



Modification n°3 du PLU / Annexe 1 à l'exposé des motifs

COMMUNE DE VINAY (38)

RIF DE COULANGE ET RUISSEAU DES BAUCHES

2019

Etude hydraulique et mise à jour de la cartographie des aléas



ÉTUDE HYDRAULIQUE

Légende photo page de garde : Crue du ruisseau des Bauches en juillet 1971

Maître d'ouvrage de l'étude : Commune de VINAY

Intitulé de l'étude : Commune de VINAY - Etude hydraulique et mise à jour de la cartographie des aléas sur les torrents du Rif de Coulange et des Bauches

Chef de projet / Rédaction : Olivier NEWINGER, Chef de projet risques naturels ;

Vérification : Yannick ROBERT, responsable du pôle Expertises, Service RTM Isère ;

Validation : Mathieu SCHMITT, Chef de service par intérim RTM Isère.

Versions :

- (V1) Juillet 2019.

OFFICE NATIONAL DES FORETS

*Service de Restauration des Terrains en Montagne de
l'Isère*



9, quai Créqui – 38 000 Grenoble
Tél, : 04 76 23 41 61 - Fax : 04 76 22 31 50



Adél : rtm.grenoble@onf.fr - Web : www.onf.fr

SOMMAIRE

I	INTRODUCTION.....	10
I.1	CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	10
I.2	CONTENU DE LA MISSION	10
I.3	LOCALISATION GEOGRAPHIQUE.....	11
I.4	HISTORIQUE RELATIF A CETTE MISSION	12
II	BASSIN VERSANT, RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET GEOLOGIE	13
II.1	GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE.....	14
II.1.1	Géologie du site	14
II.1.2	Géomorphologie.....	15
II.1.3	Topographie.....	18
II.2	EVOLUTION TEMPORELLE	20
II.3	PROFILS EN LONG ET DESCRIPTION DU COURS D’EAU.....	25
II.3.1	Données.....	25
III	HYDROLOGIE, TRANSPORT SEDIMENTAIRE ET SCENARIO DE REFERENCE	27
III.1	HISTORIQUES DES EVENEMENTS.....	27
III.1.1	Données historiques	27
III.1.2	Témoignages oraux.....	28
III.2	HYDROLOGIE	29
III.2.1	Climatologie.....	29
III.2.2	Pluies de référence	29
III.3	ESTIMATION DES DEBITS DE CRUE.....	33
III.3.1	Méthodologie	33
III.3.2	Débit de crue décennal.....	36
III.3.3	Débit de crue centennal	39
III.3.4	Scénarios de référence	40
III.3.5	Comparaison avec les estimations précédentes.....	42
III.3.6	Synthèse	44
III.4	TRANSPORT SEDIMENTAIRE.....	45
III.4.1	Source et types de matériaux.....	45
III.4.2	Typologie de transport	45
III.4.3	Aspects quantitatifs	46
III.5	FLOTTANTS	47
III.5.1	Nature et origine	47
III.5.2	Impact sur les écoulements.....	48
IV	DESCRIPTION DU TORRENT ET DES OUVRAGES	49
IV.1	BASSINS AMONT	49
IV.2	RIF DE COULANGE	49
IV.2.1	Amont du cône de déjection	49
IV.2.2	Tronçon 1.....	55
IV.2.3	Tronçon 2.....	75
IV.2.4	Tronçon 3.....	84
IV.3	RUISSEAU DES BAUCHES	91
IV.3.1	Amont de la RD 1092	91
IV.3.2	Traversée de la RD 1092	97

IV.3.3	Aval de la RD 1092	98
IV.3.4	En aval de la zone urbanisée.....	100
V	HYDRAULIQUE ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS.....	103
V.1	PHILOSOPHIE GENERALE.....	103
V.2	CODE DE CALCULS.....	103
V.3	GEOMETRIE ET DONNEES TOPOGRAPHIQUES.....	104
V.4	MAILLAGE RUGOSITE ET TEMPS	104
V.5	HYDROGRAMMES.....	104
V.6	SYNTHESE DES RESULTATS DE MODELISATION.....	105
V.6.1	Rif de Coulange.....	105
V.6.2	Ruisseau des Bauches	117
V.7	CARTOGRAPHIE DES ALEAS.....	122
V.7.1	Définition de l'aléa « ancienne version (1998) »	122
V.7.2	Evolution des référentiels de définition de l'aléa	122
V.7.3	Qualification de l'aléa « 2016 »	122
V.7.4	Qualification des aléas.....	130

Table des illustrations

<i>Figure 1 : Localisation des zones d'étude</i>	10
<i>Figure 2 : Situation géographique de la zone d'étude (source Géoportail)</i>	11
<i>Figure 3 : Bassins versants sur fond Scan25 IGN</i>	13
<i>Figure 4 : Extrait de la carte géologique BRGM 1/50 000e – Vue rapprochée</i>	14
<i>Figure 5 : Extrait de la carte géologique BRGM 1/50 000e - Vue générale</i>	15
<i>Figure 6 : Fond LIDAR 2019</i>	16
<i>Figure 7 : Schéma de synthèse sur la génération des glissements</i>	17
<i>Figure 8 : Illustration, glissement dans les molasse, commune de Chuzelles en 2018</i>	18
<i>Figure 9 : Courbe hypsométrique du bassin du Rif de Coulange</i>	18
<i>Figure 10 : Courbe hypsométrique du bassin du ruisseau des Bauches</i>	19
<i>Figure 11 : Carte de Cassini de 1740</i>	20
<i>Figure 12 : Carte d'Etat-Major de 1866</i>	21
<i>Figure 13 : 1944</i>	22
<i>Figure 14 : 1948</i>	22
<i>Figure 15 : 1964</i>	23
<i>Figure 16 : 1980</i>	23
<i>Figure 17 : 1998</i>	24
<i>Figure 18 : 2015</i>	24
<i>Figure 19 : Profil en long du Rif de Coulange</i>	25
<i>Figure 20 : Profil en long du ruisseau des Bauches</i>	26
<i>Figure 21 : Ruisseau des Bauches après le passage de la RD 1092</i>	27
<i>Figure 22 : Ruisseau des Bauches avant la RD 1092</i>	28
<i>Figure 23 : Diagramme climatique à Vinay (sources www.climate-data.org)</i>	29
<i>Figure 24 : Structure régionale des précipitations horaires de période de retour 10 ans</i>	31
<i>Figure 25 : Structure régionale des précipitations journalières de période de retour 10 ans</i>	31
<i>Figure 26 : Calcul des lames d'eau infra-horaires de période de retour 10 ans par deux méthodes d'estimation</i>	32
<i>Figure 27 : Schéma de principe d'un fonctionnement à seuil</i>	41
<i>Figure 28 : Exemple similaire, gravier piégés derrière un embâcle en 2018 à Chuzelles</i>	45
<i>Figure 29 : Exemples de flottants (Combe bleue à Chuzelles, crue de juin 2018)</i>	48
<i>Figure 30 : Incision dans les molasses et présence de flottants potentiels</i>	49
<i>Figure 31 : Ouvrage de la branche droite (vue de l'amont)</i>	50

<i>Figure 32 : Extrait des plans de récolement</i>	50
<i>Figure 33 : Ouvrage de la branche gauche, vue de l'aval</i>	51
<i>Figure 34 : Affleurement de molasse sableuse</i>	52
<i>Figure 35 : Dernière plage de dépôts, vue par l'aval</i>	53
<i>Figure 36 : Extrait du plan de récolement de l'ouvrage</i>	53
<i>Figure 37 : Localisation des 3 plages de dépôts</i>	54
<i>Figure 38 : Découpage fonctionnel du cours d'eau</i>	55
<i>Figure 39 : Aval de la plage de dépôts, vue vers l'amont</i>	57
<i>Figure 40 : Apex du cône, vue vers l'amont</i>	58
<i>Figure 41 : Amont du ponceau de l'impasse</i>	60
<i>Figure 42 : Ponceau de l'impasse, vue vers l'aval</i>	62
<i>Figure 43 : Vue vers l'aval, pont de la rue des Charmilles</i>	64
<i>Figure 44 : Pont de la rue des Chamilles, entonnement amont</i>	64
<i>Figure 45 : Vue vers l'aval, amont du pont de la rue Cyprien Jullin</i>	67
<i>Figure 46 : Profil issu du LIDAR</i>	67
<i>Figure 47: Pont de la rue Cyprien JULLIN</i>	67
<i>Figure 48 : Sortie du pont de la rue Cyprien JULLIN</i>	68
<i>Figure 49 : Aval du pont</i>	69
<i>Figure 50 : Merlon rive droite</i>	70
<i>Figure 51 : Configuration la plus défavorable du cours d'eau, dans la boucle (profil LIDAR)</i>	70
<i>Figure 52 : Changement de configuration, vue vers l'aval</i>	72
<i>Figure 53 : Bâtiment en limite de propriété</i>	72
<i>Figure 54 : Amont de la RD 1092, vue vers l'amont</i>	73
<i>Figure 55 : Sortie du pont de la RD 1092</i>	74
<i>Figure 56 : Plan de situation du tronçon 2</i>	75
<i>Figure 57 : Aval du pont de la RD 1092</i>	76
<i>Figure 58 : Passerelle en aval du pont de la RD 1092</i>	77
<i>Figure 59 : Lit du cours d'eau en amont du tronçon 2.2</i>	79
<i>Figure 60 : Aval du tronçon 2.2</i>	79
<i>Figure 61 : Fin de la terrasse</i>	81
<i>Figure 62 : Chenal, vue vers l'amont</i>	82
<i>Figure 63 : Tracé du cours d'eau</i>	83

<i>Figure 64 : Entonnement amont sous la voie ferrée</i>	83
<i>Figure 65 : Lit à l'aval de la voie ferrée</i>	85
<i>Figure 66 : Lit à l'aval de la voie ferrée</i>	85
<i>Figure 67 : Lit à l'aval de la voie ferrée</i>	86
<i>Figure 68 : lit du cours d'eau en amont de la route de Gerifondière</i>	86
<i>Figure 69 : Rétablissement hydraulique de la route de Gérifondière</i>	87
<i>Figure 70 : Fin du tronçon 3.1</i>	87
<i>Figure 71 : Cheminement dans les plantations de noyers</i>	88
<i>Figure 72 : Busage sous la RD35b</i>	89
<i>Figure 73 : Traversée des plantations de noyers</i>	89
<i>Figure 74 : Traversée des plantations de noyers</i>	90
<i>Figure 75 : Fin du lit du cours d'eau</i>	90
<i>Figure 76 : ruisseau à l'apex du cône, vue vers l'amont</i>	92
<i>Figure 77 : Ruisseau, vue vers l'aval juste à l'amont des premières constructions</i>	92
<i>Figure 78 : Premier rétablissement, vue de l'amont</i>	95
<i>Figure 79 : 3e rétablissement à l'aval, vue de l'amont</i>	96
<i>Figure 80 : Dernier rétablissement (le plus à l'aval)</i>	96
<i>Figure 81 : Passage sous la RD 1092 vu de l'amont, le pieu à embâcles est visible en amont</i>	98
<i>Figure 82 : Vue du ruisseau et de la voirie depuis la RD 1092, vue vers l'amont</i>	98
<i>Figure 83 : Lit à l'aval de la RD 1092</i>	99
<i>Figure 84 : Lit à l'aval de la RD 1092</i>	100
<i>Figure 85 : Traversée des noyeris</i>	101
<i>Figure 86 : Siphon sous la voie ferrée (section 1mx1m)</i>	101
<i>Figure 87 : Fin du lit et ouvrage d'infiltration</i>	102
<i>Figure 88 : Scénario 1 Hauteur d'eau</i>	106
<i>Figure 89 Scénario 2 Hauteurs d'écoulement</i>	107
<i>Figure 90 : Scénario 2 Vitesses d'écoulement</i>	108
<i>Figure 91 : Scénario 3 : Hauteurs d'écoulement</i>	109
<i>Figure 92 : Scénario 3 : Vitesses d'écoulement</i>	110
<i>Figure 93 : Scénario 3bis : Hauteurs d'écoulement</i>	111
<i>Figure 94 : Scénario 3bis : Vitesse d'écoulement</i>	112
<i>Figure 95 : Scénario 4 : Hauteurs d'écoulement</i>	113

<i>Figure 96 : Scénario 4 : Vitesses d'écoulement</i>	114
<i>Figure 97 : Scénario 5 : Hauteurs d'écoulement</i>	115
<i>Figure 98 : Scénario 3 : Vitesses d'écoulement</i>	116
<i>Figure 99 : Scénario 1 : Hauteurs d'écoulement</i>	118
<i>Figure 100 : Scénario 1 : Vitesses d'écoulement</i>	119
<i>Figure 101 : Scénario 2 : Hauteurs d'écoulement</i>	120
<i>Figure 102 : Scénario 2 : Vitesses d'écoulement</i>	121
<i>Figure 103 : Extrait de la carte de 2000</i>	134
<i>Figure 104 : Légende de la carte de 2000</i>	135

I INTRODUCTION

I.1 Contexte et objectifs

Dans le cadre de la révision du PLU, la commune de VINAY souhaite que la cartographie des aléas torrentiels sur les secteurs du Rif de Coulange et le Ruisseau des Bauches fasse l'objet d'une réactualisation, et notamment pour :

- Prendre en compte les différents travaux réalisés depuis la dernière cartographie réalisée par AlpesGéoConseil en 2000 ;
- Intégrer l'évolution de l'urbanisation du secteur depuis une vingtaine d'années ;
- Assurer une meilleure justification technique des zonages.

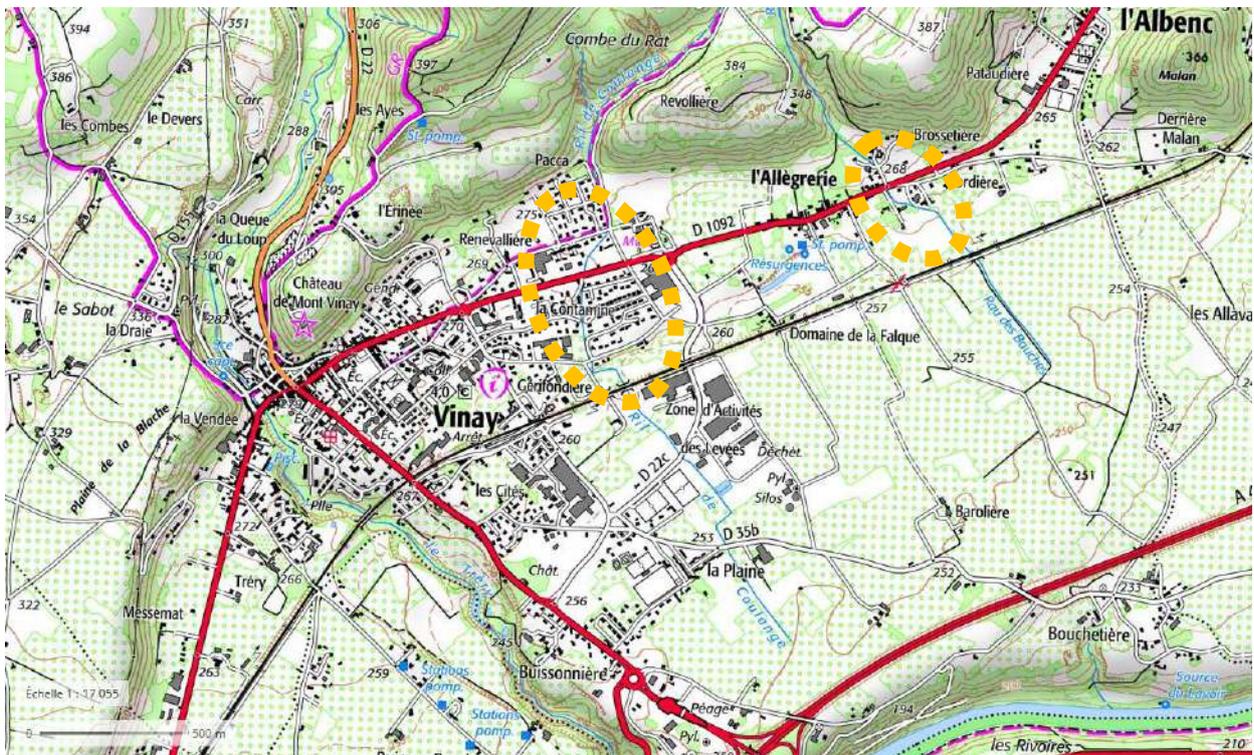


Figure 1 : Localisation des zones d'étude

I.2 Contenu de la mission

L'objectif est de mettre à jour la cartographie des aléas torrentiels. La définition actuelle des aléas du département de l'Isère (DDT, 2016) sera utilisée. Sa traduction réglementaire peut amener à une constructibilité en zone d'aléa torrentiel moyen (secteurs actuellement urbanisés).

La cartographie des aléas s'appuiera sur une étude préalable des conditions d'écoulement :

- Estimation des caractéristiques des scénarios de référence et justification de ces dernières (estimation des débits liquides mais également solides et le potentiel impact des flottants).
- Description, analyse et calcul des capacités hydrauliques des différents ouvrages et sections du chenal.
- Identification des points de débordement et défaillance, au regard des scénarios précédemment identifiés. La défaillance de chaque ouvrage fera l'objet d'une justification spécifique.
- Identification des cheminements préférentiels d'écoulement, notamment au sein de la zone urbanisée (réseau de voirie, topographie). Pour ce faire, les écoulements seront modélisés (modèle 2D, si

disponibilités de relevés LIDAR mis en œuvre pour apporter des éléments quantitatifs sur les directions d'écoulement).

- Caractérisation de l'aléa, au regard des différents scénarios.

La modélisation hydraulique sera utilisée comme appui à la cartographie, une interprétation sera néanmoins systématiquement réalisée. Un modèle hydraulique complet, directement traduit en zonage ne sera néanmoins pas mis en œuvre, dans la mesure où :

- Les pentes sont trop importantes pour ne considérer que des écoulements liquides (les seuls qui soient aujourd'hui objectivement pris en compte par les modèles numériques de calculs) ;
- Les points de faiblesses et de débordement possibles sont nombreux (ponts, points bas, murets, merlons et digues), une description fine et une multiplication des scénarios seraient très chronophages (et donc coûteuse) et ne sont donc pas envisagées ;
- La comparaison entre les études théoriques et la réalité des événements en contexte torrentiel amène souvent à s'interroger sur la pertinence des calculs. C'est pourquoi, une approche pragmatique est envisagée, les différentes justifications seront néanmoins clairement explicitées.

I.3 Localisation géographique

La commune de VINAY (38559) est située à une vingtaine de kilomètres à l'est de GRENOBLE, dans le département de l'ISERE.



Figure 2 : Situation géographique de la zone d'étude (source Géoportail)

Les bassins concernés par cette étude, sont situés au nord-est de la commune, au pieds des sommets de l'Epinoise et du Tremollet.

I.4 Historique relatif à cette mission

Cette mission intervient à la suite de plusieurs interventions. Ci-après est réalisé un rapide historique :

1989 – Etude SOGREAH relative à la gestion des eaux pluviales

2000 – Réalisation d'une carte des aléas par AlpesGéoConseil

2000-2001 – Réalisation de travaux de correction torrentielle (maitrise d'œuvre RTM) et d'hydraulique dans la traversée de la ville (maitrise d'œuvre DDE)

2002 – Approbation du POS, avec autorisation de construction au droit d'une partie des zones classées initialement en aléa torrentiel moyen au regard de la réalisation des travaux (courrier RTM du 17 mai 2001)

2013/2014 – Arrêt et approbation du PLU, les terrains classés en aléa torrentiel moyen ne sont plus constructibles en application du référentiel de transcription réglementaire de la DDT

2014-2016 – Recours de l'association Rif de Coulange au tribunal administratif, et jugement (erreur manifeste d'appréciation au titre que les zones en aléa moyen et fort ont été rendu inconstructibles sans affichage différencié)

II BASSIN VERSANT, RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET GEOLOGIE



Figure 3 : Bassins versants sur fond Scan25 IGN

Les deux bassins versants présentent des surfaces sensiblement équivalentes, de l'ordre de 0.8 km² (80.4 ha pour le bassin du Rif de Coulange, 82.4 ha pour le bassin du ruisseau des Bauches).

II.1 Géologie et géomorphologie

II.1.1 Géologie du site

Les deux bassins versants présentent un contexte géologique similaire. Les formations de couverture (loess et formations fluvioglaciales) reposent sur un substratum molassique.

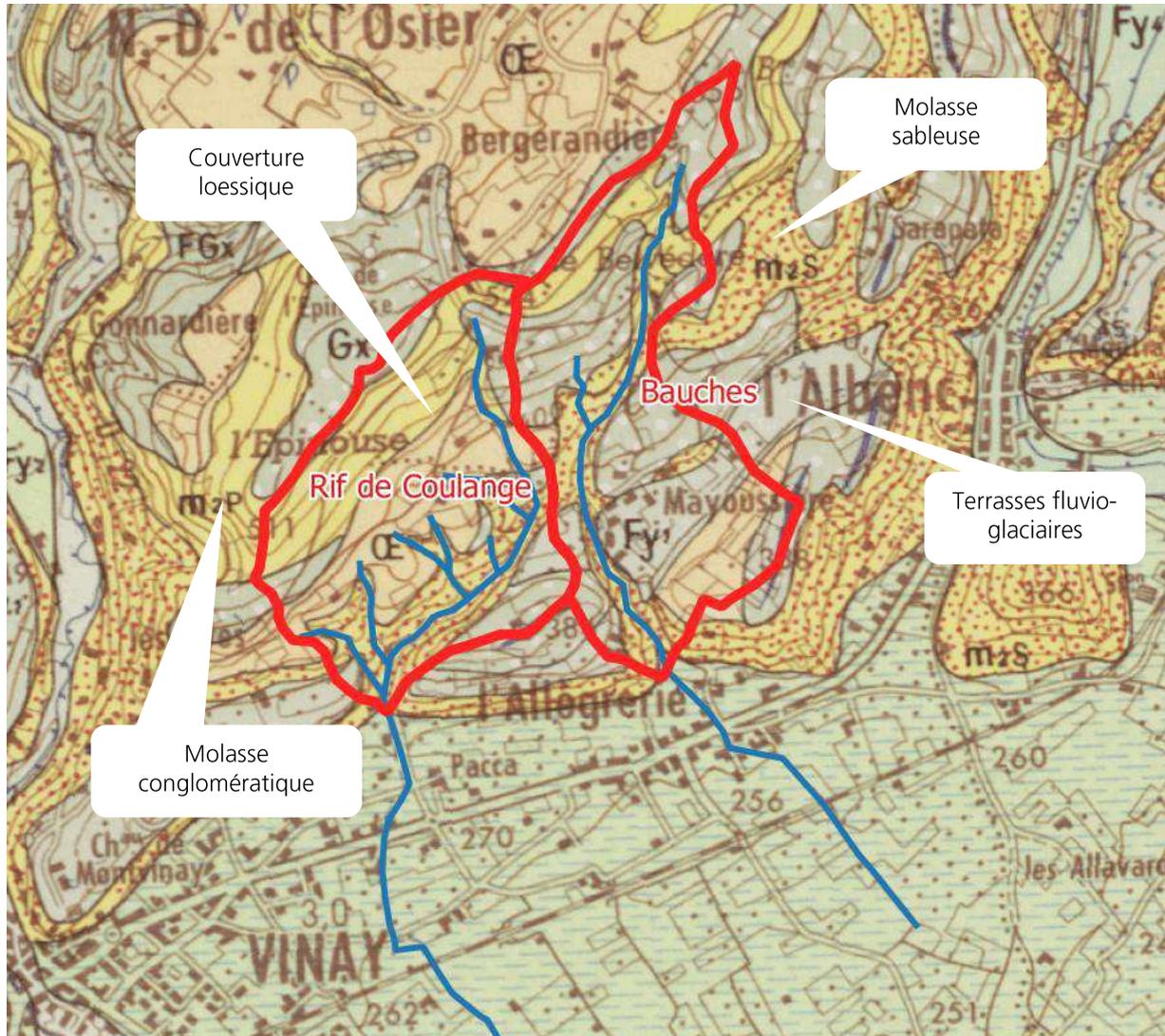


Figure 4 : Extrait de la carte géologique BRGM 1/50 000e – Vue rapprochée

L'Isère et les différents glaciers associés ont creusé la vallée, et créant une vaste dépression. Néanmoins, les périodes de retrait des glaciers se sont traduites par d'importants dépôts horizontaux de matériaux fluvioglaciaux, formant de vastes terrasses. Le dernier stade glaciaire est bien visible, il forme toute la plaine sur laquelle s'est installée la ville de Vinay. Plus haut, on retrouve des vestiges d'anciennes terrasses plus ou moins modifiées par l'érosion.

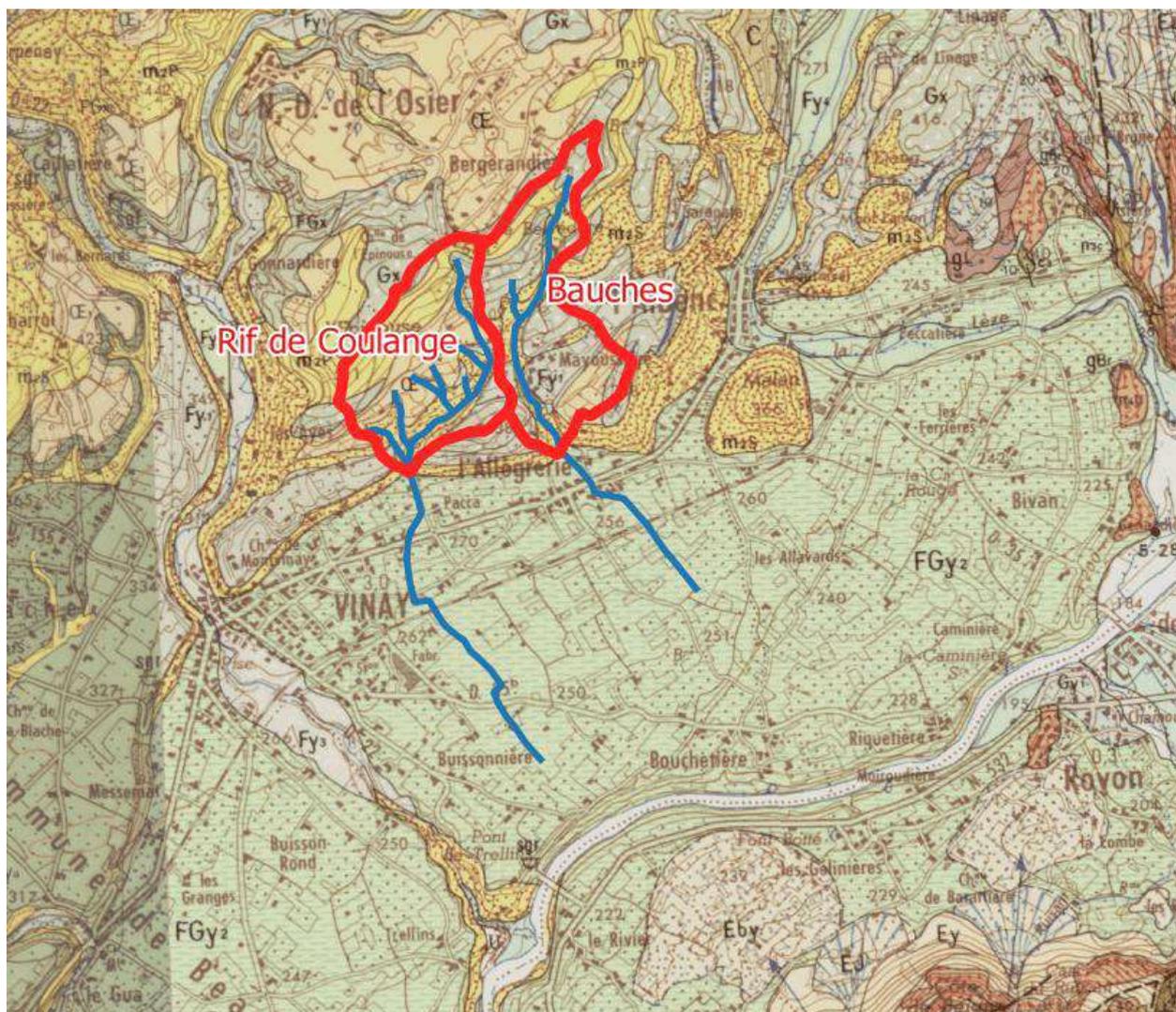


Figure 5 : Extrait de la carte géologique BRGM 1/50 000e - Vue générale

II.1.2 Géomorphologie

Les vestiges des terrasses fluvio-glaciaires plus anciennes sont entaillés par le réseau hydrographique qui progressivement met le substratum à nu. Les données LIDAR permettent de visualiser clairement ce phénomène d'érosion : les cours d'eau et un réseau de ravines associées sont bien visibles.

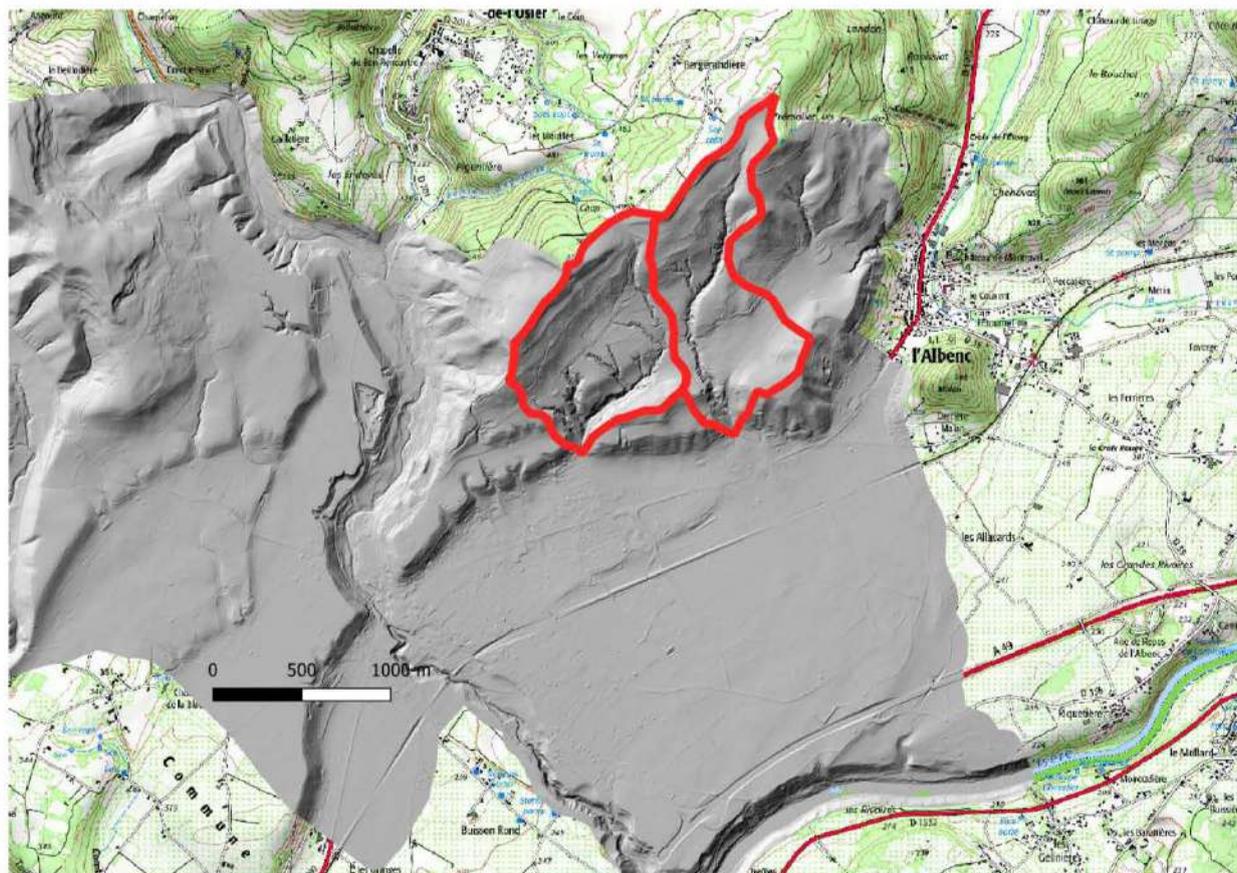
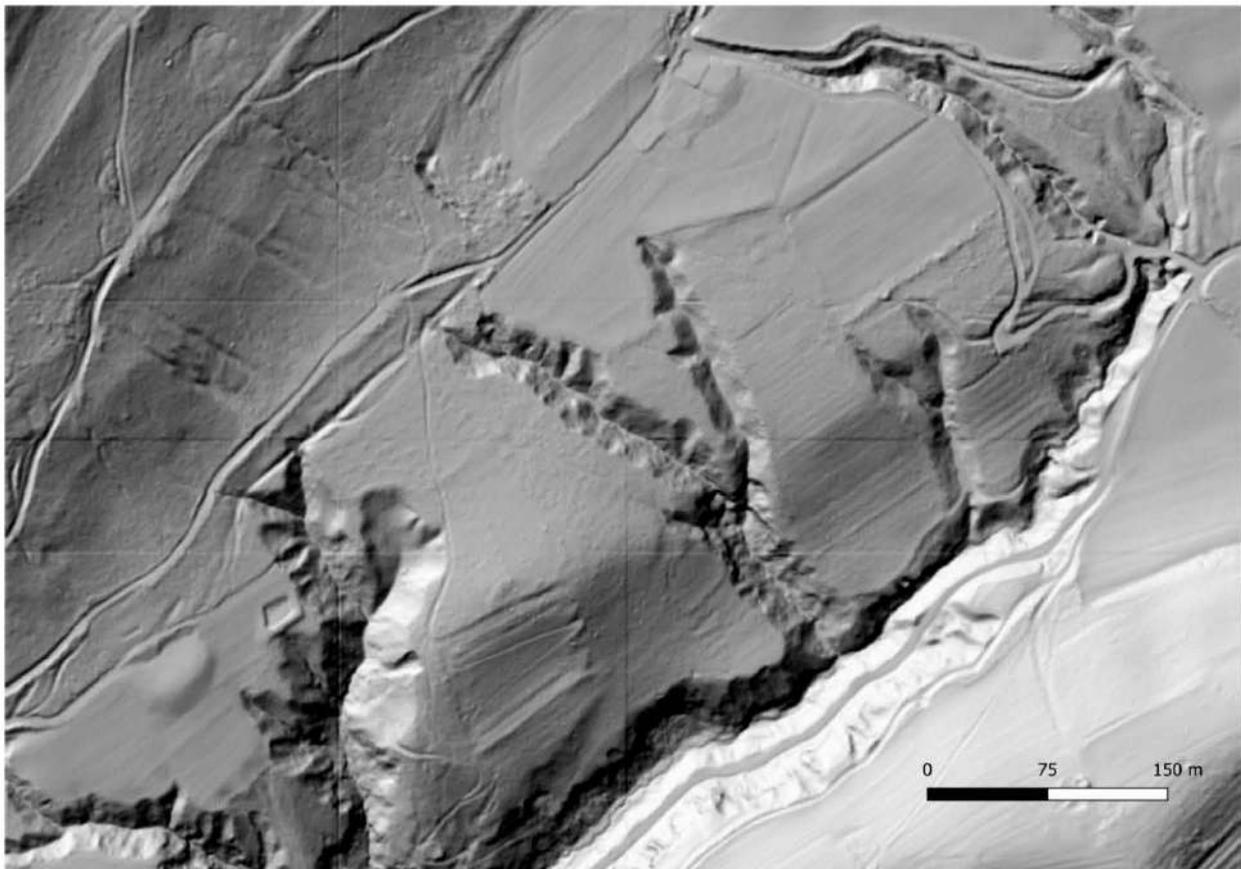


Figure 6 : Fond LIDAR 2019

Cette érosion hydraulique est accompagnée d'une série de glissements le long des ravines remobilisant les matériaux de couverture. Les matériaux sont ensuite transportés par le réseau hydrographique jusque sur la terrasse de l'Isère, où ils se déposent avec la réduction de la pente pour former un cône de déjection.



