhône en 2010. Selon le chef du Service du département territorial Nicolas Mettan, "on ne pouvait pas publier la carte des dangers et dire : tout ce qui est en zone de danger rouge est inconstructible. Il a fallu regarder les processus qui se cachaient derrière la zone de danger rouge, en l'occurrence un phénomène lent qui ne met pas en danger des vies

humaines, pour autant que l'on puisse assurer une évacuation préalable. Cette approche a permis une évaluation différenciée des zones de danger rouge liées aux crues du Rhône".

En somme, la période 2000-2011 est remplie d'inquiétudes et d'interrogations de la part de différents acteurs (autorités cantonales et communales, propriétaires et agriculteurs). D'un côté, les autorités sont responsables d'assurer la sécurité de la population une fois un danger identifié, de l'autre on craint une catastrophe économique. Il y a aussi des peurs qui émanent des nombreux propriétaires. Certains ont garanti des emprunts bancaires avec ces terrains qui pourraient perdre toute leur valeur en devenant inconstructibles. Quant aux agriculteurs, beaucoup refusent que l'Etat exproprie certains de leurs terrains avec l'élargissement du Rhône. Ce climat d'incertitude mène à de nombreuses oppositions à la procédure d'approbation des zones de danger d'inondation du Rhône en 2011, et retarde indirectement la mise en place rapide des mesures de sécurisation de la plaine.

### **7.4.3. Synthèse de l'évolution de la relation "risques-territoires"**

Ainsi, les résultats du *chapitre 7.4.* mettent en évidence l'importance des causes profondes menant à l'utilisation des zones considérées aujourd'hui comme étant à risques. Dans son ensemble, le *chapitre 7* a mis en évidence que certains aspects des contextes économique, démographique, politique, socioculturel et foncier ont influencé les décisions en lien avec l'aménagement du territoire. En ce sens, les valeurs attribuées au territoire par les habitants ont pu avoir une influence sur les décisions prises. En effet, "pour le Fulliérain, le sol a toujours été un instrument de travail et en même temps un capital", raconte Philippe Bender.

De plus, abordées de manière ponctuelle, les perceptions des risques ont joué un grand rôle dans l'acceptation des dangers conduisant à la mise en place de mesures de protection. Elles sont fortement liées à l'occurrence de phénomènes répétitifs ou de grande ampleur, qui induisent une connaissance des phénomènes naturels, comme ce fut le cas pour les dangers gravitaires (avalanches, laves torrentielles...). Par contre, sans la visualisation des effets possibles de ces événements, il reste très difficile à une société de se représenter un risque qui, au final, reste seulement potentiel, comme dans le cas du danger d'inondation du Rhône.

Le prochain chapitre tentera de comprendre les raisons qui ont mené une partie de la population à habiter des territoires évalués aujourd'hui comme étant en zones de danger. Une synthèse de tous les résultats de ce travail sera présentée au chapitre 9.

## 8. PERCEPTIONS DES RISQUES FACE AUX PHENOMENES ETUDIES

Maintenant que nous avons abordés de manière la plus exhaustive possible l'évolution des risques propres à la commune de Fully, voyons quelles perceptions ont conduit une partie de la population à s'installer sur des terrains jugés aujourd'hui dangereux. L'approche théorique choisie est tout d'abord présentée, suivie de la méthodologie adoptée afin de répondre à cet objectif. Les résultats suivis d'une synthèse concluront ce chapitre.

### 8.1. Approche théorique

Comment une population perçoit-elle et mémorise-t-elle les risques? Comment les évalue-t-elle? De quelle manière réagit-elle aux risques? Pour comprendre ces attitudes et ces réactions, il convient d'analyser les perceptions et représentations des risques qu'elle se forge (Herold-Revaz & al., 1998).

*"On ne saurait en effet aborder les questions de risque sans analyser la relation qui s'établit entre une société et une situation jugée potentiellement grave, sans étudier la manière dont les populations concernées se sentent ou non en danger. L'analyse du risque est du domaine des représentations; elle suppose une étude des modalités de construction et de circulation d'une interprétation collective."*

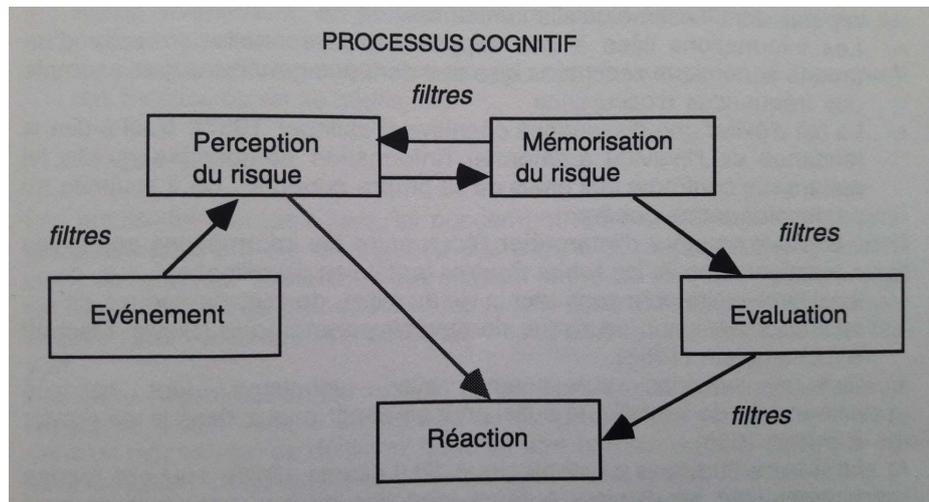
*(Courel & Frérot, 1998: 551)*

Les approches théoriques permettant d'étudier les perceptions des risques d'une population vivant en zone de danger sont nombreuses. Dans le cadre du présent travail, l'approche de Schöneich & Busset-Henchoz (1998), qui complète celle de Burton & al. (1978) en lui apportant un facteur explicatif sur la base de la théorie de la dissonance cognitive de Festinger (1962), est choisie afin d'étudier l'évolution des perceptions des risques des habitants de Fully. En effet, reprise dans les travaux de Tesar (1999), qui étudie les perceptions des risques des habitants du Val d'Anniviers (Valais), et de Malquarti (2001), qui s'intéresse aux représentations et comportements de la population d'Orsières (Valais) exposée aux risques naturels en montagne, cette approche s'est révélée concluante pour expliquer les phénomènes d'accoutumance aux risques. Le processus cognitif et son lien avec la perception des risques ainsi que les approches de Burton & al. (1978) et de Schöneich & Busset-Henchoz (1998) sont présentées ci-dessous.

#### 8.1.1. *Processus cognitif et perceptions des risques*

Le processus cognitif est le processus par lequel une information sensorielle perçue est représentée dans la mémoire de l'individu. Il peut être considéré "comme le cheminement

d'une information chez un individu, à travers divers filtres [...] en passant par des mécanismes faisant notamment appel à la mémoire, à la représentation et à la constitution d'une attitude, incluant des jugements de valeur et permettant ultérieurement d'agir sous diverses formes" (Herold-Revaz & al., 1998: 8-9). Appliqué au domaine des risques, ce processus permet de comprendre la gestion territoriale des zones à risques. Il est représenté sous forme schématisée dans la figure 64.



**Figure 64:** Représentation du processus cognitif (source: Herold-Revaz & al., 1998: 9)

Le schéma commence par l'événement, car la sensibilité à un risque va dépendre avant tout de faits qui se sont produits. En effet, "l'homme a tendance à rechercher dans le passé les événements auxquels il pourra se référer pour orienter sa perception" (Herold-Revaz & al., 1998: 9). Quelle que soit la manière dont une population perçoit des risques, elle se base sur des événements ou des récits d'événements passés, d'où l'importance de la mémoire des risques. Or, la mémoire humaine est sélective et se dégrade avec le temps. D'autre part, "l'information qui est associée à une perte de vies humaines est plus fortement ressentie que s'il ne s'agit que de dégâts matériels" (Herold-Revaz & al., 1998: 10).

La perception des risques dépend également de la fréquence des événements, de l'appréciation des mesures de protection, de la confiance dans les autorités ainsi que de l'origine, de l'âge et de la relation de cette population avec la nature. En effet, une population exogène, jeune ou qui a peu de liens étroits avec la nature et l'occurrence peu fréquente d'un aléa, font qu'un risque peut être sous-estimé ou oublié (Vinet & al., 2012 ; Veyret, 2014). Par exemple, "la personne ayant vécu toute sa vie dans une région menacée et bénéficié du récit des anciens, ne possédera pas le même savoir que le nouveau-venu ou l'observateur extérieur" (Herold-Revaz & al., 1998: 9). De plus, "les hommes ont tendance, d'une part à croire que les effets catastrophiques annoncés «n'arrivent qu'aux autres», d'autre part à

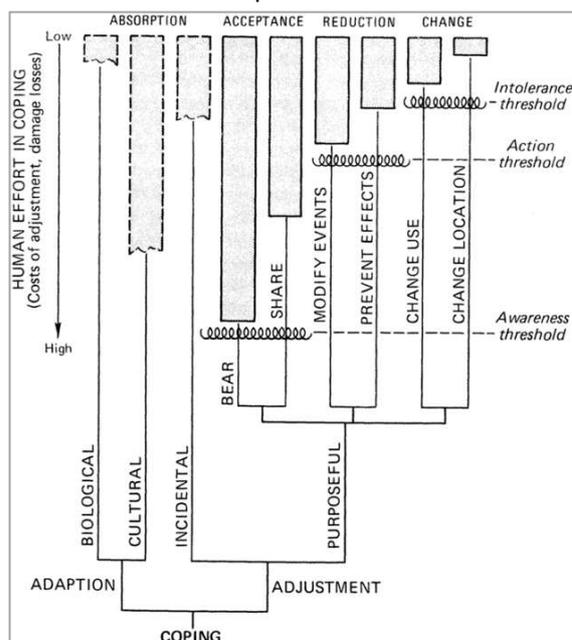
refuser d'intégrer la réalité du risque" (Courel & Frérot, 1998: 551). Ces paramètres interviennent dans l'évaluation des risques, qui se distingue de leur mémorisation puisqu'elle ne fait pas uniquement référence aux événements. Les systèmes sociaux de valeurs sont également très importants (travail, plaisir, qualité de vie...) et mettent en évidence le thème des pratiques ou des réactions face aux risques. Suivant la manière dont il perçoit les risques, l'individu peut réagir de façon émotionnelle et chercher à diminuer sa peur ou à l'effacer de sa mémoire. Il y a donc acceptation ou non des risques (Burton & al., 1978).

La notion de risque reste cependant abstraite dans la mesure où ceux-ci sont imaginaires s'ils ne se sont jamais matérialisés sous la forme de catastrophes. Les appréhender est d'autant plus complexe que les dynamiques naturelles sont changeantes, tout comme les sociétés et les représentations qu'elles ont des risques.

### 8.1.2. Caractérisation du risque selon Burton & al., 1978

L'étude des attitudes et des comportements face aux dangers naturels a été fortement marquée par l'approche de Burton, Kates & White (1978). Les manières de faire face aux dangers sont décrites comme étant soit des adaptations (biologique ou culturelle), soit comme des ajustements (accidentel ou intentionnel). Pris ensemble, ces comportements peuvent être regroupés en quatre modes : absorption, acceptation, réduction et changement, séparés selon trois niveaux de seuils : prise de conscience, action et intolérance (Burton & al., 1978) (fig. 65).

Le premier moyen pour faire face au danger est l'absorption des pertes (*absorption*). Une société absorbe l'impact des extrêmes environnementaux et reste largement inconsciente



qu'elle le fait. Le caractère de la capacité d'absorption des pertes ne peut être décrit qu'en termes d'adaptation biologique et culturelle et d'ajustement involontaire. Le mode d'absorption des pertes est séparé de celui de l'acceptation des pertes (*acceptance*) par le seuil de prise de conscience (*awareness threshold*). Dans ce mode, une société s'arrange pour supporter les coûts, souvent en les partageant avec un groupe plus large que les personnes

Figure 65: Différentes stratégies pour faire face aux risques naturels (source: Burton & al., 1978: 214)

directement affectées. L'acceptation des pertes laisse place à la réduction des pertes (*reduction*) lorsqu'un deuxième seuil est franchi. Ce seuil est appelé seuil d'action (*action threshold*) et résulte d'une détermination à prendre des mesures concrètes pour réduire les pertes. Lorsque celles-ci sont plus importantes, un troisième seuil est franchi : celui de l'intolérance (*intolerance threshold*). Celui-ci mène à la réduction des pertes par un changement radical de l'emplacement ou de l'utilisation des ressources (*change*). Cela se produit lorsque la perte est perçue comme n'étant plus tolérable (Burton & al., 1978).

Cette typologie est très efficace et pertinente pour caractériser les stratégies des populations vivant en zones risquées. Elle met en évidence un phénomène d'«accoutumance au risque» mais n'en donne cependant pas l'explication. En effet, cette approche a le désavantage d'être essentiellement descriptive et de ne pas proposer de véritable théorie explicative des comportements. Or, des attitudes de négation ou de minimisation du risque se produisent chez les habitants exposés à des dangers naturels (Schöneich & Busset-Henchoz, 1998). Il convient de les étudier afin de comprendre les raisons qui mènent à l'utilisation de territoires à risques.

*"Ces attitudes sont communément interprétées comme une « accoutumance au risque », et parfois jugées comme une inconscience incompréhensible face à un danger pourtant connu et visible. Or, ces attitudes à première vue paradoxales s'expliquent très bien par la théorie de la dissonance cognitive (Festinger, 1962). Loin d'être concurrente, celle-ci se révèle être parfaitement complémentaire de l'approche de Burton, Kates & White (1978), dont elle fournit le facteur explicatif."*

*(Schöneich & Busset-Henchoz, 1998: 53)*

### **8.1.3. "La dissonance cognitive : facteur explicatif de l'accoutumance au risque" selon Schöneich & Busset-Henchoz, 1998**

La dissonance cognitive est une théorie développée par le psychologue américain Leon Festinger dans les années 1960. Elle "existe lorsque le comportement ou la situation vécue par un individu est en conflit avec ses connaissances ou ses convictions" (Schöneich & Busset-Henchoz, 1998: 54). Cette théorie, ayant une portée très générale, touche presque toutes les situations de la vie courante. Un exemple classique est celui d'un fumeur sachant que fumer est mauvais pour sa santé, mais fumant quand même. Appliquée au domaine des risques naturels, cette théorie peut être illustrée par l'exemple d'une personne vivant dans une zone qu'elle sait exposée à un ou plusieurs dangers mais y vivant quand même. Schöneich & Busset-Henchoz (1998) choisissent la théorie de Festinger (1962) comme facteur explicatif du phénomène d'accoutumance au risque.

Pour qu'il y ait dissonance cognitive, l'individu doit se sentir responsable de son comportement, et celui-ci doit avoir des conséquences négatives et prévisibles sur lui. "Une situation de dissonance cognitive entraîne chez l'individu un inconfort psychologique d'autant plus intense que les éléments dissonants sont plus importants ou plus fortement valorisés. Cet inconfort psychologique va pousser l'individu à tenter de réduire la dissonance" (Schöneich & Busset-Henchoz, 1998: 54). Ces efforts permettent de donner une explication à toute une série d'attitudes et de comportements. Comme il n'est souvent pas possible pour des personnes exposées d'agir sur le phénomène ou de changer leur comportement, il ne leur reste alors qu'à "vivre avec" le risque. Elles réduisent alors la dissonance en ajoutant de nouvelles cognitions. Même sans modifier concrètement leur comportement ou le danger, elles peuvent agir sur la représentation qu'elles en ont, ou encore sur la dissonance elle-même (Schöneich & Busset-Henchoz, 1998).

Les différentes stratégies de réduction de la dissonance ont été mises en exergue dans une étude que Schöneich & Busset-Henchoz (1998) mènent dans les zones d'avalanches et de glissements de terrain de la vallée des Ormonts, dans les Préalpes vaudoises. Les résultats de leurs entretiens, réalisés avec une soixantaine de personnes habitant dans des zones de danger ou à proximité, ont mis en évidence de nombreuses attitudes caractérisées par

### **1) La minimisation du risque couru**

- en le nuançant par rapport à d'autres catastrophes survenues ailleurs ou par rapport aux problèmes rencontrés quotidiennement ;
- en lui donnant un caractère exceptionnel (une façon de dire que la probabilité d'être touché est très faible) ;
- en lui donnant des limites vraies ou supposées.

### **2) La minimisation de la dissonance**

- par la connaissance du danger et donc la possibilité de l'éviter (le sentiment de maîtriser l'exposition au risque par son comportement est essentiel) (contrôle, prévention...) ;
- par le fatalisme ou au contraire par la bravade ;
- par l'humour et par la dérision.

### **3) La justification de son comportement**

- en évoquant les contraintes de propriété ou d'exploitation agricole, et en se libérant ainsi de la responsabilité de sa situation ;
- en évoquant des préférences de site, et en justifiant ainsi son choix de localisation par une pesée des arguments ;
- en évoquant la confiance dans les experts ou les promoteurs, et en se déchargeant ainsi sur eux de sa responsabilité.

Ces résultats sont également représentés sur les figures 66 et 67. A noter que "dans le cas de l'exposition aux avalanches, le risque est élevé et donc la dissonance forte, alors que dans le cas des glissements de terrain, le risque est modéré et la dissonance faible. Cette différence dans l'intensité de la dissonance induit des attitudes également différentes" (Schöneich & Busset-Henchoz, 1998: 56).

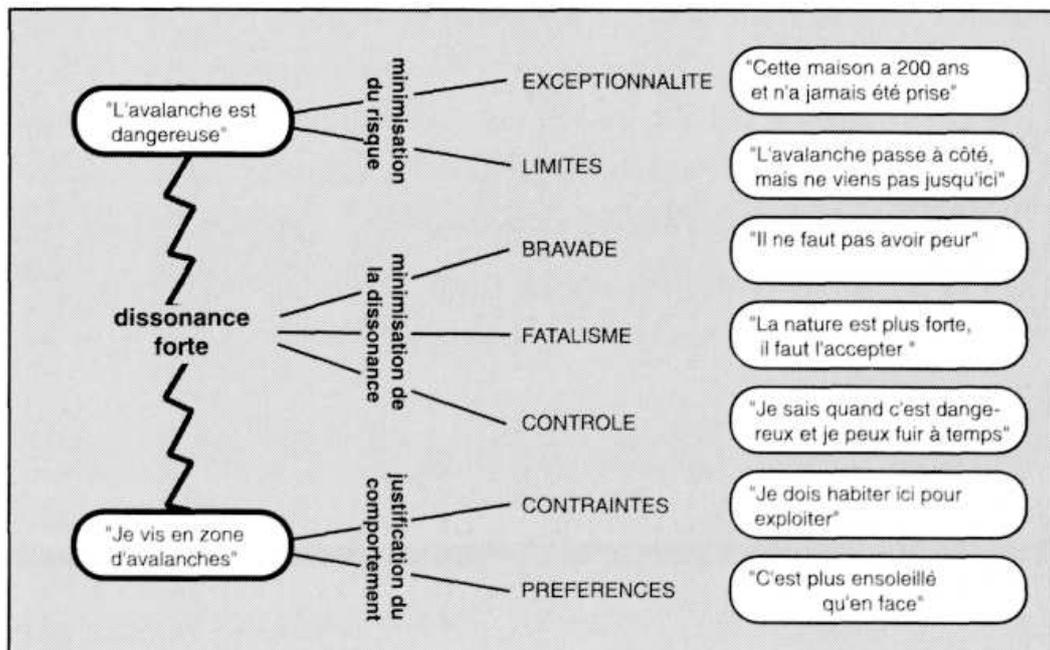


Figure 66: Attitudes visant à réduire la dissonance cognitive dans le cas des avalanches (source: Schöneich & Busset-Henchoz, 1998: 56)

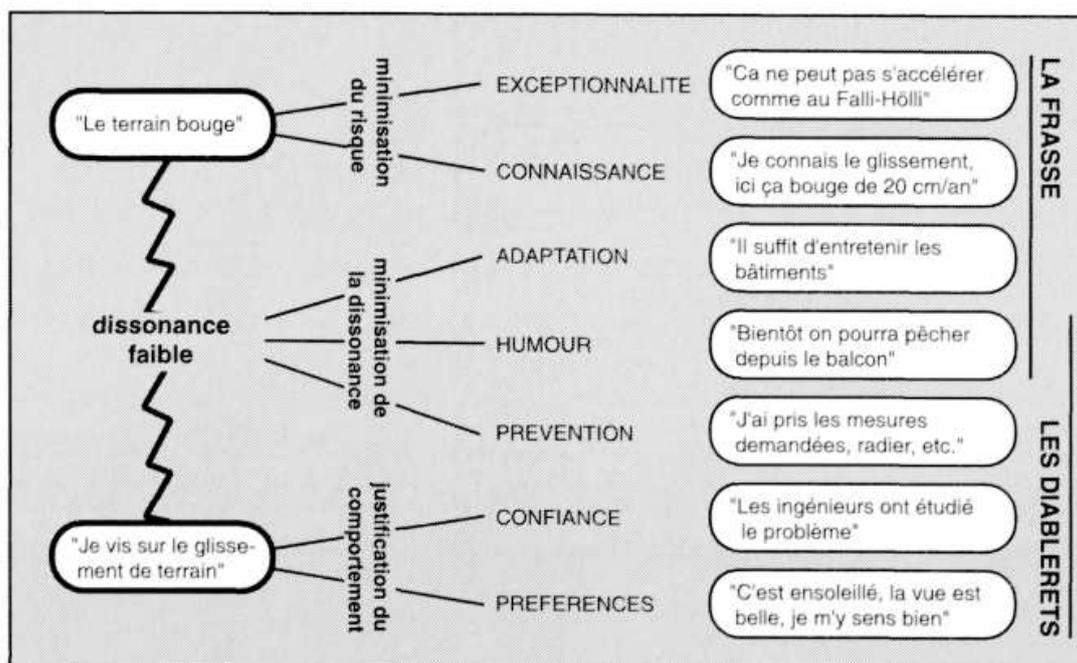


Figure 67 : Attitudes visant à réduire la dissonance cognitive dans le cas des glissements de terrain (source: Schöneich & Busset-Henchoz, 1998: 57)

## 8.2. Méthodologie

Quels sont les arguments fournis par des personnes pour justifier le fait qu'elles habitent dans une zone considérée comme étant dangereuse? Comment s'expliquent ces comportements apparemment dissonants? Quelles stratégies sont les plus utilisées et par qui?

Ce chapitre a pour objectif de répondre à ces questions dans le cadre précis de la commune de Fully en se référant aux travaux de Burton & al. (1978) et Schöneich & Busset-Henchoz (1998). Les réponses sont obtenues sur la base d'un questionnaire adressé à un échantillon d'habitants vivant en zone de danger. Vingt questions ont été formulées en partie sur la base des travaux de Tesar (1999) et Malquarti (2001). L'échantillon de la population choisi se compose principalement de personnes vivant en zone de danger d'inondation du Rhône, leur nombre étant très élevé dans la commune de Fully. Ce questionnaire a été proposé à trente habitants, qui ont été rencontrés entre les mois d'août à octobre 2019, selon des rendez-vous fixés à l'avance. De cette manière, il a été possible de prendre le temps nécessaire pour leur poser les questions et de s'assurer qu'ils les avaient comprises correctement. Les réponses obtenues pour chaque question ont été résumées à chaque fois de manière à faire ressortir les éléments les plus pertinents. Par exemple, peut-on observer une tendance générale dans les réponses indépendamment de l'âge, de l'origine et du lieu d'habitation des personnes sondées? Ou au contraire observe-t-on des différences?

