



ASP B

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°6

Éléments d'hydraulique de la Roya à hauteur du village de Breil

Version n° 1 en date du 5 septembre 2022, susceptible d'être mise à jour

Le présent Cahier de références, est un document d'informations compilées dans le cadre de la Conférence de consensus 2022, pour le village de Breil et ses abords. Il est destiné à la population, comme aux partenaires privés et publics de la restauration durable du village de Breil, très impacté par une succession de circonstances destructrices.

Les membres de l'atelier ont réuni des extraits d'analyses hydrauliques utiles à la compréhension des facteurs de submersion du village dans la nuit du 2 au 3 octobre 2020.

Malgré l'engagement montré par les différents partenaires, cette compilation à vocation pédagogique ne saurait être exhaustive, et pourra être complétée et précisée en fonction de nouveaux apports.

Les analyses et questionnements issus des travaux de l'atelier n° 1, dédié au risque d'inondation du village historique, sont présentés par ailleurs.



Vue de l'embâcle sur le pont Charabot, pendant la décrue, le 3 octobre 2020 à 10h30.

Sommaire

1. Retour d'expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 (extraits).....	3
Extraits du § 7.1 Détermination des évolutions prévisibles des cours d'eau torrentiels à court ou moyen termes.....	3
Extraits du § 7.2 Principes d'aménagements adaptés au contexte torrentiel	4
2. Embâcles de laves torrentielles aux confluents	14
3. La revanche : une marge de sécurité pour un débit de crue prévisible	15
Introduction	15
Définitions	15
Estimation de la revanche nécessaire.....	16
Application aux ponts	16
4. Topographie du lit de la Roya, et sections utiles aux crues en 1925	17
5. Sections libres sous les ponts, estimées avant et après Alex.....	22
6. Sens des flux observés dans le village submergé	23
7. Autres problématiques observées	24
Impact des sédiments face aux batardeaux des tunnels écrêteurs de crues	24
Négation du danger représenté par le pont Charabot.....	24
Interdiction de curage de la Roya face au village.....	25
8. Elaboration des plans d'actions post-inondations catastrophiques.....	25

1. Retour d'expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 (extraits)

Source :

ONF-RTM – INRAE, *Retour d'expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 dans la vallée de la Roya, Volet torrentiel, Etude réalisée pour le Ministère de la transition écologique, Février 2022.*

Février 2022



Retour d'expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 dans la vallée de la Roya Volet torrentiel



Agence RTM des Alpes du Sud
Service RTM des Alpes-Maritimes
62 route de Grenoble,
BP 3260 06205 Nice Cedex 3



Direction Forêts et Risques Naturels
Département Risques Naturels – Pôle RTM
9 quai Créqui
38026 Grenoble Cedex 1



INRAE Grenoble – UR ETNA – Erosion
Torrentiel, Neige et Avalanches
2 Rue de la Papeterie
38402 Saint-Martin-d'Hères

Le groupement technique ONF-RTM – INRAE a réalisé un Retour d'expérience technique très documenté de la crue du 2 octobre 2020. Une part importante du rapport décrit les phénomènes. Le document propose aussi des analyses et préconisations pour réduire le risque, en prenant en compte les enseignements du 2 octobre 2020.

Les extraits suivants du *Chapitre 7 : Evolutions prévisibles des cours d'eau, principes d'aménagement et connaissance du risque* concernent la protection du village de Breil, par la réaffectation de l'Aïgara à une zone de dépôts de matériaux en situation de crue, et par l'optimisation du gabarit d'écoulement de la Roya et de la Lavina sur le tronçon Sélés – village.

N-B : Les considérations méthodologiques pour le dimensionnement des lits majeurs, qui concernent les experts, ainsi que certains commentaires, ont été supprimés des citations suivantes, pour faciliter la lecture par le grand public.

Les numéros et intitulés des sous-chapitres du chapitre 7, indiqués, sont ceux du rapport.

Extraits du § 7.1 Détermination des évolutions prévisibles des cours d'eau torrentiels à court ou moyen termes

(...) [La tendance à la revégétalisation des berges et des versants de montagne] se renforce encore après la seconde guerre mondiale du fait de la reconquête forestière spontanée des versants, liée à la déprise rurale. On assiste donc progressivement à la stabilisation des engravements, qui se traduit par la rétraction des bandes actives et l'incision des lits fluviaux. Les anciens tressages laissent progressivement place à un style divaguant, puis à des lits pavés à chenal unique, en marge desquels se sont formées des terrasses boisées. (...)

Il apparaît ainsi raisonnable de considérer la morphologie post-crue comme un état très transitoire et ponctuel dans le temps, même si le contexte de changement climatique interroge sur l'amplification des phénomènes extrêmes. Il est clair que si des phénomènes équivalents à celui d'Alex étaient amenés à se reproduire régulièrement dans les prochaines décennies, alors il faut s'attendre au maintien de faciès de tressages là où ils sont apparus dans la vallée de la Roya, c'est-à-dire dans les zones suffisamment larges (...). Si ces phénomènes climatiques extrêmes restent l'exception, la Roya va naturellement évacuer la charge de sédiment disponible. Les gros blocs erratiques partiellement ensevelis vont peu à peu apparaître. En fonction des crues, des vagues sédimentaires vont se propager dans le système, plus ou moins vite selon la capacité de ce dernier à les réguler. Ce scénario conduirait la Roya à entrer rapidement dans une phase d'incision et de rétraction, et à la formation de terrasses (dans les zones plus larges) sur lesquelles la végétation va s'installer. Ce processus devrait démarrer à l'amont et se propager vers l'aval, induisant ainsi des apports de matériaux soutenus pour les secteurs aval, qui vont donc nécessiter plus de temps pour rétablir une morphologie proche de celle qui prévalait avant la crue. Même si l'état de dégradation des versants permet difficilement d'imaginer des apports

massifs de matériaux dans les prochaines années, le processus de remobilisation des terrasses ou de versants instables par sapement de berges va sans doute contribuer à maintenir un niveau de recharge sédimentaire supérieur à celui d'avant Alex, et on peut donc imaginer que le lit va maintenir une bande active plus large par rapport à l'état avant crue. Outre le caractère incertain du régime hydroclimatique futur, un autre facteur susceptible d'avoir une grande influence sur la trajectoire morphologique de cette rivière, ce sont les aménagements et travaux post-crue, dont l'ampleur est déjà très importante et qui auront nécessairement un impact sur la morphodynamique et le transport solide. Compte tenu de l'ampleur des moyens déployés pour la reconstruction de la vallée, ce facteur peut devenir prépondérant devant la dynamique naturelle tant que les crues restent de magnitudes limitées. En cas de crue forte (il est difficile de prédire à partir de quelle valeur), les dynamiques décrites plus haut redeviendront probablement prépondérantes et l'effet de nombreux travaux pourrait être balayé en quelques heures.

Extraits du § 7.2 Principes d'aménagements adaptés au contexte torrentiel

Cette partie synthétise les éléments d'analyse et les propositions de principes d'aménagement qui ont été formulés par l'ONF-RTM à la demande de l'Etat au fur et à mesure des ateliers d'appui à la GEMAPI mis en place par le Préfet nommé la reconstruction des vallées. Il s'agit de préconisations sur les aménagements hydrauliques qui visent à réduire l'effet des prochaines crues sur les biens et les personnes et se faisant à réduire la vulnérabilité des enjeux.

L'objectif est de créer des aménagements et infrastructures plus résilients face aux crues torrentielles c'est-à-dire conçus pour résister à de futurs événements météorologiques marqués ou a minima pour garantir leur remise en service rapide.

7.2.1 Préambule

(...) Les objectifs principaux étaient de :

- Donner des premiers éléments d'analyse pour aider l'Etat à formuler des avis sur les travaux qui avaient débuté ou qui allaient être réalisés rapidement (travaux d'urgence), puis sur les travaux de reconstruction ;*
- Esquisser sur les secteurs urbanisés à enjeux, par un schéma, les propositions de lignes directrices de l'aménagement du cours d'eau afin de réduire la vulnérabilité des biens et des personnes ;*
- Prendre en compte rapidement les premiers enseignements de la crue et d'éviter ainsi que des "erreurs manifestes" (qui pourraient avoir un impact hydraulique fort par la suite) ne soient commises dans les premiers temps, dans l'attente d'études générales de réaménagement ;*
- Rester réaliste et pragmatique en démontrant que certaines infrastructures routières peuvent être remises en place tout en conservant un espace le plus large possible au cours d'eau. (...)*

7.2.2 Principes généraux de la démarche d'études à engager

7.2.2.1 Nécessité d'une approche globale d'aménagement

Les principes d'aménagement hydraulique que nous avons proposés ne se substituent pas une étude globale de réaménagement des vallées. (...)

C'est pourquoi il faut réfléchir aux réaménagements de façon globale en intégrant dès le départ dans la réflexion toutes les contraintes et les besoins des différents maîtres d'ouvrages et ainsi prendre en compte tous les aménagements, les infrastructures, les relocalisations à prévoir pour éviter qu'un projet n'apparaisse au dernier moment et ne puisse être accepté sans compromettre l'aménagement hydraulique d'ensemble.

De surcroît, il faut réfléchir à une échelle suffisamment grande avec une réflexion parfois pluri-communale (l'espace étant contraint, toutes les infrastructures ne pourront pas forcément être reconstruites sur chaque commune) et pour bien appréhender les effets d'un aménagement à l'amont et à l'aval de ce dernier : par exemple une contraction de la section d'écoulement peut avoir un impact à l'amont (remous solide favorisant le dépôt de matériaux, un exhaussement des niveaux, les divagations et les érosions latérales) et à l'aval (accélération des écoulements favorisant une incision du lit, une déstabilisation des protections latérales, un appauvrissement du milieu...). (...)

Tout ceci nécessite dans un premier temps de conduire des études générales de réaménagement à grande échelle avant de passer dans un second temps à des études hydrauliques approfondies.

7.2.2.2 Etudes hydrauliques approfondies à engager impérativement

Les propositions de principes d'aménagement hydrauliques ne constituent pas des études hydrauliques. (...)

Il appartient en effet au(x) maître(s) d'ouvrage de réaliser ou de commander avant d'engager les travaux toutes les études nécessaires (topographiques, hydrauliques, géotechniques, structures, mission de MOE ...) à la définition précise des ouvrages et travaux à réaliser. Il reste beaucoup de choix à faire et à justifier sur les secteurs à protéger, les types de protections à mettre en œuvre et définir toutes les caractéristiques dimensionnelles et les modes opératoires de ces ouvrages. (...).

Nous rappelons qu'il ne faut pas se focaliser uniquement sur le débit de pointe qui en contexte torrentiel ne constitue qu'un élément, certes important, de(s) scénario(s) de référence. La durée de la crue, les volumes de matériaux transportés, déposés, érodés, le volume de flottants... sont autant de paramètres qu'il faut bien prendre en compte dans le(s) scénario(s) de référence retenu(s) pour la conception des systèmes de protection.

7.2.3 Grands principes des aménagements hydrauliques post-crue pour un réaménagement plus résilient

(...) Les crues intenses des cours d'eau de montagne (rivières torrentielles et torrents) sont le plus souvent associées à un transport solide très conséquent, sous forme de charriage de matériaux pouvant atteindre des dimensions considérables, et à la mobilisation de flottants, parfois de grande taille. Cela se traduit par d'importantes modifications morphologiques qui peuvent survenir en quelques minutes ou quelques heures : aggradation du fond de lit pouvant atteindre plusieurs mètres, déplacement du lit vif, érosion intense des berges, élargissement significatif de la bande active, déstabilisations des versants... Les conditions d'écoulement sont souvent perturbées par le transport de flottants, avec formation possible d'embâcles, obstruction d'ouvrages de franchissement, amplification des phénomènes d'érosion et de divagation.

Le transport solide, et les évolutions morphologiques qui en sont la conséquence, concourent, au moins autant voire plus sur certains secteurs que le débit liquide, aux débordements et aux dégâts observés. La crue du 2 octobre 2020 n'échappe pas à cette règle. (...)

Ces grands principes d'aménagement hydrauliques avec leurs bénéfices attendus sont synthétisés dans le tableau suivant.

N°	Principe d'aménagement	Bénéfice attendu
1	Conservier ou aménager une section d'écoulement suffisante dans les traversées urbaines (lits suffisamment larges)	<ul style="list-style-type: none">- 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 à proximité- Permettre l'écoulement du débit liquide sans débordement
2	Préserver ou aménager des zones de régulation de transport solide à l'amont des secteurs urbanisés (dans les secteurs fortement engravés lors de la crue)	<ul style="list-style-type: none">- 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- Limiter les opérations de curage avec le risque de déstabilisation des ouvrages
3	Augmenter la portée des ouvrages de franchissement à reconstruire, éviter les piles centrales et prévoir en amont et en aval des protections et des entonnements très progressifs	<ul style="list-style-type: none">- Limiter le risque d'obstruction des ouvrages par les flottants- Eviter les dépôts de sédiments régressifs en amont des contractions de lit- Limiter les survitesses et affouillements au passage des ouvrages
4	Protéger les berges des infrastructures qu'il faut conserver ou à reconstruire (zones bâties, routes)	<ul style="list-style-type: none">- Limiter les effets des divagations torrentielles- Protéger les principaux enjeux- Réduire les dégâts lors des crues
5	Traiter préventivement les flottants ou boissements de berge qui menaceraient encore d'être arrachés dans les traversées urbaines étroites	<ul style="list-style-type: none">- Eviter les renvois d'écoulements sur les berges et les déstabilisations de berges causées par le basculement d'arbres dans le lit ;- Eviter l'obstruction des ouvrages de franchissement

Tableau 38 : Principes d'aménagement hydrauliques et leurs effets escomptés

(...)

