

**DOCUMENT
PROVISOIRE**

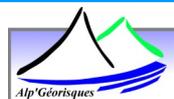
Carte des aléas de la Côtière de l'Ain

Communes de Druillat, Varambon,
Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-
Palud, Villieu-Loyes-Mollon



Note de présentation

Maître d'ouvrage : Préfecture de l'Ain



Référence	Document provisoire	Version	7.0
Date	Février 2023	Édition du	14/02/2023

ALP'GEORISQUES - Z.I. - 52, rue du Moirond - Bâtiment Magbel - 38420 DOMENE - FRANCE
 Tél. : 04-76-77-92-00 Fax : 04-76-77-55-90
 sarl au capital de 18 300 € - Siret : 380 934 216 00025 - Code A.P.E. 7112B
 N° TVA Intracommunautaire : FR 70 380 934 216
 Email : contact@alpgeorisques.com - Site Internet : <http://www.alpgeorisques.com/>



Identification du document

Projet	Carte des aléas de la Côtère de l'Ain		
Titre	Carte des aléas de la Côtère de l'Ain		
Fichier	rapport_presentation_aleas_Cotiere-V7.odt		
Référence	<i>Document provisoire</i>	Proposition n°	D2010085
Chargé d'études	Eric PICOT		
	Tél. 04 76 77 92 00	eric.picot@alpgeorisques.com	
Maître d'ouvrage	DDT de l'Ain	23, rue Bourgmayer CS 90410 01012 Bourg-en-Bresse Cedex	
	Référence commande :	2020NotificationMarcheEtudeCotiereAGR646	
Maître d'œuvre ou AMO	-	-	

Versions

Version rapport	Date	Version carte	Auteur	Vérifié par	Modifications
1.0	25/10/2021		EP	DMB	--
2.0	18/02/2022		EP	DMB	Ajouts aspects hydrologique et hydraulique
3.0	01/06/2022		EP	DMB	Précisions mineures sur les aspects hydrauliques
4.0	22/07/2022		EP	DMB	Modification grille qualification aléa inondation modélisé
5.0	23/08/2022		EP	DMB	Prise en compte remarques DDT01 (mail 01/08/2022)
6.0	Novembre 2022		EP	DDT01	Prise en compte remarques DDT01 suite réunion 06/10/2022
7.0	Février 2023		EP	DDT01	Prise en compte remarques DDT01 suite réunion 06/10/2022 sur la modélisation hydraulique

Diffusion

Diffusion	Support	Pointage	
Commune	Papier		Nombre d'exemplaire(s) :
	Numérique		
DDT	Papier		Nombre d'exemplaire(s) :
	Numérique		

Archivage

N° d'archivage (référence)	Document provisoire
Titre	Carte des aléas de la Côtère de l'Ain – Note de présentation
Département	1
Commune(s) concernée(s)	Druillat, Varambon, Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-Palud, Villieu-Loyes-Mollon
Cours d'eau concerné(s)	Ain
Région naturelle	Vallée de l'Ain, Côtère de l'Ain, Les Dombes
Thème	Carte des aléas
Mots-clefs	carte aléas de la Côtère de l'Ain DDT01

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION.....	13
I.1. Avertissement.....	13
I.2. Objet et contenu de l'étude.....	13
I.3. Nature des phénomènes naturels étudiés.....	14
I.4. Établissement de la carte des aléas.....	17
I.5. Présentation de la zone d'étude.....	18
I.5.1. Situation.....	18
I.5.2. Cadre géographique et naturel.....	19
I.5.2.1. Géographie et géomorphologie de la zone d'étude.....	20
I.5.2.2. Desserte de la zone d'étude.....	20
I.5.2.3. Réseau hydrographique.....	21
I.5.2.4. Environnement naturel.....	22
I.5.3. Contexte géologique.....	22
I.5.3.1. Formations secondaires.....	23
I.5.3.2. Formations tertiaires.....	23
I.5.3.3. Formations quaternaires.....	24
I.5.3.4. Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels.....	26
I.5.4. Contexte climatique.....	26
I.5.4.1. Les températures.....	26
I.5.4.2. Les précipitations.....	27
I.5.4.3. Facteurs climatiques et phénomènes naturels.....	27
I.5.5. Contexte économique et humain.....	28
II. MÉTHODOLOGIE.....	29
II.1. Principes généraux.....	29
II.1.1. Notion d'aléa.....	29
II.1.2. Notion d'intensité et de fréquence.....	29
II.1.3. Usage des outils géomatiques.....	30
II.1.4. Prise en compte des ouvrages de protection.....	30
II.2. Représentation cartographique.....	31
II.2.1. Fonds de référence.....	31
II.2.2. Niveaux d'aléa.....	31
II.2.3. Zones d'incertitudes.....	32
II.3. Méthodologie de qualification des aléas.....	32
II.3.1. Les inondations de type crues rapides.....	32
II.3.1.1. Définition du phénomène.....	32
II.3.1.2. Principes de qualification de l'aléa.....	32
II.3.1.3. Scénarios types sur le territoire.....	33
II.3.1.4. Approche par modélisation hydraulique pour la qualification de l'aléa.....	35
II.3.2. Les crues torrentielles des ruisseaux.....	36
II.3.2.1. Définition du phénomène.....	36
II.3.2.2. Principes de qualification de l'aléa.....	36
II.3.2.3. Scénarios types sur le territoire.....	38

II.3.3. Le ruissellement sur versant et le ravinement.....	40
II.3.3.1. Définition du phénomène.....	40
II.3.3.2. Principes de qualification de l'aléa.....	40
II.3.3.3. Scénarios types sur le territoire.....	42
II.3.4. Les remontées de nappe.....	44
II.3.4.1. Définition du phénomène.....	44
II.3.4.2. Principes de qualification de l'aléa.....	44
II.3.4.3. Scénarios types sur le territoire.....	45
II.3.5. Les inondations en pied de versant.....	46
II.3.5.1. Définition du phénomène.....	46
II.3.5.2. Principes de qualification de l'aléa.....	46
II.3.5.3. Scénarios types sur le territoire.....	47
II.3.6. Les glissements de terrain.....	48
II.3.6.1. Définition du phénomène.....	48
II.3.6.2. Principes de qualification de l'aléa.....	48
II.3.6.3. Scénarios types sur le territoire.....	51
II.3.7. Les chutes de pierres et de blocs.....	54
II.3.7.1. Définition.....	54
II.3.7.2. Principes de qualification de l'aléa.....	55
II.3.7.3. Scénarios types sur le territoire.....	56
II.3.8. Les effondrements de cavités souterraines et la suffosion.....	56
II.3.8.1. Définition des phénomènes.....	56
II.3.8.2. Principes de qualification de l'aléa.....	57
II.3.8.3. Scénarios types sur le territoire.....	57
III. EXPOSITION DES COMMUNES AUX PHÉNOMÈNES NATURELS – PHÉNOMÈNES HISTORIQUES ET ALÉAS.....	58
III.1. Commune de Drullat.....	59
III.1.1. Approche historique des phénomènes naturels.....	59
III.1.1.1. Phénomènes historiques inventoriés.....	59
III.1.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle.....	60
III.1.2. Les inondations de crue rapide.....	60
III.1.2.1. Observations de terrain.....	60
III.1.2.2. Aménagement et ouvrages.....	63
III.1.2.3. L'aléa inondation de crue rapide.....	63
III.1.3. Les ruissellements et ravinements.....	63
III.1.3.1. Observations de terrain.....	63
III.1.3.2. Aménagement et ouvrages.....	64
III.1.3.3. L'aléa ruissellement et ravinement.....	64
III.1.4. Les remontées de nappe.....	65
III.1.4.1. Observations de terrain.....	65
III.1.4.2. Aménagement et ouvrages.....	66
III.1.4.3. L'aléa remontée de nappe.....	66
III.1.5. Les inondations de pied de versant.....	66
III.1.5.1. Observations de terrain.....	66
III.1.5.2. Aménagement et ouvrages.....	67
III.1.5.3. L'aléa inondation de pied de versant.....	67
III.1.6. Les glissements de terrain.....	67
III.1.6.1. Observations de terrain.....	67
III.1.6.2. Aménagement et ouvrages.....	68

III.1.6.3. L'aléa glissement de terrain.....	68
III.1.7. Les chutes de blocs.....	69
III.1.7.1. Observations de terrain.....	69
III.1.7.2. Aménagement et ouvrages.....	69
III.1.7.3. L'aléa chute de blocs.....	69
III.1.8. Les effondrements de cavité souterraines.....	69
III.1.8.1. Observations de terrain.....	69
III.2. Commune de Varambon.....	70
III.2.1. Approche historique des phénomènes naturels.....	70
III.2.1.1. Phénomènes historiques inventoriés.....	70
III.2.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle.....	71
III.2.2. Les inondations de crue rapide.....	71
III.2.2.1. Observations de terrain.....	71
III.2.2.2. Aménagement et ouvrages.....	72
III.2.2.3. L'aléa inondation de crue rapide.....	72
III.2.3. Les crues torrentielles des ruisseaux.....	72
III.2.3.1. Observations de terrain.....	72
III.2.3.2. Aménagement et ouvrages.....	73
III.2.3.3. L'aléa inondation de crue torrentielle.....	73
III.2.4. Les ruissellements et ravinements.....	74
III.2.4.1. Observations de terrain.....	74
III.2.4.2. Aménagement et ouvrages.....	75
III.2.4.3. L'aléa ruissellement et ravinement.....	75
III.2.5. Les remontées de nappe.....	75
III.2.5.1. Observations de terrain.....	75
III.2.5.2. Aménagement et ouvrages.....	76
III.2.5.3. L'aléa remontée de nappe.....	76
III.2.6. Les glissements de terrain.....	76
III.2.6.1. Observations de terrain.....	76
III.2.6.2. Aménagement et ouvrages.....	77
III.2.6.3. L'aléa glissement de terrain.....	77
III.3. Commune de Priay.....	79
III.3.1. Approche historique des phénomènes naturels.....	79
III.3.1.1. Phénomènes historiques inventoriés.....	79
III.3.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle.....	81
III.3.2. Les inondations de crue rapide.....	82
III.3.2.1. Observations de terrain.....	82
III.3.2.2. Aménagement et ouvrages.....	83
III.3.2.3. L'aléa inondation de crue rapide.....	83
III.3.3. Les ruissellements et ravinements.....	85
III.3.3.1. Observations de terrain.....	85
III.3.3.2. Aménagement et ouvrages.....	86
III.3.3.3. L'aléa ruissellement et ravinement.....	86
III.3.4. Les remontées de nappe.....	87
III.3.4.1. Observations de terrain.....	87
III.3.4.2. Aménagement et ouvrages.....	87
III.3.4.3. L'aléa remontée de nappe.....	87
III.3.5. Les inondations de pied de versant.....	87
III.3.5.1. Observations de terrain.....	87

III.3.5.2. Aménagement et ouvrages.....	87
III.3.5.3. L'aléa inondation de pied de versant.....	87
III.3.6. Les glissements de terrain.....	87
III.3.6.1. Observations de terrain.....	87
III.3.6.2. Aménagement et ouvrages.....	91
III.3.6.3. L'aléa glissement de terrain.....	91
III.4. Commune de Villette-sur-Ain.....	92
III.4.1. Approche historique des phénomènes naturels.....	92
III.4.1.1. Phénomènes historiques inventoriés.....	92
III.4.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle.....	94
III.4.2. Les inondations de crue rapide.....	94
III.4.2.1. Observations de terrain.....	94
III.4.2.2. Aménagement et ouvrages.....	95
III.4.2.3. L'aléa inondation de crue rapide.....	95
III.4.3. Les ruissellements et ravinements.....	95
III.4.3.1. Observations de terrain.....	95
III.4.3.2. Aménagement et ouvrages.....	97
III.4.3.3. L'aléa ruissellement et ravinement.....	97
III.4.4. Les remontées de nappe.....	98
III.4.4.1. Observations de terrain.....	98
III.4.4.2. Aménagement et ouvrages.....	99
III.4.4.3. L'aléa remontée de nappe.....	99
III.4.5. Les inondations de pied de versant.....	99
III.4.5.1. Observations de terrain.....	99
III.4.5.2. Aménagement et ouvrages.....	100
III.4.5.3. L'aléa inondation de pied de versant.....	100
III.4.6. Les glissements de terrain.....	100
III.4.6.1. Observations de terrain.....	100
III.4.6.2. Aménagement et ouvrages.....	103
III.4.6.3. L'aléa glissement de terrain.....	103
III.5. Commune de Châtillon-la-Palud.....	104
III.5.1. Approche historique des phénomènes naturels.....	104
III.5.1.1. Phénomènes historiques inventoriés.....	104
III.5.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle.....	106
III.5.2. Les inondations de crue rapide.....	107
III.5.2.1. Observations de terrain.....	107
III.5.2.2. Aménagement et ouvrages.....	108
III.5.2.3. L'aléa inondation de crue rapide.....	108
III.5.3. Les crues torrentielles des ruisseaux.....	109
III.5.3.1. Observations de terrain.....	109
III.5.3.2. Aménagement et ouvrages.....	112
III.5.3.3. L'aléa inondation de crue torrentielle.....	112
III.5.4. Les ruissellements et ravinements.....	113
III.5.4.1. Observations de terrain.....	113
III.5.4.2. Aménagement et ouvrages.....	114
III.5.4.3. L'aléa ruissellement et ravinement.....	114
III.5.5. Les remontées de nappe.....	115
III.5.5.1. Observations de terrain.....	115
III.5.5.2. Aménagement et ouvrages.....	115

III.5.5.3. L'aléa remontée de nappe.....	115
III.5.6. Les inondations de pied de versant.....	115
III.5.6.1. Observations de terrain.....	115
III.5.6.2. Aménagement et ouvrages.....	116
III.5.6.3. L'aléa inondation de pied de versant.....	116
III.5.7. Les glissements de terrain.....	116
III.5.7.1. Observations de terrain.....	116
III.5.7.2. Aménagement et ouvrages.....	120
III.5.7.3. L'aléa glissement de terrain.....	120
III.5.8. Les effondrements de cavité souterraines.....	121
III.5.8.1. Observations de terrain.....	121
III.5.8.2. Aménagement et ouvrages.....	121
III.5.8.3. L'aléa effondrement de cavités souterraines.....	121
III.6. Commune de Villieu-Loyes-Mollon.....	122
III.6.1. Approche historique des phénomènes naturels.....	122
III.6.1.1. Phénomènes historiques inventoriés.....	122
III.6.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle.....	124
III.6.2. Les inondations de crue rapide.....	124
III.6.2.1. Observations de terrain.....	124
III.6.2.2. Aménagement et ouvrages.....	127
III.6.2.3. L'aléa inondation de crue rapide.....	127
III.6.3. Les crues torrentielles des ruisseaux.....	129
III.6.3.1. Observations de terrain.....	129
III.6.3.2. Aménagement et ouvrages.....	129
III.6.3.3. L'aléa inondation de crue torrentielle.....	129
III.6.4. Les ruissellements et ravinements.....	130
III.6.4.1. Observations de terrain.....	130
III.6.4.2. Aménagement et ouvrages.....	132
III.6.4.3. L'aléa ruissellement et ravinement.....	133
III.6.5. Les remontées de nappe.....	133
III.6.5.1. Observations de terrain.....	133
III.6.5.2. Aménagement et ouvrages.....	134
III.6.5.3. L'aléa remontée de nappe.....	134
III.6.6. Les inondations de pied de versant.....	134
III.6.6.1. Observations de terrain.....	134
III.6.6.2. Aménagement et ouvrages.....	136
III.6.6.3. L'aléa inondation de pied de versant.....	136
III.6.7. Les glissements de terrain.....	136
III.6.7.1. Observations de terrain.....	136
III.6.7.2. Aménagement et ouvrages.....	138
III.6.7.3. L'aléa glissement de terrain.....	139
III.6.8. Les effondrements de cavité souterraines.....	139
III.6.8.1. Observations de terrain.....	139
III.6.8.2. Aménagement et ouvrages.....	139
III.6.8.3. L'aléa effondrement de cavités souterraines.....	139
IV. ANNEXES.....	140
IV.1. Compte rendu de visite BRGM du 11 mai 2021 sur la commune de Priay.....	140
IV.2. Compte rendu des visites BRGM des 17 et 19 mai 2021 sur la commune de Villette-sur-Ain.....	143

IV.3. Carte d'exposition au retrait / gonflement des argiles.....	157
IV.4. Carte d'exposition sismique.....	159
IV.5. Analyse hydrologique.....	160
IV.5.1. Contexte.....	160
IV.5.2. Méthodologie.....	160
IV.5.3. Données et logiciels utilisés.....	160
IV.5.4. Mise en œuvre et résultats.....	160
IV.5.4.1. La Toison.....	161
IV.5.4.2. Les autres cours d'eau.....	161
IV.5.5. Concomitance des crues.....	164
IV.5.6. Bibliographie.....	164
IV.6. Analyse hydraulique.....	165
IV.6.1. Contexte.....	165
IV.6.2. Méthodologie.....	165
IV.6.3. Données et logiciels utilisés.....	165
IV.6.4. Construction du modèle hydraulique.....	165
IV.6.4.1. Logiciel de modélisation hydraulique.....	165
IV.6.4.2. Bathymétrie, topographie du lit majeur.....	167
IV.6.4.3. Carte des rugosités.....	167
IV.6.4.4. Prise en compte des bâtiments.....	168
IV.6.4.5. Ouvrages d'art.....	168
IV.6.4.6. Maillage et ligne de contraintes.....	169
IV.6.4.7. Conditions aux limites.....	169
IV.6.4.8. Paramètres de simulation.....	169
IV.6.5. Mise en transparence des systèmes d'endiguement.....	169
IV.6.6. Exploitation du modèle hydraulique.....	169
IV.6.7. Scénarios, traitements numériques.....	170
IV.6.7.1. Scénarios simulés.....	170
IV.6.7.2. Cartographie des maxima bruts de hauteur et de vitesse.....	171
IV.6.7.3. Aléa par scénario, combinaison des aléas.....	171
IV.6.7.4. Lissage de l'aléa conjugué.....	172
IV.6.7.5. Interprétation de l'aléa conjugué.....	172
IV.6.8. Transition entre les approches hydro-géomorphologique et hydraulique.....	173
IV.6.9. Bibliographie.....	173
IV.7. Synthèse des résultats bruts de modélisation.....	174
V. BIBLIOGRAPHIE.....	184

Avertissement

La cartographie des aléas est réalisée dans le respect des guides méthodologiques officiels de l'État (guides PPRN relatifs à la qualification des aléas), des doctrines départementales (lorsqu'elles existent) et des grilles d'aléas présentées dans ce document. Elle repose sur une expertise intégrant :

- le respect des doctrines nationales et locales (lorsqu'elles existent) ;
- la connaissance des événements historiques ;
- l'exploitation de la bibliographie disponible ;
- les reconnaissances de terrain ;
- les incertitudes liées à la méthodologie et à la nature même des phénomènes cartographiés.

La carte des aléas est établie pour des phénomènes ou des scénarios de référence, tels que décrits dans le corps du texte de ce rapport. Elle ne prétend pas à l'exhaustivité, d'autant que les reconnaissances de terrain ne peuvent être réalisées que depuis les espaces publics (voiries et chemins), sauf à obtenir l'accord des propriétaires. Faute de pouvoir accéder aux espaces privés, la connaissance topographique n'est bien souvent fondée que sur l'utilisation de la carte IGN au 1/25 000. La carte IGN et le fond cadastral n'étant pas parfaitement compatibles entre eux, l'expert est parfois amené à faire des approximations. Par ailleurs, la cartographie des aléas ne pouvant représenter, ni toute la finesse, ni la subtilité de la réalité du terrain, elle opère nécessairement à des simplifications (globalisation et symbolisme sémiologique).

La cartographie des aléas est établie au 1/5 000 et sa précision ne peut être supérieure en agrandissant la carte.

Une carte des aléas provisoire est soumise à l'avis des élus et au service chargé des risques naturels de la DDT 01 qui pilote l'étude. Ces derniers ont tout loisir pour formuler des observations pour compléter ou corriger ce document. L'attention doit en premier lieu porter sur les secteurs urbanisés ou urbanisables concernés par les aléas. Les demandes d'adaptation ou de correction sont systématiquement validées par l'expert et le service des risques de la DDT 01, si nécessaire après de nouvelles reconnaissances de terrain ou réunions de travail. Le document définitif n'est édité qu'après validation des modifications par la DDT 01 qui délivre son accord.

La carte des aléas constitue donc un consensus d'affichage entre l'expert (connaissance sur les phénomènes naturels, expertise de terrain), les élus (connaissance de la sensibilité du territoire et des événements passés) et les services de l'État (compétence technique et respect des doctrines nationales et départementales).

La carte des aléas ne doit pas être figée. Après chaque événement majeur, il est recommandé de vérifier la conformité du document et, le cas échéant, de procéder à une actualisation de celui-ci.

Ce rapport, ses annexes et les cartes qui l'accompagnent constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle, sans l'accord écrit d'Alp'Géorisques, ne saurait engager la responsabilité de la société ou de ses collaborateurs.

L'utilisation des informations contenues dans ce rapport, ses annexes ou les cartes qui l'accompagnent en dehors de leur strict domaine d'application ne saurait engager la responsabilité

d'Alp'Géorisques.

L'utilisation des cartes, ou des données numériques géographiques correspondantes, à une échelle différente de leur échelle nominale ou leur report sur des fonds cartographiques différents de ceux utilisés pour l'établissement des cartographies originales relève de la seule responsabilité de l'utilisateur.

Alp'Géorisques ne peut être tenue pour responsable des modifications apportées à ce rapport, à ses annexes ou aux cartes qui l'accompagnent sans un accord écrit préalable de la société.

Alp'Géorisques ne peut être tenu pour responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences du non-respect ou d'une interprétation erronée de ses recommandations.

Échelle nominale de la carte des aléas : 1/5 000

Référentiel de la carte des aléas : cadastre DGI

I. Introduction

I.1. Avertissement

La présente étude est composée des éléments indissociables suivants :

- Les cartes informatives (phénomènes historiques et observés, aménagements et ouvrages de protection) des communes de Druillat, Varambon, Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-Palud, Villieu-Loyes-Mollon ;
- Les cartes des aléas des communes de Druillat, Varambon, Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-Palud, Villieu-Loyes-Mollon dont l'échelle de lecture maximum est le 1/5 000 ;
- La note de présentation.

I.2. Objet et contenu de l'étude

La Direction des Territoires de l'Ain (DDT 01) a confié à la Société Alp'Géorisques - ZI - 52, rue du Moirond - 38420 Domène, l'élaboration d'une cartographie des aléas couvrant l'ensemble du territoire des communes de Druillat, Varambon, Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-Palud, Villieu-Loyes-Mollon.

Cette étude est réalisée dans la continuité de celle du nouvel aléa inondation de l'Ain et de ses affluents portée à connaissance par le Préfet de l'Ain le 31 mai 2018. Son but est d'actualiser les connaissances vis-à-vis des autres phénomènes naturels hydrauliques et de mouvements de terrain pouvant affecter ces six communes de la Côtière de l'Ain.

Actuellement cinq des six communes disposent d'un PPRN approuvé. Il s'agit de :

- Varambon : PPR inondations, crues torrentielles, glissements de terrain et ruissellements de versant approuvé le 17 février 2003 ;
- Priay : PPR inondations, crues torrentielles, glissements de terrain et ruissellements de versant approuvé le 20 mars 2003 ;
- Villette-sur-Ain : PPR inondations, crues torrentielles, glissements de terrain et ruissellements de versant approuvé le 2 mars 2003 ;
- Châtillon-la-Palud : PPR mouvements de terrain, crues torrentielles et ruissellements de versant approuvé le 25 juillet 2000 et PPR inondations approuvé le 25 juillet 2000 ;
- Villieu-Loyes-Mollon : PPR inondation, mouvements de terrain, crues torrentielles et ruissellements de versant approuvé le 30 novembre 2001.

La commune de Druillat ne possède pas de PPRN.

L'objectif à terme est de doter ce territoire de PPRN multirisques uniques en regroupant le risque d'inondation de plaine (l'Ain et ses affluents de plaine) et les risques hydrauliques et de mouvements de terrain de la Côtière et du plateau de La Dombes. Cette nouvelle cartographie des aléas conduira à réviser les PPRN de Varambon, Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-Palud et

Villieu-Loyes-Mollon et à élaborer celui de Druillat.

Pour atteindre cet objectif, l'étude tient compte des phénomènes naturels historiques et actuellement observables (phénomènes dits actifs) et s'attache à identifier les phénomènes dits potentiels (phénomènes pouvant se manifester compte tenu des conditions rencontrées), dans un but de prévention des risques. Elle a été réalisée conformément aux guides méthodologiques PPRN établis par le Ministère de l'écologie (Guide méthodologique PPRN – risques mouvements de terrain - 1999, Guide méthodologique PPRN – risque d'inondation - 1999, nouveau guide PPRN général 2016 ainsi que son décret n°2019-715 du 5 juillet 2019 et son arrêté ministériel) et aux doctrines appliquées sur le département de l'Ain pour tenir compte de particularités régionales.

Les phénomènes étudiés sont les mouvements de terrain, les débordements de ruisseaux, les ruissellements de versant et les remontées de nappes.

Les champs d'inondation de l'Ain et de ses affluents de plaine sont reportés sur les cartes d'aléas pour information et pour raccorder à leur enveloppe les aléas hydrauliques occasionnés par les affluents de versant et les phénomènes de ruissellement.

1.3. Nature des phénomènes naturels étudiés

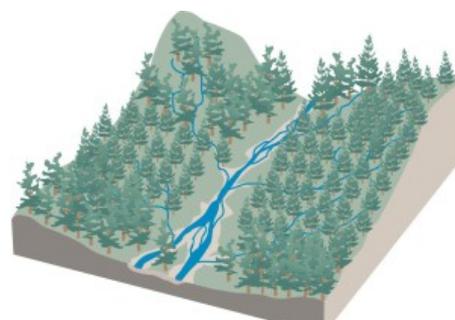
Les phénomènes hydrauliques et de mouvements de terrain identifiés par cette étude peuvent être déclinés en plusieurs sous-catégories, selon les contextes topographiques et géologiques rencontrés. Ils sont les suivants :

→ **Hydraulique :**

- i : crues rapides des rivières ;



- T : crues des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles ;



- V : ruissellements sur versant et ravinement ;



- N : inondations par remontées de nappes ;

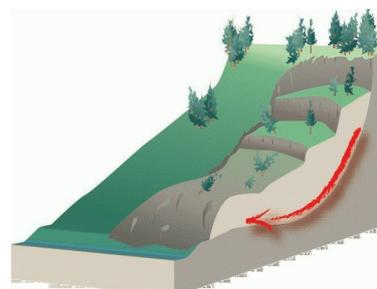


- l' : inondation de pied de versant ;



→ **Mouvements de terrain :**

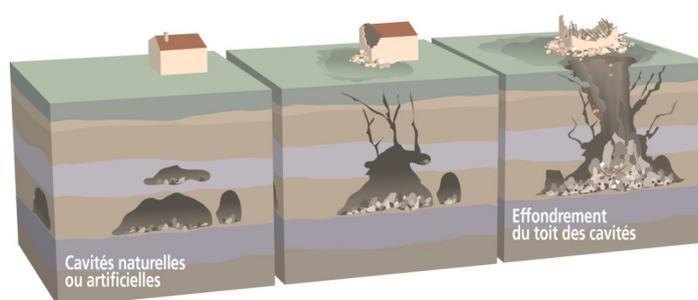
- G : glissements de terrain, solifluxion et coulées boueuses ;



- P : chutes de pierres et de blocs ;



- F : affaissements, effondrements de cavités souterraines, suffosion.



Ces différentes catégories d'aléas sont définies plus précisément dans le tableau ci-après.

Aléa	Symbole	Définition du phénomène
Crue rapide des rivières et des fossés	i	Inondation pour laquelle l'intervalle de temps entre le début de la pluie et le débordement ne permet pas d'alerter de façon efficace les populations. Les bassins versants de taille petite et moyenne sont concernés par ce type de crue dans leur partie ne présentant pas un caractère torrentiel dû à la pente ou à un fort transport de matériaux solides.
Crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles	T	Crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5 %), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10 % du débit liquide), de forte érosion des berges et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel. Cas également des parties de cours d'eau de pente moyenne (avec un minimum de 1%) lorsque le transport solide reste important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents. Les laves torrentielles sont rattachées à ce type d'aléa.
Ruissellement sur versant Ravinement	V	Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique (y compris fossés de route à forte pente) suite à de fortes précipitations. Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosions localisées (ravinement). Débordements des fossés conduisant à des épandages sur versant.

Aléa	Symbole	Définition du phénomène
Inondation par remontée de nappe	N	Débordement d'un aquifère entraînant la formation d'une lame d'eau stagnante sur une durée potentiellement longue (quelques journées à plusieurs semaines). Humidité importante du sous-sol entretenant la présence d'une végétation hygrophile et pouvant favoriser l'installation d'une lame d'eau en surface par effet de saturation du terrain.
Inondation en pied de versant	I'	Submersion par accumulation et stagnation d'eau sans apport de matériaux solides dans une dépression du terrain ou à l'amont d'un obstacle, sans communication avec le réseau hydrographique. L'eau provient d'un ruissellement sur versant ou d'une remontée de nappe.
Glissement de terrain	G	Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle.
Chute de pierres et blocs	P	Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.
Affaissement, effondrement	F	Évolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karst) et anthropique (carrière, galeries diverses) avec des manifestations en surface lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement). Celles d'origine minière ne relèvent pas du code de l'Environnement (code Minier), mais peuvent être signalées pour information.
Suffosion	F	Entraînement, par des circulations d'eaux souterraines, de particules fines (argiles, limons) dans des terrains meubles constitués aussi de sables et graviers, provoquant des tassements superficiels voire des effondrements.

1.4. Établissement de la carte des aléas

La cartographie des aléas est établie sur fond cadastral au 1/5 000. Elle présente les niveaux d'aléas relatifs à divers phénomènes naturels affectant le territoire étudié. Elle est accompagnée du présent rapport et d'une carte informative des phénomènes naturels, établie sur fond topographique au 1/10 000, localisant les événements historiques et les phénomènes actifs identifiés sur le terrain.

L'exposition du territoire étudié aux phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et le niveau de risque sismique sont rappelés en annexe à la fin de ce rapport de présentation, respectivement aux chapitres § IV.3 et § IV.4. Ces deux catégories de phénomènes ne sont pas traitées par la carte des aléas.

De même, les risques miniers résultant de l'exploitation de matériaux listés à l'article L. 111-1 du code minier, ne sont pas traités par la carte des aléas. Ils peuvent cependant être signalés pour information, si des informations précises sont disponibles à leur sujet.

Les dénominations utilisées des lieux cités (lieux-dits, cours d'eau, bâtiments spécifiques, etc.) dans le rapport de présentation sont celles figurant sur les cadastres, la carte IGN, les plans des communes ou de témoignages. À défaut de nom, les lieux sont désignés par le nom de lieu-dit le

plus proche et le plus représentatif.

La cartographie a été élaborée à partir de reconnaissances de terrain effectuées entre mai et juillet 2021 par Eric PICOT, chargé d'études et Didier Mazet-Brachet, chef de projet, d'une enquête auprès des municipalités et de l'exploitation de différentes sources relatives à la problématique des risques naturels rencontrés (bibliographie, sites gouvernementaux, etc.).

I.5. Présentation de la zone d'étude

I.5.1. Situation

Les communes de Druillat, Varambon, Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-Palud, Villieu-Loyes-Mollon occupent la bordure de la rive droite de la plaine de l'Ain. Elles sont proches de la ville d'Ambérieu-en-Bugey située à l'est sur la rive opposée, à quelques kilomètres à vol d'oiseau. Elles appartiennent à l'unité géographique de la Côtière de l'Ain qui s'étend entre Pont-d'Ain et Meximieux.

Ces six communes sont administrativement rattachées à plusieurs cantons et communautés d'agglomération ou de communes. Le tableau suivant dresse leur dépendance administrative.

Commune	Arrondissement	Communauté d'agglomération (1) / Communauté de communes (2)
Druillat	Bourg-en-Bresse	Bassin de Bourg-en-Bresse (1)
Varambon	Nantua	Rives de l'Ain – Pays du Cerdon (2)
Priay	Nantua	Rives de l'Ain – Pays du Cerdon (2)
Villette-sur-Ain	Bourg-en-Bresse	La Dombes (2)
Châtillon-la-Palud	Bourg-en-Bresse	La Dombes (2)
Villieu-Loyes-Mollon	Belley	La Plaine de l'Ain (2)

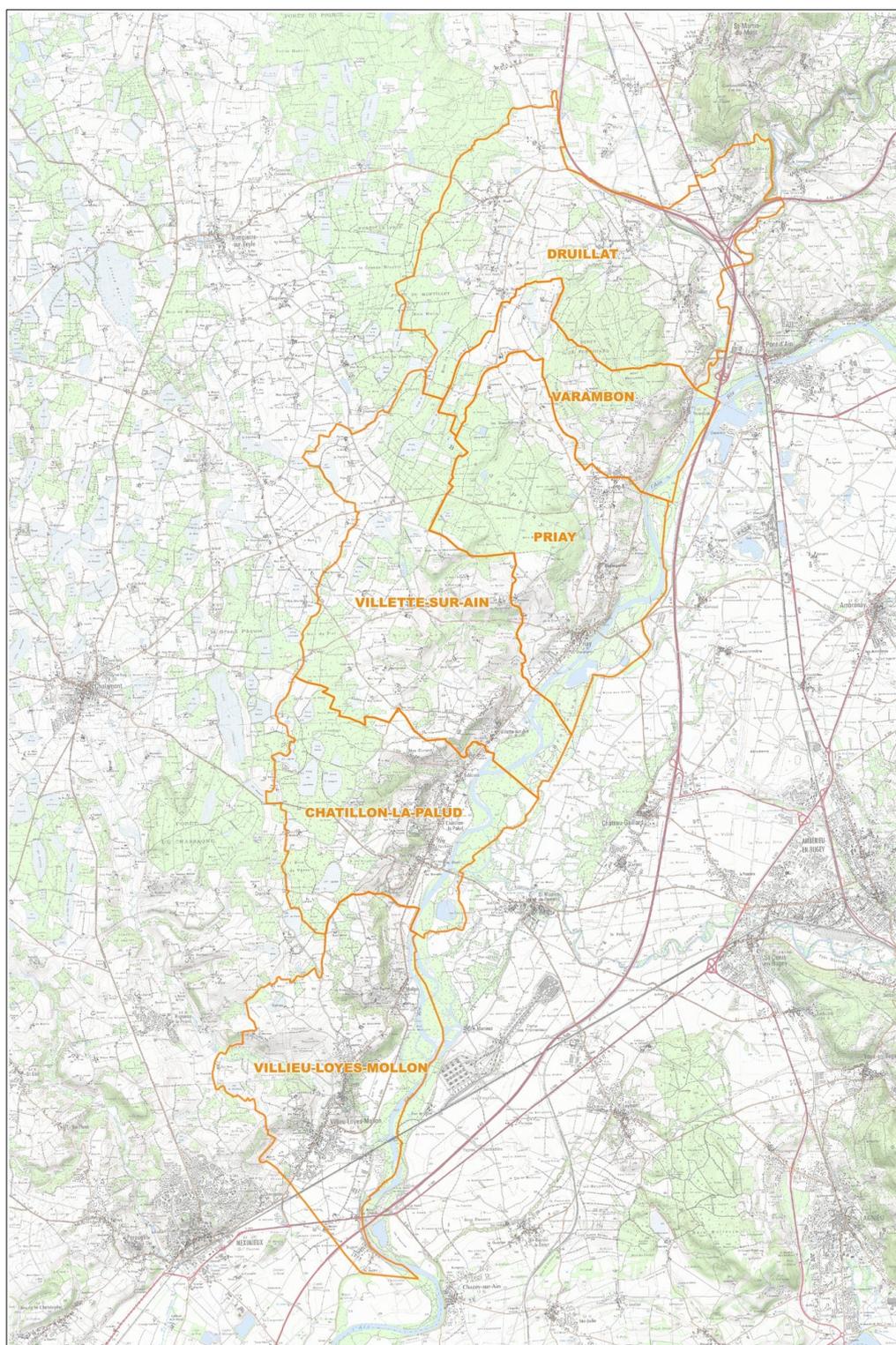


Figure I.1 : Localisation des communes de Drullat, Varambon, Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-Palud, Villieu-Loyes-Mollon.

I.5.2. Cadre géographique et naturel

1.5.2.1. Géographie et géomorphologie de la zone d'étude

Les six communes appartiennent à la Côtière de l'Ain (rive droite de la Plaine de l'Ain). Elles s'étendent à cheval entre le plateau de La Dombes et la Plaine de l'Ain jusqu'à la rivière, voire en empiétant parfois sur sa rive gauche. La commune de Druillat, située à l'extrémité nord de la zone d'étude, s'étire également jusqu'en bordure de la chaîne jurassienne (secteur de Turgon). La zone d'étude chevauche ainsi trois entités géographiques et géologiques distinctes.

Le relief est relativement marqué au niveau du versant principal de la Côtière qui sépare la plaine de l'Ain du plateau de La Dombes. Il peut présenter des escarpements très prononcés, voire des décrochements sub-verticaux, liés à l'histoire géomorphologique de la région (érosion contemporaine des stades glaciaires et post-glaciaires).

Une interface vallonnée s'insère entre le plateau de La Dombes et le versant de la Côtière, ainsi qu'au nord de Druillat, en bordure de la chaîne jurassienne. Elle se présente sous la forme de petites collines peu élevées à pente généralement faible.

La topographie s'aplanit progressivement vers l'ouest, au fur et à mesure que l'on pénètre à l'intérieur du plateau de La Dombes.

La plaine de l'Ain compose la bordure est de la zone d'étude. La rivière s'écoule parfois contre le pied de la Côtière, ce qui peut former des versants redressés hauts de plusieurs mètres, voire quelques dizaines de mètres. Elle incise également des terrasses fluvio-glaciaires de sa plaine en formant de petits talus de quelques mètres de hauteur en bordure de ses berges et de son lit majeur.

Les altitudes sont globalement faibles. Elles s'établissent entre environ 235 mètres et 215 mètres du nord au sud de la Plaine de l'Ain et entre 340 mètres et 250 mètres du nord au sud de la zone de plateau. Le point culminant se situe à 343 mètres d'altitude au Mont-Turgon (commune de Druillat).

1.5.2.2. Desserte de la zone d'étude

L'autoroute A 42 longe la zone d'étude en la recoupant parfois très ponctuellement. Elle constitue l'axe de circulation majeur de la région. Trois échangeurs permettent d'accéder aux six communes en empruntant ensuite des trajets relativement courts. Il s'agit du sud au nord des sorties n°7 de Pérouge / Meximieux, n°8 d'Ambérieu-en-Bugey et n°9 de Pont-d'Ain. Au niveau de Druillat, un échangeur divise l'A 42 entre l'A 40 et l'A 41 qui conduisent respectivement en direction de la Haute-Savoie et de la Bresse.

La RD 1084 seconde l'autoroute A 42 en absorbant une grande partie du trafic de proximité transitant par la plaine de l'Ain. Cette route parcourt la plaine en dehors de la zone d'étude. Elle permet d'accéder facilement à la Côtière grâce à des axes routiers transversaux reliant les deux côtés de la plaine de l'Ain (RD 904 entre Ambérieu-en-Bugey et Châtillon-la-Palud et RD 5 entre Ambérieu-en-Bugey et Priay).

Un réseau routier local relie les communes entre elles. La RD 984 longe le pied de la Côtière entre Meximieux et Pont-d'Ain. Elle parcourt la bordure ouest de la plaine de l'Ain en traversant chaque village jusqu'à Varambon, puis elle rejoint Pont-d'Ain en évitant celui de Druillat. Ce dernier situé à l'écart est alors desservi par la RD 17a qui se greffe sur la RD 984.

Un maillage routier secondaire (petites routes départementales et chemin communaux) raccordé à

la RD 984 complète ce schéma de circulation. Plusieurs de ses routes s'élèvent sur le plateau des La Dombes et le parcourt en rattachant les communes de la Côtière à celles de La Dombes.

La voie ferrée Lyon – Bourg-en-Bresse emprunte la Plaine de l'Ain. Elle dessert les gares de Meximieux, Ambérieu-en-Bugey et Pont-d'Ain. En gare d'Ambérieu-en-Bugey, elle est rejointe par une ligne ferroviaire desservant la Savoie.

1.5.2.3. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est principalement structuré autour de l'Ain. Ce cours d'eau majeur prenant sa source au sein du Massif du Jura draine une large partie de la zone d'étude. Sur la commune de Druillat, il est rejoint par le Suran, qui est un de ses plus gros affluents. Seule une infime partie de la bordure ouest de la zone d'étude échappe à son bassin versant, en voyant ses eaux s'évacuer vers la Saône via un réseau hydrographique très individualisé.

La zone de plateau rattachée au bassin versant l'Ain est drainée par une multitude de cours d'eau empruntant de petites vallées ou franchissant les versants de la Côtière, pour rejoindre la rivière principale. Les bassins versants présentent des superficies très variables allant de quelques centaines d'hectares à plusieurs kilomètres carrés. Les principaux cours d'eau sont du nord au sud de la zone d'étude :

- Le ruisseau de Durllet qui prend sa source sur les communes de Priay et de Varambon puis qui traverse celle de Druillat pour se jeter dans le Suran. Ce cours d'eau contourne ces trois communes en formant une vaste boucle vers le Nord qui lui fait remonter la vallée de l'Ain avant de rejoindre le Suran.
- Le ruisseau du Bief de l'Écotay qui parcourt la commune de Priay, en prenant sa source au hameau des Carronières. Ce cours d'eau rejoint l'Ain en traversant le village de Priay.
- Le ruisseau du Bief de la Fougère qui draine presque l'intégralité du plateau de Villette-sur-Ain par le biais de plusieurs sous-affluents, puis qui se jette dans l'Ain en longeant temporairement la limite communale avec Priay.
- Le ruisseau de Coplan qui draine une large combe de la commune de Châtillon-la-Palud, puis qui traverse le hameau de Bublanne peu avant d'atteindre l'Ain.
- Le ruisseau du Bief de Janet qui souligne la limite communale entre Châtillon-la-Palud et Villieu-Loyes-Mollon. Ce cours d'eau s'écoule exclusivement en zone naturelle.
- Le ruisseau du Gardon qui traverse la bordure sud du village de Mollon, sur la commune de Villieu-Loyes-Mollon. Ce cours d'eau draine une combe se formant quelques centaines de mètres au nord-ouest du village de Mollon, au niveau du Mont-Bellon.
- Le ruisseau de la Toison qui prend sa source au cœur du Plateau de La Dombes, sur la commune de Chalamont en dehors de la zone d'étude. Ce cours d'eau serpente dans une vallée au caractère très naturel jusqu'à la commune de Villieu-Loyes-Mollon, puis il traverse le village de Villieu et retrouve un bref tronçon naturel avant de se jeter dans l'Ain.

Quelques autres ruisseaux de taille moins importante et présentant généralement des écoulements intermittents sont également présents. On peut citer :

- Le ruisseau de la Combe de Boissieu sur la commune de Varambon.
- Le ruisseau des Vignes-Beguet sur la commune de Châtillon-la-Palud (hameau de Bublanne).

- Le ruisseau de Charmont (ou de Vers-Bonnel) sur la commune de Châtillon-la-Palud (quartier Vers-Bonnel du village de Châtillon-la-Palud).
- Le ruisseau de Chez-le-Bret sur la commune de Châtillon-la-Palud (quartier Gévrieux du village de Châtillon-la-Palud).

1.5.2.4. Environnement naturel

La zone d'étude revêt un caractère à la fois agricole et très naturel. Le côté naturel est en grande partie porté par le Plateau de La Dombes et ses nombreux étangs. Bien que les communes de la Côtière ne s'étendent pas jusqu'au cœur de cette zone naturelle, sa présence influe d'un point de vue environnemental jusqu'en bordure de la plaine de l'Ain. Outre la présence d'étangs, elle accueille des zones boisées alternant avec des espaces enherbés et semble tenir à distance la pression foncière qui pourrait s'exercer depuis la Côtière.

La Plaine de l'Ain souligne également un certain côté naturel, notamment le long de la rivière et de ses anciens lits qui sont occupés par une végétation essentiellement boisée.

Parallèlement, la région présente une vocation fortement agricole très imbriquée avec les espaces naturels, ce qui conduit au fusionnement de deux. La plaine de l'Ain est ainsi majoritairement cultivée. Elle accueille essentiellement du maïs, sa planéité et ses possibilités d'irrigation favorisant cette culture. La zone de plateau est également très exploitée dès que la topographie le permet. Les cultures céréalières tendent alors à prédominer.

1.5.3. Contexte géologique

La zone d'étude occupe l'extrémité sud de la dépression bressane, avec une infime partie qui s'appuie sur le contrefort occidental de la chaîne jurassienne (extrémité nord de la commune de Druillat).

La dépression bressane a débuté dès la fin de l'ère secondaire (crétacé), alors que la région était recouverte d'une mer peu profonde. Elle s'est accentuée au cours du milieu de l'ère tertiaire (Oligocène) pour former un vaste fossé d'effondrement. Ce mouvement de subsidence a répondu à l'apparition d'une fracturation profonde sub-v verticale liée à une distension entre les régions Jurassienne et du Massif-Central. Le phénomène a conduit à l'effondrement des formations calcaires présentes entre Jura et Massif-Central. Une vaste cuvette s'est ainsi formée. Alimentée par différents cours d'eau de cette époque, elle s'est transformée en lac peu profond d'environ 350 kilomètres de long pour 40 à 60 kilomètres de large, probablement jalonné d'îles. Ce milieu lacustre s'est ensuite progressivement comblé jusqu'au début du Miocène, sous l'effet de la sédimentation fluviale.

Après un répit sédimentaire relativement long, une transgression marine de courte durée a envahi la Bresse par le sud pendant le Tortonien (Miocène supérieur), jusqu'à la hauteur de Lons-le-Saunier, établissant un épisode de sédimentation péricontinental. Puis, le retrait marin, probablement lié à de puissants dépôts alluvionnaires de l'Isère au niveau du bas-Dauphiné, a laissé place à l'installation d'un nouveau stade de sédimentation fluvio-lacustre au niveau de la dépression bressane, au cours de laquelle des couches de lignites se sont intercalées entre les sédiments.

Une nouvelle interruption sédimentaire s'est probablement instaurée entre la fin du Tortonien et le début du Pliocène. Elle a pu coïncider avec le soulèvement du Jura et le creusement pré-pliocène du Rhône à l'aval de Lyon et probablement de son réseau hydrographique affluent jusqu'en

Bresse.

Puis, l'une des phases ultimes de la sédimentation tertiaire dans la région s'est mise en place suite au dépôt d'un puissant épandage caillouteux d'origine alpine (alluvions jaunes apportées par le Rhône) qui a formé un vaste cône de déjection dépassant en hauteur les dépôts tertiaires précédemment mis en place. Le sud de la Bresse s'est ainsi retrouvé totalement fermé et transformé en un nouveau lac peu profond (réseau hydrographique piégé) soumis à une sédimentation lacustre jusqu'au Tertiaire terminal.

Le début de l'ère quaternaire semble avoir été relativement calme dans la région en termes de sédimentation. Il a été plus probablement propice à l'érosion et à l'apparition de la vallée de l'Ain entre Bresse et Jura avec l'ébauche de la Côtière.

L'ère quaternaire a ensuite connu une forte activité glaciaire avec des avancées plus ou moins importantes du glacier du Rhône qui a envahi une large partie du plateau de La Dombes. Le stade Rissien a été le plus actif dans la région, avec des langues glaciaires qui ont atteint la région de Bourg-en-Bresse et de Lyon. C'est durant une phase interglaciaire rissienne que la vallée de l'Ain et sa Côtière se sont fixées à leur emplacement actuel.

La période würmienne a été moins active. Le glacier du Rhône s'est avancé dans la vallée de l'Ain à quelques reprises. Sa première phase a atteint le plateau de La Dombes et a légèrement occupé sa bordure sud en bloquant différentes vallées, dont celle de l'Ain, entraînant ainsi la formation d'un lac glaciaire. Une autre phase l'a vu atteindre la vallée de l'Ain puis s'écouler vers l'Est-lyonnais.

Une période post-glaciaire s'est ensuite installée avec une activité fluviale qui a érodé et remanié les dépôts tertiaires et quaternaires, poursuivant le façonnage du relief tel qu'il apparaît aujourd'hui.

1.5.3.1. Formations secondaires

L'extrémité nord de la commune de Druillat empiète sur la bordure occidentale de la chaîne jurassienne. Elle présente un substratum calcaire datant du Jurassique supérieur. On rencontre ainsi :

- Des **marnes grises** (notées J4 sur la carte géologique) à ammonites pyriteuses de l'Oxfordien inférieur.
- Un **calcaire argileux** (notées J5 sur la carte géologique) à spongiaire et des marnes grises de l'Oxfordien moyen à supérieur.
- Un **calcaire fin** (notées J7 sur la carte géologique) de couleur crème à oolithes blanches du Kimméridgien inférieur.
- Un **calcaire dolomitique** (notées J8 sur la carte géologique) et une dolomie grise du Kimméridgien supérieur.

Ces formations de l'ère Secondaire composent le substratum du Mont-Turgon et du plateau accueillant le hameau de Turgon.

1.5.3.2. Formations tertiaires

Les formations tertiaires sont représentées par des dépôts du Miocène et du Pliocène. Elles composent le substratum de la Plaine de l'Ain et du plateau de La Dombes. Elles affleurent sur les versants de la Côtière et sont couvertes par des dépôts quaternaires ailleurs. Deux formations

principales se rencontrent :

- La formation argilo-sableuse du Miocène présentant deux faciès :
 - Un faciès à dominante argileuse (notée M3A sur la carte géologique) de couleurs très variables ; composé d'argiles et de silts finement lités, ce faciès compose la base des dépôts miocènes. Il forme l'essentiel de la structure du relief de la Côtière.
 - Un faciès sableux (molasse sableuse) de teinte grise jaunâtre à bleuâtre composé de sables siliceux fins à moyens. Ce faciès compose plutôt le sommet des dépôts miocènes. Il forme une partie de la zone sommitale de la Côtière et affleure parfois sous la forme d'un talus très redressé, voire subvertical.
- Les alluvions jaunes du Pliocène supérieur d'origine alpine apportés par le Rhône ; il s'agit de cailloutis à galets polygéniques relativement arrondis et hétérométriques et à matrice sablo-limoneuse. Les dimensions des galets varient de quelques centimètres à quelques décimètres, avec une taille croissante vers le sommet de la formation. Les alluvions jaunes se rencontrent sur les hauteurs de Priay, Varambon et Druillat, en recouvrement des argiles et sables du Miocène.

1.5.3.3. Formations quaternaires

L'activité glaciaire du Quaternaire a donné lieu à de nombreux dépôts de matériaux meubles de différents types :

- des placages morainiques des stades rissiens occupent certains flancs de collines et le sommet de la Côtière. Il s'agit de moraine de fond correspondant aux matériaux charriés par les glaciers, puis abandonnés sur place lors de leur retrait. De composition très argileuse et renfermant des galets de nature hétérogène, leur épaisseur n'excède pas quelques mètres ;
- Des dépôts fluvio-glaciaires liés aux stades glaciaires du Würm occupent une large partie de la plaine de l'Ain. D'autres datant du Riss s'étendent au nord du village de Druillat sur le plateau des Rossettes. Il s'agit de matériaux d'origine glaciaire remaniés puis redéposés par des écoulements contemporains des phases de retrait glaciaire. Ces dépôts forment des terrasses étagées qui soulignent des stades glaciaires précis.
- le plateau de La Dombes est plus généralement tapissé de limons fins jaunâtres (loess) d'origine éolienne dès que l'on s'éloigne de sa bordure. Ce limon recouvre la moraine rissienne. Son épaisseur peut atteindre quelques mètres.
- Des colluvions occupent généralement les pieds de versant. Il s'agit de matériaux produits par des phénomènes de ruissellements et de glissements de terrain anciens, en particulier lorsque la région était dénudée ce qui permettait à l'érosion d'être plus active.
- L'axe de la vallée de l'Ain (tracé actuel de la rivière et une large partie de son champ d'inondation) ainsi que la vallée du Suran sont occupés par des alluvions fluviales correspondant aux dépôts récents de l'actuel réseau hydrographique. Il s'agit généralement matériaux graveleux grossiers pouvant être recouverts de limons.



Figure I.2: carte géologique.

I.5.3.4. Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels

En présence de pente, les matériaux argileux meubles (dépôts meubles et partie altérée des formations rocheuses) peuvent être sujets aux glissements de terrain. Leur plus ou moins forte sensibilité au phénomène dépend de la pente, de leur composition (teneur argileuse notamment) et de la présence ou non d'agent aggravant tel que des venues d'eau. Ainsi, à pente égale, un matériau argileux présentera une exposition plus forte aux instabilités de terrain qu'un matériau à composition graveleuse dominante et la présence d'eau aggravera cette sensibilité au phénomène.

Le faciès argileux du Miocène, les couches superficielles d'altération superficielle du substratum en général, les dépôts morainiques et les colluvions de versant, tous réputés argileux, sont ainsi plus particulièrement sensibles aux glissements de terrain du fait de leur nature.

Les formations calcaires composant le substratum de la partie nord de Druillat hébergent potentiellement un réseau karstique. Une attention particulière doit donc être portée à leur niveau pour s'assurer, autant que possible, de l'absence de cavité souterraine.

Dans ce même registre, les formations meubles superficielles peuvent voir se former des cavités naturelles sous l'effet de circulations d'eaux souterraines (phénomène de suffosion). Ce phénomène est difficilement prévisible, voire imprévisible. Seuls des cas d'effondrements connus peuvent alerter sur la sensibilité de certains secteurs à ce type de phénomène.

Quelques rares affleurements rocheux sont présents au nord de Druillat où se rencontre un substratum rocheux affleurant. Des chutes de blocs sont possibles dès lors qu'un affleurement rocheux saillant se présente.

Les matériaux meubles tels que les dépôts alluvionnaires, les placages morainiques, les colluvions, etc. sont traditionnellement sensibles aux phénomènes d'érosion sous l'effet des écoulements. Des phénomènes de ravinement peuvent se produire dans les combes et sur les chemins lorsque des écoulements se concentrent et affouillent le sol. Un lessivage, voire des ravinelements localisés peuvent se développer sur les pentes dénudées lorsque de fortes précipitations s'abattent et entraînent des phénomènes de ruissellement généralisé. Les terrains agricoles sont particulièrement sensibles à ce phénomène, notamment entre les cycles de cultures ou lorsque les cultures ne fixent pas suffisamment le sol (par exemple, plans espacés tel que le maïs).

I.5.4. Contexte climatique

Les conditions météorologiques, et plus particulièrement les précipitations, tant en ce qui concerne leur intensité que leur durée, jouent un rôle essentiel dans l'apparition et l'évolution des phénomènes naturels. C'est principalement le cas pour l'activité des cours d'eau, le ruissellement et pour les glissements de terrain.

Les descriptions ci-dessous se basent sur les statistiques établies à la station de Ambérieu (01) (indicatif 01089001, période 1981-2010 pour les données climatiques, respectivement 1974-2012 pour les statistiques pluviométriques), station géographiquement la plus proche de la zone d'étude, pour laquelle des statistiques climatiques et pluviométriques sont disponibles.

I.5.4.1. Les températures

La température moyenne annuelle à la station d'Ambérieu est de 11,5 °C, variant entre 2,5 et 20,8 °C, alors que les températures minimales et maximales (moyenne) se situent entre 0,8 (janvier) et 27,0 °C (juillet) (Cf. Figure I.3).

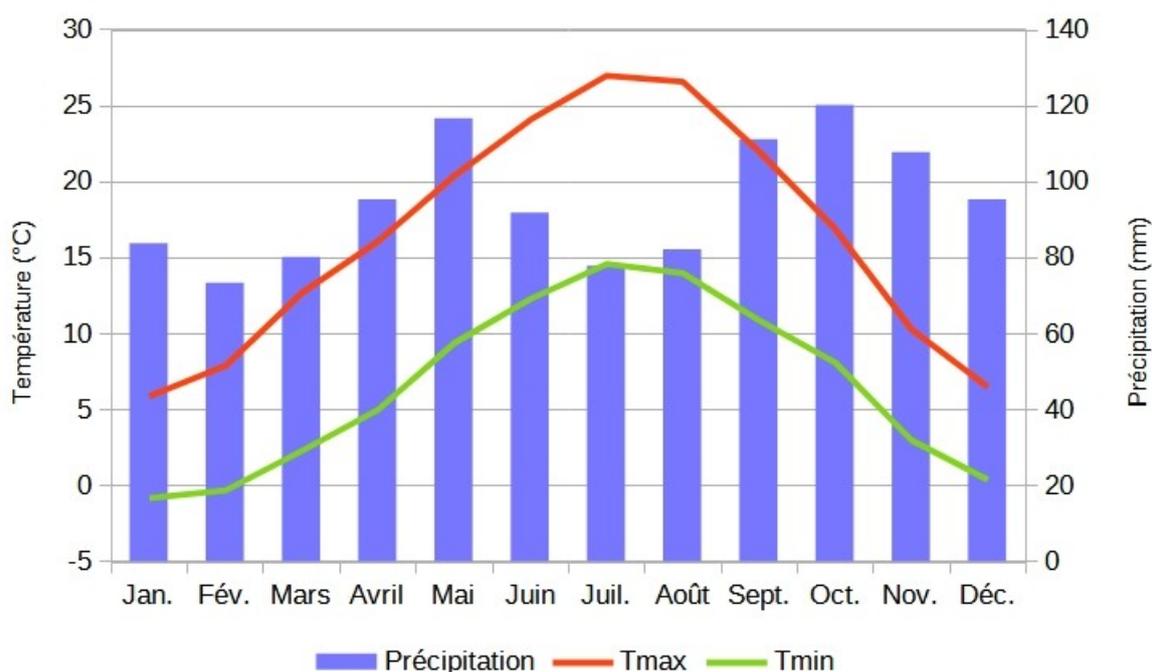


Figure I.3: Normales climatiques à la station d'Ambérieu (01) (indicatif 01089001, période 1981-2010)

Quant aux records de températures, ils ont été enregistrés en 1963 pour le minimum (26,9 °C) et 2003 pour le maximum (40,3 °C).

1.5.4.2. Les précipitations

Les précipitations mensuelles sont presque toujours supérieures à 80 mm (Cf. Figure I.3), avec un minimum en février (73,3 mm), alors que le printemps (avril à juin) et l'automne (septembre à novembre-décembre) sont les deux périodes avec les précipitations les plus abondantes (90 mm et plus).

Les hauteurs quotidiennes maximales de précipitations, entre 1934 et 2021, sont comprises entre 45,9 mm (janvier 2015) et 101,9 mm (octobre 1970). L'analyse statistique des précipitations établit à 80,3 mm la pluie journalière décennale et 113,3 mm la pluie centennale sur 24 heures.

1.5.4.3. Facteurs climatiques et phénomènes naturels

Il existe une étroite relation entre l'apparition de phénomènes naturels dommageables et les caractéristiques de certains facteurs climatiques.