En raison du temps nécessaire pour l'élaboration de ces entretiens, seuls trente individus ont pu être interviewés (quatorze femmes et seize hommes). Sur ces trente personnes, seize ont pour origine la commune de Fully (53%), six d'autres communes du Valais (20%), trois d'autres cantons suisses (10%) et cinq des pays étrangers (17%). Puisque le but de cette partie est de comprendre les raisons qui ont mené ces personnes à habiter en zone de danger, aucun individu âgé entre 0 et 19 ans n'a été interrogé. Sur les trente personnes rencontrées, cinq étaient âgées de 20 à 39 ans (16.7%), dix-sept de 40 à 59 ans (56.7%) et huit avaient 60 ans ou plus (26.7%). D'autre part, l'activité professionnelle ou les loisirs de la moitié des personnes sondées n'est pas en lien direct avec les dangers naturels (employés d'entreprise, professions dans la santé, mères au foyer...). Neuf personnes ont par contre un métier ou un hobby qui est quelque peu lié aux dangers naturels (arboriculteur, passion pour la montagne, chasseur, pompier) et six personnes une profession directement en lien (métiers dans la construction, activité politique, employé communal). Sur ces trente personnes, treize travaillent à Fully et dix-sept sont pendulaires (huit à Martigny, trois à Sion, trois dans d'autres communes valaisannes et trois dans l'arc lémanique). En outre, vingt-trois personnes se sont établies sur

le territoire communal avant 2000 (certaines ont déménagé entre temps à d'autres endroits de la commune) et sept sont arrivées pour la première fois à Fully après 2000 (une personne en 2000, 2003 et 2016 et deux en 2008 et 2015). Cependant, en observant la date à partir de laquelle les sondés habitent dans leur résidence actuelle, on obtient les informations suivantes: Treize personnes habitent dans leur logement actuel depuis avant 2000, deux personnes depuis 2005, 2006, 2008 et 2019 et une personne depuis 2002, 2003, 2007, 2009, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2020. En outre, une personne est actuellement en train de construire sa maison en zone de danger. Sur les trente sondés, vingt-deux habitent dans des villas et sont propriétaires, cinq vivent dans un appartement et sont locataires, deux vivent dans un appartement et sont propriétaires, alors qu'une personne vit dans une villa et est locataire.

Concernant le danger d'inondation du Rhône, des habitants de tous les villages de plaine ont été sondés dans des proportions représentatives du taux d'occupation de ces villages. Trois personnes de Branson ont été interrogées, quatorze de Vers l'Eglise, deux de Châtaignier, cinq de Saxé et quatre de Mazembroz. Sur ces vingt-huit personnes, six résident en zone d'inondation du Rhône moyen, dix-neuf en zone d'inondation rouge, deux à moitié en zone d'inondation rouge et bleue et une en zone d'inondation rouge foncé ; actuellement, cette personne est située en zone de danger rouge suite aux MA2. L'un de ces habitants, situé en zone d'inondation du Rhône moyen, est aussi situé en zone bleue de dangers hydrologiques de laves torrentielles. Concernant le danger d'avalanches, deux habitants du hameau d'Euloz situés en zone de danger d'avalanches moyen ont été interrogés. Aucun individu vivant en zone de danger moyen de chutes de pierres du hameau de Buitonnaz n'a en revanche pu être rencontré. A noter que toutes les personnes interrogées sont des résidents permanents. Il est difficile d'affirmer que l'échantillon est représentatif de la commune de Fully, cependant les proportions des différentes catégories (sexe, âge, origine, lieu d'habitation, date d'emménagement et types et lieu de travail) correspondent à une certaine réalité.

### **8.3. Résultats**

Chaque question a un but précis, spécifié en introduction. L'ordre choisi pour les présenter ici n'est pas spécialement celui selon lequel elles ont été posées aux sondés ; il tente plutôt de comporter une cohérence pour le lecteur. Les rencontres s'apparentaient plutôt à des discussions, où les questions étaient traitées comme des éléments structurants les échanges, puisque l'objectif n'était pas que les sondés remplissent ce questionnaire seuls. Ce procédé a permis de s'assurer que les individus avaient bien compris les questions selon le but préétabli.

### 8.3.1. Connaissances des habitants sur les dangers naturels à Fully

Le but des questions n°1 à 3 est de savoir si les habitants connaissent les phénomènes naturels survenus dans leur commune et s'ils ont une mémoire des événements marquants ou récents.

**Question n°1:**

- Selon vos connaissances, des dangers naturels existent-ils dans la commune de Fully? Si oui, lesquels?

Les résultats de la première question sont résumés dans le tableau 11.

Événement	Inondation	Lave torrentielle	Avalanche	Incendie	Chute de pierre	Séisme	Vent, ouragan	Glissement de terrain	Foudre	Rupture de barrage	Pollution de l'eau	Gel, grêle
Nombre de citations	30	29	26	8	7	15	8	2	2	6	2	2

**Tableau 11:** Nombre de personnes ayant cité des dangers naturels existant à Fully selon eux

La quasi-totalité de l'échantillon connaît l'existence des phénomènes d'inondation, de lave torrentielle et d'avalanche. Par contre, peu de personnes (sept seulement) signalent les chutes de pierres, certainement parce que ces processus ont souvent lieu à des endroits éloignés des activités humaines.

L'analyse des réponses révèle que les phénomènes de laves torrentielles sont presque exclusivement appelés "ravines" par les personnes sondées. De plus, ces phénomènes regroupent parfois les dénominations "coulées de boue", "éboulements", "débordements de torrent", "ce qui vient du mont, du coteau ou de la montagne". Le vocabulaire utilisé peut laisser supposer que la compréhension de ces processus n'est pas toujours claire. Enfin, la citation des dangers "rupture de barrage" et "pollution de l'eau" met en évidence la distinction imprécise qui existe entre les dangers naturels et technologiques.

**Question n°2:**

- Pouvez-vous les localiser précisément?

Selon une appréciation personnelle, douze personnes (**40%**) ont une bonne connaissance de cette localisation. Elles peuvent citer le nom des différents couloirs et expliquer lesquels sont plus dangereux, indépendamment du lieu où elles habitent sur le territoire communal. Il ressort que ces douze personnes sont toutes originaires de Fully, mais appartiennent aux trois tranches d'âge étudiées. Ce savoir n'est donc pas lié à l'âge mais en partie à l'origine et

également à l'activité professionnelle ou aux loisirs de ces personnes (quatre ont une activité liée aux dangers naturels, sept un peu en lien et une pas du tout).

Neuf personnes (**30%**) ont une connaissance moyenne de cette localisation. Elles connaissent les processus ayant lieu dans le secteur dans lequel elles vivent, mais n'ont pas une vision globale de ce qui se passe sur le territoire communal. Toutes ces personnes habitent depuis plusieurs années à Fully, n'y sont pas spécialement originaires (deux de Fully, quatre d'autres communes valaisannes, deux d'autres cantons suisses et une personne d'un autre pays) et n'ont pas de métier ou de loisirs en lien direct avec les dangers naturels.

Finalement, il est estimé que neuf individus (**30%**) ont une mauvaise connaissance de la localisation des phénomènes. Ceux-ci sont restés très globaux dans leurs explications, en émettant parfois des hypothèses imprécises comme "*c'est sûrement dans les gorges dans la montagne*" ou "*c'est où il y a des couloirs*". Ils connaissent certains secteurs, parce qu'ils savent qu'un événement y a eu lieu, et avouent pour la plupart ne jamais s'être posé cette question. Les explications de ces résultats sont multiples. D'une part, l'origine de ces personnes peut avoir un impact (quatre personnes étrangères, une suisse, deux valaisannes et deux de Fully). D'autre part, l'emménagement relativement récent de ces personnes à Fully ainsi que leur activité professionnelle ou leurs loisirs souvent non liés avec les dangers naturels peut avoir une influence. Cependant, la localisation de la zone potentiellement inondable par une crue du Rhône reste très imprécise pour la quasi-totalité des sondés. Cet aspect sera détaillé dans la question 17.

**Question n°3:**

- *Pouvez-vous raconter des événements entendus ou vécus ayant eu lieu sur le territoire communal ?*

Enfin, la troisième question a pour but de connaître les événements vécus ou entendus survenus sur le territoire communal, que les sondés se rappellent. Ces résultats sont résumés dans le tableau 12 ci-dessous.

Événement	Laves torrentielles 1939	Inondation Rhône 1948	Avalanches 1984	Chute de pierres Six Rouge 1992	Avalanches 1999	Lave torrentielle 2000	Crue Rhône 2000	Avalanches Mazembroz 2018	Crue Rhône juin 2019	Lave torrentielle Châtaignier 2019
Nombre de citations	3	3	7	2	10	25	16	4	2	13

**Tableau 12:** Nombre de personnes ayant cité des événements entendus ou vécus ayant eu lieu à Fully

Alors qu'aucune personne ne cite les inondations de 1897 et 1902, seul un faible nombre se rappelle les événements de 1939, 1948 et 1984. Cela s'explique en partie en raison de l'éloignement temporel. Celles qui les ont cités les ont soit vécus, soit entendus par des anciens. Ce nombre peut en partie s'expliquer par l'absence de mise en mémoire de certains événements. Un exemple de mise en mémoire, certainement inconnu d'une majorité de la population fulliéraise, s'est néanmoins présenté en discutant avec l'un des sondés et est sûrement de l'initiative d'un privé (fig. 68).

Deux personnes, habitant déjà Mazembroz en 1992, mentionnent l'événement de chute de pierres durant lequel un bloc de 7 m<sup>3</sup> se stoppe à proximité du couvert des "Vieux-Chênes" cette année-là. Un tiers des personnes a mentionné les avalanches de 1999. Sur ces dix personnes, trois avaient été évacuées, une se rappelle avoir vu une photo de l'avalanche du torrent de Randonne dans le journal *l'illustré*, et une personne était directement présente dans ce secteur durant son déroulement. Concernant la lave torrentielle du torrent du Bossay de 2000, vingt-cinq personnes s'en rappellent (deux avaient été évacuées, vingt en ont vu les conséquences par après et trois n'habitaient pas Fully à ce moment-là, mais ont entendu parler de cet événement après s'être établis à Fully). Les cinq personnes restantes n'habitaient pas encore Fully à ce moment-là. Cet événement est celui qui a été le plus nommé, peut-être en raison des conséquences encore visibles sur le terrain aujourd'hui ainsi que de son caractère exceptionnel dû à une erreur humaine. Par contre, seules seize personnes ont mentionné la crue du Rhône de 2000. Sur ces seize individus, dix avaient été évacuées lors de cet événement. Sur les quatorze personnes ne l'ayant pas cité, cinq n'habitaient pas Fully à ce moment-là, et neuf y habitaient mais n'ont certainement pas été évacuées et ont oublié cet événement.

Enfin, quelques événements plus récents mais moins spectaculaires ont été cités comme les avalanches du torrent de l'Echerche de janvier-février 2018 (quatre fois), la crue du Rhône de juin 2019 (deux fois) et la lave torrentielle du torrent Métin de juillet 2019 (treize fois). Les événements de crue du Rhône de 2012 et 2013 ne semblent donc pas avoir marqué la



population puis qu'ils ne sont pas cités. Ainsi, on peut constater que même les événements très récents ne sont pas connus ou mémorisés par les habitants s'ils n'induisent pas de dégâts visibles.

**Figure 68** : Plaque commémorative du niveau de l'eau de l'inondation du Rhône du 6 septembre 1948 (environ 2 m selon une estimation personnelle) sur un bâtiment agricole situé dans le secteur des Prises (bâtiment entouré en rouge sur la fig. 27) (source: photo personnelle prise le 05.10.2019)

### **8.3.2. Présence du "seuil de prise de conscience" selon de Burton & al. (1978)**

Le groupe de questions n°4 à 6 a pour objectif d'examiner la présence du seuil de prise de conscience (*awarness threshold*) défini par Burton & al (1978), de voir quel est le risque principal dans la commune de Fully selon les habitants, et de savoir s'ils ont conscience d'être menacés par le danger qui les concerne plus spécifiquement. Le risque principal peut être considéré comme étant celui d'inondation du Rhône en raison du nombre important de biens potentiellement concernés par des hauteurs d'eau allant de 0.5 m à plus de 4 m selon les endroits (zones bleue et rouge).

#### **Question n°4:**

- *Selon vous, existe-il des risques naturels dans la commune de Fully?*

A la question n°4, tout le monde a répondu "oui", preuve que le seuil de prise de conscience a été atteint pour tout l'échantillon interrogé. Cependant, certains habitants ne pensaient pas spécialement au danger qui les menace "objectivement" si on regarde la carte des dangers. Cet aspect sera approfondi dans la question n°18.

#### **Question n°5:**

- *Si oui, quel est le risque principal?*

A la question n°5, la moitié (**50%**) des sondés répond par le risque d'inondation du Rhône et neuf (**30%**) par celui de lave torrentielle. Deux personnes (**6.6%**) sont indécises entre le risque d'inondation du Rhône et celui de lave torrentielle et un individu (**3.3%**) entre celui de lave torrentielle et d'avalanche. Une personne (**3.3%**) est peu sûre et parle de glissement de terrain et une autre d'éboulement (**3.3%**). Le dernier sondé (**3.3%**), se sentant plutôt en sécurité à Fully, trouve que le risque principal dans la commune est "*les politiques de par leurs décisions*". Il ajoute "*à moins que le Chavalard ne descende!*".

Ainsi, malgré l'ampleur de la zone qui serait potentiellement impactée par une inondation du Rhône et les importantes hauteurs d'eau possibles, seule la moitié des personnes interrogées la considèrent comme le risque principal. Un tiers des sondés trouve que les laves torrentielles sont le risque principal, alors que selon la carte de danger actuelle, la plupart des habitations concernées par ce danger sont en zone de danger faible ou résiduel grâce aux travaux de sécurisation effectués ces dernières décennies.

**Question n°6:**

- *Quel est le risque principal selon votre lieu de résidence?*

La sixième question relève que sur les **vingt-sept** personnes vivant en zone de danger d'inondation uniquement, seize (**59%**) jugent être menacées principalement par le Rhône, quatre (**15%**) estiment être autant menacées par les laves torrentielles que le Rhône, et sept (**26%**) n'estiment pas du tout être menacées par le Rhône (soit par "rien" ou le "vent" à deux reprises, par le "mont", la chaleur et les voisins une fois). On peut donc remarquer qu'il existe des phénomènes d'accoutumance au risque d'inondation et d'exagération du risque de laves torrentielles dans de nombreux cas.

En revanche, **la personne** en zone bleue de danger de laves torrentielles et d'inondation du Rhône se sent faiblement menacée par ces deux phénomènes, mais les cite tous les deux.

Finalement, les **deux** personnes du hameau d'Euloz en zone de danger moyen d'avalanches se sentent les deux plutôt menacées par les chutes de pierres qui pourraient provenir d'anciens murs de soutènement qui ne sont plus entretenus entre leur hameau et Planuit. Des hypothèses susceptibles d'expliquer ces attitudes seront exposées plus loin dans l'analyse de certaines autres questions posées.

### **8.3.3. Attitudes de "minimisation du risque" selon Schöneich & Busset-Henchoz (1998)**

**Question n°7:**

- *Trouvez-vous que la fréquence des événements est moins élevée (ou plus ou de manière égale) dans la commune de Fully que dans d'autres communes valaisannes?*

La question n°7 a pour but de voir quelle est l'appréciation par les personnes concernées du risque encouru par rapport aux autres communes du canton.

La moitié des sondés (**50%**) trouvent que dans la commune de Fully, les phénomènes naturels ne sont pas plus ou moins fréquents qu'ailleurs. La raison principale évoquée est que le Valais est un canton alpin avec des phénomènes qui touchent toutes les communes comme Orsières, Saillon, Ardon par exemple. Douze personnes (**40%**) trouvent qu'à Fully la fréquence des événements est plus élevée. Elles estiment que le coteau abrupt de Fully engendre plus d'événements en comparaison avec d'autres communes comme Martigny, Charrat, Conthey, Montana. Trois personnes (**10%**) trouvent finalement que la fréquence des événements est moins élevée à Fully qu'ailleurs. Elles jugent que les communes traversées par une rivière

importante comme Saint-Maurice, Evionnaz, Riddes, Chamoson, Anniviers ou Brigue sont plus touchées.

Ces résultats montrent que la plupart des sondés ne minimisent pas les processus à Fully et sont conscients des phénomènes qui ont lieu. Cela se retrouve dans les résultats obtenus dans les questions n°1 à 3. Par contre, les personnes interrogées ont souvent admis ne pas connaître la situation partout et se sont basées sur une comparaison entre les communes qu'elles connaissent. De plus, elles n'ont jamais pris en considération le danger du Rhône dans leurs réponses, mais uniquement les dangers liés aux débordements de cours d'eaux latéraux, aux laves torrentielles et aux avalanches. Il semble qu'elles aient souvent compris la question comme s'il y avait plus de «catastrophes» et non d'«événements». En ce sens, les événements marquants ou récents d'inondations à Sion en 2018 et 2019, dans le Val d'Anniviers en 2018 et à Brigue en 1993, ainsi que de lave torrentielle à Chamoson le 11 août 2019, ayant causé la disparition d'un adulte et d'une fille, peuvent avoir influencé les réponses.

**Question n°8 :**

- *Trouvez-vous que les ouvrages de protection contre les dangers naturels en place sont efficaces?*

L'objectif de cette question est de voir si les sondés cherchent à minimiser le risque auquel ils sont exposés en prétendant que les ouvrages de défense présents sur le territoire communal leur assurent une protection suffisante.

Trois personnes (**10%**), en l'occurrence des femmes qui n'ont pas de liens étroits avec les dangers naturels, ne sont pas capables de répondre à cette question.

Neuf personnes (**30%**) vivant toutes en zone inondable pensent que les ouvrages de protection sont efficaces sans donner beaucoup plus de détails. Cinq d'entre elles jugent cela en évoquant la confiance dans les experts. La personne vivant en zone de danger rouge foncé répond d'ailleurs: *"Il faudra bien faire confiance sinon il faudra déménager."* Une autre, vivant en zone rouge, dit: *"Oui, et j'espère ne jamais devoir me poser ce genre de questions."* Les quatre autres personnes répondent par l'affirmative en raison de l'absence de dégâts depuis 2000. Le plus jeune sondé, âgé de 26 ans, admet qu'*"il y a longtemps plus eu grand-chose"*, sous-entendant que les ouvrages doivent être efficaces.

Pour finir, plus de la moitié des personnes interrogées (**60%**) trouvent que les mesures sont efficaces mais pas spécialement qu'elles le sont toutes ou qu'elles sont suffisantes. Par exemple, les deux habitants d'Euloz interrogés trouvent que les ouvrages en place sont

nécessaires mais insuffisants pour sécuriser les accès des hameaux. Pour l'un d'eux, il faudrait construire d'autres paravalanches plus bas sous le Petit-Chavalard, vider les torrents dans le secteur du *Six Blanc* et mieux entretenir les murs de la bourgeoisie. Tandis que pour l'autre: *"On n'anticipe pas assez les événements en dimensionnant plus grands les ouvrages au cas où."* Il rajoute: *"Les galeries entre Euloz et Buitonnaz ne sont pas assez longues, la digue dans le virage de Rodoz n'est pas assez haute, le dépotoir de Châtaignier n'est pas assez grand et le torrent Métin n'est pas assez large, si bien qu'un caillou peut bloquer le chenal et une coulée pourrait alors descendre sur Châtaignier en suivant la route."* Ce point sensible se situerait au niveau du premier croisement entre la route de La Fontaine - Euloz et le torrent Métin à la cote 640 environ (fig. 24). En outre, l'habitant de Saxé concerné par le danger de laves torrentielles et d'inondations trouve que les mesures construites ces dernières années contre les dangers gravitaires sont suffisantes. Il met cependant en garde les constructeurs de ces objets en disant: *"Il faut veiller à ne pas sous-dimensionner les ouvrages comme on peut toujours avoir un événement plus grand que celui qui s'est passé."* Les quinze autres personnes, qui vivent en plaine en zone inondable uniquement, admettent que des travaux restent à réaliser. Cinq d'entre elles considèrent qu'*"il ne reste plus qu'à faire la correction du Rhône"*. Cinq autres trouvent que les ouvrages liés aux torrents doivent être encore redimensionnés et trois qu'*"il faut veiller à l'entretien des ouvrages en vidant les sédiments et les troncs après les événements"*. Ces commentaires concernent surtout les torrents Métin et de Saxé en réponse aux laves torrentielles de juillet 2019 dont les effets sont restés visibles plusieurs semaines (fig. 37 & 38). Finalement, deux personnes trouvent étonnant, voire absurde, d'avoir construit dans les années 1990 la nouvelle école de Saxé à l'emplacement actuel qu'ils jugent dangereux. *"On fait des erreurs et on doit sécuriser après... Pourquoi ne pas avoir construit l'école ailleurs?"*. En effet, selon eux *"le collège de Saxé est coincé sous les rocs et est menacé par des ravines"* (illustration p. 124).

Ainsi, loin de penser être protégés de tout danger, les habitants de Fully semblent conscients des problèmes de dimensionnement et d'entretien qui peuvent exister pour les ouvrages de défense. Les sondés font par contre davantage référence aux ouvrages de protection liés aux laves torrentielles que ceux liés aux inondations.

**Question n°9 :**

- *Considérez-vous que les ouvrages de protection actuels protègent votre lieu de résidence de tout danger?*

Cette question (n°9) a pour but de voir si les sondés cherchent à minimiser le risque en prétendant être actuellement complètement protégés par des ouvrages de protection.

Sur les 30 personnes sondées, huit (**26.6%**) se sentent en sécurité là où elles vivent pour plusieurs raisons indépendamment de ces protections. Ces personnes posent au risque des limites qu'elles estiment vraies. Trois vivent en zone d'inondation bleue du Rhône, trois en zone d'inondation rouge, une à moitié en zone bleue et en zone rouge, et la dernière en zone bleue d'avalanches. Pour cette dernière personne, les ouvrages servent selon elle à garantir l'accès à Euloz mais ne protègent en rien les habitations, puisque celles-ci sont d'office protégées en cas de grosse avalanche par un promontoire qui ferait passer la poudreuse par-dessus le hameau, comme ce fut le cas en 1984. Pour les sept autres personnes vivant en zone inondable, la plupart posent des limites supposées comme par exemple: *"Quand je vais me balader au bord du Rhône, j'ai remarqué qu'il fait une courbe et que l'eau déborderait plutôt du côté de Charrat"*, ou pour une personne vivant entre le canal FSL et le coteau: *"Je suis de toute manière en sécurité où j'habite, car R3 servira à sécuriser la région entre le Rhône et le canal."*, ou finalement: *"Je ne serai pas plus en danger après R3 car la digue ne céderait pas ici. On est à 300m du Rhône."*

En outre, douze personnes (**40%**) se sentent également en sécurité indépendamment des ouvrages de protection prévus avec R3. Elles confèrent au risque un caractère exceptionnel et sous-entendent que la probabilité d'être touchées est très faible. Elles disent par exemple: *"La sécurité à 100% n'existe pas"* ou *"On ne peut pas tout éviter"* ou encore *"Le risque zéro n'existe pas."* Le sondé le plus âgé (88 ans), qui vit à la limite en la zone bleue et jaune d'inondation du Rhône, s'amuse: *"C'est bien, s'il y a une inondation ça amènerait du limon pour le jardin. J'ai toujours dit à ma femme qu'il manquait de la terre."* Il rajoute avec humour: *"Si c'est chaque 5'000 ans, c'est pas bien grave."* Par contre, il complète de manière plus sérieuse qu'on doit sécuriser maintenant la zone en pied de digue à Vers l'Eglise.

De plus, sept individus (**23.3%**) ne se sentiront en totale sécurité qu'en rajoutant des paravalanches au Petit Chavalard (pour l'un d'eux vivant à Euloz) ainsi qu'à la fin des travaux de sécurisation de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône (pour six d'entre eux). Ces six personnes ne sont pas inquiètes mais se réjouissent de savoir que des palplanches sont en train d'être posées. L'une

d'elles résume bien ce sentiment en disant: *"Je serai seulement protégé de tout danger après R3, mais ça ne m'empêche pas de dormir."*

Au contraire, une personne **(3.3%)** trouve qu'elle sera plus en danger après la 3<sup>e</sup> correction du Rhône. Elle s'explique: *"Je suis pour les palplanches, mais je suis contre le fait d'élargir le fleuve car avec un fleuve plus tranquille on n'aura plus de problèmes, car les sédiments seront plus difficilement transportés. On pourrait avoir plus de casse"*. Une autre **(3.3%)**, vivant en zone de danger d'inondation rouge et connaissant une victime de l'inondation de 2000 à Saillon, est très consciente de ce que représente ce type d'événement. Elle précise: *"Si le Rhône ou la nappe montent on ne peut rien faire. Eux, ils ont eu 1.5 m d'eau. On est allé les aider à déménager. Mais ce n'est pas facile à imaginer que ça puisse avoir lieu. C'était vraiment impressionnant là-bas en tout cas."* Finalement, le dernier individu **(3.3%)** répond: *"Non, je sais qu'on est en zone rouge avalanche... on est « bête » si on a accepté d'habiter là"*, alors qu'il vit en zone de danger d'inondation rouge uniquement.

