COMMUNE DE VILLARD-BONNOT (38)

CARTE DES ALEAS NATURELS PREVISIBLES HYDRAULIQUES ET DE MOUVEMENTS DE TERRAINS

A LA DEMANDE DU SERVICE RTM ET POUR LE COMPTE DE LA COMMUNE DE VILLARD-BONNOT

Dossier	23-1011 I 1	
Indice	**Modifications**	**Date**
d	Suite réunion présentation 04/06	06/06/2024

Nombre de pages : 54

INGÉNIEURS-CONSEILS EN GÉOLOGIE, GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE

181, rue des Bécasses - CIDEX 112F
38920 CROLLES - FRANCE

Tél. +33 (0)4 76 92 22 22
Fax. +33 (0)4 76 92 22 23

contact@geolithe.com
www.geolithe.com

GEOLITHE - SAS au capital de 72 000 € - N° SIRET : 38780859500038 - CODE APE : 7112B - RCS GRENOBLE : 387808595 - N° DE TVA : FR37387808595

LIEU :	Villard-Bonnot (38)
COMMUNE :	Villard-Bonnot (38)
OBJET :	Carte d'aléas pour intégration dans le PLU
TYPE DE MISSION	G5
CLIENT :	Commune de Villard-Bonnot
DOSSIER SUIVI PAR :	Commune : Mme Laetitia WEINSBERG AMO RTM : M. Yannick ROBERT

CHARGE D'AFFAIRE :	Nicolas GEORGE
CHEF DE PROJET :	Nicolas GEORGE
INTERVENANTS	
NOMBRE DE PAGES	54

Dossier	**23-1011 I 1**	
Indice	**Modifications**	**Date**
a	Document initial : phénomènes	12/01/2024
b	Minute aléas	22/04/2024
c	Suite validation RTM	23/05/2024
d	Suite réunion présentation 04/06	12/09/2024

Nombre de pages : 54

Rédacteur : N GEORGE
Visa :

Contrôle : JP JARRIN
Visa :

SOMMAIRE :

1 - PRESENTATION 4

1.1 Problématique 4

1.2 Localisation 5

1.3 Limites de l'étude 5

1.4 Présentation de la commune 6
1.4.1 Données morphologiques 6
1.4.2 Contexte géologique sommaire 6
1.4.3 Contexte climatique 8
1.4.4 Contexte hydrologique 8
1.4.5 Développement de la commune 9

2 - ETUDE DES PHENOMENES 11

2.1 Définition des phénomènes étudiés 11

2.2 Évènements anciens 12
2.2.1 Sources 12
2.2.2 Tableau chronologique des évènements et carte des phénomènes 13

2.3 Description de l'activité des phénomènes 18
2.3.1 Crues, ravinements et ruissellements, inondations 18
2.3.2 Glissements de terrain 19

3 - ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE 20

3.1 Ruisseau de la Combe de Lancey 20

3.2 Ruisseau de Laval 25

3.3 Chantourne 28

3.4 Vorz 28

4 - ETUDE DES ALEAS 30

4.1 Définition des aléas 30
4.1.1 Nature et détermination des aléas 30
4.1.2 Critères de caractérisation des aléas 30

4.2 Description détaillée des aléas 31
4.2.1 Crues rapides des rivières [C] 31
4.2.2 Aléa crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles [T] ... 33
4.2.3 Ravinements et ruissellements sur versant [V] 40
4.2.4 Glissements de terrain [G] 42
4.2.5 Eboulements rocheux [P] 45

4.3 Protections en place 50
4.3.1 Ouvrages influant sur l'aléa 50
4.3.2 Ouvrages n'influant pas directement sur l'aléa 50

5 - BIBLIOGRAPHIE 53

1 - PRESENTATION

Le présent rapport d'étude a été réalisé par le bureau d'Ingénieurs - Conseils **GEOLITHE** pour le compte de la Commune de Villard-Bonnot (38).

Il concerne la réalisation d'une cartographie des aléas naturels prévisibles, pour intégration dans le PLU, selon le CCTP type de l'Isère.

Il est réalisé à la demande du Service RTM de l'Isère, Assistant au Maître d'Ouvrage, et pour le compte de la mairie de Villard-Bonnot, Maître d'Ouvrage.

Il fait suite au périmètre R111-3 approuvé le 28/12/1993 sur la commune, et aux études réalisées pour un PPR qui a été porté à connaissance plusieurs fois le 04/11/2004, puis le 01/06/2007 à la suite des crues de 2005, et enfin le 25/07/2013 (modification ponctuelle) ; ce PPR n'a pas été approuvé.

Il prend en compte les phénomènes survenus depuis 2013, et aussi la nouvelle grille 2016-2022 de classification des aléas en Isère. L'apport d'un MNT Lidar permet également une meilleure prise en compte des micro-reliefs.

Il ne prend pas en compte les crues de l'Isère, traitées par un PPRi existant.

La mission d'étude a été réalisée par :

GEOLITHE
Bureau d'Ingénieurs Conseils

Cidex 112 E – 38920 Crolles
Tél. (33) 04 76 92 22 22 – fax (33) 04 76 92 22 23
E mail : geolithe@geolithe.com

Auteur de l'étude
Nicolas GEORGE

Sous la direction de
Lucas MEIGNAN

1.1 PROBLEMATIQUE

Des *phénomènes naturels* : inondations, ravinements et ruissellements… sont déjà survenus sur le territoire de la commune de Villard-Bonnot.

De tels phénomènes risquent de se reproduire ; il peut aussi se produire des phénomènes encore jamais observés. Cette *probabilité de survenance* d'un phénomène donné, en un point donné, s'appelle *aléa*. On la caractérise par le *degré* de l'aléa, qui qualifie la gravité de la menace générée par cet aléa.

Ces aléas peuvent menacer les activités humaines, et en particulier l'urbanisation qui constitue *l'enjeu* de cette étude. Ils créent ainsi un *risque naturel*.

Une carte des aléas existe déjà sur la commune (R111-3 puis PPR porté à connaissance), mais l'urbanisation grandissante sur impose de considérer les aléas et risques naturels avec une vigilance toujours accrue.

La Mairie de Villard-Bonnot souhaite donc disposer d'une cartographie des aléas naturels prévisibles renouvelée, qui puisse permettre une meilleure prise en compte dans les documents d'urbanisme des risques générés par ces aléas, en considérant l'augmentation de l'étendue des zones constructibles, la nouvelle méthodologie de 2016-2019 (4 niveaux d'aléas au lieu de 3 et critères différents) et les phénomènes survenus depuis lors.

1.2 LOCALISATION

La commune de Villard-Bonnot est située 15km au nord-est de Grenoble, en rive gauche de l'Isère. Elle couvre 6km^2.

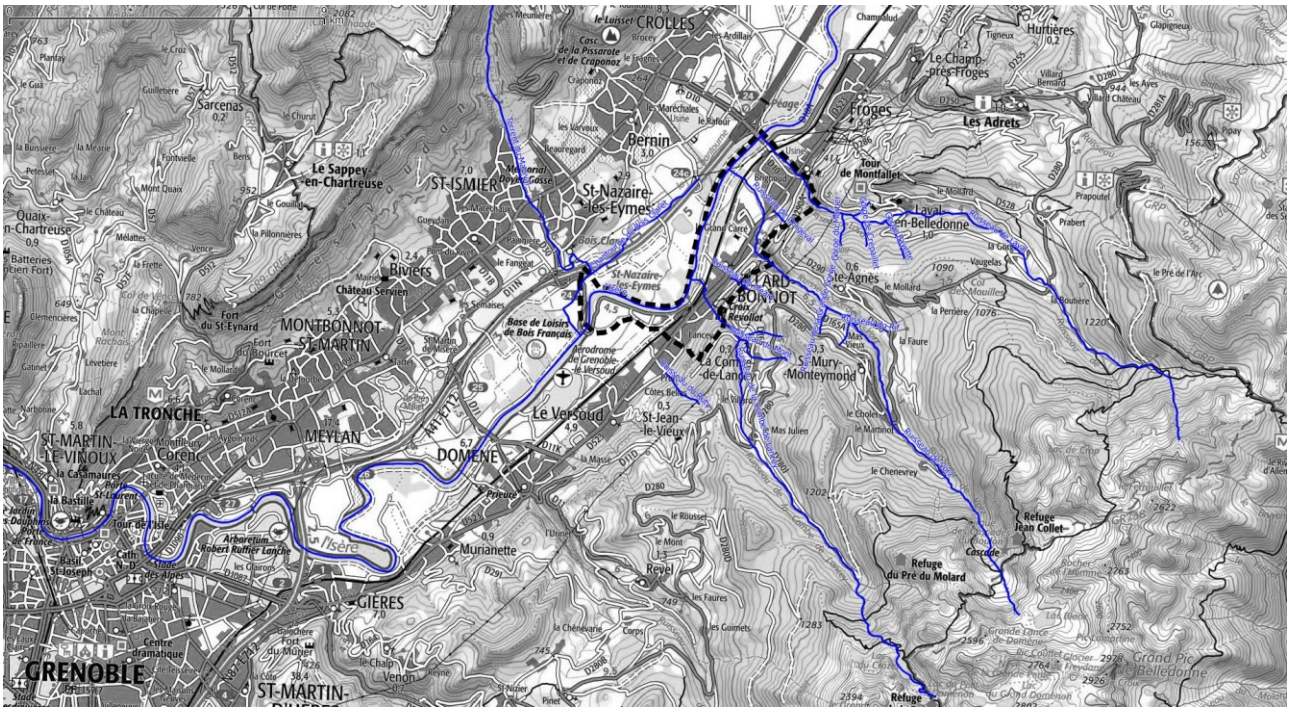


Figure 1 - Situation de la commune de Villard-Bonnot (échelle ≈ 1/150 000)

1.3 LIMITES DE L'ETUDE

L'étude couvre la totalité du territoire communal.

Elle ne prend pas en compte les crues de l'Isère.

Avertissement :
Le présent zonage a été établi en fonction entre autres :

- des connaissances actuelles sur la nature des phénomènes naturels,
- de la topographie et de la morphologie des sites,
- de l'état de la couverture végétale,
- de l'existence ou non d'ouvrages de protection, et de leurs durabilité, perennité et efficacité prévisibles, à la date de la réalisation du zonage.

A travers cette approche complexe des phénomènes et des aléas, on a dû faire le choix d'un aléa de référence, et donc d'un risque résiduel. Dans la mesure du possible, et sauf mention contraire, on a situé ce risque résiduel au-delà de la fréquence centennale.

La présente carte d'aléas ne saurait donc être tenue comme valant garantie contre tous les risques naturels, et spécifiquement, ne prend pas en compte :

- les effets d'un dimensionnement insuffisant des réseaux unitaires ou séparatifs d'eaux pluviales par rapport au niveau de maîtrise affiché par leurs gestionnaires, notamment en zone urbaine, ou d'une évolution de l'urbanisation postérieure à la qualification de l'aléa sans mise en oeuvre de dispositions adéquates pour ne pas aggraver les phénomènes ;
- la présence de sols compressibles, notamment dans les zones humides.

L'attention est également attirée sur le fait que :

- les phénomènes pris en compte ne le sont que jusqu'à un certain niveau de référence, centennal en général ; un aléa de fréquence centennale a une chance sur 100 de se produire chaque année (en termes d'ordre de grandeur, cela correspond à une probabilité de 50 % que l'évènement soit rencontré au cours d'une vie humaine de durée moyenne) ;
- en cas de modifications, dégradations, disparitions ou défaut de gestion correcte d'ouvrages de protection pris en compte lors de la qualification des aléas, les risques peuvent être aggravés et justifier, de la part de l'ensemble des acteurs concernés, des précautions supplémentaires pour prévenir le risque de référence.

Enfin, les cartographies ont été réalisées avec comme référentiels les fonds de la BDOrtho 2021, du LidarHD (2021) et du cadastre digitalisé (2023), qui n'ont pas présenté de différences notoires. L'échelle des cartographies est donc parcellaire, mais son tracé n'est plus valide si on s'éloigne trop de l'échelle 1/5 000 des cartes présentées.

1.4 PRESENTATION DE LA COMMUNE

1.4.1 Données morphologiques

Le territoire de la commune est situé au pied des coteaux de Belledonne, en rive gauche de l'Isère.

Il fait partie du bassin versant de l'Isère, et est drainé par les trois ruisseaux principaux de Laval au nord, qui forme la limite communale avec Froges, du Vorz au centre et de la Combe de Lancey au sud. Ces ruisseaux ont des bassins versants qui remontent jusqu'à la crête de Belledonne, avec un point culminant au Grand Pic à 2977m.

1.4.2 Contexte géologique sommaire

Ce paragraphe a été rédigé d'après la carte géologique (BRGM 1969) et l'excellent site Géol-Alp de Maurice Gidon, complétés et recoupés par des observations de terrain.

La commune de Villard-Bonnot se situe au pied des collines bajociennes des Balcons de Belledonne, à cheval entre celles-ci et la plaine alluviale de l'Isère.

Les terrains du substratum y sont sédimentaires, avec un ordonnancement globalement conforme (l'âge des terrains en un point donné va croissant de haut en bas).

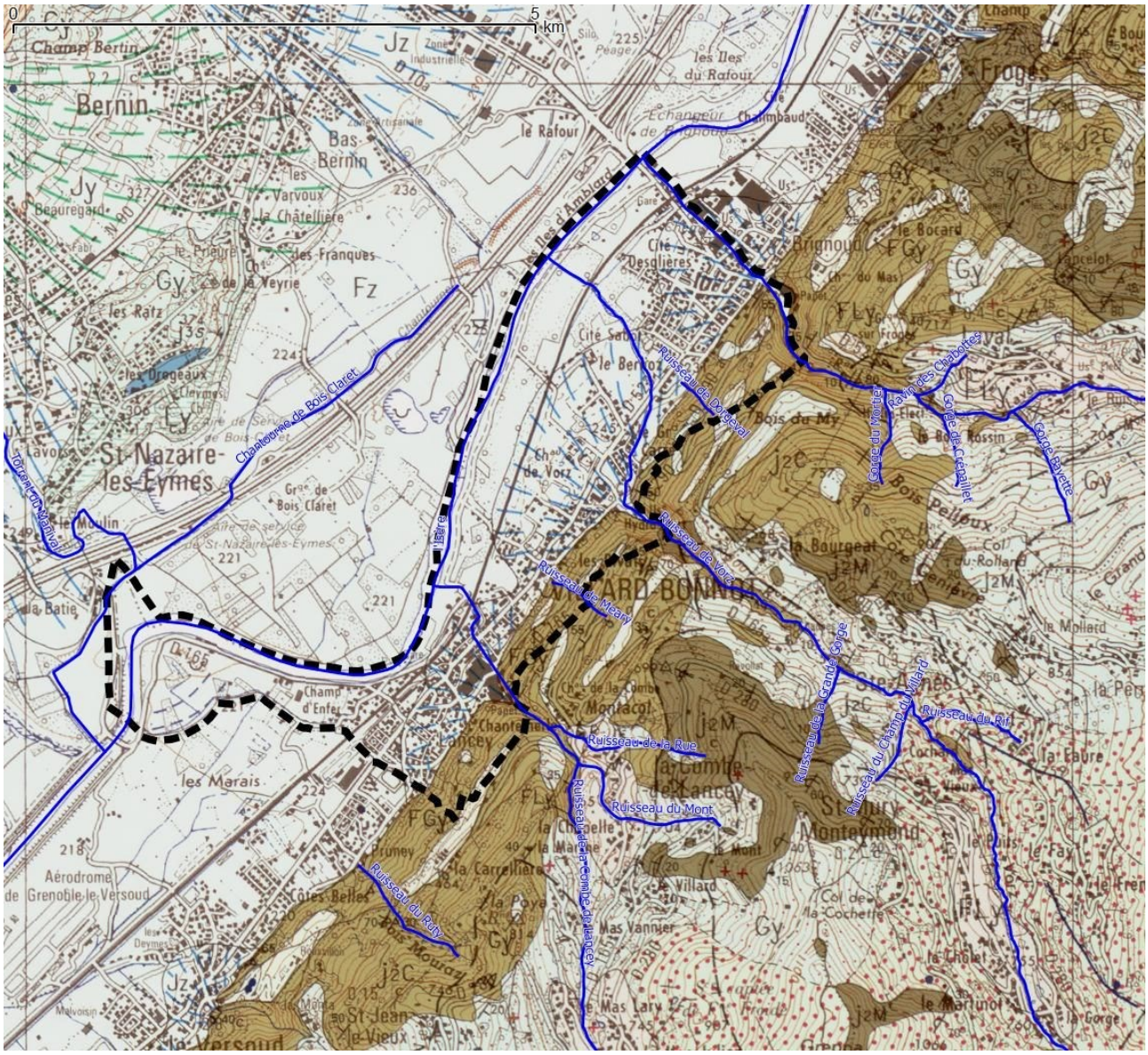


Figure 2 – Extrait de la carte géologique au 1/50 000 Grenoble (BRGM, 1969)

Les terrains du coteau sont des calcaires bajociens (J2C, brun clair), plus ou moins marneux avec fines intercalations de marnes grises (parfois peu visibles).
Des affleurements de marnes bajociennes de même âge sont indiqués par la carte géologique en limite de commune dans le Vorz.

