

CONSULTING

# Caractérisation de l'intensité des phénomènes torrentiels sur le torrent de la Combe de Lancey à Villard-Bonnot – Phase 1

Schéma d'aménagement intégré du bassin versant du  
torrent de la Combe de Lancey pour la protection de Villard-  
Bonnot

**Numéro du projet : 21CRA020**

**Intitulé du projet : Schéma d'aménagement intégré du bassin versant du torrent de la Combe de Lancey pour la protection de Villard-Bonnot**

**Intitulé du document : Caractérisation de l'intensité des phénomènes torrentiels sur le torrent de la Combe de Lancey à Villard-Bonnot**

<b>Version</b>	<b>Rédacteur NOM / Prénom</b>	<b>Vérificateur NOM / Prénom</b>	<b>Date d'envoi JJ/MM/AA</b>	<b>COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles</b>
<b>A</b>	David VIAL	Arnaud PESTEL Maxence CHAUVET	18/01/2022	Version initiale
<b>B</b>	David VIAL	Arnaud PESTEL Maxence CHAUVET	25/03/2022	Version finale
<b>C</b>	Arnaud Pestel	David Vial	21/11/2022	Reprise conclusion aspects environnementaux



## Table des matières

1.....	Objectif du rapport.....	4
2.....	Contexte.....	5
3.....	Synthèse des études antérieures .....	6
4.....	Synthèse des enjeux environnementaux .....	7
4.1	Objectifs.....	7
4.2	Données d'entrée.....	7
4.3	Synthèse .....	9
5.....	Diagnostic hydrologique et transport solide .....	11
5.1	Description générale du bassin versant du torrent de Combe de Lancey .....	11
5.2	Éléments historiques.....	15
5.3	Grandeurs caractéristiques .....	16
5.3.1	Hydrologie et transport solide.....	16
5.3.2	Production des flottants .....	17
5.3.3	Conditions aux limites aval.....	20
6.....	Caractérisation de l'état de référence .....	20
6.1	Méthodologie.....	20
6.2	Cartographie du niveau d'intensité du processus torrentiel .....	20
6.2.1	Méthode.....	20
6.2.2	Magnitude centennale .....	23
6.2.3	Magnitude trentennale.....	25
6.2.4	Magnitude décennale .....	27
7.....	Conclusion de la phase 1 .....	29
7.1	Enjeux environnementaux.....	29
7.2	Enjeux hydrauliques.....	30



## Table des illustrations

Figure 1 : localisation du secteur d'étude à Villard-Bonnot (fond carte topo, IGN) .....	4
Figure 2 : localisation du bassin versant du torrent de la Combe de Lancey et du système à risque torrentiel en aval (cartes topographiques, IGN) .....	11
Figure 3 : profil en long du torrent de la Combe de Lancey .....	12
Figure 4 : photographies des ouvrages sur le cône du torrent de la Combe de Lancey (source : Piton, G., Carladous, S., Tacnet, J-M. 2021. Caractérisation des sous-scénarios de crues et des probabilités conditionnelles associées) .....	13
Figure 5 : carte de l'analyse fonctionnelle du torrent de la Combe de Lancey .....	14
Figure 6 : hydrogrammes de crue à Villard-Bonnot (ETRM, 2021) .....	16
Figure 7 : possibilité de déplacement des personnes en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse des écoulements .....	22
Figure 8 : grille d'aléa proposée pour décrire les phénomènes de débordements de cours d'eau et de ruissellement ..	23

## Liste des tableaux

Tableau 1 : synthèse de l'hydrologie et des apports solides sur le torrent de Combe de Lancey .....	16
Tableau 2 : estimation des volumes de bois flottant (source : Piton, G., Carladous, S., Tacnet, J-M. 2021. Caractérisation des sous-scénarios de crues et des probabilités conditionnelles associées) .....	18
Tableau 3 : estimation des volumes de flottants et taux de production associés .....	18
Tableau 4 : estimation des volumes et tailles de flottants pour les trois scénarios de crue retenus .....	19



## 1. OBJECTIF DU RAPPORT

La commune de Villard-Bonnot est exposée à des risques torrentiels en provenance du torrent de la Combe de Lancey drainant un bassin versant appartenant au massif de Belledonne.

La présente mission intègre la mise en oeuvre de plusieurs actions programmées pour la phase de PAPI d'Intention des affluents de l'Isère en Grésivaudan, dont l'action 6-2-T3 de définition d'un schéma d'aménagement intégré constitue le cœur de ce rapport.

Ce rapport finalise la phase 1 de diagnostic et d'état des lieux sur le torrent de Combe de Lancey. Il a pour but de poser le diagnostic sur le fonctionnement hydraulique et écologique du cours d'eau, mais aussi les enjeux du territoire (industriels, sociétaux, environnementaux, paysagers...).

En ce qui concerne le contenu du rapport, il est tout d'abord **rappelé très sommairement les hypothèses retenues concernant les grandeurs caractéristiques** du bassin versant : hydrologie, transport solide, historique des crues passées (objet du rapport ETRM d'avril 2021 « Étude des apports liquides et solides du torrent de la Combe de Lancey » [10]).

Le cœur du rapport porte ensuite sur l'application de la méthode récemment définie par INRAE pour **la caractérisation des sous-scénarios de crues en contexte torrentiel ainsi que la définition des probabilités conditionnelles d'atteintes** (rapport INRAE de 2021 « Caractérisation des sous-scénarios de crues et des probabilités conditionnelles associées » [0]).

La dernière partie du rapport porte sur la **définition des cartes d'intensités** des phénomènes torrentiels caractérisés à travers les sous-scénarios préalablement retenus.

L'évaluation des dommages constitue une étape ultérieure qui sort du cadre de ce rapport.

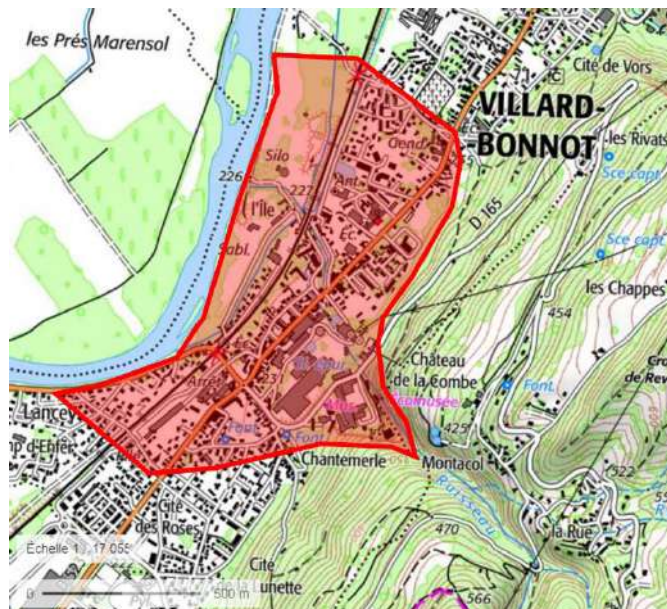


Figure 1 : localisation du secteur d'étude à Villard-Bonnot (fond carte topo, IGN)

## 2. CONTEXTE

Comme rappelé précédemment, la phase 1 s'attache à poser le diagnostic des différents aspects du schéma intégré.

Nous présenterons le présent document suivant les différentes thématiques suivantes :

### 1. Rappel des études antérieures

Cette première étape est importante car elle permet de rappeler l'ensemble des données disponibles sur le secteur, de présenter les différentes approches utilisées par le passé pour diagnostiquer le secteur d'étude mais aussi proposer des solutions d'aménagement. Cette partie légitime une approche différente de la caractérisation de l'aléa torrentiel sur le cône.

### 2. Enjeux environnementaux

Cet élément de mission permet de synthétiser les enjeux environnementaux sur le site d'étude. Il est important d'intégrer la sensibilité des milieux au regard des solutions d'aménagement pressenties à ce stade.

### 3. Diagnostic hydraulique

Le diagnostic hydraulique vise à poser les données d'entrées. Les données ultérieures sont analysées et critiquées et les nouvelles données disponibles permettent de caler les ordres de grandeur indispensables pour le diagnostic (hydrologie, transport solide, risque naturel...)

### 4. Caractérisation de l'état de référence

La caractérisation de l'aléa de crues torrentielles est un exercice difficile. Ce travail qui permet de rendre compte de l'ampleur et de l'intensité du phénomène, en configuration actuelle du cône de déjection, est néanmoins nécessaire dans le cadre de l'élaboration d'un schéma d'aménagement. Il permet de disposer d'un état de référence, qui sera comparé aux états aménagés à étudier en phase 3.

Le déroulement des crues torrentielles est extrêmement imprévisible. La distribution spatiale des niveaux d'intensité des effets potentiels d'une crue torrentielle peut varier de façon importante pour un même scénario de crue. Ces phénomènes aléatoires induits par le transport solide, les embâcles et la typologie hétérogène des ouvrages hydrauliques rendent la caractérisation de l'aléa alors très complexe et nécessitent une approche différente de celle utilisée couramment dans un schéma d'aménagement en domaine fluvial.

Lors de la présente étude, nous nous sommes appuyés sur le guide ministériel en cours d'élaboration par INRAE, afin de lever tous les verrous qui n'ont jusqu'alors pas permis d'aboutir à la réalisation d'une analyse multicritère robuste, et partagée de tous (services de l'état, commune etc). Cette méthodologie sera présentée dans le corps du rapport et plus détaillée en annexe.

Cette méthodologie sera résumée dans le corps du présent rapport. Pour plus d'information ; nous renvoyons aux guides en cours d'élaboration pour le compte du CGDD.



### 3. SYNTHÈSE DES ÉTUDES ANTERIEURES

De nombreuses études ont été réalisées sur ce bassin versant - mais aussi sur l'ensemble des torrents des balcons de Belledonne, notamment après la crue de 2005. Elles sont indiquées ci-dessous. Certaines études, pertinentes pour notre mission ont été synthétisées en annexe.

Bien que ces études ont permis de définir/préciser à plusieurs reprises les données d'entrée, elles n'ont pas permis de définir clairement un schéma d'aménagement du cône, eu égard au fonctionnement très aléatoire du torrent en crue. De nombreuses questions sont restées en suspens et l'adhésion autour des différentes conclusions n'a pas été totale. Elles mettent en avant qu'une méthodologie adaptée au contexte torrentiel devenait nécessaire.