On remarque donc que l'échantillon est très partagé dans ces réponses. Alors qu'un quart (26.6%) refuse carrément le risque en lui mettant des limites, plus de 40% le minimise en lui attribuant un caractère exceptionnel. Un autre quart (23.3%) arrive à vivre avec ce risque mais est néanmoins rassuré que des travaux soient actuellement en cours. Enfin, il semble que la seule personne ayant eu une expérience d'inondation est capable de se représenter cela. Cependant, cette connaissance n'est pas assez dérangeante pour lui donner envie de déménager. Le fait que des évacuations soient toujours possibles avant une inondation permet certainement d'expliquer ces attitudes.

#### **8.3.4. Attitudes de "justification du comportement" selon Schöneich & Busset-Henchoz (1998)**

**Question n°10:**

- *Selon vos connaissances, estimez-vous que les autorités communales et cantonales ont une politique claire et efficace en termes de protection contre les dangers naturels?*

Cette question n°10 cherche à comprendre si la population est confiante envers le travail effectué par les autorités et se décharge de toute responsabilité sur elles.

Deux habitants **(6.6 %)** ne savent pas trop ce qui se fait sans aller plus loin.

Seize habitants **(53.3%)** estiment ne pas être très informés de ce qui est fait, que ce soit du côté du canton ou de la commune. Bien qu'ils soient conscients qu'on ne peut pas tout prévoir, ils pensent néanmoins que cette thématique est prise en main par les autorités. Un habitant

de Saxé a été marqué par les nombreux travaux entrepris pour sécuriser son village et répond: *"Je crois que oui. On voit que ça bouge. Je me sens en sécurité."* Une personne rencontrée en septembre 2019 répond quant à elle en disant: *"Ce n'est pas vraiment un domaine que je connais comme je n'ai pas trop d'intérêt dans cette thématique, mais on voit qu'ils font quelque chose : 3<sup>e</sup> correction du Rhône, trax sur la galerie avant Buitonnaz... Ça a l'air de fonctionner."*

Huit individus (**26.6%**) sont plus partagés et ont confiance dans le travail qui est fait par le canton, mais moins dans celui de la commune. Ils trouvent que cette thématique est prise au sérieux par le canton qui dispose aussi de moyens financiers plus importants que la commune. Ce sentiment est renforcé par la certitude que des personnes *"sont payées pour évaluer les dangers"*, ainsi que par les diverses apparitions du géologue cantonal Raphaël Mayoraz dans les médias qui inspirent confiance. En revanche, sur le plan communal, les personnes interrogées ont plus de doutes. Certaines ne savent pas comment les risques sont gérés par les autorités communales (s'il y a des gens qui travaillent, s'ils sont compétents...). Une habitante de Branson imagine que la commune n'a pas assez d'argent pour faire certains travaux et commente: *"Ça fait 4 ans que je suis à Fully et j'entends chaque année qu'il y a des problèmes avec la route de Chiboz."* Une dernière personne trouve que ce qui est fait au niveau communal est insuffisant. Selon elle, *"il n'y a pas assez de personnes compétentes et il manquerait un service sécurité bien défini et plus compétent"*.

Puis, deux individus (**6.6%**) sont moyennement convaincus par ce qui est fait. L'un des deux précise : *"J'espère que ce qui a été envisagé prend en compte le facteur chance"*, alors que l'autre se demande pourquoi l'avis des citoyens ne compte pas. Il trouve aussi que cette politique devrait être plus conséquente.

Enfin, deux sondés (**6.6%**) désapprouvent complètement la version actuelle du projet de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône présentée par les autorités cantonales. Le premier qui vit en zone rouge se plaint : *"Avec le Rhône, non, c'est une catastrophe, ça coûte un saladier pour rien, c'est une connerie."* L'autre affirme : *"On veut faire des gouilles pour les crapauds et pas quelque chose pour la population"*.

Il ressort qu'une large majorité des personnes interrogées a confiance dans ce qui est fait par les autorités, même si elle ne sait pas exactement ce qui est entrepris et pourquoi. L'estime pour les compétences cantonales est cependant plus élevée que pour celles de la commune, qui n'est apparemment pas assez transparente dans ce qu'elle fait.

**Question n°11:**

- Par quels moyens êtes-vous informés sur les risques naturels dans la commune de Fully?

L'objectif de la question n°11 est de savoir par quels moyens la population s'informe sur les dangers naturels.

A cette question, où plusieurs choix de réponse étaient possibles, **dix-neuf** ont répondu s'informer sur les risques naturels lors de discussions avec des proches (membres de la famille, amis ou anciens). Ces personnes sont surtout originaires de Fully, mais n'appartiennent pas plus à une classe d'âge qu'à une autre. Souvent, le choix de la localisation des villages par les anciens ou leur connaissance de la topographie fine du terrain sont vus comme un gage de sécurité. Une personne vivant en zone bleue d'inondation explique : *"Mon papa m'a toujours dit que ce terrain était bien drainé. D'ailleurs on n'a jamais eu des problèmes d'humidité alors que certains de nos voisins oui."* Quelques résidents étrangers ont également eu des informations en discutant avec des voisins ou des personnes âgées. Par exemple, une résidente originaire du Portugal habitant en Valais depuis 1998 répond : *"Un ancien nous avait raconté que Charrat avait été tout inondé il y a longtemps"* (faisant référence à l'inondation de 1948). D'autre part, **dix-sept** individus ont obtenu des informations grâce à leurs observations personnelles. Ces personnes se sont établies pour une grande majorité à Fully avant 2000 et ont vécu les événements de 1999 et 2000. Puis, **onze** personnes citent les médias comme source d'information. Les tranches d'âges plus jeunes s'informent plutôt grâce aux réseaux sociaux, alors que les plus âgées par les journaux, la radio ou la télévision. **Sept** personnes se documentent grâce aux informations transmises par les autorités. Trois personnes parlent des tous-ménages distribués dans le cadre de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône ou de la brochure transmise à la population de Fully en 2013, trois autres ont consulté le site internet de la commune ou du canton, et une dit être attentive aux panneaux de dangers sur les routes. Enfin, **cinq** personnes annoncent avoir appris beaucoup dans le cadre de leur profession ou durant un mandat politique (tableau 13).

Source de l'information	<i>Discussions avec des anciens, des membres de la famille ou des amis</i>	<i>Observations personnelles</i>	<i>Autorités communales ou cantonales (tous-ménages, site internet...)</i>	<i>Médias (journaux, radio, réseaux sociaux,...)</i>	<i>Activité politique ou profession</i>
Nombre de citations	19	17	7	11	5

**Tableau 13:** Sources d'information utilisées par les sondés pour se renseigner sur les risques naturels à Fully

**Question n°12:**

- *Trouvez-vous être suffisamment bien informés?*

La question suivante (n°12) cherche à connaître si la population justifie son comportement dissonant en fonction des informations qu'elle a en sa possession.

A cette question, la plupart des sondés (**70%**) trouvent être suffisamment bien informés et savent où se tourner s'ils veulent obtenir plus d'informations. Une partie de ces vingt et une personnes ne le font parfois pas parce que cette thématique ne les intéresse pas. Par exemple une personne avoue: *"Ce n'est pas le sujet qui m'intéresse le plus... On pourrait toujours être plus informé mais pour ce dont j'ai besoin, je le suis assez."* Une autre trouve d'un côté que c'est à l'individu de s'informer mais d'un autre elle nuance cela en disant: *"Si on veut, on peut, mais c'est vrai que durant la réunion des nouveaux habitants on ne nous a pas parlé de ça, et à l'école on n'apprend pas aux enfants comment réagir en cas de tremblement de terre."* Deux personnes (**6.6%**) admettent n'être *"peut-être pas assez"* informées. Deux autres (**6.6%**) avouent n'être pas allées chercher des informations d'elles-mêmes, mais comptent sur les autorités pour les informer en cas de besoin. *"Je fais confiance à la commune. Si je ne reçois rien, c'est qu'il n'y a rien de grave pour moi."* Enfin, cinq personnes (**16.6%**) s'inquiètent de ne pas être assez informées et trouvent que les autorités devraient rendre les informations plus transparentes et accessibles. Malgré ces derniers cas, la majorité des sondés jugent être en possession des informations voulues.

### **8.3.5. Attitudes de "minimisation de la dissonance" selon Schöneich & Busset-Henchoz (1998)**

**Question n°13 :**

- *Si un événement majeur survenait considérez-vous connaître le comportement à adopter ?*

Le but de cette question (n°13) de voir si la population minimise la dissonance en estimant connaître le comportement à adopter en cas d'événement. En fonction de la zone de danger dans laquelle la personne interrogée vit, l'événement (inondation, avalanche ou lave torrentielle) a été spécifié lors de la rencontre.

Un peu plus d'un quart des sondés (**26.6%**) considèrent savoir eux-mêmes ce qu'il faut faire. Les deux habitants d'Euloz prônent en cas d'avalanche de *"ne pas quitter le village, car ce sont les accès qui sont dangereux"*. Les six autres personnes, venant toutes de Fully sauf une,

estiment savoir quoi faire en discutant avec des proches ou des voisins. L'une d'elles dit même: *"Je sais que je dois aller sur les monts en cas d'inondation... et prendre du bon pinard!"*.

Les deux tiers des personnes (**66.6%**) avouent savoir qu'il faut se mettre à l'abri, mais comptent surtout sur les informations transmises par les autorités. En effet, ces vingt individus connaissent l'existence d'une structure en cas de crise et ont confiance en celle-ci. Pour preuve, plus de la moitié a déjà été évacuée soit durant les événements de 1999, soit durant ceux de 2000. Par contre, seules deux personnes ajoutent qu'avant l'arrivée des informations des autorités, des actions peuvent être entreprises comme *"mettre les meubles et les valeurs en hauteur"* ou *"prendre le minimum d'affaires"*.

Finalement, deux personnes (**6.6%**) ne sauraient pas exactement quoi faire, bien qu'elles supposent qu'une structure existe sur le plan communal. L'une d'elles précise : *"Je sais qu'il faut évacuer mais où faut-il appeler? Où avoir des renseignements?"* tandis que l'autre avoue: *"En réalité, je ne connais pas un protocole me disant quoi faire."*

L'échantillon dans son ensemble estime donc savoir que des structures existent pour lui assurer sa protection.

**Question n°14 :**

- *Trouvez-vous que les événements naturels sont imprévisibles et que personne n'y peut rien?*

La question n°14 cherche à savoir si les habitants essaient de minimiser la dissonance en invoquant une certaine fatalité imprévisible.

A cette question, sept personnes (**23.3%**) dont six femmes trouvent que la nature nous dépasse et que les événements sont imprévisibles. L'une d'elle dit: *"Oui, quand la nature veut, on ne peut rien faire."* Une autre admet: *"On ne peut pas tout maîtriser, mais au final l'homme croit qu'il peut. Si c'est mon heure, c'est mon heure."* Trois hommes âgés de plus de 60 ans (**10%**) font en revanche la distinction entre les aléas naturels qui sont imprévisibles et les aléas technologiques pour lesquels on peut se protéger. Un habitant de Mazembroz estime: *"Personne ne peut prévoir les orages violents. Par contre, la ravine de 2000, c'était une erreur humaine et on doit pouvoir éviter ce genre d'incident."* De plus, deux personnes (**6.6%**) originaires de Fully estiment qu'il y a une différence entre les dangers naturels rapides (avalanches et laves torrentielles) et les dangers plus lents comme les inondations du Rhône. Ils trouvent qu'avec les systèmes d'observation en place et l'état des digues qui est connu, on pourrait éviter les problèmes liés au Rhône ou alors entreprendre des travaux pour régler cela.

En outre, trois personnes (**10%**) âgées entre 20 et 60 ans trouvent que les phénomènes sont prévisibles grâce aux connaissances actuelles. Par exemple, l'une d'elles dit: *"Si on regarde les événements de 2000, tout était prévisible vu qu'on a été évacué. Il y a des structures en place. Bon, par contre il y a une inconnue, c'est les tremblements de terre."*

Cependant, la moitié de l'échantillon (**50%**) est de l'avis qu'il y a une part de prévisible et d'imprévisible dans tous les événements. Ces personnes trouvent qu'il faut diminuer le plus possible la part d'imprévisible afin de protéger au maximum la population. Elles sont de l'avis que les pratiques à risques peuvent être facilement évitées. Une Valaisanne venue habiter à Fully estime par exemple : *"Oui, les événements sont imprévisibles mais des choses doivent être faites. Notre canton a beaucoup de risques et j'ai confiance dans les autorités. Après d'un côté, en voulant se protéger de tout, on va effrayer les gens."* Cette limite de "jusqu'à quel niveau faut-il se protéger" est également citée par une autre personne qui dit: *"Oui, clairement, on peut atténuer, mais par exemple à Chamoson, il a fallu seulement 10 minutes de pluie. On ne va pas tout sécuriser, il ne faut pas être parano."* Un habitant de Saxé conclut par ces paroles : *"Le problème, c'est que l'argent utilisé pour faire des travaux ne servira peut-être jamais à rien. C'est difficile de dépenser de l'argent pour quelque chose qui n'est encore jamais arrivé. On repousse, parce que ce n'est pas prioritaire, jusqu'à ce qu'un événement arrive..."*

Ainsi, peu de gens rencontrés ont une vision fataliste. La plupart est d'ailleurs plus nuancée dans ses propos et comprend les enjeux financiers et techniques qui existent dans la gestion des risques naturels.

### **8.3.6. Représentations des individus face aux risques**

**Question n°15:**

- *Une rupture de la digue du Rhône sur la rive droite est-elle un événement envisageable selon vous?*

Le but de cette question (n°15) est d'examiner quelle est la confiance que la population, vivant principalement en zone inondable, confère à cet ouvrage de protection.

Un tiers des sondés (**33.3%**) estime possible mais peu probable que la digue cède en rive droite. L'un d'eux s'était renseigné sur ce sujet, car directement impacté par la 3<sup>e</sup> correction du Rhône ; il dit: *"J'ai vu qu'il y avait les renards hydrauliques aussi. Ce n'est pas impossible, mais ça ne me fait pas peur, car il y a peu de chance."*

Onze habitants (**36.6%**) sont plus précis et affirment que cet événement est possible, mais plus après la pose des palplanches et/ou la 3<sup>e</sup> correction du Rhône. Une habitante vivant en zone rouge répond: *"C'est possible, mais plus après les mesures prioritaires."* Il y a là confusion au sein de la population, puisque la digue n'a été renforcée que sur 4 km avec la MA2. De ce fait, la digue pourra toujours céder entre la région de la Sarvaz et Pro Pourri, ce que les sondés semblent ignorer.

Par contre, cinq personnes (**16.6%**) pensent que la rupture est possible mais lui posent des limites. Pour certains, seule la digue en rive gauche pourrait rompre en raison d'une légère courbure du lit du fleuve dans la direction de Charrat. Une habitante se base sur ses observations et relève: *"En face de Vers l'Eglise non, parce qu'il y a la courbure du lit en direction de Charrat."* Elle ajoute: *"Mais pour moi, je me sens plus en sécurité à Fully que dans le Chablais, parce que les digues sont beaucoup plus hautes et solides ici que dans le canton de Vaud où j'habitais avant."* D'autres acceptent l'éventualité d'une rupture en rive droite uniquement dans la région de la Sarvaz en raison également d'une courbure du lit dans cette direction. Un Fulliérain d'origine précise, en se basant sur des discussions qu'il a eues avec des anciens du village: *"Non, depuis Mazembroz je n'y crois pas. Peut-être la région de la Sarvaz, au début de la commune de Fully. Ça serait envisageable mais on pourrait évacuer, car il y a la digue des Maretzons qui freine un peu. Mais je n'y crois pas car on est dans une ligne droite."* Les autres, habitant Saxé et Mazembroz, suivent cet avis: *"Je n'y crois pas. R3, c'est bien pour les maisons à côté de digues comme à Prévent mais cela n'aura pas d'incidence pour moi. Ça n'a jamais eu lieu!"*.

Enfin, les quatre derniers sondés (**13.3%**) n'estiment pas avoir assez de connaissance pour répondre à cette question et ont de la peine à se positionner. Ils estiment néanmoins cela possible en raison des travaux qui ont lieu. L'un d'eux reconnaît: *"Je ne l'imagine pas, même si on me dit que ça peut avoir lieu. C'est sûrement parce que je ne l'ai jamais vécu."*

Ainsi, selon l'intérêt et les sources d'information des habitants, les réponses diffèrent énormément entre un rejet total de cette éventualité et la certitude d'un habitant d'Euloz présentée ici: *"Les dangers de la plaine sont extrêmement sérieux. Même si on me donnait une maison dans la plaine, je la vendrais immédiatement."*

**Question n°16 :**

- Habitez-vous dans une zone qui est considérée comme étant à risques? Si oui, à quel niveau?
- Pour quelles raisons avez-vous choisi d'y habiter?

Cette question en deux parties a pour but de savoir si les sondés sont bien conscients qu'ils habitent en zone de danger, si oui à quel niveau. De plus, elle permet de connaître les raisons qui les ont poussés à habiter là.

Concernant la première question, la moitié des personnes rencontrées (**50%**) ne connaissent pas le degré exact de danger de leur lieu d'habitation. Plus précisément, trois individus se trompent, cinq sont convaincus de ne pas être en zone de danger et sept l'ignorent. Ces personnes sont majoritairement des locataires ou sont venus habiter dans leur logement avant que la carte de danger de 2011 ait été publiée. Par contre, treize personnes (**43.3%**) connaissent le degré exact de danger de leur lieu d'habitation. Les sources de leur connaissance sont diverses. La plupart d'entre elles l'a apprise en 2011 dans le cadre de la révision du PAZ qui coïncidait avec la réalisation de la carte de danger d'inondation du Rhône. Les autres l'ont su en construisant après 2011, lors d'une rénovation, par leur assurance ménage ou en consultant le site internet du canton. Enfin, les deux dernières personnes (**6.6%**) ne connaissent pas le degré exact de danger de leur lieu d'habitation mais ont formulé de bonnes hypothèses. Par exemple, la personne qui a construit en zone moyen d'inondation et de danger de laves torrentielles a répondu: "*Normalement, je ne suis pas en zone rouge mais on n'est pas loin de la ravine.*"

Concernant la deuxième question, onze personnes (**36.6%**) ont choisi de construire à l'emplacement actuel, parce qu'un terrain qui leur appartenait (héritage...) était en zone à bâtir. Ces personnes sont toutes originaires de Fully sauf une qui a épousé une Fulliéraine. Tous les autres sondés (**63.3%**) habitent Fully pour plusieurs raisons : attachement à la commune dont ils sont originaires, climat agréable, bonne desserte, possibilité de construire une villa... Ces personnes se sont retrouvées à habiter en zone inondable, car c'était là que les terrains étaient les moins chers. Comme relevé dans le *chapitre 7.3.5.*, le prix des zones à bâtir en plaine est resté longtemps proche de 100.- à 120.-/m<sup>2</sup> en raison du nombre important de parcelles mises en zone après 1984. Aujourd'hui, les terrains en plaine restent toujours moins chers que ceux sur le coteau. De plus, les sondés qui habitent dans des immeubles vivent en majorité à Vers l'Eglise dans les "zones à forte densité". C'est d'ailleurs pour cette proximité avec le cœur du village que ces personnes ont choisi ce lieu pour habiter. Enfin, le hasard et le calme des zones résidentielles ont parfois joué un rôle attractif non négligeable.

Ainsi, il ressort qu'une moitié des personnes interrogées n'étaient pas conscientes du degré de danger où elles vivaient, alors que l'autre l'était.

**Question n°17 :**

- *Si vous étiez touchés par un événement naturel, quelle pourrait être son intensité maximale?*

La question n°17 a pour but de se rendre compte si la population est capable de se représenter les intensités spécifiques auxquelles elle peut être confrontée (avalanche, lave torrentielle, inondation).

Alors que quinze personnes connaissent la zone de danger dans laquelle elles vivent, seules cinq (**16.6%**) sont capables de donner les intensités correctes qu'elles peuvent rencontrer. Deux connaissent exactement les valeurs des cartes et les trois autres sont assez proches de celles-ci dans leurs estimations. Sur les vingt-cinq autres personnes, vingt et une (**70%**) les minimisent, parfois énormément, et quatre (**13.3%**) refusent totalement l'idée de pouvoir être atteintes. Voici quelques exemples de réponses données par des personnes vivant en zone de danger d'inondation rouge : *"Je pense avoir 3-5 cm d'eau"* ou *"Je ne m'imagine pas avoir de l'eau dans la maison, mais dans les rues"* ou encore *"Je m'imagine les pieds dans l'eau"*. La personne, qui connaissait un sinistré de l'inondation de 2000 à Saillon, a estimé : *"C'est dur à dire, mais on aurait plus que les pieds dans l'eau. Je pense minimum 1.5 m"*. Aucune de ces personnes interrogées imaginait possible d'avoir plus de 4 m d'eau. Pourtant, la configuration particulière de Fully fait que cela est possible d'après les connaissances actuelles et l'état des travaux de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône. Sur les quatre personnes qui refusent le risque, trois n'avaient déjà pas trouvé envisageable une rupture de la digue en rive droite (cf question n°15), et la quatrième refuse le risque d'avalanche à Euloz. Ces quatre personnes se sont fondées sur un savoir transmis par les anciens et une connaissance fine de la topographie locale.

Ainsi, il apparaît que les risques sont sous-estimés par une large majorité des personnes sondées, bien qu'elles connaissent parfois le niveau de danger dans lequel elles vivent. Elles voient les cartes de danger davantage comme des outils de l'aménagement du territoire que comme des documents servant à la compréhension du phénomène. Les propriétaires voient de ce fait plus les contraintes constructives qui leur sont imposées par la législation que les précautions qu'elle comporte.

### 8.3.7. *Présence du seuil d'action selon de Burton & al. (1978)*

**Question n°18 :**

- *Quand avez-vous appris que vous viviez en zone de danger?*
- *Cette information a-t-elle eu une influence sur votre comportement?*

Ces deux questions (n°18) ont été posées à la fin de la rencontre afin qu'elles n'influencent pas les réponses aux questions précédentes. Elles révèlent aux sondés le degré de danger "objectif" dans lequel ils vivent, ainsi que la tranche d'intensités théoriques des phénomènes auxquelles ils pourraient être confrontés. Il sera ensuite possible d'établir si le seuil d'action va être dépassé et mener à un changement de comportement ou non.

En réponse à la première question, douze personnes (**40%**) disent avoir appris officiellement qu'elles habitaient en zone de danger grâce à notre entretien, bien que certaines le pressentaient. Sept (**23.3%**) lors de la publication de la carte de danger d'inondation du Rhône et du processus de mise à l'enquête du PAZ après 2011, cinq (**16.6%**) lors des évacuations de 2000, et quatre (**13.3%**) au cours des deux dernières années. Les deux habitants d'Euloz (**6.6%**) l'ont appris lors de l'opposition à la mise en zone rouge de ce hameau suite à l'avalanche de 1984. Trouvant cette mesure injuste compte tenu des arguments présentés plus haut, une partie des résidents d'Euloz avaient alors mandaté des ingénieurs de l'ETHZ pour prouver aux autorités le contraire. Cette procédure avait mené à la simulation d'avalanche poudreuse sur une maquette du Petit Chavalard qui avait conduit à ce qu'Euloz soit mis en zone de danger moyen (Hermann & al., 1994).