Ainsi :

- les précipitations liquides, et particulièrement lorsqu'elles sont brutales ou violentes (orages) provoquent des crues pouvant conduire à des débordements et imprègnent les terrains pouvant déclencher ou réactiver des glissements ;
- la saturation du sous-sol par les eaux météoriques, consécutive le plus souvent à des précipitations de longue durée, et le développement associé de pressions interstitielles, constitue un paramètre moteur essentiel dans le déclenchement ou la réactivation de glissements de terrain (en présence d'une pente suffisante et d'un terrain sensible au phénomène) ;
- des précipitations de forte intensité conduisent fréquemment, dans des terrains meubles à la topographie suffisamment prononcée, à des départs de coulées boueuses ;

- les températures régissent les phénomènes de gel-dégel, à l'origine d'altérations et de fragilisations d'affleurements rocheux (chutes de pierres).

1.5.5. Contexte économique et humain

L'analyse des recensements disponibles montre que les communes ont connu une diminution de population entre la seconde moitié du XIXe siècle et la première moitié du XXe siècle. Selon les communes, un creux démographique s'observe ainsi entre les années 1920 et 1960. Cette décroissance traduit une certaine désertification des territoires ruraux à cette époque. La révolution industrielle de la fin du XIXe siècle peut expliquer en partie ce constat. L'apparition de nouveaux bassins d'emploi proches de grandes villes, assortis d'une croissance économique et porteurs de progrès, a pu inciter une partie de la population à migrer.

Une inversion relativement brutale des courbes démographiques s'est en suite installée dès les années 1970, avec une plus forte augmentation dans les années 2000. Ce retour vers une croissance démographique traduit un effet inverse qui voit les zones rurales se repeupler en accueillant une population à la recherche d'un cadre de vie amélioré.

Le graphe suivant présente l'évolution des courbes démographiques depuis le milieu du XIXe siècle.

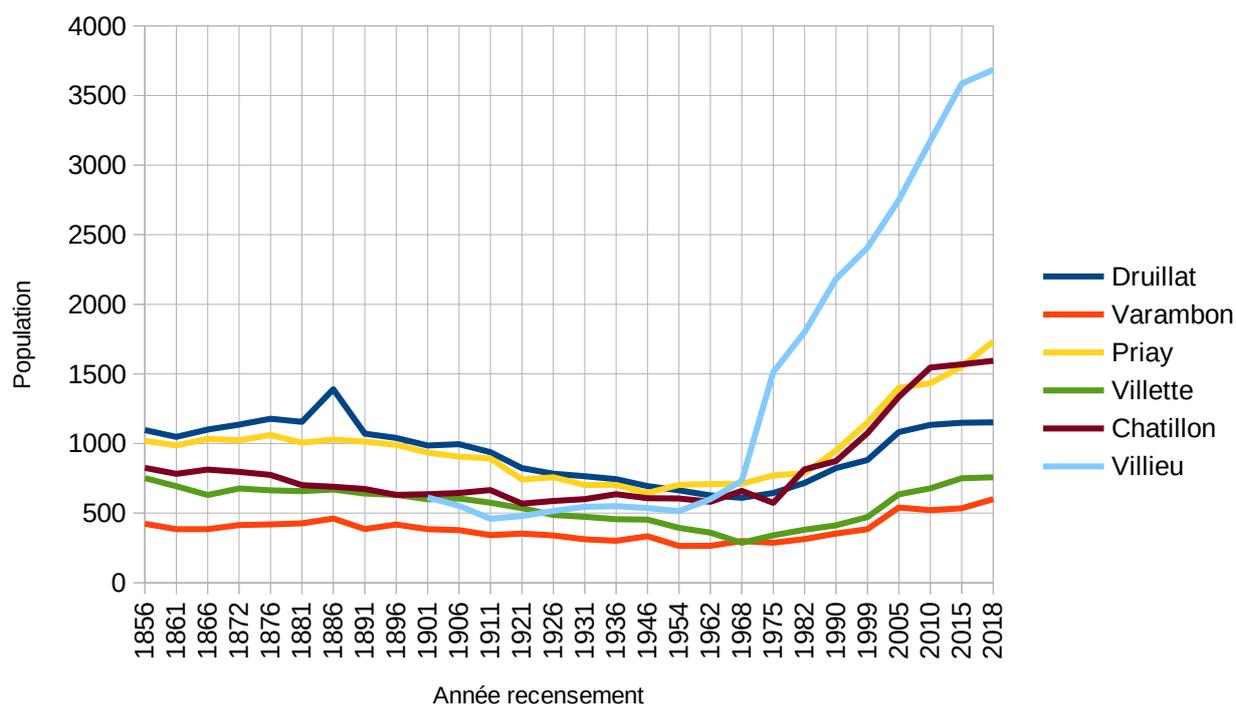


Figure I.4: évolution démographique.

Le tableau suivant résume le nombre d'habitants de chaque commune au dernier recensement. Ces valeurs sont annoncées pour l'année 2018.

Commune	Population
Druillat	1152
Varambon	601
Priay	1733
Villette-sur-Ain	757
Châtillon-la-Palud	1594
Villieu-Loyes-Mollon	3684

II. Méthodologie

II.1. Principes généraux

II.1.1. Notion d'aléa

La notion d'aléa traduit la probabilité d'occurrence, en un point donné, d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définie. Pour chacun des **phénomènes rencontrés**, différents niveaux d'aléas sont définis en fonction de l'**intensité** et la **probabilité d'occurrence** pour un ou plusieurs scénarios de référence. La carte des aléas, établie sur fond cadastral au 1/5 000 présente un zonage des divers aléas observés. La précision du zonage est, au mieux, celle des fonds cartographiques utilisés comme support.

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'estimation de l'aléa dans une zone donnée est complexe. Son évaluation fait appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude, au contexte géologique, aux caractéristiques des précipitations et à l'appréciation du chargé d'études. Pour limiter tout aspect subjectif, **la cartographie respecte les principes de caractérisation des différents aléas définis par les pouvoirs compétents de l'État (guides techniques notamment) et ses représentants sur le département de l'Ain**. Ces principes sont explicités pour chaque type d'aléa dans les pages suivantes.

La finalité de la cartographie des aléas est en premier lieu la gestion des risques dans les zones à enjeux. On entend ici par zone à enjeux les secteurs déjà bâtis et les zones à potentiel d'aménagement et les voiries stratégiques (c'est-à-dire à accès unique pour de l'habitat). Ces secteurs font l'objet d'une attention particulière, se traduisant par une plus grande finesse dans le report des limites de zones et dans la justification des niveaux d'aléas. Dans les zones naturelles, la cartographie a été réalisée de façon plus globale afin d'éviter la dispersion des moyens.

II.1.2. Notion d'intensité et de fréquence

L'élaboration de la carte des aléas impose de connaître, sur l'ensemble de la zone étudiée, l'intensité et la probabilité d'apparition des divers phénomènes naturels.

L'intensité d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de la nature même du phénomène : débits liquides et solides pour une crue torrentielle, volume des éléments pour une chute de blocs, importance des déformations du sol pour un glissement de terrain, etc.

L'importance des dommages causés par des phénomènes de même type peut également être prise en compte.

L'estimation de la probabilité d'occurrence d'un phénomène de nature et d'intensité données traduit une démarche statistique qui nécessite de longues séries de mesures ou d'observations du phénomène. Elle s'exprime généralement par une **période de retour** qui correspond à la durée moyenne qui sépare deux occurrences du phénomène. Une crue de période de retour décennale se produit **en moyenne** tous les dix ans si l'on considère une période suffisamment longue (un millénaire) ; cela ne signifie pas que cette crue se reproduit périodiquement tous les dix ans mais simplement qu'elle s'est produite environ cent fois en mille ans, ou qu'elle a une chance sur dix de se produire chaque année.

D'une façon générale, le phénomène de référence pour la carte des aléas est le plus fort événement historique connu, ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale. En conséquence, les phénomènes d'occurrence plus faible ne sont pas pris en compte dans la carte des aléas.

Si certaines grandeurs sont relativement aisées à mesurer régulièrement (les débits liquides par exemple), d'autres le sont beaucoup moins, soit du fait de leur nature même (surpressions occasionnées par une coulée boueuse), soit du fait du caractère instantané du phénomène (chute de blocs). La probabilité du phénomène sera donc généralement appréciée à partir des informations historiques et des observations du chargé d'études.

II.1.3. Usage des outils géomatiques

Des techniques géomatiques fondées, en particulier, sur l'exploitation du MNT et de croisements de données thématiques peuvent être utilisées pour l'élaboration de la carte des aléas (études hydrologiques, étude des pentes, etc.).

Nous avons ainsi utilisé un LIDAR réalisé spécifiquement pour l'étude hydraulique de l'Ain et du Suran. Ce relevé LIDAR déborde très légèrement sur les pieds de versant de la Côtière. En dehors de son emprise, le MNT IGN général au pas de 1 mètre a été exploité (RGE ALTI 1m).

Par la suite, le Centre Régional Auvergne-Rhône-Alpes de l'Information Géographique (CRAIG) a fourni un Lidar couvrant la région de la Dombes jusqu'à la Plaine de l'Ain. Ce support topographique a été exploité uniquement par le volet modélisation hydraulique de la présente étude. En effet, ce document topographique a été mis à disposition après la réalisation du volet de cartographie globale du territoire étudié (cartographie à dire d'expert des aléas de versant et des aléas hydrauliques en dehors des zones modélisées).

Les résultats fournis par ces techniques ne peuvent être utilisés comme une vérité intangible, mais seulement comme une aide à la décision. La cartographie des aléas est donc avant tout fondée sur les observations de terrain et l'expertise du chargé d'études.

II.1.4. Prise en compte des ouvrages de protection

La carte des aléas est établie, sauf exceptions dûment justifiées, en ne tenant pas compte d'éventuels dispositifs de protection. L'aléa est ainsi cartographié en représentant les phénomènes naturels tel qu'ils se manifesteraient sans ouvrage de protection (aléa initial).

Par contre, selon l'efficacité reconnue des ouvrages de protection ou, à l'inverse, le risque

d'aggravation de l'aléa qu'ils peuvent représenter, une cartographie annexe de l'aléa peut être établie en intégrant leur existence, pour souligner leur rôle et leur impact sur l'aléa initial. Cette cartographie annexe, qui traduit le rôle des ouvrages de protection, peut conduire à un allègement de l'aléa initial ou à son aggravation.

En cas de réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) le même principe doit s'appliquer en le faisant figurer au niveau du zonage réglementaire du PPRN (traduction réglementaire de la carte des aléas).

A priori, aucun ouvrage de protection pouvant donner lieu à une double cartographie (aléa initial sans prise en compte des ouvrages de protection et aléa tenant compte des ouvrages de protection) n'a été observé sur la zone d'étude. Mais il n'est pas exclu que de tels ouvrages soient réalisés dans le futur. Leur incidence sur l'aléa devra alors être définie et traduite cartographiquement comme expliqué ci-dessus.

II.2. Représentation cartographique

II.2.1. Fonds de référence

Les fonds de référence utilisés pour l'expertise et la cartographie sont le cadastre DGI et l'orthophotographie IGN (BD ortho). En cas de discordance des deux fonds (mauvais ajustement des limites parcellaires et des bâtiments), la règle suivante est utilisée :

- en zone naturelle et en zone agricole non bâtie, recalage des aléas sur le fond orthophotographique ;
- en zone urbanisée, recalage des aléas sur le fond cadastral.

II.2.2. Niveaux d'aléa

Chaque zone distinguée sur la carte des aléas est identifiée par une limite et par un remplissage en couleur traduisant le niveau d'aléa intéressant la zone.

Lorsque plusieurs types d'aléas de différents niveaux se superposent sur une zone, la couleur appliquée est celle correspondant à l'aléa du niveau le plus fort. Les aléas présents sont signalés par la mention de lettres et d'indices les décrivant, tels qu'indiqués dans le tableau suivant.

Niveau aléa	Aléa très fort	Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible	Aléa très faible à diffus ⁽¹⁾ , production d'aléa / phénomène généralisé ⁽²⁾
Phénomène					
Inondation par crue rapide des cours d'eau	i4	i3	i2	i1	-
Crue torrentielle des cours d'eau	-	T3	T2	T1	T01 ⁽¹⁾
Ruissellement / ravinement	-	V3	V2	V1	Vga, Vgb, Vgc ⁽²⁾

Remontée de nappe	-	N3	N2	N1	-
Inondation de pied de versant	-	I'3	I'2	I'1	-
Glissement de terrain	-	G3	G2	G1	-
Chutes de pierres et de blocs	-	P3	P2	P1	-
Effondrement de cavités souterraines	-	F3	F2	F1	-

Tableau 1: phénomènes présents et niveaux d'aléa pouvant être déclinés.

II.2.3. Zones d'incertitudes

Pour un même type de phénomène, la plage d'incertitude relative à la position de la limite entre une zone d'aléa fort susceptible de mettre en danger la vie humaine, de détruire le bâti ou de lui causer de sérieux dégâts structurels, et une zone d'aléa moyen ou faible est intégrée par sécurité en zone d'aléa fort.

Pour un même type d'aléa, la plage d'incertitude relative à la position de la limite entre une zone d'aléa faible et une zone où l'aléa est absent ou négligeable est soit dépourvue d'affichage d'aléa, soit dotée d'un affichage spécifique qui permettra une prise en compte par des mesures allégées.

II.3. Méthodologie de qualification des aléas

II.3.1. Les inondations de type crues rapides

II.3.1.1. Définition du phénomène

Il s'agit d'inondations pour laquelle l'intervalle de temps entre le début de la pluie et le débordement ne permet pas d'alerter de façon efficace les populations.

Les bassins versants de petite et moyenne taille sont concernés par ce type de crue dans leur partie ne présentant pas un caractère torrentiel dû à la pente ni un fort transport de matériaux solides.

II.3.1.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le phénomène de période de retour centennale, ou le plus fort événement historique connu si celui-ci est supérieur à l'événement centennal. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé dans le rapport lorsqu'une étude de modélisation est réalisée, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

En l'absence de modélisation, le scénario retenu consiste généralement à identifier le lit majeur du cours d'eau en considérant qu'il est inondable en crue exceptionnelle de type centennale. Il convient alors d'analyser au mieux les caractéristiques des bassins versants pour pouvoir estimer l'ampleur des crues et juger de l'importance des débordements possibles.

Les axes préférentiels d'écoulement des eaux, dont les lits mineurs, sont classés en aléa très fort (i4).

Des distances de recul systématiques d'au minimum 5 m de large, sont appliquées de part et d'autre des axes des lits mineurs. Ce principe d'affichage permet de préserver un libre écoulement des eaux et de conserver un espace accessible sur les berges pour l'entretien des cours d'eau. Il permet également de souligner le risque d'érosion qui pèse généralement sur les berges des cours d'eau.

Pour les zones inondables hors axes préférentiels d'écoulement des eaux, les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

Dynamique	Dynamique lente	Dynamique moyenne	Dynamique rapide
Hauteur H en m			
H < 0,2	Faible (i1)	Moyen (i2)	Moyen (i2)
0,2 < H < 0,5	Faible (i1)	Moyen (i2)	Fort (i3)
0,5 < H < 1	Moyen (i2)	Moyen (i2)	Fort (i3)
1 < H < 2	Fort (i3)		Très fort (i4)
H > 2 (zone de très forte hauteur d'eau)	Très fort (i4)		

Tableau 2: grille de classification de l'aléa de crue rapide.

À défaut de modélisation hydraulique, les hauteurs et la dynamique d'écoulement sont estimées en utilisant les connaissances issues des phénomènes historiques, par analyse géomorphologique des bassins versants et des lits majeurs et plus généralement par analogie avec des contextes similaires connus (expérience d'expert). La dynamique d'écoulement est plutôt jugée sur la base de la pente en long des axes hydrauliques et sur leur sinuosité (présence de méandres par exemple). La vitesse de montée de l'inondation et la durée du phénomène peuvent également être des critères complémentaires aidant à gérer une hésitation sur le choix entre deux classes d'aléa, au vu des incertitudes possibles sur les valeurs de hauteurs et de vitesses.

La qualification de l'aléa tient compte des effets possibles d'embâcles par des corps flottants et de variations topographiques du fait du dépôt de matériaux solides au cours de l'événement de référence, ou d'une évolution prévisible à plus long terme des profils en long des cours d'eau.

II.3.1.3. Scénarios types sur le territoire

Plusieurs ruisseaux drainent la zone d'étude en direction de l'Ain. Ils prennent leur source sur le Plateau de La Dombes, puis le parcourt plus ou moins longuement avant d'atteindre la rivière. Ils empruntent de petites vallées d'importance variable qui s'incisent progressivement le plateau, ce qui leur permet de perdre petit à petit de l'altitude pour franchir la Côtière. Ces cours d'eau connaissent ainsi des pentes en long relativement faibles et régulières de quelques pourcents, beaucoup moins fortes que celles des combes et des ruisseaux prenant naissance en tête de Côtière et franchissant plus directement cette dernière. Ces ruisseaux sont du nord au sud de la zone d'étude :

- ruisseau du Durllet (commune de Druillat) ;
- ruisseau du Bief de l'Écotay (commune de Priay) ;
- ruisseau du Bief de Fougère (commune de Villette-sur-Ain) ;
- ruisseau de Copan (commune de Châtillon-la-Palud) ;
- ruisseau du Gardon (commune de Villieu-Loyes-Mollon) ;
- ruisseau de la Toison (commune de Villieu-Loyes-Mollon).

Quatre de ces ruisseaux ont fait l'objet d'une analyse hydraulique avec modélisation de leurs écoulements en zone urbaine (ruisseaux du Bief de l'Écotay, de Copan, du Gardon et de la Toison) (Cf. section II.3.1.4). Les tronçons de ces ruisseaux non couverts par les études hydrauliques et les autres cours d'eau ont fait l'objet d'une expertise hydro-géomorphologique à dire d'expert.

Au niveau du plateau, ces cours d'eau drainent de vastes étendues agricoles particulièrement propices aux phénomènes de ruissellements en période de forte pluviométrie. Ils sont notamment très sensibles aux phénomènes orageux violents qui peuvent déverser d'importantes précipitations en très peu de temps. Sur ce type de bassin versant, les distances parcourues par les ruissellements pour rejoindre les axes hydrauliques sont relativement faibles, ce qui implique des temps de concentration relativement courts et garantit des apports d'eau rapides vers le réseau hydrographique. Les cours d'eau répondent ainsi quasiment instantanément aux intempéries. Ils peuvent donc voir leur débit varier très rapidement, en réagissant presque en temps réel aux fortes précipitations. Ils peuvent ainsi connaître des crues éclair, avec des élévations soudaines de leur niveau, suivies de décrues tout aussi rapides en fin d'activité pluvieuse. Les durées de submersion en cas de débordement sont ainsi très courtes.

En débordant, les ruisseaux s'étalent en formant une lame d'eau animée qui s'écoule en continue, sans phénomène de stockage tel que cela se produit pour les crues des grands cours d'eau de plaine (Ain, Rhône, etc.). Les débordements se poursuivent tant que le lit mineur saturé ne peut pas absorber les débits de crue. Lorsque le débit diminue et qu'il redevient compatible avec la capacité du lit mineur, le niveau d'eau s'abaisse rapidement dans le champ d'inondation. Les débordements se résorbent et le ruisseau retrouve son lit (pas de lame d'eau stagnante sauf très temporairement au niveau des points bas piégeant les écoulements).

Les cours d'eau s'écoulent sur des terrains meubles composés de dépôts quaternaires anciens (dépôts morainiques et fluvioglaciers, loess) et d'alluvions fluviales récentes qui sont particulièrement sensibles à l'érosion (berges érodables). Un certain transport solide est ainsi possible, ce qui peut poser des problèmes d'encombrement et de colmatage des lits mineurs, si des dépôts se forment contre des obstacles. De tels encombrements peuvent être à l'origine de débordements alors que les sections d'écoulement des lits permettent théoriquement le transit des crues. Des dysfonctionnements dus au transport solide peuvent également être rencontrés au niveau d'ouvrages de protection tel que des pièges à matériaux, s'ils ne sont



Figure II.1: érosion de berge le long du ruisseau du Gardon dans le hameau de Mollon (commune de Villieu-Loyes-Mollon)

pas entretenus régulièrement (curage) et surveillés en période de crue.

Sur ce type de cours d'eau, le transport solide peut se manifester surtout au niveau des lits mineurs et sur les berges où les vitesses d'écoulements sont les plus importantes. Il a tendance à rapidement diminuer en lit majeur en laissant place à l'écoulement de lames d'eau boueuse. En effet, les pentes en long étant relativement faibles, les vitesses d'écoulement tendent à diminuer en lit majeur, ce qui agit sur l'énergie des cours d'eau, donc sur leur capacité à charrier du transport solide.

Enfin les cours d'eau traversent des zones boisées, ce qui peut poser un problème d'embâcles lorsque des flottants sont mobilisés (bois mort, branchages, arbres arrachés, objets divers, etc.). Les éléments ainsi transportés peuvent se coincer et s'enchevêtrer au moindre obstacle (ponts, etc.) et ainsi entraver les écoulements. Ce risque n'est pas à négliger, même en présence d'ouvrages hydrauliques de grande ouverture. La formation d'embâcles est un phénomène aggravant en période de crue puisqu'il est souvent à l'origine des débordements au niveau des ponts. Il peut également entraîner la ruine d'ouvrages qui cèdent sous la pression de l'eau.



Figure 11.2: exemple de débordement d'une lame d'eau boueuse dans le hameau de Bubblane (Châtillon-la-Palud le 30 juin 2021).

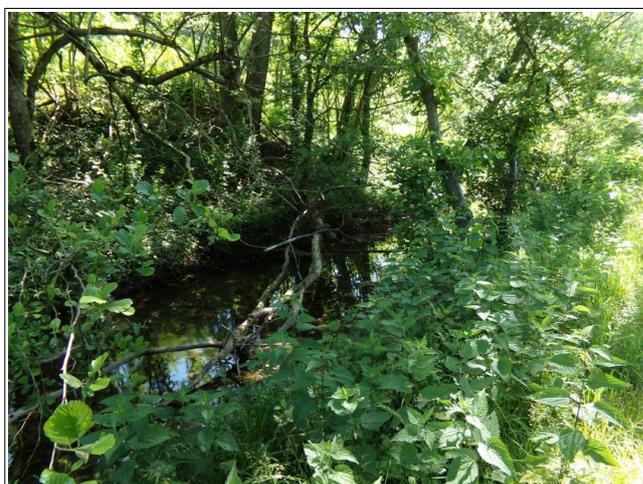


Figure 11.3: branchages encombrant le lit mineur du ruisseau du Durllet (commune de Druillat) pouvant causer des embâcles.

Il n'a pas été observé d'ouvrage de protection de type digue le long des cours d'eau entrant dans la catégorie des crues rapides.

II.3.1.4. Approche par modélisation hydraulique pour la qualification de l'aléa

Une étude hydrologique spécifique a été réalisée sur quatre ruisseaux de la zone d'étude (Cf. Annexe IV.5) : elle a pour objectif de déterminer le débit de pointe et l'hydrogramme de crue de référence.

Puis une modélisation hydraulique bi-dimensionnelle (Cf. Annexe IV.6) des quatre cours d'eau est mise en œuvre dans les zones à enjeux traversées par ceux-ci, à savoir :

- le centre bourg de Priay pour le Bief de l'Ecotay ;
- le centre du Bubblane (commune de Châtillon-la-Palud) pour le Copan ;
- la zone résidentielle au sud de Mollon pour le Gardon (commune de Villieu-Loyes-Mollon) ;

- le centre-ville de Villieu (commune de Villieu-Loyes-Mollon) pour la Toison.

Ensuite plusieurs scénarios d'obstruction des ponts et buses sont élaborés et pris en compte dans la modélisation hydraulique, pour la crue de référence déterminée ci-avant. Les résultats (hauteur et vitesse des écoulements) sont enfin combinés pour la qualification de l'aléa « crue rapide des rivières » ; cette transcription des résultats de modélisation en termes d'aléa est effectuée à l'aide de la grille présentée au Tableau 2. Une interprétation de l'aléa « brut » est finalement réalisée pour obtenir les cartes d'aléas jointe à cette note de présentation.

II.3.2. Les crues torrentielles des ruisseaux

II.3.2.1. Définition du phénomène

Il s'agit de la crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5 %), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10 % du débit liquide), de forte érosion des berges et de divagations possibles du lit sur le cône torrentiel.

Ce phénomène concerne également les parties de cours d'eau de pente plus faible situées dans la continuité des tronçons à forte pente, lorsque le transport solide peut rester important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents.

II.3.2.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le phénomène de période de retour centennale, ou le plus fort événement historique connu si celui-ci est supérieur à l'événement centennal.

L'aléa de crue torrentielle des ruisseaux traduit des phénomènes présentant une plus forte énergie hydraulique que les phénomènes de crue rapide, du fait de pentes d'écoulement plus importantes. Il couvre également les phénomènes de lave torrentielle que l'on ne rencontre a priori pas au niveau de la Côtière, sauf en cas de coulée boueuse très liquide, issue d'un glissement de terrain, atteignant un ruisseau puis l'empruntant.

La qualification de l'aléa s'appuie sur une analyse globale des caractéristiques des bassins versants (superficie, topographie, pentes, sensibilité à l'érosion et aux glissements de terrain, etc.). Elle tient compte de la capacité des cours d'eau à mobiliser du transport solide, des embâcles pouvant se former et des variations de niveau possibles des lits et de la topographie (dépôt du transport solide en cours de crue ou évolution prévisible du profil à plus long terme).

Précisons que les ruisseaux à caractère torrentiel n'ont pas fait l'objet d'étude hydraulique spécifique.

Les lits mineurs et les chenaux de divagation habituels (axes de débordement systématiques pouvant concentrer des écoulements) sont classés en aléa fort (T3). Pour les lits mineurs, cet aléa fort est élargi sur les berges selon des bandes de largeur variable définies au cas par cas selon le contexte (entre quelques mètres et 10 mètres maximum). Ce principe d'affichage permet de préserver un libre écoulement des eaux et de conserver un espace accessible sur les berges pour l'entretien des cours d'eau. Il permet également de souligner le risque d'érosion qui pèse généralement sur les berges des cours d'eau.

Dans le reste des champs d'inondation, la qualification des niveaux d'aléas est basée sur un croisement entre niveau d'intensité et probabilité d'atteinte.

Le niveau d'intensité est défini sur la base du tableau ci-après, en tenant compte que le plus fort

critère identifié (donc surpassant les autres même s'ils sont en nombre plus important) doit être retenu pour qualifier l'intensité. Si plusieurs critères sont identifiés, celui conduisant à l'intensité la plus forte prévaut donc sur les autres.

Intensité	Critères
Fort	<p>Caractéristiques des débordements :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La hauteur d'écoulement ou d'engravement dépasse 1 m. • Les affouillements verticaux ont une profondeur supérieure à 1 m. • La taille des plus gros sédiments transportés excède 50 cm. • Formation de lave torrentielle <p>Impact sur les biens :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les contraintes dynamiques imposées par les écoulements et les matériaux charriés peuvent détruire les bâtiments exposés. Une ruine des constructions peut notamment intervenir depuis les façades exposées et / ou par sapement des fondations (les angles des bâtiments étant particulièrement menacés d'affouillement en raison des survitesses induites par la concentration des écoulements).
Moyen	<p>Caractéristiques des débordements :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 1 m. • Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 1 m. • La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 50 cm. <p>Impact sur les biens :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les contraintes dynamiques imposées par les écoulements et les matériaux charriés peuvent endommager gravement les façades non renforcées mais sont insuffisants pour endommager les façades renforcées. • Les affouillements prévisibles ne sont pas assez profonds pour entraîner la ruine des constructions normalement fondées.
Faible	<p>Caractéristiques des débordements :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 0,5 m. • Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 0,5 m. • La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 10 cm. <p>Impacts sur les biens :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les contraintes dynamiques imposées par les écoulements sont modérées et ne peuvent pas endommager des façades usuelles même non renforcées. • Les affouillements prévisibles sont faibles et ne peuvent pas menacer les fondations des bâtiments.

Tableau 3: relation entre niveau d'intensité et critère d'intensité pour les phénomènes de crue torrentielle des ruisseaux.

Pour chaque classe d'intensité les hauteurs d'eau et d'engravement sont précisées au mieux, lorsque cela est possible, en fonction des éléments techniques à disposition (études hydrauliques), de analyse des crues historiques, du contexte constaté des bassins versants, etc.

La probabilité d'atteinte est définie de la manière suivante :

Probabilité d'atteinte	Signification
Forte	Compte tenu de sa situation, les terrains sont atteints systématiquement que survient une crue (zone inondable par des phénomènes de faible période de retour).
Moyenne	Les terrains sont a priori à l'abri des faibles crues, du fait d'une situation topographique les plaçant à l'écart des points de débordements systématiques. Ils sont atteints par des phénomènes de période de retour plus espacée, mais non rares, de l'ordre décennal (crue moyenne).
Faible	Les terrains sont inondables par des phénomènes de période de retour plus rares, de l'ordre cinquantennal. Ils peuvent également être atteints par des phénomènes moins rares en cas de survenance de facteurs aggravant le déroulement de la crue, tels que des embâcles obstruant le lit du cours d'eau et / ou un colmatage du lit par des dépôts de matériaux solides.

La qualification du niveau d'aléa est ensuite faite sur la base du tableau suivant :

Aléa de référence		Intensité		
		Faible	Moyenne	Fort
Probabilité d'atteinte	Faible	Faible - T1	Moyen – T2	Fort - T3
	Moyenne	Faible - T1	Moyen – T2	Fort - T3
	Fort	Moyen – T2	Fort - T3	Fort - T3

Tableau 4: grille de classification de l'aléa de crue torrentielle.

À ces trois niveaux d'aléa de crue torrentielle est ajouté un **niveau faible à très faible T01** correspondant à de possibles divagations résiduelles ne pouvant être déterminées précisément, du fait de leur caractère diffus et imprévisible lié à la topographie et à des obstacles. En termes d'intensité et de probabilité d'atteinte, cette catégorie d'aléa correspond à des niveaux respectivement de très faible et de faible à très faible.

II.3.2.3. Scénarios types sur le territoire

Les phénomènes de crue torrentielle concernent de petits ruisseaux dotés de faibles bassins versants, qui trouvent leur origine en tête de versant de la Côtière et qui franchissent cette dernière en empruntant des combes fortement pentues. Ces axes hydrauliques présentent des écoulements pérennes une grande partie de l'année, ce qui les différencie des autres combes sèches. Ces dernières actives qu'en période fortement pluvieuse n'entrent pas dans cette catégorie de phénomène, car ne présentant pas d'écoulements pérennes et n'étant pas répertoriées comme ruisseaux. Elles sont rattachées à la rubrique des ravinements en lien direct avec la problématique des ruissellements.

Seuls quelques axes hydrauliques de versant sont classés en aléa de crue torrentielle, y compris sur leur trajet de plaine, alors qu'en réalité ils perdent petit à petit leur caractère torrentiel dès le pied de la Côtière atteint. Ils se situent sur la commune de Varambon (Combe du Château de Boissieu dans le village), sur la commune de Châtillon-la-Palud (ruisseau des Vignes-Beguet dans le hameau de Bublanne, ruisseaux de Charmont et des Fourrières dans le village) et en limite

communale entre Châtillon-la-Palud et Villieu-Boyles-Mollon (ruisseau du Bief du Janet). Ils connaissent tous des conditions d'écoulement difficiles en pied de versant (lits étroits et tronçons couverts sur grandes longueurs).

Certains ruisseaux à caractère torrentiel sont des affluents de cours d'eau rattachés à la catégorie des crues rapides. En amont de la confluence des champs d'inondation, les deux catégories hydrauliques sont différenciées. À la rencontre des champs d'inondation, l'aléa de crue torrentielle se raccorde à celui de crue rapide, puis l'unique champ d'inondation ainsi formé est qualifié en phénomène de crue rapide.



Figure II.4: ruisseau du Château de Boissieu busé à l'amont du village de Varambon.

En plus de leur forte pente en long, les combes empruntées par ces ruisseaux présentent une certaine sensibilité à l'érosion, du fait de la présence de matériaux meubles (dépôts quaternaires, produit d'altération du substratum). Cette combinaison entre forte pente en long et matériaux érodables peut conduire à des écoulements dotés d'une forte énergie (vitesses élevées et transport solide soutenu).

Le transport solide est l'une des principales caractéristiques des crues torrentielles. Il peut être d'autant plus marqué que les combes empruntées par les cours d'eau sont relativement encaissées et très sujettes aux glissements de terrain. Des apports de matériaux liés à des mouvements de terrain peuvent donc s'ajouter à l'érosion des ruisseaux et venir grossir le transport solide. Ce dernier peut intervenir de différentes façons dans le déroulement des crues. Il peut colmater les lits mineurs en se déposant au moindre obstacle ou lorsque la pente en long diminue. Les ouvrages hydrauliques peuvent également favoriser son dépôt, car ils présentent souvent des sections d'écoulement insuffisantes qui créent des phénomènes d'engorgement piégeant les matériaux. Enfin, si l'énergie hydraulique est suffisante il peut accompagner les débordements et occasionner des engravements (lame d'eau débordante chargée en matériaux solides).



Figure II.5: ruisseau de Charmont en amont du village de Châtillon-la-Palud équipé de grilles destinées à piéger le transport solide et les embâcles. Ce dispositif est en place à l'amont immédiat d'un busage traversant le village.

Tout comme les phénomènes de crue rapide, un risque d'embâcles existe le long de ces ruisseaux. Les combes empruntées sont en grande majorité boisées et peu entretenues (secteurs souvent escarpés donc difficiles d'accès pour leur entretien). Les ruisseaux disposent ainsi de ressources importantes en flottants (bois mort, branchages, etc.) qu'ils peuvent mobiliser en période de crue. Ces éléments flottants peuvent former des obstacles en se coinçant au niveau des ouvrages hydrauliques ou au moindre rétrécissement des lits. Ce risque d'embâcles est une menace supplémentaire, car il peut être à l'origine de débordements au niveau de secteurs théoriquement aptes au transit des crues. Il est un facteur aléatoire imprévisible qui peut conduire à l'inondation d'espaces que l'on pourrait croire à l'abri.

Mis à part des pièges à matériaux sommaires (grilles placées à l'amont de busages) les ruisseaux ne sont pas équipés d'ouvrage de protection.

II.3.3. Le ruissellement sur versant et le ravinement

II.3.3.1. Définition du phénomène

Il s'agit des divagations d'eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique suite à de fortes précipitations.

Ces écoulements peuvent générer l'apparition d'érosions localisées nommées ravinements en cas de concentration ou de lame d'eau de trop forte intensité.

II.3.3.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le phénomène de période de retour centennale, ou le plus fort événement historique connu si celui-ci est supérieur à l'événement centennal.

La qualification de l'aléa ruissellement sur versant est faite en tenant compte du pouvoir érosif des écoulements, du transport solide associé et des caractéristiques des lames d'eau résultantes (hauteurs d'eau possibles, trajectoires des écoulements, etc.).

Les axes de concentration des écoulements (combes, chemins, routes, fossés, etc.) sont classés en aléa fort V3. Pour les axes hydrauliques naturels, cet aléa fort est élargi sur les berges selon des bandes de quelques mètres de largeur (5 mètres en général). Ce principe d'affichage permet de préserver un libre écoulement des eaux et de conserver un espace accessible en bordure des axes hydrauliques. Il permet également de souligner le risque d'érosion généralement présent le long de ces axes hydrauliques temporaires. Au niveau des routes, l'aléa fort qualifie uniquement l'emprise des chaussées.

En dehors des axes d'écoulement concentré, les critères de qualification du niveau d'aléa sont basés sur des notions de hauteurs d'eau et de vitesses d'écoulement selon le tableau suivant :

		Vitesse d'écoulement en m/s		
		0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1
Hauteur de submersion en mètres	0 à 0,2	Faible V1	Faible V1	Faible V1
	0,2 à 0,5	Faible V1	Moyen V2	Moyen V2
	0,5 à 1	Moyen V2	Fort V3	Fort V3
	> à 1	Fort V3	Fort V3	Fort V3

Tableau 5: grille de classification de l'aléa ravinement / ruissellement.

À défaut de modélisation hydraulique, les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement sont estimées à partir des phénomènes historiques connus et de l'analyse géomorphologique des bassins de production de ruissellements, en tenant compte de la topographie et de l'occupation du sol et en évaluant très sommairement l'importance des écoulements à attendre (ordre d'idée sommaire).

Des débordements sont souvent possibles au débouché des combes sans exutoire. Ils sont traduits en aléas faible et moyen de ruissellement, en appréciant l'importance des bassins versants, l'érosion pouvant se développer dans les combes et les dépôts de matériaux pouvant en résulter. Cette approche géomorphologique sommaire permet d'apprécier l'ampleur des lames d'eau pouvant divaguer, en se rattachant aux intervalles de hauteurs d'eau et de vitesses d'écoulement présentés dans le tableau ci-dessus.

Ces deux niveaux d'aléa caractérisent également des points bas à fond plus ou moins large où peuvent converger puis s'écouler des ruissellements, sans vraiment se concentrer faute de lit marqué (lame d'eau plus ou moins étalée). Le niveau d'aléa est alors jugé en estimant la superficie des terrains pouvant produire ces écoulements.

Cas particulier des phénomènes de ruissellements généralisés :

L'orientation agricole de la région peut jouer un grand rôle dans le développement et la production des ruissellements. Les terrains exploités sont en effet particulièrement sensibles au phénomène lorsqu'ils sont labourés. Ces terrains sont identifiés dans le Registre Parcellaire Graphique (RPG) mis à jour en 2019 (édition la plus récente). Cette base de données disponible sur le site Géoservice de l'IGN (<https://geoservices.ign.fr/rpg>) est tenue à jour à partir des indications des agriculteurs qui déclarent leurs parcelles cultivées et le type de culture. Cette base de données a été exploitée en retenant les parcelles déclarées en production céréalière et d'oléagineux. Pour ces parcelles, la carte des aléas tient compte que des phénomènes de ruissellements généralisés imprévisibles sont possibles en période pluvieuse, y compris en dehors des axes d'écoulements préférentiels tels que les talwegs (points bas du terrain). Ces parcelles peuvent participer activement aux phénomènes de ruissellement, en produisant des quantités d'eau importantes comparables à celles produites par des surfaces imperméabilisées par l'urbanisation. Les terrains ainsi identifiés ont été classés en trois classes de pente pour souligner les dynamiques d'écoulement qui peuvent accompagner cette problématique de ruissellements généralisés :

- **0 – 5°** : écoulement liquide et lessivage des terrains (entraînement de fines).
- **5° – 10°** : écoulement liquide, lessivage des terrains et creusement de petits chenaux peu profonds de l'ordre d'une dizaine de centimètres.
- **> 10°** : écoulement liquide, lessivage des terrains et creusement de chenaux multiples pouvant atteindre quelques décimètres de profondeur, voire plus au fur et à mesure que la pente se renforce.

Dans tous les cas de figure, une lame d'eau boueuse est à attendre. Le phénomène concerne des terrains superficiels à dominante limoneuse. Le transport solide engendré est généralement réduit à des fines et de petits éléments caillouteux (très faible granulométrie).

Cet aspect des ruissellements est représenté sur des cartes à part pour ne pas surcharger les cartes principales et ne pas brouiller leur lecture. Il est identifié en aléa faible dit généralisé, indicé Vg et suivi d'une lettre pour différencier les classes de pente, comme indiqué dans le tableau suivant.

Pente	0 - 5°	5° - 10°	> 10°
Aléa généralisé	Vga	Vgb	Vgc

Tableau 6: grille de classification de l'aléa généralisé de ruissellement.

II.3.3.3. Scénarios types sur le territoire

De nombreuses combes sèches, talwegs et fossés participent au drainage du territoire. Ces axes hydrauliques actifs uniquement en période humide peuvent, pour certains, générer des débits conséquents, en répondant aux fortes intempéries s'abattant sur la région. L'absence d'écoulement en temps ordinaire tend à les faire oublier et conduit à les négliger, ce qui les rend d'autant plus surprenants lorsqu'ils se manifestent. Après une longue période d'inactivité, la topographie reste le seul indice de leur présence, toute trace ancienne d'écoulement et de débordement ayant pu disparaître.

Ces axes hydrauliques sont à considérer avec la plus grande attention, même lorsqu'il s'agit de petits bassins versants. Ils peuvent adopter un comportement hydraulique identique aux cours d'eau sujets aux crues torrentielles. Selon leur pente en long, des phénomènes de ravinement peuvent se manifester dès lors que les écoulements se concentrent et que leur vitesse augmente. Un certain transport solide peut donc s'instaurer et être à l'origine d'engravements lorsqu'il y a débordement.

La plupart de ces axes hydrauliques se raccordent rapidement au réseau hydrographique sans poser de problème particulier de débordement (combes affluentes du réseau hydrographique). Mais certains sont détachés du réseau hydrographique (axes d'écoulement indépendants) et présentent des exutoires inadaptés, voire sont dépourvus d'exutoire. Des débordements sont généralement à craindre à leur débouché en période très pluvieuse, faute d'aménagement approprié. De nombreuses combes de la Côtière sont dans ce cas, dont certaines qui débouchent en zone urbaine (village de Varambon par exemple).

Des chemins peuvent également collecter des ruissellements et jouer le même rôle que les combes, en concentrant plus ou moins des écoulements. En recoupant des versants, certains peuvent intercepter des axes hydrauliques et acheminer leur eau vers des points de rejet inhabituels, éloignés des axes d'écoulement naturels. Une certaine artificialisation des bassins versants est alors possible lorsque des ruissellements sont ainsi détournés de leur zone d'écoulement naturel. Des bassins versants peuvent ainsi recevoir des quantités d'eau beaucoup plus élevées qu'ils ne devraient naturellement. Et inversement, d'autres sont soulagés d'une partie de leur eau. Ce type de situation se rencontre relativement souvent dès que des routes parcourent des zones sensibles aux ruissellements (par exemple route de la Chapelle dans le hameau de Turgon sur la commune de Druillat, route de Trévouge dans le village de Châtillon-la-Palud, voiries des villages de Loyes et de Villieu, etc.).



Figure II.6: chemin de la Chapelle acheminant des ruissellements dans le hameau de Turgon (commune de Druillat).

La topographie plus ou moins vallonnée et la vocation agricole de la région sont favorables à la

formation d'écoulements d'intensité variable selon les contextes rencontrés. Elles dictent l'exposition des communes au phénomène. Les ruissellements sont cependant moins marqués lorsque le sol est végétalisé (forêt et prairies). Le couvert végétal limite le phénomène en protégeant le sol (coefficients de ruissellement réduits). Il freine les écoulements (rétention de l'eau) en favorisant l'infiltration et en fixant le sol. Le phénomène se manifeste alors essentiellement au niveau des combes et des talwegs qui réceptionnent l'eau (point de convergence des écoulements et de plus ou moins forte concentration). Ailleurs, il est plutôt insignifiant.

Les phénomènes de ruissellements sont généralement plus marqués sur les terrains dévégétalisés, car la mise à nu du sol revient à l'imperméabiliser en réduisant très fortement ses capacités naturelles de rétention et d'infiltration. L'absence de végétation favorise les ruissellements, en augmentant les coefficients d'écoulements et en accélérant les processus d'érosion des sols. En cas de forte pluie, des débits conséquents peuvent être produits par ce type de terrain, même au niveau de très petits bassins versants. La totalité des précipitations tend à ruisseler et, en conditions météorologiques exceptionnelles, le phénomène peut se généraliser en couvrant de très larges superficies de terrain (lames d'eau animée très étendues). Les terrains agricoles sont ainsi particulièrement sensibles au phénomène car labourés et non ensemencés une partie de l'année. Certaines cultures peuvent également être plus sensibles au phénomène que d'autres selon l'espacement des plans, y compris lorsqu'elles ont atteint leur maturité. En effet, une plantation espacée tel que le maïs freinera moins efficacement des écoulements qu'un ensemencement serré comme le blé.



Figure II.7: phénomène de ruissellement généralisé sur un terrain cultivé de la commune Villieu-Boyles-Mollon (Iles Bénonières).

La topographie est un des paramètres majeurs dans la dynamique des ruissellements. Ainsi, plus la pente est forte, plus les vitesses d'écoulement sont élevées et le pouvoir érosif des ruissellements est augmenté. Une même lame d'eau peut avoir peu d'impact sur un terrain faiblement incliné alors qu'elle peut raviner le sol lorsque la pente se renforce. Cet aspect du phénomène se remarque plus particulièrement sur terrain dévégétalisé, telles que les zones cultivées, lorsque les ruissellements tendent à se généraliser. Les écoulements laissent des traces très caractéristiques d'érosion et d'ensablement, y compris en dehors des talwegs.

En zone cultivée, il n'est pas possible de définir précisément où peuvent se manifester les ruissellements. Ils peuvent être très imprévisibles, comme cela s'est déjà vérifié à plusieurs reprises. Il est donc considéré qu'ils peuvent impacter l'intégralité des parcelles cultivées. Cet aspect particulier du phénomène est représenté par tranche de pente de terrain comme indiqué au § II.3.3.2, sachant que pour la tranche de pente la plus faible (0 - 5°), lorsque la pente tend à s'annuler (terrain plat), le phénomène de généralisation se traduit plutôt par la formation d'une lame d'eau stagnante s'infiltrant lentement. En plaine, les phénomènes d'écoulements généralisés sont ainsi quasiment dépourvus de vitesse. Ils correspondent plutôt à des inondations et à l'apparition de zones boueuses, qui sont rattachées à la rubrique des ruissellements pour des raisons d'homogénéisation et de simplification cartographique.

Les zones urbanisées, du fait de leur imperméabilité, génèrent également d'importantes quantités d'eaux qui, lorsqu'elles ne sont pas correctement traitées, constituent des apports supplémentaires conséquents qui viennent ensuite grossir les débits du réseau hydrographique (cours d'eau, combes, fossés). Des phénomènes de ruissellement pluvial urbain peuvent ainsi s'ajouter aux

écoulements naturels des terrains et conduire à des situations hydrauliques très inattendues, d'autant que les réseaux d'assainissement ne sont jamais dimensionnés pour absorber des phénomènes aussi intenses que ceux pris en compte par la carte des aléas (phénomène centennal pour la carte des aléas contre phénomène généralement trentennal pour les réseaux d'assainissement). En zone urbaine, on peut donc devoir faire face à des situations hydrauliques délicates aggravées par une production conséquente d'écoulements d'origine artificielle.

Quasiment toutes les zones urbanisées présentent des secteurs ainsi exposés à une mixité des ruissellements (naturel / urbain). Cet aspect est représenté cartographiquement uniquement lorsqu'il est estimé qu'une partie de l'eau a une origine naturelle. Il n'est pas cartographié lorsqu'il s'agit d'écoulements strictement urbains (donc artificiels), car l'origine du problème relève alors de la gestion de ces eaux (gestion d'assainissement).

Enfin, il convient d'indiquer qu'en situation pluviométrique extrême (précipitations de fortes intensité), des phénomènes de ruissellement généralisé peuvent concerner tout le territoire, y compris en dehors des zones agricoles, dès lors que la violence de la pluie est supérieure à la capacité du sol à absorber et à résorber l'eau reçue (sol saturé ou capacités d'infiltration limitées). Cet aspect n'est pas cartographié. Il est indiqué pour information et pour rappeler toutes les mesures de bon sens qui doivent être prises lorsque un bien est aménagé (surélévation systématique des rez-de chaussée notamment).

II.3.4. Les remontées de nappe

II.3.4.1. Définition du phénomène

Il s'agit du débordement de la nappe phréatique qui entraîne des inondations en surface (battement de nappe jusqu'en surface). Une lame d'eau peut s'installer durablement tant que le niveau de la nappe se maintient à un niveau élevé. L'inondation se résorbe progressivement dès que le toit de la nappe s'abaisse. Ce phénomène se manifeste plus particulièrement entre l'automne et le printemps lorsque des conditions pluviométriques particulières ont alimenté efficacement la nappe. Une durée relativement longue peut s'écouler entre les précipitations et la réponse de la nappe. Elle peut être de plusieurs semaines, voire de quelques mois. Ce phénomène n'intervient donc pas forcément en concomitance avec les précipitations. Il peut se manifester en décalage, alors les conditions météorologiques sont redevenues sèches.

Aux phénomènes de remontées de nappe sont ajoutées les zones à caractère marécageux qui traduisent la présence d'espaces humides plus ou moins permanents soulignés par la présence d'une lame d'eau et / ou de végétation hygrophiles.

II.3.4.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, à défaut, le scénario d'un phénomène exceptionnel assimilable à un événement de période de retour centennale. Les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

Aléa	Indice	Critères
Faible	N1	Remontée de nappe avec lame d'eau superficielle inférieure à 50 centimètres. Durée et / ou fréquence d'inondation prises en compte au cas par cas selon les cas de figure. Zone d'aspect humide soulignée par une végétation typique (joncs, etc.) pouvant être occasionnellement inondée par une faible lame d'eau.

Moyen	N2	Remontée de nappe avec lame d'eau superficielle comprise entre 50 centimètres et 1 mètre Durée et / ou fréquence d'inondation prises en compte au cas par cas selon les cas de figure. Zone d'aspect humide avec présence de végétation typique (roseaux, joncs, etc.) et instauration possible d'une lame d'eau périodiquement.
Fort	N3	Remontée de nappe avec lame d'eau superficielle supérieure à 1 mètre. Durée et / ou fréquence d'inondation prises en compte au cas par cas selon les cas de figure. Zone marécageuse constamment en eau (lame d'eau pérenne) avec présence de végétation typique (roseaux, joncs, etc.).

Tableau 7: grille de classification de l'aléa de remontée de nappe.

Les phénomènes de remontées de nappe et les zones humides sont caractérisés par des lames d'eau dépourvue de vitesse. Le critère vitesse n'entre donc pas dans la détermination de l'aléa. Ils peuvent se prolonger sur des périodes relativement longues. Le paramètre durée d'inondation peut ainsi être pris en compte au cas par cas, selon les cas de figure rencontrés, pour qualifier le niveau d'aléa. Ainsi, un terrain inondable par une lame d'eau inférieure à 50 centimètres, mais réputé fréquemment et / ou durablement inondé peut être traduit en aléa moyen à la place d'un aléa faible.

Les zones potentiellement exposées aux remontées de nappe et les zones naturellement humides ont été identifiées par observation de terrain. Ces observations ont été complétées par l'exploitation de photos aériennes et par le travail d'enquête mené auprès des communes qui connaissent particulièrement les zones de leur territoire concernées par ce type de phénomène.

Parallèlement, la base de donnée des remontées de nappe a été exploitée. Cette dernière détermine les secteurs exposés au phénomène dans la plaine de l'Ain. Ces secteurs ont été intégrés à la carte des aléas. Au niveau du plateau de La Dombes, elle souligne essentiellement les étangs présents qui sont représentés sur la carte des aléas à l'aide d'un figuré spécifique.

II.3.4.3. Scénarios types sur le territoire

Les zones de la plaine de l'Ain exposées aux phénomènes de remontées de nappe sont extraites de la base de données « remontées de nappe ». Leur emprise correspond approximativement au lit moyen de la rivière et à d'anciens bras. Il s'agit des points les plus bas de la plaine occupés par des alluvions modernes de la rivière (dépôt alluvionnaires les plus récents) et qui sont les plus proches du toit de la nappe, donc qui sont les plus directement exposés à son battement.

Le reste de la plaine est légèrement plus élevé ou accueille des terrasses plus anciennes qui échappent a priori au battement de la nappe. En affleurant, cette dernière envahit les points les plus bas sans pouvoir s'élever aux terrasses supérieures de la plaine.



Figure II.8: zone humide sur le territoire de Druillat (lieu-dit Les Vavres) en partie drainée.

Sur la Côtière et sur le plateau de La Dombes, les zones humides se remarquent par les formes de la topographie et la présence d'une végétation caractéristique. Elles sont cartographiées en délimitant les contours formés par ces indices visibles et en tenant compte des indications fournies par les communes.

On notera que certaines des zones dites humides concernent des terrains en pente en pied de versant. Cela est notamment le cas au sud du village de Villette-sur-Ain, en limite communale avec Châtillon-la-Palud, où des terrains sont réputés saturés en eau et propices à en restituer une partie sous la forme de ruissellements. Cette problématique ne touche donc pas uniquement des zones planes et des points bas.

Concernant les étangs, il est considéré qu'en périphérie des plans d'eau une certaine humidité peut s'instaurer dans le sol et à sa surface, voire pour certains que leur niveau peut s'élever jusqu'à déborder légèrement. Pour en tenir compte, une bande périphérique d'une dizaine de mètres de large d'aléa faible de remontée de nappe est affichée arbitrairement autour des étangs. Des zones humides plus larges que cette bande de 10 mètres sont parfois visibles en bordure d'étang. Elles sont alors cartographiées telles qu'elles apparaissent et la bande 10 mètres se raccorde à elles ou les enveloppe si l'aléa les caractérisant est plus élevé.

Enfin, la base de données « remontée de nappe » signale plusieurs secteurs soumis à cette problématique.

- Sur le plateau de La Dombes, ils correspondent généralement aux étangs présents (plans d'eau permanents) qui sont cartographiés sous la forme d'un figuré spécial.
- D'autres se superposent à des tronçons très morcelés de champs d'inondation de cours d'eau ou s'affichent sur des versants a priori non réputés pour abriter de telles zones. Cette information a été triée pour n'en retenir que les éléments pertinents. Ainsi, les zones dites de remontées de nappe coïncidant avec des champs d'inondations ont été plutôt confondues avec l'aléa inondation des cours d'eau, pour des raisons de simplification et pour éviter de surcharger la carte des aléas en multipliant les superpositions de phénomènes. Au niveau des versants, les zones dites de remontées de nappe non concordantes avec la réalité du terrain ont été retirées.
- Au niveau de la plaine de l'Ain et de la vallée du Suran, des zones de remontées de nappe sont déterminées sur les l'emprise de lits mineurs, sur les berges des cours d'eau et parfois dans leur lit moyen. Elles sont reportées sur la carte des aléas.

II.3.5. Les inondations en pied de versant

II.3.5.1. Définition du phénomène

Il s'agit de la submersion d'un terrain par accumulation et stagnation d'eau sans apport de matériaux solides dans une dépression du terrain ou à l'amont d'un obstacle. L'eau provient généralement de ruissellements sur versant et / ou des précipitations atteignant directement la dépression de terrain.

II.3.5.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, à défaut, le scénario d'un phénomène exceptionnel assimilable à un événement de période de retour centennale. Les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

Aléa	Indice	Critère
Faible	Faible (I'1)	Hauteur de submersion inférieure à 0,5 m.
Moyen	Moyen (I'2)	Hauteur de submersion comprise entre 0,5 m et 1 m.
Fort	Fort (I'3)	Hauteur de submersion supérieure à 1 m.

Tableau 8: grille de classification de l'aléa de inondation de pied de versant.

Les phénomènes d'inondation de pied de versant caractérisent la formation d'une lame d'eau quasiment immobile, donc dépourvue de vitesse, au niveau d'un point bas. Le critère vitesse n'entre donc pas dans la détermination de l'aléa. Le niveau d'importance de l'aléa dépend essentiellement de la hauteur de la lame d'eau susceptible de se former. Il est déterminé en estimant la profondeur du point bas inondable, ou la hauteur de l'obstacle faisant barrage aux écoulements, et en jugeant l'importance des écoulements pouvant l'atteindre.

Les points bas susceptibles d'être ainsi inondés sont cartographiés par reconnaissances de terrain en s'attachant à identifier les dépressions de terrain naturelles existantes (cuvette de terrain) et tout obstacle présent pouvant faire barrage aux ruissellements. Les photographies aériennes et les plans topographiques à disposition (MNT, Lidar) viennent en appui pour leur détermination.

II.3.5.3. Scénarios types sur le territoire

Les phénomènes d'inondation de pied de versant s'affichent en continuité d'axes de ruissellement ou se présentent seuls sans réelle source d'alimentation préférentielle. Ils sont identifiés au niveau de points bas ou de terrains plats qui forment des réceptacles aux écoulements. Ces points bas peuvent être d'origine naturelle ou être formés par des remblais aménagés.

- **Les points bas naturel :**

Des points bas naturels se rencontrent dans des terrains alluvionnaires fluviaux ou d'origine glaciaire. Ils s'affichent alors au sein de terrains meubles.

D'autres sont à rattacher au modelé karstique qu'abritent des formations calcaires de la chaîne jurassienne. Il s'agit alors de dolines qui résultent de phénomènes de dissolution de roches carbonatées. De telles dolines se rencontrent à l'extrémité nord de la commune de Drullat (secteur de Turgon). Elles présentent un périmètre circulaire ou ovoïde qui peut atteindre plusieurs dizaines de mètres de rayon. Leur fond est généralement plat et colmaté d'argile de décalcification avec présence du substratum à faible profondeur. Certaines sont profondes, mais ne sont pas sujettes à se remplir en intégralité, car les volumes d'eau pouvant les atteindre restent limités. Des lames d'eau de plusieurs décimètres sont jugées possibles à leur niveau.



Figure II.9: point bas inondable dans le hameau de Turgon (commune de Drullat) situé en continuité d'un axe de ruissellement;

Les dépressions naturelles des terrains meubles sont généralement faiblement profondes. L'évacuation de leur eau, donc la durée de leur inondation, dépend essentiellement de la perméabilité du sol et de sa capacité à absorber l'eau (capacité de stockage).

Le fond des dolines peut être beaucoup plus imperméable du fait de la présence d'argile et du substratum rocheux à faible profondeur. L'eau s'accumulant à leur niveau peut s'y maintenir durablement. Son évacuation est plus fortement liée à l'évaporation.

• **Les points bas artificiels :**

Les obstacles artificiels sont généralement formés par des aménagements sur remblai. Les routes franchissant des talwegs forment souvent des barrages aux écoulements et favorisent ainsi des phénomènes de rétention d'eau. Les hauteurs d'eau possibles dépendent alors du niveau du remblai, de la superficie inondable et de l'importance de l'axe hydraulique entravé.

Enfin, certaines zones humides exposées à des remontées de nappe peuvent également être inondables par des écoulements de surface, indépendamment de l'activité hydrogéologique du sous-sol. Ces secteurs sont alors qualifiés d'une double origine d'inondation (remontée de nappe et inondation de pied de versant) (par exemple : lieux-dit Les Vavres sur la commune de Druillat).

II.3.6. Les glissements de terrain

II.3.6.1. Définition du phénomène

Il s'agit du mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle, etc.

II.3.6.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu sur la zone d'étude ou, en l'absence de phénomène de référence sur la zone d'étude, se base sur des cas connus dans des contextes similaires sur les plans géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural.

L'aléa de glissement de terrain est défini en analysant, dans la mesure du possible, les éléments suivants :

- géologie du sous-sol ;
- pente du terrain ;
- dénivelée de la zone concernée ;
- présence plus ou moins importante d'indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, ondulations) ;
- présence de circulations d'eau souterraines ou résurgentes ;
- type de phénomène (glissement plan lent ou rapide, glissement profond circulaire ou complexe, coulées de boue, solifluxion, etc.) et caractéristiques (ordres de grandeur de superficie d'extension, de volume, de vitesse, etc.).