Les aspects environnementaux, paysagers et sociétaux, même s'ils ne sont pas abordés ici, sont tous aussi importants à prendre en compte ; par exemple, le principe d'aménagement de lits larges est bénéfique tant pour limiter les effets des crues que pour la biodiversité et l'intégration paysagère. (...)

7.2.3.1 Principe d'aménagement n°1 – Conserver ou aménager une section d'écoulement suffisante

La crue générée par la tempête Alex a mis en évidence l'inadaptation et l'insuffisance des lits mineurs qui étaient bien trop étroits pour supporter une telle crue, pour faire transiter le débit de pointe liquide, mais aussi et surtout contenir les volumes de matériaux transportés et déposés (engravement du lit), supporter les fortes contraintes des écoulements torrentiels (vitesses élevées, à l'origine d'érosion massive et de destruction d'ouvrages) et l'effet des flottants transportés en quantité très importante. (...)

7.2.3.1.1 Inconvénients des lits étroits

(...) Les lits trop étroits favorisent des vitesses élevées qui peuvent générer des érosions des berges marquées, voire un dépavage du fond du lit. (...) Ces phénomènes d'érosion en fond et sur les berges sont susceptibles de déstabiliser les ouvrages et infrastructures implantés en bordure de lit et arracher des ligneux de grande taille qui peuvent venir obstruer partiellement ou totalement le lit et/ou dévier les écoulements. Cela conduit par ailleurs à dégrader le milieu qui devient uniforme et peu intéressant.

L'analyse de la crue du 2 octobre a également montré que ce sont les lits les plus étroits avant la crue qui ont subi les élargissements les plus marqués après la crue.

Risque d'exhaussement du fond et de débordement accru : Lorsqu'une réduction naturelle de pente existe sur le profil en long et/ou la présence d'une contraction marquée (naturelle, anthropique ou temporaire par exemple par amoncellement de flottants), un dépôt de matériaux est probable et, selon son importance, peut être à l'origine d'une surverse. Plus le lit est étroit, plus son engravement peut être rapide. Les deux phénomènes peuvent d'ailleurs se succéder durant la même crue (incision du lit à la montée de crue, puis exhaussement à la décrue) ou lors de crues successives plus ou moins chargées en matériaux.

Dès qu'une fraction significative du débit liquide déborde en dehors du lit étroit, la capacité de transport solide est fortement réduite, ce qui amplifie le dépôt de matériaux et augmente d'autant le débit débordant. Le phénomène peut s'emballer rapidement conduisant à un engravement total du chenal et à un changement de lit. Tout le débit peut alors déborder en dehors du lit mineur et les écoulements divagués en fond de vallée. (...)

Augmentation de la capacité de transport solide - Un argument parfois avancé pour « justifier » un lit étroit, mais très souvent une erreur d'appréciation : La capacité de transport peut être augmentée par des lits étroits, mais cet effet n'est en général pas suffisant pour s'opposer à un engravement régressif depuis l'aval lié à une décroissance de pente, à un élargissement du lit, à la formation d'un obstacle à l'écoulement...

Tous ces constats militent pour conserver ou aménager des lits les plus larges possibles. *L'urbanisation de nos vallées a souvent omis ce principe avec des enjeux implantés très – trop – près des cours d'eau et donc fortement exposés lors des crues (soit en cas de débordement, soit par érosion des berges).*

7.2.3.1.2 Objectifs visés

Conserver un lit large vise à disposer d'une section suffisante non seulement pour éviter le débordement du débit liquide, mais également pour prendre en compte et ne pas perturber le transport solide lors des crues.

Des lits larges permettent ainsi de :

- Limiter l'amplitude des évolutions de fond de lit (engravement systématique) ¹¹ et donc le risque de surverse, qui lorsqu'il se produit peut vite dégénérer (engravement total du lit) et provoquer un changement total de lit ;*
- Réduire la vitesse d'écoulement et se faisant de limiter les phénomènes d'affouillement des fondations des protections de berges ou de bâtiments ou infrastructures implantés à proximité ;*
- Mieux supporter le basculement, le transit ou l'amoncellement de flottants*

Un dimensionnement purement hydraulique n'est en général pas suffisant pour s'assurer de l'absence de débordement (défaillance fonctionnelle du dispositif).

Bien entendu la largeur du lit ne suffit pas à assurer une section suffisante, il faut par ailleurs des hauteurs de berges qui soient elles-mêmes suffisantes pour éviter la surverse. Ce point est évoqué par la suite.

7.2.3.1.3 Rappel préalable sur les conditions d'écoulement en contexte torrentiel

(...) Le niveau pouvant être atteint par les eaux dépend de trois paramètres (...).

Les trois hauteurs ou épaisseurs correspondantes ne doivent pas être directement cumulées, car certains phénomènes se succèdent dans le temps plus qu'ils ne se superposent. Dans les zones d'engravement par exemple, ce niveau maximum est généralement atteint plutôt durant la décrue.

1- L'évolution systématique du fond résulte de la variation de la capacité moyenne de transport. Ces variations du fond sont d'abord liées aux irrégularités du profil en long, mais peuvent aussi être provoquées par les apports des affluents et une obstruction éventuelle du lit (embâcles, par ex). (...)

2- La respiration du lit durant la crue regroupe toutes les variations temporaires et souvent chaotiques du niveau du lit dues aux irrégularités de la fourniture en matériaux et au caractère intrinsèquement instable du charriage torrentiel (divagations, antidunes, effet des contractions marquées, etc.). (...)

3- La hauteur d'eau est elle-même généralement influencée par une série de phénomènes : faible submersion relative, fort transport solide, modifications géométriques du lit durant la crue, présence de bras multiples, turbulence des écoulements, obstacles éventuels, etc. (...)

(...) Dans les lits contraints (protections adaptées ou roche mère), les écoulements peuvent par contre être supercritiques (...). Les instabilités de la surface libre peuvent être fortes. L'analyse des conditions d'écoulement doit donc intégrer à la fois les hauteurs d'écoulement et de charge, en particulier à proximité d'obstacles dans le lit. (...)

7.2.3.1.4 Détermination de la largeur "minimale" du lit

Le principe de base serait de conserver des lits les plus larges possibles, mais certaines contraintes notamment le rétablissement de routes indispensables pour desservir les vallées ne peuvent être occultées.

Dans ces conditions, il faut déterminer des largeurs de lit "minimales" à respecter lors des travaux de réaménagement des vallées qui soient acceptables en tenant compte des autres contraintes, et en sachant tout de même que plus les lits sont larges plus les conséquences des prochaines crues seront réduites et inversement. Tout l'espace laissé au cours d'eau sera cela de moins qu'il viendra essayer d'éroder lors des futures crues. (...)

Plusieurs approches peuvent être employées pour déterminer la largeur "minimale" de lit. (...)

Approche sommaire retenue – critère du rapport de forme L/h :

A défaut de pouvoir mettre rapidement en œuvre des modélisations d'évolution de fond, nous avons retenu une approche sommaire basée sur une valeur minimale du rapport de forme L/h en régime critique. Des expérimentations et observations ont en effet montré que lorsqu'un écoulement a la possibilité de divaguer (écoulement non contraint latéralement), le rapport entre la largeur de l'écoulement et la hauteur d'eau (L/h) est souvent compris entre 15 et 40 dans un écoulement naturel. (...)

Le "rapport de forme" $\beta = L/h$ est à l'origine un critère géomorphologique utilisé pour déterminer la forme du lit mineur avant débordement (ou plutôt déduit des proportions géométriques des lits mineurs avant débordement). h est la profondeur moyenne du chenal et L la largeur à pleins bords correspondante.

(...) Lorsque le rapport L/H est inférieur à 12 le lit est étroit et encaissé, à partir d'un rapport de 12 des bancs alternés peuvent apparaître et au-delà de 40 des chenaux à lits multiples.

En présence de lits multiples, notamment des rivières en tresses, ce rapport peut être bien supérieur (60, voire plus). (...)

Si on intègre les largeurs de bande active dans les zones de confluence ou de vastes divagations, le critère L/h dépasse largement 60 (quantile à 90 % proche de 90).

Puisqu'en contexte torrentiel, le débit de plein bord est proche de débit morphogène, nous proposons d'utiliser ce critère L/h pour notre part pour déterminer les caractéristiques d'un lit à réaménager.

Pour un débit donné (pris comme référence : centennal ou plus forte crue connue), lorsque ce rapport L/h est inférieur à 10-15, le lit est bien trop étroit et les fortes vitesses induites provoquent des érosions latérales et une incision du lit lorsqu'ils ne sont pas protégés, ce qui a tendance à élargir (ou à creuser) le lit. Pour des lits très étroits, un dépavage du lit et des destructions d'ouvrages de protection peuvent se produire. C'est souvent le cas au niveau des ponts, s'ils ne sont pas protégés contre l'affouillement par un pavage intégral du lit (radier avec bêche amont et aval) ou un seuil à l'aval immédiat

À l'inverse, lorsque le rapport L/h est supérieur à 40, le lit devient suffisamment large pour que l'écoulement n'utilise pas forcément toute la largeur du lit, en se concentrant en un ou plusieurs bras vifs. Cette configuration de lit large est plutôt favorable pour réguler le transport solide, mais peut favoriser les divagations du cours d'eau notamment en zones propices au dépôt sédimentaire (et donc attaquer les berges lorsque les divagations les atteignent). (...)

L'objectif est donc de retenir un rapport L/h d'au moins 40 comme valeur minimale pour calculer la largeur de lit à conserver, voire bien plus dans les zones de régulation (> 60-80). D'une manière générale, le rapport L/h a plutôt tendance à baisser lorsque la pente augmente, mais cela dépend aussi beaucoup du faciès des vallées. Sur la Roya, il est souvent impossible de façonner des lits avec un L/h supérieur à 15 pour le débit de référence(...). Donc le critère L/h n'est pas le seul critère à prendre en compte dans l'analyse.

L'utilisation de ce critère L/h sur des lits étroits non divagants est d'ailleurs moins légitime, mais c'est aussi un critère d'évaluation de "survitesse" favorable à l'érosion ; plus le rapport L/h baisse, plus le lit est étroit, plus la hauteur d'eau est importante et donc la vitesse et les contraintes appliquées augmentent. Il est aussi possible d'estimer la vitesse moyenne ou la contrainte à la paroi pour apprécier les risques d'érosion.

En résumé : Il s'agit ici d'une approche sommaire pour éviter de réduire trop la largeur des lits lors des premiers réaménagements, mais il est parfois nécessaire de disposer d'un lit plus large pour supporter sans dommage des apports massifs en matériaux et réguler le transport solide dans les zones de confluence. C'est notamment le cas à Breil sur Roya où nous préconisons le maintien d'un lit large en amont de la traversée urbaine.

Cette approche prend ainsi indirectement en compte les deux paramètres liés au transport solide (évolution du fond et respiration du lit) en dégagant plus d'espace pour ces derniers, mais comme indiqué précédemment au stade des études de conception des ouvrages, il faut impérativement avoir recours à des modélisations d'évolution du fond du lit (numérique ou physique) et prendre en compte différents scénarios (concomitance de crues ou non dans les zones de confluence, effet des flottants ...). L'analyse doit être menée sur un tronçon suffisamment étendu pour prendre en compte un éventuel dépôt régressif depuis l'aval (lié à la présence d'une contraction ou d'une diminution progressive de la pente longitudinale).

7.2.3.1.5 Hauteur de berge

Si la recommandation d'aménager des lits larges est respectée, l'erreur serait ensuite pour estimer les hauteurs d'eau de considérer que l'écoulement s'étale sur toute la largeur du lit.

Dans le cas de lit large laissant un réel espace de divagation, les écoulements ne s'étalent pas forcément sur toute la largeur du lit et vont se concentrer en un ou plusieurs bras, et en changer pendant la durée de la crue. La détermination précise d'une hauteur d'écoulement, basée sur des profils établis à un instant donné est donc inadaptée. Il convient plutôt de définir une enveloppe des niveaux atteints lors de la crue en considérant une section d'écoulement réduite qui peut se déplacer au gré des dépôts dans le système de protection et/ou entre les berges (figure ci-dessous).

On retient alors dans le cas de lits larges et divagants, un rapport L/h compris entre 15 et 20 (voire 12 par précaution, valeur correspondant au début de l'apparition des bancs alternés) pour estimer la hauteur d'eau. Les niveaux ainsi obtenus peuvent correspondre à une section très importante, mais qui ne sera pas entièrement occupée par l'écoulement à un instant donné.

7.2.3.1.6 En résumé

La détermination précise d'une hauteur d'écoulement, basée notamment sur des profils établis à un instant donné est souvent illusoire, voire inadaptée. Le transport solide, intense durant les crues, est en effet capable d'adapter la forme des sections aux conditions d'écoulement en crue. (...)