Ayant pour la plupart appris relativement tard qu'elles vivaient en zone de danger (dès 2011), les personnes concernées n'ont pas jugé nécessaire d'agir d'une quelconque manière. D'un côté, la réalisation actuelle de la MP2, la faible fréquence des événements de crue (plus aucune crue ressentie comme significative depuis 2000) ainsi que le caractère "lent" et "prévisible" des inondations permettant des évacuations, ont fait que le seuil d'action n'a pas été franchi. De l'autre, seize personnes avaient déjà pris des mesures de prévention lors de la construction de leur maison. Sur ces personnes, trois ont dû adapter leur construction aux conditions fixées pour la construction en zone d'inondation du Rhône (DTEE, 2010 ; annexe 9), cinq grâce à leurs demandes auprès des architectes (surélévation, mise en place d'un vide sanitaire...) et huit grâce aux mesures prises par les anciens propriétaires ou par les architectes lors de la construction des bâtiments (surélévation, pompes automatiques, absence de sous-sol, mise en place d'un vide sanitaire...). Ces mesures, réalisées en raison surtout du danger d'inondation de la nappe phréatique, sont toutes insuffisantes pour supprimer le risque

d'inondation du Rhône, mais permettent de l'atténuer et donnent un sentiment accru de sécurité aux habitants. Aucun seuil d'action au niveau de la population n'a donc été franchi consciemment pour limiter les inondations du Rhône.

Ainsi, en l'absence de règlements contraignants de construction, les compétences des architectes ainsi que les connaissances des propriétaires sont essentielles pour minimiser les risques. La faible profondeur de la nappe phréatique sur tout le territoire de la commune de Fully a également permis de limiter le nombre de constructions plain-pied ou comportant des sous-sols, plus vulnérables en cas d'inondation. Par contre, exclus de tout processus de construction, les locataires ignorent plus souvent les risques qui les concernent comme le montre cet exemple: *"Je ne pensais pas habiter en zone rouge. L'agence ne nous a rien dit."* L'information à la population, qu'elle provienne des agences immobilières, des bureaux d'architecture ou des autorités, reste essentielle pour qu'il y ait représentation des risques.

### **8.3.8. Présence du seuil d'intolérance selon de Burton & al. (1978)**

**Question n°19 :**

- *Est-ce que vous vous êtes déjà posé la question de quitter votre lieu de résidence si vous étiez touchés par un événement majeur?*

L'avant-dernière question (n°19) a pour but de juger si le fait d'habiter en zone de danger est tabou ou non au sein de la population.

Sur les trente personnes sondées, seules quatre (**13.3%**) répondent par l'affirmative, dont une plus par rapport aux séismes qu'au Rhône. La quasi-totalité des personnes interrogées (**86.6%**) répondent par la négative et se justifient en disant: *"Pendant que tu n'as rien, tu n'y penses pas"* ou *"Je me sens en sécurité"* ou *"Non, ce n'est pas venu à notre esprit d'être touchés par quelque chose de grave."*

**Question n°20 :**

- *En cas d'événement majeur, quitteriez-vous votre village/commune?*

Enfin, la dernière question (n°20) tente de vérifier si le "seuil d'intolérance" pourrait être atteint par la population en cas d'événement majeur.

A cette question, seule une personne répond par l'affirmative (**3.3%**). Les autres avis sont plus partagés.

Pour dix-huit individus (**60%**), il serait possible de partir, mais cela dépendrait de l'ampleur des

dégâts causés par l'événement. Passé un certain niveau, ces personnes pourraient imaginer quitter la commune, mais pour d'autres, elles resteraient à Fully car trop attachée à ce lieu. Un sondé propriétaire d'une villa depuis plus de dix ans répond: *"Je partirai plutôt si l'événement est d'une grande ampleur. Je ne reconstruirai pas si tout est détruit."* Un autre originaire de Fully dit : *"Je ne changerai pas de commune. Ça dépend de l'ampleur, parce qu'un séisme ça ne changerait rien de partir"*. Il semble que la durée d'établissement joue un rôle, puisque les personnes installées depuis longtemps à Fully auraient plus de peine à quitter ce lieu qu'elles connaissent et apprécient, mais aussi les relations qu'elles ont créées.

Enfin onze personnes (**36.6%**), qui vivent toutes en zone d'inondation rouge à l'exception d'une en danger bleu, n'ont pas de doute. Elles ne changeraient pas leur lieu d'habitation et se verraient plutôt reconstruire ou remettre en état leur logement : *"Si tu as une maison que tu as assurée, tu dois rester si tu veux l'argent de l'assurance"* ou *"On remettra en ordre mais je resterai là"* ou encore *"Non, car après on aura pris les dispositions pour que cela ne se reproduise plus"*.

Ainsi, le seuil d'intolérance ne serait pas atteint (sauf pour une personne interrogée). L'ampleur des dommages, qui dépend de nombreux facteurs, pourrait mener à un déménagement mais pas obligatoirement. De plus, elle est souvent très attachée à son lieu de vie en raison de différentes valeurs qu'elle lui a attribuées (sentimentales, sociales, financières, bien-être...). Cet aspect semble souvent plus important que le niveau de danger.

## **8.4. Synthèse de l'analyse des perceptions des risques**

L'analyse des perceptions des risques de l'échantillon de personnes sondées permet d'apporter plusieurs éléments de réponse à l'une des questions de recherche de ce travail: *"Quelles perceptions des risques ont conduit une partie de la population de la commune de Fully à habiter des territoires évalués aujourd'hui comme étant en zone de danger?"*.

Premièrement, les personnes vivant en zone de danger moyen d'avalanche minimisent voire refusent le risque présenté sur la carte des dangers. Elles posent des limites au risque sur la base de leurs connaissances de la topographie et de leur vécu de l'événement de 1984. Elles reconnaissent également que la présence des paravalanches, posés en réaction à cette avalanche, les protègent davantage, mais ne seraient pas contre une augmentation de leur nombre pour sécuriser totalement le hameau et ses accès.

Deuxièmement, la personne vivant en zone de dangers hydrologiques de laves torrentielles et d'inondation est consciente des risques mais estime être en sécurité chez elle, notamment en

raison des travaux de sécurisation entrepris par la commune et le canton ainsi que des précautions individuelles prises lors de la construction du bâtiment (surélévation). Cette confiance dans les autorités s'accompagne néanmoins de craintes de sous-dimensionnement des ouvrages de défense.

Enfin, la majeure partie de l'échantillon vit en zone de danger d'inondation du Rhône et comprend des personnes d'âge, d'origine et ayant des degrés de connaissance très variés. Tous les types d'attitudes d'accoutumance au risque définis par Schöneich & Busset-Henchoz (1998) ont été retrouvés dans les réponses et les remarques des habitants rencontrés. Ils sont synthétisés dans la figure 69.

Excepté quelques personnes qui "ne croient pas" possible une inondation en rive droite du Rhône, la plupart reconnaissent par contre que ce type d'événement est envisageable, mais peinent à l'imaginer en raison de l'absence de précédent présent dans les mémoires (pour rappel, la rive droite avait été inondée en 1897 et 1902). Bien qu'elles connaissent parfois le niveau de danger dans lequel ils vivent, la quasi-totalité des sondés sous-estiment les hauteurs d'eau qui pourraient se produire. Elles considèrent plutôt les cartes de danger comme des outils d'aménagement du territoire que comme des documents servant à la compréhension du phénomène d'inondation.

D'autre part, ayant pour la plupart appris relativement récemment qu'ils vivaient en zone de danger, le seuil d'action n'a pas été franchi pour les sondés et celui d'intolérance le serait uniquement en cas de dommages de grande ampleur. En effet, la mise en place actuelle de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône, les prédispositions prises lors de la construction du bâtiment, ainsi la confiance dans les structures d'intervention (EMCC, PC, pompiers...) semblent suffire à ces personnes pour habiter en zone inondable. Ce comportement semble souvent porté par le sentiment de bien-être et sécurité que les personnes éprouvent.

Ainsi, il semble que la population a appris à "vivre avec" les dangers qui l'entoure, comme affirmée par une personne interrogée : *"Je n'ai pas l'impression d'être en zone de danger. Je me sens vraiment bien chez moi et toujours maintenant que j'ai appris que je pouvais avoir plusieurs mètres d'eau en cas d'inondation."*

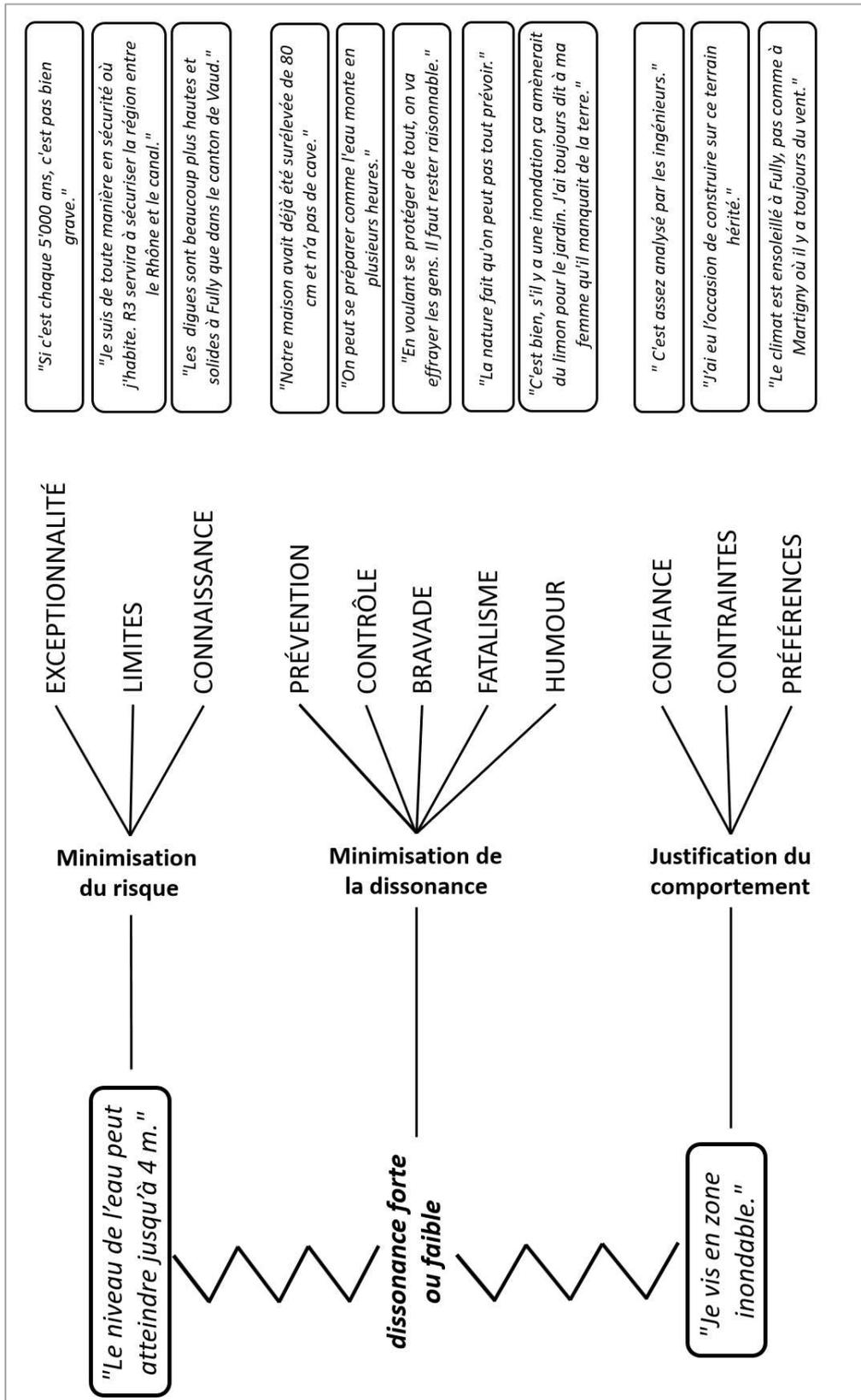


Figure 69: Attitudes visant à réduire la dissonance cognitive dans le cas des inondations du Rhône à Fully (structure du schéma d'après Schöneich & Busset-Henchoz, 1998)

## 9. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Ce chapitre présente une synthèse des résultats obtenus. Le présent travail a mis en évidence l'importance de considérer l'évolution de tous les composants des risques afin d'expliquer les raisons de l'utilisation actuelle du territoire de la commune Fully. Pour ce faire, la recherche des événements majeurs ou répétitifs, de l'évolution des facteurs de la vulnérabilité et des perceptions des risques a permis d'apporter une compréhension sur la manière dont la relation "risques-territoires" a évolué au fil du temps.

Ce travail a permis de mettre en évidence que les phénomènes gravitaires (avalanches, chutes de pierre et laves torrentielles) sont perçus, connus et gérés depuis longtemps par les autorités communales. Plusieurs événements marquants ont mené à la mise en place de nombreux ouvrages de protection visant à protéger la population et ses biens. La prise en compte de ces dangers dans l'aménagement du territoire commence en 1984 avec la première carte de danger d'avalanches de la commune. Cette connaissance a mené à une absence de situation de production de risques gravitaires ; les zones menacées étant soit inconstructibles, soit constructibles sous conditions (fig. 70).

Durant la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, le phénomène d'inondation du Rhône était connu et avait été géré par la société valaisanne (1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> correction du Rhône). Il a été par contre progressivement sous-estimé et oublié en raison de l'absence d'événements majeurs depuis 1902 (en rive droite) et depuis 1948 (en rive gauche). Entre 1970 et 2000, les différents contextes en place (notamment le contexte foncier) ont conduit en 1984 à l'ouverture d'une zone à bâtir en grande partie en zone inondable. Cette décision mène à une concentration rapide de personnes et biens en zone de danger d'inondation (fig. 71).

Par contre, suite aux crues de 1987, 1993 et 2000, la représentation du danger du Rhône change et conduit progressivement à l'édition de la carte de danger en 2011 et la mise en place de mesures organisationnelles efficaces. En raison des enjeux économiques jugés trop importants, une dérogation a été demandée et obtenue de la part la Confédération afin de pouvoir autoriser les constructions en zone rouge d'inondation (de faibles vitesses) sous conditions. Enfin, puisque les contours de la zone à bâtir n'ont toujours pas changé depuis 1984, des biens s'ajoutent toujours plus en zone inondable. Cependant, cette situation ne peut plus être qualifiée de "production de risque" au sens où Vinet & al. (2012) la définit, puisque la vulnérabilité des biens et des personnes a dès lors fortement diminué par la mise en place de mesures passives (conditions lors de la construction), actives (3<sup>e</sup> correction du Rhône) et organisationnelles (surveillance, plan d'évacuation...) (fig. 72).

Enfin, l'analyse des perceptions des risques a mené plusieurs constatations. Elle a entre autres montré que la totalité des personnes interrogées ont connaissance des différents dangers naturels qui menacent la population, mais que la plupart sous-estiment largement les hauteurs d'eau qui pourraient se produire dans la plaine en cas d'inondation du Rhône, ceci en raison notamment de la faible fréquence des événements majeurs d'inondation à Fully. Elle a également permis de constater que cette accoutumance au risque semble s'expliquer principalement par la mise en place actuelle de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône, les prédispositions prises lors de la construction, ainsi la confiance dans les autorités et les structures de d'intervention qui permettent aux personnes de vivre en zone inondable.

### ***Schémas de synthèse des résultats***

Les résultats sont également représentés sous forme de schéma afin de mieux comprendre l'évolution des dynamiques territoriales des risques naturels dans la commune de Fully. Trois schémas, dont la structure a été inspirée de Vinet & al. (2012), ont été réalisés selon trois constats établis (fig. 1, 70 à 72). La figure 70 montre les raisons qui ont mené à une absence de situation de production de risques gravitaires de 1980 à nos jours. La figure 71 met en évidence comment une situation de production du risque d'inondation du Rhône a été atteinte entre 1980 et 2000. Enfin, la figure 72 présente les ajustements apportés par l'identification de ce risque après les événements de 1987, 1993 et surtout 2000. Elle résume la période allant de 2000 à aujourd'hui.

Ces schémas synthétisent les causes profondes à l'origine de ces trois situations de risque en se basant sur l'analyse de l'évolution des différents composants des risques. Ils sont construits de la même manière et doivent être lus comme suit. Au sommet, une partie nommée "contexte géographique" expose les caractéristiques du site d'étude permettant d'expliquer la présence des phénomènes naturels étudiés et leurs conditions de déclenchement (topographie, contextes géologique, hydrographique et météorologique). Un rappel des événements survenus dans la commune est ensuite présenté dans la case située en dessous. Lorsqu'ils se sont produits, ces événements ont participé à la modification de la perception des risques des autorités et ont conduit à la prise de mesures visant à les diminuer, que ce soit sur le plan fédéral, cantonal, ou communal. La gestion des risques a été également influencée par les différents contextes en place (socio-démographique, politique, foncier, économique), qui s'influencent également réciproquement. Ces contextes, ainsi que la perception des risques, ont participé finalement au choix de la localisation de la zone à bâtir par les autorités. Ainsi, au fil des années, la rapide urbanisation de la commune de Fully a conduit à une forte augmentation de la population en zone de danger d'inondation du Rhône plutôt qu'ailleurs.

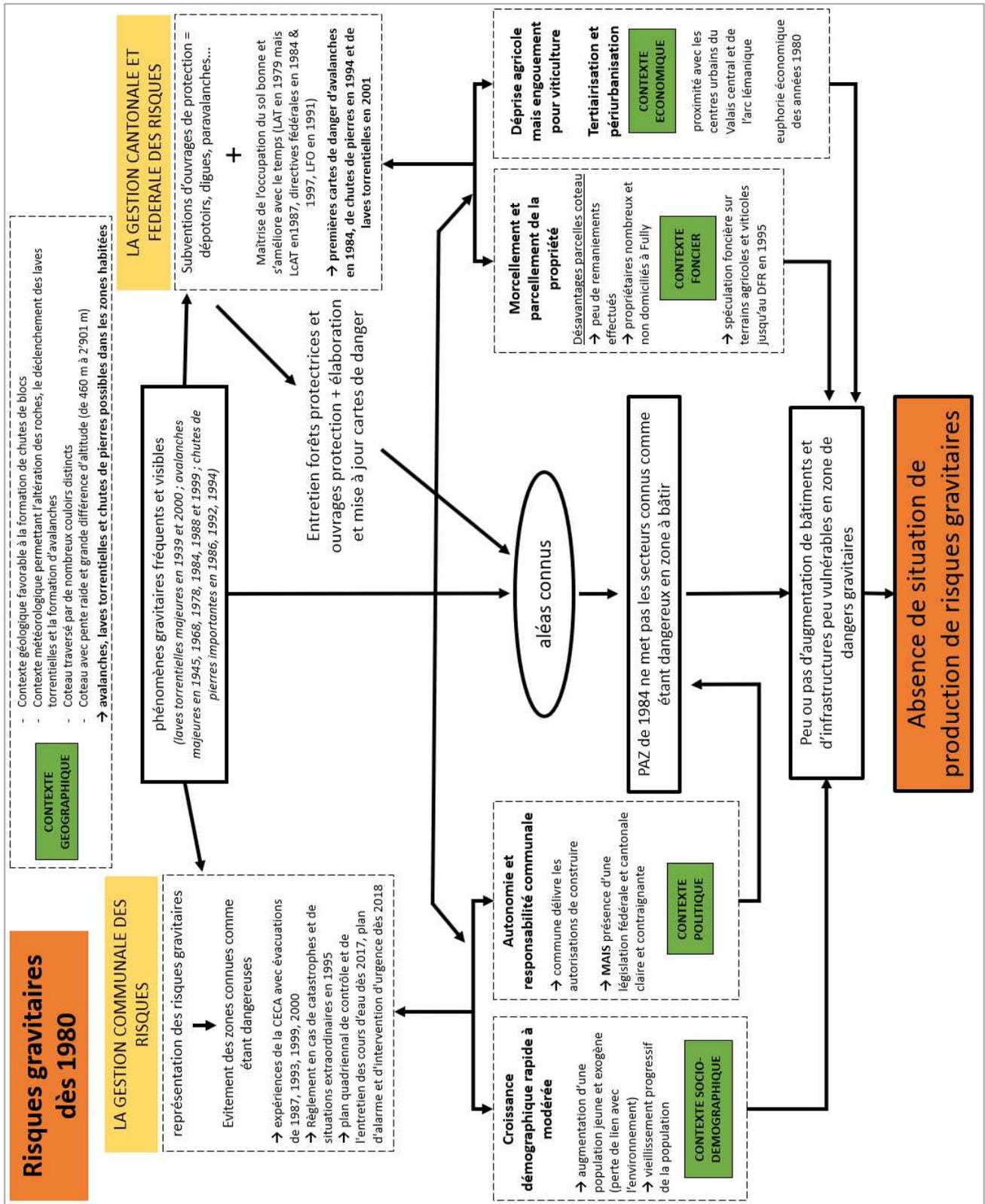


Figure 70: Schéma explicatif des raisons menant à une absence de situation de production de risques gravitaires dans la commune de Fully dès 1980 (structure du schéma d'après Vinet & al., 2012)

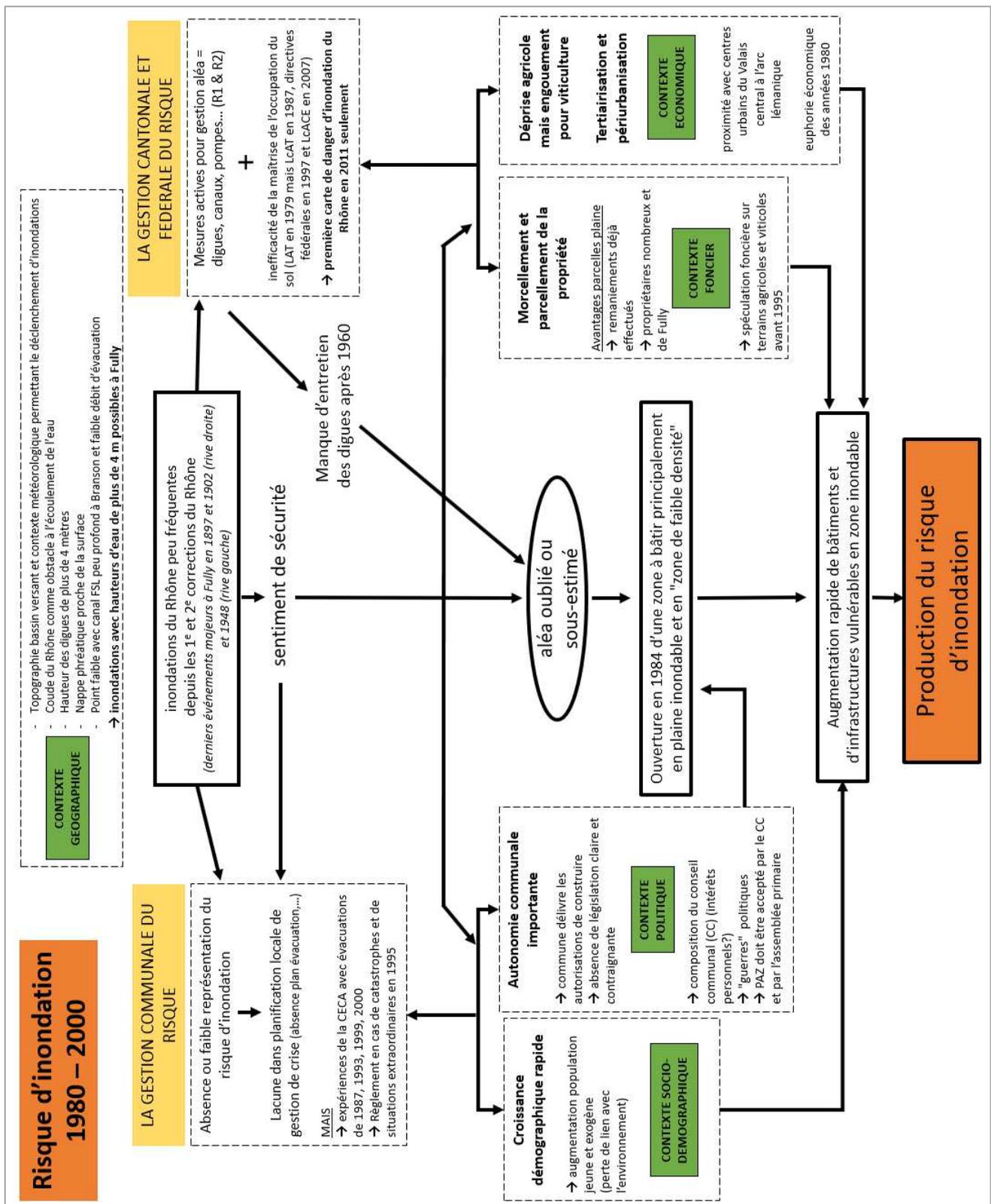


Figure 71: Schéma explicatif des raisons menant à une production du risque d'inondation du Rhône dans la commune de Fully entre 1980 et 2000 (structure du schéma d'après Vinet & al., 2012)