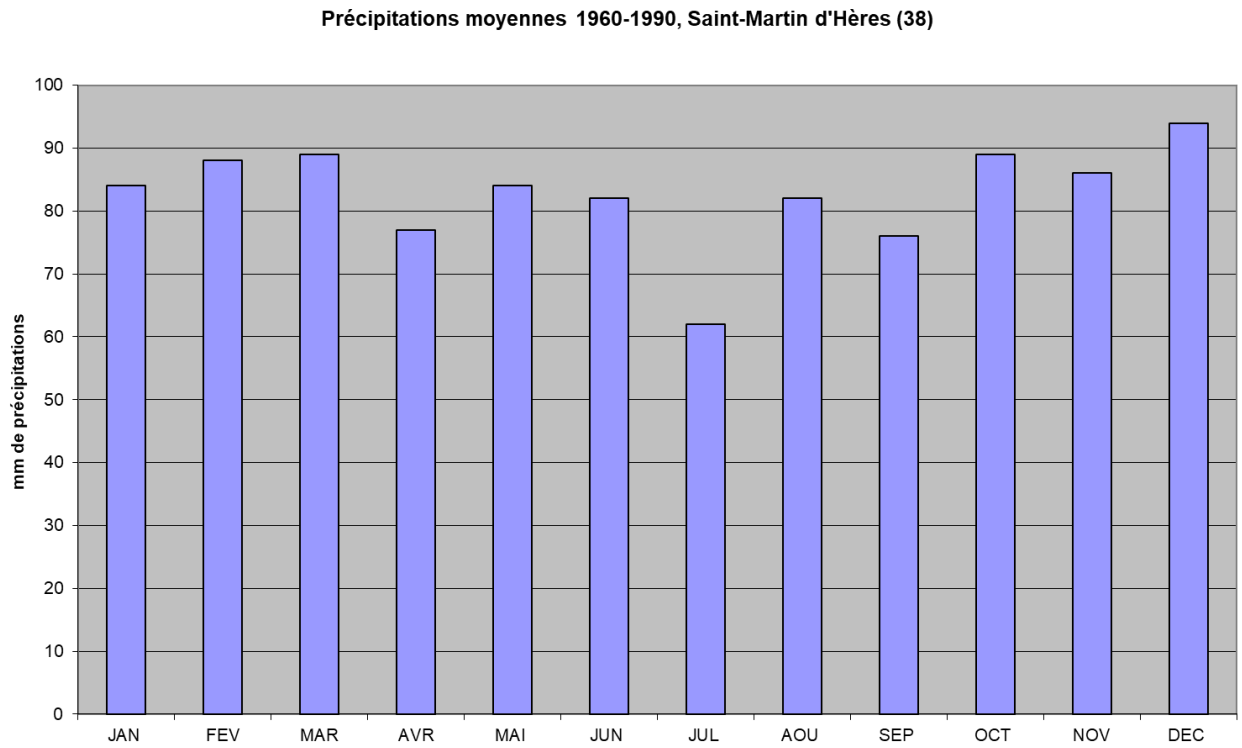
Ces terrains sont recouverts dans la plaine de l'Isère par des formations récentes (Quaternaire, Würm en général, moins de 30 000 ans) :

- des alluvions de l'Isère(blanc, Fz),
- des cônes de déjections des torrents affluents (blanc à traits bleus, Jz),
- des moraines à quelques endroits sur les coteaux (beige, Gy).

Les problèmes les plus courants de risques de mouvements de terrain sur la commune viennent des terrains meubles et plus argileux (moraines glaciaires, altérites des calcaires ou a fortiori des marnes). Leurs facteurs prépondérants de stabilité (perméabilité et teneur en argile) peuvent évoluer latéralement ; certains faciès très argileux sont assez défavorables du point de vue des glissements de terrain.
D'autre part, les calcaires des coteaux peuvent fournir quelques rares éboulements rocheux lorsque les affleurements le permettent.

1.4.3 Contexte climatique

Les précipitations annuelles sont modérées à Villard-Bonnot, de l'ordre de 1000mm.
Les mesures réalisées par Météo France à St Martin d'Heres (201m, 10km au SW) sont présentées dans le graphique ci-après. Les précipitations annuelles moyennes y sont de 994mm d'eau, avec un régime de pluies plus réduites en été.



Du point de vue des précipitations extrêmes, on pourra par exemple retenir des évènements passés survenus dans les environs :

- Le 09/07/1958, 136mm en 24h à Eybens (15km au SW),
- les 13 et 14/02/1990, 125mm au Versoud (5km au SW) en 48h
- les 21 et 22/08/2005, 32 mm au Versoud (220 m), 66mm à Revel (700 m), 109mm à La Ferrière d'Allevard (950 m), 160mm à Chamrousse (1700 m) et 278mm au refuge de la Pra (2100 m).

Compte tenu de ces informations, on peut donc tabler sur une pluie journalière centennale de l'ordre de 100 à 120mm à Villard-Bonnot, voire plus (150mm ?) si l'on considère que les calculs de pluies d'après un réseau de pluviomètres lâche (plus espacé que la taille moyenne d'un orage) ont tendance à sous-estimer les précipitations extrêmes.

1.4.4 Contexte hydrologique

La commune est située entre l'Isère, son lit majeur et les coteaux de Belledonne ; de ces derniers descendent trois torrents principaux descendant de la crête de Belledonne, du nord au sud celui de Laval, du Vorz et de la Combe de Lancey.
Chacun de ces torrents a un cône de déjection bien marqué qui surplombe la plaine de l'Isère proprement dite, ces cônes sont latéralement jointifs.
S'y rajoutent de plus petits ruisseaux qui coulent sur la partie basse, plus raide, du coteau entre les précédents : du nord au sud Dorgeval, Méary, et Lunette sur la limite communale avec le Versoud au sud. Leurs cônes sont bien plus modestes.

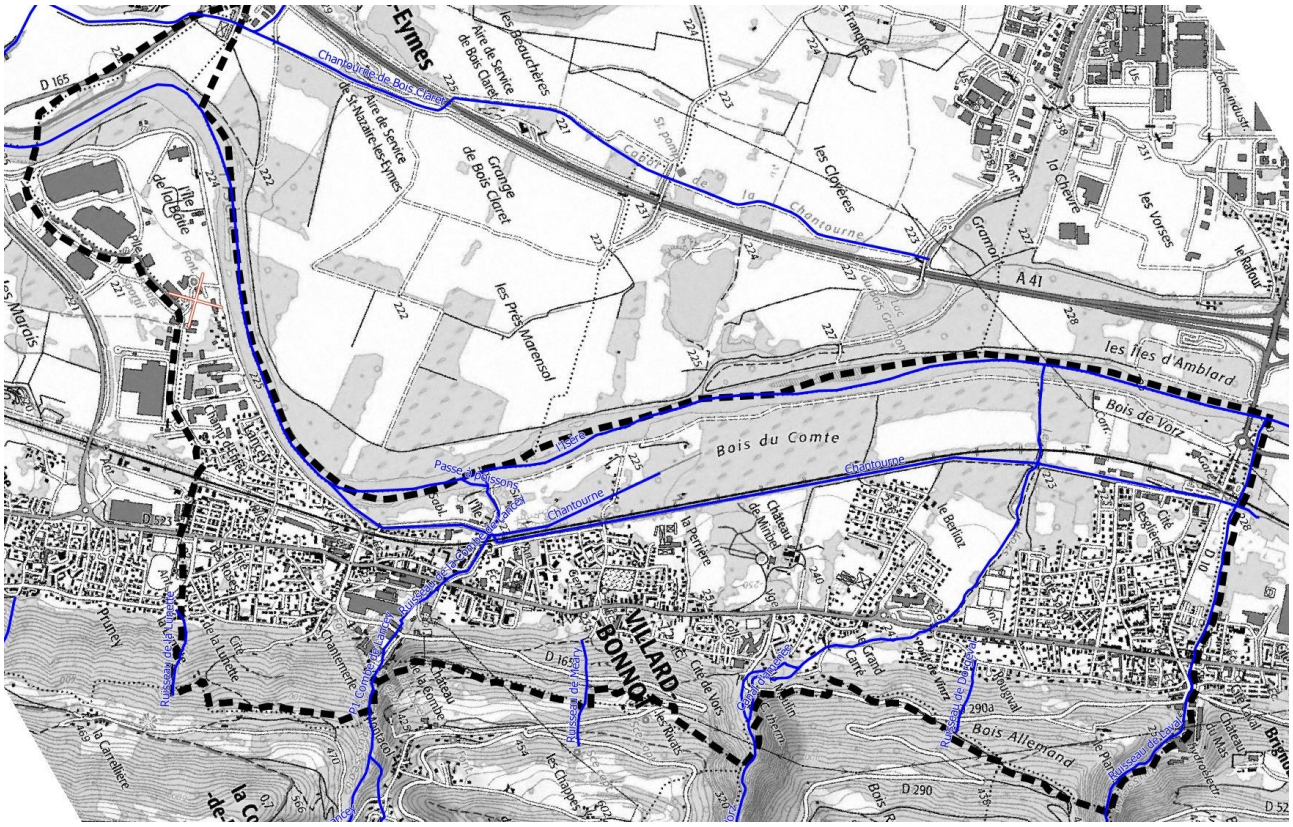


Figure 3 – Hydrologie de la commune

La plaine de l'Isère est à peu près délimitée par la Chantourne, canal réalisé vers le XVIII-XIXe siècle pour assainir cette plaine, qui se jette dans l'Isère au niveau du cône du ruisseau de la Combe de Lancey. De même sur la petite partie du territoire communal en rive droite de l'Isère, la Chantourne de Bois Claret, qui reçoit les eaux du Manival, est comprise dans la plaine de l'Isère.

Au sud du cône du ruisseau de la Combe de Lancey, la plaine de l'Isère va jusqu'au stade au niveau de la limite communale, englobant toute la partie vers l'Ile de la Batie.

1.4.5 Développement de la commune

L'urbanisation est devenue assez continue dans la partie de la commune entre les crues de l'Isère (plus ou moins délimitées par la Chantourne) et le coteau, avec une progression continue depuis le XIXe siècle comme le montrent les cartes suivantes.

Cette croissance a connu plusieurs phases, avec l'urbanisation des cônes de Lancey et de Brignoud (Laval) avec les papeteries Bergès et Fredet autour de la fin du XIXe siècle, et celle du cône du Vorz plus récente vers la fin du XXe.



Figure 4 – Développement urbain de la commune en 1825, 1950 et 2020

2 - ETUDE DES PHENOMENES

Dans un premier temps, nous avons recensé les différents phénomènes observables sur la commune ou répertoriés dans le passé. Cela permet de dresser un « état des lieux » de l'activité des phénomènes sur la commune.

2.1 DEFINITION DES PHENOMENES ETUDIES

Les phénomènes étudiés sont énumérés et définis dans le tableau ci-après.

Phénomènes	Symboles	Définitions
Inondation de plaine (non étudié, cf. PPRi)	*I*	*Inondation à montée lente des eaux, permettant de prévoir et d'annoncer la submersion des terrains et donc de disposer de temps pour prendre des mesures efficaces de réduction des conséquences de l'inondation (ordre de grandeur de 12 h souhaitable). La vitesse du courant reste souvent faible, mais peut être localement élevée, voire très élevée. Les marais du Rhône relèvent de ce type.* *A ce phénomène, sont rattachées les inondations par remontée de nappe ou par refoulement de rivières à crue lente dans leurs affluents ou les réseaux (temps de réaction disponible également important).*
Crue rapide des rivières	C	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.
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. L'eau provient d'un ruissellement sur versant.
Crue des torrents et ruisseaux torrentiels	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 dans la continuité des tronçons à forte pente 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.

Phénomènes	Symboles	Définitions
Ruissellement sur versant Ravinement	V	Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique, généralement suite à des précipitations exceptionnelles. Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosion localisée provoquée par ces écoulements superficiels, nommée ravinement.
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.
Eboulements rocheux	P	Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est limité à quelques centaines de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulement en masse (ou en très grande masse, au-delà de 1 million de m3).
Affaissement, effondrement (pour mémoire à Villard-Bonnot)	*F*	*Evolution de cavités souterraines avec des manifestations en surface lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement) ; celles issues de l'activité minière (P.P.R. minier) ne relèvent pas des risques naturels et sont seulement signalées.*
Suffosion et tassements (pour mémoire à Villard-Bonnot)	*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. Les tassements de matériaux tourbeux rentrent également dans cette catégorie.*

2.2 ÉVENEMENTS ANCIENS

2.2.1 Sources

On a pu consulter les archives du RTM, ainsi que les bases de données Géorisques, IRMa et du CD38.

Le Symbhi et la mairie ont également été interrogés mais n'ont pas apportés d'évènements supplémentaires par rapport à ceux déjà recueillis. Par contre, un certain nombre d'évènements ont été retrouvés dans les archives du Symphi, et notamment dans l'édute de 2008 du laboratoire Edytem sur la crue du Vorz de 2005.

Une réunion de recueil d'informations historiques a été organisée en mairie le 16/01/2024, et a permis de recueillir de nombreux témoignages, permettant souvent de préciser des évènements déjà connus.

Enfin, l'analyse diachronique de photos aériennes, par exemple les missions de 1948 pour le Vorz, ont permis de préciser certains évènements.

2.2.2 Tableau chronologique des évènements et carte des phénomènes

Date	**Localisation**	**Phénomène**	**Source**
XIIe siècle ?	*Vorz*	*Le Vorz aurait été détourné sur la rive droite de son cône pour assainir les terres autour du Château en rive gauche.*	*Témoignage*
11/1748	Vorz	Crue du Vorz avec dommage à un canal transversal dans la plaine, peut-être la Chantourne au sud du château de Vorz vers le bourg de Villard Bonnot ?	Plan AD38 cote 31J7, cité in Edytem 2008
02/09/1831	Vorz	Crue du Vorz (déjà endigué sur son tracé actuel) avec rupture des digues à l'aval de la D523	IRMa, Edytem 2008
08/09/1831	Combe de Lancey	Crue du ruisseau de la Combe de Lancey avec rupture de berges et nombreux débordements	Edytem 2008
1852	Vorz	« Dans le courant de l'année, le ruisseau ayant rompu une de ses berges et sorti de nouveau de son lit a interrompu la circulation qui a été ensuite rétablie par les habitants de Villard Bonnot. »	Edytem 2008
29, 30 et 31/05/1856	Ruisseau de Laval	« Les eaux du torrent de Brignoud *[ie de Laval]* ayant surmonté et rompu les berges, se sont jetées sur le chemin qui, par son élévation au-dessus de la plaine, a formé barrage et retenu les eaux à une certaine hauteur. »	Edytem 2008
21/07/1882	Ruisseau de Laval	Inondations en amont du chemin de fer, rupture de la digue en RG	IRMa
18/12/1910	Ruisseau de Laval	Inondations au niveau du chemin de fer	IRMa
Printemps 1912	Vorz	Crue du Vorz qui déborde de son lit	Edytem 2008
24/07/1914	Combe de Lancey	Inondation de l'usine de M. Roux [?], submersion de la digue du chemin de fer, inondation de la route de St Nazaire (actuel quai des Négociants ?), maisons et cultures inondées dans la plaine	IRMa

Date	Localisation	Phénomène	Source
15/07/1922	Combe de Lancey	« À la suite de violentes pluies, les eaux du ruisseau torrentiel de Lancey grossirent considérablement, charriant des pierres et graviers qui se déposèrent dans la traversée de la plaine de l'Isère et comblèrent le lit du ruisseau sur 300 m de longueur environ. Le pont du chemin de fer de Grenoble à Montmélian fut presque totalement bouché malgré la présence sur les lieux d'une équipe chargée de la dégager. Les eaux atteignirent la voie ferrée, mais sans causer de dégâts. Elles franchirent la ligne de chemin de fer dans un passage inférieur à l'usage d'un chemin rural et se déversèrent dans le canal d'assainissement de Tencin à Lancey qu'elles comblèrent de déjections. Le comblement de ce canal eut pour conséquence l'inondation de la plaine. »	Edytem 2008
24/09/1924	Vorz	« À la suite de violentes averses, les eaux du ruisseau torrentiel du Vorz grossirent considérablement le 24 septembre dernier, charriant des galets et des graviers qui se déposèrent dans la traversée de la plaine de l'Isère et comblèrent une partie du lit du cours d'eau. Les eaux débordèrent, creusèrent plusieurs corrosions dans les digues et ouvrirent même une brèche de 39 m de longueur dans celles de la rive gauche. »	Edytem 2008
14/07/1933	Vorz	« À la suite des violents orages des 14-15 juillet 1933, les eaux du ruisseau du Vorz démesurément grossies ne purent être contenues dans le lit devenu insuffisant et se répandirent dans la partie basse de la plaine, en ouvrant une brèche dans la digue rive gauche à 300 m environ en amont du chemin de fer. »	Edytem 2008
02/07/1939	Combe de Lancey	Dégâts aux papeteries à l'aval de la D165 et aux habitations à l'aval, place de la Houille Blanche inondée, pont de Pologne obstrué, plusieurs milliers m^3 de matériaux sur la place avec blocs de 200-300kg.	RTM, IRMa
08/1948	Vorz	Le Vorz entre en crue suite à un orage sur la partie intermédiaire du bassin versant. Engravement des champs (surtout en amont de la nationale et en aval de l'étang du Sabot) et hameaux.	RTM, Edytem 2008, photo aérienne 09/48
27/06/1958	Combe de Lancey	Importants dégâts aux papeteries	IRMa
13/04/1963	D290a	Coulée de boue « en provenance de la route de Ste Agnès » (du Dorgeval ?)	IRMa
04/05/1977	Lunette (Versoud)	Glissement puis coulée de boue 200m en amont de la plaine, s'étale sur cité de la Lunette au Versoud	IRMa
09/02/1984	Lunette	Crue comparable à 1977, 500m^3 de matériaux	IRMa