L'absence d'indice de mouvement de terrain n'est pas une justification d'absence d'aléa de mouvement de terrain. L'aléa de glissement de terrain peut ainsi caractériser des secteurs d'apparence saine de premier abord, sans signe de présence de phénomène actif, ni témoignage de phénomène historique.

L'aléa de glissement de terrain s'affiche dès que certaines conditions naturelles géologiques, topographiques et hydrogéologiques propices aux phénomènes sont identifiées. Sa détermination fait appel à des notions d'analogie en se référant aux phénomènes de référence retenus (d'où l'importance de disposer de repères tels que les phénomènes de référence). Ainsi, un terrain

identique géologiquement et topographiquement à un secteur qui a déjà glissé sera considéré comme étant plus probablement exposé à des mouvements de terrain. Il se verra alors attribué un niveau d'aléa plutôt élevé, mais par forcément de niveau fort (en général de niveau moyen), même si de mémoire il n'a jamais glissé.

La qualification de l'aléa de glissement de terrain s'appuie sur l'analyse de la probabilité d'occurrence et de l'intensité. Précisons toutefois qu'en matière de glissement de terrain, la probabilité d'occurrence ne correspond pas à une notion de période de retour, donc à une notion de temps, comme cela est le cas pour les phénomènes hydrauliques. La probabilité d'occurrence des glissements de terrain est définie comme étant la susceptibilité du phénomène à se déclencher. Elle s'appuie sur les critères suivants :

Probabilité d'occurrence	Critères
Forte	<ul style="list-style-type: none"> • Glissement actif avec traces de mouvements récents. • Glissement ancien. • Glissement potentiel (sans indice), avec facteur hydrologique aggravant, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté.
Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> • Glissement potentiel (sans indice) avec absence de facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté. • Glissement potentiel (sans indice), en situation géologique équivalente de secteurs touchés par des glissements mais présentant des pentes inférieures.
Faible	<ul style="list-style-type: none"> • Glissement potentiel (sans indice), du fait de la géologie du terrain (nature meuble du terrain) et de sa pente, sans facteur hydrologique aggravant reconnu.

Tableau 9: grille de classification de la probabilité d'occurrence de l'aléa de glissement de terrain.

L'intensité traduit l'importance du phénomène selon les critères suivants.

Intensité	Critères
Fort	<ul style="list-style-type: none"> • Profondeur de glissement supérieure à 2 mètres. • Phénomène de nature à infliger des dégâts importants et irréversibles au bâti, voire une ruine du bâti. • Coût d'adaptation ou de protection incompatible avec une construction classique
Moyen	<ul style="list-style-type: none"> • Profondeur de glissement comprise entre 1 mètre et 2 mètres. • Phénomène de nature à infliger des dégâts importants, sans ruine du bâti. • Coût d'adaptation ou de protection élevé, mais compatible avec une construction classique
Faible	<ul style="list-style-type: none"> • Profondeur de glissement inférieure à 1 mètre. • Phénomène de nature à infliger des dégâts modérés au bâti. • Coût d'adaptation ou de protection modérés pour une construction classique

Tableau 10: grille de classification de l'intensité de l'aléa de glissement de terrain.

Le croisement des paramètres probabilité d'occurrence et d'intensité conduit à la qualification d'aléa suivante.

Intensité	Faible	Modérée	Élevée
Probabilité d'occurrence			
Faible	Faible (G1)	Moyen (G2)	Fort (G3)
Moyenne	Moyen (G2)	Moyen (G2)	Fort (G3)
Forte	Fort (G3)	Fort (G3)	Fort (G3)

Tableau 11: grille de classification de l'aléa de glissement de terrain.

Il est possible de raccrocher cette grille probabilité d'occurrence / intensité à une grille plus naturaliste correspondant à une approche d'expertise de terrain, avec identification et interprétation d'indices caractéristiques intégrant tacitement ces deux critères :

Aléa	Indice	Critères de qualification
Faible	G1	<ul style="list-style-type: none"> Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (de l'ordre de 10 à 30 %) dont l'aménagement (terrassement, surcharge, etc.) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site.
Moyen	G2	<ul style="list-style-type: none"> Situation géologique identique à celle d'un glissement actif dans des pentes similaires avec peu ou pas d'indices de mouvement (indices estompés). Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage). Glissement ancien de grande ampleur actuellement inactif à peu actif. Glissement d'aspect actif (de type fluage modéré) dans les pentes faibles (<20 % ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux φ du terrain instable) sans indice important en surface.
Fort	G3	<ul style="list-style-type: none"> Glissements actifs dans toutes pentes avec nombreux indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et/ou aux axes de communications. Auréole de sécurité autour de ces glissements, y compris en zone d'arrêt des glissements (bande de terrain peu penté au pied des versants instables, largeur minimum 15 m). Zone d'épandage des coulées boueuses sur versant. Glissements anciens ayant entraîné de fortes perturbations du terrain. Berges des cours d'eau encaissés qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrain lors de crues, au-delà de l'érosion de berge matérialisée par l'aléa hydraulique.

Tableau 12: grille complémentaire de classification de l'aléa de glissement de terrain.

A cette grille d'aléa, nous ajoutons un quatrième niveau d'aléa de sauvegarde, caractérisant des secteurs où certains travaux et aménagements pourraient aggraver l'aléa de glissement de terrain qualifiant des terrains voisins. Cet aléa de sauvegarde, indicé G0, vise à identifier des bandes de

terrain à l'amont des coteaux de la côtère qui sont particulièrement touchés par des mouvements de terrain. Il est affiché selon une largeur fixée à 30 mètres et attire l'attention sur la nécessité de maîtriser ses rejets d'eau, en évitant les dispositifs d'infiltration et des divagations anarchiques à la surface du sol (par exemple rejet concentré en dehors des axes d'écoulement naturels). Il s'agit d'une zone tampon entre les terrains exposés aux glissements de terrain et les secteurs non exposés qui est nécessaire pour assurer une meilleure sauvegarde des versants de la côtère face aux risques de mouvements de terrain.

Aléa	Indice	Critères de qualification
Sauvegarde	G0	<ul style="list-style-type: none"> Zone tampon de sauvegarde identifiée à l'amont des versants réputés très sensibles aux glissements de terrain, ou identifiés de la sorte lors des expertises de terrain. <p>Cette zone traduit des secteurs nécessitant une attention particulièrement en cas d'aménagement, pour éviter toute aggravation de l'aléa au niveau des versants sensibles aux glissements de terrain.</p> <p>Cet aléa de sauvegarde concerne essentiellement les versants de la côtère où plusieurs glissements de terrain se sont déjà déclenchés.</p> <p>Il s'affiche sur des secteurs dépourvus d'indice de mouvement de terrain (aléa qualifiant généralement des terrains plats ou de très faible pente).</p>

II.3.6.3. Scénarios types sur le territoire

Les terrains formant les versants de la Côtère présentent une certaine nature argileuse, variable selon les formations géologiques en place (placages morainiques, colluvions, faciès argileux du Miocène, surface altérée du substratum). D'une façon générale, la présence d'argile en plus ou moins grande proportion est un élément défavorable pour la stabilité des pentes, compte-tenu de ses mauvaises propriétés géo-mécaniques. Ce matériau plastique présente un faible angle de frottement interne qui limite la résistance du sol s'opposant à la gravité. Lorsque la pente du terrain dépasse la valeur de cet angle, les risques de déstabilisation s'aggravent rapidement. A conditions de pente et d'épaisseur de matériaux meubles égales, un terrain voit sa sensibilité aux glissements de terrain varier selon son taux d'argile. Ainsi, pour un même contexte géomorphologique, l'exposition aux glissements de terrain croît proportionnellement avec l'augmentation du taux argileux du sol.

La présence d'eau est également est facteur très défavorable. Cet élément peut se présenter sous différentes formes tels qu'hydrogéologique ou en écoulements de surface. Il joue un rôle moteur et déclencheur dans le mécanisme des glissements de terrain. Il intervient en saturant les terrains, en agissant sur les pressions interstitielles, en lubrifiant entre elles des couches de terrain de nature différente, en provoquant des coulées boueuses, etc.

L'aléa de glissement de terrain est très implanté sur les versants de la Côtère et sur la frange vallonnée qui borde le rebord du plateau de La Dombes. De nombreux phénomènes actifs sont répertoriés dont certains qui ont occasionné des dégâts aux infrastructures et au bâti. On peut ainsi citer le chemin de La Dombes sur la commune de Villette-sur-Ain et la RD 984 à Priay qui ont été à diverses reprises endommagées.

Concernant le bâti, le cas de figure le plus marquant concerne l'expropriation puis la démolition de huit maisons situées en bordure de plateau sur la commune de Villieu-Loyes-Mollon (village de Loyes), qui étaient fortement menacées par une déstabilisation de la tête versant de la Côtère et, pour certaines d'entre elles, qui se fissaient. Le versant très raide à ce niveau aurait vu un pan de molasse se détacher, ce qui aurait déclenché l'instabilité du rebord du plateau.

Un autre cas de maison détruite par un glissement de terrain est également signalé sans autre précision sur la commune de Varambon, en bordure de la RD 90 (secteur des Carronières en limite communale avec Priay).



Figure II.10: rebord de plateau menacé par un mouvement de terrain au niveau de Loye (8 maisons expropriées puis démolies).

On ne connaît pas d'autres propriétés sur la zone d'étude aussi gravement impactées par des glissements de terrain. Par contre, certaines sont potentiellement menacées, car situées au sein de secteurs réputés très instables. On peut notamment citer la frange de versant dominant le village de Villette-sur-Ain où plusieurs glissements de terrain se sont produits, dont le dernier en date qui remonte au printemps 2021 (glissement de terrain entre deux maisons à l'aval du chemin de La Dombes avec menace de régression vers la maison amont et de recouvrement de la maison aval). Le versant dominant l'Ain au nord du village de Priay l'est également au lieu-dit le Chalet qui est en partie bâti et parcouru par la RD 984.



Figure II.11: glissement de terrain sur la commune de Villette-sur-Ain en aval du chemin de La Dombes (printemps 2021).

D'une manière plus générale, ces zones très instables concernant du bâti, ainsi que d'autres se développant en zone naturelle, montrent que l'intégralité de la Côtère est très sensible aux mouvements de terrain. Elles soulignent que, dès lors qu'un aléa de glissement de terrain se dessine, tout projet doit être mené avec une grande attention, notamment d'un point de vue géotechnique et de gestion des eaux. Cet aspect est d'autant plus réel que certains glissements de terrain historiques rapportés ont probablement une origine accidentelle anthropique. Cela est

notamment le cas sur la commune de Châtillon-la-Palud où quelques cas de mouvements de terrain liés à des terrassements inconsidérés sont signalés. Des travaux de décaissement sur plusieurs mètres de hauteur, ayant conduit à la création de talus verticaux pour la réalisation de fondations, sont à chaque fois pointés du doigt. Ces cas signalés montrent à quel point il convient d'être prudent, dès lors qu'on se situe sur un terrain en pente et que l'on entreprend des travaux.

Les pentes affectées par des glissements de terrain actifs sont généralement faibles à modérées. Seules des déstabilisations du sommet de la Côtière en plusieurs points de la commune de Villieu-Boylles-Mollon ont touché des pentes fortes, voire très redressées. Certains des phénomènes se sont en effet déclenchés au niveau de ressauts sub-verticaux de molasse sableuse (matériaux sableux induré supportant des pentes fortes). Le détachement de paquets de matériaux dans ce type de formation est généralement lié à l'état décomprimé du sol qui libère des pans entiers de matériaux.

Ailleurs, les glissements de terrain affectent des pentes comprises entre 6° et 30° selon les cas. Les pentes les plus faibles concernent les formations morainiques, les colluvions et les faciès argileux et sableux du Miocène, notamment lorsque leur surface est très altérée. Les pentes les plus fortes touchées par des glissements de terrain sont occupées par le faciès sableux du Miocène. La frange superficielle du substratum est alors probablement mieux conservée et la structure géologique de la formation est plus solide, ce qui permet au versant de présenter des pentes d'équilibre plus redressées.

Ces ordres de valeurs de pente sont relevés au droit des glissements de terrain les plus caractéristiques de la zone d'étude. À titre d'exemple, on peut citer les pentes moyennes suivantes (pentes moyennes comprenant les zones de départ et de propagation) :

- 7° à Priay au niveau du glissement de terrain de La Grange, en limite communale avec Varambon (placage morainique).
- 6° à Priay au niveau d'un glissement de terrain en amont de la RD 109 au lieu-dit Chez-Babet (faciès argileux et sableux du Miocène).
- Entre 15° et 20° au niveau du glissement de terrain de Villette-sur-Ain survenu au printemps 2021, en aval du chemin de La Dombes (lieu-dit Les Corrières) (faciès argileux et sableux du Miocène).
- Entre 20° et 30° au niveau de Varambon à la hauteur de la combe du Château de Boissieu (faciès sableux du Miocène).

Les superficies des glissements de terrain actifs sont très variables. Cela va du glissement de talus sur quelques mètres ou quelques dizaines de mètres carrés jusqu'à des étendues pouvant atteindre plusieurs hectares. Le phénomène actif le plus étendu est constaté sur la commune de Priay, en limite communale avec Varambon. Il affecte la quasi-totalité du versant de la Côtière depuis son sommet jusqu'à la RD 984 qui est aménagée à son pied. Il se remarque surtout par les fortes déformations de la RD 984 (profil de la chaussée déformé et désalignement de l'axe de la route qui devait être à l'origine rectiligne). La végétation occupant le versant masque en grande partie les signes de mouvements de terrain. Il est donc difficile de constater in-situ l'étendue réelle du glissement de terrain. Seules des photos aériennes anciennes permettent de se rendre compte de son ampleur, notamment la mission en noir et blanc de 1963 et celle en couleur de 1971.

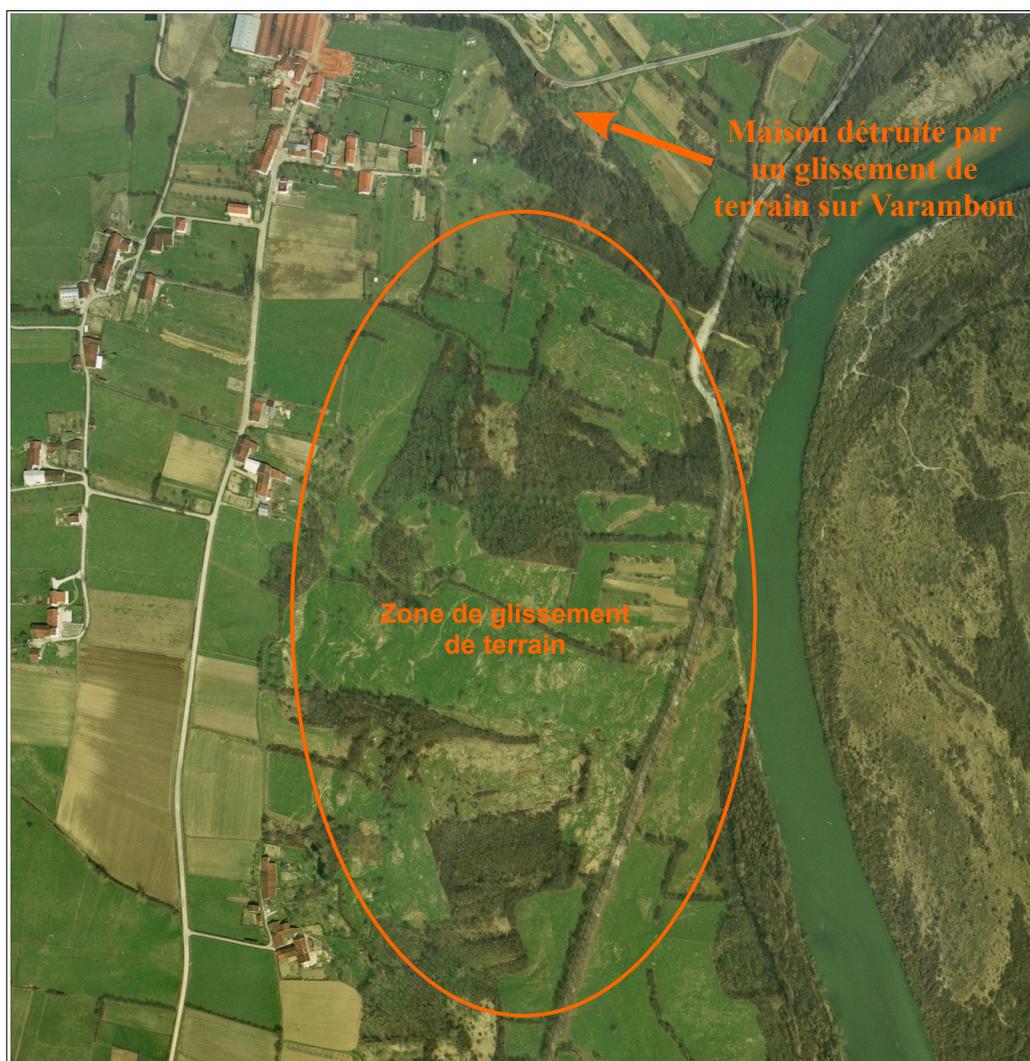


Figure II.12: vue aérienne (mission 1971) de la vaste zone de glissement de terrain touchant le nord de Priay (limite communale avec Varambon). On distingue également le secteur où une maison aurait été détruite par un glissement de terrain sur Varambon.

Ces nombreux glissements de terrain actifs sont autant de phénomènes de référence sur lesquels nous pouvons nous appuyer pour qualifier les versants de la zone d'étude en termes d'aléas de glissements de terrain. Ils montrent que des phénomènes peuvent se déclencher sur tout type de pente et impacter de larges superficies de terrain. Ce constat montre que les versants sont extrêmement sensibles aux mouvements de terrain, quelle que soit la géologie. Cette exposition potentielle du relief aux glissements de terrain est traduite par l'affichage d'aléa fort, moyen ou faible de glissement de terrain, jusque sur des pentes très faibles pour ces trois niveaux d'aléa.

II.3.7. Les chutes de pierres et de blocs

II.3.7.1. Définition

Il s'agit de la chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes issus d'un affleurement rocheux suffisamment marqué ou d'une falaise. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.

II.3.7.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu sur le site étudié ou dans un secteur similaire (sur les plans géologique, structural et géomorphologique) ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios jugés possibles au cours des cent prochaines années.

Les aléas sont qualifiés sans prendre en compte la forêt, en considérant que sa pérennité, et donc son éventuel effet protecteur, n'est pas assurée (par exemple en cas d'incendie ou de maladie des arbres).

La possibilité de phénomènes de chutes de pierres et/ou de blocs résulte de la présence de zones de départ potentiel (présence de falaises ou de blocs dispersés dans des pentes). Des scénarios de référence sont définis par zone de départ selon les aspects suivants :

- ordre de grandeur des volumes rocheux pouvant se détacher ;
- régression éventuelle en amont de la zone de départ ;
- ordre de grandeur de la dénivellation entre zone de départ et zone d'arrêt potentielle ;
- estimation de la fréquence des chutes ;
- possibilité de chutes par paquets fracturables ou non et, si oui, importance des paquets et taille des blocs après fracturation.

La définition des scénarios de référence s'appuie sur les indices relevés sur le terrain, dans les zones de départ et dans les zones d'arrêt potentielles, et sur les phénomènes historiques s'il en existe.

Les phénomènes de chutes de blocs sont très marginaux sur la zone d'étude. Ils concernent quelques rares sites au nord de la commune de Druillat (secteur de Turgon) et se développent uniquement en zone naturelle. Du fait de l'absence d'enjeux exposés, leur détermination a été réalisée à dire d'expert sans faire appel à la méthodologie dite des lignes d'énergie (méthode Mezap).

La qualification de l'aléa de chutes de blocs s'appuie sur la grille de critères suivante.

Aléa	Indice	Critères
Faible	P1	<ul style="list-style-type: none">• Zone d'extension maximale supposée des chutes de blocs ou de pierres (partie terminale des trajectoires)• Pente moyenne boisée parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés (ex. blocs erratiques)• Zone de chute de petites pierres
Moyen	P2	<ul style="list-style-type: none">• Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes (quelques blocs instables dans la zone de départ)• Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes, issues d'affleurements de hauteur limitée (10 - 20 m)• Zones situées à l'aval des zones d'aléa fort• Pente raide dans le versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente >70 %• Remise en mouvement possible de blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente > 70 %

Aléa	Indice	Critères
Fort	P3	<ul style="list-style-type: none"> • Zones exposées à des éboulements en masse et à des chutes fréquentes de blocs ou de pierres avec indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée avec de nombreux blocs instables, falaise, affleurement rocheux • Zones d'impact • Auréole de sécurité autour de ces zones (amont et aval) • Bande de terrain en plaine au pied des falaises, des versants rocheux et des éboulis (largeur à déterminer, en général plusieurs dizaines de mètres)

II.3.7.3. Scénarios types sur le territoire

Les phénomènes de chutes de blocs sont très marginaux. Ils se limitent à une infime partie du territoire de la commune de Druillat où se rencontrent quelques affleurements calcaires sur le rebord est du plateau de Turgon et au niveau d'une ancienne petite carrière du Mont-Turgon. Ils sont absents du reste de la zone d'étude.

Les affleurements rocheux observés sont relativement modestes. Ils peuvent atteindre une dizaine de mètres de hauteur. Des blocs isolés ou de petites volumes rocheux peuvent s'en détacher et se propager jusqu'en pied de pente. La configuration des lieux ne laisse pas craindre d'éboulements massifs.

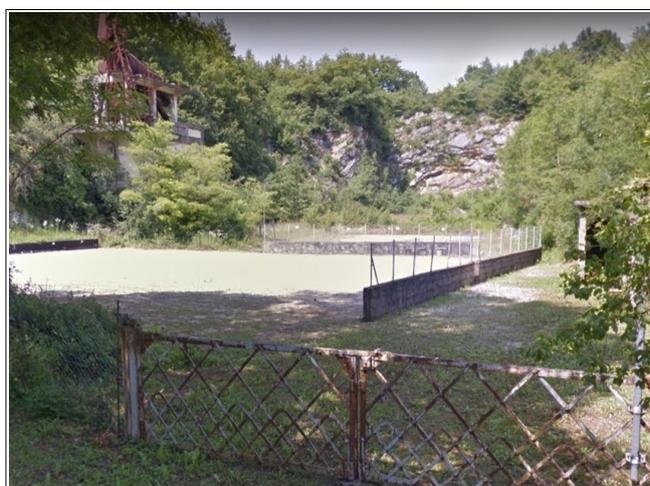


Figure II.13: ancienne carrière de Mont-Turgon.

II.3.8. Les effondrements de cavités souterraines et la suffosion

II.3.8.1. Définition des phénomènes

Il s'agit de l'évolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karst et suffosion) et anthropique (carrière) avec des manifestations lentes et progressives en surface (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement).

Le karst résulte de l'action chimique d'eau de PH acide sur des roches carbonatées (calcaire). En ruisselant à sa surface et en s'infiltrant par les fissures existantes, l'eau s'attaque à la roche en dissolvant progressivement sa fraction carbonatée. Elle élargit ainsi les fissures pré-existantes en créant petit à petit des conduits et des galeries. Un certain modelé peut également s'établir en surface, toujours par dissolution (lapiatz, doline, etc.).

La suffosion est lié à l'entraînement, par des circulations d'eaux souterraines, de particules fines (argiles, limons, sable fin) au sein de terrains meubles suffisamment drainant (phénomène de soutirage). De petites cavités souterraines peuvent se former progressivement, ou le terrain peut se tasser au fur et à mesure de l'ablation des particules de sol. Dans le premier cas, la cavité s'élargit et voit son toit se réduire jusqu'à sa rupture naturelle ou par surcharge (passage d'un véhicule ou d'un animal lourd). Un fontis se forme alors. Dans le second cas, le terrain s'affaisse progressivement en formant une cuvette qui s'accroît tant que le mécanisme de suffosion est en

cours.

Les cavités d'origine minière ne relèvent pas du code de l'Environnement. Elles dépendent du code Minier. Elles ne sont donc pas cartographiées, ni réglementées, dans le cadre d'un document traitant de phénomènes naturels. Elles peuvent cependant être signalées pour information uniquement, si l'on connaît leur localisation. Concernant la zone d'étude, plusieurs concessions d'exploitation de lignite ont été accordées durant les XIX^{ème} et XX^{ème} siècles, notamment sur les communes de Priay et de Villieu-Loyes-Mollon. Leur localisation est incertaine à la date de ce rapport, elles ne peuvent donc pas être signalées.

II.3.8.2. Principes de qualification de l'aléa

La zone d'étude ne présente pas de carrière souterraine liée à l'exploitation de matériaux. Seule la survenance de fontis liés à des cavités naturelles peu développées et la présence d'un ouvrage d'adduction d'eau sont identifiés. Il s'agit de zones de vides très localisées impactant très peu la zone d'étude.

Ces zones de vides sont signalées et localisées approximativement par les communes. Elles ne sont pas visitables. Sans les témoignages des communes, leur présence est donc indétectable.

Pour ce type de cavité, la notion de probabilité d'occurrence, ou de susceptibilité d'effondrement, ne peut s'appliquer du fait des inconnues accompagnant le phénomène. La qualification de l'aléa d'effondrement de cavités souterraines s'appuie donc sur des critères uniquement physiques et géologiques.

Aléa	Indice	Critères
Faible	F1	<ul style="list-style-type: none">• Galerie souterraine d'aménagement (ouvrage bâti de type adduction d'eau ou autre) dont la présence rend l'urbanisation possible ;• Phénomène de suffosion connu et isolé (phénomène non récurrent) ;• Zone de suffosion potentielle.
Moyen	F2	<ul style="list-style-type: none">• Zone d'effondrements localisés et occasionnelle (cas rare de fontis de moins de 3 mètres de diamètre) avec auréole de sécurité enveloppant la zone effectivement effondrée ;• Enveloppe de sécurité autour de l'aléa fort ;• Affaissement local de forte amplitude (dépression topographique souple) ;• Phénomène de suffosion connu et fréquent entraînant des fontis peu profonds.
Fort	F3	<ul style="list-style-type: none">• Effondrement important (fontis de diamètre supérieur à 3 mètres) ;• Effondrements localisés multiples (formation récurrente de fontis) ;• Zone exposée à des effondrements brutaux de cavités souterraines naturelles avec identification de fractures en surface.

II.3.8.3. Scénarios types sur le territoire

Les effondrements trouvent leur origine dans le sous-sol. Leur origine est donc masquée à la vue de chacun. Sans connaissance de l'existence de cavités souterraines et sans l'apparition de signes avant-coureurs de mouvements de terrain verticaux à la surface du terrain, ils sont très difficilement prévisibles. Ils le sont d'autant plus lorsque qu'ils sont liés à une activité hydrogéologique qui conduit à des phénomènes de suffosion. L'absence d'information sur la présence de cavités souterraines conduit souvent à identifier ce type de phénomène que lorsqu'il

s'est manifesté.

L'aléa d'effondrements de cavités souterraines est très peu représenté sur la zone d'étude. Seuls des cas d'effondrements localisés (fontis peu profonds de faible diamètre) sont signalés par la mairie de Châtillon-la-Palud. D'après la description qui en est faite, il s'agit de phénomènes de suffosion qui affectent un espace boisé très restreint au nord du hameau des Croix, non loin du Château de Grammont.

Un autre secteur potentiellement exposé à de faibles effondrements est signalé par la mairie de Villieu-Loyes-Mollon. Il s'agirait d'un ancien aqueduc d'adduction d'eau ou d'évacuation d'eaux pluviales qui se situerait au niveau de la route de Crans dans le village de Loyes. L'ouvrage serait en partie implanté sous la chaussée, mais avec une incertitude à son extrémité nord. De rares fontis très localisés se seraient déjà manifestés le long de cet ouvrage, ce qui pousse la commune à une certaine prudence à son encontre. La section de cet aqueduc est a priori étroite, ce qui permet d'écarter tout phénomène d'effondrement important.

III. Exposition des communes aux phénomènes naturels – phénomènes historiques et aléas

Cette partie du rapport dresse plus précisément pour chaque commune un inventaire des phénomènes historiques et leur exposition aux phénomènes hydrauliques et de mouvements de terrain.

Les phénomènes historiques sont identifiés à l'aide d'un étiquetage reporté sur une carte informative, ce qui permet de les localiser.

Les ouvrages de protection, de correction, de confortement et les aménagements pouvant avoir un impact sur les phénomènes sont également localisés sur la carte informative.

III.1. Commune de Druillat

III.1.1. Approche historique des phénomènes naturels

III.1.1.1. Phénomènes historiques inventoriés

L'information concernant les phénomènes historiques de la commune provient de la mairie et de témoignages d'habitants rencontrés sur le terrain. Elle est décrite et localisée au mieux, sur la base des récits rapportés.

Phénomène	Date	Localisation	Description
Crue du Durllet	Régulièrement	DR.1	Le ruisseau du Durllet déborde régulièrement en période de grosses pluies. Il inonde des terrains au niveau du hameau des Rossettes et en amont du hameau la Planche.
Crue du Durllet	11 mai 2021 et précédemment	DR.2	En mai 2021, le ruisseau du Durllet a inondé la cave d'une maison du hameau de la Planche construite en rive droite, à l'amont immédiat du pont de la route des Creuses. Ce ruisseau avait déjà inondé la cour de cette même propriété (date non précisée).
Crue du Durllet	11 mai 2021	DR.3	Le ruisseau du Durllet a débordé sur le pont de Hautes-Rossettes.
Ruissellement	11 mai 2021 et régulièrement	DR.4 et DR.5	Des phénomènes de ruissellement se produisent sur la route de la Chapelle dans le hameau de Turgon (DR.4). Le 11 mai 2021, des propriétés ont été atteintes au carrefour du chemin des Gouttes (DR.5). Les maisons n'ont pas été touchées, seuls leurs jardins ont été inondés. Le carrefour a été inondé par environ 20 centimètres d'eau.
Ruissellement	Régulièrement	DR.6	Le chemin des Conves est régulièrement inondé par des ruissellements au niveau du hameau de Monbègue.
Ruissellement / ravinement	Régulièrement	DR.7	Des phénomènes de ravinement se développent sur le chemin rural du Colombier en limite communale avec Varambon.
Remontée de nappe	Régulièrement	DR.8	Des phénomènes de remontées de nappe inondent un terrain du lieu-dit Les Vavres. La route des Batailles reliant Rossettes au Roset est également inondée au niveau d'un point bas.
Remontée de nappe / ruissellement	Occasionnellement	DR.9	Au lieu-dit Les Bergeries, la route des Batailles reliant Rossettes au Roset est inondée par des phénomènes de remontées de nappe associés à des ruissellements.
Remontée de nappe	Occasionnellement	DR.10	La RD 17 est inondée par des phénomènes de remontées de nappe et le débordement de ses fossés au nord-est du hameau de Ruat.
Inondation de pied de versant	17/07/2021	DR.11	Le chemin rural parallèle à l'autoroute A 42 a été inondé par l'accumulation d'eau de ruissellement piégée au pied du coteau du plateau de Turgon. Le Suran en crue aurait saturé les canalisations prévues pour l'évacuation de cette eau, entraînant ainsi des phénomènes de refoulement.

III.1.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle

La commune de Druillat a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle relatif aux phénomènes d'inondations et de coulées de boue.

Inondations et coulées de boue : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF19830053	16/05/1983	16/05/1983	21/06/1983	24/06/1983

Figure III.1: arrêté de catastrophe naturelle pris sur la commune de Druillat.

III.1.2. Les inondations de crue rapide

III.1.2.1. Observations de terrain

Trois cours d'eau entrent dans cette catégorie de phénomène. Il s'agit du nord au sud de la commune du Bief de Boujon, qui prend ensuite le nom de Bief des Marais, du ruisseau de Bois-Battu et du ruisseau du Durlet.

- **Le Bief de Boujon :**

Le Bief de Boujon souligne la limite communale entre Druillat et La Tranclière. Il prend sa source dans la Forêt de Montillet, puis il parcourt un vaste espace boisé jusqu'aux abords du hameau de Monbège. Il traverse ensuite des terrains agricoles du lieu-dit le Rosier en prenant le nom de Bief des Marais.

Ce ruisseau ne pose pas de problème particulier à la commune. Ses éventuels débordements concernent uniquement des espaces naturels ou agricoles. Son parcours en zone boisée est difficilement observable en raison de la végétation relativement dense. Son lit n'est réellement visible qu'au franchissement de la RD 17, puis on le perd rapidement de vue. Si l'on tient compte de la section étroite de son lit mineur au franchissement de la RD 17, ce cours d'eau déborde probablement sur ses berges en période de crue, mais sans s'étaler exagérément. La topographie disponible montre qu'il emprunte un léger point en mesure de contenir ses divagations.

Un lit majeur étroit se dessine sur son parcours aval, à la hauteur de la zone agricole du Rosier. Le ruisseau peut alors sortir de son lit et divaguer sur plusieurs mètres de large, plus préférentiellement en rive gauche.



Figure III.2: Bief de Boujon au niveau de la zone agricole du Rosier (vue depuis l'aval). Le ruisseau situé au niveau de la haie peut déborder en rive gauche, sur le chemin et des terrains voisins.

- **Le ruisseau de Bois Battu :**

Le ruisseau de Bois-Battu présente deux bras qui confluent quelques centaines de mètres au sud du hameau de Monbège.

Le bras ouest du ruisseau prend naissance au niveau de l'Étang de Bois-Mutin. Il parcourt un secteur majoritairement boisé en alimentant quelques autres étangs. Il traverse quelques zones d'apparence humide au niveau de la route des Bois et de l'Étang Morand, où des remontées de nappe semblent possibles. Son lit peu marqué peut également conduire à des débordements, plutôt localisés sur ses berges dans sa partie amont, puis s'élargissant progressivement dans sa partie aval après le franchissement de la RD 17. Les débordements de ce bras du ruisseau de Bois-Battu concernent uniquement des espaces naturels ou agricoles.

Le bras est du ruisseau marque l'exutoire de l'étang du Grand-Chaussey. Il traverse le pied du hameau de Bois-Battu, au niveau duquel il est partiellement couvert, puis il parcourt une zone essentiellement agricole en s'écoulant parallèlement à la RD 109. Un lit majeur se dessine progressivement sur ses deux rives à partir du hameau de Bois-Battu. Les abords d'une propriété située au droit du tronçon couvert peuvent être atteints par ses débordements. Le reste du champ d'inondation concerne des espaces agricoles. Il est relativement large à l'aval immédiat du hameau de Bois-Battu, le terrain étant plat, puis il se rétrécit en n'excédant pas une quinzaine de mètres sur chaque berge. Le ruisseau franchit ensuite la RD 109 au niveau du lieu-dit Pré du Temple. Son champ d'inondation occupe alors préférentiellement la rive gauche.



Figure III.3: propriété potentiellement inondable au pied du hameau de Bois-Battu.

Après la confluence de ses deux bras, le ruisseau traverse un terrain plat sur lequel il peut s'étaler. Il quitte ensuite la commune en franchissant l'autoroute A 40.

- **Le ruisseau de Durllet :**

Le ruisseau de Durllet prend sa source sur la commune de Priay, au nord du hameau des Carronières. Il pénètre sur la commune de Druillat au lieu-dit Le Moleyron, puis il emprunte une combe boisée jusqu'au hameau de Hautes-Rossettes où il reçoit le ruisseau du Bief des Brosses. Il longe ensuite le hameau des Basses-Rossettes, puis se dirige vers celui de La Planche.

Son fond de vallée est relativement large et plat sur l'ensemble de ce parcours. Le cours d'eau peut déborder librement sur ses deux berges et s'étaler parfois sur quelques dizaines de mètres de large. Cette largeur importante du lit majeur est favorable au laminage de la lame d'eau débordante. Sur cette partie de son trajet, le ruisseau inonde essentiellement des zones naturelles. Les seuls enjeux concernés par ses crues sont les abords d'une ferme du lieu-dit Hautes-Rossettes au franchissement du pont du chemin du Moulin.

La vallée du Durllet se ferme très nettement à l'approche du hameau de la Planche, ce qui entraîne un fort rétrécissement du champ d'inondation. Les débordements sont alors beaucoup plus contraints sur les berges, car ils disposent de peu de place pour s'étaler. En compensation, la section du lit mineur semble s'élargir, ce qui n'est toutefois pas suffisant pour contenir les débits de crue. De plus, le ruisseau franchit la route des Creuses, qui représente un risque supplémentaire de débordement en cas d'embâcle au niveau de ce pont.

Au niveau du hameau des Planches, le ruisseau peut déborder préférentiellement en rive droite et atteindre une maison située à l'amont de la route des Creuses. Il peut également s'approcher d'une seconde habitation située en bordure de la route des Creuses, mais sans l'atteindre, car elle est surélevée.



Figure III.4: ruisseau de Durllet au hameau des Planches, au franchissement de la route des Creuses. La propriété située en rive droite est potentiellement inondable.

À l'aval de la route des Creuses, le Durllet traverse un espace agricole composé majoritairement de prairies. Quelques centaines de mètres à l'aval de cette route, il bifurque sur sa gauche pour rejoindre le Suran. À ce niveau, une prise d'eau est aménagée pour l'alimentation d'un bief qui longe la Côtière au pied du village de Druillat. Le débit de ce bief est contrôlé par une buse.

À l'aval de cette prise d'eau, un lit majeur se dessine le long du bief. Il doit être considéré potentiellement inondable, bien que le débit du bief soit contrôlé par une buse. Une défaillance au niveau de la prise d'eau reste en effet possible (embâcles avec contournement de la prise d'eau par exemple), d'autres écoulements (ruissellements) peuvent alimenter le bief et une très faible pente en long caractérise ce dernier qui peut ainsi être rapidement saturé (vitesses d'écoulement faibles, donc élévation possible du niveau d'eau).



Figure III.5: aménagement du bras de décharge du Durllet.

Le champ d'inondation ainsi identifié englobe une maison située en rive droite au droit du Château de Prélong et une partie des bâtiments de l'ancien moulin situé au pied du village de Druillat, sachant que ce moulin est situé à l'aval immédiat d'une retenue d'eau pouvant également surverser en cas d'obstruction de son trop-plein.

Le bief du Durllet rejoint ensuite le Suran au droit du hameau de Cruix en serpentant dans la plaine de Druillat.

III.1.2.2. Aménagement et ouvrages

Quelques aménagements sont à signaler sur ces cours d'eau :

- le ruisseau de Bois-Battu présente un tronçon couvert sur quelques dizaines de mètres au pied du hameau de Bois-Battu.
- Une prise d'eau et un bief sont aménagés sur le ruisseau de Durllet 180 mètres environ à l'aval du pont des Creuses.

III.1.2.3. L'aléa inondation de crue rapide

Les lits mineurs des ruisseaux sont classés en aléa très fort d'inondation (i4) selon des bandes de 10 mètres de large de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 20 mètres au total. Pour le bief du ruisseau de Durllet, cette largeur d'aléa très fort d'inondation est ramenée à 5 mètres de part et d'autre de son axe (10 mètres au total), car il s'agit d'un axe hydraulique secondaire issu d'une prise d'eau.

Les champs d'inondation sont classés en aléa moyen (i2) et en aléa faible (i1) d'inondation. Il est considéré que, compte-tenu de la pente en long des cours d'eau, la dynamique d'écoulement devrait être de lente à moyenne et que les lames d'eau débordantes peuvent atteindre quelques décimètres, sans excéder 1 mètre. Les hauteurs d'eau possibles sont estimées en jugeant de la superficie des bassins versant drainés, de la section des lits mineurs et de la place disponible à l'eau pour s'étaler. Le niveau d'aléa est ainsi plutôt faible lorsque les champs d'inondation sont étendus (lame d'eau a priori de faible hauteur). Il tend vers un niveau moyen lorsque les champs d'inondation se rétrécissent, ou qu'un lit moyen se dessine (concentration plus importante des débordements avec élévation du niveau de la lame d'eau débordante).

Pour le bief du ruisseau de Durllet, le moulin implanté au pied du village est classé en aléa moyen d'inondation (i2) car situé dans un point bas à l'aval d'une retenue d'eau (zone de concentration d'eau en cas de débordement de la retenue d'eau).

III.1.3. Les ruissellements et ravinements

III.1.3.1. Observations de terrain

Plusieurs axes hydrauliques concentrant des ruissellements drainent le territoire communal. Il s'agit de petites combes et de fossés reliés au réseau hydrographique pour certains ou se perdant sur des terrains pour d'autres. On en rencontre quelques-uns sur la Côtière au niveau du village et le long des ruisseaux de Bois-Battu et de Durllet.

Des chemins peuvent également jouer ce même rôle de drainage en interceptant des écoulements produits par les terrains qu'ils traversent. Cela est notamment le cas au niveau des hameaux de Turgon, Hautes-Rossettes, Bois-Battu et Ruat.

En l'absence d'exutoire, des divagations sont possibles à l'aval de ces axes hydrauliques. Les écoulements peuvent s'étaler plus ou moins en fonction de la topographie et s'accompagner d'ensablement, voire de dépôts plus grossiers en fonction de l'érosion provoquée à l'amont. Selon la pente du terrain, ces divagations peuvent produire des lames d'eau animées (présence de pente) ou plutôt stagnantes (absence de pente).

De tels débordements sont possibles au niveau du hameau de Turgon. On peut également rencontrer à la hauteur du village de Druillat et au niveau des hameaux de Bois-Battu et de Ruat.

Des axes de ruissellements plus discrets sont également présents sur le territoire. Il s'agit de talwegs à fond large sans lit matérialisé. Des écoulements peuvent les rejoindre puis les emprunter sous la forme de lames d'eau plus ou moins diffuses et étalées (pas de concentration des écoulements faute de point bas marqué).



Figure III.6: exemple d'axe d'écoulement pouvant divaguer dans le hameau de Bois-Battu faute d'exutoire.



Figure III.7: axe hydraulique drainé par un chemin et son fossé pouvant inonder le pied du hameau de Turgon.

A cela s'ajoutent les considérations relatives aux particularités des terres cultivées particulièrement productrices de ruissellement du fait de leur mise à nu une grande partie de l'année et de certaines cultures fixant insuffisamment les sols (cf. II.3.3.2).

III.1.3.2. Aménagement et ouvrages

La commune ne possède pas d'ouvrage ni d'aménagement en lien avec les phénomènes de ruissellement.

Précisons que les fossés et les busages ne sont pas signalés comme des ouvrages ou aménagements spécifiques car trop nombreux et non répertoriés. Leur inventaire nécessiterait la réalisation d'un schéma directeur d'eau pluviale, ce qui permettrait également de mettre en avant une éventuelle artificialisation de certains bassins versants (détournement de l'eau d'un bassin versant vers un autre).

III.1.3.3. L'aléa ruissellement et ravinement

Les combes et les fossés concentrant des écoulements sont classés en aléa fort (V3) de ravinement selon des bandes de 5 mètres de part et d'autre de leur axe, soit 10 mètres au total. Ces largeurs supplémentaires d'aléa fort permettent de tenir compte des phénomènes de ravinement possibles en bordure des axes d'écoulement. Les chemins pouvant concentrer des écoulements sont également traduits en aléa fort (V3) de ravinement mais selon l'emprise stricte des chaussées. Il est tenu compte que ces chemins sont suffisamment larges pour contenir les écoulements sans érosion supplémentaire sur leurs bas-cotés.

Les débordements des axes hydrauliques sans exutoire sont généralement traduits en aléa faible (V1) de ruissellement. Il est tenu compte que les superficies drainées sont relativement faibles et que par conséquent les divagations devraient être plutôt peu importantes (lame d'eau comprise entre quelques centimètres et quelques décimètres en général). Les vitesses d'écoulement

devraient également être faiblement élevées du fait d'une topographie peu marquée (pentes généralement faibles).

Concernant l'aspect ruissellement en secteur agricole, un aléa généralisé est défini avec une déclinaison en fonction de la pente (cf. II.3.3.2). Le caractère dévégétalisé de certains terrains est un facteur aggravant. En l'absence de végétation, la surface du sol est fragilisée. Elle est plus sujette au ruissellement et à l'érosion, car elle n'est pas fixée. Cette sensibilité aux écoulements et à l'érosion peut également varier en fonction de la pente du terrain. Les classes de pente définies pour qualifier les phénomènes de ruissellements généralisés permettent de le souligner (voir Tableau 6 §II.3.3.2).

III.1.4. Les remontées de nappe

III.1.4.1. Observations de terrain

Plusieurs secteurs sujets aux remontées de nappe ont été observés sur la commune ou signalés par la mairie. Ils sont soulignés par une topographie plane ou en forme de légère cuvette, où l'eau peut affleurer et stagner, et par une végétation caractéristique (joncs, herbe épaisse et grasse, etc.).

Le plus significatif de ces secteurs se situe au lieu-dit les Vavres, de part et d'autre de la route des Batailles, avec une zone plus fortement concernée au nord de cette route où l'on remarque plusieurs fossés de drainage.

D'autres s'observent au lieu-dit Les Couves en bordure de la RD 17, au nord du hameau de Turgon en limite communale avec Saint-Martin du Mont, et dans la plaine du Suran



Figure III.8: terrain du lieu-dit les Vavres exposé au remontées de nappe. On distingue des fossés de drainage

La région est réputée pour ses nombreux étangs présents sur le plateau de La Dombes. D'une façon générale, il est considéré que les étangs peuvent favoriser une certaine humidité à leur périphérie, en saturant le sol selon leur niveau de remplissage. Cette possibilité d'humidité périphérique est rattachée aux phénomènes de remontées de nappe. Pour la souligner, les berges des étangs sont considérées potentiellement humides sur une dizaine de mètres de largeur. Des zones humides plus étendues peuvent se manifester au-delà de cette bande de 10 mètres. Elles

sont alors cartographiées selon leur emprise réelle.

Par ailleurs, dans la vallée du Suran, les zones identifiées par la base de données « remontées de nappe » comme étant soumises aux remontées de nappe sont reprises. Elles concernent généralement les berges du cours d'eau et des gravières présentes, en comprenant le lit mineur et les plans d'eau.

III.1.4.2. Aménagement et ouvrages

Mis à part des fossés de drainage visibles aux Vavres, la commune n'est pas équipée de dispositif d'aménagement face aux remontées de nappe.

III.1.4.3. L'aléa remontée de nappe

Les zones concernées par des remontées de nappe sont classées en aléa moyen (N2) et en aléa faible (N1) en fonction de leur exposition apparente au phénomène et des témoignages recueillis.

De l'aléa moyen (N2) est ainsi affiché aux Vavres, au nord de la route des Batailles où le phénomène semble plus particulièrement présent et durable, ainsi qu'au niveau de la plaine du Suran, au pont de la 984.

Ailleurs, les remontées de nappe sont traduites en aléa faible (N1). Compte tenu des configurations topographiques, seules de faibles lames d'eau sont a priori à attendre.

III.1.5. Les inondations de pied de versant

III.1.5.1. Observations de terrain

Des points bas sont parfois présents. Il s'agit de cuvettes naturelles, de légères dépressions de terrain ou de terrain situés à l'arrière d'obstacles. Des écoulements peuvent les rejoindre et stagner le temps de leur infiltration.

Parmi ces points bas, on citera entre autres ceux présents au pied du hameau de Turgon, où des ruissellements acheminés par des chemins peuvent se rejeter (voir aussi § III.1.3.1 et figure III.1.3.1), et celui visible au hameau de Monbègue en bordure de la RD 109.



Figure III.9: point bas inondable au pied du hameau de Turgon.

Les autres points bas inondables de la commune concernent plus souvent des secteurs en zone naturelle ou agricole (sud et sud-ouest de Turgon) et ne posent donc pas de problème particulier. Au nord de Turgon, plusieurs d'entre eux correspondent à des dolines qui se sont formées à la surface du substratum calcaire (modèle karstique). Ces cuvettes formées par dissolution de la roche calcaire peuvent accueillir une lame d'eau plus ou moins importante en fonction des apports. Le fond de ces cuvettes étant imperméable (roche), l'eau instaure un milieu humide durable et peut disparaître quasiment que par évaporation.

Certaines des zones concernées par des remontées de nappe sont également considérées exposées au phénomène d'inondation de pied de versant. C'est notamment le cas du lieu-dit les Vavres. Compte tenu de leur topographie, de fortes pluies peuvent les inonder indépendamment des variations du niveau de la nappe.

III.1.5.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Druillat ne dispose pas d'aménagement face aux phénomènes d'inondation de pied de versant.

III.1.5.3. L'aléa inondation de pied de versant

Les points bas inondables sont classés en aléa moyen (l'2) et en aléa faible (l'1) en fonction de leur inondabilité apparente (profondeur des points bas, apports d'eau susceptibles de les atteindre, etc.).

Les dolines présentes au nord de Turgon sont plutôt traduites en aléa moyen (l'2) d'inondation de pied de versant. Il est tenu compte qu'une lame d'eau de quelques décimètres peut s'y installer durablement. Il en est de même pour les terrains des Vavres, au nord de la route des Batailles où le terrain s'avère très propice à la rétention d'eau (zone également classée en aléa moyen de remontée de nappe).

Ailleurs, les points bas sont plutôt traduits en aléa faible (l'1) d'inondation de pied de versant. Il est considéré qu'une lame d'eau de quelques décimètres au maximum peut s'y former très temporairement. Ce classement concerne notamment les hameaux de Turgon et Monbègue.

III.1.6. Les glissements de terrain

III.1.6.1. Observations de terrain

La Côtière entre le village de Druillat et le hameau de Cruix est la zone la plus exposée aux glissements de terrain. Le substratum molassique et son recouvrement (moraines et colluvions) sont particulièrement sensibles au phénomène en raison de leur composition argileuse et de la présence d'eau dans le sous-sol.

Deux zones actives sont identifiées. L'une concerne le coteau du lieu-dit Grange-Bègue à l'aval de la RD 17a. Le terrain est à ce niveau relativement chahuté, en particulier à proximité d'une source visible à proximité de la ferme de



Figure III.10: fort fluage du terrain au lieu-dit Grange-Bègue.

Grange-Bègue. Sa surface présente des moutonnements de grande amplitude sur des pentes comprises entre 10° et 20°, sans toutefois montrer d'arrachement. Ce type de déformations traduit un probable fluage du terrain (déplacement lent et régulier du terrain) assimilable à du glissement de terrain.

La seconde zone de glissement de terrain actif concerne le talus amont de la RD 17a, qui montre des signes caractéristiques d'affaissement au droit du hameau du Cruix (pente d'environ 20°).

Le reste de la Côtière ne présente pas de glissement de terrain déclaré. Mais sa topographie, sa géologie et une activité hydrogéologique probablement très présente montrent que l'équilibre des terrains est plutôt fragile. Cette fragilité est parfois soulignée par quelques signes discrets de fluage beaucoup moins prononcés qu'au niveau de Grange-Bègue.

Les versants formant le relief du secteur de Turgon sont, d'apparence, moins exposés aux glissements de terrain. Le substratum calcaire qui les compose semble sub-affleurant et il est mécaniquement de meilleure qualité. Il favorise une meilleure tenue du terrain et de sa couverture meuble superficielle, a priori, peu épaisse. Le phénomène est alors présent uniquement sous une forme potentielle (pas de glissement de terrain actif identifié).

Il en est de même au niveau de la zone de plateau, mais pour une raison topographique. Le relief est en effet très faiblement marqué, ce qui limite fortement les possibilités de formation de glissement de terrain (pas de phénomène actif observé au niveau de la zone de plateau).

III.1.6.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Druillat ne dispose pas d'aménagement face aux phénomènes de glissement de terrain.

III.1.6.3. L'aléa glissement de terrain

Les glissements de terrain actifs identifiés à Grange-Bègue et au droit du Cruix sont classés en aléa fort (G3).

Ailleurs, le phénomène est considéré sous une forme potentielle à l'aide d'aléa moyen (G2) et d'aléa faible (G1). L'aléa moyen traduit plutôt des terrains géologiquement et géomorphologiquement identiques à des secteurs qui ont déjà bougé ; c'est-à-dire présentant des caractéristiques très propices aux instabilités comme cela a déjà pu être vérifié. Ce niveau d'aléa s'affiche majoritairement sur la Côtière entre le village et le hameau de Cruix. Il est accompagné d'aléa faible (G1) qui souligne des secteurs d'apparence moins exposés, du fait notamment de pentes moins fortes.

Les autres versants de la commune sont plutôt traduits en aléa faible (G1) du fait d'une topographie peu marquée et / ou d'une géologie plutôt favorable (substratum calcaire du secteur de Turgon. Seul un petit ressaut topographique du versant ouest de Mont-Turgon est classé en aléa moyen (G2) du fait de sa pente.

Enfin, une bande d'aléa de sauvegarde (G0) de 30 mètres de large est affichée au sommet des versants de la Côtière sensibles, voire très sensibles, aux mouvements de terrain. Elle souligne l'importance qu'il convient d'accorder aux rejets d'eau en tête de versant (maîtrise des rejets d'eau et dispositif d'infiltration à proscrire) pour limiter le risque d'aggravation de glissement de terrain à l'aval.

III.1.7. Les chutes de blocs

III.1.7.1. Observations de terrain

Ce type de phénomène est très marginal. Il est lié à la présence de quelques affleurements rocheux de faible hauteur en bordure de l'autoroute A 40 (coteau sud-est du plateau calcaire de Turgon) et au niveau d'une ancienne carrière à ciel ouvert située au nord-est du hameau de Turgon. Ceux présents en bordure d'autoroute sont d'origine naturelle. Ceux de l'ancienne carrière correspondent au front de taille de l'exploitation qui présente une verticalité de plusieurs mètres de hauteur.

Des blocs isolés peuvent se détacher de ces affleurements et se propager jusqu'en pied de pente sans menacer d'enjeux. Les phénomènes de chutes de blocs concernent uniquement des zones naturelles.

III.1.7.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Druillat ne dispose pas d'aménagement face aux phénomènes de chutes de blocs.

III.1.7.3. L'aléa chute de blocs

Les zones exposées aux chutes de blocs sont classées en aléas moyen (P2) et faible (P1). Seuls des phénomènes de faible importance sont possibles (chutes de blocs isolées, intensité et fréquence peu élevées, topographie favorable contenant les chutes de blocs).

III.1.8. Les effondrements de cavité souterraines

III.1.8.1. Observations de terrain

Pour information, nous indiquons que le secteur de Turgon (partie nord de Druillat) présente un substratum calcaire hébergeant potentiellement un réseau karstique. Quelques dolines liées au modelé karstique sont visibles autour du Mont-Turgon. Elles correspondent à des phénomènes de dissolution du substratum qui ont entraîné la formation de cuvettes. De telles dolines ne correspondent donc pas à des phénomènes d'effondrement, même si elles impliquent un drainage vers un réseau karstique.

Nous n'avons pas identifié de cavité karstique au sein du substratum calcaire, ni de cavité d'autre origine. La base de données cavité du BRGM annonce de façon imprécise la présence de deux grottes au niveau du hameau de Turgon (identifiants cavité RHAAA0001436 et RHAAA0001437) et d'une troisième dans la plaine du Suran (identifiant cavité RHAAA0001579). Ces cavités n'ont pas été confirmées sur le terrain, ni par la mairie. Les phénomènes d'effondrements de cavités souterraines ne sont donc pas identifiés sur la commune de Druillat.

III.2. Commune de Varambon

III.2.1. Approche historique des phénomènes naturels

III.2.1.1. Phénomènes historiques inventoriés

L'information concernant les phénomènes historiques de la commune provient du PPRN approuvé le 21 juin 2001, de la mairie et de témoignages d'habitants rencontrés sur le terrain. Elle est décrite et localisée au mieux, sur la base des récits rapportés.

Phénomène	Date	Localisation	Description
Crue du ruisseau de la Combe du Château de Boissieu	1/07/1993 5 et 6/07/1993, régulièrement	VR.1 VR.2	Ce ruisseau qui est couvert entre le débouché de sa combe et l'Ain a débordé dans le village suite à la rupture d'un embâcle (débâcle). Il a débordé sur la rue du Château (VR.1), puis une partie de l'eau a emprunté la RD 984 (VR.2), en direction de la mairie, ce qui a entraîné l'inondation de plusieurs maisons situées à l'est de la route (entre la RD 984 et l'Ain). Ce ruisseau aurait débordé une nouvelle fois, peu de temps après (entre le 5 et le 6 juillet 1993) Des débordements relativement réguliers sont par ailleurs signalés sur cette combe.
Ruissellement / ravinement	Juillet 1978	VR.3	La combe de La Charmerie située au sud du village a débordé au niveau de la RD 984 près du lieu-dit Chanoz. Cette combe est alimentée par des ruissellements.
Ruissellement / ravinement	Non daté	VR.4	Une petite combe provenant du lieu-dit Le Mas tend à déborder au niveau de la RD 984 dans la partie nord du village.
Glissement de terrain	Vers 1993	VR.5	Un glissement de terrain important s'est déclenché en rive gauche de la combe du Château de Boissieu (débouché de la combe). Le phénomène a affecté un secteur relativement pentu en mobilisant une bande de terrain sur 50 à 100 mètres de long et d'environ 20 à 30 mètres de large (mesurés respectivement selon la ligne d'arrachement du glissement de terrain et dans le sens de sa propagation).
Glissement de terrain	Régulièrement	VR.6	Le Suran érode fortement sa rive droite près de sa confluence avec l'Ain (partie nord du village), ce qui déstabilise sa berge haute de plusieurs mètres. Une certaine instabilité du terrain s'est ainsi installée, ce qui nécessite une surveillance.
Glissement de terrain	Régulièrement	VR.7	L'ancien chemin du Château de Boissieu montre quelques signes d'affaissement au niveau de son talus aval qui sont probablement dus à léger fluage du terrain (phénomène de faible importance sans trace d'arrachement).
Glissement de terrain	Phénomène ancien non daté	VR.8	Une maison se serait effondrée suite à un glissement de terrain au lieu-dit Les Guers, à l'aval de la RD 90 (route menant au hameau des Carronnières). Ce phénomène très ancien (plusieurs dizaines d'années), transmis entre générations, est très imprécis.

III.2.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle

La commune de Varambon a fait l'objet de trois arrêtés de catastrophe naturelle relatifs aux phénomènes d'inondations et de coulées de boue et d'un arrêté de catastrophe naturelle relatif aux mouvements de terrain.

Inondations et coulées de boue : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF19930044	05/07/1993	06/07/1993	28/09/1993	10/10/1993
01PREF19930043	01/07/1993	01/07/1993	28/09/1993	10/10/1993
01PREF20170215	01/05/1983	31/05/1983	06/09/1983	11/09/1983

Mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20170214	01/05/1983	31/05/1983	06/09/1983	11/09/1983

Figure III.11: arrêtés de catastrophe naturelle pris sur la commune de Varambon.

III.2.2. Les inondations de crue rapide

III.2.2.1. Observations de terrain

Le ruisseau de Durllet traverse l'extrémité ouest de la commune. Il se compose de trois bras qui sont le Durllet principal, le Petit-Durllet et le ruisseau de Roset transitant par des étangs. Les deux premiers forment la limite communale avec la commune de Priay. Le troisième souligne la limite communale avec Druillat.