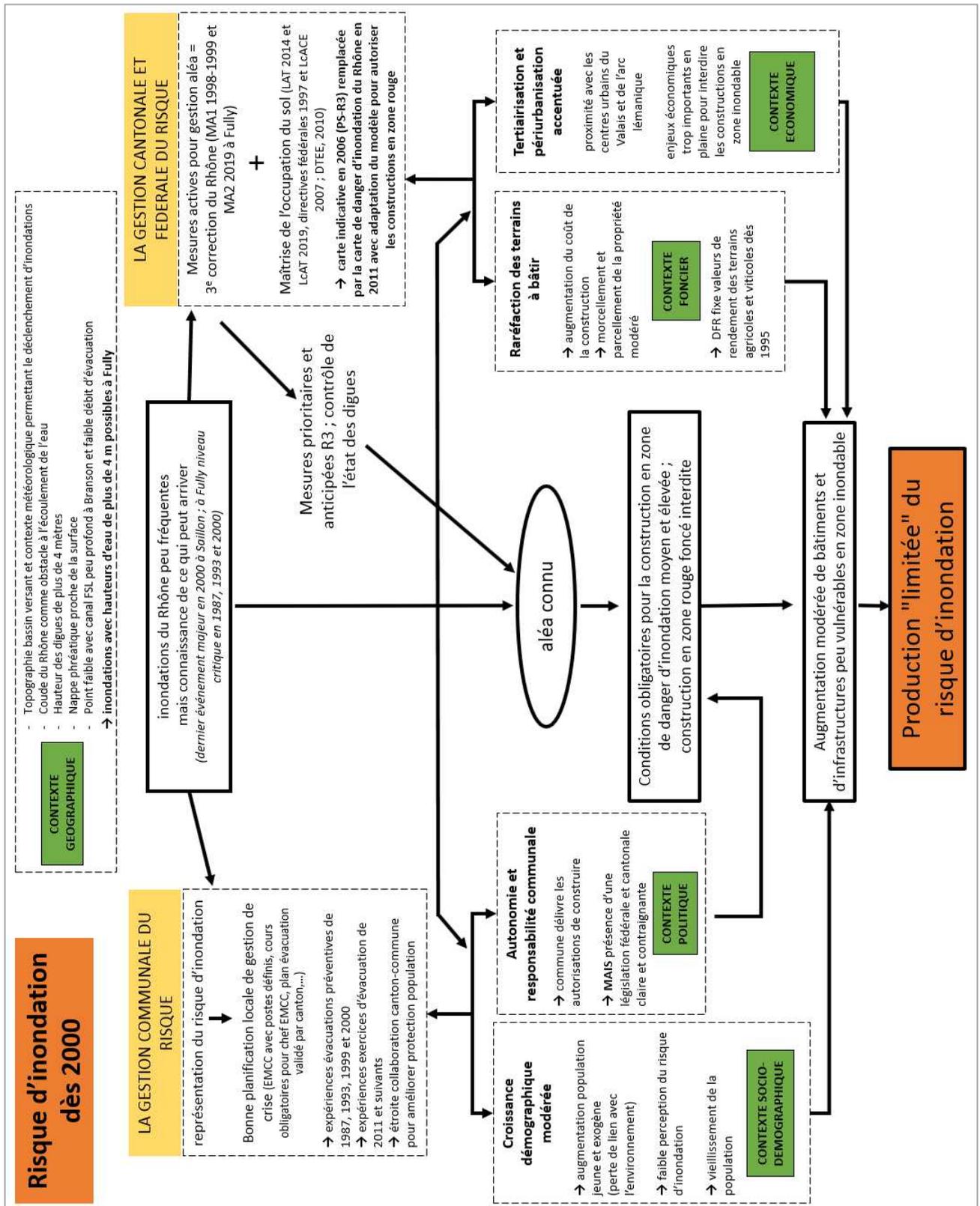


Figure 72: Schéma explicatif des raisons menant à une production "limitée" du risque d'inondation du Rhône dans la commune de Fully dès 2000 (structure du schéma d'après Vinet & al., 2012)

## 10. INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

Les résultats obtenus ont permis d'apporter des éléments de réponse intéressants aux questions de recherche. Il convient cependant de les interpréter et de les discuter dans ce chapitre.

### 10.1. Interprétation des résultats

Arrivé au terme de ce travail, les interrogations suivantes se posent : *Les éléments de réponse apportés par ce travail permettent-ils de répondre aux questions de recherche ? Les hypothèses formulées se sont-elles retrouvées être correctes ?* Quelques commentaires sont présentés ci-dessous (cf chapitre 3.2.).

#### ***Questions de recherche***

Tout d'abord, la première partie des résultats a permis de reconstituer un historique des événements de chute de pierres, d'avalanche, de lave torrentielle et de d'inondation pour la commune de Fully depuis environ 1900 à nos jours. Compte tenu de la diversité des sources utilisées, il peut être estimé que l'historique réalisé n'exclut aucun événement majeur et a mis en évidence la présence de phénomènes de faible intensité mais fréquents. Les résultats de cette partie ont donc permis de répondre de la manière la plus exhaustive possible à la première question de recherche secondaire.

La deuxième partie des résultats a proposé un aperçu de l'évolution de la société fulliéraine et valaisanne sur plusieurs décennies. Cette modification des différents contextes et l'occurrence ou non d'événements a conduit à une modification de l'état des connaissances et des perceptions des risques par les autorités conduisant aux décisions d'aménagement du territoire qui ont été présentées. Cette évolution a été reconstituée en s'entretenant avec différentes personnes (habitants, ingénieurs, autorités communales et cantonales anciennes et actuelles...) ainsi qu'en lisant divers ouvrages. Là encore, l'emploi de sources variées a permis de répondre d'une manière satisfaisante à la deuxième question de recherche secondaire.

Enfin, la troisième partie des résultats a permis de mettre en évidence les raisons pour lesquelles des personnes continuent d'habiter dans des zones "à risques" en posant une série de questions à un échantillon de la population. En interrogeant trente habitants aux profils distincts, des constats intéressants sur leurs perceptions des risques ont pu être mis en évidence, répondant ainsi à la troisième question de recherche secondaire.

Mis ensemble, les résultats de ces trois parties ont amené une proposition de réponse à la question de recherche principale de la présente étude. Ainsi, ce travail a atteint les buts fixés en répondant de manière satisfaisante aux questions de recherches principales et secondaires définies.

## **Hypothèses**

De plus, les quatre hypothèses formulées se sont révélées dans l'ensemble correctes. Quelques remarques sont présentées ci-dessous pour chacune d'entre-elles.

*Hypothèse 1: Avant 2000, une situation de production du risque d'inondation a lieu à Fully, en raison de l'augmentation notable d'enjeux vulnérables en zone inondable.*

En effet, avant 2000, une situation de production du risque d'inondation a eu lieu dans la commune de Fully, puisque le nombre d'habitants en zone inondable augmente fortement. Cette affirmation doit cependant être nuancée, puisque que les évacuations de 1987, 1993 et 1999, ainsi que la mise en place d'un règlement communal en cas de catastrophe en 1995 ont permis de diminuer la vulnérabilité de la population. Quant à celle des bâtiments, même avant 2000, une partie des logements étaient systématiquement surélevés et n'avaient pas de sous-sol en raison des problèmes liés à la nappe phréatique proche de la surface. Finalement, les mesures anticipées (MA1) réalisées entre 1998 et 1999 ont également atténué la situation de production du risque d'inondation.

*Hypothèse 2: Les inondations de 2000 ont eu une influence très importante sur l'identification du danger d'inondation de la plaine pour la commune de Fully.*

Ces inondations ont effectivement permis de tirer de nombreux enseignements en matière d'identification et de connaissance du risque d'inondation du Rhône. Mais contrairement à Saillon par exemple, la commune de Fully avait déjà connu des situations de crise en 1987 et 1993. Le danger d'inondation avait donc dès lors été identifié par la commune, ou du moins en partie. L'événement de 2000 a indiqué aux autorités communales qu'il était urgent de sécuriser la plaine habitée. De plus, les habitants évacués en 2000 ont pris conscience du danger à ce moment-là, comme l'ont montré les résultats du questionnaire.

*Hypothèse 3: Dans les années 2000, les enjeux en zone inondable augmentent, mais les mesures de minimisation des risques adoptées par les autorités mettent un terme à une situation de production de risque.*

Une situation de production du risque d'inondation existe par contre toujours mais est "limitée". En effet, les mesures organisationnelles, passives et actives, ainsi que l'identification du danger par une partie des habitants font que la vulnérabilité de la population, ses biens et

ses activités diminue considérablement et progressivement après 2000. Les enjeux restent cependant toujours menacés à l'heure actuelle.

*Hypothèse 4: Il n'y a pas eu de situation de production des risques d'avalanches, de chutes de pierres et de laves torrentielles puisqu'il n'y a pas eu une augmentation marquée d'enjeux vulnérables dans les zones menacées laissant supposer que ces dangers ont été identifiés précocement par les autorités communales.*

Cette dernière hypothèse s'est révélée être correcte, puisque la présente étude a montré que la répétition d'événements de type "gravitaire" a mené à une identification de ces dangers par les autorités communales. Celle-ci s'est traduite par une rapide prise en compte de ces dangers dans l'aménagement du territoire, qui a permis d'éviter l'augmentation d'enjeux dans ces zones. Enfin, différents travaux de sécurisation de la zone à bâtir ont enfin été entrepris rapidement sur tout le territoire communal lorsque cela s'imposait.

## **10.2. Discussion des résultats**

Les résultats obtenus ont permis d'apporter des éléments de réponse intéressants dans le débat qui existe aujourd'hui autour des dynamiques territoriales des risques. Interprétés, il convient désormais de les évaluer et de les relativiser en les confrontant à la théorie ou aux débats en cours dans la discipline.

### **10.2.1. Evaluation des résultats**

L'évaluation des résultats est importante puisqu'elle permet souligner tant les points forts que les insuffisances de ce travail. Des limites existent tout d'abord au niveau de ma propre interprétation des informations obtenues. En effet, Fully est la commune dans laquelle je réside depuis mon enfance. Malgré la compréhension plus grande et détaillée permise par ce contexte, le regard porté sur ces éléments a été filtré par mon vécu personnel et mes propres représentations de la réalité. Il se peut donc que cette analyse ait été orientée bien qu'elle se veuille le plus neutre et objective possible. Utiliser sa propre subjectivité pour comprendre celle d'autres individus n'est pas sans difficultés et biais.

Les résultats ayant été présentés sous trois parties, ils sont ici évalués selon cette division.

#### ***Partie sur l'élaboration de l'historique des événements***

Lorsqu'ils ont été trouvés dans plusieurs sources et que les informations se complétaient, les événements ont pu être bien documentés et compris. C'est le cas des événements majeurs comme la lave torrentielle de 1939 ou des avalanches de 1999. Cependant, la plupart des

événements de plus faible intensité n'ont été trouvés que dans un type de source (articles de presse, ouvrages, rapports d'étude ou entretiens). Les informations ont été alors parfois moins précises et complètes. Par contre, les éléments peu clairs ont été spécifiés lors de la rédaction des résultats afin que le lecteur soit conscient de l'incertitude de certaines informations. Peu d'informations concernant les événements d'inondation dues à la nappe phréatique, au débordement des canaux de drainage et au ruissellement ont été trouvées. Sachant, par le biais des discussions faites avec les habitants, que ce type d'événements a eu lieu à certains endroits, la présente étude n'a pas pu être complète à ce niveau-là.

La source d'information principale a été la lecture des rapports d'étude réalisés dans le cadre de l'élaboration des cartes de danger d'avalanches, de chutes de pierres et de dangers hydrologiques. Souvent très précis dans les événements qu'ils citent, ces rapports comportent néanmoins une limite, celle de répertorier surtout les événements importants qui permettent le calibrage des modèles. Il est donc possible que des événements de plus faible intensité n'aient pas été répertoriés. De plus, les informations trouvées dans ces rapports dépendent également de leur date de rédaction. Presque exclusivement réalisés entre 1995 et 2005, ces rapports ne citent aucun événement pour les années plus récentes. En outre, le rapport de Médico & al. (2001), qui présente un historique des événements de laves torrentielles et charriage ayant eu lieu à Fully, ne donne souvent que l'année durant laquelle ces événements ont eu lieu. Cette absence de date précise amène une confusion en cas de doute sur la chronologie. Les descriptions de ce rapport sont aussi souvent très simples (par exemple "1966: ravine") et ne permettent pas de reconstruire les causes et conséquences des événements. Enfin, il n'a pas été possible de se procurer tous les rapports d'étude accompagnant les cartes de danger.

Très précis au niveau des dates, les articles de presse se sont révélés être un bon moyen pour reconstituer le déroulement des événements (estimation quantité matériaux, gestion de crise, ampleur des dégâts...). Par contre, réalisés par des journalistes et non pas des ingénieurs, le vocabulaire utilisé est souvent très approximatif puisqu'un éboulement peut vouloir dire "lave torrentielle" ou "chute de pierres" et une coulée, "lave torrentielle" ou "avalanche" selon les contextes. La lecture attentive de l'article a permis ensuite une catégorisation appropriée. Cette source a été privilégiée pour constituer l'historique des événements de crue, d'inondation du Rhône ou de la nappe phréatique. Il est cependant envisageable que des événements importants s'étant passés à Fully n'aient pas apparus dans la presse, d'où la nécessité de croiser les sources.

A ce propos, quelques ouvrages sur la commune de Fully et rencontres avec des habitants ont permis de compléter les informations trouvées ailleurs. Par exemple, la chute d'un bloc de 2 m<sup>3</sup> provenant du secteur du Six Blanc il y a environ deux ans n'a été trouvé nulle part ailleurs qu'en s'entretenant avec Roland Bruchez et Raymond Ançay. Cependant, la mémoire humaine étant sélective, il est possible que des événements ou des détails aient été oubliés ou mélangés par les personnes interviewées.

Ainsi, selon les besoins de cette recherche, l'historique est jugé suffisant puisqu'il donne un bon aperçu de la fréquence avec laquelle les différents phénomènes naturels ont eu lieu sur le territoire communal. Les différentes sources utilisées permettent également de donner des informations précises sur la mise en place de mesures de protection et sur les perceptions des risques que pouvait avoir la population par le passé.

### ***Partie sur l'évolution de la vulnérabilité***

La grande difficulté de cette partie a été de trouver "les bons ouvrages" ou de rencontrer "les bonnes personnes", capables d'avoir la vision la plus globale et en même temps précise des événements ayant pu influencer les décisions prises aux différents niveaux décisionnels. Or, les personnes qui étaient en poste pas le passé ne sont souvent plus celles qui le sont actuellement. De plus, en raison du caractère interdisciplinaire de ce travail, des entretiens avec des individus de plusieurs milieux ont été menés. Selon une estimation personnelle, il semble que tous les points de vue ont pu être obtenus grâce à la rencontre de ces différentes personnes occupant pour la plupart des postes à responsabilité depuis plusieurs années. Il se peut cependant que cela ne soit pas le cas.

Des limites existent ensuite concernant le choix de la méthode utilisée. En effet, les informations ont été obtenues sur la base d'entretiens où les questions étaient préparées à l'avance et envoyées aux personnes interrogées lors que cela était demandé. Cependant, la mémoire humaine n'étant pas absolue et infaillible, des éléments donnés ont pu être déformés et d'autres oubliés par les interlocuteurs. Lorsque les réponses étaient incomplètes et que cela avait du sens, les mêmes questions ont été posées à différents interlocuteurs afin de pallier ce biais. La consultation d'articles de presse, d'informations en ligne ou dans des ouvrages a également permis de régler certaines questions de temporalité ou de détails. Certaines questions concernant la responsabilité étant encore aujourd'hui sensibles, il est possible que les personnes rencontrées n'aient pas, dans de rares cas, fait preuve de franchise. Cependant, un climat de confiance et de respect de l'information donné a permis que ces entrevues se déroulent dans les meilleures conditions.

Une part importante de ce travail a été d'interpréter ces informations reçues et de les assembler chronologiquement afin de comprendre le contexte dans lequel les décisions d'aménagement du territoire ont été prises. Cette étape délicate a été facilitée par l'enregistrement des entretiens qui a permis de pouvoir garder une trace exacte de ce qui a été dit, ce qui a grandement pu diminuer les biais à ce niveau-là.

Il en ressort néanmoins que la compréhension de l'évolution d'une société sur plusieurs décennies n'a pas été une tâche simple. En raison de la taille de ce travail, certains aspects ont pu uniquement être survolés et ont été simplifiés alors qu'ils auraient mérité qu'on s'y intéresse peut-être plus. D'autres comme l'évolution des matériaux de construction utilisés et de la couverture d'assurance de la population n'ont pas pu être traités.

### ***Partie sur les perceptions des risques***

Pour cette partie, un échantillon de trente personnes a été choisi. Étant donné que les perceptions des risques varient en raison de nombreux critères (âge, origine, date d'établissement...) et qu'elles sont largement influencées par le vécu propre à chaque individu, il est impossible d'affirmer si cet échantillon est réellement représentatif ou non de la population de Fully. De plus, aucune enquête n'a été menée afin d'interroger des individus ayant potentiellement quitté la commune en raison d'un franchissement du seuil d'intolérance. Les individus interrogés représentent donc une petite part des milliers d'habitants de Fully exposés aux risques naturels, mais une part ayant donné un large panel de réponses.

Des limites sont aussi inhérentes à la méthode choisie. En effet, la création d'un questionnaire implique une grande phase d'anticipation qui est par la suite confrontée à la réalité du terrain. Afin d'obtenir la meilleure compréhension des réponses des sondés, une rencontre fixée au préalable a été réalisée pour toutes les personnes rencontrées. Ces rencontres ont duré pour certaines une trentaine de minutes et pour d'autres quelques heures. Il est clair qu'après un certain temps, les réponses des sondés peuvent fortement évoluer puisqu'à force de discuter des souvenirs refont surface. De plus, parfois non comprises en raison d'un degré de connaissance très varié, les questions ont dû être reformulées ce qui a pu influencer les réponses données. En raison des objectifs de ce travail et du temps limité pour sa rédaction, il a été décidé de ne pas enregistrer les réponses des sondés qui ont été notées *in situ*. Des éléments de réponses ont donc pu manquer lors de l'analyse des résultats. Il a été cependant préféré de rencontrer les personnes interrogées au lieu d'effectuer un questionnaire en ligne afin de pouvoir prendre le temps de discuter de cette thématique complexe. Cette marche à

suivre a par contre conduit à un éloignement de plus de deux mois (août à octobre) entre la première et la dernière rencontre, période durant laquelle des événements naturels se sont produits. Les laves torrentielles du 1<sup>er</sup> juillet 2019 à Châtaignier ou du 11 août 2019 à Chamoson étaient donc plus ou moins récentes pour les personnes au moment où elles ont été rencontrées. De plus, l'acquisition des données a eu lieu à la fin de l'été, à un moment de l'année où les avalanches sont inexistantes et les chutes de pierres moins nombreuses.

En outre, l'interprétation des réponses a également comporté des limites. Même si des notes manuscrites ont été prises durant les interviews, l'éloignement important entre la réalisation du premier et du dernier questionnaire a pu amener un léger biais dans l'analyse des réponses. De plus, la catégorisation des réponses effectuée afin de faire ressortir les attitudes ou comportements majoritaires a pu forcer l'association de réponses certes proches mais non identiques. Finalement, mes propres perceptions des risques peuvent m'avoir mené à un aveuglement des autres perceptions possibles.

### **10.2.2. Relativisation des résultats**

Après avoir été évalués, les résultats sont ici relativisés en les confrontant à la théorie ou aux débats en cours en géographie, dans le domaine des risques.

L'approche actuelle qui vise à donner une part plus importante à l'analyse de la vulnérabilité dans les situations à risques, comme celles de Thouret & D'Ercole (1996), de November & al. (2011) et Vinet & al. (2012), se trouve être un choix pertinent qui a permis de soulever des points intéressants. Comme proposé par Vinet & al. (2012), il a été estimé judicieux, dans le cadre du présent travail, de réaliser un survol de l'évolution des divers contextes afin d'avoir un aperçu des facteurs le plus complet possible pouvant mener ou non à des situations de production de risque. Cependant, avec cette approche, il n'a pas été possible d'aller en détail dans l'étude des différents contextes. Or, certains auteurs ont mis l'accent sur l'étude en profondeur de certains facteurs particuliers comme Thomi (2010), qui a réalisé une étude sur le "rôle des paramètres sociopolitiques et des connaissances dans la gestion des risques hydrologiques". Les deux possibilités se justifient et doivent être choisies selon les objectifs fixés par l'étude.

Comme souligné par Rebotier (*in* November & al., 2011), les risques évoluent également dans une large part aussi en raison des représentations des risques qu'une population a. Or la représentation ou la perception d'un risque n'est possible que s'il s'est déjà matérialisé (Herold-Revaz & al., 1998). En ce sens, le présent travail a montré la différence entre les risques gravitaires qui ont bénéficié d'une identification plus importante par la population que

les risques d'inondations, oubliés avec le temps en raison de la faible fréquence d'événements majeurs. L'analyse d'événements répétitifs ou majeurs ayant eu lieu à Fully a permis de mettre en évidence la chronologie de ce qui s'est déroulé sur le territoire communal.

Concernant la partie sur l'analyse des perceptions des risques, l'utilisation de l'approche de Burton, Kates & White (1978) et de la théorie de Festinger (1962) forment ensemble un tout cohérent, dont le pouvoir explicatif est très élevé. Comme dans l'étude de Schöneich & Busset-Henchoz (1998), de nombreuses attitudes qualifiées souvent d'"oubli", de "sous-estimation", d'"accoutumance" ou d'"acceptation" des risques ont été mises en évidence dans la présente étude et trouvent une explication rationnelle dans la théorie de la dissonance cognitive. Ce travail confirme donc que cette théorie est pertinente pour comprendre les raisons qui poussent une population à s'établir ou à rester en zone à risques.

## 11. CONCLUSION

Ce chapitre, qui présente la conclusion de ce travail, reprend de manière synthétique les résultats et enseignements obtenus tout en présentant les questions en suspens.

### ***Synthèse des résultats et enseignements***

Les risques liés aux phénomènes gravitaires (chutes de pierre, avalanches et laves torrentielles) sont identifiés par la population et les autorités communales depuis longtemps, notamment par la survenue d'événements répétitifs et/ou de forte intensité. Cette connaissance a mené à une absence de situation de production de risques gravitaires, puisque les zones menacées à Fully ont été soit exclues de la construction, soit sécurisées par des ouvrages de protection.

Par contre, connu par le passé, le risque d'inondation dans la plaine a été progressivement sous-estimé et oublié par la population et les autorités en raison de l'absence d'événements majeurs depuis 1902 (en rive droite) et 1948 (en rive gauche). Ce déficit de perception a mené à une situation de production du risque, notamment dès l'ouverture de la zone à bâtir en plaine en 1971, puis véritablement dès 1984. Ce choix s'explique en partie en raison des différents contextes en place (économique, foncier, démographique, politique...) et de l'évolution de l'état des connaissances des autorités communales et cantonales.