Date	Localisation	Phénomène	Source
13/02/1984	Pépinière, Dorgeval (Brignoud)	Glissement puis coulée de boue dans le ruisseau de Dorgeval, traces de boue à 5-6m de haut, 1500 à 2000m^3 de matériaux au pied s'étalent en rive gauche	RTM
19/06/1986	Ruisseau de Meary	Epanchement limité de matériaux au débouché du ruisseau, et inondations en aval vers la nationale	RTM, témoignage
	Vorz	Désordres sur le canal d'amenée à la citerne (canal de la Vielle Eau ?), inondation des quartiers de la plaine	RTM
1988	Ruisseau de Laval	Inondations de l'usine Atochem	IRMa
12/02/1988	lacet D165	Glissement lié aux eaux de la RD, des coulées à l'aval obstruent le canal d'amenée de la citerne du Vorz	DL, RTM
01/05/1994	*Conduite*	*Rupture de conduite qui génère un ruissellement anthropique*	*CD38*
11/01/1995	Pépinière	Glissement de talus touche une terrasse avec mur de soutènement de la maison Masciave rue de la Pépinière	RTM, témoignage
16/01/1995	Vorz	Glissement en RD du Vorz : 200m² sur l'enrochement existant, et chute de bois sur l'autre rive	RTM
07 et 08/06/1996	Ruisseau de Laval	Embâcle au niveau des ponceaux à l'aval de l'usine vers la Chantourne, 20cm à 1m d'eau dans l'usine, CatNat	RTM, témoignage
	Vorz	500m^3 de matériaux dans la plage de dépôts aval (étang du Sabot) qui arrive en limite de capacité, pont emporté au confluent avec l'Isère et cheminement de la digue rompu	IRMa, témoignage
16/08/1999	Combe de Lancey	Pont de la Pologne en limite de capacité (20cm de revanche)	IRMa, témoignage
2001	D290a	Glissement à côté de l'ancienne usine hydroélectrique, suite à la rupture d'une conduite	IRMa
04/2001	Lunette	Glissement de talus de 10 à 15m3 dont un petit peu sur Av d'Espagne, suite fuite conduite AEP	RTM
22 et 23/08/2005	Vorz	La plage de dépôts en amont de la centrale retient 8000m^3, le lit est à la limite en aval (pont en charge, petits débordements locaux en RD vers les tennis et en aval) ; débit 35-40m^3/s	RTM, témoignage

Date	Localisation	Phénomène	Source
	Combe de Lancey	Tunnel sous les Papeteries bouché (2m d'eau et de matériaux dans les Papeteries), les débordements suivent D165/Av Papeteries/quai Négociants en s'épanchant en RG (et aussi par l'Av Aristide Bergès, plus marginalement), des écoulements suivent le Bd de la Pologne jusqu'en face de la mairie en RD, la commune est déclarée en CatNat. La crue est estimée trentennale environ d'après ETRM 2021 et Suez 2022.	RTM, témoignage
09/04/2006	Dorgeval	Glissement puis coulée de boue dans le Dorgeval, arrêtée sur la D290a, coupée ; qq m^3 le 6/4 et 50m^3 le 9/4 ; 10 à 50cm d'eau et boue sur la D290a	RTM
2012 ?	Ruisseau de Laval	Un glissement de terrain au niveau des prises d'eau en rive droite juste en amont du site Ahlstrom obstrue presque intégralement la galerie.	Suez
29/12/2019	D290a	Un glissement coupe la route entre la D290 et le Dorgeval, déviation par la D290	BDRTM, témoignage
01/2020	Pont Basset, rue Gambetta	Glissement de talus en pied de versant d'une dizaine de m3 juste à gauche et/ou derrière les garages, suite à défrichement en amont par pelle araignée	BDRTM
01/12/2023	Ruisseau de Meary, D165	Fortes érosions (10m large environ) dans le ruisseau de Meary, coupe la D165a puis coule sur la D165, étalements vers les Papeteries, qq cm boue jusque Bd Aristide Bergès	RTM, témoignage
15/12/2023	Vorz	Erosion d'une ancienne prise d'eau (Vieille Eau) en amont du pont, débordements limités sur la D290	RTM
12/2023-01/2024	Coteaux	Nombreux glissements de talus superficiels sur les routes du coteau	Terrain
18/01/2024	D290a	Glissement de talus amont au PR 0+400	CD38



Figure 5 – Photo de la crue du ruisseau de la Combe de Lancey du 02/07/1939 (IRMa)



Figure 6 – Photos de la crue du ruisseau de la Combe de Lancey du 23/08/2005, au niveau de la D523 puis du quai des Négociants (IRMa), débordement en amont des papeteries et vue aérienne du secteur de la gare (in ETRM 2021)

Signalons pour mémoire un arrêté de Catastrophe Naturelle auquel il n'a pas été possible de rattacher de phénomène particulier sur la commune, pour tempête du 6 au 19/11/1982 (généralisé sur une grande partie de la France ; à St Etienne de St Geoirs, on relève 50mm en 24h et des rafales à 120km/h).

De même, d'autres évènements pour lesquels on ne dispose pas toujours d'informations sur la commune ont été cités au 1.4.3 ci-dessus.

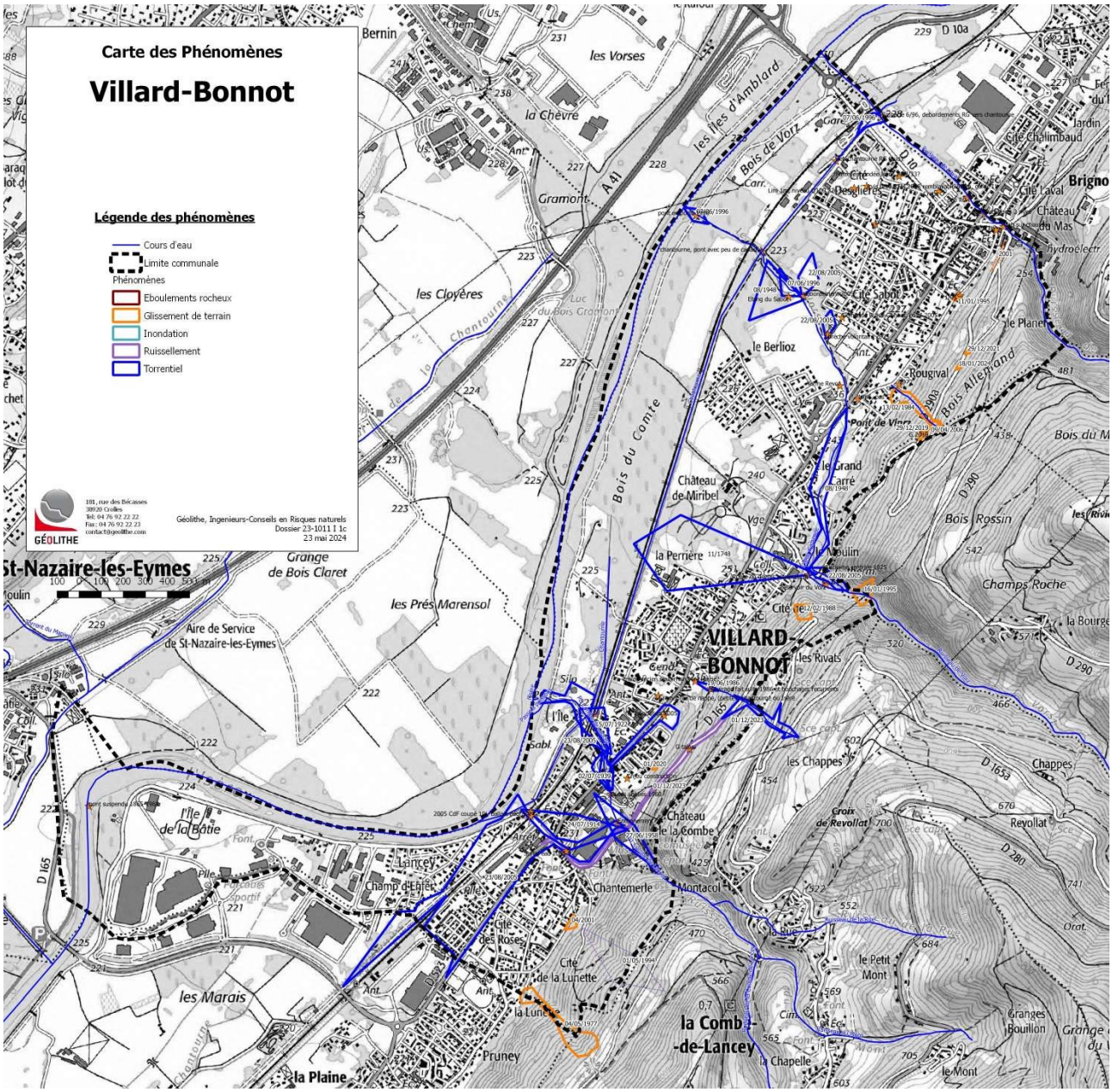


Figure 7 - Carte des phénomènes (échelle ≈ 1/30 000)

2.3 DESCRIPTION DE L'ACTIVITE DES PHENOMENES

2.3.1 Crues, ravinements et ruissellements, inondations

Les crues suivent les ruisseaux de la commune : principalement les ruisseaux de Laval, du Vorz et de la Combe de Lancey, mais aussi de plus petits ruisseaux comme ceux de Meary, du Dorgeval ou de la Lunette.

2.3.2 Glissements de terrain

Les phénomènes concernent essentiellement les coteaux ; ils sont plus visibles au pied quand ils interfèrent avec les urbanisations, plus intenses dans le versant et notamment en bordure des cours d'eau.

3 - ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

3.1 RUISSEAU DE LA COMBE DE LANCEY

L'étude la plus récente est celle du schéma d'aménagement réalisée par Suez Consultants pour le compte du Symbhi, et plus particulièrement pour cette étude la phase 1 de diagnostic (Suez 2022). Elle reprend assez largement celle précédente d'ETRM en 2021.

Les hypothèses de base sont, pour un bassin versant de 18km², une crue décennale de 15m³/s et une crue centennale de 35m³/s, avec des volumes de matériaux apportés sur le cône évalués à 6 000 et 28 000m³ resp. (à comparer à un volume déposé de 20 000m³ lors de la crue de 2005, bien inférieure à la centennale).

D'un point de vue morphologique, elle souligne la particularité du profil en long de ce torrent, avec une section de gorges très pentue (très supérieure à 20 voire 30%) en aval d'une section plus régulière vers 12% de pente sur les Balcons, débouchant directement sur le cône de déjections où la pente aménagée est de l'ordre de 8 à 10% sous le site Bergès jusqu'à la D165, et 2% sous les papeteries en aval.

Cette étude définit deux scénarios de crue centennale :
- S100A, sans bouchage à l'amont du site Bergès (ouvrage P1 à la sortie des gorges) mais avec forts débordements à l'ouvrage sous les papeteries, comme en 2005,
- S100B, avec bouchage du premier souterrain sous le site Bergès et forts débordements à ce niveau.

La détermination des niveaux d'aléas n'est pas explicitée ; il est fait mention des grilles classiques relatives à l'aléa fluvial, avec la précision qu'elles ne sont pas applicables au torrentiel.

Dans le cadre de la méthodologie iséroise (cf. §4.2.1.1 p31), le scénario S100A nous semble le plus probable (probabilité forte), celui S100B de probabilité moyenne.
Le calage des niveaux d'aléa est délicat ; les intensités affichées sont bien supérieures à celles observées lors de la crue de 2005 (intensité décroissant rapidement au niveau moyen hors du lit) même pour le scénario S100A, mais cette crue était significativement inférieure au centennal et correspondrait plutôt au scénario trentennal S30B.
Compte tenu des probabilités des scénarios, pour le scénario S100A les niveaux d'intensité faible à moyen correspondent à des aléas resp. moyen T2a à fort T3a dans la méthodologie iséroise.
Par contre, les aléas du scénario S100B demanderaient à être examinés plus en détail avec la possibilité éventuelle de les réévaluer à la baisse, au moins loin des débordements initiaux sur le site Bergès (embâcles/débâcles sur les ruines des bâtiments amont, intensités fortes à très fortes) et des écoulements principaux une fois que les intensités sont susceptibles de décroître significativement.

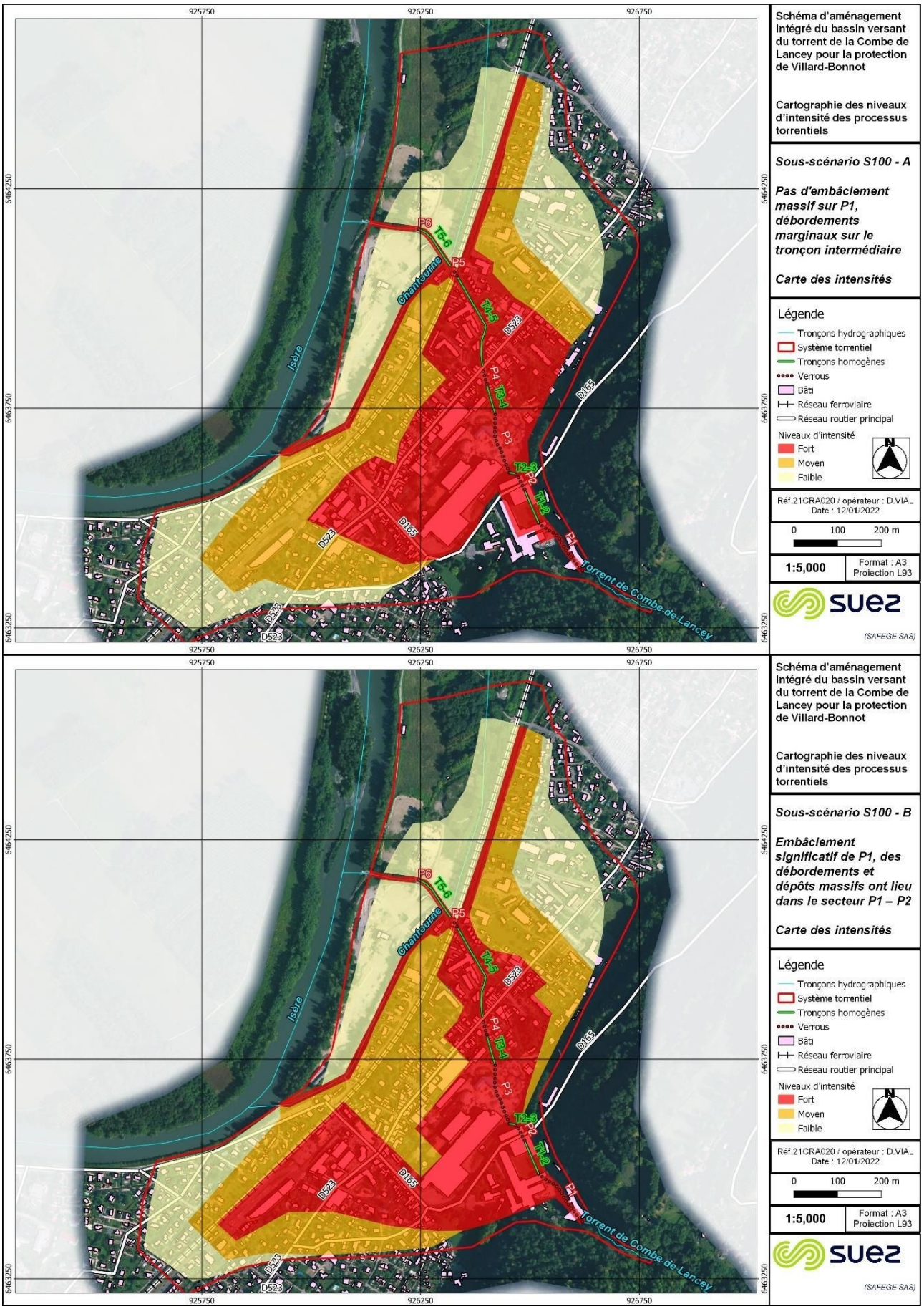


Figure 8 – Cartes des aléas pour les scénarios S100A et S100B (Suez 2022)

