



ASPBB

Association pour la sauvegarde du patrimoine bâti breillois

06540 Breil-sur-Roya

www.ASPB.fr – contact@aspb.fr

Association loi 1901 – JO du 13 avril 2013

Conférence de consensus pour la définition d'un projet de restauration durable du village historique de Breil-sur-Roya

CAHIER DE REFERENCES N°5

Crues historiques à hauteur du village de Breil

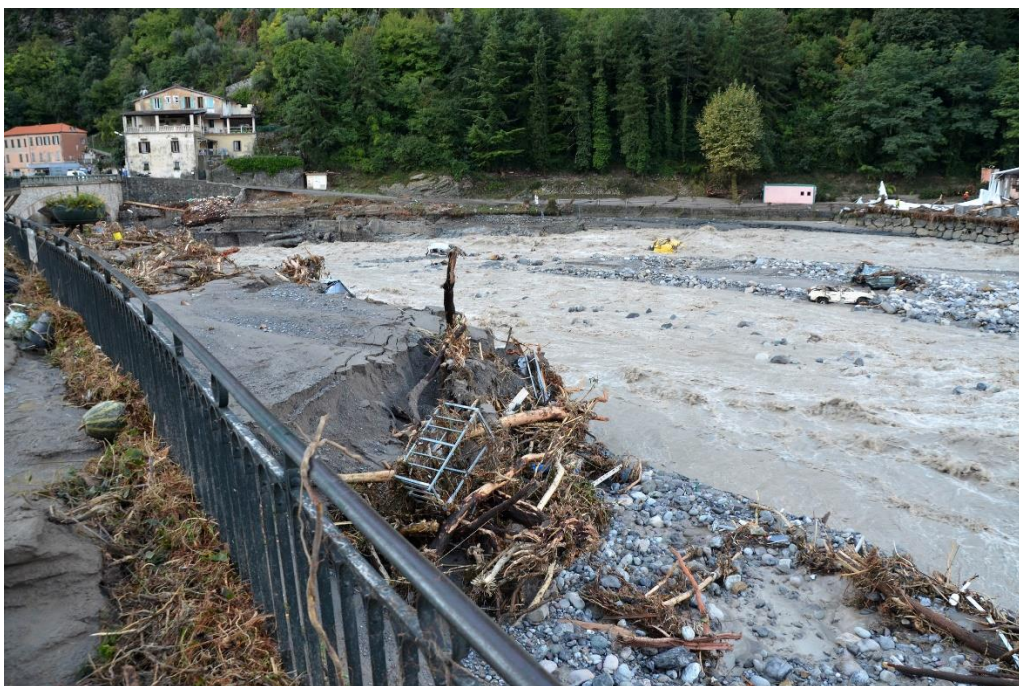
Version n° 1 en date du 16 mai 2022, susceptible d'être mise à jour

Le présent *Cahier de références*, est un document d'informations descriptives compilées par des Breillois impliqués en 2022 dans le processus de *Conférence de consensus* pour la restauration durable du village de Breil, centre historique très impacté par une succession de circonstances destructrices, jusqu'à son inimaginable submersion partielle le 2 octobre 2020.

Le présent cahier n°5 a vocation informative du grand public. Il liste les crues documentées des XIXe, XXe et XXI siècles, et compile les informations plus ou moins complètes les décrivant, ainsi que leurs conséquences connues.

Les questionnements de l'atelier 1 sont présentés par ailleurs.

Sauf mention en fin de légende, les photos et autres documents présentés sont issus des archives de Breillois, et libres de droits pour un usage non commercial, avec la mention : Document ASPB-Conférence de consensus.



La Roya face au village de Breil, le 3 octobre 2020.

Sommaire

1. Définitions préliminaires	3
2. Crues historiques jusqu'à 1926	5
2.1. Protection des fondations de l'église au moins depuis le XVIIe siècle	5
2.2. Protection de l'actuelle place Brancion suite à la grande crue de 1836	6
2.1. Protection globale du village suite à la crue de 1882	8
2.2. Etablissement du niveau du lac « contractuel » suite à la crue de 1914	9
2.3. Stratégie de protection du village suite à la crue du 21 novembre 1926	10
3. Informations succinctes relatives aux crues récentes « ordinaires »	12
3.1. Crue du 10 novembre 1951	12
3.2. Crue du 8 octobre 1979	12
3.3. Crue du 28-30 septembre 1991	12
3.1. Crue du 13 septembre 1993	12
3.2. Crue du 5-10 octobre 1993	13
3.3. Crue du 6-13 janvier 1994	13
3.4. Crue du 4-6 novembre 1994	13
3.5. Crue de 1995	13
3.6. Crue du 5-7 novembre 1997	13
3.7. Crue du 23-24 octobre 1999	14
3.8. Crue du 5-6 novembre 2000	14
3.9. Crue du 23 novembre 2000	14
3.10. Crue du 15-16 novembre 2002	14
3.11. Crue du 31 octobre – 1 ^{er} novembre 2003	14
3.12. Crue du 24 novembre 2016	14
3.1. Crue du 5 mai 2018	16
4. Crue de la Tempête Alex des 2-3 octobre 2020	17
4.1. Estimation des débits sur la Roya	17
4.2. Problématique majeure de transports solides	17
4.3. Niveau de la crue dans le village	18
4.4. Observations présentées par ONF – RTM, Atelier d'appui à la Gemapi	19
4.4.1. Infos diverses	19
4.4.2. Dépôts de sédiments mesurés après la crue	19
4.4.3. Eléments de diagnostic et recommandations	21
5. Retour d'expérience de la crue du 2 octobre 2020 à Breil-sur-Roya	22
5.1. La pratique des <i>Retours d'expériences</i> post-catastrophe	22
5.2. Retour d'expérience de la crue du 2 octobre 2020 dans la Roya	22

1. Définitions préliminaires

Crue

Une crue est une augmentation non courante du débit moyen (exprimé en m³/s) d'un cours d'eau. Elle se traduit par une élévation de la hauteur d'eau, des vitesses d'écoulement et des transports solides. Elle peut générer un phénomène d'inondation des berges.

Embâcle / débâcle

L'embâcle correspond à l'obstruction d'un cours d'eau par accumulation locale de matériaux divers (glissement de terrain encombrant le lit, accumulation de débris divers au niveau d'un obstacle). Une retenue d'eau se forme à l'amont de ce barrage naturel qui peut rompre sur un point faible, ou sous l'effet de l'augmentation de la pression hydraulique : c'est la débâcle.

Cette rupture brutale peut donner naissance à une onde de crue, ou à une lave torrentielle dévastatrice. Une rupture d'embâcle peut se produire plusieurs jours après une période de pluies exceptionnelles ou l'apparition d'un mouvement de terrain.

Crue torrentielle

Le régime torrentiel d'un cours d'eau est notamment lié aux fortes pentes en montagne. L'écoulement des eaux pendant les violentes précipitations saisonnières, depuis les versants (ruissellement) vers les ravines, est très rapide. Les lits étroits en fonds de ravines et vallées favorisent une rapide montée des eaux, ainsi que la formation d'embâcles, dont la rupture brutale augmente les effets destructeurs.

Charriage

Processus de déplacement des sédiments sous l'effet de l'eau. Les particules fines sont en suspension dans le courant, alors que les éléments massifs restent en contact avec le sol, et se déplacent en roulant ou par rebonds, de manière relativement lente et discontinue.

Lave torrentielle

Une lave torrentielle se forme lorsque la proportion de matériaux solides (limons, sables, graviers, roches...) dépasse largement celle de l'eau dans une rivière en crue. L'écoulement dans le lit d'un cours d'eau devient visqueux ce qui augmente ses effets et favorise les embâcles. Le décapage des versants pendant les très fortes pluies initie ces vagues destructrices qui érodent les berges alluvionnaires, ce qui augmente encore leur volume.

La pente (qui donne de l'énergie au déplacement) et les trois éléments principaux (eau, sédiments et blocs) déterminent les propriétés générales de ces écoulements, leurs proportions se traduisant par des modes différents d'écoulement qui peuvent atteindre plusieurs mètres de haut.

Lorsque la boue formée par l'eau et les sédiments fins atteignent une densité suffisante pour entraîner graviers et roches, la lave torrentielle peut déplacer des blocs de plusieurs tonnes.

La sédimentation et la ségrégation des matériaux pendant la progression de la lave forment :

- un *front* de lave, partie avant de la masse en mouvement ;
- des bourrelets latéraux formant des dépôts de matériaux généralement plus grossiers ;
- le *corps* de la lave torrentielle ;
- une *queue* généralement plus fluide, qui se rapproche plus du charriage.

Lorsque le front de lave rencontre un obstacle, comme un pont ou un rétrécissement, si l'obstacle n'est pas détruit, le front est bloqué et une sorte de rampe se forme par accumulation des matériaux, provoquant des débordements sur les berges pendant que le charriage passe par-dessus cet obstacle.

La poursuite de la crue liquide recreuse un lit dans les dépôts, éventuellement déplacé sur la berge.