Après les événements de 1987, 1993 et 2000, le risque d'inondation est à nouveau progressivement identifié par les autorités et la population. Ce n'est cependant qu'en 2011, avec l'édition de la carte de danger d'inondation du Rhône, que le danger est clairement localisé et quantifié. Ainsi, entre 2000 et 2019, plusieurs mesures sont mises en place pour atténuer ce risque, comme la réalisation de travaux urgents de renforcement des digues, l'établissement de plans d'évacuation et de conditions cumulatives à satisfaire pour pouvoir construire en zone de danger élevé d'inondation. Avec la réalisation de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône durant les prochaines décennies, le risque d'inondation du fleuve diminuera au fil de l'avancée des travaux.

L'étude a également montré que la population est souvent peu consciente du degré de danger dans lequel elle vit ; elle semble avoir délégué le souci de sa protection aux autorités.

Ainsi, la relation "risques-territoires" a évolué au fil du temps dans la commune de Fully et son étude a permis de tirer les enseignements suivants :

- La fréquence des phénomènes naturels doit être pensée sur le long terme, puisqu'elle ne coïncide pas toujours avec la vision à court terme des populations. Une manière de le faire est l'entretien d'une mémoire des catastrophes afin que les populations n'oublient pas les risques auxquels elles sont soumises.
- Les recherches sur l'évolution des situations à risques doivent davantage se concentrer sur l'évolution de vulnérabilité d'une population, ses biens et ses activités. Une solution pour prendre davantage en compte la vulnérabilité dans l'aménagement du territoire serait la mise en place de cartes des risques au lieu des cartes de dangers.
- La trop grande proximité entre les décisions prises et les enjeux politiques, fonciers et économiques n'est pas apte à offrir des conditions favorables à la maîtrise de l'occupation du sol.
- Les décisions en lien avec la question de l'habiter en zone à risques dépendent fortement des perceptions des risques des populations concernées. La théorie de la dissonance cognitive permet une bonne compréhension de leurs attitudes.

### ***Ouverture***

Cette étude s'est intéressée à quatre dangers naturels. Elle a montré par contre la préoccupation grandissante des habitants concernant d'autres types de danger comme par exemple les séismes et ceux qui semblent liés au "changement climatique" (augmentation des pluies et vents violents). Une recherche plus approfondie de ces dangers aurait tout son sens et permettrait de mieux comprendre les représentations qui se cachent derrière ce ressenti. L'absence d'événements majeurs de tremblements de terre en Valais depuis 1946 pourrait bien aussi être à l'origine d'une situation de production de risque sismique.

Ainsi, même si la situation de la gestion des risques semble être réglée à Fully, une remise en question perpétuelle doit être prônée par les autorités comme l'a fait savoir Edouard Fellay, président de la commune de Fully. En effet, de nouveaux risques peuvent émerger et d'autres se transformer à tout moment. Le changement climatique, qui semble déjà avoir des premières conséquences sur notre environnement conduira à une modification de notre sécurité, mais de quelle ampleur ? Cependant, l'inquiétude n'est-elle pas plutôt à chercher dans nos déficits de représentations et perceptions des risques?

## 12. BIBLIOGRAPHIE

### Documents publiés ou sites internet

**AECA** (2019). Association des établissements cantonaux d'assurance (AECA) – au service de la prévention, de l'intervention et de l'assurance: <https://www.vkg.ch/fr/>, [consulté le 11 août 2019].

**Ançay, J.-M.** (2018). *Fully, ses lieux-dits : compléments et corrections topographiques*. 2<sup>e</sup> édition, Fully.

**Antoine J.-M.** (2005). Risques naturels et catastrophes, in Vergnolle-Mainar, C. & Desailly, B. (dir.) *Environnement et sociétés*. Toulouse, CRDP Midi-Pyrénées: 75-86.

**Arlettaz, S.** (1996). *Transformations de l'agrosystème fullierain de 1915 à nos jours & mutations paysagères de la zone du vignoble de 1950 à 1996*. Mémoire de licence, Lausanne, Institut de Géographie, Université de Lausanne.

**Badoux, H.** (1971). Atlas géologique de la Suisse 1 : 25'000, feuille 1305 D<sup>t</sup> de Morcles, Notice explicative, Berne, Commission géologique Suisse.

**Badoux, H., Burri, M., Gabus, J. H., Krummenacher, D., Loup, G. & Sublet, P.** (1971). Atlas géologique de la Suisse 1 : 25'000, feuille 1305 D<sup>t</sup> de Morcles, Berne, Commission géologique Suisse.

**Bardou, E.** (2002). *Méthodologie de diagnostic des laves torrentielles sur un bassin versant alpin*. Thèse de doctorat, Lausanne, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

**Besson, L.** (1996). *Les risques naturels en montagne: traitement, prévention, surveillance*. Grenoble, Artès-Publialp.

**Boillat, J.-L.** (2005). L'influence des retenues valaisannes sur les crues in *Revue Eau énergie air de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux*, 97 (11/12): 317-324.

**Borgeat-Theler, M.** (2008). *Le Rhône et ses riverains à la fin du Moyen Âge, entre Sion et Martigny*. Mémoire de licence, Lausanne, Section d'histoire, Faculté des Lettres, Université de Lausanne.

**Burri, M. & Jemelin, L.** (1983). Atlas géologique de la Suisse 1 : 25'000, feuille 1325 Sembrancher, Notice explicative, Berne, Commission géologique Suisse.

**Burri, M., Jemelin, L., Oulianoff, N., Ayrton, S., Blanc, P., Grasmück, K., Krummenacher, D., Von Raumer, J. F., Stalder, P., Trümpy, R. & Wutzler, B.** (1983). Atlas géologique de la Suisse 1 : 25'000, feuille 1325 Sembrancher, Berne, Commission géologique Suisse.

**Burton I., Kates R. & White G.** (1978). *The environment as hazard*. New York, Oxford University Press.

**Carron, C.** (1959). *Assainissement de la plaine du Rhône à Fully et essor agricole*. Travail présenté au Séminaire de géographie, Fully, Département des Géosciences, Université Fribourg.

**Carron, J.-M.** (1968). *Structures foncières et modernisation agricole dans la commune de Fully en Valais*. Mémoire de licence, Fribourg, Faculté de Droit et de sciences économiques et sociales, Université de Fribourg.

**Carron, M.** (1991). *Bienvenue à Fully: l'histoire de Fully dans le cadre du Valais*. Crans-Montana.

- Carron, M.** (2012a). La Pierre à Grosse de Branson: <https://notrehistoire.ch/entries/0lyYKgLOYnw>, [consulté le 22 septembre 2019].
- Carron, M.** (2012b). La Ravine de Saxé: <https://notrehistoire.ch/entries/z0GWwgKkWAq>, [consulté le 22 septembre 2019].
- Chenaud, H. & Du Bois, L.** (1922). "Usine hydro-électrique de Fully (Valais, Suisse): la plus haute chute du monde (1650 mètres)", *Bulletin technique de la Suisse romande*, 22 : 279-284.
- Commune de Fully** (2019). [www.fully.ch](http://www.fully.ch), [consulté le 30 mai 2019].
- Courel, M.-F. & Frérot, A.-M.** (1998). La réalité du risque et sa représentation, in Guillaud, D., Seysset, M. & Walter, A. (dir.) *Le voyage inachevé... à Joël Bonnemaison*. Paris, OSTROM: 551-558.
- CVCI** (2010). *Faits et chiffres: La structure économique valaisanne en 2009*. Sion, Chambre Valaisanne du Commerce et de l'Industrie (CVCI).
- De Kalbermatten, G.** (1985). "L'évolution dans la conception des barrages en torrents en Valais: l'exemple de la correction du Saint-Barthélemy", *Ingénieurs et architectes suisse*, 111 (7): 95-108.
- DEAT/SFP** (1993). *Tout savoir sur la lutte contre les avalanches en Valais*. Sion, Département de l'environnement et de l'aménagement du territoire (DEAT), Service des forêts et du paysage (SFP).
- DEET/SDT** (2012). *Prise en compte des dangers naturels dans l'Aménagement du territoire : Guide à l'attention des communes*. Sion, Département de l'économie, de l'énergie et du territoire (DEET), Service du développement territorial (SDT).
- DTEE** (2010). *Directive relative à l'établissement des zones de danger et aux autorisations de construire s'y rapportant*. Sion, Département des transports, de l'équipement et de l'environnement (DTEE).
- DTEE/SRCE** (2002). La plus grande crue du Rhône au XX<sup>e</sup> siècle, *rhone.vs*, magazine d'information sur la 3<sup>e</sup> correction du Rhône, bulletin n°2. Sion, Département des transports, de l'équipement et de l'environnement (DTEE), Service des routes et des cours d'eau (SRCE).
- DTEE/SRCE** (2006). Les barrages et les crues, *rhone.vs*, magazine d'information sur la 3<sup>e</sup> correction du Rhône, bulletin n°11. Sion, Département des transports, de l'équipement et de l'environnement (DTEE), Service des routes et des cours d'eau (SRCE).
- DTEE/SRCE** (2012). Le fleuve et sa plaine, *rhone.vs*, magazine d'information sur la 3<sup>e</sup> correction du Rhône, bulletin n°20. Sion, Département des transports, de l'équipement et de l'environnement (DTEE), Service des routes et des cours d'eau (SRCE).
- Duc, M. & Fellay, J.-C.** (2004). *A l'écoute de son village: Viv(r)e la forêt!* Sembrancher, CREPA.
- Festinger, L.** (1962). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford, Stanford University Press.
- Graf, C.** (2018). *GG.0445 – Mountain Geomorphology – «Debris flows originating from high-Alpine watersheds»*. Semestre de Printemps 2018. Fribourg, Département de Géosciences, Université de Fribourg.
- Granet-Abisset, A-M. & Gal, S. (dir.)** (2015). *Les territoires du risque*. Grenoble, Presses universitaires de Grenoble.

- Herold-Revaz, A., Dulex Puttalaz, S. & Bridel, L.** (1998). *Représentations du risque d'avalanches et comportements sociaux dans deux communes valaisannes: Salvan et Evolène*. Zürich, vdf. Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Letessier, I. & et Mario, J.** (2007). *Etude géopédologique du vignoble de Fully, Partie spécifique au secteur*. Saint-Martin-d'Uriage, Bureau d'étude SIGALES, Etudes de sols et de terroirs.
- Magdelaine, C.** (2018). Fin février 2010: la forte tempête Xynthia balayait la France et tuait 49 personnes, *notre-planete.info*: [https://www.notre-planete.info/actualites/2291-tempete\\_Xynthia\\_France](https://www.notre-planete.info/actualites/2291-tempete_Xynthia_France) [Consulté le 29 juillet 2019].
- Malquarti, Y.** (2001). *Représentations et comportements d'un individu ou d'une population exposés aux risques naturels en montagne: étude d'un cas pratique Orsières*. Mémoire de licence, Genève, Département de géographie, Faculté des sciences économiques et sociales, Université de Genève.
- Mariétan, I.** (1948). "Les inondations en Valais, le 4 septembre 1948", *Bulletin de la Murithienne*, 65: 102-116.
- Mariétan, I.** (1968). "Drame de la lutte contre l'eau en Valais", *Bulletin de la Murithienne*, 85: 51-71.
- May, F., Besson, O., Lettingue, M., Pasquier, J.-B. & Rouiller J.-D.** (2013). Etablissement d'une carte de danger «chute de pierres/blocs» pour le site du Mont Chemin (Valais) à l'aide de différents programmes trajectographiques 3D, in Nicolet, P., Derron, M.-H. & Jaboyedoff, M. (dir.) *Les dangers naturels en Suisse: pratiques et développements : comptes rendus de la deuxième Journée de rencontre sur les dangers naturels*. Lausanne, Société vaudoise des Sciences naturelles: 199-209.
- Melly, F.** (1937). "La procession à Orny", *Annales valaisannes, Série 2, tome 3, année 12, n°1* : 171-174.
- MétéoSuisse** (2012). *Prévisions météo: mesurer pour anticiper*. Zurich, Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse.
- Mex, A.** (1942). "Regards sur le passé de Fully: souvenirs et légendes", *Annales valaisannes*, 17 (2): 397-414.
- Morard, S., Scapozza, C., Duhem, V., Reynard, E. & Delaloye, R.** (2009). Géomorphologie de la montagne - fiches pour l'enseignant. Société Suisse de Géomorphologie (SSGm) : <http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/ssgmfiches/> [Consulté le 19 juin 2019].
- Moulin, J.-B.** (2006). *La gestion des forêts de montagne - la forêt et les dangers naturels*, SFP Valais, 44 min.
- Moulin, J.-B.** (2011). *Forêts de protection dans l'arc alpin - zonage des forêts de protection*, Vidéalp, 38 min.
- November, V., Delaloye, R. & Penelas, M.** (2007). "Gérer et alerter: Les acteurs et leurs pratiques dans le cas des risques d'inondation en Suisse", *Revue de géographie alpine*, 95 (2): 1-12.
- November, V., Penelas, M. & Viot, P. (dir.)** (2011). *Habiter les territoires à risques*. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes.
- November, V. & Reynard, E. (dir.)** (2006). *Vulnérabilité des infrastructures urbaines et gestion de crise. Impacts et enseignements de cas d'inondation en Suisse*, Rapport final du projet BBW C03.0027 dans le cadre de l'Action COST C19 "Proactive crisis management of urban infrastructure", Genève et Lausanne.

**OFAT/OFEE/OFEFP (1997).** *Recommandations 1997. Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire.* Berne. Office fédéral de l'aménagement du territoire (OFAT), Office fédéral de l'économie des eaux (OFEE) et Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP).

**OFEE/OFAT/OFEFP (1997).** *Recommandations 1997. Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire.* Berne. Office fédéral de l'économie des eaux (OFEE), Office fédéral de l'aménagement du territoire (OFAT) et Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP).

**OFEV (2011).** *Vivre avec les dangers naturels: Objectifs et axes d'action prioritaires de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) en matière de gestion des dangers naturels.* Berne, Office fédéral de l'environnement (OFEV).

**OFEV (2015a).** *Crues et laves torrentielles : Fiches Processus des dangers naturels.* Berne, Office fédéral de l'environnement (OFEV).

**OFEV (2015b).** *Qu'indiquent les cartes de dangers?* Berne, Office fédéral de l'environnement (OFEV).

**OFEV (2016).** *Protection contre les dangers dus aux mouvements de terrain: Aide à l'exécution concernant la gestion des dangers dus aux glissements de terrain, aux chutes de pierres et aux coulées de boue.* Berne, Office fédéral de l'environnement (OFEV).

**OFEV (2017).** *Dynamique du charriage et des habitats: Recueil de fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau.* Berne, Office fédéral de l'environnement (OFEV).

**OFEV (Office fédéral de l'environnement) (2019).**  
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels.html>, [consulté le 19 juin 2019].

**OFEV/WSL (2007).** *Construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement, Aide à l'exécution: directive technique.* Berne, Office fédéral de l'environnement (OFEV) et Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches (WSL).

**OFF/IFENA (1984).** *Directives pour la prise en considération du danger d'avalanches lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire.* Davos/Berne, Office fédéral des forêts (OFF) et Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches (IFENA).

**OFS (Office fédéral de la statistique) (2019).**  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/catalogues-banques-donnees/cartes.assetdetail.2543283.html>, [consulté le 16 octobre 2019].

**PA-R3 (2015).** *Plan d'aménagement (PA-R3): Rapport de synthèse.* Sion, Département des transports de l'équipement et de l'environnement, Service des routes, transports et cours d'eau, Section Protection contre les Crues du Rhône des services centraux.

**PS-R3 (2006).** *Plan sectoriel 3<sup>e</sup> correction du Rhône.* Sion, Département des transports, de l'équipement et de l'environnement, Service des routes et des cours d'eau, Projet Rhône.

**Pasquier, J.-B., Fleury, J., Besson, O. & Rouiller J.-D. (2013).** Zonage du danger de chutes pierres à partir de simulations trajectographiques 3D: expérience du Canton du Valais, in Nicolet, P., Derron, M.-H. & Jaboyedoff, M. (dir.) *Les dangers naturels en Suisse: pratiques et développements : comptes rendus de la deuxième Journée de rencontre sur les dangers naturels.* Lausanne, Société vaudoise des Sciences naturelles: 189-197.

- Payot, C., Meilland, A., Hugon-Duc, M. & Mariétoz, A-S.** (2017). *Forain forever : pour une goutte de vin, il faut bien descendre*. Fribourg, Faim de siècle.
- Peltier, A.** (2005). *La gestion des risques naturels dans les montagnes d'Europe occidentale: Etude comparative du Valais (Suisse), de la Vallée d'Aoste (Italie) et des Hautes-Pyrénées (France)*. Thèse de doctorat, Toulouse, Département de géographie et aménagement, Université de Toulouse II – Le Mirail.
- Pieracci, K.** (2006). *Distribution et caractéristiques du pergélisol dans les éboulis calcaires de haute altitude: Région du Grand Chavalard, Valais, Suisse*. Mémoire de licence, Lausanne, Institut de Géographie, Faculté des Lettres, Université de Lausanne.
- Pillet, J.-M.** (1996). *Inventaire des valeurs naturelles et paysagères à Fully*. 2<sup>e</sup> édition, Ravoire.
- Pitteloud, A. & Baumann, P.** (2004). *Le Rhône de Gletsch au Léman: Histoire d'un fleuve*. Sierre, Editions à la Carte.
- PLANAT** (Plate-forme nationale "Dangers naturels") (2019). Bon à savoir : <http://www.planat.ch/fr/bon-a-savoir/> [consulté le 19 juin 2019].
- Portail des dangers naturels** (2019). <https://www.dangers-naturels.ch/>, [consulté le 19 juin 2019].
- Pythoud, K.** (2007). *Étude des terroirs viticoles valaisans: Modélisation des paramètres mésoclimatiques du vignoble valaisan*. Lausanne, Laboratoire de Systèmes d'information Géographique, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.
- Raffestin, C.** (1986). Écogenèse territoriale et territorialité, in Auriac F. & Brunet R. (dir.), *Espaces, jeux et enjeux*, Paris, Fayard: 173-185.
- Reynard, E., Thomi, L., November, V., Barbisch, C. & Penelas, M.** (2006). *Apprendre par les catastrophes naturelles: le cas des inondations récentes en Suisse*, dans Actes du 2<sup>ème</sup> congrès international "L'eau en montagne", Megève, 20-22 septembre 2006: 1-10.
- Roduit, B. & Arborino, T.** (2010). *Crues 2000: Saillon se souvient*. Sion.
- Roduit, J.** (1981). *Fully, son vignoble ; suivi de Farinet à Fully, Autorités exécutives de 1853 à 1981, Le Rhône*. Fully.
- Rouiller J.-D., Jaboyedoff M., Marro C., Philipposian F. & Mamin M.** (1998). *Pentes instables dans le Pennique valaisan, MATTEROCK: une méthodologie d'auscultation des falaises et de détection des éboulements majeurs potentiels*. Rapport final PNR 31. Zürich, vdf.
- Schöneich, P. & Busset-Henchoz, M.-C.** (1998). "La dissonance cognitive: facteur explicatif de l'accoutumance au risque", *Revue de géographie alpine*, 86 (2): 53-62.
- SFCEP** (Service des forêts, des cours d'eau et du paysage) (2019). <https://www.vs.ch/web/sfcep/les-dangers-naturels>, [consulté le 14 juin 2019].
- SFP** (Service des forêts et du paysage) (2009). *Avalanches!: les événements de février 1999*. Sion, Iterama.
- Silvaplus** (2019). *Avalanches du Petit-Chavalard*: <http://www.silvaplus.ch/domaines-d-activite/dangers-naturels/10-references-dangers-naturels/31-avalanches-du-petit-chavalard>, [consulté le 21 octobre 2019].
- Sivardière, F.** (2009). *Avalanches : connaître et comprendre pour limiter le risque*. Grenoble, Glénat.

**SLF** (Institut WSL pour l'étude de la neige et des avalanches) (2019). <https://www.slf.ch/fr.html>, [consulté le 27 juin 2019].

**Swisstopo** (2019). Office fédéral de la topographie swisstopo: <https://map.geo.admin.ch>, [consulté le 29 octobre 2019].

**TELEMAC-MASCARET** (2019). TELEMAC-2D - Two-dimensional hydrodynamic : <http://www.opentelemac.org/index.php/modules-list/17-telemac-2d-presentation>, [consulté le 29 septembre 2019].

**Tesar, A.** (1999). *Les risques naturels dans le Val d'Anniviers : risques objectifs, perception et gestion*. Mémoire de licence, Lausanne, Institut de Géographie, Faculté des Lettres, Université de Lausanne.

**Thomi, L.** (2010). *Rôle des paramètres sociopolitiques et des connaissances dans la gestion des risques hydrologiques*. Thèse de doctorat, Lausanne, Institut de Géographie, Faculté des géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne.

**Thouret, J-C. & D'Ercole, R.** (1996). "Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales", *Cahiers des sciences humaines. ORSTOM*, 32 (2): 407-422.

**Veyret, Y.** (2014). "Habiter en zone à risque", *Diploweb.com - la revue géopolitique*: <https://www.diploweb.com/Habiter-en-zone-a-risque-et.html>, [consulté le 16 janvier 2019].

**Veyret, Y. & Reghezza, M.** (2005). "L'émergence du risque en géographie", *Cahiers Nantais*, 64: 3-9.

**Vinet, F., Defossez, S., Rey, T. & Boissier, L.** (2012). "Le processus de production du risque «submersion marine» en zone littorale : l'exemple des territoires «Xynthia»", *Norois*, 222 (1): 11-26.

**Vischer, D. L.** (2003). *Histoire de la protection contre les crues en Suisse : des origines jusqu'au 19<sup>e</sup> siècle*. Berne, Rapports de l'OFEG. Série Eaux n° 5, Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG).

**Walter, F.** (2008). *Catastrophes: une histoire culturelle XVI<sup>e</sup> – XXI<sup>e</sup> siècle*. Paris, Editions du Seuil.

**Weissbrodt, B.** (2018). "La débâcle du Giéthro 1818 – 2018", *aqueduc.info – actualité sur l'eau*, lettre n°133: <http://aqueduc.info/La-debacle-du-Gietro-1818-2018>, [Consulté le 29 juin 2019].

**WSL** (Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage) (2019). <https://www.wsl.ch/fr/dangers-naturels.html>, [consulté le 20 juin 2019].

**Wuilloud, C.** (1994). "Réalisation des ouvrages de défense en Valais dès 1950", *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 145 (7): 525-529.

### **Documents non publiés**

**Arborino, T.** (2011). *Zones de danger d'inondation du Rhône, Rapport technique*. Sion, Département des transports, de l'équipement et de l'environnement, Services des routes et des cours d'eau, Projet Rhône.

**Baillifard, F & Mamin, M.** (1997). *Commune de Fully: Inventaire des événements de crue et lave torrentielle*. Sion, CRSFA (Centre de Recherches Scientifiques Fondamentales et Appliquée de Sion).

