



CANNES
PAYS DE
LÉRINS



Riou de l'Argentière

Projet Minelle

RAPPORT D'AVANT-PROJET

VERSION PROVISOIRE – 0F



BUREAU D'ARCHITECTURE EDL

DATE : AOUT 2024

SOMMAIRE

Table des matières

1.	Contexte et objectifs	e
1.1.	PRESENTATION DU RIOU DE L'ARGENTIERE	F
1.2.	DES INONDATIONS DRAMATIQUES EN 2015 ET 2019	G
1.3.	VERS UNE VILLE RESILIENTE	I
1.4.	LE CADRE DE GOUVERNANCE	I
2.	Une stratégie globale sur le bassin versant du Riou de l'Argentière : pragmatique, hiérarchisée et ordonnancée	j
2.1.	CHANGEMENT DE PARADIGME INTRODUIT PAR LES INONDATIONS DE 2019 ET ENGAGE PAR LES SERVICES DE L'ETAT AMENANT UNE EVOLUTION DU PERIMETRE D'ETUDE	J
2.2.	UNE STRATEGIE GLOBALE BASEE SUR L'AMELIORATION DES CONNAISSANCES DU TERRITOIRE	L
	2.2.1. LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU RIOU DE L'ARGENTIERE	L
	2.2.2. ETUDES HYDROMORPHOLOGIQUES ET DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE DU RIOU DE L'ARGENTIERE	N
	2.2.3. L'ALEA RUISSELLEMENT A PRENDRE EN COMPTE DANS LA STRATEGIE GLOBALE	Q
2.3.	DES AMENAGEMENTS COMPLEMENTAIRES A L'ECHELLE DU BASSIN VERSANT	S
	2.3.1. LE BARRAGE DES BARNIERES	U
	2.3.2. DES AMENAGEMENTS PREVUS POUR LIMITER LE RUISSELLEMENT.	U
	2.3.3. DES AMENAGEMENTS PRIVES PREVUS EN SORTIE DES GORGES DU RIOU DE L'ARGENTIERE	W
	2.3.4. UNE REFLEXION MENEES SUR L'AVAL	W
	2.3.5. LA REDUCTION DE VULNERABILITE DE L'HABITAT EXISTANT	X
2.4.	DES AMENAGEMENTS ETUDIES DE MANIERE GLOBALE MAIS HIERARCHISES DANS LEUR MISE EN ŒUVRE	Y
	2.4.1. L'AMENAGEMENT MINELLE A CONCRETISER EN PRIORITE	Y
	2.4.2. UNE REFLEXION MENEES SUR LE PERIMETRE ELARGI	BB
	• <i>LE RALENTISSEMENT DES PETITES CRUES SUR LE BASSIN INTERMEDIAIRE</i>	BB
	• <i>LA REPRISE DU SECTEUR AVAL : DES AMENAGEMENTS A PLUS LONG TERME</i>	DD

3.	Conception générale du projet	33
3.1.	HISTORIQUE DU PROJET	33
3.1.1.	UN PROJET INITIE SOUS L'ANGLE DE LA RESTAURATION DES MILIEUX	33
3.1.2.	LA DEFINITION D'UN ESPACE STRATEGIQUE DE REQUALIFICATION	33
3.1.3.	VERS UN PROJET GLOBAL URBAIN, ECOLOGIQUE, PAYSAGER ET HYDRAULIQUE	35
3.2.	ACCOMPAGNER LES ECOULEMENTS A TRAVERS LA VILLE	35
3.3.	UN PAYSAGE URBAIN QUI S'APPROPRIE L'EAU	39
3.4.	DES MILIEUX RESTAURES ET PROTEGES	42
3.5.	DES GAINS HYDRAULIQUES GENERALISES	45
3.6.	EXPLICITATION DE CERTAINS CHOIX STRUCTURANTS	47
3.6.1.	LE DEVENIR DES TROIS PONTS	47
3.6.2.	LA MISE EN EAU DE LA DOUVE ET SA RELATION AVEC LE RIOU	49
4.	Description des aménagements	50
4.1.	LA RESTAURATION DU LIT DU RIOU	50
4.1.1.	OPTION « A » : REPROFILAGE COMPORTANT LA CREATION DE RISBERMES « BASSES »	50
4.1.2.	OPTION « B » : REPROFILAGE A RISBERME INTERMEDIAIRE	52
4.1.3.	ANALYSE COMPARATIVE DES DEUX VARIANTES	52
	LA PROPOSITION DE RESTAURATION RETENUE	56
4.1.4.	56	
4.2.	LA MAITRISE DES DEBORDEMENTS VERS LA PLAINE DE MINELLE	59
4.3.	LES RESTANQUES DE MINELLE	60
4.3.1.	LES RESTANQUES	60
4.3.2.	LES AMENAGEMENTS PAYSAGERS	61
4.4.	LES CHENAUX AVAL	61
4.4.1.	LE REAMENAGEMENT DE L'AVENUE DU MARECHAL JUIN	61
4.4.2.	LA DOUVE LE LONG DE L'AVENUE MARECHAL JUIN	63
4.4.3.	LE CHENAL DU GOLF	63
4.4.4.	LE CHENAL DE LA MARINA	66
4.5.	INCIDENCE SUR LES RESEAUX	66
4.5.1.	LINEAIRES CONCERNES	66
4.5.2.	RESEAUX D'EAUX USES	66
4.6.	GESTION DES DEBLAIS	67
4.6.1.	REUTILISATION SUR SITE	67
4.6.2.	EVACUATION DES EXCEDENTS	67

5.	Incidences environnementales	71
5.1.	MILIEU PHYSIQUE	71
5.1.1.	HYPOTHESES HYDROLOGIQUES	71
5.1.2.	ECOULEMENT DES CRUES	72
5.1.3.	DYNAMIQUE FLUVIALE	81
5.1.4.	QUALITE DE L'EAU ET BISEAU SALE	81
5.1.5.	NAPPE ALLUVIALE ET ZONE HUMIDE	81
5.2.	MILIEUX NATURELS	82
5.2.1.	CONTEXTE ECOLOGIQUE	82
5.2.2.	INCIDENCES DU PROJET	87
5.3.	CADRE DE VIE	88
5.3.1.	PAYSAGE	88
5.3.2.	CIRCULATION ET VOIRIES	88
5.3.3.	PORT DE LA MARINA	88
5.4.	MODALITES DE REALISATION DES TRAVAUX	89
5.4.1.	PRESENTATION DU PHASAGE GLOBAL	89
5.4.2.	MODALITES D'EXECUTION SUR LE SECTEUR 1 (RESTAURATION DU RIOU DE L'ARGENTIERE)	94
5.4.2.1.	EMPRISE ET TYPOLOGIE DES TRAVAUX A REALISER	94
5.4.2.2.	TRAVAUX PREPARATOIRES AMONT	95
5.4.2.3.	PRINCIPES DE CIRCULATION LORS DU CHANTIER ET BASES VIE	97
5.4.2.4.	L'ATELIER CRIBLAGE ET LA NECESSITE DE PREPARER UNE COMMUNICATION D'ACCEPTABILITE AUX RIVERAINS	100
5.4.2.5.	UNE LOGIQUE DE TRAVAUX EN 4 BIEFS ET RAPPEL DES GRANDS POSTES DE TRAVAUX	102
5.4.2.6.	LE PLANNING PREVISIONNEL	108
5.4.2.7.	MODE OPERATOIRE DE LA PHASE 1 (BIEF 1)	108
5.4.2.8.	MODE OPERATOIRE DE LA PHASE 2 (BIEF 2)	110
5.4.2.9.	MODE OPERATOIRE DE LA PHASE 3 (BIEF 3)	111
5.4.2.1.	MODE OPERATOIRE DE LA PHASE 4 (BIEF 4)	112
5.4.2.2.	MISE EN ŒUVRE DE LA VEGETALISATION SUR LES NOUVELLES BERGES RECREEES (PHASE 5)	113
5.4.3.	MODALITES D'EXECUTION SUR LES SECTEURS 2 A 5...	114
6.	Estimation des coûts	114

FIGURES

AUCUNE ENTREE DE TABLE DES MATIERES N'A ETE TROUVEE.

- renforcer le niveau de protection des populations de la partie urbanisée de la commune ;
- restaurer les milieux aquatiques notamment le long du Riou de l'Argentière en reconstituant un profil en travers plus naturel et en créant des milieux rivulaires et d'habitat propices au développement des espèces à enjeux ;
- requalifier la plaine de Minelle en sanctuarisant et réhabilitant la zone humide existante, qui est actuellement en mauvais état ;
- développer la culture du risque inondation autour de l'aménagement et apporter un intérêt paysager et ludique avec un aménagement qualitatif permettant de retrouver un espace de nature accessible en pleine zone urbaine ;
- de réduire la perméabilité et améliorer la circulation pour y intégrer tous les modes de déplacement en cœur urbain.

1.1. PRESENTATION DU RIOU DE L'ARGENTIERE

Le Riou de l'Argentière est un petit fleuve méditerranéen de 15 km prenant sa source à 300 m d'altitude aux Adrets de l'Estérel (Var) et dont l'embouchure se trouve sur la commune de Mandelieu-la-Napoule (Alpes-Maritimes). Ce cours d'eau présente un régime pluvial méditerranéen, caractérisé par des crues rapides pouvant inonder la partie urbanisée à l'aval.

La superficie du bassin versant est de 47 km², mais les débits de crue peuvent dépasser 300 m³/s à l'aval.

Le bassin versant se développe dans les formations cristallines de l'Estérel et du Tanneron, qui favorisent la production de sables, caractéristiques du cours d'eau.

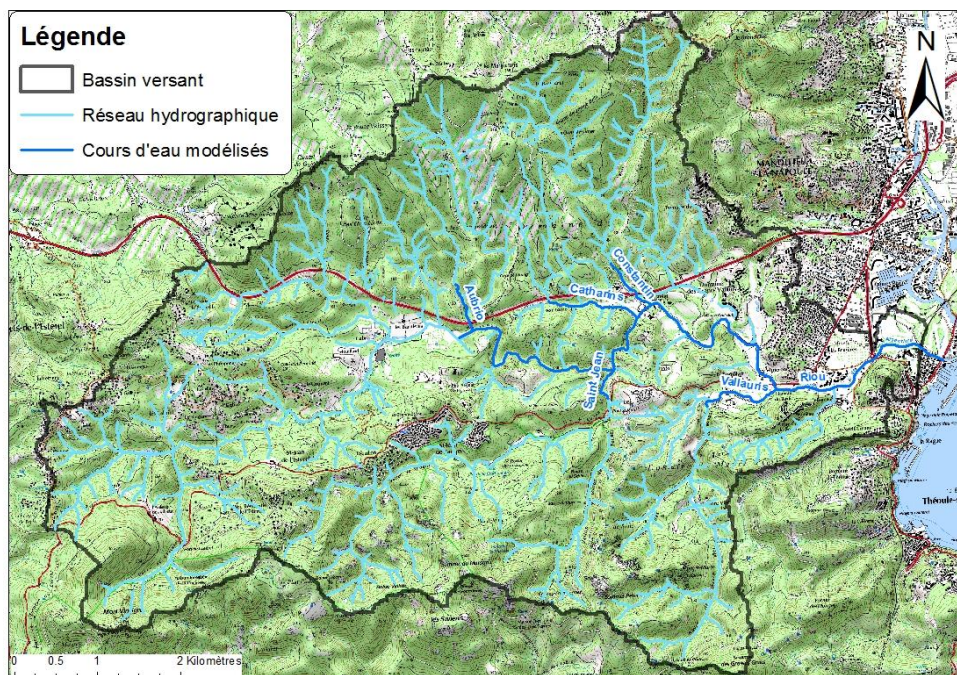


Figure 2 : Bassin versant du Riou de l'Argentière

1.2. DES INONDATIONS DRAMATIQUES EN 2015 ET 2019

Deux évènements ont marqué ces 10 dernières années :

- 3 octobre 2015
- 23/24 novembre et 1^{er} décembre 2019.

Le samedi 3 octobre 2015 entre 20h et 22h, une ligne d'orages localisés, à la brièveté et à la brutalité exceptionnelle, a touché les zones proches du littoral de l'ouest des Alpes-Maritimes, sur les communes situées entre Mandelieu-la-Napoule et Nice. Les valeurs enregistrées constituent des records pluviométriques pour le sud-est méditerranéen.



Photo prise lors des crues de 2019 – Mandelieu-La Napoule

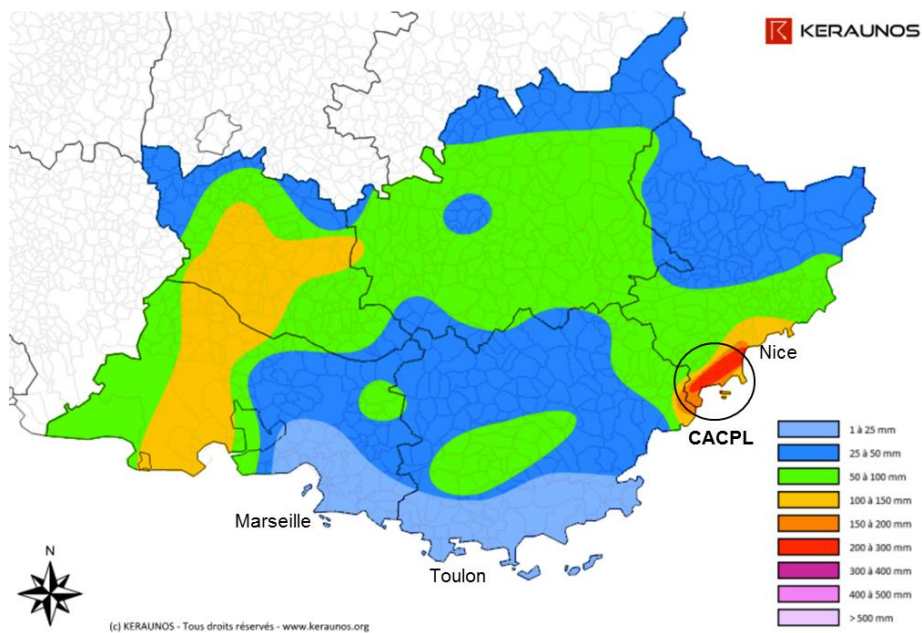


Figure 3 : Cartographie des précipitations du 3 octobre 2015 sur la région PACA,

Evènement d'octobre 2015	Superficie du bassin versant	Cumuls de pluie	Volume de pluie
Riou de l'Argentière	47 km ²	137 mm en 7h 121 mm en 2h15 77 mm en 1h	5,7 Mm ³

L'analyse réalisée à partir des stations pluviométriques et des données des radars hydrométéorologiques conduit à considérer que l'épisode a atteint une période de retour bien supérieure à 100 ans.

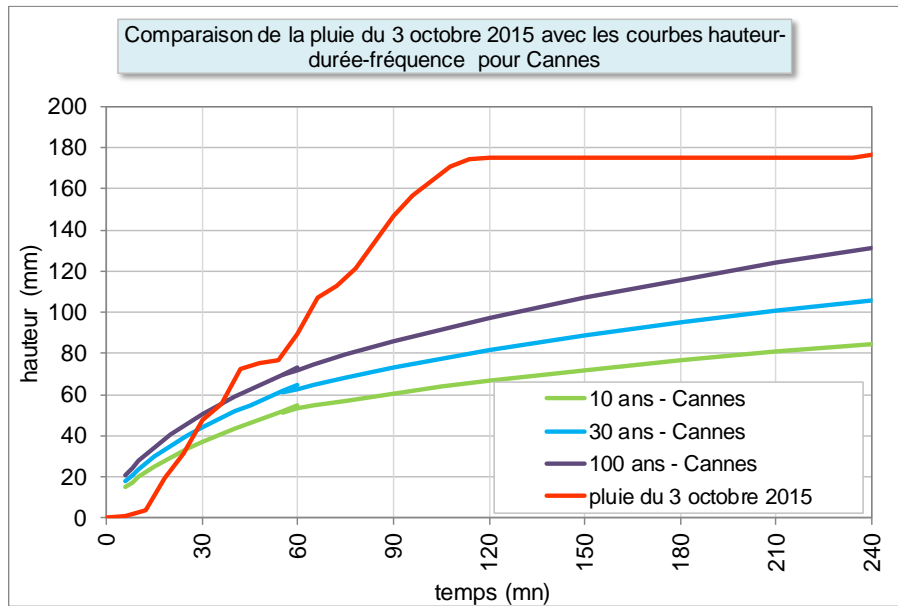


Figure 4 : Pluie du 3 octobre 2015 et courbes hauteur-durée-fréquence du poste de Cannes (données Météo France)

L'analyse hydrologique a ainsi conduit à retenir les hypothèses suivantes pour les débits de pointe :

- Crue centennale : 230 m³/s
- Crue de 2015 : 350 m³/s.

La crue de 2019 a atteint des niveaux correspondant globalement à une crue centennale.

On a donc eu une succession rare de deux crues de grande ampleur.

1.3. VERS UNE VILLE RESILIENTE

L'aménagement des Vergers de Minelle symbolise une volonté commune d'aboutir à **une démarche d'urbanisme résilient et écologique** qui doit se traduire par la réalisation d'une opération urbaine écologique respectueuse de la rivière et du milieu naturel où elle s'écoule y compris en période d'inondation et s'adaptant à celle-ci pour réduire le risque inondation. L'esprit du projet consiste à préférer les régulations naturelles aux solutions techniques sans pour autant se priver d'aménagements modestes permettant l'écoulement naturel des inondations : il s'agit d'aider la nature tout en réduisant les risques pour les humains et les non-humains, y compris le milieu naturel des Vergers de Minelle.



*Figure 5 : Mandelieu-La Napoule avec ses deux fleuves
Le golf s'étend entre la Siagne à droite et le Riou à gauche.
A droite du mont Saint Peyre, au centre, on voit le haut du verger.
© Michel Royon / Wikimedia Commons)*

Les actions à entreprendre doivent favoriser la connaissance des risques par les populations en temps de crue et de décrue, réduire la vulnérabilité des personnes, des biens et des activités vitales des quartiers concernés, et améliorer significativement la gestion des écoulements hydrauliques et des ouvrages qui y contribuent. Elles doivent aussi signifier clairement à la population des résidents permanents ou seulement en villégiature, que la ville de Mandelieu-La Napoule s'engage dans la transition écologique. Les mesures de protection des inondations doivent donc être menées de concert avec des mesures de renaturation de la commune de Mandelieu, par le rétablissement de continuités écologiques, la protection de la biodiversité et l'amélioration du bien-être et de la santé des citoyens.

1.4. LE CADRE DE GOUVERNANCE

La répartition des rôles entre plusieurs structures publiques a évolué rapidement ces dernières années.

La Ville de Mandelieu a initiée la démarche de protection contre les inondations, avec l'appui de la Société du Canal de Provence, mandataire.

En 2016, la CACPL a pris de manière anticipée la compétence GEMAPI et a pris le pilotage des études.

Le Syndicat Mixte pour les Inondations, l'Aménagement et la Gestion de l'Eau maralpin, ou SMIAGE a été créé par arrêté préfectoral du 1er janvier 2017 et labellisé le 22 juin 2018 en tant qu'Établissement Public Territorial de Bassin (EPTB) par le Comité d'agrément du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée.

Le SMIAGE est destiné à prendre le relais de la CACPL pour la réalisation des travaux du présent projet.

2. UNE STRATEGIE GLOBALE SUR LE BASSIN VERSANT DU RIOU DE L'ARGENTIERE : PRAGMATIQUE, HIERARCHISEE ET ORDONNANCEE

2.1. CHANGEMENT DE PARADIGME INTRODUIT PAR LES INONDATIONS DE 2019 ET ENGAGE PAR LES SERVICES DE L'ETAT AMENANT UNE EVOLUTION DU PERIMETRE D'ETUDE

L'étude initiale sur le secteur « Minelle » relève d'un appel à projet GEMAPI financé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse lancé à la suite de l'inscription d'un projet de restauration de la partie aval du Riou de l'Argentièrre dans le PAPI Riou labellisé en juillet 2014 et de l'évènement du 3 octobre 2015.

Cet appel à projet avait pour ambition de restaurer l'espace de mobilité du Riou de l'Argentièrre au niveau des zones à enjeux sur la commune de Mandelieu-la-Napoule, afin de répondre à un double objectif : renforcer le niveau de protection des populations sur la partie concernée de la zone de projet et restaurer les milieux aquatiques particulièrement dégradés.

Ce « périmètre initial » de l'étude est repris en bleu sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Initialement, l'aménagement consistait à :

- Restaurer l'espace de mobilité du Riou de l'Argentièrre en décaissant le lit majeur en rive droite ;
- Construire un ouvrage de connexion entre le Riou et la Plaine de Minelle, permettant non seulement à l'eau de s'écouler dans le sens Riou – Plaine mais également dans le sens d'écoulement inverse, c'est-à-dire, de la Plaine vers le Riou, une fois le phénomène de crue achevé ;
- Créer une zone d'expansion en surcreusant la plaine de Minelle et en stockant l'eau au sein de la plaine grâce à la construction d'une digue au Nord.

Le volet « restauration du lit du Riou » a été conduit sans difficulté particulière, et a rapidement convergé sur le projet présenté aujourd'hui.

En revanche, sur le secteur de la plaine de Minelle, le projet s'est heurté au fait que la réflexion initiale n'envisageait pas d'étendre les aménagements hydrauliques au-delà de la Plaine de Minelle. Cette approche s'est avérée incompatible avec la topographie d'une plaine qui s'abaisse en s'éloignant du lit : il aurait fallu entièrement remanier la plaine, en bouleversant la zone humide, et les prairies pâturées, et en créant une véritable digue pour contenir les eaux.

En effet, les deux catastrophes naturelles inondations du 23/24 novembre et 1^{er} décembre 2019 ont fortement impacté le territoire de Mandelieu-La Napoule et ont particulièrement affecté le cours d'eau du Riou de l'Argentièrre et les enjeux situés à proximité.

Suite à ces évènements, des relevés sur le terrain ont été réalisés conjointement par les services de l'Etat, le SMIAGE, la commune de Mandelieu-La Napoule et l'Agglomération Cannes Lérins. Ces constatations ont ainsi permis d'actualiser le Plan de prévention du risque inondation (PPRI) alors en cours d'élaboration par les services de l'Etat, notamment les cartes des aléas et de zonage sur certains secteurs, tout particulièrement sur les abords du Riou de l'Argentière.

Ces évènements ont donc permis de mettre en évidence que :

- les débordements du Riou de l'Argentière s'étendaient vers le Nord et se rejetaient dans le cours d'eau de la Siagne en inondant de nombreuses zones à enjeux sur le passage (Casino, etc...). Ainsi, la dynamique naturelle des flux démontre bien la connexion historique entre le Riou de l'Argentière, affluent historique de la Siagne et ce dernier ;
- le quartier du San Peyre, situé rive droite du Riou de l'Argentière, en face du golf Old Course est également, très vulnérable face aux inondations causées par le débordement du Riou de l'Argentière ;
- le quartier bas Napoule, situé en rive droite, à l'exutoire du cours d'eau en mer, était très vulnérable face aux inondations causées par le débordement du Riou de l'Argentière, débordement qui dépend également de la côte marine.

Devant cette situation, une nouvelle stratégie a été impulsée par les services de l'Etat, auprès de la commune et de l'agglomération avec notamment :

- l'utilisation de l'outil « Espace Stratégique de Requalification » (ESR) qui permet de moduler les règles du PPRI si un projet global assurant une réduction d'ensemble de la vulnérabilité est proposé par les collectivités. Cet ESR permet d'appliquer les règles du PPRI non plus à la parcelle mais à un projet d'aménagement d'ensemble rendant ainsi possible le renouvellement d'un territoire cohérent et résilient. Cet aspect de l'évolution du projet et ses conséquences sur la stratégie d'aménagement sont développés au paragraphe 3.1.2 du présent rapport ;
- l'étude du fonctionnement morphologique, biologique et hydraulique depuis la zone des Grafouniers jusqu'à la mer, sur un périmètre dit « élargi » afin de s'assurer d'une stratégie cohérente sur le bassin versant aval du Riou de l'Argentière. Ce « périmètre de stratégie globale » de l'étude est repris en vert sur la Figure 6 ;
- l'élaboration d'un nouveau projet d'aménagement hydraulique, envisagé à court terme, consistant à faire transiter les eaux du Riou vers la Siagne via la Plaine de Minelle en cas de débordements et non plus à les stocker comme initialement envisagé. Cette conception innovante, est le fruit d'une concertation étroite entre les différents acteurs ayant des intérêts communs sur le secteur, notamment l'Etat, l'Agence de l'eau, la commune de Mandelieu-la Napoule, la CACPL, le SMIAGE, le propriétaire du golf Old Course, l'ASL de la Marina, le propriétaire de Casino, cette approche partenariale a permis de co-construire un projet d'aménagement partagé. Ce « périmètre Minelle » est repris en orange sur la Figure 6.

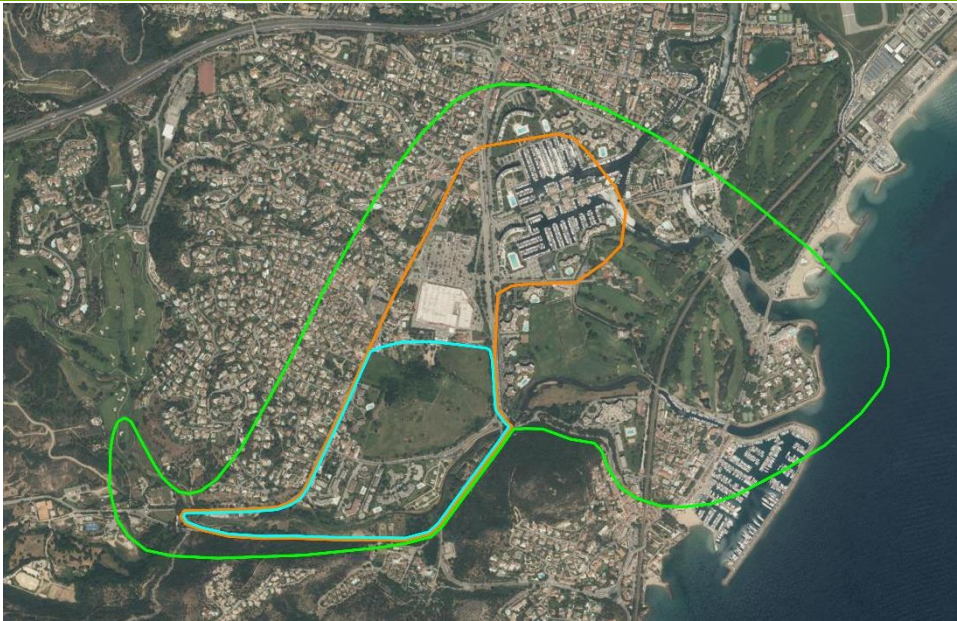


Figure 6 : Périmètres d'études pris en compte dans cadre du projet : Périmètre initial, périmètre de l'Avant-projet dit de « Minelle » et périmètre de la stratégie globale « élargi »

2.2. UNE STRATEGIE GLOBALE BASEE SUR L'AMELIORATION DES CONNAISSANCES DU TERRITOIRE

2.2.1. Le fonctionnement hydraulique du Riou de l'Argentière

Pour rappel, historiquement, le Riou de l'Argentière est un affluent de la Siagne comme il est possible de le remarquer sur les cartographies historiques de l'état-major (cf. Figure 7). Ainsi, les



Figure 7 : carte de l'état-major (1820- 1866)

débordements du Riou ont une tendance naturelle à rejoindre le bassin versant de la Siagne, à l'instar de ce qui s'est produit lors des dernières inondations de 2019.

Comme il est possible de le voir sur la figure ci-dessous, les modélisations hydrauliques montre un fonctionnement des crues à l'état actuel. Il est donc possible de percevoir nettement la logique des débordements en rive gauche du Riou qui s'écoulent jusqu'à la Siagne où ce dernier se jetait historiquement.

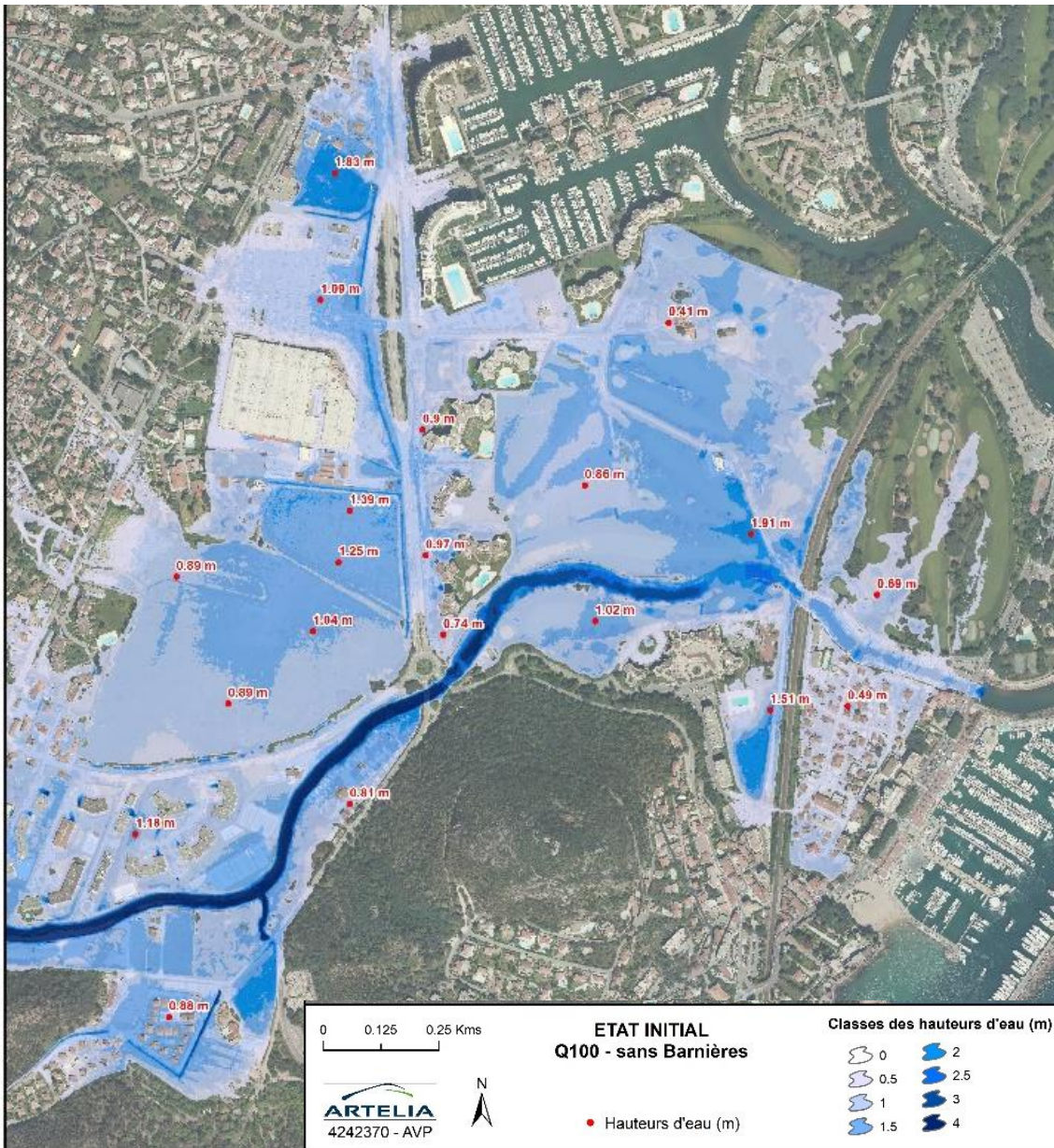


Figure 8 : état actuel – Crue centennale Q100

2.2.2. Etudes hydromorphologiques et diagnostic écologique du Riou de l'Argentière

Les études hydromorphologiques et de transit sédimentaire réalisées en 2015 ont été mises à jour en 2020.

Les études complémentaires du fonctionnement hydromorphologique ont permis de préciser la dynamique du Riou de l'Argentière en période de crue et prendre en compte les problématiques liées à l'érosion, au transport sédimentaire afin de fournir des enseignements pour la future gestion du cours d'eau et la finalisation du plan d'actions, conciliant l'objectif de gestion des risques et celui de l'amélioration de l'état écologique des milieux aquatiques concernés.

L'étude a finalement abouti à la production des cartographies estimant les espaces de bon fonctionnement, à minima nécessaires, notamment concernant :

- Le périmètre biologique ;
- Le périmètre morphologique ;
- Le périmètre hydraulique.

Les diagnostics écologiques ont été réalisés en décembre 2022.

Ces éléments ont permis de mettre en avant les dysfonctionnements écologiques du Riou de l'Argentière. Dysfonctionnements, qui participent à l'aggravation du risque inondation sur la zone à enjeux et ne peuvent donc pas être traités séparément de la volonté initiale de réduire la vulnérabilité des secteurs à enjeux et ainsi agir sur différents leviers d'amélioration.

Cette volonté s'exprime alors au travers du programme de restauration de l'espace de mobilité du Riou de l'Argentière dans sa partie aval, afin de protéger les populations d'une crue centennale, objectif pour lequel la restauration des milieux aquatiques est indispensable, mais aussi la réhabilitation de la zone humide présente sur les vergers de Minelle.

Le bilan des diagnostics écologiques, réalisés sur le secteur particulièrement sensible des vergers de Minelle (cf. Figure 9), a mis en avant l'importance écologique de prendre en compte les éléments linéaires (cours d'eau) ou ponctuels du paysage (haies, fourrés, buissons...) répartis sur l'intégralité de l'aire d'étude, qui constituent des zones de refuge et d'alimentation pour certaines espèces, mais également des supports de déplacement et de dispersion de la faune et de la flore à une échelle locale. Ce rôle de corridor est toutefois limité par l'artificialisation des berges en aval du Riou (enrochements artificiels, présence du port...).

Bien que les habitats humides présents sur l'aire d'étude rapprochée soient relativement dégradés par endroits, ils représentent une zone de refuge intéressante pour la faune et la flore.

Le diagnostic écologique et l'étude hydromorphologique complets sont en annexe du présent document.