Inondation

L'inondation désigne une submersion liée au débordement de cours d'eaux en crue.

Lit mineur d'une rivière

Emprise d'écoulement plus ou moins haute des eaux, en temps ordinaire.

Lit majeur d'une rivière

Emprise du cours d'eau pendant les fortes crues (submersion, divagation sur les berges...).

Le lit majeur peut comprendre deux zones :

- une zone d'écoulement, au voisinage du lit mineur, où le courant a une forte vitesse ;
- une zone de stockage des eaux sur les berges, où la vitesse est faible. Ce stockage permet le laminage de la crue, c'est-à-dire la réduction de la montée des eaux en aval.

Evaluation de la zone inondable d'une rivière

Les limites externes du lit majeur d'un cours d'eau sont généralement constituées à partir de la courbe enveloppe des crues passées de ce cours d'eau (inclus les observations de dépôts anciens).

Exemple de démarche pour déterminer une zone inondable. (Source BRGM)

- Etape 1 : à l'aide des photographies aériennes, du modèle numérique de terrain et de l'étude du terrain, identification des cours d'eau : lit mineur, majeur
- Etape 2 : analyse des données pluviométriques et hydrométriques : évaluation du débit moyen des rivières, si possible en crue décennale, en crue exceptionnelle (cinquantennale ou centennale).
- Etape 3 : Recueil sur le terrain et enquêtes auprès de la population des informations sur les crues historiques.
- Etape 4 : Localisation des principaux ouvrages le long des cours d'eau : pont, canalisation, seuil, bassin de rétention.
- Etape 5 : La cartographie des principales ravines susceptibles de donner lieu à des débordements a été réalisée à l'aide du MNT, des photos aériennes et des traitements morphologiques réalisés sous SIG (cf §O)
- Etape 6 : A l'aide des photographies aériennes en vision stéréoscopiques, tracé des zones d'aléa inondation.
- Etape 7 : Vérification sur le terrain des cartes d'aléa, et finalisation.

Aléa inondation

Probabilité d'occurrence d'un événement pour une intensité donnée.

Définition des niveaux d'aléa inondation retenus par le BRGM

	Cartographie	Caractéristiques hydrogéomorphologiques	Caractéristiques hydrauliques
Aléa fort :	enveloppe des crues fréquentes (en principe décennale).	La cartographie englobe en totalité le lit mineur et pour partie le lit majeur (notamment, les zones de rétention d'eau, les zones où les berges limitant lit mineur et lit majeur paraissent assez instables).	Les zones d'aléa fort correspondent aussi aux zones où la vitesse sera forte (supérieure à 1m/s) et la hauteur d'eau généralement supérieure à 1m.
Aléa moyen :	zone de débordement hors lit mineur des crues exceptionnelles (cinquantennales ou centennales).	Il s'agit généralement du lit moyen ou bien des zones de dérivation du cours en cas d'épisode exceptionnel (à probabilité d'apparition faible mais avec une intensité du phénomène élevée, c'est-à-dire à forte vitesse et/ou hauteur d'eau).	Ce sont le plus souvent les zones de vitesse et de hauteur d'eau moyenne en cas d'épisode relativement fréquent (décennal) ou bien de forte vitesse en cas d'épisode exceptionnel.
Aléa indifférencié (ravines)		Il s'agit de petites ravines avec des cours d'eau de faible débit ou sec en temps normal. Certaines peuvent avoir un lit peu marqué dans la topographie. En cas de fortes pluies, ces ravines peuvent néanmoins drainer brutalement une grande quantité d'eau.	

2. Crues historiques jusqu'à 1926

2.1. Protection des fondations de l'église au moins depuis le XVIIe siècle

Les crues très anciennes sont peu documentées. Charles Botton (Histoire de Breil et des Breillois) mentionne la destruction du pont des Sélés par une crue, le 21 septembre 1338. Il s'agissait alors d'un pont en bois, situé au nord de l'actuel pont Supérieur. Dans le magazine *Le Haut-Pays* n°27 (décembre 1993), Il mentionne une crue en 1527, ayant occasionné de graves dommages dans toute la Roya. Deux autres crues importantes sont documentées à La Brigue (Levenza), le 3 novembre 1538, occasionnant la destruction d'une soixantaine de maison selon les historiens, et avant 1710, année de reconstruction du pont du Coq qui avait été détruit par les flots. L'importance des dommages dans cette commune pourrait indiquer que le flot arrivé au verrou de Breil était abondant.

La question de l'implantation des maisons du village de Breil en bord de rivière (extension du village initial vers le Nord au moins dès le XIVe siècle) à l'abri des crues a été posée.

Le premier document qui atteste formellement la présence d'un ouvrage protecteur contre les crues au village est le plan des fortifications du village et du château de Breil dressé en 1692 par l'ingénieur de La Berrie, pendant une occupation française (1691-1696). On y voit une digue destinée à éloigner les flots de la Roya des fondations de l'église alors en chantier de reconstruction. On ignore si cette digue était déjà présente auparavant, pour protéger l'église antérieure.

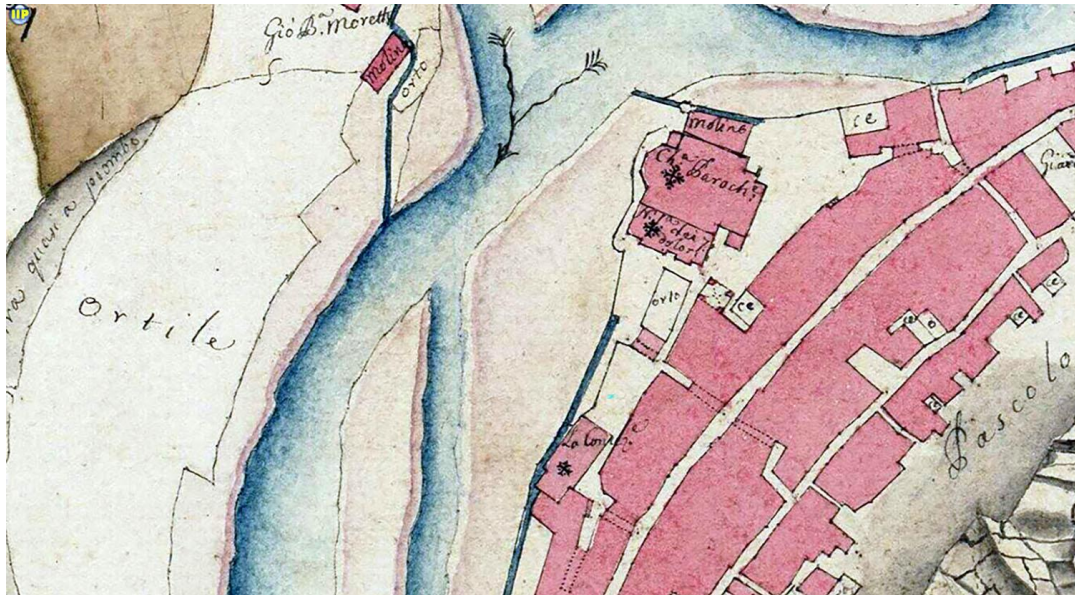
Elle a vraisemblablement été construite suite à une crue qui aurait provoqué des affouillements sur ce secteur de confluent.



Le plan de Broglio (Extrait) montre les limites de la zone bâtie du village et des fortifications en 1692. Il localise l'église Santa-Maria et la chapelle mitoyenne en reconstruction. (Archives Armée de terre)

Cette digue est également représentée sur un plan établi en 1773, ainsi que les murs de soutènement des canaux, qui marquaient la limite entre berge naturelle et village. La conception et la localisation de ces canaux maçonnés prenaient vraisemblablement en compte les crues connues.

Les vestiges de la digue de protection de l'église et de la berge aval ont été visibles jusqu'à la construction du Bd Rouvier, puis son élargissement à cet endroit.