Les études sont :

Date	Auteur	Objet	MOA
2003	ERGH	Etude géotechnique du glissement de "Boucherand"	Commune de la Combe de Lancey
31.08.2005	RTM de l'Isère	Demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, suite aux crues torrentielles des 22 et 23 août 2005	
27.09.2005	RTM de l'Isère	Le point sur la gestion du risque d'embâcles en extrême urgence suite aux crues torrentielles des 22 et 23 août 2005 en Belledonne	
15.10.2005	RTM de l'Isère	Dossier risques naturels : éléments pour un retour d'expérience sur les crues torrentielles des 22 et 23 août 2005 en Belledonne et propositions d'actions	
Mar-06	RTM de l'Isère	Événements des 22 et 23 août 2005 dans le massif de Belledonne, document de retour d'expérience, Préfecture de l'Isère, 69 p. + photos et plans	
Oct-06	Alp'Géorisques	Étude d'un schéma de réhabilitation et de sécurisation des torrents de Belledonne suite aux crues des 22 et 23 août 2005 : torrents de Laval, Vorz, Combe de Lancey, Doménon, Prémol, version provisoire 1, communauté de communes du balcon de Belledonne	
Dec-06	Gérard DEGOUTTE & Paul PIERRON	Retour d'expérience sur les crues torrentielles d'Août 2005 en Belledonne	
2006	Sogreah	Étude de diagnostic et d'aménagement hydraulique du bassin versant du ruisseau de la Combe de Lancey	Commune de Villard-Bonnot
2007	Sogreah	Étude de la Combe de Lancey, Précisions	Commune de Villard-Bonnot
2008	Sogreah	Plage de dépôt sur le torrent de la Combe de Lancey sur le site des papeteries - Étude de faisabilité	Commune de Villard-Bonnot
2009	Sogreah	REHABILITATION ET SECURISATION DE 5 TORRENTS DE BELLEDONNE AVANT - PROJET	CCPG
2010	Sogreah	Plage de dépôt sur le torrent de la Combe de Lancey sur le site des papeteries - Étude de faisabilité	Commune de Villard-Bonnot
6/1/2012	Hydrétudes	Dossier de l'ouvrage, plan de surveillance et d'entretien de la plage de dépôts du Mas Juliens sur la commune de La Combe de Lancey	CCPG
2013	Artelia	Étude du ruisseau de la Combe à Villard Bonnot - Site Berges – Rapport final	Commune de Villard-Bonnot
4/1/2016	AMETEN	Étude hydraulique pour l'aménagement des berges du ruisseau de la Combe de Lancey	Commune de Villard-Bonnot
Jul-18	ARTELIA ETNA - Améten	Etude de l'aménagement d'une plage de dépôt sur le torrent de la Combe de Lancey - Site des anciennes papeteries-Phase 1	Commune de Villard-Bonnot
Feb-19	ARTELIA- Améten	Etude de l'aménagement hydraulique du torrent de la Combe de Lancey à Villard-Bonnot (38) Site des anciennes papeteries – mission complémentaire RAPPORT DE PHASE 2	SYMBHI

**Guide et méthodologie :**

- Piton, G., Carlados, S., Tacnet, J-M. 2021. *Caractérisation des sous-scénarios de crues et des probabilités conditionnelles associées - Application à la problématique des crues torrentielles : approche et cas d'étude*. Rapport scientifique réalisé pour le compte du Commissariat général au développement durable (CGDD). V2.1. 60 p.
- Guide méthodologique - Plan de prévention de risques naturels – Guide cours d'eaux torrentiels – Ministère de la transition écologique et solidaire.
- Méthodes d'aide à la décision pour les plans d'action et de prévention - Analyse comparative des méthodes dites "multicritère" dans le contexte torrentiel - Rapport de phase 1: Caractérisation des phénomènes torrentiels (Guillaume Piton, Félix Philippe, Didier Richard, Jean-Marc Tacnet)
- Méthodes d'aide à la décision pour les plans d'action et de prévention - Analyse comparative des méthodes dites "multicritère" dans le contexte torrentiel – Rapport de phase 2: méthodologie d'évaluation des dommages (Philomène Favier, Guillaume Piton, I.Ousset, Jean-Marc Tacnet)

## 4. SYNTHÈSE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

### 4.1 Objectifs

Cette partie présente la synthèse des données environnementales existantes sur le périmètre de la Combe de Lancey. Cette synthèse doit permettre de définir les enjeux environnementaux de l'état initial au regard des données existantes, dans l'objectif d'établir le schéma d'aménagement du torrent de la Combe de Lancey.

La synthèse de ces données environnementales portera sur :

- La date de réalisation des inventaires faune flore : pour les dossiers réglementaires, les services instructeurs estiment qu'un délai de réalisation des inventaires supérieur à 3 ans nécessitent la mise à jour des inventaires en question ;
- Les groupes taxonomiques inventoriés : pour l'élaboration des dossiers réglementaires, l'ensemble des groupes faunistiques et floristiques doivent être inventoriés aux périodes propices d'observation, sur un cycle biologique complet, notamment si des sensibilités sont révélées par les données bibliographiques ;
- La qualité des données disponibles, notamment sur la localisation géographique des espèces protégées, leur caractérisation et leur dénombrement, nécessaires à l'élaboration du dossier de demande de dérogation au titre des espèces protégées le cas échéant.

Cette phase de synthèse des données existantes permettra d'éclairer le Maître d'Ouvrage sur la validité et la pertinence des données dont il dispose en vue de la réalisation de la mission.

### 4.2 Données d'entrée

Deux sources de données ont été utilisées pour ce recueil :

- Recueil des données de la MOA, dont les rapports d'études de TERE0 (rapport final et atlas, mars 2021)
- Recueil des données publiques telles que :

- L'Inventaire National du Patrimoine Naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle (<https://inpn.mnhn.fr/collTerr/commune/code-sig/INSEEC74133>)
- Le Pôle d'information Flore Habitat du Conservatoire Botanique National Alpin ([http://www.pifh.fr/pifh/pifh/index.php/recherche\\_par\\_commune](http://www.pifh.fr/pifh/pifh/index.php/recherche_par_commune))
- La DREAL Auvergne-Rhône-Alpes (<http://www.rdbmrc-travaux.com/basedreal/resultat.php?insee=%2C74133>)

Les données récoltées sont présentées dans le tableau suivant :

Natura 2000	ZSC n°FR82011733 « Cembraie, pelouses, lacs et tourbières de Belledonne, de Chamrousse au Grand Colon » concernée par le haut du site.
Parcs	Non concerné
Sites Inscrits	Proximité avec le Site Classé « Cirque des cascades du Boulon ». Un site classé est un espace naturel ou bien une formation naturelle remarquable dont le caractère historique, artistique, scientifique, légendaire ou pittoresque appelle, au nom de l'intérêt général, la conservation en l'état ainsi que la préservation de toutes atteintes graves. Dans le périmètre d'un site classé, toute modification de l'état ou de l'aspect des lieux est soumise à autorisation spéciale, délivrée selon la nature des travaux soit par le ministre des sites soit par le préfet de département (articles L.341-10, R.341-10 et R.341-12 du code de l'environnement).
ZNIEFFs I	ZNIEFF de type I sont concernées par le site ; - ZNIEFF n° 820031881 « Pelouse de la Combe de Lancey » (33 ha) dans sa totalité, - ZNIEFF n° 820031852 « Bas-marais de Prélong à la Sagne » (10 ha) dans sa totalité, - ZNIEFF n° 820031904 « Freydières » (66 ha) en partie, - ZNIEFF n° 820031879 « Lacs Robert et lac du Crozet » (2107 ha) en partie. La ZNIEFF de type I n°820031882 est accolée au périmètre du site mais n'est pas concernée par celui-ci.
ZNIEFFs II	ZNIEFF de type II n°820031917 "Massif de Belledonne et chaîne des Hurtières" sur la totalité du site : - S'étend sur 70156 ha, caractérisée par des altitudes très variables, allant de zones montagnardes basses à presque 3000 m d'altitude, - Riche en lacs, gorges et cirques, il offre un échantillonnage complet des milieux naturels de haute montagne - Présence de nombreuses espèces caractéristiques des alpes, souvent patrimoniales et/ou protégées, avec de nombreux mammifères (Bouquetins réintroduits en 1983, Chiroptères, Loups), oiseaux, reptiles et amphibiens (Sonneur à ventre jaune, Lézard vivipare), et de nombreux insectes dont les papillons remarquables (Apollon, Petit-Apollon, Solitaires, etc.)  L'inventaire des ZNIEFF constitue l'outil principal de la connaissance scientifique du patrimoine naturel et sert de base à la définition de la politique de protection de la nature. Il n'a pas de valeur juridique directe mais permet une meilleure intégration de la richesse patrimoniale dans l'élaboration des projets susceptibles d'avoir un impact sur le milieu naturel, et doit donc être pris en compte.
SRADET/SRCE	Non concerné
APPB	Non concerné
Flore	Présence potentielle d'espèces patrimoniales et/ou protégées, notamment l'Androsace de Suisse, la Buxbaumie verte ou la Cardamine de Plumier.

	La flore envahissante est sous prospectée (Buddleia uniquement), avec par exemple la présence avérée de Renouée du Japon, Solidage, Vigne vierge... Le rapport TERO indique la présence de 5 espèces protégées (3 protection nationale, 2 protection régionale) dans le périmètre du bassin versant. Il s'agit d'espèces caractéristiques des milieux de montagne (cf. carte des espèces protégées issues du rapport TERO 2021)
Espèces animales	Le rapport TERO indique la présence de <b>plusieurs espèces animales protégées dans le périmètre du bassin versant</b> . Certaines peuvent utiliser les habitats du torrent et des espaces urbanisés comme habitat de vie. Ces espèces ne sont pas dénombrées et identifiées précisément. (cf. carte des espèces protégées issues du rapport TERO 2021).
Mammifères	Espèces protégées et/ou menacées liées aux milieux de montagne comme <b>le Loup et le Bouquetin des Alpes</b> Espèces protégées liées aux boisements comme <b>l'Ecureuil roux ou le Hérisson d'Europe</b> Aucune donnée concernant les Chiroptères (potentialité forte d'espèces protégées) et le Castor
Oiseaux	Espèces sensibles des cours d'eau de montagne (Chevalier guignette, Cincle plongeur, Bergeronnette des ruisseaux) Espèces sensibles des boisements de montagne ( <b>Gélinotte des bois, Pic épeichette, Bec-croisé des sapins, Bouvreuil pivoine, mésange boréale</b> ) + espèces plus communes Espèces sensibles spécifiques aux bois matures ou avec arbres à cavités ( <b>Chouette de Tengmalm, Chevêche, Pic noir, Chevêchette, Huppe fasciée</b> ) Espèces sensibles des milieux ouverts de montagne ( <b>Lagopède des Alpes, Tétrasyre, Vautour fauve, Merle à plastron</b> ) + espèces plus communes Espèces sensibles des milieux ruraux et rudéraux ( <b>Serin cini, Chardonneret élégant, Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique</b> )
Reptiles	Reptiles communs (Lézard des murailles, Lézard vert), + Lézard vivipare, potentialités <b>d'Orvet, Couleuvre à collier, Vipère aspic, Couleuvre d'Esculape, Couleuvre verte et jaune</b>
Amphibiens	Amphibiens communs (Grenouille rousse, crapaud commun) <b>+ Triton alpestre, Triton palmé, Salamandre tachetée, Grenouille agile</b>
Invertébrés	Coléoptères : Lucane cerf-volant Lépidoptères : Azuré des mouillères, Azuré du Serpolet, Azuré de l'orobe, Moiré des Sudètes, Apollon Odonates : Agrion hasté, Leste des bois, Cordulie arctique, Cordulie métallique, Leucorrhine douteuse
Poissons	<b>Traites de rivière et Chabot</b> sur le linéaire et Vairon, loche franche et Ombre commun s'y ajoutent à la confluence.

### 4.3 Synthèse

L'ensemble des données recueillies couvrent l'emprise du site, mais ces données ne permettent pas d'être catégorique sur l'état de connaissance exhaustif des écosystèmes du torrent de la Combe-de-Lancey.

En effet, les données habitats naturels, faune et flore disponibles sont hétérogènes et généralistes. Elles montrent la présence potentielle d'enjeux locaux, notamment au niveau des reptiles, oiseaux et poissons, sur la base d'une bibliographie.