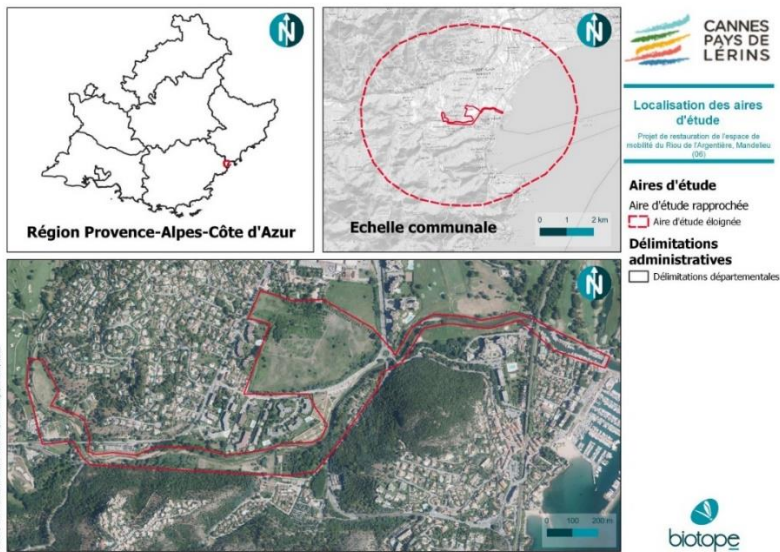
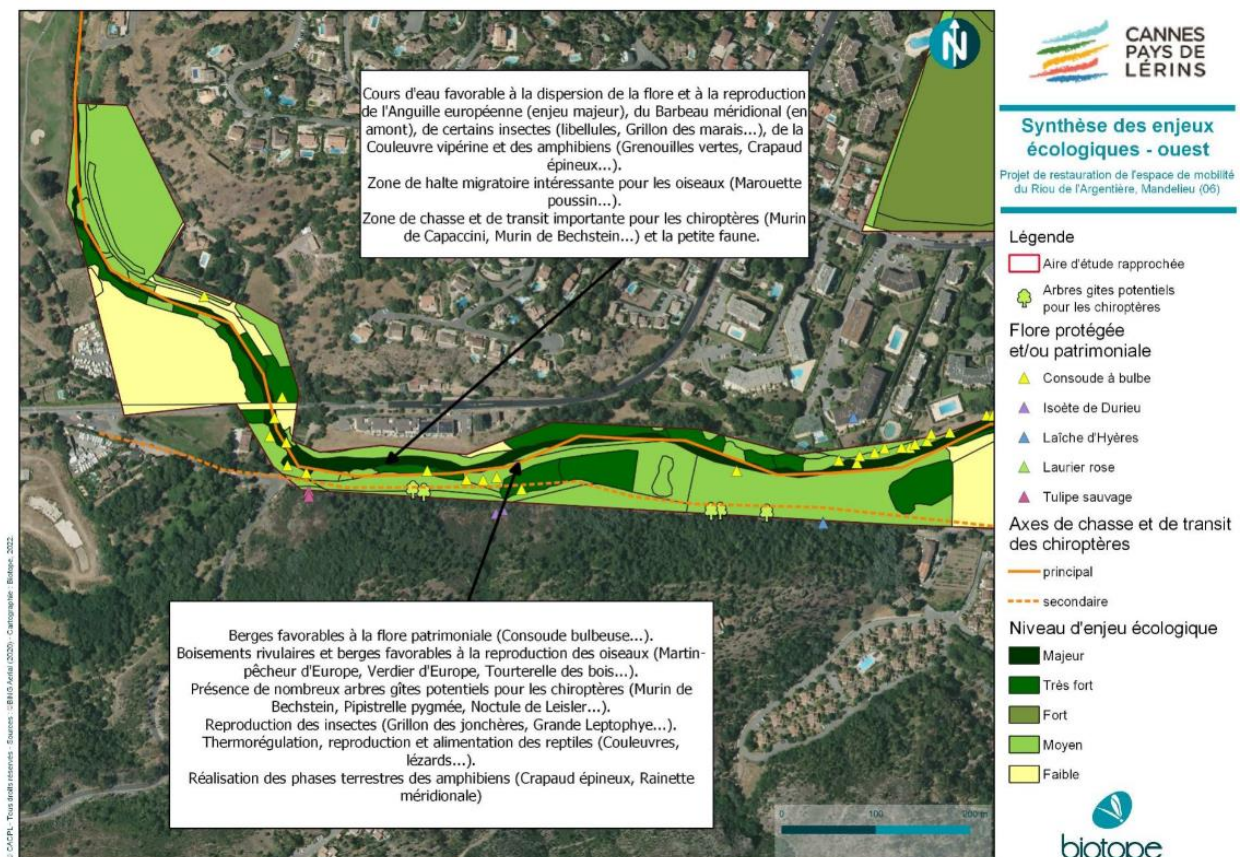
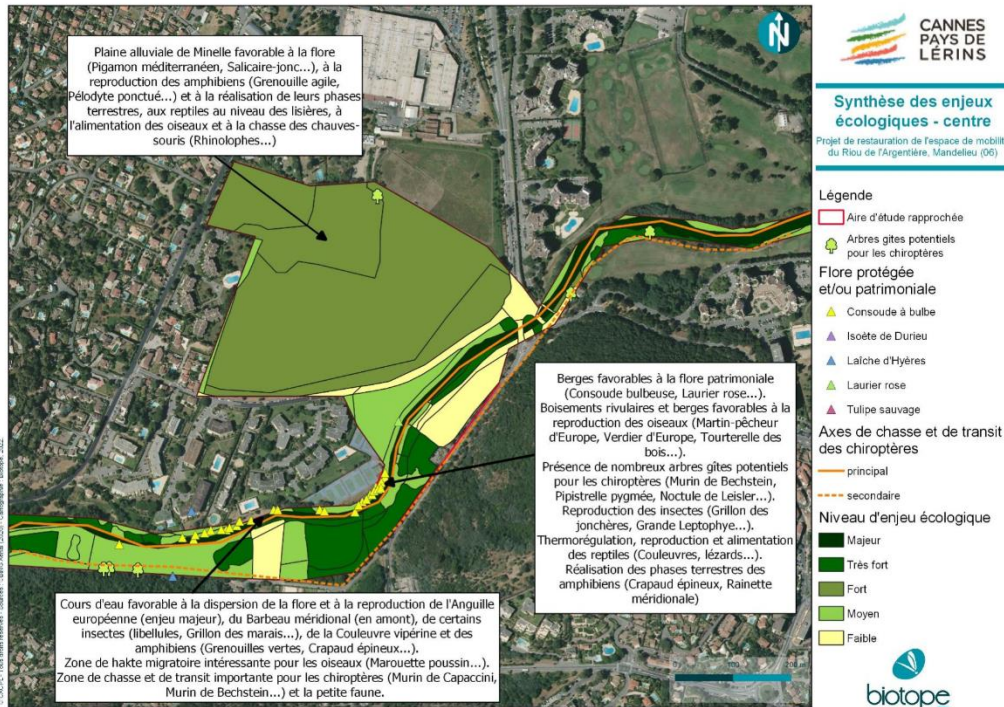


Figure 9 : Aire d'étude des diagnostics écologiques



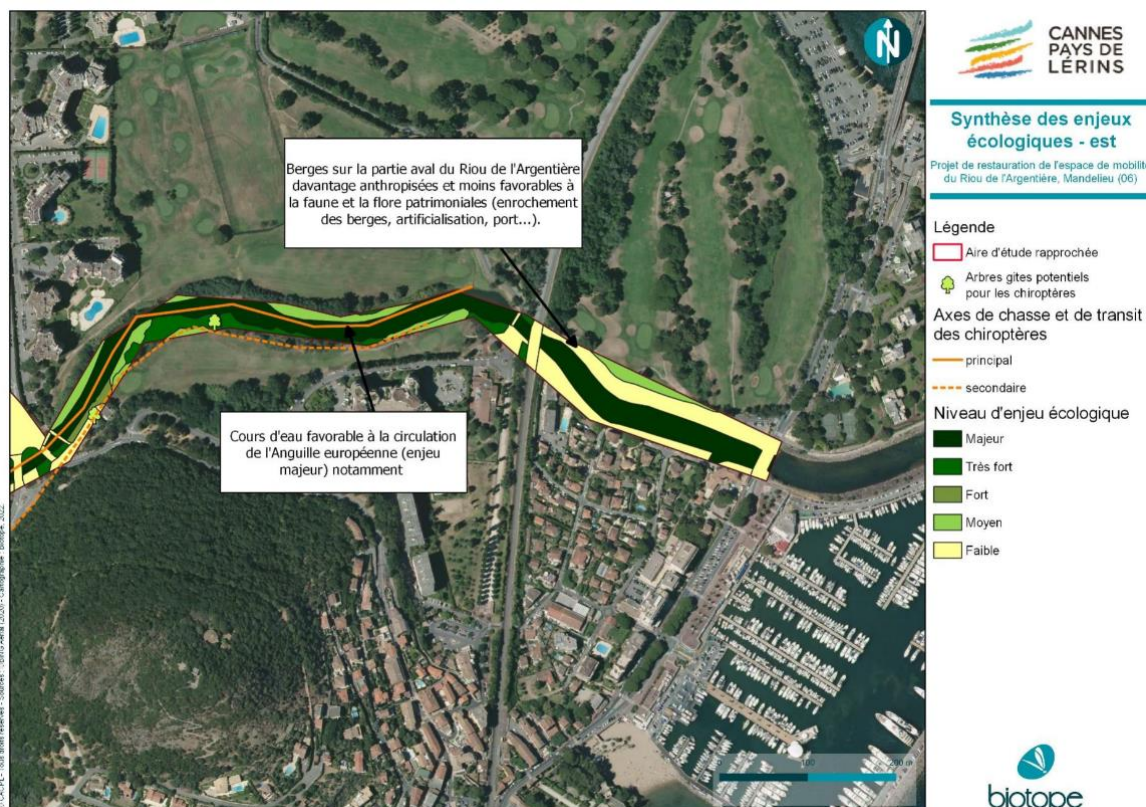


Figure 10 : Enjeux écologiques de la zone d'étude

2.2.3. L'aléa ruissellement à prendre en compte dans la stratégie globale

L'étude du ruissellement, lancée en 2018 dans le cadre du PAPI Riou, a permis d'identifier les secteurs fortement producteur en ruissellement et de proposer des pistes de travail, notamment dans la réalisation de restanques sur le bassin versant du Riou de l'Argentière, permettant ainsi de réguler l'apport de sables et favoriser l'infiltration des eaux dans les sols.

En complément, une cartographie spécifique du ruissellement urbain a été réalisée dans le cadre de l'action 4-4 du PAPI Complet de la CAPL. L'objectif de cette étude est la mise en place d'un outil permettant d'améliorer la connaissance de la CACPL sur cet aléa et de prendre en compte le ruissellement urbain dans la gestion du risque inondation. Ainsi, l'Agglomération Cannes Lérins possède une cartographie permettant de connaître les hauteurs d'eau ainsi que les vitesses en tout point du territoire pour deux pluies de projet : la pluie de référence d'octobre 2015 ainsi qu'une pluie de période de retour 30 ans.

Cette étude a été initiée dans le but de prendre en compte le risque lié au ruissellement, risque qui n'est pas inscrit au même titre que le PPRi dans la réglementation et qui, pourtant, est un facteur non négligeable dans la gestion du risque inondation d'un territoire.

Cette cartographie permet notamment de confirmer que le ruissellement provenant du quartier « Bruyère » alimente de manière non négligeable la plaine de Minelle.

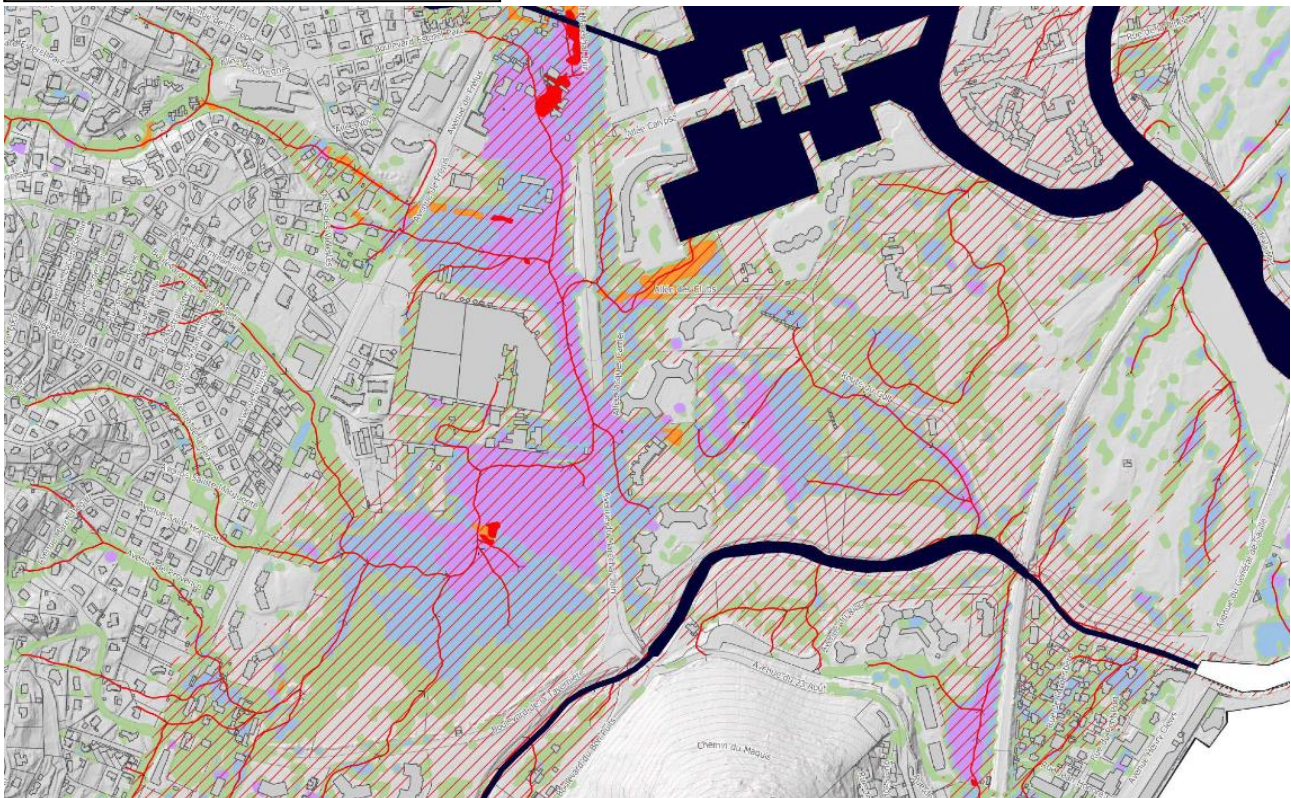
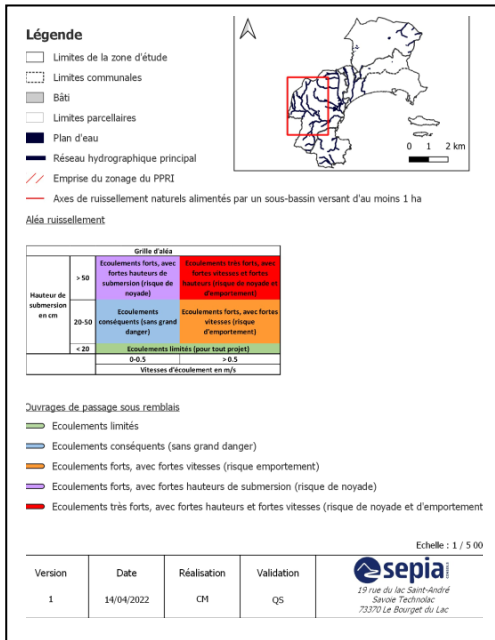


Figure 11 : cartographie du ruissellement action 4-4 du PAPI CAPL

2.3. DES AMENAGEMENTS COMPLEMENTAIRES A L'ECHELLE DU BASSIN VERSANT

Dans le cadre du PAPI Riou, aujourd'hui intégré au PAPI Cannes Pays de Lérins, une stratégie globale sur le Riou de l'Argentière a été élaborée et continue d'être enrichie.

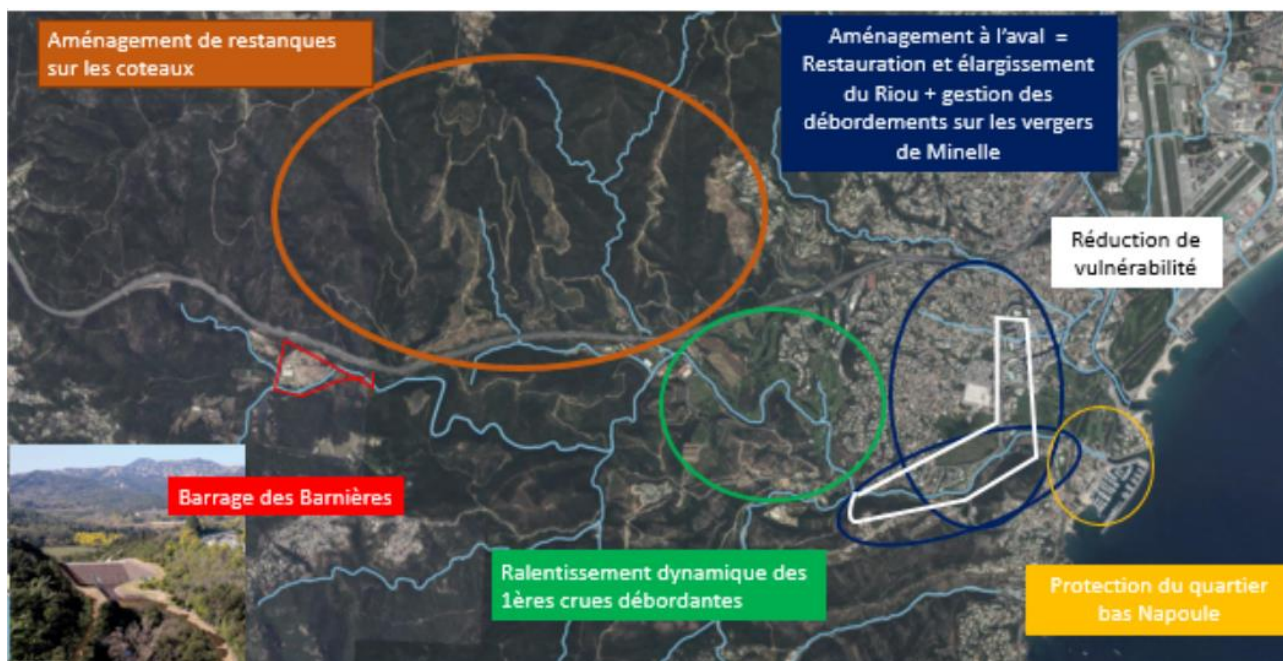


Figure 12 : Stratégie générale sur le bassin-versant du Riou de l'Argentière

REDUCTION DE LA VULNERABILITE INONDATION : LES SITES

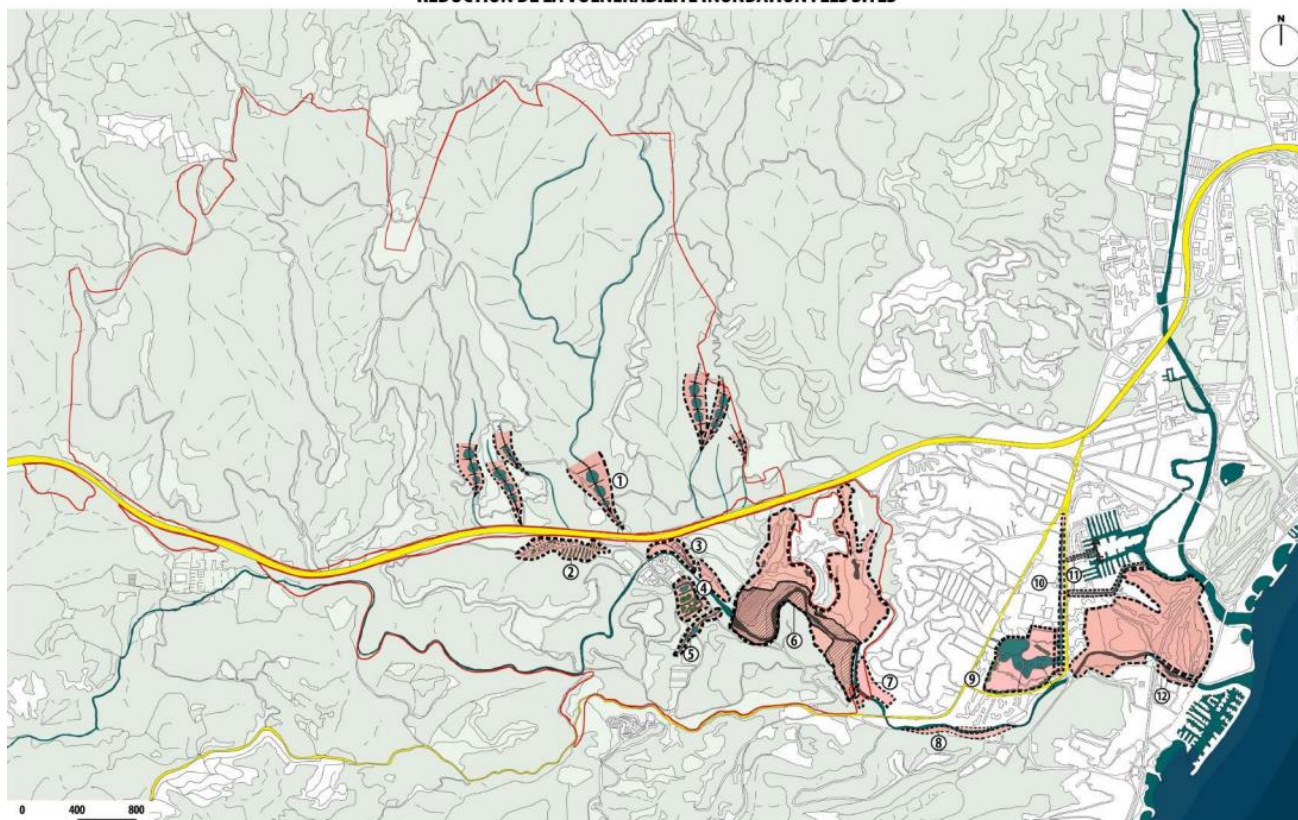


Figure 13 : Synthèse des projets d'aménagements en cours de construction sur le bassin versant du Riou de l'Argentière

A l'exception de l'ouvrage des Barnières, ces réflexions ne sont pas prises en compte dans le dimensionnement du projet de Minelle : quand elles aboutiront, elles apporteront chacune un gain hydraulique supplémentaire.

Concernant le projet structurant des Barnières, les ouvrages du présent projet sont étudiés dans l'hypothèse de la réalisation de cet ouvrage de rétention, mais sont systématiquement vérifiés dans l'hypothèse de la non-réalisation de cet ouvrage.

Il s'agit donc de deux projets complémentaires, mais indépendants : chacun séparément, ils apportent des gains pour les populations qui justifient pleinement leur réalisation, mais ensemble, ils apportent évidemment une protection supérieure.

2.3.1. Le barrage des Barnières

L'une des actions phare du PAPI concerne la création d'un ouvrage de ralentissement dynamique des crues sur le lieu-dit des Barnières. Initié dans le PAPI Riou, cet ouvrage a été intégré dans le PAPI Cannes Lérins.

L'ouvrage de ralentissement dynamique des crues a pour but d'écarter la crue cinquantennale sur le site de Barnières afin que les débordements dans la zone à enjeux à l'aval (zones habitées de la commune) ne soient pas plus importants que ceux engendrés aujourd'hui par une crue vingtennale.

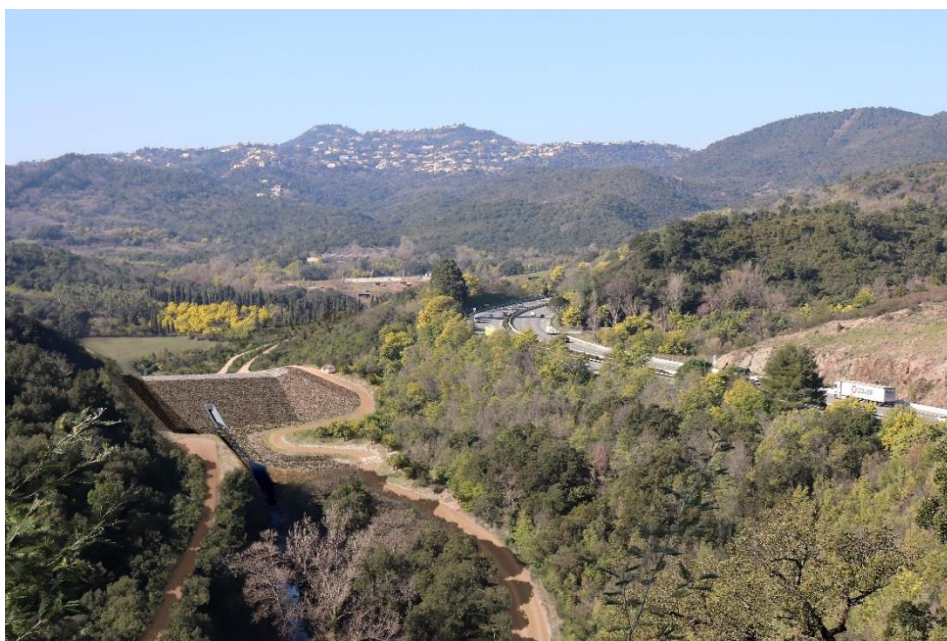


Figure 14 : photomontage de l'ouvrage envisagé

Ce projet, évalué à 7,4 M€, est en cours d'instruction : sa situation dans le site classé de l'Esterel nécessite de trouver des mesures compensatoires pour assurer un bilan environnemental global favorable.

2.3.2. Des aménagements prévus pour limiter le ruissellement.

L'étude du ruissellement, lancée en 2018 dans le cadre du PAPI Riou, a permis d'identifier les secteurs fortement producteurs de ruissellement et de proposer des aménagements tels que la réalisation de restanques sur le bassin versant du Riou de l'Argentière, permettant ainsi de réguler l'apport de sables, favoriser l'infiltration des eaux dans les sols et ainsi limiter le ruissellement alimentant significativement le cours d'eau en crue.

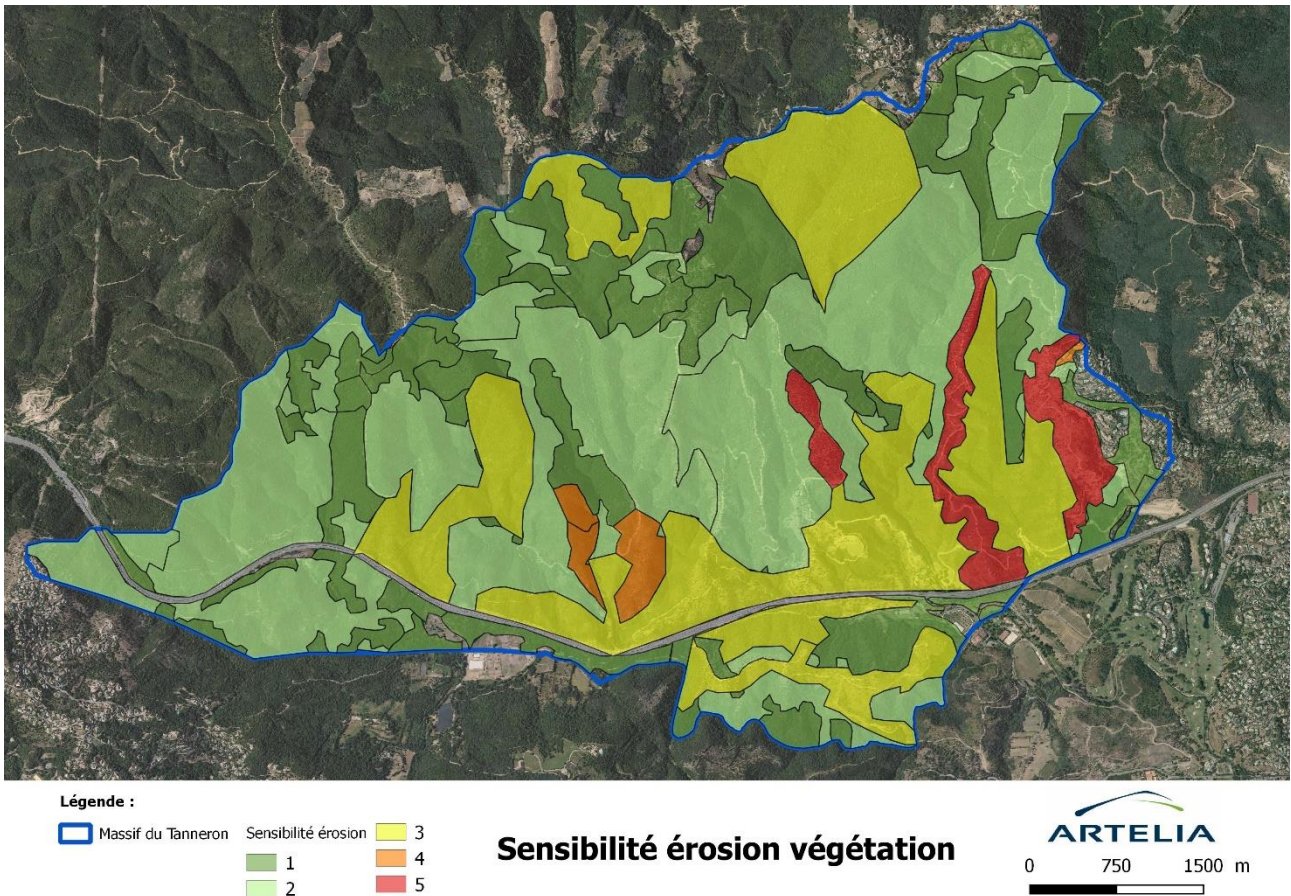


Figure 15 : Etude du ruissellement (PAPI Riou / ARTELIA pour SCP)

Des exemples dans le Var permettent de visualiser le type d'aménagement envisagé.



Figure 16 : Exemples d'aménagements réalisés par l'ONF dans le Var.

A gauche, brise-courant en béton dans le lit d'un torrent : il permet de provoquer des atterrissements ;
à droite : murets transversaux barrant une combe transversalement à un ruisseau

Des réflexions sont en cours avec certains propriétaires pour réaliser de premières opérations pilotes.

2.3.3. Des aménagements privés prévus en sortie des gorges du Riou de l'Argentière

Depuis fin 2022, le périmètre de réflexion s'est étendu à l'amont avec les projets d'aménagement pilotés par le domaine de Barbossi, projets auxquelles la CAPL est associée, en tant qu'entité compétente en GEMAPI. Ainsi, une vision d'ensemble du Riou de l'Argentière est en cours de construction, de la sortie des gorges jusqu'à la mer. Néanmoins, au sein du domaine de Barbossi, l'Agglomération Cannes Lérins ne possède pas la maîtrise d'ouvrage ni des études ni celles des travaux contrairement à l'aval.

Des réflexions sont engagées pour réaliser en amont du pont de la route de Fréjus, sur le site des Grafouniers et en amont dans le périmètre du golf, des aménagements favorisant un ralentissement des premières crues débordantes.

2.3.4. Une réflexion menée sur l'aval

En complément de la rétention envisagée sur l'amont du bassin versant avec l'ouvrage des Barnières, et à la suite des événements du 3 octobre 2015 puis ceux de 2019, il a été nécessaire d'envisager un aménagement à l'aval du cours d'eau afin d'assurer un niveau de sécurisation accru pour les secteurs à enjeux situés sur la commune de Mandelieu-La Napoule.

Ainsi, une réflexion sur le secteur « Minelle » a été initiée dans le cadre d'un appel à projet GEMAPI financé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse en 2016.

Suite aux événements 2019, la stratégie a été revue et deux périmètres de réflexion ont été définis :

- un périmètre dit « élargi » depuis la zone des Grafouniers jusqu'à la mer pour étudier le fonctionnement morphologique, biologique et hydraulique, et s'assurer d'une stratégie cohérente sur le bassin versant aval du Riou de l'Argentière. Sur ce périmètre différents scénarios d'aménagements ont été étudiés et une hiérarchisation des actions a été établie afin de répondre aux contraintes techniques, liées à la maîtrise foncière, financière et calendaire.

- Le « périmètre Minelle » où les premières actions seront mises en œuvre en priorité, à court terme, afin de faire face à l'urgence pour protéger au mieux les personnes et les biens impactés par les inondations du Riou de l'Argentière. Pour autant, l'aménagement envisagé sur ce périmètre opérationnel resserré tient compte des enjeux hydrogéomorphologiques, liés à la qualité des milieux naturels, de biodiversité et sociaux.

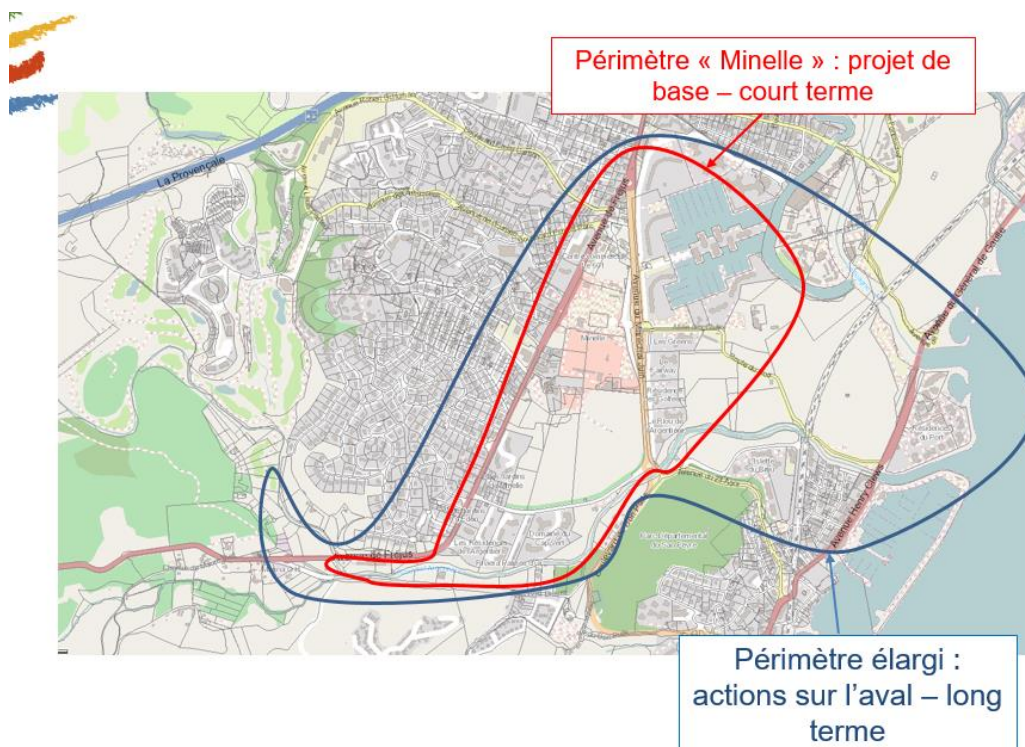


Figure 17 : Définition des périmètres à court et long terme

2.3.5. La réduction de vulnérabilité de l'habitat existant

En 2021-2022, la CACPL a réalisé des travaux de réduction de la vulnérabilité sur 20 copropriétés les plus vulnérables face aux débordements du Riou de l'Argentière et notamment celles situées sur le boulevard de la Tavernière. Ces travaux consistaient principalement à la pose de batardeaux automatiques sur les parkings collectifs souterrains, permettant de réduire la vulnérabilité de ces dernières face aux débordements du cours d'eau. Ces travaux viennent en complément des aménagements structurants tels que le barrage des Barnières et l'aménagement Minelle car ont été réalisés à court terme et permettent d'accroître la protection des personnes et des biens face au risque inondation.