Sur la commune de Varambon, le Durllet traverse uniquement des zones naturelles. Son bras principal emprunte une petite vallée à fond large au niveau de laquelle il peut déborder en s'étalant parfois sur plusieurs dizaines de mètres. Il peut ainsi inonder plusieurs prairies. Son lit mineur qui est relativement étroit et doté d'une très faible pente en long peut être rapidement saturé. Des débordements semblent donc possibles même en cas de faible crue. De plus, en quittant la commune, le Durllet franchit le chemin de Pontsuard qui est équipé d'un pont plutôt étroit. Une saturation de l'ouvrage avec ou sans embâcle est possible, ce qui peut accentuer un peu plus les débordements et favoriser la rétention d'eau à l'amont.



Figure III.12: le Durllet et son champ d'inondation au niveau du secteur de Colombet.

III.2.2.2. Aménagement et ouvrages

Aucun aménagement n'est à signaler sur le long du Durllet sur la commune de Varambon

III.2.2.3. L'aléa inondation de crue rapide

Les lits mineurs des différents bras du Durllet sont classés en aléa très fort d'inondation (i4) selon des bandes de 10 mètres de large de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 20 mètres au total.

Le champ d'inondation du Durllet est majoritairement classé en aléa faible (i1) d'inondation. Il est considéré que sa largeur importante permet un étalement de l'eau, donc une lame d'eau de faible hauteur. De plus, la pente étant négligeable, une dynamique d'écoulement plutôt lente est à attendre. Seuls quelques points bas situés à l'arrière de routes surélevées sont classés en aléa fort (i3) et en aléa moyen (i2) d'inondation, car des hauteurs d'eau plus importantes sont possibles en cas d'entrave aux écoulements (obstruction des ouvrages hydrauliques).

III.2.3. Les crues torrentielles des ruisseaux

III.2.3.1. Observations de terrain

Le ruisseau de la Combe du Château de Boissieu débouche dans le village de Varambon. Il draine un petit bassin versant d'une quinzaine d'hectares de superficie en bordure de la Côtière. Il franchit cette dernière en empruntant une combe encaissée et pentue, puis il traverse le village en souterrain. Son ouvrage de couverture présente une section très étroite (busage Ø 500), insuffisante par rapport aux écoulements qui peuvent se présenter et fortement exposé aux embâcles et au dépôt de matériaux (fort risque d'obstruction). Il semble ensuite s'élargir à en juger sa sortie au niveau de la confluence avec l'Ain (ouvrage voûté).



Figure III.13: entrée de la couverture du ruisseau de la Combe du Château de Boissieu.

Le ruisseau connaît donc des conditions d'écoulement très défavorables dans la traversée du village. Il peut déborder à l'entrée de sa buse située dans la cour d'une propriété en amont de la route du château, puis emprunter cette route et divaguer de part et d'autre jusqu'à la RD 984. Le côté sud de la route du Château (secteur de l'église) est beaucoup plus bas que le côté nord. Cette différence de niveau représente un axe naturel d'écoulement préférentiel. Toutefois, un muret bordant la route du Château peut maintenir la lame d'eau débordante sur la chaussée et sa bordure nord, en lui barrant l'accès au point bas. L'intégralité du débit débordant peut donc emprunter la route du Château jusqu'à la RD 984, avec une possibilité de divagation sur sa bordure nord en fonction des passages s'offrant aux écoulements.



Figure III.14: axe de débordement du ruisseau de la Combe du Château de Boissieu sur la route du Château.

Au pied du village, le profil du terrain permet aux débordements d'emprunter la RD 984 en direction du sud, quasiment jusqu'au chemin du Port et de l'École, et d'atteindre les maisons bordant cette route.

III.2.3.2. Aménagement et ouvrages

Le ruisseau de la Combe du Château de Boissieu est couvert dans la traversée du village de Varambon. Une buse \varnothing 500 constitue l'entrée de l'ouvrage. La sortie montre un ouvrage voûté et section plus importante. L'ouvrage de couverture semble donc s'élargir vers l'aval, ce qui ne compense toutefois pas son faible diamètre d'entonnement.

III.2.3.3. L'aléa inondation de crue torrentielle

Le lit mineur du ruisseau de la Combe du Château de Boissieu est classé en aléa fort (T3) de crue torrentielle selon des bandes de 5 mètres de large de part et d'autre de son axe d'écoulement, soit 10 mètres au total.

Ses débordements sont traduits en aléa moyen (T2) et en aléa faible (T1). Le débit de crue du ruisseau devrait être relativement modéré compte tenu de la faible superficie de son bassin versant. L'intensité des débordements devrait donc être faible. La route du Château constitue un axe préférentiel de débordement. Elle peut donc être systématiquement atteinte par les débordements. Le point bas situé au sud de cette route est considéré de la même sorte, bien qu'un mur empêche l'eau de l'atteindre. Ce mur n'est pas pris en compte, car il ne s'agit pas d'un ouvrage pérenne. Le point bas est donc considéré comme un axe d'écoulement potentiellement préférentiel.

Sur cette base, de l'aléa moyen (T2) est affiché sur la route du Château et au niveau du point bas situé au sud. l'aléa faible (T1) caractérise plutôt le champ d'inondation situé au nord de la route du Château et le secteur de la RD 984, où la lame d'eau peut s'étendre de façon plus diffuse et pas forcément systématiquement de partout.

III.2.4. Les ruissellements et ravinements

III.2.4.1. Observations de terrain

Plusieurs axes hydrauliques concentrant des ruissellements drainent le territoire communal. Il s'agit de petites combes et de fossés reliés au réseau hydrographique pour certains ou se perdant sur des terrains pour d'autres. On en rencontre plusieurs le long de la Côtière, en particulier au niveau du village de Varambon.

Des divagations sont possibles à l'aval de ces axes hydrauliques, notamment lorsqu'ils sont dépourvus d'exutoire. Les écoulements peuvent s'étaler plus ou moins en fonction de la topographie et s'accompagner d'ensablement, voire de dépôts plus grossiers en fonction de l'érosion provoquée à l'amont.



Figure III.15: petite combe drainant le secteur du Mas débouchant au niveau de la RD984.

Au moins deux secteurs distincts du village de Varambon sont ainsi potentiellement inondables. Sa partie nord est concernée par une petite combe drainant des terrains du lieu-dit le Mas. Cet axe hydraulique est légèrement dévié en pied de versant, ce qui l'écarte de son tracé naturel et peut le pousser à déborder. Il peut également être rejoint par d'autres ruissellements plus diffus du versant s'ajoutant à ses débordements.

Dans la partie sud du village, trois combes peuvent divaguer près de l'ancien chemin du Château. Deux d'entre elles peuvent sortir de leur lit au franchissement de la RD 984 en raison d'ouvrages insuffisants et / ou inadaptés (ouvrages étroits et contraints par des virages). Le troisième axe hydraulique correspond à un petit fossé longeant l'ancien chemin du Château et pouvant déborder quelques dizaines de mètres à l'amont de la RD 984 en direction d'un lotissement récent.



Figure III.16: exemple d'ouvrage étroit et sinueux franchissant la RD984 (embranchement de l'ancien chemin du Château / RD984).

Un quatrième axe hydraulique prenant naissance à l'aval du hameau de la Madeleine débouche au sud des trois précédents (extrémité sud du village au droit du quartier de Chanoz). D'après les documents topographiques disponibles (lidar et MNT), la combe qu'il emprunte est relativement large, sans point bas franchement marqué. Cette particularité permet l'écoulement d'une lame d'eau plutôt diffuse, notamment en pied de versant où elle peut divaguer librement à l'approche de la RD 984, puis le long et à l'aval de cette route.

Des axes de ruissellements plus discrets sont également présents sur le territoire. Il s'agit de talwegs à fond large sans lit matérialisé. Des écoulements peuvent les rejoindre puis les emprunter en formant des lames d'eau plus ou moins diffuses et étalées. La zone de plateau et le rebord de la Côtière présentent plus généralement ce genre d'axes hydrauliques.

A cela s'ajoutent les considérations relatives aux particularités des terres cultivées particulièrement productrices de ruissellement du fait de leur mise à nu une grande partie de l'année et de certaines cultures fixant insuffisamment les sols (cf. II.3.3.2).

III.2.4.2. Aménagement et ouvrages

La commune ne possède pas d'ouvrage ni d'aménagement en lien avec les phénomènes de ruissellement.

Précisons que les fossés et les busages ne sont pas signalés comme des ouvrages ou aménagements spécifiques, car trop nombreux et non répertoriés. Leur inventaire nécessiterait la réalisation d'un schéma directeur d'eau pluviale, ce qui permettrait également de mettre en avant une éventuelle artificialisation de certains bassins versants (détournement de l'eau d'un bassin versant vers un autre).

III.2.4.3. L'aléa ruissellement et ravinement

Les combes et les fossés concentrant des écoulements sont classés en aléa fort (V3) de ravinement selon des bandes de 5 mètres de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 10 mètres au total. Ces largeurs supplémentaires d'aléa fort permettent de tenir compte des phénomènes de ravinement possibles en bordure des axes d'écoulement.

Les débordements des axes hydrauliques sans exutoire sont généralement traduits en aléa faible (V1) de ruissellement. Il est tenu compte que les superficies drainées sont relativement faibles et que par conséquent les divagations devraient être plutôt peu importantes (lames d'eau comprises entre quelques centimètres et quelques décimètres en général). Cela est notamment le cas au niveau du village où les débordements de combes peuvent en plus occuper de larges emprises de terrain. Cet étalement possible de l'eau réduit d'autant plus les hauteurs d'eau (laminage des écoulements). Les vitesses d'écoulement devraient également être faiblement élevées du fait d'une topographie peu marquée (pentes généralement faibles).

Les ruissellements pouvant se former au niveau de talwegs légèrement marqués sont classés en aléa faible (V1). Ces axes hydrauliques qui sont dépourvus de lit mineur drainent généralement de faibles bassins versants. Les ruissellements peuvent se développer sur des largeurs parfois importantes (écoulements non concentrés) en formant des lames d'eau de faible hauteur et faiblement animées.

Concernant l'aspect ruissellement en secteur agricole, un aléa généralisé est défini avec une déclinaison en fonction de la pente (cf. II.3.3.2). Le caractère dévégétalisé de certains terrains est un facteur aggravant. En l'absence de végétation, la surface du sol est fragilisée. Elle est plus sujette au ruissellement et à l'érosion, car elle n'est pas fixée. Cette sensibilité aux écoulements et à l'érosion peut également varier en fonction de la pente du terrain. Les classes de pente définies pour qualifier les phénomènes de ruissellements généralisés permettent de le souligner (voir Tableau 6 §II.3.3.2).

III.2.5. Les remontées de nappe

III.2.5.1. Observations de terrain

Un secteur potentiellement sujet aux remontées de nappe a été observé au nord du hameau de Ponsuard, en périphérie d'un petit étang. Il occupe une zone plane colonisée par une végétation boisée montrant qu'une certaine humidité tend à s'instaurer, en particulier du fait de la présence de

l'étang.

La région est réputée pour ses nombreux étangs présents sur le plateau de La Dombes. D'une façon générale, il est considéré que les étangs peuvent favoriser une certaine humidité à leur périphérie, en saturant le sol selon leur niveau de remplissage. Cette possibilité d'humidité périphérique est rattachée aux phénomènes de remontées de nappe. Pour la souligner, les berges des étangs sont considérées potentiellement humides sur une dizaine de mètres de largeur. Des zones humides plus étendues peuvent se manifester au-delà de cette bande de 10 mètres. Elles sont alors cartographiées selon leur emprise réelle.

Par ailleurs, les zones identifiées par la base de données « remontées de nappe » sont reprises au niveau de la vallée de l'Ain. Elles concernent généralement les berges du cours d'eau et des gravières présentes, en comprenant le lit mineur et les plans d'eau.

III.2.5.2. Aménagement et ouvrages

La commune n'est pas équipée de dispositif d'aménagement face aux remontées de nappe.

III.2.5.3. L'aléa remontée de nappe

Les zones concernées par des remontées de nappe sont classées en aléa faible (N1). Compte tenu de leur configuration topographique, de faibles lames d'eau sont a priori à attendre en cas de manifestation du phénomène.

III.2.6. Les glissements de terrain

III.2.6.1. Observations de terrain

Trois zones de glissements de terrain actifs d'ampleur variable sont à signaler au niveau de la Côtière. Deux se situent en amont du village de Varambon au débouché de la Combe du Château de Boissieu et en amont de la rue du Château. Ces deux glissements de terrain concernent le substratum molassique et sa frange superficielle altérée. Les pentes affectées sont fortes (pente moyenne comprise entre 25 et 30°).

D'après la mairie, celui de la Combe du Château de Boissieu s'est déclenché dans les années 1990 (vers 1993) et a affecté entre 2000 et 3000m² de terrain en découvrant le toit du substratum. Il s'agit d'un phénomène plutôt superficiel qui a mobilisé une épaisseur de terrain de quelques décimètres. La végétation a depuis repris ses droits et masque totalement les traces laissées par ce phénomène.

La zone de glissement visible à l'amont de la rue du Château montre quelques traces de décrochements laissant apparaître le substratum molassique. Ce dernier est subaffleurant à l'amont des décrochements, ce qui indique que le phénomène est probablement superficiel. A l'aval des décrochements on constate qu'une masse de matériaux s'est affaissée en glissant de quelques mètres. Le tout est calé par un mur de soutènement ancien en pierres maçonnées qui ne montre pas de signe de faiblesse. Le phénomène ne s'est probablement pas manifesté brutalement, sinon le mur aurait été endommagé. Un phénomène lent de type fluage semble plutôt lié à ce déplacement de matériaux. On précisera que la rue du Château ne présente pas de déformation, mais que le terrain à l'aval montre également quelques signes discrets de fluage, en particulier en pied de pente (très légères déformations sans arrachement). Ces différents indices soulignent une certaine prédisposition du versant aux instabilités de terrain.

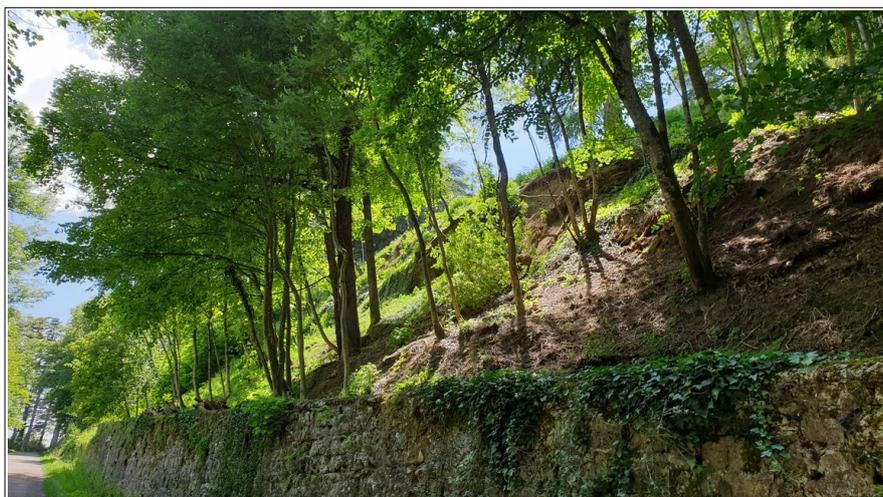


Figure III.17: zone de glissement à l'amont de la rue du Château.

Le troisième glissement de terrain se serait produit à l'aval de la RD 90, à l'entrée du hameau des Carronnières (limite communale avec Priay). D'après la mairie de Varambon, ce phénomène ancien (plusieurs dizaines d'années) aurait détruit une maison. Aucune précision n'est disponible à son sujet et toute trace est effacée sur le terrain. Les photographies aériennes anciennes disponibles sur la zone d'étude ne montrent également aucun signe de ce phénomène, ni la présence d'une habitation à ce niveau (la mission aérienne la plus ancienne sur cette zone date de 1945). Le secteur approximativement désigné par la mairie est occupée par des placages morainiques sur une pente d'environ 15°.

Le reste de la Côtière ne présente pas de glissement de terrain déclaré. Mais sa topographie, sa géologie et une certaine activité hydrogéologique montrent que l'équilibre des terrains est plutôt fragile, avec parfois quelques signes de fluage. Ses versants sont donc dans leur ensemble plutôt sensibles aux mouvements de terrain.

Enfin, quelques coteaux se dessinent au niveau de la zone de plateau surmontant la Côtière. Ils présentent des pentes généralement faibles et aucun glissement de terrain actifs n'a été remarqué à leur niveau. Les pentes de ces versants sont plutôt faibles. Elles permettent une relativement bonne stabilité des terrains. Les phénomènes de glissement de terrain sont alors présents que sous une forme potentielle.

III.2.6.2. Aménagement et ouvrages

Un mur de soutènement ancien réalisé en pierres maçonnées conforte le talus amont de la rue du Château à l'amont du village de Varambon. Il présente un bon état visuel.

III.2.6.3. L'aléa glissement de terrain

Les glissements de terrain actifs identifiés sont classés en aléa fort (G3).

Ailleurs, le phénomène est considéré sous une forme potentielle à l'aide d'aléa moyen (G2) et d'aléa faible (G1). L'aléa moyen traduit plutôt des terrains géologiquement et géomorphologiquement identiques à des secteurs qui ont déjà bougé ; c'est-à-dire présentant des caractéristiques très propices aux instabilités comme cela a déjà pu être vérifié. Ce niveau d'aléa s'affiche majoritairement sur tout le linéaire de la Côtière. Il est accompagné d'aléa faible (G1) qui

souligne des secteurs d'apparence moins exposés, du fait notamment de pentes moins fortes.

Le reste des versants de la commune sont plutôt traduits en aléa faible (G1) du fait d'une topographie peu marquée et / ou d'une géologie plutôt favorable.

Enfin, une bande d'aléa de sauvegarde (G0) de 30 mètres de large est affichée au sommet des versants de la Côtière sensibles, voire très sensibles, aux mouvements de terrain. Elle souligne l'importance qu'il convient d'accorder aux rejets d'eau en tête de versant (maîtrise des rejets d'eau et dispositif d'infiltration à proscrire) pour limiter le risque d'aggravation de glissement de terrain à l'aval.

III.3. Commune de Priay

III.3.1. Approche historique des phénomènes naturels

III.3.1.1. Phénomènes historiques inventoriés

L'information concernant les phénomènes historiques de la commune provient du PPRN approuvé le 20 mars 2003, de la mairie et de témoignages d'habitants rencontrés sur le terrain. Elle est décrite et localisée au mieux, sur la base des récits rapportés.

Phénomène	Date	Localisation	Description
Crue du ruisseau du Bief de l'Écotay	1938, 1947, 07/1993	PR.1	<p>Le Bief de l'Écotay a débordé plusieurs fois dans le village de Priay.</p> <p>En 1938, le ruisseau n'était pas couvert sous le village. Un embâcle a cédé (phénomène de débâcle), ce qui a libéré un débit élevé et soudain dans le lit mineur, en aggravant la crue du ruisseau et ses débordements. Une partie du village a été inondé.</p> <p>En 1947, toute la partie basse du village de Priay a été inondée durant une journée.</p> <p>En juillet 1993, un phénomène identique de débâcle se serait produit (rupture d'un embâcle constitué de branchages fraîchement coupés) et aurait également fortement contribué au débordement du ruisseau. Ce dernier était alors déjà couvert sous le village. Le phénomène a été provoqué par des pluies exceptionnelles. Dix maisons ont été inondées et jusqu'à 80 centimètres d'eau ont été mesurés dans le village. Des coulées boueuses ont été également enregistrées (ruissellements chargés en fines), ce qui a probablement généré des débordements boueux</p>
Glissement de terrain	Non daté	PR.2	<p>Un glissement de terrain se serait produit sur le versant de sur la Roche. Des ruptures de pente avec des bourrelets de quelques mètres sont signalés par le PPR de 2004. Ce secteur est aujourd'hui envahi par la végétation. Le phénomène n'est pas observable, il ne peut pas être localisé précisément. Seul un emplacement présumé peut être indiqué.</p> <p>Les photos aériennes anciennes montrent un versant déboisé avec des formes de terrasses parallèles aux courbes de niveau et régulièrement espacées entre elles, qui s'étendent sur l'ensemble du versant. Ces formes semblent correspondre à des terrassements et ne pas être liées à un glissement de terrain.</p> <p>Dans le doute cette information du PPRN de 2004 est conservée.</p>

Glissement de terrain	Non daté	PR.3	Des glissements de terrain se sont produits sur le versant des Senocières, en amont de la zone lotie de Pré-Devant. À l'époque, deux arrachements de 25 à 50 mètres de long se seraient manifestés avec des déformations de terrain à l'aval (moutonnement du terrain). Ce phénomène est visible sur les photos aériennes anciennes.
Glissement de terrain	Non daté	PR.4	Un glissement de terrain s'est produit dans le talus amont de la RD 984, au nord immédiat du viaduc de la route (glissement de talus localisé d'une dizaine de mètres de long).
Glissement de terrain	Mai 1983	PR.5	Un glissement de terrain s'est déclenché en rive droite de l'Ain sur des terrains très pentus hauts d'une trentaine de mètres (propriété Casanova et Ardonceau). Le phénomène peu profond a entraîné le décapage d'une partie de la couverture meuble du terrain sur quelques dizaines de mètres de large. Deux maisons sont construites au sommet de la rive de l'Ain. Elles auraient subi des fissures.
Glissement de terrain	Mai 1983	PR.6	Un glissement de terrain d'environ 25 mètres de large se serait produit sur le coteau de Bel-Air. Les traces de ce phénomène ne sont plus visibles aujourd'hui.
Glissement de terrain	1934	PR.7	Un glissement de terrain aurait coupé l'ancien tracé de la RD 984 sur une cinquantaine de mètres au virage des Chalets. Ce phénomène n'est pas localisé précisément, mais il pourrait s'agir du secteur du viaduc où des traces suspectes sont visibles sur les photos aériennes.
Glissement de terrain	Non daté	PR.8	Un glissement de terrain se serait produit au sommet d'un ravin au lieu-dit Le Biez. Ce secteur fait partie d'une vaste zone du versant de la Grange qui est d'apparence très chahutée par des mouvements de terrain.
Glissement de terrain	Régulièrement	PR.9 PR.10	La RD 984 subit de fortes déformations liées à l'instabilité quasiment généralisée du versant de la Grange entre le lieu-dit la Tour de Bellegarde et la limite communale avec Varambon (PR.9). L'instabilité du versant de la Grange est marquée par de nombreuses déformations de terrain caractéristique qui sont très visibles sur les photos aériennes anciennes. Les déformations de la RD 984 s'accompagnent d'une fissuration et de petits décrochements sur la chaussée en limite communale avec Varambon (PR.10). A ce niveau, la route est également bordée par l'Ain qui peut inonder la chaussée et qui joue certainement un rôle dans sa déstabilisation. Le talus de la RD 984 a dû être conforté à l'aide d'un ouvrage de soutènement en enrochements.
Glissement de terrain	Régulièrement	PR.11	La RD 984 présente des fissures qui nécessitent de régulièrement reprofiler sa chaussée au niveau de Grosse-Pierre.
Glissement de terrain	Régulièrement	PR.12	La RD 984 présente des fissures qui nécessitent de régulièrement reprofiler la chaussée au niveau de Vers-la-Croix.

Glissement de terrain	2021 et régulièrement	PR.13	La RD 109 a été fortement endommagée. Une fissure perpendiculaire à l'axe de la route s'est formée sur une cinquantaine de centimètres de profondeur et a entraîné un décrochement de 10 cm de la chaussée. La route a été coupée pendant 3 ou 4 mois. La chaussée a dû être reprofilée et le terrain a été drainé à l'amont et à l'aval de la route. Ce phénomène s'est manifesté dans un secteur soumis à un fort fluage. Le terrain est en effet très déformé à l'amont et à l'aval de la RD 109. Les photos aériennes anciennes montrent que ce secteur est depuis longtemps soumis à des instabilités, les zones de fluage étant déjà observables sur les missions les plus anciennes.
Glissement de terrain	Mai 2021	PR.14	<p>Un glissement de terrain s'est déclenché en rive droite de l'Ain sur des terrains très pentus hauts d'une trentaine de mètres. Le phénomène peu profond a entraîné le décapage d'une partie de la couverture meuble du terrain sur quelques dizaines de mètres de large en deux ou 3 zones distinctes. Deux maisons sont construites au sommet de la rive de l'Ain, dont l'une est proche de la rupture de pente. Elles n'ont pas subi de dégât (pas de fissure fraîche visible sur les façades). Par contre, la maison la plus proche de la rupture de pente montre des fissures anciennes qui ont été rebouchées. Au droit de cette maison, le phénomène a mis à nu des canalisations de rejet d'eau pluviale dans le versant (rejets qui ont pu contribuer au glissement de terrain).</p> <p>Ce phénomène semble identique à celui de 1983 qui est signalé à proximité (point PR.5).</p> <p>La maison la plus proche du versant a été temporairement évacuée préventivement. La préfecture de l'Ain a commandé une expertise au BRGM sur ce site (gestion de crise). Le BRGM a conclu à une absence de danger pour la maison, ce qui a permis à ses occupants de la réintégrer.</p>

III.3.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle

La commune de Priay a fait l'objet de quatre arrêtés de catastrophe naturelle relatifs aux phénomènes d'inondations et de coulées de boue et d'un arrêté de catastrophe naturelle relatif aux mouvements de terrain.

Par ailleurs, elle a fait l'objet de deux arrêtés de catastrophe naturelle relatifs aux mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (phénomène étudié par ailleurs à l'échelle départementale – voir <https://www.georisques.gouv.fr/risques/retrait-gonflement-des-argiles>).

Inondations et coulées de boue : 4

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF19930029	05/07/1993	06/07/1993	28/09/1993	10/10/1993
01PREF19900118	13/02/1990	18/02/1990	16/03/1990	23/03/1990
01PREF19830074	16/05/1983	16/05/1983	21/06/1983	24/06/1983
01PREF20170191	01/05/1983	31/05/1983	06/09/1983	11/09/1983

Mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20170190	01/05/1983	31/05/1983	06/09/1983	11/09/1983

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20210017	01/04/2020	30/09/2020	18/05/2021	06/06/2021
01PREF20190056	01/07/2018	30/09/2018	18/06/2019	17/07/2019

Figure III.18: arrêtés de catastrophe naturelle pris sur la commune de Priay.

III.3.2. Les inondations de crue rapide

III.3.2.1. Observations de terrain

Plusieurs cours d'eau peuvent connaître un régime de crue rapide sur la commune de Priay. Il s'agit du Durlet, du Bief de la Fougère et du Bief de l'Écotay.

- Le ruisseau de Durlet prend sa source sur la commune de Priay selon trois bras distincts qui sont le Durlet principal, le Petit-Durlet et le ruisseau de Chez-Gonon.

Le bras principal du Durlet se forme au nord immédiat du hameau des Carronières. Il emprunte une petite vallée à fond large au sein de laquelle il peut déborder en s'étalant parfois sur plusieurs mètres, voire quelques dizaines de mètres. Les deux autres bras du Durlet sont des exutoires d'étangs qui prennent rapidement une forme de ruisseau. Ils empruntent des combes faiblement marquées jusqu'à leur confluence avec le bras principal. Quelques débordements sont possibles sur leur parcours, surtout pour celui de Chez-Gonon au droit du hameau des Blanchères et du franchissement de la RD 109, où sa combe s'évase puis se poursuit en talweg. Au niveau de la commune



Figure III.19: ruisseau de Chez-Gonon au droit du hameau des Blanchères.

de Priay, les débordements des trois bras du ruisseau de Durllet concernent uniquement des espaces naturels et agricoles.

- Le Bief de la Fougère prend sa source sur la commune de Villette-sur-Ain et concerne essentiellement cette dernière. Il marque très temporairement la limite communale avec Priay au niveau d'une combe relativement large dans laquelle il peut déborder en inondant des zones naturelles ou cultivées. Ce ruisseau quitte le territoire communal peu avant de franchir la RD 984. Il a alors atteint la plaine de l'Ain où il peut continuer de déborder sur des parcelles agricoles. Il est à noter que le pont de la RD 984 peut favoriser ses débordements du fait d'un risque d'embâcles et d'un virage à 90° du lit à l'aval de la route. De plus, le ruisseau est à ce niveau soumis à l'influence de l'Ain qui peut refouler à l'amont de la RD 984 et donc fortement perturber ses écoulements, voir les bloquer.

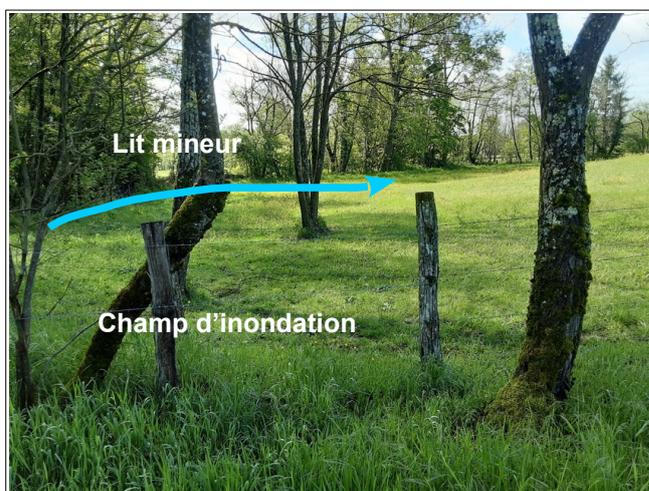


Figure III.20: le ruisseau du Bief de la Fougère à l'approche de la plaine de l'Ain et son champ d'inondation.

Pour information, il est à noter que des repères de crue de l'Ain sont inscrits sur la façade sud-ouest de l'ancien moulin situé à l'aval de la RD 984 en bordure du Bief de la Fougère.

- Le ruisseau du Bief de l'Écotay prend sa source sur la bordure ouest du hameau des Carronnières. Il emprunte une vallée qui se ressert progressivement à l'approche du village de Priay, jusqu'à former une petite combe.

Il franchit un ponceau à l'entrée du village (accès à une propriété) puis il se poursuit à ciel ouvert sur une centaine de mètres avant de s'engager dans un ouvrage couvert pour rejoindre l'Ain. Il traverse ainsi le village en souterrain.

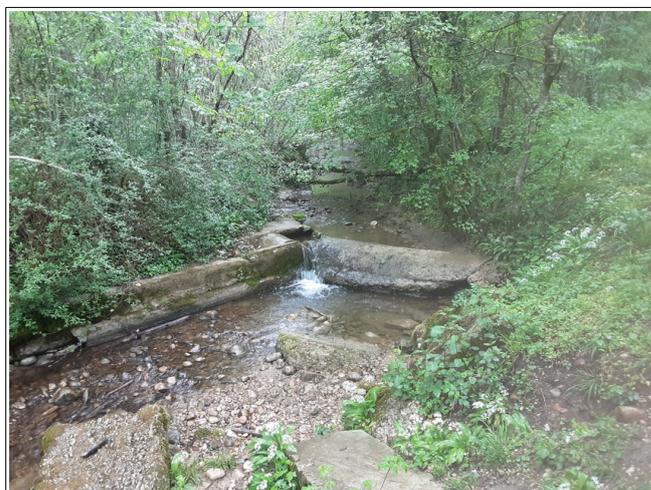


Figure III.21: ruisseau du Bief de l'Écotay à l'amont du village de Priay, au droit du lavoir.

Si l'obstruction de l'un ou l'autre de ses ouvrages se produit, le débordement induit se propage dans le centre-bourg de Priay, en se dirigeant vers l'Ain du fait d'une pente générale descendante vers cette zone.

III.3.2.2. Aménagement et ouvrages

Le ruisseau du Bief de l'Écotay est couvert dans sa traversée du village de Priay entre l'impasse Sainte-Barbe et le chemin de la Charrière-du-Pont (extrémité est de la rue de la Rivière).

III.3.2.3. L'aléa inondation de crue rapide

Les lits mineurs des cours d'eau sont classés en aléa très fort d'inondation (i4) selon des bandes de 10 mètres de large de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 20 mètres au total.

Les champs d'inondation des trois bras du Durllet sont majoritairement classés en aléa faible (i1) d'inondation. Il est considéré qu'en sommet de bassin versant les hauteurs d'eau devraient être peu importantes. De plus, la pente étant faible, la dynamique d'écoulement devrait être lente. Seul un point bas situé à l'arrière d'une route surélevée est classé en aléa fort (i3), car des hauteurs d'eau plus importantes sont possibles en cas d'obstruction de l'ouvrage hydraulique.

Les débordements du ruisseau du Bief de la Fougère sont classés en aléa moyen (i2). Ce cours d'eau draine un bassin versant conséquent. La lame d'eau peut être de plusieurs décimètres de hauteur en considérant le caractère relativement étroit du champ d'inondation et la dynamique d'écoulement peut être comprise entre lente et moyenne.

Pour information, en atteignant la plaine de l'Ain, le champ d'inondation du Bief de la Fougère s'élargit et la pente en long s'annule (zone plane). Il est considéré que la hauteur de la lame d'eau diminue, tout comme sa dynamique d'écoulement. L'aléa qualifiant les débordements du ruisseau diminue alors en sortie de combe pour passer à un niveau faible (i1).

Quant au Bief de l'Ecotay, son champ d'inondation est quasi inexistant dans sa partie amont du fait de son parcours dans une vallée marquée, sauf au lieu-dit « Grand Champ », pour lequel l'aléa est faible (i1).

Dès que le cours d'eau débouche de cette petite combe, à proximité du lavoir sur les hauts du centre-bourg, de faibles divagations peuvent avoir lieu. Puis deux ouvrages sont propices à la formation d'embâcles, à savoir le pont du chemin du Lavoir et l'entrée du passage souterrain du cours d'eau à l'Impasse Sainte-Barbe (Cf. Tableau 13).

Cours d'eau Commune	Ouvrage hydraulique	Commentaire
Bief de l'Ecotay Priay	OH-01	Pont du chemin du Lavoir Obstruction à 100 %
	OH-02	Passage couvert entre l'Impasse Sainte-Barbe et l'extrémité est de la rue de la Rivière Obstruction à 100 %

Tableau 13: Bief de l'Ecotay – Ouvrages hydrauliques modélisés

Ces deux ouvrages sont intégrés à la partie modélisée du Bief de l'Ecotay, qui correspond à la zone à forts enjeux (centre du village) traversée par ce cours d'eau. En se basant sur l'historique des désordres du cours d'eau et les zones boisées traversées en amont par celui-ci, une probabilité d'obstruction (embâcle de bois flottants principalement) est estimée à dire d'expert pour chacun des ouvrages. Ces obstructions ont été prises en compte dans les modélisations et l'aléa cartographié retranscrit leurs effets.

En cas d'obstruction du pont, les débordements sont relativement localisés du fait de la configuration du site. Par contre, avec obstruction du passage couvert du Bief de l'Ecotay, les écoulements empruntent l'Impasse Sainte-Barbe, puis descendent la route de la Dombes pour inonder les immeubles situés de part et d'autre de cette rue. Les hauteurs d'eau étant relativement faibles, du fait d'une vitesse relativement élevée, l'aléa correspondant est globalement faible (i1), mais des points bas (intersection RD 984 – route de la Dombes – rue de la Rivière) induisent un aléa plus élevé. L'eau poursuit sa descente vers la rivière d'Ain en passant par la rue de la Rivière avant de s'épancher au nord et au sud de la confluence entre ces deux cours d'eau. L'aléa à l'est

de la RD 984 est globalement faible (i1) puisque la hauteur des écoulements y est réduite.

III.3.3. Les ruissellements et ravinements

III.3.3.1. Observations de terrain

Quelques axes hydrauliques concentrant des ruissellements drainent le territoire communal. Il s'agit de petites combes et de fossés reliés au réseau hydrographique pour certains ou se perdant sur des terrains pour d'autres. Certaines routes ou chemins aménagés plus ou moins dans le sens de la pente du terrain peuvent également jouer ce même rôle.

On rencontre de tels écoulements sur le versant de la Grange et au niveau du village de Priay (Côtière entre le village et Varambon), ainsi que sur les bassins versants amont des ruisseaux du Bief de l'Écotay, de la Fougère et du Durllet.

Au niveau du village, les écoulements peuvent transiter par les routes des Barrières et de La Dombes qui collectent et détournent une partie des ruissellements du coteau de la



Figure III.22: route de La Dombes pouvant drainer des ruissellements en direction du village.

Fontaine-Thomas. Cette eau atteint le cœur du village où elle peut ensuite divaguer et se confondre avec le champ d'inondation du ruisseau du Bief de l'Écotay.

Des divagations sont également possibles sur d'autres axes hydrauliques, faute d'exutoire approprié. Elles peuvent s'étaler plus ou moins en fonction de la topographie et s'accompagner d'ensablement, voire de dépôts plus grossiers en fonction de l'érosion provoquée à l'amont. Elles affectent alors uniquement des espaces agricoles ou naturels (combe des Hutins par exemple en limite communale avec Villette-sur-Ain).

Des axes de ruissellements plus discrets sont également présents sur le territoire. Il s'agit de talwegs à fond large sans lit matérialisé. Des écoulements peuvent les rejoindre naturellement, en formant des lames d'eau plus ou moins diffuses et étalées. La zone de plateau présente plus généralement ce genre d'axes hydrauliques plus diffus (coteaux des Huttins, de la Ferme de la Tour, Chez-Babet, Les Blanchères, Colombet, etc.). Au niveau du coteau de Chez-Babet, l'une de ces zones de ruissellement se superpose avec une zone de fort fluage qui entraîne d'importantes déformations de terrain (ruissellement et fluage affectant la RD 109).



Figure III.23: secteur des Huttins ; géomorphologie propice à des ruissellements étalés et diffus, en plus d'un axe de combe débouchant au niveau de la RD 93.

À cela s'ajoutent les considérations relatives aux particularités des terres cultivées particulièrement productrices de ruissellement du fait de leur mise à nu une grande partie de l'année et de certaines cultures fixant insuffisamment les sols (cf. II.3.3.2).

III.3.3.2. Aménagement et ouvrages

La commune ne possède pas d'ouvrage, ni d'aménagement en lien avec les phénomènes de ruissellement.

Précisons que les fossés et les busages ne sont pas signalés comme des ouvrages ou aménagements spécifiques, car trop nombreux et non répertoriés. Leur inventaire nécessiterait la réalisation d'un schéma directeur d'eau pluviale, ce qui permettrait également de mettre en avant une éventuelle artificialisation de certains bassins versants (détournement de l'eau d'un bassin versant vers un autre).

III.3.3.3. L'aléa ruissellement et ravinement

Les combes et les fossés concentrant des écoulements sont classés en aléa fort (V3) de ravinement selon des bandes de 5 mètres de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 10 mètres au total. Ces largeurs supplémentaires d'aléa fort permettent de tenir compte des phénomènes de ravinement possibles en bordure des axes d'écoulement. Les chemins pouvant concentrer des écoulements sont également traduits en aléa fort (V3) de ravinement mais selon l'emprise stricte des chaussées (pas de bandes supplémentaires). Il est tenu compte que ces chemins sont suffisamment larges pour contenir les écoulements sans érosion supplémentaire sur leurs bas-cotés.

Les débordements des axes hydrauliques sans exutoire sont généralement traduits en aléa faible (V1) de ruissellement. Il est tenu compte que les superficies drainées sont relativement faibles et que par conséquent les divagations devraient être plutôt peu importantes (lame d'eau comprises entre quelques centimètres et quelques décimètres en général). Cela est notamment le cas au niveau du village où les écoulements acheminés par la route de La Dombes peuvent se diffuser par les ruelles et à travers les propriétés. Les vitesses d'écoulement devraient également être faiblement élevées du fait d'une topographie peu marquée (divagations sur des pentes généralement faibles).

Les ruissellements pouvant se former sur la zone de plateau au niveau de talwegs légèrement marqués sont classés en aléa faible (V1). Ces axes hydrauliques, qui sont dépourvus de lit mineur, drainent généralement de faibles bassins versants. Les ruissellements peuvent se développer sur des largeurs parfois importantes (écoulements non concentrés) en formant des lames d'eau de faible hauteur et faiblement animées.

Concernant l'aspect ruissellement en secteur agricole, un aléa généralisé est défini avec une déclinaison en fonction de la pente (cf. II.3.3.2). Le caractère dévégétalisé de certains terrains est un facteur aggravant. En l'absence de végétation, la surface du sol est fragilisée. Elle est plus sujette au ruissellement et à l'érosion, car elle n'est pas fixée. Cette sensibilité aux écoulements et à l'érosion peut également varier en fonction de la pente du terrain. Les classes de pente définies pour qualifier les phénomènes de ruissellements généralisés permettent de le souligner (voir Tableau 6 §II.3.3.2).

III.3.4. Les remontées de nappe

III.3.4.1. Observations de terrain

La région est réputée pour ses nombreux étangs présents sur le plateau de La Dombes. D'une façon générale, il est considéré que les étangs peuvent favoriser une certaine humidité à leur périphérie, en saturant le sol selon leur niveau de remplissage. Cette possibilité d'humidité périphérique est rattachée aux phénomènes de remontées de nappe. Pour la souligner, les berges des étangs sont considérées potentiellement humides sur une dizaine de mètres de largeur.

Par ailleurs, dans la vallée de l'Ain, les zones identifiées par la base de données « remontées de nappe » sont reprises. Elles concernent généralement les berges du cours d'eau et des gravières présentes, en comprenant le lit mineur et les plans d'eau.

III.3.4.2. Aménagement et ouvrages

La commune n'est pas équipée de dispositif d'aménagement face aux remontées de nappe.

III.3.4.3. L'aléa remontée de nappe

Les zones concernées par des remontées de nappe sont classées en aléa faible (N1). Compte tenu des configurations topographiques, de faibles lames d'eau sont a priori à attendre en cas de manifestation du phénomène.

III.3.5. Les inondations de pied de versant

III.3.5.1. Observations de terrain

Des points bas sont visibles au pied de la Côtière dans la partie sud de la commune. L'un présent au niveau d'un lotissement est lié au profilage de la voirie qui est plus basse que les terrains environnants. Les autres se situent le long de la RD 984 qui est aménagée en remblai. La route forme un barrage aux écoulements de surface qui peuvent être ainsi piégés. De l'eau (ruissellements diffus) peut s'accumuler au niveau de ces points bas et stagner temporairement.

III.3.5.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Priay ne dispose pas d'aménagement face aux d'inondation de pied de versant.

III.3.5.3. L'aléa inondation de pied de versant

Les points bas inondables sont classés en aléa faible (I'1). Il est considéré qu'ils peuvent être alimentés par des ruissellements diffus provenant de terrains voisins. Compte tenu des faibles superficies drainées, les quantités d'eau pouvant s'y accumuler devraient être peu importantes. Des lames d'eau de faible hauteur semblent ainsi possibles à leur niveau (quelques centimètres à quelques décimètres au maximum aux points les plus bas).

Il est à noter qu'une partie de ces points bas se superposent aux champs d'inondation de l'Ain et du ruisseau du Bief de la Fougère en limite communale avec Villette-sur-Ain.

III.3.6. Les glissements de terrain

III.3.6.1. Observations de terrain

Plusieurs zones de glissements de terrain actifs sont à signaler sur la commune de Priay. Elles

concernent la Côtière et la petite vallée empruntée par le ruisseau du Bief de l'Écotay. Plusieurs de ces glissements de terrain se développent sur des pentes très faibles inférieures à 10° en affectant des superficies parfois très importantes (plusieurs hectares). Il s'agit pour l'ensemble de glissement de terrain de type plan.

- Le phénomène le plus imposant s'observe au nord de la commune, non loin de la limite communale avec Varambon. Il affecte quasiment l'ensemble du versant de la Grange. Le terrain est chahuté par des déformations très caractéristiques qui prouvent son instabilité (ondulations, décrochements, etc.). Une végétation boisée masque une grande partie des traces laissées par le phénomène, ce qui ne permet pas de se rendre réellement compte de son étendue. Mais son importance peut être appréciée à partir de photos aériennes anciennes montrant le versant en partie déboisé. On peut observer un terrain à l'aspect très moutonneux avec des contrastes de couleurs à sa surface et de nombreuses lignes parallèles aux courbes de niveau correspondant probablement à des décrochements et à des arrachements. La RD 984 qui est très déformée permet également de juger de l'emprise importante du phénomène (chaussée et axe de la route déformés). Cette vaste zone instable affecte le substratum molassique argileux et des placages morainiques. Elle se développe sur des pentes oscillant en 6 et 13° .



Figure III.24: pied du versant de la Grange ; terrains et RD 984 déformés.



Figure III.25: vue aérienne de 1971 montrant le glissement de terrain du versant de la Grange.

- Une seconde zone de glissement de terrain importante, en termes de superficie (environ 2,5 hectares), est visible au sud-est du hameau de Chez-Babet, en rive gauche de la vallée du Bief de l'Écotay. Le phénomène se manifeste sous la forme d'un fort fluage dans un secteur réputé humide (activité hydrogéologique) et exposé aux ruissellements. Le terrain forme des ondulations très caractéristiques à sa surface, sans toutefois présenter d'arrachement. La zone instable s'étend entre l'altitude 300 mètres et le ruisseau du Bief de l'Écotay, en englobant la RD 109. Elle se développe au sein du substratum molassique argileux et de sa couverture morainique, en affectant des pentes très faibles comprises entre 6 et 11°. Ces déformations traduisent un déplacement régulier du terrain qui s'amplifie parfois (accélération) en fonction de l'activité hydrogéologique. Cela a été notamment le cas en 2021 avec un endommagement de la RD 109 qui a dû être fermée à la circulation pendant quelques mois. Le rétablissement de cette route a nécessité un reprofilage de sa chaussée et des travaux de drainage pour intercepter les circulations d'eau souterraine qui favorisent le glissement de terrain.



Figure III.26: zone de fort fluage (ondulations du terrain) au sud-ouest du hameau de Chez-Babet.

- Un second glissement de terrain est visible en rive droite de la vallée du Bief de l'Écotay, quelques centaines de mètres au nord du précédent (versant de la Fontaine-Thomas), en vis-à-vis du hameau de Chez-Babet. Il concerne environ 3000 m² de prairie présentant une pente comprise entre 11° et 13°. Il affecte le substratum molassique argileux et des colluvions de recouvrement. Le terrain présente une niche d'arrachement de forme circulaire avec un décrochement vertical d'un à deux mètres de hauteur. La langue du glissement de terrain atteint le ruisseau du Bief de l'Écotay.

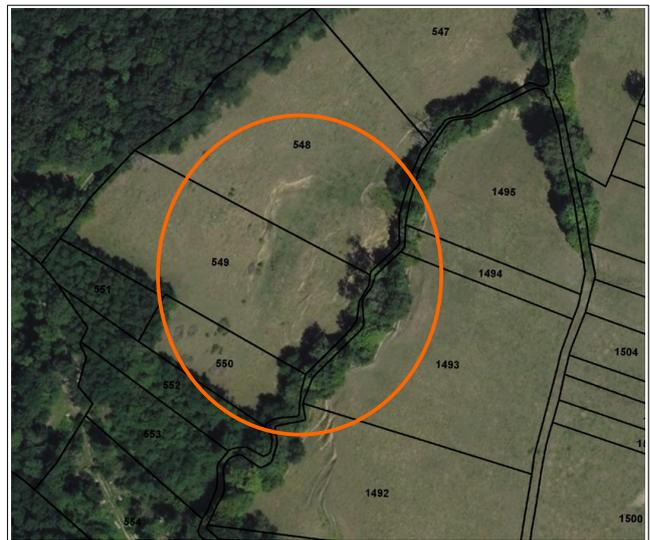


Figure III.27: glissement du versant de Fontaine-Thomas en vis-à-vis du hameau de Chez-Babet.

- Quelques centaines de mètres au nord du village de Priay, l'Ain s'écoule contre le pied de versant de la rive droite de sa vallée. Il longe alors un talus très pentu, voire subvertical, haut de quelques dizaines de mètres. Plusieurs glissements de terrain superficiels se sont déjà produits à ce niveau. Ils ont à chaque fois entraîné les quelques décimètres de terrain meuble recouvrant le toit du substratum qui est proche de la surface.

Les derniers glissements de terrain en date (mai 2021) se sont déclenchés au cours d'un épisode particulièrement pluvieux au droit de deux maisons. Une saturation en eau du sol, associé à des ruissellements et des rejets d'eau pluviale dans le versant en sont probablement la cause. L'antenne régionale du BRGM a été dépêchée sur les lieux par la Préfecture de l'Ain

suite aux phénomènes de mai 2021. Le compte-rendu du BRGM est joint en annexe pour information.



Figure III.28: talus de la rive droite de l'Ain soumis aux glissements de terrain vu depuis la rive gauche.



Figure III.29: glissement de terrain superficiel en rive droite de l'Ain (mai 2021).

L'Ain qui longe le pied de ce talus peut également déstabiliser ce versant par sapement de sa base, en s'attaquant au substratum molassique. La rivière peut en effet éroder lentement la molasse et affaiblir sa structure. La molasse qui est exposée à l'air libre sous la forme d'un talus subvertical peut également se décomposer naturellement. Sa surface affleurante est soumise à des phénomènes de décompression conduisant inexorablement à son affaiblissement mécanique (relâchement des contraintes du matériau en place sur sa face affleurante). Ce processus peut conduire au détachement de pans de matériaux de plusieurs décimètres d'épaisseur, voire plus. Sur ce site, il est donc possible de faire face à une combinaison de glissements superficiels et de phénomènes affectant le substratum. Une régression du sommet de ce talus est à prendre en compte sur le long terme.

- Quelques glissements anciens signalés dans la bibliographie ne sont aujourd'hui pas observables sur le terrain, car leurs traces se sont effacées naturellement, ou ont été supprimées par l'homme pour reprendre pleinement possession des terrains. Cela est notamment le cas pour les phénomènes signalés sur le coteau des Senocières, au sud du village de Priay et sur un coteau du lieu-dit Bel-Air (entre la RD 90b et l'extrémité sud du hameau de Chez-Babet). Pour le premier cas il est possible de localiser le phénomène sur des photos aériennes anciennes. Il s'agit d'un glissement de quelques centaines de mètres carrés de superficie survenu au sein de la molasse argileuse sur une pente comprise entre 11° et 17°. Le second phénomène n'apparaît pas sur les photos aériennes. Il est localisé très approximativement sur la base des indications du PPRN de 2004.
- Un troisième glissement de terrain ancien est signalé par le PPRN de 2003 sur le versant de la Roche. Aucune trace de ce phénomène n'est visible sur le terrain, ni sur les photos aériennes. Seuls des alignements réguliers faisant penser à de larges terrasses s'observent au niveau du versant qui semblaient autrefois occupé par un vignoble.
- Enfin, des zones localement instables sont signalées le long de la RD 984, en particulier entre le village de Priay et le secteur de Bellegarde. L'une d'elle a pu être localisée au niveau du viaduc de la RD 984 (ouvrage enjambant un talweg) à partir de photos aériennes anciennes (ancienne RD 984 emportée en 1934). Le phénomène s'est produit au sein de la molasse

argileuse sur une pente avoisinant 20°. D'après ce que montrent les photos aériennes, il aurait atteint l'Ain.

Les autres sont plus localisées et concernent plus directement la chaussée de la RD 984 en la déformant. Elles semblent liées à des défauts de portance de la route qui traverse des terrains de mauvaises qualités géotechniques (molasse argileuse et colluvions superficielles) et à une possible présence d'eau souterraine.

III.3.6.2. Aménagement et ouvrages

La rive droite de l'Ain est confortée à l'aide d'un enrochement au pied du versant de la Grange, à proximité de la limite communale avec Varambon. Cet ouvrage est aménagé en bordure de la RD 984. Il préserve la route de l'érosion par la rivière. Il peut également jouer un autre rôle en confortant la chaussée face aux mouvements de terrain affectant le versant de la Grange.

La RD 109 a fait l'objet de travaux de drainage au sud du hameau de Chez-Babet, au niveau de la zone de fluage affectant la rive gauche de la vallée du Bief de l'Écotay.

III.3.6.3. L'aléa glissement de terrain

Les glissements de terrain actifs identifiés sont classés en aléa fort (G3). Cela concerne le versant de la Grange, des terrains sur les deux rives de la vallée du Bief de l'Écotay, des terrains à Bel-Air, Les Sénocières et au nord du village en rive droite de l'Ain.

Un phénomène qui se serait produit sur le versant de Sur-la-Roche ne peut être localisé, ni confirmé. Il a été choisi d'intégrer cet événement dans l'aléa général qui caractérise le versant (aléa moyen G2).

Il en a été fait de même pour certaines instabilités signalées le long de la RD 984 en les rattachant à l'aléa moyen (G2) qui qualifie des terrains voisins. Il s'agit de phénomènes très localisés non représentable pour des raisons d'échelle (pour être visibles, leur affichage entraînerait une exagération de leur emprise par rapport à la réalité).

Ailleurs, les phénomènes de glissements de terrain sont considérés sous une forme potentielle à l'aide d'aléa moyen (G2) et d'aléa faible (G1). L'aléa moyen (G2) traduit plutôt des terrains géologiquement et géomorphologiquement identiques à des secteurs qui ont déjà bougé ; c'est-à-dire présentant des caractéristiques très propices aux instabilités comme cela a déjà pu être vérifié. Ce niveau d'aléa s'affiche majoritairement sur la Côtière, sur certains versants de la vallée du Bief de l'Écotay et sur celui du lieu-dit les Huttins (limite communale avec Villette-sur-Ain). Il est accompagné d'aléa faible (G1) de glissement de terrain qui souligne des secteurs d'apparence moins exposés, voire naturellement stables, du fait notamment de pentes moins fortes, mais sur lesquels il convient de rester prudent, notamment en cas de travaux de terrassement.

Au niveau du plateau, mis à part une croupe topographique très localement classée en aléa moyen (G2) au niveau du hameau des Blanchères, quelques rares coteaux sont classés en aléa faible (G1). Leur pente faible et leur géologie plutôt favorable ne justifient pas un niveau d'aléa plus élevé.

Enfin, une bande d'aléa de sauvegarde (G0) de 30 mètres de large est affichée au sommet des versants de la Côtière sensibles, voire très sensibles, aux mouvements de terrain. Elle souligne l'importance qu'il convient d'accorder aux rejets d'eau en tête de versant (maîtrise des rejets d'eau et dispositif d'infiltration à proscrire) pour limiter le risque d'aggravation de glissement de terrain à l'aval.

III.4. Commune de Villette-sur-Ain

III.4.1. Approche historique des phénomènes naturels

III.4.1.1. Phénomènes historiques inventoriés

L'information concernant les phénomènes historiques de la commune provient du PPRN approuvé le 2 mars 2003, de la mairie et de témoignages d'habitants rencontrés sur le terrain. Elle est décrite et localisée au mieux, sur la base des récits rapportés.

Phénomène	Date	Localisation	Description
Ruissellement / ravinement	Régulièrement	VA.1	De forts ruissellements se concentrent le long de la route de Chez-Marion en période de fortes pluies. La route et ses fossés sont ravinés. Une partie de l'eau provient d'un fossé de la route de La Dombes qui est busé en direction du lieu-dit Chez-Marion.
Ruissellement / ravinement	Régulièrement	VA.2	De forts ruissellements se concentrent sur un chemin rural du versant de La Jacquetière. Ils s'écoulent en direction de Bublanne (commune de Châtillon-la-Palud).
Ruissellement	Régulièrement	VA.3	Des ruissellements se forment en plusieurs points du versant des Corrières et divaguent en pied de versant jusqu'à la RD 984.
Ruissellement / ravinement	Juin 2021	VA.4	D'importants écoulements se sont manifestés en juin 2021 au cours d'un fort orage, entraînant la crue d'une combe au lieu-dit Mas-Savoie et inondant la RD 93a.
Ruissellement	Juin 2021	VA.5	D'importants ruissellements se sont manifestés au cours d'un fort orage en juin 2021 dans une combe du lieu-dit Pré-Rayon.
Glissement de terrain	Régulièrement	VA.6	Des phénomènes de fort fluage sont signalés sur des prairies de Mont-Jayon rendant leur exploitation difficile.
Glissement de terrain	Régulièrement	VA.7	Des phénomènes de fort fluage sont signalés sur le versant du Château de Richemont (rive gauche de la vallée du Bief de La Fougère). Le terrain est très déformé et présente une certaine humidité.
Glissement de terrain	Régulièrement	VA.8	Des phénomènes de fort fluage sont signalés sur une prairie du lieu-dit Chez-Marion.
Glissement de terrain	1979	VA.9 et VA.10	La route de La Dombes (VC 1) a été emportée par un glissement de terrain sur 40 mètres de long (VA.9). Cette route se déforme régulièrement, du fait de l'instabilité du terrain, ce qui impose de la reprofiler régulièrement. Une centaine de mètres à l'aval c'est le talus amont de la route des Dombes qui aurait été emporté ou qui aurait subi quelques dommages (VA.10).
Glissement de terrain	Vers 2000	VA.11	Un glissement de terrain s'est déclenché sur une prairie du versant des Corrières.

<p>Glissement de terrain</p>	<p>Février 1990, mai 2021</p>	<p>VA.11 et VA.12</p>	<p>En 1990, un glissement de terrain s'est déclenché à l'aval de la route de La Dombes sur un terrain à l'époque non bâti (VA.11). Un second glissement de terrain s'est également manifesté sur un talus boisé en pied de versant en entraînant une partie du replat le surmontant (replat intermédiaire dans le versant des Corrières) (VA.12).</p> <p>Deux maisons se sont depuis construites sur ce secteur : une maison en 1996 dans le versant à l'aval de la route de La Dombes et une maison sur le replat intermédiaire en 1997.</p> <p>En mai 2021 le glissement à l'aval de la route de La Dombes (VA.11) s'est réactivé suite à d'intenses précipitations (plus de 90 mm enregistrés en quelques heures sur le poste d'Ambérieu). Il s'est déclenché à l'aval de la maison amont, au pied d'une butte paysagère supportant une terrasse. Sa superficie a atteint environ 1300 m² sur une épaisseur moyenne d'environ 2 mètres. La langue du glissement s'est avancée jusqu'à la maison aval en la menaçant de recouvrement. La canalisation d'évacuation des eaux usées de la maison amont a été arrachée.</p> <p>Dans l'ensemble, les mois de mai, juin et juillet 2021 ont été particulièrement pluvieux (conditions pluviométriques très inhabituelles). D'après les données Météo-France, près de 76 % de précipitations en plus ont été enregistrées au poste météorologique d'Ambérieu par rapport aux normales.</p> <p>D'importantes venues d'eau étaient visibles au sein de la zone de glissement. Des signes de résurgence étaient également observables entre le chemin de La Dombes et la maison amont, ainsi que dans une pièce en terre battue du sous-sol de cette dernière.</p> <p>Des travaux d'urgence ont été commandés par le propriétaire de la maison amont. Une purge d'une partie des matériaux en mouvement a été réalisée à la pelle mécanique pour sauvegarder la maison aval. Les matériaux ont été stockés sur place à côté de la zone de glissement sous la forme de tas hauts de plusieurs mètres, au risque de surcharger le terrain.</p> <p>Le glissement de terrain s'est poursuivi pendant plusieurs mois, l'été 2021 ayant été particulièrement pluvieux. A la fin de l'été 2021, la langue du glissement atteignait la porte du garage de la maison aval en la bloquant.</p> <p>La maison aval a été évacuée par arrêté municipal dès le début du phénomène. Elle est restée inoccupée durant toute la période du phénomène.</p> <p>Le BRGM a été diligenté par la préfecture de l'Ain pour expertiser la situation (gestion de crise). Ses rapports sont joints en annexe.</p> <p>Un arrêté de catastrophe naturelle a été pris pour ce phénomène le 26/07/2021.</p>
<p>Glissement de terrain</p>	<p>Mai 2021</p>	<p>VA.13</p>	<p>De petits glissements de terrain superficiels se sont déclenchés sur le talus boisé du pied de versant des Corrières.</p>

III.4.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle

La commune de Villette-sur-Ain a fait l'objet de deux arrêtés de catastrophe naturelle relatifs aux phénomènes d'inondations et de coulées de boue et d'un arrêté de catastrophe naturelle relatif aux mouvements de terrain.