On peut retenir le fonctionnement synthétisé sur le schéma ci-après. L'érosion hydraulique partant de la plaine (dernière terrasse) cherche à entailler les collines molassiques et les anciens vestiges de terrasses fluvio-glaciaire . Cette érosion est donc régressive, partant de l'aval et remontant dans les versants. En incisant le fond des thalwegs les rives se retrouvent à être déstabilisées. Les molasses, plus ou moins préalablement altérées, et les produits de recouvrement se retrouvent alors en limite de stabilité et des glissements peuvent être observés alimentant le torrent en matériaux

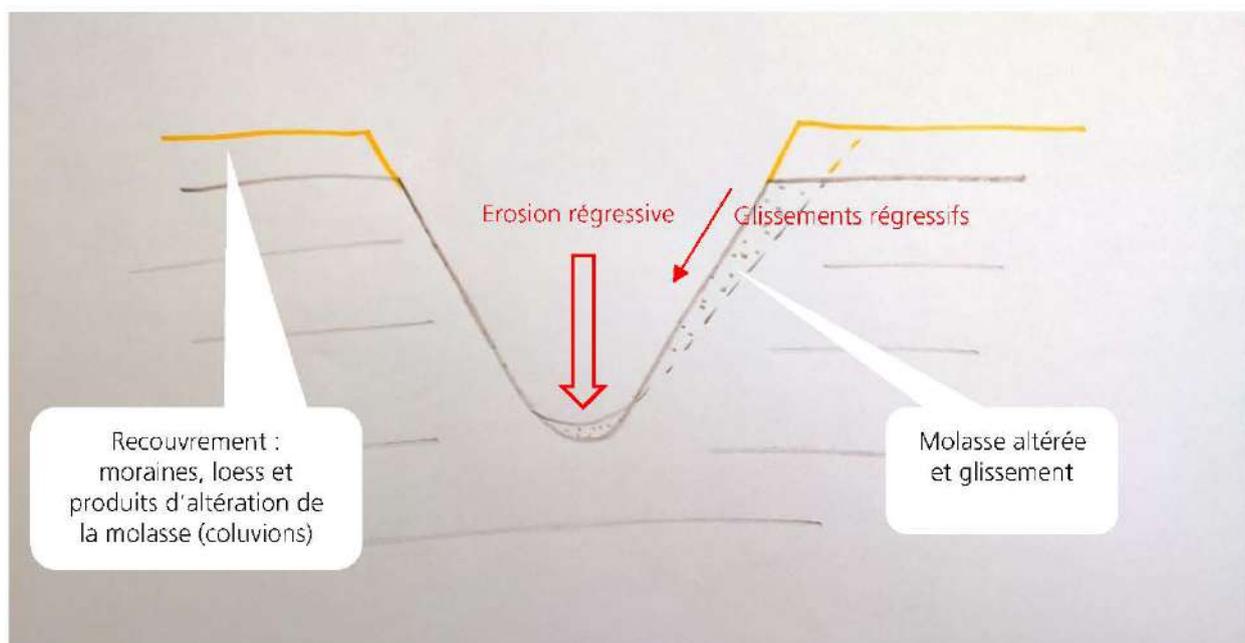


Figure 7 : Schéma de synthèse sur la génération des glissements

Ces glissements alimentent alors le torrent en matériaux (argiles, sables et galets), mais aussi en divers éléments flottants (liés à la déstabilisation des arbres). Les volumes glissés sont variables, oscillant entre quelques dizaines de mètre-cube au millier de mètre-cube. Globalement, on observe essentiellement des matériaux sableux ou argileux, les cailloutis sont plus rares (ramené au volume total des matériaux en jeu) et correspondent à des remobilisations des dépôts fluvioglaciers.



Figure 8 : Illustration, glissement dans les molasse, commune de Chuzelles en 2018

Le fonctionnement hydro-sédimentaire se fait par « décharges » : pour qu'il y ait une réaction significative du torrent, il est nécessaire qu'il y ait préalablement une saturation des terrains pour générer les débits et rendre les terrains instables. Ceci explique l'absence de réaction sensible pour la majorité des événements pluviométriques

II.1.3 Topographie

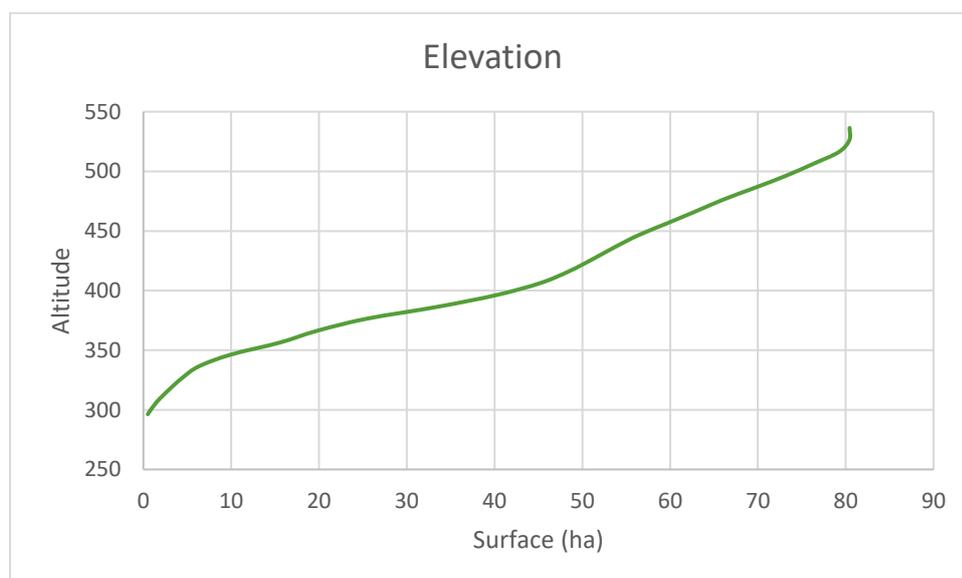


Figure 9 : Courbe hypsométrique du bassin du Rif de Coulange

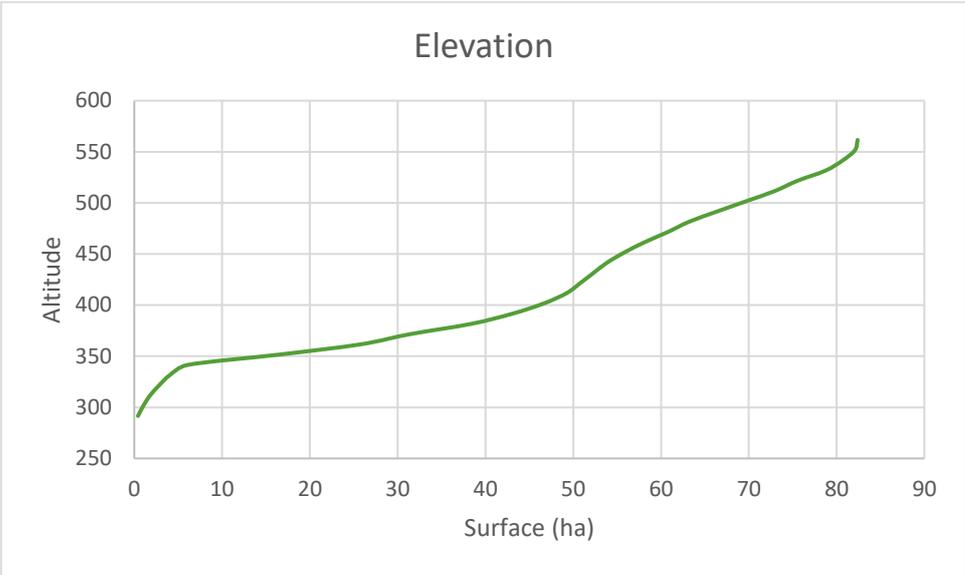


Figure 10 : Courbe hypsométrique du bassin du ruisseau des Bauches

II.2 Evolution temporelle

L'évolution temporelle du site a été analysée à partir de la carte d'Etat-major de 1866, et des campagnes de photographie aérienne réalisées par l'IGN (la première campagne date de 1944). Les données proviennent du site remonterletemps.ign.fr, les principaux documents sont repris ci-après.



Figure 11 : Carte de Cassini de 1740

Avec toutes les limites d'interprétation que l'on peut avoir pour une carte du XVIII^e siècle, on notera néanmoins que le ruisseau des Bauches semble bien plus actif historiquement que celui du Rif de Coulange. En effet, ce dernier n'a pas été représenté sur la carte de 1740.



Figure 12 : Carte d'Etat-Major de 1866

La carte de 1866 met clairement en évidence les deux cours d'eau dans leur configuration actuelle. On notera également que le tracé des deux cours d'eau dans la plaine est très proche du tracé actuel et notamment la zone d'arrêt et d'infiltration dans la plaine. Le fonctionnement global ne semble donc pas avoir été modifié de façon sensible en 150 ans, malgré le développement de l'urbanisation des cônes de déjection et de la terrasse fluvioglacière.

Les premières campagnes de photographie aérienne qui couvrent la zone datent de 1944 (pour la zone aval) et 1948 (pour l'intégralité du secteur d'étude). Pour se repérer, les exutoires du Rif de Coulange et du ruisseau des Bauches sont repérés par une pastille rouge.



Figure 13 : 1944



Figure 14 : 1948



Figure 15 : 1964



Figure 16 : 1980

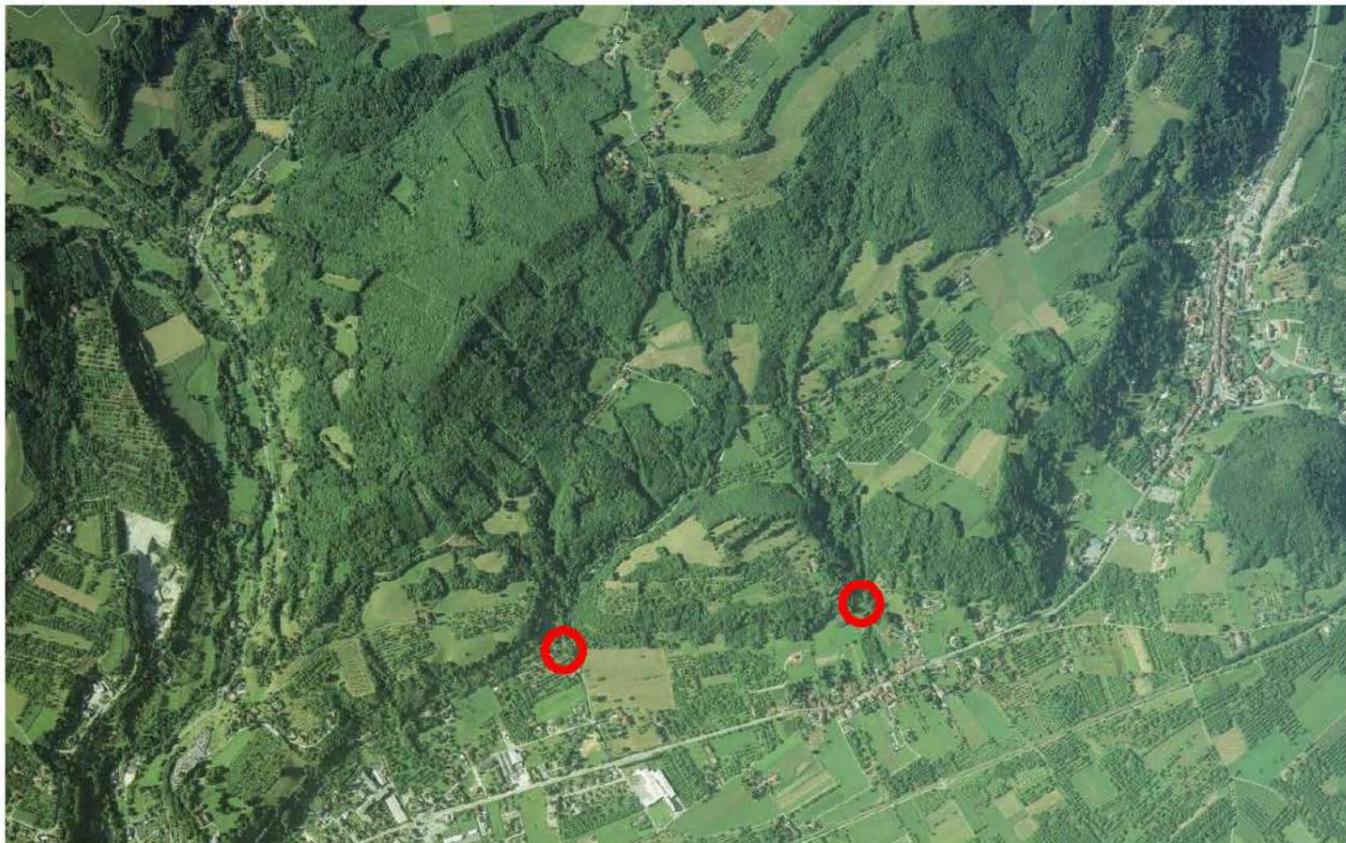


Figure 17 : 1998



Figure 18 : 2015

L'évolution du bassin versant en près de 70 ans n'est pas particulièrement spectaculaire. En effet, le bassin reste aujourd'hui partagé entre cultures et forêts, comme cela l'était déjà lors de la première campagne de photographie. Les boisements se sont développés en taille de végétation et en extension. Mais il n'y a pas de déprise majeure de l'exploitation agricole de la zone comme cela est parfois visible par ailleurs.

II.3 Profils en long et description du cours d'eau

II.3.1 Données

Les données topographiques sont issues des relevés LIDAR réalisés en 2019 par la commune de Vinay (groupement de commande porté par la communauté de communes).

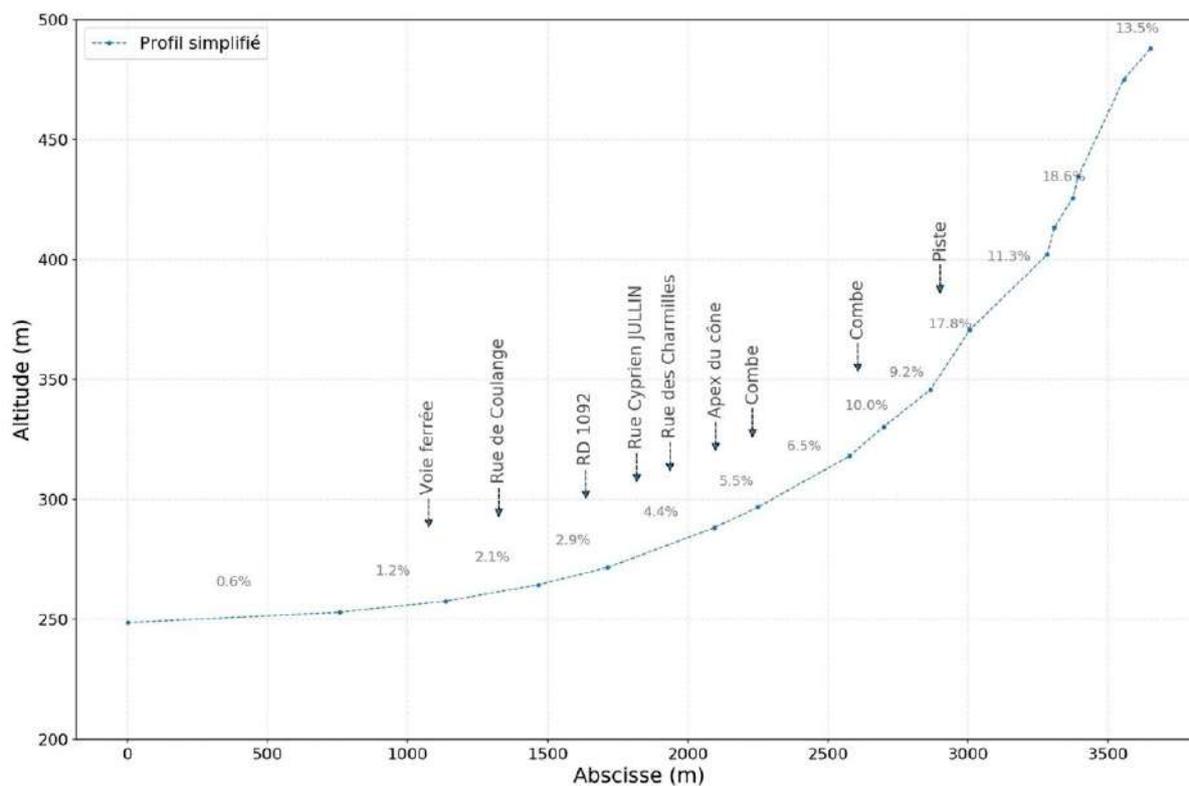


Figure 19 : Profil en long du Rif de Coulange

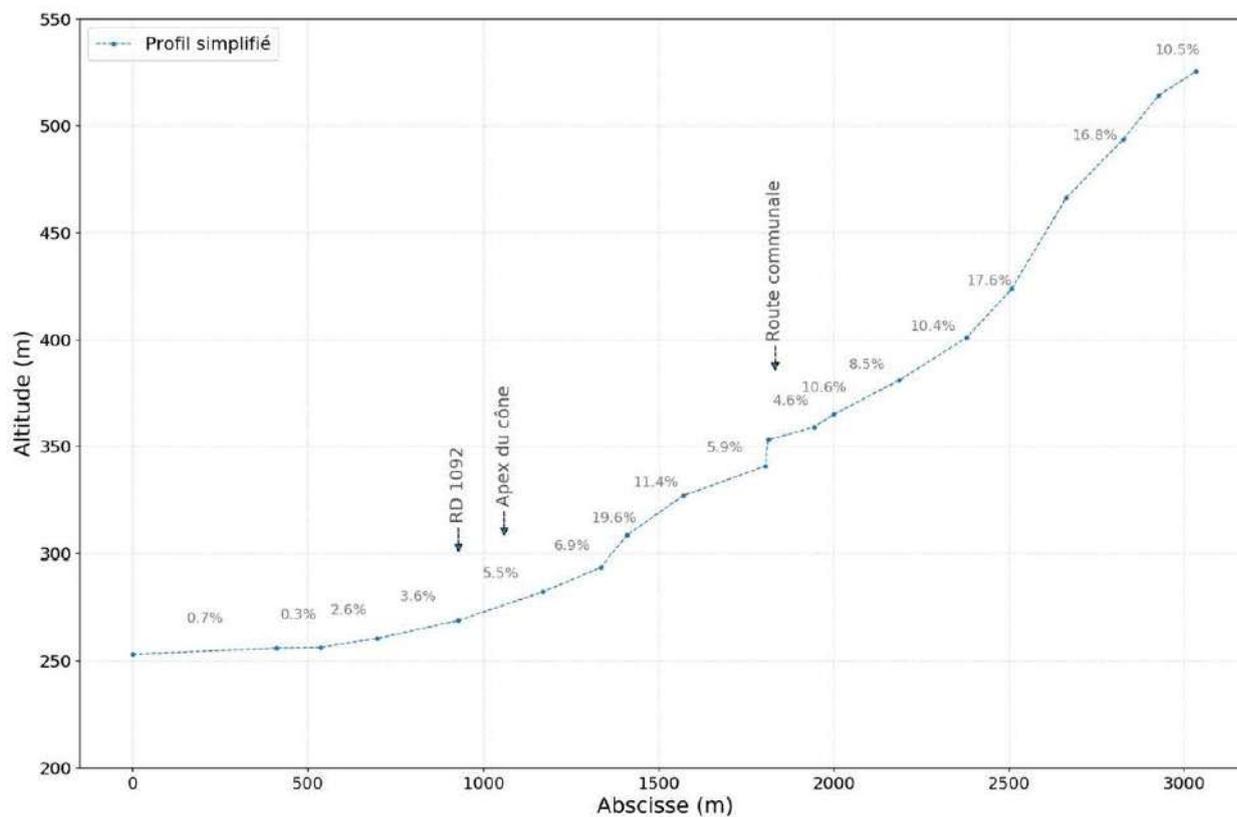


Figure 20 : Profil en long du ruisseau des Bauches

III HYDROLOGIE, TRANSPORT SEDIMENTAIRE ET SCENARIO DE REFERENCE

III.1 Historiques des événements

III.1.1 Données historiques

Le secteur d'étude est régulièrement touché par des ruissellements divers, issus des coteaux, suite à des phénomènes hydrologiques de type orages estivaux. Les réactions des ruisseaux sont plus rares. Le rapport de la carte des aléas permet d'identifier les événements les plus marquant concernant les deux zones d'intérêt :

- 23 juin 1957, Crues de plusieurs torrents, dont le torrent du Rif de Coulanges avec des dégâts importants (source communale et archives du Dauphiné Libéré)
- 20 juin 1986, Inondation des lieux-dits de Gêrifondière, Renevallièrre, la Contamine et du lotissement de la Plain par le ruisseau de Coulange (Source communale)
- 1987, Evénements comparables (source communale)
- 13 au 18 mai 1988, Inondation des lieux-dits Renevallièrre et la Contamine par le ruisseau de Coulange (source communale et DDE)

L'exploitation des archives du RTM, et notamment photographiques a permis de retrouver deux photos de la zone en juillet 1971. Nous ne disposons néanmoins pas d'autres précisions à l'échelle de la commune sur cet événement. Par contre, à l'échelle du bas-Grésivaudan, en particulier sur les contreforts préalpins entre Cognin les Gorges et Pommiers la Placette, c'est l'évènement hydrométéorologique départemental le plus remarquable du XXe siècle, avec un cumul record de 220mm de précipitations en 12h mesuré à Rovon/St Gervais.



Figure 21 : Ruisseau des Bauches après le passage de la RD 1092



Figure 22 : Ruisseau des Bauches avant la RD 1092

III.1.2 Témoignages oraux

Lors des missions de terrain, nous n'avons malheureusement pas pu recueillir de témoignages supplémentaires concernant le Rif de Coulange. L'urbanisation de la zone est finalement assez récente (années 1970), il n'y a peu de constructions très anciennes. Concernant le ruisseau des Bauches par contre, il nous a été confirmé que de nombreuses maisons ont été historiquement plus ou moins sensiblement touchées. Les écoulements proviennent du cours d'eau, mais aussi plus globalement des versants.

III.2 Hydrologie

III.2.1 Climatologie

Les cumuls annuels sur la commune avoisinent les 900 mm. La répartition spatiale des cumuls est régulière tout au long de l'année. Les périodes présentant les cumuls les plus importants correspondent au printemps (mai et juin) et l'automne (juillet et octobre), susceptibles de permettre une saturation préalable des sols. Ces périodes peuvent également se caractériser par une possible occurrence marquée de phénomènes convectifs, générant des cumuls importants sur de courtes périodes (orages localisés, ou en marge de phénomènes plus larges de type cévenols).

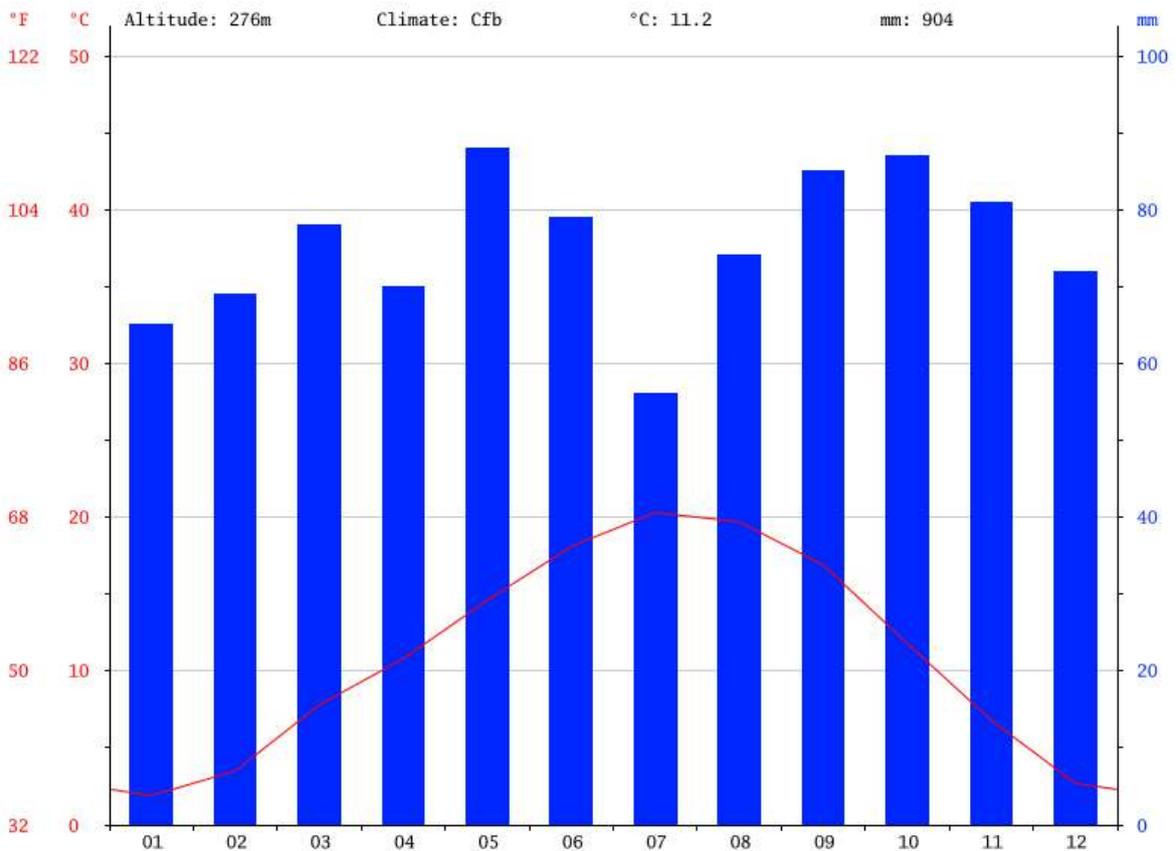


Figure 23 : Diagramme climatique à Vinay (sources www.climate-data.org)

III.2.2 Pluies de référence

Le paragraphe est structuré en deux parties :

1. Analyse des précipitations extrêmes et choix des paramètres nécessaires au calcul du débit décennal ;
2. Analyse des précipitations enregistrées au cours des crues historiques et pendant le mois précédant chaque évènement.

III.2.2.a **Analyse des précipitations extrêmes**

Structure régionale des précipitations

Les Figure 24 et Figure 25 montrent la structure spatiale des précipitations horaires et journalières de période de retour 10 ans autour de la zone d'étude. On retrouve les valeurs de quantiles de pluviométrie calculés aux niveaux des postes pluviométriques ainsi que les courbes d'iso-précipitations issues du travail de thèse de Djerboua (2001).

Les deux figures mettent en valeur l'influence du relief sur les précipitations, avec une augmentation significative des quantiles sur les massifs de la Chartreuse, du Vercors et de Belledonne ainsi que sur le plateau des Chambarans. Il s'agit d'un fait bien connu pour les précipitations moyennes annuelles. Pour des pas de temps journalier et horaire, on retrouve la même tendance sur les quantiles de précipitations extrêmes. Au pas de temps horaire, celle-ci semble toutefois moins marquée. Les deux principaux facteurs explicatifs sont les suivants : 1) le nombre de postes pluviométriques avec une mesure au pas de temps horaire est beaucoup plus faible. Il est donc normal que les techniques de spatialisation telles que celles mises en œuvre par Djerboua soient moins pertinentes. 2) A des pas de temps courts (inférieur à quelques heures), les plus fortes intensités sont a priori liées à des phénomènes convectifs impactant de la même manière les fonds de vallées que les reliefs (cf. travaux de recherche de Desurosne).

Paramètres pluviométriques retenus (durée de 1h à 24h)

Au pas de temps horaire, la zone située à l'Ouest des massifs du Vercors et de la Chartreuse est caractérisée par des quantiles de précipitations élevés. La variabilité des quantiles sur les 4 postes les plus proches de la zone d'étude est faible avec des valeurs comprises entre 31 et 35 mm/h.

Au pas de temps journalier, la corrélation relief - quantiles de précipitations devient beaucoup plus marquée. La zone d'étude se trouve dans une zone de petite « dépression » où les quantiles sont localement moins élevés que sur les reliefs avoisinants. Les valeurs de précipitations journalières sur les quatre postes les plus proches montrent également une très faible variabilité et sont comprises entre 77 et 84 mm/jour

On retiendra pour la suite de l'étude, les valeurs caractéristiques suivantes :

- $P_{10} = 84$ mm
- $P_{100} = 122$ mm
- $P_{1h,10} = 32$ mm
- $P_{1h,100} = 50$ mm

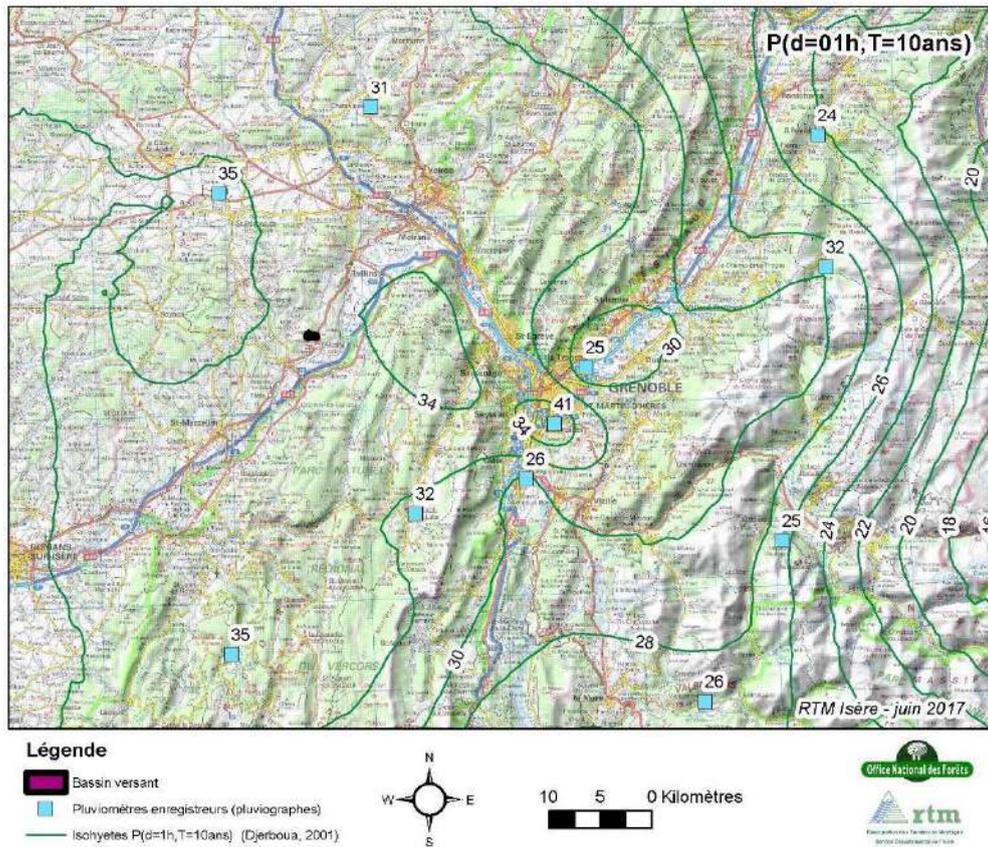


Figure 24 : Structure régionale des précipitations horaires de période de retour 10 ans

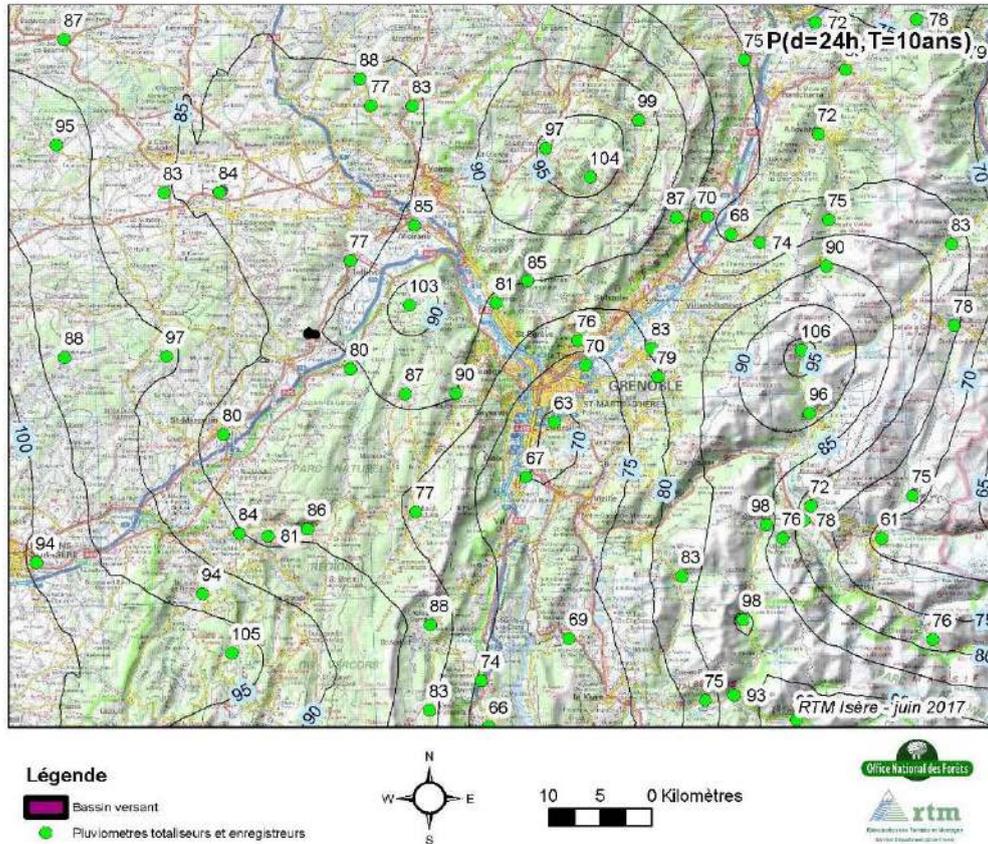


Figure 25 : Structure régionale des précipitations journalières de période de retour 10 ans

Paramètres pluviométriques infra-horaires pour une période de retour de 10 ans

Les données pluviométriques infra-horaires sont rares...mais cruciales pour déterminer les débits de crue de petits bassins versants comme celui de la Combe du Nant. Le poste pluviométrique le plus proche de la zone d'étude avec des mesures à pas de temps de 6 min est le poste de Saint-Etienne de Saint-Geoirs.

Pour estimer les quantiles pluviométriques à faible pas de temps il a été utilisé deux méthodes :

1. Extrapolation d'une loi de Montana à partir des quantiles pluviométriques journaliers et horaires. Comme pour toute méthode d'extrapolation, l'exactitude des estimations ne peut être garantie...
2. Utilisation des coefficients de Montana calculés par Météo France au poste de Saint-Etienne de Saint-Geoirs. Il doit être fait ici l'hypothèse d'une absence de variation spatiale entre le poste de référence et le site d'étude.

Les résultats sont présentés sur la figure suivante. Les lames d'eau calculées par méthode d'extrapolation sont toujours supérieures d'environ 25 % à celles calculées à partir des coefficients de Montana établis sur le poste de Grenoble St-Geoirs. L'objectif de l'étude étant le dimensionnement d'un ouvrage de protection, on choisira une approche sécuritaire en utilisant pour le calcul des débits de crue les coefficients de Montana issus de la méthode d'extrapolation, à savoir :

- Coefficients de Montana (T=10 ans) : $a = 32 / b = 0,696$
- Gradex des pluies de la forme $a.d^{(1-b')}$ avec $a=7,66$; $b'=0,765$

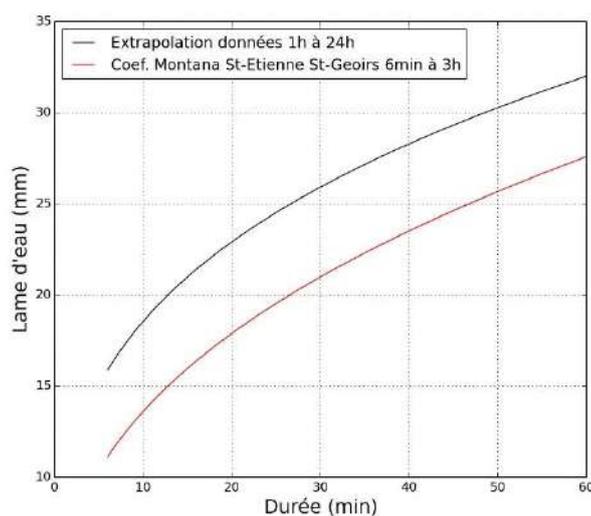


Figure 26 : Calcul des lames d'eau infra-horaires de période de retour 10 ans par deux méthodes d'estimation

III.3 Estimation des débits de crue

III.3.1 Méthodologie

Les estimations anciennes de valeurs de débit ont été récupérées. Néanmoins, et ce afin de donner plus de robustesse à l'étude, une analyse complète a été réalisée, et ces estimations sont dans un second temps comparées à celle réalisée ici.