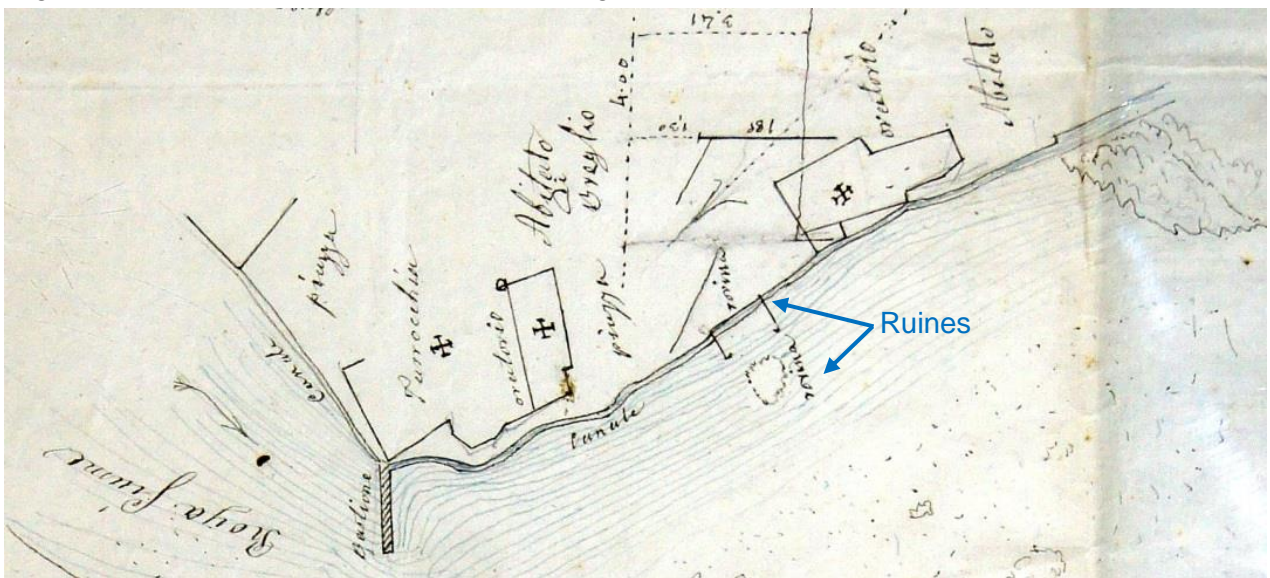
Extrait du Plan de Breil de Filippo Amoretti, daté du 25 juin 1773 (Nord à droite). On y voit les canaux maçonnés en bord de rivière et la digue de protection de l'église et du moulin mitoyen au nord. (Collection Archives de Turin)

2.2. Protection de l'actuelle place Brancion suite à la grande crue de 1836

Les archives de l'époque Sarde déposées aux ADAM, compilées par Charles Botton, font état de la crue de 1836, qui le 12 octobre avait submergé une partie des jardins de l'Isola et emporté la moitié de la maison Tosello située entre l'église et la chapelle Sainte-Catherine. L'eau avait atteint les fondations ouest de cette dernière.

A cette époque, l'actuelle place Biancheri (qui a été submergée à hauteur de 2,30 m en 2020, mesure prise sur la chapelle Sainte-Catherine) et l'actuelle place Brancion (submergée à hauteur de 1,10 m, mesure prise sur la chapelle de la Miséricorde) étaient en pente vers la rivière qui était plus large.

Il faut noter qu'en l'absence d'embâcle au niveau du confluent de la Lavina et d'obstacle sous le pont Inférieur qui avait alors une ouverture plus importante (voir cahier de références n°6), l'église et les deux chapelles avaient été épargnées.



Extrait d'un plan de 1837. Le plan représente le lit supérieur de la Roya pendant la crue de 1836, qui avait atteint les murs de soutènement des canaux des moulins du village. Le plan localise deux ruines, près du canal, dues à la crue. Les fondations du mur ouest de la chapelle Sainte-Catherine furent également menacées selon une archive de la Confrérie. (Archives municipales / ADAM)

Dépôts de
sédiments en
rive droite

Ruines
provoquées
par la crue du
12 octobre
1836

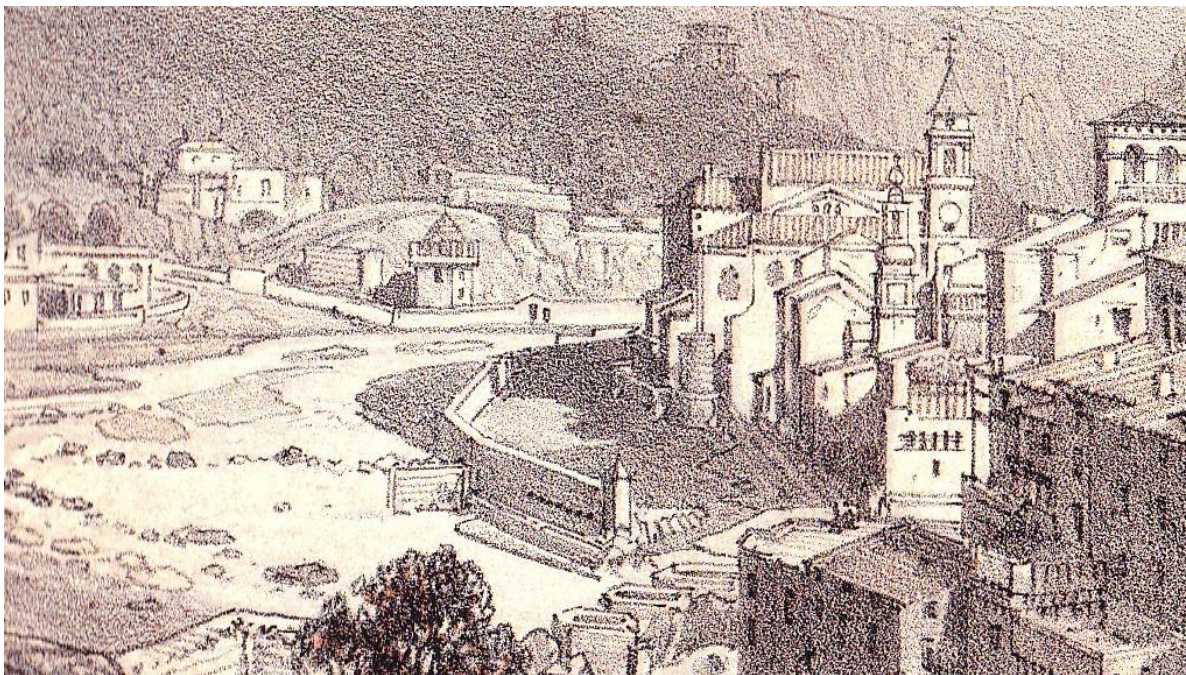


Représentation du village vu du Sud vers 1840. Les sédiments visibles en rive droite correspondent au cône de déjection de la Lavina, qui avait vraisemblablement produit une lave torrentielle en 1836. (Col. Commune de Breil).

Le conseil communal décida la construction d'un mur protecteur de cette partie du village.

C'est finalement en 1854 qu'un mur de protection courbe, doté de contreforts, fut construit pour protéger le secteur contre les crues tumultueuses de la Roya et de la Lavina. Ce mur est encore visible à l'extérieur de l'actuelle place Biancheri. Une gravure de 1860, réalisée à l'occasion du rattachement de Breil à la France, montre ce mur, qui démarrait au nord contre le chevet de l'église, et s'arrêtait au sud avant les bassins de décantation des moulins et la surverse du canal. Le lit de la rivière avait été redéplacé vers l'ouest.

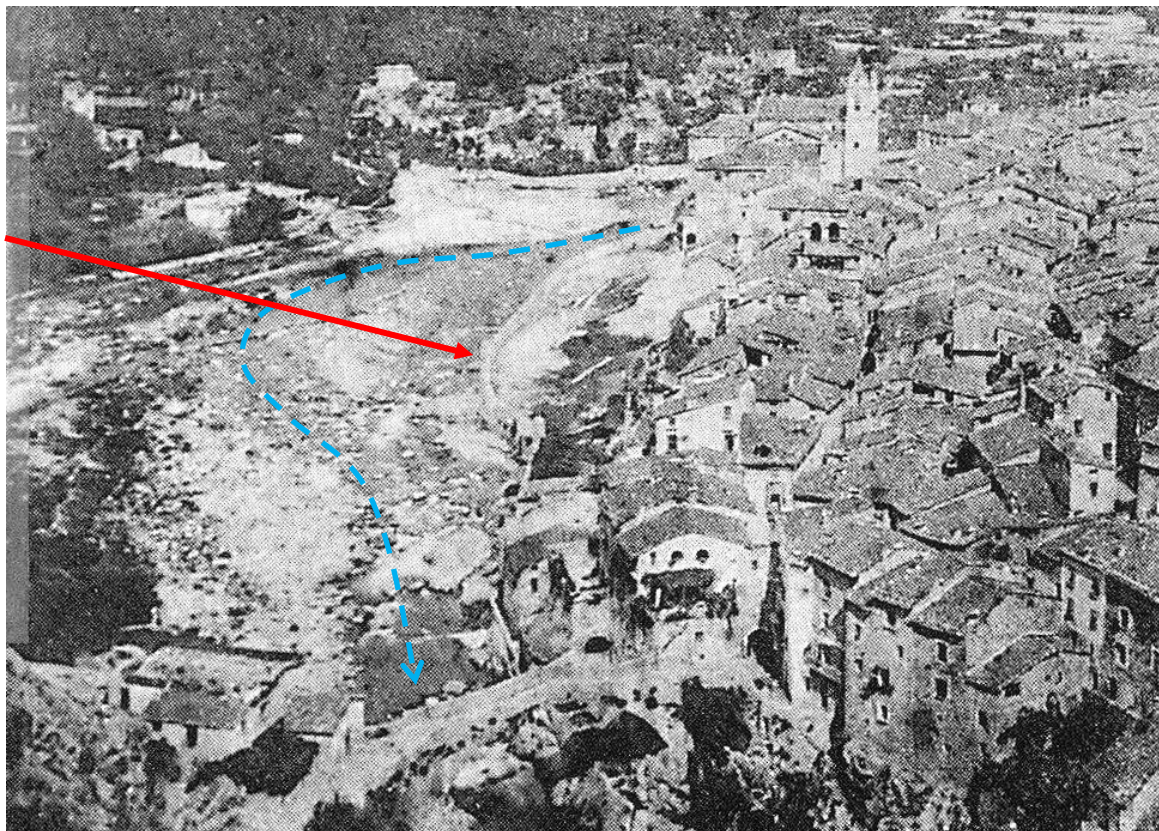
On y observe également que le sud du quartier isola avait également été protégé par un mur longeant la Roya et la Lavina.