Par ailleurs, elle a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle relatifs aux mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (phénomène étudié par ailleurs à l'échelle départementale – voir <https://www.georisques.gouv.fr/risques/retrait-gonflement-des-argiles>).

Inondations et coulées de boue : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20180008	07/06/2018	08/06/2018	23/07/2018	15/08/2018
01PREF19900154	13/02/1990	18/02/1990	16/03/1990	23/03/1990

Mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20210089	10/05/2021	16/05/2021	26/07/2021	01/08/2021

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20210054	01/04/2020	30/09/2020	18/05/2021	06/06/2021

Figure III.30: arrêtés de catastrophe naturelle pris sur la commune de Villette-sur-Ain.

III.4.2. Les inondations de crue rapide

III.4.2.1. Observations de terrain

Le ruisseau du Bief de la Fougère entre dans cette catégorie de phénomène hydraulique. Ce cours d'eau draine un bassin versant presque entièrement situé sur le territoire de Villette-sur-Ain. Il prend sa source au nord de la commune dans le secteur de Buisson-Raymond, faisant office d'exutoire à plusieurs étangs. Au niveau du terrain de golf de La Sorelle (centre de la commune), il est rejoint par le ruisseau du Bief de Pont-Loup qui est son principal affluent. Il collecte ainsi environ 75 % des eaux du plateau de Villette-sur-Ain.

D'autres petits axes hydrauliques à rattacher aux phénomènes dits de crue rapide sont présents à l'extrémité nord de la commune (lieu-dit Vernay / Grand-Champ). Ils composent une partie du sommet du bassin versant du ruisseau de la Veyle situé sur la commune voisine de Châtenay. Ils empruntent des fossés sans poser de problème particulier.

Le ruisseau du Bief de la Fougère et son affluent le Bief de Pont-Loup s'écoulent exclusivement en zone naturelle. Dans la partie amont du bassin versant, ils empruntent des combes limitant les débordements (combes à fond plutôt étroit). Ils peuvent sortir de leur lit de quelques mètres et inonder uniquement leurs berges.

À la confluence des deux ruisseaux, le Bief de la Fougère se poursuit dans une petite vallée à fond plus large. Ses débordements peuvent s'étaler au-delà des berges dès le terrain de golf de La Sorelle. Un champ d'inondation pouvant atteindre quelques dizaines de mètres de large se dessine ainsi en fond de vallée. Il s'élargit nettement en débouchant dans la plaine de l'Ain. Le terrain est alors plat, ce qui permet à l'eau de s'étaler plus largement.



Figure III.31: Le Bief de la Fougère au franchissement de la RD984 et son champ d'inondation à l'aval de la route.

Le ruisseau franchit ensuite la RD 984 pour rejoindre l'Ain. Le pont de la RD 984 peut favoriser son débordement du fait d'un risque d'embâcles et d'un virage à 90° du lit à l'aval de la route. A ce niveau, il est également soumis à l'influence de l'Ain qui peut refouler à l'amont de la RD 984 et donc fortement perturber ses écoulements, voir les bloquer.

Pour information, il est à noter que des repères de crue de l'Ain sont inscrits sur la façade sud-ouest de l'ancien moulin situé à l'aval de la RD 984 en bordure du Bief de la Fougère.

III.4.2.2. Aménagement et ouvrages

La commune ne possède pas d'ouvrage ni d'aménagement en lien avec les phénomènes de crue rapide.

III.4.2.3. L'aléa inondation de crue rapide

Les lits mineurs des cours d'eau sont classés en aléa très fort d'inondation (i4) selon des bandes de 10 mètres de large de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 20 mètres au total.

Le champ d'inondation du Bief de la Fougère est majoritairement classé en aléa moyen (i2) d'inondation jusqu'à la plaine de l'Ain. Il en est de même pour celui du Bief de Pont-Loup. Il est tenu compte de leur étroitesse, ce qui peut conduire à des hauteurs d'eau de plusieurs décimètres, voire localement supérieures à 50 centimètres. Les pentes en long des lits mineurs sont plutôt faibles, qui devrait induire une dynamique d'écoulement comprise entre faible et moyenne.

Au niveau de la plaine de l'Ain, les débordements du Bief de la Fougère sont classés en aléa moyen (i2) et en aléa faible (i1) d'inondation. Il est tenu compte que l'eau peut s'étaler (hauteurs d'eau moins importantes) et d'une dynamique d'écoulement globalement lente (terrain plat) et décroissante au fur et à mesure que l'on s'éloigne du lit mineur, pour expliquer cette dégressivité de l'aléa.

III.4.3. Les ruissellements et ravinements

III.4.3.1. Observations de terrain

Quelques axes hydrauliques concentrant des ruissellements drainent le territoire communal. Il s'agit de petites combes et de fossés reliés au réseau hydrographique pour certains ou se perdant sur des terrains pour d'autres. Certaines routes ou chemins aménagés plus ou moins dans le sens de la pente du terrain peuvent également jouer ce même rôle.

Plusieurs de ces écoulements se rencontrent sur le plateau. Certains présentent des lits étroits pouvant être rapidement saturés en période de fortes pluies. En débordant, ils peuvent former des lames d'eau plus ou moins larges s'écoulant parallèlement à leur lit mineur (secteurs de Mas-Savoie et d'Estelières par exemple dans la partie ouest de la commune). Les axes de ruissellement / ravinement de la zone de plateau concernent généralement des espaces agricoles et naturels. Ils franchissent parfois des routes qu'ils peuvent inonder, comme aux lieux-dits Mas-Savoie, Les Combes et Corbier.

Un axe d'écoulement plus particulier est à signaler à la hauteur du village. Il peut se former au niveau du hameau Sur-Cote, situé au sommet de la Côtière, et emprunter successivement le chemin de La Vieille-Côte et la route de La Dombes. Au centre du village, le profil de la route de La Dombes le dirige sur la rue des Mas, jusqu'à la RD 984 où il peut s'étaler.

Le pied de la Côtière est plus globalement exposé à des ruissellements de type diffus et généralisés. Des écoulements peuvent en effet se former de façon très aléatoire. Ils semblent liés à une présence d'eau souterraine proche de la surface et à une certaine imperméabilisation du sol par l'urbanisation. Une micro-topographie et la voirie en général favorisent leur propagation jusqu'à la RD 984, voire au-delà. Deux grands secteurs de la commune sont concernés par ces ruissellements au nord et au sud du village (Les Corrières / Le Pollon et partie sud-ouest de Chez-Anselme). Mis à part les écoulements acheminés par la route des Dombes, le village situé sur une légère bosse tend à y échapper.



Figure III.32: exemple de ruissellement au pied de la Côtière (secteur les Corrières / le Pollon) suite aux orages de juin 2021.



Figure III.33: point bas au sud-ouest de Chez-Anselme où peuvent se propager des ruissellements diffus produits par la Côtière.

Des axes de ruissellements plus discrets sont également présents sur le territoire. Il s'agit de

talwegs à fond large sans lit matérialisé. Des écoulements peuvent les rejoindre puis les emprunter en formant des lames d'eau plus ou moins diffuses et étalées. La zone de plateau présente plus généralement ce genre d'axes hydrauliques diffus (La Rippe, Le Lent, Estellières, Mas-Savoie, golf de La Sorelle entre autres).

À cela s'ajoutent les considérations relatives aux particularités des terres cultivées particulièrement productrices de ruissellement du fait de leur mise à nu une grande partie de l'année et de certaines cultures fixant insuffisamment les sols (cf. II.3.3.2).

III.4.3.2. Aménagement et ouvrages

La commune ne possède pas d'ouvrage ni d'aménagement en lien avec les phénomènes de ruissellement.

Précisons que les fossés et les busages ne sont pas signalés comme des ouvrages ou des aménagements spécifiques, car trop nombreux et non répertoriés. Leur inventaire nécessiterait la réalisation d'un schéma directeur d'eau pluviale, ce qui permettrait également de mettre en avant une éventuelle artificialisation de certains bassins versants (détournement de l'eau d'un bassin versant vers un autre).

III.4.3.3. L'aléa ruissellement et ravinement

Les combes et les fossés concentrant des écoulements sont classés en aléa fort (V3) de ravinement selon des bandes de 5 mètres de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 10 mètres au total. Ces largeurs supplémentaires d'aléa fort permettent de tenir compte des phénomènes de ravinement possibles en bordure des axes d'écoulement. Les chemins pouvant concentrer des écoulements sont également traduits en aléa fort (V3) de ravinement mais selon l'emprise stricte des chaussées. Il est tenu compte que ces chemins sont suffisamment larges pour contenir les écoulements sans érosion supplémentaire sur leurs bas-cotés.

Les débordements des axes hydrauliques sans exutoire sont généralement traduits en aléa faible (V1) de ruissellement. Il est tenu compte que les superficies drainées sont relativement faibles et que par conséquent les divagations devraient être plutôt peu importantes (lame d'eau comprises entre quelques centimètres et quelques décimètres en général). Cela est notamment le cas au pied du village dans le prolongement de la route des Dombes et du chemin des Mas. Les vitesses d'écoulement devraient également être faiblement élevées du fait d'une topographie peu marquée (divagations sur des pentes généralement faibles).

Les débordements pouvant survenir le long d'axes hydrauliques du plateau sont classés en aléa faible (V1) de ruissellement. Il est considéré que les bassins versants sont généralement faibles et qu'il s'agit donc de divagations de faible importance et faiblement animé.

Les ruissellements pouvant se former au niveau de talwegs légèrement marqués et ceux se manifestant de façon diffuse en pied de Côtière sont majoritairement classés en aléa faible (V1). Ces axes hydrauliques dépourvus de lit mineur drainent de faibles bassins versants. Les ruissellements peuvent se développer sur des largeurs importantes (écoulements non concentrés) en formant des lames d'eau de faible hauteur et faiblement animées. Seuls quelques-uns montrant un fond plus marqué, donc soulignant un axe d'écoulement préférentiel plus étroit, sont classés en aléa moyen (V2) près du Domaine de la Moutonnière et à l'aval de Mas-Pugues.

Concernant l'aspect ruissellement en secteur agricole, un aléa généralisé est défini avec une déclinaison en fonction de la pente (cf. II.3.3.2). Le caractère dévégétalisé de certains terrains est

un facteur aggravant. En l'absence de végétation, la surface du sol est fragilisée. Elle est plus sujette au ruissellement et à l'érosion, car elle n'est pas fixée. Cette sensibilité aux écoulements et à l'érosion peut également varier en fonction de la pente du terrain. Les classes de pente définies pour qualifier les phénomènes de ruissellements généralisés permettent de le souligner (voir Tableau 6 §II.3.3.2).

III.4.4. Les remontées de nappe

III.4.4.1. Observations de terrain

L'emprise d'un étang asséché situé au nord de la commune (étang des Bois) est considérée potentiellement exposée à des remontées de nappe, malgré la présence visible de fossés de drainage et d'un chenal central d'évacuation d'eau.



Figure III.34: étang des bois asséché.

Quelques autres secteurs du sommet du bassin versant du Bief de la Fougère peuvent être également soumis à ce phénomène, notamment au niveau du lieu-dit Buisson-Raymond (secteur des étangs de La Vavre et de Grand-Pré en particulier), où le bras principal du cours d'eau prend sa source, et au sommet de la combe de l'Anchet. La topographie relativement plane y est favorable et des indices d'humidité s'observent parfois.

La commune signale une zone particulièrement humide au pied de la Côtière en amont de Chez-Anselme (partie sud du village). Elle désigne une parcelle en partie boisée (parcelle 350) au niveau de laquelle une importante présence d'eau souterraine est connue à faible profondeur. Bien que s'agissant d'un terrain en pente, cette présence d'humidité est rattachée à la catégorie des phénomènes de remontées de nappe. Elle se superpose un aléa de ruissellement également signalé par la mairie et un aléa de glissement de terrain (terrain en pente saturé d'eau).

La région est réputée pour ses nombreux étangs présents sur le plateau de La Dombes. D'une façon générale, il est considéré que les étangs peuvent favoriser une certaine humidité à leur périphérie, en saturant le sol selon leur niveau de remplissage. Cette possibilité d'humidité périphérique est rattachée aux phénomènes de remontées de nappe. Pour la souligner, les berges des étangs sont considérées potentiellement humides sur une dizaine de mètres de largeur. Des zones humides plus étendues peuvent se manifester au-delà de cette bande de 10 mètres. Elles sont alors cartographiées selon leur emprise réelle.

Enfin, au niveau de la vallée de l'Ain, les zones identifiées par la base de données « remontées de nappe » sont reprises. Elles concernent généralement les berges du cours d'eau et des gravières présentes, en comprenant le lit mineur et les plans d'eau.

III.4.4.2. Aménagement et ouvrages

La commune n'est pas équipée de dispositif d'aménagement face aux remontées de nappe.

III.4.4.3. L'aléa remontée de nappe

Les zones concernées par des remontées de nappe sont classées en aléa moyen (N2) et en aléa faible (N1) en fonction de leur niveau humidité apparent et / ou décrit. La partie centrale de l'Étang-des-Bois asséché (nord de la commune), le sommet de la combe de Lanchet et la zone particulièrement humide signalée par la mairie en amont de Chez-Anselme (parcelle 350) sont classés en aléa moyen (N2). Un aléa faible (N1) enveloppe l'aléa moyen (N2) de l'Étang-des-Bois.

Ailleurs, compte tenu des configurations topographiques, de faibles lames d'eau sont a priori à attendre en cas de manifestation du phénomène. L'aléa remontées de nappe est donc de niveau faible (N1).

III.4.5. Les inondations de pied de versant

III.4.5.1. Observations de terrain

Un point bas est visible au pied de la Côtière le long de la RD 984, en limite communale avec Priay (nord-est de la commune de Villette-sur-Ain). Il est crée par le remblai de la route qui piège les écoulements de surface en formant un barrage. De l'eau (ruissellements diffus) peut s'y accumuler et stagner temporairement. Il est à noter que ce secteur est également inondable pas l'Ain et par le ruisseau du Bief de la Fougère.



Figure III.35: terrains inondables le long de la RD984 (limite communale avec Priay).

Sur la zone de plateau, au lieu-dit les Combes (entre Mas-Savoie et Le Pottier) la RD 93a franchit une combe en formant un point bas de quelques mètres de profondeur. Une lame d'eau importante peut se former à l'amont de la route en cas d'obstruction de son ouvrage hydraulique.

III.4.5.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Villette-sur-Ain ne dispose pas d'aménagement face aux phénomènes d'inondation de pied de versant.

III.4.5.3. L'aléa inondation de pied de versant

Le point bas inondable le long de la RD 984 en limite communale avec Priay est classé en aléa faible (I'1). Il est considéré qu'il peut être alimenté par des ruissellements diffus provenant de terrains voisins. Compte tenu des faibles superficies drainées, les quantités d'eau pouvant s'y accumuler devraient être peu importantes. Seule une lame d'eau de faible hauteur semble possible à son niveau (quelques centimètres à quelques décimètres au maximum aux points les plus bas). Rappelons que ce point bas se superpose aux champs d'inondation de l'Ain et du ruisseau du Bief de la Fougère qui fournissent des niveaux d'aléa supérieur.

Le point bas formé par la RD 93a au franchissement d'une combe (lieu-dit les Combes) est classé en aléa fort (I'3) d'inondation de pied de versant. Les hauteurs d'eau peuvent être importantes (supérieures à un mètre) à en juger celle du remblai de la route.

III.4.6. Les glissements de terrain

III.4.6.1. Observations de terrain

Plusieurs glissements de terrain actifs sont à signaler sur la commune de Villette-sur-Ain. Ils concernent la Côtière et la petite vallée du ruisseau du Bief de La Fougère. Ils se développent au sein de la molasse sableuse et argileuse en affectant sa frange superficielle altérée et des colluvions de recouvrement. La carte géologique n'identifie pas de dépôts morainiques sur les terrains touchés par des glissements de terrain. Sur la commune, les placages morainiques sont plutôt présents sur la zone de plateau en bordure de Côtière. Ils débordent peu sur les versants. Ce type de formation est toutefois à considérer avec précaution, car réputé sensible aux mouvements de terrain du fait de sa nature argileuse.

Les glissements de terrain actifs recensés sur la commune se développent sur des pentes moyennes comprises entre 10° et 20°. La pente est parfois inférieure à 10° lorsque des phénomènes de fluage se manifestent uniquement (déformations plastiques sans arrachement), comme cela est le cas dans la vallée du Bief de la Fougère. Mis à part des glissements de talus routiers, il s'agit la plupart du temps de glissements de terrain de type plan. Les superficies de terrain touchées par ces mouvements de terrain peuvent atteindre plusieurs milliers de mètres carrés, notamment dans le cas des phénomènes de fluage.

La Côtière montre plusieurs instabilités en amont du village, au niveau de la route des Dombes et sur plusieurs terrains.

- Un secteur semble particulièrement plus sensible aux mouvements de terrain au niveau du lieu-dit Les Corrières, à l'aval de l'épingle à cheveu de la route des Dombes. Plusieurs glissements de terrain s'y sont déjà déclenchés, dont le dernier en date remonte à mai 2021. L'événement de 2021 s'est produit sur la parcelle 403, entre deux maisons, suite à de fortes précipitations qui ont marqué le mois de mai. Il s'est poursuivi pendant toute la période estivale de 2021 qui a été également particulièrement pluvieuse. La maison située à l'amont de la zone de glissement s'est vue exposée à un risque de régression du phénomène. Celle située à l'aval a été menacée de recouvrement par les matériaux en mouvement. Ce glissement de terrain s'est

déclenché au ras d'une butte rapportée supportant une terrasse pavée de la maison amont. La zone d'arrachement a créé un talus subvertical d'environ 2 mètres de hauteur, laissant voir le toit de la molasse argileuse (substratum). D'importantes venues d'eau étaient visibles à l'interface toit du substratum / terrains meubles superficiels. Elles ont joué un rôle incontestable dans le déroulement du phénomène. Le glissement de terrain s'est développé sur une superficie d'environ 1300 m², en mobilisant des matériaux très argileux sur une épaisseur moyenne comprise entre 1,5 et 2 mètres. La langue du glissement de terrain a atteint les abords de la maison aval en venant se caler contre un auvent de la porte d'entrée et contre son garage (porte du garage bloquée). Le phénomène s'est manifesté pendant plusieurs mois, en se réactivant à chaque nouvelle forte pluie. Pour répondre à l'urgence de la situation, le BRGM a été envoyé par la Préfecture de l'Ain pour expertiser le phénomène. Son rapport d'intervention est joint en annexe pour information.



Figure III.36: zone d'arrachement du glissement de terrain de mai 2021 sur la parcelle 403.



Figure III.37: vue générale vers l'aval du glissement de terrain de la parcelle 403 et de la maison menacée à l'aval.

Il est à noter que des venues d'eau importantes se manifestent également en périphérie de la zone de glissement, ce qui indique qu'une importante activité hydrogéologique est présente dans ce secteur. L'une a pu être observée sur le chemin d'accès au garage de la maison amont et une autre dans une pièce en terre battue du sous-sol de cette même maison, donc quasiment à l'amont immédiat de la zone d'arrachement.

D'après le propriétaire de la maison amont, le bâtiment est fondé sur des pieux de plus de 15 mètres de profondeur. On peut donc penser qu'elle est ancrée au sein du substratum stable. Une poursuite du phénomène ou un nouvel épisode de glissement de terrain pourrait toutefois la menacer si le phénomène régresse jusqu'à elle. Ses fondations pourraient être mises à jour entre les pieux et son sous-sol se retrouver sous-cavé.

D'après le voisinage et la mairie, un glissement de terrain relativement similaire se serait déjà produit au même endroit en février 1990. Puis, un ou deux ans plus tard, un autre phénomène identique se serait déclenché au nord sur la parcelle voisine n°285. Ce second phénomène a laissé des traces à la surface du terrain qui sont toujours visibles.

- Le pied de versant des Corrières a également été touché par divers glissements de terrain, dont en mai 2021. Ces phénomènes se sont manifestés plus ou moins dans l'axe de l'importante zone de glissement de la parcelle 403, à l'aval de la maison menacée de recouvrement (propriété située sur un replat intermédiaire cadastré 322). Ils concernent un talus boisé formant la bordure aval de cette propriété. Tout comme la partie amont du versant, ce secteur présente une très forte humidité. Des venues d'eau souterraines sont notamment captées et rejetées dans le talus boisé. Des ruissellements liés à des résurgences se produisent également. Cette présence d'eau souterraine semble ainsi généralisée à l'ensemble du versant des Corrières.



Figure III.38: glissement de terrain superficiel au pied du versant des Corrières.

Les glissements de terrain de ce talus boisé sont plutôt superficiels. Ils correspondent à un décapage de la couverture superficielle du terrain qui peut atteindre un mètre d'épaisseur, voire légèrement plus. D'après le propriétaire, l'un des phénomènes semble cependant avoir régressé jusqu'au petit replat intermédiaire du versant accueillant sa maison (parcelle 322) et avoir atteint une profondeur plus importante (profondeur non précisée). Ses traces ont été effacées en remblayant le terrain. Seule une très légère dépression de terrain lié au tassement des matériaux de remblai est visible.

- Au moins deux phénomènes sont à signaler le long de la route de La Dombes.

L'un a emporté la chaussée en 1979 aux deux tiers supérieurs du versant. Le secteur continue à bouger, ce qui entraîne régulièrement des déformations de la route (affaissement de la chaussée et fissurations du revêtement).

D'après un habitant, la seconde zone de glissement aurait affectée le talus amont de la route des Dombes dans le tiers inférieur du versant. L'importance de ce phénomène n'est pas précisée. Aucune trace n'est visible, une végétation relativement dense couvrant le talus.



Figure III.39: zone instable de la route des Dombes nécessitant régulièrement un reprofilage de la chaussée.

Les autres zones de glissements actifs de la commune concernent plutôt des phénomènes de fluage très marqués qui se développent dans des secteurs relativement humides. Ils sont soulignés par des ondulations très prononcées de la surface du sol (indices de déformation très caractéristiques). On ne remarque pas d'arrachement significatif à leur niveau. Le terrain se déforme régulièrement en formant des bosses et des creux d'amplitude variable, mais sans entraîner de décrochements réellement francs en surface.

Trois grands secteurs exposés à ce type d'instabilités sont identifiés au niveau de la Côtière (lieu-dit Chez-Marion) et au sein de la vallée du Bief de La Fourgère (lieux-dit Mont-Jayon et Château de Richemont). Il s'agit de prairies qui sont chacune affectées sur quelques hectares (environ 2 hectares pour Chez-Marion et entre 3 et 4 hectares pour Mont-Jayon et Château de Richemont).



Figure III.40: traces de fluage caractéristiques en rive droite de la vallée du Bief de la Fougère, sur le versant du Château de Richemont.

III.4.6.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Villette-sur-Ain ne dispose pas d'aménagement face aux phénomènes de glissement de terrain.

III.4.6.3. L'aléa glissement de terrain

Les glissements de terrain actifs identifiés sont classés en aléa fort (G3). Cela concerne les versants des Corrières, de Chez-Marion, de Mont-Jayon et du Château de Richemont.

Ailleurs, les phénomènes de glissements de terrain sont considérés sous une forme potentielle à l'aide d'aléa moyen (G2) et d'aléa faible (G1). L'aléa moyen (G2) traduit plutôt des terrains géologiquement et géomorphologiquement identiques à des secteurs qui ont déjà bougé ; c'est-à-dire présentant des caractéristiques très propices aux instabilités comme cela a déjà pu être vérifié. Ce niveau d'aléa s'affiche majoritairement sur la Côtière et sur certains versants de la vallée du Bief de la Fougère. Il est accompagné d'aléa faible (G1) de glissement de terrain qui souligne des secteurs d'apparence moins exposés, voire naturellement stables, du fait notamment de pentes moins fortes, mais sur lesquels il convient de rester prudent, notamment en cas de travaux de terrassement.

Au niveau du plateau, mis à part un talus localement classé en aléa moyen (G2) au niveau du hameau de Beligneux, quelques rares coteaux sont classés en aléa faible (G1). Leur pente faible et leur géologie plutôt favorable ne nécessitent pas un niveau d'aléa plus élevé.

Enfin, une bande d'aléa de sauvegarde (G0) de 30 mètres de large est affichée au sommet des versants de la Côtière sensibles, voire très sensibles, aux mouvements de terrain. Elle souligne l'importance qu'il convient d'accorder aux rejets d'eau en tête de versant (maîtrise des rejets d'eau et dispositif d'infiltration à proscrire) pour limiter le risque d'aggravation de glissement de terrain à l'aval.

III.5. Commune de Châtillon-la-Palud

III.5.1. Approche historique des phénomènes naturels

III.5.1.1. Phénomènes historiques inventoriés

L'information concernant les phénomènes historiques de la commune provient du PPRN approuvé le 25 juillet 2000, de la mairie et de témoignages d'habitants rencontrés sur le terrain. Elle est décrite et localisée au mieux, sur la base des récits rapportés.

Phénomène	Date	Localisation	Description
Crue du ruisseau le Copan	1945, 2015, 30/06/2021 et régulièrement	CP.1, CP.2	<p>Le ruisseau du Copan déborde régulièrement. Les crues de 1945, 2015 et 2021 sont les plus fortes de mémoire communale.</p> <p>En 2015, la RD 984 a été inondée par 80 centimètres d'eau (CP.1). Une grande partie du hameau de Bublanne a également été touchée avec quelques décimètres d'eau dans les ruelles (la moitié sud du hameau environ). Les débordements ont emprunté la RD 984 sur plus d'une centaine de mètres en direction du sud. Ils ont atteint le quartier du Champ (CP.2).</p> <p>En 2021, le hameau de Bublanne a été inondé de façon presque identique qu'en 2015, mais avec des hauteurs d'eau moins importantes (quelques décimètres sur la RD 984 et une trentaine de centimètres sur les ruelles).</p> <p>Nous ne disposons pas de précision sur la crue de 1945.</p>
Crue du ruisseau des Vignes-Beguet	Régulièrement dont le 30/06/2021	CP.3	<p>Le ruisseau des Vignes-Beguet déborde régulièrement sur la RD 93a. Il sort de son lit au droit du cimetière où il est busé. Généralement, il divague sur la RD 93a jusqu'au carrefour avec la RD 984.</p> <p>En juin 2021, il a franchi la RD 984, puis il s'est étalé sur des terrains à l'aval.</p>
Crue du ruisseau de Charmont	régulièrement	CP.4	<p>Le ruisseau de Charmont déborde régulièrement à l'aval de la RD 984 en inondant deux maisons. Ce cours d'eau se voit imposé un parcours très contraignant. Au débouché de sa combe, il est busé parallèlement à la RD 984 en marquant deux virages à 90°. Les débordements à l'aval de la RD 984 sont liés à l'insuffisance de son lit.</p>
Crue du ruisseau des Fourrières	Régulièrement	CP.5	<p>Le ruisseau des Fourrières déborde faiblement dans le quartier de Gévrieux, au niveau de la RD 984.</p>
Ruissellement / ravinement	Régulièrement	CP.6	<p>Des ruissellements empruntant la VC 2 (montée de Trévouge) débouchent dans le quartier de Vers-Bonnel.</p>
Ruissellement / inondation de pied de versant	Régulièrement	CP.7	<p>Des ruissellements de la Côtière se propagent dans le quartier de Pré-Nouveau, jusqu'à la RD 984. Ils forment une lame d'eau stagnante en bordure amont de la RD 984.</p>

Glissement de terrain	Régulièrement	CP.8	La chaussée de la VC 7 (montée du Château-Férié) subit régulièrement de légères déformations. Cette route traverse une ancienne décharge qui était aménagée au niveau d'un glissement de terrain.
Glissement de terrain	1983	CP.9	Un glissement de terrain accidentel s'est produit dans le lotissement de la rue du Rousset, au croisement avec le chemin de l'École, suite au terrassement des fondations d'une maison (terrassement inconsidéré). Il s'agit d'un phénomène d'origine anthropique.
Glissement de terrain	Non précisé	CP.10	Un glissement de terrain accidentel s'est produit au sein du lotissement de la rue du Rousset, suite au terrassement de l'accès à une propriété (terrassement inconsidéré). La route du lotissement a été emportée. Elle est restée coupée plusieurs mois. Il s'agit d'un phénomène d'origine anthropique.
Glissement de terrain	1977 et non précisée	CP.11, CP.12	Un glissement de terrain s'est déclenché à l'aval de la rue du Rousset (CP.11). Il s'est propagé sous une maison récemment construite sur un radier et des pieux, sans affecter l'habitation. Ce phénomène est probablement lié à la construction de la maison dont les terrassements ont pu fragiliser le terrain en le remaniant. Il a mobilisé environ 1000 m ³ de matériaux. D'après un voisin, le talus amont de la rue du Rousset aurait également glissé à proximité, à une autre date non précisée (CP.12).
Glissement de terrain	1983	CP.13	Un glissement de terrain accidentel s'est produit à l'aval de la VC 7 (montée du Château-Férié), suite au terrassement des fondations d'une maison (terrassement inconsidéré). Il s'agit d'un phénomène d'origine anthropique.
Glissement de terrain	1973	CP.14	Un glissement de terrain accompagné d'un affaissement de la chaussée de la VC 7 (montée du Château-Férié) se serait produit.
Glissement de terrain	Régulièrement	CP.15	Un fluage de terrain, parfois accompagné d'arrachements, est signalé sur le versant du Rousset au sommet de la rive droite de la combe de Copan.
Glissement de terrain	Régulièrement	CP.16	Un fort fluage de terrain est signalé au droit du hameau de Mas-Durand en rive gauche de la combe de Copan, (à l'aval de la RD 93a). Des instabilités sont également visibles en bordure de la RD 93a qui a dû être confortée à l'aide d'enrochements. D'après la mairie, l'instabilité en bordure de cette route serait en partie liée à la suppression d'un gros arbre, ce qui aurait déstabilisé le terrain.
Glissement de terrain	Régulièrement	CP.17	Un fort fluage de terrain est signalé en amont de la RD 93a (route de Mas-Durand) au lieu-dit Les Gamelières / Vigne-Beguet (non loin du cimetière). Des arrachements apparaissent parfois à la surface du terrain.
Glissement de terrain	Régulièrement	CP.18	Un fort fluage de terrain se manifeste sur le versant de Vignes-Beguet au niveau d'un talweg (extrémité est du versant en amont du hameau de Bublanne).

Glissement de terrain	Régulièrement	CP.19	Des glissements de terrain très localisés de quelques mètres carrés se manifestent parfois au sommet de la combe du ruisseau des Vignes-Beguet (secteur dit de Pré-Perret / Malignieux).
Glissement de terrain	Régulièrement	CP.20	Des glissements de terrain localisés se produisent dans la combe de Chez-Le-Bret (ou des Fourrières).
Glissement de terrain	1992	CP.21	Un glissement de terrain s'est déclenché à l'aval d'une maison sur le versant de Chez-Le-Bret.
Glissement de terrain	1929	CP.22	Un glissement de terrain se serait produit sur le versant de Rosand entre les quartiers de Chez-Le-Bret et de Vers-Bonnet.
Glissement de terrain	Non daté	CP.23	Le chemin d'exploitation du Petit-Bardin s'est légèrement affaissé suite à une accumulation d'eau sur sa bordure amont (phénomène de tassement lié à une saturation en eau du terrain sans déplacement du terrain).
Glissement de terrain	Régulièrement	CP.24, CP.25, CP.26	Des phénomènes de fluage de terrain faibles à modérés sont signalés par le PPRN de 2000. Ils ne sont pas confirmés par la mairie et non visibles sur le terrain. Ils sont toutefois localisés pour information. Ils se situent aux lieux-dits (noms locaux) Les Viardières (CP.23), Les Petites-Côtes (CP.24) et Les Villardes / Au-Près-Servigne (CP.25). Il s'agit de phénomènes a priori très discrets.
Effondrement, suffosion	Non daté	CP.27	Des effondrements, attribués à des phénomènes de suffosion, sont signalés par la mairie à l'extrémité nord du hameau des Croix, en rive droite de la combe de Copan. Ils concernent une parcelle en partie boisée. Ils forment des fontis de quelques mètres de diamètre sur une profondeur d'un à deux mètres.

III.5.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle

La commune de Châtillon-la-Palud a fait l'objet de trois arrêtés de catastrophe naturelle relatifs aux phénomènes d'inondations et de coulées de boue.

Par ailleurs, elle a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle relatifs aux mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (phénomène étudié par ailleurs à l'échelle départementale – voir <https://www.georisques.gouv.fr/risques/retrait-gonflement-des-argiles>).

Inondations et coulées de boue : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20210088	23/06/2021	23/06/2021	23/07/2021	01/08/2021
01PREF20180007	07/06/2018	08/06/2018	23/07/2018	15/08/2018
01PREF20170021	13/02/1990	18/02/1990	14/05/1990	24/05/1990

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20040009	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004

Figure III.41: arrêtés de catastrophe naturelle pris sur la commune de Châtillon-la-Palud.

III.5.2. Les inondations de crue rapide

III.5.2.1. Observations de terrain

Le ruisseau de Copan entre dans cette catégorie de phénomène hydraulique. Ce cours d'eau prend sa source sur le plateau au lieu-dit Chez-Dury. Il emprunte une combe profonde et longue d'environ 2,5 kilomètres qui le conduit jusqu'au hameau de Bublanne. Sur ce parcours, il reçoit les eaux de quelques petites combes affluentes et du ruisseau des Vignes-Beguet (ruisseau débouchant au niveau du cimetière).

Son fond de combe est relativement bien marqué jusqu'à l'entrée dans le hameau de Bublanne, ce qui limite ses débordements aux berges uniquement. On constate toutefois une certaine tendance à l'érosion et un encombrement important (bois mort) qui peut conduire à la formation d'embâcles.

Les conditions d'écoulement du ruisseau de Copan se détériorent fortement à l'entrée du hameau de Bublanne. Son tracé est alors très sinueux et contraint dans un lit étroit, avec un tronçon couvert sur une cinquantaine de mètres. Le cours d'eau franchit successivement 4 ouvrages hydrauliques en moins de 200 mètres qui sont d'amont vers l'aval : un pont et un ponceau de l'impasse du Lavoir, le tronçon couvert en bordure de la RD 984 et le pont de la RD 984.



Figure III.42: pont de l'impasse du Lavoir (ouvrage amont à l'entrée du hameau de Bublanne).



Figure III.43: ponceau et ouvrage de couverture de l'impasse du Lavoir, à l'approche de la RD984.

Des débordements peuvent intervenir en rive droite dès le premier ouvrage. Le ruisseau peut alors inonder la cour d'une propriété, voire une partie des bâtiments. À l'aval de ce pont, il peut atteindre un jardin et l'ancien lavoir qui est totalement ensablé par ses crues successives. Il peut ensuite se déverser préférentiellement sur l'impasse du Lavoir, notamment au droit du ponceau et de l'entrée du tronçon couvert. En cas d'obstruction de cet ouvrage, la totalité de son débit peut déborder en direction de la RD 984 et atteindre une large moitié sud du hameau de Bublanne.



Figure III.44: débordement du ruisseau de Copan le 30 juin 2021 sur la RD984 et dans le hameau de Bublanne.

Enfin, les témoignages recueillis font état d'un débordement du Copan sur la route départementale RD 984 (route de Bublanne) au sud du pont, en direction du village de Châtillon-la-Palud.

III.5.2.2. Aménagement et ouvrages

Le ruisseau de Copan est équipé d'un ouvrage de couverture d'une cinquantaine de mètres de long qui longe la RD 984. Cet ouvrage présente une section insuffisante ne permettant pas le transit du débit de crue centennale. De plus, il est exposé aux embâcles et peut être colmaté par des dépôts du ruisseau (transport solide). La forte rupture de pente du lit à ce niveau est un facteur aggravant.

III.5.2.3. L'aléa inondation de crue rapide

Le lit mineur du cours d'eau est classé en aléa très fort d'inondation (i4) selon des bandes de 10 mètres de large de part et autre de son axe d'écoulement, soit 20 mètres au total.

Son champ d'inondation est classé en aléas fort (i3), moyen (i2) et faible (i1) d'inondation.

Quatre ouvrages sont intégrés à la partie modélisée du Copan (Cf. Tableau 14), puisqu'ils peuvent être aisément obstrués et sont situés dans une zone urbanisée (zone à forts enjeux) traversée par cette rivière.

Cours d'eau Commune	Ouvrage hydraulique	Commentaire
Le Copan Châtillon-la-Palud (Bublanne)	OH-01	Pont de l'Impasse du Lavoir Obstruction à 100 %
	OH-02	Ponceau d'accès à une propriété de l'Impasse du Lavoir

Cours d'eau Commune	Ouvrage hydraulique	Commentaire
		Obstruction à 100 %
	OH-03	Passage couvert entre impasses du Lavoir et du Ruisseau Obstruction à 100 %
	OH-04	Pont de la RD 984 Obstruction à 50 %

Tableau 14: Le Copan – Ouvrages hydrauliques modélisés

En se basant sur l'historique des désordres du cours d'eau et les zones boisées traversées en amont par celui-ci, une probabilité d'obstruction (embâcle de bois flottants principalement) est estimée à dire d'expert pour chacun des ouvrages. Ces obstructions ont été prises en compte dans les modélisations et l'aléa cartographié retranscrit leurs effets.

Si l'obstruction du pont et du ponceau de l'Impasse du Lavoir n'engendre pas de débordements très importants, un embâcle à hauteur du passage couvert produit des épanchements conséquents dans la partie urbanisée de Bublanne, à l'est et en contrebas de la RD 984. De tels écoulements profitent également de cet axe routier pour se diriger à la fois vers le nord et le sud du centre de ce hameau. L'étendue de la zone inondée étant vaste, les hauteurs de submersion sont réduites et conduisent à afficher un aléa globalement faible (i1).

III.5.3. Les crues torrentielles des ruisseaux

III.5.3.1. Observations de terrain

Quatre petits ruisseaux drainant de faibles bassins versants rejoignent la plaine de l'Ain en empruntant des combes encaissées et pentues. Ces cours d'eau peuvent présenter des vitesses d'écoulement élevées du fait de leur pente en long et s'accompagner de transport solide en érodant leur combe. La granulométrie des matériaux charriés semble toutefois de faible importance, car les terrains parcourus par ces cours d'eau sont composés d'éléments de petite taille à en juger nos observations.

Trois de ces ruisseaux débouchent en zone urbanisée dans des conditions hydrauliques très défavorables. Ils sont notamment couverts et présentent des cheminements sinueux qui les dévient de leur tracé naturel. Il s'agit du ruisseau des Vignes-Beguet, du ruisseau de Charmont et du ruisseau de Chez-Le-Bret (ou des Fourrières).

- Le ruisseau des Vignes-Beguet draine une combe provenant du lieu-dit les Grands-Champs (rebord de la Côtière). Il longe un chemin rural aménagé dans l'axe de sa combe, pour déboucher dans la vallée du ruisseau de Copan au droit du cimetière de Bublanne. A ce niveau il s'engage dans une buse qui le conduit en bordure de la RD 93a. Puis il longe cette route dans un



Figure III.45: busage du ruisseau des Vignes-Beguet au droit du cimetière.

fossé jusqu'à la RD 984, à l'approche de laquelle il est à nouveau couvert. Un piège à matériaux très rudimentaire est aménagé à l'amont du busage du cimetière. Constitué de grilles disposées en travers du lit mineur, il peut être rapidement colmaté. Le busage et le fossé parallèle à la RD 93a sont également très inadaptés du fait de leur section insuffisante. De plus, ces aménagements sont en grande partie obstrués par des matériaux, ce qui peut entraîner des débordements y compris pour de faibles débits de crue.

En débordant à l'entrée de la buse du cimetière, le ruisseau emprunte préférentiellement la RD 93a jusqu'à la RD 984. La bordure aval de la RD 93a présente un niveau irrégulier par rapport à la chaussée. Elle est parfois au même niveau, voire légèrement plus basse, ce qui peut permettre à une partie des débordements de se propager à l'aval de la route pour divaguer. Les terrains situés à l'aval de la RD 93a sont en partie urbanisés. Leur aménagement a conduit à des terrassements qui ont modifié leur profil naturel. Des secteurs ont été remblayés et, à l'inverse, d'autres ont été légèrement décaissés. Les débordements peuvent donc se propager de façon aléatoire et très diffuse en fonction des points bas se présentant à eux, mais sans forcément recouvrir la totalité des terrains.



Figure III.46: le ruisseau des Vignes-Beguet quelques heures après son débordement sur la RD93a le 30 juin 2021.

Le ruisseau peut divaguer jusqu'à la RD 984, puis une partie de ses débordements peut rejoindre le champ d'inondation du Copan en empruntant cette route. Une autre partie peut se répandre sur des terrains à l'aval de la RD 984.

- Le ruisseau de Charmont draine une partie du hameau des Croix. Il emprunte une combe qui débouche dans le quartier de Chez-Bonnel, puis il s'engage dans un ouvrage couvert à la hauteur de la montée de Trévouge. Cet ouvrage se dirige vers la RD 984, puis il la longe en direction du nord sur plus de 200 mètres pour enfin la franchir. Le ruisseau réapparaît ensuite à l'air libre. Ce trajet couvert du ruisseau forme deux virages à angle droit, ce qui est très contraignant hydrauliquement. Il est également exposé aux phénomènes de colmatage par dépôt du transport solide du ruisseau, malgré l'existence d'un piège à matériaux à l'entrée de l'ouvrage de couverture. Curieusement, aucun débordement historique du ruisseau n'est signalé dans le quartier de Chez-Bonnel. Les problèmes jusqu'alors rencontrés se situent à l'aval de la RD 984, au débouché de l'ouvrage de couverture. Le ruisseau sort de son lit à ce niveau pour inonder deux propriétés (indications de



Figure III.47: ruisseau de Charmont à l'entrée de son ouvrage de couverture.

la mairie).

Un risque de débordement se dessine toutefois à l'entrée de l'ouvrage de couverture, compte tenu de la configuration de l'aménagement. En sortant de son lit à ce niveau, le ruisseau peut emprunter la montée de Trévouge jusqu'à la RD 984 et divaguer vers des propriétés de sa rive droite. Il peut ensuite emprunter préférentiellement cette route vers le sud, jusqu'au chemin de Pré-Berlieu où un terrain enherbé peut l'accueillir. Une partie de ses débordements peut également se propager à l'aval de la RD 984 par le biais de ruelles et atteindre des propriétés.



Figure III.48: Croisement entre la montée de Trévouge et la RD 984 où peuvent se propager les débordements du ruisseau.

Le caractère très urbanisé de ce secteur ne permet pas de déterminer exactement le cheminement de la lame d'eau débordante. Celle-ci peut trouver une multitude de passages lui permettant de se diffuser de façon plus ou moins marquée, mais sans forcément tout occuper. Certaines propriétés apparaissent ainsi surélevées, tels que les bâtiments d'entrepôt présents en bordure de la RD 984, mais sans qu'on puisse affirmer leur totale mise à l'abri des débordements. La crainte principale dans ce type de contexte urbanisé est essentiellement liée aux modifications urbaines qui peuvent agir sur les écoulements d'eau, en rendant un secteur inondable qui était jusqu'alors abrité.

- Le ruisseau de Chez-Le-Bret draine une combe identique au ruisseau de Charmont. Il prend sa source aux Bruyères pour déboucher dans le quartier de Gévrieux. D'après la mairie, une partie de l'eau de son bassin versant serait détournée vers la combe du ruisseau du Bief du Janet marquant la limite communale avec Villieu-Boyles-Mollon. Un fossé routier serait ainsi dévié dans une buse au carrefour entre la route de Loyes et la RD 904. Il n'est pas possible de savoir quelle est la quantité d'eau ainsi interceptée, donc de connaître l'impact de cette dérivation sur le comportement du ruisseau. Ce dernier est donc analysé sans en tenir compte.

Ce ruisseau est busé sur plus d'une centaine de mètres au débouché de sa combe (buse de très faible diamètre), pour traverser en souterrain la partie amont du quartier de Gévrieux. Il réapparaît très temporairement à l'aval de la RD 904, puis il est à nouveau couvert au niveau de la RD 984.



Figure III.49: débouché du ruisseau de Chez le Bret dans le quartier de Gévrieux et entrée du busage amont.

Des débordements peuvent se manifester à l'entrée du busage amont. Ils peuvent se déverser

en rive gauche en inondant la RD 904 et des propriétés situées au nord de cette route. Puis ils peuvent emprunter la RD 984 de part et d'autre du carrefour avec la RD 904, pour rejoindre le champ d'inondation du ruisseau de Charmont au Nord et se perdre sur des terrains au Sud.

- Le quatrième cours d'eau à caractère torrentiel marque la limite communale avec la commune de Villieu-Loyes-Mollon. Il s'agit du ruisseau du Bief du Janet qui peut déborder à l'aval de sa combe et divaguer préférentiellement en rive gauche sur des terrains agricoles, puis sur ses deux rives à l'approche de la RD 984. Ce cours d'eau n'affecte pas d'enjeu de la commune.



Figure III.50: ruisseau du Bief du Janet masqué par la végétation à l'approche de la RD984 et son champ d'inondation en rive gauche.

III.5.3.2. Aménagement et ouvrages

Les ruisseaux des Vignes-Beguet, de Charmont et de Chez-Le-Bret sont équipés d'ouvrages de couverture dans la traversée de zones urbanisées.

Des pièges à graviers sont aménagés sur les ruisseaux des Vignes-Breguet et de Charmont, à l'entrée de leurs sections couvertes.

III.5.3.3. L'aléa inondation de crue torrentielle

Les lits mineurs des ruisseaux des Vignes-Breguet, de Charmont, de Chez-Le-Bret et du Bief du Janet sont classés en aléa fort (T3) de crue torrentielle selon des bandes de 5 mètres de large de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 10 mètres au total.

Leurs débordements sont traduits en aléa moyen (T2) et en aléa faible (T1) de crue torrentielle en fonction de l'éloignement des points de débordement, de l'emprise possible des divagations, des débits probables des cours d'eau, etc.

Compte-tenu des superficies réduites, voire très réduites, des bassins versants, les débits de crue devraient être modérés (quelques mètres cubes par seconde au maximum). L'intensité des débordements devrait donc se maintenir à un niveau faible.

Les zones de débordements préférentiels sont considérées comme pouvant être systématiquement atteintes en cas de crue débordante. La probabilité d'atteinte est donc jugée forte à leur niveau, ce qui se traduit par un niveau d'aléa moyen (T2).

La probabilité d'atteinte est ramenée à un niveau moyen à faible au fur et à mesure que l'on s'éloigne des zones de débordements préférentiels. Il est tenu compte qu'en fonction des crues, des secteurs ne sont pas systématiquement atteints, les divagations pouvant par exemple se résorber avant. Cela conduit à afficher un aléa faible (T1) en dehors des zones de débordement jugées préférentielles.

Au niveau du ruisseau de Charmont, des zones d'incertitude, quant aux propagations possibles des débordements, sont classées en aléa faible (T1) de crue torrentielle, mais avec un indice « 0 » supplémentaire pour mettre en évidence la zone ainsi considérée (T01). Rappelons qu'à ce niveau le caractère densément urbanisé ne permet pas d'identifier très clairement les cheminements possibles de la lame d'eau débordante. Certains bâtiments sont surélevés ou abrités par d'autres propriétés, donc a priori hors d'eau, mais des modifications urbaines (suppression de mur, création d'ouvertures dans des murs, création d'accès vers des propriétés, etc.) peuvent modifier les écoulements en rendant ces propriétés inondables, d'où une certaine incertitude.

III.5.4. Les ruissellements et ravinements

III.5.4.1. Observations de terrain

Quelques axes hydrauliques concentrant des ruissellements drainent le territoire communal. Il s'agit de petites combes et de fossés reliés au réseau hydrographique pour certains ou se perdant sur des terrains pour d'autres. Certaines routes ou chemins aménagés plus ou moins dans le sens de la pente du terrain peuvent également jouer ce même rôle.

Plusieurs écoulements de ce type débouchent en zone urbaine entre le hameau de Bublanne et le village. Deux d'entre eux rejoignent des zones de débordements torrentiels à Bublanne et au niveau du quartier de Vers-Bonnel. Il s'agit respectivement des écoulements du chemin de la Terrasse en limite communale avec Villette-sur-Ain et de ceux de la Montée de Trévouges. Ces écoulements peuvent se maintenir sur les chemins jusqu'en pied de versant, pour ensuite divaguer de façon plus ou moins diffuse à l'aval. Compte tenu des faibles superficies drainées, ces axes hydrauliques peuvent fournir des quantités d'eau relativement modérées.

Deux autres chemins peuvent concentrer des ruissellements en direction du village. Il s'agit des chemins de l'École et des Verchères qui débouchent respectivement près de la mairie et dans le quartier du Champ (extrémité nord du village). Comme précédemment, ces axes hydrauliques peuvent connaître des divagations en pied de versant, aucun exutoire n'étant prévu pour l'évacuation de leur eau. De plus, d'autres ruissellements diffus produits par des talwegs voisins peuvent se joindre aux écoulements de ces routes. L'ensemble peut conduire à la formation d'une lame d'eau relativement étendue le long de la RD 984, mais de faible importance et faiblement animée, voire localement stagnante car le terrain est relativement plat (voire également §III.5.6).



Figure III.51: chemin des Verchères pouvant drainer des écoulements en direction du quartier du Champ (nord du village).

Les autres axes d'écoulements concentrés présents sur la Côtière et sur le plateau concernent des espaces agricoles et naturels. Ils n'impactent pas les enjeux de la commune. Il s'agit pour la plupart de combes et de fossés reliés au réseau hydrographique. Seul l'un d'entre eux présent au sud du village peut déborder sur la RD 984 si le fossé de cette dernière se colmate.

Des axes de ruissellements plus discrets sont également présents sur le territoire. Il s'agit de talwegs à fond large sans lit matérialisé et de sommets de combes évasés. Des écoulements peuvent les rejoindre naturellement, en formant des lames d'eau plus ou moins diffuses et étalées. La zone de plateau présente plus généralement ce genre d'axes hydrauliques diffus, en particulier en bordure de la Côtière et au niveau de l'importante combe du ruisseau de Copan (hameau des Croix, Chez-Dury, Ronget et Les Falconnes entre autres).

À cela s'ajoutent les considérations relatives aux particularités des terres cultivées particulièrement productrices de ruissellement du fait de leur mise à nu une grande partie de l'année et de certaines cultures fixant insuffisamment les sols (cf. II.3.3.2).

III.5.4.2. Aménagement et ouvrages

La commune ne possède pas d'ouvrage ni d'aménagement en lien avec les phénomènes de ruissellement.

Précisons que les fossés et les busages ne sont pas signalés comme des ouvrages ou des aménagements spécifiques, car trop nombreux et non répertoriés. Leur inventaire nécessiterait la réalisation d'un schéma directeur d'eau pluviale, ce qui permettrait également de mettre en avant une éventuelle artificialisation de certains bassins versants (détournement de l'eau d'un bassin versant vers un autre).

III.5.4.3. L'aléa ruissellement et ravinement

Les combes et les fossés concentrant des écoulements sont classés en aléa fort (V3) de ravinement selon des bandes de 5 mètres de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 10 mètres au total. Ces largeurs supplémentaires d'aléa fort permettent de tenir compte des phénomènes de ravinement possibles en bordure des axes d'écoulement. Les chemins pouvant concentrer des écoulements sont également traduits en aléa fort (V3) de ravinement mais selon l'emprise stricte des chaussées. Il est tenu compte que ces chemins sont suffisamment larges pour contenir les écoulements sans érosion supplémentaire sur leurs bas-côtés.

Les débordements des axes hydrauliques sans exutoire sont généralement traduits en aléa faible (V1) de ruissellement. Cela est notamment le cas au pied de la Côtière dans le prolongement du chemin de la Terrasse (hameau de Bublanne), de la rue des Verchères (quartier du Champ) du chemin de l'École (secteur de la mairie) et de la montée de Trévouges (quartier Vers-Bonnel). Il est tenu compte que les superficies drainées sont relativement faibles et que par conséquent les divagations devraient être peu importantes (lame d'eau comprises entre quelques centimètres et quelques décimètres en général). Les vitesses d'écoulement devraient également être faiblement animées du fait d'une topographie peu marquée (divagations sur des pentes généralement faibles en pied de versant).

Les ruissellements pouvant se former au niveau de talwegs légèrement marqués sont classés en aléa faible (V1). Ces axes hydrauliques qui sont dépourvus de lit mineur drainent généralement de faibles bassins versants. Les ruissellements peuvent se développer sur des largeurs parfois importantes (écoulements non concentrés) en formant des lames d'eau de faible hauteur et faiblement animées.

Concernant l'aspect ruissellement en secteur agricole, un aléa généralisé est défini avec une déclinaison en fonction de la pente (cf. II.3.3.2). Le caractère dévégétalisé de certains terrains est un facteur aggravant. En l'absence de végétation, la surface du sol est fragilisée. Elle est plus sujette au ruissellement et à l'érosion, car elle n'est pas fixée. Cette sensibilité aux écoulements et à l'érosion peut également varier en fonction de la pente du terrain. Les classes de pente définies pour qualifier les phénomènes de ruissellements généralisés permettent de le souligner (voir Tableau 6 §II.3.3.2).

III.5.5. Les remontées de nappe

III.5.5.1. Observations de terrain

La région est réputée pour ses nombreux étangs présents sur le plateau de La Dombes. D'une façon générale, il est considéré que les étangs peuvent favoriser une certaine humidité à leur périphérie, en saturant le sol selon leur niveau de remplissage. Cette possibilité d'humidité périphérique est rattachée aux phénomènes de remontées de nappe. Pour la souligner, les berges des étangs sont considérées potentiellement humides sur une dizaine de mètres de largeur. Des zones humides plus étendues peuvent se manifester au-delà de cette bande de 10 mètres. Elles sont alors cartographiées selon leur emprise réelle.

Au niveau de la vallée de l'Ain, les zones identifiées par la base de données « remontées de nappe » sont reprises. Elles concernent généralement les berges du cours d'eau et des gravières présentes, en comprenant le lit mineur et les plans d'eau.

III.5.5.2. Aménagement et ouvrages

La commune n'est pas équipée de dispositif d'aménagement face aux remontées de nappe.

III.5.5.3. L'aléa remontée de nappe

Les zones potentiellement humides autour des étangs sont classées en aléa faible (N1). Il en est de même pour les secteurs identifiés par la base de données « remontées de nappe » dans la plaine de l'Ain.

III.5.6. Les inondations de pied de versant

III.5.6.1. Observations de terrain

Des points bas se dessinent le long de la RD 984 à la hauteur des lieux-dits Pré-Nouveau (nord du village) et Les Falconnes (limite communale avec Villieu-Loyes-Mollon). Ils sont formés par l'aménagement en remblai de la route.

Au niveau de Pré-Nouveau, une partie des écoulements de la rue des Vachères et du chemin de l'École, ainsi que d'autres ruissellements diffus de ce quartier, peuvent être piégés en bordure de la RD 984. L'eau parvenant à franchir la route peut s'étaler de façon très diffuse, en fonction des passages s'offrant à elle (phénomène de faible, voire très faible importance). Le terrain étant quasiment plat, la lame d'eau pouvant se former à l'aval de la RD 984 sera quasiment dépourvue de vitesses.

Au niveau du lieu-dit Les Falconnes, ce sont les débordements du ruisseau du Bief du Janet qui peuvent stagner le long de la RD 984, ainsi que des ruissellements pouvant se manifester sur les terrains agricoles du pied de la Côtière. Des quantités d'eau conséquentes peuvent s'accumuler le long de la RD 984, en particulier du fait des ruissellements quasiment généralisés qui peuvent se manifester sur les terrains agricoles. Mais l'eau dispose de beaucoup d'espace pour s'étendre, ce qui permet en contrepartie d'éviter des hauteurs d'eau stagnante trop importantes.



Figure III.52: bordure de la RD984 inondable au lieu-dit les Falconnes en limite communale avec Villieu-Loyes-Mollon (au premier plan le ruisseau du Bief du Janet).

III.5.6.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Châtillon-la-Palud ne dispose pas d'aménagement face aux phénomènes d'inondation de pied de versant.

III.5.6.3. L'aléa inondation de pied de versant

Les points bas et les zones de replat inondables le long de la RD 984 sont classés en aléa faible (I'1) d'inondation de pied de versant.

Au niveau de Pré-Nouveau, il est tenu compte que les superficies drainées sont modérées et qu'une partie de l'eau peut franchir la RD 984 pour s'étaler et se résorber à l'aval.

Au niveau des Falconnes, les quantités d'eau peuvent être plus importantes mais la zone inondable qui est relativement étendue compense en permettant un étalement de la lame d'eau.

Dans les deux cas de figure, les hauteurs d'eau ne devraient pas excéder quelques décimètres aux points les plus bas.

III.5.7. Les glissements de terrain

III.5.7.1. Observations de terrain

Plusieurs glissements de terrain actifs sont à signaler sur la commune de Châtillon-la-Palud. Ils concernent la Côtière et la combe du ruisseau de Copan. Ils affectent la molasse sableuse et argileuse, en se développant au sein de sa frange superficielle altérée et de colluvions de recouvrement. La carte géologique n'identifie pas de dépôts morainiques sur les terrains touchés par des glissements de terrain. Sur la commune, les placages morainiques sont plutôt présents en tête de la Côtière. Ils débordent peu sur les versants. Ce type de formation est toutefois à considérer avec précaution dès qu'il tapisse des pentes, car il est réputé sensible aux mouvements de terrain du fait de sa nature argileuse.

Les glissements de terrain actifs recensés sur la commune se développent sur des pentes comprises entre 10° et 20°. La pente est parfois inférieure à 10° lorsqu'on fait face à des

phénomènes de fluage (déformations plastiques sans arrachement), comme cela est le cas dans la combe du ruisseau de Copan.

Mis à part des déstabilisations de talus routiers, nous avons affaire la plupart du temps à des glissements de terrain de type plan. Les superficies touchées par ces mouvements de terrain peuvent atteindre plusieurs milliers de mètres carrés, notamment dans le cas des phénomènes de fluage. Plusieurs instabilités de terrain dépassent ainsi un hectare dans la combe du ruisseau de Copan.