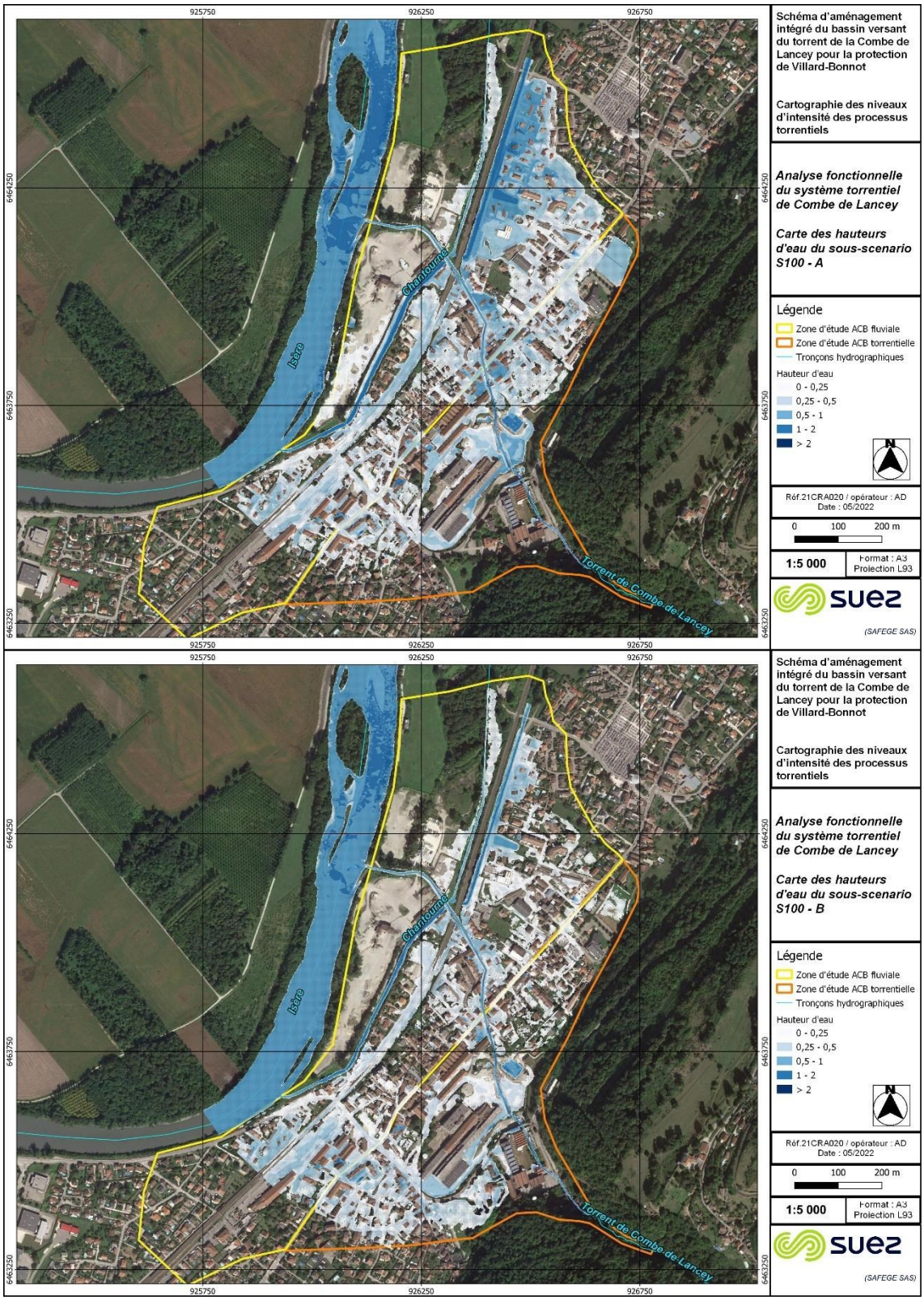


Figure 9 – Cartes des hauteurs pour les scénarios S100A et S100B (Suez 2022)



Figure 10 – Cartes des produits hauteurs-vitesses pour les scénarios S100A et S100B (Suez 2022)

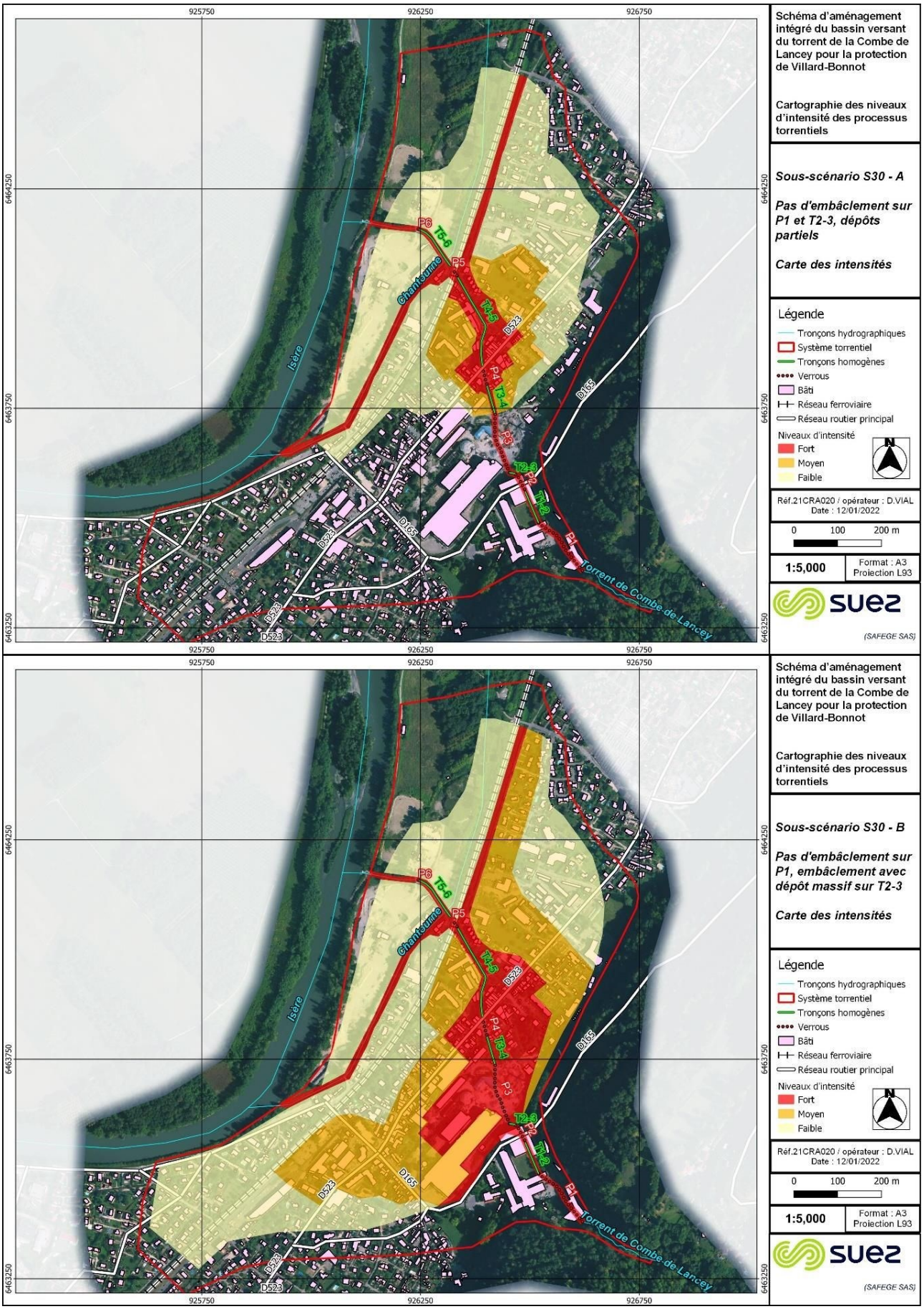


Figure 11 – Cartes des aléas pour les scénarios S30A et S30B, qui pourraient être rapprochés des crues de 1939 et 2005 resp. (Suez 2022)

Les limites d'aléa sont assez grossières, et peuvent par ailleurs être quelque peu affinées avec les données de hauteur et de produit hauteur-vitesse fournies, même si ces données sont des résultats bruts de modélisation.
Dernière difficulté, bien visible sur les cartes de hauteur : le modèle utilisé semble s'arrêter un peu avant la fin du champ d'inondation en rive gauche, vers la rue Auguste Bois.

A noter que des débordements par embâcle peuvent se produire dès Q10 sous les papeteries, et dès Q30 dans la section amont sous les ruines.

3.2 RUISSEAU DE LAVAL

L'étude la plus récente est celle du schéma d'aménagement réalisée par Suez Consultants pour le compte du Symbhi, dont nous avons pu consulter la phase 1 de diagnostic (Suez 2022). Elle couvre également les ruisseaux voisins au nord (sur Froges) des Adrets, du Merdaret, du Recourbin et du Boccard.

Les hypothèses de base sont, pour un bassin versant de 32km², une crue décennale de 20m³/s et une crue centennale de 50m³/s, avec des volumes de matériaux apportés sur le cône évalués à 6 000 et 15 000m³ resp. (mais une étude précédente du RTM évaluait un haut de fourchette de 60 000m³ pour une crue centennale « extrême » ; comparé aux autres torrents, la valeur la plus juste pourrait se situer entre les deux).

Du point de vue du transport solide, elle souligne la présence d'une zone de dépôts principale sur le cône commençant à l'aval du pont de la D528, jusqu'au site Atochem environ (§7.2.3 pp113-115).
Du point de vue des écoulements liquides, les débordements principaux au centennal (Q100 de 50m³/s environ) sont en amont du pont de la D523, très sous-dimensionné (<Q10 liquide), générant de fortes divagations, avec aussi des débordements en amont du pont SNCF (fig. 98 p132), et en amont des débordements limités sous le pont de la D528.
Des modélisations des débordements à l'aval de la D523 ont également été effectuées (fig 101 p134), mais elles restent théoriques tant que le pont de la D523 limite le débit à la décennale (25m³/s environ, fig. 100 p134).

Ces résultats sont synthétisés en une enveloppe globale de crue centennale ; le bord de l'enveloppe est nécessairement flou (le trait indiqué correspondrait plutôt au bord du modèle) et se confond rapidement en rive gauche au-delà de la rue Désiré Granet avec les crues du Vorz.

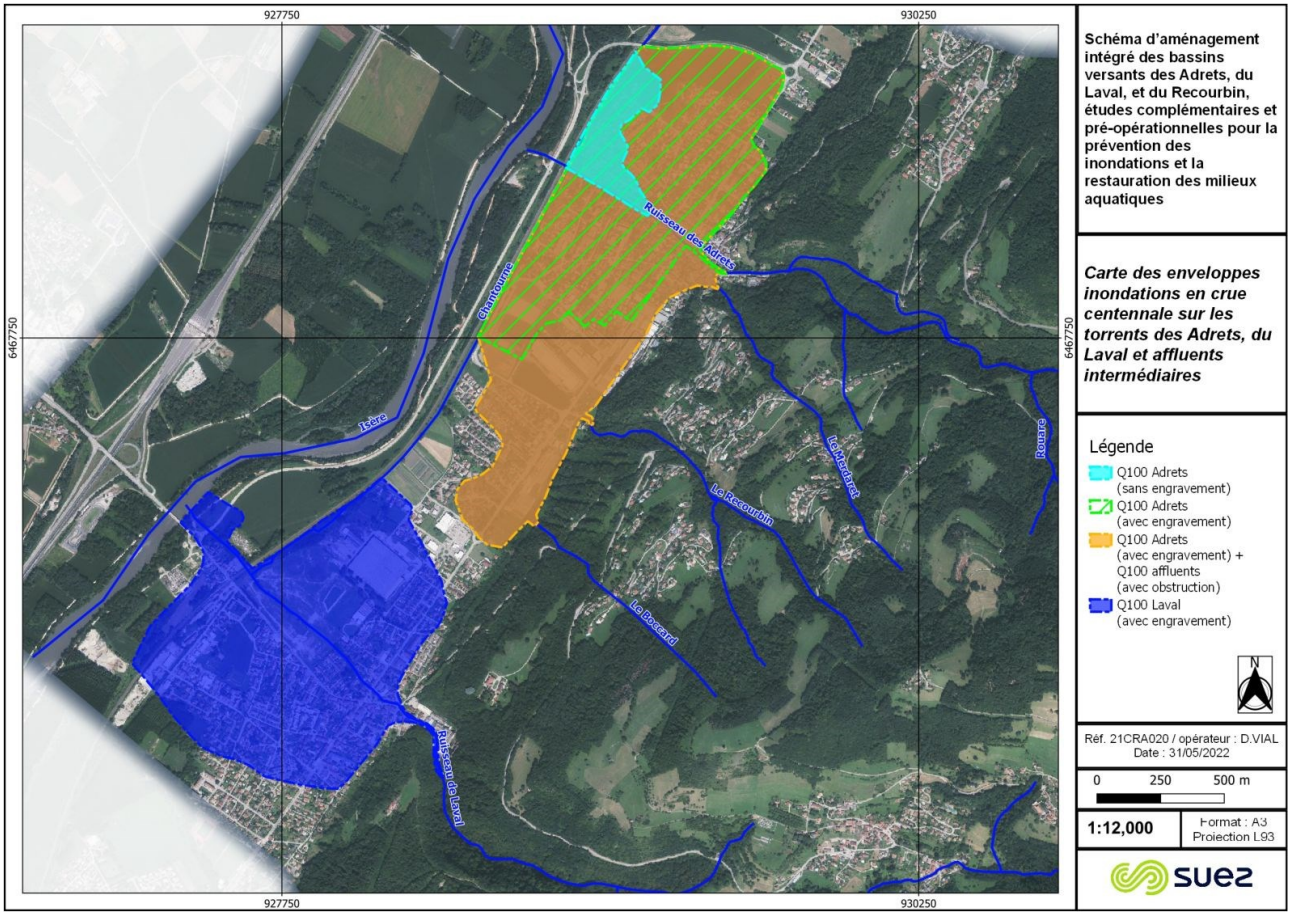


Figure 12 – Carte d'enveloppe globale de crue centennale (Suez 2022)

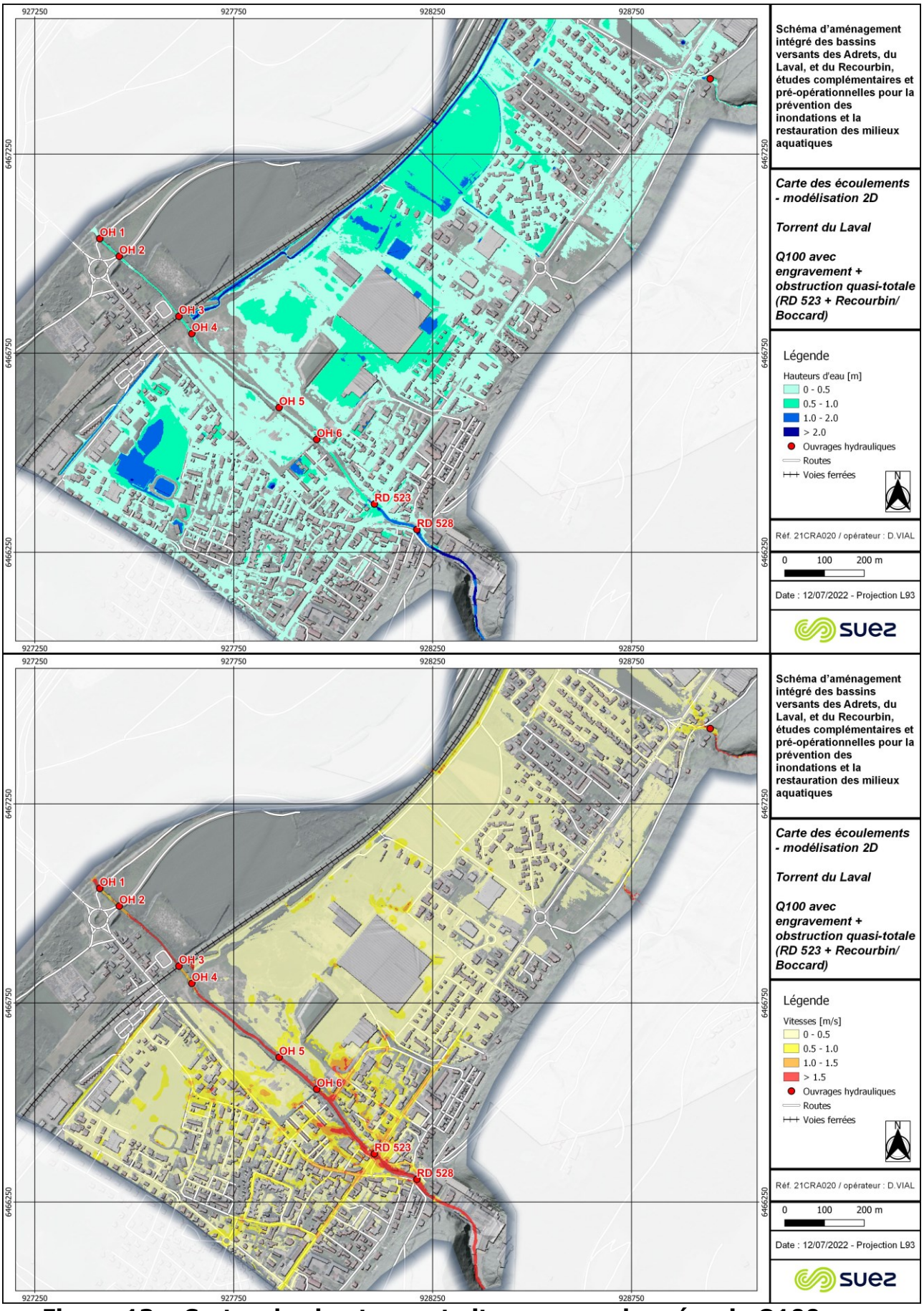


Figure 13 – Cartes des hauteurs et vitesses pour le scénario Q100 avec transport solide et obstructions (Suez 2022)

Des résultats bruts de modèles sont également présentés, assortis de l'indispensable mise en garde sur leur interprétation et le caractère aléatoire des débordements sur un cône torrentiel (§7.3.3 p135, cartes en annexe et p146). Le scénario avec engravement et obstructions nous apparait le plus réaliste en cas de crue centennale, compte tenu du sous-dimensionnement de nombreux ouvrages (ponts de la D523 et SNCF notamment).
Ces dernières cartes nous semblent donc une bonne base pour la détermination des aléas, moyennant une nécessaire interprétation.