Pour déterminer la largeur minimale du lit, nous préconisons en première approche de retenir un rapport $L/h > 40$, voire plus pour réguler le transport solide, mais ensuite pour estimer les niveaux d'eau dans cet espace, il faut tenir compte que l'écoulement peut rester concentré sur une partie de cette largeur (L/h de l'ordre de 15).

L'utilisation d'outil de modélisation du transport solide pour apprécier l'évolution du fond du lit en crue est nécessaire au stade de conception des ouvrages, notamment pour déterminer les hauteurs de berge à aménager.

Etant donné les quantités importantes de matériaux qui restent mobilisables et les fortes incertitudes sur les prochaines crues (transfert par bouffées de charriage qui présente un caractère aléatoire), il faut par ailleurs retenir une revanche supplémentaire suffisante de l'ordre du mètre. (...)

7.2.3.2 Principe d'aménagement n°2 – Préserver ou aménager des zones de régulation de transport solide

L'analyse du profil en long de la Roya met en évidence des tronçons de plus faible pente, dans la traversée des principaux bourgs : Tende, Fontan et Breil-sur-Roya notamment, sujets à des dépôts massifs et divagations lors de crues intenses. (...)

(...) il est aujourd'hui largement reconnu que les lits larges (lits en tresses ou à style divagant) sont largement capables de s'accommoder de forts apports sédimentaires sans que cela génère une augmentation démesurée de leur emprise spatiale et de leur niveau lors des crues extrêmes. Ce principe a été largement confirmé par l'analyse des effets morphologiques de la tempête Alex.

(...) En l'absence de nouvelle crue morphogène et du fait des prélèvements de matériaux pratiqués lors des travaux post-crue, la tendance générale au cours des prochaines années, décennies, pourrait être à l'incision du lit. Etant donné les volumes de matériaux qui restent mobilisables (les observations et les bilans volumétriques réalisés ont en effet montré que des volumes considérables avaient été déstabilisés par la crue et restaient fortement mobilisables lors de prochaines crues), on ne peut exclure malgré tout lors des prochaines années un transit de quantités importantes de matériaux par bouffée de charriage, dont on maîtrise mal l'amplitude et la localisation, ni l'occurrence de nouvelle(s) crue(s) morphogène(s).

Il est donc plus que jamais nécessaire d'anticiper des apports de matériaux potentiellement importants et de faire en sorte de réguler ces apports pour limiter l'amplitude des variations altitudinales du lit qui peuvent être source de désordres dans les traversées urbaines.

La préservation de vastes zones de régulation naturelles, voire l'aménagement de nouvelles en bénéficiant de l'espace regagné par la rivière lors de la dernière crue est primordial, particulièrement en amont des traversées urbaines à forts enjeux et au niveau des zones de confluence où un espace plus vaste doit être préservé. Ne surtout pas réduire les espaces naturels encore disponibles ce qui limiterait les capacités de régulation dans des zones stratégiques(...).

7.2.3.2.1 Objectifs visés

Ces zones de régulation permettent d'optimiser le transport sédimentaire : en cas d'apports massifs, elles favorisent le dépôt d'une partie des matériaux et limitent ainsi le transit sédimentaire en aval vers des zones à forts enjeux. Lorsque les apports en matériaux sont plus faibles, les érosions du lit reprennent des matériaux et permettent d'assurer un transit de matériaux suffisant vers l'aval, ce qui limite les risques d'affouillement en aval et redonne dans le même temps de l'espace à la zone de régulation amont pour supporter une prochaine crue.

*Ce type de fonctionnement est optimal et permet d'assurer la continuité du transport solide, de réduire les risques de débordement en aval en période de crues et les risques d'affouillement hors crue. Il est particulièrement net dans les **zones de confluence** où un vaste espace doit être préservé pour assurer un stockage temporaire des matériaux durant la crue. Réduire l'espace dans ces zones revient à entériner des opérations de curage coûteuses et impactantes pour le*

milieu, et qui par ailleurs ne permettent pas de se prémunir des débordements lors des fortes crues.

Un second effet mis en évidence par l'analyse du chapitre 3 est que les zones larges qui permettent la régulation du transport solide permettent aussi des dépôts significatifs de flottants. Elles régulent ainsi les flux de bois flottants et protègent les tronçons situés en aval.

Ne pas confondre zone de régulation du transport solide et plage de dépôt :

Les plages de dépôt sont des ouvrages de protection passive présentant une zone de dépôt à pente faible, l'objectif étant de favoriser les dépôts en crue. Elles sont curées post-crue pour maintenir une capacité de stockage suffisante et rétablir la pente initiale. Ces ouvrages sont en outre quasi-systématiquement fermés par des barrages qui peuvent prendre des configurations diverses : barrages à pertuis, barrages à grilles, barrages de type fente. L'objectif des plages de dépôt n'est pas de réguler le transport solide, mais de le limiter fortement à l'aval.

Elles ont vocation à piéger tout ou partie du transport solide parce que ce dernier ne peut pas traverser les zones aval en général à cause d'un déficit de capacité de transport solide. De tels ouvrages coûtent souvent cher à entretenir et peuvent avoir des effets secondaires très lourds à gérer (incision, dégradation des milieux).

7.2.3.2.2 Limitation de l'entretien

Une zone de régulation du transport solide, n'a en temps normal, pas vocation à être curée. L'intensité des phénomènes torrentiels diminue naturellement depuis les têtes de bassins vers les rivières de basse vallée. Les zones préférentielles d'atténuation de cette intensité sont des zones larges et de relativement faible pente où les sédiments et les flottants peuvent se déposer lors des crues les plus intenses et être repris lors des crues suivantes, naturellement moins chargées en sédiment. Dans le même esprit que les débordements liquides dans les lits majeurs permettent d'écrêter les crues dans les rivières (ce qui justifie la protection de ces ZEC : zones d'écrêtement des crues), les zones de régulations du transport solide modulent, régulent et atténuent l'intensité des phénomènes torrentiels. Au contraire des plages de dépôts, elles ne nécessitent de plus pas ou très peu d'entretien. Il est nécessaire d'accepter ces dépôts temporaires dans la mesure du possible et de ne prélever que les apports exceptionnels pouvant causer des débordements. C'est pourquoi les opérations de curage, voire de reprofilage pour favoriser la reprise de matériaux resteront exceptionnelles et ponctuelles, en cas d'apports sédimentaires massifs dans certaines zones et en fonction des niveaux de fond observés à l'aval au droit des enjeux. Dans tous les cas, ces opérations si elles se révélaient nécessaires devront être surveillées étroitement pour éviter des curages excessifs susceptibles de déstabiliser les ouvrages.

L'aménagement de vastes zones de régulation est justement prévu pour limiter ces opérations de curage au strict minimum et réduire l'impact environnemental, mais également financier à moyen terme.

7.2.3.2.3 Aménagements associés

Si la zone de régulation est suffisamment large, des aménagements paysagers, récréatifs, sportifs ... qui constituent de faibles enjeux peuvent être autorisés sur les terrasses latérales. Il faut avoir conscience que ces aménagements peuvent être détruits lors de crues. Il faut par conséquent qu'ils soient peu onéreux, pouvant être remis en place facilement et bien entendu sans couchage et facilement évacuable en cas de besoin.

D'une manière générale même si aucun aménagement paysager n'est prévu, les terrasses seront rapidement recolonisées par de la végétation, qui va se développer naturellement. Il faudra veiller à ne conserver qu'une végétation arbustive et ne pas laisser pousser des grands ligneux qui pourraient à terme être arrachés et constitués des embâcles.

7.2.3.3 Principe d'aménagement n°3 – Augmenter la portée des ouvrages de franchissement

L'analyse des modes et niveaux d'endommagement des ponts (cf. § 4.6.3.3) a révélé que les ouvrages ayant subi les endommagements plus sévères sont les passerelles (ouvrages plus légers et moins solides), les ponts à travées multiples (présence de pile en rivière aggravant le risque d'affouillement et d'obstruction par les embâcles) et les ponts à travée unique (trop souvent étroits et formant un verrou hydraulique).

Il a été évoqué précédemment le rôle potentiel d'ouvrages trop étroits dans la remontée des niveaux à l'amont des ouvrages. Les ponts, sont également susceptibles, d'autant plus en présence de piles multiples dans le lit du cours d'eau, d'être obstrués partiellement ou totalement par des flottants. (...)

Les cas documentés de ponts étroits ou à piles dans le lit du cours qui ont été détruits, obstrués par des flottants, et/ou ayant généré des désordres notables dans leur environnement immédiat (par concentration des écoulements, remontée des niveau ou érosion de berge) sont très nombreux en Roya.

Dans une démarche de réaménagement résiliente, il convient donc d'augmenter autant que possible la portée des ouvrages franchissement et de ne pas mettre de piles centrales.

(...) Il ne faudrait pas descendre sous un rapport de forme L/h inférieur à 20 sous l'ouvrage. (...)

Les sous-poutres des ouvrages de franchissement ne doivent par ailleurs pas réduire trop le tirant d'air, un rehaussement localisé de la chaussée permet de mettre l'arase inférieure de la sous-poutre au niveau des berges latérales.

Pour les ouvrages existants, ce gain de section peut aussi être obtenu par suppression de piles dans le lit. Rappelons à ce sujet que le pont Charabot à Breil sur Roya était jusqu'à sa destruction au cours de la seconde guerre mondiale un pont métallique sans travées intermédiaires. Il peut également être obtenu par déplacement de l'ouvrage. (...)

7.2.3.4 Principe d'aménagement n°4 - Protéger les enjeux à proximité des cours d'eau

(...)

7.2.3.4.2 Protection indispensable pour préserver les enjeux les plus sensibles

(...)

Les enjeux prioritaires à protéger sont les secteurs urbanisés, les zones bâties, les routes et les infrastructures publiques. (...)

7.2.3.5 Principe d'aménagement n°5 – Traiter préventivement les flottants qui menaceraient encore d'être arrachés

*(...) A moyen terme, il conviendra de mettre en place un plan de gestion de la ripisylve afin de réaliser un **entretien non systématique et très sélectif**. On veillera notamment à ne pas laisser pousser des grands ligneux et à maîtriser le développement de la végétation (qui a tendance à fixer les bancs et les terrasses alluviales limitant ainsi la reprise de matériaux) dans les zones de régulation de matériaux et dans les traversées urbaines. L'entretien systématique de la végétation en dehors de ces secteurs est en revanche illusoire sur l'ensemble du bassin versant.*

Il est souvent considéré par les gestionnaires que l'entretien des ripisylves permet la réduction du risque de production de bois flottant. Sur les rivières torrentielles, c'est faux le plus souvent. Les rivières torrentielles (...) ont de tout temps subi des épisodes de crues élargissant leur bande active de façon épisodique. Entre deux crues morphogènes, cette bande active se rétracte par incision du lit dans un chenal préférentiel de faible largeur et colonisation par des espèces végétales pionnières de la bande qui ne se retrouve plus régulièrement parcourue par les écoulements (...). Très rapidement des bosquets et forêts prennent place sur les terrasses alluviales. Ces dernières seront à coup sûr érodées un jour. Il faut donc apprendre à vivre avec le bois flottant dont la production et le transport pendant les crues morphogènes sont certains. Le maintien d'un large espace de bon fonctionnement et le retrait des verrous hydrauliques (pas de pile en rivière, ponts de larges portées, passages à gués submersibles) est la seule solution résiliente à ce problème.

(...), le maintien d'un gabarit de lit large et de ponts de grande portée limite, voire annule, la possibilité qu'un embâcle barre le lit du court d'eau. Les espaces de divagation larges permettent d'absorber les chutes des arbres en travers du lit et les détournements des écoulements associés aux embâcles dans les zones naturelles. Au contraire, les chenaux étroits, barrés de quelques troncs ne peuvent que renvoyer les écoulements en lit majeur dans les zones à enjeux. (...)

7.2.4 Recommandations pour le réaménagement des traversées urbaines

Le Préfet nommé à la reconstruction des vallées à la suite de la catastrophe a initié, dès le début de l'année 2021, la collaboration entre les acteurs institutionnels du territoire impacté, autour des problématiques du réaménagement résilient des cours d'eau. Le principe d'ateliers Gemapi, associant les collectivités locales, les collectivités gemapiennes, les experts et plus largement les organismes concernés par la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations, a ainsi été acté le 5 février 2021. Il s'agissait de partager les constats, les priorités de réparation et de reconstruction, les points de vigilance, pour aboutir à des schémas de principe d'aménagements hydrauliques, portés par les gemapiens.

Dans le cadre de ces ateliers, les services de restauration des terrains en montagne de l'ONF ont été amenés à rappeler et expliquer les grands principes prévalant en matière de fonctionnement torrentiel des cours d'eau, et à énoncer des recommandations pour le réaménagement résilient d'un certain nombre de secteurs sensibles du point de vue des enjeux en présence, et notamment les traversées urbaines. Ce travail, basé sur l'expérience et sur les constats post-crue du 2 octobre 2020, s'est nourri à l'avancement des analyses réalisées par les experts de l'ONF-RTM et de l'INRAE dans le cadre du retex « crue torrentielle », analyses qui viennent d'être développées dans les chapitres précédents. (...)