2.4. DES AMENAGEMENTS ETUDIES DE MANIERE GLOBALE MAIS HIERARCHISES DANS LEUR MISE EN ŒUVRE

2.4.1. L'aménagement Minelle à concrétiser en priorité

Suite aux inondations de 2019, la philosophie du projet « Minelle » a été revue par rapport à sa version initiale, dans sa majeure partie afin de favoriser un aménagement plus intégré sur la plaine de Minelle pour accompagner les débordements, qui se font naturellement, du Riou de l'Argentière vers le bassin versant de la Siagne.

Le projet Minelle a donc été pensé afin d'améliorer la protection des personnes et des biens face au risque inondation et d'allier l'intégration paysagère et la protection environnementale sur un secteur présentant un déficit écologique vis-à-vis de son potentiel.

Le projet Minelle, objet du présent dossier, et qui est présenté en détail plus loin, répond à des objectifs complémentaires ambitieux :

1. Augmenter la protection des biens et des personnes, en réduisant fortement les débordements dans les zones à enjeux pour une crue centennale et même une crue type 2015 ;
2. Améliorer la qualité des milieux et le développement de la diversité des espèces aquatiques et terrestres en reconstituant un profil en travers du cours d'eau plus naturel, avec des pentes de berges moins raides permettant de recréer des milieux rivulaires ;
3. Requalifier la plaine de Minelle, en sanctuarisant et réhabilitant la zone humide existante, qui est actuellement en mauvais état ;
4. Accroître l'aspect paysager et ludique des vergers en le transformant en un jardin de crue, à la fois espace de nature protégée et lieu d'observation des hauteurs variables des crues, et lieu d'acculturation du public aux effets du changement climatique et à de nouvelles formes de convivialité avec la nature découverte depuis des passerelles piétonnes surélevées et des plateformes d'observation de la vie spontanée d'un milieu humide et d'un verger servant de pâturage saisonnier à des animaux d'alpage.
5. Accompagner les débordements jusqu'à la Siagne avec des ouvrages adaptés limitant les risques pour les populations.

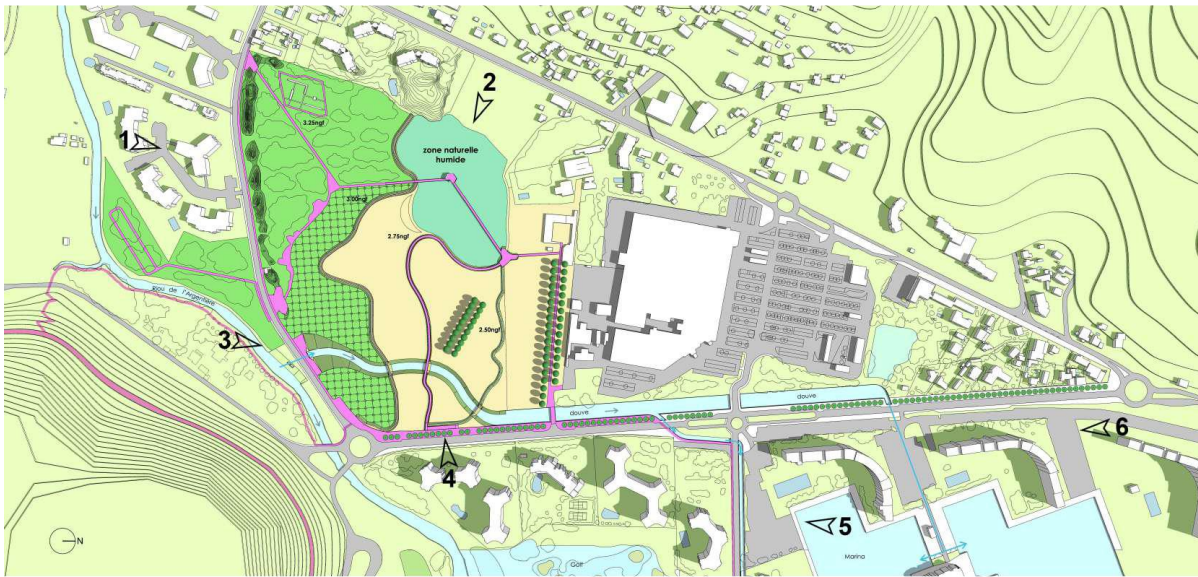


Figure 18 : Aménagements hydrauliques, paysagers et écologique des vergers de Minelle

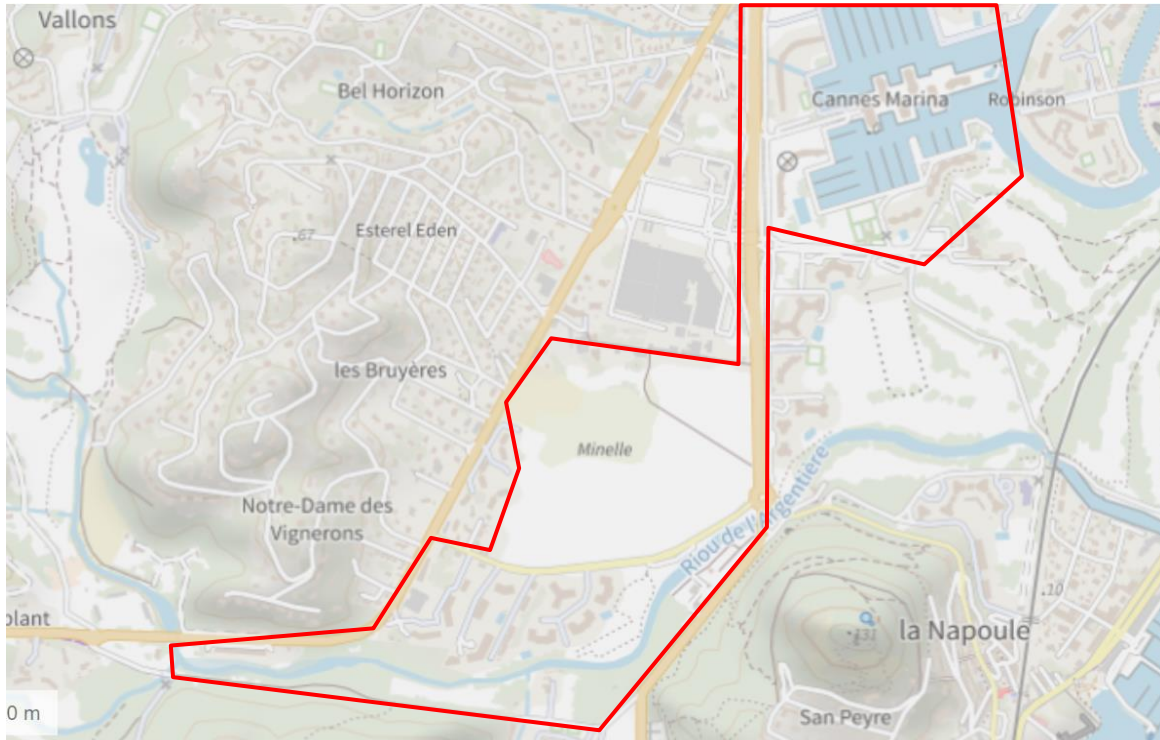


Figure 19 : Zoom sur le périmètre d'action à court terme - Le projet Minelle19

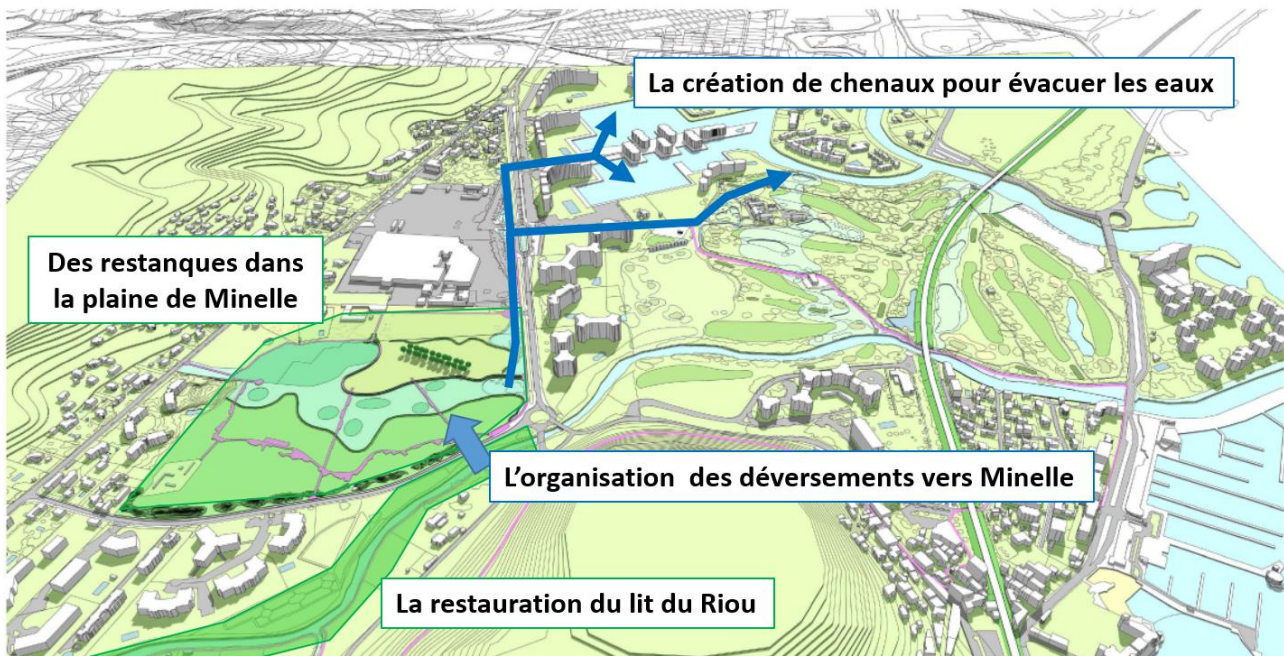


Figure 20 : Esquisse du projet Minelle

Ces propositions d'aménagement développées dans la suite du présent document, intègre la pointe urbaine comprise entre l'avenue de Fréjus et le boulevard du Maréchal Juin. La requalification de cet espace permet d'envisager la création d'un nouvel exutoire à la plaine de Minelle en direction de la Siagne, permettant d'apporter de la cohérence au projet initial du point de vue de sa fonctionnalité hydraulique et de sa résilience au risque inondation.

Cette première phase opérationnelle, qui correspond au parti d'aménagement retenu au stade avant-projet, se traduit par des gains significatifs en termes de réduction de la vulnérabilité aux inondations tant pour la crue de projet centennale que pour la crue de référence de 2015. La figure 3 illustre les gains obtenus pour ces deux crues.

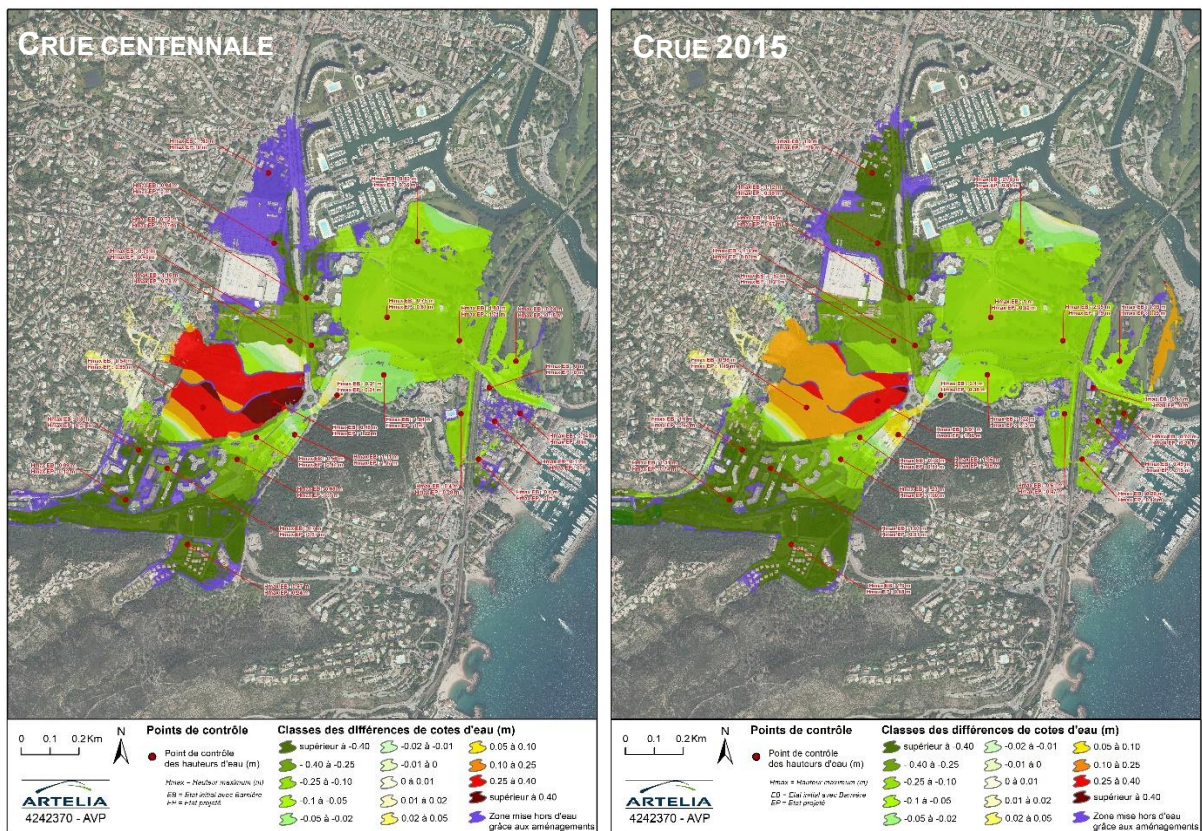


Figure 19 : Réduction des hauteurs d'eau, par rapport à la situation actuelle, en lien avec le parti d'aménagement projeté.

2.4.2. Une réflexion menée sur le périmètre élargi

- **Le ralentissement des petites crues sur le bassin intermédiaire**

Dans le cadre des réflexions menées sur le périmètre élargi, il a été étudié la possibilité de créer une zone d'expansion de crue sur le secteur des Grafouniers, représentant 42 500 m². La configuration du secteur ne permet pas d'y gérer efficacement les crues majeures, mais permet de

proposer des dispositifs (alternances creux / bosses, obstacles en lit majeur, reméandrement de lit) qui permettront de ralentir les premiers débordements.

Le gain escompté pour l'aval est loin d'être négligeable :

- Réduction de la fréquence des « petits » débordements ;
- Retard (qui pourrait atteindre 30 minutes, ce qui est significatif sur les crues éclair du Riou) de la propagation du début de la crue.



Figure 20 : Périmètre identifié pour la zone d'expansion de crue des Grafouniers

Cet aménagement permettrait :

- de supprimer les enjeux humains et matériels situés sur le secteur ;
- d'améliorer la qualité du milieu naturel ;
- de restaurer l'espace de mobilité du Riou de l'Argentière, dont la dynamique impacte déjà fortement cette zone ;
- de redonner une dimension environnementale au secteur, en ouvrant le milieu pour favoriser l'implantation d'espèces à enjeux, qui en l'état actuel, présente des activités peu vertueuses pour la biodiversité.

La réflexion sur la zone des Grafouniers est à rendre cohérente avec le projet de restauration du Riou qui sera mis en œuvre sur la partie amont dans le domaine de Barbossi.

- ***La reprise du secteur aval : des aménagements à plus long terme***

La stratégie globale prévoit de mieux protéger le quartier bas de la Napoule, soumis à un triple risque de débordement du Riou, de ruissellement local et de submersion marine tout en amorçant une réflexion sur la recomposition à long terme de ce quartier très vulnérable au changement climatique.

En effet, le quartier Bas Napoule a été fortement impacté par les inondations de fin 2019, aussi, dans une stratégie d'ensemble, une analyse de type faisabilité, visant à retravailler la portion aval du fleuve, a été réalisée.

Les études ont porté sur un recalibrage du Riou de l'Argentière jusqu'à la mer. Cependant, entre les 3 ponts et l'exutoire en mer, la dynamique des flux est lente ce qui impliquerait un élargissement très conséquent pour retrouver un profil hydromorphologique efficace qui ne peut pas répondre au calendrier souhaité à cause des acquisitions foncières nécessaires.

Les ouvrages de franchissement actuels, situés au droit du rond-point du « San Peyre » (les trois ponts), créent un verrou hydraulique qui limite les débordements du Riou à l'aval notamment sur le secteur « Ecole bouton d'or et Résidence Islette » et bas Napoule.



Figure 21 : Points de repère de la zone d'étude à l'aval du Riou de l'Argentière

De plus, l'ensemble du linéaire concerné étant sous l'influence de la mer, il n'y a pas de gain écologique à attendre d'une reprise du lit sur ce linéaire. C'est pourquoi, il est prévu dans un premier temps, de réaliser le projet Minelle, comprenant le recalibrage du Riou du pont de Fréjus jusqu'aux 3 ponts et la gestion des débordements via la plaine de Minelle jusqu'à la création des 2 exutoires sur la Siagne.

Ainsi, sur le long terme, il est envisagé de retravailler la capacité du Riou de l'Argentière au niveau des trois ponts en augmentant le débit capable sur cette section. Néanmoins, cet aménagement ne peut s'envisager qu'une fois le projet Minelle réalisé et la suppression du quai dans le port de bas Napoule, pour ne pas aggraver la situation sur les zones à enjeux et notamment sur le secteur « Ecole bouton d'or et Résidence Islette » ou bas Napoule.



Figure 22 : Section étudiée pour la restauration de la capacité du Riou

Il a donc été envisagé sur le moyen terme, de supprimer le quai du Port de la Napoule tout en préservant la route du Golf pour restaurer une capacité suffisante à l'aval, ce qui permettrait de réduire les débordements en cas de crue sur le secteur bas Napoule.

En effet, ces aménagements complémentaires au projet d'aménagement Minelle, permettraient de renforcer encore la réduction de la vulnérabilité de l'espace urbain situé dans le périmètre « Minelle » face aux inondations et par la même occasion de restaurer le fleuve sur la partie terminale. En outre ces aménagements s'accompagneraient également une réduction significative de la vulnérabilité au droit de la « Napoule ». Il est à noter que cette analyse de faisabilité traduit une légère dégradation de l'aléa sur le tronçon intermédiaire compris entre le « San Peyre » et la voie ferrée. Cette légère dégradation pourrait néanmoins être facilement solutionnée par des travaux de reprise de section sur la rive gauche. La figure 25 illustre les gains supplémentaires obtenus pour ces deux crues.

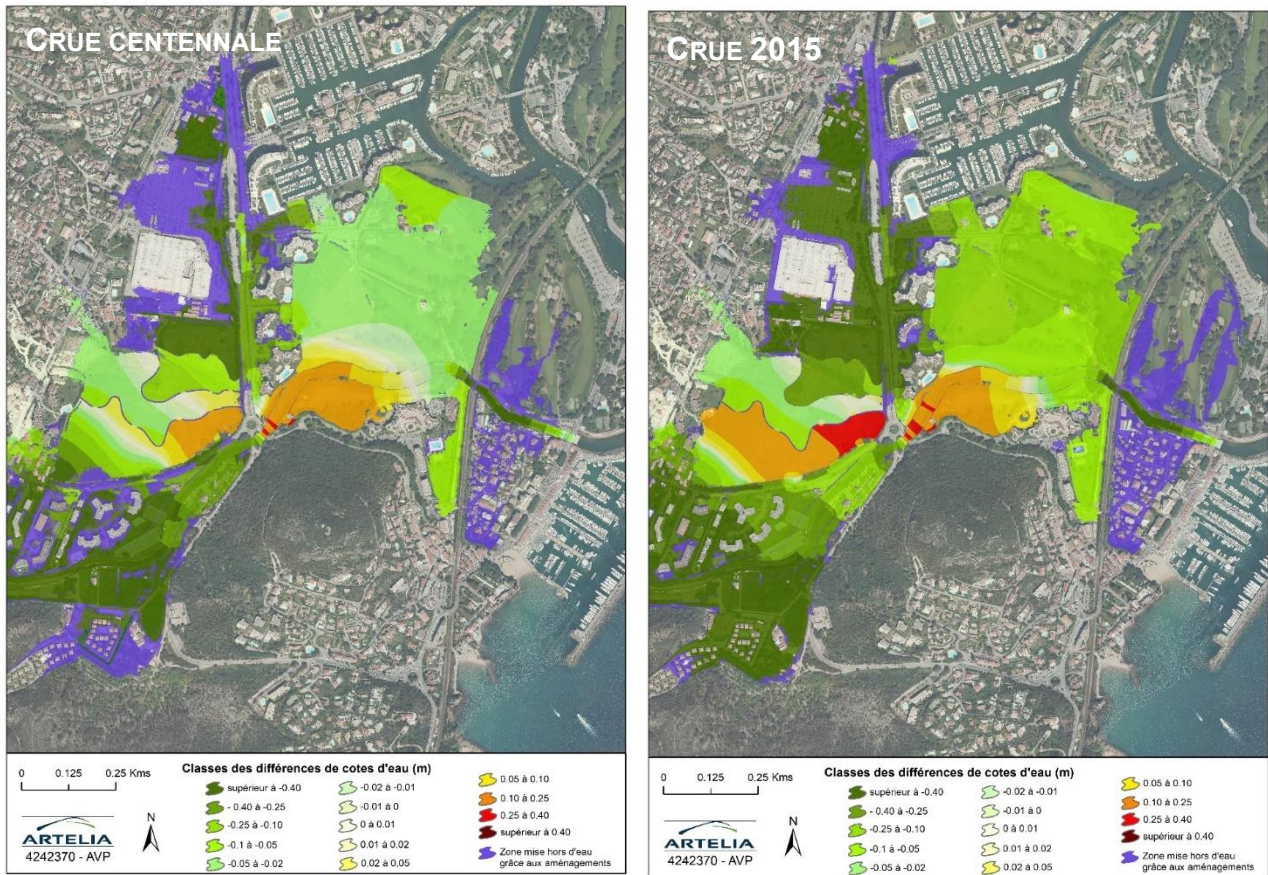


Figure 23 : Différences de hauteurs d'eau entre l'état actuel et l'état projeté comprenant l'aménagement Minelle, l'ouverture des 3 ponts et l'enlèvement du port - Pluie centennale

3. CONCEPTION GENERALE DU PROJET

3.1. HISTORIQUE DU PROJET

3.1.1. Un projet initié sous l'angle de la restauration des milieux

Le projet a été inscrit dans le PAPI Riou labellisé en juillet 2014, donc avant les grandes crues de 2015 et 2019.

L'évènement du 3 octobre 2015 a posé la question de la possibilité d'assurer un niveau de sécurisation accru pour les secteurs à enjeux situés sur la commune de Mandelieu-La Napoule, qui pourrait être couplé à une restauration des milieux aquatiques et de la morphologie de la rivière.

Il a donc été imaginé de restaurer l'espace de mobilité du Riou de l'Argentière au niveau des zones à enjeux sur la commune de Mandelieu - La Napoule afin de répondre à un double objectif : renforcer le niveau de protection des populations sur la partie concernée de la zone de projet et restaurer les milieux aquatiques particulièrement dégradés.

Un projet, situé sur le secteur Minelle, a été proposé pour répondre à ce double objectif. Ce projet a été soumis à un appel à projet GEMAPI lancé par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée.

Le volet « restauration du lit du Riou » a été conduit sans difficultés particulières, et a rapidement convergé sur le projet présenté aujourd'hui.

En revanche, sur le secteur de Minelle, le projet s'est heurté à deux écueils :

- La réflexion initiale n'envisageait pas d'étendre les aménagements hydrauliques à l'aval de la Plaine, dans le secteur des Marinas. Il fallait donc imaginer un dispositif de rétention sur Minelle autonome, avec un retour des eaux vers le Riou. Cette approche s'est heurtée à la réalité topographique d'une plaine qui s'abaisse en s'éloignant du lit : il fallait entièrement remanier la plaine, en bouleversant et la zone humide, et les prairies pâturées, et créer une véritable digue pour contenir les eaux. La solution a été abandonnée.
- Le groupe Casino, propriétaire du foncier de Minelle fortement valorisé pour son potentiel historique de constructibilité, n'était guère enclin à une vente à un prix raisonnable pour un projet qui ne le concernait guère.

En parallèle, l'élaboration du PPRi a gelé définitivement la constructibilité de la plaine de Minelle.

3.1.2. La définition d'un espace stratégique de requalification

Devant cette situation bloquée, l'Etat a proposé d'élargir la réflexion, en utilisant l'outil de « l'Espace Stratégique de Requalification » (ESR) qui permet de moduler les règles du PPRi si un projet global assurant une réduction d'ensemble de la vulnérabilité est proposé par les collectivités : cet ESR

permet d'appliquer les règles du PPRi non plus à la parcelle mais à un projet d'aménagement d'ensemble rendant ainsi possible le renouvellement d'un territoire cohérent et résilient

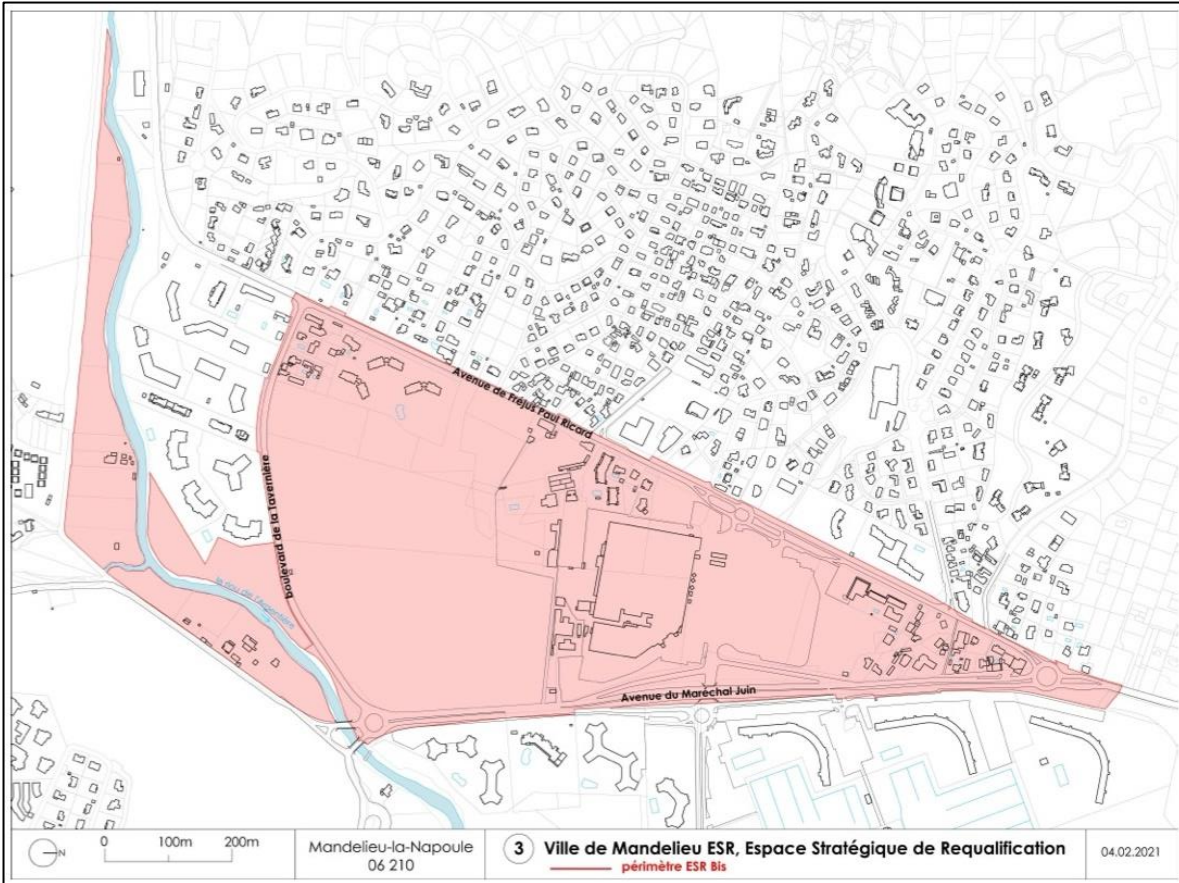


Figure 26 : l'ESR, Espace Stratégique de Requalification, vu en plan

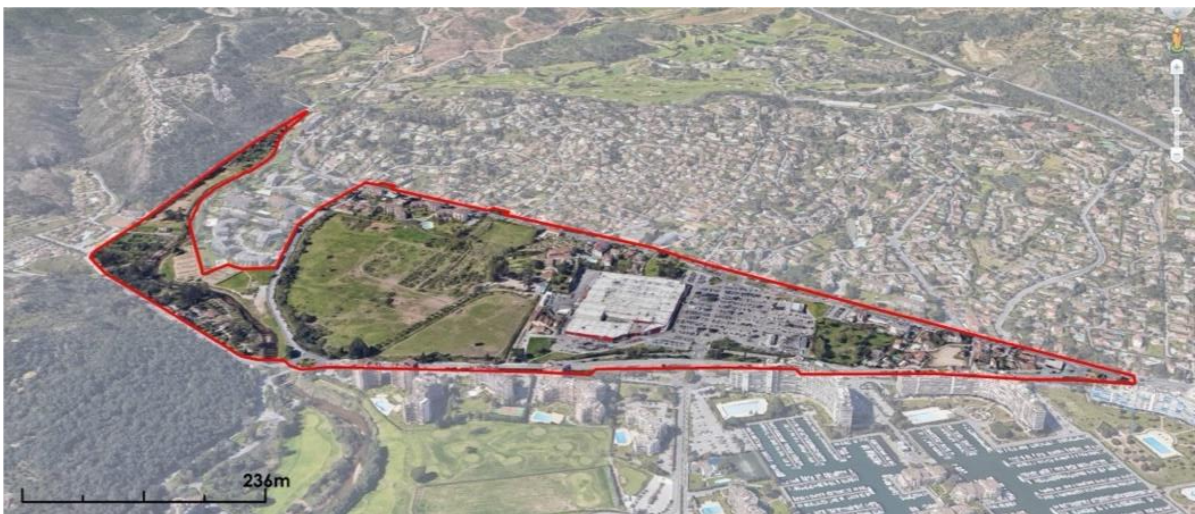


Figure 27 : l'ESR, Espace Stratégique de Requalification, vue en perspective

Pour engager une méthode de travail associant les services de l'état, les collectivités locales et les acteurs privés, l'architecte Eric Daniel-Lacombe a été sollicité.

Il a proposé d'étendre la réflexion à l'ensemble des zones concernées par les débordements qui se produisent au niveau de la route de la Tavernière et de Minelle.

3.1.3. Vers un projet global urbain, écologique, paysager et hydraulique

Cela a permis d'inscrire l'ensemble dans une continuité technique, paysagère, architecturale et urbaine.

Cette initiative a permis d'amorcer une stratégie d'aménagement urbain écologique et résilient ayant l'accord de tous les décideurs publics directement concernés.

Les premières conclusions ont permis d'élargir le programme d'interventions en comprenant de façon élargie l'ensemble du secteur compris entre l'avenue de Fréjus, le golf Old Course avec au centre les Vergers de Minelle pensés dans ce périmètre de réflexion.

A la suite des premières étapes de ce travail collectif, un accord de cession des Vergers a été conclu entre la commune de Mandelieu et la société Casino.

Une nouvelle phase d'avant-projet a donc pu être engagée puisque la commune de Mandelieu est désormais propriétaire des 14 hectares.

Une réflexion globale s'est articulée autour de la prise en compte du risque inondation dans une logique d'accompagner les eaux plutôt que de les détourner, la mise en valeur du potentiel écologique et paysager du Riou et des vergers de Minelle et la requalification des espaces urbains.

3.2. ACCOMPAGNER LES ECOULEMENTS A TRAVERS LA VILLE

La plaine de Minelle descend depuis la berge du Riou vers les abords de la Siagne.

Il s'agit d'une morphologie naturelle de « cône de déjection » : au gré des crues, le Riou naturel, avant tout aménagement, divaguait sur toutes la plaines en déposant ses sédiments.

Ainsi, un profil en long du Riou jusqu'à la Siagne à travers la plaine de Minelle montre une pente naturelle régulière de 6 NGF au bord du Riou descendant progressivement jusqu'à environ 0 à la Siagne. La partie inférieure est aujourd'hui bouleversée par les remblais des immeubles et le creusement des bassins du quartier de la Marina, mais la plaine de Minelle a conservé cette structure.