Certains glissements de terrain historiques ne sont plus visibles aujourd'hui, car leurs traces ont été effacées (remise en état des terrains) ou la nature a repris ses droits au fil du temps (restauration progressive d'une pente d'équilibre du terrain et revégétalisation naturelle). Cela est notamment le cas sur le versant de Chez-Le-Bret / Le Clos en amont du quartier de Gévrieux et en amont du village :

- En amont de Gévrieux, ce sont deux glissements de terrain qui auraient touché le versant. L'un serait survenu en 1929 au lieu-dit Rosand (secteur du Clos) sur un versant aujourd'hui boisé. La description de ce phénomène est très imprécise, ce qui ne permet pas de le localiser avec certitude. Le versant concerné présente des pentes très variables qui sont fortes dans sa partie sommitale et moyennes dans sa moitié aval. Le PPRN de 2000 situe le phénomène à mi-versant. Cette localisation approximative a été reprise, faute de meilleure précision.



Figure III.53: aspect instable du sommet de la combe de Chez le Bret non loin du glissement de terrain de 1992.

Le second glissement en amont de Gévrieux est plus récent que le précédent. Il s'est déclenché en 1992, à l'aval d'une maison construite à mi-versant. Il a affecté quelques centaines de mètres carrés de terrain sur une pente d'environ 20°. Le terrain a été remis en état et n'a pas re-bougé depuis. Ce secteur est toutefois très sensible aux mouvements de terrain, comme le soulignent d'autres instabilités qui sont signalées au sein de la combe de Chez-Le-Bret qui est toute proche.

- Plusieurs glissements de terrain se sont produits sur le versant dominant le village, le long de la rue du Rousset et de la montée du Château-Férié. Totalement effacés aujourd'hui, ils ont été localisés par la mairie lors de l'enquête.
 - ✓ Parmi ces glissements de terrain, trois ont l'air avoir une origine accidentelle (voir §III.5.1.1.tableau des phénomènes historiques). Ils se seraient déclenchés à la suite d'importants terrassements liés à des constructions de maisons. Des modifications significatives du profil d'équilibre des terrains en serait donc la cause. Les travaux n'ont probablement pas pris en compte cet aspect et n'ont pas pris soin de créer des talus adaptés aux conditions géotechniques rencontrées (pente d'équilibre admissible des terrains dépassée).

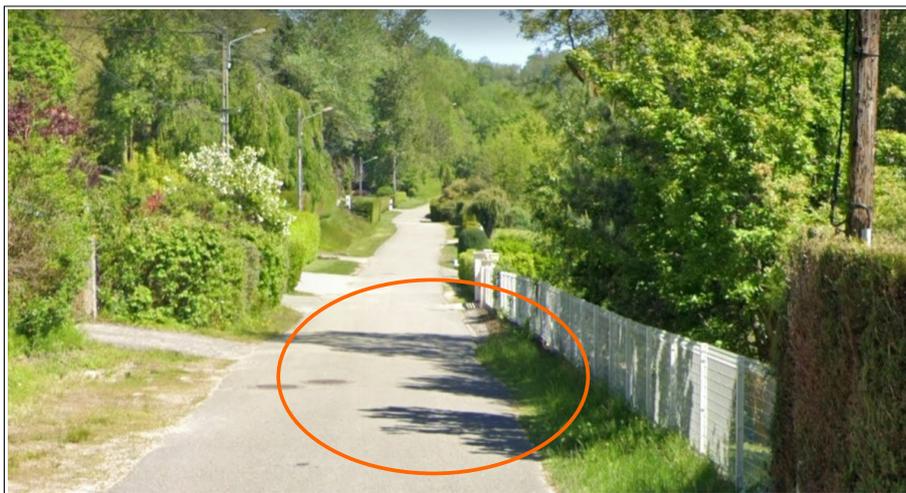


Figure III.54: rue Rousset affectée par un glissement de terrain "accidentel" au pied du versant du village. Cette rue a été coupée durant une longue période.

- ✓ D'autres glissements de terrain, survenus non loin des phénomènes accidentels cités ci-dessus, ont une origine plutôt naturelle, d'après les descriptions faites par la mairie. Leurs extensions sont imprécises. Ils se sont produits en bordure de la rue Rousset et de la montée du Château-Férié, respectivement sur des pentes de 10° et de 20°. Quelques signes d'instabilité peuvent encore se manifester à leur niveau. Ainsi, la mairie signale que la montée du Château-Férié continue de se déformer au droit de l'un de ces mouvements de terrain anciens (phénomène historique CP.8). Le long



Figure III.55: maison de la rue Rousset sous laquelle s'est propagé un glissement de terrain.

de la rue Rousset, on peut observer plusieurs fissures sur les façades de la maison sous laquelle le glissement de terrain de 1977 s'est propagé sans endommager le bâti (arrachement à l'amont de la maison a priori fondée sur pieux et glissement sous son radier sans déplacement du bâti (phénomène historique CP.11)). Précisons toutefois pour cette maison, que les fissures l'affectant peuvent également être liées aux phénomènes de retrait / gonflement d'argile.

La combe du ruisseau de Copan est plus particulièrement concernée par des phénomènes de fluage qui peuvent prendre des proportions importantes en termes de superficie impactée et de déformations de terrain. Au moins quatre grands secteurs sont plus nettement touchés, sachant toutefois que l'ensemble de la combe est sensible au phénomène du fait notamment d'une certaine humidité. Les pentes affectées sont globalement faibles, voire très faibles. Elles sont parfois inférieures à 10° (jusqu'à 8°).

- En rive droite de la combe de Copan, une zone très déformée se dessine au sommet de versant, entre le hameau des Croix et le Château de Grammont. Le terrain présente quelques

moutonnements à sa surface et, d'après la mairie, des amorces d'arrachements se manifestent parfois.

Non loin de ce secteur, une autre zone de glissement de terrain d'apparence active se remarque sur des photos aériennes anciennes, en particulier sur celles de la mission 1963. Le terrain, qui était à l'époque déboisé, apparaît très déformé. Un éclairage rasant met favorablement en avant ces déformations qui semblent correspondre à du fluage.



Figure III.56: zone de fort fluage en rive droite de la combe du ruisseau de Copan.

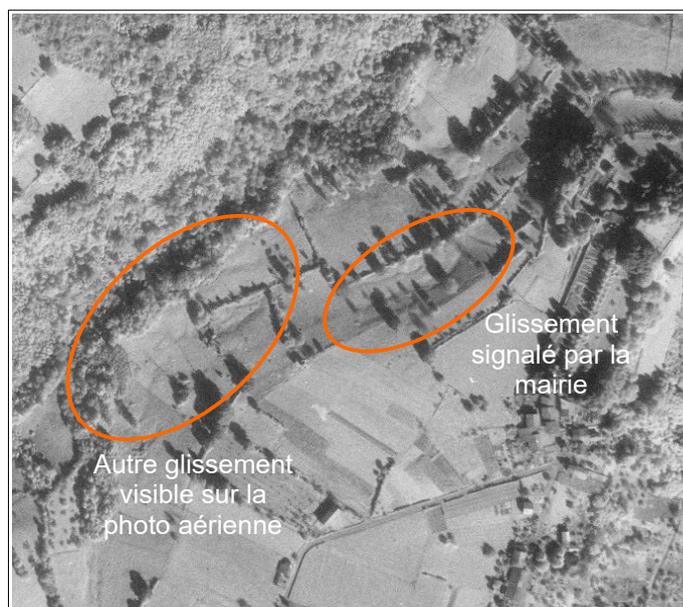


Figure III.57: glissements de terrain entre le hameau des Croix et le Château de Grammont (photo aérienne de 1963).

- Les trois autres zones de fluage se situent en rive gauche de la combe de Copan. Deux montrent des déformations de terrain de forte amplitude à l'amont du hameau de Bublanne et environ 200 mètres à l'ouest de ce dernier (non loin du cimetière). Ces déformations sont beaucoup plus prononcées que celles visibles en rive droite. Elles soulignent une stabilité plus précaire du terrain sans toutefois montrer d'arrachement.



Figure III.58: zone de fluage en amont du hameau de Bublanne au niveau d'une combe du versant des Vignes-Beguet.



Figure III.59: fluage 200 mètres à l'ouest du hameau de Bublanne à l'amont de la RD 93a (proximité du cimetière).

La troisième zone de fluage est localisée au droit du hameau de Mas-Durand sur les indications de la mairie. Elle se développe plutôt en fond de combe en secteur boisé. La forêt ne permet pas de l'observer distinctement. On la soupçonne toutefois depuis la RD 93a qui montre des faiblesses au niveau de son talus aval et où des venues d'eau sont visibles. Cette humidité joue certainement un rôle dans la fragilisation du terrain en le saturant à certaines périodes de l'année. Le talus aval de la route est conforté à l'aide d'un ouvrage en enrochements qui, d'après la mairie, aurait été réalisé suite à la suppression d'un arbre qui calait la chaussée.

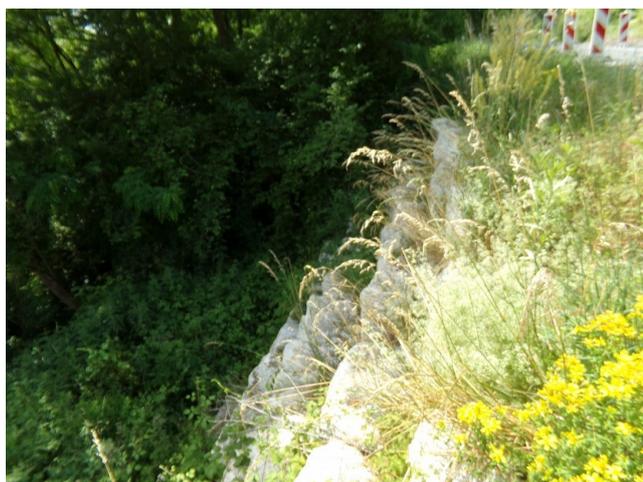


Figure III.60: enrochement du talus aval de la RD93a au droit de Mas-Durand.



Figure III.61: zone montrant une certaine humidité en bordure de la RD93a, au droit du hameau de Mas-Durand.

III.5.7.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Châtillon-la-palud ne dispose pas d'aménagement proprement dit face aux phénomènes de glissement de terrain. Seul un ouvrage de soutènement en enrochements est à signaler dans le talus aval de RD 933 au droit du hameau de Mas-Durand (rive droite de la combe du ruisseau de Copan).

III.5.7.3. L'aléa glissement de terrain

Les glissements de terrain actifs identifiés sont classés en aléa fort (G3). Cela concerne la Côtière à l'amont du village et du quartier de Gévrieux, ainsi que la combe du ruisseau de Copan à l'amont et à l'ouest du hameau de Bublanne, au droit de Mas-Durand et entre le hameau des Croix et le château de Grammont.

Ailleurs, les phénomènes de glissements de terrain sont considérés sous une forme potentielle à l'aide d'aléa moyen (G2) et d'aléa faible (G1). L'aléa moyen (G2) traduit plutôt des terrains identiques géologiquement et géomorphologiquement à des secteurs qui ont déjà bougé ; c'est-à-dire présentant des caractéristiques très propices aux instabilités, comme cela a déjà pu être vérifié. Ce niveau d'aléa s'affiche majoritairement sur la Côtière et au sein de la combe du ruisseau de Copan. Il est accompagné d'aléa faible (G1) de glissement de terrain qui souligne des secteurs d'apparence moins exposés, voire naturellement stables, du fait notamment de pentes moins fortes, mais sur lesquels il convient de rester prudent, notamment en cas de travaux de terrassement.

Il est à noter que l'aléa moyen (G2) et l'aléa faible (G1) de glissement de terrain s'affichent parfois sur des pentes très faibles. Cela est notamment le cas au niveau de la rue Rousset (amont du

village), en amont du quartier Vers-Bonnel et au pied du versant des Vignes-Beguet.

Enfin, une bande d'aléa de sauvegarde (G0) de 30 mètres de large est affichée au sommet des versants de la Côtière sensibles, voire très sensibles, aux mouvements de terrain. Elle souligne l'importance qu'il convient d'accorder aux rejets d'eau en tête de versant (maîtrise des rejets d'eau et dispositif d'infiltration à proscrire) pour limiter le risque d'aggravation de glissement de terrain à l'aval.

III.5.8. Les effondrements de cavité souterraines

III.5.8.1. Observations de terrain

Des cas d'effondrements de terrain localisés sont signalés par la mairie à l'extrémité nord du hameau des Croix. Il s'agit de trous de forme plus ou moins conique, d'un à deux mètres de diamètre en tête, qui se forment sur un terrain du sommet de la rive droite de la combe de Copan. Leur profondeur n'excède généralement pas deux mètres. Ce phénomène ne semble pas s'étendre à d'autres terrains. Il est observé toujours au même endroit.

Ce type d'effondrement correspond probablement à des phénomènes de suffosion provoqués par des circulations d'eau souterraine. L'eau qui emprunte des niveaux drainants déstructure petit à petit les couches du sous-sol qu'elle traverse, en entraînant avec elle des particules fines de sol (phénomène de soutirage). Elle crée petit à petit des cavités qui s'élargissent progressivement, puis qui finissent par s'effondrer en formant des fontis peu profonds en surface.

III.5.8.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Châtillon-la-Palud ne dispose pas d'aménagement face aux phénomènes d'effondrements de cavités souterraines.

III.5.8.3. L'aléa effondrement de cavités souterraines

Les phénomènes d'effondrements de cavités souterraines (phénomènes de suffosion) signalés par la mairie sur un terrain proche du hameau des Croix sont classés en aléa moyen (F2). Il est tenu compte d'une certaine récurrence du phénomène.

III.6. Commune de Villieu-Loyes-Mollon

III.6.1. Approche historique des phénomènes naturels

III.6.1.1. Phénomènes historiques inventoriés

L'information concernant les phénomènes historiques de la commune provient du PPRN approuvé le 30 novembre 2001, de la mairie et de témoignages d'habitants rencontrés sur le terrain. Elle est décrite et localisée au mieux, sur la base des récits rapportés.

Phénomène	Date	Localisation	Description
Crue du ruisseau du Gardon	Régulièrement	VLM.1	Le ruisseau du Gardon érode ses berges à chaque grosse crue et déborde sur la rue des Brotteaux conduisant à l'Ain.
Crue du ruisseau du Gardon	Dans les années 1950	VLM.2	Le ruisseau du Gardon a débordé sur la RD 984 suite à la formation d'un embâcle au niveau du pont de la route.
Crue du ruisseau de Gardon	30/06/2021	VLM.3, VLM.4	<p>Le ruisseau du Gardon a débordé sur la rue des Brotteaux conduisant à l'Ain, ainsi qu'au niveau d'une maison située sur la berge de sa rive droite (VLM.3). Les abords de la maison ont été inondés (jardin). Le lit du ruisseau est très étroit à l'amont de cette maison avec une passerelle qui l'enjambe. Les débordements sont liés à l'insuffisance de la section du lit mineur.</p> <p>Le lit s'incise fortement au droit de la maison avec des berges verticales de quelques mètres de hauteur. Des phénomènes d'érosion se manifestent en déstabilisant les berges. La route des Brotteaux qui borde le ruisseau est également menacée par cette érosion. Son talus est régulièrement affouillé ce qui déstabilise sa chaussée (VLM.4).</p>
Crue du ruisseau de la Toison	Régulièrement	VLM.5	Lors de fortes crues, le ruisseau de la Toison tend à éroder ses berges entre le pont de la RD 984 et l'école.
Crue du ruisseau de la Toison	Vers 1987	VLM.6	Le ruisseau de la Toison a débordé au niveau du Pont-Vieux, à l'amont du bourg de Villieu. Ses débordements auraient emprunté le chemin de Pont-Vieux jusqu'à la rue de l'Eglise, puis ils se seraient en partie propagés sur cette dernière en direction de la RD 984 et du centre-bourg. Des propriétés situées aux abords du chemin de Pont-Vieux et de la rue de l'Eglise auraient également été plus ou moins touchées (secteur proche de la mairie).
Crue du ruisseau de la Toison	30/06/2021	VLM.7	Le ruisseau de la Toison a raviné le talus aval de la route du Mas-Joly (route conduisant au hameau de Montos).
Ruissellement / ravinement	Régulièrement	VLM.8	Des phénomènes de ruissellement se manifestent dans le hameau de Mas-Finet à chaque fortes précipitations. Les écoulements proviennent du plateau des Péraitières. Ils se propagent par un talweg et le chemin de Mas-Gentet.

Ruissellement	Non daté	VLM.9	D'importants ruissellements s'écoulent sur le coteau du Marais en direction de la plaine de Petite-Croze. La plaine est en partie inondée. Plusieurs décimètres d'eau ont déjà été relevés à son niveau.
Ruissellement / ravinement	Non daté	VLM.10	Le chemin de Mas-Gentet conduisant au hameau de Mas-Finet a été fortement raviné par des débordements de son fossé et des ruissellements issus de terrains voisins (concentration de l'ensemble des écoulements sur sa chaussée).
Ruissellement	Régulièrement dont le 30/06/2021	VLM.11	Des ruissellements produits par le vaste espace agricole des Bénonières inondent et ensablent régulièrement la route du Mas-Joly conduisant au hameau de Montos.
Ruissellement / ravinement	30/06/2021	VLM.12, VLM.13	Le chemin d'exploitation des Pézières a été raviné suite au fort orage du 30/06/2021 (VLM.12). D'importants phénomènes de ruissellement se sont manifestés sur les terrains agricoles de ce secteur (VLM.13), lessivant leur surface et rendant impraticables divers autres chemins d'exploitation.
Ruissellement	Régulièrement	VLM.14	Des ruissellements inondent régulièrement un atelier dans le hameau du Mas-Gentet. Les écoulements proviennent du plateau des Chasaux. Ils empruntent un talweg et le chemin de Mas-Gentet en direction du hameau. Une partie de l'eau semble également s'infiltrer à l'amont de l'atelier puis réapparaît à l'intérieur en passant à travers le mur amont et sous ses fondations. Quelques décimètres d'eau peuvent ainsi pénétrer à l'intérieur de l'atelier.
Glissement de terrain	Non daté	VLM.15	Une coulée boueuse se serait produite sur le versant de Mas-Lurty et se serait propagée jusque sur un terrain agricole formant un replat à mi-versant.
Glissement de terrain	Dans les années 1980	VLM.16	La bordure du versant du village de Loyes s'est en partie effondrée. Le terrain est très raide en tête de versant avec un ressaut sub-vertical de quelques mètres de hauteur. Un pan de molasse se serait détaché, entraînant un recul de quelques mètres du sommet du versant. Les jardins de plusieurs propriétés ont été en partie emportés et des maisons se sont fissurées. Huit maisons ont dû être expropriées puis ont été démolies en mai 1983. Le secteur a été réaménagé en jardins familiaux et en pelouse, avec une clôture de sécurité en recul de plusieurs mètres de la rupture de pente pour interdire tout accès à la zone dangereuse. Ce secteur n'aurait pas re-bougé depuis.
Glissement de terrain	Non daté	VLM.17, VLM.18, VLM.19, VLM.20, VLM.21	Plusieurs glissements de terrain sont signalés par le PPRN de 2001 sur la Côtière au droit du village de Loyes. Leurs traces ne sont plus visibles, la végétation ayant repris ses droits. La mairie n'en a pas connaissance, elle ne peut donc pas les confirmer. Seules des photos aériennes anciennes (notamment la mission de 1983) montrent des traces dans le versant qui pourraient correspondre à ces mouvements de terrain.

On ajoutera que certains des phénomènes historiques de mouvement de terrain cités par le PPRN de 2001 ne peuvent pas être localisés ni observés. Le terrain ne montre en effet pas de réelles anomalies assimilables à des mouvements de terrain. Ils ne sont donc pas repris dans le présent document. Il s'agit notamment de fluage signalé au Marais, à la Petite-Croze et à la Grande-Croze (sud de la commune).

III.6.1.2. Arrêtés de catastrophe naturelle

La commune de Villieu-Loyes-mollon a fait l'objet de six arrêtés de catastrophe naturelle relatifs aux phénomènes d'inondations et de coulées de boue et d'un arrêté de catastrophe naturelle relatif aux mouvements de terrain.

Par ailleurs, elle a fait l'objet de deux arrêtés de catastrophe naturelle relatifs aux mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (phénomène étudié par ailleurs à l'échelle départementale – voir <https://www.georisques.gouv.fr/risques/retrait-gonflement-des-argiles>).

Inondations et coulées de boue : 6

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20190001	07/06/2018	07/06/2018	24/12/2018	30/01/2019
01PREF20180003	22/01/2018	24/01/2018	26/06/2018	05/07/2018
01PREF19930066	05/10/1993	10/10/1993	19/10/1993	24/10/1993
01PREF19920062	21/12/1991	24/12/1991	11/03/1992	29/03/1992
01PREF19900155	13/02/1990	18/02/1990	16/03/1990	23/03/1990
01PREF20170219	01/05/1983	31/05/1983	06/09/1983	11/09/1983

Mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20170218	01/05/1983	31/05/1983	06/09/1983	11/09/1983

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
01PREF20210020	01/04/2020	30/09/2020	18/05/2021	06/06/2021
01PREF20080002	01/07/2003	30/09/2003	31/03/2008	04/04/2008

Figure III.62: arrêté de catastrophe naturelle pris sur la commune de Villieu-Loyes-Mollon.

III.6.2. Les inondations de crue rapide

III.6.2.1. Observations de terrain

Les ruisseaux du Gardon et de la Toison entrent dans cette catégorie de phénomène hydraulique. Le premier draine un petit bassin versant de la moitié nord de la commune. Il s'écoule dans une combe s'incisant progressivement jusqu'au village de Mollon, avec une pente en long relativement forte à son sommet, puis relativement modérée, voire faible, sur le reste de son parcours. Le

second cours d'eau s'écoule dans une vallée longue de plusieurs kilomètres, s'étirant entre la commune de Chalamont et le village de Villieu. Il forme de nombreux méandres qui soulignent la pente relativement faible de sa vallée.

- Le ruisseau du Gardon prend sa source sur la commune au lieu-dit La Vanèche. Il ne pose pas de problème particulier jusqu'à la RD 984. Il emprunte une combe boisée qui interdit quasiment tout débordement. Sur ce parcours, il peut toutefois mobiliser des flottants compte-tenu du caractère boisé de sa combe. Il peut également s'alimenter en transport solide en érodant ses berges et en remobilisant des matériaux issus de glissements de terrain.

Ses conditions d'écoulement se dégradent fortement à partir de la RD 984. Le pont de cette route est notamment étroit et très exposé aux embâcles. De plus, des canalisations d'eau pluviale débouchent à son niveau, ce qui constitue un apport supplémentaire au ruisseau. Ce dernier peut sortir de son lit en rive gauche et se déverser sur la RD 984, ainsi que sur un terrain à l'amont de la route. Ses débordements peuvent ensuite s'évacuer à l'aval de la RD 984 en divagant sur certaines parcelles adjacentes.



Figure III.63: pont de la RD984

À l'aval de la RD 984, le lit du ruisseau tend à se rétrécir au fur et à mesure qu'il s'avance sur la plaine de l'Ain. Des débordements peuvent se produire en rive droite sur la rue du Gardon. La bordure sud de cette rue est urbanisée avec des propriétés qui sont irrégulièrement surélevées et des espaces libres de niveau avec la chaussée. L'eau peut ainsi trouver des passages pour se diffuser de façon très aléatoire au sud et l'est de cette rue.

Le ruisseau franchit ensuite la rue des Brotteaux. L'ouvrage hydraulique de cette route est très inadapté aux débits qui peuvent se présenter. Il se compose de trois cadres d'environ 1 m² de section chacun, qui sont aménagés à l'amorce d'une courbe du ruisseau. Cette configuration semble créer quelques perturbations hydrauliques à en juger les matériaux qui se déposent au niveau du pont (engravement). Le ruisseau peut déborder sur ses deux rives au franchissement de la rue des Brotteaux. Il peut ensuite l'emprunter en rive droite et s'y maintenir quasiment jusqu'à l'Ain. La rive gauche s'élève par rapport à la rive droite. La topographie force donc les débordements de la rive gauche du pont des Brotteaux à se rabattre rapidement dans le lit mineur. Par contre, sur cette même rive, les débordements provenant de l'amont, depuis la RD 984, peuvent atteindre la rue des Brotteaux et se poursuivre à l'aval, ce qui explique l'étendue du champ d'inondation en rive gauche.



Figure III.64: pont de la rue des Brotteaux.



Figure III.65: rue des Brotteaux inondable en rive droite.

Le ruisseau du Gardon rencontre une dernière difficulté d'écoulement le long de la rue des Brotteaux, avant de se jeter dans l'Ain. Il longe une maison peu avant d'atteindre la rivière. Son lit est alors faiblement profond et il est enjambé par une passerelle. Des débordements peuvent se produire à l'amont de cette maison et l'encercler en se répandant sur son jardin et sur la rue des Brotteaux.

- Le ruisseau de la Toison prend sa source sur la commune de Chalamont, au cœur du plateau de La Dombes. Sa vallée le conduit jusqu'au cœur du village de Villieu. Le fond de sa vallée est relativement large et plat, ce qui lui permet de déborder largement sur ses deux rives. Son champ d'inondation tend à relier les nombreux méandres qu'il forme en créant un ruban inondable de quelques dizaines de mètres de large. Son fond de vallée est souvent difficilement observable du fait de la présence de nombreux boisements. La représentation du champ d'inondation s'appuie donc en partie sur la topographie disponible (MNT), lorsque la végétation gêne les observations de terrain.

Les débordements survenant à l'amont du village de Villieu n'affectent aucun enjeu bâti. Seuls deux enjeux routiers peuvent être touchés. La route du Mas-Joly reliant la commune de Rigneux-le-Franc est longée par le ruisseau au niveau du lieu-dit Ripaudière. Ce dernier peut éroder son talus aval, comme cela s'est passé le 30 juin 2021. Plus à l'aval, au droit du village de Loyes, c'est une passerelle enjambant le ruisseau qui est potentiellement vulnérable aux crues.



Figure III.66: affouillement du talus aval de la route de Mas-Joly par le ruisseau de la Toison.

Les conditions d'écoulement du ruisseau de la Toison se détériorent nettement au franchissement du chemin de Pont-Vieux. L'ouvrage de cette route est relativement étroit par rapport au débit attendu du ruisseau. De plus, l'influence de l'Ain en crue se fait ressentir jusqu'à son niveau, ce qui impacte un peu plus sa capacité d'écoulement en cas de concomitance de crue entre l'Ain et la Toison.



Figure III.67: Pont-Vieux à l'amont immédiat du village de Villieu (décrue de la Toison fin juin 2021).

A l'aval se trouvent le pont de l'avenue Charles de Gaulle (RD 984) et la passerelle pour piétons reliant les rues de la Polette et du Berlion. Le pont de la départementale présente une section d'écoulement sensiblement identique à celle du Vieux-Pont, mais se situe également à un changement de direction de la Toison à 90°. Quant à la passerelle, elle présente des dimensions suffisantes pour ne pas être le siège d'embâcles.

Des désordres historiques sont répertoriés à hauteur du Vieux-Pont, avec des débordements pouvant s'approcher du centre-ville de Villieu. Enfin, à l'aval de cette zone urbanisée, au-moins une prise d'eau avec un système de canaux et de vannes sont présents. Bien que partiellement condamnés, ces ouvrages pourraient constituer des axes permettant aux écoulements de se propager bien au-delà du lit mineur de la Toison.

Des désordres historiques sont répertoriés à hauteur du Vieux-Pont, avec des débordements pouvant s'approcher du centre-ville de Villieu. Enfin, à l'aval de cette zone urbanisée, au-moins une prise d'eau avec un système de canaux et de vannes sont présents. Bien que partiellement condamnés, ces ouvrages pourraient constituer des axes permettant aux écoulements de se propager bien au-delà du lit mineur de la Toison.

III.6.2.2. Aménagement et ouvrages

La commune ne possède pas d'ouvrage ni d'aménagement en lien avec les phénomènes d'inondation par crue rapide.

III.6.2.3. L'aléa inondation de crue rapide

Les lits mineurs des ruisseaux du Gardon et de la Toison sont classés en aléa très fort d'inondation (i4) selon des bandes de 10 mètres de large de part et autre de leur axe d'écoulement, soit 20 mètres au total. Les champs d'inondation sont classés en aléas fort (i3), moyen (i2) et faible (i1) d'inondation.

Pour chacun de ces cours d'eau, le bief traversant les zones présentant des enjeux importants (population, milieu bâti) a été modélisé, en incluant plusieurs ouvrages de franchissement (Cf. Tableau 15).

Cours d'eau Commune	Ouvrage hydraulique	Commentaire
Le Gardon Villieu-Loyes-Mollon	OH-01	Pont de la Grande Rue (RD 984) Obstruction à 100 %
	OH-02	Dallot de la rue des Brotteaux Obstruction à 100 %
La Toison Villieu-Loyes-Mollon	OH-01	Pont du chemin du Vieux Pont Obstruction à 100 %

Cours d'eau Commune	Ouvrage hydraulique	Commentaire
	OH-02	Pont de l'avenue Charles de Gaulle (RD 984) Obstruction à 50 %
	OH-03	Passerelle entre les rues de la Polette et du Berlion Obstruction à 0 %

Tableau 15: Le Gardon et la Toison – Ouvrages hydrauliques modélisés

En fonction de l'historique des désordres des ouvrages et de la présence de zones fortement boisées en amont de ces zones à enjeux, une probabilité d'obstruction (embâcle de bois flottants principalement) est estimée à dire d'expert pour chacun des ouvrages. Ces obstructions ont été prises en compte dans les modélisations et l'aléa cartographié retranscrit leurs effets.

Le ruisseau du Gardon ne déborde quasiment pas dans sa combe du fait de l'encaissement de celle-ci. Il peut réellement sortir de son lit qu'à partir de la RD 984. A cet endroit, la pente orientée vers le nord permet aux écoulements de suivre cet axe routier et de se déverser à l'est de ce dernier. Les hauteurs d'eau étant faibles, l'aléa correspondant est faible (i1).

A l'aval de l'intersection entre la RD 984 et le Gardon, les débordements inondent largement les habitations situées de part et d'autre de l'axe de ce ruisseau. Cette vaste zone permet aux écoulements de se répandre en nappe (laminage), limitant leur hauteur et de fait l'aléa (faible, i1). Puis ceux-ci atteignent les rives de la rivière d'Ain, bien au-delà de sa confluence avec le Gardon, tant au nord qu'au sud, toujours pour un aléa de faible intensité (i1).

Le ruisseau de la Toison présente un champ d'inondation relativement large à l'amont du chemin de Pont-Vieux. Compte tenu de la superficie drainée, donc du débit centennal à attendre, et de la place dont disposent les débordements pour s'étaler, les hauteurs d'eau possibles sont estimées à quelques décimètres. La pente en long de la vallée est relativement faible mais, malgré de nombreux méandres, le cours d'eau semble développer une certaine énergie. Une dynamique d'écoulement de niveau moyen peut s'établir à proximité du lit mineur en cas de débordement. Elle devrait rapidement décroître au fur et à mesure qu'on s'écarte du lit mineur, pour atteindre un niveau faible en bordure du champ d'inondation. Le champ d'inondation de la Toison est ainsi qualifié en aléa moyen (i2) et en aléa faible (i1) d'inondation à l'amont du Pont-Vieux.

La distinction entre les zones à dynamiques moyenne et faible ne peut toutefois pas souvent être faite pour des raisons de largeur du champ d'inondation et d'échelle graphique. Une dynamique moyenne est alors plus généralement appliquée, ce qui explique une prédominance d'aléa moyen (i2).

Quel que soit le scénario étudié, les débordements de la Toison en amont du Vieux-Pont représentent entre 10 et 15 % du débit total, et ne reviennent pas tous dans le lit mineur à l'aval de cet ouvrage. La topographie combinée à des voiries servant d'axes préférentiels d'écoulement (chemin du Pont-Vieux, rue des Sources, chemin de Chavagneux en direction sud-ouest ; avenue Charles de Gaulle, rue de la Maisonnette en direction sud ; rue de la Gare en direction sud-est) permet à l'inondation de se répandre largement dans la zone bâtie de Villieu, puis de rejoindre des espaces agricoles situés à l'est et à l'ouest de l'avenue Charles de Gaulle.

Si ces étendues inondées sont importantes, les hauteurs de submersion correspondantes sont très largement inférieures à 0,5 m, ce qui correspond à un aléa faible (i1). Néanmoins, les

accumulations d'eau peuvent localement dépasser un mètre (cas du lieu-dit « Le Pollet » par exemple). Il est alors affiché un aléa fort (i3).

Mis à part ces larges divagations induites depuis l'amont du Vieux-Pont, le lit de la Toison est nettement plus bas que le niveau des terrains traversés. De ce fait, un aléa très fort (i4) est principalement affiché et correspond au lit mineur de ce cours d'eau avec un champ d'inondation circonscrit.

III.6.3. Les crues torrentielles des ruisseaux

III.6.3.1. Observations de terrain

Le ruisseau du Bief du Janet, qui souligne la limite communale avec Châtillon-la-Palud, emprunte une combe encaissée et dotée d'une forte pente en long jusqu'à la plaine de l'Ain. Il prend sa source au lieu-dit le Cerisier et draine un petit bassin versant de moins d'un kilomètre carré de superficie.

Ce cours d'eau peut déborder au débouché de sa combe et divaguer préférentiellement en rive gauche sur des terrains agricoles de la commune de Châtillon-la-Palud, puis sur ses deux rives à l'approche de la RD 984. La RD 984 aménagée en léger remblai peut en piéger une partie et favoriser leur étalement sur le territoire de Villieu-Loyes-Mollon. Associés à des phénomènes de ruissellements, ils peuvent former une lame d'eau stagnante le long de la RD 984 (absence de pente) qui est plutôt assimilée à un phénomène d'inondation de pied de versant (voir § III.6.6).



Figure III.68: débouché de la combe du ruisseau du Bief du Janet.

III.6.3.2. Aménagement et ouvrages

La commune ne possède pas d'ouvrage ni d'aménagement en lien avec les phénomènes de crue torrentielle.

III.6.3.3. L'aléa inondation de crue torrentielle

Le lit mineur du ruisseau du Bief du Janet est classé en aléa fort (T3) de crue torrentielle selon des bandes de 5 mètres de large de part et d'autre de son axe d'écoulement, soit 10 mètres au total.

Les débordements du ruisseau sont traduits en aléa moyen (T2) et faible (T1) de crue torrentielle. Compte-tenu de son faible bassin versant, les débits de crue devraient être modérés (quelques mètres cubes par seconde au maximum). L'intensité des débordements devrait donc se maintenir à un niveau faible.

Les zones de débordements préférentiels sont considérées comme pouvant être systématiquement atteintes en débouché de combe. La probabilité d'atteinte est donc jugée forte à leur niveau, ce qui se traduit par un niveau d'aléa moyen (T2) (amont de la RD 984). Elle est ramenée à un niveau moyen à faible au fur et à mesure que l'on s'avance dans la plaine (aval de la RD 984). Il est tenu compte que l'essentiel des débordements se produit à l'amont de la RD 984. Cela conduit à afficher un aléa faible (T1) à l'aval de cette route.

Les débordements peuvent également conduire à la formation d'une lame d'eau stagnante le long de la RD 984 en s'associant aux ruissellements des terrains agricoles du pied de la Côtière (phénomène d'inondation de pied de versant – voir § III.6.6.3).

III.6.4. Les ruissellements et ravinements

III.6.4.1. Observations de terrain

De nombreux axes hydrauliques concentrant des ruissellements drainent le territoire communal. Il s'agit de petites combes et de fossés reliés au réseau hydrographique pour certains ou se perdant sur des terrains pour d'autres. Plusieurs routes ou chemins aménagés plus ou moins dans le sens de la pente du terrain peuvent également jouer ce même rôle, en particulier en zone urbaine.

Ces axes hydrauliques se rencontrent principalement sur la Côtière et sur les versants composant les bassins versants des ruisseaux du Gardon et de la Toison. Plusieurs peuvent inonder des zones à enjeux en divaguant. D'autres concernent uniquement des espaces naturels ou agricoles, avec pour conséquences potentielles d'endommager des cultures.

Les zones à enjeux inondables se situent dans les trois villages de la commune (Mollon, Loyes et Villieu) et dans les hameaux de Mas-Gentet, Mas-Boucher, Mas-Finet et Montos.



Figure III.69: voirie du village de Loyes potentiellement exposée aux phénomènes de ruissellement (carrefour entre la RD108 et la rue de Crans).

- Trois secteurs sont à signaler dans le village de Mollon. Il s'agit des chemins de Chez-Magnin et du Mas-Gentet et de la RD 108, qui peuvent concentrer des ruissellements produits par leur propre chaussée et par des terrains voisins.

Le Chemin de Chez-Magnin peut déverser son eau au nord du village, dans le quartier de la Côtière. Son eau peut s'étaler jusqu'aux abords de la RD 984.

Le chemin du Mas-Gentet débouche dans la partie sud du village de Mollon, au niveau du quartier du Gardon. Ses écoulements peuvent divaguer pour rejoindre le champ d'inondation du ruisseau du Gardon.

La RD 108 peut canaliser des écoulements jusqu'à la RD 984, puis les déverser sur cette route et à l'aval sur le terrain d'une propriété.

- Le sommet du village de Loyes est concerné par un fossé bordant la RD 108. Ce fossé routier long de quelques centaines de mètres est ensuite busé. Ses écoulements peuvent se déverser sur la chaussée et se mélanger à d'autres ruissellements du village pouvant se former indépendamment sur la route. L'ensemble peut créer une lame d'eau diffuse occupant la largeur de la route, voire légèrement plus. D'autres ruissellements empruntant la rue de Crans peuvent s'y joindre et l'ensemble peut ensuite se poursuivre à travers le village, en se maintenant sur la RD 108 et tout en empruntant divers passages entre le bâti qui la borde. On précisera, qu'hormis le fossé de la RD 108, les écoulements pouvant se propager par la voirie devraient

être de faible importance. Le village se situe en effet sur une bosse, ce qui réduit la zone de production d'écoulements.

A l'extrémité sud du village de Loyes, d'autres zones de ruissellement similaires aux précédentes se remarquent également sur la RD 108 et sur la rue de la Côte du Fourg. Les écoulements de la RD 108 atteignent le carrefour avec la RD 984 au niveau du village de Villieu. Ils devraient être plutôt diffus, car la RD 108 est large et son profil ne permet pas à l'eau de se concentrer. Les écoulements de la rue de la Côte du Fourg rejoignent la vallée de la Toison. Ils peuvent se concentrer sur cette rue qui est relativement étroite.

- Dans le village de Villieu, ce sont les rues de l'Église et du Bottet qui peuvent diriger de l'eau de ruissellement jusqu'au carrefour avec la RD 984. La rue de l'Église draine une superficie relativement importante depuis la ferme de Petit-Fétan (sommet de la Côtière). Des quantités d'eau non négligeables, plus conséquentes que celles de la rue du Bottet, sont susceptibles de l'emprunter. Les écoulements de ces deux rues peuvent transiter sur les chaussées jusqu'en pied de versant. Puis ils peuvent s'étaler dans le bourg, près du quartier de la mairie, en se superposant en partie au champ d'inondation du ruisseau de la Toison.



Figure III.70: rue de l'Église pouvant concentrer des ruissellements en amont du village de Villieu.



Figure III.71: rue de l'Église au niveau du bourg où peuvent s'étaler ses écoulements.

- Les hameaux de Mas-Gentet, Mas-Boucher et Mas-Finet, très rapprochés les uns des autres, sont traversés par plusieurs axes d'écoulement provenant du plateau (secteur des lieux-dits Les Chaux / Les Péraitières). Ces écoulements peuvent inonder un atelier d'artisan et une maison du hameau de Mas-Gentet et atteindre plusieurs propriétés du hameau de Mas-Finet. Ils peuvent ensuite divaguer jusqu'au ruisseau du Gardon.
- Au niveau du hameau de Mantos, c'est un fossé, puis un talweg, qui traversent le terrain d'une ferme avant de rejoindre la vallée de la Toison.



Figure III.72: atelier et maison inondables du hameau de Mas-Gentet.

Des enjeux non bâtis sont également exposés aux phénomènes de ruissellement. La route du Mas-Joly empruntant la vallée de la Toison l'est particulièrement entre les lieux-dits Ripaudière et Champ-de-la-Pierre. Elle est exposée aux écoulements importants produits par les terres agricoles qui la dominent (secteur comprenant les lieux-dits Les Ripaudières, Les Pézières, Les Bénonières et Champ-de-la-Pierre). Les écoulements peuvent s'accompagner d'importants dépôts de boue (lessivage des terres agricoles) et entraîner la fermeture de la route, le temps de son nettoyage.



Figure III.73: ruissellement sur les terrains agricoles du lieu-dit les Bénonières.

Les terres agricoles produisant les ruissellements sont également très impactées par le lessivage et l'érosion qu'elles subissent à chaque forte précipitation. Cette érosion se traduit aussi par l'appauvrissement des sols qui perdent progressivement leur couverture meuble fertile.

Parmi les autres zones naturelles ou agricoles soumises aux divagations de combes, nous soulignerons l'exposition du pied de la Côtière en limite communale avec Châtillon-la-palud et au droit du village de Loyes où des combes peuvent divaguer en se mêlant à d'autres ruissellements plus diffus.

Des axes de ruissellements plus discrets sont également présents sur le territoire. Il s'agit de talwegs à fond large sans lit matérialisé et de sommets de combes évasés. Des écoulements peuvent les rejoindre et former des lames d'eau plus ou moins diffuses et étalées. La zone de plateau présente plus généralement ce genre d'axes hydrauliques diffus. On en rencontre en bordure de la Côtière, au niveau de la combe du Gardon et le long de la vallée de la Toison.

On précisera qu'une partie des écoulements atteignant la plaine de l'Ain peut stagner sur des replats et au niveau de points bas. Leur dynamique ne s'apparente plus à celle de phénomènes de ruissellement, car étant dépourvu de vitesse. Ils sont alors classés dans la catégorie des phénomènes d'inondation de pied de versant (voir § III.6.6).

À cela s'ajoutent les considérations relatives aux particularités des terres cultivées particulièrement productrices de ruissellement du fait de leur mise à nu une grande partie de l'année et de certaines cultures fixant insuffisamment les sols (voir II.3.3.2).

III.6.4.2. Aménagement et ouvrages

La commune ne possède pas d'ouvrage ni d'aménagement en lien avec les phénomènes de ruissellement.

Précisons que les fossés et les busages ne sont pas signalés comme des ouvrages ou des aménagements spécifiques, car trop nombreux et non répertoriés. Leur inventaire nécessiterait la réalisation d'un schéma directeur d'eau pluviale, ce qui permettrait également de mettre en avant une éventuelle artificialisation de certains bassins versants (détournement de l'eau d'un bassin versant vers un autre).

III.6.4.3. L'aléa ruissellement et ravinement

Les combes et les fossés concentrant des écoulements sont classés en aléa fort (V3) de ravinement selon des bandes de 5 mètres de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 10 mètres au total. Ces largeurs supplémentaires d'aléa fort permettent de tenir compte des phénomènes de ravinement possibles en bordure des axes d'écoulement. Les chemins pouvant concentrer des écoulements sont également traduits en aléa fort (V3) de ravinement mais selon l'emprise stricte des chaussées. Il est tenu compte que ces chemins sont suffisamment larges pour contenir les écoulements sans érosion supplémentaire sur leurs bas-cotés.

Les débordements des axes hydrauliques sans exutoire sont traduits en aléa moyen (V2) et en aléa faible (V1) de ruissellement en fonction de l'importance estimée des écoulements, de la présence de cheminement préférentiels et de la place dont dispose l'eau pour s'étaler.

De l'aléa moyen (V2) de ruissellement est ainsi affiché sur la RD 984 au carrefour avec la RD 108 (village de Mollond), ainsi qu'au sein des hameaux de Mas-Gentet, Mas-Bouchet et Mas-Finet, où des propriétés peuvent être concernées par des écoulements provenant du plateau des Chasaux / Les Péратиères.. Il est considéré que dans la continuité immédiate de l'aléa fort les vitesses d'écoulements peuvent comprises entre 0,5 m/s et 1 m/s, voire légèrement supérieures, avec des hauteurs d'eau de quelques décimètres. De l'aléa faible (V1) fait suite à l'aléa moyen (V2) dans le village de Mollon et le hameau de Mas-Finet. L'eau peut s'étaler, ce qui permet de laminer les écoulements qui peuvent ainsi se dissiper (faible hauteur d'eau et faible vitesse).

Ailleurs, il est tenu compte que les superficies drainées sont relativement faibles et / ou que les écoulements peuvent cheminer sur des largeurs importantes. Les hauteurs d'eau ne devraient pas excéder quelques décimètres dans les cas les plus défavorables avec des vitesses d'écoulement relativement faibles. Seuls quelques talwegs franchissant la Côtière peuvent connaître des vitesses d'écoulement plus élevées (fourchette estimée entre de 0,5 m/s et 1 m/s) mais avec de faibles hauteurs d'eau. Cette analyse conduit donc à l'affichage d'aléa faible (V1) sur la quasi-totalité des autres zones de ruissellement identifiées sur la commune (talwegs faiblement marqués et la majorité des rues du village de Loyes pouvant drainer des écoulements en raison de la faible superficie drainée par les rues).

Concernant l'aspect ruissellement en secteur agricole, un aléa généralisé est défini avec une déclinaison en fonction de la pente (cf. II.3.3.2). Le caractère dévégétalisé de certains terrains est un facteur aggravant. En l'absence de végétation, la surface du sol est fragilisée. Elle est plus sujette au ruissellement et à l'érosion, car elle n'est pas fixée. Cette sensibilité aux écoulements et à l'érosion peut également varier en fonction de la pente du terrain. Les classes de pente définies pour qualifier les phénomènes de ruissellements généralisés permettent de le souligner (voir Tableau 6 §II.3.3.2).

III.6.5. Les remontées de nappe

III.6.5.1. Observations de terrain

Plusieurs secteurs sujets aux remontées de nappe ont été observés sur la commune. Ils sont soulignés par une topographie plane ou en forme de légère cuvette, où l'eau peut affleurer et stagner, et par une végétation caractéristique (joncs, herbe épaisse et grasse, etc.). Ces secteurs se situent en bordure nord-est du hameau de Montos, à proximité des étangs de Chantagry, de Résilleux et de Fétan et à l'emplacement d'un ancien étang du lieu-dit Les Paratières.



Figure III.74: zone potentiellement exposée aux remontées de nappe en bordure du hameau de Montos.

La région est réputée pour ses nombreux étangs présents sur le plateau de La Dombes. D'une façon générale, il est considéré que les étangs peuvent favoriser une certaine humidité à leur périphérie, en saturant le sol selon leur niveau de remplissage. Cette possibilité d'humidité périphérique est rattachée aux phénomènes de remontées de nappe. Pour la souligner, les berges des étangs sont considérées potentiellement humides sur une dizaine de mètres de largeur. Des zones humides plus étendues peuvent se manifester au-delà de cette bande de 10 mètres. Elles sont alors cartographiées selon leur emprise réelle.

Par ailleurs, au niveau de la vallée de l'Ain, les zones identifiées par la base de données « remontées de nappe » sont reprises. Elles concernent généralement les berges du cours d'eau et des gravières présentes, en comprenant le lit mineur et les plans d'eau.

III.6.5.2. Aménagement et ouvrages

La commune n'est pas équipée de dispositif d'aménagement face aux remontées de nappe.

III.6.5.3. L'aléa remontée de nappe

Les zones concernées par des remontées de nappe sont classées en aléa moyen (N2) et en aléa faible (N1) en fonction de l'apparence de leur exposition au phénomène.

De l'aléa moyen (N2) est ainsi affiché à proximité du hameau de Mantos et des étangs de Chantagry, de Résilleux et de Fétan, ainsi qu'à l'emplacement de l'ancien étang des Paratières.

Ailleurs, en périphérie des étangs et pour les zones de la plaine de l'Ain identifiées par la base de données « remontées de nappe », les remontées de nappe sont traduites en aléa faible (N1).

III.6.6. Les inondations de pied de versant

III.6.6.1. Observations de terrain

Des points bas se dessinent au niveau de la plaine de l'Ain, en particulier le long de la RD 984 et au sud-ouest du village de Villieu. Ils sont les plus représentatifs de ce type de phénomène.

- Ceux présents le long de la RD 984 se rencontrent en limite communale avec Châtillon-la-Palud, au nord du village de Mollond (lieu-dit La Côtière) et au droit du village de Loyes (lieu-dit Le Colombier / Sous-la-Côte). Ils peuvent être atteints par des écoulements de la Côtière (ruissellements de versant). Le remblai de la RD 984 et la planéité du terrain piège l'eau qui peut stagner temporairement le temps de son infiltration. Il est à noter qu'en limite communale avec Châtillon-la-Palud, les débordements du ruisseau du Bief du Janet peuvent également contribuer à l'inondation des terrains bordant la RD 984 et qu'au droit du village de Loyes, la zone d'inondation de pied de versant se superpose au champ d'inondation de l'Ain.



Figure III.75: bordure de la RD 984 inondable au lieu-dit le Colombier / Sous la Côte, au droit du village de Loyes.

- Au sud-ouest du village de Villieu, deux zones inondables se remarquent. L'une concerne la voirie d'un lotissement situé au lieu-dit Chez-Magnin. La chaussée qui est décaissée par rapport au terrain naturel forme un point bas où de l'eau peut s'accumuler. La seconde s'affiche sur des terrains de La Chatillonnière à l'aval du coteau du Marais (limite communale avec Meximieux). Elle peut être occupée par une lame d'eau de quelques décimètres de hauteur alimentée par des ruissellements du coteau.

Une autre zone potentiellement inondable est à signaler au nord de la commune. Il s'agit de l'ancien étang des Pératières qui dispose toujours de sa digue. Celle-ci est ouverte par une brèche qui a été réalisée pour le passage d'un fossé qui draine les écoulements du secteur. Les terrains à l'amont de la digue sont considérés potentiellement inondables malgré l'ouverture réalisée dans la digue. La zone inondable affichée s'appuie approximativement sur la cote de la digue, faute d'autre repère. Elle englobe plusieurs parcelles, quasiment jusqu'au chemin de Mas-Lurty.

Au sud de la commune, un ancien bief aménagé depuis le ruisseau de la Toison traverse la plaine de l'Ain en passant par le hameau du Pont de Chasey. Sa prise d'eau est condamnée, il ne peut donc plus être alimenté par le ruisseau de la Toison. Son fossé, qui est en partie encore présent, peut toutefois se remplir en recevant les eaux de ruissellement et d'infiltration des terrains qu'il traverse. L'axe hydraulique formé par ce fossé est donc souligné y compris sur les tronçons où il a presque disparu en laissant la place à un léger creux.

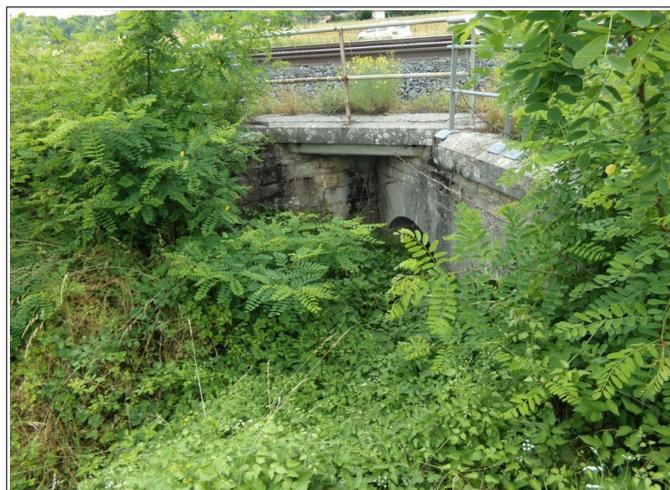


Figure III.76: ancien bief du ruisseau de la Toison vu au franchissement de la voie ferrée.

III.6.6.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Villieu-Loyes-Mollon ne dispose pas d'aménagement face aux phénomènes d'inondation de pied de versant.

III.6.6.3. L'aléa inondation de pied de versant

Les points bas et les zones de replat inondables le long de la RD 984 et au sud-ouest du village de Villieu sont classés en aléa faible (I'1) d'inondation de pied de versant. Il est tenu compte des superficies de terrain importantes dont dispose l'eau pour s'étaler. De faibles hauteurs d'eau sont à attendre.

La zone inondable affichée à l'amont de la digue de l'ancien étang des Pératières est traduite en aléas fort (I'3), moyen (I'2) et faible (I'1) d'inondation de pied de versant. Il est considéré qu'en cas d'obstruction de la brèche réalisée dans la digue de l'étang une lame d'eau conséquente peut se former. Bien que le niveau d'eau n'atteindra probablement pas le sommet de cet ouvrage, la cote de ce dernier est retenue pour qualifier l'emprise et les niveaux d'aléa. Cette zone potentiellement inondable se superpose à une zone d'aléa de remontée de nappe.

L'ancien bief traversant la plaine de l'Ain au sud de la commune est classée en aléa fort (I'3) d'inondation de pied de versant. Pour des raisons de visibilité graphique et pour tenir compte qu'en cas de remplissage cet axe hydraulique peut déborder localement sur ses berges, l'aléa est représenté sous la forme d'une bande de 10 mètres de large.

III.6.7. Les glissements de terrain

III.6.7.1. Observations de terrain

Un glissement de terrain relativement conséquent s'est produit au niveau du village de Loye, en tête de la Côtière. Le sommet du versant est très redressé à ce niveau, voire subvertical sur une dizaine de mètres de hauteur. D'après les explications de la mairie, une épaisse couche de matériaux s'est désolidarisée du versant entraînant le recouvrement meuble du substratum molassique (terrain meuble et frange superficielle décomprimée de la molasse). Le phénomène a entraîné une régression de quelques mètres du sommet de versant, en déstabilisant une partie du replat le surmontant. Ce secteur, qui était à l'époque construit, a vu plusieurs de ses maisons menacées par le mouvement de terrain. Des jardins bordant la rupture de pente du versant ont été déstabilisés, voire partiellement emportés, et des fissures sont apparues sur les façades de certains bâtiments. Il n'est pas vraiment possible d'indiquer la superficie impactée par ce mouvement de terrain, car il a touché la tête de versant en déstabilisant une bande de terrain allongée. Il s'agit d'un cas classique de régression de glissement de terrain, tel qu'on en rencontre dans ce type de configuration. Ce phénomène a entraîné l'expropriation, puis la démolition de huit maisons (mai 1983). Depuis, cette zone n'a pas montré de signe de réactivation



Figure III.77: secteur impacté par le glissement de terrain de 1983. On distingue au premier plan une irrégularité à la surface du terrain qui a pu être formée par le phénomène. Huit maisons ont dû être démolies sur cet emplacement.

du glissement de terrain.

Ce phénomène très impactant démontre l'exposition du sommet de la Côtière aux phénomènes de régression, lorsque le substratum molassique présentent des pentes fortes à très fortes. Ce type de formation géologique évolue en voyant ses couches affleurantes se décompresser petit à petit. Ce phénomène qui se développe très lentement dans le temps, libère de temps à autre des pans de matériaux altérés qui se désolidarisent du reste des affleurements encore sains. Lorsque des éboulements de ce type se produisent, le processus de décompression reprend à la surface du substratum découvert et un nouveau cycle s'enclenche. Il n'est pas possible de prévoir la durée séparant deux phases d'activité. Le phénomène répond à des règles physiques périodiques, mais qui ne sont pas régulières dans le temps.

Le sommet de la Côtière est souvent très redressé sur la commune de Villieu-Loyes-Mollon. Cette morphologie topographique indique que d'autres phénomènes identiques ont pu se produire, sans qu'aujourd'hui on puisse en retrouver la trace, ni en délimiter les contours. Le versant est en effet entièrement boisé, ce qui empêche toute observation, et la mairie n'en a pas connaissance. Seule la consultation de photos aériennes anciennes permet de se faire une idée des autres mouvements de terrain qui ont pu toucher le versant.

Trois missions photographiques menées en 1983 apportent une aide précieuse. Elles montrent de larges traces claires dans le versant qui soulignent la zone de plus forte pente où le substratum molassique affleure en formant un ressaut subvertical. Il pourrait s'agir de zones d'arrachements plus ou moins superficielles, comme celles apparues au droit du lotissement de Loyes en 1983. Ces taches blanches s'étendent dans le versant, dont une qui atteint la bordure de la plaine en montrant des signes d'écoulement boueux. Le PPRN de 2001 signale plusieurs glissements de terrain sur ce versant. Les photos aériennes semblent bien les confirmer en montrant que la quasi-totalité du versant de Loyes y



Figure III.78: traces de glissements de terrain sur le versant de Loyes visibles sur des photos aériennes de 1982.

est sujet au niveau du ressaut sommital formé par le substratum molassique. Ces observations à partir de photos aériennes renforcent la méfiance et la prudence qui doivent être appliquées en tête de la Côtière, lorsqu'une rupture de pente brutale sépare le versant du plateau supérieur.

Deux autres glissements de terrains actifs visibles ou présents dans les mémoires sont à signaler sur la commune. L'un est indiqué par le PPRN de 2001 et la mairie. Il s'agit d'une coulée de boue qui s'est produite sur le versant de Clavel et qui a atteint un terrain agricole situé à mi-pente sur un replat intermédiaire (nord du village de Mollon).

Le second phénomène s'observe à l'extrémité sud du village de Loyes, au droit du château. Il s'est déclenché au sein d'un secteur qui aurait été déjà touché auparavant d'après les phénomènes

historiques listés par le PPRN de 2001. Ce phénomène affecte la couverture meuble du substratum molassique sur une pente forte de l'ordre de 45° au niveau de l'arrachement puis diminuant à l'aval. La superficie impactée actuellement est de l'ordre de 400 m².



Figure III.79: glissement de terrain superficiel au droit du château de Loyes.

Enfin, l'observation de photos aériennes plus anciennes montrent d'autres traces claires sur la Côtière au nord du village de Mollon. Elles sont similaires à celles du versant de Loyes, mais beaucoup moins étendues. Elles forment des trouées au sein des boisements du versant, sur des pentes raides où le substratum molassique affleure très certainement (même configuration que sur le versant de Loye). Le glissement de terrain du lieu-dit Clavel indiqué précédemment est notamment souligné par l'une d'entre elles.

Ces diverses traces claires correspondent probablement à des glissements de terrain superficiels qui semblent s'être manifestés sous la forme de coulée de boue.

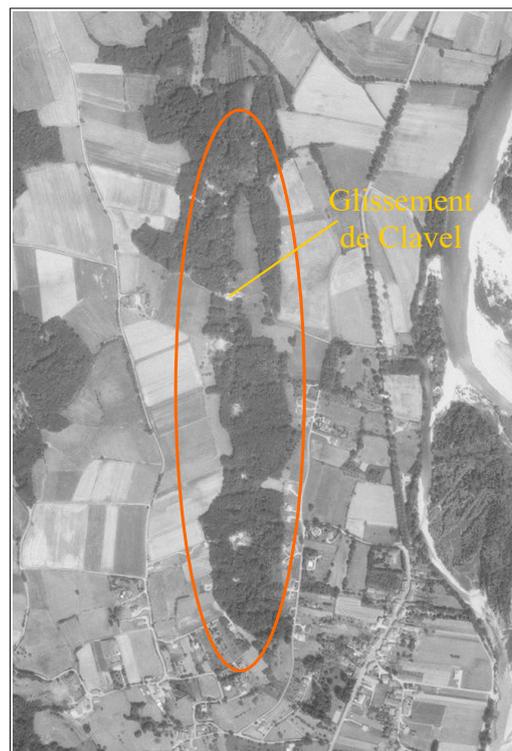


Figure III.80: traces probables de glissement de terrain (taches claires) sur la Côtière au nord de Mollon (photo aérienne de 1983).