**Burkard, A.** (1996). *Carte de danger d'avalanches "La Tassonière"*. Brigue, Bureau d'ingénieurs André Burkard SA.

- Carron, M.** (2008). *Expertise avalanche, Torrent de Randonne, Etude de l'influence des ouvrages de défense contre les laves torrentielles sur l'avalanche de Randonne (face est du Grd-Chavalard), Commune de Fully*. Martigny, Bureau d'ingénieurs Silvaplust SA.
- Carron, M.** (2009). *Expertise avalanche, Ravine neuve, Couloirs du Ban Lantière et du Châble du Ban, Carte de danger avalanches, Commune de Fully*. Martigny, Bureau d'ingénieurs Silvaplust SA.
- Carron, M.** (2016a). *Modification des zones de dangers nivologie et hydrologie, périmètre Ravine Neuve – La Fontaine, Rapport*. Martigny, Bureau d'ingénieurs Silvaplust SA & le bureau François-Xavier Marquis sàrl.
- Carron, M.** (2016b). *Quels sont les apports de la recherche et quels sont encore les besoins de la pratique dans l'élaboration des cartes de danger d'avalanches?, Présentations de quelques cas en lien avec les avalanches poudreuses*. Martigny, Bureau d'ingénieurs Silvaplust SA
- Chevrier, P.** (1999). *Avalanches 99: Inventaire des événements et documentation photographique*. Grimisuat, Bureau d'ingénieurs Patrick Chevrier SA.
- Dessimoz, M & Besson, O.** (2011). *Réactualisation de la Carte de danger chute de pierres de Buitonne (commune de Fully)*. Martigny, Bureau d'ingénieurs et géologues Tissières SA.
- Évéquo, L.** (2017). *Mesure anticipée du plan d'aménagement : Digue en rive droite – Secteur Fully Mesure anticipée 2*. Martigny, Bureau d'ingénieurs Moret & Associés SA.
- Fellay, R.** (1998). *Falaises de Buitonne II (Commune de Fully): Etude structurale et géomécanique + carte de danger*. Sion, CREALP (Centre de Recherches sur l'Environnement Alpin).
- Hermann, F., Salm, B. & Volkart, P.** (1994). *Abklärung der Gefährdung des Weilers Euloz oberhalb Fully, VS, durch Staublawinen. Physikalische Simulation der Staublawine vom Petit Chavalard, Gemeinde Fully. Schlussbericht*. Zürich, VAW (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETHZ), Bericht Nr. 4055.
- Kilchenmann, P & Mamin, M.** (1994). *Falaises de "la Blet - la Luy" (commune de Fully): Etude structurale et trajectographique*. Sion, CRSFA (Centre de Recherches Scientifiques Fondamentales et Appliquée de Sion).
- Mamin, M.** (1994). *Instabilités rocheuses aux Planches de Buitonne II: Rapport d'inspection des lieux suite à l'éboulement du 11 février 1994*. Sion, CRSFA (Centre de Recherches Scientifiques Fondamentales et Appliquée de Sion).
- Mamin, M.** (1995). *Commune de Fully: Révision de la carte de danger*. Sion, CRSFA (Centre de Recherches Scientifiques Fondamentales et Appliquée de Sion).
- Médico, J.** (2001). *Calcul des zones de danger avalanche, "Avalanches n°8318 – 8319 – 8320"*. Martigny, Bureau d'études forestières James Médico.
- Médico, J.** (2005). *Etude de l'influence de l'ouvrage de défense contre les laves torrentielles sur l'avalanche de Saxé*. Martigny, Bureau d'études forestières James Médico.
- Médico, J., Tissières, P. & Bessero, S.** (2001). *Torrents de la commune de Fully, Cartes de dangers liés aux crues*. Martigny, Groupement associant les bureaux James Médico, Pascal Tissières et Stéphane Bessero SA.

**Pont, S. & Kramar, N.** (2018). *RISK: Livret d'exposition*. Sion, Centre d'expositions du Pénitencier.

**Rouiller, J.-D.** (1994). *Chutes de blocs sur secteur "Vers-l'Eglise": Evaluation du danger pour le quartier Est (commune de Fully)*. Sion, Département des travaux publics du canton du Valais.

**Tissières, P. & Besson, O.** (2010). *Réactualisation du danger "chute de pierres/blocs" des secteurs Morin et Mazembroz Est-Randogne, Etablissement de la carte de danger indifférencié à l'aide du modèle trajectographique Pir3D*. Martigny, Bureau d'ingénieurs et géologues Tissières SA.

### **Articles de presse**

**Bagnoud, F.** (2018). Une avalanche de plaque à vent descend sur Fully, *Le Nouvelliste*, 16/02/2018.

**Beney, A.** (2019). "Autonomie des communes de veut pas dire qu'elles ont une liberté totale" *Le Nouvelliste*, 01/07/2019.

**Berreau, G.** (2018). 6000 habitants de Fully mieux protégés contre le Rhône, *Le Nouvelliste*, 04/10/2018.

**Carrupt, R.** (2019). L'évolution tourmentée du territoire valaisan, *Le Nouvelliste*, 02/02/2019.

**Dayer, F.** (1991). Les barrages qui protègent, *Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais*, 11/09/1991.

**Faiss, J.** (2001a). Des digues pharaoniques?, *Le Nouvelliste*, 30/11/2001.

**Faiss, J.** (2001b). Une digue pour Saxé?, *Le Nouvelliste*, 05/12/2001.

**Fauchère, P.** (2017). Le Valais aura une seule unité de prévention contre les avalanches et les éboulements, *Le Nouvelliste*, 05/09/2017.

**FAV** (Feuille d'Avis du Valais) (1966a). Un gigantesque éboulement à l'est du village de Fully, 10/02/1966.

**FAV** (Feuille d'Avis du Valais) (1966b). Ravine longue d'environ 3 km, 18/02/1966.

**FAV** (Feuille d'Avis du Valais) (1967). Eboulement dans le torrent de Tassonière, 27/05/1967.

**FAV** (Feuille d'Avis du Valais) (1968). Grosse avalanche au-dessus de Mazembroz, 30/01/1968.

**Fernandez, X.** (2018). Il filme une avalanche en croyant à un éboulement, *20 Minutes*, 12/04/2018.

**Gabbud, J.-Y.** (2012). Le Rhône s'est fait menaçant, *Le Nouvelliste*, 03/07/2012.

**Genet, P.** (2019). Le Rhône vit l'une des plus grandes crues du siècle, *Le Nouvelliste*, 12/06/2019.

**Guex, P.** (2019). Une modélisation physique pour imaginer le futur Rhône à Martigny, *Le Nouvelliste*, 04/06/2019.

**Jacquier, S.** (2018). Découvrez les sept projets de liaison entre la plaine et la montagne du Valais romand, *Le Nouvelliste*, 19/02/2018.

**Le Confédéré** (1897). Une catastrophe, 03/07/1897.

**Le Confédéré** (1909). Assainissement de la plaine du Rhône entre Saillon et Fully, 03/07/1909.

**Le Confédéré** (1915). Fully – Eboulement, 12/06/1915.

**Le Confédéré** (1955). Des maisons atteintes par les éboulements, 09/02/1955.

**Le Confédéré** (1995). Couvert du Breyon – Fully, L'inauguration en mai, 06/01/1995.

**Le Rhône** (1939). Une catastrophe à Fully : des "ravines" et des éboulements provoquent pour 1 million de dégâts, 21/11/1939.

**Méroz, C.** (2000a). Habitants mis à l'abri, *Le Nouvelliste*, 16/10/2000.

**Méroz, C.** (2000b). La vigilance toujours de mise, *Le Nouvelliste*, 17/10/2000.

**Métroz, G.** (1987). Crues du Rhône dans le giron martignerain : retour à la normale mais on a eu chaud à Riddes, *Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais*, 27/08/1987.

**NDR** (Nouvelliste du Rhône) (1962). Fully, 04/04/1962.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1970). Une station de pompage d'une grande utilité dans la commune de Fully, 05/09/1970.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1973). Quatre pères de familles et le fils de l'un d'eux tués par une avalanche, 07/05/1973.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1978a). Avalanches: la commune de Fully menacée, 18/02/1978.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1978b). L'avalanche de Mazembroz: vingt mètres de hauteur!, 20/02/1978.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1981). Inondations à Fully: une route coupée, 16/10/1981.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1983a). Inondations de Fully: le bout du tunnel pour les lésés?, 08/04/1983.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1983b). Eboulements à Fully: deux routes coupées, 28/11/1983.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1984). Deux avalanches à Fully: les mayens isolés, 10/02/1984.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1985). Neige et pluie, un mariage "orageux", 25/01/1985.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1987). Le Valais boit la tasse, 26/08/1987.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1988). Le Chavalard fait des siennes, 25/03/1988.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1990). District de Martigny: situation maîtrisée, 16/02/1990.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1993). Le Rhône menace Fully, 27/09/1993.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1994). A nouveau l'inondation, 26/09/1994.

**NFAV** (Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais) (1995). Parés pour le pire, 23/02/1995.

**NV** (Nouvelliste Valaisan) (1909). L'Assainissement de la plaine Saillon-Fully, 14/09/1909.

**NV** (Nouvelliste Valaisan) (1910). L'Enseignement secondaire : L'Assainissement à Saillon-Fully, 22/02/1910.

**NV** (Nouvelliste Valaisan) (1935). Fully, 11/08/1935.

**Philippoz, A.** (2013). Le Rhône sort de son lit mais la situation se normalise, *Le Nouvelliste*, 30/07/2013.

**Rausis, O.** (2007). Une avalanche spectaculaire, *Le Nouvelliste*, 05/03/2007.

**Rausis, O.** (2019). Valais: des ponts fusibles prêts à sauter, *Le Nouvelliste*, 29/07/2019.

**Zürcher, C.** (2008). Soleil, prix doux, travail, le cocktail qui attire en Valais, *Tribune de Genève*, 15/11/2008.

## 13. ANNEXES

*Annexe 1: Signification des zones de danger et implications pour l'aménagement du territoire  
(source: OFEV, 2015b: 2)*

### **Rouge: danger élevé**

- Les personnes sont en danger à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.
- Il faut s'attendre à des destructions soudaines de bâtiments.
- **Zone d'interdiction:** aucune définition de nouvelles zones à bâtir; déclassement ou modification des zones à bâtir non construites; aucune construction ni extension de bâtiments ni d'installations; établissement des restrictions d'affectation nécessaires pour les bâtiments existants; reconstruction de bâtiments détruits uniquement dans des cas exceptionnels, assortie de conditions; transformations et changements d'affectation uniquement sous des conditions visant à diminuer les risques

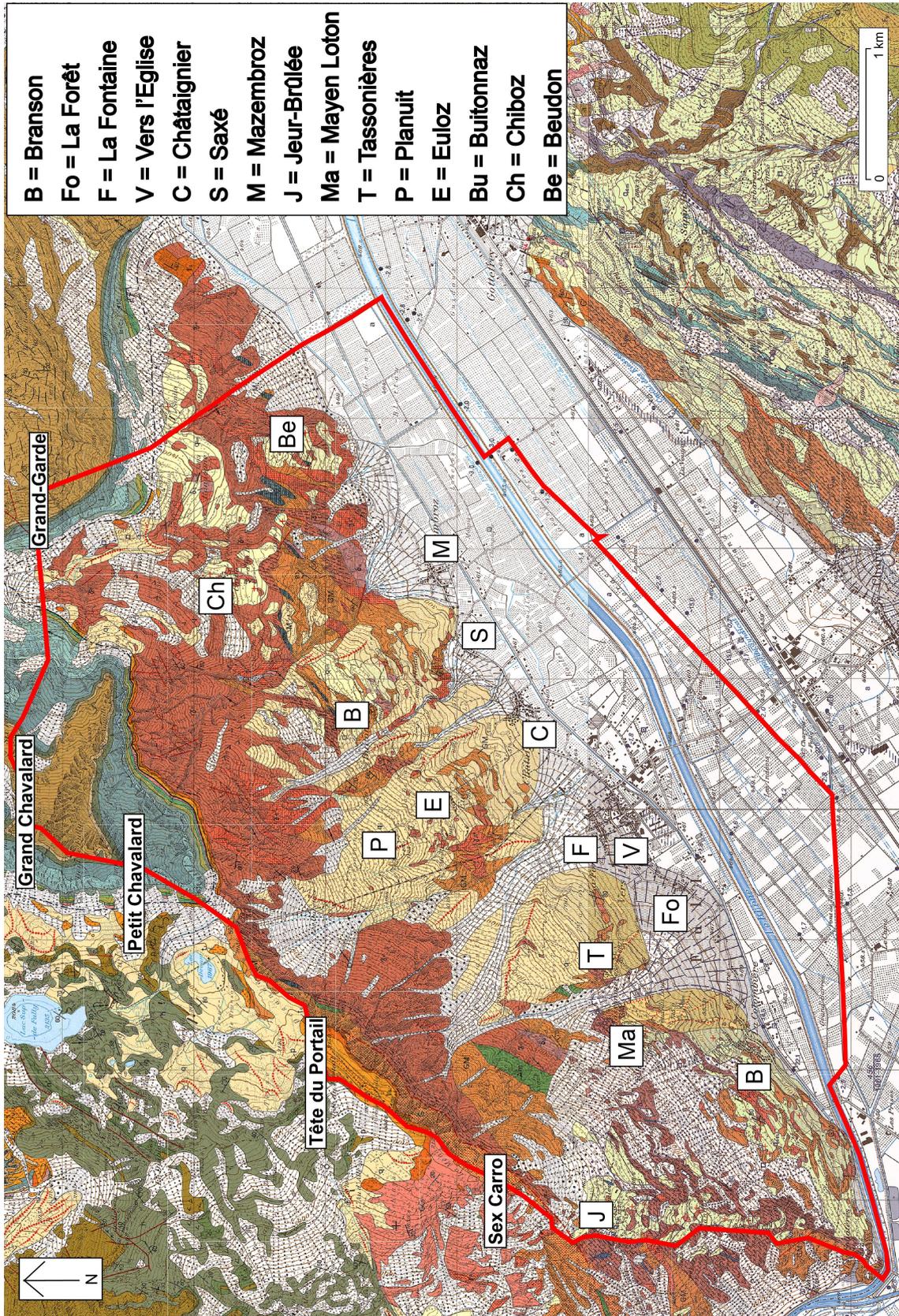
### **Bleu: danger moyen**

- Les personnes ne sont guère en danger à l'intérieur des bâtiments, mais elles le sont à l'extérieur.
- Il faut s'attendre à des dommages aux bâtiments, mais des destructions soudaines sont improbables si certaines conditions ont été respectées lors de leur construction.
- **Zone de réglementation:** définition de nouvelles zones à bâtir uniquement après avoir étudié les autres possibilités et procédé à une pesée d'intérêt; octroi de permis de construire assorti de conditions; aucune construction d'objets sensibles; établissement des restrictions d'affectation nécessaires pour les bâtiments existants

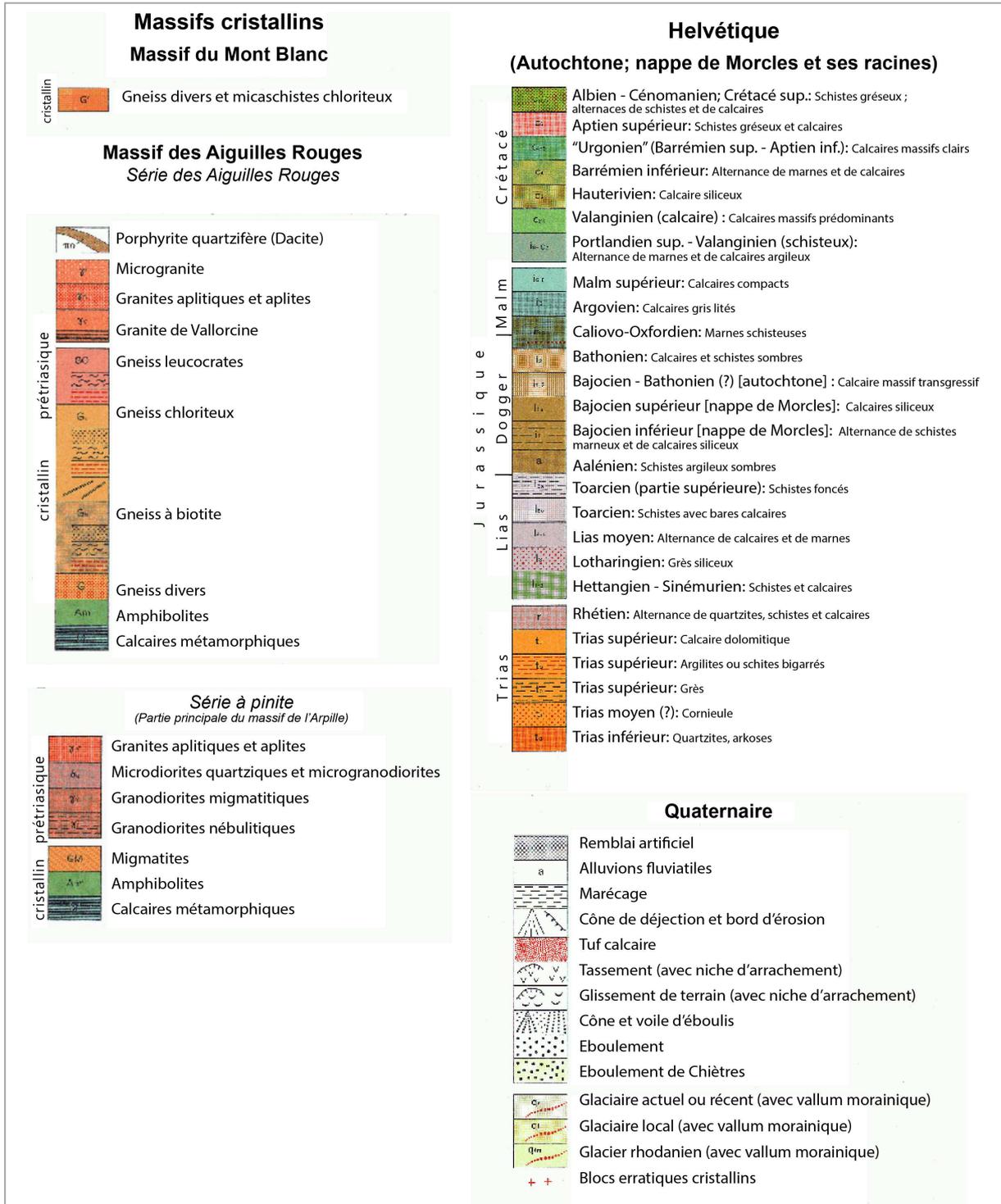
### **Jaune: danger faible; hachuré jaune et blanc: danger résiduel**

- Le danger pour les personnes est presque inexistant.
- Il faut s'attendre à de faibles dommages aux bâtiments ou à quelques désagréments. Des dommages matériels importants peuvent en outre survenir à l'intérieur des bâtiments.
- **Zone de sensibilisation:** indication de la situation de danger; recommandations pour les bâtiments existants; envisager des conditions pour les nouvelles constructions (p. ex. renforcer les murs en amont contre le poids des avalanches), les utilisations sensibles ou les plus grandes constructions / en présence d'un potentiel de dommage élevé

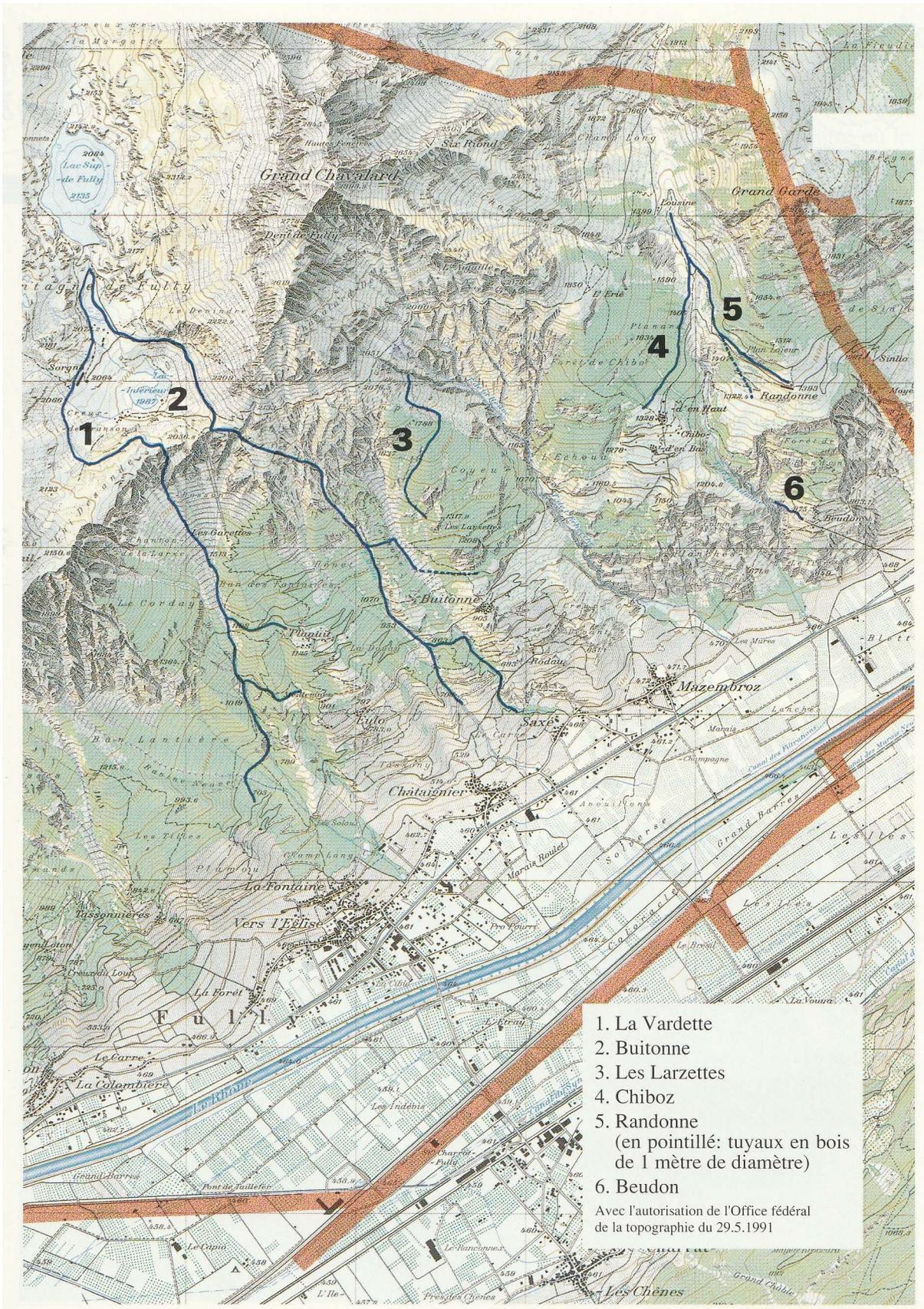
Annexe 2: Carte géologique de la zone d'étude (fond topographique: Swisstopo, 2019)



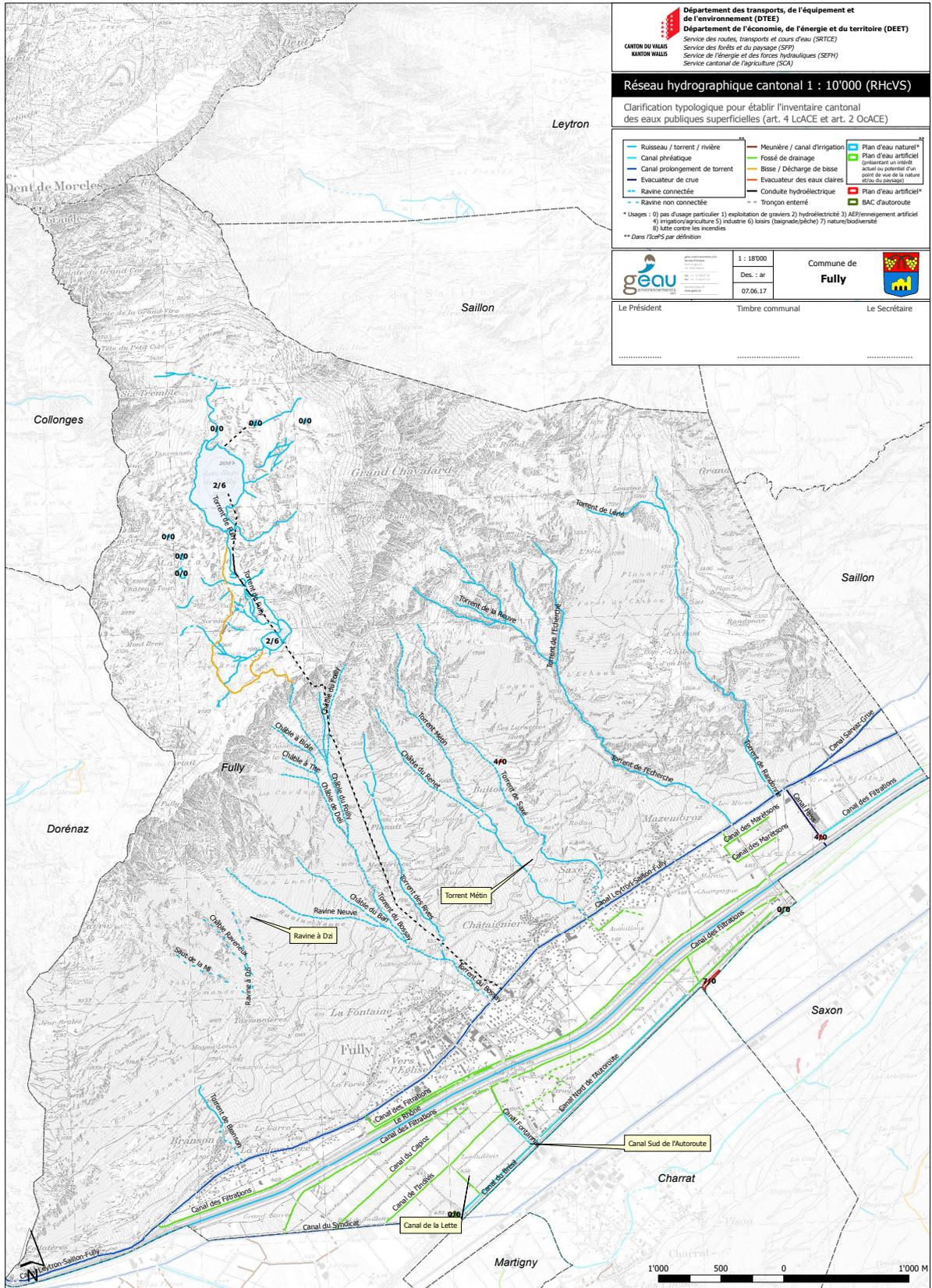
**Annexe 3 : Légende de la carte géologique de la zone d'étude (source: modifiée d'après Swisstopo, 2019)**