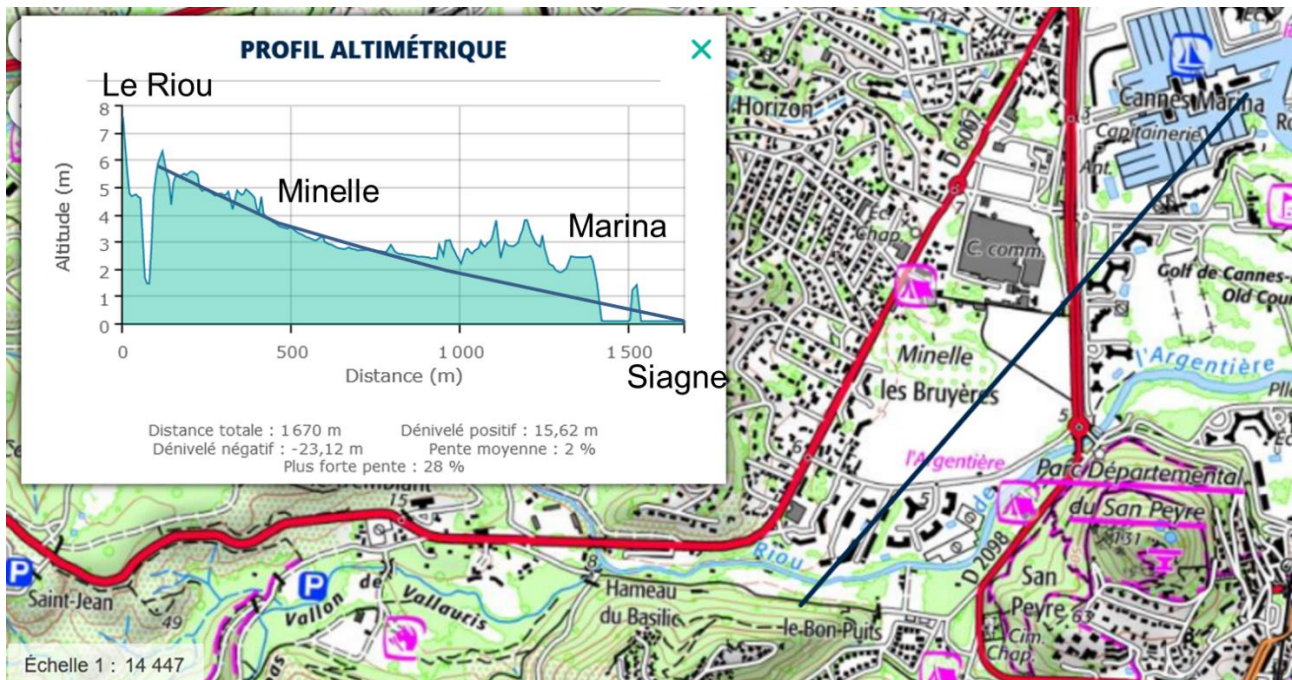


Figure 28 : profil en long de la plaine de Minelle

L'Homme a depuis longtemps plaqué le lit ordinaire du Riou contre la San Peyre au sud, notamment pour construire le pont.

Mais les débordements continuent à suivre la pente naturelle de la plaine.

Le principe retenu est d'accompagner ces débordements plutôt que de chercher à les contrer :

- En les orientant dans les secteurs moins vulnérables à l'aval des résidences pour limiter les eaux qui traversent les résidences ;
- En les ralentissant au maximum dans la plaine de Minelle vierge de toute construction ;
- En leur offrant des chenaux préférentiels dans la partie aval urbanisée pour protéger les bâtiments.

Le projet comporte, sous l'angle du fonctionnement hydraulique, quatre éléments qui se complètent :

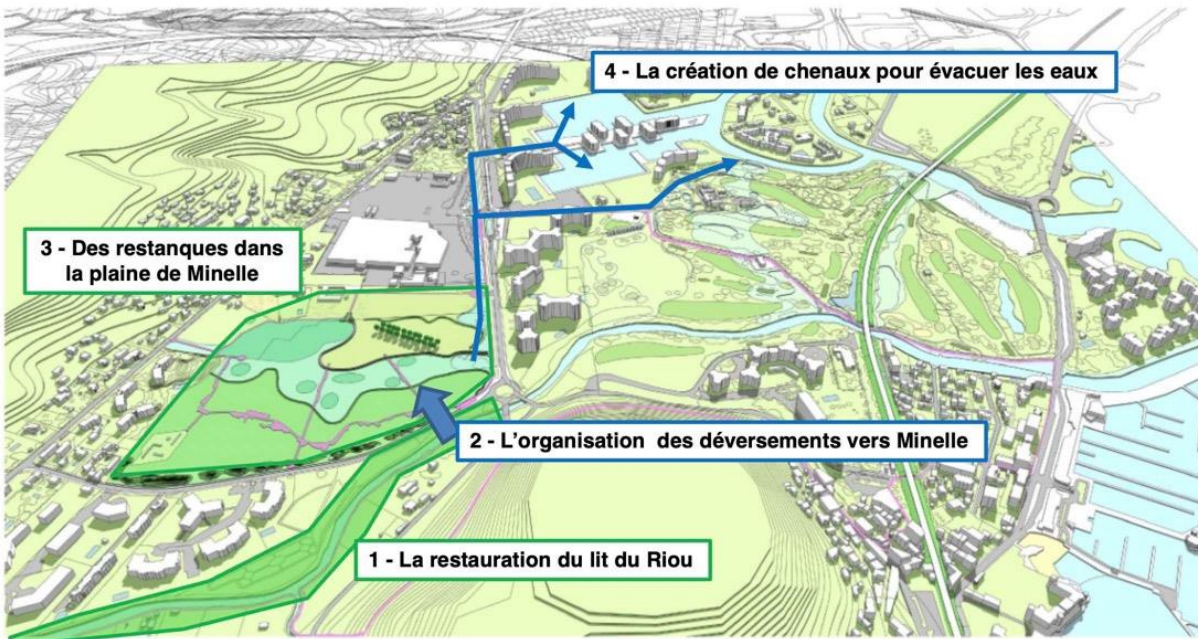
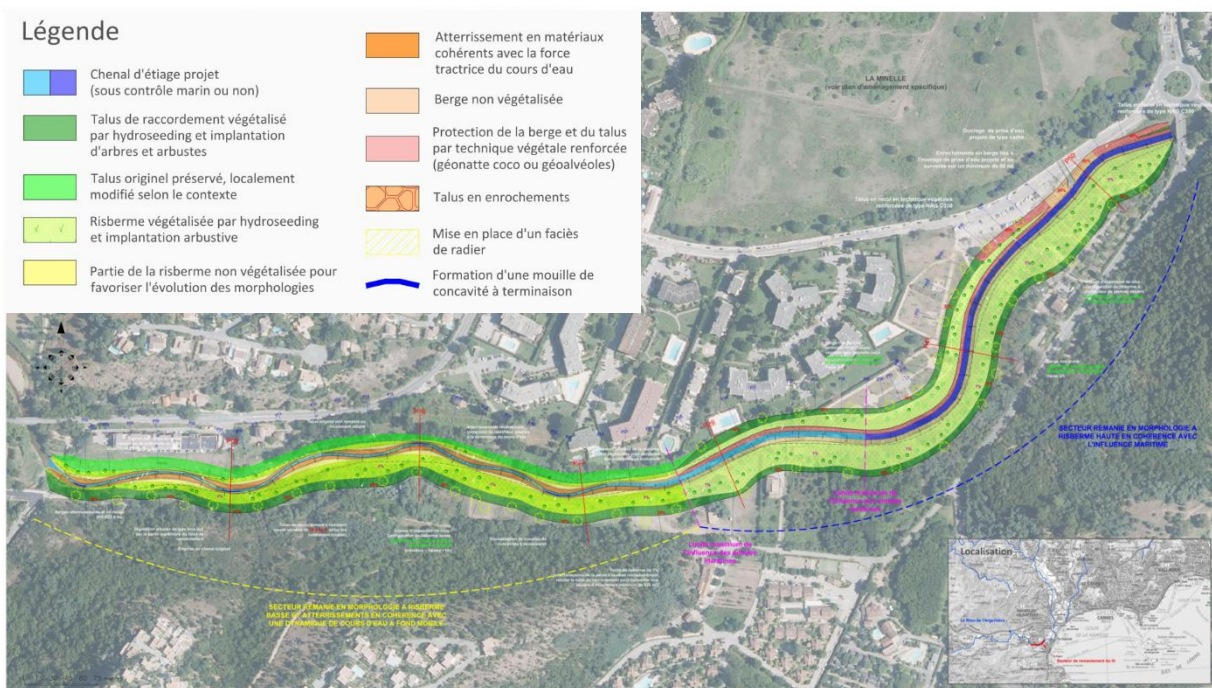


Figure 29 : Une solution fondée sur la nature

Restaurer le lit du Riou dans ses fonctions écologiques et hydrauliques

La restauration du lit du cours d’eau du Riou de l’Argentière autour des Berges du Riou permet d’améliorer la qualité des milieux et de développer la biodiversité aquatique et terrestre, en reconstituant un profil en travers du cours d’eau plus naturel avec des pentes de berges moins raides permettant de recréer des milieux rivulaires.

Cette restauration du profil naturel permet d’accroître la capacité d’écoulement des crues et donc de réduire les débordements sur les résidences les plus vulnérables de la Tavernière.



Organiser les débordements vers Minelle

Pour préserver au maximum les résidences de la Tavernière, la zone de débordement privilégiée est ramenée à l'amont des Trois Ponts, avec :

- Un ouvrage hydraulique pour absorber les débordements les plus fréquents afin de réduire la fréquence de coupure de l'avenue de la Tavernière ;
- L'aménagement d'un point plus bas sur l'avenue de la Tavernière pour concentrer les premiers débordements généralisés.
- Au-delà, le secteur des résidences reste inondable, mais dans des conditions fortement améliorées par rapport à aujourd'hui.

Valoriser la plaine de Minelle pour ralentir les crues

La morphologie et l'écologie de la plaine sont préservés au maximum : l'idée est « simplement » de construire des « restanques » au droit des courbes de niveau de la plaine, aux cotes de terrain naturel de 3,5 NGF, 3 NGF et 2,5 NGF.

Ces restanques ne sont pas destinées à piéger les eaux, ce ne sont pas digues : elles ralentissent la propagation en forçant les niveaux d'eau en amont de chacune d'elle.

Un chenal – une « douve », pour reprendre le terme sous lequel on propose de la désigner – traverse les restanques depuis le Riou avec une double fonction :

- Permettre le passage des crues faibles à moyennes sans inondation sur la plaine
- Assurer le passage des crues entre les restanques pour garantir qu'il n'y a pas « blocage » de l'eau.

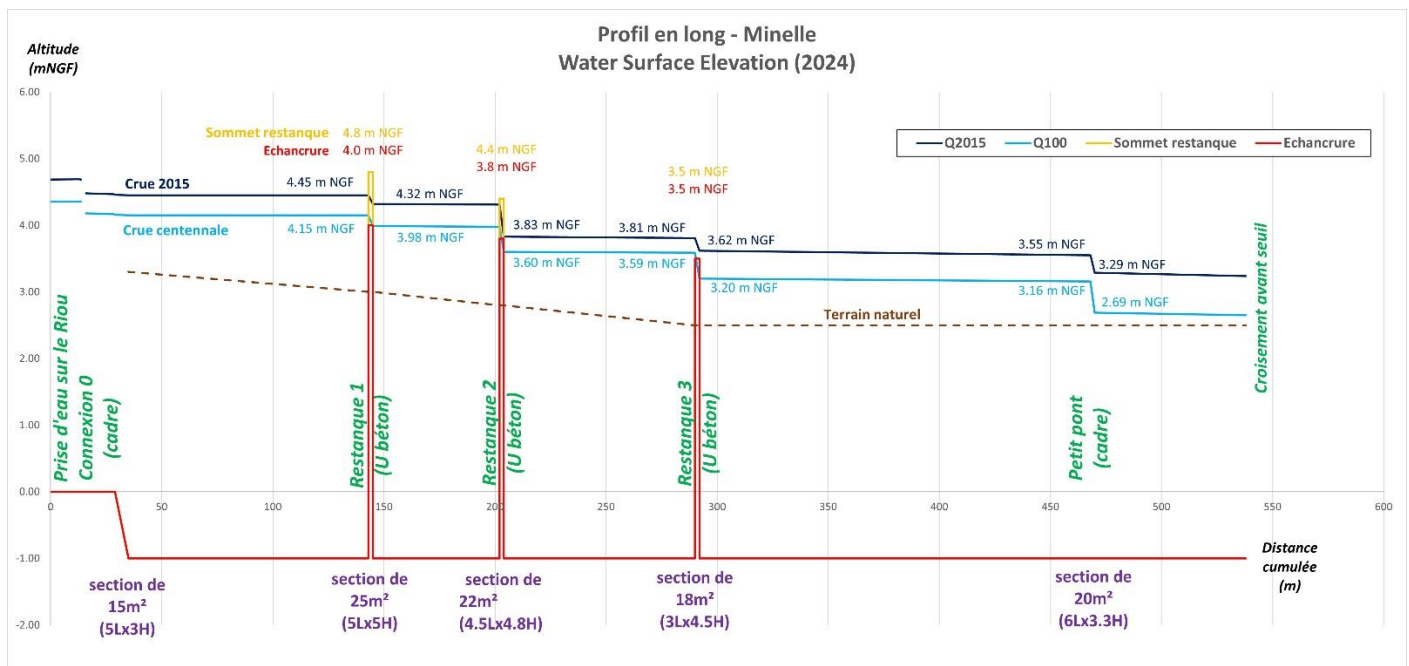


Figure 31 : profil en long de crue en travers des restanques

Le système fonctionne ainsi comme avec un pont insuffisamment dimensionné : les eaux y passent, mais les niveaux en amont sont relevés de quelques dizaines de centimètres (ici de 25 à 70 cm selon les configurations).

Accompagner les débordements jusqu'à la Siagne

Pour réduire les submersions vécues par les riverains à l'aval de Minelle (secteur des Marinas), la douve est prolongée le long du Bd Maréchal Juin.

Pour conduire les eaux jusqu'à la Siagne, deux exutoires sont ménagés au droit des transparence dans le front urbain :

- Le long de la route du golf, puis le long du golf lui-même ;
- Sous la route qui traverse les Marinas vers le port.



Avenue du Maréchal Juin, crue de 2015

3.3. UN PAYSAGE URBAIN QUI S'APPROPRIE L'EAU

La plaine de Minelle

L'aménagement permet de transformer l'espace du verger inutilisé depuis des années en un parc qui rend visible une nouvelle alliance entre la ville et la nature, un parc qui protège la première et enrichit la seconde.

Ainsi, la crue réelle comme potentielle est transformée en un phénomène maîtrisé digne d'attention par tous les habitants et les touristes car il ne suscite plus la crainte mais un nouvel imaginaire reliant la ville, le fleuve et le volcan. Ce projet insiste sur la spécificité de cet aménagement car au contraire des aménagements techniques qui se ressemblent en tous lieux, les régulations naturelles doivent s'appuyer et donc mettre en valeur des spécificités de la topographie et du paysage local.

La conception de l'aménagement offre à la fois un système de rétention composé de trois vastes bassins pouvant se remplir, puis déborder du plus haut vers le plus bas, mais aussi de ne pas bloquer l'eau en la laissant s'écouler par une rivière temporaire formée par une Douve longeant l'Avenue du Maréchal Juin. Les vergers offriraient une des premières zones d'expansion de crues du département des Alpes-Maritimes, une zone humide naturelle protégée et renforcée, et une ouverture de ce dispositif hydraulique aux habitants et aux animaux en un jardin remarquable et insolite grâce aux promenades piétonnes empruntant les passerelles et permettant de voir les animaux, la flore ou même le début d'une inondation. La passerelle permettra d'ailleurs d'aller se mettre à l'abri vers des points hauts du quartier.

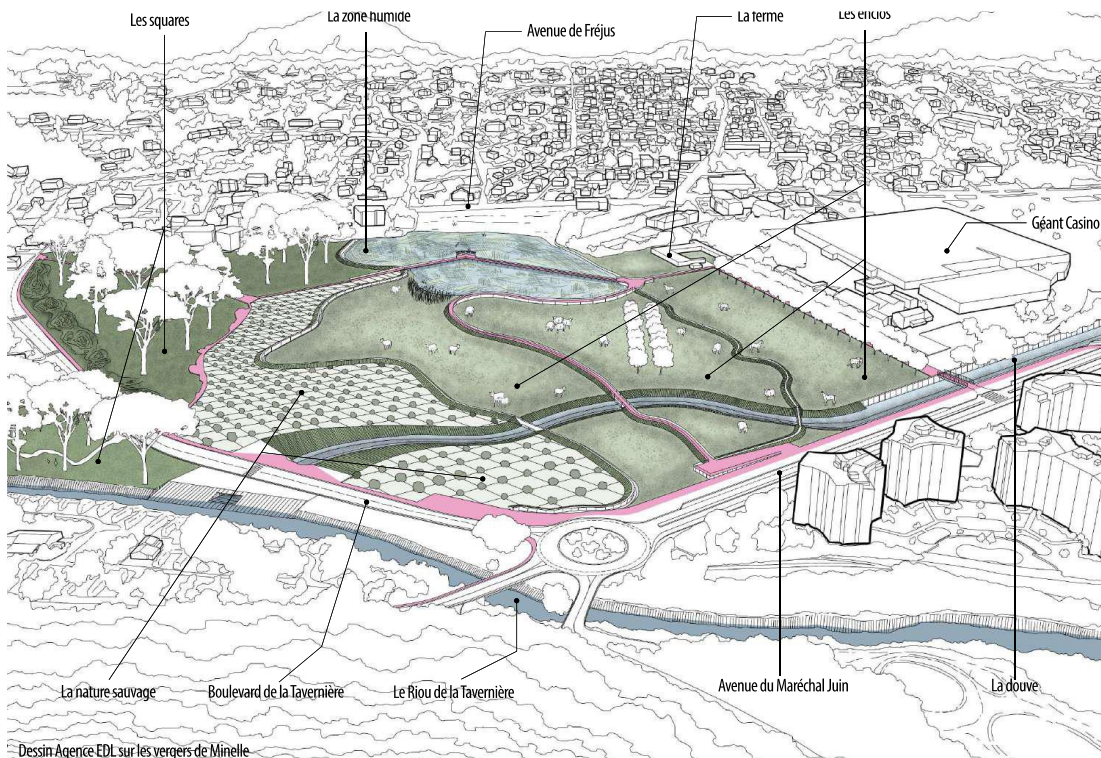


Figure 32 : Les vergers

L'avenue du Maréchal Juin

Le travail sur la transformation de l'Avenue du Maréchal Juin est directement lié aux résultats des régulations naturelles engagées sur les Vergers. En effet l'importance de rendre de la place aux écoulements nécessite de déposer le pont « autoroutier » actuel de l'avenue, de réorganiser les traversées de l'eau en douve ou en passages inférieurs afin de restituer le sol naturel aux habitants et aux arbres, de gérer les chemins de l'eau vers la pente naturelle qui se termine vers la Siagne et d'en faire une « Avenue-Canopée » grâce à de larges ombres sur le trottoir-promenade élargi.

Ainsi il s'agit d'une métamorphose visant à la sécurité des biens et des personnes tout en ayant un horizon sur la qualité des lieux, leurs apparences et leurs usages. L'Avenue s'organise sur un kilomètre, elle longe sur un côté la douve et permet d'apercevoir les Vergers avant de s'y engager. Elle relie le centre-ville au jardin-de crues des Vergers, et annonce plus loin, le magnifique Volcan du San Peyre, ainsi que le bord de mer.

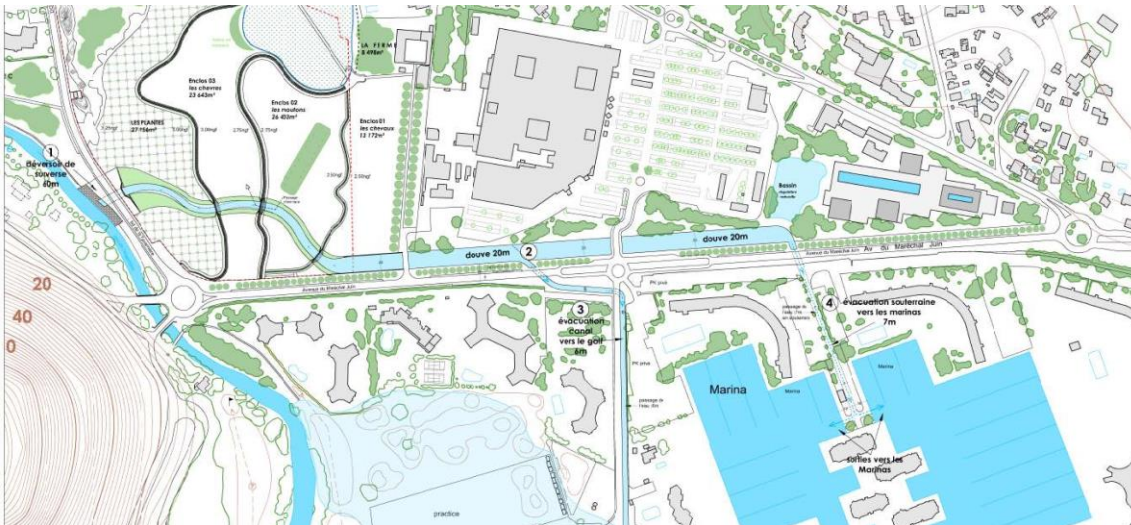


Figure 33 : L'avenue du Maréchal Juin longée par la douve

Les chenaux d'évacuation vers les Marinas et le Golf

Retarder l'eau en la stockant permet de décaler les rencontres de débit en aval, cela permet aussi de l'évacuer plus calmement par une gestion simple de deux exécutoires.

Le premier vers l'allée du golf offrira un traitement résilient et écologique de cette allée par un chenal à ciel ouvert prenant place sur une voie désaffectée et se prolongera en bordure du golf jusqu'aux berges de la Siagne confortées.

Le second sera invisible et souterrain sous l'allée de la Capitainerie pour permettre à l'eau de rejoindre les bassins des Marinas sans traverser le sol de ces résidences.

L'ensemble de ces aménagements permet de mettre hors d'eau toutes les résidences et les parkings de ce secteur, en évitant les dégâts observés en 2015.



Figure 3430 : Le premier chenal vers le golf Old Course

3.4. DES MILIEUX RESTAURES ET PROTEGES

La conception du projet a reposé sur la prise en compte d'un diagnostic complet des enjeux écologiques et morphologiques du Riou.

Les études hydromorphologiques et de transit sédimentaire réalisées en 2015 ont été mises à jour en 2020. Les diagnostics écologiques ont été réalisés en décembre 2022.

Ces éléments ont permis de mettre en avant les dysfonctionnements écologiques du Riou de l'Argentière. Dysfonctionnements, qui, rappelons-le, participent à l'aggravation du risque sur la zone à enjeux et ne peuvent donc pas être traités séparément de la volonté initiale de réduire la vulnérabilité des secteurs à enjeux et ainsi agir sur différents leviers d'amélioration.

Cette volonté s'exprime alors aujourd'hui au travers du programme de restauration de l'espace de mobilité du Riou de l'Argentière dans sa partie aval, afin de protéger les populations d'une crue centennale, objectif pour lequel la restauration des milieux aquatiques est indispensable, mais aussi la réhabilitation de la zone humide présente sur les vergers de Minelle.

Le bilan des diagnostics écologiques, réalisés sur le secteur particulièrement sensible des vergers de Minelle (cf. figure 4), a mis en avant l'importance écologique de prendre en compte les éléments linéaires (cours d'eau) ou ponctuels du paysage (haies, fourrés, buissons...) répartis sur l'intégralité de l'aire d'étude, qui constituent des zones de refuge et d'alimentation pour certaines espèces, mais également des supports de déplacement et de dispersion de la faune et de la flore à une échelle locale. Ce rôle de corridor est toutefois limité par l'artificialisation des berges en aval du Riou (enrochements artificiels, présence du port...).

Bien que les habitats humides présents sur l'aire d'étude rapprochée soient relativement dégradés par endroits, ils représentent une zone de refuge intéressante pour la faune et la flore.

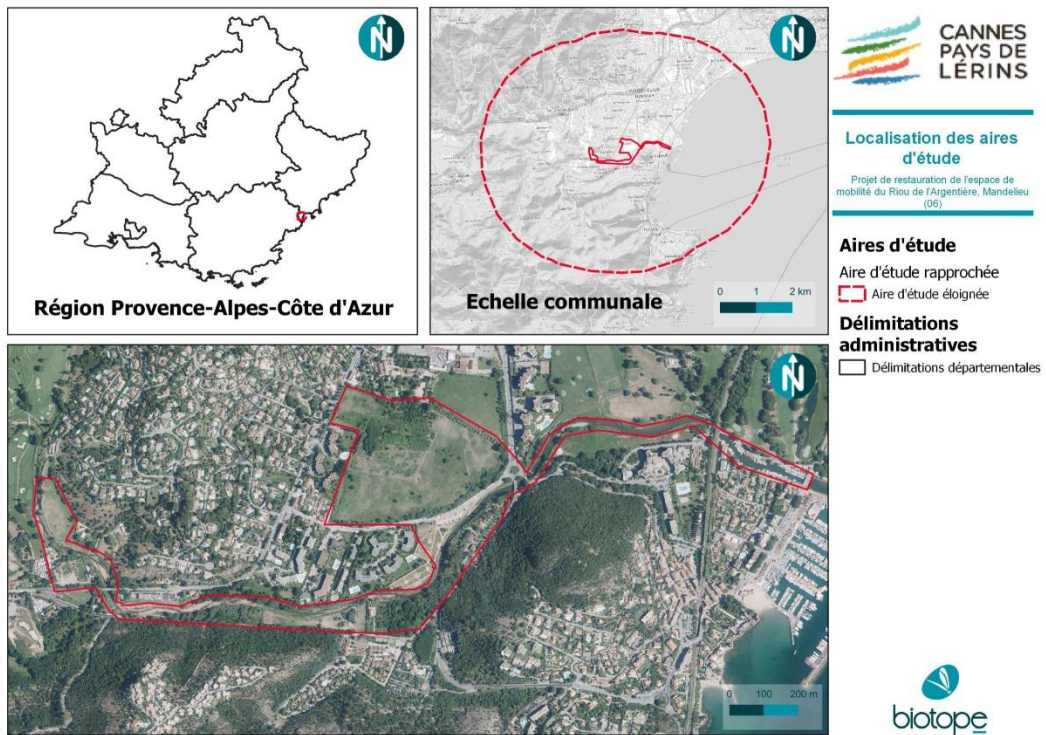


Figure 35 : Aire d'étude des diagnostics écologiques

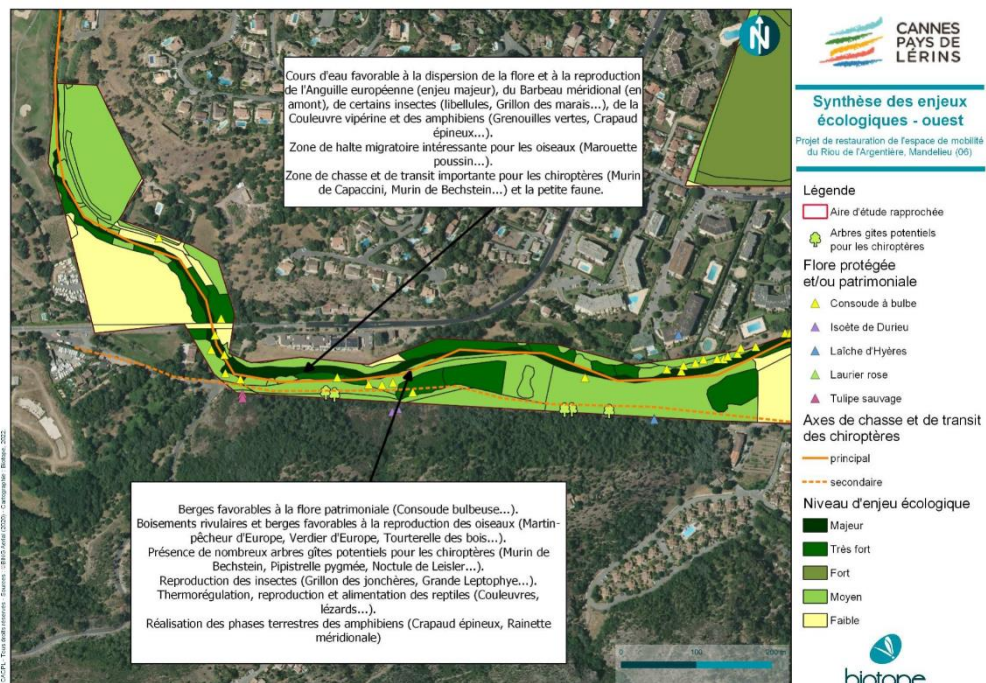


Figure 3631 : Enjeux écologiques à l'Ouest de la zone d'étude

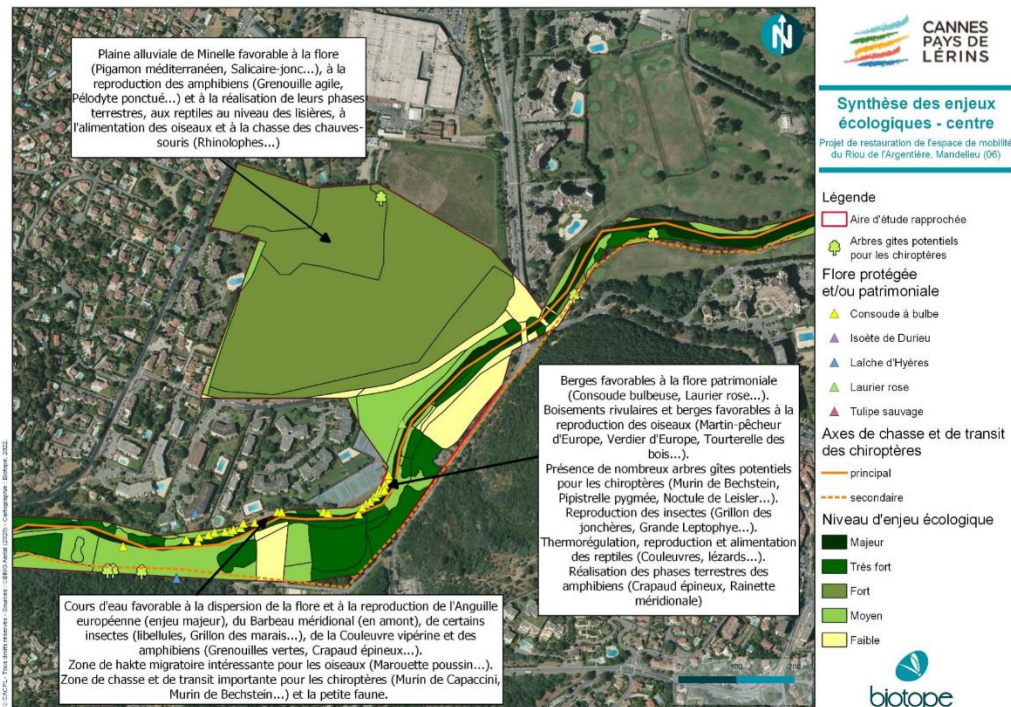


Figure 3733 : Enjeux écologiques au centre de la zone d'étude

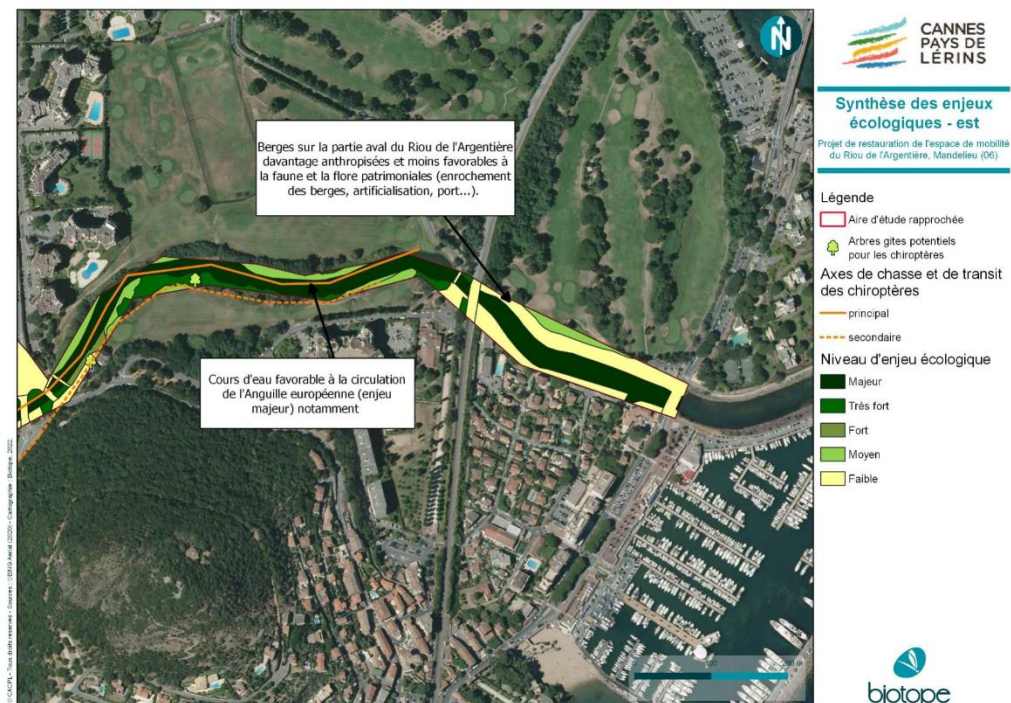


Figure 32 : Enjeux écologiques à l'Est de la zone d'étude

Les études complémentaires du fonctionnement hydromorphologique ont permis de préciser la dynamique du Riou de l'Argentière en période de crue et prendre en compte les problématiques liées à l'érosion, au transport sédimentaire afin de fournir des enseignements pour la future gestion

du cours d'eau et la finalisation du plan d'actions, conciliant l'objectif de gestion des risques et celui de l'amélioration de l'état écologique des milieux aquatiques concernés.

3.5. DES GAINS HYDRAULIQUES GENERALISES

Le système hydraulique de Minelle se mettra en eau progressivement avec la montée en crue et l'importance de cette crue.

Régime ordinaire

En régime ordinaire, l'eau circule uniquement dans le lit mineur et dans la douve et les chenaux.

Le choix d'aménager le fond de la douve et des chenaux sous le niveau de la mer (cf. § 3.6.2) implique qu'ils seront toujours en eau. Pour assurer une circulation minimum dans la douve, elle est mise en relation avec le lit mineur du Riou à travers l'ouvrage de prise : celui-ci est calé à 0 NGF, c'est-à-dire juste au-dessous du niveau moyen de la mer. De l'eau entrera donc dès que la Riou aura un petit débit (et donc une dénivelée entre la prise et la mer) ou que la mer connaîtra des variations de niveau (houle, surcote marine).