Les deux cours d'eau présentent un bassin versant de très petite taille, qui est en outre non jaugé (absence de mesure de débits). Les méthodes applicables dans ce contexte sont très peu nombreuses et présentent une incertitude importante. A titre d'exemple, l'intervalle de confiance à 70 % de la plupart des méthodes statistiques est compris entre la moitié et le double du débit estimé !

Le calcul des débits de crues est réalisé en trois étapes :

1. Calcul du débit décennal avec plusieurs méthodes simples couramment utilisées en ingénierie ;
2. Calcul du débit centennal par le biais de la méthode AGREGEE et la méthode du Gradex ;
3. Choix de débits retenus.

Pour le calcul du débit décennal, il a été utilisé trois familles de méthodes :

1. **Méthode statistique** : Il s'agit de relations empiriques établies généralement par techniques de régression sur un échantillon plus ou moins important de cours d'eau jaugés (i.e. pour lesquels il existe des mesures de débit). On retrouve dans ce groupe les méthodes suivantes : PGRN, CRUPEDIX, CRUPEDIX Sud-Est, SOCOSE. On notera que les formules sont utilisées en extrapolation, le bassin versant d'étude ($S=1 \text{ km}^2$) présentant une superficie très inférieure au plus petit bassin versant utilisé pour l'établissement des relations empiriques ($S=2 \text{ km}^2$).
2. **Méthode de transfert** : le principe est ici le même que pour les méthodes statistiques à la différence près que l'on extrapole les débits de crue uniquement à partir d'un seul bassin de référence où l'on dispose de mesures de débits.
3. **Méthode rationnelle** : il s'agit d'une méthode simple et ancienne qui prend en compte les données d'intensité de pluie et l'occupation du sol.

ESTIMATION DES DUREES CARACTERISTIQUES					
COMMUNE: Vinay	SURFACE (km²): 0.8 km²				
TORRENT: Coulange	ALT. EXUTOIRE (m): 290.00 m				
FORMULES STATISTIQUES					
S =	0.8 km²	surface			
L =	1.500 km	longueur du chemin hydraulique le plus long			
Im =	20.0%	pente moyenne			
Ip =	16.0%	pente pondérée			
Ph =	531.00 m	altitude du point culminant			
Pb =	296.00 m	altitude de l'exutoire			
e ₁₀ ou C ₁₀ =	0.30	coefficient d'écoulement décennal			
e ₁₀₀ ou C ₁₀₀ =	0.50	coefficient d'écoulement centennal			
PJXA ₁₀ =	84 mm	pluie journalière maximale décennale			
a ₁₀ (D env. 24h) =	32.0	paramètre de Montana pour une durée de retour décennale			
a ₁₀ (D1à4h) =	32.0				
a ₁₀₀ (D env. 24h) =	46.4	paramètre de Montana pour une durée de retour centennale			
a ₁₀₀ (D1à4h) =	46.0				
Pa =	900 mm	pluie moyenne annuelle			
Ta =	12.0 °C	température moy. annuelle			
Z ₅₀ =	400.00 m	altitude moyenne			
 Restauration des Terrains en Montagne 					
méthode	paramètre	durée (h)	variables utilisées	domaine de validité	
KIRPICH	Tc	0.18	L, Ph, Pb	0,4 ha < S < 81 ha	
SOGREAH 1	Tc	0.38	S, Im	?	
GIANDOTTI	Tc	0.71	S, L, Z50, Pb	?	
TURRAZA	Tc	0.27	S, L, Ip	?	
IZZARD-MEUNIER (bassin dégradé)	Tc	0.40	S, L, Ph, Pb	?	
IZZARD-MEUNIER (bassin végétalisé)	Tc	0.92	S, L, Ph, Pb	?	
SOGREAH (DUJARDIN)	Tc ₁₀	0.27	S, L, Ph, Pb, e	?	
SOGREAH 2	Tc ₁₀	0.33	S, L, Ph, Pb, e	?	
VENTURA-PASSINI	Tc ₁₀	0.20	S, L, Ip, e, a ₁₀ (court?)	?	
SOGREAH (DUJARDIN)	Tc ₁₀₀	0.22	S, L, Ph, Pb, e	?	
SOGREAH 2	Tc ₁₀₀	0.30	S, L, Ph, Pb, e	?	
VENTURA-PASSINI	Tc ₁₀₀	0.07	S, L, Ip, e, a ₁₀₀ (court?)	?	
SCS (BV rapides)	Dr	0.64	S	0,1 ha < S < 15 km²	
SOCOSE (BV à forte pente)	D	6.03	S, L, Ph, Pb, Pj10, Pa	1 km² < S < 200 km²	
SOCOSE (formulation nationale)	Ds	3.73	S, Pa, Pj10, Ta	0 km² < S < 200 km²	
Durée caractéristique proposée D =				1.21 h	
VALEURS RETENUES :		Tc =	0.60 heures	D =	1.50 heures
Fourchette d'incertitudes			0.10 h	< Tc <	0.90 h
			0.60 h	< D <	6.00 h

ESTIMATION DES DUREES CARACTERISTIQUES

COMMUNE: Vinay	SURFACE (km²): 0.9 km²
TORRENT: Bauches	ALT. EXUTOIRE (m): 290.00 m

FORMULES STATISTIQUES

S =	0.9 km²	surface
L =	1.500 km	longueur du chemin hydraulique le plus long
Im =	22.0%	pente moyenne
Ip =	18.0%	pente pondérée
Ph =	524.00 m	altitude du point culminant
Pb =	270.00 m	altitude de l'exutoire
e ₁₀ ou C ₁₀ =	0.30	coefficient d'écoulement décennal
e ₁₀₀ ou C ₁₀₀ =	0.50	coefficient d'écoulement centennal
PJXA ₁₀ =	84 mm	pluie journalière maximale décennale
a ₁₀ (D env. 24h) =	32.0	paramètre de Montana pour une durée de retour décennale
a ₁₀ (D1à4h) =	32.0	
a ₁₀₀ (D env. 24h) =	46.4	paramètre de Montana pour une durée de retour centennale
a ₁₀₀ (D1à4h) =	46.0	
Pa =	900 mm	pluie moyenne annuelle
Ta =	12.0 °C	température moy. annuelle
Z ₅₀ =	400.00 m	altitude moyenne



Restauration des
Terrains en
Montagne



méthode	paramètre	durée (h)	variables utilisées	domaine de validité
KIRPICH	Tc	0.18	L, Ph, Pb	0,4 ha < S < 81 ha
SOGREAH 1	Tc	0.38	S, Im	?
GIANDOTTI	Tc	0.65	S, L, Z50, Pb	?
TURRAZA	Tc	0.26	S, L, Ip	?
IZZARD-MEUNIER (bassin dégradé)	Tc	0.39	S, L, Ph, Pb	?
IZZARD-MEUNIER (bassin végétalisé)	Tc	0.90	S, L, Ph, Pb	?
SOGREAH (DUJARDIN)	Tc ₁₀	0.26	S, L, Ph, Pb, e	?
SOGREAH 2	Tc ₁₀	0.33	S, L, Ph, Pb, e	?
VENTURA-PASSINI	Tc ₁₀	0.19	S, L, Ip, e, a ₁₀ (court?)	?
SOGREAH (DUJARDIN)	Tc ₁₀₀	0.22	S, L, Ph, Pb, e	?
SOGREAH 2	Tc ₁₀₀	0.30	S, L, Ph, Pb, e	?
VENTURA-PASSINI	Tc ₁₀₀	0.06	S, L, Ip, e, a ₁₀₀ (court?)	?
SCS (BV rapides)	Dr	0.66	S	0,1 ha < S < 15 km²
SOCOSE (BV à forte pente)	D	6.02	S, L, Ph, Pb, Pj10, Pa	1 km² < S < 200 km²
SOCOSE (formulation nationale)	Ds	3.82	S, Pa, Pj10, Ta	0 km² < S < 200 km²

Durée caractéristique proposée D = 1.20 h

VALEURS RETENUES :

Tc = 0.60 heures

D = 1.50 heures

Fourchette d'incertitudes

0.10 h < Tc < 0.90 h

0.70 h < D < 6.00 h

III.3.2 Débit de crue décennal

ESTIMATION DU DEBIT DE REFERENCE DECENNAL (Qi10)

COMMUNE:	Vinay	SURFACE (km ²):	0.8 km ²
TORRENT:	Coulange	ALT. EXUTOIRE (m):	290 m

S =	0.80 km ²	P _{10Tc} =	26 mm
L =	1.50 km	P _{10D} =	32 mm
Im =	9.0%	α =	1
Tc =	0.50 h	β =	0.8
D =	1.00 h	K = r _d =	1.60
Pa =	900 mm	Cr =	0.50
Ta =	12.0 °C	J =	70 mm
a _{10, court} =	32.0 °C	IP =	3
a _{10, long} =	32.0	Po =	60.00 mm
b ₁₀ =	0.70	R =	1.00
P _{j10} =	84 mm	CR =	1.00
Secteur alpin	Nord		



Restauration des
Terrains en
Montagne



méthode	Qi10 (m ³ /s)	variables utilisées	Domaine de validité
Formule sommaire locale	0.8	S, α, β	
SOGREAH (Speed)	1.7	S, P _{j10} , Po	
Régressions multiples (Alpes)	1.6	S, P _{j10} , secteur alpin	?<S<500 km ²
SOCOSE	0.9	S, P _{j10} , L, b, Pa, Ta	2<S<200 km ²
CRUPEDIX	0.9	S, P _{j10} , R	2<S<2000 km ²
CRUPEDIX (Sud-Est)	1.0	S, P _{j10} , CR	2<S<2000 km ²
RATIONNELLE	5.76	S, Tc, P _{D10} , Cr	S<15 km ²
SOGREAH (Abaque)	Non adaptée	S, P _{j10} , i	S<100 km ²
SCS	4.2	S, D, P _{D10} , K, IP, J	S<15 km ²
SCS simplifiée	4.1	S, D, P _{D10} , K	S<15 km ²
SHYREG	-		

Moyenne indicative 2.3

VALEUR RETENUE :	Borne inf.*	VALEUR RETENUE	Borne sup.*
Q10 (m3/s)	0.8	3.0 m3/s	5.8
Q10 spécifique (m3/s/(km ² ^{0.75}))	1.0	3.5	6.8

ESTIMATION DU DEBIT DE REFERENCE DECENNAL (Qi10)

COMMUNE: Vinay	SURFACE (km²): 0.9 km²
TORRENT: Bauches	ALT. EXUTOIRE (m): 290 m

S =	0.86 km²	P _{10Tc} =	27 mm
L =	1.50 km	P _{10D} =	36 mm
Im =	22.0%	α =	1
Tc =	0.60 h	β =	0.8
D =	1.50 h	K = r _d =	1.60
Pa =	900 mm	Cr =	0.50
Ta =	12.0 °C	J =	70 mm
a _{10, court} =	32.0 °C	IP =	3
a _{10, long} =	32.0	Po =	60.00 mm
b ₁₀ =	0.70	R =	1.00
P _{j10} =	84 mm	CR =	1.00
Secteur alpin	Nord		



Restauration des
Terrains en
Montagne



méthode	Qi10 (m³/s)	variables utilisées	Domaine de validité
Formule sommaire locale	0.9	S, α, β	
SOGREAH (Speed)	1.8	S, P _{j10} , Po	
Régressions multiples (Alpes)	1.7	S, P _{j10} , secteur alpin	?<S<500 km²
SOCOSE	1.0	S, P _{j10} , L, b, Pa, Ta	2<S<200 km²
CRUPEDIX	1.0	S, P _{j10} , R	2<S<2000 km²
CRUPEDIX (Sud-Est)	1.1	S, P _{j10} , CR	2<S<2000 km²
RATIONNELLE	5.45	S, Tc, P _{D10} , Cr	S<15 km²
SOGREAH (Abaque)	Non adaptée	S, P _{j10} , i	S<100 km²
SCS	3.8	S, D, P _{D10} , K, IP, J	S<15 km²
SCS simplifiée	3.6	S, D, P _{D10} , K	S<15 km²
SHYREG	-		

Moyenne indicative 2.3

VALEUR RETENUE :	Borne inf.*	VALEUR RETENUE	Borne sup.*
Q10 (m3/s)	0.9	3.0 m3/s	5.5
Q10 spécifique (m3/s/(km ² λ ^{0.75}))	1.0	3.4	6.1

Les résultats détaillés des calculs sont présentés en annexe. On trouvera ci-après une synthèse. Les estimations varient entre 0,3 et 1,1 m³/s. Des estimations de l'ordre 0,3 à 0,6 m³/s correspondent aux valeurs obtenues par la plupart des méthodes utilisées. Elles correspondent au comportement de bassins versants boisés avec des temps de concentrations de l'ordre de 0,4 h. Compte tenu de l'incertitude liée à l'estimation du débit et de l'objectif de l'étude, il est proposé d'adopter une approche très sécuritaire en retenant une valeur de 1,1 m³/s pour le débit décennal. On prend donc ici en compte, des temps de concentration beaucoup plus rapides liés à une présaturation des sols, qui entraîne également un ruissellement plus important.

Méthode	Q₁₀ (m³/s)
Méthodes statistiques : PGRN, CRUPEDIX, CRUPEDIX SE, SOCOSE	0,3 à 0,6
Méthode de transfert	0,3
Méthode rationnelle	0,3 à 1,1
Débit décennal retenu	1,1

Tableau 1 : Synthèse de l'estimation du débit décennal

On notera que les estimations de débit réalisées dans la présente étude sont plus faibles que celles de l'étude de 1989 avec Q₁₀ = 1,6 m³/s. Cette valeur a été obtenue avec la méthode rationnelle, un temps de concentration de 10 min (0,16 h) et un coefficient de ruissellement de 0,15 et des coefficients de Montana issus de l'instruction technique ministérielle de 1977.

Pour mémoire, la valeur haute de notre estimation avec la méthode rationnelle (1,1 m³/s) correspond à un temps de concentration de 12 min et un coefficient de ruissellement de 0,15. La différence provient donc essentiellement de l'intensité de pluie calculée sur le temps de concentration.

III.3.3 Débit de crue centennal

ESTIMATION DU DEBIT DE REFERENCE CENTENNAL (Qi100)																																											
COMMUNE: Vinay			SURFACE (km²): 0.8 km²																																								
TORRENT: Coulange			ALT. EXUTOIRE (m): 290 m																																								
<table border="1"> <tr> <td>S =</td> <td>0.80 km²</td> <td>Po =</td> <td>60.00 mm</td> </tr> <tr> <td>Tc =</td> <td>0.60 h</td> <td>Qi20/Qi10 =</td> <td>1.30</td> </tr> <tr> <td>D =</td> <td>1.50 h</td> <td>Qi50/Qi10 =</td> <td>1.80</td> </tr> <tr> <td>Qi10 =</td> <td>2.0 m3/s</td> <td>Qi100/Qi10 =</td> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>GpD =</td> <td>2.5 mm</td> <td>IP =</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Gq (T<10 ans) =</td> <td>1.7 m3/s</td> <td>K = rd =</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>Pj20 =</td> <td>95.7 mm</td> <td>α =</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>Pj50 =</td> <td>110.8 mm</td> <td>β =</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>Pi100 =</td> <td>122.0 mm</td> <td>Modèle QdF</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Secteur alpin</td> <td>Nord</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				S =	0.80 km²	Po =	60.00 mm	Tc =	0.60 h	Qi20/Qi10 =	1.30	D =	1.50 h	Qi50/Qi10 =	1.80	Qi10 =	2.0 m3/s	Qi100/Qi10 =	2.30	GpD =	2.5 mm	IP =	3	Gq (T<10 ans) =	1.7 m3/s	K = rd =	2.00	Pj20 =	95.7 mm	α =	4.5	Pj50 =	110.8 mm	β =	0.8	Pi100 =	122.0 mm	Modèle QdF	3	Secteur alpin	Nord		
S =	0.80 km²	Po =	60.00 mm																																								
Tc =	0.60 h	Qi20/Qi10 =	1.30																																								
D =	1.50 h	Qi50/Qi10 =	1.80																																								
Qi10 =	2.0 m3/s	Qi100/Qi10 =	2.30																																								
GpD =	2.5 mm	IP =	3																																								
Gq (T<10 ans) =	1.7 m3/s	K = rd =	2.00																																								
Pj20 =	95.7 mm	α =	4.5																																								
Pj50 =	110.8 mm	β =	0.8																																								
Pi100 =	122.0 mm	Modèle QdF	3																																								
Secteur alpin	Nord																																										
																																											
Durée de retour (T)	20 ans	50 ans	100 ans																																								
P _{Tc} (mm)	31.1 mm	35.6 mm	39.1 mm																																								
Cr _T	0.30	0.40	0.50																																								
P _D (mm)	41.2 mm	45.6 mm	52.5 mm																																								
J	140 mm	130 mm	120 mm																																								
CN (pour contrôle)	64.5	66.1	67.9																																								
Méthode	Qi20 (m3/s)	Qi50 (m3/s)	Qi100 (m3/s)	variables utilisées																																							
SOMMAIRE LOCALE	2.6	3.6	4.0	S																																							
SPEED	2.5	3.6	4.4	Po, Pj20, Pj50, Pj100																																							
QdF - Formulation sommaire	2.3	3.4	4.5	Qi10, type de modèle QdF																																							
REGRESSIONS MULTICRITERES Alpes	2.3	2.6		S, Qi10, Pj20, Pj50, secteur alpin																																							
GRADEX BRUTAL (Tg=10 ans)	2.5	3.2	3.74	S, D, Qi10, GpD, K																																							
AGREGEE	2.9	3.7	4.28	S, D, Qi10, Gq, GpD, K																																							
RATIONNELLE	3.5	5.3	7.2	S, Tc, PTc20 à 100, Cr20 à 100																																							
SCS	2.8	3.8	5.6	S, Dscs, K, PD20 à 100, J20 à 100																																							
SHYREG	-	-	-	S																																							
Moyennes indicatives	2.7	3.7	4.8																																								
VALEURS RETENUES :	3.0 m3/s	4.5 m3/s	6.0 m3/s																																								
Incertitudes - Borne Sup.	3.5	5.3	7.2																																								
Incertitudes - Borne Inf.	2.3	2.6	3.7																																								

ESTIMATION DU DEBIT DE REFERENCE CENTENNAL (Qi100)																																																										
COMMUNE: Vinay			SURFACE (km²): 0.9 km ²																																																							
TORRENT: Bauches			ALT. EXUTOIRE (m): 290 m																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>S =</td><td>0.86 km²</td></tr> <tr><td>Tc =</td><td>0.60 h</td></tr> <tr><td>D =</td><td>1.50 h</td></tr> <tr><td>Qi10 =</td><td>3.0 m³/s</td></tr> <tr><td>GpD =</td><td>2.5 mm</td></tr> <tr><td>Gq (T<10 ans) =</td><td>1.7 m³/s</td></tr> <tr><td>Pj20 =</td><td>95.7 mm</td></tr> <tr><td>Pj50 =</td><td>110.8 mm</td></tr> <tr><td>Pj100 =</td><td>122.0 mm</td></tr> <tr><td>Secteur alpin</td><td>Nord</td></tr> </table> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Po =</td><td>60.00 mm</td></tr> <tr><td>Qi20/Qi10 =</td><td>1.30</td></tr> <tr><td>Qi50/Qi10 =</td><td>1.80</td></tr> <tr><td>Qi100/Qi10 =</td><td>2.30</td></tr> <tr><td>IP =</td><td>3</td></tr> <tr><td>K = rd =</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>α =</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>β =</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>Modèle QdF</td><td>3</td></tr> </table> </td> </tr> </table>				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>S =</td><td>0.86 km²</td></tr> <tr><td>Tc =</td><td>0.60 h</td></tr> <tr><td>D =</td><td>1.50 h</td></tr> <tr><td>Qi10 =</td><td>3.0 m³/s</td></tr> <tr><td>GpD =</td><td>2.5 mm</td></tr> <tr><td>Gq (T<10 ans) =</td><td>1.7 m³/s</td></tr> <tr><td>Pj20 =</td><td>95.7 mm</td></tr> <tr><td>Pj50 =</td><td>110.8 mm</td></tr> <tr><td>Pj100 =</td><td>122.0 mm</td></tr> <tr><td>Secteur alpin</td><td>Nord</td></tr> </table>	S =	0.86 km ²	Tc =	0.60 h	D =	1.50 h	Qi10 =	3.0 m ³ /s	GpD =	2.5 mm	Gq (T<10 ans) =	1.7 m ³ /s	Pj20 =	95.7 mm	Pj50 =	110.8 mm	Pj100 =	122.0 mm	Secteur alpin	Nord	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Po =</td><td>60.00 mm</td></tr> <tr><td>Qi20/Qi10 =</td><td>1.30</td></tr> <tr><td>Qi50/Qi10 =</td><td>1.80</td></tr> <tr><td>Qi100/Qi10 =</td><td>2.30</td></tr> <tr><td>IP =</td><td>3</td></tr> <tr><td>K = rd =</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>α =</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>β =</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>Modèle QdF</td><td>3</td></tr> </table>	Po =	60.00 mm	Qi20/Qi10 =	1.30	Qi50/Qi10 =	1.80	Qi100/Qi10 =	2.30	IP =	3	K = rd =	2.00	α =	4.5	β =	0.8	Modèle QdF	3															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>S =</td><td>0.86 km²</td></tr> <tr><td>Tc =</td><td>0.60 h</td></tr> <tr><td>D =</td><td>1.50 h</td></tr> <tr><td>Qi10 =</td><td>3.0 m³/s</td></tr> <tr><td>GpD =</td><td>2.5 mm</td></tr> <tr><td>Gq (T<10 ans) =</td><td>1.7 m³/s</td></tr> <tr><td>Pj20 =</td><td>95.7 mm</td></tr> <tr><td>Pj50 =</td><td>110.8 mm</td></tr> <tr><td>Pj100 =</td><td>122.0 mm</td></tr> <tr><td>Secteur alpin</td><td>Nord</td></tr> </table>	S =	0.86 km ²	Tc =	0.60 h	D =	1.50 h	Qi10 =	3.0 m ³ /s	GpD =	2.5 mm	Gq (T<10 ans) =	1.7 m ³ /s	Pj20 =	95.7 mm	Pj50 =	110.8 mm	Pj100 =	122.0 mm	Secteur alpin	Nord	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Po =</td><td>60.00 mm</td></tr> <tr><td>Qi20/Qi10 =</td><td>1.30</td></tr> <tr><td>Qi50/Qi10 =</td><td>1.80</td></tr> <tr><td>Qi100/Qi10 =</td><td>2.30</td></tr> <tr><td>IP =</td><td>3</td></tr> <tr><td>K = rd =</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>α =</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>β =</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>Modèle QdF</td><td>3</td></tr> </table>	Po =	60.00 mm	Qi20/Qi10 =	1.30	Qi50/Qi10 =	1.80	Qi100/Qi10 =	2.30	IP =	3	K = rd =	2.00	α =	4.5	β =	0.8	Modèle QdF	3																			
S =	0.86 km ²																																																									
Tc =	0.60 h																																																									
D =	1.50 h																																																									
Qi10 =	3.0 m ³ /s																																																									
GpD =	2.5 mm																																																									
Gq (T<10 ans) =	1.7 m ³ /s																																																									
Pj20 =	95.7 mm																																																									
Pj50 =	110.8 mm																																																									
Pj100 =	122.0 mm																																																									
Secteur alpin	Nord																																																									
Po =	60.00 mm																																																									
Qi20/Qi10 =	1.30																																																									
Qi50/Qi10 =	1.80																																																									
Qi100/Qi10 =	2.30																																																									
IP =	3																																																									
K = rd =	2.00																																																									
α =	4.5																																																									
β =	0.8																																																									
Modèle QdF	3																																																									
																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Durée de retour (T)</th> <th>20 ans</th> <th>50 ans</th> <th>100 ans</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P_{Tc} (mm)</td><td>31.1 mm</td><td>35.6 mm</td><td>39.1 mm</td></tr> <tr><td>Cr_T</td><td>0.30</td><td>0.40</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>P_D (mm)</td><td>41.2 mm</td><td>45.6 mm</td><td>52.5 mm</td></tr> <tr><td>J</td><td>140 mm</td><td>130 mm</td><td>120 mm</td></tr> <tr><td>CN (pour contrôle)</td><td>64.5</td><td>66.1</td><td>67.9</td></tr> </tbody> </table>				Durée de retour (T)	20 ans	50 ans	100 ans	P _{Tc} (mm)	31.1 mm	35.6 mm	39.1 mm	Cr _T	0.30	0.40	0.50	P _D (mm)	41.2 mm	45.6 mm	52.5 mm	J	140 mm	130 mm	120 mm	CN (pour contrôle)	64.5	66.1	67.9																															
Durée de retour (T)	20 ans	50 ans	100 ans																																																							
P _{Tc} (mm)	31.1 mm	35.6 mm	39.1 mm																																																							
Cr _T	0.30	0.40	0.50																																																							
P _D (mm)	41.2 mm	45.6 mm	52.5 mm																																																							
J	140 mm	130 mm	120 mm																																																							
CN (pour contrôle)	64.5	66.1	67.9																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Méthode</th> <th>Qi20 (m³/s)</th> <th>Qi50 (m³/s)</th> <th>Qi100 (m³/s)</th> <th>variables utilisées</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>SOMMAIRE LOCALE</td><td>3.9</td><td>5.4</td><td>4.0</td><td>S</td></tr> <tr><td>SPEED</td><td>2.7</td><td>3.8</td><td>4.6</td><td>Po, Pj20, Pj50, Pj100</td></tr> <tr><td>QdF - Formulation sommaire</td><td>3.5</td><td>5.1</td><td>6.8</td><td>Qi10, type de modèle QdF</td></tr> <tr><td>REGRESSIONS MULTICRITERES Alpes</td><td>3.4</td><td>3.9</td><td></td><td>S, Qi10, Pj20, Pj50, secteur alpin</td></tr> <tr><td>GRADEX BRUTAL (Tg=10 ans)</td><td>3.6</td><td>4.3</td><td>4.87</td><td>S, D, Qi10, GpD, K</td></tr> <tr><td>AGREGEE</td><td>3.9</td><td>4.8</td><td>5.39</td><td>S, D, Qi10, Gq, GpD, K</td></tr> <tr><td>RATIONNELLE</td><td>3.7</td><td>5.7</td><td>7.8</td><td>S, Tc, P_{Tc20 à 100}, Cr_{20 à 100}</td></tr> <tr><td>SCS</td><td>3.0</td><td>4.1</td><td>6.0</td><td>S, Dscs, K, P_{D20 à 100}, J_{20 à 100}</td></tr> <tr><td>SHYREG</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>S</td></tr> <tr><td>Moyennes indicatives</td><td>3.5</td><td>4.6</td><td>5.6</td><td></td></tr> </tbody> </table>				Méthode	Qi20 (m ³ /s)	Qi50 (m ³ /s)	Qi100 (m ³ /s)	variables utilisées	SOMMAIRE LOCALE	3.9	5.4	4.0	S	SPEED	2.7	3.8	4.6	Po, Pj20, Pj50, Pj100	QdF - Formulation sommaire	3.5	5.1	6.8	Qi10, type de modèle QdF	REGRESSIONS MULTICRITERES Alpes	3.4	3.9		S, Qi10, Pj20, Pj50, secteur alpin	GRADEX BRUTAL (Tg=10 ans)	3.6	4.3	4.87	S, D, Qi10, GpD, K	AGREGEE	3.9	4.8	5.39	S, D, Qi10, Gq, GpD, K	RATIONNELLE	3.7	5.7	7.8	S, Tc, P _{Tc20 à 100} , Cr _{20 à 100}	SCS	3.0	4.1	6.0	S, Dscs, K, P _{D20 à 100} , J _{20 à 100}	SHYREG	-	-	-	S	Moyennes indicatives	3.5	4.6	5.6	
Méthode	Qi20 (m ³ /s)	Qi50 (m ³ /s)	Qi100 (m ³ /s)	variables utilisées																																																						
SOMMAIRE LOCALE	3.9	5.4	4.0	S																																																						
SPEED	2.7	3.8	4.6	Po, Pj20, Pj50, Pj100																																																						
QdF - Formulation sommaire	3.5	5.1	6.8	Qi10, type de modèle QdF																																																						
REGRESSIONS MULTICRITERES Alpes	3.4	3.9		S, Qi10, Pj20, Pj50, secteur alpin																																																						
GRADEX BRUTAL (Tg=10 ans)	3.6	4.3	4.87	S, D, Qi10, GpD, K																																																						
AGREGEE	3.9	4.8	5.39	S, D, Qi10, Gq, GpD, K																																																						
RATIONNELLE	3.7	5.7	7.8	S, Tc, P _{Tc20 à 100} , Cr _{20 à 100}																																																						
SCS	3.0	4.1	6.0	S, Dscs, K, P _{D20 à 100} , J _{20 à 100}																																																						
SHYREG	-	-	-	S																																																						
Moyennes indicatives	3.5	4.6	5.6																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>VALEURS RETENUES :</th> <th>3.0 m³/s</th> <th>4.5 m³/s</th> <th>6.0 m³/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Incertitudes - Borne Sup.</td><td>3.9</td><td>5.7</td><td>7.8</td></tr> <tr><td>Incertitudes - Borne Inf.</td><td>2.7</td><td>3.8</td><td>4.0</td></tr> </tbody> </table>				VALEURS RETENUES :	3.0 m ³ /s	4.5 m ³ /s	6.0 m ³ /s	Incertitudes - Borne Sup.	3.9	5.7	7.8	Incertitudes - Borne Inf.	2.7	3.8	4.0																																											
VALEURS RETENUES :	3.0 m ³ /s	4.5 m ³ /s	6.0 m ³ /s																																																							
Incertitudes - Borne Sup.	3.9	5.7	7.8																																																							
Incertitudes - Borne Inf.	2.7	3.8	4.0																																																							

On se propose donc de retenir des débits centennaux de pointe équivalents pour les deux bassins de l'ordre de 6 m³/s.

III.3.4 Scénarios de référence

III.3.4.a Débits hydrologique et hydraulique

Les débits précédemment définis sont des débits uniquement hydrologiques, résultant de la transformation de la pluie en débit. Néanmoins dans le cas de ce bassin, et comme cela a été présenté précédemment, l'impact de la géologie et de la géomorphologie est important. Le transport de flottants et les embâcles associés ainsi que les différents glissements de terrain peuvent entraîner une nette augmentation des débits, et c'est ce qui semble se passer sur ce secteur.

Au regard des observations historiques et des échanges que l'on a pu avoir avec les témoins locaux, le fonctionnement hydro-sédimentaire reste limité pour les faibles périodes de retour des événements. Il semble y avoir un effet de seuil : en-dessous de ce seuil les débits restent limités, au-delà on assiste à de forts débits liquides et solides. Mais ce seuil n'est vraisemblablement pas à relier à un débit pivot, mais intégrerait aussi les conditions préalables de saturation des sols.

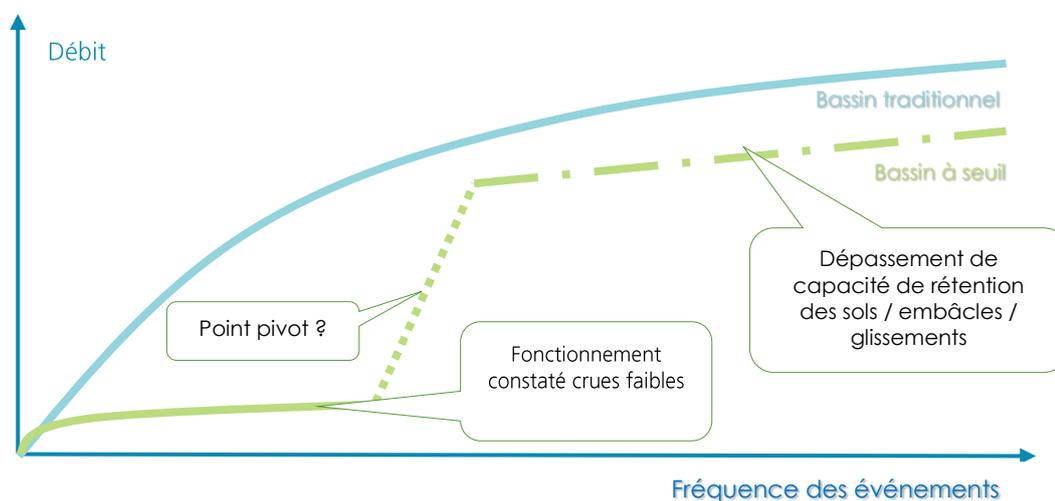


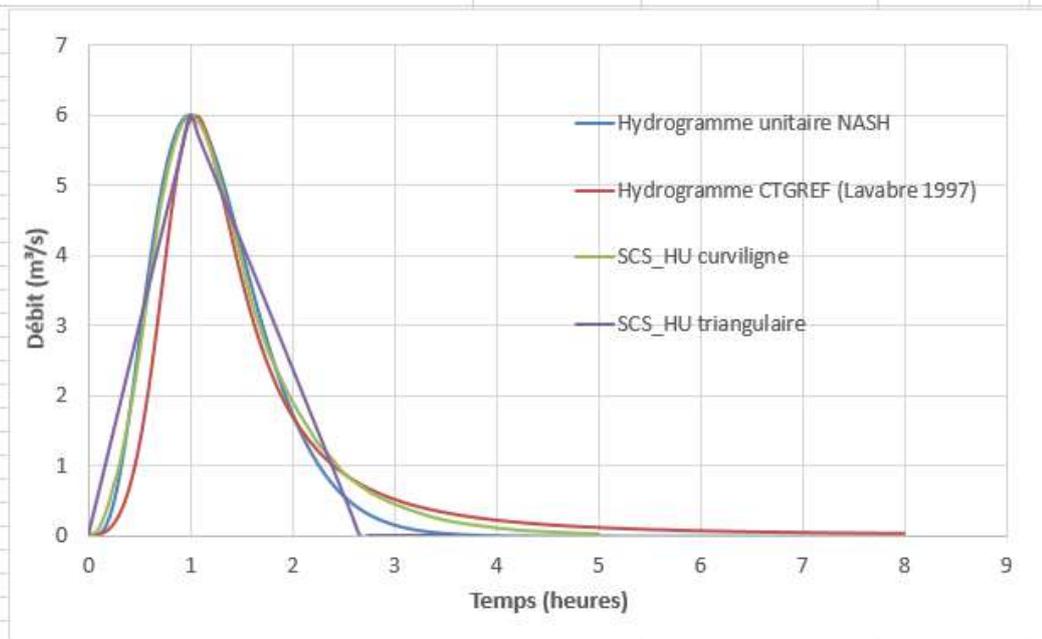
Figure 27 : Schéma de principe d'un fonctionnement à seuil

III.3.4.b Hydrogramme

Comme pour les estimations précédentes, plusieurs approches traditionnelles sont mises en œuvre.

Méthodes	Paramètres	Valeurs
Toutes	Qpointe	6.0 m ³ /s
CTGREF	Coefficient de forme (CTGREF)	3
	Durée caractéristique	1.0 h
	temps de montée équivalent	1.1 h
Nash	temps de montée n réservoirs (NASH)	1.0 h 5
SCS	temps de montée	1.0 h

Pas de temps	5.0 min	Toutes sauf SCS_HU_curv
Durée max. de l'hydrogramme	8.0 h	Toutes sauf SCS_HU_curv



Au final, pour la suite de l'étude, un hydrogramme triangulaire est retenu comme référence, avec un temps de montée de l'ordre de l'heure et une décroissance de 2 heures, avec un débit de pointe de 6 m³/s (scénario centennal).

III.3.5 Comparaison avec les estimations précédentes

Etude SOGREAH de 1989

L'étude connue la plus ancienne date de juin 1989. Réalisée par la SOGREAH elle traitait de l'« Evacuation des eaux pluviales du secteur allant du ruisseau de Lerine au ruisseau du Puisou ». Le débit décennal retenu est de 3.5 m³/s. L'estimation de la surface du bassin versant est néanmoins supérieure en terme de taille, ce dernier ayant été évalué à 110 ha, contre 80 ha dans le cadre de cette étude. La différence pourrait correspondre à la disponibilité actuelle de données topographiques plus fines grâce aux levés LIDAR, où du fait que l'estimation de surface a été réalisée au niveau de la RD 1092 et non pas à l'apex du cône (sortie de la gorge) pour cette étude. En effet, dans ce dernier cas, il est considéré que les apports intermédiaires ou issus des versants limitrophes au torrent ne sont pas susceptibles de pouvoir revenir dans le lit du torrent au regard de la configuration du cône de déjection et du caractère souvent légèrement perché du lit du Rif de Coulange.