Dans l'état actuel de ces données bibliographiques, il n'est pas possible de réaliser un dossier réglementaire type étude d'impact ou dossier loi sur l'eau dans le cadre de travaux liés au PAPI, et a fortiori de demande de dérogation au titre des espèces protégées, **sans que ces dossiers soient mis en porte à faux au regard des exigences réglementaires portées par la DREAL.**

Les éléments justifiant ce point de vue sont les suivants :

○ **Absence d'inventaires 4 saisons.**

Le rapport TERE0 2021 se base pour l'essentiel sur une bibliographie complète, locale et régionale, mais obsolète en termes de dates (antérieures à 2018 pour la plupart)

○ **Absence de couverture de la totalité des taxons.**

Certains taxons sont en effet absents des données bibliographiques (Chiroptères) ou lacunaires (Flore, Insectes, Amphibiens, Reptiles).

○ **Absence d'analyse de potentialité d'accueil des habitats du site pour les espèces protégées, et de cartographie des enjeux.**

**La réalisation d'inventaires 4 saisons doit donc être envisagée afin de mieux connaître l'écologie locale et mener à bien le programme d'action et de prévention des crues.**



## 5. DIAGNOSTIC HYDROLOGIQUE ET TRANSPORT SOLIDE

Toute cette partie reprend synthétiquement les éléments du rapport d'ETRM d'avril 2021 portant sur la quantification de l'hydrologie et du transport solide [10].

### 5.1 Description générale du bassin versant du torrent de Combe de Lancey

#### ○ Caractéristiques morphologiques :

- Le bassin versant du torrent de la Combe de Lancey représente une surface drainée de 18 km<sup>2</sup> sur un territoire majoritairement montagneux (Figure 2). La tête de bassin versant est délimitée par les crêtes des premières arêtes rocheuses du massif de Belledonne : La Grande Lance de Domène (2790 m NGF) et le Grand Colon (2394 m NGF).
- Le bassin versant est de forme allongée, orienté Sud-Est / Nord-Ouest. Sa partie amont présente une géologie de nature cristallophyllienne ce qui favorise d'autant plus les ruissellements et la concentration des eaux. Le bassin est donc très réactif aux précipitations avec des transferts aval très rapides (pentes soutenues et passages en gorges très raides).
- Le torrent de la Combe de Lancey est un affluent de l'Isère en rive gauche de la plaine du Grésivaudan à Villard-Bonnot (alt. Min 230 m NGF).
- Le talweg principal mesure environ 10.5 km de long.
- La pente moyenne du cours d'eau est de 24%.

#### ○ Régime hydrologique :

- Pluvio-nival dominant

#### ○ Activité solide :

- Torrent à charriage

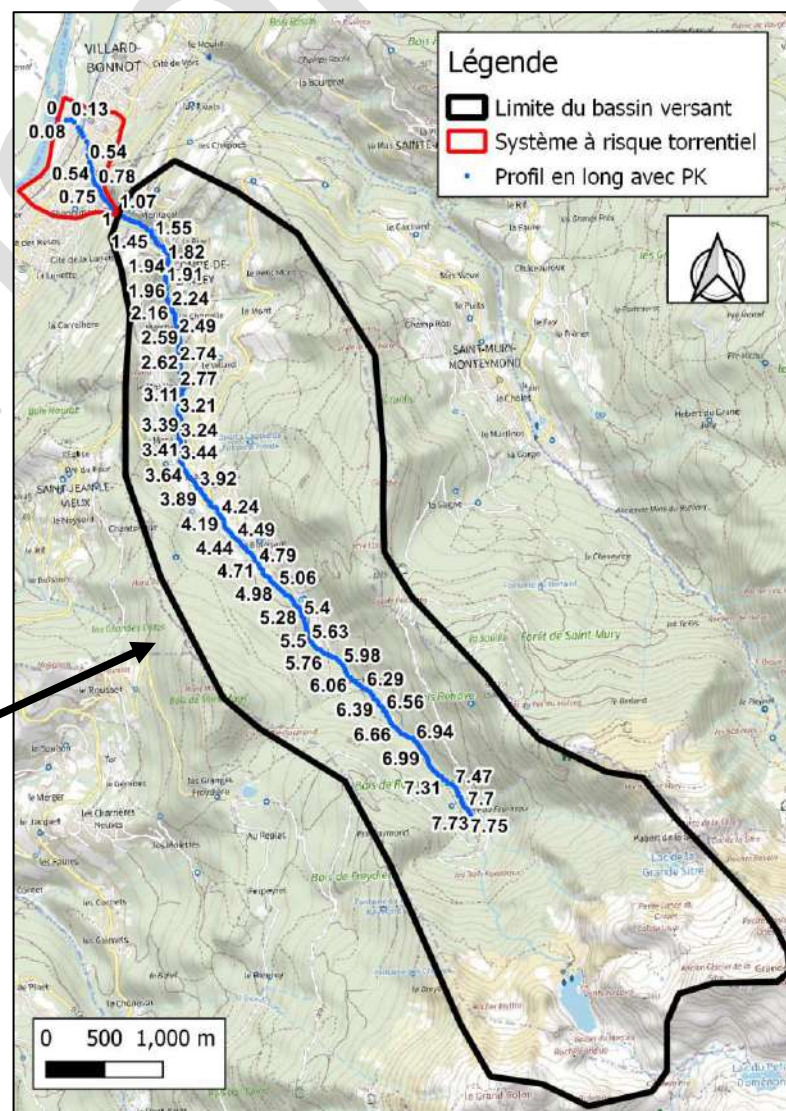
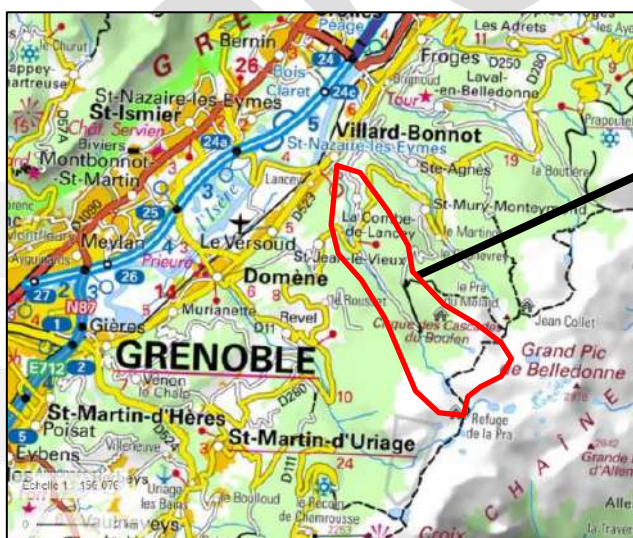


Figure 2 : localisation du bassin versant du torrent de la Combe de Lancey et du système à risque torrentiel en aval (cartes topographiques, IGN)

Toute la partie très raide du bassin versant (>40%) en amont de la prise d'eau du Fourneau n'est pas représentée sur le profil en long ci-dessous (Figure 3).

Ce profil en long peut être découpé en trois tronçon relativement homogènes :

- Partie intermédiaire du torrent (Balcons de Belledonne) avec une pente régulière moyenne de 12%
- Secteur des gorges abruptes (cascades sur substratum rocheux et gros blocs) situées à l'amont direct du cône de déjection (pente >20%)
- Cône de déjection entièrement urbanisé à Villard-Bonnot en particulier par la friche industrielle des anciennes papèteries. L'axe du torrent est coupé par plusieurs axes routiers : RD165 en amont, la RD523 au niveau de la Place de la Pologne, mais aussi la voie ferrée Grenoble-Chambéry ainsi que la Chantourne (la Combe de Lancey passe au-dessus via un pont-canal).

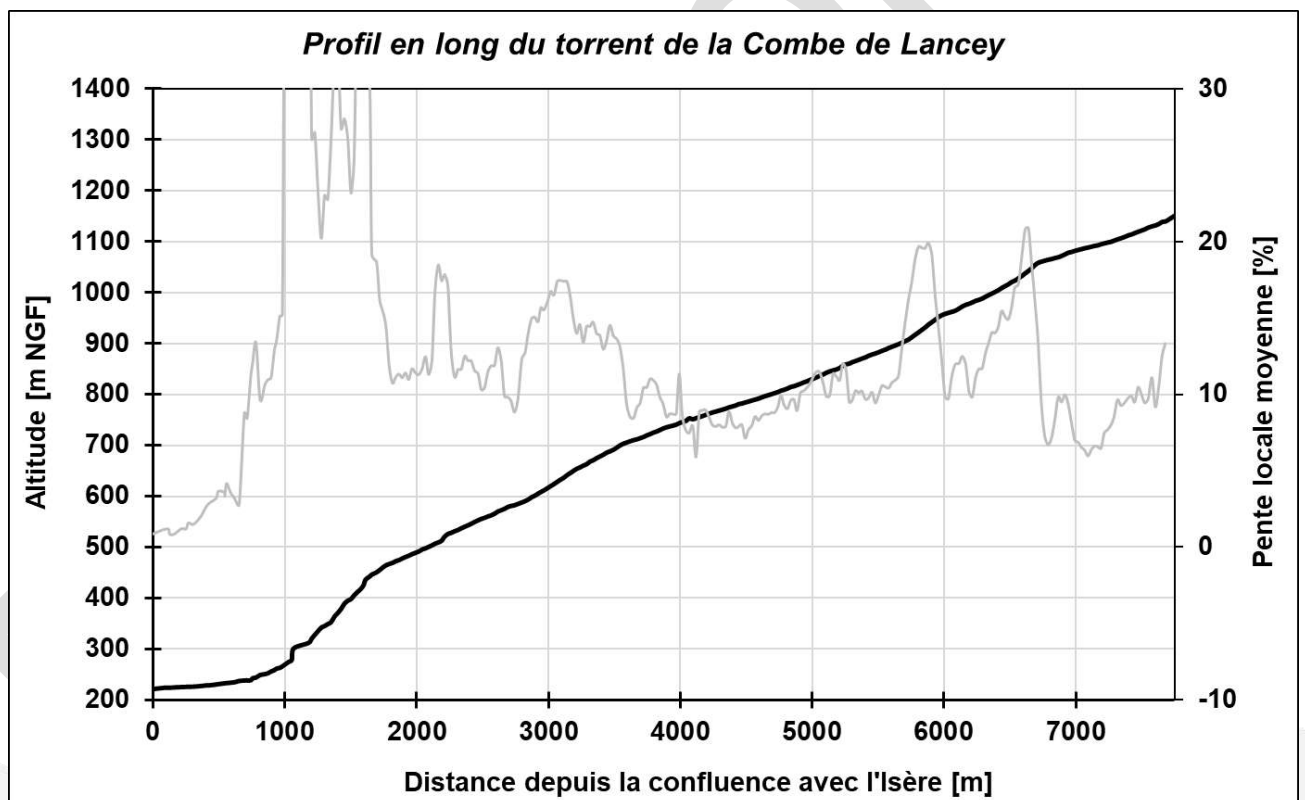


Figure 3 : profil en long du torrent de la Combe de Lancey



Le torrent est couvert sur des linéaires importants sur son cône de déjection. Un code est attribué à chaque ouvrage (photos en Figure 4) pour plus de simplicité :

- P1-P2-P3 traversent en souterrain les anciennes papèteries ;
- P4 correspond à l'ouvrage sous la Place de la Pologne ;
- P5 correspond à l'ouvrage SNCF ;
- P6 correspond au pont de la cimenterie.

La carte en Figure 5 permet de localiser l'ensemble de ces ouvrages et des tronçons intermédiaires dont il est question dans tout ce rapport.