Inversement, d'ailleurs, lorsque la Siagne montera davantage que le Riou (crue sur le haut bassin) et que le niveau dans le port de la Marina monte en conséquence, les chenaux pourront fonctionner en sens inverse.



Crue annuelle

Pour les « petites » crues (crue annuelle par exemple), qui ne font pas déborder le Riou, de l'eau entrera par le chenal de prise et s'écoulera dans la douve sans débordements.



Crue moyenne

Pour une crue moyenne (période de retour 10 à 20 ans), les entrées d'eau dans la plaine de Minelle se font essentiellement par l'ouvrage de prise. Le boulevard de la Tavernière est en limite de surverse sur sa partie basse.

L'eau se répand lentement à l'amont des restanques, mais ne couvre pas complètement la plaine de Minelle.

La douve et les chenaux à l'aval de Minelle ne débordent pas et écoulent la crue jusqu'à la Siagne.



Crue majeure

Pour une crue exceptionnelle (type 2019 ou 2015), les débordements le long du Riou deviennent généralisés, mais moins intenses que dans la situation actuelle pour une crue comparable grâce à la restauration du lit du Riou.

La plaine de Minelle est entièrement en eau, et de l'eau surverse sur les restanques dans leur partie renforcée à cette fin.

La douve et les chenaux aval commencent à déborder, mais en épargnant les zones habitées.



3.6. EXPLICITATION DE CERTAINS CHOIX STRUCTURANTS

3.6.1. Le devenir des Trois Ponts

La question qui vient immédiatement à l'esprit de tous ceux qui ont vu le site en crue est la question des « trois ponts » : ces ouvrages constituent un verrou hydraulique et ont été submergés en 2015.

Ne faut-il pas les supprimer pour faciliter l'écoulement des crues ?

Après analyse, il a été décidé de ne pas y toucher (sauf la passerelle piétonne particulièrement basse) pour une double raison :

- Leur suppression ne réglait pas la question de la Tavernière ;
- Et leur suppression aggraverait les risques à l'aval.



Le profil en long ci-dessous montre que les Trois Ponts ne sont responsables des débordements sur les résidences amont de la Tavernière : la zone de débordement apparaît en rouge.

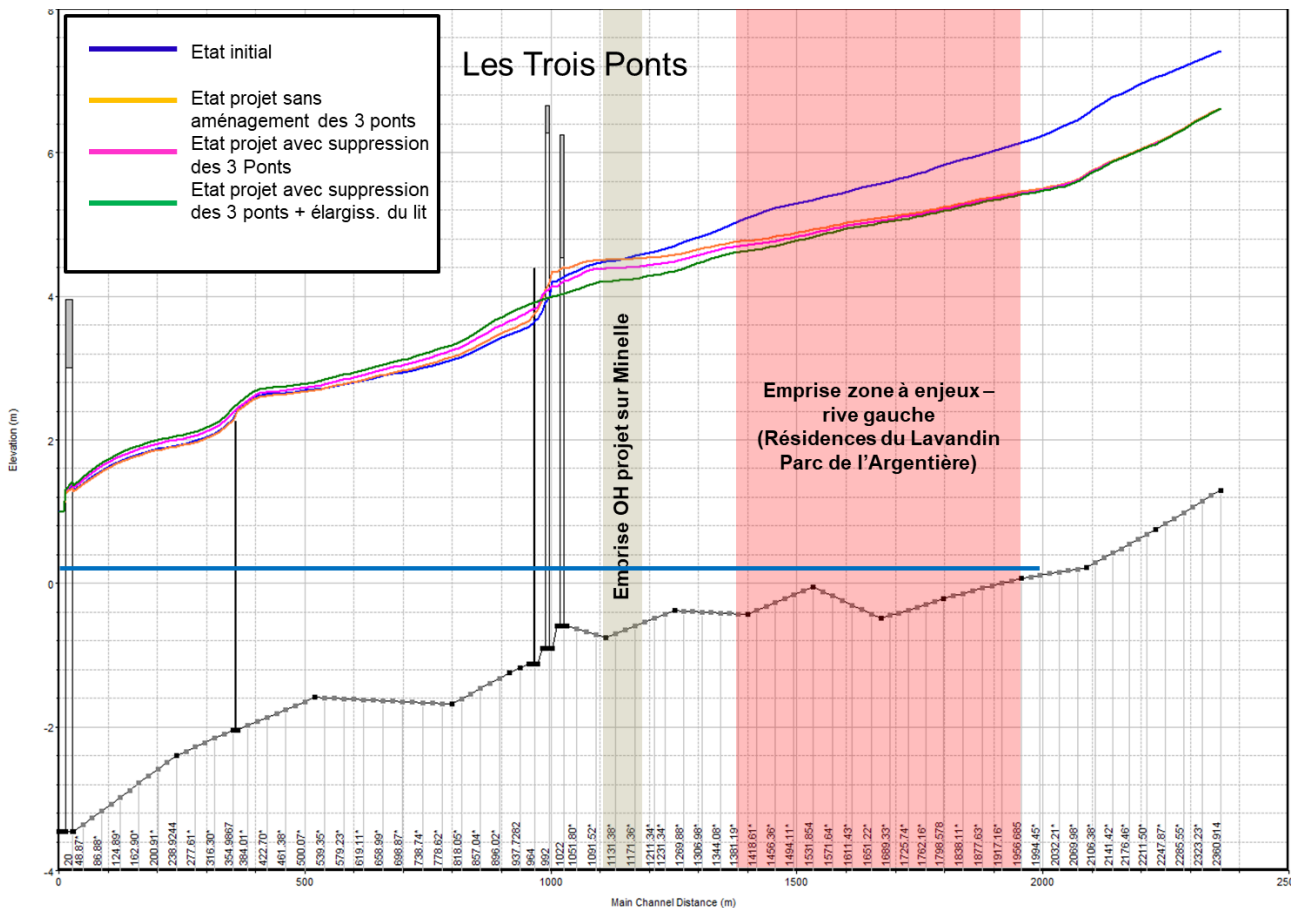


Figure 44 : Profil en long des niveaux de crue - crue centennale

Les lignes d'eau présentent les différentes simulations effectuées :

- Bleu : état actuel
- Orange : projet de restauration du lit du Riou sans toucher aux 3 ponts → on voit le gain très net sur les lignes d'eau qui bénéficie à tous le secteur vulnérable
- Rose : test avec la suppression des 3 ponts sans remanier le profil du lit → les effets sont très limités (car c'est le rétrécissement du lit plus que les ouvrages eux-mêmes qui relèvent les niveaux).
- Vert : test avec la suppression des 3 ponts et élargissement du lit, qui permet de lisser l'obstacle. Or on constate que même dans cette option favorable, le gain lié à la suppression des 3 ponts est absorbé à moins de 500 m en amont des ponts, et ne bénéficie donc quasiment pas au secteur sensible : **la suppression des 3 Ponts ne réduirait pas les débordements sur les résidences de la Tavernière.**

En revanche, la suppression des ponts réduirait les débordements à l'aval des résidences vers Minelle, et aggraverait en conséquence les risques pour l'aval, vers la résidence de « l'Orée de l'Islette », l'école attenante et les bas quartiers de la Napoule.

Il a donc été décidé de ne pas toucher aux Trois Ponts et de gérer les débordements vers Minelle tels qu'ils se produisent naturellement.

3.6.2. La mise en eau de la douve et sa relation avec le Riou

La cote du terrain naturel dans le secteur de Minelle avoisine 3 NGF.

La douve et les chenaux ont des profondeurs minimales de 2 mètres.

Ça conduit à un fond à 1 NGF, au niveau de la nappe qui imprègne les limons et argiles du secteur.

Dans ces conditions, le risque serait d'avoir une prolifération de végétation (Cannes de Provence) et d'espèces inféodées aux milieux humides (moustiques, ...).

Le choix a donc été finalement de caler le fond de la douve et des chenaux franchement sous le niveau de la mer, à des cotes de -1,0 à -1,5 NGF selon les secteurs.

On aura ainsi des chenaux toujours franchement en eau.

Le modèle peut en être le lit aval du Riou (12 mètres de largeur sous le pont SNCF, à comparer aux 20 m de la douve et aux 6 m du chenal du golf), ou le port du Béal (14 mètres de largeur).

Dans ces deux cas, le renouvellement des eaux en été est très faible puisque le Riou s'assèche et que le Béal n'est pas alimenté.

Comme le lit du Riou est sous le niveau de la mer au droit de l'ouvrage d'entrée de la douve (fond autour de 6à,5 à -0,8 NGF), cet ouvrage sera calé à 0 NGF (donc légèrement sous le niveau moyen de la mer, à 0,2 NGF aujourd'hui). Cela permet d'assurer un écoulement dans la douve dès qu'on aura des niveaux différents entre le Riou et la Siagne, dans un sens comme dans l'autre :

- Montée du Riou
- Montée de la Siagne
- Différentiel de niveau sous influence de la mer entre les deux cours d'eau (propagation différenciée de la houle, notamment).

Les débits seront vite significatifs :

- Pour un niveau ordinaire de la mer à 0,2 NGF
 - **0,2 m³/s (soit un renouvellement du volume de la douve et des chenaux en 24h pour moins de 1 cm de différence de niveau entre la Siagne et le Riou ;**
 - 1 m³/s (soit un renouvellement du volume de la douve en 4 heures) pour 8 cm de différence de niveau ;
 - 5 m³/s pour 50 cm de différence de niveau.
- Pour une mer haute (1 NGF : forte surcote aujourd'hui, mais niveau qui deviendra de plus en plus fréquent...)
 - 1 m³/s pour 1 cm de différence de niveau
 - 5 m³/s pour 15 cm de différence de niveau.

Un busage de fond est prévu sous le seuil qui contrôle l'entrée du chenal de la Marina pour qu'il profite de ces échanges d'eau même en basses eaux.

4. DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS

4.1. LA RESTAURATION DU LIT DU RIOU

Les objectifs des aménagements s'articulent autour des finalités suivantes :

- La Conservation d'un lit d'étiage de petite section pour :
 - Conserver les petites crues morphogènes (nettoyage fond du lit)
 - Concentrer l'écoulement et diminuer l'étalement à l'étiage pour limiter le colmatage et le réchauffement des eaux
 - Améliorer la capacité d'accueil des radiers pour la faune macrobenthique.
- L'ouverture de la berge lorsqu'il n'y a pas d'enjeux anthropiques (abaissement hauteur / adoucissement pente) avec recréation de l'espace de mobilité de 20-35 m de large et modelés doux :
 - Entonnement débits plus importants en période de crue ;
 - Ralentissement des eaux ;
 - Recréation de milieux rivulaires favorable à la diversité spécifique ;
 - Création de zones de dépôts des sédiments fins transportés par crues.
- La végétalisation des surfaces et la lutte contre les invasives avec reconstitution d'une ripisylve fonctionnelle afin de permettre une meilleure fonctionnalité hydrosystème (ombrage, apports trophiques).

La modification consiste en un reprofilage du lit du Riou entre la confluence de ce dernier avec le Vallauris et le pont de la D 2098, soit sur un linéaire de 1,3 kilomètre.

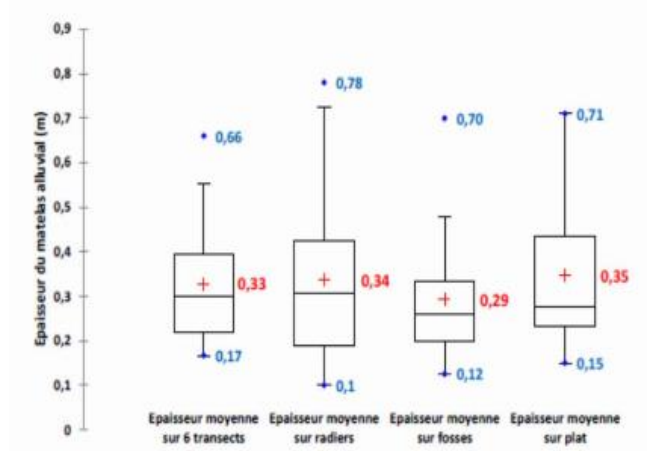
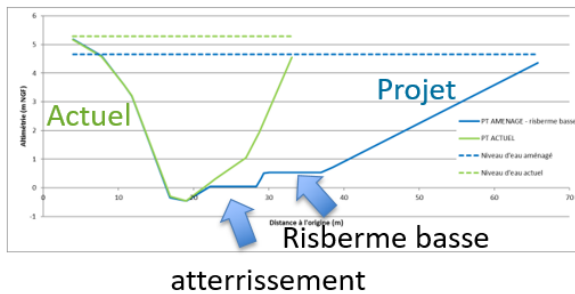
Deux variantes de reprise des morphologies du lit ont été étudiées :

4.1.1. Option « a » : reprofilage comportant la création de risbermes « basses »

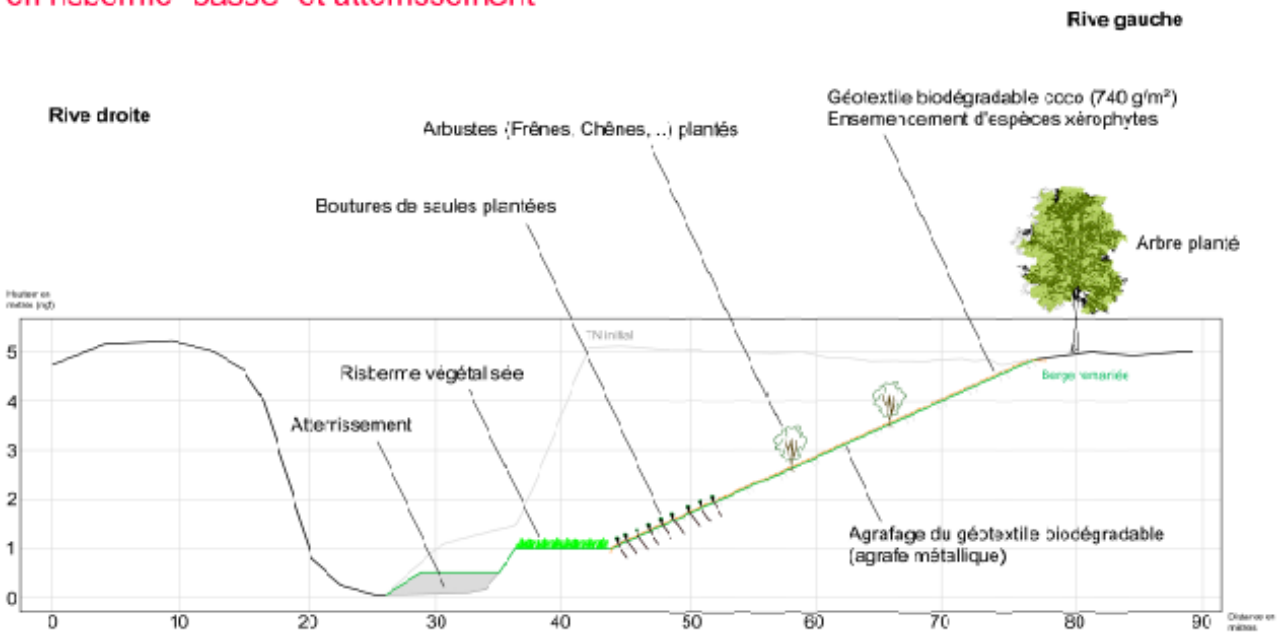
Les deux grandes attendues de cette première variante sont :

- L'augmentation de la section d'écoulement par un élargissement du lit et un retalutage des berges. Cette reprise du lit du fleuve occasionne un décaissement de l'ordre de 92 500 m³ ;
- La restauration d'un lit d'étiage fonctionnel et le confortement du matelas alluvial par la mise en place de deux risbermes emboîtées constituées d'alluvions. Cette restauration permettra une amélioration des conditions d'écoulement en période d'étiage et de basses eaux (contraction et augmentation du caractère lotique des faciès d'écoulement).

Profil type



Coupe A-A'
Principe d'aménagement de la berge en risberme "basse" et atterrissement

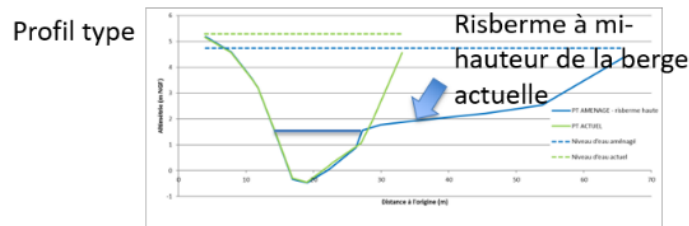


En outre, la restauration repose sur la reconstitution d'un matelas alluvial qui permettra de favoriser les écoulements hyporhéiques. Il est à noter qu'une épaisseur d'une trentaine de centimètres est suffisante pour assurer un gain fonctionnel significatif (cf. figure Boutet- Berry et al., 2009).

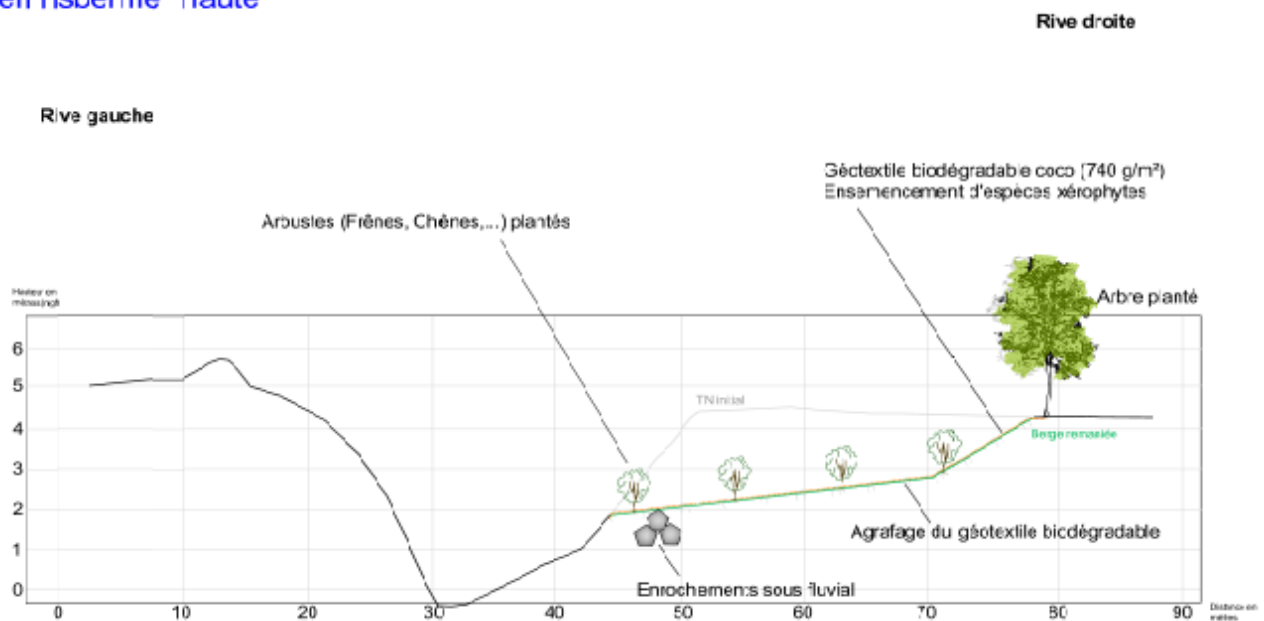
Compte tenu de la faible puissance du cours d'eau (<35 W/m²), nous préconisons, sur la base de retours d'expériences, de reconstituer les risbermes à partir d'alluvions comportant un mélange de type 2/5 de graviers (2-16 mm), 2/5 de cailloux (16 - 64mm) et 1/5 de pierres fines (64-128 mm).

4.1.2. Option « b » : reprofilage à risberme intermédiaire

Cette variante à vocation à augmenter la section d'écoulement par un élargissement du lit et un retalutage des berges tout en maintenant une capacité de transport sédimentaire proche de l'état actuel. Cette reprise du lit du fleuve occasionne un décaissement de l'ordre de 70 000m³ ;



Coupe B-B' Principe d'aménagement de la berge en risberme "haute"



4.1.3. Analyse comparative des deux variantes

Incidence sur le plan hydraulique

Les deux solutions proposent une amélioration de la débitance par augmentation de la section d'écoulement.

La restauration d'une végétation diversifiée sur les berges augmente la rugosité et limite la capacité d'écoulement:

- Amélioration de la qualité écologique du milieu,
- Ralentissement des écoulements en lit mineur pour éviter une sur-inondation à l'aval.

Scenario	Débit de plein bord à l'entrée de la plaine de Minelle
Etat actuel	100 m3/s
Scenario a Risberme basse	180 m3/s
Scenario b Risberme Haute	160 m3/s

Sur le plan hydraulique, les deux solutions apparaissent pertinentes, le scénario « a » permet d'encaisser un débit légèrement supérieur avant débordement dans le lit majeur.

Incidence des variantes sur le transport sédimentaire

Afin d'évaluer l'incidence des deux propositions, des calculs à la section ont été réalisés au droit de deux sections caractéristiques. L'analyse repose sur l'évolution des forces tractrices et de la hauteur d'eau nécessaire pour la mise en mouvement des matériaux constitutifs du lit.

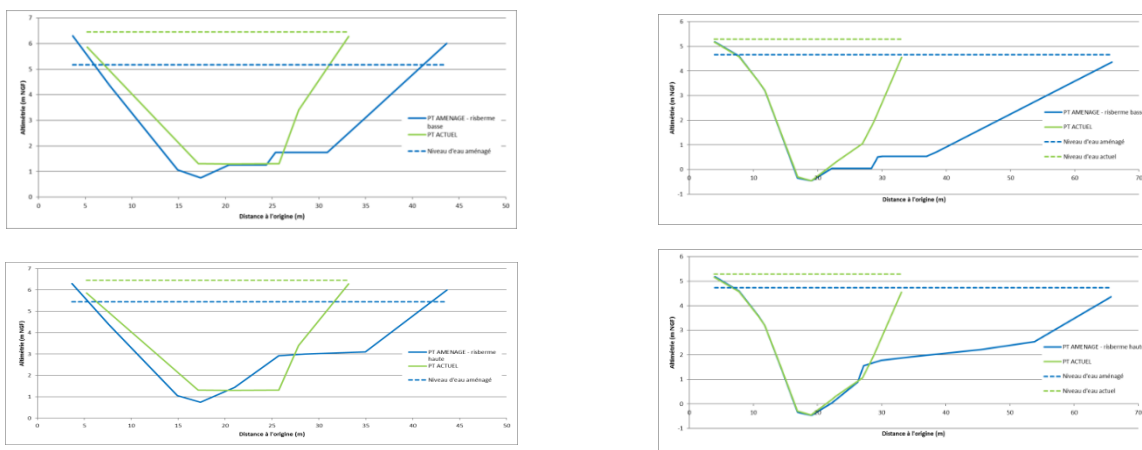
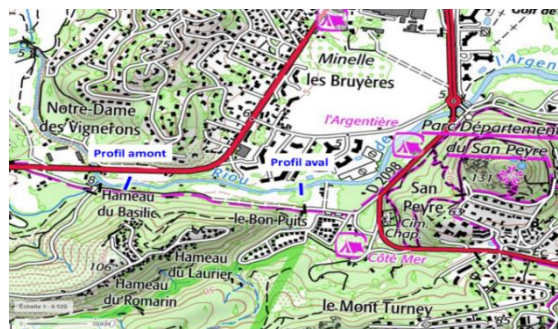
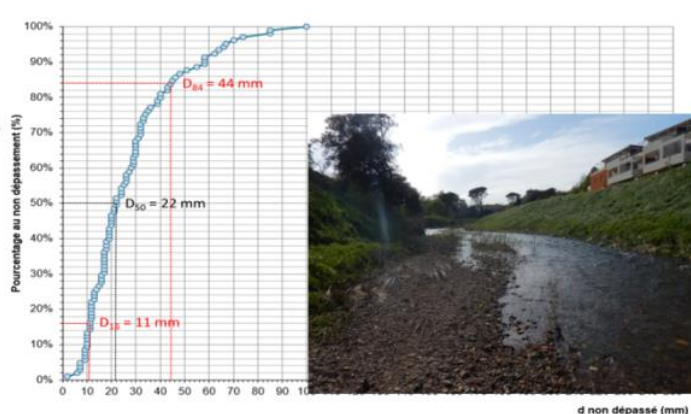


Figure 4934 : Topographie des deux variantes au droit des profils types

$$H = A \cdot ((Y_s - Y) / Y) \cdot (D_m / I)$$

H : hauteur de début d'entraînement,
 A : coefficient déterminé expérimentalement par SHIELDS,
 Y_s : densité du matériau,
 Y : densité de l'eau,
 D_m : diamètre moyen du matériau,
 I : pente d'écoulement.



Estimation du début d'entraînement pour la fraction sableuse

	PT AMONT			PT AVAL		
	Actuel	EP risberme basse	EP risberme haute	Actuel	EP risberme basse	EP risberme haute
Pente (m/m)	0.0014	0.0011	0.0012	0.0014	0.0011	0.0012
D _m (m)	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
A	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
Masse déjàugée	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Hauteur d'entraînement (m)	1.11	1.41	1.29	1.11	1.41	1.29

Estimation du début d'entraînement pour la fraction gravo-caillouteuse

	PT AMONT			PT AVAL		
	Actuel	EP risberme basse	EP risberme haute	Actuel	EP risberme basse	EP risberme haute
Pente (m/m)	0.0014	0.0011	0.0012	0.0014	0.0011	0.0012
D _m (m)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
A	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
Masse déjàugée	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Hauteur d'entraînement (m)	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06

Il ressort de l'analyse que le transit de la fraction sableuse ne sera pas entravé par l'élargissement de la section hydraulique et que l'impact sur la mobilisation de la fraction gravo-caillouteuse demeurera marginal, ce quel que soit la solution retenue.

Incidence sur le plan écologique

Dans le lit d'étiage, les deux scénarios permettent de concentrer les écoulements à l'étiage, ce qui est favorable pour la migration de l'Anguille, la réduction du colmatage et la diversification des habitats pour la faune macro-benthique.

Il n'en est pas de même sur les risbermes et les berges :

- La variante « A » augmentation des habitats humides avec une première risberme inondée plusieurs fois par ans (favorable à l'alpiste et aux grenouilles et rainettes).
- Les risbermes hautes prévues dans les deux variantes permettent le maintien d'une humidité favorable à la Consoude.

Le scénario « A » avec une risberme basse permet le développement d'un milieu plus favorable aux espèces présentes.

Incidence sur les aspects paysagés et sociaux

Les deux scénarios proposent une amélioration de la qualité paysagère en restaurant les berges et le lit du Riou et s'inscrivent dans une démarche de restauration de milieu et d'amélioration de l'accès au cours d'eau pour le public. La variante « A » présente l'avantage de faciliter la fréquentation des rives du Riou (profil de la berge favorable permettant d'envisager la réalisation d'un chemin d'accès en berge).

Coût des deux variantes

L'écart des coûts de mise en œuvre des deux variantes résulte principalement de l'écart des terrassements, et du ratio entre les matériaux réemployés (dans la réalisation des aménagements dans la plaine de Minelle par rapport à ceux évacués en résultant) :

- Scénario « A » : le terrassement prévu est de l'ordre de 95 000 m³. Le coût de ce terrassement est estimé à 2,25 M€ (avec réemploi de 1/3 dans la plaine de Minelle et une évacuation de 2/3),
- Scénario « B » : le terrassement prévu est de l'ordre de 70 000 m³. Le coût de ce terrassement est estimé à 1,5 M€ (avec réemploi d'un peu moins de 1/2 dans la plaine de Minelle et une évacuation d'un peu plus de 1/2).

Il ressort de l'estimation financière que le scénario « A » est 1/3 fois plus cher à mettre en œuvre.

Synthèse de la comparaison des deux variantes

La variante « a » présente des gains hydraulique et écologique légèrement supérieurs. Toutefois son coût est supérieur d'un tiers.

	Scénario a - Risberme basse	Scénario b – Risberme haute
Hydraulique	++	+
Transport solide	=	=
Ecologie	++	+
Paysage	+	+
Social	+	+
Coût	--	-

Comparaison par rapport à l'état actuel

La solution préconisée vise à mixer les deux variantes en dissociant :

- Une prise en compte des « risbermes basses » sur les 2/3 amont du linéaire dans une finalité de reconquête de fonctionnalité du fleuve ;
- Une prise en compte de « risbermes hautes » sur 1/3 aval du linéaire, dont le niveau d'eau est sous le contrôle de la méditerranée.

4.1.4. La proposition de restauration retenue

Le parti d'aménagement retenu s'articule autour :

- D'un linéaire amont, de 700 mètres de long, sur lesquelles la proposition d'aménagement intègre la restauration basée sur la reconquête d'une dynamique à fond mobile.
- D'un linéaire aval où la restauration est basée sur la réalisation de « risbermes hautes » sur le linéaire sous contrôle de la méditerranée

La section de plein bords minimale pris en considération est de 125m³ afin d'assurer, en cohérence avec l'ensemble du parti d'aménagement, une débitance de 160m³/s dans la lit du Riou. Pour rappel, cette section et la débitance correspondante constituent un optimum. La projection d'une section supérieure - par des terrassements plus affirmés - conduirait à réduire les vitesses d'écoulement en crue et par corolaire, du fait du contrôle aval exercé par les ouvrages présents au droit du San Peyre, à une augmentation de la ligne d'eau en crue sur l'ensemble du linéaire restauré.

L'aménagement proposé est repris dans le plan de masse annexé au rapport.

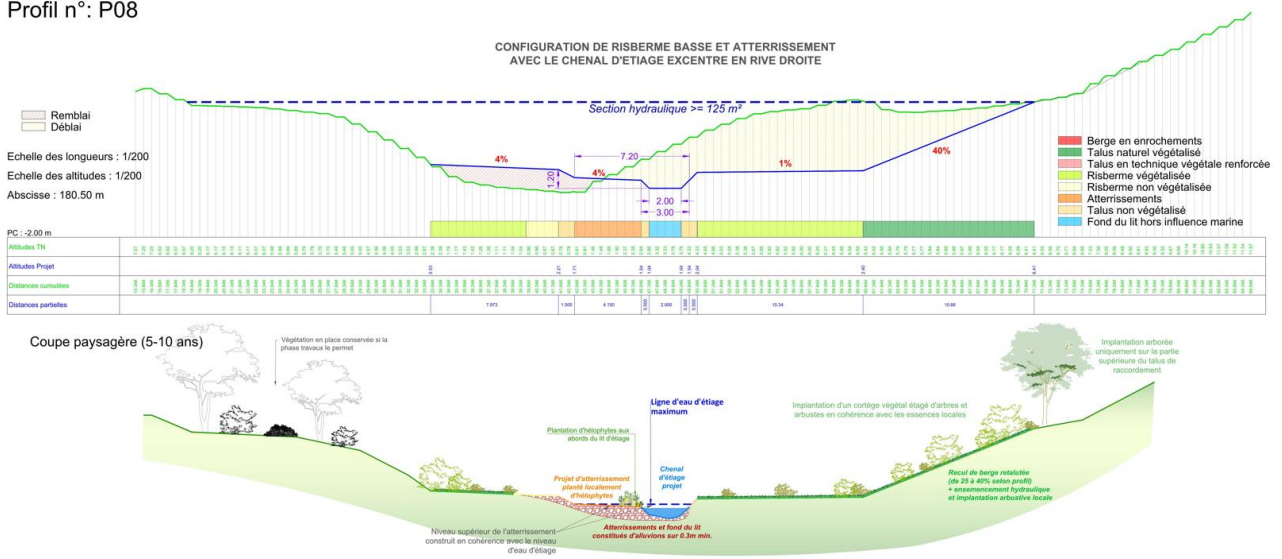
Une restauration basée sur la reconquête d'une dynamique à fond mobile sur le linéaire amont

La reprise du lit projetée s'articule autour d'un lit méandriforme constitué d'alluvions remobilisables. Le lit mouillé serait d'une largeur de deux mètres pour les plus bas débits et viendrait mobiliser un espace constitué de grèves sur une largeur de l'ordre d'une dizaine de mètres pour les débits de bases eaux. Ce lit d'étiage contraint permettrait de garantir le maintien d'une lame d'eau de l'ordre d'une vingtaine de centimètres sur les faciès courant, compatible avec le maintien et la « migration » le long du linéaire restauré des espèces présentes (barbeau méridional et anguille).

Au-delà, le lit mouillé mobiliserait des risbermes herbacées sur une trentaine de mètres de largeur. Ces risbermes, bien que végétalisées, ne seraient pas fixées afin de permettre une potentielle remobilisation par le cours d'eau en cas de divagation de ce dernier. Ainsi, le lit vif réalisé constitue dans le cadre de travaux une morphologie de « base » que le cours d'eau façonnerait au grès des crues morphogènes.

La risberme, en rive gauche serait globalement raccordée à la berge existante. La risberme de rive droite se raccorderait, quant à elle, à une berge recréée dont le faible fruit permettrait d'assurer sa tenue par une simple végétalisation constituée d'un étage d'arbustes et d'arbres en cohérence avec le contexte local.