Extrait d'une gravure de l'album Nice et Savoie édité à l'occasion du rattachement, en 1860. On y voit le mur de protection contre les crues construit en 1854, encore en place de nos jours. La place Biancheri n'avait pas encore été remblayée. (Collection JL Taylor)

La photographie suivante, prise vers 1875-80, montre également la digue de 1854.

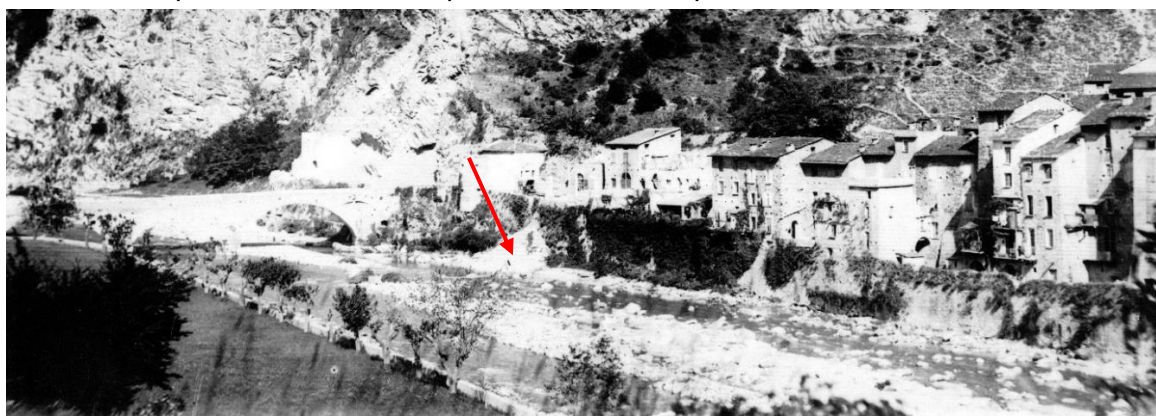
Mur
de
1854



Vue de Breil vers 1875-80. On observe la largeur du cône de déjection de la Lavina, à son confluent avec la Roya. (Col. Charles Botton)

2.1. Protection globale du village suite à la crue de 1882

Le 27 août 1882, une autre forte crue de la Roya a endommagé les enrochements qui protégeaient la base de l'ancien mur rempart entre le pont supérieur et l'église. Ce mur servait de fondation à plusieurs bâtiments qui furent menacés par un ou des affouillements.



Vue du mur-rempart au nord du village, servant de fondation aux bâtiments qui s'y trouvent encore, peu après la crue de 1882. Sous la flèche, une zone visiblement effondrée. (Collection JL Taylor)

Un projet de travaux pour la protection du village fut lancé (*Ref. Archives Communales de Breil, registre n°4, délibération n°259*).

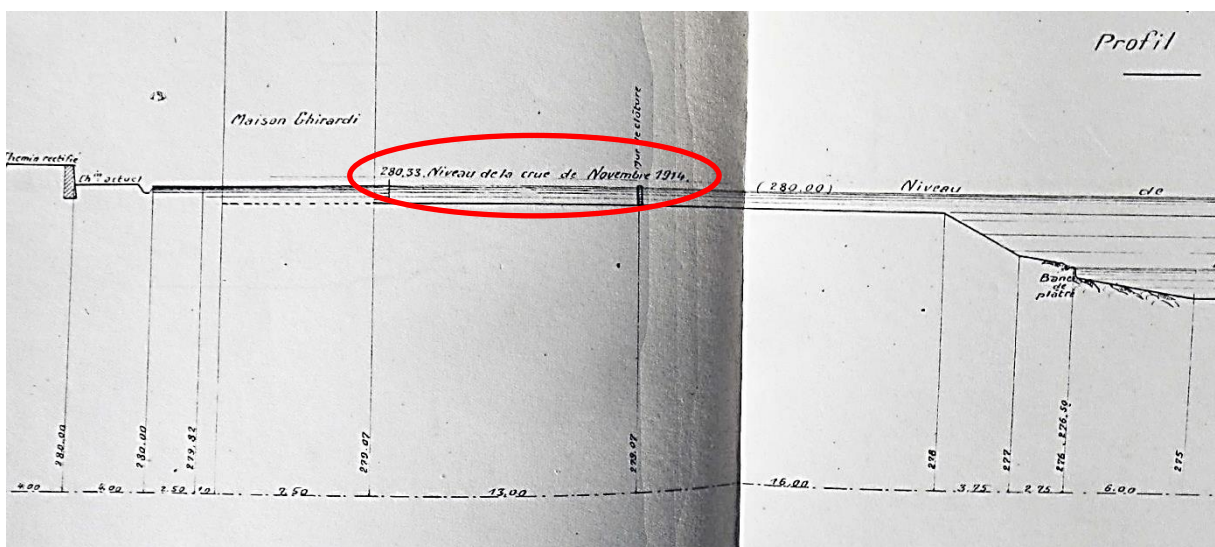
Entre 1888 et 1893, le boulevard Rouvier fut construit le long du village, plutôt qu'en rive droite, pour résoudre le besoin de voirie carrossables en même temps que la protection des ouvrages. Après la mise en place du mur de soutènement, la route et les places furent remblayées supprimant les pentes vers la rivière. Les fondations des constructions exposées furent ainsi protégées des crues de la Roya, dont la largeur fut réduite.



Vue d'ensemble en 1895, de l'îlot de l'église et de la route récemment achevée. A droite, sur une arête rocheuse, les vestiges de la digue historique qui éloignait les eaux de la Roya de l'église, disparus dans l'élargissement du virage en 1985. (Collection JL Taylor)

2.2. Etablissement du niveau du lac « contractuel » suite à la crue de 1914

Le plan topographique levé en 1925, avant la crue de 1926, pour fixer les règles d'entretien du lit de la Roya face au village (curage des dépôts de sédiments occasionnés par la retenue hydroélectrique, et niveau maximum de cette retenue) mentionne le niveau atteint par une crue qui s'est produite en novembre 1914, à 280,33 m NGF, et fixe la hauteur maximum de la retenue à l'altitude 280 m NGF.



Profil G, extrait du plan topographique du lit de la Roya face au village, levé en 1925. (Archives ADAM)

2.3. Stratégie de protection du village suite à la crue du 21 novembre 1926

Avant la tempête Alex de 2020, la crue de référence au village était celle de 1926, avec un débit de pointe estimé à 900 m³/s. Selon la photo suivante, et selon des témoignages d'époque, la Roya est montée au niveau de la place Biancheri qui n'a cependant pas été submergée.

Le pont Charabot initial avait été construit un an auparavant, en 1925, à l'aval immédiat du confluent avec la Lavina. Bien que conçu avant la grande crue de 1926, il avait pris en compte le volume des crues majeures connues, voire le dépôt des laves torrentielles au confluent de la Roya et de la Lavina, afin de prévenir les embâcles. La portée de ce pont suspendu était de 45 m entre les deux culées, et à l'époque la hauteur libre moyenne était supérieure à 5,5 m (référence : relevé topographique du lit de la rivière de 1925, ADAM, voir cahiers de références n^{os} 4 & 6).



Vue du pont Charabot pendant la crue de 1926..

La grande crue de 1926, a retardé le chantier de la retenue sur la Roya, destinée à alimenter l'usine hydroélectrique de Breil (quartier Arbouset). La Préfecture des Alpes-Maritimes avait alors imposé la création des deux tunnels évacuateurs de crues pour écrêter la montée des eaux, en amont du village, pour compenser le rétrécissement du lit dans le verrou « du pont Inférieur ».

La convention visant la réalisation et la gestion des installations hydro-électriques de Breil a été signée le 4 août 1928 entre le Ministre des travaux publics et la Société hydro-électrique du Sud-Est. Le décret d'utilité publique, accompagné du *cahier des charges* de l'exploitant, fut signé par le ministre le 17 janvier 1929, et enregistré le 18 février 1929 au bureau des actes administratifs.

Le cahier des charges cadrait l'incidence de la construction de la retenue d'eau, sur l'écoulement de la Roya et l'exposition des ouvrages riverains.