Signalons pour mémoire l'étude d'Artelia de 2014-2015 (Etude hydraulique du ruisseau du Laval dans le secteur de Brignoud, Diag du 12/12/2014 et AVP de 10/2015), réalisée dans le cadre de projets d'aménagements divers (urbanisation du site Frédet, déviation routière et suppression du passage à niveau, redimensionnement du pont SNCF…) et notamment son rapport de diagnostic (Mission 1), qui se concentre sur le secteur de l'ancienne usine Atochem, et commence à l'aval du pont de la D523, en ignorant donc les débordements à l'amont.
En terme d'inondabilité, les résultats ne sont présentés qu'en termes de revanche par rapport aux berges, et pas de surfaces inondées ; le devenir des volumes débordés n'est pas explicité.
Ces facteurs rendent l'étude peu utilisable pour déterminer les aléas de débordements hors du lit.

3.3 CHANTOURNE

L'étude EGIS Eau de 2008-2009 décrit le fonctionnement hydraulique de la Chantourne de manière assez générale, sans expliciter les zones de débordement et d'épanchement.

Sur Villard-Bonnot, la capacité de la Chantourne amont (de Tencin à Lancey) est de l'ordre de 3m^3/s (rapport phase 1 p53), très inférieure à une crue centennale (estimée suivant les endroits autour de 10m^3/s, rapport phase 2 p8).
D'une façon générale, ces estimations de débits sont imprécises, la Chantourne avec ses pentes très faibles (0,1 à 0,2%) la faisant fonctionner aussi voire surtout en stockage. Pour la même raison, le transport solide n'est plus significatif (hormis celui issu des torrents affluents).

Les principales zones de débordement identifiées sur Villard Bonnot sont au niveau de la Cité Desglières à Brignoud, en amont du Vorz, et plus en aval en amont du passage sous la voie ferrée (la Perrière en amont de Lancey).

Ces deux zones correspondent effectivement à deux zones basses de la topographie en rive gauche de la Chantourne (en rive droite de la Chantourne, les terrains sont réputés inondables par l'Isère et couverts par le PPRi afférent ; cf. aléa C ci-dessous).

3.4 VORZ

Deux études ont été consultées sur le Vorz, une de 2003 centrée sur la section à l'aval immédiat de la D523 (Alp'Géorisques), et une plus générale d'aménagement de 2004, avec deux tomes en amont et en aval de la D523.

Ces deux études se basent sur les hypothèses hydrologiques d'une étude de Sud Aménagement de 1996, qui considère une crue décennale à 17,5m^3/s et centennale de 35m^3/s de débit liquide, avec un temps de concentration de 100mn.

Elles ne considèrent pas de transport solide au-delà d'éventuelles embâcles, et notamment pas d'exhaussement du lit.

Leur principal apport est sur le cheminement d'écoulements débordés en rive droite en amont de la D523, qui suivent plus ou moins celle-ci jusque loin du lit, vers l'avenue Henri Barbusse (modélisations Alp'Géorisques). Cet aspect a poussé à élargir un peu la zone de risque moyen à ce niveau jusqu'au pied du Dorgeval.

Du point de vue du transport solide, le dossier d'incidence du curage de la plage de dépôts amont (Hydretudes 2017) estime à environ 2000m^3 les apports solides d'une crue centennale, en termes de dépôts *sur le cône entre les deux plages de dépôts*, et à 10 000m^3 environ les apports de la crue de 2005 (moins que centennale, débit estimé à 26m^3/s) dans la seule plage amont (plage RTM gérée par le Symbhi, en amont de la D290 à la sortie des gorges).
L'ordre de grandeur de plusieurs dizaines de milliers de mètres cube de transport solide charrié pourrait donc être avancé pour une crue centennale, surtout si on considère le volume du cône de déjection (superficie 120ha, hauteur 35m), sensiblement supérieur à ceux du Laval (55ha / 25m) ou du Lancey (60ha / 35m).

4 - ETUDE DES ALEAS

4.1 DEFINITION DES ALEAS

4.1.1 Nature et détermination des aléas

L'aléa désigne une *probabilité d'occurrence* d'un phénomène naturel de nature et d'intensité données.
Les phénomènes ne sont pas nécessairement répétitifs, aussi un aléa peut exister sur un site où aucun phénomène n'a encore été observé.

Les aléas sont déterminés principalement à dire d'expert, par examen du terrain et de photos aériennes, ainsi qu'à l'aide des archives les plus facilement accessibles.
La présente étude ne peut malheureusement prétendre inventorier la totalité des aléas, certains nécessitant pour être révélés des techniques de prospection plus élaborées.

4.1.2 Critères de caractérisation des aléas

Un aléa est caractérisé par sa *nature* et son *degré*.

La nature des aléas est définie de la même façon que pour les phénomènes ; on se reportera donc au §2.1 pour retrouver ces définitions.

Le degré d'un aléa qualifie la gravité de la menace représentée par cet aléa.
Cette gravité est essentiellement fonction de l'intensité du pire phénomène probable à l'échelle de temps considérée (un siècle sauf mention contraire), et donc des dommages potentiels susceptibles de survenir au cours de cette période.

Elle est également pondérée par la fréquence d'occurrence du phénomène : par exemple, un phénomène peu intense mais survenant souvent peut, par les coûts cumulés qu'il engendre, devenir incompatible avec l'occupation humaine.
La présente étude se limite, sauf mention contraire, aux phénomènes de fréquence au plus centennale ; les phénomènes ayant une probabilité d'apparition inférieure ne sont donc pas pris en compte dans cette étude.

Compte tenu de la variété des phénomènes et de leurs conséquences, on définit pour chaque aléa un certain nombre de critères d'évaluation qui permettent de déterminer si le degré de l'aléa est *faible*, *moyen* ou *fort* voire *très fort* ; bien entendu, l'aléa peut aussi être *négligeable ou nul* si aucun des critères n'est rempli. Les tableaux ci-après définissent ainsi quatre (ou cinq) degrés d'aléa pour chaque phénomène, éventuellement subdivisés.

Dans le cas de phénomènes répétitifs, où l'on peut considérer plusieurs cas d'intensité et de fréquence différentes, on ne considère que le plus intense de ces cas, dans les limites exposées : c'est l'aléa de référence.

Les critères correspondant aux différents degrés d'aléas sont explicités ci-après, la méthode de qualification s'appuie sur le document-type de 2022 mis à disposition par la DDT de l'Isère.

4.2 DESCRIPTION DETAILLEE DES ALEAS

La description des aléas ci-après fait référence à la carte d'aléas sur fond topographique 1/10 000, et à celle sur fond cadastral et orthophotographique au 1/5 000.
Si la lecture des deux cartes est discordante ou laisse voir des ambiguïtés, c'est la carte sur fond cadastral qui prévaut.

4.2.1 Crues rapides des rivières [C]

Rappel de la définition du phénomène : 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.

4.2.1.1 Critères de caractérisation

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

Les axes préférentiels d'écoulement des eaux, dont les lits mineurs, et les plans d'eau sont classés en aléa très fort.
Sont également classées en aléa très fort les bandes de terrain hors axes préférentiels d'écoulement des eaux pouvant être affouillées ou déstabilisées par les événements successifs susceptibles de survenir pendant une durée de cent ans. Les distances de recul correspondantes prises en compte par tronçon et par rive sont précisées et motivées dans le rapport de présentation.

Pour les zones inondables hors lits mineurs des cours d'eau, plans d'eau et zones d'érosion, les critères généraux de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

Vitesse v en m/s Hauteur H en m	**v < 0,2**	**0,2 < v < 0,5**	**0,5 < v < 1**	**v > 1**
H < 0,5	**Faible (C1)**	**Moyen (C2) ***	**Fort (C3)**	**Très fort (C4)**
0,5 < H < 1	**Moyen (C2) ***	**Moyen (C2) ***	**Fort (C3)**	**Très fort (C4)**
1 < H < 2	**Fort (C3)**	**Fort (C3)**	**Très fort (C4)**	**Très fort (C4)**
H > 2	**Très fort (C4)**	**Très fort (C4)**	**Très fort (C4)**	**Très fort (C4)**

À défaut de modélisation hydraulique, hauteurs et vitesses sont estimées par le chargé d'études, notamment en utilisant les connaissances issues des phénomènes historiques. Dans ce cas, la vitesse de montée et la durée du phénomène peuvent être des critères complémentaires aidant à gérer une hésitation sur le choix entre 2 classes d'aléa au vu des incertitudes sur les valeurs de hauteur et de vitesses.

La qualification de l'aléa tient compte de l'effet de possibles embâcles de corps flottants et variations de la topographie par dépôt de matériaux solides au cours de l'événement de référence ou par évolution prévisible à long terme.

4.2.1.2 Description

Cet aléa a été rencontré dans la plaine, au niveau de la Chantourne (NB les crues de l'Isère sont traitées par le PPRi et ne sont pas étudiées). Dans ces terrains, cet aléa peut se conjuguer à celui de remontées de nappe.
Sur la commune, il s'agit de la Chantourne qui va de Tencin à Lancey, et plus précisément sur le territoire communal du débouché du busage sous le ruisseau de Laval (au bas de l'ancien site Arkema), à son confluent dans l'Isère sous Lancey, en suivant plus ou moins le tracé de la voie SNCF.

Les terrains situés à l'ouest de la Chantourne et de la voie SNCF sont en général soit inondables (et couverts par le PPRi), soit sensiblement surélevés. Une petite exception subsiste un peu an nord de Lancey, où une zone basse indicée C sans intensité (nous ne pouvons y déterminer de hauteur d'eau précise) n'est pas couverte par le PPRi, mais est au même niveau que les terrains environnants vus comme inondables par le PPRi.
L'altimétrie des terrains est prépondérante pour cet aléa, elle est représentée ci-dessous.

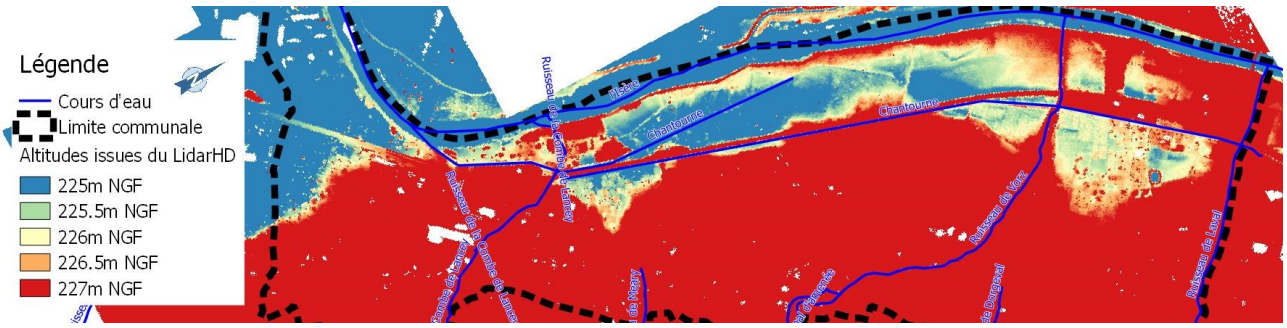


Figure 14 – Carte des altitudes dans la plaine d'après le LidarHD de l'IGN

A l'aval du ruisseau de Laval, la Chantourne débouche dans une zone basse, à l'altitude proche de celle de la plaine (<227m), devant la Cité Desglières ; les terrains sont surélevés en rive droite de la Chantourne (voie SNCF et remblais), forçant celle-ci à déborder essentiellement en rive gauche. La zone peut également être alimentée par les débordements des ruisseaux de Laval ou du Vorz, ou des remontées de nappe.
Les aléas sont généralement faibles à moyens suivant la hauteur par rapport au niveau de référence 227m, localement forts au centre non bâti de la zone (y compris un bassin de rétention). La cote de 227m correspond au niveau probable d'évacuation de la zone, au passage du Vorz sur la Chantourne.
Cette zone se poursuit jusqu'à l'aval du Vorz (aléa moyen).
A titre de référence, la cote de crue de l'Isère C retenue par le PPRi sur Crolles est de 227m juste à l'aval du karting, au droit de la Cité Desglières en rive droite.

Le cours de la Chantourne est ensuite bien encaissé sous le château de Vorz, entre le cône de ce torrent et la voie ferrée.

Une nouvelle zone basse en rive gauche se présente à l'arriver vers Lancey sous le vieux village, au lieu-dit La Dubois. On y a considéré un niveau de 226m, qui correspond à celui de la crue de l'Isère selon le PPRi à ce niveau (limite communale Bernin/St Nazaire). L'aléa est en général moyen, localement fort au niveau d'un

bassin de rétention au centre de la zone, et faible sur la marge nord (en marge sud, l'aléa faible est supplanté par l'aléa moyen torrentiel issu du ruisseau de la Combe de Lancey).

A l'aval du passage sous la voie ferrée et le ruisseau de Lancey, la Chantourne est comprise dans la zone du PPRi de l'Isère.

4.2.2 Aléa crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles [T]

Rappel de la définition du phénomène : 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.

4.2.2.1 Critères de caractérisation

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le niveau d'aléa le plus fort en chaque point résultant de scénarios de fréquence centennale. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

Parmi les scénarios à considérer, figurent notamment :

- des scénarios de durée différente (au moins 2 hors laves torrentielles, sauf justification)
- au niveau des confluences, des scénarios tenant compte des différentes possibilités de combinaisons significatives entre les crues des cours d'eau concernés.

L'affichage de l'aléa crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles peut être justifié soit par une inondation par débordement du cours d'eau accompagnée souvent de transport solide par charriage et d'affouillements dus aux fortes vitesses d'écoulement, soit par une lave torrentielle (écoulement de masses boueuses, plus ou moins chargées en blocs de toutes tailles, comportant au moins autant de matériaux solides que d'eau), soit par une divagation du lit, soit par l'érosion ou la déstabilisation des berges. Plusieurs de ces phénomènes peuvent être présents simultanément et se combiner.

Les déstabilisations de versants par érosion en pied sont par contre affichées sous forme d'aléa de glissement de terrain.

La qualification de l'aléa tient également compte de l'effet de possibles embâcles de corps flottants et variations du niveau du fond du lit et de la topographie par dépôt localisé ou généralisé du transport solide au cours de l'événement de référence ou par évolution prévisible à long terme. Notamment, dans la partie inférieure du bassin torrentiel, le transport solide limité à du charriage de matériaux peut rester suffisamment important pour combler le lit mineur ou provoquer des divagations d'une forte proportion du débit avec réactivation d'anciens lits ou création d'un nouveau lit au cours d'une seule crue.

Il sera également tenu compte des évolutions prévisibles pendant les 100 ans à venir du profil en long et des instabilités dans le bassin versant.

La qualification de l'aléa torrentiel tient compte par ailleurs :

- de la propension du bassin versant à fournir des matériaux transportables par apports exogènes (dégradation naturelle des roches ; phénomènes brusques de moyenne ou grande ampleur, tels que éboulements, glissements de terrain…) ;
- du degré de correction active dans le haut bassin versant pouvant être considérée pérenne, tant au niveau du couvert végétal (génie biologique) qu'au niveau des ouvrages de stabilisation du profil en long tels que seuils, barrages, etc...(Génie civil) ;
- du degré de correction passive à l'aval pouvant être considérée pérenne, que ce soit par la création d'un lit artificiel limitant le risque de divagation ou d'érosion des berges ou sur le cône de déjection par la réalisation de plages de dépôts, ouvrages à flottants, etc… destinés à recueillir les matériaux divers en provenance de l'amont avant qu'ils ne puissent provoquer des dégâts.

Les lits mineurs et chenaux de divagation habituels sont classés en aléa très fort (T4) jusqu'aux sommets des berges.

Lits mineurs et chenaux jusqu'au sommet des berges	Très fort T4

Sont également classées en aléa très fort (T4) les bandes de terrain au-delà des sommets de berges du lit mineur susceptibles d'être concernées par le recul des berges par érosion pendant une durée de cent ans. Les distances de recul par érosion prises en compte par tronçon et par rive sont précisées et motivées dans le rapport de présentation.

Berges susceptibles d'être concernées par l'érosion	Très fort T4

En dehors de ces zones, la qualification des niveaux d'aléas est basée sur un croisement entre niveau d'intensité et probabilité d'atteinte, qu'il convient donc d'abord de définir.

Le niveau d'intensité est défini sur la base du tableau ci-après, en tenant compte que l'intensité doit être considérée forte dès lors qu'un des critères correspondant à l'intensité moyenne est dépassé ou n'est pas respecté, et que l'intensité n'est faible que si l'ensemble des critères correspondants est respecté.