Figure 4 : photographies des ouvrages sur le cône du torrent de la Combe de Lancey (source : Piton, G., Carladous, S., Tacnet, J-M. 2021. Caractérisation des sous-scénarios de crues et des probabilités conditionnelles associées)



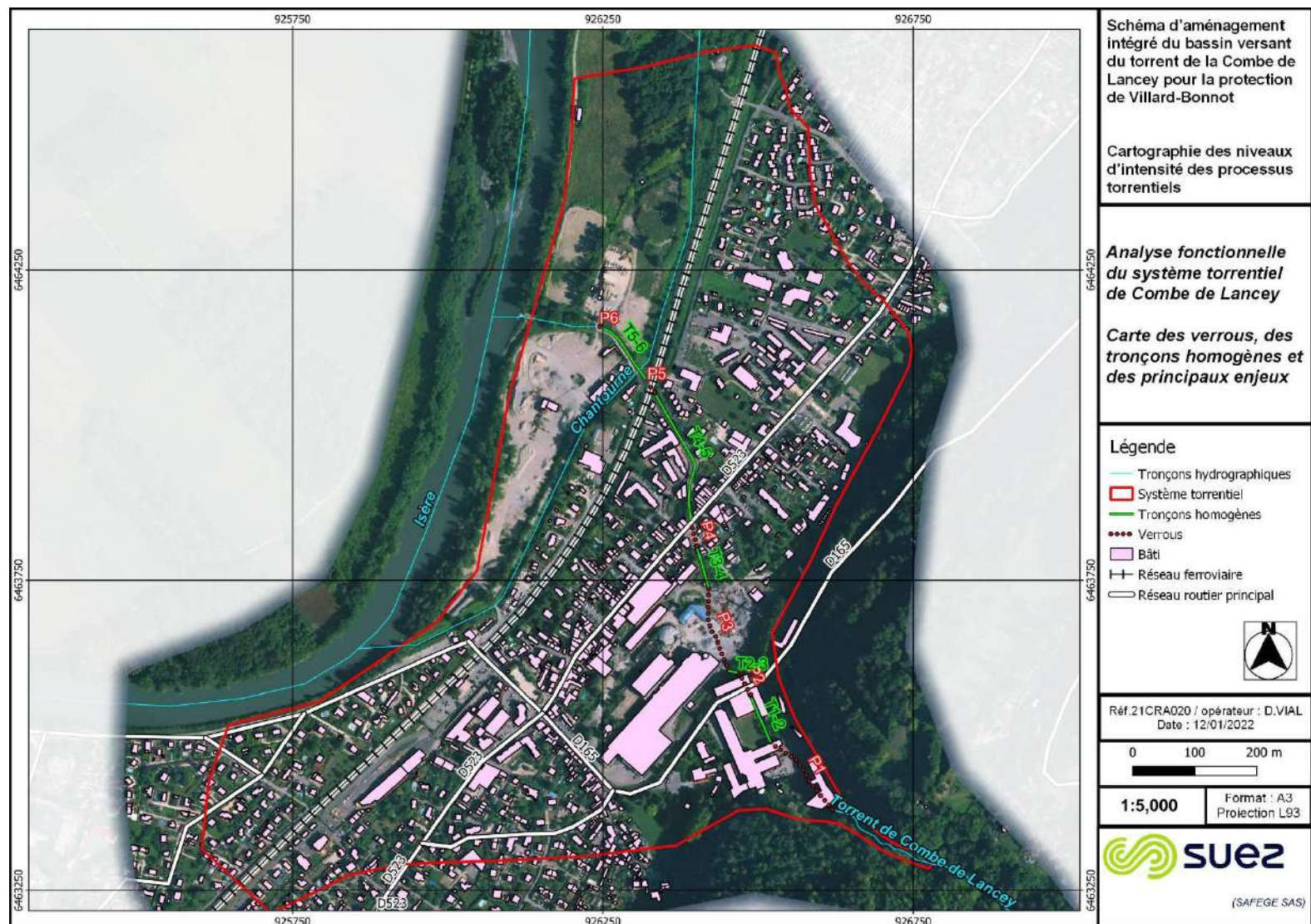


Figure 5 : carte de l'analyse fonctionnelle du torrent de la Combe de Lancey

## 5.2 Eléments historiques

L'historique des crues sur le cône de déjection du torrent de Combe de Lancey est reprise de l'étude ETRM (2021) :

- **"1867** : Aristide Bergès installe une râperie de bois à Lancey.
- **2/07/1939** : une crue torrentielle s'est déclenchée sur le ruisseau de la Combe de Lancey, provoquant des inondations importantes à LANCEY. Inondation des papeteries de LANCEY, du quartier de la Place de la Pologne et coupure de la route nationale. La pluviométrie enregistrée ce jour est de 39,5 mm à REVEL et 36 mm au VERSOUD. L'origine des perturbations dans le village semble imputable à la formation d'un « bouchon » constitué d'arbres et de rochers, à l'amont et sous le pont de la Place de la Pologne. « Des milliers de mètres cubes de rochers et de terre accumulés sur 200 mètres de long par le torrent. »
- **1958** : Crue causant des inondations aux papeteries à LANCEY.
- **16/08/1999** : Crue du torrent, la capacité du pont de la Pologne est atteinte.
- **22/08/2005** : Crue importante avec obstruction au niveau des papeteries.

*L'historique des crues est étonnant : alors que les aménagements potentiellement menacés par le torrent étaient déjà présents à milieu du XIXème siècle, la première crue répertoriée est celle de 1939 ! Les deux crues réellement importantes sont celles de 1939 qui a mis en évidence l'inadaptation du Pont de la Pologne et celle de 2005 qui a connue aussi la formation d'un bouchon par les matériaux et les flottants".*

Pour plus de détails, la crue de 2005 est très bien documentée dans le rapport d'ETRM notamment sur le cône de déjection à Villard-Bonnot.

Les événements historiques montrent que le pont de la place de la Pologne est un secteur qui subit régulièrement des problèmes de dépôts et d'obstruction. L'évènement de 2005, le plus fort en termes d'apport solide, a aussi généré sa quasi-obstruction, mais aussi des dépôts en aval ainsi que l'obstruction complète du secteur des papeteries modernes.



## 5.3 Grandeurs caractéristiques

### 5.3.1 Hydrologie et transport solide

Dans cette partie, nous présentons les valeurs caractéristiques de l'hydrologie et de l'activité torrentielle du torrent de la Combe de Lancey, ceci pour trois crues de magnitude donnée (chacune caractérisée par un temps de retour 10 ans, 30 ans, 100 ans).

Les magnitudes sont caractérisées par différents paramètres, décrits dans le tableau suivant :

Temps de retour [années]	10	30	100
Débits de pointe liquides [m <sup>3</sup> /s]	15	22 <i>(Crue de 2005 : 20)</i>	35
Lame d'eau ruisselée [mm]	22	50	80
Volume de crue [Mm <sup>3</sup> ]	0.4	0.9	1.4
Apports solides en sommet de cône [m <sup>3</sup> ]	6 000 [0 – 10 000]	16 000 <i>(Crue de 2005 : 20 000)</i> [10 000 – 20 000]	28 000 [20 000 – 30 000]

Tableau 1 : synthèse de l'hydrologie et des apports solides sur le torrent de Combe de Lancey

L'hydrologie retenue est identique à celle de l'étude SOGREAH de 2006-2007. Elle a été récemment actualisée dans l'étude ETRM en 2021 sans modification sur les débits de pointe retenus.

Les volumes solides calculés sont bien inférieurs aux capacités brutes de transport solide du torrent. En effet la fourniture sédimentaire réelle est limitée (bassin versant granitique, lit pavé de gros blocs, substratum rocheux affleurant régulièrement) et a nécessité une adaptation de la pente caractérisant les apports solides.

Les temps de montée des crues rares à exceptionnelles sont de l'ordre de quelques heures (8 à 12 h d'après les hydrogrammes retenus - Figure 6).

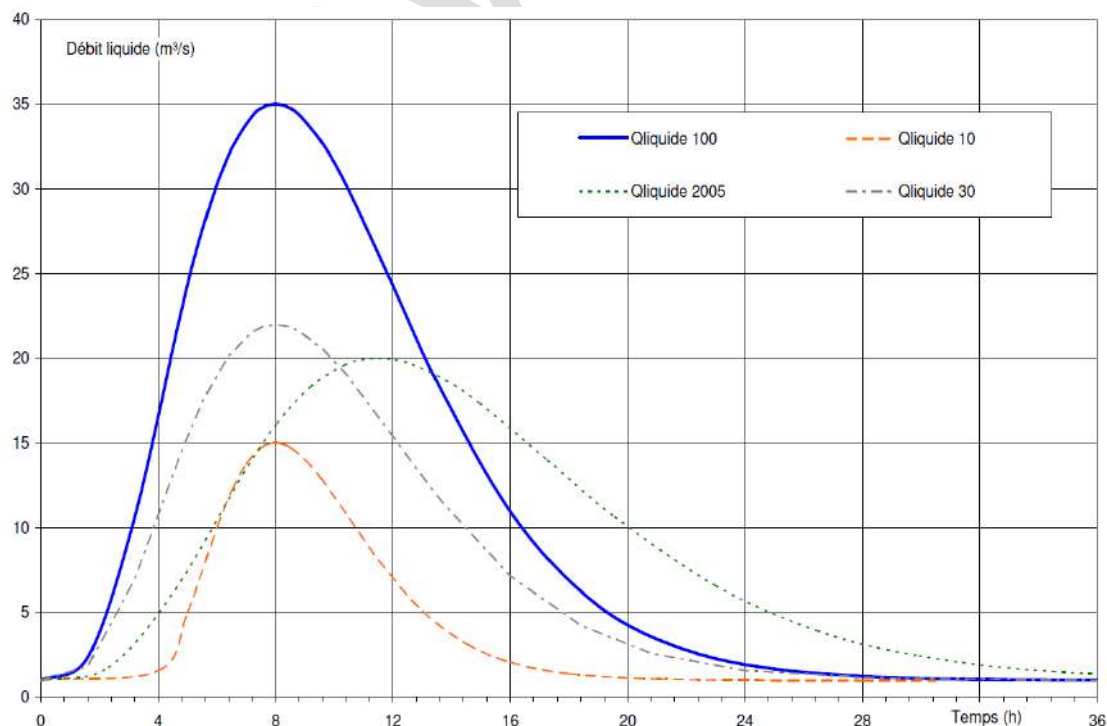


Figure 6 : hydrogrammes de crue à Villard-Bonnot (ETRM, 2021)

### 5.3.2 Production des flottants

Le bassin versant est relativement boisé dans son ensemble. Les processus d'érosion des berges, et donc d'emportement des boisements recrutés, sont assez limités car le lit est pavé et bloque l'incision du fond.

Malgré ce constat général, des érosions importantes ont été observés lors de la crue de 2005 avec le recrutement de 600 m<sup>3</sup> de gros flottants selon le rapport d'ONF-RTM38.

Aujourd'hui, le lit du torrent est encaissé (paléo-lit perché et plus large à une époque d'activité torrentielle plus importante) et la mobilisation massive de flottants par érosion des terrains n'est possible qu'en cas de divagation du lit conditionnée par la formation d'embâcle sur le secteur des balcons de Belledonne (amont des gorges).

Ensuite, les flottants sont transportés en aval, mais des dépôts intermédiaires peuvent se former et bloquer une partie des flottants transportés vers le cône de déjection. Finalement il faut traverser les gorges et cascades qui représentent aussi des niches de piégeages de ces flottants. Les flottants parvenant à traverser la zone subissent alors des chutes qui les délitent en débris plus petits.

Tous ces éléments nous amènent à nous interroger sur les quantités de flottants potentiellement mobilisés lors des crues et parvenant jusqu'au sommet de cône de déjection.