La première préoccupation était que la réduction locale du gabarit du lit, sur une étroitesse, par des ouvrages permanents (retenue ouverte), ne fasse pas monter davantage les eaux de la rivière en cas de crue aussi importante que celle de 1926, et détruise des ouvrages, dont les berges et les ponts.

La seconde préoccupation était que l'accumulation prévisible des dépôts sédimentaires dans le tronçon submergé de la Roya, face au village, en raison de la suppression du courant, réduise la hauteur disponible pour le passage des crues, et favorise la submersion des berges pour des volumes d'eau plus faibles que la crue de référence.

L'Article 6 imposait la possibilité d'écoulement d'une crue de 900 m³/s sous le pont Charabot, sans que le niveau y dépasse la cote +282 m NGF (un mètre en dessous du point le plus bas du village, 283 m NGF, au sud de la place Biancheri), d'où la réalisation des deux tunnels écrêteurs de crues.

L'article 12 attribuait à l'exploitant la responsabilité de prévenir les avaries potentielles aux routes et places du village, en raison de la remontée des eaux vives et de la nappe, et de la modification des conditions d'écoulement du torrent.

Les murs de soutènement de la RN 204 entre le pont inférieur et le pont supérieur de Breil, ainsi que les murs de soutènement appartenant à la commune de Breil seront désormais entretenus, renforcés et consolidés pendant toute la durée de la concession par les soins et aux frais de la société concessionnaire.

L'article 16 attribuait à l'exploitant la responsabilité de l'entretien du lit de la rivière pour prévenir son comblement et la remontée du lit majeur le long du village, la référence étant le lever topographique de 1925 (voir cahier de références n°4).

Le concessionnaire sera tenu d'enlever les dépôts qui se formeront dans la retenue de façon à maintenir le fond du lit dans un état aussi favorable à l'écoulement des eaux qu'avant l'établissement du barrage de prise sur la section de rivière comprise entre le pont supérieur de Breil et le barrage. En aucune période la ligne d'eau dans cette section ne devra, toutes vannes ouvertes, être située au dessus de la ligne d'eau correspondant au même débit et à l'état antérieur à la construction du barrage.

L'article 31 limitait la durée de la concession au 31 décembre de la 75^{ème} année après l'achèvement contractuel des travaux et l'article 32 précisait la procédure de renouvellement de la concession.

Le pont Charabot a été détruit en juin 1940. Un ouvrage « temporaire » a été construit en 1941, avec deux piles fondées peu profondément dans le cours d'eau. Détruit à nouveau en 1945, il a été reconstruit en 1946 sur ces mêmes piles.

N-B : En 1931-1935, ce même souci de libérer le lit de la Roya avait conduit à remplacer le pont Supérieur. Un vaste arc, franchissant la berge inondable en rive droite, avait ainsi été réalisé. Egalement détruit pendant la guerre, et temporairement reconstruit sur piles, le pont Supérieur actuel a rétabli comme un vaste arc, en 1951-1952, contrairement au pont Charabot, qui est encore dans sa version « temporaire », confirmée après la catastrophe du 2 octobre 2020.

Le 8 avril 1946, la loi de nationalisation a transféré la concession des ouvrages hydroélectriques de Breil à EDF-GDF, en conservant le même cahier des charges jusqu'à l'échéance des 75 ans. En 1947, la vanne de Breil détruite pendant la guerre fut réparée et le lac remis en eau. Puis EDF a poursuivi l'exploitation.

Lors du renouvellement de la concession d'EDF, à l'échéance de la concession, l'obligation de curage du lac, qui n'était plus réalisé de fait, a été supprimée, ainsi que la responsabilité de la montée des eaux sur les berges.

3. Informations succinctes relatives aux crues récentes « ordinaires »

Sources : BRGM, RTM, archives privées.

3.1. Crue du 10 novembre 1951

Débit de pointe : 500 m³/s (Débit observé à hauteur de la retenue de Breil, selon le Rapport BRGM-54080 Novembre 2005)



Vue des avaloirs des tunnels écrêteurs de crues, pendant la crue de 1951.

3.2. Crue du 8 octobre 1979

Débit de pointe : 535 m³/s (Débit observé à hauteur de la retenue de Breil, selon le Rapport BRGM-54080 Novembre 2005)

3.3. Crue du 28-30 septembre 1991

Débit de pointe : 266 m³/s (Débit observé à hauteur de la retenue de Breil, selon le Rapport BRGM-54080 Novembre 2005)

3.1. Crue du 13 septembre 1993

Débit de pointe non identifié.



Vue des services techniques et de la voie submergée face aux avaloirs des tunnels écrêteurs de crues (Clichés et montage Auguste Fuochi pour le magazine Le Haut-Pays n°27.

3.2. Crue du 5-10 octobre 1993

Débit de pointe non identifié.

Arrêté de Catastrophe naturelle le 5 janvier 1994 (source Insee), en raison de coulées de boues associées aux pluies abondantes.

3.3. Crue du 6-13 janvier 1994

Débit de pointe non identifié.

Arrêté de Catastrophe naturelle le 12 avril 1994 (source Insee), en raison de coulées de boues associées aux pluies abondantes.

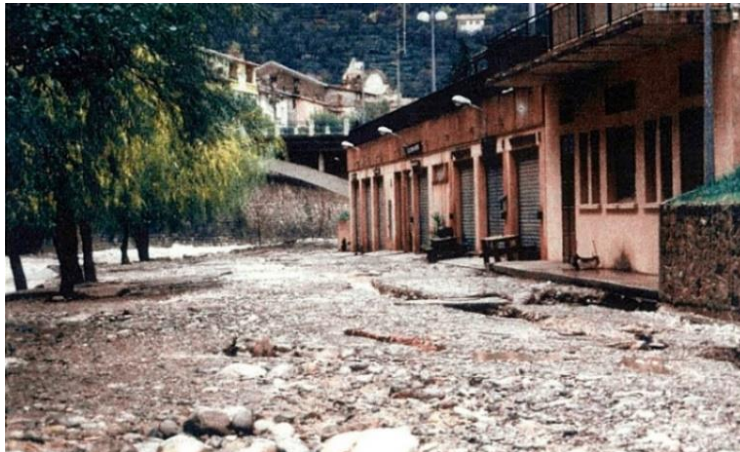
3.4. Crue du 4-6 novembre 1994

Débit de pointe : 567 m³/s (Débit observé à hauteur de la retenue de Breil, selon le Rapport BRGM-54080 Novembre 2005)

Arrêté de Catastrophe naturelle le 21 novembre 1994 (source Insee), en raison de coulées de boues associées aux pluies abondantes.

Camping inondé. Dommages à la Ciavondola et sur la piste de l'Orneglia (vallon de Zouayné). (Magazine le Haut-Pays)

N-B : Selon l'étude BRGM référencée, seul de bâtiment des services techniques est exposé à un aléa élevé, alors que quelques bâtiments de l'Isola, dont la poste – perception, sont à la limite de l'aléa moyen. Ces derniers n'avaient pas subi de montée des eaux depuis leur construction, après la mise en place de l'écrêteur de crue.



Vue des dommages sur la chaussée des services techniques communaux, en amont des évacuateurs de crue après la montée des eaux du 5 novembre 1994 (source BRGM).

3.5. Crue de 1995

Débit de pointe non identifié.

Inondation des locaux communaux face aux Sélés (services techniques et centre de secours).

3.6. Crue du 5-7 novembre 1997

Débit de pointe : 530 m³/s (Débit observé à hauteur de la retenue de Breil, selon le Rapport BRGM-54080 Novembre 2005)

Arrêté de Catastrophe naturelle le 17 décembre 1997 (source Insee), en raison de coulées de boues associées.

Dommages ayant fait l'objet d'un rapport de RTM le 17 novembre : Camping, Enrochements à l'Arbousset (sud de Breil, à proximité de la centrale électrique), Nouvelle inondation des locaux communaux face aux Sélés (services techniques et centre de secours)

3.7. Crue du 23-24 octobre 1999

Débit de pointe : 273 m³/s (Débit observé à hauteur de la retenue de Breil, selon le Rapport BRGM-54080 Novembre 2005)

Arrêté de Catastrophe naturelle le 3 mars 2000 (source Insee), en raison de coulées de boues associées.

3.8. Crue du 5-6 novembre 2000

Débit de pointe non identifié.

Arrêté de Catastrophe naturelle le 19 décembre 2000 (source Insee), en raison de coulées de boues associées.

3.9. Crue du 23 novembre 2000

Débit de pointe : 645 m³/s (Débit observé à hauteur de la retenue de Breil, selon le Rapport BRGM-54080 Novembre 2005)

Arrêté de Catastrophe naturelle le 29 mai 2001 (source Insee), en raison de coulées de boues associées.

3.10. Crue du 15-16 novembre 2002

Débit de pointe : 459 m³/s (Débit observé à hauteur de la retenue de Breil, selon le Rapport BRGM-54080 Novembre 2005)

3.11. Crue du 31 octobre – 1^{er} novembre 2003

Débit de pointe non identifié.