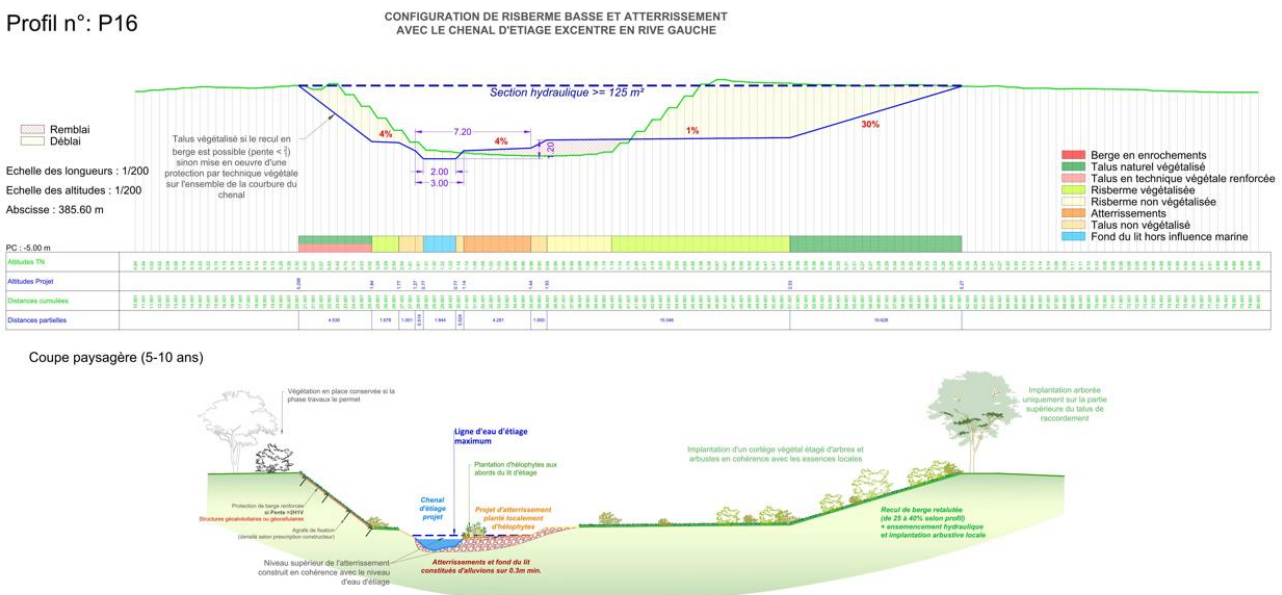
Profil n°: P08



La rive gauche sera, au besoin, localement renforcée par la mise en œuvre de techniques végétales sur les portions localisées (d'une cinquantaine de mètres de long). Ces aménagements seront réalisés uniquement au droit des berges les plus redressées (au-delà d'un fruit en 2/1), en arrière desquelles sont présents des enjeux. Le rôle de ces aménagements de berges est uniquement de contenir la potentielle expression d'une dynamique latérale du lit trop affirmée, à la faveur d'une crue particulièrement morphogène (Profil n°16). Ils ont vocation à « rassurer » vis-à-vis du fonctionnement à lit mobile attendu de la restauration du fleuve. Le suivi post travaux permettra de constituer un retour d'expérience et de potentiellement réinterroger le maintien de ces aménagements.

La philosophie de la proposition de restauration sur le linéaire amont est de désartificialiser le plus possible le milieu.

Profil n°: P16



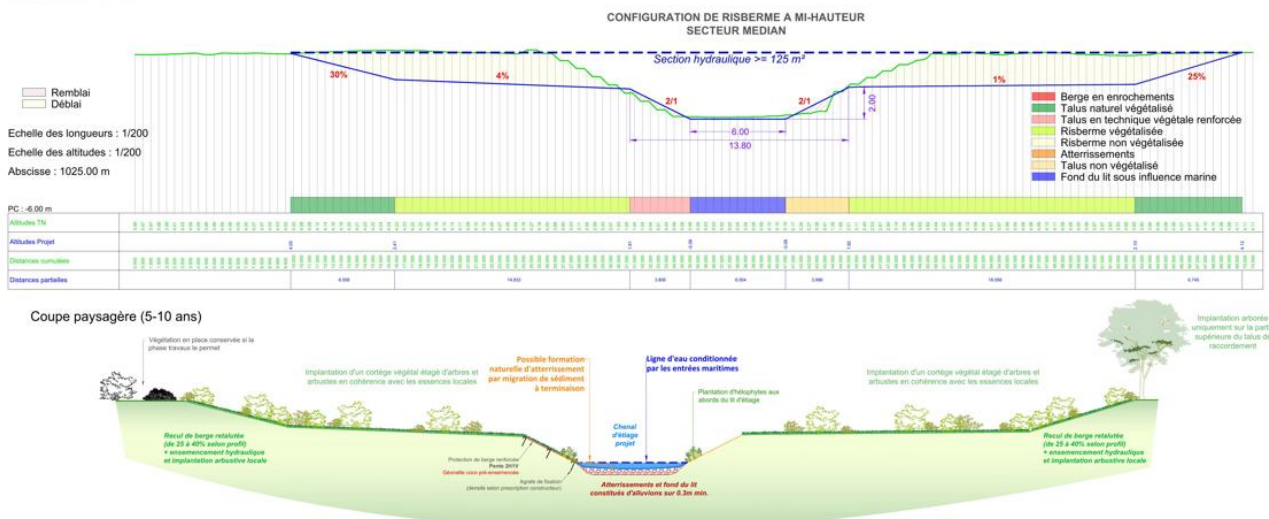
Une restauration basée sur la réalisation de « risbermes hautes » sur le linéaire sous contrôle de la méditerranée

Sur le tiers aval du linéaire restauré, le niveau d'eau d'étiage est sous le contrôle du niveau marin. Dès lors, les conditions d'écoulement sont banalisées et le faciès du lit mouillé correspond à un chenal lentique, et il n'y a plus lieu de chercher à diversifier les morphologies du lit. Aussi, la restauration proposée s'appuie sur la mise en œuvre de risbermes dont la mobilisation traduit le passage d'un régime de basses à hautes eaux.

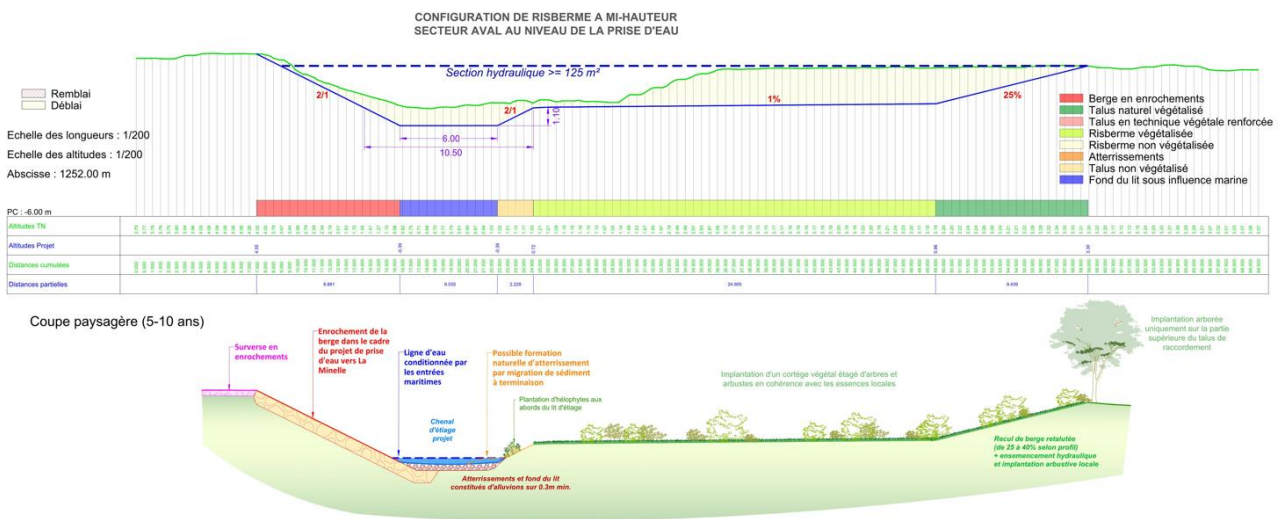
Au droit de secteurs à enjeux, la potentielle mobilité du lit d'étiage pourrait être « entravée » par la mise en œuvre de techniques végétales entre le lit d'étiage et la « risberme haute ». La risberme, située en arrière de la protection constituant une zone tampon entre le lit et la berge (Profils n°29 et n°41).

Au droit du boulevard de la Tavernière et au voisinage de l'ouvrage assurant la connexion avec le nouveau chenal créé dans la plaine de Minelle, les berges seront armées par la mise en œuvre de techniques végétales renforcées et des enrochements (Profil n°50).

Profil n°: P41



Profil n°: P50



La réalisation des travaux de restauration projetés est estimée à trois millions d'euros hors taxes.

Ce dernier considère :

- Le débroussaillage et le déboisement dans l'emprise de travaux ;
- un volume de mouvement de terres de l'ordre de 85 000 m³ ;
- les linéaires concernées par de protections berges ;
- un criblage, stockage sur site (dans la plaine de Minelle) des éléments destinés au réemploi en remblais ;
- un ensemencement d'une surface de 50 000 m² et la fourniture et plantation de 6 000 arbustes. Le prélèvement et la mise en pépinière pour une replantation d'individus présents dans l'emprise des terrassement n'ont pas été considérés à ce stade de l'étude. Cette alternative pourra être étudiée au stade Projet, sur la base des emprises travaux consolidées.
- les terrains situés entre le fleuve et la plaine et le boulevard de la Tavernière comportant d'anciennes décharges, l'évacuation en site agréé ISDI des déblais excédentaires et un surcoût liée au traitement des terres potentiellement polluées, à hauteur de 50% des déblais, a été pris en compte.

4.2. LA MAITRISE DES DEBORDEMENTS VERS LA PLAINE DE MINELLE



Figure 55 : La prise d'eau sur le boulevard de la Tavernière

La prise d'eau vers la douve est constituée d'un ouvrage-cadre de 5 mètre de largeur sur 3 m de haut : le radier est calé à 0 NGF de façon à permettre de échanges hydrauliques même en basses eaux (cf. § 3.6.2).

L'entrée est profilée pour limiter la contraction des écoulements vers un ouvrage à 90° par rapport au lit.

Il est proposé de ne pas mettre de grille :

- Un grille conduirait inéluctablement l'ouvrage à s'obstruer facilement, notamment en crue ;
- L'entrée de corps flottants n'apparaît pas dommageable : il est peu probable que des troncs « prennent le virage », et des corps flottants plus modestes seront éventuellement piégés dans les ouvrages de contrôle des restanques (largeur inférieure ou égale à 5m) sans risques, puisque des surverses existent.

Au-dessus de l'ouvrage de prise, l'avenue de la Tavernière est légèrement abaissée à 3,8 NGF sur 60 m de longueur de façon que les premiers débordements se produisent à ce niveau.

Le talus aval de l'avenue est renforcé par des enrochements.

Il sera important que cette section préférentielle de débordement reste exempte d'obstacles, notamment de grilles ou de clôtures.

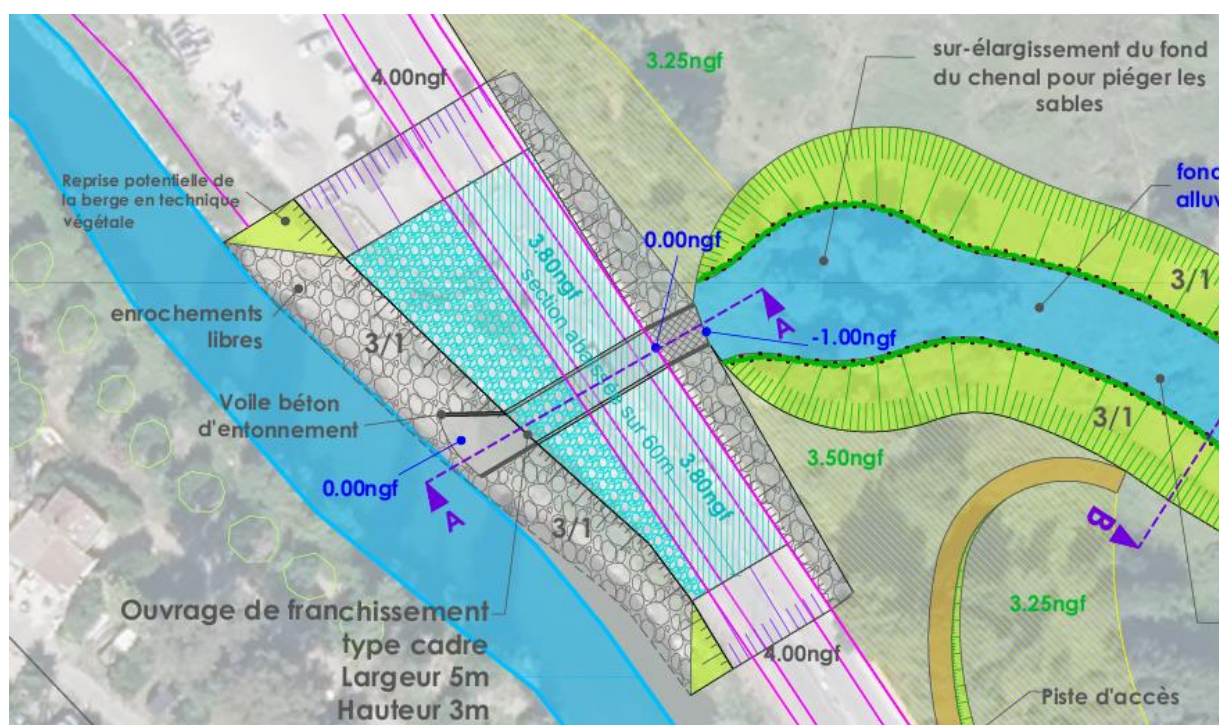


Figure 6035 : Ouvrage prise

4.3. LES RESTANQUES DE MINELLE

4.3.1. Les restanques

Le tracé des restanques suit les courbes de niveau, ce qui permet à la fois :

- D'assurer un insertion paysagère élégante en évitant des ouvrages trop rectilignes
- De conserver une hauteur constante au-dessus du terrain naturel.

Les deux premières restanques comportent trois éléments :

- Un pertuis au droit de la douve de 5,20 m de largeur pour la restanque n°1 et de 4,60 m pour la n°2 : les largeurs ont été ajustées pour assurer un niveau optimal en amont pour la crue type 2015.
- Des sections renforcées pour résister au déversement, calées à respectivement à 4,00 NGF et 3,80 NGF. Les deux restanques sont munies de telles sections renforcées sur 60 m de longueur totale de part et d'autre du pertuis. La restanque n°1 comporte en outre une deuxième section renforcée de 60 m au-dessous des résidences de la Tavernière pour éviter toute surcote dans ce secteur.
- Des sections ordinaires calées hors d'eau et sans protections spécifiques. Les pertuis et les sections renforcées assurent que la dénivelée entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ne dépasse pas

4.3.2. Les aménagements paysagers

Eric

4.4. LES CHENAUX AVAL

4.4.1. Le réaménagement de l'avenue du Maréchal Juin

Eric : dépose du tablier, réaménagement de la voirie

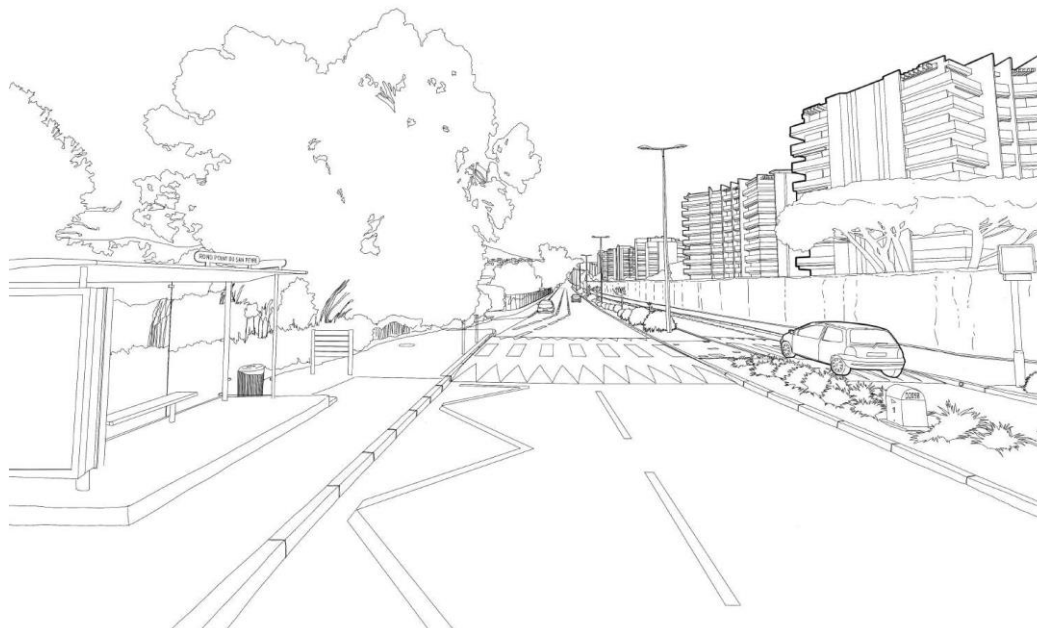
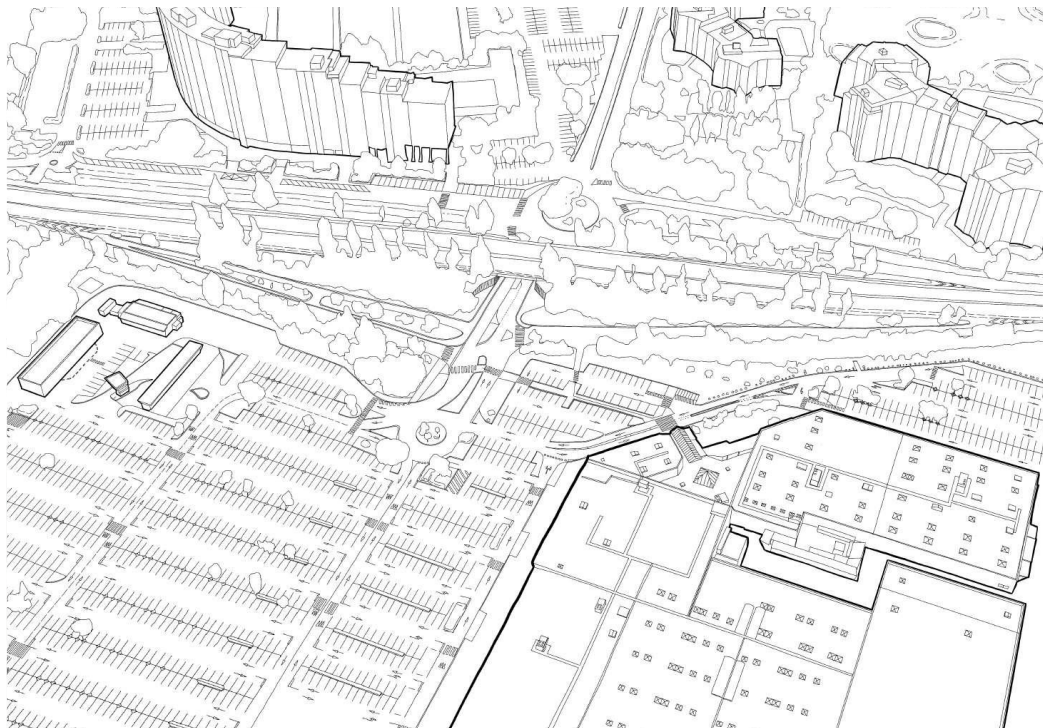




Figure 62 : L'avenue du Maréchal Juin : état actuel et projet



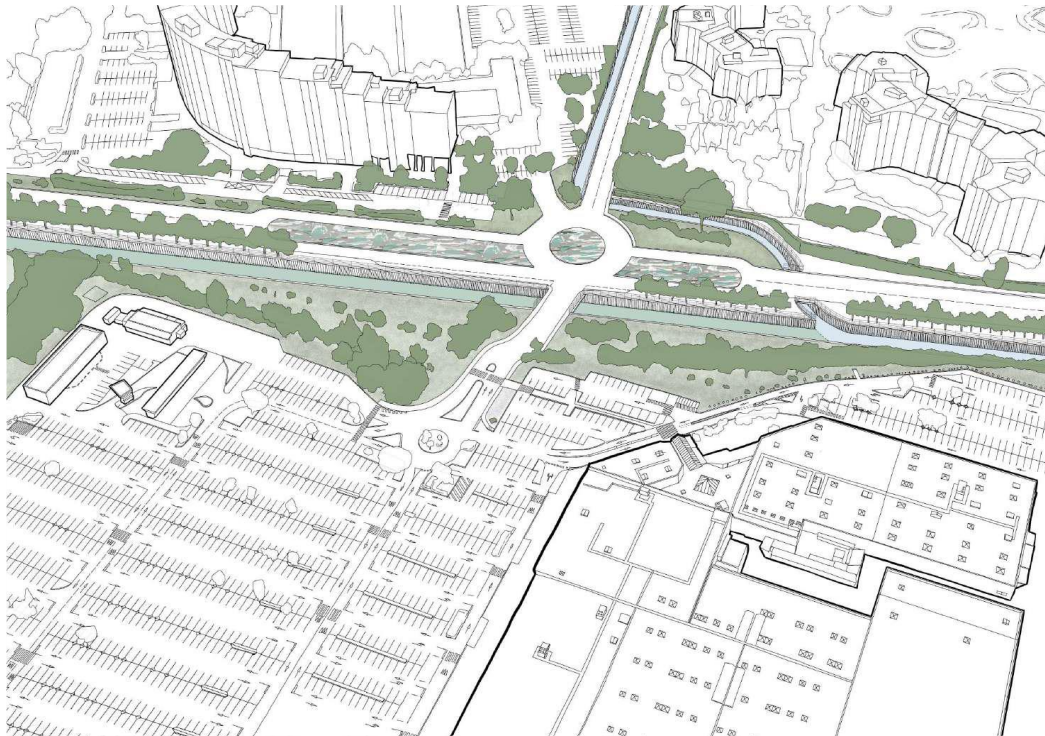


Figure 64 : L'avenue du Maréchal Juin, vue aérienne :
état actuel avec l'autopont et situation projetée

4.4.2. La douve le long de l'avenue Maréchal Juin

Aménagement hydraulique : Eric

Plantations : Eric ?

4.4.3. Le chenal du golf

Insertion du chenal dans son environnement

Eric / Masters, golf

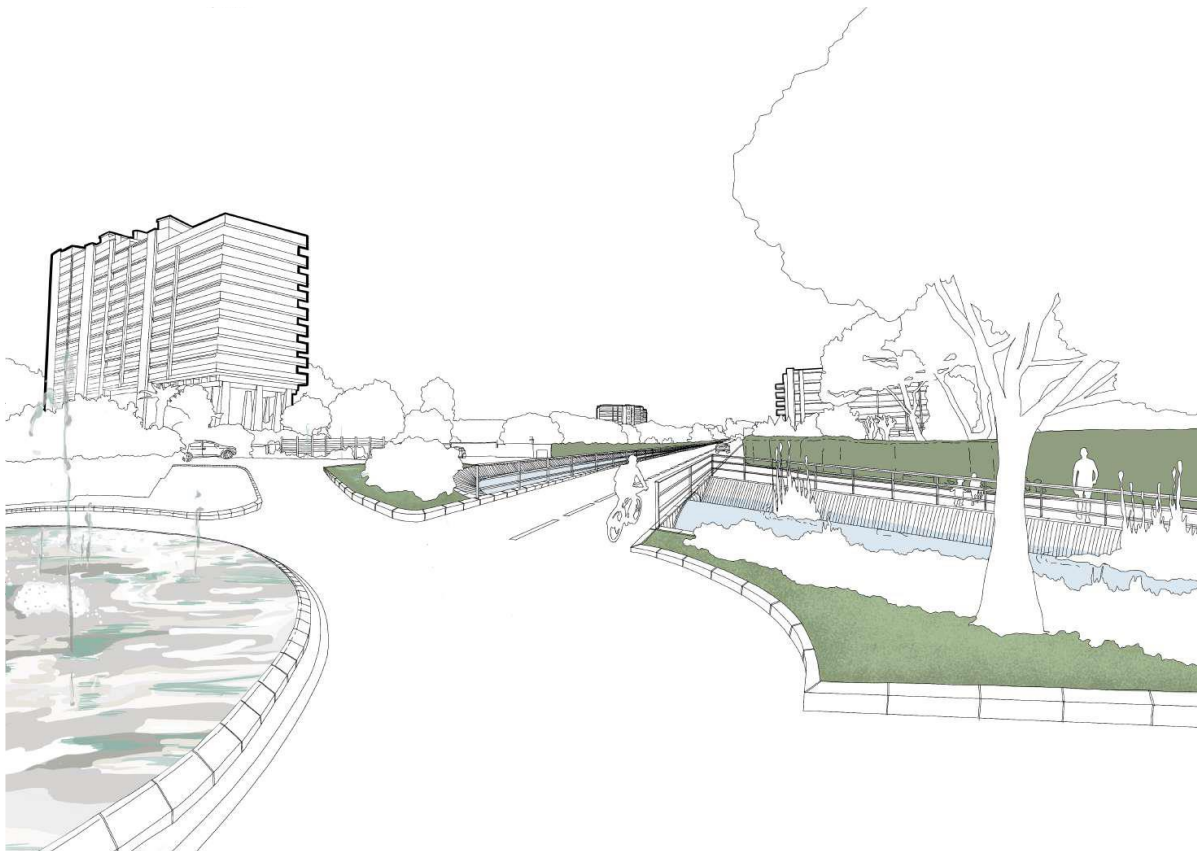
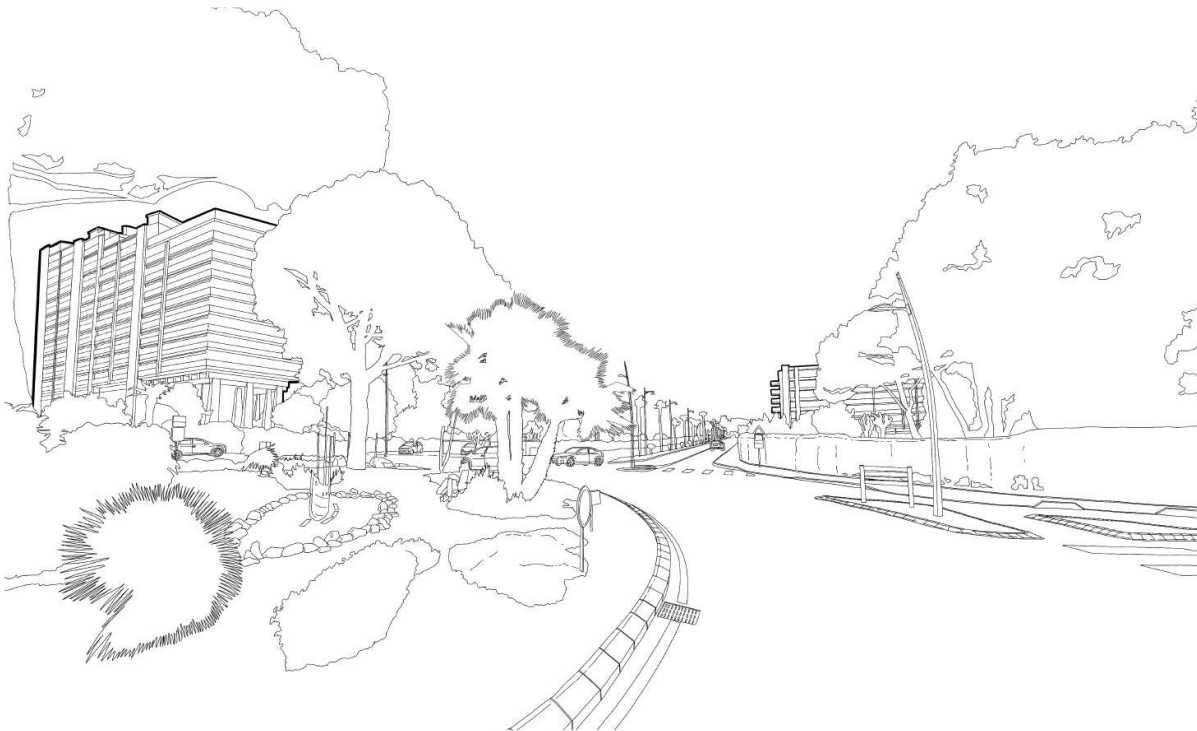


Figure 66 : Avant-Après de la route du golf

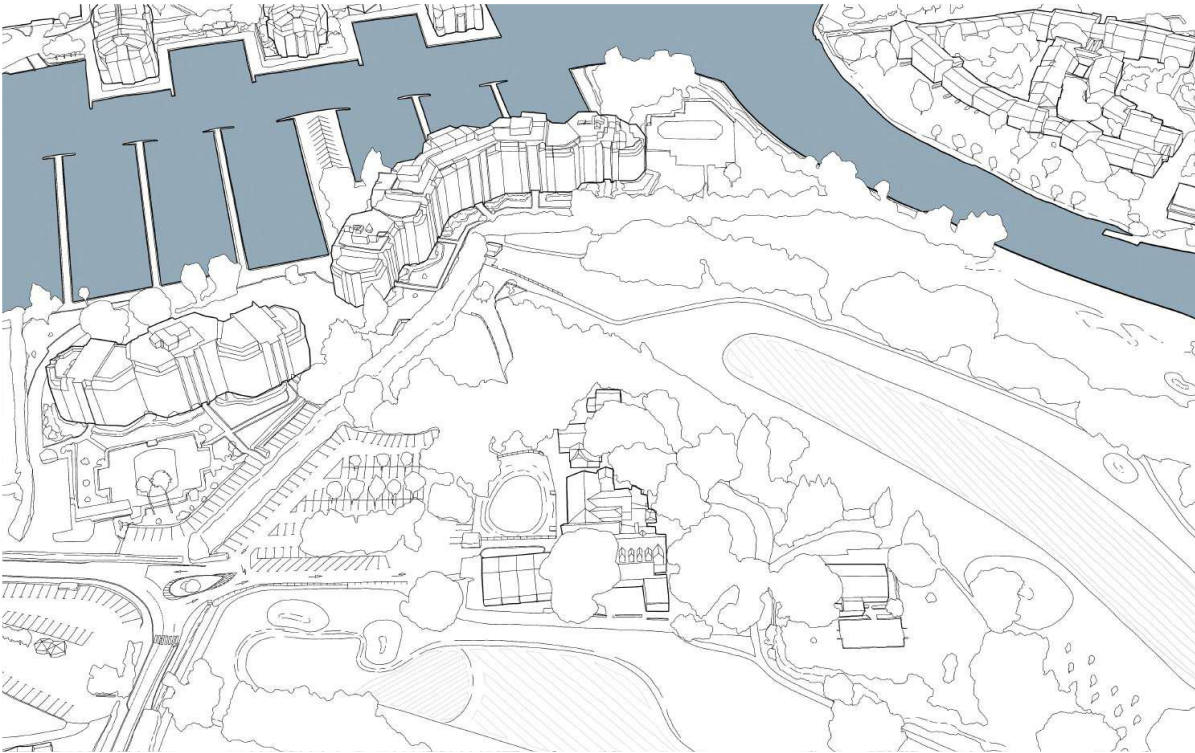


Figure 6836 : Avant-Après sur le golf Old-Course

Aménagement hydraulique du chenal du golf

4.4.4. Le chenal de la marina

4.5. INCIDENCE SUR LES RESEAUX

4.5.1. Linéaires concernés

Etant donné la profondeur des chenaux, les réseaux situés dans l'emprise du projet devront être dévoyés.

	Linéaire à déplacer	Remarque
AEP	1000 m	
Eaux usées	600 m	Voir détail ci-dessous
Eaux pluviales	1500 m	Sans objet : si nécessaire, les chenaux serviront de milieu récepteur.
Telecom, fibre		
Gaz	400 m	
Electricité	1800 m	

4.5.2. Réseaux d'eaux usés

Ce sont ceux qui sont les plus complexes, en raison du fonctionnement gravitaire (éventuellement entre deux postes de relevage).

Le système actuel comporte deux postes de relevage dans la zone.

Le système devra être redéfini dans le détail pour assurer le passage des deux chenaux :

- Le poste de relevage à la jonction Maréchal Juin / Allée du Golf pourra être maintenu. En revanche, la bêche de reprise devra probablement être approfondie.
- Il en est de même du poste situé à l'entrée des Marinas.



*Figure 6937 : réseau d'eaux usées
Postes de relevage : cercles*

4.6. GESTION DES DEBLAIS

4.6.1. Réutilisation sur site

Le caractère imperméable des limons qui seront rencontrés lors du creusement de la douve permettront de les réutiliser massivement pour la création du corps des restanques.

4.6.2. Evacuation des excédents

En ce qui concerne la pollution des sols, les analyses montrent sur l'ensemble des échantillons des taux d'Arsenic et d'Antimoine légèrement supérieurs au seuil de déclasserement des matériaux « non inertes ». Le principal facteur de dégradation est la présence de fluorures sur éluât dans 11 des 22 échantillons analysés. Ces résultats les rendent « non inerte ». La carte suivante présente (en orange) les échantillons « non inerte » à cause des fluorures sur éluât. Il est possible que cette contamination soit d'origine naturelle par érosion du massif de l'Esterel dans lequel on retrouve des filons fluoro-barytiques et d'anciennes carrières de spath-Fluor dont une située sur la commune de Mandelieu (Maurevieille).

Quelques échantillons présentent des taux importants d'Antimoine, d'Arsenic, de Chrome ou une fraction soluble supérieure aux seuils de déclasserement des matériaux non inertes.

Ainsi, les matériaux retirés des berges du Riou seront pour partie non inertes, et devront donc faire l'objet d'un traitement spécifique.