7.2.4.4 Réaménagement de la Roya dans la traversée de Breil-sur-Roya

L'analyse diachronique de l'évolution des bandes actives de la Roya ainsi que l'analyse du profil en long général de la Roya mettent en évidence un exhaussement généralisé du lit dans toute la traversée de Breil, ainsi qu'un élargissement spectaculaire des bandes actives ayant remobilisé les marges alluviales et des terrasses constituées de dépôts récents.

Après la sortie des gorges de Saorge, la pente de la Roya diminue progressivement jusqu'à Breil, faisant de la traversée de la commune une zone propice aux dépôts. L'exhaussement du lit a fortement exacerbé les divagations des écoulements, générant d'importants dégâts aux infrastructures routière et au bâti (station service, hôtel, piscine).

Dans la traversée de Breil sensu stricto, la contraction marquée du lit au droit du pont de la déchetterie et de la vanne EDF a accentué les niveaux de crue dans la traversée de Breil avec l'inondation du bourg en rive gauche et du quartier Isola en rive droite provoquée par un régime d'écoulement fluvial. La situation reste critique pour des crues d'occurrence inférieure à celle du 2 octobre 2020.

La forte dynamique des transports solides attendue en crue, la nouvelle configuration du lit et la forte sensibilité de la traversée du bourg nous conduisent à recommander :

- De maximiser en amont de Breil l'espace disponible pour le lit, en tendant autant que possible vers une largeur minimale d'une soixantaine de mètres. Cela implique de renoncer à protéger en l'état la station service et l'hôtel, en limitant au maximum l'emprise de ces activités sur le lit, et de limiter la reconquête d'espace sur la nouvelle bande active, au droit de l'ancien terrain de football et du camping. Ce principe est fondamental pour réguler le flux solide en amont du bourg, et participera à l'arrêt des flottants en amont de cette zone particulièrement sensibles aux embâcles ;*
- D'étudier de manière approfondie les conditions d'écoulement dans la traversée du bourg, en lien avec le fonctionnement des ouvrages hydrauliques, de manière à déterminer les conditions de l'amélioration de la protection des quartiers du centre et de l'Isola.*

Ces recommandations ont été partagées lors d'un atelier gemapi le 30 avril 2021, sous forme d'une contribution jointe en Annexe 22.

7.2.5 Recommandations complémentaires pour la conception et le dimensionnement des protections de berges

7.2.5.1 Calage des niveaux des ouvrages de protection

(...) Après une très forte crue comme celle du 2 octobre, la tendance la plus probable à moyen terme serait plutôt à la réincision et la contraction du lit, mais il est possible que de nouvelles crues se produisent et conduisent à un nouvel engravement des lits dans les zones propices au dépôt. Deux scénarios opposés d'évolution des lits doivent donc être considérés (mais une multitude d'autres scénarios intermédiaires peuvent également se produire avec des phases successives d'incision et de dépôts) : le scénario probable d'incision, en l'absence durable de

crue morphogène, et le scénario d'exhaussement, correspondant à la survenue d'une nouvelle crue intense avec fort transport solide.

Dans ces conditions, il faut tenir compte de scénarios d'incision du lit pour caler le niveau d'assise des fondations des ouvrages, alors que le sommet de la berge ou de la protection doit quant à lui être calé en considérant des scénarios d'aggradation supplémentaire des fonds du lit.

Les cours d'eau ont été très fortement remaniés par la crue, puis par les travaux, dans ces conditions l'application de méthode telle que celle des fonds perturbés pour estimer des profondeurs d'affouillement n'est pas du tout adapté dans ce contexte, puisque les lits sont encore fortement instables. (...)

Les travaux réalisés depuis la crue ont très fortement remanié les lits des cours d'eau. Le prélèvement massif des matériaux les plus grossiers (blocs), mais également les matériaux de calibre moyen (galets pour remplir les gabions) sont susceptibles de provoquer une incision plus marquée des lits. Il est en effet probable que les prélèvements massifs réalisés dans le cadre des travaux post-crue aient des conséquences sur le niveau final du lit, même s'il est toujours difficile de prédire de telles évolutions fortement dépendantes de la dynamique des prochaines crues et de la fraction grossière contenue dans les couches sous le niveau de l'ancien lit. Dans l'idéal, il aurait fallu trier les matériaux, mais pour faire l'inverse pour conserver la fraction la plus grossière sur place pour paver le fond du lit.

En réincisant les dépôts, le lit reconstitue progressivement et naturellement un pavage, mais si tous les matériaux grossiers ont été enlevés du lit et à proximité, il faut attendre qu'il rencontre des nouveaux blocs en nombre suffisant en fond ou sur les berges. Le temps de reconstitution d'un pavage naturel sera sans doute plus long du fait du prélèvement des matériaux grossiers et le lit continuera à s'inciser tant qu'il ne sera pas reconstitué.

Le niveau final pourrait ainsi descendre plus bas que le niveau du lit avant la crue. (...)

7.2.5.3 Types de protections

Le choix de mettre en place une protection et du type de protection est du ressort du maître d'ouvrage (conseillé par son maître d'œuvre).

Plusieurs types de matériaux et de structures peuvent être utilisés pour constituer une protection de berge. Il peut s'agir de techniques dites de « génie civil » ou de « génie biologique ou végétal ». Chaque type a son domaine d'utilisation et ses limites.

Les protections végétales devraient être réservées aux zones de faibles contraintes hydrauliques et mécaniques et, a priori, ne conviennent pas pour les berges de torrents ou de rivières torrentielles divagantes (qui ont un fort potentiel de divagations et/ou de fortes variations du niveau du fond) ce qui est le cas de la plupart des cours d'eau sur la vallée de la Vésubie et de la Roya. (...)

2. Embâcles de laves torrentielles aux confluent

Dans son article *Un exemple de catastrophe hydrologique évitée : l'obstruction de l'arc par la crue du torrent de l'Envers en juin 1992*, Alain Marnezy décrit la problématique des confluent trop étroit en illustrant du cas d'un embâcle au confluent du torrent de l'Envers vers la rivière de l'Arc.

https://www.persee.fr/doc/geoca_0035-113x_1993_num_68_2_5856

Certaines caractéristiques de la confluence entre Arc et le torrent de l'Envers rappellent celles de la Roya et de la Lavina, ce qui justifie une étude argumentée de la pertinence de l'aménagement actuel, qui pourrait être remis en question pour la sauvegarde du village.

Extraits :

L'originalité des laves de l'Envers est qu'elles viennent parfois, comme dans le cas du 2 juin 1992, obstruer le lit de l'Arc et créer un lac d'embâcle. L'histoire a retenu quelques-uns de ces événements.

Plusieurs conditions sont réunies ici pour faciliter les embâcles :

- les apports considérables et brutaux de matériaux par le torrent (30.000 m³ en juin 1992, 25 000 m³ en octobre 1977) et leur caractère granulométrique à gros blocs abondants ;
- la configuration de la confluence elle-même, le torrent est quasi-perpendiculaire au tracé de la rivière; le lit de l'Arc est ici fortement resserré, coincé par le cône de déjection au pied du talus de recouvrement du cône opposé (Ruisseau de Bonne Nuit) ;
- la présence d'une dépression spacieuse et à faible pente en amont du resserrement offre au reflux de l'embâcle la possibilité d'un stockage important d'eau.

Deux faits récents auraient plutôt tendance à accentuer le danger, d'une part le canal d'écoulement du torrent, endigué sur la plus grande longueur du cône, facilite le transit des laves qui parviennent peut-être plus aisément et plus brutalement à la confluence ; d'autre part l'entretien naturel du chenal de l'Arc et l'évacuation des sédiments ne se font plus avec la même régularité et la même efficacité qu'autrefois, par suite de la forte diminution des débits de la rivière liée aux dérivation et captages du complexe hydroélectrique du Mont-Cenis.

Similitudes appelant une étude hydraulique du confluent dans son contexte global :

Voir illustrations dans le cahier de références n°4.

Le 2 octobre 2020, la Lavina a arraché à ses berges une grande quantité de matériaux, formant une lave torrentielle à nombreux gros blocs qui ont obstrué le confluent avec la Roya.

Depuis des décennies, le confluent qui fut longtemps évasé (cône de dépôt naturel) a été resserré et parvient désormais quasi-perpendiculairement au tracé de la Roya; dont la section libre est fortement réduite par le pont Charabot au droit du confluent.

Le quartier Isola constitue un espace spacieux à faible pente en amont du resserrement, offrant au reflux de l'embâcle de la Roya la possibilité d'un stockage important d'eau.

Le canal d'écoulement de la Lavina, endigué sur ce qui fut autrefois son cône de dépôt, facilite le transit des laves qui parviennent peut-être plus aisément et plus brutalement à la confluence, sur le pont de la Poste, ce qui a provoqué le déplacement du lit de la Lavina.

Par ailleurs :

- l'entretien naturel du chenal de la Roya ne se fait plus efficacement depuis que la retenue artificielle favorise l'engravement, suite à la forte diminution des débits de la rivière liée aux dérivation et captages du complexe hydroélectrique ;
- Le Code de l'Environnement (Section 1 : Régimes d'autorisation ou de déclaration, Articles L214-1 à L214-11) contraint fortement les travaux dans les rivières, hors situation d'urgence, ce qui a permis un nouveau resserrement du confluent pouvant favoriser une nouvelle obstruction et de nouveaux débordements, mais empêche une incision du lit de la Roya pour accélérer le flux et augmenter la section disponible face au village, pour y réduire le risque de submersion.

3. La revanche : une marge de sécurité pour un débit de crue prévisible

Introduction

En 2013, la Commission pour la protection contre les crues (CIPC) de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux (ASAE) a publié des recommandations relatives au calcul de la « revanche » (marge de sécurité entre les hautes eaux prévisibles et le niveau des enjeux à protéger).

Cette démarche implique que les ouvrages concernés soient conçus en tenant compte du volume d'eau prévisible (centennal ou plus exceptionnel), et localement de la hauteur de crue de référence, à laquelle s'ajoute la revanche.

Le document simplifié, qui confirme les études et publications plus détaillées et approfondies des laboratoires de recherche de plusieurs pays, rappelle que l'adoption d'une hauteur de revanche doit écouler d'un calcul hydraulique qui détermine la section utile du cours d'eau au droit des ouvrages et enjeux concernés.

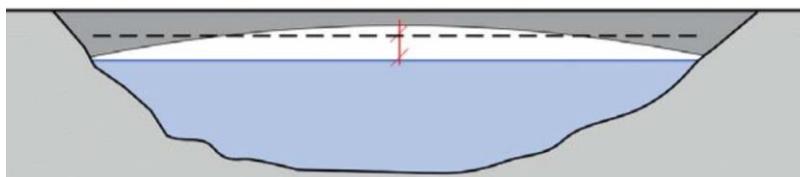
Si ces calculs sont affaires de spécialistes non précisés ici, l'objectif, qui concerne la protection des enjeux exposés aux crues est décrit comme suit.

Source : CIPC, La revanche dans les projets de protection contre les crues et de l'analyse de dangers, Recommandations de la Commission pour la protection contre les crues (CIPC), Baden, Suisse.

Définitions

La revanche désigne la distance verticale entre le niveau de l'eau prévisible pendant la crue de référence, et le sommet d'une berge, ou d'un ouvrage de construction hydraulique (par ex. barrage, digue), ou le dessous d'un pont.

N-B : Pour les ponts avec une sous-face non horizontale (inclinée, voûtée), la revanche se réfère à la cote moyenne du bord inférieur.



La « revanche nécessaire » désigne la revanche devant être respectée afin de garantir une capacité d'écoulement du chenal déterminée par calcul.

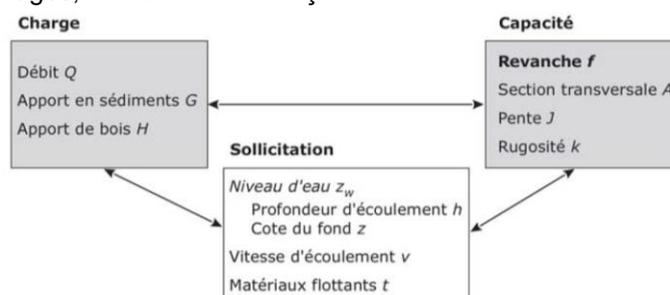
Charge : Pour l'étude d'un tronçon de cours d'eau, l'écoulement, l'apport de matériaux charriés, de bois flottants et d'autres matières constituent des grandeurs de charge.

Afin de mesurer l'effet de la charge sur la section transversale du flux, il faut définir :

- la cote du niveau d'eau, déterminée par la cote du fond (variable en cas de charriage important, voire de laves torrentielles) et la hauteur d'écoulement,
- la vitesse d'écoulement en situation de crue,
- ainsi qu'un espace au-dessus du niveau d'eau occupé par les débris flottants.

Capacité : La géométrie du chenal, sa pente, sa rugosité ainsi que la revanche déterminent la capacité du chenal d'écouler les grandeurs de charge prévisibles.

Sollicitation : Les grandeurs de charge et de capacité influencent tout deux les niveaux de sollicitation des berges et des ouvrages, et tout en s'influençant mutuellement.



Estimation de la revanche nécessaire

Lors de l'estimation de la capacité d'écoulement d'un cours d'eau sous ou le long d'un ouvrage, et lors du dimensionnement des ouvrages de protection contre les crues, une revanche est généralement prise en compte.

La revanche nécessaire est considérée comme une grandeur hydraulique. Les incertitudes dans le calcul du niveau d'eau peuvent être déterminées par des méthodes appropriées au contexte.