Le rapport ETRM d'avril 2021 « Étude des apports liquides et solides du torrent de la Combe de Lancey » [10] mentionne les éléments suivants concernant la production des flotants :

*« Les relevés faits par l'Office National des Forêts donnent des volumes de matériaux déposés et des volumes de bois renversés ou déstabilisés de respectivement 80 000 m<sup>3</sup> et 65 000 m<sup>3</sup> pour les torrents des Balcons de Belledonne et de 145 000 m<sup>3</sup> et 3 000 m<sup>3</sup> pour le bassin versant du Bréda. Étonnement, les volumes de bois ont été faibles durant la crue de 2005. Deux explications ont été avancées :*

- *L'entretien régulier des cours d'eau tel que celui mis en place à l'époque dans le cadre PRODEPARE. Il aurait été intéressant de mettre en évidence l'impact d'un tel entretien à l'occasion de cette crue mais aucune donnée bibliographique n'a pu être trouvée. Si l'entretien de la végétation a été moins systématique ces dernières années, un nouveau programme devrait être mise en œuvre rapidement.*
- *La relative faiblesse du débit liquide. Il est bien évident que le volume d'arbres mobilisés mais aussi la capacité de transport de grands arbres augmente fortement lors que le débit liquide est très élevé. Il apparaît cependant qu'une crue centennale apporterait très vraisemblablement un volume de bois bien supérieur à celui de la crue de 2005, le lit actuel traversant un linéaire boisé important. »*

L'application de la méthodologie INRAE de définition des sous-scénarios nécessite d'aller plus loin sur la quantification des flottants en proposant des ordres de grandeurs avec probabilités associés pour chaque scénario de magnitude donnée.

Nous reprenons donc les éléments avancés dans le rapport INRAE de 2021 « Caractérisation des sous-scénarios de crues et des probabilités conditionnelles associées » [0] présentant une application sur le torrent de Combe de Lancey. Cette étape est nécessaire dans la phase d'identification des sous-scénarios ultérieure.

Il existe un certain nombre de formules dans la littérature pour la prédiction des volumes de bois flottants, le Tableau 2 ci-dessous montre l'application des formules empiriques du guide OFEV (2019) sur le bassin versant de la Combe de Lancey.

Estimation du volume de bois flottant selon les formules empiriques proposée par le Guide OFEV (2019)  
Source: OFEV. 2019. Bois flottant dans les cours d'eau. Office fédéral de l'environnement, Berne, Suisse.

### Equations

Paramètre	Scénario bas (quantile 10%)	Ajustement moyen	Scénario haut (quantile 90%)	Courbe enveloppe haute	n	[3; *3]	Qualité
E	$6 E^{0.54}$	$38 E^{0.54}$	$300 E^{0.54}$	$558 E^{0.52}$	209	50%	***
W	$13 W^{0.56}$	$77 W^{0.56}$	$720 W^{0.56}$	$1460 W^{0.46}$	179	52%	**
L	$5.5 L^{0.48}$	$40 L^{0.48}$	$400 L^{0.48}$	$860 L^{0.44}$	177	41%	*
$L_w$	$7 L_w^{0.5}$	$49 L_w^{0.5}$	$500 L_w^{0.5}$	$925 L_w^{0.5}$	175	44%	*
$P_{vol}$	$0.04 P_{vol}^{0.46}$	$0.3 P_{vol}^{0.46}$	$2.2 P_{vol}^{0.46}$	$8 P_{vol}^{0.41}$	164	51%	**
$V_w$	$0.04 V_w^{0.47}$	$0.3 V_w^{0.47}$	$2.6 V_w^{0.47}$	$6.2 V_w^{0.45}$	167	50%	*
$Q_{max}$	$0.65 Q_{max}^{0.91}$	$5.7 Q_{max}^{0.91}$	$30 Q_{max}^{0.91}$	$115 Q_{max}^{0.72}$	77	58%	***
F	$0.04 F^{0.65}$	$0.2 F^{0.65}$	$1.4 F^{0.65}$	$1.4 F^{0.7}$	196	56%	***
$Q_{max} V_w$	$0.3 Q_{max}^{0.35} V_w^{0.25}$	$0.4 Q_{max}^{0.46} V_w^{0.33}$	$14 Q_{max}^{0.35} V_w^{0.25}$	$87 Q_{max}^{0.26} V_w^{0.19}$	166	51%	**
E, F	$0.06 E^{0.22} F^{0.56}$	$0.2 E^{0.23} F^{0.6}$	$1.8 E^{0.22} F^{0.56}$	$1.7 E^{0.23} F^{0.61}$	196	56%	***

### Application

Paramètre	Valeur	Unité	Scénario bas (quantile 10%)	Ajustement moyen	Scénario haut (quantile 90%)	Courbe enveloppe
E - Superficie de bassin versant	18	km <sup>2</sup>	29	181	1 429	2 508
W - Superficie boisée de bassin versant	11.32	km <sup>2</sup>	51	300	2 802	4 458
L - Longueur de chenal	11.56	km	18	130	1 295	2 525
$L_w$ - Longueur boisée de chenal	7.57	km	19	135	1 376	2 545
$P_{vol}$ - Volume de pluie	2 790 000	m <sup>3</sup>	37	277	2 030	3 514
$V_w$ - Volume de crue	900 000	m <sup>3</sup>	25	189	1 635	2 963
$Q_{max}$ - Débit de pointe	22	m <sup>3</sup> /s	11	95	500	1 065
F - Volume de transport solide	23 500	m <sup>3</sup>	28	139	971	1 606
(*) Equation bivariée: $Q_{max}$ & $V_w$			27	109	1 272	2 629
(*) Equation bivariée: E & F			32	163	953	1 533

Tableau 2 : estimation des volumes de bois flottant (source : Piton, G., Carladous, S., Tacnet, J-M. 2021. Caractérisation des sous-scénarios de crues et des probabilités conditionnelles associées)

\*équation bivariée : formule à deux variables

Le croisement des différentes formules d'estimation des volumes de bois flottants pour les trois niveaux d'intensité faible, moyen et fort permet de définir les ordres de grandeur suivants sur le bassin versant du torrent de Combe de Lancey (Tableau 3 ci-dessous). La production de flottants est dépendante de la magnitude de l'évènement (plus l'énergie de crue est grande, plus il y a de probabilités d'avoir des érosions latérales et une mobilisation importante de flottants). Les trois gammes d'apports de flottants ci-dessous, caractéristiques du bassin versant de Combe de Lancey, sont ensuite utilisées pour définir les quantités plus ou moins probables d'apport pour chaque scénario (cf. Tableau 4 plus loin).

Production :	Faible	Moyenne	Forte
Volume de flottants [m3]	10-30	100-200	1000-2000

Tableau 3 : estimation des volumes de flottants et taux de production associés

La crue de 2005 se positionne entre des taux de production moyen et fort avec les 600 m<sup>3</sup> estimés par ONF-RTM 38.

Finalement, on peut estimer des gammes d'incertitudes de volume de flottants et tailles de boisement associées par scénario de crue.

Les incertitudes sur la production des flottants sont très grandes pour un scénario de magnitude donnée. Nous proposons le Tableau 4 ci-dessous qui permet pour chaque scénario de magnitude donnée de fournir deux classes de volumes et tailles de flottants en fonction de probabilités d'atteinte. Ceci permet de faire des projections en aval sur les probabilités de formation d'embâcle et donc de mieux caractériser les modes de défaillances en fonction des intensités d'événement. A titre d'exemple pour bien lire le tableau, sur les volumes de flottants pour un événement de magnitude décennale, un apport :

- Considéré comme négligeable de 1 à 20 m<sup>3</sup> est probable
- Considéré comme moyen de 20 à 200 m<sup>3</sup> est très improbable

C'est toujours la même démarche de lecture pour chaque magnitude de crue et aussi pour les tailles de boisements.

		Probabilité d'événement :		
		10 ans	30 ans	100 ans
Volumes de flottants transportés jusqu'au cône	Volumes [m <sup>3</sup> ]	Probable : 1-20 Très improbable : 20-200	Probable : 10-100 Très improbable : 200-1000	Probable : 50-200 Très improbable : 200-1000
	Taille des boisements flottants	Très probable : 1-3 Très improbable : 3-10	Probable : 1-3 Improbable : 3-10	Probable : 1-3 Improbable : 3-10

**Tableau 4 : estimation des volumes et tailles de flottants pour les trois scénarios de crue retenus**

En conclusion, des embâcles sont à prévoir lors des crues majeures. Leur quantité est très variable en fonction des processus sédimentaires en amont (dépôts / reprises en amont des gorges sur la partie aval des Balcons de Belledonne entre les plages de dépôt du Mas Julien et le cône de déjection).

Comme précisé dans le rapport INRAE de 2021 « Caractérisation des sous-scénarios de crues et des probabilités conditionnelles associées » [0] :

« *Durant leur chute et transport, les arbres recrutés par les écoulements cassent naturellement. Les cascades et chutes situées en amont des gorges et la violence du transport solide dans ces vasques augmentent vraisemblablement significativement le taux de réduction des flottants (taille des flottants / taille des arbres sur pied) générant un transfert à travers Lancey de pièces très majoritairement courtes (typiquement 1-3 m, notamment d'après les photos des crues de 2005 et de 1939). De manière générale, les plus grands éléments de bois flottant dépassent rarement la largeur du chenal : au-delà de cette taille, ils sont peu mobiles. Il suffirait toutefois d'une poignée d'entre eux pour former un embâcle sur n'importe lequel des ouvrages de ce torrent. Le phénomène est donc très aléatoire et peu prédictible.* »



### 5.3.3 Conditions aux limites aval

Dans toute étude de caractérisation de sous-scénario de crue sur un système torrentiel, il faut en définir les conditions en limites aval pouvant avoir des influences déterminantes sur les écoulements (exemple : influences saisonnières d'un niveau d'eau aval de type lac...).

Dans notre cas, étant donné le dénivelé de plusieurs mètres sur l'extrême aval du torrent de Combe de Lancey avant de se jeter dans l'Isère, la condition limite aval est relativement simple : nous considérons que les influences de l'Isère sur le torrent de Combe de Lancey sont nulles par rupture du profil en long (non-influence hydraulique).

## 6. CARACTERISATION DE L'ETAT DE REFERENCE

### 6.1 Méthodologie

Comme indiqué en début de rapport, la caractérisation de l'état de référence s'appuie sur la méthodologie en cours de validation par le CGDD.

Les méthodes d'analyses multicritères classiques ne sont pas appropriées au contexte torrentiel et autres systèmes complexes (estuaires, zones littorales, certains systèmes d'endiguement...).

Cette démarche est pourtant au cœur de la justification des stratégies de réduction des risques inondations demandée dans le cadre des PAPI (Programmes d'Action de Prévention des Inondations).

Cette méthodologie se déroule suivant les étapes ci-dessous :

1. **Analyse fonctionnelle** du système torrentiel par l'inventaire des ouvrages et tronçons homogènes
2. **Identification des modes de dysfonctionnements** des tronçons et ouvrages (capacité hydraulique, dépôt de matériaux, piégeage des flottants)
3. **Détermination des scénarios** regroupant les modes de dysfonctionnement ayant les mêmes effets sur les écoulements en crue
4. **Détermination des probabilités d'apparition des scénarios**
5. **Cartographie des écoulements** en crue pour différents débits et scénarios

Pour le déroulement de la méthode complète, se référer à l'annexe 2.

Les cartes suivantes présentent les cartographies de l'intensité des crues pour les 3 crues considérées.