Arrêté de Catastrophe naturelle le 11 mai 2004 (source Insee), en raison de coulées de boues associées.

3.12. Crue du 24 novembre 2016

Débit de pointe non identifié.



Vue des services techniques et de la voie submergée face aux avaloirs des tunnels écreteurs de crues à midi.



Vue du Pont supérieur et de la voie de l'Isola, à midi.



Vue du camping à midi quarante.



Vue du confluent de la Lavina, et du Pont Charabot à midi 10.

3.1. Crue du 5 mai 2018

Débit de pointe non identifié. Crue modérée.



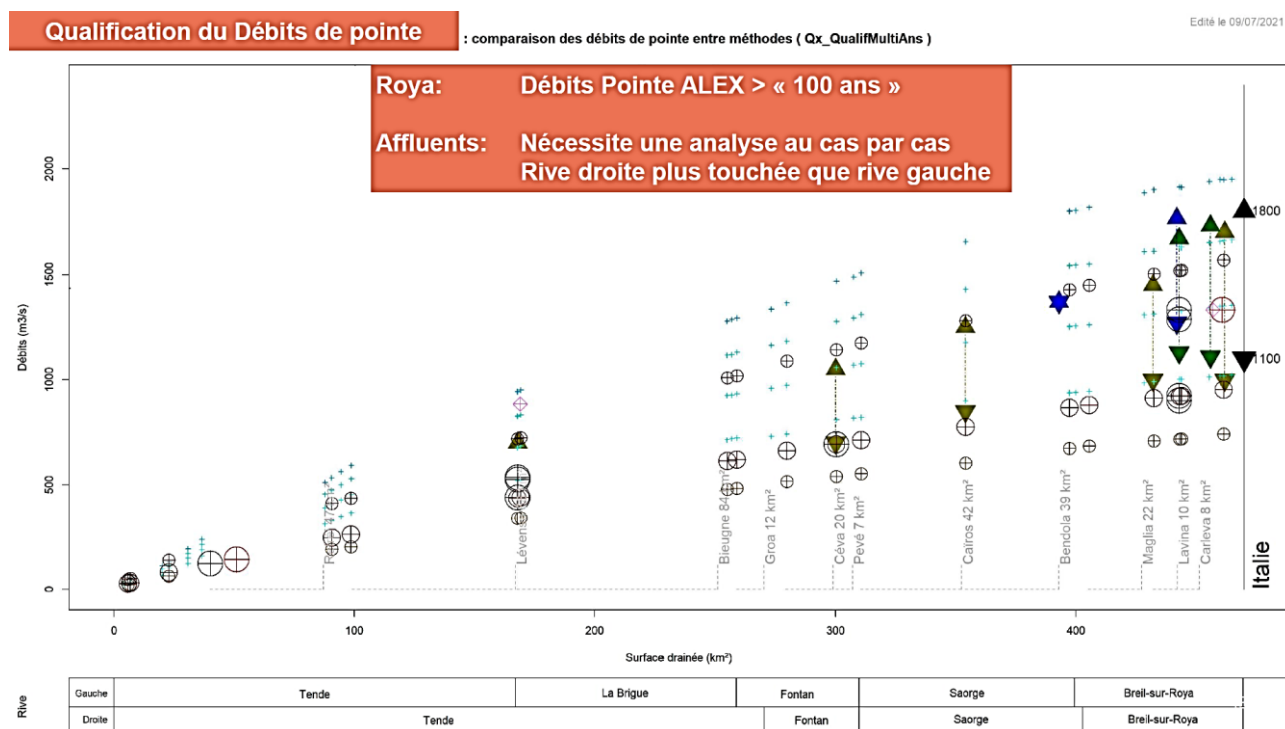
4. Crue de la Tempête Alex des 2-3 octobre 2020

N-B : Les effets de cette crue sont également documentés et photographiés dans cahiers de références 1, 1, 3, 4 et 6.

4.1. Estimation des débits sur la Roya

Les versants en rive droite de la Roya ont été plus arrosés que ceux de la rive gauche.

Le graphique reproduit ci-dessous indique, avec une fourchette estimative grandissant vers l'aval, les volumes de crue observés (en m³/s) depuis le col de Tende (à gauche) jusqu'à la frontière de Fanghetto (à droite).



Source : Conférence Cerema et al. Retex hydrologie de la tempête Alex, présentation du 9 décembre 2021.

4.2. Problématique majeure de transports solides

De nombreuses érosions de pentes et de nombreux arrachements de berges sur les affluents concernés ont chargé les flots de matériaux divers, générant des laves torrentielles, ce qui a augmenté les niveaux observés et les dommages.

MÉCANISMES DE RUPTURE

Pour les glissements de type 1 = coulées:

1. **Saturation des sols superficiels** (différence de perméabilité) > durée de l'évènement suffisamment longue pour le permettre et d'intensité hétérogène
2. **Sur saturation**, car l'eau n'arrive pas à pénétrer dans le substratum > déclenchement de glissement - « liquéfaction » de la couche superficielle
3. plus un **apport hydrogéologique** dont on ne connaît pas l'influence exacte...

> conséquence: régression amont, **nouveau départ au niveau des zones périphériques** potentiellement déstabilisées, alimentation de laves torrentielles ou charriage...

Pour les glissements de type 2 = glissement ss:

1. Déstabilisation de la berge, par la crue,
2. puis sous l'effet de la **suppression de la bute de pied**, déclenchement d'un mouvement de terrain

> conséquence: régression amont, possible déport de la rivière sur sa rive opposée – long terme

Source : Conférence Cerema et al. Retex hydrologie de la tempête Alex, présentation du 9 décembre 2021.

4.3. Niveau de la crue dans le village

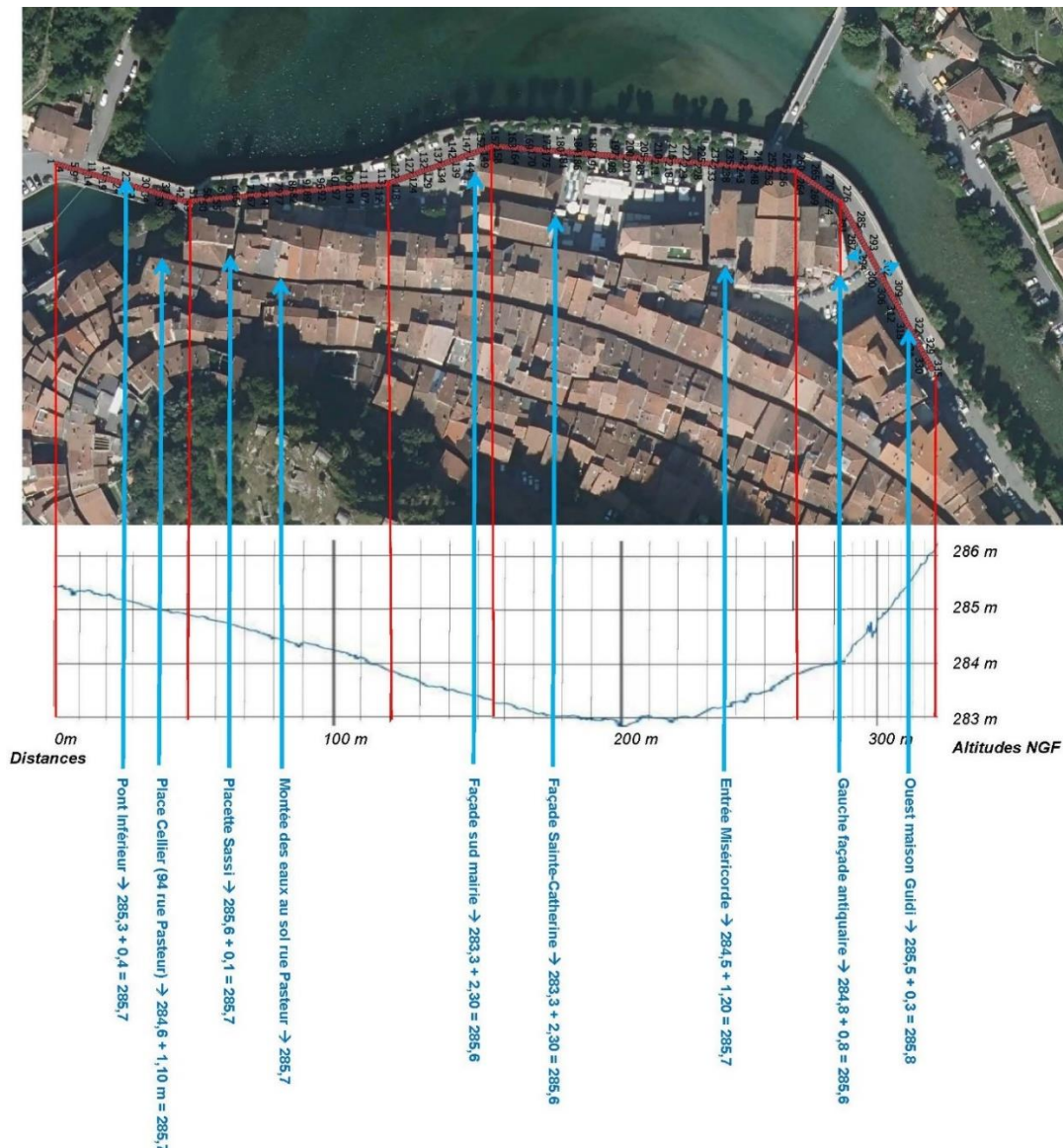
Le 3 octobre au matin, des traces du niveau atteint par la crue n'avaient pas été effacées par la pluie qui avait continué à tomber pendant la nuit. Il a semblé intéressant de vérifier la hauteur d'eau dans le village, en utilisant les observations photographiques recueillies.