III.6.7.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Villieu-Loyes-Mollon ne dispose pas d'aménagement face aux phénomènes de glissement de terrain.

III.6.7.3. L'aléa glissement de terrain

Les glissements de terrain actifs identifiés sur le terrain et sur les photos aériennes anciennes sont classés en aléa fort (G3). Cela concerne une large partie de la Côtière au droit du village de Loyes (entre le château de Loyes et le lieu-dit Les Bozonières) et au nord du village de Mollon.

Ailleurs, les phénomènes de glissements de terrain sont considérés sous une forme potentielle à l'aide d'aléa moyen (G2) et d'aléa faible (G1). L'aléa moyen (G2) traduit plutôt des terrains identiques géologiquement et géomorphologiquement à des secteurs qui ont déjà bougé ; c'est-à-dire présentant des caractéristiques très propices aux instabilités comme cela a déjà pu être vérifié. Ce niveau d'aléa s'affiche majoritairement sur la Côtière et parfois sur des côteaux de la vallée de la Toison, comme cela est le cas au droit du hameau de Montos. Il est accompagné d'aléa faible (G1) de glissement de terrain qui souligne des secteurs d'apparence moins exposés, voire naturellement stables, du fait notamment de pentes moins fortes, mais sur lesquels il convient de rester prudent, notamment en cas de travaux de terrassement.

Enfin, une bande d'aléa de sauvegarde (G0) de 30 mètres de large est affichée au sommet des versants de la Côtière sensibles, voire très sensibles, aux mouvements de terrain. Elle souligne l'importance qu'il convient d'accorder aux rejets d'eau en tête de versant (maîtrise des rejets d'eau et dispositif d'infiltration à proscrire) pour limiter le risque d'aggravation de glissement de terrain à l'aval.

III.6.8. Les effondrements de cavité souterraines

III.6.8.1. Observations de terrain

La mairie signale la présence probable d'une ancienne petite galerie souterraine d'adduction d'eau ou d'évacuation d'eau pluviale dans le village de Loyes. Cet ouvrage démarrerait à l'extrémité nord du village, près du lieu-dit Les Poters, et se dirigerait en direction du carrefour formé par la route de Crans et la RD 108. Il serait peu profond et de faibles dimensions. Sa localisation est imprécise, surtout dans sa partie amont où la mairie la situe le long de la route de Crans avec une bande d'incertitude de quelques dizaines de mètres vers l'est. Dans sa partie aval la mairie indique qu'il suivrait le tracé de la route de Crans, en se basant sur des informations qui lui ont été rapportées.

Cette galerie aurait déjà été recoupée par des travaux ou aurait connu de petits effondrements très localisés et sans conséquence. Les informations disponibles à son sujet sont très imprécises et il n'est pas possible d'en connaître plus sans lancer des investigations spécifiques de terrain permettant de la localiser et de définir ses dimensions.

III.6.8.2. Aménagement et ouvrages

La commune de Villieu-Loyes-Mollon ne possède pas d'aménagement face aux phénomènes de d'effondrements de cavités souterraines.

III.6.8.3. L'aléa effondrement de cavités souterraines

La présence possible d'une galerie dans le village de Loyes est soulignée par l'affichage d'un aléa faible (F1) d'effondrement de cavités souterraines.

IV. Annexes

IV.1. Compte rendu de visite BRGM du 11 mai 2021 sur la commune de Priay

Bonjour Madame le Maire,

Voici un bref CR, avant le rapport définitif :

La préfecture de l'Ain a sollicité, le 11/05/2021, le BRGM de Lyon pour réaliser un diagnostic de risques suite à l'apparition de glissement de terrain, constaté le 11/05/2021, sur le territoire de la commune de Priay. Les objectifs de la mission sont les suivants :

- Donner un avis sur la réintégration ou non d'un habitant qui a été évacué et dont la maison se situe en amont d'un glissement ;
- Identifier si possible la cause des glissements de terrain et statuer sur leur possible évolution ;
- Evaluer le niveau de risques résiduels sur les habitations ;
- Si nécessaire, établir des recommandations en matière de sécurisation.

Ce diagnostic s'appuie sur des observations visuelles effectuées lors d'une visite du site réalisée le 11/05/2021, en présence notamment de Madame le Maire de la commune de Briay, d'un capitaine du SDIS de l'AIN et d'un habitant d'une maison concernée. Un débriefing de l'expertise a été réalisé à l'issue de la visite, au cours duquel, il s'est avéré qu'il n'y a pas de de risque immédiat sur les habitations ainsi que sur les habitants.

Les glissements de terrain se sont produits sur la commune de Priay au 380 et 404 route de Genève au niveau des parcelles 165, 164 et 160 de la section OE. Les 2 glissements de terrain ont été aperçus depuis le terrain de camping de Priay sur l'autre rive de l'Ain. Il se sont déclenchés le 11/05/2021, tôt le matin pour celui localisé au sud (parcelle 165) et vers 10h30 pour celui localisé au nord (parcelle 160). L'habitant de la parcelle 160 a été évacué en attente du diagnostic et des recommandations.

D'après la carte géologique au 1/50 000 du BRGM, la zone concernée se situe sur le faciès argileux dominant du Miocène supérieur (M3b) avec un léger placage d'Alluvions fluvio-glaciaires du Würm récent (FGyb). L'étude sur le terrain, montre plutôt la présence d'argilite (argile indurée). L'étude géomorphologique du secteur montre des pentes assez fortes qui laissent envisager une certaine compétence de la roche. La roche semble suffisamment dure pour s'opposer à l'érosion de la rivière de l'Ain et ainsi former un talus presque assimilable à une corniche. Le placage des alluvions fluvio-glaciaires qui repose sur ces argilites est par ailleurs peu épais (quelques centimètres à décimètres). Une frange altérée de moins de 1 m d'épaisseur, formée d'argilite décomposées en argile et de terre (sol végétal) recouvre l'ensemble.

Le glissement de la parcelle 165 (n°380 route de Genève) mesure environ 20 m de large pour un peu moins de 30 m de hauteur. La pente est d'environ 70°. La maison est à une distance de 23 mètres de la tête du glissement. Les terrains glissés, sur une épaisseur n'excédant pas 2 m semblent principalement de l'argile issue de l'altération des argilites du Miocène. Quelques détritiques anthropiques sont mélangés avec les matériaux glissés. Le bourrelet en pied de glissement semble à peine avoir atteint la rivière de l'Ain. Les berges de la rivière ne sont pas affectées pas une érosion de la rivière.

Le glissement de la parcelle 160 (n°410 route de Genève) mesure environ 30 à 40 m de large pour un peu moins de 30 m de hauteur. La maison est à une distance de 15 m de la tête du glissement. Un muret de 2,5 mètres de hauteur et à 9 m de distance de la maison délimite un ressaut. La pente est estimée entre 70° et 90°. Les matériaux glissés se sont arrêtés sur la berge et ne se sont pas propagés dans la rivière. Ils sont restés plaqués contre la corniche sur une hauteur estimée à 5 m.

Nous pouvons observer la présence de drains actifs sur les deux glissements de terrain. Ces derniers drainent soit les eaux pluviales et usées des habitations, soit les eaux contenues dans le terrain.

Depuis le camping, il est possible de voir la corniche où l'on observe bien des figures sédimentaires de la roche (strate, stratifications obliques, changement de couleur suivant les bancs) et la présence de trou d'animaux (parcelle 160) qui présage d'une corniche avant l'apparition des glissements.

Concernant l'origine des glissements de terrain, deux hypothèses peuvent être envisagées :

- Une origine par sapement de base du versant par la rivière de l'Ain avec érosion du pied des glissements.
- La présence d'eau dans le versant qui pousserait les matériaux à glisser.

Les observations de terrain montrent les rives de l'Ain ne sont pas érodés. La langue de terre /argile qui a glissé n'atteint pas la rivière dans le cas de la parcelle 165. Nous pouvons donc écarter le phénomène de sapement de pied de la corniche par érosion de la rivière de l'Ain.

L'observation de plusieurs drains qui rejettent de l'eau favorise la seconde hypothèse. L'origine du déclenchement des glissements est potentiellement à relier aux fortes pluies et à la présence de ces drains actif qui ont saturé en eau la frange superficielle et altérée des terrains.

Concernant, l'ampleur des glissement (volume et profondeur), il semble que cela soit uniquement la partie superficielle des terrains de la corniche/versant qui ait glissé. En effet, les terrains sous-jacents formés d'argilite semblent assez compétents (présence de vire) pour résister. En outre, le modelé géomorphologique qui présente de forte pente, ainsi que probablement une corniche déjà présente avant les glissements (présence de trou d'animaux dans la roche) argumente en faveur, d'un versant assez stable. Tout au moins à court terme, la stabilité paraît assurée.

En l'état et au regard de la compétence de la roche, il est possible d'écarter un risque résiduel de propagation importante vers l'amont (rétro-glissement) des parcelles en direction des maisons. C'est cette moindre vulnérabilité apparente de la roche qui permet de stopper l'évacuation préventive du lieu. Tout au plus, 1 à 3 mètres de recul pourrait être envisagé. Cependant, une évolution latérale des glissements le long du versant est tout à fait envisageable sur le court terme.

Sur le long terme, en l'absence de coupe géologique en profondeur et de caractéristiques géotechniques des terrains, il est mal aisé de se prononcer.

Face au RISQUE RESIDUEL exposé ci-avant :

De manière immédiate, l'habitant de la parcelle 160 (404 rue de Genève) peut réintégrer son habitation. Par mesure de sécurité un périmètre de protection réalisé par une barrière en rubalise délimitera une zone à ne pas franchir : environ à 3 m du muret pour la parcelle 160 (410 route de Genève) et à 5 mètres du bord du glissement pour la parcelle 165 (n°380 route de Genève).

Dans les semaines / mois à venir, il est recommandé de :

- surveiller l'évolution des récents glissements mais aussi plus globalement du versant, pour confirmer leur stabilisation ou déceler au plus tôt tout signe d'activation sur d'autres points du versant et ou d'aggravation des mouvements constatés le 11/05/21. Ces visites régulières pourront être accompagnées de prises de photos depuis des points de vue constants, et notamment à l'occasion de fortes pluies
- d'envisager sur les parcelles citées une étude géotechnique de reconnaissance (avec si possible référence aux missions géotechniques normalisées NF P 94-500) avec un contrôle des drainages afin d'évacuer les eaux soit au niveau de la rivière en contre bas soit vers la route en partie aval. La gestion des eaux apparait essentielle pour éviter toute infiltration et mise en charge des terrains, mais aussi pour ne pas augmenter le ruissellement localement sur des terrains proches de la rivière et récemment dégagés.

Toute évolution devra être signalée à la préfecture ou DDT, puis ensuite au BRGM car elle pourrait le cas échéant amener à reconsidérer la situation actuelle et à définir à terme des mesures de sauvegarde.

Ces recommandations peuvent être amenées à être amendées et complétées dans le rapport final du BRGM (disponible sous 8 semaines).

Je vous souhaite une bonne journée,

Charles CARTANNAZ

Ingénieur géologue/risques naturels

Direction Auvergne/Rhône-Alpes

151 Boulevard de Stalingrad

69100 Villeurbanne - France

Tél. : +33 (0)4 72 82 13 30

c.cartannaz@brgm.fr

IV.2. Compte rendu des visites BRGM des 17 et 19 mai 2021 sur la commune de Villette-sur-Ain

Compte rendu des visites du BRGM

du 17 et 19 mai 2021 à Villette-sur-Ain (01)

A la demande de la préfecture de l'Ain du 17 mai 2021, le BRGM a été chargé de venir examiner la situation d'un mouvement de terrain constaté le mercredi 12 mai après les fortes pluies du 10 mai et qui a pris peu à peu de l'ampleur au fil des pluies jusqu'à devoir préventivement évacuer une maison en aval le dimanche 16 mai.

Contexte de la zone

L'évènement (figure 1) s'est produit dans la vallée de l'Ain sur le versant de la rive droite, Route des Dombes, sur la commune de Villette-sur-Ain (01).



FIGURE 1 : LOCALISATION DE LA ZONE DE GLISSEMENT

Le mouvement de terrain s'est produit sur la parcelle AD403 et a fini par se propager en aval sur la parcelle AD405 (figure 2).

La zone de glissement concerne une zone de substratum molassique à faciès sableux m_{3s} qui dans les horizons d'altération superficielle s'est largement argilisée (figure 3).

La zone de glissement est classée d'après la carte d'aléa du PPRN de la commune en aléa glissement de niveau fort (Figure 4).

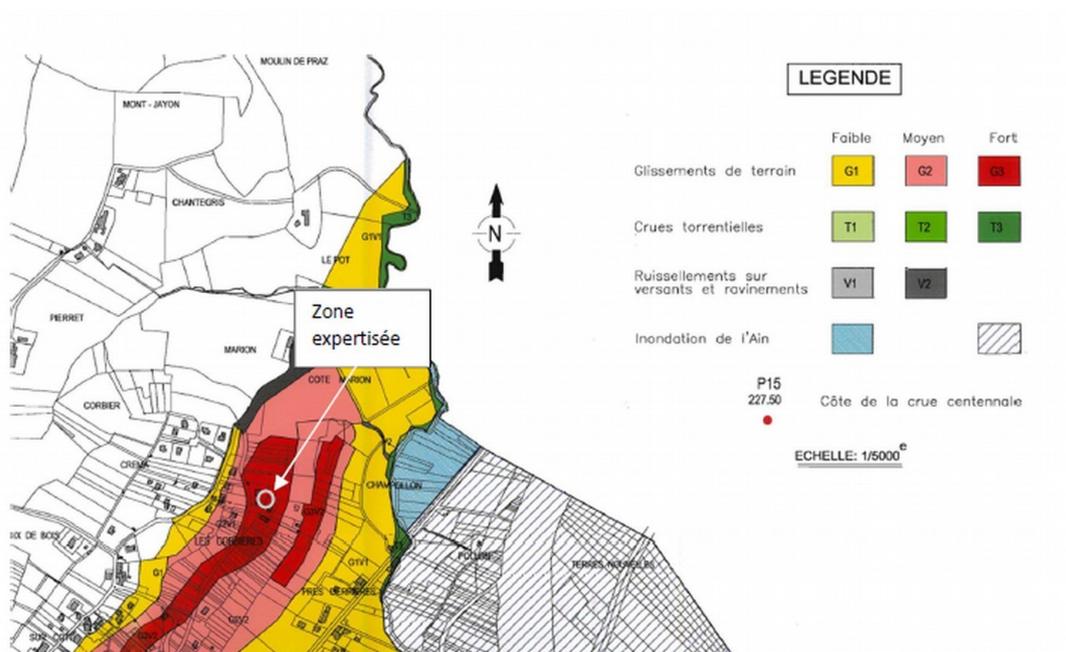


FIGURE 4 : CARTE D'ALÉA DU PPRN DE LA COMMUNE DE VILLETTE-SUR-AIN

En 1979 (source conjointe PPRN et BDMVT (base nationale des mouvements de terrain)), dans une configuration géologique et géomorphologique assez similaire, un glissement de 40 m de largeur avait détruit la Route des Dombes 200 ml plus au sud (zone d'aléa de niveau fort).

En 1990, sous la Route des Dombes en contrebas de Corrières (zones d'aléa de niveau fort) à 125 m de là en aval du désordre, deux glissements de grande ampleur dans les sables miocènes (de 25 et de 50 m de largeur) se sont déclenchés après de fortes pluies (source : PPRN). Pour cette époque des années 1990, le maire se remémore sur le champ voisin au nord du glissement (parcelle AD285) des phénomènes nets de fluages dans les prés.

Examen sur site le lundi 17 mai 2021

Au droit de la zone de désordre située entre les deux maisons distantes de 60 m en horizontal, le profil du versant anthropique et irrégulier, est constitué de replats (pente nulle), 3 talus étagés respectivement (de haut en bas) de 4.5, 1 et 8 m de dénivelé (pente de 30 -40 °) et sinon d'une pente de versant plus douce oscillant entre 5° et 20° (pour une pente globale de 15 à 20° et un dénivelé total de maison à maison de 25,8 m).

La tête du glissement est apparue dans un talus de plateforme, située 4,5 m en aval de la maison d'habitation supérieure (distante de 22 m de l'escarpement de tête). La ligne d'escarpement de tête du glissement atteint 29 m de longueur pour un dénivelé atteignant en partie centrale 1, 8 m de haut. Elle se poursuit encore sur son flanc nord sur 2 m par une crevasse discontinue.



FIGURE 5 : TETE DU GLISSEMENT (SOURCES SUINTANT DANS LA PARTIE BASSE DE L'ESCARPEMENT)

Là où l'escarpement est maximal en partie centrale, plusieurs émergences diffuses d'eaux souterraines sur 5 m de largeur s'écoulent à faible débit mais de manière continue lors de la visite BRGM. Ces eaux ont été déviées au-delà du flanc sud, par les premiers travaux de terrassement à la pelle faits en début de matinée du lundi 17 mai, jour de notre visite (les eaux de source se réinfiltrent alors dans une pente douce sans signe d'instabilité). Ces mêmes travaux avaient permis d'évacuer en partie les eaux en excès accumulées en partie centrale du glissement.

Sous la tête de glissement, le versant en partie aval de la parcelle AD403 constitué d'une zone de relatif replat, d'un légère butte d'un bon mètre de dénivelé et d'une tête arrondie de talus (Figure 6 et Figure 7), a progressivement glissé en masse relativement d'un seul tenant (de largeur décroissante de 28 à 23 m) jusqu'en limite de parcelle, poussant jusqu'à la rupture la clôture.



FIGURE 6 : PARTIE CENTRALE DU GLISSEMENT, VU DEPUIS LE NORD À GAUCHE ET DEPUIS LE SUD À DROITE

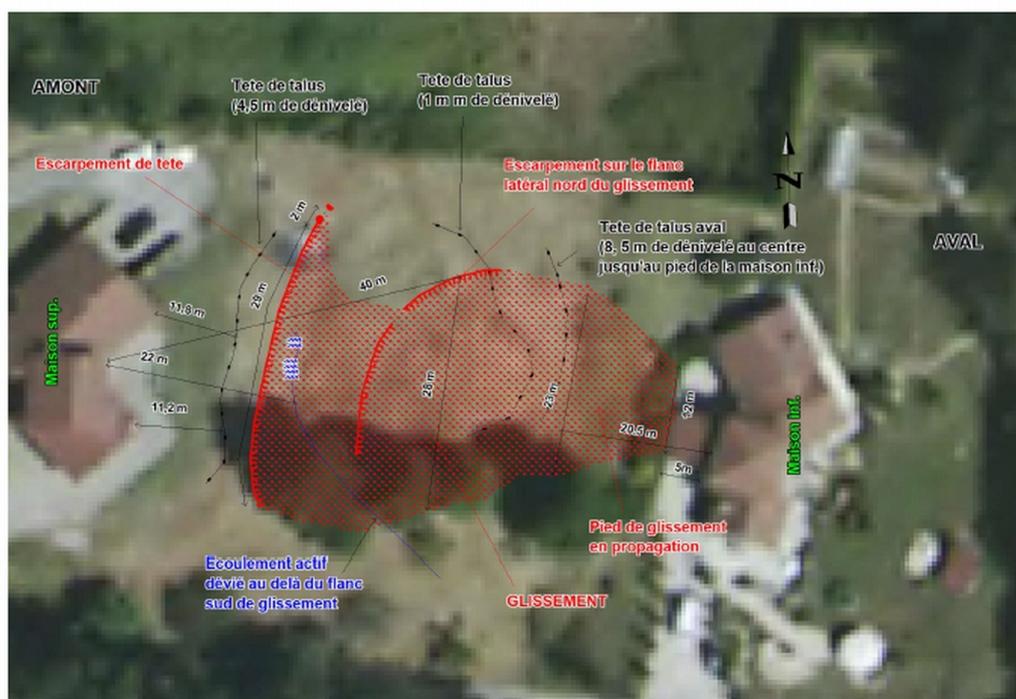


FIGURE 7 : PLAN SCHÉMATIQUE DU GLISSEMENT

Sur le flanc nord (figure 6 de droite), l'escarpement latéral atteint à son maximum 1,5 m de hauteur (sur le flanc sud modifié par les travaux de terrassement à la pelle pour évacuer les eaux de telles observations équivalentes n'étaient plus possibles lors de l'arrivée du BRGM sur place).

La partie centrale du pied de glissement plus fluide, s'est ensuite propagé en aval dans un talus un peu plus raide (30°), haut de 8,5 m de dénivelé, et a formé une langue de terrains totalement déstructurés de 0,6 à 1 m d'épaisseur et large en pied d'encre 12 m. (Figure 8 et Figure 9)



FIGURE 8 : LANGUE PLASTIQUE DE GLISSEMENT PROPAGÉ EN PIED DE GLISSEMENT SUR LE TALUS AVAL (UN PEU MOINS D'UN MÈTRE D'ÉPAISSEUR)



FIGURE 9 : VUE DU PIED DE GLISSEMENT (LANGUE PROPAGÉE DE MATÉRIAUX PLASTIQUES DESTRUCTURÉS) DEPUIS LE DESSUS ET DEPUIS L'AVAL

Cette langue plastique de pied de glissement a fini par rejoindre le pied de talus et atteindre 3 poteaux bois (dont 1 plus particulièrement concerné, où le bourrelet de pied de glissement vient s'accumuler sur environ de 1,3 m de la hauteur du poteau ; Figure 9). Quasiment aucune terre n'avait cependant dépassé le pied de versant lors du passage BRGM. La poussée exercée par les matériaux viscoplastiques de ce pied de glissement reste limitée et n'avait pas occasionné ni dommage ni déformation notable dans la charpente bois en appentis auquel les poteaux appartiennent (appentis décrit comme posé sur et non encastré dans la maison inférieure). La façade amont de la maison inférieure, distante de 5 m de replat du pied de talus, ne présente donc aucun signe d'atteinte directe (glissement) ou indirecte (via l'appentis bois).

Dans le corps du glissement, il restait ici et là un peu d'eaux stagnantes (mais plus aucun écoulement en dehors des eaux de source canalisées hors du flanc sud) laissant aux matériaux glissés un possible comportement viscoplastique sans grande capacité à se propager encore significativement en aval (du moins pas à la hauteur de la langue de glissement en pied bien plus fluide la veille). Il est à noter qu'aucune venue d'eaux de surface provenant de l'amont et susceptible d'accélérer le mouvement de terrain n'a été signalée.

Les matériaux glissés accumulés en tête de talus aval, et formant un léger surplomb par rapport au profil naturel, devaient être évacuées par les pelles mécaniques présentes sur site, après le passage du BRGM dans l'après-midi, ce qui devrait encore accentuer le ralentissement du glissement et probablement stopper toute propagation résiduelle, ceci malgré les deux phases d'averses encore attendues d'ici le soir.

La surface estimée du glissement atteindrait environ les 800 – 1000 m² auquel on peut ajouter la propagation en aval en pied sur un peu plus de 200 m². Si on considère une profondeur de rupture du glissement oscillant entre 0,8 et 1,8 m, le volume estimé du glissement serait de l'ordre de 900 à 1300 m³.

Examen du site le 19/05/2021

Alors que le compte rendu de visite du lundi 17 mai allait être diffusé au matin du mercredi 19 mai, monsieur le maire de Villette-sur-Ain nous a signalé des changements importants survenus sur le site depuis le passage du BRGM (chantier, départ de terre glissée suite aux pluies dans la nuit du 18 au 19 mai), le BRGM est de ce fait retourné aussitôt sur le site constater ces nouveaux éléments.

En termes de terrassement à la pelle mécanique pour sécuriser "à chaud" le désordre, il n'était question lors du départ du BRGM dans l'AM du lundi 17 février qu'uniquement de décharger le petit surplomb de terres glissées accumulées en tête du talus aval afin de ralentir voire arrêter la propagation du pied de glissement (soit une purge d'une masse de 10 à 30 m³ environ).

Les travaux de terrassement constatés le 19 mai au matin ont atteint une dimension tout autre avec l'ensemble des terres glissées en aval de la parcelle AD405, soit près de 180 à 200 m³ (figure 10), qui ont été remontés et déposés sur le terrain de la parcelle AD403, avec élimination du pied de glissement.



FIGURE 10 : SUPPRESSION DE LA LANGUE PROPAGÉE DE PIED DE GLISSEMENT DANS LE TALUS AVAL PAR TERRASSEMENT A LA PELLE

L'essentiel de ces terres terrassées a été stocké au-delà du flanc sud connu du glissement sous forme d'un tas principal (digue courbe de près de 50 m linéaire et allant jusqu'à plus de 3 mètres de hauteur de dénivelé) (Figure 11). Un petit dépôt d'un mètre de hauteur environ a été constitué au nord du glissement dans une zone de relatif replat (tas nord). Enfin un dernier dépôt de terre, qui n'a pas pu être évacué, et qui reste situé en centre en tête du talus aval.



FIGURE 11 : TAS PRINCIPAL STOCKÉ AU SUD DU GLISSEMENT

Ce tas central (Figure 12) est long d'une douzaine de mètres et surplombe de 2 m le talus aval (moins d'un mètre coté amont au contact direct du corps du glissement).



FIGURE 12 : TAS CENTRAL VUE DE L'AMONT ET DE L'AVAL

L'écoulement des sources présentes sur la tête de glissement qui était dévié lundi hors du glissement au-delà du flanc sud, est aujourd'hui bloqué par ce principal tas de terre rapporté. (Figure 13). Ces eaux disparaissent à nouveau dans le glissement (une partie pouvant rejoindre le corps du glissement en point bas, sinon venir maintenir en eau la base du tas principal). Un espacement entre le tas principal et le tas central distant de 6 m environ, combiné au creusement d'une ligne de point bas (Figure 14) permet d'éviter une accumulation d'eau dans le centre du corps de glissement. Seule un faible écoulement témoignant de l'effet de drainage de la zone, y a été repéré.



FIGURE 13 : ÉVACUATION DES EAUX EMERGENTES EN TÊTE DE GLISSEMENT BLOQUÉE PAR LE TAS PRINCIPAL ET DÉVIÉ SANS DOUTE DANS LE CORPS DE GLISSEMENT

Sur le flanc nord du glissement, lundi il y avait présence uniquement d'eaux stagnantes, sans signe d'écoulement. Avec l'accroissement de l'escarpement latéral (hauteur de dénivelé passée de 1,5 à 2,6 m), une source est apparue (Figure 15) en fond avec un écoulement en continu qui se prolonge jusqu'à la maison inférieure en contrebas. Une crevasse s'est ouverte sur 2 m de longueur et 1 m en retrait en arrière de ce front d'escarpement latéral (Figure 16). Cet escarpement latéral se raccorde désormais en continuité au corps du glissement et les terrains en amont sous l'escarpement de glissement se sont mis à glisser à leur tour.

Tas principal



FIGURE 14 : ESPACEMENT LAISSE ENTRE LE TAS PRINCIPAL ET CENTRAL POUR ÉVACUATION DES EAUX



FIGURE 15 : ÉCOULEMENT SUR LE FLANC NORD LIÉ A UNE AUTRE SOURCE D'ÉCOULEMENT



FIGURE 16 : CREVASSE EN ARRIÈRE DU FRONT LATÉRAL NORD ET ACCENTUATION DE L'ÉCARPEMENT DE TÊTE

La ligne d'escarpement en tête de glissement n'a pas évolué (toujours voisine des 29 m linéaires). Par contre la hauteur de l'escarpement s'est notablement accentué avec désormais une hauteur maximale

de 2,7 m (+ 0.9 m en moins de 2 jours) (Figure 16). La partie haute du talus en amont de la tête du glissement ne montre aucun signe d'évolution (aucune trace de mise en mouvement, absence d'apparition de crevasse.....).

L'ensemble de ces éléments ci-dessus mais aussi ci-dessous ont été synthétisés sur la figure 17 suivante.

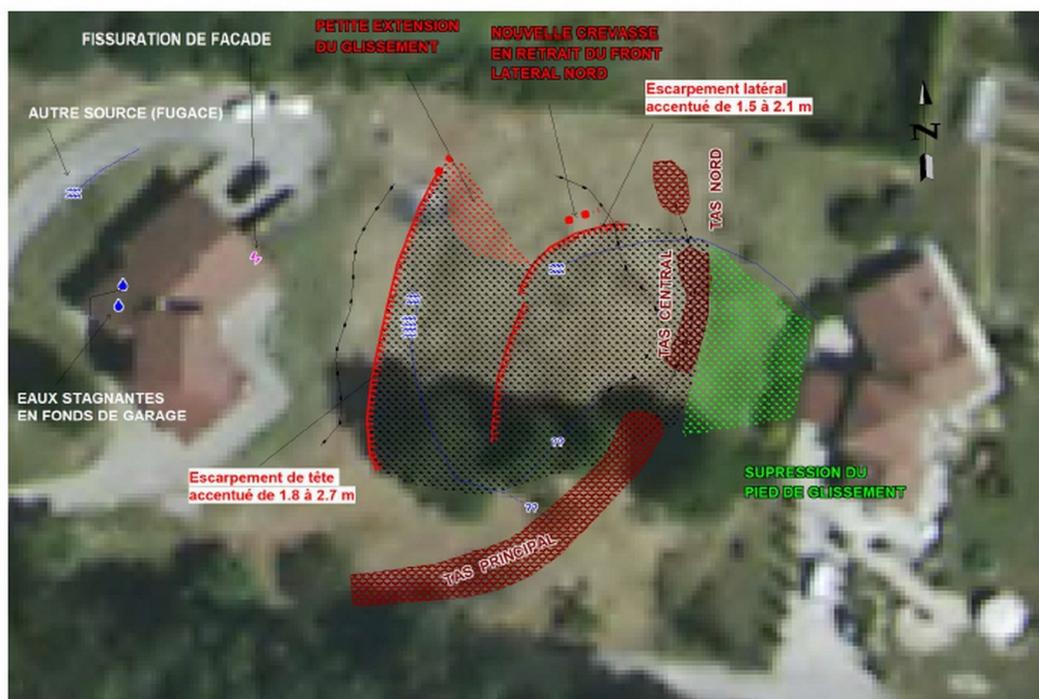


FIGURE 17 : ÉVOLUTION DU GLISSEMENT ET FAITS NOUVEAUX CONSTATÉS À LA SECONDE VISITE

Dans le corps du glissement, un bout de tuyau mise au jour témoigne de la rupture d'une canalisation d'eaux (eaux usées) qui passait dans la zone de glissement (figure 13).

Il a été aussi signalé (figure 18) depuis lundi une présence d'eau stagnante dans une partie basse du garage de la maison supérieure, niveau restant à niveau figé (il a déjà été constaté dans le passé un fond d'eau dans cette partie basse de garage, mais de moindre envergure et qui disparaissait rapidement).

Juste en amont, dans le chemin qui mène à l'entrée du garage, un léger écoulement d'eaux résurgentes jamais constaté auparavant a été repéré depuis lundi (figure 19).



FIGURE 18 : PRÉSENCE D'EAUX AFFLEURANTES STAGNANTES EN FOND DE GARAGE

Enfin une fissure (figure 19) a été constatée en partie haute de façade (pas repérée lundi même si possiblement présente).



FIGURE 19 : SOURCE EN AMONT IMMÉDIAT DU GARAGE ET FISSURATION

Diagnostiques et risques résiduels

Le mouvement de terrain expertisé est un glissement de terrain superficiel d'une trentaine de mètres de largeur sur 1 à 3 m de profondeur, avec une surface de rupture ne dépassant guère les 30 m dans l'axe de la pente a priori, et qui s'est propagé en aval de 10 à 25 m au maximum.

La rupture du glissement puis la relative saturation des matériaux glissés (autorisant une propagation aval significative) a été facilitée par la présence de sources dans le versant, notamment celles en tête du glissement qui sont venues lubrifier et accélérer le mouvement de terrain. Il s'agit d'un glissement viscoplastique dans des matériaux argileux et qui a une dynamique lente mais aussi une inertie dans son comportement et son évolution. Comme l'a montré l'évolution du site entre lundi 17 et mercredi 19, le glissement est resté actif et il n'est pas encore stabilisé à l'immédiat.

Le déclenchement du glissement est lié aux pluies intenses survenues le lundi 10 mai (sources épidermiques alimentés par les venues d'eaux météoriques du proche amont) et l'aggravation du mouvement a été ensuite favorisé et rythmé par les épisodes pluviométriques qui ont suivi jusqu'au lundi 17 mai matin. Ce mouvement de terrain est clairement d'origine naturelle.

En déviant les eaux des sources repérées en tête du glissement hors de la masse de versant glissé et évacuant les amas de matériaux glissés formant surplomb en tête du talus aval, il était espéré, avec des prévisions climatiques du lundi 17 mai matin plutôt bonnes pour le mardi 18 (pas de pluies annoncées avant des averses au mercredi 19 après midi), rapidement un net ralentissement du mouvement lent (ceci dite à la condition de l'absence dans le glissement d'autres sources épidermiques qui pourraient entretenir éventuellement et sur le très court terme déjà l'inertie du mouvement vers l'aval). De possibles réajustements des terres glissées notamment dans le corps du glissement non stabilisé restaient encore possiblement envisagées mais d'envergure plutôt modérée.

Effectivement, l'évolution immédiate constatée a été au final plus à une accentuation du glissement même si sans réelle aggravation (pas d'extension significative surtout en tête de glissement) qu'une certaine stabilisation du mouvement de versant), du fait :

- de conditions climatiques immédiates moins favorables qu'escomptées par les prévisions (pas de pause dans le régime journalier des averses), ne laissant pas aux terrains le temps de se dégorger un peu ;
- de la présence généralisée (et non plus ponctuels comme identifié lors de notre visite le lundi 17) de sources dans la zone de versant en glissement ;
- du passage d'une canalisation dans le corps du glissement non pris en compte et qui s'est rompue ;
- de la suppression entière du pied de glissement avec des réajustements accentués sur le corps principal du glissement. De manière générale, les travaux de terrassement n'ont pas eu du fait de leur ampleur que des effets bénéfiques, avec un effet mitigé en termes d'évacuation des eaux hors du glissement (les eaux des sources de tête de glissement sont à nouveau contenues dans le glissement. A contrario, l'émergence côté nord est évacuée), des rééquilibrages de terre trop importants (avec une problématique nouvelle sur la gestion future à prévoir pour les tas formés) sans compter l'effet du poids des engins et des tas dans une zone de versant fragilisé.

Pour l'instant, le glissement se poursuit à sa faible vitesse actuelle. Il n'a pas été repéré de signes pouvant préjuger d'un changement significatif de comportement dans les jours à venir, notamment une nette tendance à l'aggravation. C'est l'évolution du mouvement de terrain dans les jours à venir, et au regard des pluies, qui permettra de s'assurer que le glissement ne devrait plus guère se

développer (s'étendre) et mieux apprécier à quelle rythme la stabilisation du glissement devrait avoir lieu. La situation deviendrait très préoccupante si une extension du glissement vers l'amont était constatée et/ou que le ralentissement du glissement tardait à survenir dans des conditions climatiques plus durablement favorables. Un épisode pluviométrique particulièrement intense, notamment avant stabilisation pourrait ré accélérer sensiblement le mouvement, et constituerait une période critique (un examen des prévisions climatiques permettra de se préparer préventivement à de telles éventuelles situations).

Sur la maison inférieure, il n'y a plus de risque imminent lié au glissement à craindre mais celui-ci pourrait se réaffirmer (par contre la problématique de la stabilité des tas de terres stockés dans le versant reste à considérer cf. cf-dessous). Sur la maison supérieure, la tête de glissement reste pour l'instant suffisamment distante et figée pour ne pas craindre de risque même en cas d'évolution brutale. Si la sécurisation du versant devait attendre plusieurs mois, une aggravation du glissement avec possibilité d'un risque devenant imminent sur l'une voire les deux maisons reste une hypothèse à envisager à terme, ce qui pourrait obliger alors à devoir évacuer les habitants.

Avec le déplacement et stockage sur le versant de volumes considérable de terres glissés par les travaux de terrassement, s'est ajouté une seconde possibilité de mouvement de terrain n'ayant pas la même dynamique et évolution que le glissement.

De par sa hauteur et son poids, le tas principal pourrait éventuellement se mettre à glisser de manière individuelle en cas de situation climatique durablement défavorable (on note juste comme enjeu en aval l'allée de circulation piétonnière de la parcelle AD405, avec la maison inférieure en retrait). Le risque d'une mise en mouvement devrait s'éloigner une fois que les matériaux glissés stockés se seront désaturés en eau. Mais l'effet de l'érosion météoritique sur ce tas à nu (ou la fragilisation de la base par maintien d'une saturation par les eaux des sources voire une rupture du versant d'appui de ce tas du fait de son poids) pourrait aussi finir par dégrader la tenue mécanique des talus (notamment par ravinement) s'il n'est pas évacué à temps, avec un risque accrue de départ en relative masse +/- brutal.

De par son moindre volume et hauteur, le talus central présenterait en soi un moindre risque s'il n'était pas couplé au corps du glissement qui s'appuie dessus et l'a déjà déplacé vers l'aval. C'est surtout un corps de glissement resté très actif qui pourrait faciliter une remise soudaine et en masse de ce tas central. Enfin, le tas côté ouest de par son volume réduit et sa position ne menace rien et une dégradation de celui-ci n'aurait pas de conséquences.

Recommandations :

Tant que le glissement ne se sera pas stabilisé de lui-même, au moins provisoirement, il conviendra à **l'immédiat** de suivre le rythme d'évolution du mouvement de terrain jusqu'à stabilisation puis de veiller tout signe d'éventuelle reprise même fugace. A ce titre, on sera particulièrement attentif aux écoulements des eaux émergentes dans le versant, à la progression de la hauteur de dénivelé sur l'escarpement de tête de glissement et de l'escarpement latéral sur son flanc nord, aux variations d'épaisseur des masses glissées s'accumulant et enfin à l'état évolutif de saturation des masses glissées.

Une aggravation, accentuation durable du glissement ou des signes de changement du comportement du versant instable obligera à devoir reconsidérer la situation actuelle et son niveau de risque, ce qui pourrait obliger à des mesures de sauvegarde complémentaires.

Cette surveillance visuelle puis vigilance après stabilisation devra rester de mise jusqu'à la réalisation de travaux définitifs de sécurisation du versant au droit de la zone de glissement.

Une fois que le glissement aura cessé d'être évolutif, plus actif (confirmation dans la durée), des travaux de stabilisation durable du versant seront en effet à prévoir pour éviter à l'avenir toute reprise de mouvement du versant fragilisé par le glissement. Compte tenu de l'ampleur du mouvement de terrain, la définition des travaux nécessaires devra être établie par un Bureau d'Etudes Techniques spécialisé en géologie et géotechnique (mission G5 puis mission G2 au sens de la norme NF P 94-500). Ces travaux devront comporter a minima un volet de drainage conséquent.

Pour faciliter la réalisation des études et des travaux nécessaires, il est recommandé à Monsieur le Maire de Villette sur-Ain de demander **dès à présent** l'état de catastrophe naturelle.

En ce qui concerne les tas de terres glissés stockés sur la parcelle AD403, il apparaît nécessaire :

- à **l'immédiat** de suivre la stabilité ou pas des tas principal et central. Pour cela, des piquets bois plantés en pied immédiat de talus aval et à 1 m du talus aval permettront de suivre tout déplacement (qu'on déplacera ensuite autant que nécessaire). On restera particulièrement vigilant et attentif, en cas d'évolution, lors et juste après les pluies, quitte par prudence à espacer ces visites de suivi ;
- de prendre **dès à présent** un arrêté municipal d'interdiction de circulation en aval de ces deux tas sur la parcelle AD405. Seules les visites pour suivi resteront autorisées. (L'accès à la maison inférieure reste aussi possible par sa façade aval sans avoir à circuler en pied de talus aval sur la parcelle AD405). Cet arrêté pourra être levé dès évacuation de tas de terres glissées en volume menaçant ;
- **dès que possible** d'évacuer le tas principal hors de la parcelle AD403 (une fois les terres un peu désaturées et que la situation du glissement sera durablement stabilisée avec possibilité d'intervenir sans risque). Une partie modeste des terres stockées (de moindre volume et surtout de moindre hauteur) pourrait néanmoins être conservée sur place sur la parcelle AD403 notamment du côté de l'ancien tas principal pour aider ensuite aux travaux ultérieurs de stabilisation durable du versant.

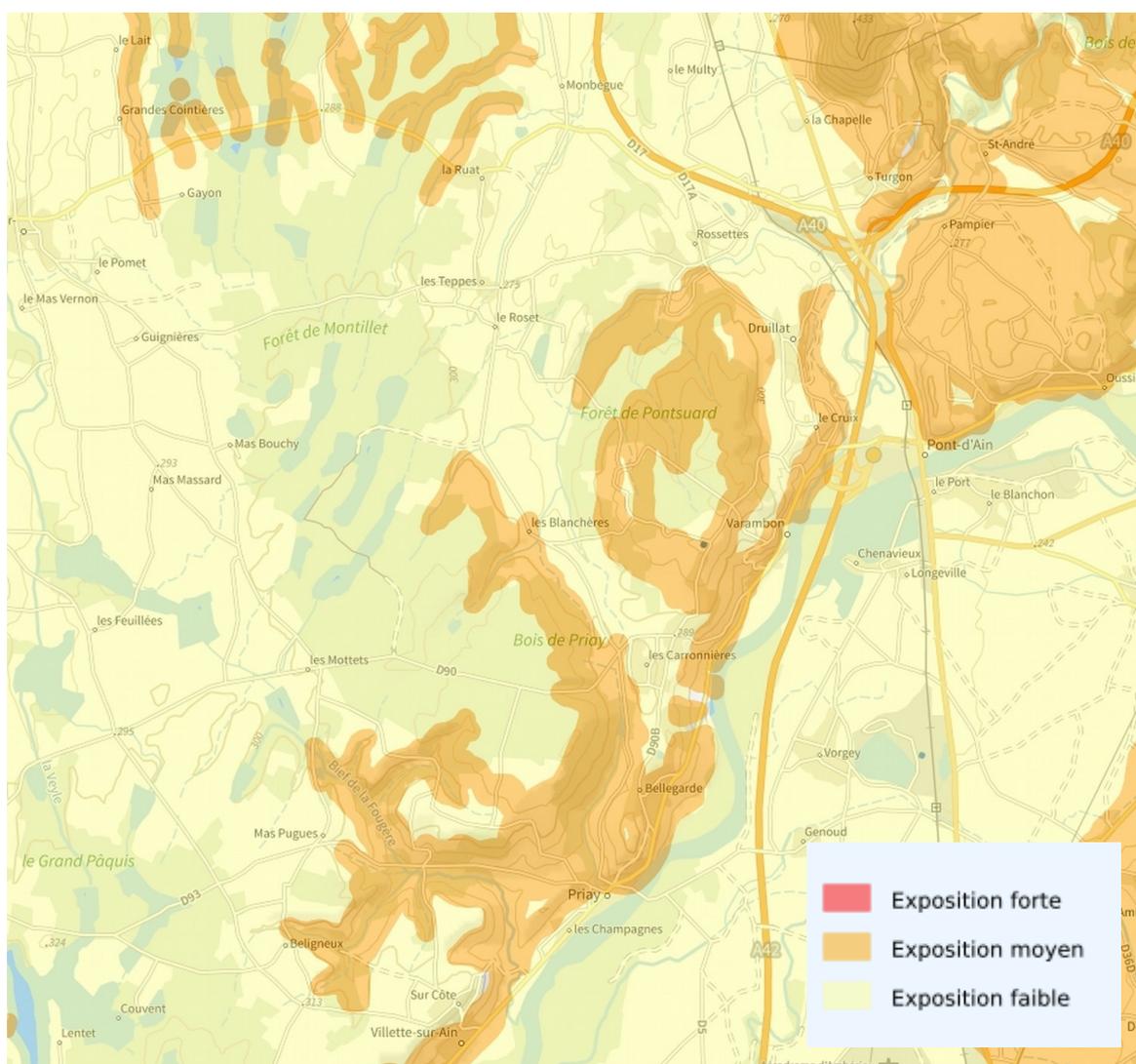
IV.3. Carte d'exposition au retrait / gonflement des argiles

L'exposition au retrait : gonflement des argiles est traitée à l'échelle départementale pour tous les départements de France. Elle fait l'objet d'une réglementation spécifique applicable par ailleurs.

<https://www.georisques.gouv.fr/risques/retrait-gonflement-des-argiles>

https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/show/https%3A%2F%2Fagdpv.brgm.fr%2F%23%2Fcontext%2Fgeorisques_global%2F117%2F5.088199435983187.45.9288579743068.5.477503694397729.46.109084887851616

La zone d'étude est exposée à un aléa moyen au niveau de ses coteaux (couleur orange) et à un aléa faible ailleurs (couleur jaune).



Carte des aléas de la Côtière de l'Ain
Communes de Drullat, Varambon, Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-Palud, Villieu-Loyes-Mollon

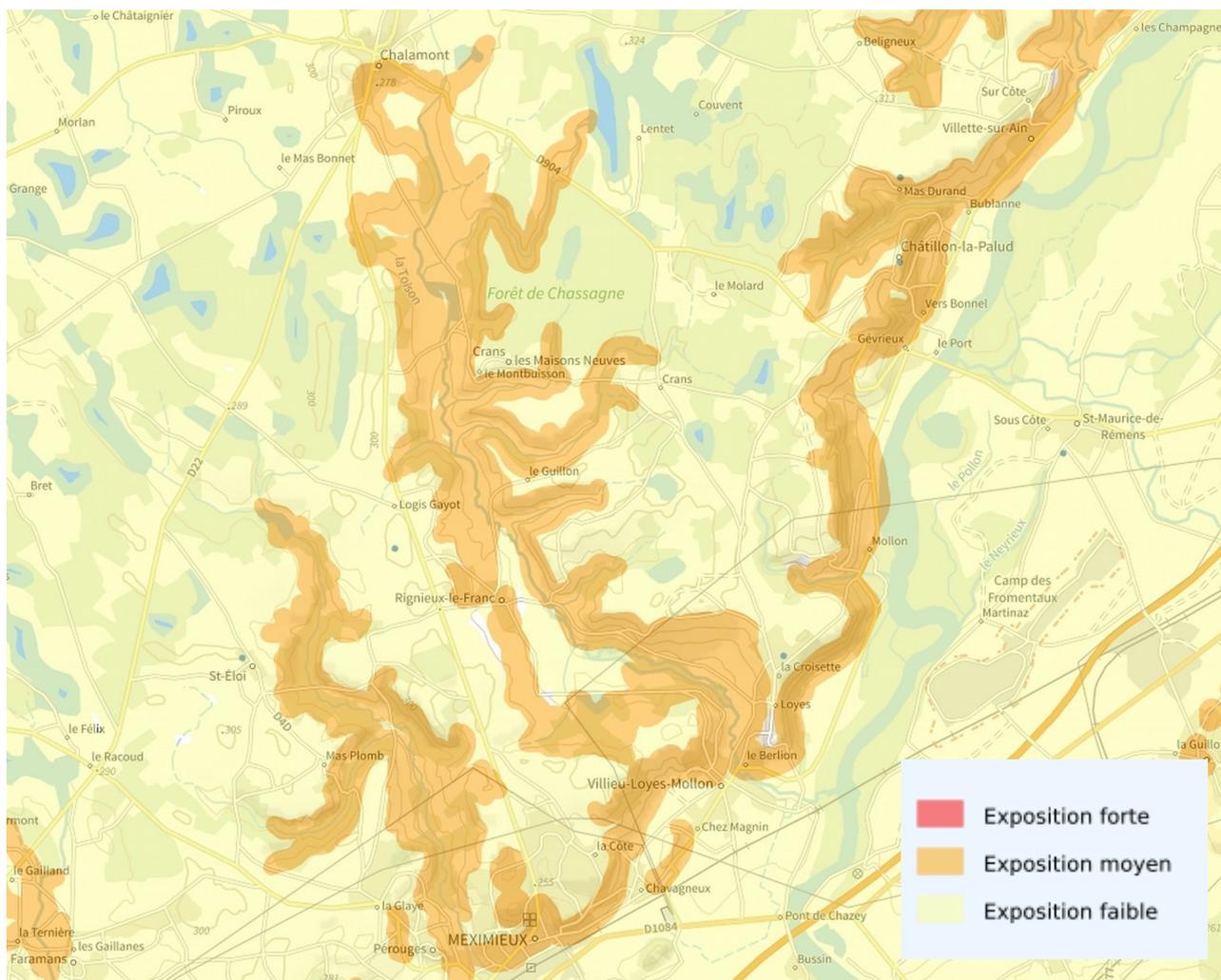


Figure IV.1: carte d'exposition au retrait / gonflement des argiles.

IV.4. Carte d'exposition sismique

L'exposition sismique de la zone d'étude est indiquée pour information.

Un séisme est un phénomène vibratoire naturel affectant la surface de l'écorce terrestre et dont l'origine est la rupture mécanique brusque d'une discontinuité de la croûte terrestre.

Les particularités de ce phénomène, et notamment l'impossibilité de l'analyser hors d'un contexte régional - au sens géologique du terme - imposent une approche spécifique. Cette approche nécessite des moyens importants et n'entre pas dans le cadre de cette mission. Le zonage sismique de la France a été défini par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, pour l'application des nouvelles règles de construction parasismiques. Ce zonage sismique divise le territoire national en cinq zones de sismicité croissante (de très faible à forte), en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes. Les limites de ces zones sont, selon les cas, ajustées à celles des communes ou celles des circonscriptions cantonales (voir <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/aleea-et-risque-sismique>).

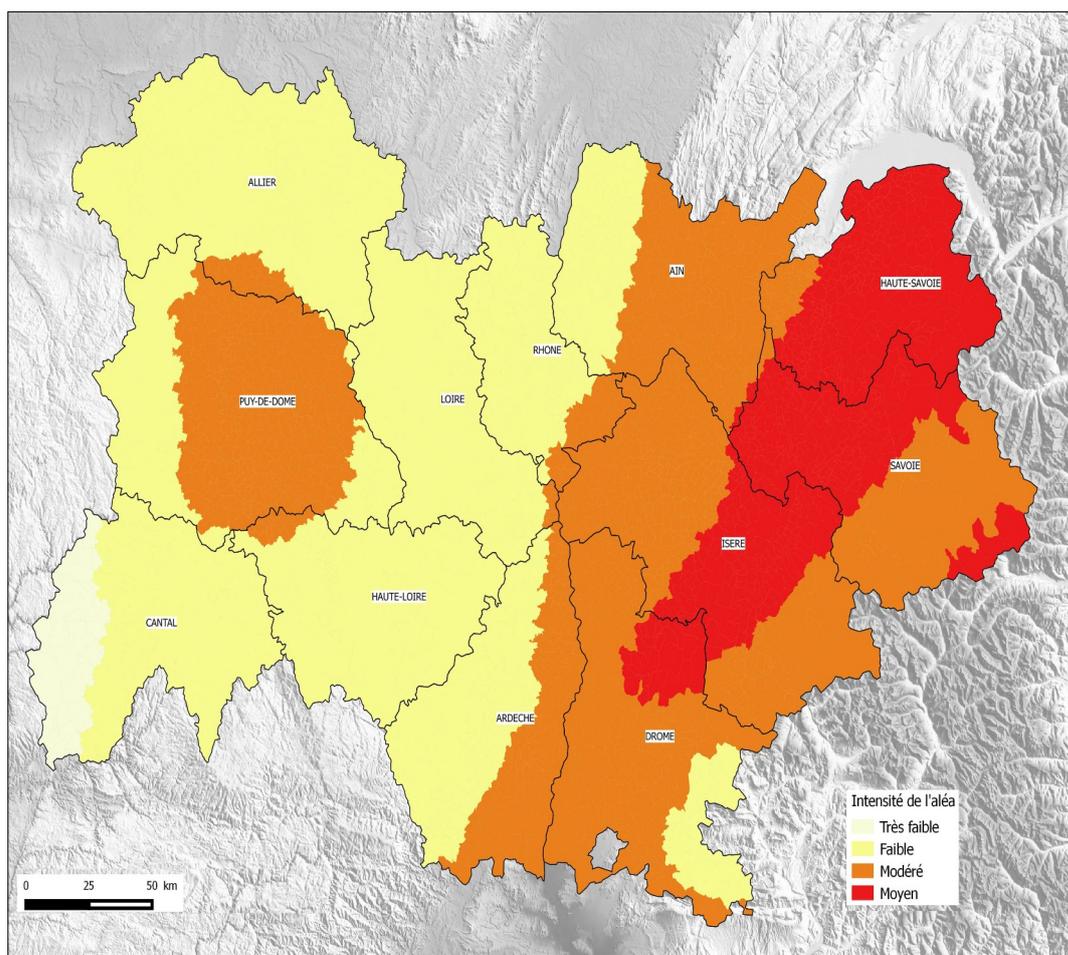


Figure IV.2: Zonage de sismicité de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

D'après ce zonage, la zone d'étude se situe en zone de sismicité modérée.

IV.5. Analyse hydrologique

IV.5.1. Contexte

Les cours d'eau à l'étude sont les suivants :

- le Bief de l'Ecotay ;
- le Copan ;
- le Gardon ;
- la Toison.

Puisque la modélisation hydraulique (Cf. Annexe IV.6) nécessite la connaissance d'un hydrogramme de crue, il est requis de déterminer les caractéristiques de celui-ci : débit de pointe, durée, forme.

IV.5.2. Méthodologie

Bien que la Toison possède une station hydrométrique, la période de mesures disponibles (2005 – 2020, dont 12 années avec des données qualifiées de « bonnes ») est trop courte pour calculer les caractéristiques d'une crue centennale de manière robuste. Ce constat, établi par SUEZ Consulting (2018), a amené ce bureau d'études à déterminer une crue de projet.

De manière à assurer la cohérence avec cette étude, il est repris les mêmes caractéristiques de crue que celles établies par SUEZ Consulting, moyennant une transposition de celles-ci au site d'étude.

Quant aux autres cours d'eau, ils ne possèdent pas de station de mesures. Du fait de leur petite superficie (entre 2,5 et 2,8 km²), peu d'approches sont disponibles pour estimer leur débit en crue notamment. Afin de s'appuyer sur une méthode bien documentée, l'approche proposée par Sétra (2006) a été retenue : pondération des résultats des méthodes rationnelle et Crupedix pour les débits décennal et centennal qui est dénommée formule de transition.

IV.5.3. Données et logiciels utilisés

Les principales données exploitées sont :

- le Modèle numérique de terrain (MNT) de l'IGN au pas de 5 m ;
- l'occupation du sol selon la base de données CES OSO (2019) ;
- les analyses statistiques des précipitations réalisées pour les données de la station Météo France d'Ambérieu (01) (indicatif 01089001 ; périodes 1960-2018 et 1974-2012), station géographiquement la plus proche de la zone d'étude pour laquelle de telles analyses sont disponibles.

Quant aux logiciels utilisés, il s'agit de Qgis et de la suite LibreOffice.

IV.5.4. Mise en œuvre et résultats

IV.5.4.1. La Toison

SUEZ Consulting (2018) utilise la méthode du Gradex progressif pour déterminer le débit de pointe de la Toison à la station hydrométrique de Rignieux-le-Franc (01) (code station V2945210 ; superficie de 33 km²), puis retient la forme de l'hydrogramme synthétique proposée par le CTGref (1980-1982).

Cette localisation étant trop éloignée de la zone amont de la modélisation à réaliser, une transposition de débit est réalisée selon la formule de Myer (Cf. Équation (1)), comme SUEZ Consulting la met en application sur d'autres cours d'eau étudiés.

$$Q_{(a,T)} = Q_{(b,T)} \cdot \left(\frac{S_a}{S_b}\right)^{0,8} \quad \text{Équation (1)}$$

avec

- $Q_{(a,T)}$: débit pour la superficie a et la période de retour T , en m³/s ;
- $Q_{(b,T)}$: débit pour la superficie b et la période de retour T , en m³/s ;
- S_a : superficie du bassin versant a , en km² ;
- S_b : superficie du bassin versant b , en km².

Ainsi, le débit centennal en amont de la zone de modélisation vaut 59,8 m³/s, alors que la valeur des autres paramètres servant au calcul de l'hydrogramme de crue est donnée au Tableau 16.

Bassin versant (-)	Superficie (km ²)	Débit de pointe 100 ans (m ³ /s)	Durée caractéristique de crue (h)	Paramètre de forme (-)
La Toison Rignieux-le-Franc	33,0	51	8	4,6
La Toison amont zone modélisation	40,3	59,8	8	4,6

Tableau 16: Bassin versant et caractéristiques associées des hydrogrammes de crue 100 ans

IV.5.4.2. Les autres cours d'eau

Pour les trois autres cours d'eau (le Bief de l'Ecotay, le Copan, le Gardon), la formule de transition proposée par Sétra (2006) est applicable (superficie de bassin comprise entre 1 et 10 km², bassin hors façade méditerranéenne) et retenue.

Formule rationnelle

Pour une période de retour inférieure ou égale à 10 ans :

- le coefficient de ruissellement pondéré est calculé à partir de l'occupation du sol donnée par CES OSO (2019) et une revue de la littérature des coefficients de ruissellement en fonction de l'occupation du sol ;
- le temps de concentration est issu d'une comparaison des formules de Kirpich, Giandotti, Turazza et Dujardin/Sogreah.

Au-delà de 10 ans, ces deux paramètres varient en fonction de la période de retour selon

Sétra (2006).

Quant à l'intensité des précipitations, elle est établie à l'aide des paramètres de Montana calculés à la station Météo France d'Ambérieu (01).

Les principaux résultats de la méthode rationnelle sont donnés au Tableau 17.

Paramètre	Bassin versant	Bief de l'Ecotay	Copan	Gardon
Superficie (km ²)		2,8	2,5	2,8
Durée caractéristique de crue (h)		2,7		
Période de retour 10 ans				
Coefficient de ruissellement		0,24	0,27	0,35
Temps de concentration (h)		1,35	1,09	1,30
Intensité (mm/h)		23,4	26,7	23,9
Débit de pointe (m ³ /s)		7,2	7,6	7,3
Période de retour 100 ans				
Coefficient de ruissellement		0,40	0,43	0,48
Temps de concentration (h)		1,11	0,91	1,12
Intensité (mm/h)		36,7	42,9	37,3
Débit de pointe (m ³ /s)		11,8	12,9	13,8

Tableau 17: Résultats intermédiaires, débits 10 et 100 ans selon la méthode rationnelle

Notons enfin que les éventuelles dérivations, le drainage par fossé ou que la présence de zones karstiques ne sont pas pris en compte.

Formule Crupedix

CTGref (1980-1982) établit une formule pour le calcul du débit de période de retour 10 ans pour des bassins versants compris entre 10 et 100 km², à partir d'un paramètre régional, de la pluie journalière 10 ans et de la superficie du bassin versant. Les résultats figurent au Tableau 18.