### 6.2 Cartographie du niveau d'intensité du processus torrentiel

#### 6.2.1 Méthode

**Pour chacune des trois crues, plusieurs sous-scénario pourront être caractérisés. Chaque sous-scénario fait l'objet d'une carte de niveaux d'intensités.** La cartographie des intensités est menée de manière experte par croisement de plusieurs approches plus ou moins indépendantes et surtout complémentaires en lien très étroit avec tout le travail préalable de caractérisation des sous-scénarios.



**L'analyse des éléments historiques** est une première approche très intéressante car elle permet de dégager des trajectoires d'écoulement réelles. Des reconnaissances de terrains sont indispensables pour replacer les éléments dans leur contexte local et comprendre le fonctionnement du cône torrentiel.

Les deux difficultés principales de l'analyse historique sont :

- La documentation disponible ;
- La caractérisation de l'événement en termes de fréquence de retour.

Sur le torrent de Combe de Lancey, la crue de 2005 est plutôt bien documentée. Une description bien détaillée est disponible dans le rapport ETRM d'avril 2021 « Étude des apports liquides et solides du torrent de la Combe de Lancey » [10] sur laquelle nous nous sommes bien appuyée pour la caractérisation des intensités. Les photos aériennes permettent de mettre en évidence les secteurs atteints par la crue torrentielle notamment le secteur de la gare depuis l'obstruction des papeteries.

De façon générale, les éléments historiques laissent penser que, si des dépôts de charriage ont lieu, ces derniers restent à proximité du chenal et ne sont pas transportés à de fortes distances de ce dernier (intensité forte à proximité du chenal, moyenne plus loin).

**Une seconde approche, d'ordre géomorphologique, consiste à analyser la distribution des pentes du cône de déjection.** La pente est le paramètre prédominant sur la nature des écoulements torrentiels. Son analyse apporte donc des indices indispensables. Dans notre cas, la microtopographie des bâtiments et autres infrastructures influence très fortement les écoulements et rend difficile cette approche.

On peut cependant définir deux grands secteurs :

- en amont de la RD 523 avec des pentes relativement fortes et un espace disponible entre les bâtiments assez restreint pour concentrer les écoulements et maintenir les intensités dans les gammes forte ou moyenne.
- au droit de la RD523 et en aval, la pente est drastiquement moins raide et les écoulements sont guidés par la microtopographie urbaine et l'existence de zones de cuvettes formées par les remblais routiers et les bâtiments en place.

Cette distribution des pentes du cône de déjection à décroissance amont – aval se retrouve dans la distribution des niveaux d'intensité. La microtopographie urbaine complexifie les enveloppes d'intensité et les rend anguleuse à contrario d'un cône naturel où les formes sont plus arrondies.

**Et enfin la dernière approche est celle de la modélisation hydraulique.**

Nous disposons des résultats des modélisations numériques 2D du groupement ARTELIA – AMETEN, ainsi que de notre modèle 2D sous HEC-RAS.

La modélisation 2D n'est pas valide partout (seulement dans les secteurs en régime fluvial avec une pente inférieure à 2%). C'est une approche chronophage, pouvant conduire à des erreurs d'interprétation et une vision restrictive des phénomènes (biais de tout modèle physique ou déterministe).

Néanmoins elle a l'avantage de mettre en évidence les axes d'écoulements principaux en fonction des intensités de crues : ce qui reste un exercice difficile à dire d'expert (passage d'une description qualitative à quantitative). La modélisation 2D offre alors un outil d'appui pour cela.

Notre méthodologie est basée sur l'ajout de points d'injection de débit dans la géométrie du modèle en extérieur de lit mineur aux différents points de blocage ciblés à travers les sous-scénarios.

Ainsi nous effectuons une multitude de simulations dont nous combinons les résultats pour produire des rasters de hauteurs d'eau maximums et de vitesses. Nous avons travaillé sur le produit des rasters de hauteurs d'eau et de vitesses.

Après une mise en forme adéquate, il en ressort des axes prédominants dans les écoulements.

Attention, l'utilisation seule de la modélisation ne remplace pas toute l'expertise menée pour caractériser les niveaux d'intensité. Néanmoins elle permet de mettre assez clairement en évidence des cheminements préférentiels des écoulements avec des distinctions selon la magnitude de crue (sur base d'équation mathématique, un travail que le cerveau ne peut pas réaliser), ce qui est assez difficile à dessiner sans outil numérique.

Il faut être très vigilants sur l'utilisation d'un tel outil, notamment sur les secteurs à la limite du torrentiel : calage des pas de temps de calculs et des mailles spatiales pour rester sur des nombres de Froude cohérents avec le contexte local, calage des conditions limites notamment au niveau des points d'injection, calage des rugosités, maillage et géométrie du modèle pour limiter les instabilités.

Trois niveaux d'intensités sont définis dans les cartographies :

- Faible
- Moyen
- Fort

En contexte fluvial, ces trois niveaux sont définis à partir des valeurs de hauteurs d'eau et de vitesses issues de la modélisation hydraulique.

A titre indicatif, la figure ci-dessous illustre l'impact du couplage de ces deux paramètres sur les possibilités de déplacement des personnes en fonction de leur âge :

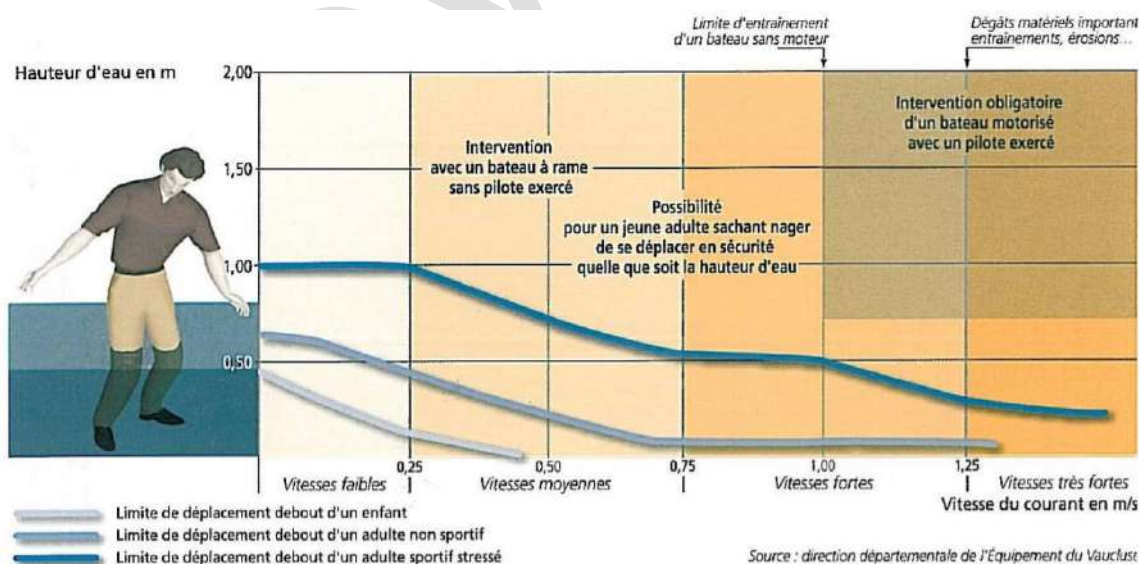


Figure 7 : possibilité de déplacement des personnes en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse des écoulements

Hauteur de submersion	Supérieure à 1,50 m	Très Fort	Très Fort	Très Fort	Très Fort
	de 1 m à 1,50 m	Fort	Fort	Très Fort	Très Fort
	de 50 cm à 1 m	Moyen	Moyen	Fort	Très Fort
	Inférieure à 50 cm	Faible	Moyen	Fort	Très Fort
<b>Vitesse d'écoulement</b>		Inférieure à 0.2 m/s	De 0.2 m/s à 0.5 m/s	De 0.5 m/s à 1 m/s	Supérieure à 1 m/s

Figure 8 : grille d'aléa proposée pour décrire les phénomènes de débordements de cours d'eau et de ruissellement

En contexte torrentiel, le passage de la modélisation vers la définition des intensités via la grille d'aléa n'est pas possible. D'où la méthodologie spécifique développée dans le cadre de l'étude du torrent de la Combe de Lancey pour définir les niveaux d'intensités.

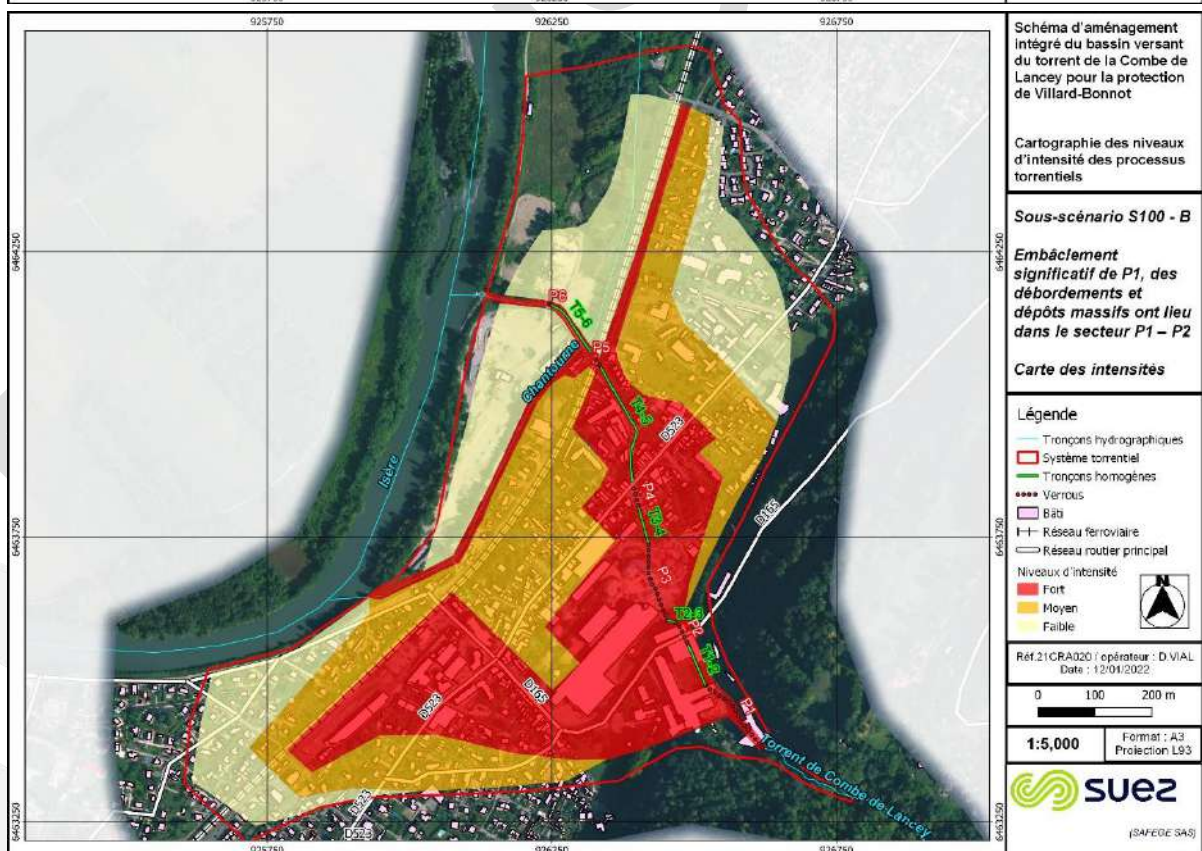
## 6.2.2 Magnitude centennale

L'étendue des enveloppes de niveau fort en crue centennale est très importante. Le sous-scénario S100-A, sans blocage amont, montre une enveloppe de niveau fort qui est très large autour du lit mineur. Les débordements sont généralisés et liés à des capacités hydrauliques très insuffisantes vis-à-vis des écoulements torrentiels du torrent de Combe de Lancey. Les axes principaux D523 et D165 (Avenue des Papèteries) et infrastructures périphériques sont très impactés par la crue (intensité forte).