Dans tous les cas, l'estimation réalisée en décennal (3 m³/s pour un bassin de 80 ha) est cohérente avec cette dernière (3.5 m³/s pour un bassin de 110 ha).

Schéma Directeur de gestion des eaux pluviales

Nous n'avons pas récupéré ce document, mais néanmoins l'estimation de débit centennal précisée dans la note RTM du 15 juillet 2014 fait état d'un débit de pointe centennal de 8.8 m³/s. Ce débit est vraisemblablement lié à la collecte de l'ensemble des écoulements issus des coteaux et des surfaces imperméabilisées du cône. Comme précédemment, nous n'avons pas retenu une collecte de l'ensemble des écoulements par le Rif de Coulange au regard de la configuration géomorphologique générale. De plus, les temps de réaction des différents compartiments (bassin amont, versants, cône et terrasses) sont fortement différenciés, les débits ne se superposent donc pas (les écoulements issus des zones imperméabilisées seront plus rapides que ceux issus de la tête de bassin). De plus, les méthodes d'estimation des débits pour les faibles surfaces (typiquement ce qui est réalisées pour un quartier dans le cadre d'un schéma directeur des eaux pluviales) majorent généralement les débits pour des bassins plus importants et ne sont plus valides pour des surfaces de l'ordre du kilomètre-carré.

Par conséquent, le débit affiché de 6 m³/s est conservé.

Etude AGR de 2010

Une étude a été réalisée en 2010 par Alp'Géorisques à la demande de la Régie électrique de Vinay, pour l'implantation d'une chaufferie collective. L'hydrologie a été revisitée et la section allant de la rue de Coulange à la voie ferrée a été modélisée.

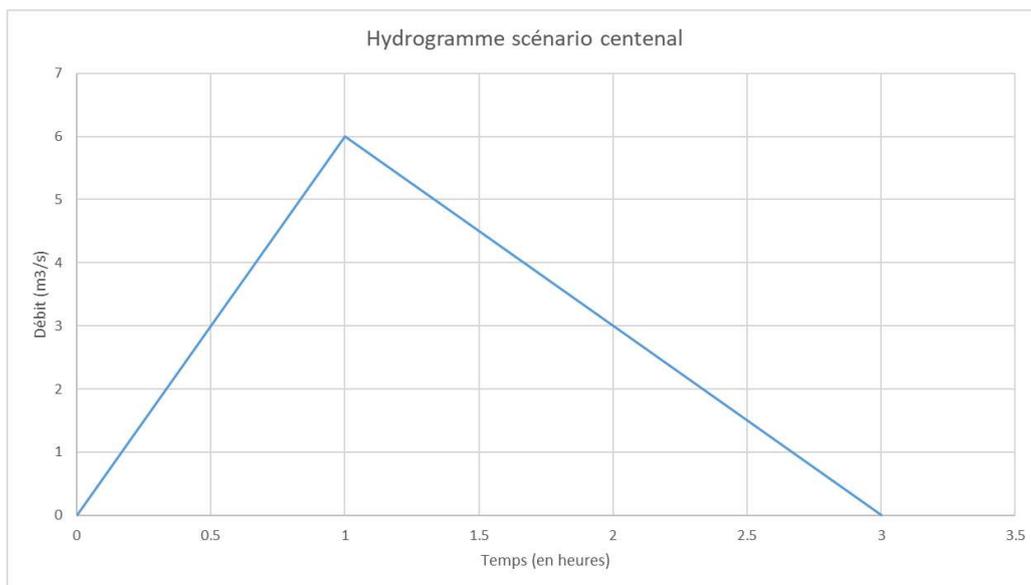
Le débit décennal retenu est de 2.8 m³/s, le centennal de 6 m³/s, mais pour un bassin de 110ha, la surface du bassin versant de l'étude SOGREAH ayant été reprise. En effet, seules les données pluviométriques actualisées ont été prises en compte, les autres paramètres ayant été conservés.

Ces valeurs sont donc sensiblement équivalentes à celles déterminées ici précédemment.

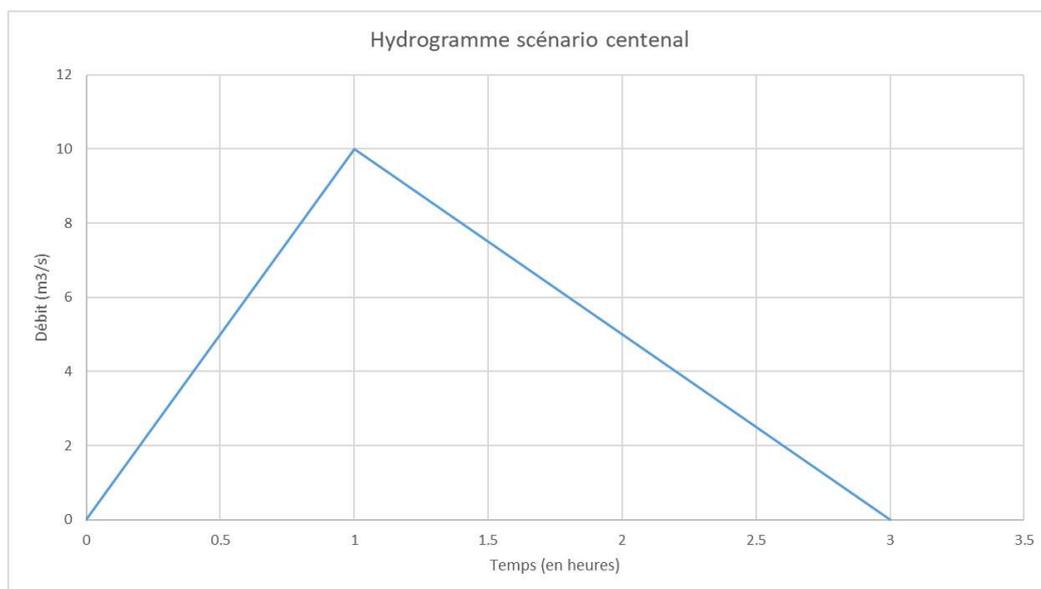
III.3.6 Synthèse

Pour la suite de l'étude, et au regard des justifications précédentes, les hypothèses de calcul suivantes seront utilisées :

- **Scénario décennal**
Un débit de pointe de 3 m³/s est retenu. Les apports de flottant sont limités tout comme le transport solide, les conditions d'écoulement n'amènent donc pas à augmenter les débits instantanés.
- **Scénario de dimensionnement**
Ce scénario, qui sera retenu pour la cartographie, correspond à un événement de l'ordre de grandeur centennal.



- **Scénario extrême**
Afin de tester le fonctionnement des aménagements pour des événements plus rares et garantir l'absence de sur-risques, le scénario de dimensionnement est majoré.



III.4 Transport sédimentaire

III.4.1 Source et types de matériaux

Les matériaux disponibles sont de trois types :

- Les galets et petits blocs, de dimension allant jusqu'à 100 mm, maximum 200 mm. Ces éléments proviennent essentiellement des moraines de couverture, les molasses affleurantes ne présentant pas de lits graveleux. Les graviers sont essentiellement visibles sous formes de banc en fond de chenal. Ils participent fortement à l'équilibre du profil en long, par leur rôle de stabilisation du fond du lit (ils fixent la pente d'équilibre).
- Des sables issus de l'altération des molasses, des moraines et loess de couverture. Ces derniers proviennent d'apports par glissements, sous forme de « bouffées », et par de la reprise au niveau des sols réalisés par le ruissellement en période de pluies.
- Des argiles provenant de l'ensemble des formations, que ce soit du substratum molassique ou des produits morainiques et loessiques de couverture.

III.4.2 Typologie de transport

Au regard des vitesses d'écoulements qui sont relativement importantes (vu les pentes soutenues atteignant les 5%), le transport s'effectue sous forme de :

- charriage pour les galets et blocs
- charriage et suspension pour les sables, la suspension semblant être le mode principal en amont de la conduite, le ralentissement des vitesses amenant un passage en charriage plus à l'aval
- suspension pour les argiles, aucun dépôt important d'argile n'a été observé sur le secteur d'étude.



Figure 28 : Exemple similaire, gravier piégés derrière un embâcle en 2018 à Chuzelles

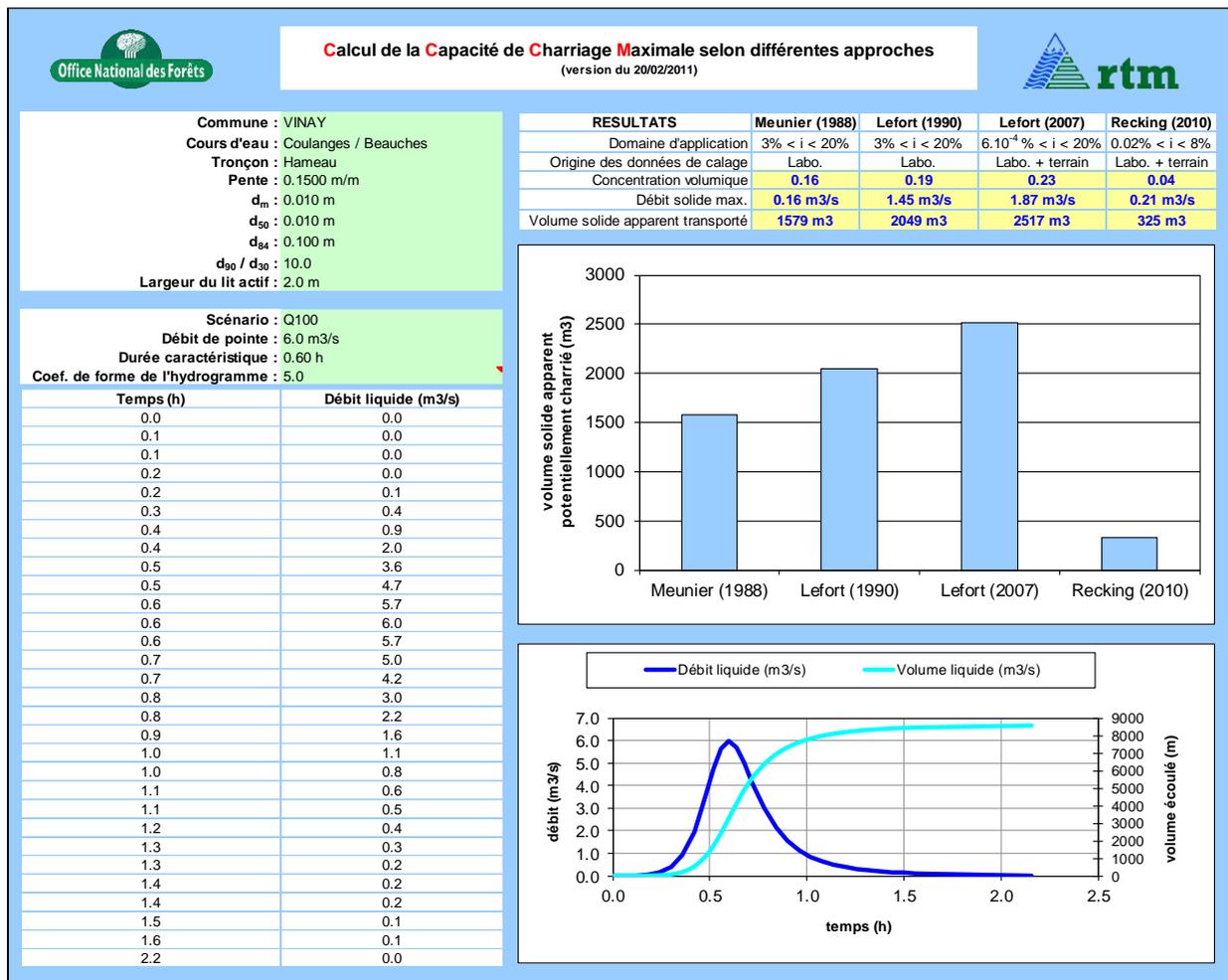
Le transport par lave torrentielle n'est pas retenu ici, dans la mesure où les pentes sont limitées pour ce types de phénomène et que les matériaux mobilisables ne sont pas particulièrement favorables. Néanmoins ce phénomène ne peut être totalement exclu en amont suite à la survenance d'un glissement d'ampleur avec des matériaux riches en argiles. La probabilité serait néanmoins inférieure à celle de l'événement de référence (évènement exceptionnel).

Les pentes du cône étant faibles, les laves ne seraient pas susceptibles de se propager sur le cône, mais les matériaux seraient remobilisables par des écoulements liquides associés à l'évènement.

III.4.3 Aspects quantitatifs

Une estimation quantitative précise est complètement utopique. Seul un ordre de grandeur est donc réalisé. La principale incertitude concerne les conditions de fourniture de matériaux en amont (confère sections précédentes relatives à la géologie et géomorphologie). En cas de glissements, les volumes peuvent notamment être conséquent, et une « condition de fourniture infinie » pourrait alors être retenue. C'est les débits hydrauliques qui sont alors limitants en terme de transport solide.

Les deux cours d'eau présentent des caractéristiques similaires, la même estimation est donc réalisée. On considère des matériaux fins (sables grossiers) présentant aussi un certain nombre de blocs de taille plus importante. Pour les estimations, des formules traditionnellement appliquées dans ce type de contexte de montagne sont appliquées. La pente représentative retenue est celle des sections situées à l'amont des zones urbanisée (10%).



On pourra donc retenir un volume solide de l'ordre de 1 000 à 3 000 m³ sur l'événement de référence. Ce volume peut être majoré en cas de glissement majeur, ou d'hydrogramme plus long.

Le Rif de Coulange, avec plusieurs plages de dépôts fonctionnelles est correctement dimensionnée, présente donc une situation maîtrisée.

III.5 Flottants

III.5.1 Nature et origine

Plusieurs sources de flottants sont à identifier sur le site :

- Les arbres morts présents directement le long des torrents, apportant également des éléments de plus petite taille tel que des branches.
- Les éléments divers (branches, petits troncs), plus lointains, apportés par les ravines, et ceci d'autant plus que les pentes sont fortes et donc les capacités de transport importantes.
- Les arbres vivants ou morts mobilisés par des glissements. Dans ces conditions des arbres de grande taille peuvent être amenés dans le lit du torrent.
- Les rémanents de l'exploitation des arbres, laissés sur place sans traitement adapté. On retrouve alors des éléments de taille intermédiaire et petite qui sont très facilement mobilisables par les écoulements.



Figure 29 : Exemples de flottants (Combe bleue à Chuzelles, crue de juin 2018)

III.5.2 Impact sur les écoulements

En terme de transport, les débits des torrents restent limités (de l'ordre de la dizaine de mètre-cube par seconde au maximum). Dans ces conditions il est peu probable qu'il y ait un transport d'arbres de grande taille. Ces derniers auront plutôt tendance à se retrouver en travers du torrent et de piéger les éléments de plus petite taille. Néanmoins, les branches et arbuste de taille réduite sont facilement mobilisés.

La présence des deux pièges à embâcles / plages de dépôts amont n'ont qu'une importance très secondaire, dans la mesure où les écoulements sont susceptibles de remobiliser des flottants tout au long des gorges aval. Par contre le dernier piège à flottants / plage de dépôt a une importance capitale pour le fonctionnement du cours d'eau à l'aval. En effet, cet ouvrage doit permettre de bloquer tous les flottants issus de l'amont et de ne laisser donc passer que des écoulements clairs à l'aval.

Dans la suite du cheminement du cours d'eau, des reprises d'éléments flottants sont ponctuellement possibles. Néanmoins on constate actuellement que l'entretien des berges est bien assuré, rendant des apports conséquents limités. Néanmoins, le caractère urbain du site impose de prendre en compte des éléments anthropiques (poubelles, cuves, etc).

En conclusion, les caractéristiques suivantes seront prises en compte vis-à-vis des flottants :

- Des apports massifs jusqu'au dernier piège à embâcles
- La présence ponctuelle d'éléments flottants à l'aval, résultant de reprises le long du parcours.

IV DESCRIPTION DU TORRENT ET DES OUVRAGES

IV.1 Bassins amont

Les deux bassins versants présentent des caractéristiques globalement similaires. L'amont des bassins est formé d'un relief adouci par les dépôts fluvioglaciers, au sein duquel se développe une forte activité érosive au niveau du réseau hydrographique. Le substratum molassique est mis à nu par cette érosion et est incisé. La bonne tenue mécanique de la molasse sableuse (non-altérée) entraîne l'apparition de talus très raides, localement sub-verticaux.

Les très fortes pentes ne permettent pas une exploitation sylvicole. Les combes sont donc encombrées d'arbres morts déracinés par le vent ou suite à des glissements superficiels.



Figure 30 : Incision dans les molasses et présence de flottants potentiels

IV.2 Rif de Coulange

IV.2.1 Amont du cône de déjection

IV.2.1.a Plages de dépôts amont

Deux plages de dépôts ont été réalisées en 2000 à l'amont du bassin. La réalisation de deux ouvrages (et d'un troisième à l'aval) s'explique par l'impossibilité de réaliser à l'aval un ouvrage unique. La forte pente aurait en effet imposé de réaliser un ouvrage de très grande hauteur si l'on voulait atteindre le même volume total de rétention de sédiments. Or cela n'aurait pas été techniquement et économiquement intéressant.



Figure 31 : Ouvrage de la branche droite (vue de l'amont)



Figure 32 : Extrait des plans de récolement

L'ouvrage de la branche droite barre une zone fortement encaissée. Il fait environ 4m de haut. La capacité de la plage est estimée à environ 1 500 m³.



Figure 33 : Ouvrage de la branche gauche, vue de l'aval



La combe est nettement plus élargie à l'amont de l'ouvrage par rapport au précédent barrage. Dans ces conditions, à hauteur d'ouvrage équivalente, la capacité de l'ouvrage est nettement plus importante. Elle est estimée à environ 2 500 m³.

Les deux ouvrages sont dans un bon état structurel. Il n'y a pas de dépôts notables depuis leur création il y a une vingtaine d'années. La végétation se développe progressivement. Elle ne nuit néanmoins pas aux ouvrages.

aujourd'hui. Il serait néanmoins nécessaire de dégager les ouvrages et leurs emprises afin de conserver de bonnes conditions de surveillance. A plus long terme, le système racinaire de certains arbres qui seraient trop près pourrait dégrader l'ouvrage.

IV.2.1.b **Section entre les plages de dépôts**



Figure 34 : Affleurement de molasse sableuse

La molasse est clairement visible tout le long du torrent. Certaines couches présentent des matériaux fortement indurés, laissant voir apparaître des affleurements rocheux. Mais la molasse étant globalement plutôt sensible à l'altération météorique, elle est généralement recouverte par des produits d'altération.

L'incision du torrent provoque une dégradation des conditions de stabilité des versants, entraînant des glissements des talus. Ces glissements affectent la tranche altérée de la molasse et les matériaux de couverture (loess et dépôts fluvio-glaciaires). Il n'a néanmoins pas été repéré de trace de glissement de grande ampleur sur le bassin versant.

IV.2.1.c **Plage aval**

Juste avant la sortie de la gorge, une dernière plage de dépôts/piège à embâcles a été mise en œuvre. Son emplacement est stratégique, elle se place juste à l'amont des enjeux, permettant de maîtriser les derniers apports de la combe.

De conception similaire aux deux autres plages, elle présente un volume utile de l'ordre de 3 000 m³.

Il n'y a aujourd'hui que des dépôts très limités, le transport sédimentaire étant en dehors des événements majeurs très limité (absence d'apports par glissement).



Figure 35 : Dernière plage de dépôts, vue par l'aval



Figure 36 : Extrait du plan de récolement de l'ouvrage

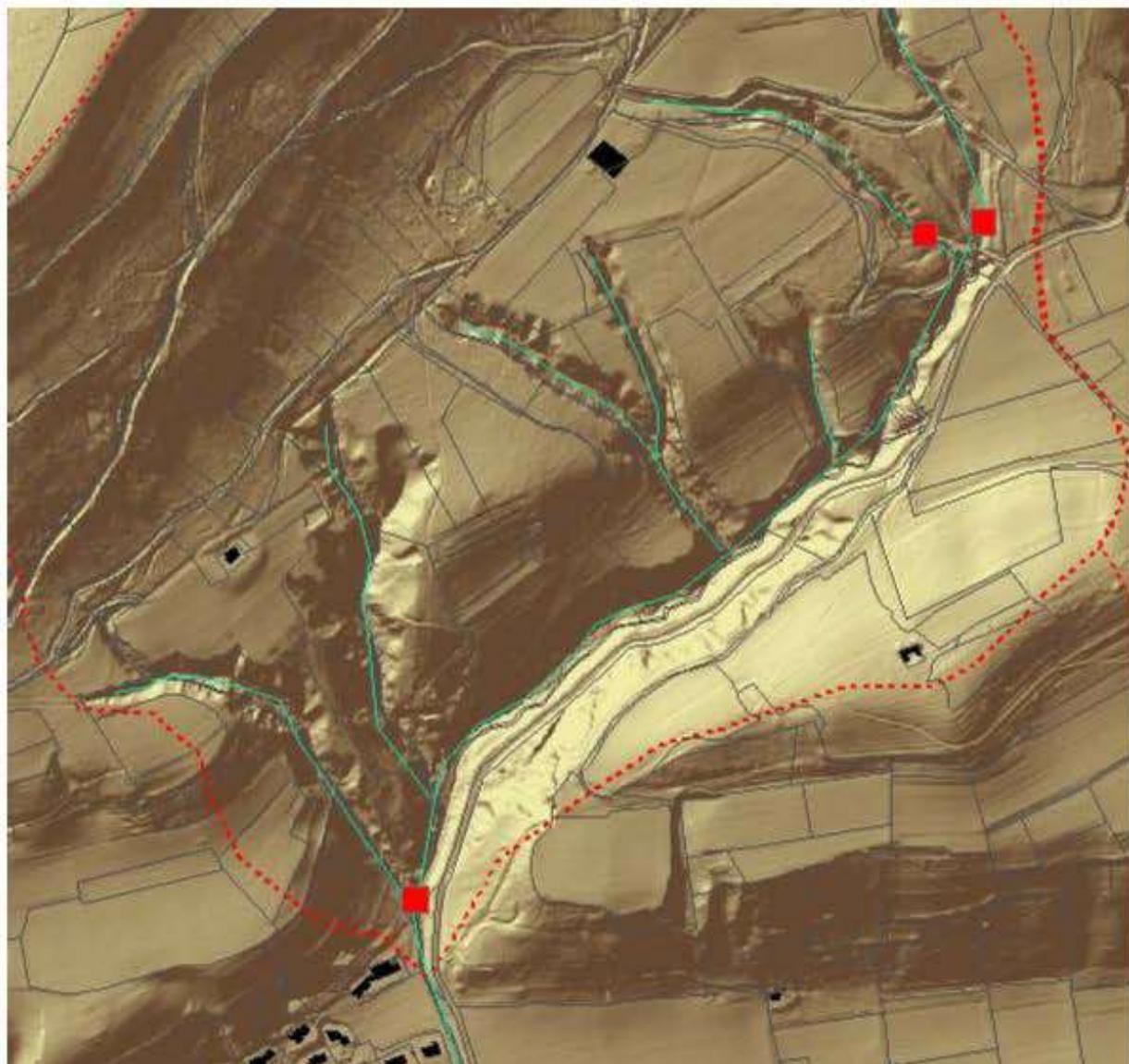


Figure 37 : localisation des 3 plages de dépôts

A partir de l'apex du cône, la description est organisée en plusieurs tronçons présentant des caractéristiques équivalentes. Ces tronçons ont eux-mêmes été séparés en plusieurs sous-section aux caractéristiques équivalentes.

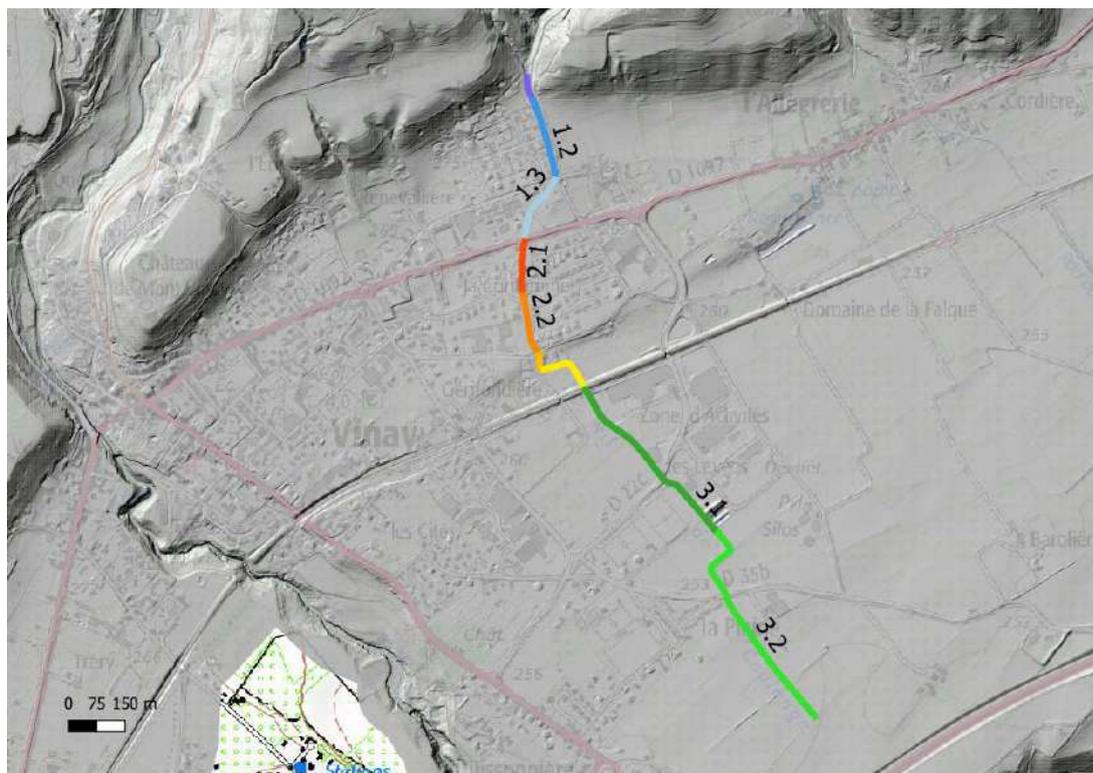


Figure 38 : Découpage fonctionnel du cours d'eau

IV.2.2 Tronçon 1

Le premier tronçon concerne la section de cours d'eau situé entre la dernière plage de dépôts et la RD 1092. Il correspond à la partie sommitale du cône de déjection du torrent.



IV.2.2.a **Sous-tronçon 1.1**

IV.2.2.a.1 Aval de la plage de dépôts

Description

A l'aval de la plage de dépôts le lit du cours d'eau a été enroché, au droit des berges et ponctuellement du fond du cours d'eau sur environ 70m.

Défaillance possible

Le Rif de Coulange dispose en sortie de combe d'une section homogène et continue. Cette section étant enrochée, le risque de glissement de berge est limité. La capacité hydraulique est conséquente par rapport à l'aval, du fait d'une part d'une pente soutenue de la partie amont du cône, et d'autre part d'une section en travers notable. On notera néanmoins que la rive gauche (côté habitations) est nettement plus basse que la rive droite (côté route). En cas de débordement, les écoulements basculeront donc du côté de la zone urbanisée. L'absence de singularité rend néanmoins le risque d'obstruction locale assez faible, il ne pourrait résulter que de la chute d'un arbre ou d'éléments étrangers (véhicule).

Capacité hydraulique

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Trapézoïdale, fruit 1/2	
Largeur au fond	2m	
Pente	4%	
Rugosité	K=20	Lit entretenu

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.7m	
Vitesse	3.5m/s	
Nombre de Froude	1.4	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	0.9m	
Force tractrice moyenne	190 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel (Q=10m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1	
Vitesse	4m/s	
Nombre de Froude	1.4	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	1.3m	
Force tractrice moyenne	230 N/m ²	

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - - -)	-	-	-	-	
Observations	Bonne capacité hydraulique (pente et section)	Pente marquée et situé à l'aval de la plage de dépôts	Situé à l'aval du piège à embâcles	Protection en enrochement	Absence de merlon

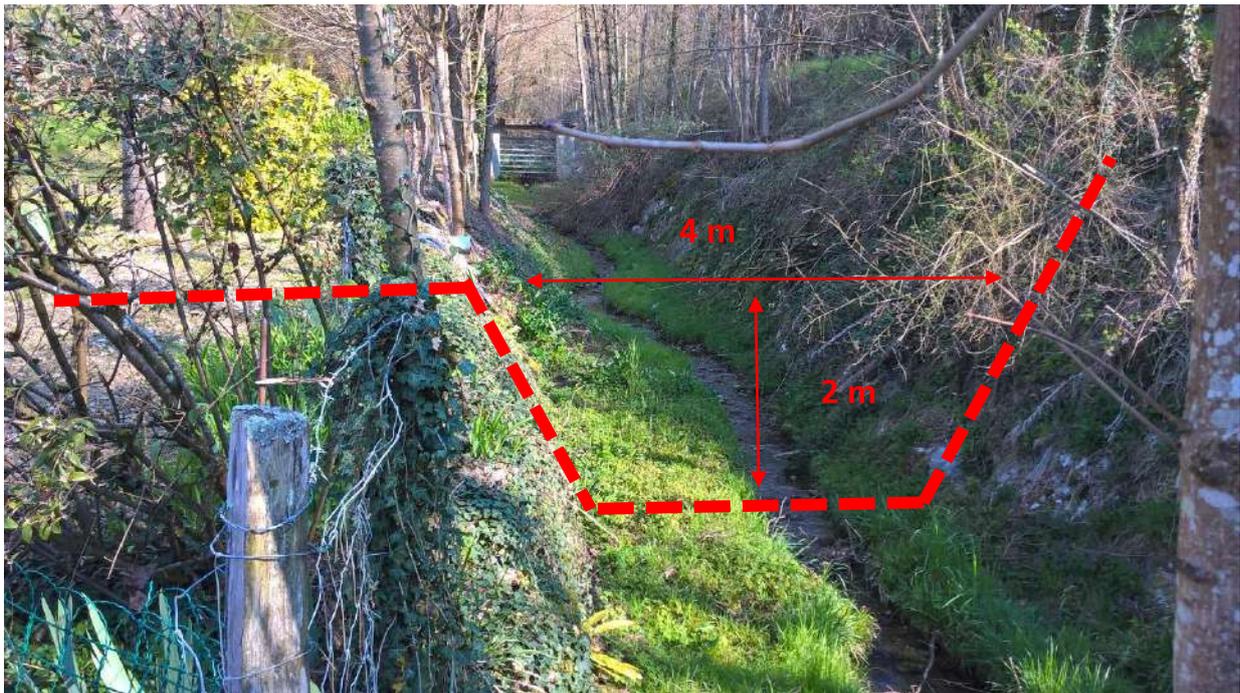


Figure 39 : Aval de la plage de dépôts, vue vers l'amont

IV.2.2.b Sous-tronçon 1.2

Le Rif de Coulange s'écoule ensuite dans un lit artificiel, bien entretenu, mais qui présente un certain nombre de traversées pour le rétablissement des passages. On notera néanmoins que ces ouvrages ont été repris en 2000, ils présentent donc tous des sections hydrauliques notables et un bon état structurel.

Les berges s'abaissent progressivement. La berge droite, support de la route reste toujours plus haute, les débordements, s'ils devaient se produire, se feront donc du côté urbanisé. Le premier rétablissement routier est le point le plus sensible de la zone.

IV.2.2.b.1 Chenal

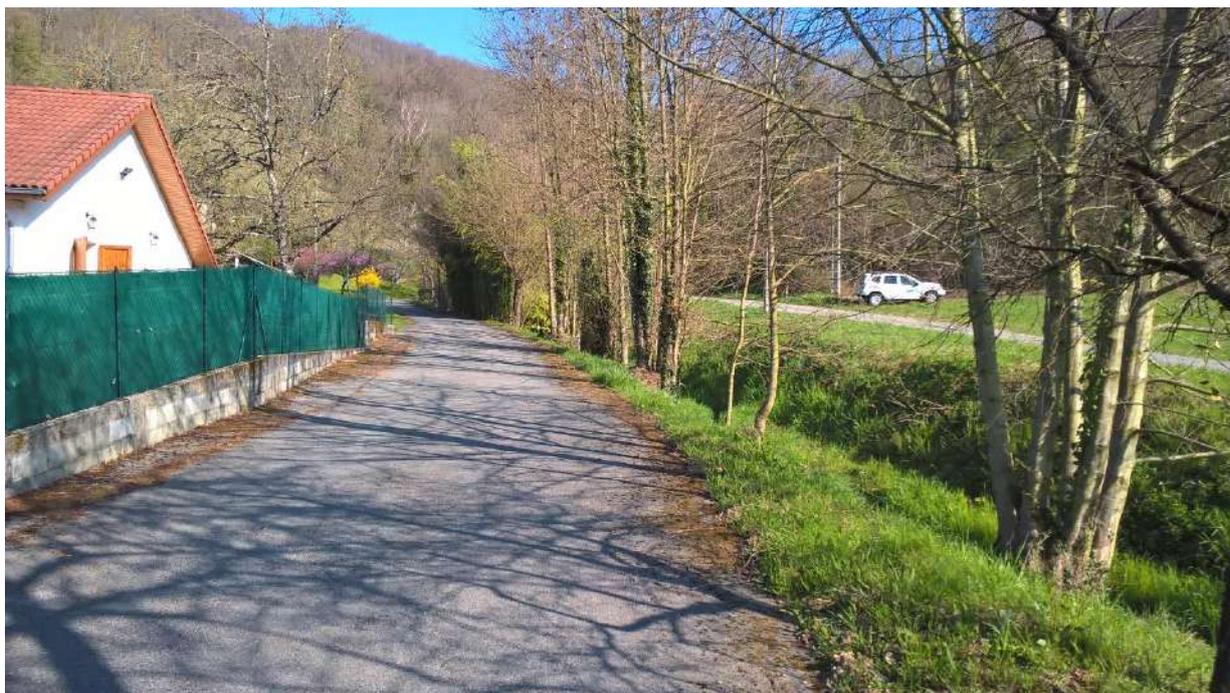


Figure 40 : Apex du cône, vue vers l'amont

Description

Le chenal perd progressivement en section hydraulique jusqu'au ponceau.

Défaillance possible

Le principal phénomène à redouter serait une obstruction au moins partielle du ponceau à l'aval (flottants/dépôts). Le remous liquide serait alors susceptible de remonter et entraîner une surverse. Cette dernière se réaliserait sur l'impasse, cette dernière étant nettement plus basse que la route de Mayoussière.

Capacité hydraulique

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Trapézoïdale, fruit 1/1	
Largeur au fond	1m	
Pente	4%	
Rugosité	K=20	Lit entretenu

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.9m	
Vitesse	3.5m/s	
Nombre de Froude	1.4	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	1.1m	
Force tractrice moyenne	190 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel (Q=10m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.2m	
Vitesse	4m/s	
Nombre de Froude	1.5	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	1.4m	

Force tractrice moyenne	230 N/m ²	
--------------------------------	----------------------	--

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - -)	--	-	--	-	
Observations	La capacité hydraulique est réduite par le premier passage à l'aval	Risques de dépôts à cause de la restriction hydraulique	Risque d'obstruction au regard de la restriction formée par le premier passage	Limitée au regard de la configuration hydraulique	Absence de merlon



Figure 41 : Amont du ponceau de l'impasse

IV.2.2.b.2 Ponceau de l'impasse

Description

L'ouvrage a été mis en place pour rétablir l'accès de l'impasse. Il est intégralement en béton banché coulé sur place.

Défaillance possible

Ce premier rétablissement routier présente une restriction hydraulique notable. Des dépôts sont présents, de l'ordre de 20 à 30 cm en fond du ruisseau, ils sont donc limités et seront vraisemblablement remobilisés en crue.

En cas de surverse les écoulements s'épancheront du côté de l'impasse, et se dirigeront vers le portail qui est juste en face du ponceau. Le retour des écoulements de surverse au cours d'eau n'est alors plus possible.

L'état structurel de l'ouvrage n'appelle pas d'observations.