Niveaux d'intensité retenus		
Fort	**Moyen**	**Faible**
Ordre de grandeur des paramètres hydrauliques		
La brutalité des phénomènes et des débordements ne laisse pas la possibilité d'anticiper et de se déplacer hors de la zone exposée ou jusqu'à une zone refuge ou La hauteur d'écoulement ou d'engravement dépasse 1 m. ou Les affouillements verticaux ont une profondeur supérieure à 1 m. ou La taille des plus gros sédiments transportés excède 50 cm.	Les phénomènes sont suffisamment progressifs pour laisser la possibilité d'anticiper et, au moins, de rejoindre une zone refuge. et Un des seuils de l'intensité faible est dépassé, mais : La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 1 m. et Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 1 m. et La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 50 cm.	Les phénomènes sont progressifs et laissent la possibilité d'anticiper pour quitter la zone menacée ou rejoindre une zone refuge et La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 0,5 m. et Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 0,5 m. et La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 10 cm.
Flottants		
Les risques d'impact par des flottants de grande taille (arbres) sont importants.	Les risques d'impact par des flottants de grande taille sont faibles.	Les flottants sont de petite taille et ne peuvent pas endommager une façade de maison.
Laves torrentielles		
La parcelle peut être atteinte par des laves torrentielles, soit en zones de transit soit en zones de dépôts épais et pouvant contenir des blocs de plus de 50 cm.	*La parcelle est située en dehors des zones de transit des laves torrentielles, mais peut être atteinte par des dépôts fluides de moins de 1 m d'épaisseur et sans éléments transportés de plus de 50 cm*	*La parcelle ne peut pas être atteinte par des laves torrentielles*
Effets prévisibles sur les enjeux : Espaces naturels et agricoles		
Des phénomènes d'engravement ou d'érosion de grande ampleur sont prévisibles à cause des divagations du lit du torrent. Ils conduisent à de profonds remaniements des terrains exposés.	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion sont prévisibles mais leur ampleur reste limitée	Les écoulements prévisibles sont de faible hauteur. Les dépôts peuvent être boueux mais sans matériaux de plus de 10 cm. Les affouillements prévisibles sont faibles.
Effets prévisibles sur les enjeux : Bâtiments		
Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent détruire les bâtiments exposés. La ruine des constructions peut notamment intervenir par impacts sur les façades ou par sapement des fondations (notamment sur les angles des bâtiments, plus particulièrement menacés d'affouillement par la concentration des écoulements et les survitesses).	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent endommager gravement des façades non renforcées mais sont insuffisantes pour endommager des façades renforcées. Les affouillements prévisibles ne sont pas assez profonds pour entraîner la ruine des constructions normalement fondées.	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement 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
Effets prévisibles sur les enjeux : Infrastructures et ouvrages		
Les ponts peuvent être engravés, submergés ou emportés. Les routes ou les équipements (pylônes, captages,…) faisant obstacle aux divagations du torrent peuvent être détruits ou ensevelis par des dépôts. Les voies de circulation sont impraticables du fait de la perte du tracé. De longs travaux de déblaiement et remise en service sont nécessaires.	Les dégâts aux infrastructures, aux ouvrages et aux équipements (pylônes, captages,…) restent modérés et leur remise en service peut être rapide.	Les routes peuvent être submergées mais sans endommagement et avec possibilité de remise en service rapide.

Relation entre critères et niveaux d'intensité

À l'intérieur des zones d'intensité faible, les sous-zones où la hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 20 cm peuvent être distinguées de celles où la hauteur d'écoulement ou d'engravement reste comprise entre 20 cm et 50 cm.

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

Probabilité d'atteinte	**Signification**
Forte	Compte tenu de sa situation, la parcelle est atteinte presque à chaque fois que survient l'événement de référence, ou plus souvent.
Moyenne	La parcelle bénéficie d'une situation moins défavorable que ci-dessus vis-à-vis des débordements prévisibles, ce qui la conduit à être nettement moins souvent affectée.
Faible	La submersion de la parcelle reste possible pour au moins l'un des scénarios de référence, mais nécessite la concomitance de plusieurs facteurs aggravants.

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

Aléa de référence		*Probabilité d'atteinte*		
		Forte	*Moyenne*	*Faible*
Intensité	Forte	**Fort - T3d**	**Fort - T3c**	**Fort - T3b**
	Moyenne	**Fort - T3a**	**Moyen - T2c**	**Moyen - T2b**
	Faible	**Moyen - T2a**	**Faible - T1b**	**Faible - T1a**

Aléa exceptionnel (TE)
Un aléa exceptionnel peut être affiché en complément de l'aléa de référence jusqu'à la limite de l'enveloppe géomorphologique, éventuellement diminuée des zones où les possibilités d'inondation et d'affouillement ont définitivement disparu du fait de modifications du lit d'origine naturelle ou anthropique (ouvrages de protection exclus).

4.2.2.2 Description

Les ruisseaux considérés sur la commune sont du nord au sud le Ruisseau de Laval, le Dorgeval, le Vorz, le Meary, le ruisseau de la Combe de Lancey et le ruisseau de la Lunette.

Comme dit au chapitre précédent, le **ruisseau de Laval** est couvert par un schéma d'aménagement incluant des cartes d'inondabilité assez précises, qui seront reprises ici. Son bassin versant de 32.6km² remonte jusqu'à la crête de Belledonne vers la Dent du Pra (2623m) et le Ferrouillet (2587m)

Les débordements en amont de l'usine Ahlstrom par bouchage du souterrain, concerneraient surtout la commune de Froges en rive droite ; sur la rive gauche, on trouve un aléa fort T3b sur la plate-forme (cheminement préférentiel sur la voirie privée).
Les premiers débordements en aval en rive gauche sont au pont de la D528 juste en aval de l'usine, avec une obstruction probablement partielle au plus ; l'aléa est fort à très fort au niveau du pont et de la route (compris dans la zone d'aléa T4 du lit mineur), moyen T2c sur les bâtiments en bordure de la D528 (dont les deux bâtiments du 22 rue Fredet), et faible T1b au-delà.

Le débordement suivant, plus important, est sous la D523 dont l'ouvrage, assez sous-dimensionné (débordements dès Q10) est susceptible d'obstruction quasi-totale (Suez 2022, p144). L'aléa est fort T3d sur la place du 24 aout 1944 (fortes hauteurs) et sur deux axes en aval sur la D10 et entre les bâtiments (forts courants, T3c) ; il est moyen T2c en aval et sur la D523 jusqu'à la rue Rose Blanc et l'allée du Dorgeval.

En aval, un autre point de débordement est dans des jardins au droit de la rue de l'Andalousie, avec de l'aléa fort T3c (forts courants, puis fortes hauteurs à l'aval de la rue Fayelle). L'aléa est ensuite moyen T2c en aval et vers la rue du Bac, ou T2b sur une zone d'atteinte moins probable entre l'avenue Robert Huant et la rue Rose Blanc, avec à l'aval de cette zone une zone T1a correspondante.

Le lit est ensuite perché, générant un aléa moyen sur 25m environ à partir du pied de berge correspondant à un aléa de rupture de berge (T2c, bande de précaution) qui peut survenir sur tout ce linéaire, concernant les maisons de la rue Jean Gabin puis la centrale photovoltaïque (ex-site Atochem).
Sur la première partie de ce linéaire, un aléa T2c au-delà de la bande de précaution concerne aussi le scénario d'effacement de l'ouvrage (en plus du débordement issu du T3d à l'amont), scénario d'effacement qui génèrerait un aléa plus faible en aval.
En aval vers la Chantourne (recouverte à ce niveau), l'aléa moyen T2c s'étend vers la gauche pour suivre les débordements avant la voie SNCF.

Le reste du cône est en aléa faible T1b, qui vient alimenter la zone basse de la Chantourne autour de la Cité Desglières (cf. aléa C ci-dessus).

Plus au sud, le **ruisseau de Dorgeval** prend sa source non loin de la limite communale dans le versant raide du Bois Allemand ; il traverse la D290a avec un talweg déjà assez marqué, et forme un petit cône au-dessus de la rue de la Pépinière.
Les premiers débordements sur ce cône sont en aléa moyen T2c, le lit mineur et l'ouvrage de rétention à l'aval sont en aléa très fort T4, par définition.
A l'aval, les écoulements s'étalent et un aléa faible T1b vient s'additionner à celui issu du Vorz, et aux débordements marginaux issus d'un fossé alimenté par une source 250m au nord-est.

Le **ruisseau de Vorz** a un bassin versant de 33km² à son passage sous la D290, qui remonte jusqu'à la crête de Belledonne au Grand Pic de Belledonne (2977m), et est assez comparable à celui du Laval (mais un peu plus allongé et comprenant les restes du glacier de Freydanne).
Comme dit plus haut, son cône est de dimensions sensiblement supérieures à ceux des ruisseaux de Laval ou de Lancey, pointant vers un transport solide supérieur ; cependant, plusieurs plages de dépôts et sections pouvant arrêter le transport solide existent en amont, comme l'a montré la crue de 2005.

Sur la commune, une première plage de dépôts se situe à 266-267m, en amont du bâtiment de la centrale électrique, comprise dans l'aléa très fort T4 par définition.
En cas de remplissage de l'ouvrage, des débordements sont possibles mais peu probables en rive gauche avec un aléa fort T3b jusqu'à la D290, où les écoulements devraient revenir au lit ; quelques débordements marginaux sont cependant possibles à ce niveau, avec un aléa faible T1a sur le Collège Belledonne, écoulements qui iraient jusqu'à la rue de Vors et à la D523 puis vers la Chantourne.

Après le passage de la D290, le lit mineur s'élargit très sensiblement en tournant tout en rive droite du cône de déjections, avec une zone large en aléa très fort T4 ; quelques débordements sont ensuite possibles en rive gauche à la faveur d'un resserrement (aléa moyen T2b), puis surtout au niveau du pont du chemin des Bergers, avec de l'aléa fort T3c en rive gauche (forts courants) jusqu'à la rue du Dr Turc puis moyen T2c jusqu'à la D523 ; en rive droite, les débordements sont d'abords

compris dans la zone d'aléa très fort (digue de faible hauteur, suffisamment vulnérable pour ne pas influencer l'aléa), puis restent à proximité du lit, dans une zone T3c qui peut être atteinte par d'autres débordements plus en aval, jusqu'aux premières maisons, avec de l'aléa moyen T2c en aval, qui court jusqu'en aval du rond-point du lycée sur la rue Louis Neel, et de l'aléa faible T1b en aval.
En rive gauche, des débordements ponctuels sont possibles en aval, générant une zone d'aléa fort T3c assez mince, contenue par la D523.
En rive droite, l'obstruction du pont sous la D523 (en pente de 2% vers le NE) enverrait des écoulements surtout en rive droite en amont sur la rue de la Pépinière, générant un aléa fort T3c sur les premières maisons, puis moyen T2c à l'aval à mesure de l'étalement des écoulements et du dépôt de la charge solide.

A l'aval de la D523, le lit devient perché entre deux digues, avec un espace d'écoulement non négligeable entre celles-ci, mais quand même des risques importants de rupture de berge, qui impliquent une zone d'aléa fort T3c (bande de précaution) de 50m environ sur chaque rive, traduisant la force du courant en cas de brèche (ou d'effacement des ouvrages, à l'aval immédiat de la D523). Cette zone d'aléa fort concerne partiellement le bâtiment de ferme en rive gauche sous le pont, situé au début de la digue, et en rive droite, les bâtiments du stade et des garages plus en aval. Cet aléa fort décroit en aléa moyen T2c puis faible T1b en s'éloignant du lit ; en rive gauche, l'aléa moyen est contraint par le relief.

Encore à l'aval, le lit mineur s'élargit au niveau de l'ancien étang du Sabot (actuelle plage de dépôts entre les digues, gérée par le Symbhi), et les débordements viennent alimenter les zones de crues rapides des rivières vers la Chantourne (phénomène plus typique de l'inondation, sans guère de pente, cf. ci-dessus), notamment via une ouverture dans les brèches de rive droite.

Le reste du cône, notamment autour du château de Vorz, ne semble pas significativement atteignable par une crue centennale et est en aléa exceptionnel TE.

Plus au sud, le **ruisseau de Méary** prend sa source en haut du coteau raide vers 500m d'altitude, sur la commune voisine de la Combe de Lancey. La crue récente du 01/12/2023 illustre bien son fonctionnement avec fort transport solide.
Le ruisseau traverse plusieurs fois la D165a puis la D65, qui agissent à chaque fois comme plage de dépôts, mais seule la dernière traversée à 330m d'altitude a pu dévier significativement les écoulements ; à l'aval de chaque traversée, le ruisseau libéré de son transport solide gagne en puissance érosive et se recharge en matériaux.
Le lit mineur (aléa très fort T4) comprend ces débordements locaux et d'importantes érosions latérales. Des écoulements divergents peuvent suivre la D165 vers le sud avec un aléa moyen T2b (faible hauteur, courant modéré) où ils rejoignent les débordements du ruisseau de la Combe de Lancey.
Un autre divagation serait possible en aval en rive droite au niveau d'une piste d'accès à une construction, avec un aléa moyen T2b.
Le lit aérien disparait dans un avaloir construit suite à la crue de 1986, au niveau de la première maison vers 250m. Les débordements autour sont préférentiels en rive droite, et s'étalent ensuite sur le petit cône de déjections, avec un aléa moyen T2c ; en aval, avec le dépôt des matériaux solides, l'aléa devient faible T1a et rejoint ceux issus de la Combe de Lancey puis de la Chantourne (C1, C2).

Comme dit au chapitre précédent, le **ruisseau de la Combe de Lancey** est couvert par un schéma d'aménagement incluant des cartes d'inondabilité et de produit hauteur-vitesse pour les scénarios qui nous intéressent, et qui forment la base de la détermination des aléas. Son bassin versant de 18km² remonte jusque vers la crête de Belledonne à la Grande Lance de Domène (2790m).
La plus forte crue connue avec précision est celle de 2005, sensiblement inférieure à la crue de référence.

A l'arrivée dans la commune, le lit est très encaissé entre des versants raides, modérément large (une dizaine de mètres) et avec une très forte pente, fluctuant entre 30 et 50% environ. Ces caractéristiques contrastent avec celles du premier busage (ouvrage P1 du schéma d'aménagement) avec une pente moyenne de 20%, dont la capacité en débit liquide permet de passer la crue centennale, mais qui risque fortement d'être bouché par le transport solide et les flottants (embâcles à l'amont). Cet embâcle forme le scénario S100B de crue centennale, il conditionne un aléa fort T3c (passage d'une fraction importante du débit solide et liquide de la crue) sur toute la plate-forme amont en aval de l'entonnement de ce premier ouvrage, écoulements qui transitent ensuite plutôt en rive gauche autour de la maison Bergès, puis par la D165 et le jardin au sud.
Le scénario S100A n'intègre pas de bouchage à l'amont du premier ouvrage, mais en l'état actuel l'obstruction de l'ouvrage sous les anciennes papeteries (souterrain P3 juste à l'aval de la D165) devient alors très probable, sa capacité liquide étant déjà inférieure à la crue centennale. En l'état actuel, le gros des débordements se reporte alors plus en rive droite vers la place de la Pologne (où l'ouvrage P4 occasionne aussi de forts débordements à partir de la crue décennale environ).
La combinaison de ces deux scénarios pousse à afficher un aléa fort T3c sur la majeure partie du cône, de la rue Lucette Olivier jusqu'à l'ouest de l'avenue des Papeteries.

A partir de la rangée de bâtiments à l'amont de la D523 en rive gauche, il nous semble que l'étalement prévisible des écoulements, allié au dépôt de charge solide compte tenu de la rupture de pente (7-8% en amont de 240m, 4% en aval de 235m), permet d'afficher un aléa moyen pour les deux scénarios (notamment, la divergence d'un écoulement intense depuis l'avenue des Papeteries, au niveau de l'ancienne entrée, vers la rue de la Paix telle que visible sur les cartes HxV de S100B nous semble peu probable sur le terrain). L'aléa est moyennement fréquent T2c dans l'axe de l'avenue des Papeteries, peu fréquent T2b ailleurs.
Plus loin latéralement, l'aléa moyen T2b se poursuit autour de la rue Auguste Bois, et des écoulements plus marginaux génèrent de l'aléa faible T1a jusqu'à la limite communale du Versoud.

En rive droite, par contre, de l'aléa fort T3c subsiste en aval de 230m car relié cette fois aux débordements en amont de la place de la Pologne, qui s'évacuent principalement par la rive droite du lit à l'aval, sensiblement plus basse.
Latéralement, l'aléa fort s'arrête derrière la rue du Bois (rupture de pente, dépôts et étalements), avec de l'aléa moyen T2c autour de la rue Gambetta et de l'aléa faible T1b sur l'Espace Aragon et sur la zone d'accumulation au niveau des immeubles récents à l'est (hauteur d'eau <40cm d'après les données Lidar antérieures à leur construction).
A l'aval de la D523 en rive droite, l'aléa est essentiellement moyen T2c (hauteurs faibles et courants modérés), avec comme dit de l'aléa fort T3c sur la zone plus basse qui jouxte le lit mineur (hauteurs fortes et courant modéré à fort). Ces débordements de rive droite viennent alimenter la zone basse de débordement de la Chantourne à la Dubois (cf. ci-dessus, crue rapide des rivières).

En rive gauche, passée la zone d'influence de la place de la Pologne (au débouché de la rue des Eaux Claires), l'aléa devient moyen T2b à hauteur de la D523 (hauteurs faibles, courants modérés) ; compte tenu des divergences possibles, cet aléa a une large emprise et va jusqu'à la Chantourne (seule une zone surélevée du 4 au 10 quai des Négociants est hors aléa). Latéralement, l'aléa moyen va jusque près de la passerelle du chemin de l'Oisans ; à l'aval du chemin de fer, l'aléa vient se confondre avec les zones inondables de l'Isère.

En limite sud de la commune, le **ruisseau de la Lunette** prend sa source sous un pré sous 450m et coule sur le coteau raide, de façon comparable au Méary ou au Dorgeval.
Le lit assez encaissé, en limite avec le Versoud, est en aléa très fort par définition (érosions de bverges) ; au pied , le lit passe en rive gauche entièrement sur Le Versoud. Les débordements sur le cône, qui commence sous 250m, sont en aléa moyen T2c, puis faible T1a en aval à la faveur de l'étalement ; de l'aléa fort T3a est ensuite appliqué sur un ouvrage de rétention au droit du stade du Versoud.

4.2.3 Ravinements et ruissellements sur versant [V]

Rappel de la définition du phénomène : Divagation des eaux météoriques **en dehors du réseau hydrographique**, suite à de fortes précipitations. Ce phénomène peut générer l'apparition d'érosions localisées provoquées par ces écoulements superficiels, nommées ravinement.