Un profil en long du boulevard Rouvier a été préparé par un membre de l'atelier, à partir des points d'altitudes NGF. D'autres altitudes, hors boulevard, ont aussi été relevées pour d'autres observations : devant la Miséricorde, en bas de la rue Pasteur, place Cellier et placette Sassi.

Il apparaît, avec une variable assimilable à la marge d'erreur des mesures, que l'altitude de la crue au village a été de 285,7 m NGF \pm 0,10 m.

N-B : Le secrétariat de l'ASPB conserve les clichés ayant permis les mesures de terrain.

La vue zénithale suivante permet de localiser les observations de hauteur d'eau utilisées (flèches bleues). Le développement courbe du boulevard Rouvier a été projeté sur un plan vertical pour réaliser le graphique (les lignes rouges séparent des segments du boulevard considérés comme linéaires, et les lignes grises les projections de distances plus ou moins rapprochées selon l'inclinaison du segment par rapport au plan de référence. L'échelle des altitudes choisie permet une lecture de variations de l'ordre du décimètre, qui a semblé être un niveau de précision acceptable.



Doc ASPB

4.4. Observations présentées par ONF – RTM, Atelier d'appui à la Gemapi

Observations pour la Commune de Breil-sur-Roya, présentation RTM du 30 avril 2021.

Eléments de discussion sur les principes d'aménagement et l'interprétation des phénomènes observés pendant la crue Alex.

4.4.1. Infos diverses

La vitesse de coulement a été estimée supérieure à 5-6m/s. Les resserrments du lit de la rivière s'accompagnent logiquement de l'accroissement de la vitesse du flux.

4.4.2. Dépôts de sédiments mesurés après la crue

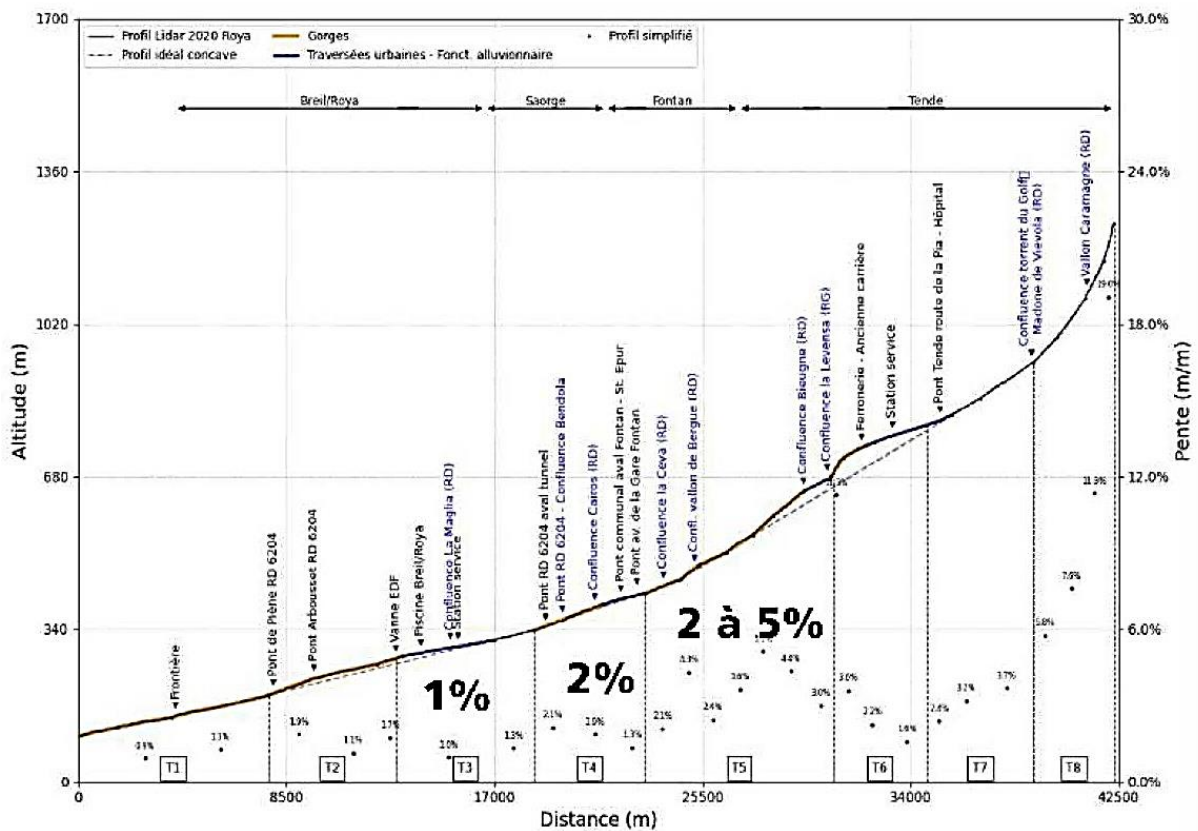
De fortes variations du fond du lit ont découlé des dépôts de sédiments charriés suite aux éboulements, arrachements de berges et autres causes.

La hauteur des dépôts découle notamment de la pente : les faibles pentes à l'aval d'une forte créent des zones de dépôt.

Les deux graphiques suivants estiment la variation d'altitude du fond du lit de la Roya entre 2019 (lever IGN) et 2020 lever (Lidar après la catastrophe), ce qui permet d'estimer la hauteur de dépôts.

Le graphique suivant concerne l'ensemble de la Roya française, représentée aval à gauche (sens de la pente), entre le vallon de Caramagna (rive droite à l'aval du col de Tende) et l'aval de la frontière de Fanghetto.

L'échelle employée permet de signaler les dépôts remarquables seulement, à Breil, entre la Maglia et le pont de Piène, et à Tende.

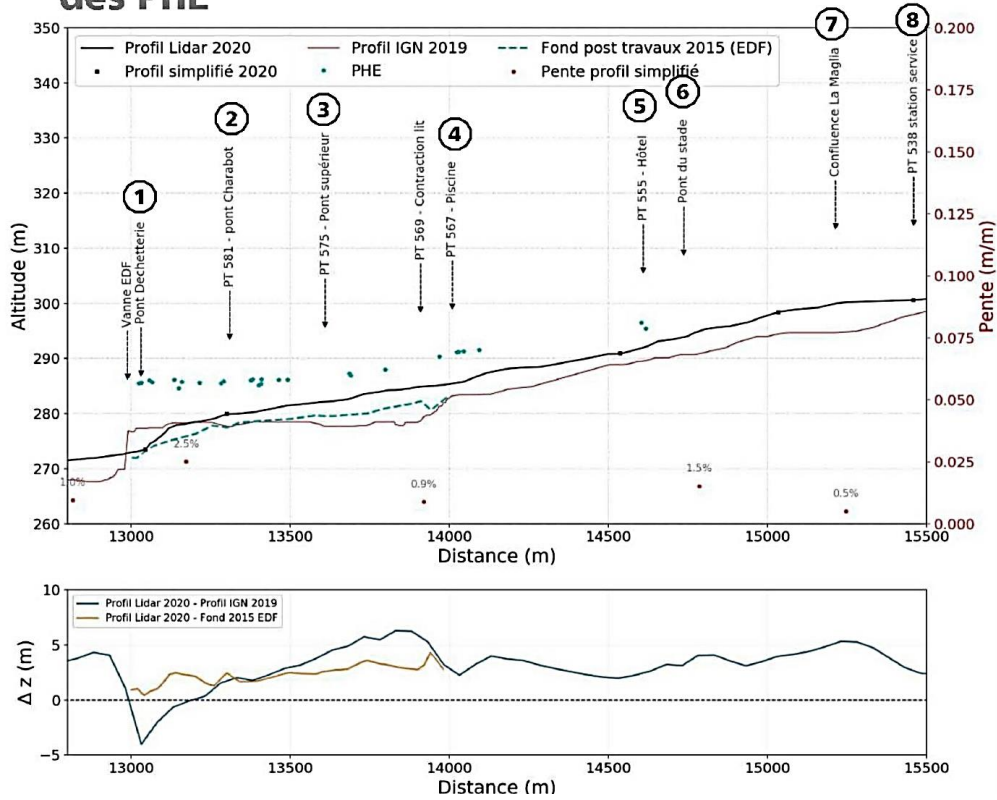


Les graphiques suivants concernent le tronçon breillois.