Capacité hydraulique

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Rectangulaire	Béton banché
Largeur au fond	2m	
Hauteur de l'ouvrage	1.2m	Aucun dépôt n'est considéré
Pente	4%	
Rugosité	K=30	
Coefficient perte de charge singulière	0.3	Angle saillant, mais situation restant globalement correcte au regard des dimensions de l'ouvrage et du chenal
Vitesse amont scénario de référence	3.5m/s	
Vitesse amont scénario exceptionnel	3.5m/s	

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.9m	
Vitesse	3.5m/s	Vitesse importante pour un chenal en terre
Nombre de Froude	1.2	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	1m	
Force tractrice moyenne	180 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel (Q=10m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.3m	
Vitesse	3.9m/s	Vitesse importante pour un chenal en terre
Nombre de Froude	1.1	
Hauteur critique	1.4m	
Force tractrice moyenne	220 N/m ²	

Les écoulements du scénario de référence passent tout juste, si l'on considère une absence de dépôts au niveau du ponceau. L'ouvrage est néanmoins en limite de mise en charge. Des débordements seront à considérer pour des débits plus importants.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - -)	--	--	--	-	
Observations	La capacité hydraulique est réduite par le premier passage	Risques de dépôts à cause de la restriction hydraulique	Risque d'obstruction au regard de la restriction formée par le premier passage	Limitée au regard de la configuration hydraulique	Absence de merlon



Figure 42 : Ponceau de l'impasse, vue vers l'aval

IV.2.2.b.3 Chenal et ponceau de la rue des Charmilles

Description

La configuration générale reste la même sur la suite du linéaire. On notera la présence d'un muret en béton banché en rive droite, permettant d'assurer une revanche par rapport au terrain naturel.

Le pont est formé de cadre en béton préfabriqué.

Défaillance possible

Dans la mesure où un ponceau est présent en amont et que ce dernier est de plus petite taille, la probabilité d'obstruction du pont de la rue des Charmilles est beaucoup plus faible que pour le précédent. De plus le risque de surverse est limité par le muret latéral.

Le pont n'appelle pas d'observation vis-à-vis de son état structurel.

Capacité hydraulique

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Rectangulaire	Béton banché
Largeur au fond	2m	
Hauteur de l'ouvrage	1.1m	Aucun dépôt n'est considéré
Pente	4%	
Rugosité	K=30	
Coefficient perte de charge singulière	0.3	Angle saillant, mais situation restant globalement correcte au regard des dimensions de l'ouvrage et du chenal
Vitesse amont scénario de référence	3.5m/s	

Vitesse amont scénario exceptionnel	3.5m/s	
--	--------	--

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.9m	
Vitesse	3.5m/s	Vitesse importante pour un chenal en terre
Nombre de Froude	1.2	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	1m	
Force tractrice moyenne	180 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel (Q=10m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.3m	
Vitesse	3.9m/s	Vitesse importante pour un chenal en terre
Nombre de Froude	1.1	
Hauteur critique	1.4m	
Force tractrice moyenne	220 N/m ²	

Les écoulements du scénario de référence passent tout juste, si l'on considère une absence de dépôts au niveau du ponceau. L'ouvrage est néanmoins en limite de mise en charge. Des débordements seront à considérer pour des débits plus importants.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - -)	-	-	-	-	-
Observations	La surverse aura plutôt lieu en amont, présence du muret béton	Faible au regard des ouvrages amont	Le risque d'obstruction concerne surtout le premier ouvrage	Limitée, au regard des ponceaux qui sont des points durs	Un mur en béton assure une certaine revanche côté urbanisé



Figure 43 : Vue vers l'aval, pont de la rue des Charmilles

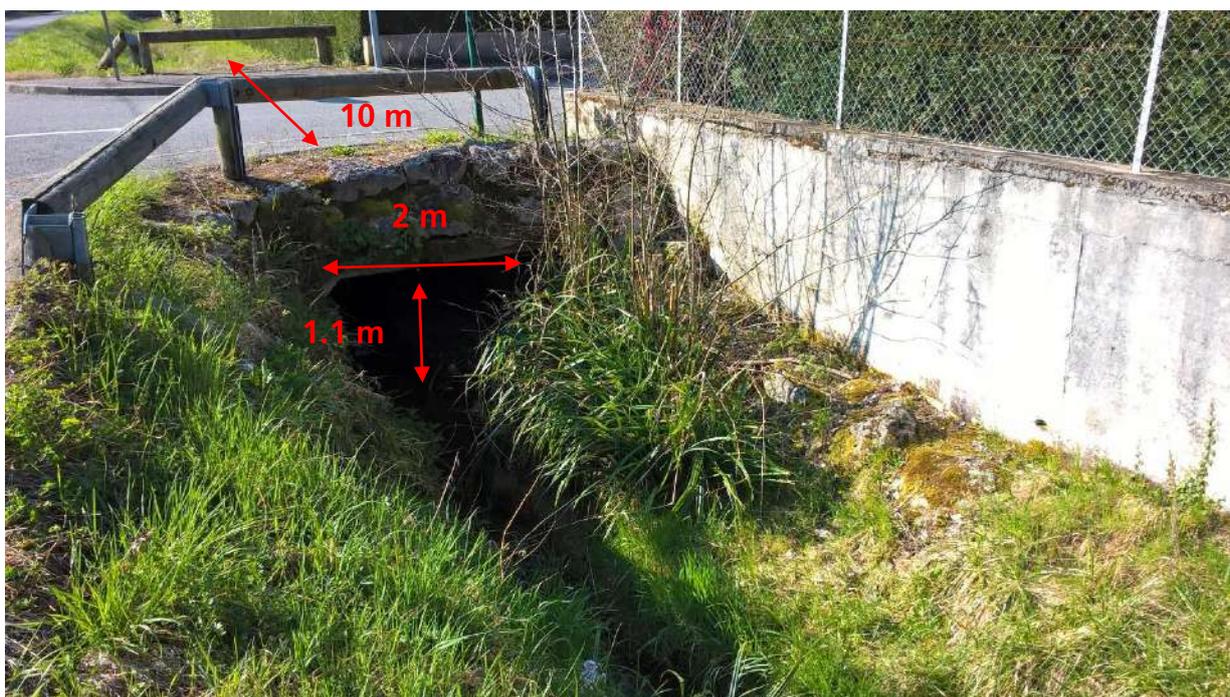


Figure 44 : Pont de la rue des Chamilles, entonnement amont

IV.2.2.b.4 Chenal et pont de la rue Cyprien Jullin

Description

La configuration générale n'évolue que très peu. Le mur en béton rive droite est néanmoins remplacé par un étroit merlon support de la haie. Cette rive reste toujours plus basse que la plate-forme de la route de Mayoussière.

Le pont est formé d'éléments préfabriqués en béton et d'un radier en béton coulé sur place.

Défaillance possible

Le merlon rive droite présente une certaine sensibilité à l'érosion. En cas d'érosion, des écoulements seraient susceptibles de s'épancher de du côté urbanisé. Ils ne retourneraient plus au torrent.

Capacité hydraulique du chenal

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Trapézoïdale, fruit 1/1	
Largeur au fond	2m	
Pente	3.5%	
Rugosité	K=20	Lit entretenu

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.7m	
Vitesse	3.2m/s	
Nombre de Froude	1.4	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	0.8m	
Force tractrice moyenne	160 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel (Q=10m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.9m	
Vitesse	3.7m/s	
Nombre de Froude	1.4	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	1.1m	
Force tractrice moyenne	200 N/m ²	

Capacité hydraulique du ponceau

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Rectangulaire	Béton banché
Largeur au fond	1.5m	
Hauteur de l'ouvrage	1.2m	Aucun dépôt n'est considéré
Pente	3.5%	
Rugosité	K=40	Ouvrage très lisse
Coefficient perte de charge singulière	0.3	Angle saillant, mais situation restant globalement correcte au regard des dimensions de l'ouvrage et du chenal
Vitesse amont scénario de référence	3.5m/s	
Vitesse amont scénario exceptionnel	3.5m/s	

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.9m	
Vitesse	4.2m/s	Vitesse importante
Nombre de Froude	1.4	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	1.2m	
Force tractrice moyenne	140 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel ($Q=10\text{m}^3/\text{s}$)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.4m	
Vitesse	4.6m/s	Vitesse très importante
Nombre de Froude	1.3	
Hauteur critique	1.7m	
Force tractrice moyenne	170 N/m ²	

L'ouvrage est en limite de capacité, malgré son état de surface extrêmement lisse, et ce dès le scénario de dimensionnement. Le débit exceptionnel n'est pas capable de passer. Les vitesses très élevées associées à la chute devraient provoquer une forte érosion en sortie de ponceau pour des événements majeurs. Si ce creusement n'est pas en tant que tel préjudiciable, la section directement en sortie de ponceau n'étant pas endiguée, cela serait néanmoins susceptible de remobiliser des matériaux qui pourraient se déposer à l'aval.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de – à - - -)	--	-	-	--	--
Observations	Abaissement de la rive, protection limitée assurée par le merlon	Pas de problématique particulière au regard de la continuité de la pente et des sections hydrauliques		Grande section linéaire sans point de calage, le profil actuel montre quelques embryons de divagation de l'écoulement principal	Merlon supérieur de l'ordre de 50 cm présentant une résistance très limitée



Figure 45 : Vue vers l'aval, amont du pont de la rue Cyprien Jullin

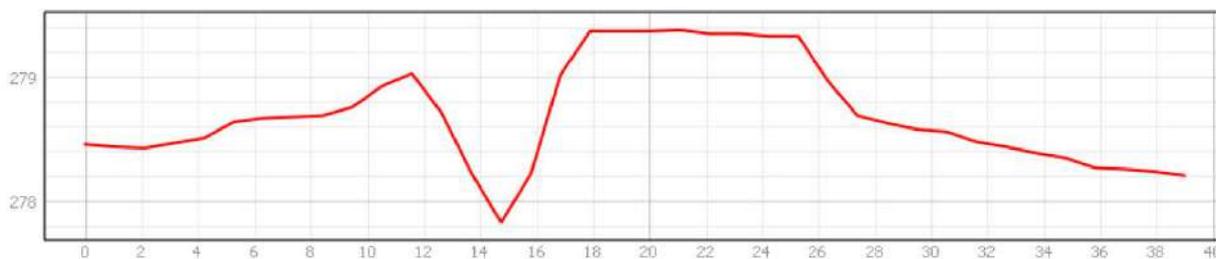


Figure 46 : Profil issu du LIDAR



Figure 47: Pont de la rue Cyprien JULLIN



Figure 48 : Sortie du pont de la rue Cyprien JULLIN

IV.2.2.c Sous-tronçon 1.3

IV.2.2.c.1 Amont

Description

Après la traversée de la rue Cyprien JULLIN, la configuration change radicalement. Le cours d'eau ne suit plus la route de la Mayoüssière, et se situe en limite de propriétés privées sans accès. La section diminue progressivement jusqu'à la RD 1092. Suivant la configuration des terrains limitrophes, les berges sont plus ou moins rehaussés par des merlons de curage.

Le lit reste bien entretenu, la section est néanmoins moins constante qu'à l'amont.

Défaillance possible

Sur la partie amont, la section hydraulique du chenal est supérieure à celle des ponceaux amont, la débitance de la section est donc suffisante pour faire transiter les débits. Les merlons latéraux sont néanmoins mis en charge.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de – à - - -)	-	-	--	---	---
Observations	Section plus importante que les sections busées à l'amont	Pas de problématique particulière au regard de la continuité de la pente et des	Présence de quelques arbres et section	Section présentant de nombreuses discontinuités	Merlons sommaires de l'ordre de 50 cm présentant une résistance

		sections hydrauliques			limitée, fond du lit qui atteint localement quasiment le niveau du terrain naturel
--	--	-----------------------	--	--	--



Figure 49 : Aval du pont



Figure 50 : Merlon rive droite

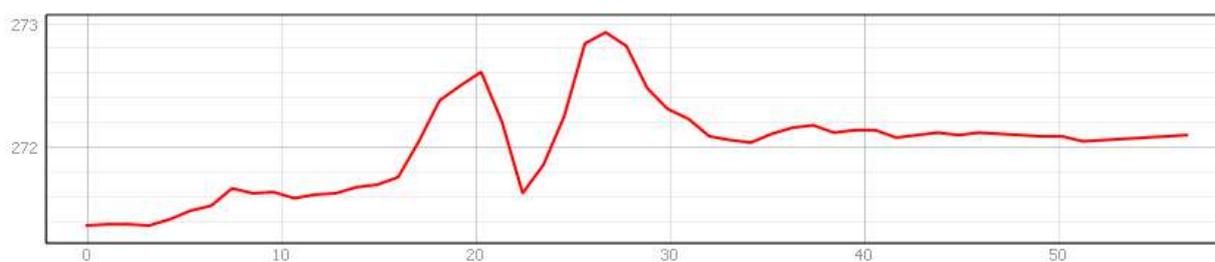


Figure 51 : Configuration la plus défavorable du cours d'eau, dans la boucle (profil LIDAR)

IV.2.2.c.2 Aval

Description

Le profil du cours d'eau se retrouve de plus en plus « comprimé » par les propriétés riveraines.

Défaillance possible

La section devient nettement plus faible, rendant les écoulements particulièrement sensibles au risque d'obstruction. Le raidissement des berges augmente la probabilité de les voir déstabilisées.

Capacité hydraulique

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Rectangulaire	
Largeur au fond	1 m	
Pente	3%	
Rugosité	K=20	Lit entretenu

Débordement à partir d'un débit de $3.7\text{m}^3/\text{s}$

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.3 m	
Vitesse	2.3 m/s	
Nombre de Froude	0.7	Ecoulent fluvial
Hauteur critique	1m	
Force tractrice moyenne	120 N/m^2	

La section très limitée par rapport à l'amont ne permet plus le passage du débit de projet. Le débordement, hors problématiques d'embâcles ou de dépôts, est atteint dès le débit de $3.7\text{ m}^3/\text{s}$. On passe sur un régime d'écoulement torrentiel à l'amont à fluvial au niveau de la restriction hydraulique. Dans ces conditions la présence d'un ressaut hydraulique en amont va vraisemblablement fortement solliciter le fond et les berges du cours d'eau, remobilisant des quantités conséquentes de matériaux susceptibles de se déposer juste à l'aval...

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - - -)	---	--	---	--	-
Observations	La section hydraulique diminue nettement	De par la réduction des sections, le risque d'embâcles et de glissement de berges, des dépôts seraient possibles en cas de dysfonctionnement	Les faibles sections rendent le risque d'obstruction sensible	Les berges se raidissent fortement les rendant sensibles au sous-cavage, même si ponctuellement des protections ponctuelles anciennes sont observables.	La hauteur des merlons latéraux diminue



Figure 52 : Changement de configuration, vue vers l'aval



Figure 53 : Bâtiment en limite de propriété



Figure 54 : Amont de la RD 1092, vue vers l'amont

IV.2.2.c.3 Pont sous la RD 1092

Description

Par rapport à l'amont, la capacité hydraulique est nettement supérieure au niveau du rétablissement hydraulique sous la RD 1092.

Défaillance possible

Capacité hydraulique du ponceau

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Rectangulaire	Béton banché
Largeur au fond	2 m	
Hauteur de l'ouvrage	1.1 m	Aucun dépôt n'est considéré
Pente	3%	
Rugosité	K=40	Ouvrage très lisse
Coefficient perte de charge singulière	0.3	Angle saillant, mais situation restant globalement correcte au regard des dimensions de l'ouvrage et du chenal
Vitesse amont scénario de référence	2.3 m/s	

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.8 m	
Vitesse	4 m/s	Vitesse importante
Nombre de Froude	1.4	Ecoulement torrentiel

Hauteur critique	1 m	
Force tractrice moyenne	130 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel (Q=10m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.1 m	
Vitesse	4.5 m/s	Vitesse très importante
Nombre de Froude	1.4	Ecoulement en régime torrentiel
Hauteur critique	1.4m	
Force tractrice moyenne	150 N/m ²	

Le débit du scénario de référence est en limite de passer. Pour un scénario exceptionnel l'ouvrage passe en charge, ce qui n'est pas impossible dans la mesure où l'ouvrage étant enterré, il n'y a pas tout de suite surverse. Néanmoins, la capacité à l'amont est très limitée, sans aménagements, il n'y aura pas de tels débits au niveau de la RD.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - -)	-	-	-	-	
Observations	La section hydraulique est supérieure à celle de l'amont	La vitesse augmente par rapport à l'amont.	La section hydraulique est supérieure à celle de l'amont	L'ouvrage est en béton	



Figure 55 : Sortie du pont de la RD 1092

IV.2.3 Tronçon 2

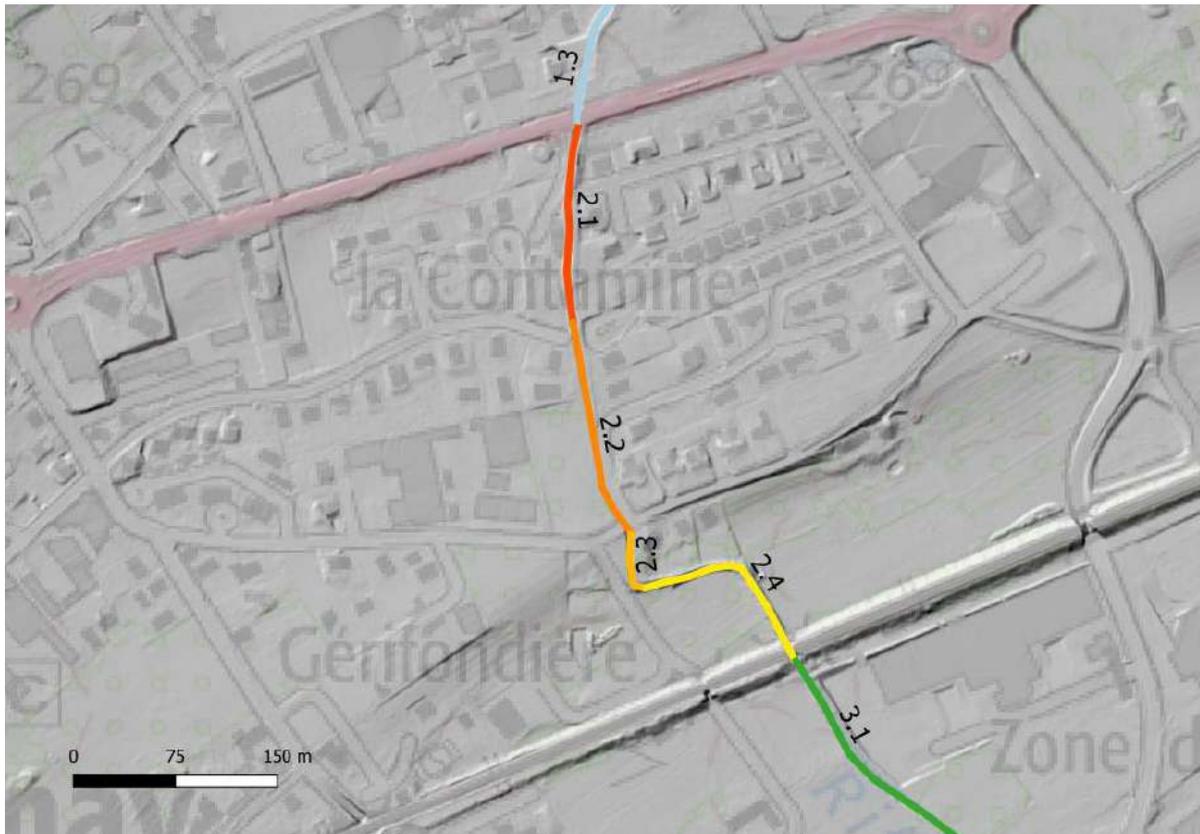


Figure 56 : Plan de situation du tronçon 2

IV.2.3.a Sous-tronçon 2.1

Description

Après la RD 1092 le lit du cours d'eau retrouve une configuration moins contrainte, avec une emprise nettement plus large.

Défaillance possible

Les points bas ont été traités, par la mise en œuvre de larges merlons. L'accès est possible tout au long du cours d'eau. Il n'y a aucun arbre sur l'ensemble du linéaire. La seule problématique potentielle concerne les dépôts de matériaux, au regard de la diminution de la pente du lit du cours d'eau.

Capacité hydraulique

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Trapézoïdale, fruit 1/1	
Largeur au fond	2m	
Pente	3%	
Rugosité	K=20	Lit entretenu

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.9 m	
Vitesse	2.4 m/s	
Nombre de Froude	0.9	Ecoulent en régime fluvial

Hauteur critique	0.8 m	
Force tractrice moyenne	170 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel (Q=10m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.2 m	
Vitesse	2.7 m/s	
Nombre de Froude	0.9	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	1.1m	
Force tractrice moyenne	200 N/m ²	

Les écoulements pour les scénarios de référence et exceptionnels sont susceptibles de passer par le chenal.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de – à - -)	-	--	-	-	--
Observations	La section hydraulique est supérieure à celle constatée en amont, le risque de surverse est plus limitée même si la pente diminue	La pente se réduit progressivement, augmentant le risque de dépôts de matériaux	Il n'y a peu d'arbres à proximité, et les sections hydrauliques sont importantes	La largeur du lit et la section disponible, en comparaison avec l'amont limitent le risque d'érosion	Les merlons latéraux ont des tailles généreuses, mais le lit présente un encaissement limité par rapport au terrain naturel



Figure 57 : Aval du pont de la RD 1092



Figure 58 : Passerelle en aval du pont de la RD 1092

IV.2.3.b Sous-tronçon 2.2

Description

La seconde section est enrochée tout le long. Le lit du cours d'eau est plus encaissé par rapport au terrain naturel.

Le pont de la rue du Coulange est formé d'éléments préfabriqués, il est dans un bon état structurel.

Défaillance possible

Les défaillances au droit de ce secteur sont, dans la configuration actuelle du lit du cours d'eau, limitées.

Capacité hydraulique du chenal

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Trapézoïdale, fruit 0.5H/1V	
Largeur au fond	1.5 2m	
Pente	2%	
Rugosité	K=20	Lit entretenu, mais rugosité liée aux blocs

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.3 m	
Vitesse	2.1 m/s	
Nombre de Froude	0.7	Ecoulement en régime fluvial
Hauteur critique	1 m	
Force tractrice moyenne	125 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel (Q=10m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
-----------	--------	-------------

Hauteur normale	1.7 m	
Vitesse	2.4 m/s	
Nombre de Froude	0.7	Ecoulement torrentiel
Hauteur critique	1.4m	
Force tractrice moyenne	150 N/m ²	

Au regard de la faible pente, le chenal est en limite de débordement pour le scénario de débordement. Le scénario exceptionnel ne passe pas, même en l'absence de dysfonctionnement (embâcles / dépôts).

Capacité hydraulique du ponceau

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Rectangulaire	Béton banché
Largeur au fond	1.8 m	
Hauteur de l'ouvrage	1.2 m	Aucun dépôt n'est considéré
Pente	1.8%	
Rugosité	K=30	Ouvrage
Coefficient perte de charge singulière	0.3	Angle saillant, mais situation restant globalement correcte au regard des dimensions de l'ouvrage et du chenal
Vitesse amont scénario de référence	2.4 m/s	

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.2 m	
Vitesse	3.7 m/s	Vitesse importante
Nombre de Froude	0.8	Ecoulement en fluvial
Hauteur critique	1.0 m	
Force tractrice moyenne	150 N/m ²	

L'ouvrage est en charge pour le scénario de dimensionnement à 6 m³/s. Au regard de la revanche limitée en amont, il y aura débordement vers les 5m³/s (hors problématique d'embâcles et de dépôts).

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - - -)	-	-	-	-	
Observations	La section hydraulique est supérieure à celle constatée en amont, le risque de surverse est plus limitée même si la pente diminue	La pente est très légèrement supérieure à celle précédente, ce qui	Il n'y a peu d'arbres à proximité, et les sections hydrauliques sont importantes	Le lit est enroché tout au long du linéaire	Le lit est au niveau du terrain naturel



Figure 59 : Lit du cours d'eau en amont du tronçon 2.2



Figure 60 : Aval du tronçon 2.2



IV.2.3.c Sous-tronçon 2.3

Description

Ce tronçon assure le passage entre deux niveaux de terrasse fluvio-glaciaire. Le lit du cours d'eau est ensuite nettement perché par rapport au terrain naturel jusqu'à la traversée de la voie ferrée.

On notera par ailleurs l'arrivée d'un collecteur d'eau pluviale dans le cours d'eau.

Défaillance possible

Le lit fait un virage prononcé pour épouser les limites parcellaires. Le principal sujet est lié au caractère perché du lit, dans la mesure où les flottants et matériaux solides potentiels se seront arrêtés plus en amont.

Capacité hydraulique

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Trapézoïdale, fruit 0.5H/1V	
Largeur au fond	1.8 m	
Pente	1.8 %	
Rugosité	K=2	Lit entretenu mais très irrégulier

Sortie scénario de référence ($Q=6\text{m}^3/\text{s}$)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	0.9 m	
Vitesse	2.4 m/s	
Nombre de Froude	0.9	Écoulement en régime fluvial
Hauteur critique	0.8 m	
Force tractrice moyenne	170 N/m ²	

Sortie scénario exceptionnel ($Q=10\text{m}^3/\text{s}$)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.2 m	
Vitesse	2.7 m/s	
Nombre de Froude	0.9	Écoulement torrentiel

Hauteur critique	1.1m	
Force tractrice moyenne	200 N/m ²	

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de – à - - -)	--	-	-	--	--
Observations	La section hydraulique diminue	Les éventuels dépôts devraient se produire plus en amont	Les éventuels embâcles devraient être arrêtés en amont	Le virage est fortement prononcé, avec des débits conséquents, il y aura forcément une sollicitation de l'intrados	Le lit se perche progressivement



Figure 61 : Fin de la terrasse

IV.2.3.d Sous-tronçon 2.4

Description

Le lit est fortement perché au-dessus du terrain naturel, jusqu'au passage sous la voie ferrée. Ce passage est formé d'un ovoïde en maçonnerie.

Défaillance possible

Le fond du lit est perché d'environ 2 mètres par rapport au terrain naturel. Le lit est formé d'éléments préfabriqués en béton en « U », assurant une résistance mécanique et à l'érosion.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de – à ---)	-	-	-	--	-
Observations	La section hydraulique est supérieure à celle de l'amont. Elle se réduit néanmoins au droit du passage	Le fond est lisse (béton) sans évolution de la pente, il n'y a aucune trace de dépôts à ce jour	Les sections hydrauliques sont supérieures à l'amont, jusqu'au passage sous la voie ferrée	Le lit est formé d'éléments préfabriqués en béton	Le lit est formé d'éléments préfabriqués en béton, assurant a priori une bonne résistance mécanique d'ensemble

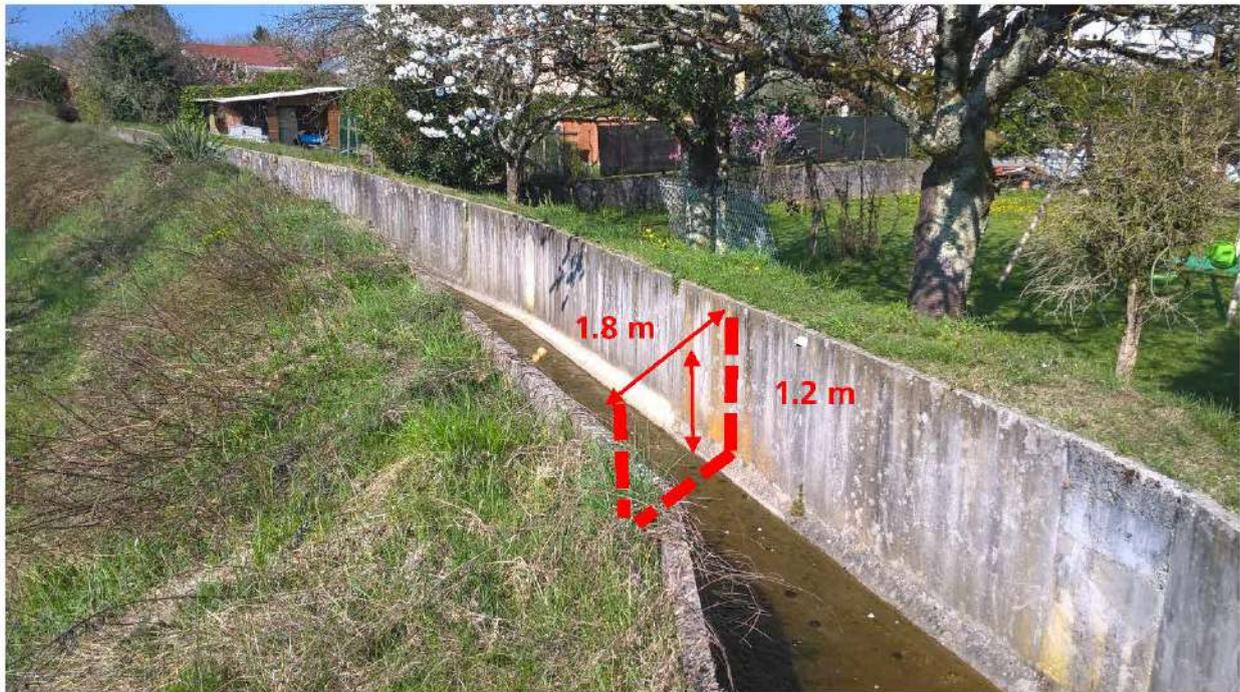


Figure 62 : Chenal, vue vers l'amont

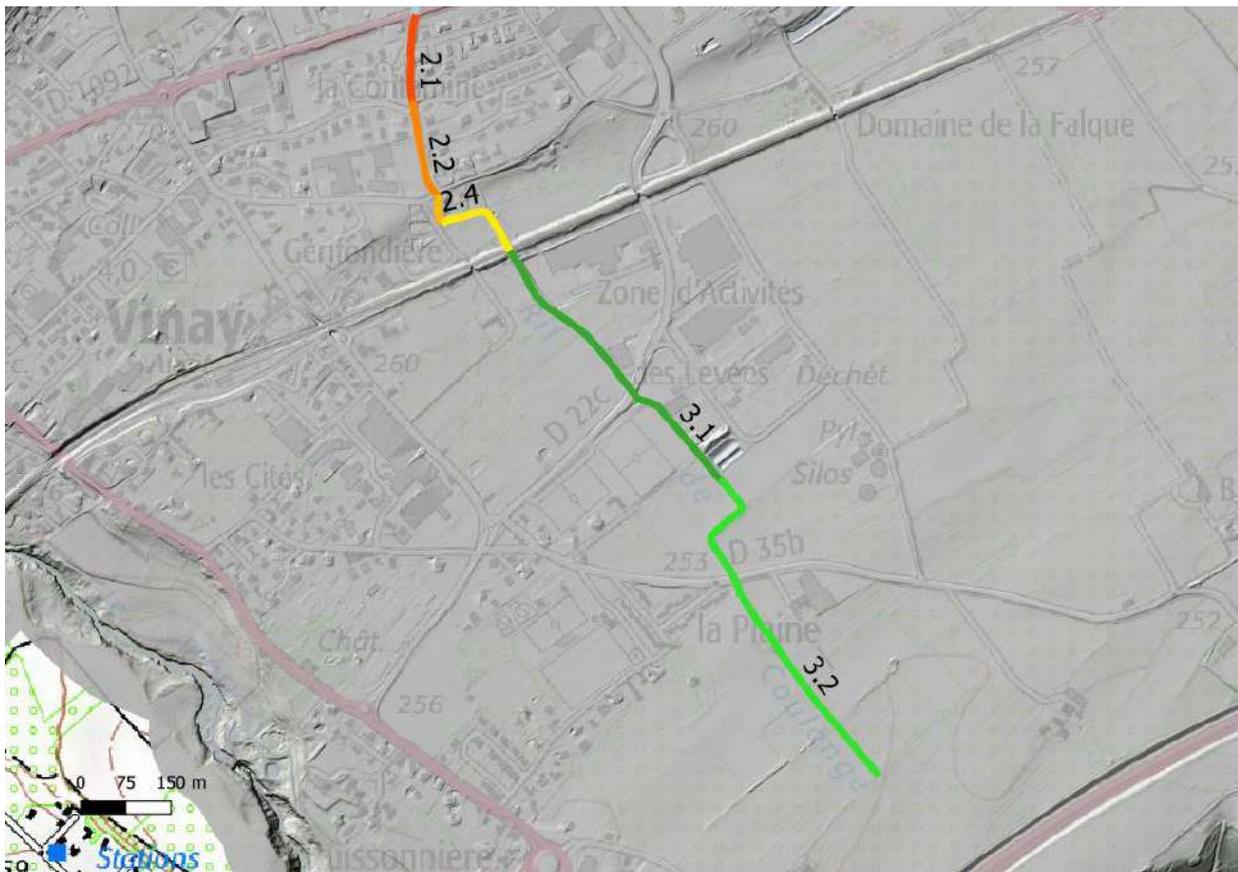


Figure 63 : Tracé du cours d'eau



Figure 64 : Entonnement amont sous la voie ferrée

IV.2.4 Tronçon 3



IV.2.4.a Sous-tronçon 3.1

Description

A l'aval de la traversée de la voie ferrée, le lit du cours d'eau disparaît quasiment. La section hydraulique diminue fortement et le niveau d'entretien n'est plus le même.

Défaillance possible

Le risque de surverse est important de par la réduction de la section hydraulique et l'encombrement du lit.

Hydraulique

La capacité hydraulique diminue fortement, atteignant au mieux le mètre-cube par seconde.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - -)	---	--	--	-	-
Observations	La section hydraulique diminue et la rugosité	Si les écoulements sont encore capables de	Les berges sont susceptibles de produire des	Les caractéristiques des écoulements ne sont pas	Il n'y a qu'un merlon

	augmente fortement	transporter une charge solide, des dépôts sont possibles	éléments naturels ou anthropiques	susceptibles de produire des phénomènes conséquents d'érosion	latéral à l'aval du tronçon
--	--------------------	--	-----------------------------------	---	-----------------------------



Figure 65 : Lit à l'aval de la voie ferrée



Figure 66 : Lit à l'aval de la voie ferrée



Figure 67 : Lit à l'aval de la voie ferrée



Figure 68 : lit du cours d'eau en amont de la route de Gerifondière



Figure 69 : Rétablissement hydraulique de la route de Gérifondière



Figure 70 : Fin du tronçon 3.1

IV.2.4.b Sous-tronçon 3.2

Description

A la sortie de la zone urbanisée, le cours d'eau serpente au milieu des plantations de noyer. Le lit est plus ou moins important, la pente est quasiment nulle.

Défaillance possible

Les conditions hydrauliques d'écoulement rendent tout transport sédimentaire quasiment impossible. Cette zone correspond à un espace d'étalement et d'infiltration des écoulements. En effet, il n'y a pas de connexion directe entre le cours d'eau et l'Isère, et ce de façon historique. L'étalement des écoulements de crue est donc un fonctionnement « naturel » du cours d'eau.