4.2.3.1 Critères de caractérisation

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

La qualification de l'aléa ruissellement sur versant est faite en tenant compte du transport solide associé et de son influence sur différents facteurs (hauteurs atteintes par les eaux, trajectoires des écoulements, pouvoir d'érosion, …).

Les axes majeurs de concentration de l'écoulement (talwegs des combes en zones naturelles, chemins et voiries en zones anthropiques) sont classés en aléa **très fort V4**, au titre du maintien du libre écoulement des eaux, par similitude avec les lits mineurs des cours d'eau dont ils jouent le rôle lors des phénomènes pluvieux. Le rapport de présentation précise pour les combes naturelles les largeurs mises en aléa très fort de part et d'autre de l'axe.

Qualification de l'aléa :

Dans l'analyse de terrain de l'approche historique et hydrogéomorphologique, le critère « hauteur d 'écoulement » reste prédominant et la vitesse est évaluée de façon qualitative.

Globalement quatre cas sont distingués :

1/ Les ruissellements sur voiries ou des ruissellements concentrés dans un talweg topographique (hors fossés), l'aléa a été classé en niveau fort V3 (a minima), le paramètre « vitesse » étant jugé important par les chargés d'études. Pour les axes

hydrauliques clairement formalisés (fossés, voiries encaissées, axes de combes encaissés), l'aléa a été systématiquement qualifié en niveau très fort V4.

=> Dans ces cas les vitesses peuvent être fortes à très fortes (3 à 5 m/s et nettement plus). Les dégâts peuvent être importants : sur les chaussées revêtues avec des matériels emportés (poubelles, véhicules..) et donc tous les risques associés pour les personnes comme pour les biens sur les axes non revêtus, ou les zones de fragilité des revêtements, des ravinements brutaux et importants pouvant déstabiliser des constructions, en particulier anciennes (absence de chainage). De plus dans certains cas en V4, les débits peuvent devenir importants, augmentant les dégâts potentiels.

Les zones d'accumulations avec des hauteurs importantes (>>50cm) ont également été classées en V3.

2/ Sinon, dans la majorité des situations, on constate souvent par rapport à l'historique, de très faibles hauteurs (<<0.2 m) et on reste en aléa faible (V1). La hauteur d'eau n'augmente très ponctuellement qu'en cas d'obstacles, mais avec alors une chute de la vitesse.

=> Dans ces cas les écoulements restent de vitesse limitée (1 à 2 m/s maximum) et surtout de très faible hauteur. Ils sont associés à des durées d'inondations limitées, les faibles lames d'eau de pouvant se déplacer rapidement sur un même secteur. Ce type d'écoulement ne provoque pas de risque pour un bâti, un équipement standard, ni même pour un adulte. Par contre si des ouvertures sont mal situées (ouvertures amont, accès par l'amont pour une rampe de garage semi-enterrées), des inondations des bâtiments sont probables.

3/ Quelques zones ressortent avec multiplication d'obstacles et donc des hauteurs estimées entre 0.2 et 0.5 mètres mais des vitesses majoritairement faibles vue la forte « rugosité » des terrains. Ces zones sont passées en aléa moyen V2

=> On retrouve les exemples précédents mais avec plus de hauteur possible et moins de vitesse. A nouveau pas de risque pour les bâtis standards ni pour un adulte, par contre demeurent des risques d'inondation de bâtiments en cas d'ouvertures non suffisamment surélevées.

4/ Un aléa moyen (V2) est affiché particulièrement aux débouchés d'axes de concentration (cf. premier point), et pour des zones de concentration peu marquées, n'ayant pas motivé l'affichage d'un aléa fort (V3).

=> La différence avec l'aléa faible tient à une dispersion moins forte, des hauteurs souvent proches de 0.5m, et donc une sensibilité très forte à la moindre concentration des écoulements. En l'absence de garantie collective de non concentration d'écoulements, les mesures doivent être plus contraignantes qu'en aléa faible.

4.2.3.2 Description

Cet aléa a été peu rencontré sur la commune, où le réseau hydrographique prend en charge la plupart des écoulements.

Entre la Lunette et Lancey, la combe de Niguet pourrait concentrer quelques écoulements sans lit visible ni traces d'écoulements lors de notre visite, écoulements repris ensuite par la rue Pégoud, où ils rejoignent les débordements du ruisseau de

Lancey. L'aléa est estimé faible eu égard au peu de traces d'écoulement et à l'absence d'historicité.

4.2.4 Glissements de terrain [G]

Rappel de la définition du phénomène : 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.

4.2.4.1 Critères de caractérisation

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu dans le site ou dans un secteur similaire (sur les plans géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural) ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements potentiels résultant de scénarios jugés possibles au cours des 100 prochaines années. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

L'aléa glissement de terrain est défini en analysant et décrivant notamment les éléments suivants et en précisant l'origine de leur connaissance :
- 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 (glissement plan lent ou rapide, glissement profond circulaire ou complexe, coulées de boues, solifluxion, etc.) et caractéristiques (ordres de grandeur de superficie d'extension, de volume, de vitesse, etc.) des phénomènes de glissement jugés possibles au vu des éléments ci-dessus.

Exemple d'identification des différentes zones liées aux aléas de glissements :
Gp = profond, Gsup = superficiel, Gsol = solifluxion, Gc = coulées boueuses, Ga = zones d'extension en aval des zones de départ, Go = zones hors aléa en amont de zones de départ, où des interventions inappropriées ou des rejets d'eau pourraient aggraver la probabilité d'occurrence.

Les secteurs d'aléa où le facteur déclenchant ne peut être que d'origine anthropique, c'est-à-dire suite à des travaux (par exemple surcharge en tête d'un talus ou d'un versant déjà instable, décharge en pied supprimant une butée stabilisatrice, mauvaise gestion des eaux), sont identifiés en tant que tels par le rapport de présentation et la cartographie.

Le rapport de présentation fournit pour chaque zone unitaire classée en zone de glissement de terrain l'ensemble des données listées aux 2 paragraphes précédents et la motivation de la qualification retenue en tant que nature et en tant que niveau. Il est rappelé que l'absence d'indice de mouvement de terrain décelé n'est pas une justification de l'absence d'aléa mouvement de terrain.

Qualification des niveaux d'aléas

Compte tenu de l'objet des zones hors aléa en amont de zones de départ où des travaux pourraient aggraver la probabilité d'occurrence, il n'y a pas lieu d'y distinguer de niveaux d'aléa : ces zones sont identifiées en **aléa distant (G0)** si elles n'ont pas

d'aléa local. Elles peuvent aller jusqu'à une distance de 100m en amont des zones d'aléa moyen ou plus, adaptée selon le contexte (topographie et intensité de l'aléa à l'aval).

Les zones d'aléa où le facteur déclenchant ne peut être que d'origine anthropique sont classées **en aléa faible (G1)**.

Dans les autres cas, le niveau d'aléa est qualifié à partir de la détermination de la probabilité d'occurrence et de l'intensité.

La **probabilité d'occurrence** est définie par le tableau suivant :

Probabilité d'occurrence	Description
Forte (go3)	Glissement actif avec traces de mouvements récents, ou Glissement ancien, ou Glissement potentiel (sans indice), avec facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente supérieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.
Moyenne (go2)	Glissement potentiel (sans indice) avec absence de facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente supérieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience, ou Glissement potentiel (sans indice), avec facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente légèrement inférieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.
Faible (go1)	Glissement potentiel (sans indice), sans facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente légèrement inférieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.

La probabilité d'occurrence est considérée de même classe pour les zones de départ, d'arrivée et les auréoles de sécurité (zones déstabilisées en périphérie à court et moyen terme).

L'intensité est par ailleurs établie selon la logique suivante :

Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Élevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Dommages limités, non structurels, sur un bâti standard	Dommages structurels au bâti standard. Pas de dommages au bâti adapté à l'aléa	Destruction du bâti standard. Dommages structurels au bâti adapté à l'aléa	Destruction du bâti adapté à l'aléa moyen (phénomènes de grande ampleur).

		moyen.	

Le choix de l'intensité par rapport à ces critères sera étayé pour chaque zone unitaire classée à partir du type et des caractéristiques du glissement et de l'expérience du chargé d'étude, s'appuyant autant que possible sur des exemples de cas concrets de dommages.

La **qualification de l'aléa** en quatre niveaux est obtenue par application du tableau suivant :

Intensité **Probabilité d'occurrence**	**Faible (gi1)**	**Modérée (gi2)**	**Elevée (gi3)**	**Très élevée (gi4)**
Faible (go1)	**Faible (G1)**	**Moyen (G2c)**	**Fort (G3c)**	**Très fort (G4)**
Moyenne (go2)	**Moyen (G2a)**	**Fort d'intensité modérée (G3a)**	**Fort (G3d)**	**Très fort (G4)**
Forte (go3)	**Moyen (G2b)**	**Fort d'intensité modérée (G3b)**	**Très fort (G4)**	**Très fort (G4)**

4.2.4.2 Description

Cet aléa concerne exclusivement le coteau marno-calcaire, dont le pendage est le plus souvent conforme, produisant des plans de glissements plus ou moins parallèles à la pente et donc très défavorables.

Pour la majeure partie du coteau, plus raide, le pendage est le plus conforme à la pente, avec des mouvements d'ampleur modeste (intensité modérée gi2) et une probabilité d'occurrence globalement moyenne (go2), générant un aléa fort d'intensité modérée G3a. Des coulées boueuses n'ont été observées que dans le lit des ruisseaux, historiquement.

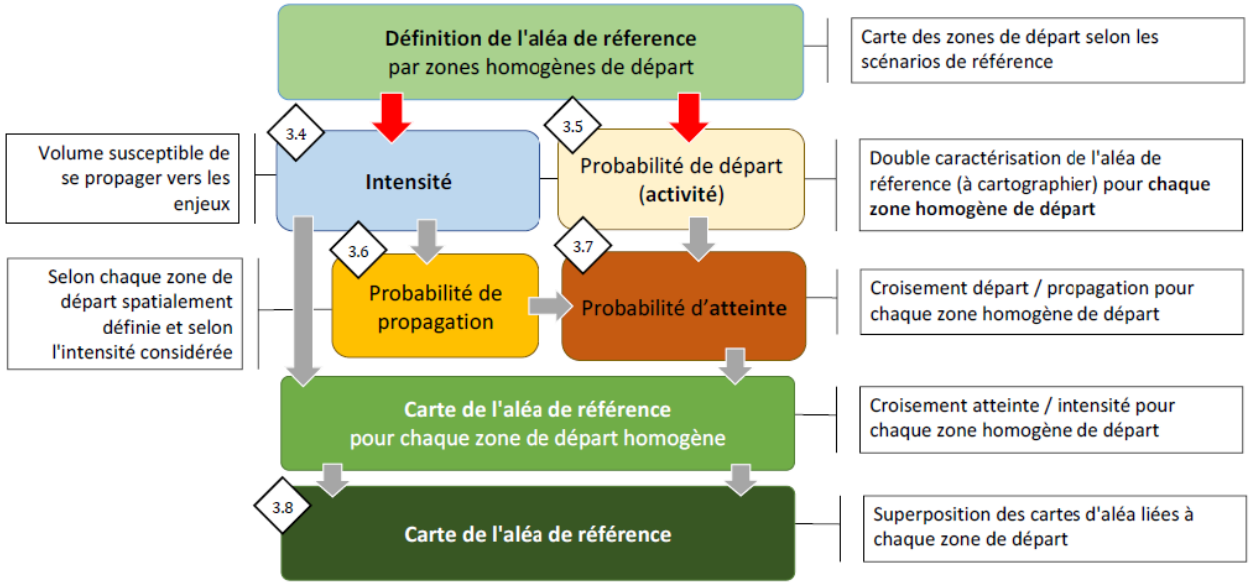
Quelques pentes plus faibles dans le coteau, notamment au Planet, voient le facteur du pendage, qui devient plus raide que la pente, moins défavorable : l'intensité reste modérée mais la probabilité d'occurrence devient faible, générant un aléa moyen G2c.

Enfin, au pied du coteau, une zone de colluvions moins raide présente un aléa faible, où seuls des aménagements sans précautions suffisantes pourraient entrainer des désordres (plusieurs antécédents avenue d'Espagne ou rue de la Pépinière).

4.2.5 Eboulements rocheux [P]

4.2.5.1 Critères de caractérisation

La caractérisation de l'aléa chute de pierre et de blocs repose sur la MEZAP (Méthodologie de Zonage d'un Aléa rocheux dans le cadre d'un PPRN), dont le guide officiel est paru en janvier 2022, et dont la lecture est obligatoire en parallèle de cette annexe méthodologique.



L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu (en excluant les phénomènes exceptionnels d'occurrence correspondant à l'échelle des temps géologiques), dans le site ou dans un secteur similaire (sur les plans géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural) ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios jugés possibles au cours des 100 prochaines années. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu

Aléa de départ

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), à identifier sur une carte à établir par le titulaire.

Détermination du scénario de référence

Un travail de détermination des scénarios de référence est fait pour chaque zone de départ ainsi définie. Il doit traiter des aspects suivants :

- ordre de grandeur de la taille unitaire maximale des blocs et des différentes classes de tailles unitaires de blocs pouvant provenir de la zone de départ,
- extension de la zone d'aléa en aval et en amont de la zone de départ, la zone en amont correspondant au recul estimé sur une durée de cent ans,
- 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 (volume de paquet inférieur à 100 mètres cubes) et, si oui, importance des paquets et taille des blocs après fracturation,
- possibilité d'éboulement (volume supérieur à 100 mètres cubes) d'occurrence centennale et, si oui, ordre de grandeur du volume.

Il s'appuie notamment sur les phénomènes historiques et les indices relevés sur le terrain dans les zones de départ et dans les zones d'arrêt potentielles.

Sur les zones à forts enjeux anthropiques, les zones d'aléas correspondant au recul prévisible des parois au cours des cent prochaines années pourront être identifiées spécifiquement sur la carte des aléas. Elles seront qualifiées en **aléa fort P3r**. En zones sans enjeux anthropiques, ces zones pourront être intégrés à l'aléa très fort P4.

Recul prévisible des parois rocheuses au cours des cent prochaines années	**Fort P3r**

Les zones non exposées à l'aléa, mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, seront identifiées de même et qualifiées P0, une qualification de niveau d'aléa y est sans objet.

Zones non exposées à l'aléa, mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux	**P0**

Détermination de l'intensité et de la probabilité de départ

Conformément à la méthodologie du guide MEZAP, l'analyse devra intégrer l'intensité (caractérisée par son volume) et la probabilité de départ sur une période de 100 ans. Ces éléments seront appréhendés selon les critères détaillés ci-après :

Intensité

Le niveau d'intensité du phénomène est défini en fonction des dommages au bâti qu'il engendre. En théorie le niveau de dommage à l'impact d'un phénomène rocheux, pour une structure donnée, est lié au volume en mouvement mais également à la vitesse du projectile et à l'énergie libérée (de translation et de rotation) mais également à la nature des contacts à l'impact (arête, face, sommet).
En l'état des connaissances la MEZAP considère que l'intensité de phénomène est définie par le volume du bloc du scénario de référence et propose une classification formelle de l'intensité de l'aléa.
Pour mémoire, une énergie à l'impact de l'ordre de 30 kJ (début d'endommagement sévère du bâti) correspond sensiblement à l'atterrissement d'un bloc cubique de 1 m3 chutant d'une hauteur de 1 m.

Indice d'intensité	*Description*	*Indications sur les dommages*
Très faible	Le volume unitaire pouvant se propager est inférieur ou égal à 0,05 m_3	Peu ou pas de dommage au gros oeuvre, perturbation des activités humaines.
Faible	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur à 0,05 $m_3$mais inférieur ou égal à 0,25 m_3	Peu de dommage au gros oeuvre, perturbationdes activités humaines.
Moyen	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à 0,25 $m_3$mais inférieur ou égal à 1 m_3	Dommage au gros oeuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée.
Fort	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur à 1 m3 mais inférieur ou égal à 10m_3	Dommage important au gros oeuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
Très fort	Le volume unitaire pouvant se propager dépasse 10 m_3	Destruction du gros oeuvre. Ruine certaine. Perte de toute intégrité structurelle

NB : Ces intensités uniquement basées sur les volumes résultants supposent des vitesses de propagation modérées, elles peuvent être majorées en cas de propagations aériennes ou rapides.

Probabilité de départ sur une période de 100 ans

L'observation des affleurements rocheux, quelles que soient les méthodes utilisées, ne permet pas d'indiquer avec certitude les probabilités de rupture pour des périodes de retour données. Dans le cadre de la réalisation d'une étude d'aléa, la probabilité de départ des blocs s'estime, outre l'approche historique / documentaire à partir des traces de départ visibles (cicatrices en falaises), à partir du nombre des blocs observés dans la pente ou des traces d'impact laissées sur les arbres, elle peut aussi être appréciée par les observations faites dans des contextes similaires (géologie, topographie…). Il est proposé d'apprécier cette probabilité sous la forme d'un indice d'activité pour l'aléa de référence considéré.