La revanche s'ajoute au niveau d'eau, lequel est calculé en tenant compte des processus suivants :

- Modifications du lit du cours d'eau pendant une crue,
- Modifications du lit du cours d'eau à long terme,
- Surélévation du niveau d'eau sur le côté extérieur des courbes,
- Vitesses d'écoulement différentes dans le lit principal et dans les bras secondaires, dans le cas de sections transversales composées,
- Accumulations de bois et objets flottants, sur des piliers ou des culées de ponts.

Dans le cas de possibles laves torrentielles, une revanche s'additionne à la section d'écoulement transversale exigée par le front de la lave.

La revanche nécessaire couvre les processus spécifiques ci-dessous. Cela signifie que la revanche garantit la capacité d'écoulement d'un chenal malgré l'apparition de ces processus :

- Vagues formées par l'écoulement,
- Remous d'exhaussement sur des obstacles à l'écoulement locaux (par ex. sur des arbres ou des coins de mur avancés),
- Charriage de bois flottant.

La revanche ne couvre pas les erreurs consécutives à l'application d'un modèle hydraulique inadapté ou résultant d'une configuration erronée du modèle. Ces incertitudes doivent être identifiées lors du calcul hydraulique.

La revanche ne doit pas être utilisée pour couvrir les incertitudes des scénarios hydrologiques (fixation d'un débit ou d'un apport en charriage d'une certaine période de retour) ou des incertitudes dans le dimensionnement géotechnique ou statique des ouvrages de protection.

Elle ne doit non plus servir à justifier un plus haut niveau de sécurité pour un potentiel de dommages élevé (et donc implicitement une capacité d'écoulement plus élevée).

De tels critères devraient être pris en compte par le choix du scénario de dimensionnement.

Application aux ponts

Dans le cas où la capacité hydraulique de la section transversale d'un pont est insuffisante, un scénario d'embâcle sera défini en prenant en compte :

- les dimensions et la forme du profil transversal,
- la constitution de la face inférieure et du lit (affouillement possible ou pas)
- la quantité de bois charriés.

Dans le cas où le passage d'un pont est forcé par un écoulement en charge, le critère de la revanche ne vaut pas pour la section transversale du pont en soi, mais pour le secteur amont où le remous se crée. Le comportement d'un pont en charge lors de l'arrivée de débris flottants doit faire l'objet d'un examen spécifique.

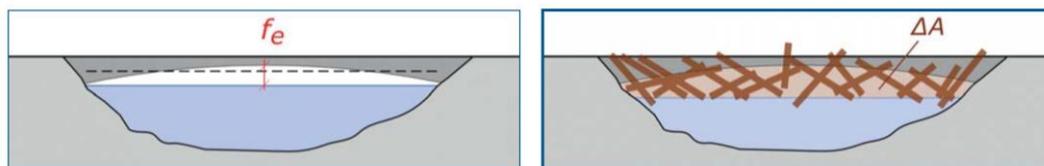


Figure 11. Dépassement de la capacité d'écoulement du profil transversal d'un pont et scénario d'embâcle.

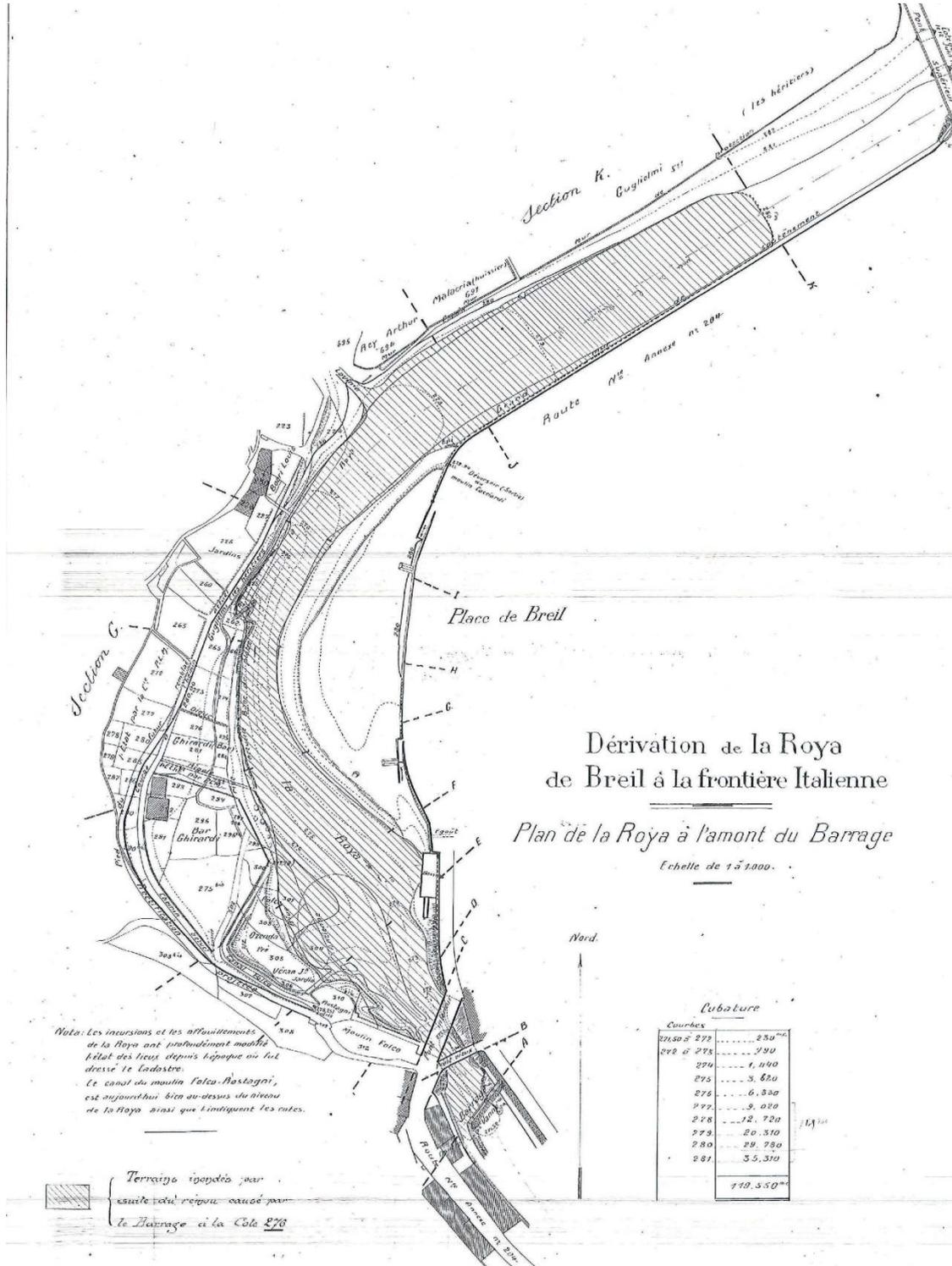
L'analyse de points faibles en cas de surcote prévisible doit répondre aux questions suivantes :

- Pour un écoulement donné, où est-ce que l'eau peut sortir du chenal ?
- Quelle est la cause pour laquelle l'eau s'échappe (submersion, rupture de digue, embâcle) ?
- Quelle est la quantité d'eau qui s'échappe ?

4. Topographie du lit de la Roya, et sections utiles aux crues en 1925

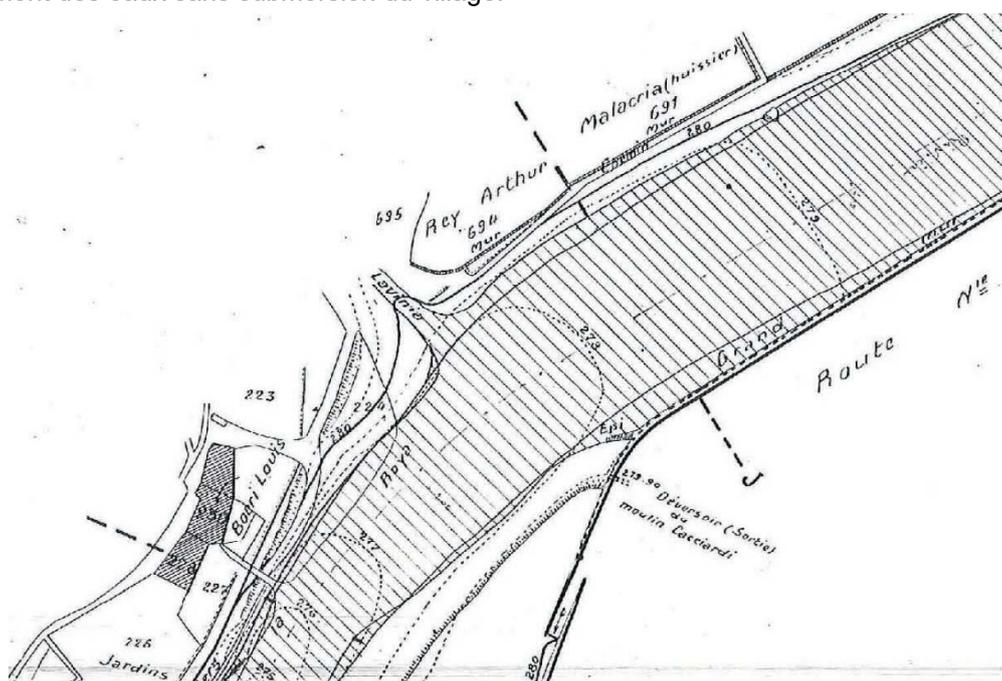
Avant la crue de 1926, en vue de la construction de la retenue hydroélectrique et du pont Charabot, un lever topographique du lit de la Roya a été réalisé.

Il peut servir de référence au fonctionnement naturel de la Roya, avec dépôts de crues à alluvions et incisions par les rapides, avant le nivellement du fond du lac artificiel et la modification de la berge et du confluent en rive droite.

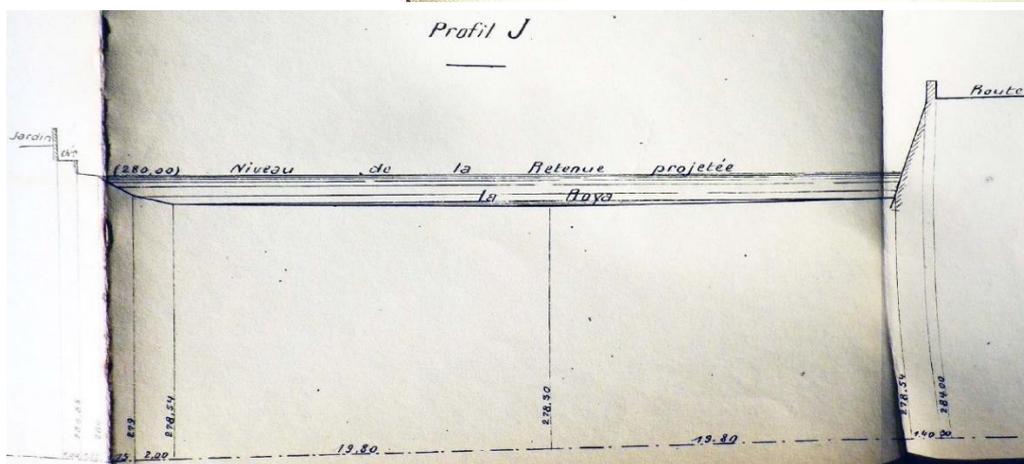
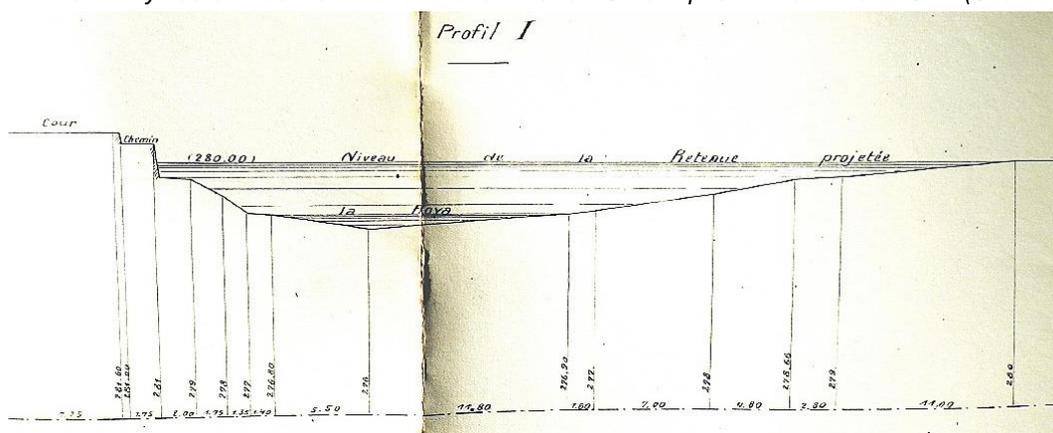


Plan topographique d'ensemble avec localisation des courbes de niveaux et des profils en travers. L'altitude du lit de la Roya de l'époque implique un impact de la retenue (altitude 280 m NGF) jusqu'à mi-distance entre le confluent de la Lavina et le pont Supérieur. (Source ADAM)

Les documents suivants permettent d'établir la section disponible, au confluent de la Lavina, pour l'écoulement des eaux sans submersion du village.