Capacité hydraulique

Les capacités hydrauliques sont bridées par l'amont.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - - -)	---	-	-	-	-
Observations	Le lit disparaît progressivement	Les écoulements ne sont plus capables de transporter des matériaux de façon sensible	Les berges sont susceptibles de produire des éléments naturels ou anthropiques	Les caractéristiques des écoulements ne sont pas susceptibles de produire des phénomènes conséquents d'érosion	Seuls quelques cordons latéraux de curage sont visibles

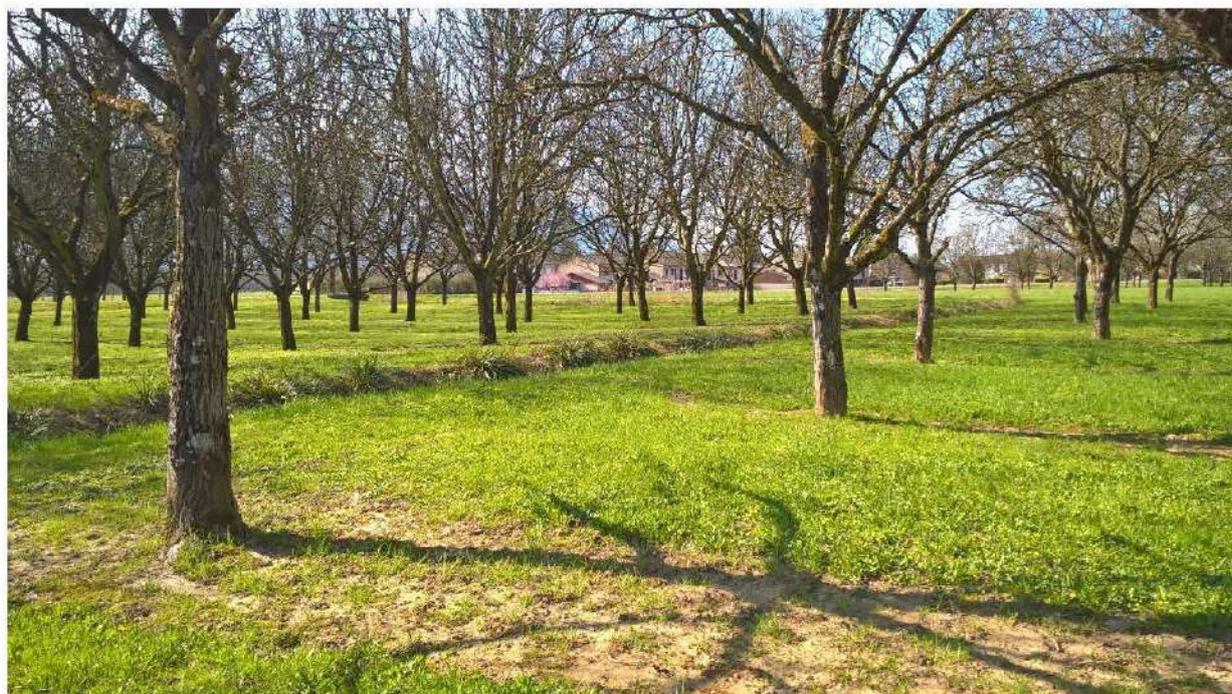


Figure 71 : Cheminement dans les plantations de noyers



Figure 72 : Busage sous la RD35b



Figure 73 : Traversée des plantations de noyers



Figure 74 : Traversée des plantations de noyers



Figure 75 : Fin du lit du cours d'eau

IV.3 Ruisseau des Bauches

IV.3.1 Amont de la RD 1092

IV.3.1.a Apex du cône

Description

Le ruisseau sort de profondes gorges entaillées dans les dépôts morainiques et les formations de molasse. La présence de bois et matériaux remobilisables est omniprésente.

Défaillance possible

Le risque d'embâcles et d'apports massifs de matériaux est très important. Par conséquent, une divagation du torrent ne peut pas être exclue à l'apex du cône de déjection. On notera néanmoins qu'il s'agit là bien du fonctionnement normal d'un cours d'eau torrentiel, dans la mesure où le cône de déjection s'est formée par divagation progressive du cours d'eau.

Contrairement au Rif de Coulange, le ruisseau n'est pas équipé de piège à embâcles / plage de dépôts.

Capacité hydraulique

La capacité hydraulique des premières centaines de mètres n'est pas évaluée, dans la mesure où les conditions d'écoulement sont essentiellement conditionnées par les dépôts et embâcles. La capacité hydraulique apparente n'a donc que peu de sens.

On notera néanmoins que l'apex du cône est incisé, assurant hydraulique le passage des écoulements liquides.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - - -)	---	---	---	--	
Observations	Bonne capacité hydraulique (pente et section) mais fort risque de dépôts et embâcles	Risque important lié aux apports amont	Risque important lié aux apports amont	Divagation du lit possible	Absence de merlon



Figure 76 : ruisseau à l'apex du cône, vue vers l'amont



Figure 77 : Ruisseau, vue vers l'aval juste à l'amont des premières constructions

IV.3.1.b **Premières habitations**

Description

En entrant dans la zone urbanisée, le torrent rétrécit progressivement tout comme sa profondeur.

Défaillance possible

Les risques de divagation sont importants au regard du risque de dépôts / embâcles. Les rétablissements pour le passage des véhicules sont des points de grande vulnérabilité, tout comme le passage sous la RD 1092. Néanmoins, les témoignages recueillis auprès des riverains indiquent que pour les événements non exceptionnels, les flottants arrivent néanmoins à transiter. Cela résulte notamment de la très bonne configuration des ponceaux, dans la mesure où il n'y a pas de réelle restriction de section, les berges et le fond n'étant pas impactés (dalle béton en partie haute et culée dans la continuité des berges).

Capacité hydraulique des deux passages amont

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Rectangulaire	Béton banché
Largeur au fond	1.7 m	
Hauteur de l'ouvrage	1 m	
Pente	4%	
Rugosité	K=30	Ouvrage
Coefficient perte de charge singulière	0.1	Restriction de section mais très progressive
Vitesse amont scénario de référence	3.4 m/s	

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1 m	
Vitesse	3.4 m/s	Vitesse importante
Nombre de Froude	1.1	Ecoulement torrentiel, limite critique
Hauteur critique	1.0 m	
Force tractrice moyenne	180 N/m ²	

L'ouvrage est en charge pour le scénario de dimensionnement à 6 m³/s. Au regard de la revanche limitée en amont, il y aura débordement vers les 5m³/s (hors problématique d'embâcles et de dépôts).

Capacité hydraulique du passage aval

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Rectangulaire	Béton banché
Largeur au fond	1.4 m	
Hauteur de l'ouvrage	0.7 m	
Pente	4%	
Rugosité	K=30	Ouvrage
Coefficient perte de charge singulière	0.1	Restriction de section mais très progressive
Vitesse amont scénario de référence	3.4 m/s	

Sortie scénario de référence (Q=6m³/s)

Paramètre	Valeur	Observation
Hauteur normale	1.3 m	
Vitesse	3.4 m/s	Vitesse importante
Nombre de Froude	0.95	Ecoulement fluvial, limite critique
Hauteur critique	1.2 m	
Force tractrice moyenne	180 N/m ²	

L'ouvrage ne peut faire passer qu'un débit de l'ordre de 3 m³/s (hors embâcles et dép)

Synthèse

Section amont

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de – à - - -)	--	---	---	--	
Observations	Capacité hydraulique correcte mais sensibilité aux embâcles	Pente diminuant avec de nombreux apports non maîtrisés en amont	Nombreux apports non maîtrisés en amont	Erosions latérales possibles, peu de risque en fond dans la mesure où les conditions sont plutôt déposantes	Absence de merlon

Section aval

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de – à - - -)	---	---	---	-	
Observations	Capacité hydraulique rapidement dépassée	Pente diminuant avec de nombreux apports non maîtrisés en amont	Nombreux apports non maîtrisés en amont	Berges bétonnées limitant les reprises en berges	Absence de merlon



Figure 78 : Premier rétablissement, vue de l'aval

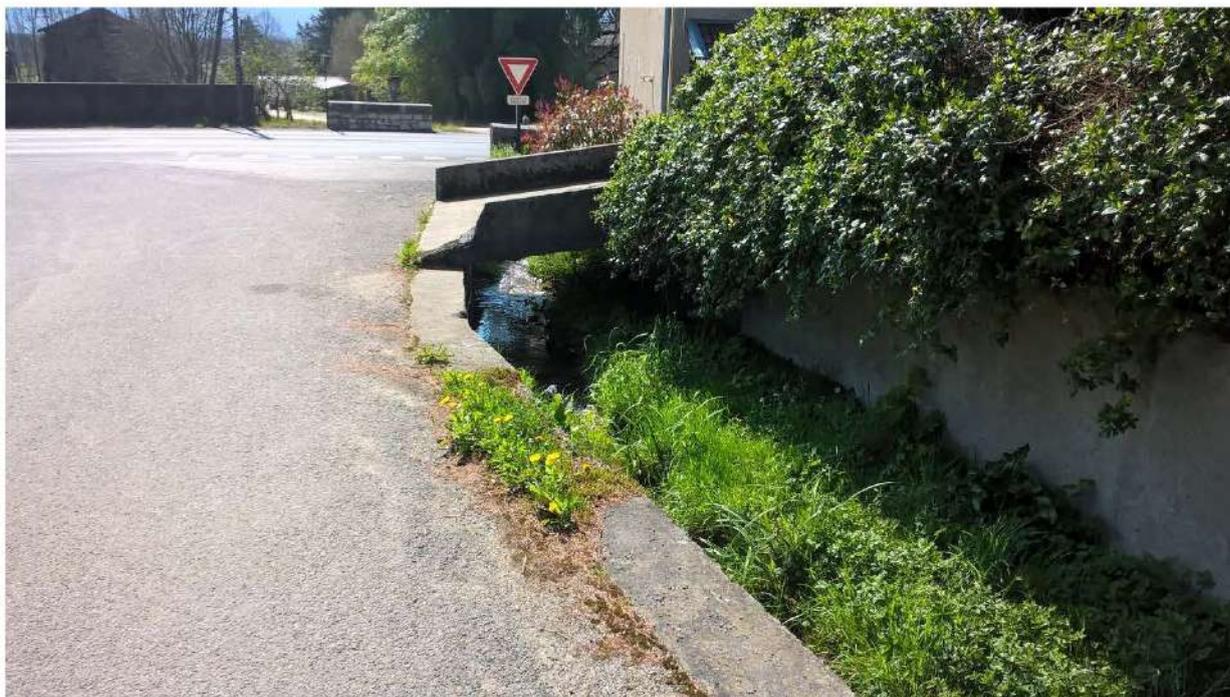


Figure 79 : 3e rétablissement à l'aval, vue de l'amont



Figure 80 : Dernier rétablissement (le plus à l'aval)

IV.3.2 Traversée de la RD 1092

Description

Le rétablissement des écoulements sous la RD 1092 se fait au travers d'un ouvrage historique en maçonnerie.

Défaillance possible

La section est beaucoup plus réduite qu'à l'amont. De plus l'entonnement est largement perfectible, il aurait tendance à favoriser les dépôts avec la baisse de la pente et l'élargissement du lit. Dans tous les cas, en cas de surverse partielle (la capacité de transport est alors fortement diminuée) des dépôts pourraient rapidement obstruer l'ouvrage.

Capacité hydraulique du pont sous la RD

Données d'entrée

Paramètre	Valeur	Observation
Profil	Rectangulaire	Ouvrage maçonné
Largeur au fond	1.2m	
Hauteur de l'ouvrage	0.8m	Aucun dépôt n'est considéré
Pente	4%	
Rugosité	K=30	Ouvrage en maçonnerie
Coefficient perte de charge singulière	0.3	Angle légèrement saillant, mais situation restant globalement correcte au regard des dimensions de l'ouvrage et du chenal
Vitesse amont scénario de référence	3.5m/s	

L'ouvrage passe en charge pour un débit théorique inférieur à $2\text{m}^3/\text{s}$. Avec une légère mise en charge, ce débit pourrait passer à $2\text{m}^3/\text{s}$. Un ouvrage sommaire (pieu) a été mis en amont pour bloquer les plus gros éléments flottants, ce qui aura vraisemblablement un effet bénéfique pour un événement majeur, mais ne permettra pas une maîtrise des flottants.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - - -)	---	---	--	-	
Observations	Section très insuffisante	Dépôts massifs à attendre dès surverse – Apports importants en absence de gestion des apports	Section limitée, le pieu à embâcles peut permettre de limiter les blocages	Ouvrage en maçonnerie	Pas de merlon



Figure 81 : Passage sous la RD 1092 vu de l'amont, le pieu à embâcles est visible en amont



Figure 82 : Vue du ruisseau et de la voirie depuis la RD 1092, vue vers l'amont

IV.3.3 Aval de la RD 1092

Description

Après la RD 1092 le lit du cours d'eau disparaît progressivement. La section devient très faible et la végétation encombre le lit.

Défaillance possible

La surverse par dépassement de la capacité du lit, avec dépôts de matériaux et embâcles est certaine pour un débit de seulement quelques centaines de litres par seconde. Il n'a pas été fait d'estimation formalisée des débits pour la suite de cours d'eau.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - -)	---	---	---	--	-
Observations	Section très insuffisante	Dépôts massifs à attendre dès surverse	Section limitée et présence de végétation	Berges affouillables	Merlons très sommaires



Figure 83 : Lit à l'aval de la RD 1092



Figure 84 : Lit à l'aval de la RD 1092

IV.3.4 En aval de la zone urbanisée

Description

En quittant le village, le cours d'eau retrouve une configuration de fossé agricole, avec un entretien associé. Deux passages de chemin se font en buse de diamètre 1000mm. Les écoulements passent en siphon sous la voie ferrée, et transitent ensuite pendant quelques centaines de mètres entre les noyers. Des ouvrages d'infiltration assurent la gestion des écoulements.

Défaillance possible

Avec une pente qui s'annule la surverse est à attendre, mais cela correspond au fonctionnement naturel du cours d'eau avec un étalement des écoulements dans le milieu naturel.

Synthèse

Phénomène	Surverse	Dépôts	Embâcles	Erosion	Rupture merlon
Cotation (de - à - -)	---	---	--	-	
Observations	La pente s'annule	Dépôts suivant les apports possibles (sables et fines)	Essentiellement de la végétation herbacée	Les vitesses à attendre sont faibles au regard de la pente	Pas de merlon (ou légers dépôts de curage)



Figure 85 : Traversée des noyerails



Figure 86 : Siphon sous la voie ferrée (section 1mx1m)



Figure 87 : Fin du lit et ouvrage d'infiltration

V HYDRAULIQUE ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS

V.1 Philosophie générale

Les écoulements torrentiels en zone urbanisée sont extrêmement complexes à appréhender par modélisation hydraulique.

La démarche est néanmoins sujette à caution dans la mesure où :

- Au regard du type d'écoulement, la charge solide et les flottants ont une importance prépondérante, or ce type d'écoulement ne peut être pris en compte par modélisation, c'est pourquoi les scénarios de référence sont multipliés, mais seuls les écoulements liquides sont pris en compte dans les calculs.
- La précision topographique du modèle numérique de terrain utilisé est bonne dans l'absolu (MNT haute résolution avec un pas métrique), mais la nature des écoulements, sous forme de lame d'eau décimétrique, rend la microtopographie prépondérante dans l'encadrement des écoulements. Or cette dernière ne peut être appréhendée finement et peut être changeante durant un événement (mur, éléments divers, voitures, etc.).
- Les caractéristiques des écoulements sont en limites de la représentativité physique des algorithmes du code de calcul (faible épaisseur d'écoulements).
- Les incertitudes sont très fortes, au regard de la très petite taille des bassins versants, et de l'absence de données fiables tant sur l'hydrologie que sur l'hydraulique (contexte de collines, pas de mesures limnimétriques).

Pour représenter au mieux la réalité des phénomènes qui pourraient avoir lieu, l'approche suivante a été mise en œuvre :

- Les calculs de capacité hydraulique ont été réalisés par une approche monodimensionnelle, à partir de formules simple permettant de maîtriser l'ensemble des caractéristiques d'entrée et de pouvoir critiquer les données de sortie. La modélisation n'a pas été utilisée, pour garantir la robustesse de l'analyse.
- A partir de cette première analyse, les zones de défaillance privilégiées ont été identifiées et des scénarios de surverse élaborés.
- La multiplication des scénarios doit ainsi permettre d'avoir une approche globale des différents phénomènes observables. Les écoulements ont alors été modélisés par une approche bidimensionnelle.
- A la fin, les emprises globales et la qualification est réalisée à dire d'expert, pour intégrer toutes les hétérogénéités.

C'est pourquoi, dans le cadre de la suite de cette étude, différentes stratégies seront mises en œuvre pour que les résultats soient le plus réalistes possible. Ces dernières sont présentées en détails au sein de la section relative à la modélisation hydraulique. Néanmoins, les résultats devront impérativement être analysés en gardant à l'esprit ces limites précédemment listées.

V.2 Code de calculs

Le logiciel HEC-RAS a été utilisé, dans sa version 5.0.5. HEC-RAS, Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (Système d'analyse des rivières du centre d'ingénierie hydrologique) est un logiciel de modélisation hydraulique destiné à simuler l'écoulement dans les cours d'eau et les canaux.

Le programme a été élaboré par le ministère américain de la Défense (corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis) dans le but de gérer les rivières, les ports et autres travaux publics relevant de leur compétence, il a été largement diffusé de par le monde depuis sa publication en 1995. Développé par l'Hydrologic Engineering Center (HEC) en Californie, ce système permet aux ingénieurs en hydraulique d'analyser les débits dans le lit des rivières et de déterminer les zones inondables. Il intègre de nombreux moyens de saisie de données, de composants d'analyse hydraulique, de stockage de données, d'édition de rapports sous forme de tables et de graphiques.

C'est le module de calcul bi-dimensionnel qui a été utilisé. En effet cette approche 2D permet de visualiser l'évolution des écoulements sans contraindre a priori le cheminement. Elle permet de prendre ainsi en compte la topographie très complexe du cône de déjection (anciens thalwegs et éléments anthropiques).

V.3 Géométrie et données topographiques

Les données topographiques correspondent à des relevés réalisés par technologie LIDAR par l'entreprise SINTEGRA. Le vol a été réalisé en décembre 2018. La résolution spatiale du MNT est métrique.

Au droit du réseau hydrographique la topographie a été modifiée manuellement pour « nettoyer » le MNT de tous les artefacts pouvant avoir une incidence hydraulique. C'est notamment le cas en ce qui concerne les buses et ponceaux qui se traduisent par une obstruction des cours d'eau. On rappellera néanmoins que l'ensemble des dimensionnements hydrauliques ont été réalisés par une approche hydraulique monodimensionnelle à partir de relevés géométriques fait sur le terrain.

Le bâti qui a été effacé par les post-traitements réalisés par SINTEGRA a été réintégré à partir des données de la BD PARCELLAIRE de l'IGN dans sa version de 2017. Il est intégré de façon « étanche », les écoulements ne sont pas susceptibles de traverser les constructions. Cela est loin d'être vérifié en conditions réelles.

V.4 Maillage rugosité et temps

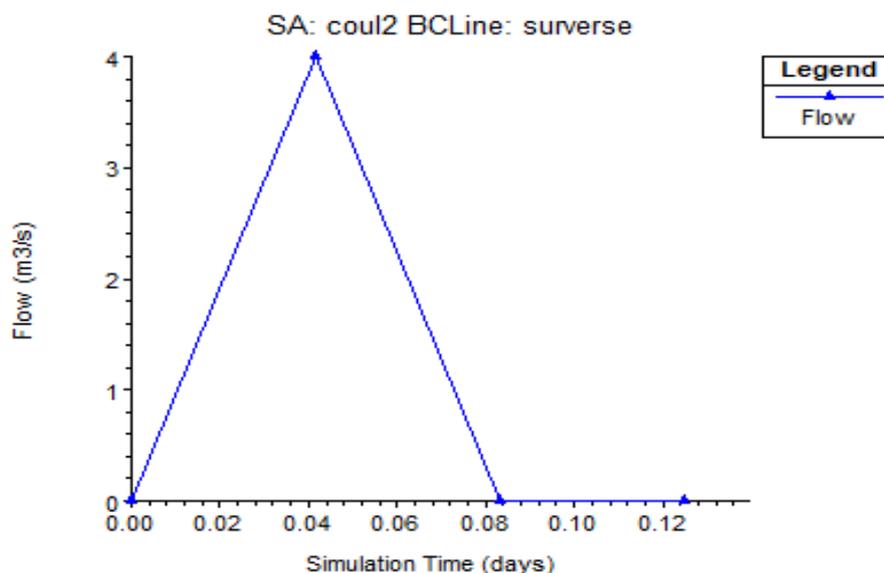
Un maillage structuré d'un pas spatial de 2m a été mis en œuvre. Ce choix résulte d'un compromis entre la description du terrain la plus fine possible, et le temps de calcul nécessaire.

Un coefficient de rugosité (Manning-Strickler) de 15 a été retenu. Cette valeur est basse, d'une part parce que les coefficients utilisés en modélisation bidimensionnelle sont plus bas que ceux traditionnellement constatés en monodimensionnel, et d'autre part pour représenter au moins forfaitairement la microtopographie locale.

Les simulations ont été menées sur 3 heures, ce qui au regard des hydrogrammes d'entrée permet d'avoir la pointe de débits, son étalement et le début du ressuyage. Les maximas en terme de vitesse et de hauteur d'écoulement sont donc bien calculés.

V.5 Hydrogrammes

En cas de défaillance et de surverse, ce n'est pas l'intégralité du débit qui a été injecté Pour le Rif de Coulange, c'est un hydrogramme triangulaire de pointe une heure et de débit maximum de 4 m³/s pour correspondre à une situation plus réaliste qui a été utilisé. Ce n'est donc que les deux tiers du débit qui sont pris en compte. En contrepartie, l'hydrogramme d'injection est légèrement décalé de quelques dizaines de minutes (0.6h à 1h) pour prendre en compte un effet de chenalisation de la zone de surverse (dépôts, érosion).



V.6 Synthèse des résultats de modélisation

V.6.1 Rif de Coulange

Scénario 1 : ce scénario correspondrait à une surverse avant le premier ouvrage de traversée du cours d'eau. En effet, cette zone correspond à la première zone un peu plus faible hydrauliquement du dispositif (section hydraulique, embâcles, dépôts de matériaux).

Scénario 2 : Surverse en rive opposée, cela est néanmoins très peu probable au regard de la berge supportant la route qui est nettement plus haute. Cela correspondrait à une évolution de la route

Scénario 3 : Si les sections sont assez satisfaisantes jusqu'à la RD 1092, notamment grâce aux aménagements réalisés dans les années 2000, les quelques dizaines de mètres à l'amont de la route départementale **présentent un rétrécissement très marqué, qui se traduira inmanquablement par des dysfonctionnements en cas d'événement majeur.**

Scénario 3 bis : La configuration est la même que précédemment, mais la surverse est réalisée en berge opposée

Scénario 4 : La zone du busage et de coude ensuite est un point de fragilité. En effet, si les sections hydrauliques sont notables à l'amont, tout comme les aménagements divers (enrochements, merlons latéraux larges), la zone concernée est beaucoup plus sensible d'où le fait de retenir cette zone en terme de défaillance.