Paramètre	Bassin versant	Bief de l'Ecotay	Copan	Gardon
Superficie (km ²)		2,8	2,5	2,8
Paramètre régional R		1,0		
Période de retour 10 ans				
Pluie journalière décennale (mm)		82		
Débit de pointe (m ³ /s)		2,4	2,2	2,4

Paramètre	Bassin versant	Bief de l'Ecotay	Copan	Gardon
Période de retour 100 ans				
Rapport Q100/Q10 méthode rationnelle		2,7	2,5	2,2
Débit de pointe (m³/s)		6,5	5,6	5,1

Tableau 18: Résultats intermédiaires, débits 10 et 100 ans selon la méthode Crupédix

Formule de transition

Lorsque ni les formules rationnelle ni Crupédix ne sont appropriées du fait de la taille du bassin versant, Sétra (2006) propose une formule de transition (Cf. Équation (2)) pondérant les résultats pour obtenir le débit de pointe pour la période de retour souhaitée.

$$Q(T) = \alpha \cdot Q_R(T) + \beta \cdot Q_C(T) \quad \text{Équation (2)}$$

avec

- $Q(T)$: débit de période de retour T , en m³/s ;
- α, β : coefficients de pondération, sans dimension ;
- $Q_R(T)$: débit de pointe de période de retour T selon la formule rationnelle, en m³/s ;
- $Q_C(T)$: débit de pointe de période de retour T selon la formule Crupédix, en m³/s ;

Les résultats de cette formule sont regroupés au Tableau 19.

Paramètre	Bassin versant	Bief de l'Ecotay	Copan	Gardon
Superficie (km²)		2,8	2,5	2,8
Débit 100 ans (m³/s) formule rationnelle		11,8	12,9	13,8
Débit 100 ans (m³/s) formule Crupédix		6,5	5,6	5,1
Débit 100 ans (m³/s) formule de transition		10,7	11,6	12,1

Tableau 19: Débit de pointe 100 ans selon la formule de transition

Hydrogramme de crue

La forme de l'hydrogramme de crue est établie en appliquant la formule proposée par CTGref (1980-1982) (Cf. Équation (3)) :

$$Q(T, t) = Q_{max}(T) \cdot \frac{2 \cdot \left(\frac{t}{t_m}\right)^\alpha}{1 + \left(\frac{t}{t_m}\right)^{(2\alpha)}} \quad \text{Équation (3)}$$

avec

- $Q(T, t)$: débit de période de retour T au temps t , en m³/s ;

- $Q_{max}(T)$: débit de pointe de période de retour T , en m^3/s ;
 t : temps t , en s ;
 t_m : durée caractéristiques de crue t_m , en s ;
 α : coefficient de forme, sans dimension.

Le débit de pointe $Q_{max}(T)$ est pris égal au débit centennal calculé précédemment à l'aide de la formule de transition, alors que la valeur de la durée caractéristique de crue t_m est estimée en comparant les formules suivantes :

- Cemagref pour les bassins versants rapides ;
- SOCOSE pour les bassins versants à forte pente ;
- SOCOSE ;
- recommandations de Galéa et Ramez (1995).

C'est cette dernière formulation ou recommandation qui est retenue, du fait de durée de crue réduite de ce type de bassin versant et des résultats obtenus avec les autres formules qui semblent bien trop importants.

Enfin, une valeur de 4,0 pour le coefficient de forme est utilisée, selon la formulation originelle de cette équation (CTGref, 1980-1982).

IV.5.5. Concomitance des crues

Puisque la taille des bassins versants à l'amont des cours d'eau modélisés est petite à très petite, leur temps de concentration et leur réactivité sont très courts. De ce fait, les événements pluvieux critiques pour ces rivières sont de type orageux.

C'est pourquoi, il est pris pour hypothèse qu'il ne peut pas y avoir concomitance de crue entre l'un des quatre cours d'eau et la rivière d'Ain.

Pour étayer cette hypothèse, le temps de concentration du Bief de l'Ecotay, du Copan et du Gardon est inférieur à 1,5 heure pour une période de retour 10 ans (Cf. Tableau 17), alors que pour la Toison il est de l'ordre de 7 heures. Par contre pour la rivière d'Ain (3 600 km^2 à hauteur de la zone d'étude), la formule de Turraza (applicable aux grands bassins versants) donne un temps de concentration de 65 heures.

IV.5.6. Bibliographie

CES OSO (2019). CES Occupation des sols [En ligne] <https://www.theia-land.fr/ceslist/ces-occupation-des-sols>.

CTGref (1980-1982). Synthèse nationale sur les crues des petits bassins versants. Fascicule 2 : la méthode Socose. Fascicule 3 : la méthode Crupedix.

G. Galéa, Ramez, P. (1995). Maîtrise du ruissellement et de l'érosion en vignoble de coteau : Guide à l'usage des aménageurs. Cemagref, 1995.

Sétra (2006). Guide technique. Assainissement routier. Date : octobre 2006.

IV.6. Analyse hydraulique

IV.6.1. Contexte

Si une approche « à dire d'expert » ou hydro-géomorphologique peut être suffisante en zone rurale avec une topographie non plane, la délimitation du champ d'inondation et des paramètres hydrauliques (hauteur, vitesse de l'écoulement) est difficile en milieu péri-urbain et urbain. C'est pourquoi, pour ces zones avec enjeux, il est mis en œuvre une modélisation hydraulique en deux dimensions.

IV.6.2. Méthodologie

Une modélisation hydraulique strictement bi-dimensionnelle (2D) est réalisée à l'aide du logiciel HEC-RAS (HEC, 2020). Une telle approche permet d'obtenir en tout point notamment les paramètres :

- hauteur d'écoulement ;
- vitesse ;
- cote de la surface de l'eau.

L'exploitation de ces résultats sert à établir, dans un premier temps, la cartographie « brute » de l'aléa inondation. Leur interprétation permet ensuite de les intégrer à la cartographie générale.

IV.6.3. Données et logiciels utilisés

Les principales données exploitées sont :

- le MNT disponible depuis le site du CRAIG (2021) ;
- l'occupation du sol selon CES OSO (2019) ;
- les analyses et résultats hydrologiques mentionnés à l'Annexe IV.5.

Quant aux logiciels utilisés, il s'agit de Qgis (version 3.16.15) et de HEC-RAS (version 6 beta 2).

IV.6.4. Construction du modèle hydraulique

IV.6.4.1. Logiciel de modélisation hydraulique

La version 6.0 beta 2 de HEC-RAS (HEC, 2020) est employée pour les calculs hydrauliques.

HEC-RAS a la capacité de réaliser des calculs bi-dimensionnels en régime non permanent avec les équations de Saint-Venant (pouvant inclure les termes de turbulence et de Coriolis). Cette configuration est retenue pour les calculs hydrauliques.

En mode strictement 2D, l'utilisateur doit créer une grille de calcul sur l'ensemble des lits mineur et majeur à modéliser (Cf. Figure IV.3).

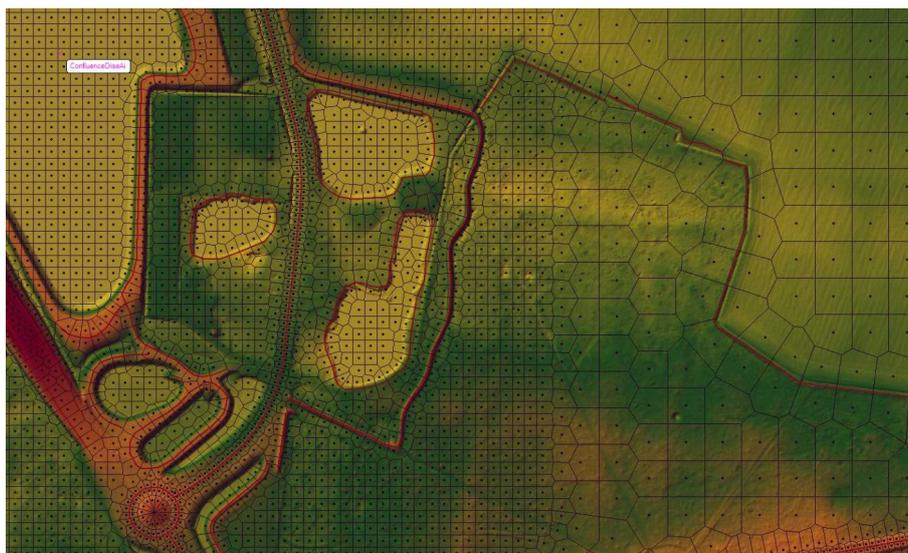


Figure IV.3: Grille de calcul avec le MMNT utilisé (trait noir : limite des mailles ; point noir : centre des mailles)

Puis le logiciel HEC-RAS résout les équations des écoulements non uniformes en utilisant un algorithme implicite aux volumes finis. De la sorte, et de manière très raccourcie, l'hydrodynamique des écoulements est calculée à l'aide de flux traversant les surfaces de chaque volume fini et par bilan dans chaque volume fini.

Les volumes finis considérés par HEC-RAS sont ceux définis par chacun des polygones du maillage mentionné plus haut, dont une illustration est donnée à la Figure IV.4. Les calculs hydrauliques ne sont donc pas réalisés ponctuellement aux points transmis (ces points correspondent approximativement au centre des mailles), mais bien dans le volume dont la projection horizontale est représentée par chacune des mailles (polygone).



Figure IV.4: Représentation du fond et des faces d'une maille de calculs si le logiciel impose une valeur unique (gauche) et pour HEC-RAS (droite) avec fond et face quelconques

Les données requises pour réaliser les calculs hydrauliques peuvent être regroupées selon les catégories suivantes :

- données géométriques
Les données géométriques de base doivent permettre la représentation du cours d'eau ou du réseau de canaux dans lequel les écoulements vont être modélisés : modèle numérique de terrain des lits mineur et majeur, coefficients de perte d'énergie (coefficients de frottement et de contraction / expansion). Les structures hydrauliques (pont, buse, déversoir, seuil, etc.) sont également comprises dans les

données géométriques.

- données hydrauliques pour le régime non permanent
Ces données comprennent les conditions aux limites (externes et internes) et les conditions initiales.
Les conditions doivent être établies à toutes les limites ouvertes du système modélisé. Pour les conditions amont et aval, elles peuvent correspondre à un hydrogramme, à un limnigramme, etc.
Les conditions aux limites internes, quant à elles, sont de type hydrogramme.

De plus amples informations sur le logiciel HEC-RAS peuvent être obtenues en consultant HEC (2020a, 2020b, 2020c).

IV.6.4.2. Bathymétrie, topographie du lit majeur

La bathymétrie (topographie du lit mineur) des secteurs modélisés est issue de levés terrestres réalisés dans le cadre de cette étude (HydroTopo, 2021). En amont et en aval de ces secteurs, au besoin et sans incidence sur les résultats, la topographie du lit mineur est directement obtenue depuis le MNT du CRAIG.

Pour le lit majeur, les données topographiques sont celles du MNT de la zone d'étude, disponibles depuis le site Internet du CRAIG et téléchargées le 15 décembre 2021. Les levés aéroportés ont été réalisés entre le 16 février et le 9 avril 2021, dont la précision des points du modèle avant triangulation est de 10 cm en planimétrie (XY) et de 10 cm en altimétrie (Z).

IV.6.4.3. Carte des rugosités

La rugosité du lit majeur se base sur l'occupation du sol établie par CES OSO (2021), avec une résolution en plan de 10 m (format raster). Cette base de données est privilégiée par rapport à CORINE Land Cover, par exemple, du fait de sa résolution spatiale et son millésime récent.

Pour chacune des classes d'occupation des sols de CES OSO, une valeur de rugosité (coefficient de Manning) est attribuée sur la base d'une revue de la littérature technique ; le Tableau 20 associe la classe d'occupation du sol avec la rugosité correspondante.

A ces occupations du sol, certaines routes ont été ajoutées puisque pouvant être des axes concentrant les écoulements en cas de débordement des cours d'eau. Pour ces routes, une valeur de Manning de $0,020 \text{ s/m}^{1/3}$ est proposée (Strickler de $50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$).

Code OSO (-)	Description (-)	Valeur initiale ($\text{s/m}^{1/3}$)
1	Bâtis denses	0,021
2	Bâtis diffus	0,021
3	Zones industrielles et commerciales	0,021
5	Colza	0,070
6	Céréales à pailles	0,070
7	Protéagineux	0,070
9	Tournesol	0,070

Code OSO (-)	Description (-)	Valeur initiale (s/m ^{1/3})
10	Mais	0,070
12	Tubercules / racines	0,070
13	Prairies	0,140
14	Vergers	0,100
15	Vignes	0,150
16	Forêts de feuillus	0,220
17	Forêts de conifères	0,220
18	Pelouses	0,050
19	Landes ligneuses	0,150
21	Plages et dunes	0,100
23	Eau	0,020
--	Lit mineur des cours d'eau	0,033
--	Axe routier	0,020
--	Bâtiment	10

Tableau 20: Coefficient de Manning du lit majeur

Quant à la rugosité du lit mineur, elle se base sur une visite des biefs modélisés et d'une revue de la littérature technique.

IV.6.4.4. Prise en compte des bâtiments

La littérature technique consultée mentionne diverses approches pour représenter le bâti dans la modélisation hydraulique : bâti non représenté dans le maillage, zone poreuse, perte de charge additionnelle dans l'emprise des bâtiments, augmentation de la rugosité dans l'emprise au sol des bâtiments.

Cette dernière approche est choisie puisque facilement mise en œuvre et donnant de bons résultats selon Beretta et al. (2018) par exemple. Un coefficient de Manning égal à 10 s/m^{1/3} (Strickler de 0,1 m^{1/3}/s) est utilisé dans les calculs.

IV.6.4.5. Ouvrages d'art

Les ouvrages d'art de type dalle, passerelle, pont, busage, localisés dans ou passant par dessus le lit mineur des biefs modélisés, sont pris en compte selon les levés topographiques de HydroTopo (2021).

À partir des informations ainsi obtenues, l'intégration de ces ouvrages dans la modélisation fait apparaître :

- la position de l'ouvrage ;
- la définition du type d'ouvrage ;
- la définition des caractéristiques géométriques de l'ouvrage ;
- la définition de divers paramètres de calculs.

IV.6.4.6. Maillage et ligne de contraintes

Par défaut le maillage est régulier et orthogonal dans HEC-RAS selon un pas spécifié par l'utilisateur. Il peut être modifié par zone ou alors l'alignement des mailles de calcul peut être contraint localement, pour orienter ces dernières parallèlement ou perpendiculairement à l'écoulement, en fonction du comportement prévisible de celui-ci.

Ainsi, les pas de maillage sont compris entre :

- 2 et 7 mètres pour le lit mineur ;
- 2 et 5 mètres pour le lit majeur.

Pour aligner les mailles de calcul soit dans le sens de l'écoulement principal, soit perpendiculairement à celui-ci, des lignes de contrainte (*breakline* en anglais) peuvent être définies. Celles-ci sont donc ajoutées au maillage initial pour spécifier au logiciel :

- l'axe du lit mineur des cours d'eau ;
- des cassures de pente qui peuvent influencer la dynamique des écoulements (par exemple un remblai routier faisant obstacle aux écoulements) ;
- des axes routiers qui concentrent les écoulements en cas de débordement des cours d'eau.

IV.6.4.7. Conditions aux limites

La condition limite amont correspond à l'hydrogramme de crue pour chacun des cours d'eau, alors que la condition aval est prise égale à la profondeur normale de l'écoulement.

IV.6.4.8. Paramètres de simulation

HEC-RAS propose une valeur par défaut pour la plupart des paramètres de calcul. Ces valeurs sont utilisées sauf pour celles mentionnées ci-dessous :

- équations de Barré de Saint-Venant, sans prise en compte de la force de Coriolis ni de la turbulence ;
- pas de temps de calculs compris entre 0,5 et 2,0 secondes.

IV.6.5. Mise en transparence des systèmes d'endiguement

Il n'a pas été identifié d'ouvrage de protection de type digue (système d'endiguement) le long des cours d'eau entrant dans la catégorie des crues rapides.

Par conséquent, aucune mise en transparence de systèmes d'endiguement n'a été réalisée.

IV.6.6. Exploitation du modèle hydraulique

Aucune donnée objective n'est disponible pour la zone d'étude, permettant un processus de calage-validation de la modélisation, à l'exception du Copan (Cf. section IV.6.7.1).

Par conséquent, les paramètres de modélisation doivent se baser sur la littérature technique consultée, pour les gammes de valeur communément acceptées.

Concernant les conditions aux limites et les paramètres de modélisation, les sections IV.6.4.7 et IV.6.4.8 les décrivent.

Enfin, les scénarios pris en compte pour établir la cartographie de l'aléa sont présentés à la section IV.6.7.1.

IV.6.7. Scénarios, traitements numériques

IV.6.7.1. Scénarios simulés

Pour chaque ouvrage hydraulique modélisé, un scénario d'obstruction a été élaboré (Cf. Tableau 21).

Chaque scénario résulte de l'historique des débordements rapportés lors des travaux d'enquête et les constats issus des visites de terrain. Concernant ces derniers, il apparaît que le transport solide est peu significatif pour les cours d'eau modélisés, alors que ceux-ci peuvent entraîner de nombreux flottants, principalement de type souche et branche d'arbre du fait des zones forestières traversées. Par conséquent, les obstructions ont pour cause principale des embâcles de bois mort.

Puis chaque scénario fait l'objet d'une simulations hydraulique, selon les conditions aux limites retenues (Cf. sous-chapitre IV.6.4.7), pour laquelle les valeurs maximales des paramètres « hauteur » et « vitesse » de l'écoulement sont compilées en fin de simulation.

Cours d'eau Commune	Ouvrage hydraulique	Commentaire
Bief de l'Ecotay Priay	OH-01	Pont du chemin du Lavoir Obstruction à 100 %
	OH-02	Passage couvert entre l'Impasse Sainte-Barbe et l'extrémité est de la rue de la Rivière Obstruction à 100 %
Le Copan Châtillon-la-Palud (Bublanne)	OH-01	Pont de l'Impasse du Lavoir Obstruction à 100 %
	OH-02	Ponceau d'accès à une propriété de l'Impasse du Lavoir Obstruction à 100 %
	OH-03	Passage couvert entre impasses du Lavoir et du Ruisseau Obstruction à 100 %
	OH-04	Pont de la RD 984 Obstruction à 50 %
Le Gardon Villieu-Loyes-Mollon	OH-01	Pont de la Grande Rue (RD 984) Obstruction à 100 %
	OH-02	Dalot de la rue des Brotteaux Obstruction à 100 %
La Toison Villieu-Loyes-Mollon	OH-01	Pont du chemin du Vieux Pont Obstruction à 100 %
	OH-02	Pont de l'avenue Charles de Gaulle (RD 984) Obstruction à 50 %

Cours d'eau Commune	Ouvrage hydraulique	Commentaire
	OH-03	Passerelle entre les rues de la Polette et du Berlion Obstruction à 0 %

Tableau 21: Ouvrages hydrauliques modélisés

IV.6.7.2. Cartographie des maximas bruts de hauteur et de vitesse

De manière synthétique, les figures du sous-chapitre IV.7 présentent les résultats de simulation. Elles font apparaître, en chaque point, la valeur maximale de tous les scénarios simulés tant pour la hauteur que la vitesse d'écoulement.

Notons que les résultats présentés sont issus directement des simulations et sont donc une synthèse des résultats « bruts ». Ceux-ci pourraient présenter de légères différences par rapport à des résultats « interprétés » à cause des données topographiques utilisées, de la prise en compte ou non d'ouvrages hydrauliques, d'artefacts de modélisation ou encore de l'interprétation du phénomène de débordement (suppression d'îlot sans aléa par exemple).

IV.6.7.3. Aléa par scénario, combinaison des aléas

Pour chaque scénario, la qualification de l'aléa est réalisée en appliquant le Décret n° 2019-715 du 05 juillet 2019¹.

Suite à des échanges entre la DDT de l'Ain et Alp'Géorisques², les choix suivants ont été arrêtés :

- au regard des caractéristiques des bassins versants et de leur temps de concentration (Cf. sous-chapitre IV.5.4) notamment, il est estimé que la vitesse de montée des eaux est « rapide » ;
- la combinaison vitesse de montée des eaux – vitesse d'écoulement est effectuée selon le Tableau 22 ;
- la grille d'aléa est obtenue en croisant la matrice « dynamique » (Cf. Tableau 22) et la matrice « hauteur » selon le Tableau 23. À noter que pour les hauteurs d'eau « extrêmement faibles », l'Arrêté d'application du décret 2019-715 permet de qualifier l'aléa de « modéré » dans le cas d'une dynamique rapide.

Vitesse de montée des eaux Vitesse d'écoulement	Rapide
Forte ⇒ supérieure à 0,5 m/s	Dynamique rapide
Moyenne ⇒ entre 0,2 et 0,5 m/s	Dynamique rapide
Faible ⇒ inférieure à 0,2 m/s	Dynamique moyenne

Tableau 22: Combinaison vitesse de montée des eaux – vitesse d'écoulement (matrice « dynamique de l'écoulement »)

1 Décret n° 2019-715 du 5 juillet 2019 relatif aux plans de prévention des risques concernant les « aléas débordement de cours d'eau et submersion marine ».

2 Entretien téléphonique du 30 mai 2022 ; mail du 22 juin 2022, réunion par visio-conférence du 19 octobre 2022.

Dynamique Hauteur d'écoulement H (m)	Moyenne	Rapide
H < 0,1	Modéré	Modéré
0,1 ≤ H < 0,5	Modéré	Fort
0,5 ≤ H < 1,0	Modéré	Fort
1,0 ≤ H < 2,0	Fort	Très fort
H ≥ 2,0	Très fort	Très fort

Tableau 23: Caractérisation de l'aléa en fonction de la hauteur et de la dynamique de l'écoulement

Puis pour chaque scénario simulé, une carte d'aléa est bâtie selon la grille de qualification définie aux tableaux 22 et 23.

Enfin, l'aléa conjugué de « crue rapide des rivières » est obtenu en prenant en tout point ayant un aléa, la valeur maximale de cet aléa pour tous les scénarios simulés. Ceci est donc une représentation du scénario le plus pénalisant en tout point. Les cartes d'aléas jointes à ce rapport intègrent cet aléa conjugué.

IV.6.7.4. Lissage de l'aléa conjugué

L'aléa conjugué « brut », correspondant en tout point à l'aléa maximal de tous les scénarios simulés, fait l'objet de traitements numériques visant à simplifier et lisser ces résultats bruts.

Les principales étapes de traitement numérique, à l'aide du logiciel QGIS, consistent à :

1. supprimer les zones d'aléa « orphelines » ou ponctuelles ;
2. fusionner les zones d'aléa de faible emprise avec la zone d'aléa contiguë la plus grande (une emprise minimale de 20 m² est proposée) ;
3. lisser le contour des zones d'aléa.

Un dernier traitement « manuel et ponctuel » de lissage de l'aléa est effectué soit pour supprimer les artefacts de modélisation, soit pour l'interprétation du phénomène (Cf. sous-chapitre IV.6.7.5).

IV.6.7.5. Interprétation de l'aléa conjugué

L'interprétation de l'aléa conjugué se base sur les aspects suivants :

- les hauteurs d'eau calculées (champ d'inondation, déversement par dessus un obstacle) ;
- la fiabilité des scénarios d'obstruction modélisés ;
- les vitesses calculées ;
- la continuité de l'aléa.

L'incertitude sur le scénario hydrologique, les phénomènes non pris en compte (éventuels embâcles, érosion) et l'appréciation du phénomène d'inondation (zone d'écoulement ou de stagnation) suggèrent que les très faibles hauteurs d'eau calculées se situent dans la marge d'incertitude du phénomène modélisé. C'est pourquoi les hauteurs d'eau inférieures à 3 cm sont omises lors de la qualification de l'aléa.

Ce critère de hauteur minimale peut être omis pour assurer la continuité de l'aléa, si des vitesses d'écoulement non négligeables sont calculées entre deux zones d'aléa disjointes.

Concernant les scénarios d'obstruction, bien que subjectifs, ils doivent rester plausibles selon les observations réalisées par le chargé d'études en date des reconnaissances de terrain. De ce fait, les emprises inondées, selon les témoignages et celles obtenues par calculs, peuvent diverger et leurs différences parfois significatives doivent pouvoir être justifiées.

Enfin, lorsque les calculs indiquent le franchissement d'un obstacle par déversement, la hauteur et la largeur de la lame déversante doivent être suffisamment « importantes » pour que les incertitudes sur ce phénomène soient considérées comme faibles.

IV.6.8. Transition entre les approches hydro-géomorphologique et hydraulique

Sur les cartes d'aléas, la limite entre l'approche « à dire d'expert » et celle par modélisation hydraulique du phénomène de crue rapide des rivières est identifiée par une ligne en pointillés.

La transition entre les deux approches s'effectue sur quelques mètres, lorsque les cours d'eau débouchent d'une combe dans laquelle leur divagation est impossible.

A l'aval de cette transition, seule l'emprise du lit mineur déterminée par approche hydrogéomorphologique est conservée, c'est-à-dire une bande de 5 ou 10 mètres de large de part et d'autre de l'axe d'écoulement ; celle-ci est classée en aléa très fort d'inondation (i4).

IV.6.9. Bibliographie

Beretta, R., Ravazzani, G., Maiorano, C. et Mancini, M. (2018). Simulating the Influence of Buildings on Flood Inundation in Urban Areas. *Geosciences* 2018, 8, 77; doi:10.3390.

CRAIG (Centre régional Auvergne-Rhône-Alpes de l'information géographique) (2021). *Modèle Numérique de Terrain (MNT) grille au pas de 50 cm – Auvergne-Rhône-Alpes – 2021*.

HEC (2020a). HEC-RAS – River Analysis System. 2D Modeling User's Manual. Version 6.0 Beta. Référence : CPD-68A. Date : 12/2020.

HEC (2020b). HEC-RAS – River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Version 6.0 Beta. Référence : CPD-69. Date : 12/2020.

HEC (2020c). HEC-RAS – River Analysis System. User's Manual. Version 6.0 Beta. Référence : CPD-68. Date : 12/2020.

HydroTopo (2021). Bief de l'Ecotay à Priay les 01 et 16/04/2021, le Copan à Châtillon-la-Palud les 01 et 16/04/2021, le Gardon à Villieu-Loyes-Mollon les 01 et 14/04/2021, la Toison à Villieu-Loyes-Mollon les 01 et 14/04/2021. Version : 0. Date : 21/04/2021.

IV.7. Synthèse des résultats bruts de modélisation

Les figures IV.5 à IV.12 présentent les résultats de simulation. Elles font apparaître, en chaque point, la valeur maximale de tous les scénarios simulés tant pour la hauteur que la vitesse d'écoulement.

Ces figures sont données uniquement à titre informatif, sans commentaires ni interprétation.

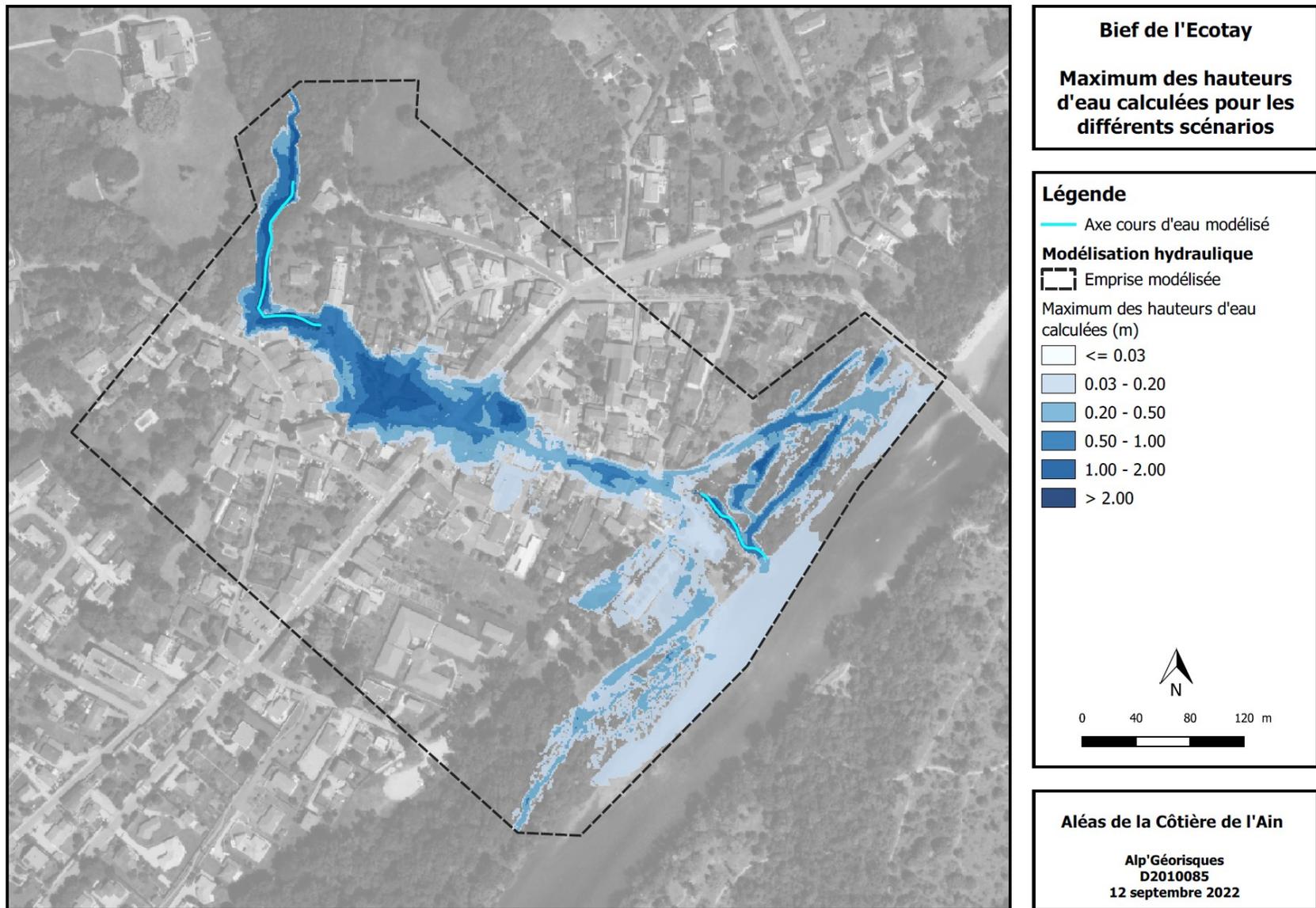


Figure IV.5: Bief de l'Ecotay – Maximum des hauteurs d'eau calculées pour les différents scénarios simulés

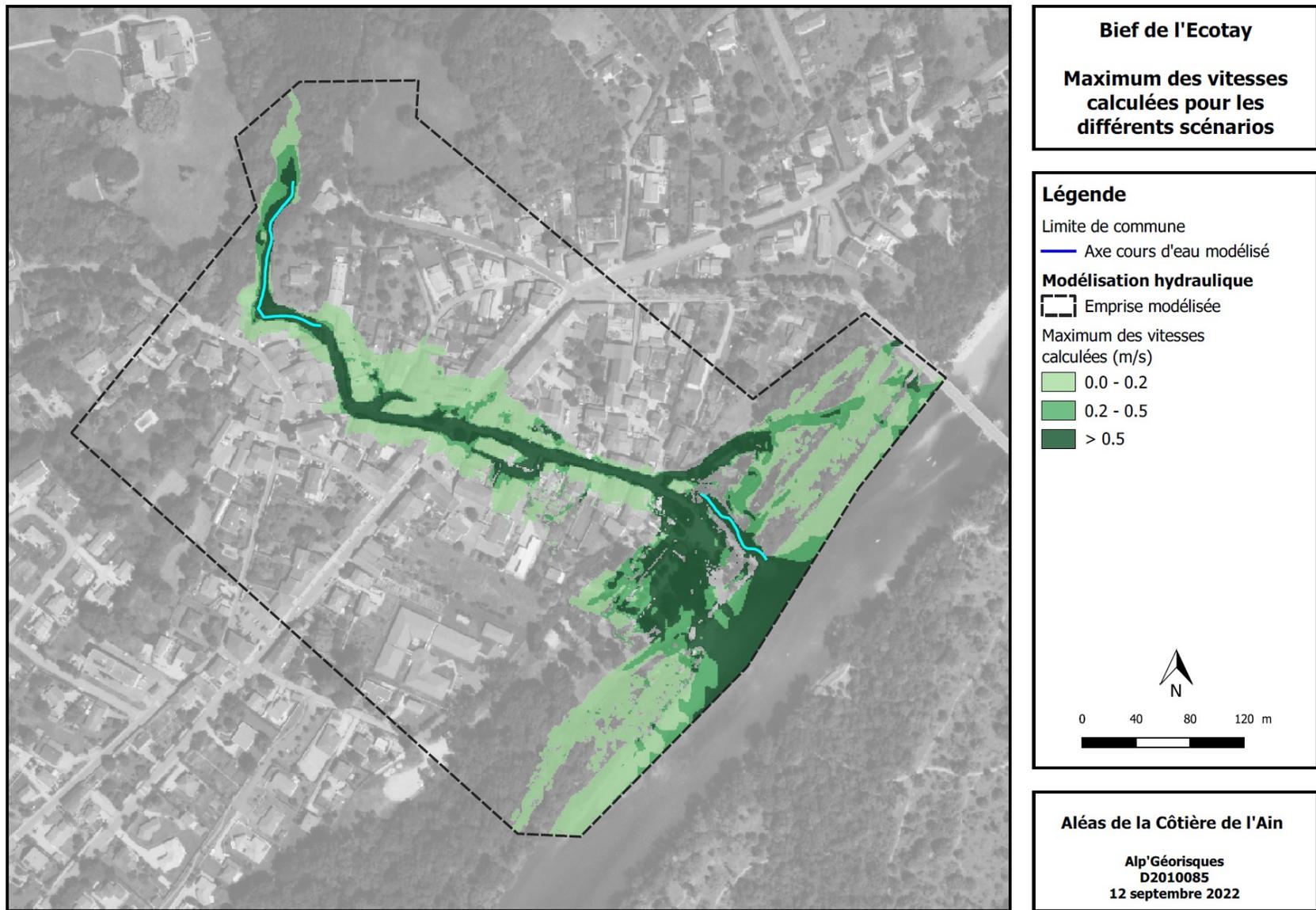


Figure IV.6: Bief de l'Ecotay – Maximum des vitesses calculées pour les différents scénarios simulés

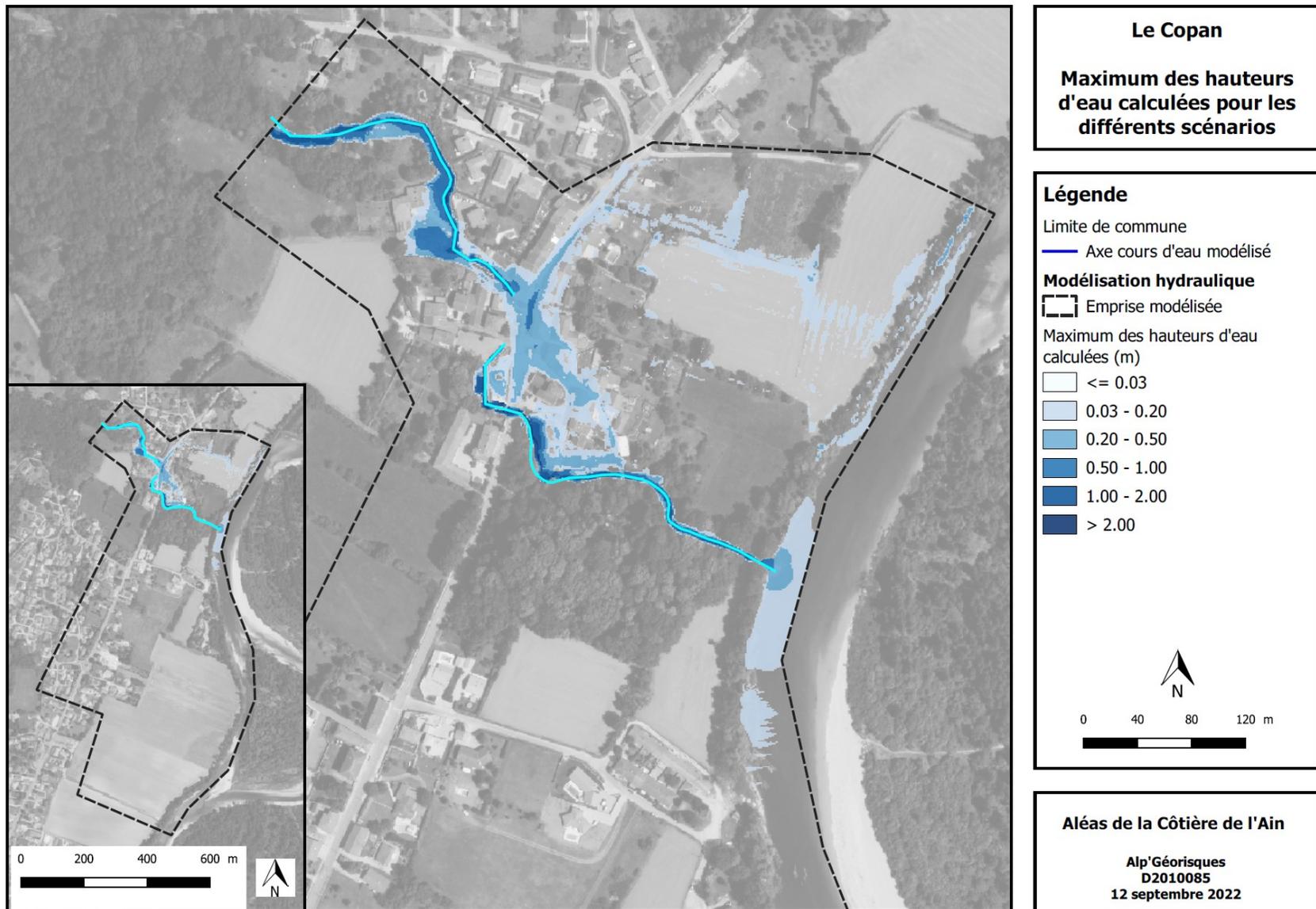


Figure IV.7: Le Copan – Maximum des hauteurs d'eau calculées pour les différents scénarios simulés

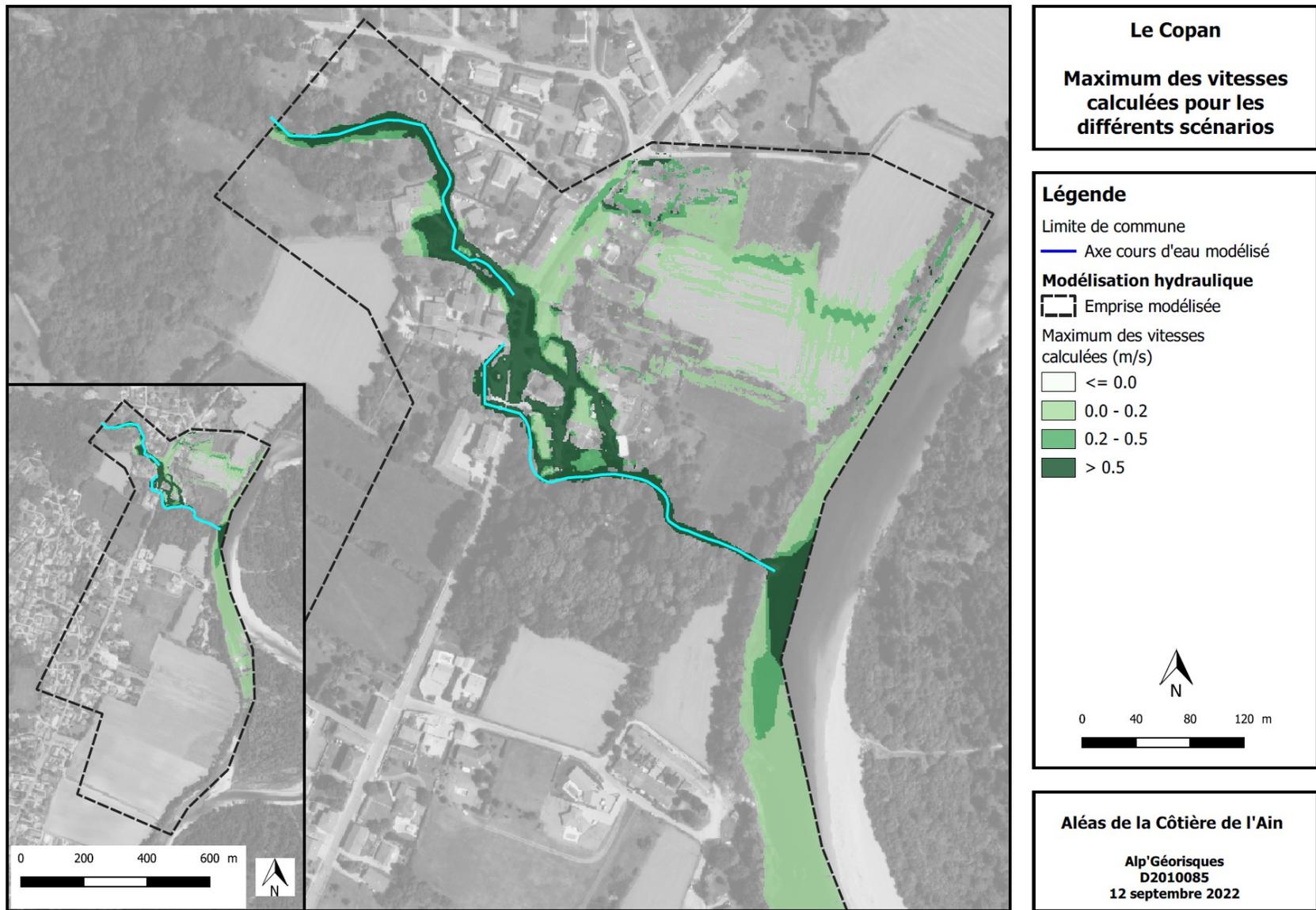


Figure IV.8: Le Copan – Maximum des vitesses calculées pour les différents scénarios simulés

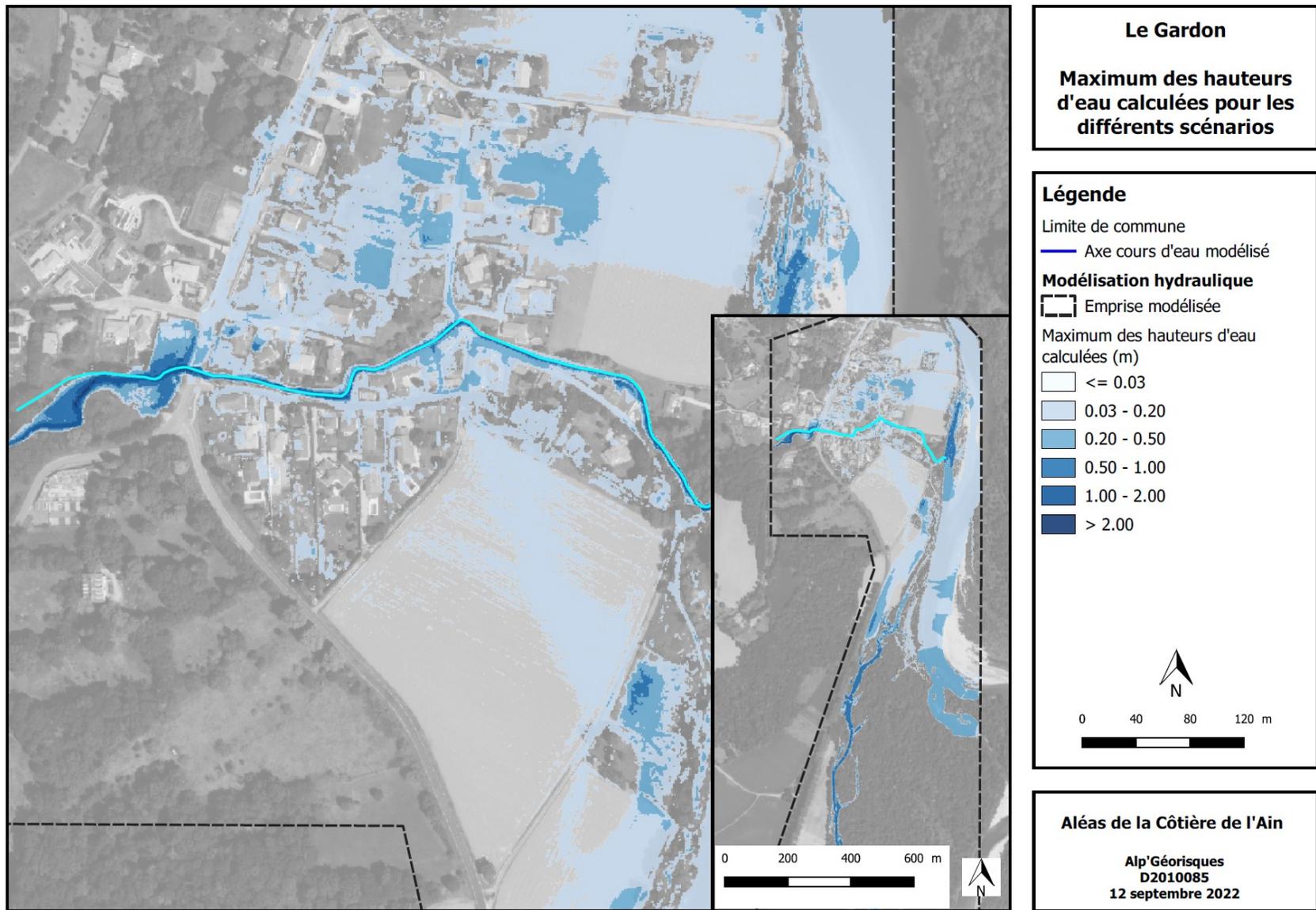


Figure IV.9: Le Gardon – Maximum des hauteurs d'eau calculées pour les différents scénarios simulés

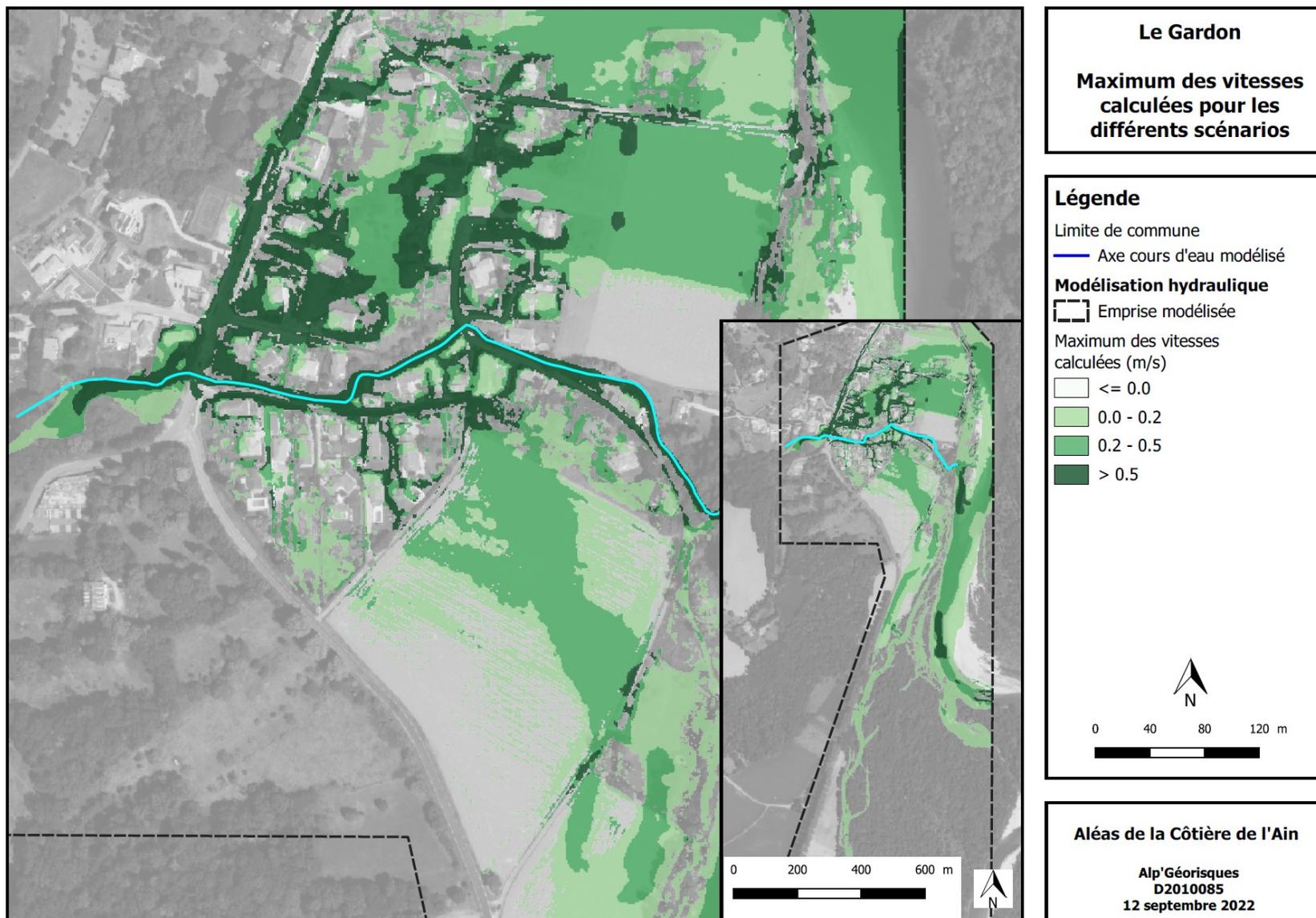


Figure IV.10: Le Gardon – Maximum des vitesses calculées pour les différents scénarios simulés

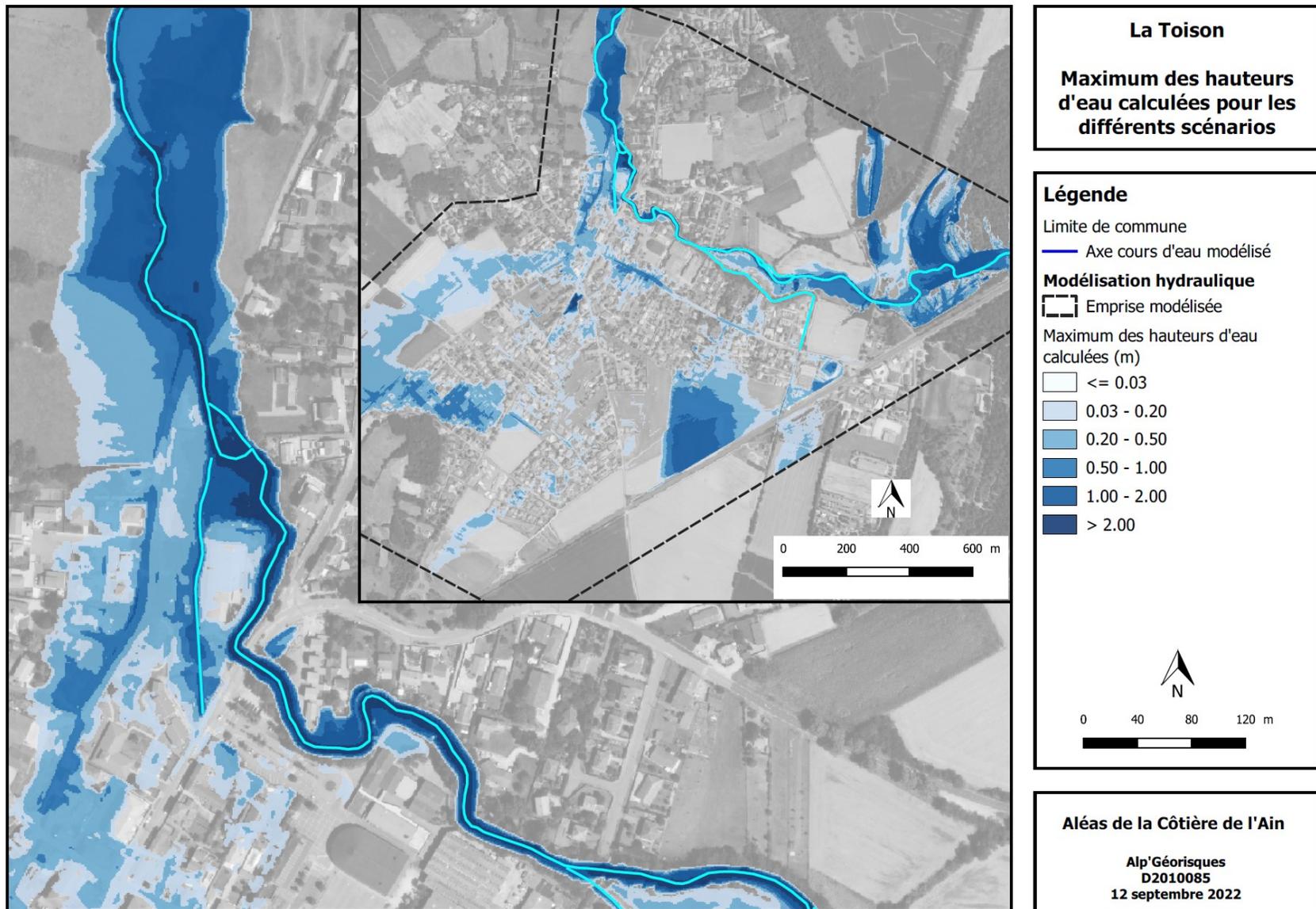


Figure IV.11: La Toison – Maximum des hauteurs d'eau calculées pour les différents scénarios simulés

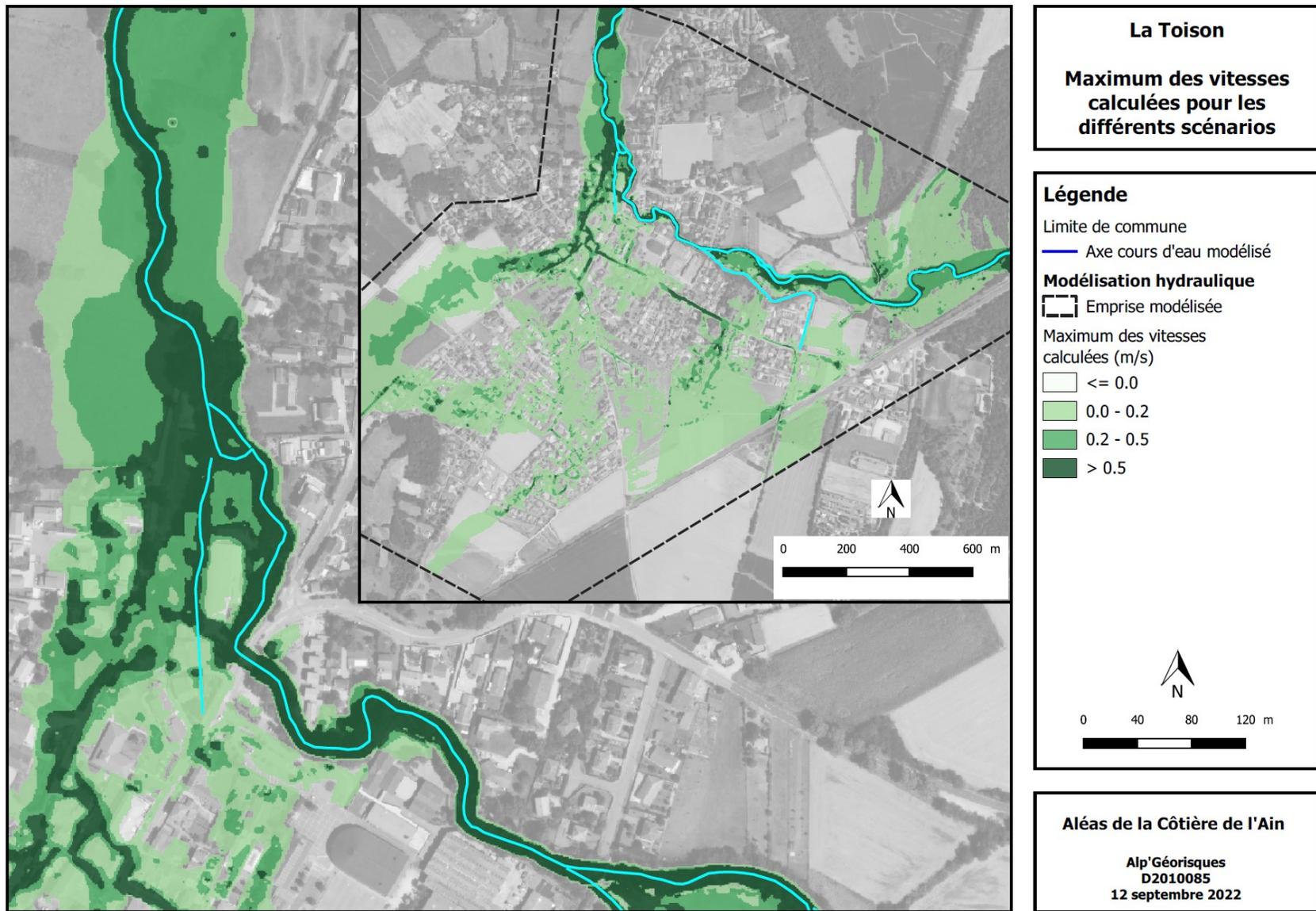


Figure IV.12: La Toison – Maximum des vitesses calculées pour les différents scénarios simulés

V. Bibliographie

1. **Carte topographique** « série bleue » au 1/25 000 Feuille 3130 SB (Ambérieu-en-Bugey)
2. **Carte géologique de la France** au 1/50 000 Feuille 675 Ambérieu-en-Bugey (1988)
3. **Plan cadastral** au 1/5000 des communes de Druillat, Varambon, Priay, Villette-sur-Ain, Châtillon-la-Palud, Villieu-Loyes-Mollon
4. Orthophotoplans de la zone d'étude
5. Lidar Plaine de l'Ain
6. MNT IGN 5 mètres
7. PPRN de la commune de Varambon approuvé le 17 février 2003
8. PPRN de la commune de Priay approuvé le 20 mars 2003
9. PPRN de la commune de Villette-sur-Ain approuvé le 2 mars 2003
10. PPRN de la commune de Châtillon-la-Palud approuvé le 25 juillet 2000
11. PPRN de la commune de Villieu-Loyes-Mollon approuvé le 30 novembre 2001
12. Étude hydraulique et cartographie de l'aléa inondation de l'Ain entre le barrage d'Allement et le Rhône ; Phase 1 : enquête et phénomènes naturels – SAFEGE SAS – avril 2018
13. Étude hydraulique et cartographie de l'aléa inondation de l'Ain entre le barrage d'Allement et le Rhône ; Phase 2 : détermination de l'aléa hydraulique et carte d'aléas – SAFEGE SAS – avril 2018
14. www.insee.fr
15. www.météofrance.fr
16. <https://www.georisques.gouv.fr>
17. www.geoportail.fr
18. www.infoterre.brgm.fr



ALP'GEORISQUES - Z.I. - 52, rue du Moirond - Bâtiment Magbel - 38420 DOMENE - FRANCE
Tél. : 04-76-77-92-00 Fax : 04-76-77-55-90
sarl au capital de 18 300 €
Siret : 380 934 216 00025 - Code A.P.E. 7112B
N° TVA Intracommunautaire : FR 70 380 934 216
Email : contact@alpgeorisques.com
Site Internet : <http://www.alpgeorisques.com/>