Le sous-scénario S100-B montre une enveloppe d'intensité forte qui est moins large dans l'axe du lit mineur que celle du scénario S100-A en aval de la RD165 mais présente un changement de lit très important en sommet de cône avec des écoulements prenant la direction de la D165 en direction de la gare.



# Caractérisation de l'intensité des phénomènes torrentiels sur le torrent de la Combe de Lancey à Villard-Bonnot





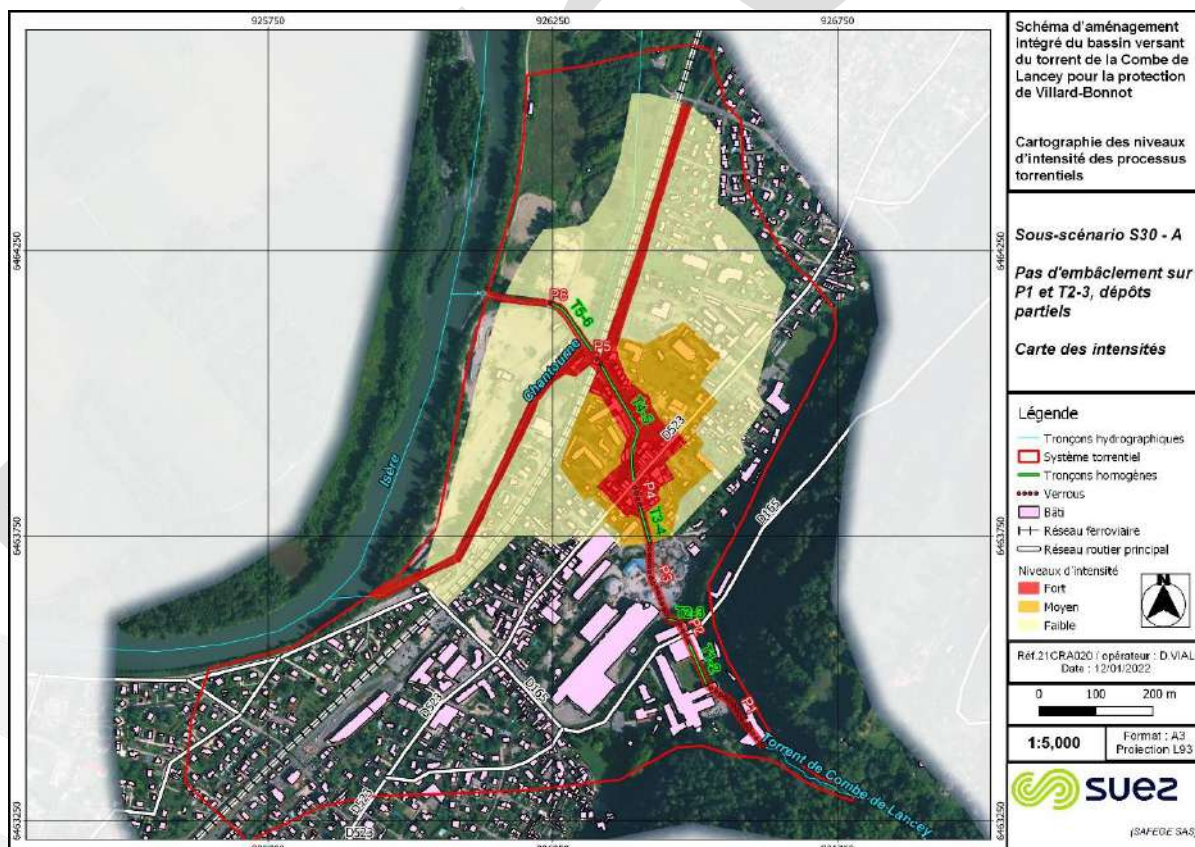
### 6.2.3 Magnitude trentennale

En crue trentennale, on retrouve une logique similaire mais plus complexe qu'en crue centennale car cette magnitude d'évènement comporte plus d'incertitudes sur le comportement en crue, en témoigne le nombre plus élevé de domaines semi-aléatoires générant quatre sous-scénarios. Le premier S30-A est similaire au S100-A en termes de fonctionnement (non en intensité bien-sûr) avec l'absence de blocage net mais des débordements épars autour du lit mineur (D523, rue des Eaux Claires et rue des Jardins).

Le sous-scénario S30-B correspond à une situation de blocage en amont de la D523 (pont de la Pologne et galerie des papèteries modernes). L'enveloppe de niveau fort s'élargit alors sur ce secteur avec des potentiels débordements en tête de galerie des papèteries modernes en cas d'obstruction importante.

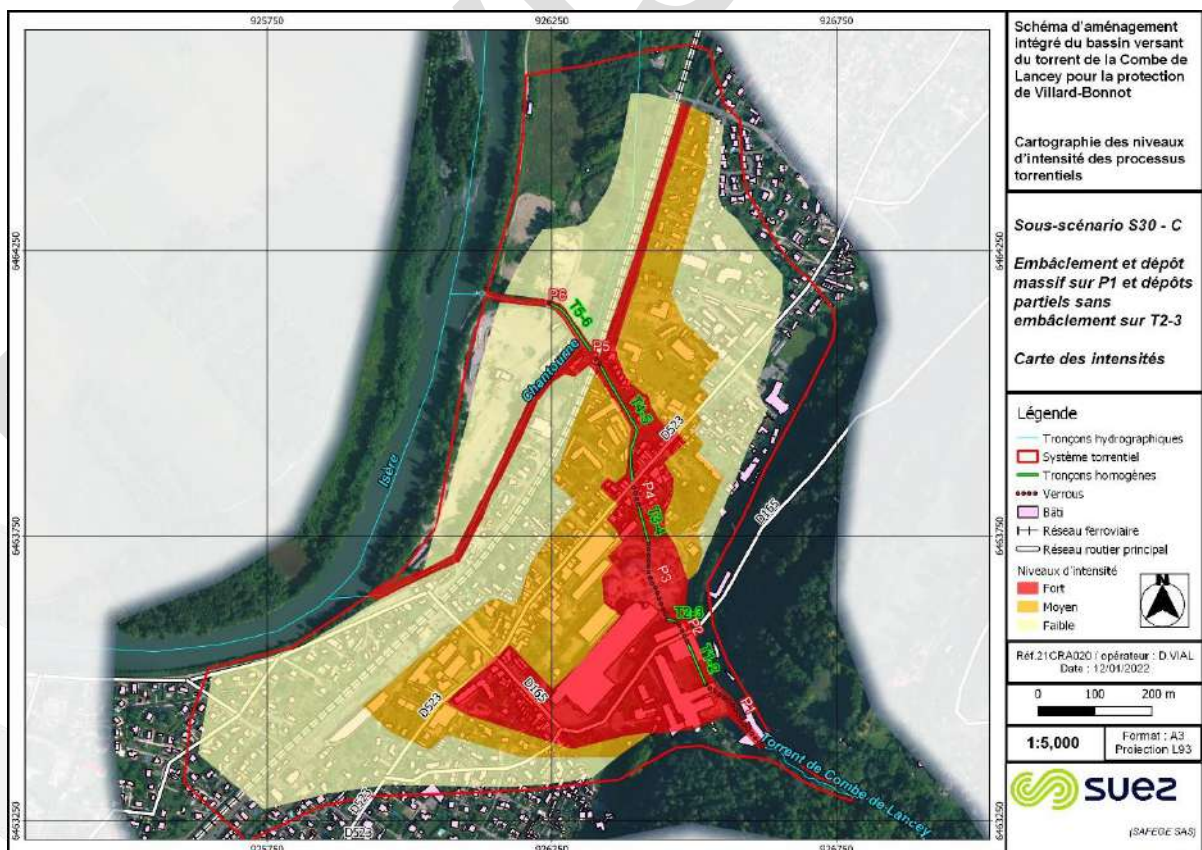
Le sous-scénario S30-C correspond à un blocage amont (sous-scénario correspondant au S100-B en termes de fonctionnement de crue) avec un changement de lit important en direction de la D165. On retrouve donc une distribution des intensités similaires à celle du sous-scénario S100-B mais avec des étendues moins importantes.

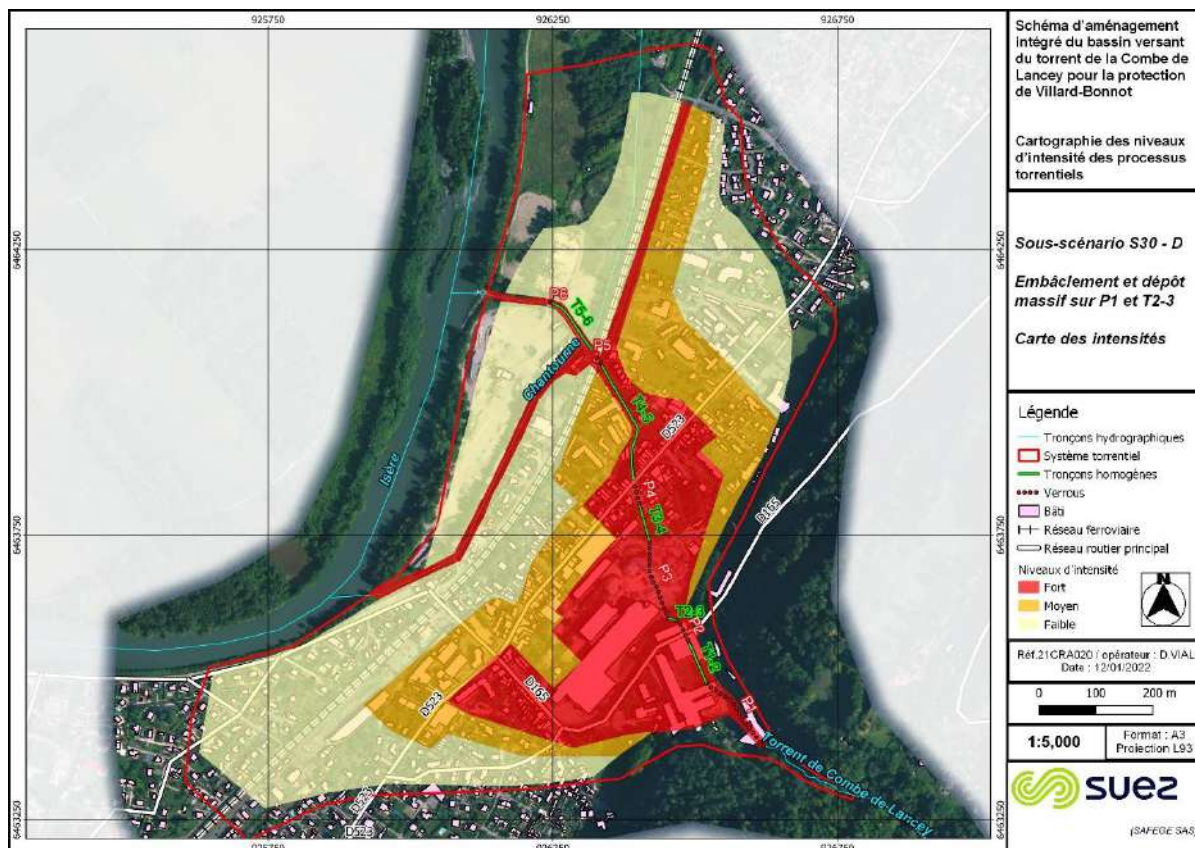
Et enfin le sous-scénario S30-D est le plus pessimiste avec des blocages multiples surimposés lors du déroulement de la crue. En résultent l'enveloppe d'intensité la plus forte des sous-scénarios de magnitudes trentennales à la fois large au niveau de l'axe du lit mineur et avec un changement de lit en amont. Ce sous-scénario peut correspondre à une crue polyphasée très chargée en matériaux solides et en flottants.