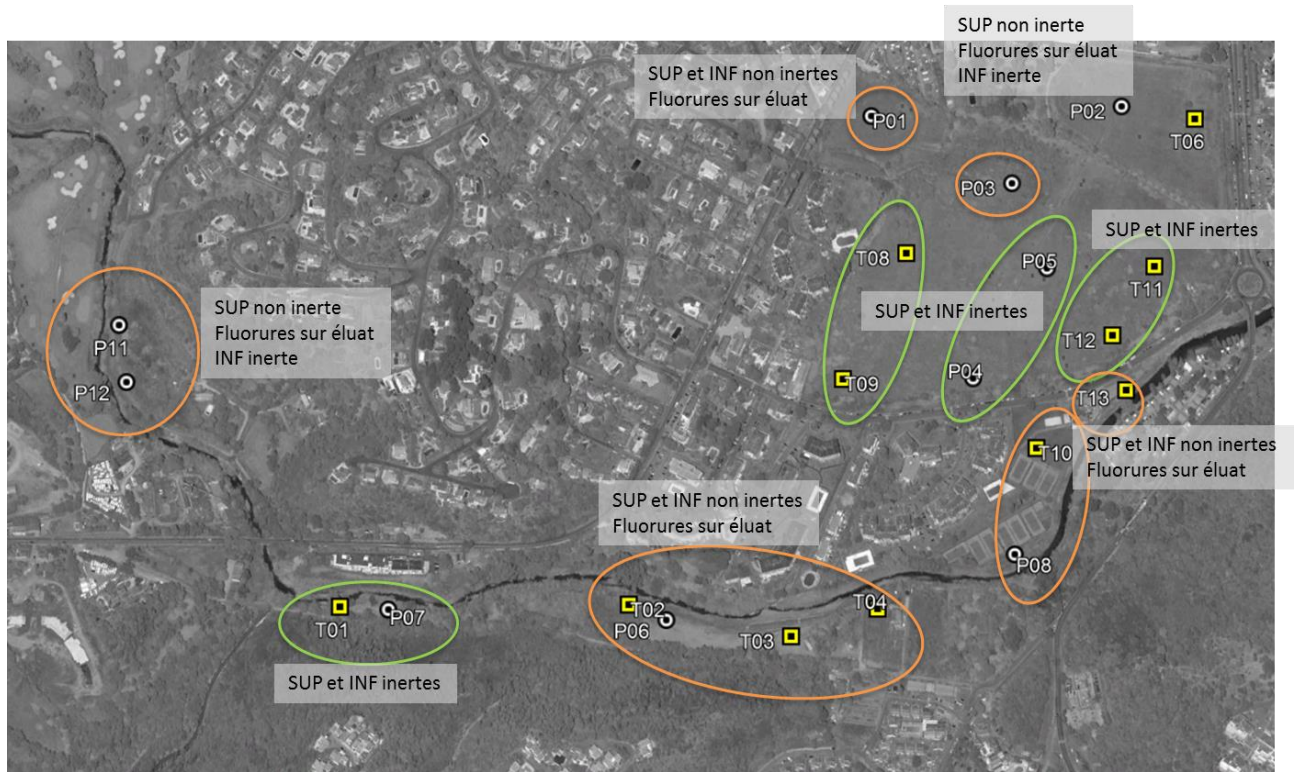


Figure70 : Localisation des échantillons contaminés aux fluorures

En orange les dépassement de seuil :

		18E028018-001	18E028018-002	18E028018-003	18E028018-004	18E028018-005	18E028018-006	18E028018-007	18E028018-008	18E028018-009	18E028018-010	18E028018-011	
		R1_SUP	R1_INF	R2_SUP	R2_INF	R3_SUP	R3_INF	R4_SUP	R4_INF	R5_SUP	R5_INF	R6_SUP	
		20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	
Paramètres	Unités												seuils inerte
Matière sèche	% P,B,	77	80.4	80.3	78.8	91.2	81.6	85.9	83.8	83.3	81	89.2	
Refus pondéral à 2 mm	% P,B,	16.9	6.28	3.46	14.5	14.7	18.7	11.4	14	18.6	10.6	26.4	
Carbone Organique Total par Combustion	mg/kg MS	9010	5510	7450	9690	6700	3610	4940	4340	5540	5410	7970	30000
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	1.01	1	1	1	1.21	1	1	1	1	1	0.93
Arsenic (As)	mg/kg MS	15.7	11.4	13.4	15.5	14.6	16.3	11.4	13.4	13	12.4	11	10
Baryum (Ba)	mg/kg MS	108	78.3	114	133	150	131	87.5	118	109	118	81.2	891
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.4	0.41	0.4	0.4	0.4	0.49	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	22	19.8	33.6	28.3	23.3	30.4	22.5	25	27.3	23.1	20.6	65
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	12	8.26	12.1	13	14.1	10.8	26.2	9.1	20.8	11.7	29.3	400
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1	1.01	1.03	1	1	1.21	1	1	1	1	1	1.21
Nickel (Ni)	mg/kg MS	16.4	12.7	16.3	19.8	15.4	21.2	13.1	15.9	16.6	13.9	12	70
Plomb (Pb)	mg/kg MS	23.6	12.4	56.3	13.3	15	15.2	34.4	10.9	13.3	12.4	18.4	85
Sélénium (Se)	mg/kg MS	1	1.01	1	1	1	1.21	1	1	1	1	1	4.5
Zinc (Zn)	mg/kg MS	51	36.8	62	66	56	70.3	53.1	59.2	59.6	49.6	52.5	400
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0.11	0.11	0.1	0.1	0.1	0.12	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	22.7	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	500
Somme des HAP	mg/kg MS	0.46	0.05	0.05	0.19	0.05	0.05	0.17	0.05	0.05	0.26	0.05	50
SOMME PCB (7)	mg/kg MS	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1
Somme des BTEX	mg/kg MS	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	6
fraction soluble	mg/kg MS	4160	6940	7020	5030	5540	2000	2000	4860	2000	9840	2000	4000
Carbone Organique par oxydation (COT)	mg/kg MS	84	77	120	79	80	57	51	100	94	92	92	500
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	660	153	28.2	18.5	17.9	16.1	10.2	45.6	13.5	71.9	10	800
Fluorures	mg/kg MS	10.3	15.1	11.7	5.49	14.9	6.05	5.69	5.64	8.21	7.62	6.89	10
Sulfates	mg/kg MS	565	171	87.5	92.2	76.5	61.6	50.7	91.4	50.7	51.7	50	1000
Indice phénol (calcul mg/kg)	mg/kg MS	0.5	0.5	0.51	0.5	0.5	0.51	0.51	0.51	0.51	0.5	0.5	1
Arsenic (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
Baryum (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.14	0.15	0.87	0.1	0.33	0.19	0.31	0.85	0.35	0.54	0.27	20
Chrome (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
Cuivre (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.28	2
Molybdène	mg/kg MS	0.037	0.039	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5
Nickel (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
Plomb (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.24	0.1	0.1	0.1	0.5
Zinc (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	4
Mercuré (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01
Antimoine (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.009	0.008	0.004	0.004	0.007	0.003	0.004	0.003	0.007	0.003	0.007	0.06
Cadmium (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.04
Selenium (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
		non inerte	non inerte	non inerte	inerte déclassé	non inerte	inerte	inerte	inerte déclassé	inerte	inerte déclassé	inerte	

Projet Minelle
Rapport d'avant-projet
VERSION PROVISoire – 0F

		18E028018-011	18E028018-012	18E028018-013	18E028018-014	18E028018-015	18E028018-016	18E028018-019	18E028018-020	18E028018-021	18E028018-022	18E028018-023	18E028018-024	
		R6_SUP	R6_INF	R7_SUP	R7_INF	R8_SUP	R8_INF	R10_SUP	R10_INF	R11_SUP	R11_INF	R12_SUP	R12_INF	
		20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	20/03/2018	
Paramètres	Unités													seuils inerte
Matière sèche	% P,B	89.2	78.3	87.4	85.9	86.8	89.9	87	88.2	83.7	78.2	83.6	91.3	
Refus pondéral à 2 mm	% P,B	26.4	18.2	20.6	16.2	2.73	10.4	9.54	23.7	100	15.6	12.6	9.94	
Carbone Organique Total par Combustion	mg/kg MS	7970	8460	11800	5400	4690	3460	11900	5260	6240	7070	4910	3070	30000
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	1	1	1	1	1	2.34	1.52	1.36	1.9	1	1	0.93
Arsenic (As)	mg/kg MS	11	13.1	12.9	8.08	37.1	14.8	18.5	15.1	14.5	17.1	13.7	13	10
Baryum (Ba)	mg/kg MS	81.2	122	228	88.5	607	154	227	124	107	115	115	102	891
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.4	0.48	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	20.6	23.1	19.1	18.6	20.7	23	27.8	26.2	23.4	25.1	29.3	31.7	65
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	29.3	17.1	19	13.6	9.05	8.85	39.1	18.2	12.2	9.95	13.9	9.89	400
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.21
Nickel (Ni)	mg/kg MS	12	21	15.5	15.6	13.1	14.5	16.9	16.5	14.8	16.4	16.6	15.7	70
Plomb (Pb)	mg/kg MS	18.4	20.7	29.8	16.8	19.3	12	38.1	12.7	22.6	17.3	11.8	10.5	85
Sélénium (Se)	mg/kg MS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.5
Zinc (Zn)	mg/kg MS	52.5	78.5	85.1	38.3	52.8	52.9	118	62.9	72.5	81.5	64.7	67.8	400
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	15	15	324	161	15	15	77.8	15	15	15	15	15	500
Somme des HAP	mg/kg MS	0.05	0.05	42	3	0.3	0.05	0.05	0.05	0.17	0.05	0.063	0.05	50
SOMME PCB (7)	mg/kg MS	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1
Somme des BTEX	mg/kg MS	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	6
fraction soluble	mg/kg MS	2000	5850	3610	4300	2000	2790	2000	4890	3600	2000	2000	2000	4000
Carbone Organique par oxydation (COT)	mg/kg MS	92	81	50	50	51	50	96	62	50	84	50	51	500
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	10	16.5	22.8	11.9	14.6	10	10.4	13.1	10	15.1	12.8	10.7	800
Fluorures	mg/kg MS	6.89	5.01	13.1	12	20	14.9	15.7	19	9.54	5	15.3	7.08	10
Sulfates	mg/kg MS	50	50.1	50	50	102	50	50	50	50.1	50	50.3	50.5	1000
Indice phénol (calcul mg/kg)	mg/kg MS	0.5	0.5	0.5	0.5	0.51	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.51	1
Arsenic (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
Baryum (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.27	0.53	0.37	0.15	0.54	0.45	0.38	0.41	0.21	0.29	0.38	0.2	20
Chrome (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	25.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
Cuivre (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.28	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2
Molybdène	mg/kg MS	0.01	0.01	0.031	0.033	0.048	0.022	0.027	0.015	0.017	0.01	0.01	0.01	0.5
Nickel (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
Plomb (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
Zinc (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	4
Mercuré (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01
Antimoine (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.007	0.002	0.006	0.002	0.014	0.004	0.005	0.005	0.01	0.003	0.018	0.008	0.06
Cadmium (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.04
Selenium (Calcul mg/kg après lixiviation)	mg/kg MS	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
		inerte	inerte déclassé	non inerte	non inerte	non inerte	non inerte	non inerte	non inerte	inerte	inerte	non inerte	inerte	

5. INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES

5.1. MILIEU PHYSIQUE

5.1.1. Hypothèses hydrologiques

Les hypothèses hydrologiques

L'ensemble des données hydrologiques utilisées pour la modélisation hydraulique proviennent de l'étude hydrologique intitulée « Mission de maîtrise d'œuvre pour la construction d'un ouvrage de ralentissement dynamique des crues du Riou de l'Argentière, dans le cadre du PAPI » réalisée par le bureau d'études EGIS en Mars 2018. Ainsi, l'ensemble des données présentes dans cette partie sont directement issues du rapport d'EGIS.

Cette étude considère le bassin versant du Riou selon le découpage suivant :

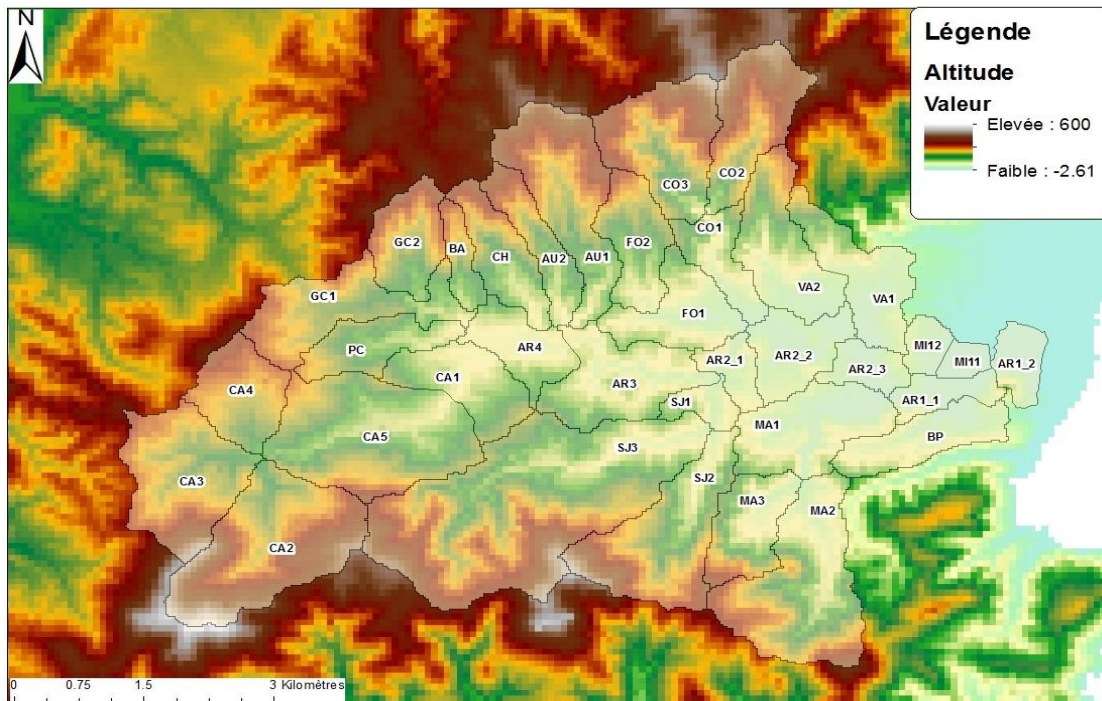


Figure 7138 : Découpage du bassin versant du Riou en sous bassins hydrologiques

Les hydrogrammes pour 5 crues différentes (Q10, Q20, Q50, Q100 et la crue d'octobre 2015) sont donnés pour chacun des sous bassins versants présents dans la figure 2. De plus, le débit du Riou a été calculé sur 6 points allant de la zone de projet des Barnières à son exutoire :

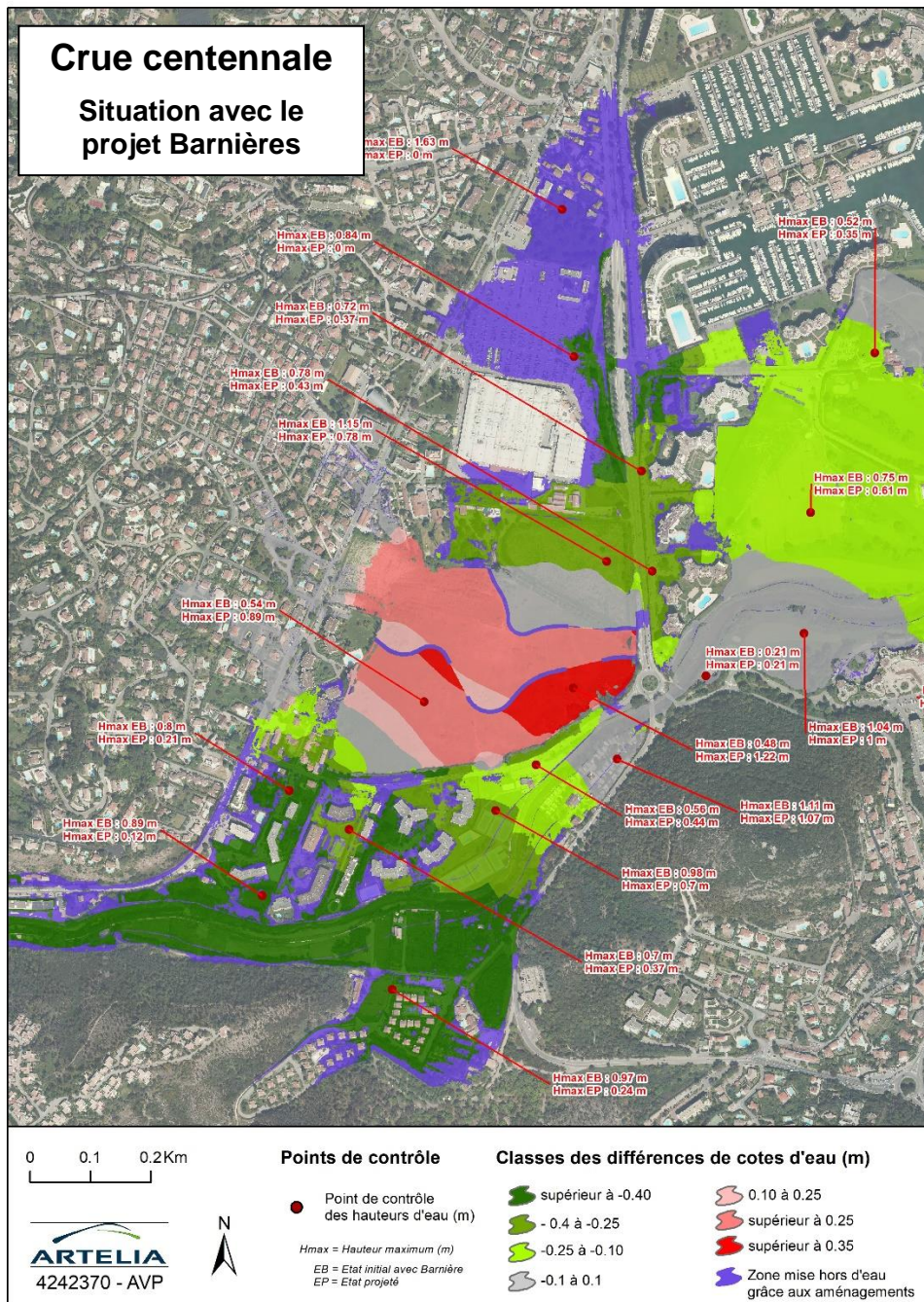


Crue centennale avec Barnières

La carte ci-dessous montre que le projet améliore la situation partout (et souvent fortement) en-dehors de la zone de Minelle conformément à l'objectif du projet :

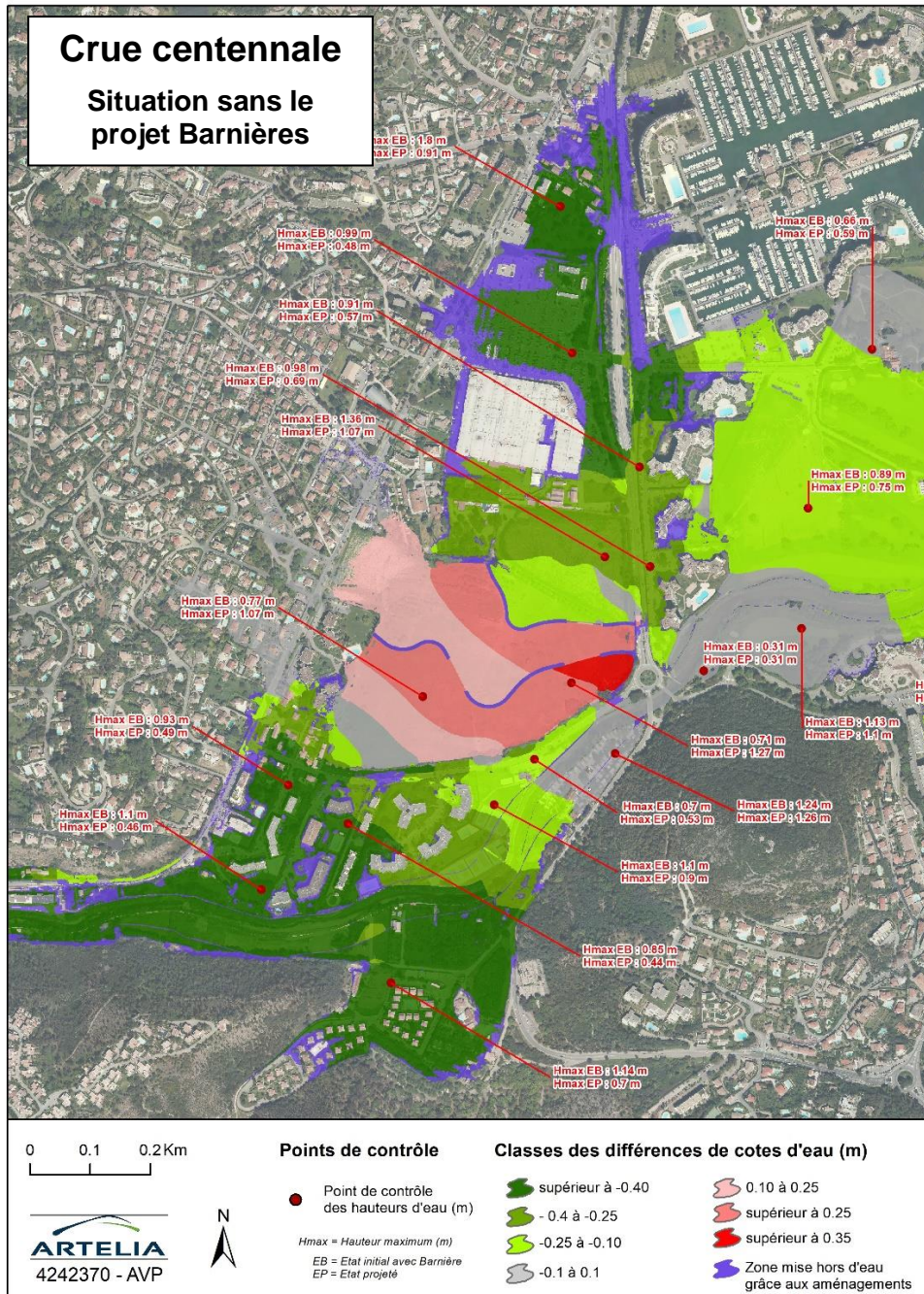
- Le long du Riou
 - La restauration du lit du Riou permet d'abaisser fortement les niveaux de crue : de nombreux bâtiments sont mis hors d'eau (en violet). Pour les autres, les hauteurs d'eau sont fortement diminuées, typiquement de 80 cm à 20 cm que ce soit le long de l'avenue de Fréjus, dans les résidences de l'avenue de la Tavernière ou, de l'autre côté du Riou, au Bon Puits et au hameau des Grenadines.
 - En se rapprochant des Trois Ponts, les gains sont plus modestes, mais la tendance est toujours favorable (réduction des hauteurs de 25 cm pour la résidence la plus à l'aval).

- Dans la « pointe » de Minelle,
 - Le long de l'avenue Maréchal Juin, le projet permet de mettre hors d'eau les bâtiments et les parkings, jusqu'à la Marina ;
 - Le long de la route du Golf, les gains sont plus limités (15 à 20 cm), parce que la zone reste sous l'influence des débordements à l'aval des Trois Ponts.
- A l'aval des Trois Ponts,
 - Le projet est neutre juste à l'aval des ponts ;
 - Il permet un abaissement des niveaux (environ 15 cm) à l'aval au droit du Golf parce que les débits débordants sont soulagés par le débit pris en charge par les chenaux d'écoulement du projet.



- Dans les vergers de Minelle, il y a globalement accroissement des niveaux en crue conformément à l'objet même de l'aménagement :
 - La 1^{ère} restanque induit un relèvement marqué des niveaux à son amont immédiat. En revanche, on notera que les niveaux sont abaissés plus loin de la restanque, là où il y a des enjeux (amont du Bd de la Tavernière et angle Tavernière / M^{al} Juin.
 - La 2^{ème} restanque induit une exhaussement des niveaux dans la zone humide
 - Derrière la 3^{ème} restanque, les niveaux restent inchangés par rapport à la situation actuelle : ce s'explique par le fort abaissement des niveaux à l'aval de la restanque. Elle joue bien son rôle en relatif.

Crue centennale sans Barrières

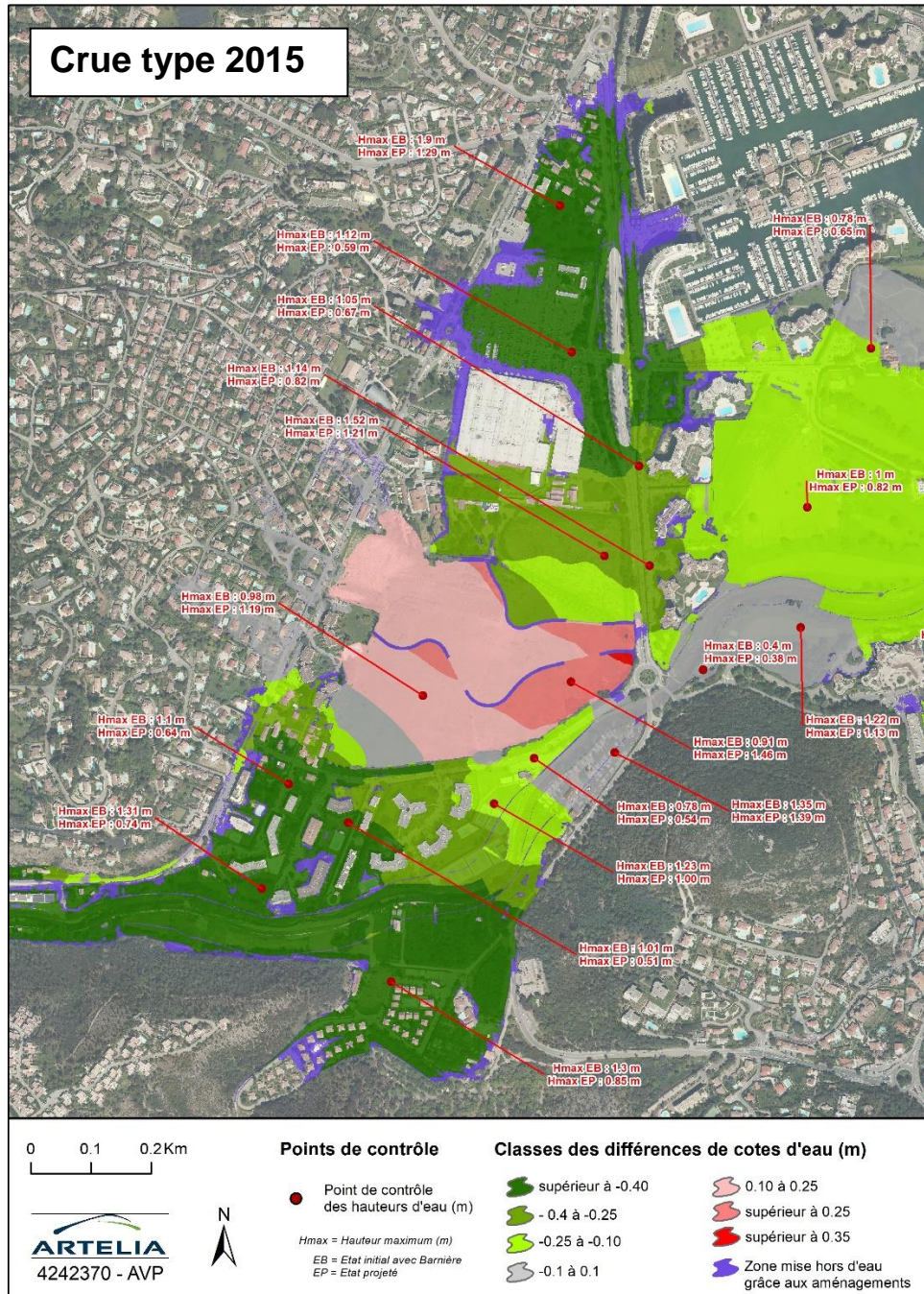


Crue type 2015

Comme pour la crue centennale, le projet améliore la situation partout (et souvent fortement) en-dehors de la zone de Minelle conformément à l'objectif du projet.

Sur toute la zone urbanisée la plus menacée, entre route de Fréjus, Tavernière, et Bon Puits, les hauteurs d'eau passent globalement de 1,30 m à 0,70/0,85 m.

L'analyse conduite ci-dessus reste valable, avec simplement des intensités un peu différentes.



Analyse des débits en crue

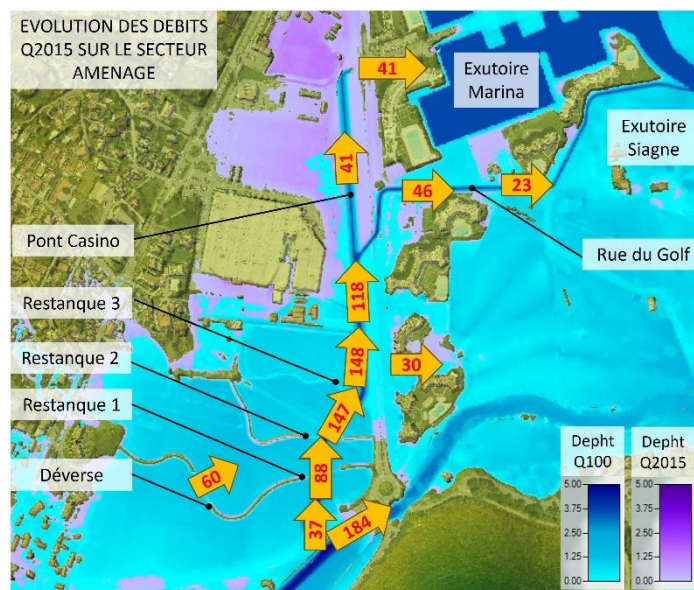
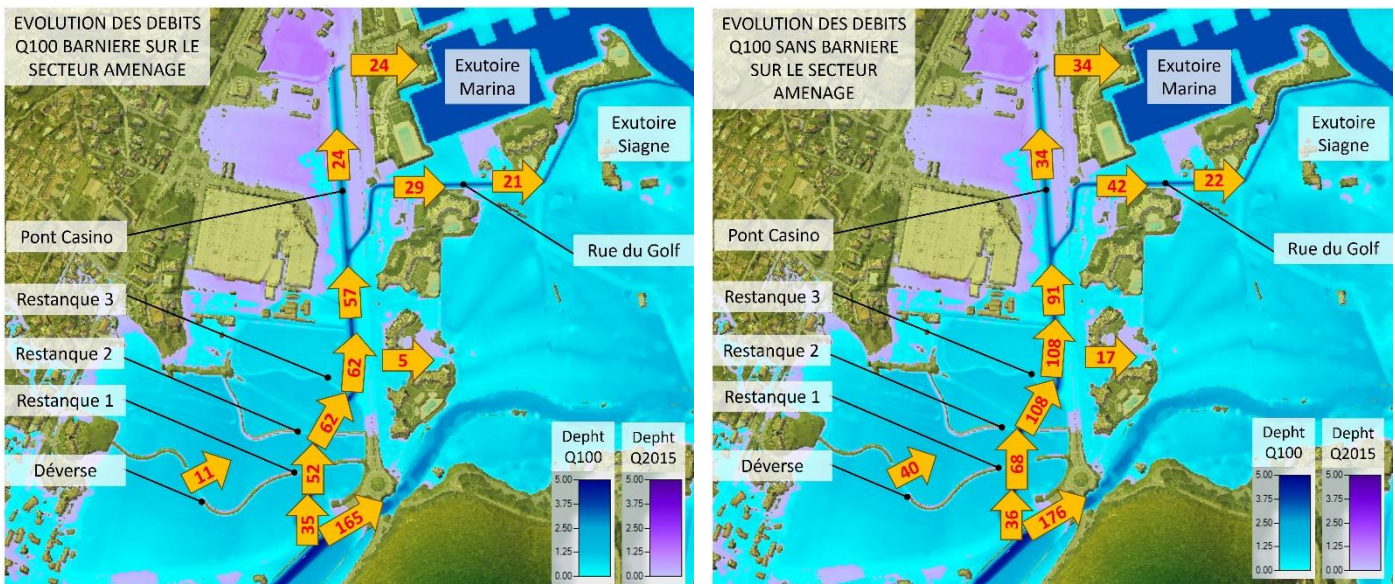
En crue centennale, le débit de pointe entrant dans la plaine de Minelle avoisine les 60m³/s, dont 35 m³/s transitant par l'ouvrage de connexion amont.

Il est de 53 m³/s en sortie de la plaine, qui se répartissent à peu près à moitié entre les deux chenaux.

En crue type 2015, le débit de pointe entrant dans la plaine de Minelle par l'ouvrage atteint 150m³/s, dont 37 m³/s transitant par l'ouvrage de connexion amont.

Environ 30 m³/s traversent l'avenue Maréchal Juin.

Il est de 76 m³/s en sortie de la plaine se partage entre les deux axes d'écoulement : 34 m³/s vers la Marina (dans un ouvrage de 15 m², soit 2,25 m/s de vitesse, valeur très raisonnable pour une crue exceptionnelle), 42 m³/s vers le golf, avec des débordements vers la marina et vers le golf comme dans l'état actuel.



Analyse du fonctionnement des restanques

Les graphiques ci-dessous montrent l'évolution des niveaux de part et d'autre de chaque restanque pendant les crues.

On constate que les restanques jouent leur rôle de relèvement des niveaux, mais restent des ouvrages ouverts : les niveaux amont et aval de chaque restanque évoluent de concert de façon que les différences de niveaux restent modérées.

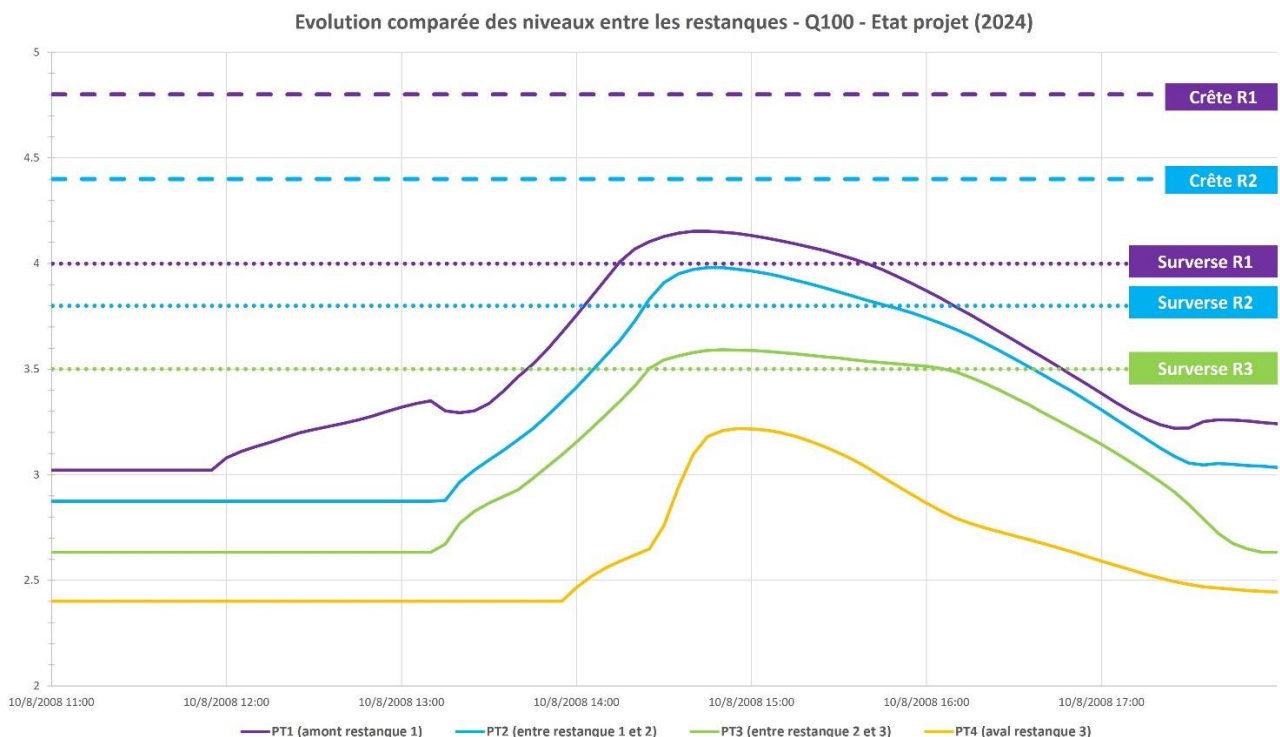
En crue centennale, les sections renforcées à la surverse sont peu sollicitées.