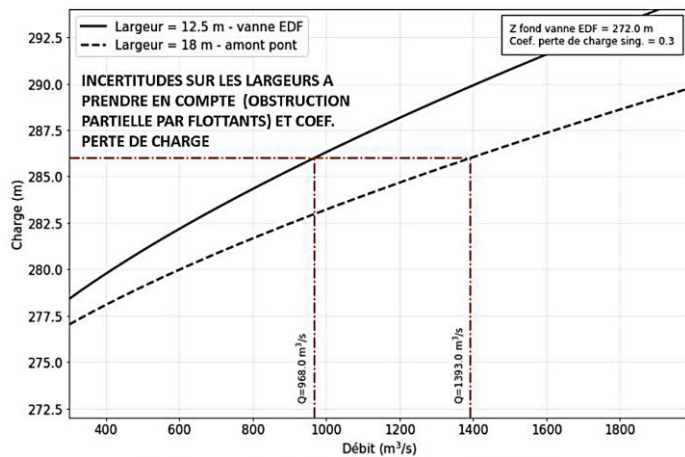
Seul le seuil naturel du pont inférieur – vanne EDF, où des dépôts s'étaient accumulés en l'absence de curage, a été lessivé et présentait un niveau plus bas qu'avant la crue.

PHE (points verts) = Plus Hautes eaux.

Apports de l'interprétation du profil en long et des PHE



Estimation du débit de pointe à partir des PHE



Analyse sommaire. Résultats à conforter avec RETEX hydrologique

4.4.3. Eléments de diagnostic et recommandations

Ce rapport intermédiaire liste des facteurs qui ont favorisé la remontée des eaux sur les berges à enjeux sinistrés, et explore sommairement les solutions envisageables.

Il souligne certains facteurs, sans noter qu'ils ont une origine anthropique pendant la seconde moitié du XXe siècle et le début du XXIe, documentés dans les cahiers de références 1 à 4 ; fortes réductions des sections du lit de la Roya (largeurs et hauteurs utiles avant débordement, réductions de pentes aggravées par le renoncement au curage de la rivière).

- **Un lit contraint latéralement avant la crue**
 - Contraintes liées à configuration de vallée + installation de bâtiments à proximité du cours d'eau
 - Vitesses fortes → forte sollicitation des berges
 - Faible section hydraulique → sensibilité aux débordements + fortes variation de hauteur de lit
 - Engrèvement et/ou rehausse hauteur écoulement à l'amont des contractions fortes en crue
- **Un lit avec diminution de la pente longitudinale en amont de Breil**
 - Pente = énergie pour transporter les sédiments
 - ↘ Pente = ↘ énergie = susceptibilité d'engrèvements importants
- **Arrêt de flottants au niveau pont Charabot**
 - Liée à la forme de l'ouvrage
 - Favorisée par la remontée du fond de lit
 - → favorise les débordements à l'amont (au moins à la montée de crue)

Il mentionne la nécessité de réaménager l'Aïgara en zone de régulation du transport liquide (et solide), ce qui fut sa vocation jusqu'à la seconde guerre mondiale (Aïgara = zone inondable).

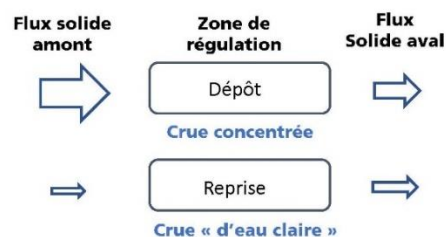
- ~~Consolidation de l'existant ?~~
 - Pas de raison objective de ne pas subir les mêmes désordres
- **A l'amont de Breil = en amont de la piscine**
 - Zones de régulation du transport solide
- **Dans la traversée de Breil**
 - ⚠ COMPLEXE ! (voir 2^{de} partie présentation)

N°	Principe d'aménagement	Bénéfice attendu
1	Conservier ou aménager une section d'écoulement suffisante (lits suffisamment larges)	- Limiter l'amplitude des évolutions de fond de lit - Réduire la vitesse d'écoulement - Limiter l'affouillement des fondations de protections de berges ou bâtiments
2	Préserver des zones de régulation de transport solide à l'amont des secteurs urbanisés (dans les secteurs fortement engravés lors de la crue)	- Limiter l'amplitude des évolutions de fond de lit dans les secteurs urbanisés - Favoriser le dépôt de sédiments et de flottants en amont des secteurs urbanisés
3	Augmenter la portée des ouvrages de franchissement à reconstruire et prévoir en amont et en aval des protections et des entonnements très progressifs	- Eviter l'obstruction des ouvrages par les flottants - Eviter les dépôts de sédiments régressifs en amont des contractions de lit
4	Protéger les berges des infrastructures qu'il faut conserver ou à reconstruire (zones bâties, routes)	- Limiter les effets des divagations torrentielles
5	Traiter préventivement les flottants ou boisements de berge qui menaceraient encore d'être arrachés	- Eviter les renvois d'écoulements sur les berges et les destabilisations de berges causés par le basculement d'arbres dans le lit ; - Eviter l'obstruction des ouuges de franchissement

Zones de régulation



- **Modalités**
 - Zone de lit large avec stock de sédiments >> apports amonts
- **Intérêt**
 - Pour crues très concentrées : limite le flux solide transitant vers le bourg de Tende = zone de dépôt préférentielle
 - Favorise l'arrêt des flottants !



Il recommande d'augmentation du volume retenu pour la crue de référence à 1330 m³/s au niveau du village de Breil, au lieu des 900 m³/s de la crue de 1926.

- Dernière étude sur la Roya : EGIS-GEOPEKA (2021)
 - Débits validés par SMIAGE et partenaires associés
 - Référence à Breil/Roya : $Q_{100} = 1\ 332\ \text{m}^3/\text{s}$
 - N.B : + 430 m³/s par rapport à référence précédente (EDF-DTG, 2002)

➤ A retenir : $Q_{100} = 1330\ \text{m}^3/\text{s}$

BV - Exutoire	S (km ²)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ /S ^{0,75} (m ³ /s/km ^{1,5})	Référence	Commentaires
Roya à Breil sur	445	315	900	9,3	SIEE, 2003	Reprise de la valeur EDF-DTG (2002)
Roya (en amont du déversoir latéral)	445	-	900	9,3	ETRM, 2006	
Roya à St-Dalmas de Tende (amont confluence avec Bieugne)	443	530	1332	13,8	GEOPEKA-EGIS, 2021	Valeurs retenue correspondant à l'estimation EDF-DTG 2004
Madone de Fenestre à St-Martin Vésubie	168	234	525	11,3	GEOPEKA-EGIS, 2021	Valeurs retenue correspondant à l'estimation EDF-DTG 2004
	37	90	200	13,3	ETRM, 1994	

En conclusion, il préconise une étude hydraulique de la traversée de Breil à l'appui des décisions à prendre.

5. Retour d'expérience de la crue du 2 octobre 2020 à Breil-sur-Roya

5.1. La pratique des *Retours d'expériences* post-catastrophe

Des guides méthodologiques pour l'organisation des *Retours d'expériences* post-catastrophe (REX ou RETEX selon les usages) cadrent les méthodologies de collecte des données et de restitution des causes et conséquences de l'événement sous ses différents aspects physiques, techniques, sociaux et économiques.

Les différents types de catastrophes appellent des approches différenciées, tenant compte de leurs spécificités.

Suite à la tempête Alex, à la demande de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) des Alpes-Maritimes et de la Direction Générale de la Prévention des Risques, Service des Risques Naturels et Hydrauliques du Ministère de la transition écologique (MTE) ont confié le pilotage et la rédaction du retour d'expérience du REX de la tempête Alex à l'ONF-RTM, en collaboration avec l'INRAE, dans le cadre de la mission d'intérêt général *Prévention des risques naturels en montagne* réalisée par l'ONF au bénéfice du MTE.

La finalité des retours d'expérience est de tirer des enseignements permettant de prendre des mesures visant la réduction des paramètres du risque, désormais mieux connu.

5.2. Retour d'expérience de la crue du 2 octobre 2020 dans la Roya

Source : Rapport « Retour d'expérience de la crue du 2 octobre 2020 dans la Roya, Volet torrentiel, ONF-RTM, INRAE, Nice et Grenoble, Février 2022.

Suite au rapport préliminaire, le rapport final de retour d'expérience de la catastrophe a été livré en février 2022 et rendu public. Le document très complet et détaillé, réalisé par l'ONF-RTM et l'INRAE répond à de nombreux questionnements. En outre, il propose des stratégies visant la réduction de l'impact des crues à venir sur les enjeux exposés.

Il traite de l'ensemble de la Roya, mais propose les informations nécessaires pour réduire la vulnérabilité du village historique de Breil.

Les observations nombreuses et détaillées de ce rapport sont présentées, tronçon par tronçon, dans les cahiers de références 1 à 4, et ses recommandations dans le cahier n°6.