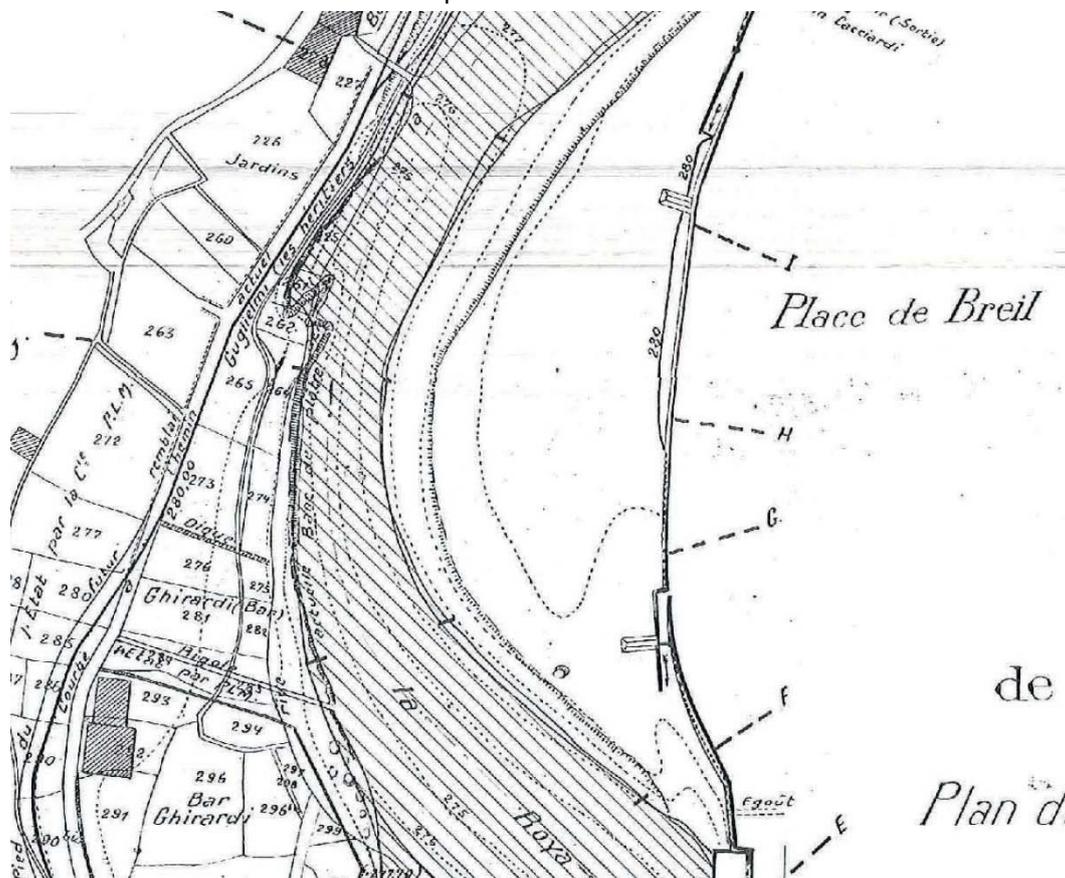


Détail : Plan topographique de la Roya en 1925, à hauteur du confluent de la Lavina et du futur pont Charabot. Le fond du lit de la Roya au confluent se trouvait à une altitude NGF comprise entre 277 et 278 m. (Source ADAM)

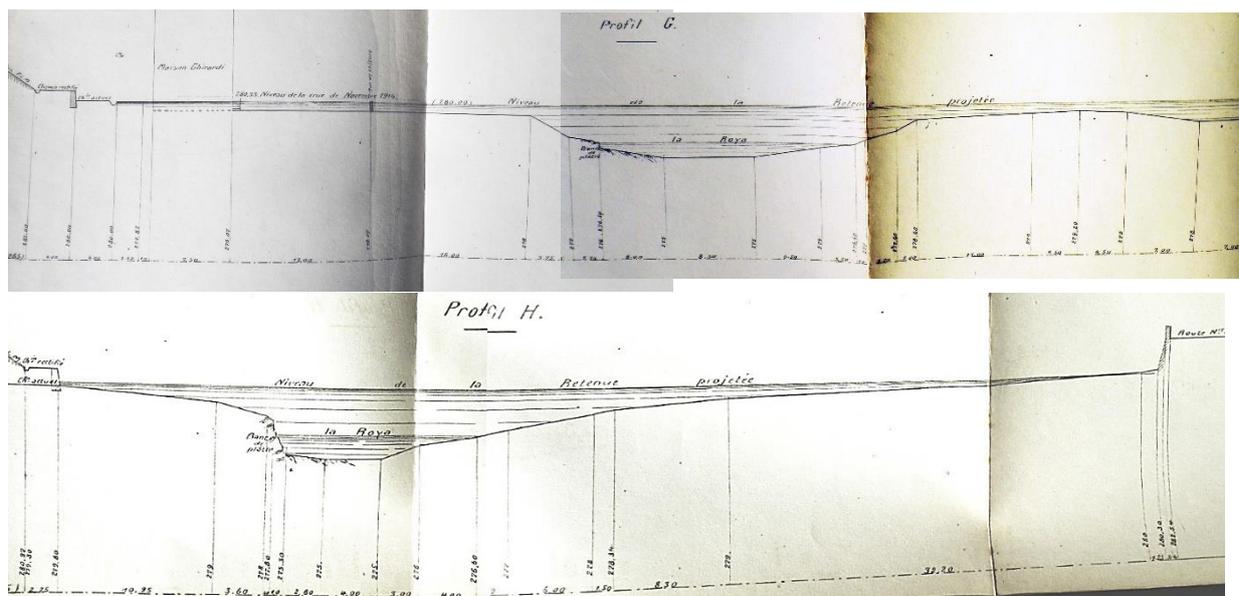


Détails : Profils I (en aval du confluent) et J (en amont), indiquant le niveau du fond de lit, et de l'eau de la Roya (hors crues) avant et après la mise en eau, soit une section libre sous le village nettement supérieure à 250 m² + inondabilité de la rive droite en amont et à l'aval, permettant le passage de crues nettement supérieures à 1 500 m³/s sans impact sur le village. (Source ADAM)

Les documents suivants permettent d'établir la section disponible face à la place Biancheri (point le plus bas du village à 283 m NGF au sud de la place, profil H), pour l'écoulement des crues dans la Roya sans submersion du village. Le lit mineur de la Roya était alors fortement incisé à une altitude inférieure à 275 m NGF, 5 m plus bas que le haut de la plage qui jouxtait la place à la côte maximum de 280 m NGF, soit 3 m sous le boulevard Rouvier à proximité de la mairie actuelle.



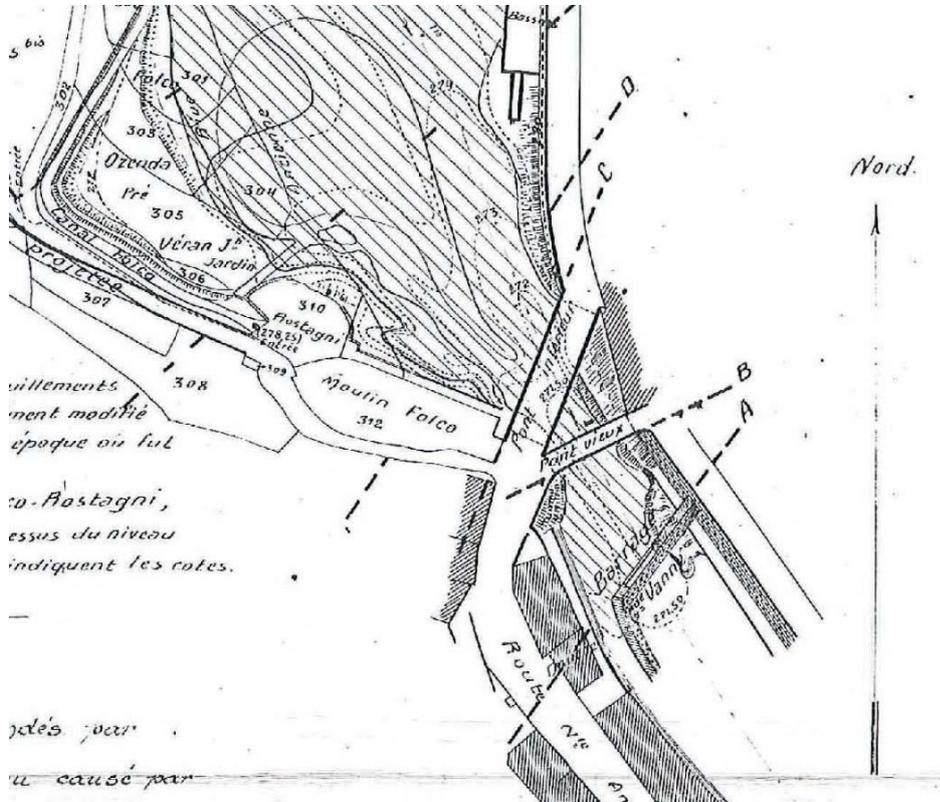
Détail : Plan topographique de la Roya en 1925, à hauteur de la place Biancheri I et H. Le fond du lit de la Roya se trouvait à une altitude NGF comprise entre 274 et 276 m, entouré de larges plages inondables, culminant 3 m plus bas que l'altitude inférieure du village 283 m. (Source ADAM)



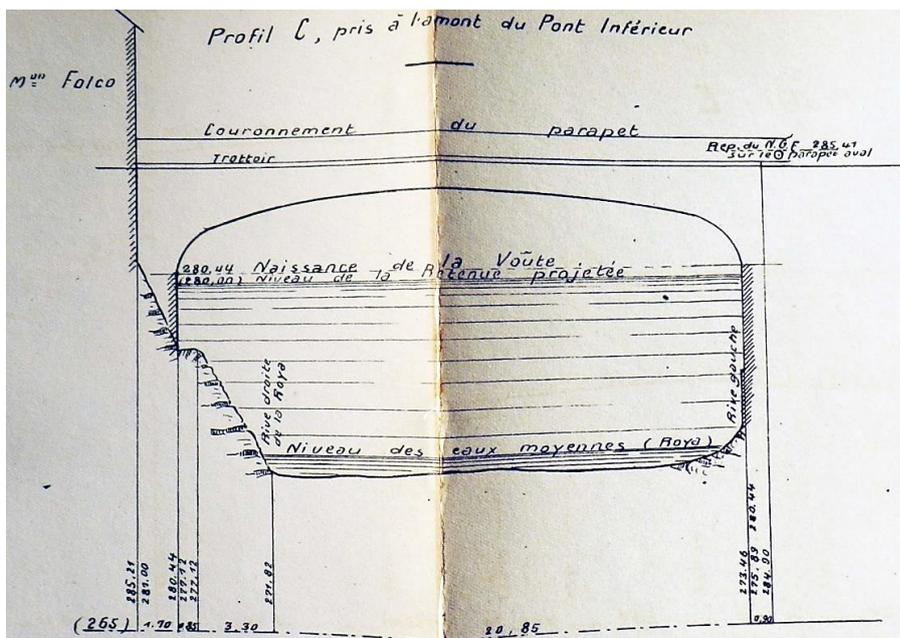
Détails : Profil H (Sud de la place Biancheri) et G (Sud mairie), indiquant le niveau du fond de lit, et du niveau d'eau de la Roya (hors crues) avant et après la mise en eau. (Source ADAM)

Les documents suivants permettent d'établir la section disponible pour l'écoulement des eaux sans submersion du village, à hauteur :

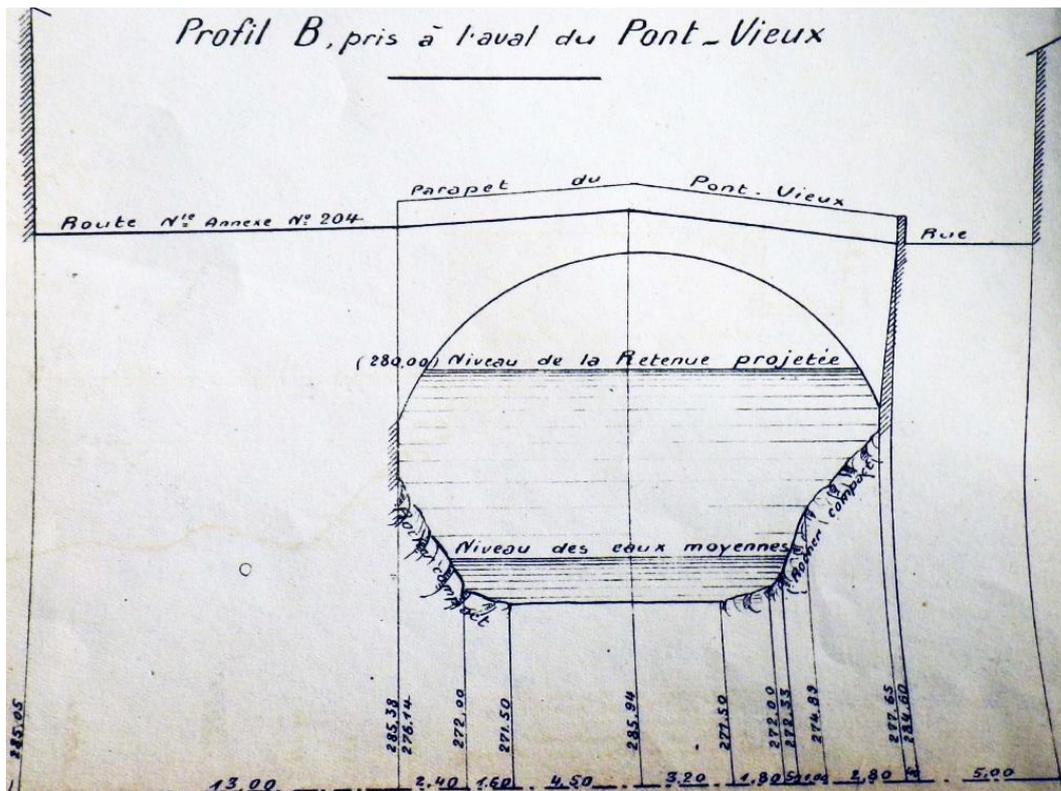
- du pont Inférieur (1883, reconstruit à l'identique avec légère réduction de l'espace entre culées en 1947),
- du pont vieux (dynamité pendant la guerre et non reconstruit)
- de la vanne hydroélectrique alors en projet.