Scénario 5 : Passage d'un débit de 2m³/s sous la voie ferrée

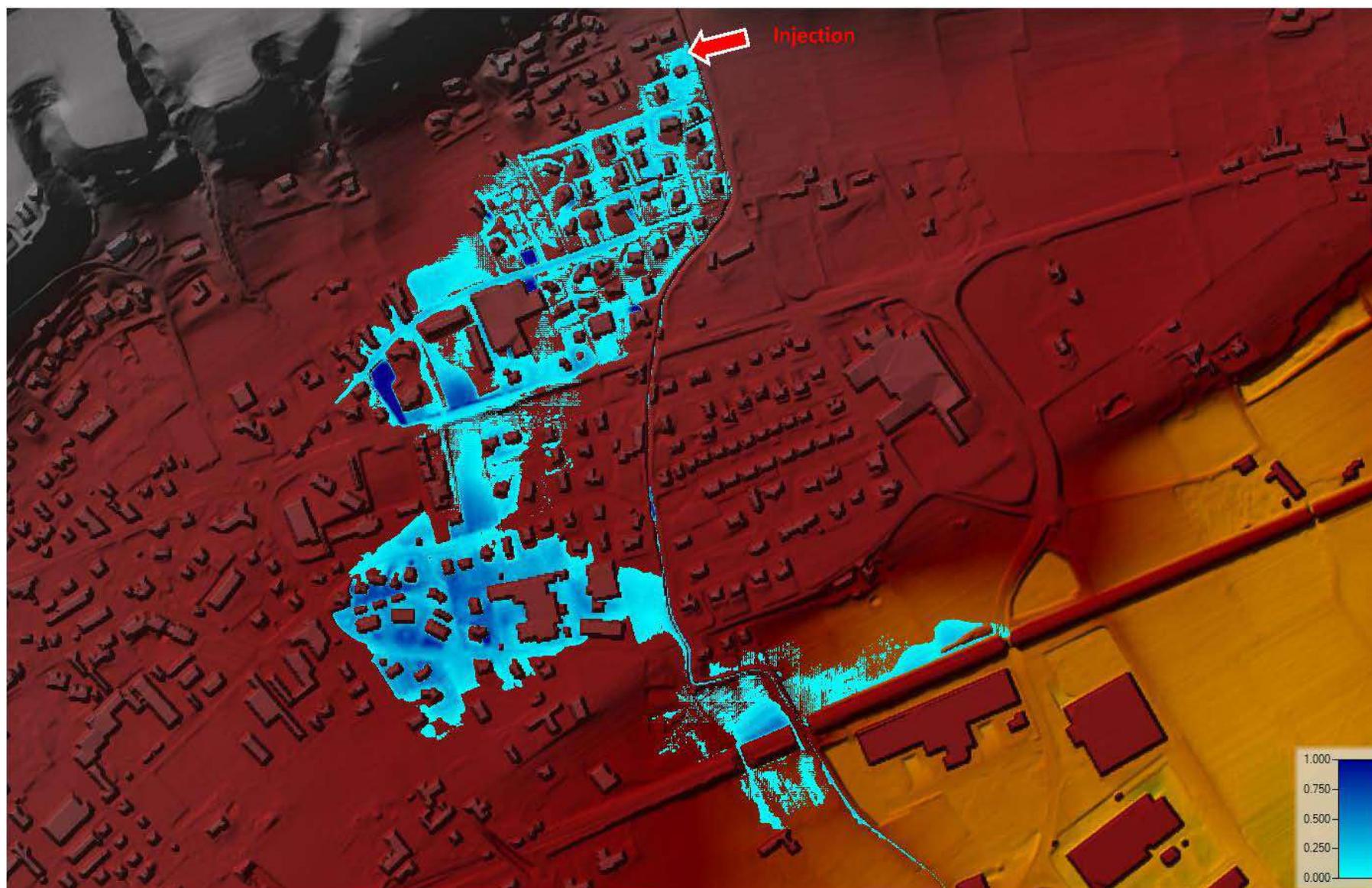


Figure 88 : Scenario 1 Hauteur d'eau

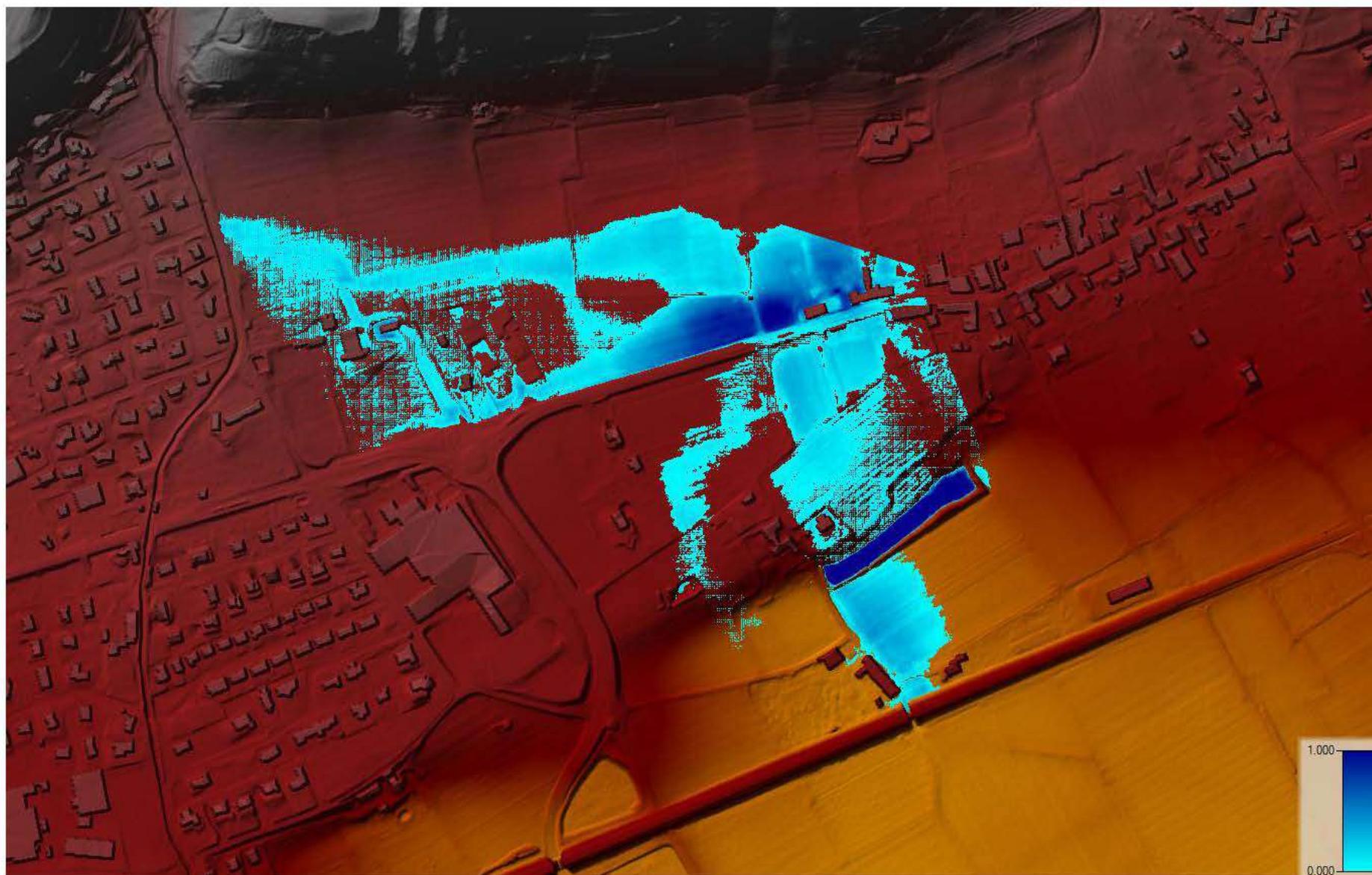


Figure 89 Scénario 2 Hauteurs d'écoulement

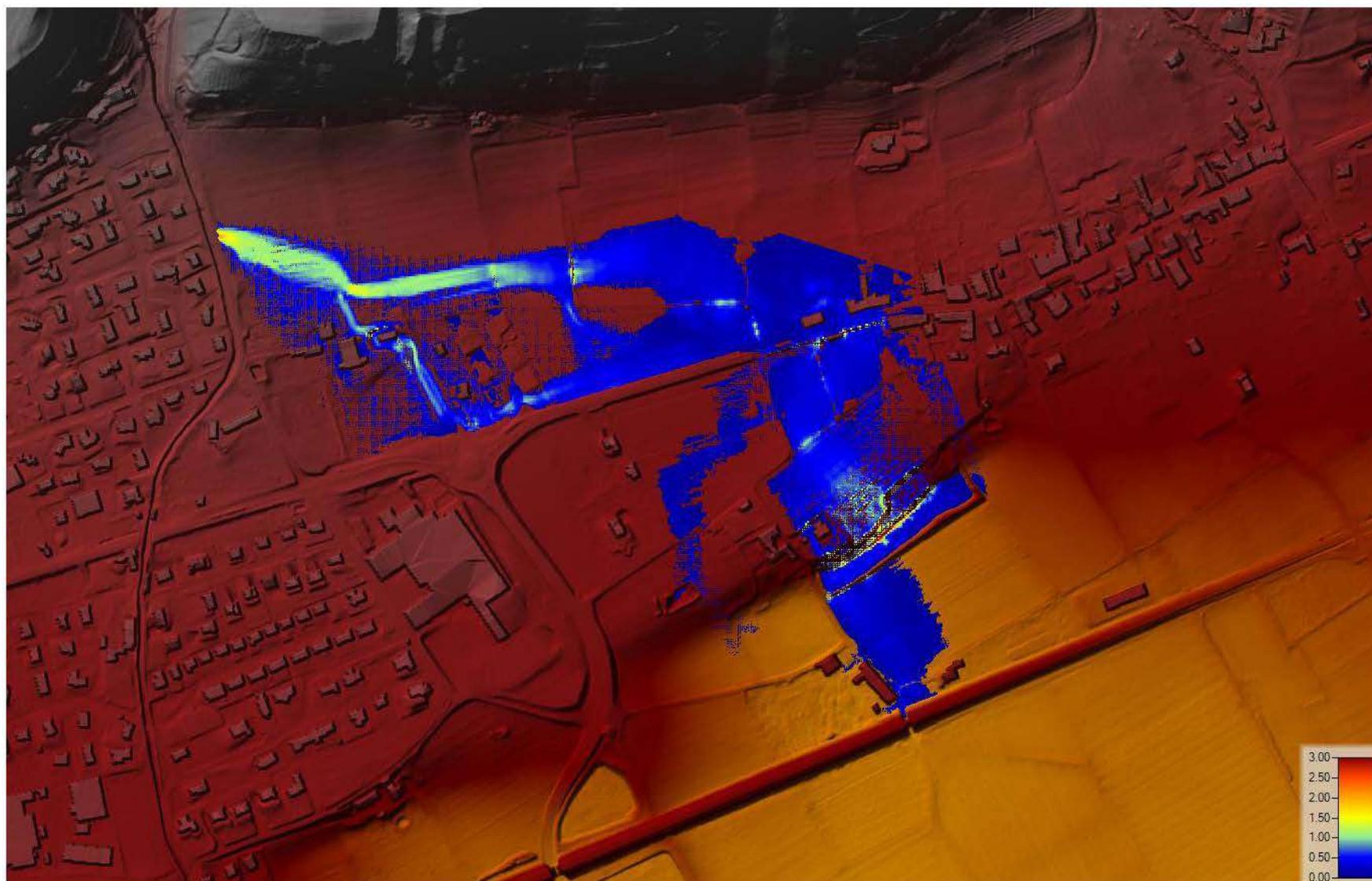


Figure 90 : Scénario 2 Vitesses d'écoulement

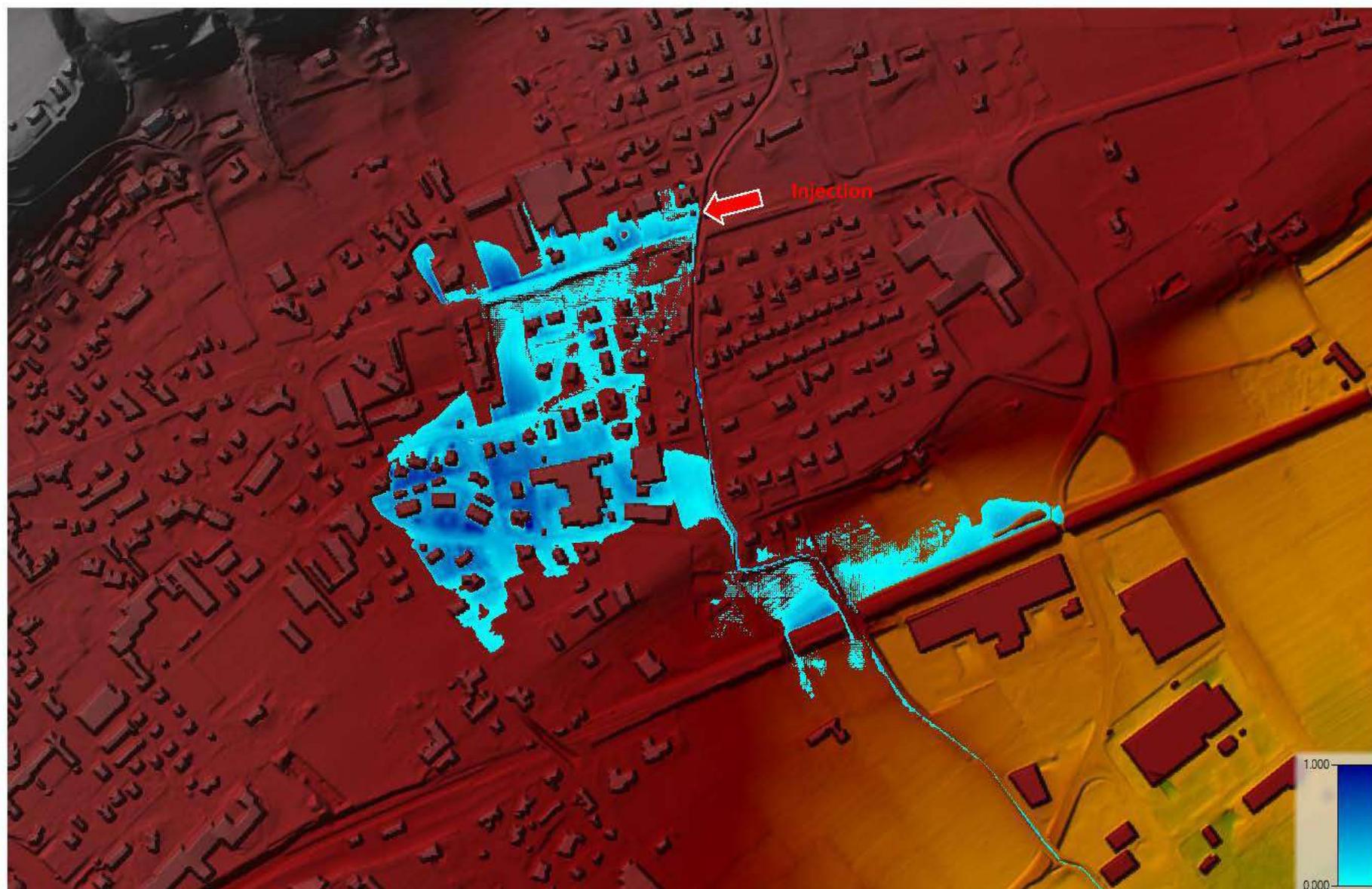


Figure 91 : Scénario 3 : Hauteurs d'écoulement

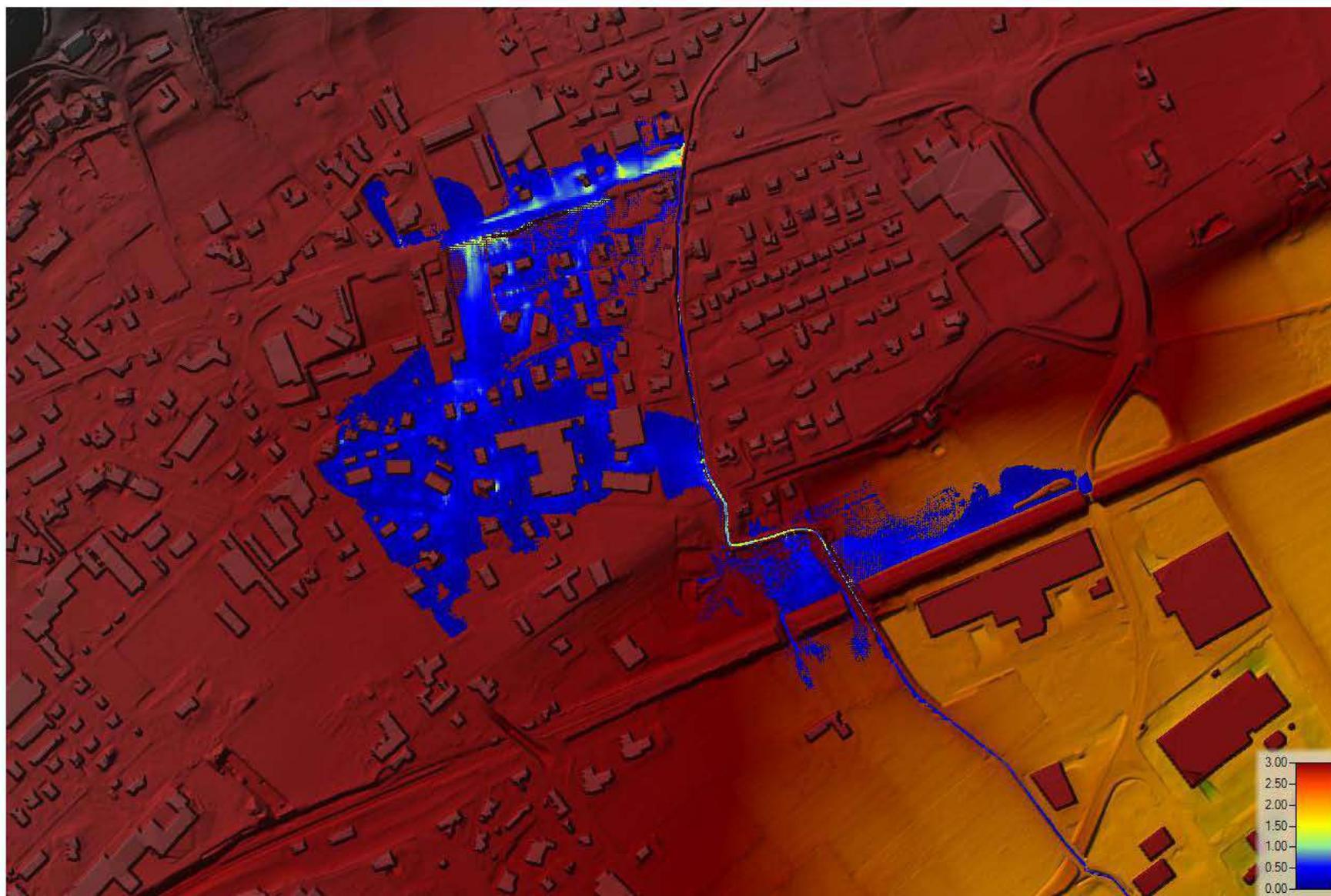


Figure 92 : Scénario 3 : Vitesses d'écoulement

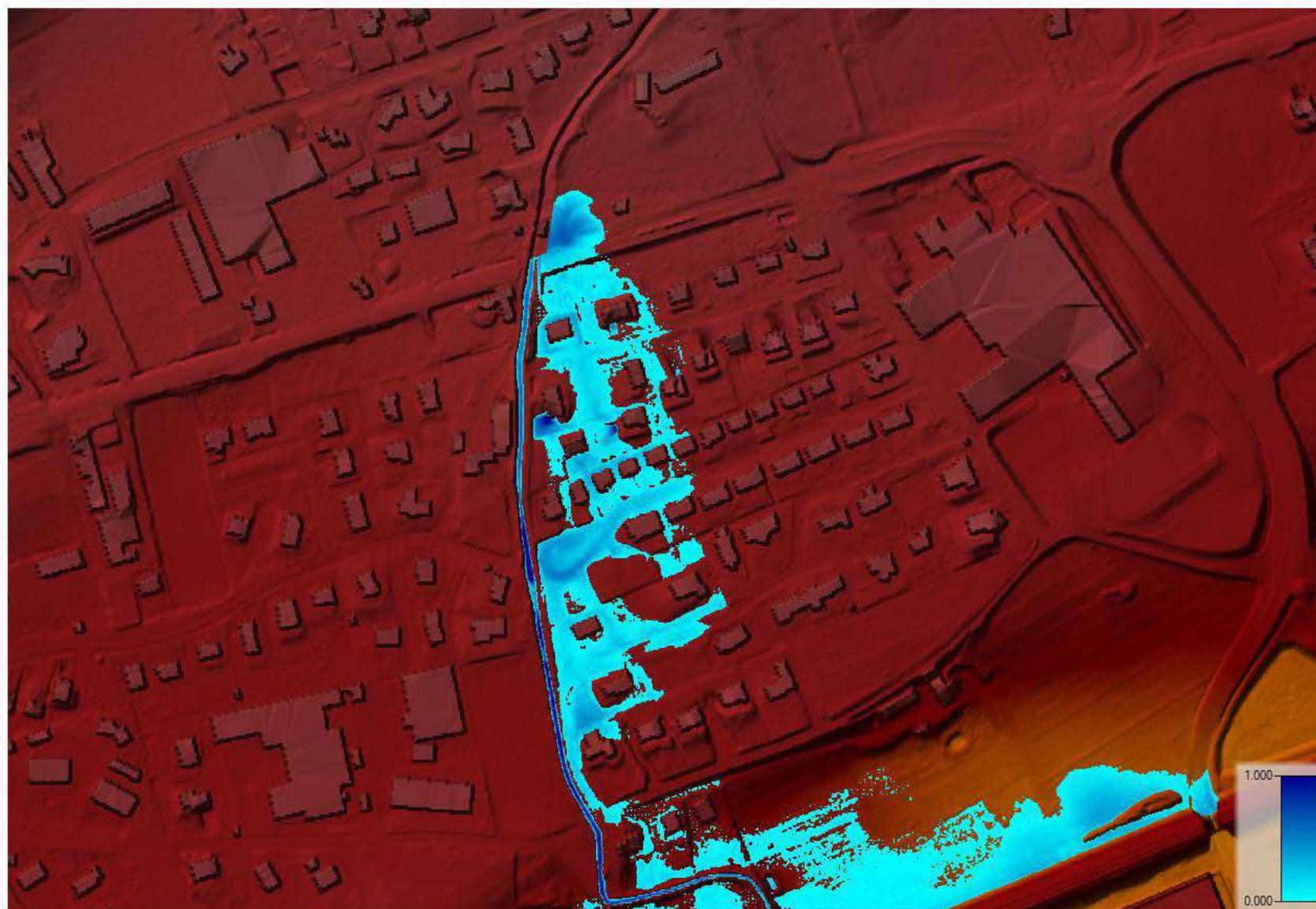


Figure 93 : Scénario 3bis : Hauteurs d'écoulement

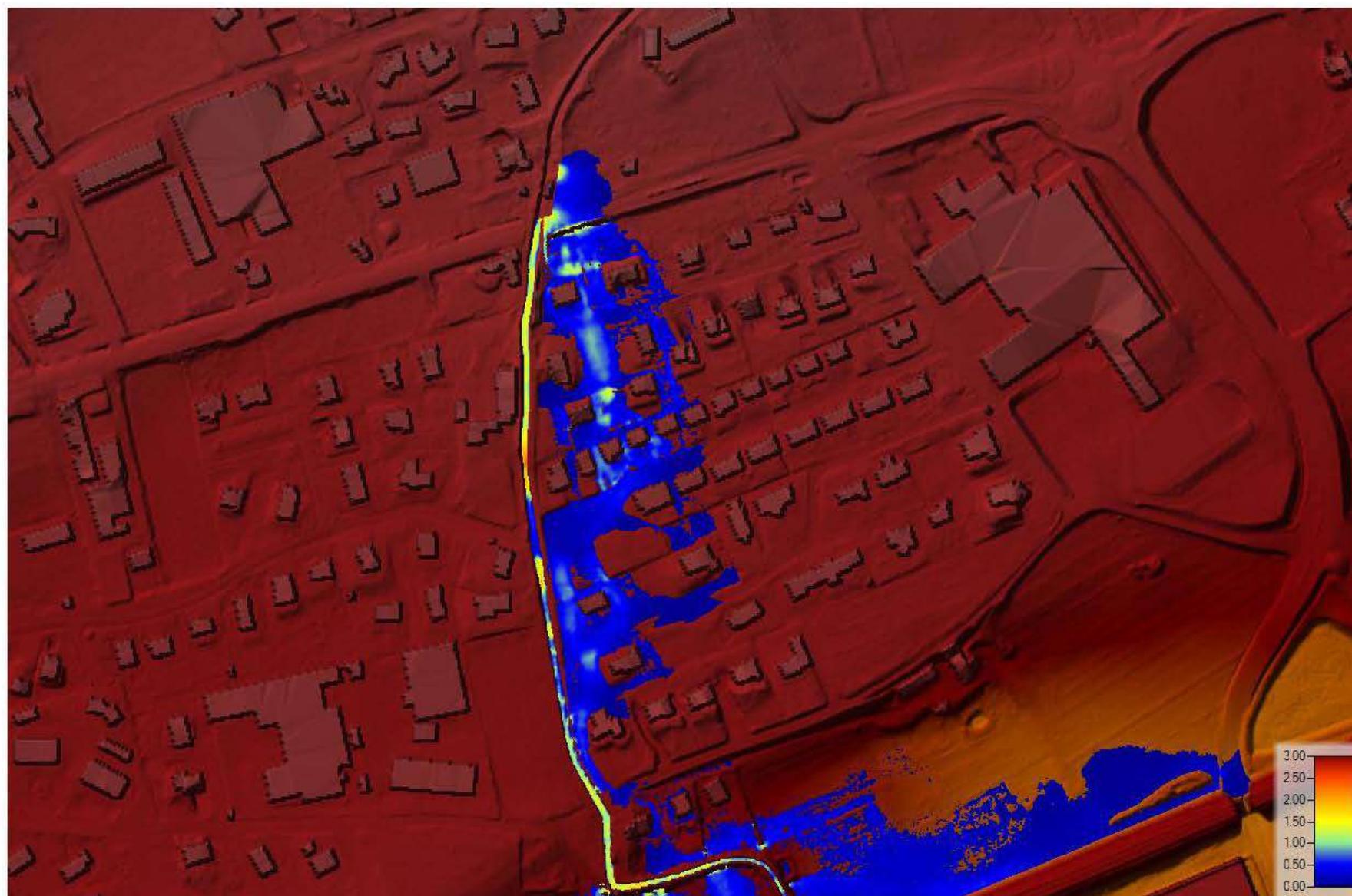


Figure 94 : Scénario 3bis : Vitesse d'écoulement

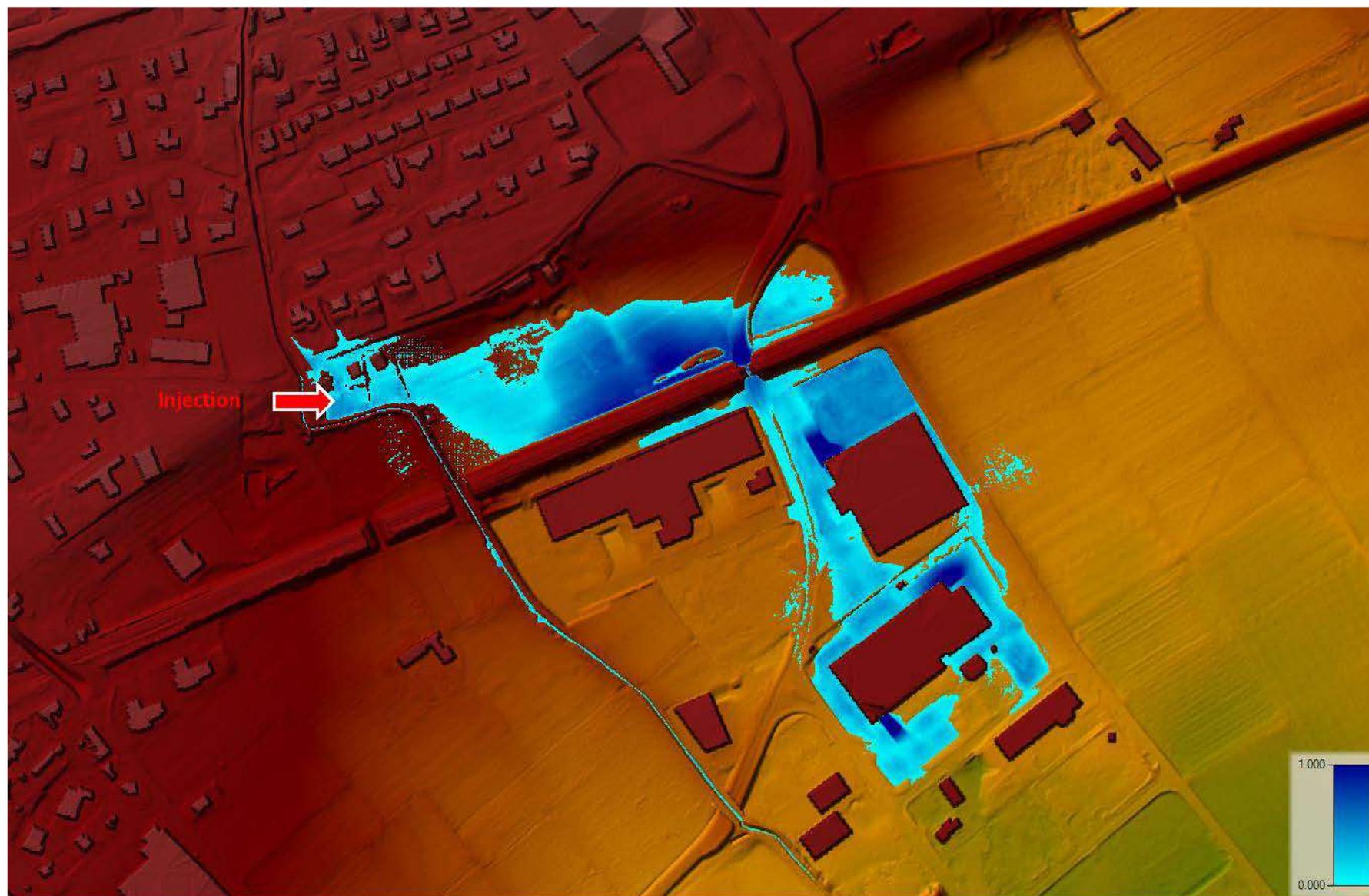


Figure 95 : Scénario 4 : Hauteurs d'écoulement

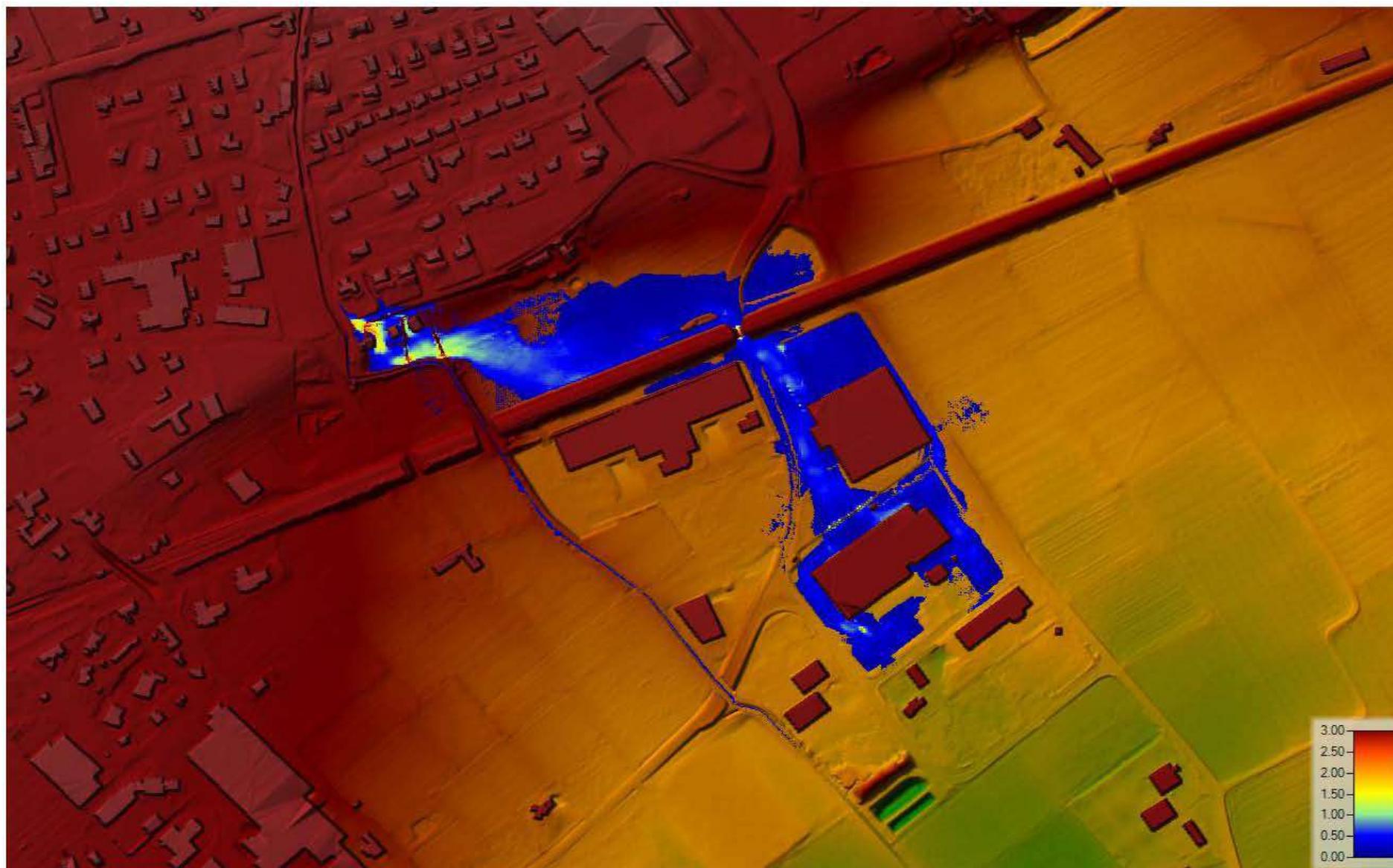


Figure 96 : Scénario 4 : Vitesses d'écoulement.

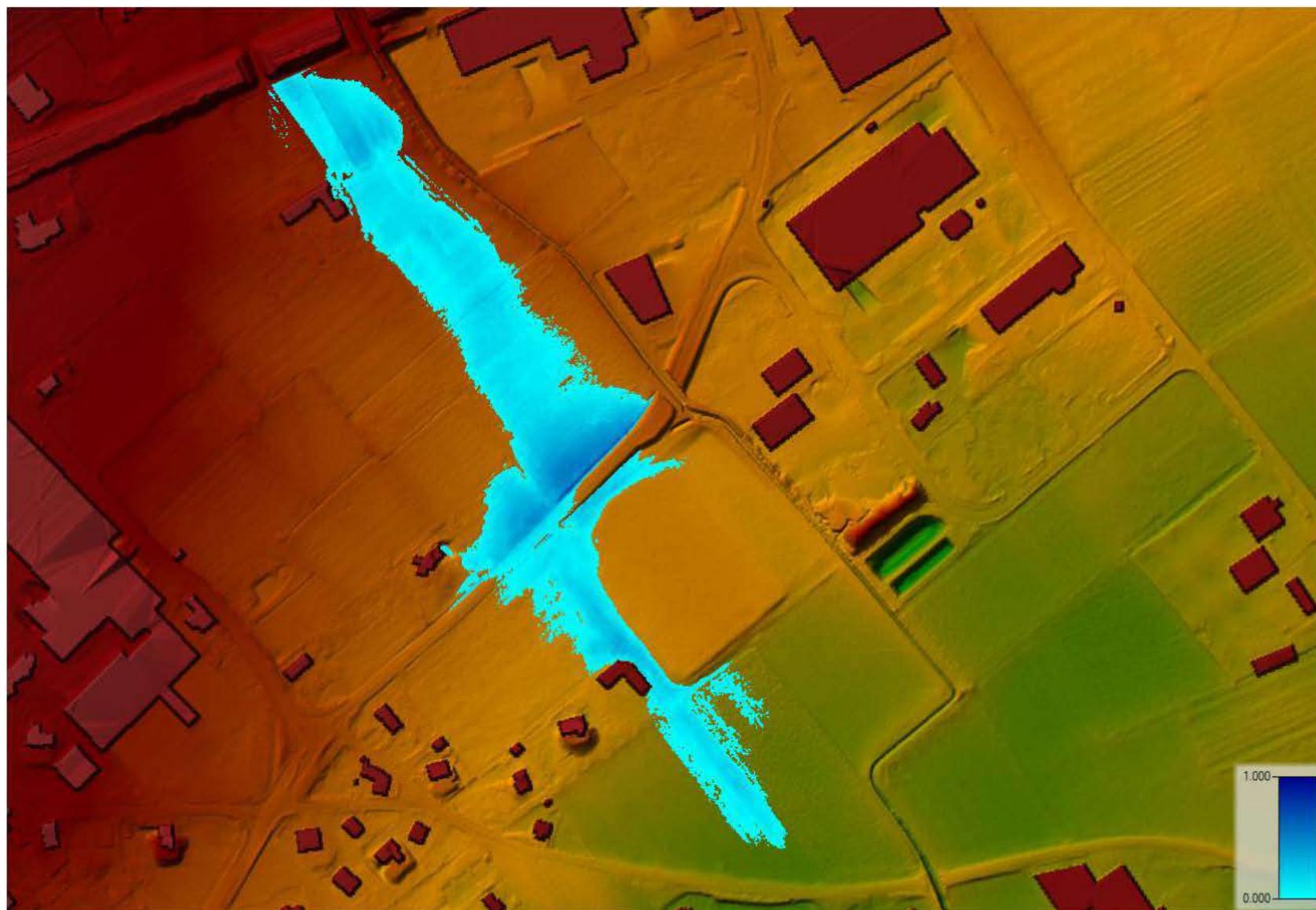


Figure 97 : Scénario 5 : Hauteurs d'écoulement

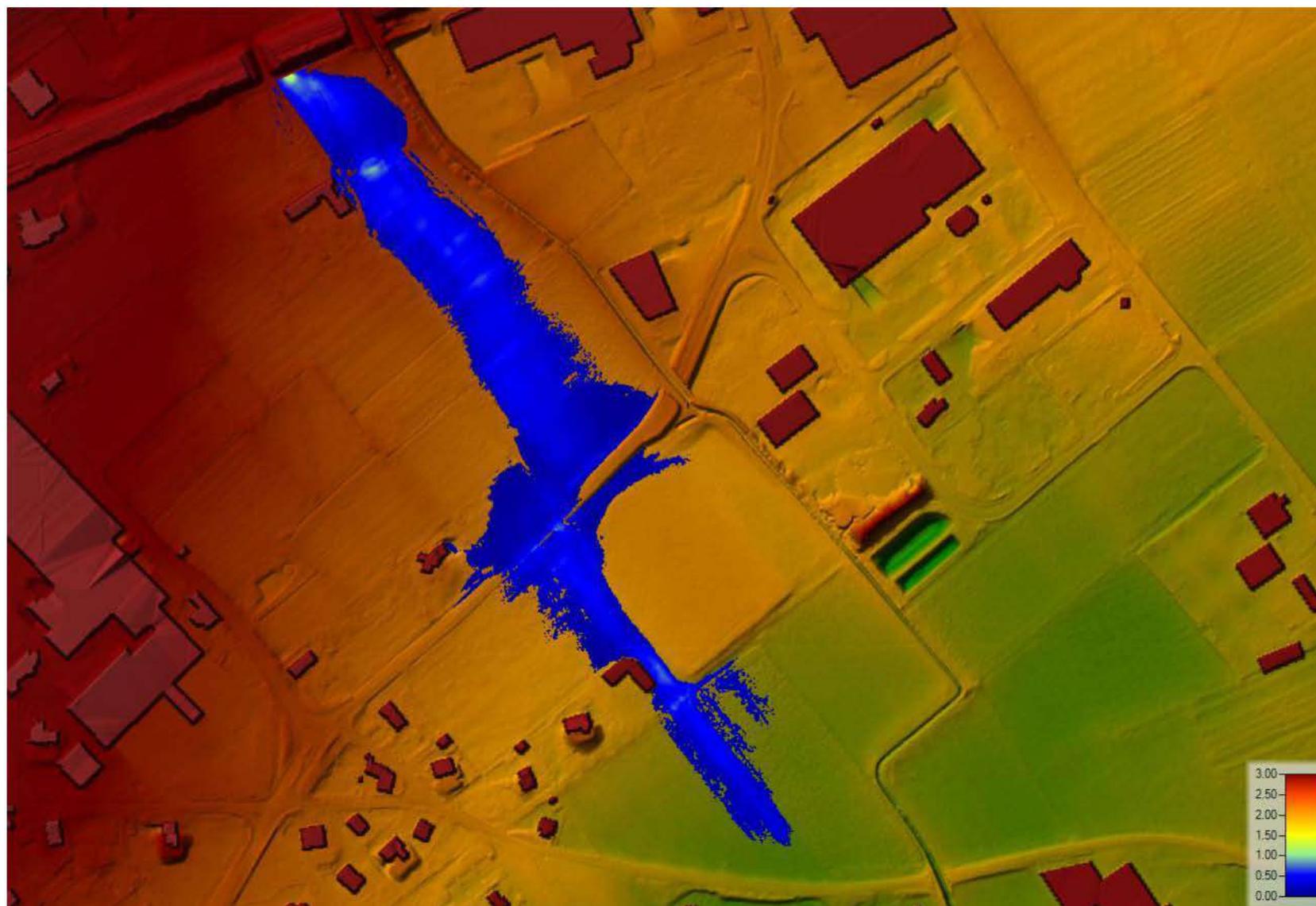


Figure 98 : Scénario 3 : Vitesses d'écoulement

V.6.2 Ruisseau des Bauches

Scénario 1 : Ce scénario correspondrait à la création d'un embâcle et/ou associé à des dépôts de matériaux obstruant le lit du cours d'eau et renvoyant du coup les écoulements sur le cône de déjection.

Scénario 2 : L'obstruction du rétablissement de la RD 1092 est quasiment inévitable en cas d'événement majeur. C'est pourquoi ce secteur a été retenu et une simulation du devenir des écoulements depuis cette zone a été réalisée.

Nota : En cas d'obstruction majeure du lit en sortie de combe, la bordure du cône pourrait être possiblement empruntée par les écoulements. La carte des aléas réalisée par AGC en 2000 avait déjà identifié cette éventualité. La probabilité est relativement faible dans la configuration actuelle avec un lit incisé, mais pourrait être plus marquée en cas de rehausse importante du lit. Le phénomène est jugé exceptionnel et n'est pas pris en compte dans la cartographie, puisque l'occurrence des deux autres scénarios est bien plus importante.

Il subsiste toutefois un aléa de ruissellement & ravinement sur le chemin, qui draine par ailleurs une bonne partie du versant qui domine le hameau. Cet aléa n'est pas cartographié dans cette étude mais pourra faire l'objet d'une mise à jour ultérieure.