Afin de qualifier de façon comparable l'activité de zones homogènes d'ampleur différente, cet indice doit intégrer une référence spatiale (nombre de bloc par hm_2 de surface ou par hm de longueur de falaise). Le JTC-1_{10} propose de retenir pour la qualification de l'aléa sur linéaire de falaise :

- Très élevé > 1 chute/an/hm
- Elevé 0,1 à 1 chute/an/hm soit 1 à 10 chutes / 10 ans / hm
- Modéré 0, 01 à 0,1 chute/an/hm soit 1 chute/10 ans à 1/100 ans/hm
- Faible < 0.01 chute/an/hm soit < 1 chute/100 ans/hm

Sur cette base la MEZAP propose de retenir pour qualifier l'indice d'activité :

Indice d'activité	**Ordre de grandeur**
Faible	< un décrochement tous les 100 ans
Modéré	De l'ordre d'un décrochement tous les 10 ans à 100 ans
Elevé	De l'ordre d'un décrochement tous les ans à 10 ans
Très élevé	> 1 décrochements tous les ans

Comme pour l'intensité de phénomène, cet indice d'activité doit être justifié au regard en particulier des chroniques évènementielles. Dans le cas d'absence d'historique sur le site, cet indice devrait être a priori faible, sauf justification par le prestataire. Le volume le plus fréquemment observé sur un site ne correspond pas forcément au volume de l'aléa de référence.

Probabilité de propagation

La zone de propagation représente la zone parcourue potentiellement par des éléments rocheux lors d'un éboulement : il s'agit de la zone dans laquelle les éléments rocheux passent et s'arrêtent. La probabilité de propagation (Pp) est la probabilité qu'un phénomène atteigne une zone donnée en considérant les zones de départs susceptibles de l'atteindre. La cartographie de la probabilité de propagation permet de représenter la distribution spatiale des points d'arrêts potentiels d'une unique chute de bloc.

Cette probabilité est fonction des caractéristiques du versant étudié (pente, présence d'obstacles, nature du sol, etc.) et du projectile (forme, dimensions, etc.). La combinaison de ces nombreux paramètres régissant la propagation la rend relativement aléatoire.
Les observations de site et analyses de terrain donnent à l'expert des éléments indispensables et parfois suffisants pour estimer l'aléa de propagation.

Sur la base du guide MEZAP (paragraphe 3.6 et annexe 3 du guide MEZAP), des méthodes empiriques (type principe de la ligne d'énergie et des aires normalisées) pourront être utilisées et sont laissées à l'initiative du titulaire pour estimer l'emprise globale de propagation (enveloppe d'arrêt des blocs). *Toutefois, on souligne que la très forte incertitude liée à ces méthodes limite leur intérêt à une vérification préliminaire, et empêche de les utiliser comme réelle base de la détermination des aléas. Notamment, la valeur des angles joue un rôle très important sur les résultats, et dépend très fortement du contexte local (profil de pente, rugosité, type de blocs).*
Des méthodes prospectives (type modélisation des trajectoires en 2D ou 3D) sont également possibles sur les zones d'enjeux (voir le paragraphe consacré aux modélisations).

Le choix de la méthode d'évaluation de l'aléa de propagation sera justifié par le chargé d'étude en fonction de sa connaissance du site, de son expérience sur des sites équivalents et des éventuelles modélisations trajectographiques permettant une comparaison avec une situation ou un site servant de référence.

Aléa résultant

Il s'agit de s'appuyer sur l'approche MEZAP dont le principe est de croiser la probabilité d'atteinte (elle-même donnée par l'indice d'activité définissant la probabilité de rupture et la probabilité de propagation) avec l'intensité (volume). Le principe extrait de MEZAP est détaillé ci-après :

Probabilité d'atteinte

L'atteinte de phénomènes en tout point du territoire (probabilité d'atteinte Pa) est liée à la probabilité de rupture (Pr) et à la probabilité de propagation (Pp) précédemment définies. Pour le cas d'un bloc isolé : Pa = Pr x Pp. La MEZAP propose de qualifier la probabilité d'atteinte à partir de la matrice ci-dessous. Cette matrice croise la probabilité de propagation, qui peut être faible (propagation marginale sur pente faible ou plat en pied de falaise) à très forte (propagation quasi-certaine dans un versant >35°), et la probabilité de départ qualifiée par l'indice d'activité.

Indice d'instabilité	Probabilité de propagation			
	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Faible	Très faible	Faible	Moyenne	Forte
Moyen	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Fort	Moyenne	Forte	Très forte	Très forte

Pour donner des ordres de grandeur, une probabilité d'atteinte faible représente une fréquence d'atteinte de l'ordre du centennal, une probabilité d'atteinte forte représente une fréquence d'atteinte de l'ordre de quelques années.

Le croisement de l'intensité avec la probabilité d'atteinte permet enfin d'accéder au niveau d'aléa :

Indice d'intensité	Probabilité d'atteinte				
	Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Très faible	Négligeable	Faible (P1)	Faible (P1)	Faible (P1)	Moyen (P2)
Faible	Négligeable	Faible (P1)	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)
Modérée	Négligeable	Moyen (P2)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)
Élevée	*Négligeable**	Fort (P3)	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)
Très élevée	*Négligeable**	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)	Très fort (P4)
Très grande ampleur	Très fort aggravé (P5)				

** La probabilité d'atteinte Très faible génère un aléa négligeable car au-delà de la limite centennale. Pour le cas particulier d'intensités élevées ou très élevées, on peut cependant recommander une étude de mise en sécurité si des enjeux forts ou particuliers sont présents.*

Bâtiments existants en zone de propagation et d'arrêt

La configuration particulière des sites urbanisés avec des affleurements directement à l'aplomb des enjeux bâtis ne doit pas conduire l'expertise à considérer un arrêt des blocs contre les bâtiments. Les Cotech nationaux ont confirmé que le bâti et ses annexes (murs, murets) ne devaient pas être considérés comme un obstacle. Ils seront donc transparents aux blocs (et remplacés par un « replat » en cas de modélisation – voir ci-après) et l'affichage des limites de propagations de l'aléa n'en tiendra pas compte.

Rôle de la forêt

Les aléas sont qualifiés sans prendre en compte la forêt, en considérant que sa pérennité, et donc son éventuel effet, n'est pas assurée (par exemple en cas d'incendie ou de maladie des arbres). Les zones de forêts jouant un rôle réducteur du risque pour des zones urbanisées ou des infrastructures existantes peuvent néanmoins être identifiées dans la cartographie pour permettre la mise en place d'une politique de leur préservation autant que possible.

Modélisations
Pour rappel, la modélisation n'est qu'un outil d'aide à la décision, indissociable de l'expertise. La modélisation trajectographique ne peut être vue comme une méthode qui apporte une précision sur l'aléa par rapport au dire d'expert. Il s'agit plutôt d'une méthode qui complète le spectre d'analyse et apporte des éléments d'aide à la décision de l'expert.

4.2.5.2 Description

Cet aléa n'a été rencontré que dans les talwegs des ruisseaux de Lancey, du Vorz et de Laval, où la pente perpendiculaire à la stratification génère quelques affleurements de volume réduit. L'aléa est en général moyen, avec des volumes unitaires modérés à faibles.

Il n'y a qu'en amont du talweg du Laval, en limite de commune, où on peut observer un escarpement plus constitué, qui génère un aléa fort à l'aval.

Dans les deux cas, l'aléa va jusqu'au lit du ruisseau sans que la propagation ait le temps de baisser significativement, ou à proximité de la centrale en rive gauche du Vorz. Il ne concerne pas d'enjeux.

4.3 PROTECTIONS EN PLACE

Différentes protections sont en place, qui concernent surtout les règles de l'art : soutènements en pied de talus, protections de berges des ruisseaux…

Les ouvrages ayant une fonction significative sur les aléas étudiés sont détaillés ici et dans la carte des ouvrages en hors-texte.

4.3.1 Ouvrages influant sur l'aléa

Quelques ouvrages ont une influence sur l'aléa, qui sont énumérés ci-dessous.

Les digues du Vorz enserrent son lit mineur, perché, à l'aval de la D523 : l'aggravation de l'aléa par leur risque de rupture est décrite ci-dessus.
Ces digues en remblais, sans protection particulière, sont vulnérables aux érosions ; il a été jugé préférable d'y ouvrir une brèche volontaire lors de la crue de 2005 (en rive droite au niveau des tennis).
Ces digues étaient communales au recensement des ouvrages de 2017, et ADIDR (gestion par l'AS) au niveau de la plage de dépôts aval (dite de l'étang du Sabot).

De même, la digue de rive gauche du ruisseau de Laval (qui correspond plus à un lit perché qu'à une digue) génère un suraléa en cas de rupture sur sa longueur, au droit d'habitations puis de la centrale photovoltaïque. Cette digue était gérée par la commune au recensement des ouvrages de 2017.

4.3.2 Ouvrages n'influant pas directement sur l'aléa

D'autres ouvrages n'ont pas d'influence significative sur l'aléa de référence ; cela ne présage aucunement de leur utilité, qui peut être très importante pour des phénomènes inférieurs à l'aléa de référence.

Sur le Vorz, deux plages de dépôts sont fort utiles pour réguler le transport solide des crues courantes ; toutefois, leur capacité ne permet pas d'empêcher les débordements

en crue centennale entre les deux ouvrages. Ces deux plages sont désormais gérées par le Symbhi.

La première est au débouché des gorges, avec une capacité nominale de 5000m^3, mais qui en a retenu 10000 environ lors de la crue de 2005. Elle a été construite par le RTM pour le compte de la commune en 1994. Elle permet d'éviter de nombreux embâcles et débordements par exhaussement du lit pour des crues courantes à rares.

La deuxième en aval était gérée par l'ADIDR, elle est située entre les digues au niveau de l'ancien étang du Sabot, et elle permet surtout d'éviter l'engravement de la Chantourne.

Des bassins de rétention existent également pour les plus petits ruisseaux du Dorgeval et du Méary ; du fait de leur positionnement en aval, ils sont efficaces pour des crues modérées ou pour éviter de surcharger le réseau EP, mais n'empêchent pas des débordements plus en amont.

La petite digue de rive droite du Vorz en amont de la D523 n'est pas assez efficace sur une crue centennale pour influencer l'aléa dans un sens ou dans l'autre. Elle peut protéger de certaines crues courantes.

Les digues de la Chantourne (remblai RFF, notamment) peuvent être contournées par les remontées de nappe et n'ont pas d'influence sur l'aléa.

D'autres ouvrages plus ponctuels existent, comme des drainages et soutènements au niveau de la source du Dorgeval (MO RTM, 1986 puis 2008), ou des buses et drains en RG du Vorz (MO RTM, 1990) ; ces ouvrages améliorent la stabilité des terrains à court et moyen terme mais leur besoin d'entretien et leur pérennité limitée restreignent leur efficacité à long terme.

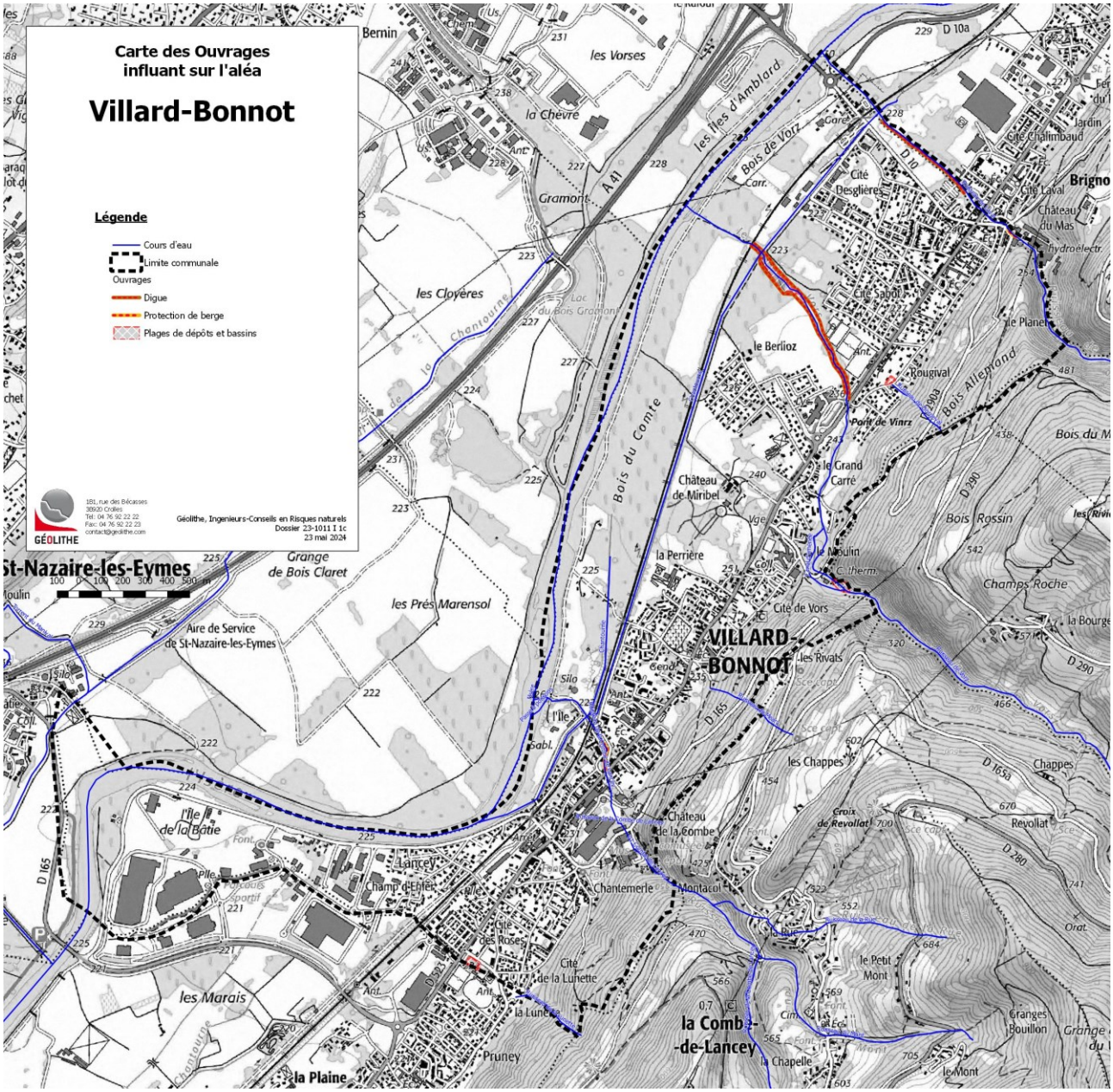


Figure 15 - Carte des ouvrages (échelle ≈ 1/30 000)

5 - BIBLIOGRAPHIE

Alp'Géorisques :

Analyse des contraintes hydrauliques concernant le projet de stade d'athlétisme et de voie cyclable en rive droite de Vorz sur la commune de Villard-Bonnot
Rapport 0304511 d'avril 2003

Artelia :

Etude hydraulique du ruisseau du Laval dans le secteur de Brignoud
Rapports DIAG Rév1 12/12/2014 et AVP Rév1 10/2015

BRGM:

Carte géologique de la France au 1/50 000, Feuille Domène (773) , 1969

EDYTEM, 2008 :

Étude integrée du bassin versant du Vorz consécutive à la crue des 22 et 23 août 2005
Rapport scientifique EDYTEM – UMR 5204 du CNRS et de l'Université de Savoie - Décembre 2008

EGIS Eau :

Étude du fonctionnement Isère Chantournes Torrents En rive gauche, entre Gières et Tencin
Rapports GRI70436Y, phase 1 Novembre 2008 et phase 2 Avril 2009

ETRM :

Étude des apports liquides et solides du torrent de la Combe de Lancey
Rapport provisoire avril 2021

Hydrétudes :

Aménagement du ruisseau du Vorz
RD523 – PR 03-117
Rapport 03-117 d'avril 2004

Hydrétudes :

Aménagement du ruisseau du Vorz
Zone amont de la RD523
Rapport 04-065 de septembre 2004

Hydrétudes :

Analyse morphodynamique de la plage de dépôts aval du Vorz
Rapport 15-014 de juin 2015

IGN :

Fonds cartographiques Scan25 (carte topo 1/25.000 agrandissable) et BDOrtho (vue aérienne orthorectifiée)

IRMa Grenoble

Fiches événements de la commune de Villard-Bonnot, consultable sur *http://www.irma-grenoble.com/04risques_isere/00commune_fiche.php?NumeroINSEE=38547*

ONF-RTM :

Base de données risques naturels

Suez consulting :

Caractérisation de l'intensité des phénomènes torrentiels sur le torrent de la Combe de Lancey à Villard-Bonnot
Schéma d'aménagement intégré du bassin versant du torrent de la Combe de Lancey pour la protection de Villard-Bonnot
Phase 1, rapport version B du 14/03/2022 ref 21CRA020

Suez consulting :

Schéma d'aménagement intégré des bassins versants des Adrets, du Laval et du Recourbin
Rapport de phase 1 : Etat des lieux et diagnostic approfondi sur les bassins versants
Rapport version 4 du 30/08/2022 ref 21CRA191

Carte des Aléas

Villard-Bonnot

Légende des aléas

Inondations — *Degré d'aléa*

	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Crues des rivières (Chantourne)				
Torrentiel				
Ruissellements				

Mouvements de terrain

	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Glissement				
Risques rocheux				

- Limite communale
- Cours d'eau
- Busages (emprise supposée)
- Bandes de précaution
- Zone réglementée par le PPRI de l'Isère

Courbes de niveau LidarHD
- Mineure 1m
- Inter 5m
- Majeure 10m

GÉOLITHE
181, rue des Bécasses
38920 Crolles
Tel: 04 76 92 22 22
Fax: 04 76 92 22 23
contact@geolithe.com

Géolithe, Ingenieurs-Conseils en Risques naturels
Dossier 23-1011 I 1d
12 septembre 2024

200 0 200 400 600 800 1000 m

100 0 100 200 300 400 500 m