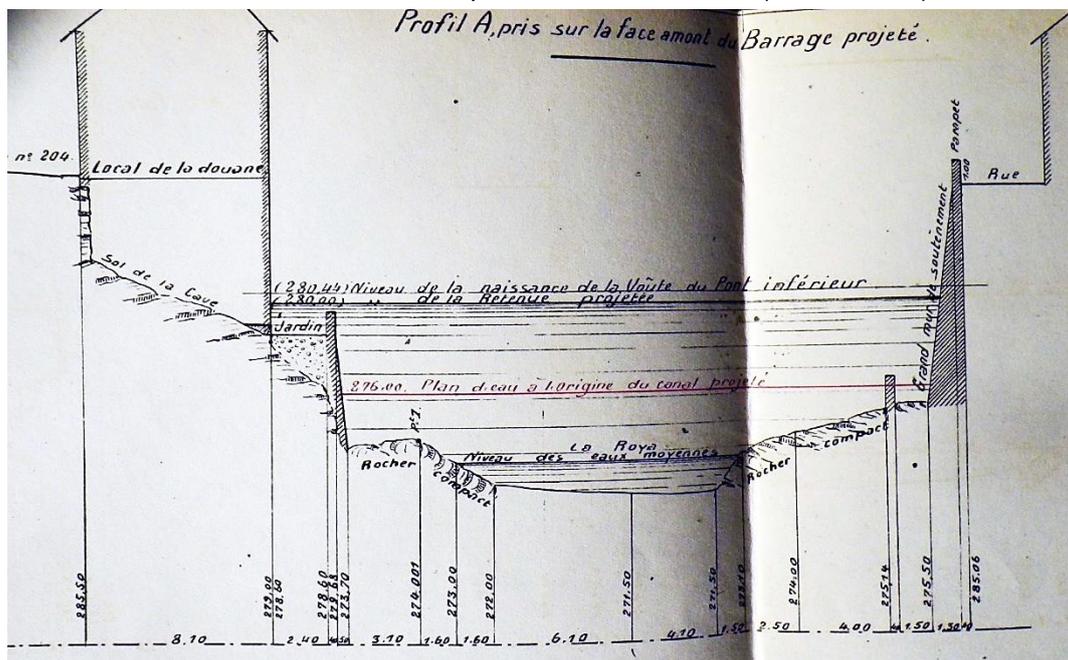
Détail : Plan topographique de la Roya en 1925, à hauteur du pont Inférieur et de la retenue hydroélectrique. (Source ADAM)



Détail : Profil C (Pont Inférieur initial), indiquant le niveau du fond de lit (environ 272 m NGF, le niveau d'eau de la Roya (hors crues) avant et après la mise en eau. La section disponible sous le pont était de l'ordre de 220 m², soit le passage d'une crue de l'ordre de 1100 m³/s, pour une vitesse de 5 m/s. (Source ADAM)



Détail : Profil B (Pont vieux) indiquant le niveau du fond de lit (271,5 m), le niveau d'eau de la Roya (hors crues) avant et après la mise en eau. La section disponible sous le pont était de l'ordre de 320 m², soit le passage d'une crue de l'ordre de 1600 m³/s, pour une vitesse de 5 m/s. (Source ADAM)



Détail : Profil A (Vanne EDF actuelle), indiquant le niveau du fond de lit (environ 272 m moyen), le niveau d'eau de la Roya (hors crues) avant et après la mise en eau. La section disponible sous la rue Marius Cauvin était de l'ordre de 390 m², soit le passage d'une crue de l'ordre de 1900 m³, pour une vitesse de 5 m/s. (Source ADAM)

5. Sections libres sous les ponts, estimées avant et après Alex

Il a semblé intéressant aux membres de l'atelier de comparer les sections libres pour le passage des crues aux niveaux des ponts Charabot et Inférieur, ouvrages incriminés à juste titre dans le phénomène de montée des eaux à l'altitude 285,7 m NGF pendant la crue du 2 octobre 2020.

Les mesures ont été prises aux niveaux NGF de l'IGN actuels, sur le plan de 1925, sur le rapport ONF-RTM – INRAE, sur les ouvrages eux-mêmes, et sur le niveau mesurable du fond de la Roya actuel, en grande partie émergé, sous le pont Charabot.

Les ordres de grandeur estimés, bien qu'ayant une marge d'erreur, sont significatifs de l'évolution de la situation depuis 1925 et des observations en 2020.

1) L'ouverture du pont Charabot, avait été beaucoup trop réduite avant 2020

Pont Charabot	Situation actuelle	Pont suspendu de 1925	Ouverture avant 1925	Situation 2020 avant Alex
Altitude de la voie, haut tablier & Bd Rouvier (m NGF)	283,8	283,8	283,8	283,8
Altitude de la sous-face pont (m NGF)	282	283,4	283,8	282
Altitude moyenne du fond de rivière (m NGF)	279,3	277,7	277,7	278,5
Hauteur H utile sous le pont (m)	2,7	5,7	6,1	3,5
Largeur L libre entre les culées (m)	40	45	60	40
Ouverture libre estimée H x L (m ²)	108	256,5	366	140
Débit possible (m ³) estimé pour v=5 m/s	540	1282,5	1830	700

N-B : Le niveau du lit ayant encore monté depuis la catastrophe, une crue décennale de 600 m³/s (voir cahier de références n°5) n'a aucune marge de sécurité, quant à la crue de référence recommandée par le rapport de février 2022, soit 1 300 m³/s, elle surviendrait dans un contexte encore aggravé depuis 2020.

Sans modification du pont et du fond de rivière, en respectant un projet justifié par une étude hydraulique, une nouvelle submersion du village, de l'Isola et du Graviras est prévisible à l'échelle des temps décennale.

2) L'ouverture du pont Inférieur s'avère un peu insuffisante pour la crue de référence

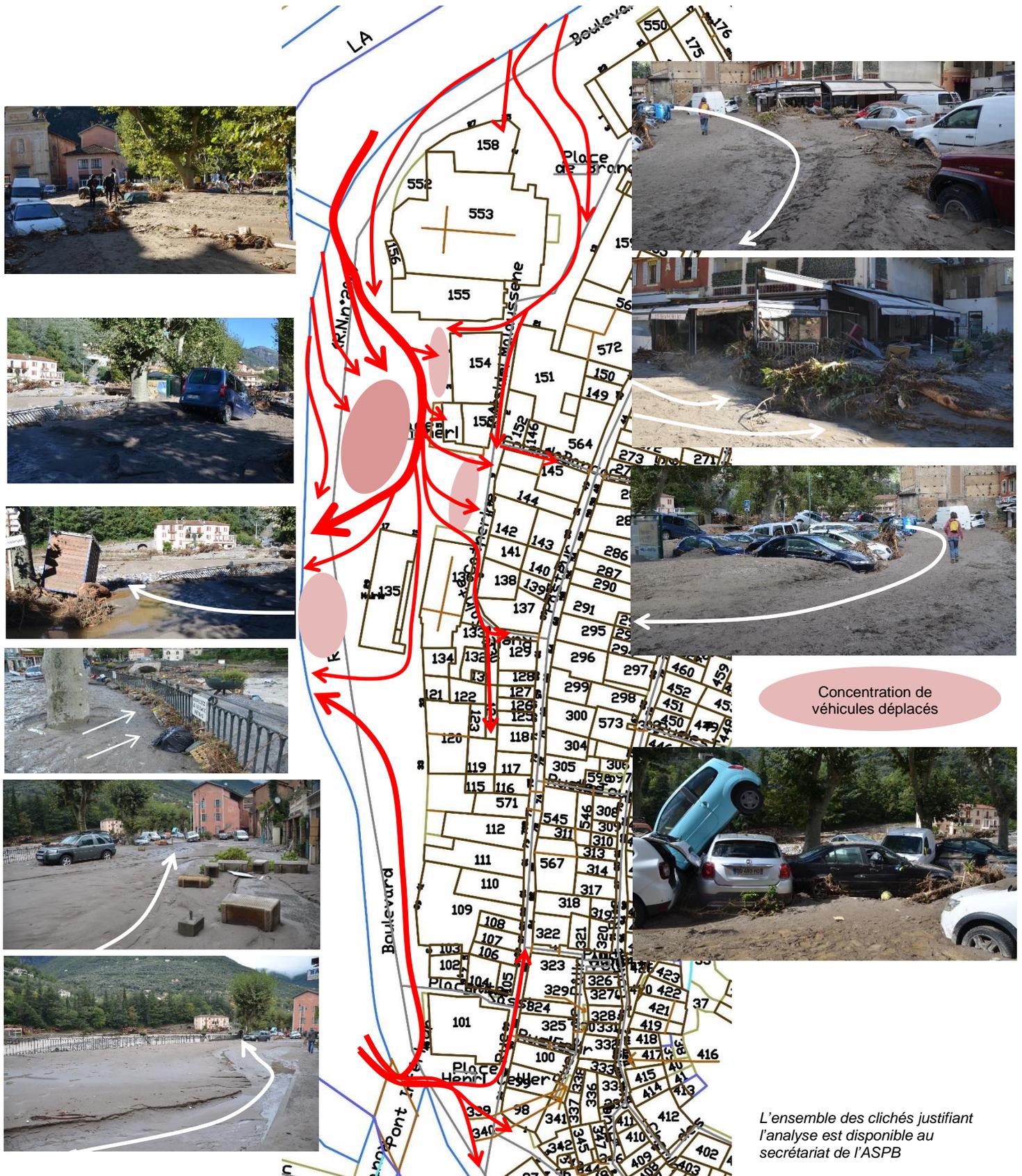
Pont Inférieur	Situation actuelle	Pont de 1925
Altitude de la voie, haut tablier & Bd Rouvier (m NGF)	285,3	285,3
Altitude moyenne de la sous-face pont (m NGF)	283,3	283,3
Altitude moyenne du fond de rivière (m NGF)	272	272
Hauteur H utile sous le pont (m)	11,3	11,3
Largeur L libre entre les culées (m)	18	22
Ouverture libre estimée HxL (m ²)	203,4	248,6
Débit possible (m ³) estimé pour v=5 m/s	1017	1243

N-B : L'ouverture sous le pont, bien qu'insuffisante en 2020, montre néanmoins le souci initial d'avoir une ouverture plus haute que la partie basse du village. La crue de 2020, inclus une forte charge de matériaux a formé embâcle sur les ouvrages EDF, ralenti le flux et favorisé la montée des eaux dans le « verrou » du village, en synergie avec le pont Charabot.

L'étude hydraulique du complexe pont Inférieur, vanne et canal de prise d'eau EDF, doit être réalisée pour envisager les modifications nécessaires, inclus le fait que la vanne ouverte a une hauteur libre faible, en aggravation de l'emprise des ouvrages.

6. Sens des flux observés dans le village submergé

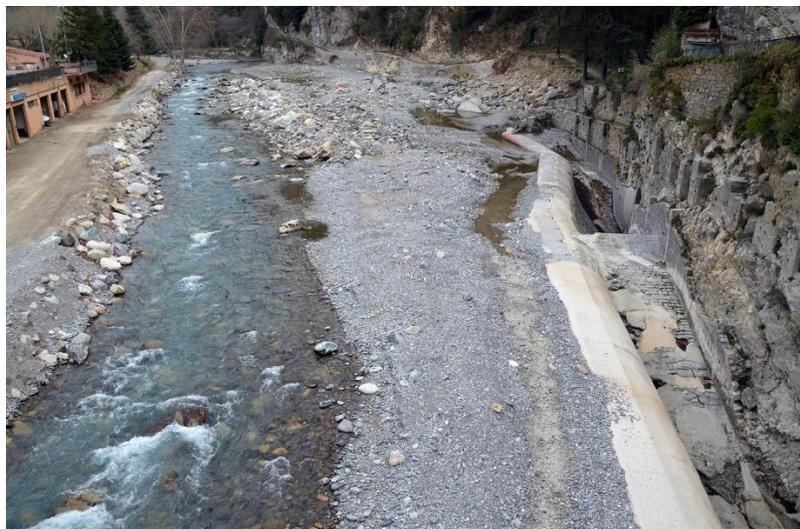
L'observation des clichés pris le 3 octobre au matin, avant remaniement des sédiments déposés et enlèvement des véhicules, permet de compléter l'étude de l'influence des obstacles constitués par le pont Charabot et l'ensemble pont Inférieur – Vanne EDF, en établissant les sens de flux dans le village.