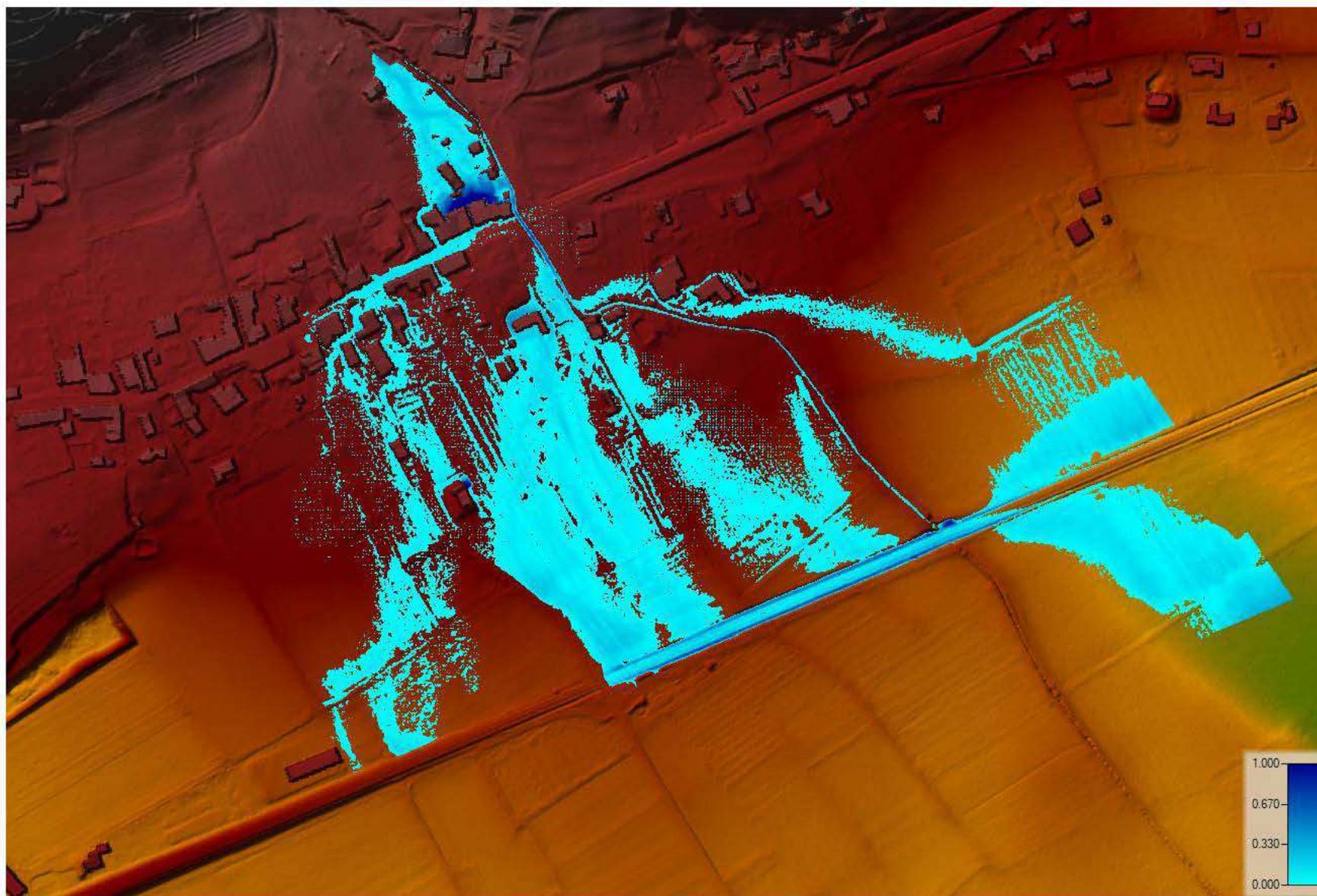


Figure 99 : Scénario 1 : Hauteurs d'écoulement

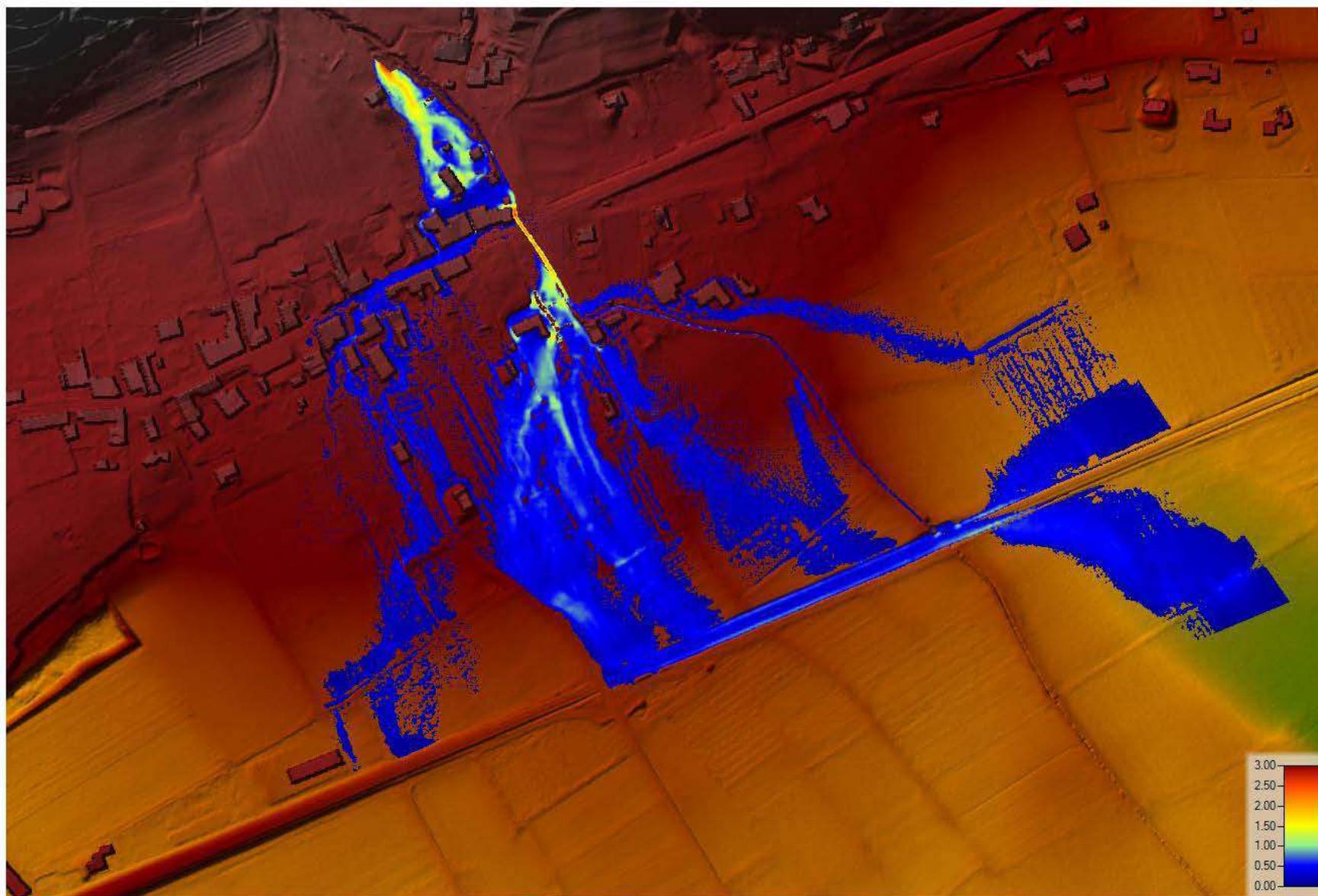


Figure 100 : Scénario 1 : Vitesses d'écoulement

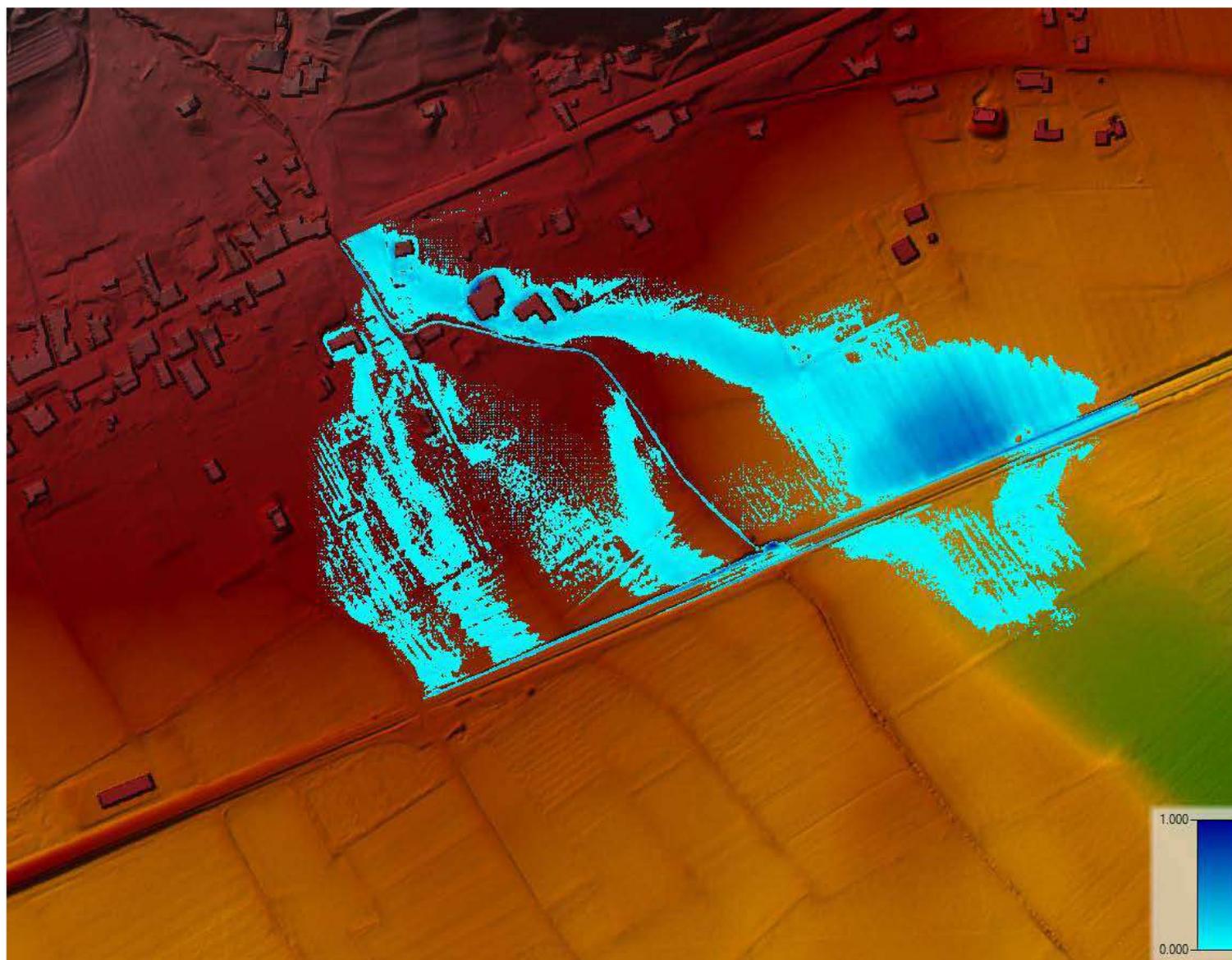


Figure 101 : Scénario 2 : Hauteurs d'écoulement

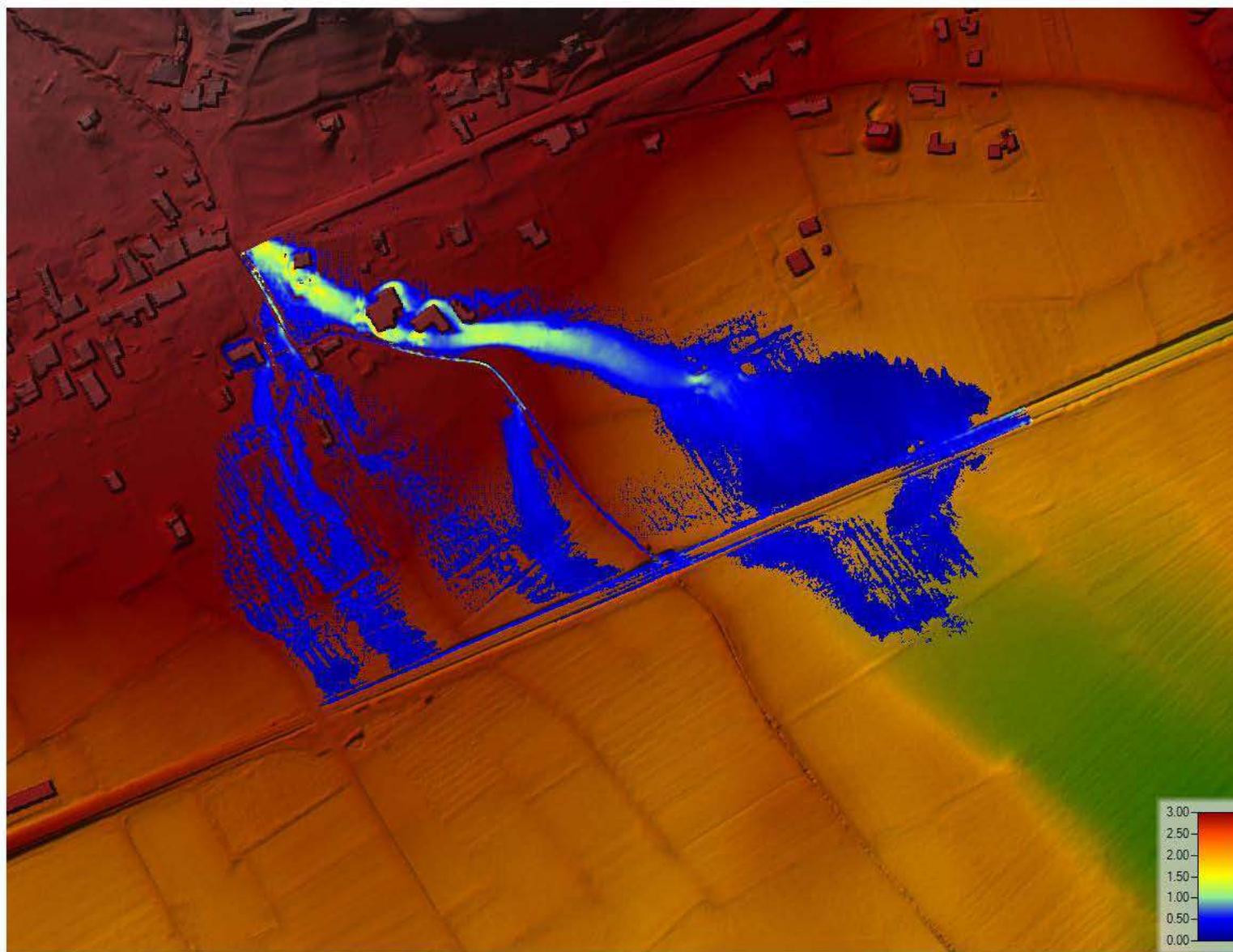


Figure 102 : Scénario 2 : Vitesses d'écoulement

V.7 Cartographie des aléas

La carte actuelle des aléas de la commune de Vinay date de 2000. Les critères de qualification de l'aléa torrentiel sont calés sur la définition de 1998. Ces critères n'ont pas évolué jusqu'en 2016.

V.7.1 Définition de l'aléa « ancienne version (1998) »

Aléa	Indice	Critères
Fort	T3	<ul style="list-style-type: none"> - Lit mineur du torrent ou de la rivière torrentielle, avec bande de sécurité et de réserve d'accès de largeur variable (généralement 10m), selon la morphologie du site, l'importance du bassin versant et la nature du cours d'eau. - Zones affouillées et destabilisées par le cours d'eau par le cours d'eau, notamment en cas de berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaise qualité. - Zones soumises à de fortes probabilités de débâcles. - Zones de divagations fréquentes du cours d'eau hors du lit mineur. - Zones atteintes par des crues passées avec transport solide important et lame d'eau de plus de 50 cm. - Zones situées à l'aval de digues jugées notoirement insuffisantes. - Ecoulements préférentiels dans les thalwegs et combes de forte pente avec transport important.
Moyen	T2	<ul style="list-style-type: none"> - Zones situées à l'aval d'un point de débordement avec possibilité de transport solide ou écoulement d'une lame d'eau boueuse de plus de 50 cm sans transport solide important. - Zones situées à l'aval de digues jugées suffisantes en capacité de transit, mais fragiles.
Faible	T1	<ul style="list-style-type: none"> - Zones situées à l'aval d'un point de débordement avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de moins de 50 cm sans transport solide important. - Zones situées à l'aval de digues jugées satisfaisantes pour l'écoulement de la crue de référence, et sans risque de submersion brutale au-delà.

V.7.2 Evolution des référentiels de définition de l'aléa

En 2016, des évolutions majeures ont été introduites, et un nouveau cadrage départemental a été produit. Les objectifs de cette évolution étaient doubles :

- Intégrer des évolutions nationales ;
- Permettre d'assouplir les conditions de constructibilité des terrains en aléa moyen, sous réserve de l'application de mesures d'intégration du risque.

C'est ce deuxième objectif qui a motivé l'application, dans le cadre de cette étude, de la nouvelle grille de qualification de l'aléa. En effet, d'un point de vue technique une grande partie des zones en aléa torrentiel moyen peuvent être adaptées au risque avec un surcoût acceptable.

V.7.3 Qualification de l'aléa « 2016 »

La définition de l'aléa actuellement demandée par la DDT de l'Isère est reprise ci-après.

V.7.3.a **Qualification de l'aléa « crues des ruisseaux torrentiels et des rivières torrentielles »**

V.7.3.a.1 Définition

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.

V.7.3.a.2 Aléa de référence

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.

Le rapport de présentation précise pour chaque zone d'affichage de l'aléa torrentiel lesquels des phénomènes cités dans les paragraphes précédents sont présents, leurs extensions et participations respectives à la qualification de l'aléa.

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, etc.) ;
- 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.

Le rapport de présentation indique les dispositifs de corrections pris en compte dans la qualification de l'aléa et la manière dont ils l'ont été.

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 classées en aléa fort les bandes de terrain au-delà du sommet de berge du lit mineur susceptible d'être concernée 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

Fort - T3

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 dès lors que si l'ensemble des critères correspondants est dépassé ou n'est pas respecté :

Critère d'intensité	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	Les phénomènes sont suffisamment progressifs pour laisser la possibilité d'anticiper et, au moins, de rejoindre une zone refuge.	Les phénomènes sont progressifs et laissent la possibilité d'anticiper pour quitter la zone menacée ou rejoindre une zone refuge et

		<p>ou</p> <p>La hauteur d'écoulement ou d'engravement dépasse 1 m.</p> <p>ou</p> <p>Les affouillements verticaux ont une profondeur supérieure à 1 m.</p> <p>ou</p> <p>La taille des plus gros sédiments transportés excède 50 cm.</p>	<p>et</p> <p>Un des seuils de l'intensité faible est dépassé, mais :</p> <p>La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 1 m.</p> <p>et</p> <p>Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 1 m.</p> <p>et</p> <p>La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 50 cm</p>	<p>La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 0,5 m.</p> <p>et</p> <p>Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 0,5 m.</p> <p>et</p> <p>La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 10 cm.</p>
	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 dans les zones de transit soit dans les zones de dépôt 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 transporté de plus de 50 cm.	La parcelle ne peut pas être atteinte par des laves torrentielles.
Effets prévisibles sur les enjeux	Espace 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 sur les parcelles exposées, 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.
	Bâtiments	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent détruire les bâtiments exposés.	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent endommager gravement les façades non	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement sont modérées et ne peuvent pas endommager des façades usuelles même non renforcées.

	<p>La ruine des constructions peut notamment intervenir sur les façades ou par sapement des fondations (les angles des bâtiments étant particulièrement menacés d'affouillement en raison des survitesses induites par la concentration des écoulements et les survitesses).</p>	<p>renforcées mais sont insuffisants pour endommager les façades renforcées.</p> <p>Les affouillements prévisibles ne sont pas assez profonds pour entraîner la ruine des constructions normalement fondées.</p>	<p>Les affouillements prévisibles sont faibles et ne peuvent pas menacer les fondations des bâtiments.</p>
Infrastructures et ouvrages	<p>Les ponts peuvent être engravés, submergés ou emportés. Les routes ou les équipements (pylônes, captages, etc.) faisant obstacle aux divagations du torrent peuvent être détruites ou ensevelies par les dépôts.</p> <p>Les voies de communication sont impraticables du fait de la perte du tracé. De longs travaux de déblaiement et remise en service sont nécessaires.</p>	<p>Les dégâts aux infrastructures, aux ouvrages et aux équipements (pylône, captage, etc.) restent modérés et leur remise en service peut être rapide.</p>	<p>Les routes peuvent être submergées mais sans endommagement et avec possibilité de remise en service rapide.</p>

Tableau II.1: Relation entre niveau d'intensité et critère d'intensité

À l'intérieur des zones d'intensité faible, seront distinguées par grandes plages homogènes les sous-zones où la hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 20 cm et 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		Intensité		
		Faible	Moyenne	Fort
Probabilité d'atteinte	Faible	Faible - T1	Moyen – T2	Fort - T3
	Moyenne	Faible - T1	Moyen – T2	Fort - T3
	Fort	Moyen – T2	Fort - T3	Fort - T3

Pour chaque zone cartographiée, il est important que le chargé d'étude décrive et affiche explicitement les critères qui l'ont conduit à retenir tel ou tel niveau d'aléa. Il doit également veiller à assurer la traçabilité de cette information, afin que des mesures adaptées à la nature et à l'intensité des phénomènes prévisibles soient définies. Un affichage possible des différents niveaux d'aléa est présenté ci-dessous à titre d'exemple. Il peut présenter un intérêt pour améliorer l'information des populations.

Aléa de référence		Intensité		
		Faible (1)	Moyenne (2)	Fort (3)
Probabilité d'atteinte	Faible (I)	Faible – T1.I	Moyen – T2.I	Fort – T3.I
	Moyenne (II)	Faible – T1.II	Moyen – T2.II	Fort – T3.II
	Fort (III)	Moyen – T1.III	Fort – T2.III	Fort – T3.III

V.7.3.a.3 Cas de l'existence d'ouvrages jouant un rôle de protection contre les crues torrentielles

En présence de tels ouvrages (il s'agit des ouvrages dits parfois de protection passive, à distinguer des ouvrages de prévention, dits parfois de protection active, ces derniers agissant sur l'aléa), deux cartes des aléas sont établies :

- une carte des aléas « sans ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations », obtenue en supprimant l'ensemble des ouvrages jouant un rôle de protection. Son objectif est pédagogique : elle permet de connaître la situation si les ouvrages n'existaient pas, et ainsi d'apprécier l'intérêt de ces derniers. Le dossier doit permettre d'identifier clairement les ouvrages effacés dans le cadre de cette carte.

- une carte des aléas dite « avec prise en compte des ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations ». C'est cette carte qui sera prise en considération en matière d'urbanisme ou pour l'élaboration d'un PPRN.

Elle résulte de la superposition d'un aléa hors sur-aléa et d'un sur-aléa, tels que définis ci-après.

Deux cas peuvent être rencontrés pour chacun des systèmes d'endiguement (tels que définis par l'article R.562-13 du code de l'environnement) et chacun des ensembles d'ouvrages jouant un rôle similaire (par exemple, remblai routier non conçu dans un but de protection contre les inondations), suivant que l'hypothèse de ruine généralisée pour l'aléa de référence peut être écartée ou non.

Par ruine généralisée, il faut comprendre soit la disparition du système de protection sur la majorité de sa longueur, soit des défaillances multiples, avec en conséquence des débits de débordement équivalents à ceux qui existeraient en l'absence du système de protection.

Cas 1 : L'hypothèse de ruine généralisée du système de protection ne peut être écartée pour l'aléa de référence :

L'aléa « avec prise en compte des ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations » résulte alors de la superposition de l'aléa hors sur-aléa, obtenu en effaçant le système de protection, et du sur-aléa correspondant aux phénomènes de sur-vitesses et d'affouillements induits à l'arrière immédiat du système de protection lors d'une défaillance (par exemple, sur-verse généralisée ou localisée, brèche localisée).

Cas 2 : L'hypothèse de ruine généralisée du système de protection peut être écartée pour l'aléa de référence :

L'aléa « avec prise en compte des protections » résulte alors de la superposition de l'aléa hors sur-aléa, correspondant à des hypothèses de brèches localisées, non simultanées, situées de façon à rendre compte des situations les plus défavorables en termes d'extension et d'intensité en tout point, et du sur-aléa correspondant aux phénomènes de sur-vitesses et d'affouillement induits à l'arrière immédiat du système de protection lors d'une défaillance.

Dans les deux cas, le sur-aléa est défini en considérant la rupture possible en tout point de la partie du système de protection mis en charge lors de l'aléa de référence, ce qui se traduit sur l'ensemble du linéaire concerné par l'affichage, à l'arrière immédiat des ouvrages, de bandes dites de précaution correspondant aux niveaux d'aléa fort et très fort. Elles sont matérialisées par des trames permettant de distinguer aléa hors sur-aléa et sur-aléa et, au sein des bandes, niveaux fort et très fort de sur-aléa.

La largeur de la bande de précaution est fixée au minimum à 50 m pour les remblais mis en charge hydrauliquement en bordure de cours d'eau, égaux ou supérieurs à un mètre de hauteur. Cette largeur peut être augmentée dans le cas d'une topographie défavorable.

V.7.3.a.4 Aléa exceptionnel

Un aléa exceptionnel (TE) doit 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).

V.7.3.b **Le ruissellement sur versant et le ravinement**

V.7.3.b.1 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 et nommées « ravinement ».

V.7.3.b.2 Principes de qualification de l'aléa

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.

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, etc.).

Les axes 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.

Axes de concentration de l'écoulement	Très fort - V4
---------------------------------------	----------------

Hors des axes de concentration de l'écoulement, les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

		Vitesse d'écoulement en m/s		
		0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1
Hauteur de submersion en mètres	0 à 0,2	Faible V1 / V1a	Faible V1	Faible V1
	0,2 à 0,5	Faible V1	Moyen V2	Moyen V2
	0,5 à 1	Moyen V2	Fort V3	Fort V3
	> à 1	Fort V3	Très fort V4	Très fort V4

À défaut de modélisation hydraulique, les hauteurs et les vitesses sont estimées 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 deux classes d'aléa au vu des incertitudes sur les valeurs de hauteur et de vitesses.

Lorsque le ruissellement sur versant résulte d'une divagation torrentielle lointaine ou de débordement éloigné d'un cours d'eau qualifié en crue rapide des cours d'eau, alors, le niveau d'aléa de ruissellement sur versant est complété par un indice T ou C, respectivement, toutes les combinaisons étant possibles.

Ainsi, un indice V1T désigne un aléa faible de ruissellement sur versant et ravinement provenant d'un débordement torrentiel et un indice V2C désigne un aléa moyen de ruissellement sur versant et ravinement provenant du débordement d'un cours d'eau non torrentiel.

V.7.4 Qualification des aléas

Les différentes investigations menées, sur le terrain, par analyse des données topographiques et par modélisation hydraulique ont été synthétisés à dire d'expert. C'est ce qui amené à produire la carte ci-après. Les différents points particuliers sont justifiés ci-après. Le lecteur est invité à se référer aux grilles de définition de l'aléa torrentiel pour les définitions des intensités et des probabilités d'atteinte.

V.7.4.a Rif de Coulanges

Remarque générale : Au regard des analyses précédentes, les ouvrages de correction torrentielles sont considérés comme fonctionnels, et bien dimensionnés. Pour le scénario de référence, une intensité faible est donc retenue, la majorité des matériaux et flottants sont stockés derrière les ouvrages. Seuls des éléments repris après les ouvrages sont considérés. Sans ouvrages, une intensité moyenne aurait été considérée.

Les différents points se rapportent à la carte page suivante.

1 : Le lit mineur des torrents ainsi que les berges sont par définition en aléa très fort T4, et ceci afin de conserver le tracé du lit du cours d'eau.

2 : Tout le long du torrent une bande d'intensité moyenne est retenue pour prendre en compte d'éventuelles incisions dans les remblais et merlons latéraux. Les écoulements seraient alors chenalisés et ne s'étaleraient pas tout de suite. La probabilité d'atteinte est moyenne.

3 : Plus loin du ruisseau, les écoulements s'étalent sans risque de chenalisation importante, la probabilité reste moyenne mais l'intensité est minimale (faible)

4 : Encore au-delà la probabilité est également minimale. L'emprise maximale correspond à l'enveloppe des scénarios modélisés, corrigés sur le terrain et à partir de la topographie.

5 : En amont de la RD 1092, la probabilité de surverse est importante au regard des faibles sections hydrauliques. De plus la route est en remblai créant une rétention en amont, intensité et probabilités moyennes ont été retenus.

6 : En aval de la RD 1092, une pente soutenue est constatée, qui induira un étalement et une évacuation rapide des écoulements. Dans ces conditions une intensité faible est retenue.

7 : Un peu plus à l'aval le terrain s'aplatit et forme une cuvette. Les écoulements auront donc tendances à s'accumuler. Les simulations mettent en évidence des hauteurs d'eau supérieure à 50 cm, d'où une intensité moyenne qui est retenue.

8 : La voie ferrée fait barrage aux écoulements, il existe donc une cuvette juste en amont de cette dernière, d'autant plus si les rétablissements inférieurs sous cette voie sont encombrés. Une hauteur d'eau supérieure au mètre est retenue, induisant un aléa fort.

9 : En rive gauche, la surverse est très peu probable en amont du cône. Néanmoins, un thalweg secondaire est clairement mis en évidence par les modélisations réalisées. C'est ce thalweg qui a tendance à faire cheminer les écoulements au loin, d'où la forte extension de l'aléa torrentiel

10 : En sortie du rétablissement inférieur de la voie ferrée, une bande d'aléa torrentiel a été continué, jusqu'à la route qui fait barrage.

11 : En aval il est difficile de préciser le fonctionnement hydraulique... La pente est quasi nulle, les hauteurs d'eau sont très faibles, et donc le moindre élément micro-topographique modifie les écoulements. De plus, outre l'étalement, on devrait s'attendre à une forte infiltration diminuant nettement les débits. C'est pourquoi, seul un ruissellement résiduel issus des écoulements torrentiels amont est conservé (V1t). On notera également qu'en cas

d'événement majeur, des apports diffus auront également lieux et des phénomènes localisés d'inondation seront à constatés indépendamment de tout apport torrentiel.

12 : La remarque précédente est également applicable à la rive gauche. L'espace de cheminement possible des écoulements est important, mais seuls des écoulements résiduels pourront être observés.

V.7.4.b Ruisseau des Bauches

Remarque générale : Contrairement au rif de Coulange, le ruisseau des Bauches n'est pas équipé d'ouvrages de gestion des matériaux et des flottants. **Les dépôts peuvent donc être nettement plus importants.**

Les différents points se rapportent à la carte page suivante.

13 : Le lit mineur et les berges sont classés en aléa très fort T4.

14 : En cas de très forte rehausse du lit du torrent par apport de matériaux, une éventuelle divagation est à craindre en rive droite. Les écoulements pourraient alors suivre le chemin, mais cela revêt un caractère exceptionnel car les écoulements devraient d'abord se rabattre sur la partie médiane du cône de déjection. Un aléa exceptionnel (TE) a donc été retenu.

15 : Au niveau du hameau de l'Allegrie, les écoulements boueux s'étalent, avec une jonction possible des débordements provenant du Rif de Coulange. Il n'y a pas de vitesses. Une intensité faible est donc retenue.

16 : Cette zone correspond à des dépôts importants de matériaux, mis en évidence et par les modèles et par l'historique. Un aléa fort T3 est retenu à l'apex du cône de déjection : hauteurs d'engravements et vitesses concourent à une intensité moyenne/forte, et une probabilité d'atteinte forte pour le phénomène de référence. Un aléa moyen T2 est retenu au-delà de la route départementale : les écoulements s'étalent, les hauteurs d'engravements et les vitesses chutent.

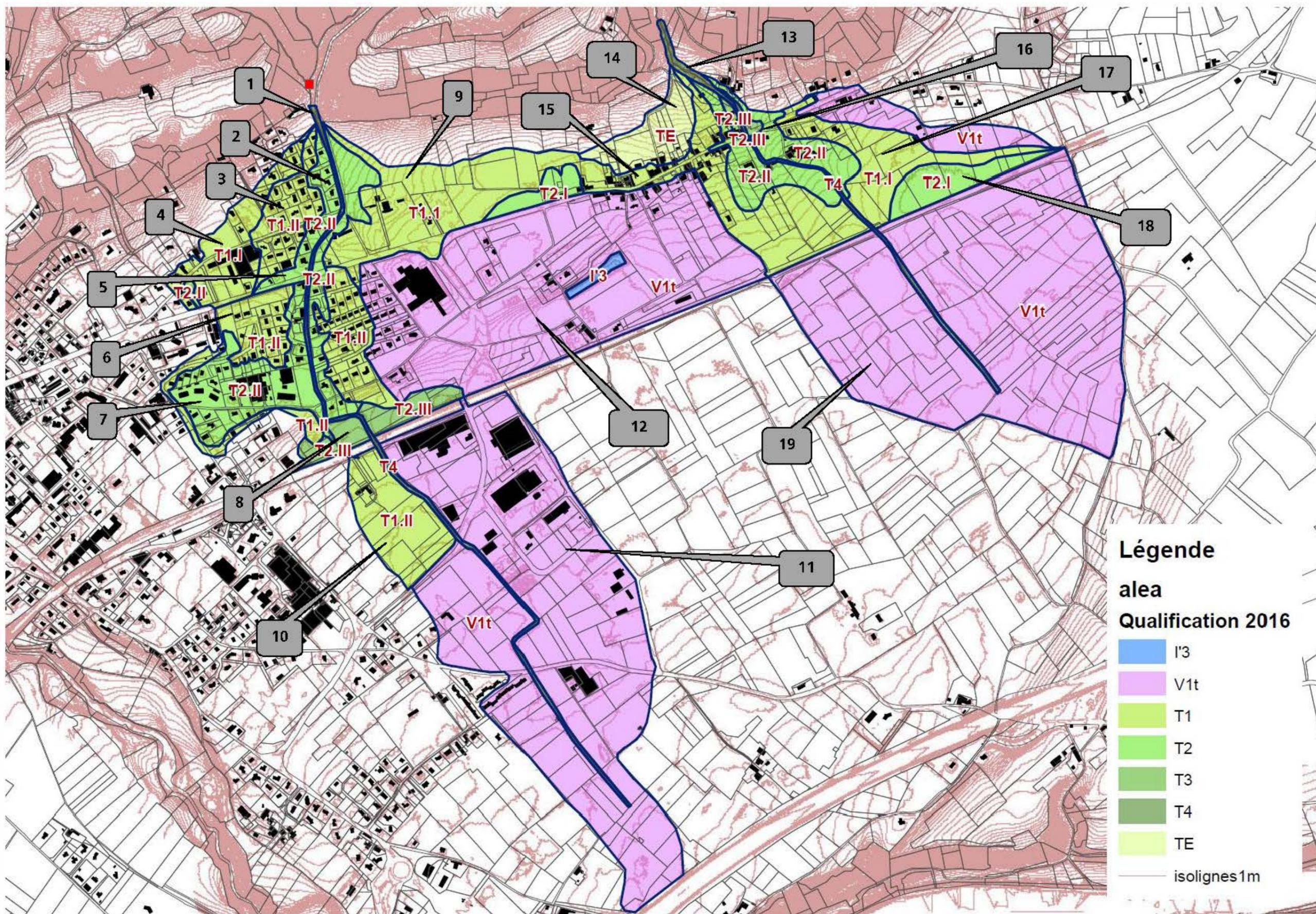
17 : Au-delà de la zone T2 le gros de la charge solide a disparu, on devrait essentiellement avoir des écoulements boueux et sableux, mais sans blocs et cailloux : l'aléa est qualifié de faible T1.

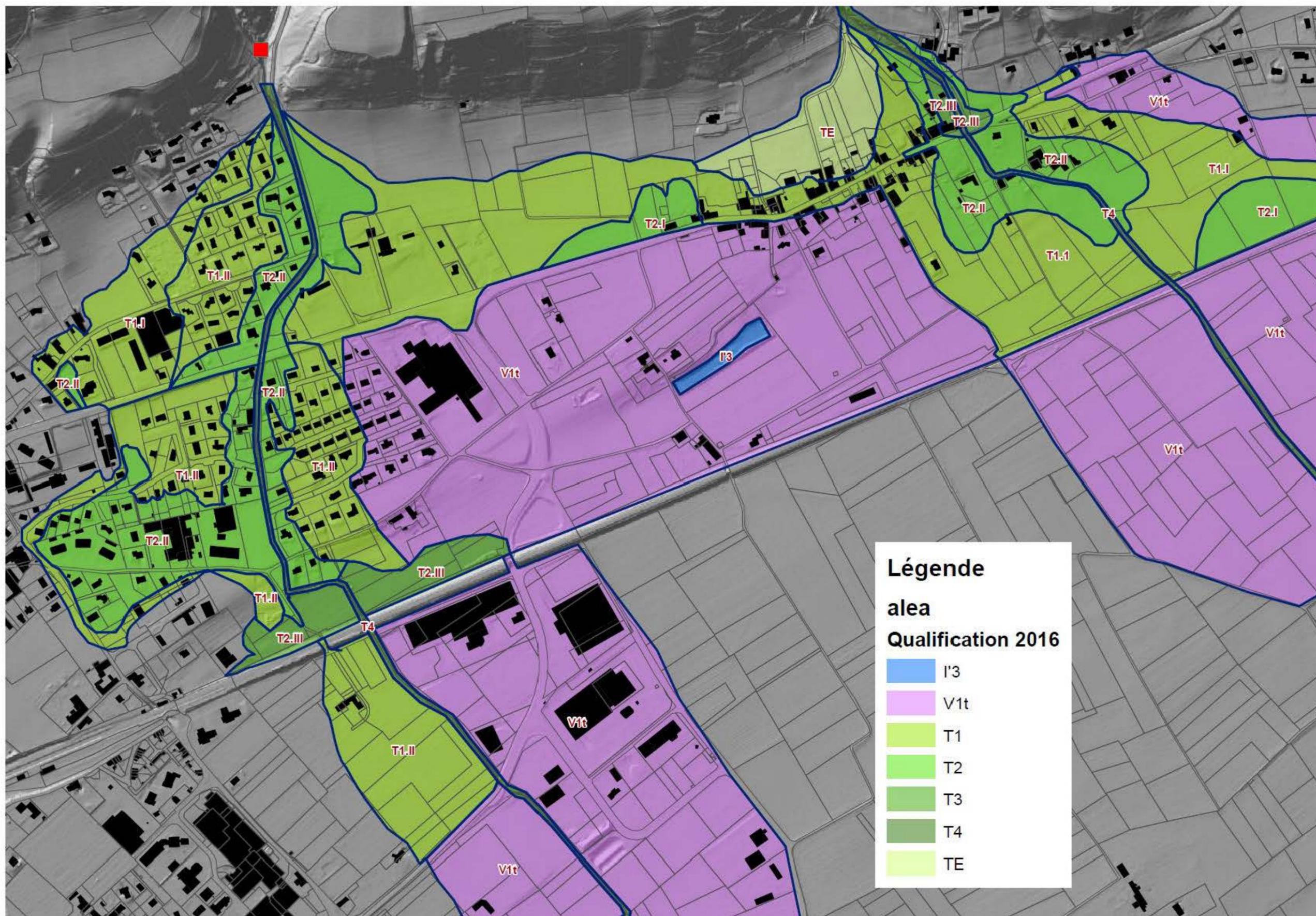
18 : Une légère dépression existe, exacerbée par la présence de la ligne de chemin de fer en remblai, la cuvette est donc matérialisée en aléa moyen T2 (intensité moyenne due à la hauteur d'eau).

19 : Comme pour l'autre torrent, à l'aval de la voie ferrée, seuls des écoulements résiduels seront à constatés, sans qu'il soit néanmoins possible de préciser finement les caractéristiques. Un aléa de ruissellement V1t est donc retenu. Il est considéré qu'au-delà de la zone V1t, les débordements de crue s'infiltreront en totalité dans la terrasse alluviale.

V.7.4.c Cartes

Pages suivantes : la première carte représente l'ensemble des zones inondées par le Rif Coulange et le ruisseau des Bauches, avec les annotations 1 à 19. L'échelle approximative est le 1/8000^e. La deuxième carte représente au 1/5000^e le détail des aléas sur les secteurs urbanisés.





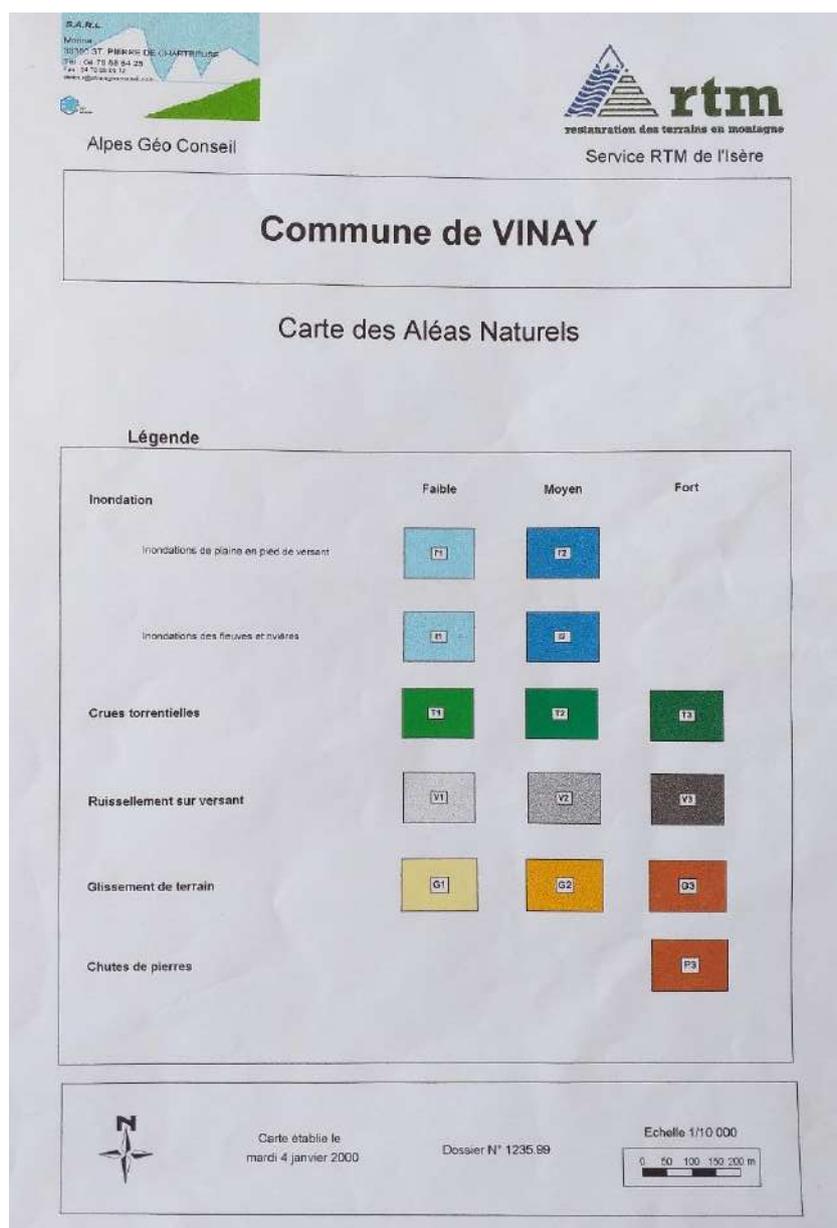


Figure 104 : Légende de la carte de 2000

V.7.4.e **Constructibilité**

Les conditions de constructibilité sont précisées par les notes de la DDT. Néanmoins, avec les nouvelles grilles, les zones urbanisées en aléa torrentiel faible et moyen (T1 et T2) sont constructibles sous conditions.