# Caractérisation de l'intensité des phénomènes torrentiels sur le torrent de la Combe de Lancey à Villard-Bonnot





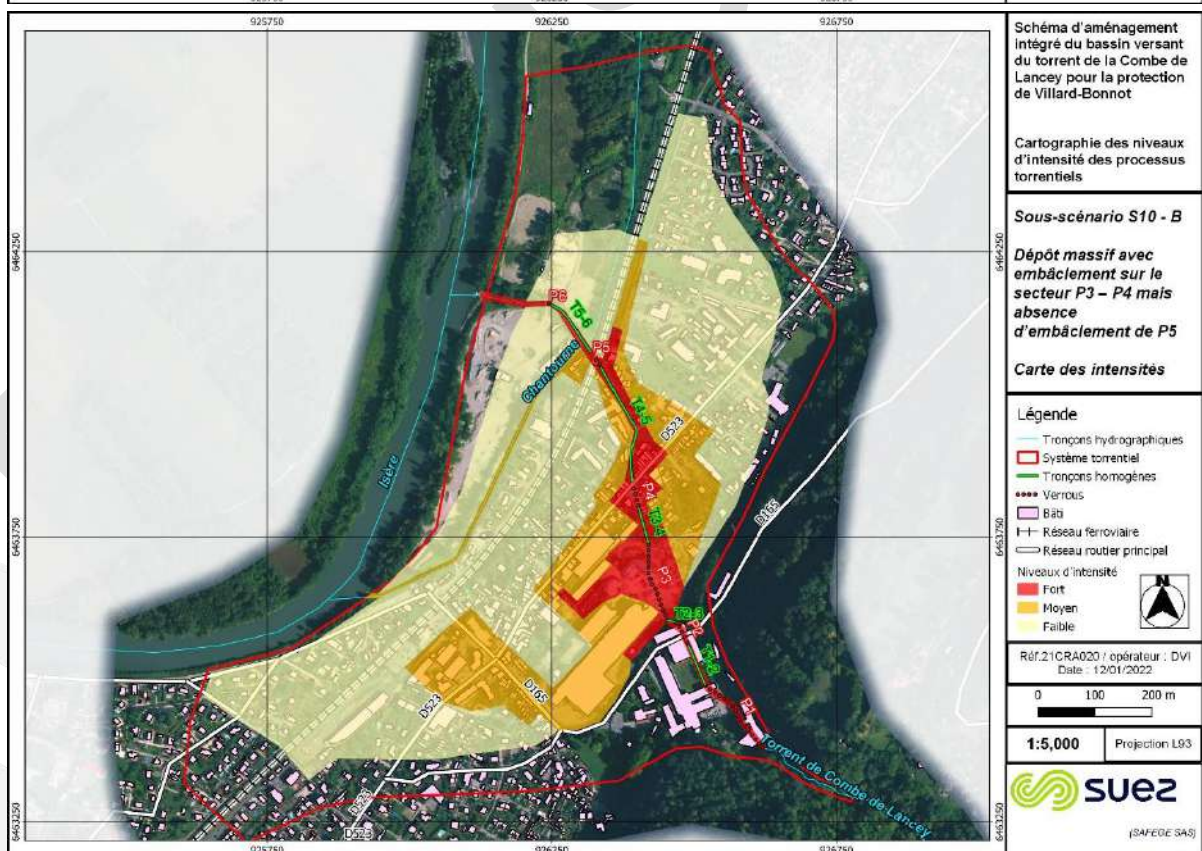
## 6.2.4 Magnitude décennale

Pour la magnitude décennale, tout blocage amont en sommet de cône est exclu. Le gabarit hydraulique en amont de la D165 est suffisant pour le passage des eaux et matériaux transportés. Le sous-scénario S10-A, à la même manière que les autres magnitudes d'événement, ne montre pas de blocage net mais des possibles débordements autour du lit mineur. L'enveloppe est alors en intensité moyenne et non forte.

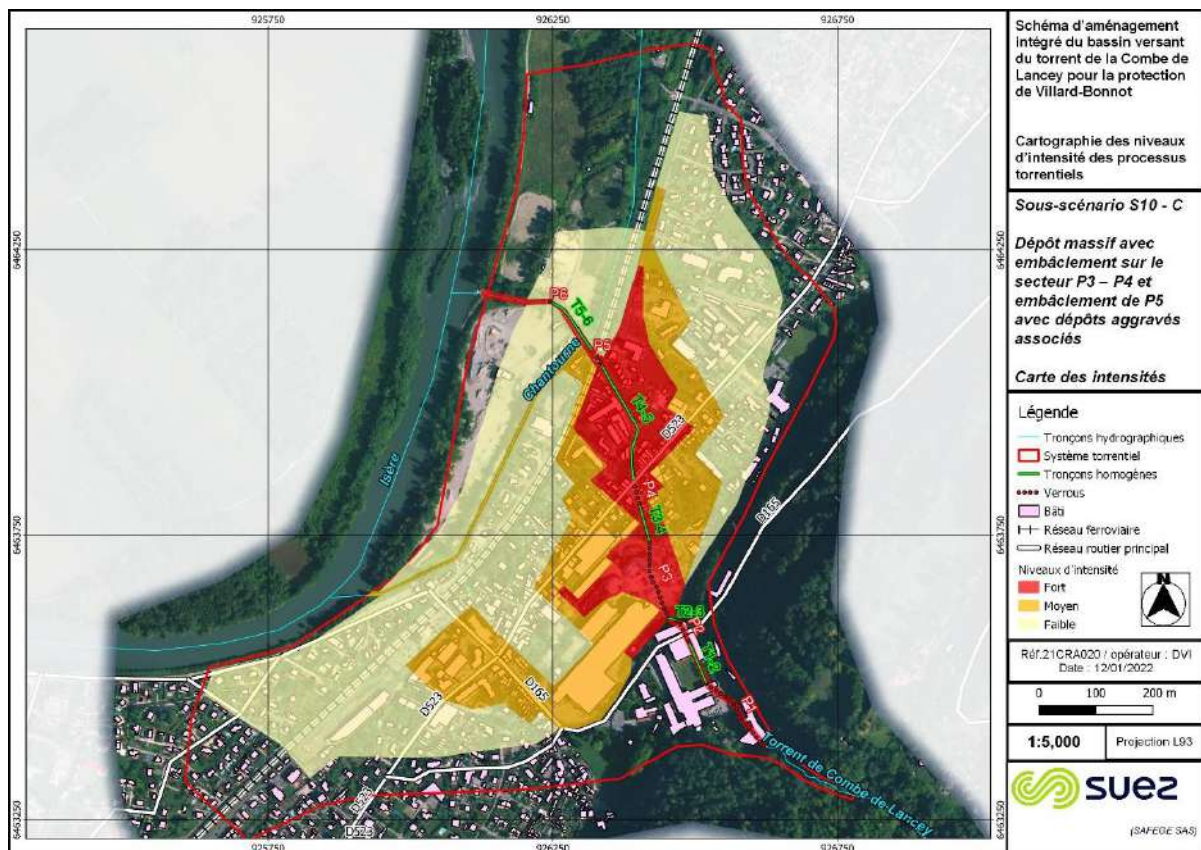
Les sous-scénarios S10-B et S10-C correspondent à des situations de blocages entre la galerie sous les papeteries modernes et le pont ferroviaire en aval. Les étendues de niveau fort peuvent ressembler aux sous-scénarios S30-A et S30-B mais en moins importantes.



# Caractérisation de l'intensité des phénomènes torrentiels sur le torrent de la Combe de Lancey à Villard-Bonnot







## 7. CONCLUSION DE LA PHASE 1

### 7.1 Enjeux environnementaux

Les enjeux environnementaux peuvent être résumés comme mineur sur le cône du ruisseau de la Combe de Lancey. Comme indiqué dans l'annexe 3, il conviendra de procéder à des relevés de terrain afin de lever toute possibilité de présence d'une espèce protégée animale ou végétale contraignant le projet.

Notre démarche pour définir les stratégies d'aménagement, au regard des enjeux environnementaux, suivront la démarche « ERAS » : Eviter – Réduire – Accompagner – Suivre.

Les aménagements pressentis visent 3 axes majeurs :

- **Agir sur l'apex du cône au droit des ruines** : L'habitat d'intérêt communautaire en rive droite devra être pris en compte. Si des travaux de démolition sont envisagés avec des techniques de confortement/soutènement de terrain sur ce versant, une expertise plus précise sera nécessaire sur cette zone. Les zones boisées représentent également un corridor important de la vallée (l'autre corridor se trouvant en bords d'Isère)
- **Agir vers les anciennes papèteries pour la gestion des matériaux solides** : Bien que cette zone se situe dans un contexte urbain, aucun enjeu n'est recensé. Ceci étant, les enjeux propres au cours d'eau (risque de pollution accidentelle etc etc) doivent être appréhendés et les techniques d'intervention adaptés. Les relevés complémentaires devront préciser l'absence ou non d'espèces protégées.
- **Agir sur la partie aval pour redonner du gabarit hydraulique** : Les principaux enjeux se situent en aval de la voie SNCF là où l'intervention ne sera que très limitée. En effet, il apparaît une capacité hydraulique très faible du pont de la cimenterie. Les relevés complémentaires devront préciser l'absence ou non d'espèces protégées.

Il apparaît opportun de travailler sur la franchissabilité piscicole lors des travaux. De nombreux seuils jalonnent le cours d'eau et pourront être intégrés aux aménagements. Il s'agit d'une mesure d'accompagnement importante.

De même, la découverte du cours d'eau lors des travaux participera à l'attractivité de celui-ci et l'amélioration de sa fonctionnalité. La restauration d'une ripisylve fonctionnelle sera visée comme étant une démarche forte dans la restauration des milieux et d'un trame verte.

## 7.2 Enjeux hydrauliques

La méthodologie proposée permet d'identifier un certain nombre de verrous hydrauliques associés ou pas à un phénomène aléatoire tel que le dépôt de matériaux, l'embâclement etc etc.

On peut voir que les ouvrages amont sont les plus sensibles dont notamment la section couverte sous les anciennes papèteries de part une section hydraulique restreinte et un changement de pente du fond du lit, mais aussi l'ouvrage sous le pont de la Pologne de part une section hydraulique réduite. Les ruines des anciennes papèteries à l'apex du cône représentent également un verrou sensible aux embâcles.

Au regard du volume de matériaux en crue forte (entre 20 et 30 000m<sup>3</sup>), la gestion du transport solide au droit des papèteries semble importante.

Au regard de la sous capacité de certains ouvrages, des travaux d'ouverture ou d'augmentation de section semblent nécessaires (conduite sous les papèteries, Pont de la Pologne).



**CONSULTING**

Provisoire

**SAFEGE SAS - Savoie Technolac  
Agence Savoies - Dauphiné  
48 avenue du Lac du Bourget  
BP 30318  
73377 LE BOURGET DU LAC  
Tel. : + 33 (0)4 79 26 46 00**