7. Autres problématiques observées

Impact des sédiments face aux batardeaux des tunnels écrêteurs de crues

L'accumulation de sédiments aux Sélés a fortement remonté le lit de la Roya, enclenchant la surverse dans les avaloirs pour un débit de crue modérée, ce qui limite la possibilité d'incision naturelle du lit souhaitable face au village, cette incision nécessitant un débit élevé.



Mars 2022.

Négation du danger représenté par le pont Charabot

La municipalité a pris en compte une présentation orale, peut-être mal exprimée de l'étude préliminaire lors de la présentation du 30 avril 2021, mettant l'accent sur l'ensemble pont Inférieur – Vanne EDF, or le rapport de février 2022 mentionne également le rôle du pont Charabot. L'investissement consacré au renforcement de ce dernier conditionne une difficulté à reconnaître la réalité démontrée par des calculs simples.

Extrait du compte-rendu du Conseil municipal du 26 juillet 2021

10. Demande de subvention au titre de la Dotation de solidarité nationale pour les travaux de réhabilitation du Pont Charabot.

Monsieur le Maire explique que les dépenses retenues par l'État au titre de la Dotation de solidarité nationale (DSN) pour le Pont Charabot sont de 104 880 €, subventionnables à hauteur de 90 %, soit 94 392 € HT. La Commune sollicite donc auprès de L'État une subvention au titre de la DSN à hauteur de 90 %, soit 94 392 €. La part restante sera complétée par la principauté de Monaco, en fonction de montant attribué par la Région au titre du FRAT.

Monsieur Michel BRAUN regrette que la Commune n'ait pas fait le choix de démolir ce pont, qui selon lui a été la cause de l'inondation du village lors des intempéries des 02 et 03 octobre 2020.

Monsieur le Maire informe que les conclusions de l'étude RTM commandée par la Préfecture des Alpes-Maritimes confirment que le Pont Charabot n'a pas joué de rôle dans les inondations du village et de l'Isola. En réalité, le débit de la Roya, au plus haut de la crue, était supérieur à la hauteur du pont. Il rappelle aussi que la Lavina a fait embâcle, ce qui a ralenti le bon écoulement de la Roya.

Madame Audrey ROSSI ajoute que le resserrement du lit au niveau du barrage explique à lui seul la montée des eaux.

Approuvé à l'unanimité.

Interdiction de curage de la Roya face au village

Le Code de l'environnement, appuyé par la priorité accordée à la protection des frayères et espèces aquatiques présentes avant la catastrophe, dans les hauts-fonds calmes de la retenue, sur la sécurité des berges, interdit le curage du lit de la Roya dont le fond est remonté de plus de 2 m en un siècle sur certains espaces, entre le confluent de la Lavina et les abords de l'espace loisir.

L'ouverture sous le pont Charabot avait ainsi été fortement réduite depuis la guerre. Avant 2020, une souche transportée par une crue était restée coincée, à demi émergée en amont de la pile Est, « embourbée » dans les sédiments peu profonds. Hormis un passage de courant à l'ouest de la rivière, sur la moitié nord du lac la hauteur d'eau était de l'ordre de 50 à 100 cm au dessus du fond.

Il faut noter qu'à Breil, les eaux et les sédiments du bassin versant amont (près de 400 km²) passent face au village. Suite aux mouvements de terrain de la tempête Alex, d'énormes quantités de sédiments seront charriées pendant les décennies qui viennent, auxquels s'ajoutent les remblaiement peut-être hâtivement remis sur les berges, dans le contexte des travaux d'urgence.

La question de la responsabilité de curer ou non le lit mineur de la rivière des dépôts qui s'accumulent, est posée pour la sauvegarde du village de Breil et de ses activités, voire pour la sécurité des résidents.

8. Elaboration des plans d'actions post-inondations catastrophiques

Source : Guide méthodologique "APRÈS inondation", Organisation de la collecte des données issues des REX inondation, rapport n° 012486-01, Ministère de la Transition Ecologique, 2019

Le guide méthodologique pour l'organisation des *Retours d'expériences* post-catastrophe (REX ou RETEX selon les usages) cadre une méthodologie de collecte des données et de restitution des causes et conséquences de l'événement sous ses différents aspects physiques, techniques, sociaux et économiques.

En outre, le chapitre 3.5. *Plan d'actions* (Pages 55 et suivantes) traite de l'élaboration d'une stratégie visant à réduire l'impact des futures crues, en s'appuyant sur le retour d'expérience propre au contexte géographique et social d'une catastrophe édifiante (Extraits) :

Le plan d'actions est étayé par les enseignements tirés des étapes précédentes de la démarche « APRÈS inondation » (relevés de terrain, analyse des informations collectées, analyse de l'organisation et des outils de prévention en place). Il doit donc être conduit après la réalisation de ces analyses.

Il concerne l'ensemble des axes de la prévention des risques et implique l'ensemble des acteurs du territoire en fonction de leurs compétences et de leurs champs d'action.

Contenu

Le contenu du plan d'actions doit être détaillé et pragmatique.

Il se présente sous la forme d'un tableau de bord dont un modèle est donné en annexe 3.18 mentionnant pour chaque action :

- *l'axe de prévention, et le rattachement aux orientations stratégiques de la SNGRI et le cas échéant de la stratégie régionale et de la SLGRI ;*
- *les constats et enseignements sur l'événement à l'origine de l'action ;*
- *la description de l'action, ses objectifs et le détail de sa mise en œuvre ;*
- *le pilote ou maître d'ouvrage de l'action ;*
- *les contributeurs ou partenaires contributeurs de l'action en appui du pilote ;*
- *le niveau de priorité de l'action ;*
- *les conditions de réussite ;*
- *l'échéance de réalisation ;*
- *une estimation du coût et des modalités de financement ;*
- *les livrables attendus ;*
- *les indicateurs de suivi.*

Le modèle de tableau de bord fourni indique que les actions visent expressément les différents aspects de la prévention des risques.

La prévention du risque d'inondation du village de Breil est un des enjeux forts poursuivis par la Conférence de consensus 2022.

3.18. Modèle de tableau de bord de Plan d'action

Action	Volet de la prévention des risques	Constats et enseignements sur l'événement à l'origine de l'action	Description de l'action et ses objectifs	Pilote de l'action	Partenaires	Niveau de priorité	Conditions de réussite	Échéance de réalisation	Coût et financement	Livrables attendus	Indicateurs de suivi
Action 1											
Action 2											

Le guide méthodologique précise la méthodologie d'élaboration des plans d'actions.

Construction et approbation

L'élaboration de cette feuille de route doit être partagée, concertée (organisation de réunions de travail, consultations formelles...) et portée par un pilote légitime sur le territoire, en capacité de suivre et d'animer la mise en œuvre de ce plan dans la durée.

Son ambition doit être réaliste et en lien avec les capacités techniques, humaines et financières en présence. Son calendrier de mise en œuvre doit également être adapté aux moyens et à la complexité des actions envisagées.

La finalisation de ce plan d'actions doit être actée par une validation officielle du pilote de la démarche, diffusée largement aux acteurs du territoire, et validée par les futurs maîtres d'ouvrage et les contributeurs des actions envisagées.

Le guide méthodologique prévoit en outre la communication relative aux plans d'actions et le suivi de leur mise en œuvre.

Diffusion, mise en œuvre et évaluation

Une stratégie de communication sur le plan d'actions est à réfléchir afin d'informer largement les acteurs du territoire de l'existence et du contenu de ce plan à sa sortie, mais également pour communiquer périodiquement sur l'état d'avancement des actions.

L'organisation pour le suivi de la mise en œuvre du plan d'actions doit être formalisée en précisant a minima le pilotage et les instances impliquées (ex : CDRNM, COPIL PAPI...), la périodicité et le format des bilans, les modalités de révision du plan d'actions au cours de sa mise en œuvre, son évaluation à 5 ans le cas échéant.

Livrables

- *Tableau de bord général.*
- *Fiches réflexes par action.*

Le chapitre 3.7. *Vers un retour d'expérience à long terme* (Pages 58 et 59) incite à inscrire le retour d'expérience dans une durée plus importante que le simple constat post-catastrophe, notamment pour les « événements rares d'inondation » qui ont des conséquences importantes sur les territoires, afin d'évaluer les conséquences à long terme.

Des travaux de recherche sur la reconstruction post-catastrophe pointent en effet l'intérêt d'inscrire les REX dans une temporalité qui va au-delà des quelques mois qui suivent l'inondation, temporalité de la méthodologie « APRÈS inondation » qui vise à réaliser un REX « à court terme ». Ces travaux préconisent un processus de récolte de données et d'analyse qui perdure, avec des phases marquées de REX à moyen et long terme.

Ce processus permet de :

- récolter des données qui ne sont pas systématiquement disponibles à court terme (par exemple des données de dommages synthétisés par les assureurs) ; outils et politiques de prévention ;
- examiner la mise en œuvre et la performance du plan d'actions décidé lors de l'« APRÈS » ;
- aboutir in fine à un portrait de territoire actualisé.

En amont de futures catastrophes sur le territoire sinistré ou au niveau national, le REX à long terme alimentera également l'élaboration d'outils et de méthodes pour anticiper : l'organisation des acteurs en charge de la reconstruction, l'association des populations au processus de reconstruction, et la reconstruction physique des infrastructures endommagées.

Parmi les annexes du guide, les suivantes, relatives aux plans d'actions, sous-tendent la légitime attente d'aménagements en amont et au droit du village de Breil, pour prévenir une nouvelle inondation intra-muros.

1.2. Liste d'aide à la décision des finalités de l'« APRÈS inondation »

Besoin	Finalité	O/N
Produire et apporter de l'information	Définir l'emprise de la zone inondée afin d'établir une carte de cette inondation qui pourra être qualifiée « d'historique »	
	Connaître le montant des dommages pour les biens non assurés (biens publics) ou non assurables	
	Disposer d'éléments pour réaliser des actions de communication ou d'information préventive (améliorer la culture du risque)	
	Évaluer les dégâts sur le plan macro-économique	
	informer la population, la société civile, les sinistrés sur l'événement	
	Comprendre collectivement ce qui s'est passé et l'exprimer	
Acquérir une nouvelle connaissance technique	Améliorer la connaissance locale des phénomènes (connaissance des emprises, des paramètres physiques tels que débits, périodes de retour, hauteurs, vitesses, cinétique ...), définir le débit en une section donnée d'un cours d'eau non instrumenté	
	Contribuer à l'amélioration des méthodes techniques générales (aléas, dommages, gestion de crise) en amenant de nouveaux éléments, affiner les modèles, caler des courbes de dommages	
	Faire progresser la connaissance dans tous les domaines physiques et socio-économiques	
Améliorer ou adapter les dispositifs de prévention	Identifier les secteurs inondés dans l'objectif de gérer leur urbanisation future	
	Proposer des mesures de réduction de la vulnérabilité de l'existant, et des mesures constructives pour les nouvelles constructions	
	Évaluer la pertinence des documents de prévention existants (PPR, DICRIM...) au regard des événements	
	Améliorer des dispositifs de prévision des phénomènes locaux	
	Tirer des enseignements opérationnels, améliorer la planification de crise : Plans Communaux de Sauvegarde, ou dispositifs de gestion de crise aux autres niveaux (département, zone...)	
	Étudier la résilience des territoires (réseaux, équipements collectifs, commerces...)	
	Analyser des événements singuliers nouveaux ou mal connus ou mal gérés : campings, déplacements, parkings souterrains...	
Diminuer les coûts futurs, et améliorer la gestion pendant un événement futur similaire		
Capitaliser sur l'événement	Inscrire cet événement dans l'histoire (du territoire au moins) et dans la mémoire collective	
	Réutiliser plus tard ces données	

3.17. Plan d'action

	Contenu et points de vigilance
Quoi	Plan d'action détaillé et pragmatique sous la forme d'un tableau de bord.
Quand	En fin de démarche.
Pourquoi	Construction d'un plan d'actions. Le plan d'actions est étayé par les enseignements tirés des étapes précédentes de la démarche « APRES inondation » (relevés de terrain, analyse des informations collectées, analyse de l'organisation et des outils de prévention en place). Il doit donc être conduit après la réalisation de ces analyses. Il concerne l'ensemble des axes de la prévention des risques et implique l'ensemble des acteurs du territoire en fonction de leurs compétences et leurs champs d'action.
Comment	Élaboration partagée, concertée (organisation de réunions de travail, consultations formelles...) et portée par un pilote légitime sur le territoire, en capacité de suivre et d'animer la mise en œuvre de ce plan dans la durée. Ambition réaliste et en lien avec les capacités techniques, humaines et financières en présence. Calendrier de mise en œuvre adapté aux moyens et à la complexité des actions envisagés. Validation officielle par le pilote de la démarche, diffusion large. <u>Stratégie de communication pour informer largement les acteurs du territoire et pour communiquer périodiquement sur l'état d'avancement des actions.</u> Organisation pour le suivi de la mise en œuvre du plan d'actions.
modèles	Modèle de tableau de plan d'actions.