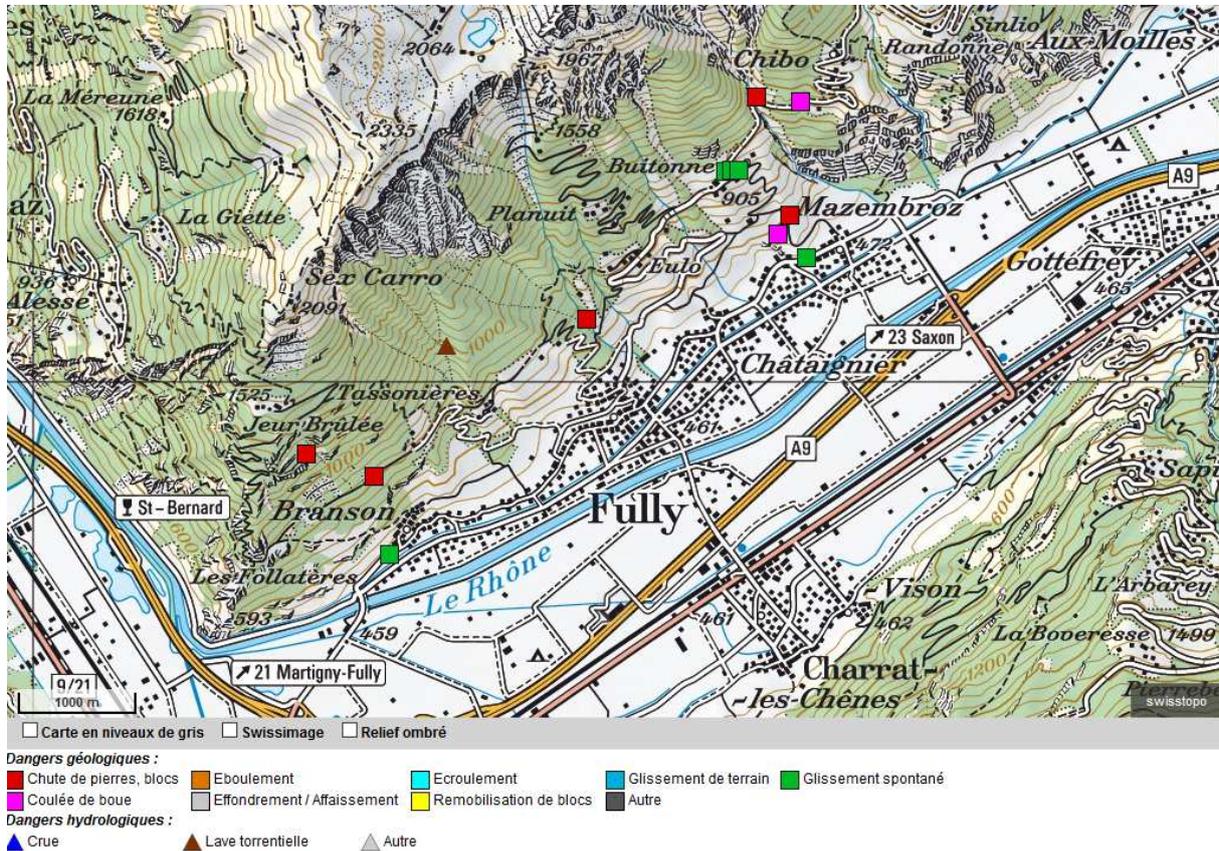
**Annexe 4: Réseau de bisses de la commune de Fully (source: Carron, 1991: 93)**



**Annexe 5: Réseau hydrographique cantonal pour la commune de Fully (Etat du 07.06.2017)**  
 (source: Commune de Fully, 2019)

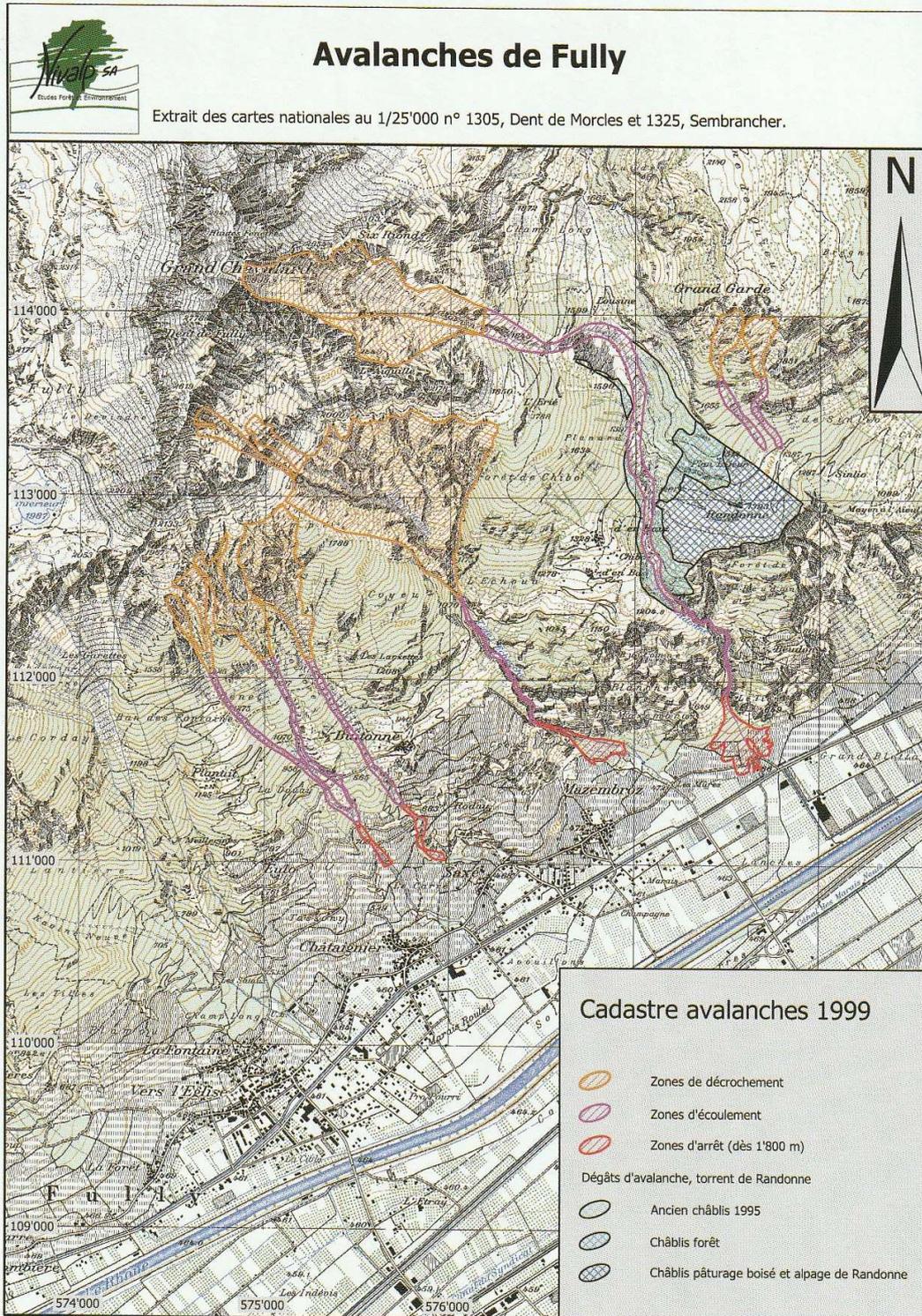


**Annexe 6: Cadastre cantonal des événements d'instabilité de la commune de Fully depuis 2005**  
(source: cadastre cantonal)



Type d'instabilité	Date	Heure	Lieu-dit, nom du lieu	Commune(s)
Chute de pierres, blocs	02.12.2018	indéterminé	Chibo	Fully
Glissement spontané	22.01.2018	9:30	Branson	Fully
Coulée de boue	22.01.2018	indéterminé	Rodau	Fully
Coulée de boue	15.01.2018	indéterminé	L'Echoua	Fully
Glissement spontané	15.01.2018	indéterminé	Buitonne	Fully
Glissement spontané	15.01.2018	indéterminé	Buitonne	Fully
Glissement spontané	15.01.2018	indéterminé	Buitonne	Fully
Chute de pierres, blocs	15.01.2018	indéterminé	Le Creux Devant	Fully
Glissement spontané	15.01.2018	indéterminé	Sur la Poya	Fully
Lave torrentielle	08.06.2015	indéterminé		Fully
Chute de pierres, blocs	06.09.2010	indéterminé	L'Echoua	Fully
Chute de pierres, blocs	01.09.2006	indéterminé	Ban de Branson	Fully
Chute de pierres, blocs	23.03.2006	indéterminé	Ban de Branson	Fully
Chute de pierres, blocs	12.09.2005	17:30	Amont de Les Salaux	Fully

**Annexe 7: Zone de décrochement, d'écoulement et d'arrêt des avalanches de Fully de février 1999 (source: SFP, 2009: 64)**



Zones de décrochement, d'écoulement et d'arrêt des avalanches de Fully.  
(Plan: Nivalp SA, Grimisuat)

**Annexe 8: Conditions pour la construction en zone d'inondation du Rhône selon la carte indicative de danger de 2006 (source: PS-R3, 2006: 41)**

**7.7.2 Règles de gestion territoriale**

<b>Cas de figure</b>	<b>Règle</b>
Modification de zone, établissement d'un plan d'aménagement détaillé (PAD) ou demande d'autorisation de construire dans l' <b>Espace Rhône</b>	<b>Interdiction</b> , exception faite de cas particuliers compatibles avec les objectifs R3 (installations d'intérêt général, temporaires ou ne pouvant être réalisées ailleurs, p. ex. puits de pompage communal)
Modification de zone, établissement d'un plan d'aménagement détaillé (PAD) ou demande d'autorisation de construire dans le <b>périmètre de danger</b> selon la carte indicative des dangers	<b>Préavis obligatoire SRCE</b> sur demande du Secrétariat cantonal des constructions (cf. art. 42 de l'Ordonnance sur les constructions et explications ci-dessous)
<b>Etablissement</b> , par les communes concernées par le périmètre de danger selon la carte indicative des dangers, <b>d'un plan d'alarme, d'intervention et d'évacuation</b> sur la base du plan d'intervention cantonal (cf. annexe 9.5 et documents d'appui aux communes en préparation en collaboration avec le SSCM).	

Les préavis délivrés par le SRCE seront établis de manière simplifiée sur la base de critères tels que :

- le **type de zone** (zone à bâtir, zone d'intérêt général ou d'activités sportives et récréatives, zone agricole, zone protégée),
  - le **degré de danger** (élevé ou moyen à faible),
- ainsi que de critères secondaires tels que :

- la priorité de réalisation des mesures de protection Rhône,
  - le degré de l'occupation actuelle du territoire.
- Dans ce contexte et compte tenu des recommandations fédérales, trois types de préavis sont envisageables :
- construction admise avec sensibilisation aux dangers existants et aux mesures possibles pour prévenir les dégâts (plan d'intervention en cas d'urgence),
  - construction admise avec conditions (surélévation de la construction, absence de fenêtres au niveau du terrain ou pose de vitres de sécurité, surélévation des sauts-de-loup, absence de pièces habitables au rez-de-chaussée, etc.),
  - construction interdite, exception faite de cas particuliers compatibles avec les objectifs R3.
- Cette pratique ne peut être admise que sous réserve d'une réalisation rapide de la troisième correction du Rhône, ce qui suppose la validation de la planification financière ainsi que la mise à disposition des moyens correspondants.**
- Elle devra également être confirmée, validée et affinée dans le cadre du groupe de travail mis en place par le Conseil d'Etat en vue de préciser les conditions d'application des principes définis ci-dessus.**

**Annexe 9: Conditions pour la construction en zone d'inondation du Rhône selon la carte de danger de 2011 (source: DTEE, 2010: 41)**

**Particularité de la zone de danger élevée (rouge)**

Le modèle spécifique de classification du danger élevé Rhône ne peut s'appliquer que si les conditions préalables suivantes sont cumulativement satisfaites :

1. *la zone est déjà affectée à la construction;*
2. *la zone à bâtir est construite (haut degré de saturation);*
3. *les nouvelles constructions ne conduisent pas à une augmentation significative du risque (dégât potentiel);*
4. *le danger naturel est de type inondation statique;*
5. *les nouvelles constructions ne sont autorisées qu'à la condition que la réglementation et/ou les restrictions d'utilisation permettent de limiter les atteintes à l'homme ou les dommages aux biens importants;*
6. *les zones à construire ne se trouvent plus en zone rouge après réalisation de la 3<sup>ème</sup> correction du Rhône (selon la planification du plan d'aménagement);*
7. *aucun autre danger naturel ne menace de manière forte le secteur;*
8. *des interventions d'urgence garantissent que les personnes concernées puissent être évacuées à temps hors du territoire dangereux et le système est validé par l'organisme cantonal compétent;*

La zone de danger élevé (rouge) peut être divisée en deux catégories :

- 7a. vitesses élevées : les constructions sont interdites;
- 7b. vitesses faibles : les constructions sont possibles sous conditions.

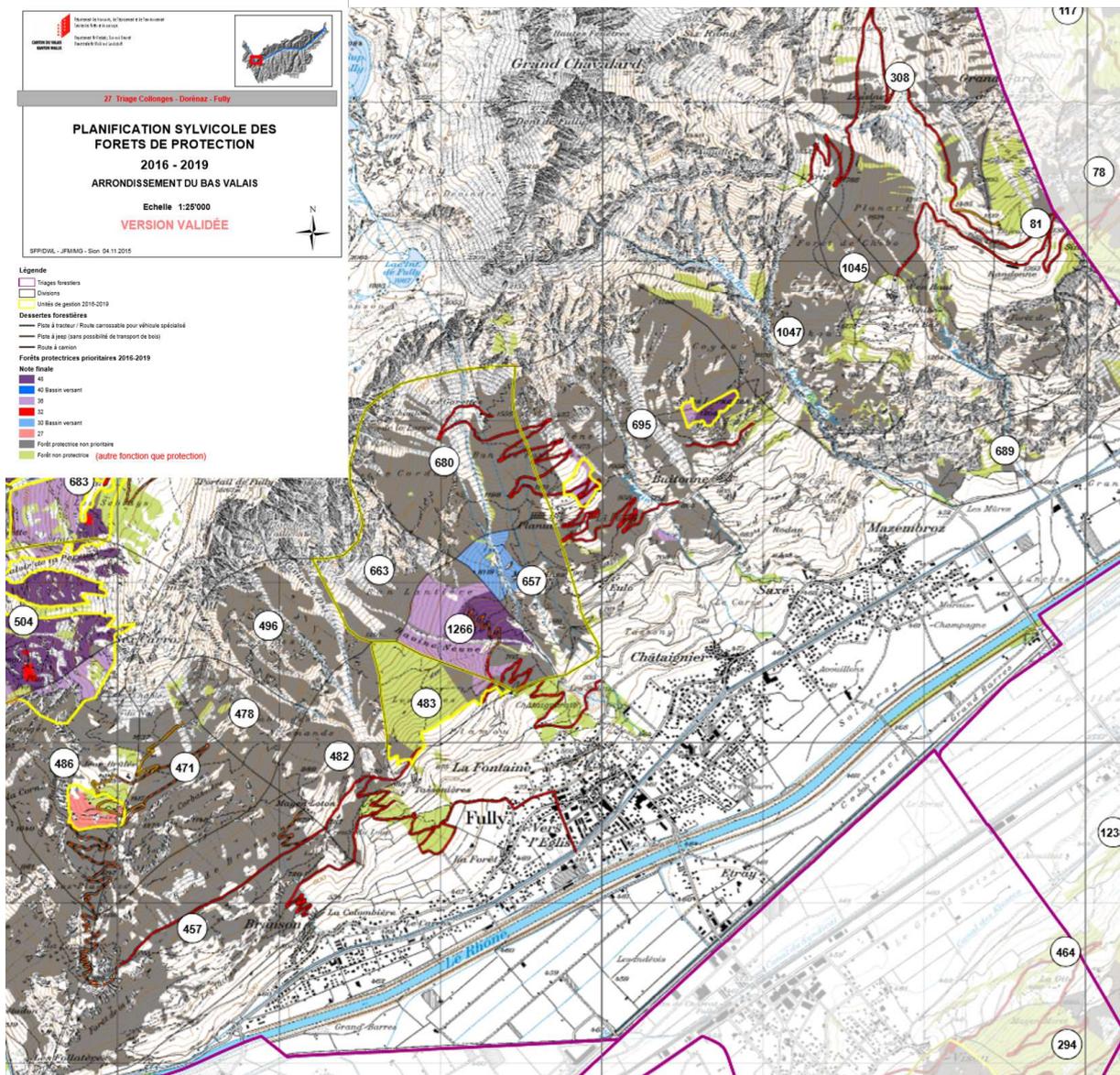
Les périmètres de danger de type 7b sont représentés en rouge dans le plan des zones de danger. La réglementation relative à la zone de danger moyen (bleue) est applicable dans ces secteurs.

Il appartient à la commune d'apporter la preuve de la satisfaction des conditions 3 et 8. L'organisme compétent pour valider le système d'intervention d'urgence communal est le Service de la Sécurité Civile et Militaire (SSCM).

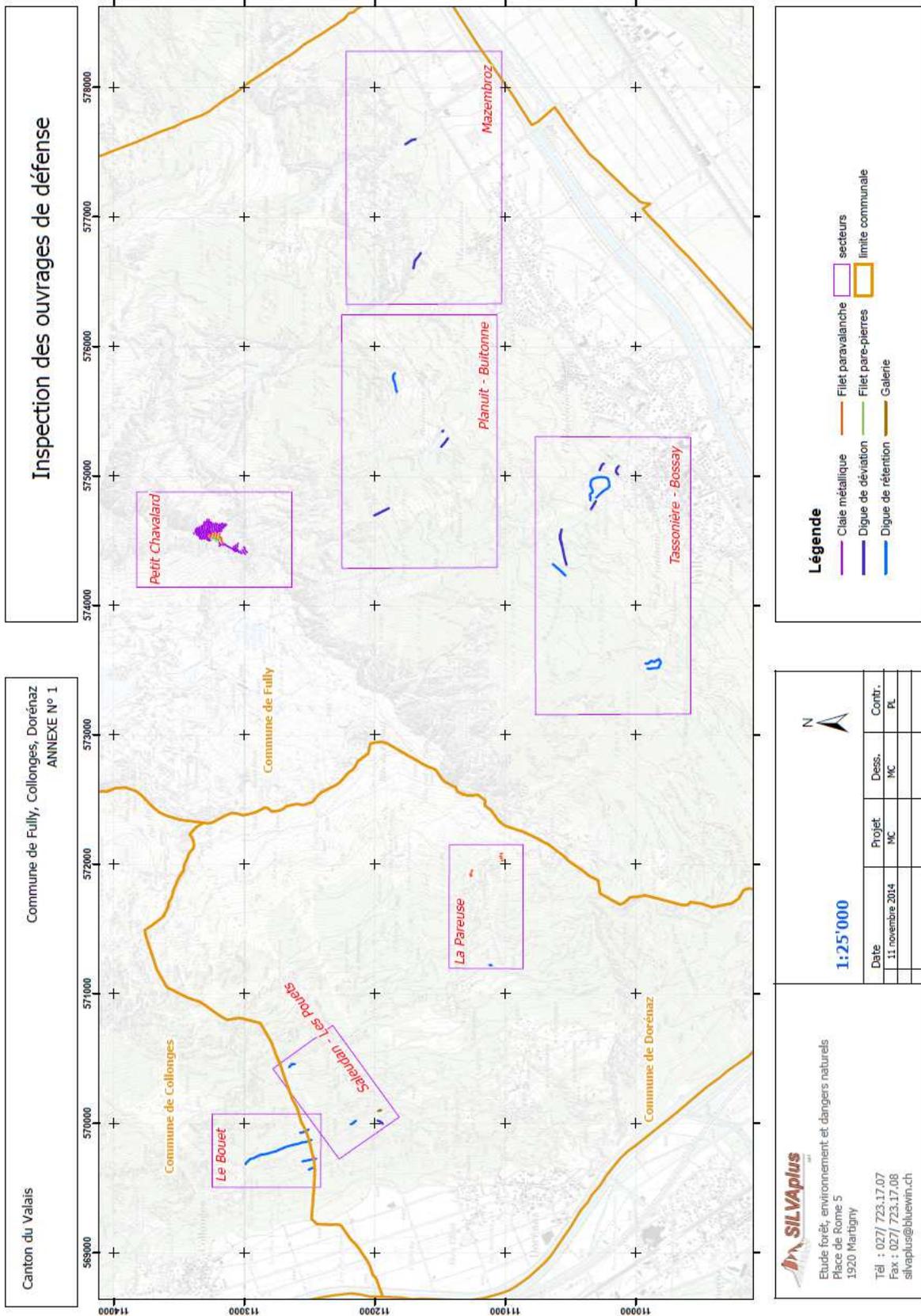
Lorsque ces conditions sont réunies, la construction est possible seulement si elle fait l'objet d'adaptations spécifiques dans le but d'éviter sa destruction brusque et de minimiser les dégâts. Les principales mesures exigées sont le renforcement du bâtiment, combiné ou pas avec une surélévation, de manière à garantir sa résistance statique face à la pression de l'eau. Cette garantie de résistance doit être produite par le spécialiste mandaté par le requérant dans le dossier de demande d'autorisation de construire (voir le modèle d'attestation de résistance du bâtiment, en annexe).

Le modèle n'est donc pas applicable hors zone à bâtir. En cas de danger élevé (rouge) c'est par conséquent l'interdiction de bâtir qui prévaut dans ces zones.

**Annexe 10 : Planification sylvicole des forêts de protection du triage forestier CDF pour la période 2016-2019. Seules les zones en vert clair ne sont pas des forêts protectrices (source: triage CDF).**



**Annexe 11: Liste des ouvrages de protection contre les avalanches et chutes de pierres contrôlés par le triage forestier CDF (source: triage CDF)**



**Annexe 12 : Carte de danger d'inondation du Rhône avant (en haut) et après (en bas) les travaux de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône dans la région de Fully (source: PA-R3, 2015: 53)**