Lorsque les sections renforcées des restanques 1 et 2 commencent à fonctionner, l'aval de restanque est déjà bien noyé.

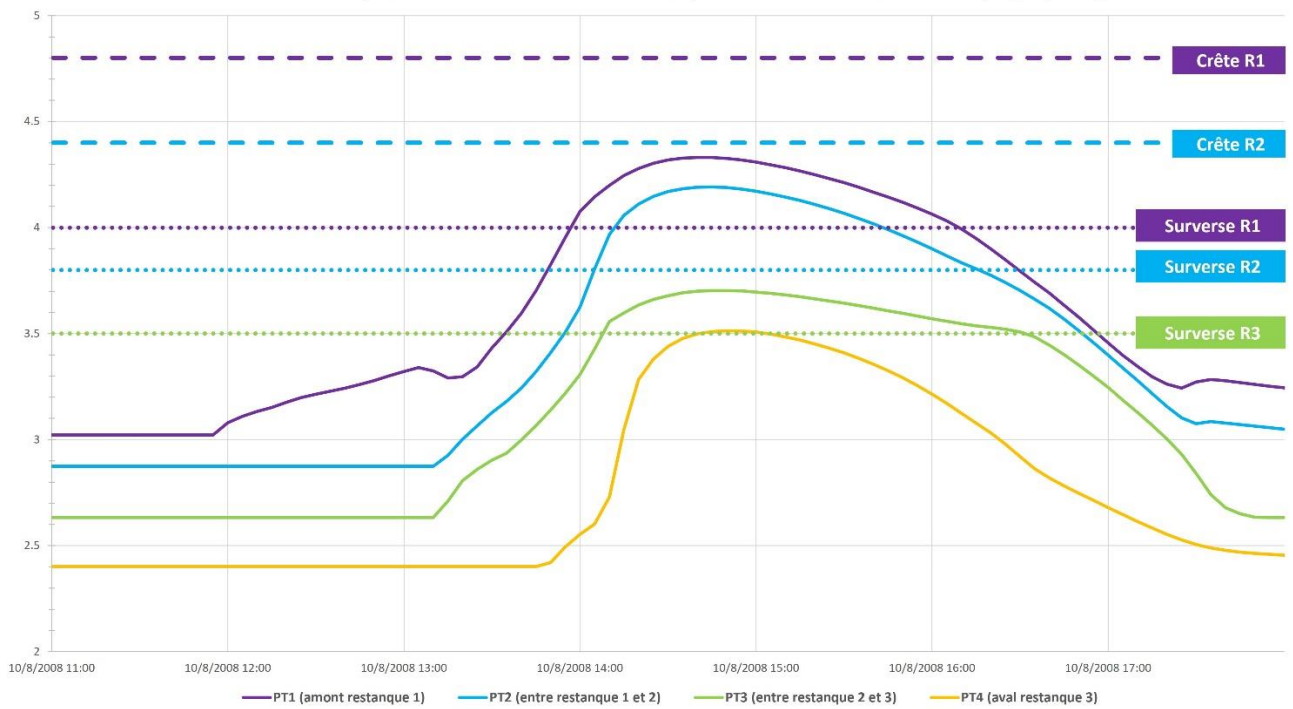
C'est un peu moins vrai de la restanque 3, dans la mesure où la plaine à l'aval bénéficie du drainage de la douve et reste peu inondée.

Pour une crue type 2015, pour chaque restanque, lorsque la surverse commence à fonctionner, l'aval est déjà bien noyé.

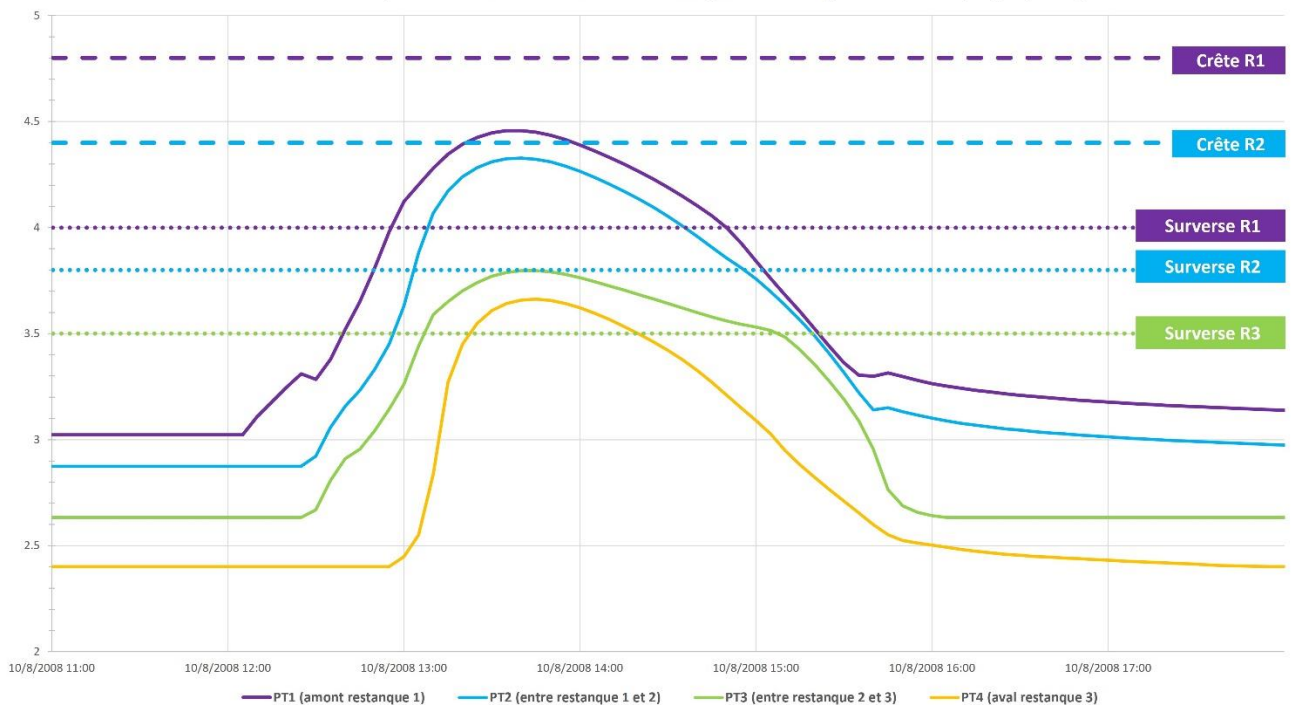
Les différences de niveaux entre l'amont et l'aval des restanques restent comprises entre 20 et 70 cm selon les moments d'une crue type 2015.



Evolution comparée des niveaux entre les restanques - Q100 sans Barrière - Etat projet (2024)



Evolution comparée des niveaux entre les restanques - Crue type 2015 - Etat projet (2024)



5.1.3. Dynamique fluviale

A compléter

5.1.4. Qualité de l'eau et biseau salé

A compléter

5.1.5. Nappe alluviale et zone humide

Au niveau de la plaine de Minelle, après une couche de 10 cm de terre brune, les matériaux ont une dominante de limons sableux et argileux vers le Riou, qui tend vers une dominante de plus en plus fine, limono-argileuse, en s'éloignant du Riou.

Au nord, la zone humide n'est pas connectée à la nappe phréatique. Elle est la conséquence d'une plaine en toit et du drainage des versants à l'ouest : une couche d'argile est présente en surface issue des dépôts sédimentaires, elle favorise la stagnation des eaux de ruissellement et donc l'apparition de la zone humide.



GÉOTEC 17/03901/MARSE
MANDELIEU LA NAPOULE
Berge du Riou
Schéma d'implantation des sondages

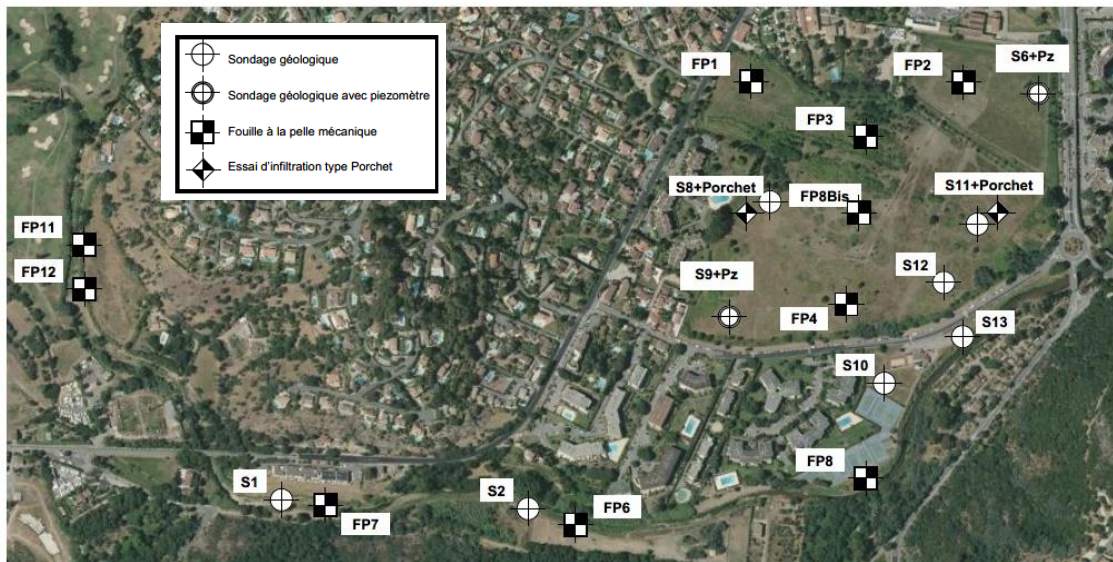


Figure 8140 : localisation des reconnaissances géologiques et des essais d'infiltration (S8 et S11 « Porchet »).

Ainsi, l'ouverture de la douve n'aura qu'une incidence très localisée sur la « nappe » (le terme de nappe n'est pas ici très pertinent, puisque le caractère imperméable des alluvions limite fortement tout écoulement) : les perméabilités mesurées sont comprises entre 5.10^{-8} et 3.10^{-6} m/s.

Le rabattement dû à l'ouverture de la douve ne sera sensible qu'à 10 mètres au maximum de la douve.

La zone humide ne sera pas impactée.

Au contraire, la suppression à l'occasion des travaux des drains qui ont pu être réalisés par le passé, mentionnés dans la fiche de présentation de la zone humide, permettra d'améliorer le fonctionnement de la zone humide.

5.2. MILIEUX NATURELS

5.2.1. Contexte écologique

Aspects piscicoles

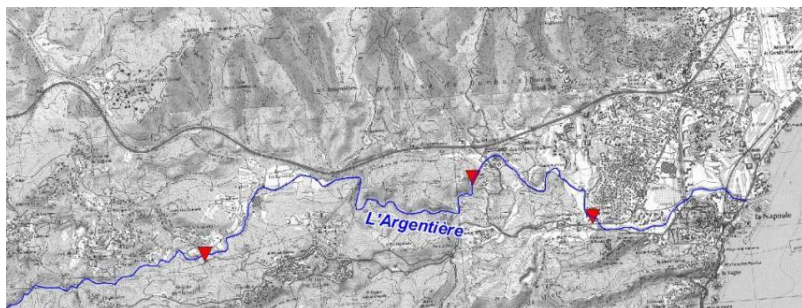
Depuis l'aval des gorges jusqu'au site d'étude le Riou de l'Argentière est un cours d'eau intermittent (assec en saison estivale).

Le site d'étude est sous influence maritime jusqu'au premières résidences en rive gauche à l'étiage.

Des inventaires ont été réalisés par MRE en 2014. Un échange avec MRE a été réalisé pour discuter des résultats >> **le Barbeau n'est clairement pas une espèce cible sur le site**

Sur le site de la DN7 en amont immédiat du projet le Chevesne domine, quelques anguilles en transit, des mulets opportunistes qui remontent depuis la mer

Le site n'a pas une vocation patrimoniale forte pour la faune piscicole. On cherchera préférentiellement à faciliter la montaison des anguilles



Nb individus (2 passages)	Site amont	Aval gorges	Pont DN7
BAM (Barbeau Mér.)	31	4	/
ANG (Anguille)	2	77	8
CHE (Chevesne)	31	156	42
MUP (Mulet)	/	/	5

Figure 82 : Résultats de l'inventaire MRE de 2014

Faune rivulaire

Synthèse biblio (Naturalia, 2018)

La faune présente au niveau au niveau du site se compose :

- De mammifères terrestres : Lapin de Garenne, Sanglier commune, Renard roux, Fouine, Putois d'Europe (en amont de la zone d'étude) ;
- De chiroptères : du fait du linéaire d'arbres, potentiellement : pipistrelle, Murin à oreilles échancrées, Noctule de Leisler. Toutes identifiées sur le site de Barnières.

Espèce	Source	Croisement information bibliographique / aire d'étude	Niveau d'enjeu régional
Grillon des jonchères (<i>Trigonidium cicindeloides</i>)	Naturalia	Habitats favorables en dans les formations hygrophiles attenantes au Riou	Fort
Cordulie à corps fin (<i>Oxygastra curtisii</i>)	Naturalia	Avéré sur la Siagne, à rechercher dans les vasques pérennes du Riou	Assez fort
Diane (<i>Zerynthia polyxena</i>)	Naturalia	Connue dans les prairies humides proches, notamment aux Barrières	Modéré
Cordulie méridionale (<i>Somatochlora meridionalis</i>)	Ecosphère Silene Faune	Le Riou apparaît favorable pour cette espèce	Fort
Panorpe étrusque (<i>Panorpa etrusca</i>)	Naturalia	Mentions proches Habitats favorables	Assez fort
Agrion bleuâtre (<i>Coenagrion coerulescens</i>)	Odonate-PACA, Ecosphère	Connu à proximité	Fort

Tableau 2 : Espèces d'invertébrés à enjeu avérés ou potentiels au sein de l'aire d'étude ou à proximité

Espèce	Source	Commentaires	Niveau d'enjeu régional
Cistude d'Europe <i>Emys orbicularis</i>	NATURALIA Faune-PACA	Le secteur d'étude fait partie intégrante de l'importante population du Var siliceux	Fort
Tortue d'Hermann <i>Testudo hermanni</i>	SOPTOM	Connu dans le domaine des Barrières. L'espèce est signalée à NATURALIA par un membre du personnel du domaine de Barbossi sans plus de précision. Cette mention est à considérer avec prudence (fiabilité incertaine, origine du spécimen ?)	Très fort
Lézard ocellé <i>Timon lepidus</i>	NATURALIA	Espèce connue de plusieurs stations dans la commune des Adrets de l'Estérel et Tanneron. Elle est fortement suspectée	Assez fort
Psammodrome d'Edwards <i>Psammodomus hispanicus</i>	NATURALIA	Connue sur les contreforts nord du domaine de Barbossi et dans les environs des mines de Font Santé	Modéré

Tableau 4 : Analyse des potentialités herpétologiques du site d'après la bibliographie

Espèce	Source	Croisement information bibliographique / aire d'étude	Niveau d'enjeu régional
Circaète jean-le-blanc <i>Circaetus gallicus</i>	Faune-Paca	Présent sur le massif de l'Estérel, peut survoler le site de manière occasionnelle	Assez fort
Milan noir <i>Milvus migrans</i>	Faune-Paca, Naturalia	Présent à proximité (vallée de la Siagne et lac de Saint-Cassien) peut transiter et venir s'alimenter sur le site d'étude.	Modéré
Hirondelle rousseline <i>Cercropis daurica</i>	Naturalia	Se reproduit en amont et en aval du site (domaine de Barbossi, ouvrage sur l'A8) peut venir s'alimenter dans les zones ouvertes.	Fort
Petit-duc scops <i>Otus scops</i>	Naturalia, Faune-Paca	Connu sur les communes du Tanneron et de Mandelieu, potentiel dans les zones boisées (jardins, parcs) avec de vieux arbres.	Assez fort

Tableau 5 : Analyse des potentialités ornithologiques du site d'après la bibliographie

Flore rivulaire

Synthèse biblio (Naturalia, 2018)

Famille	Nom scientifique	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut PACA
Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L., 1753	Robinier faux-acacia, Carouge	Majeure
Fabaceae	<i>Acacia dealbata</i> Link, 1822	Mimosa argenté, Mimosa des fleuristes, Mimosa de Bormes	Majeure
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle, 1916	Faux-vernis du Japon, Vernis du Japon, Ailanthé	Majeure
Asteraceae	<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte, 1876	Armoise des Frères Verlot, Armoise de Chine	Majeure
Cyperaceae	<i>Cyperus eragrostis</i> Lam., 1791	Souchet vigoureux, Souchet robuste	Majeure
Asteraceae	<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn., 1900	Herbe de la Pampa, Roseau à plumes	Majeure
Asteraceae	<i>Baccharis halimifolia</i> L., 1753	Séneçon en arbre, Baccharis à feuilles d'Halimione	Majeure
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japonica</i> Thunb., 1784	Chèvrefeuille du Japon	Majeure
Asteraceae	<i>Xanthium orientale</i> L., 1763	Lampourde à gros fruits	Modérée
Asteraceae	<i>Symphotrichum squamatum</i> (Spreng.) G.L.Nesom, 1995	Aster écailleux	Modérée
Rosaceae	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem., 1847	Buisson ardent	Modérée
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill., 1800	Eucalyptus, Gommier bleu	Alerte
Poaceae	<i>Phyllostachys bambusoides</i> Siebold & Zucc., 1843	Bambou	Alerte
Haloragaceae	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc., 1973	Myriophylle du Brésil	Emergente

Figure 5 - Synthèse de la flore allochtone à caractère envahissant recensé

Milieux	Taxon	Période optimale d'observation	Enjeux régional
Pelouses sèches	<i>Aira provincialis</i> *	mai-juin	Assez fort
	<i>Astragalus pelecinus</i> *	mars-mai	Assez fort
	<i>Dorycnopsis gerardi</i>	mai-juillet	Assez fort
	<i>Geranium lanuginosum</i> *	mars-juin	Assez fort
	<i>Orchis provincialis</i> *	avril-mai	Modéré
	<i>Trifolium bocconeii</i> *	avril-juin	Assez fort
Ruisseaux et complexe de mares, suintements et pelouses temporairement humides	<i>Carex punctata</i> *	avril-juin	Assez fort
	<i>Gratiola officinalis</i> *	mai-août	Assez fort
	<i>Isoetes duriei</i> *	février-juin	Assez fort
	<i>Kickxia commutata</i> *	mai-octobre	Assez fort
	<i>Lythrum junceum</i>	mai-juin	Fort
	<i>Ophioglossum lusitanicum</i> *	février-juin	Assez fort
	<i>Romulea columnae</i> *	janvier-mars	Assez fort
	<i>Trifolium bocconeii</i> *	avril-juin	Assez fort
<i>Serapias neglecta</i> *	avril-mai	Assez fort	
Prairies humides	<i>Anacamptis coriophora</i> *	mai-juin	Assez fort
	<i>Anacamptis laxiflora</i> *	avril-juin	Assez fort
	<i>Leucorum aestivum</i> subsp. <i>pulchellum</i> *	janvier-avril	Fort
	<i>Oenanthe globulosa</i>	mai-juin	Fort
	<i>Ranunculus velutinus</i> *	avril-juillet	Très fort
Cultures extensives, friches, bords de pistes	<i>Anemone coronaria</i> *	février-avril	Modéré
	<i>Astragalus pelecinus</i> *	mars-mai	Assez fort
	<i>Lavatera punctata</i> *	mai-juillet	Assez fort
	<i>Malva tournefortiana</i>	mai-novembre	Modéré
	<i>Phalaris aquatica</i> *	avril-juin	Modéré
	<i>Phalaris coerulescens</i>	avril-juin	Assez fort
Ripisylves et bois frais	<i>Blechnum spicant</i> *	juin-août	Assez fort
	<i>Carex depauperata</i> *	Avril-juin	Assez fort
	<i>Carex depressa</i> subsp. <i>basilaris</i> *	mars-juin	Assez fort
	<i>Carex grioletii</i> *	mars-juin	Fort
	<i>Carex olbiensis</i> *	avril-mai	Modéré
	<i>Circaea lutetiana</i> *	juin-août	Assez fort
	<i>Doronicum pardalianches</i>	mai-juin	Assez fort
	<i>Osmunda regalis</i> *	mai-juillet	Assez fort
	<i>Polystichum setiferum</i> *	juillet-septembre	Modéré
	<i>Symphytum bulbosum</i> *	mars-avril	Fort



Figure 8341 : Cartographie de la Faune & Flore rivulaire présente au droit du secteur étudié sur la base des enjeux identifiés sur le terrain (Naturalia, 2018)

Les inventaires réalisés révèlent la présence de quelques enjeux écologiques qui seront pris en compte dans le cadre du projet.

Aucun enjeu n'est suffisamment important pour remettre en cause le projet de restauration des milieux.

Les zones humides

L'analyse croisée sans visite de site pour caractériser la ZH de la partie nord de la plaine de Minelle sur la base de l'atlas des ZH en région PACA¹ manque de cohérence entre la fiche et la réalité terrain (fonction de soutien d'étiage douteux, pas de flore identifiée juste pour la faune *Hyla meridionalis*; les connexions ne sont pas évaluées.

La synthèse de la fiche fait ressortir :

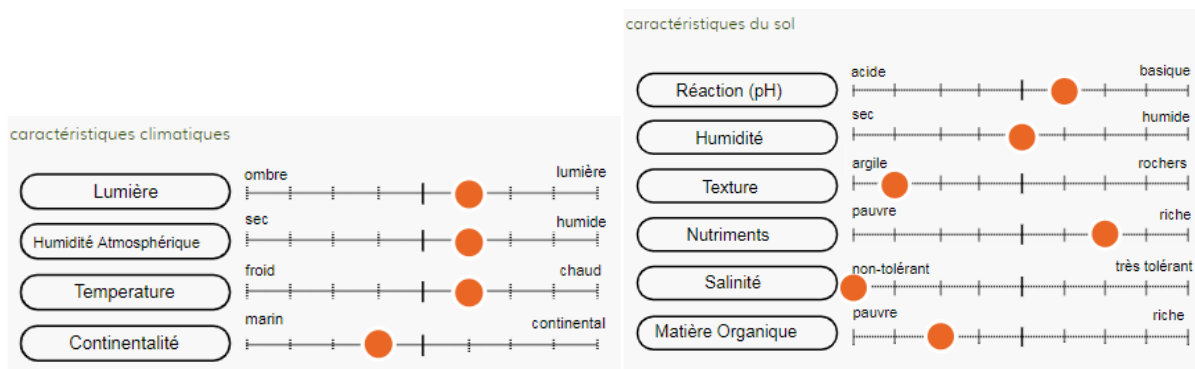
- Un état de conservation biologique : Dégradé ;
- Un état de conservation hydrologique : Très dégradé (création de fossés profonds, zone en cours d'assèchement) ;
- Des menaces du type : Assèchement, drainage ; Modification du cours d'eau, canalisation ; Piétinement ; Remblais ; Surpâturage ; Urbanisation.

¹ <http://zones-humides.pnrpaca.org/zh/index.php?cont=main>

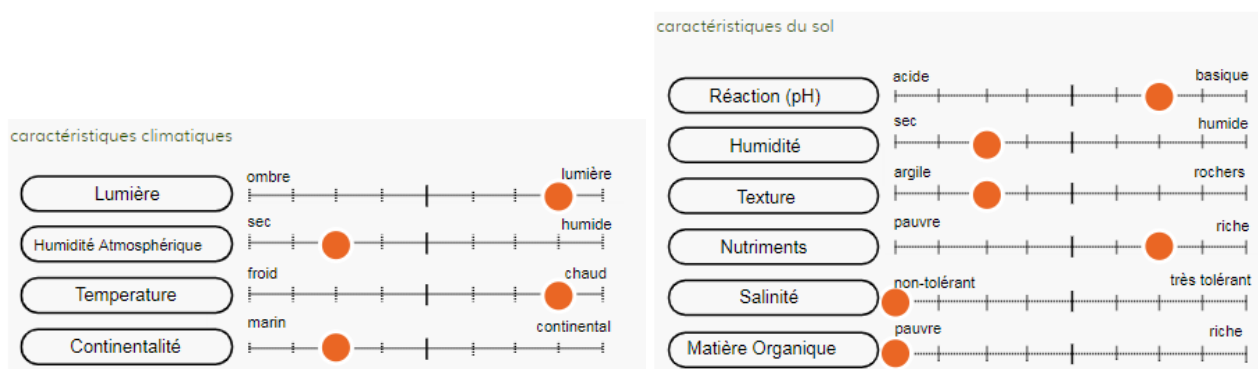
Conclusion

L'analyse fait apparaitre quatre espèces à préserver ou restaurer le long du Riou :

- La **Consoude bulbeuse** (*Symphytum bulbosum* K.F.Schimp., 1825)



- L'**Alpiste aquatique** (*Phalaris aquatica* L., 1755)



- La Rainette méridionale

La Rainette méridionale est une grenouille arboricole qui, en journée, se met au soleil dans la végétation. Elle utilise pour se reproduire les près inondés ainsi que les mares et fossés (partie des lacs et marais également) à végétation abondante (source : Speybroeck, 2018).

- La Grenouille rieuse

Elle vit et se reproduit dans des mares, cours d'eau et autres plans d'eau assez profonds. Très opportuniste, ce taxon peut utiliser une grande variété d'habitats (source : Speybroeck, 2018).

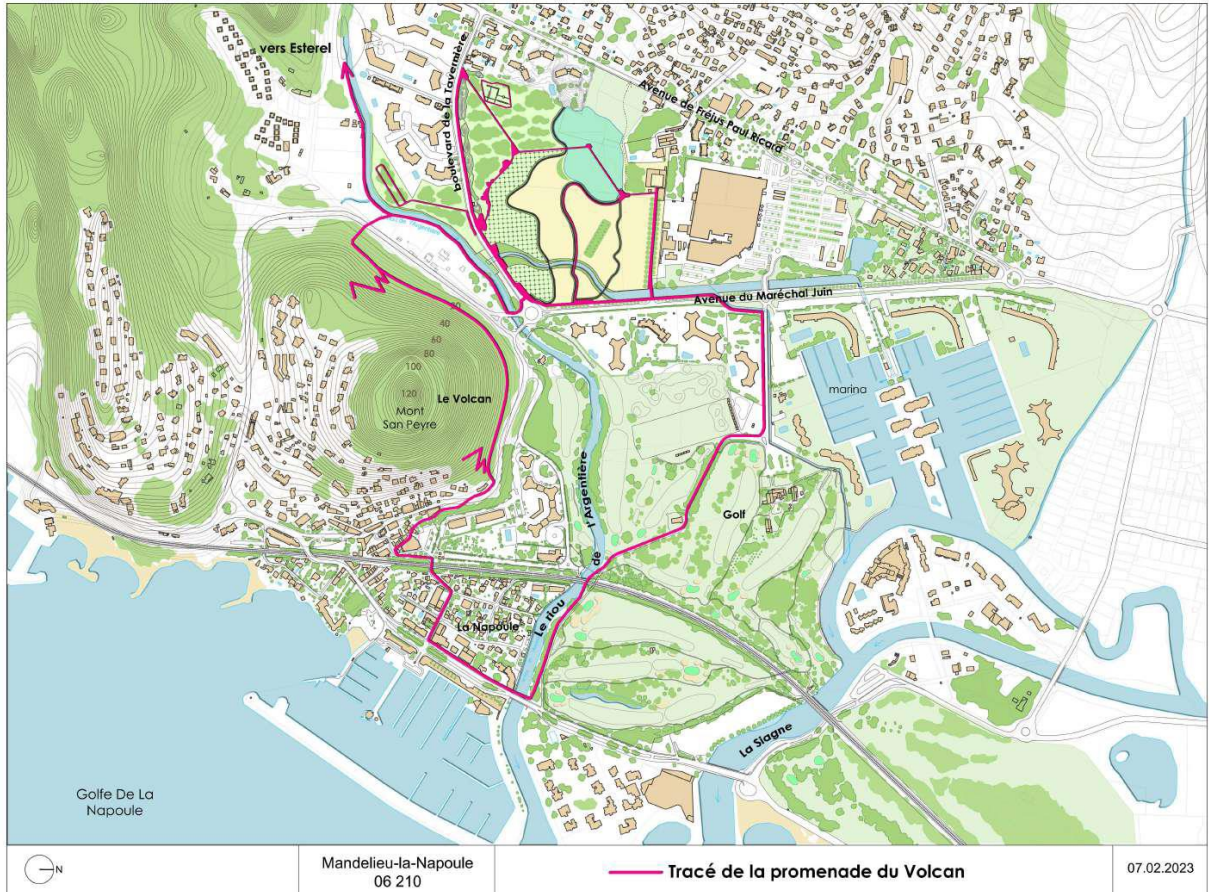
A ces quatre espèces s'ajoute, pour l'espace lit mineur, la migration amont de l'Anguille qui est à favoriser dans le projet d'aménagement, même si le Riou de l'Argentière n'est pas inscrit au PLAGEPOMI.

5.2.2. Incidences du projet

A compléter

5.3. CADRE DE VIE

5.3.1. Paysage



ILL 15. Le golf, la Napoule, la grande promenade, le volcan du San Peyre, les vergers, la ville

5.3.2. Circulation et voiries

5.3.3. Port de la Marina

5.4. MODALITES DE REALISATION DES TRAVAUX

5.4.1. Présentation du phasage global

La faisabilité globale du projet et l'articulation des différents secteurs de travaux sont complexes. Il est illusoire d'envisager de mener tous ces travaux de front car l'organisation urbaine ne pourra pas absorber les nombreuses contraintes liées à la mise en place de ces aménagements.

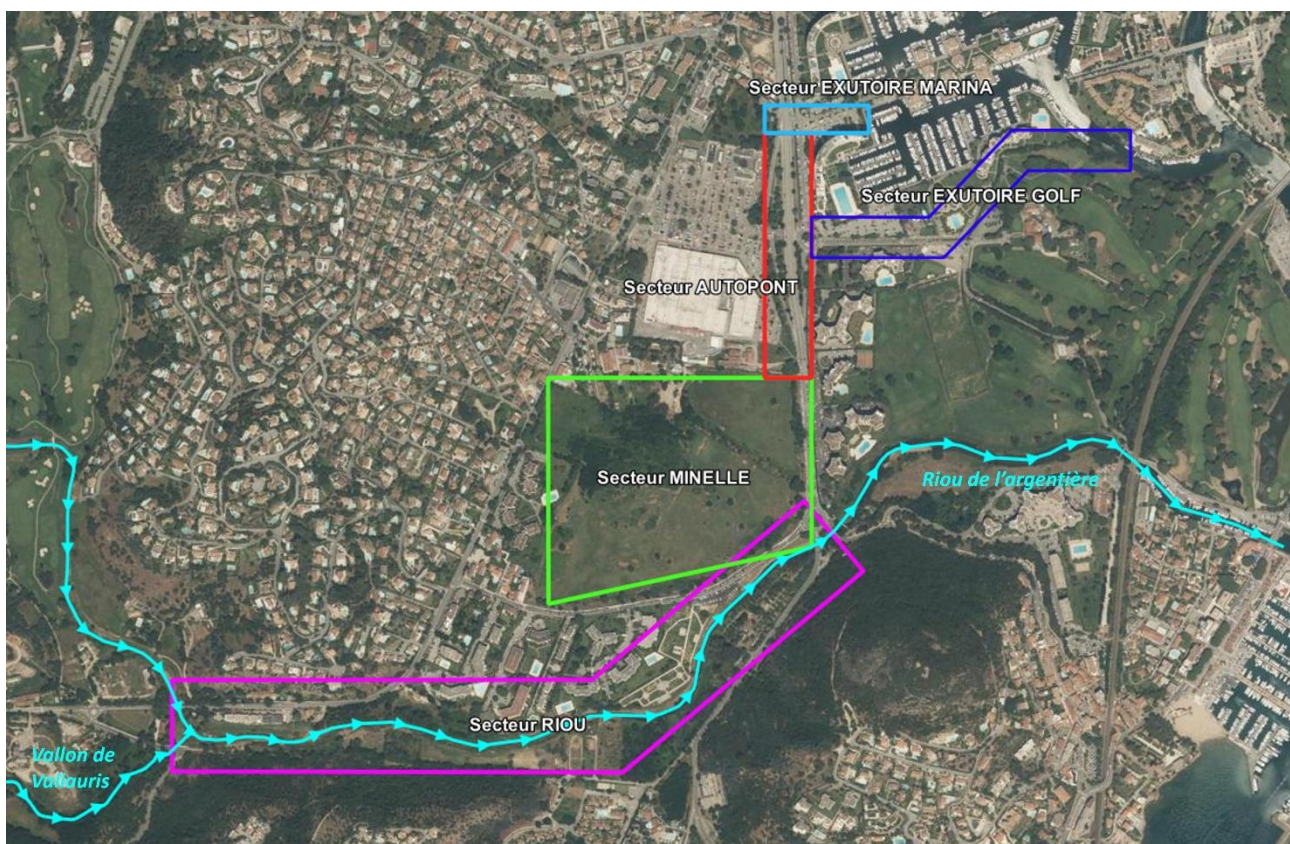
Il est donc nécessaire de segmenter ces travaux, à la fois dans le temps et en entités spatiales réalistes et cohérentes.

Le schéma ci-dessous présente l'ensemble de la zone à remanier dans le cadre de cette étude.

On identifie cinq grands secteurs d'aménagement :

- le secteur du Riou de l'Argentière ;
- le secteur de la plaine de Minelle ;
- le secteur dit de l'Autopont ;
- le secteur de l'exutoire du golf ;
- le secteur de l'exutoire à la Marina.

En termes de travaux, chaque secteur peut s'envisager individuellement. Il est néanmoins nécessaire de définir l'ordre idéal de réalisation afin de mutualiser, si possible, plusieurs chantiers.

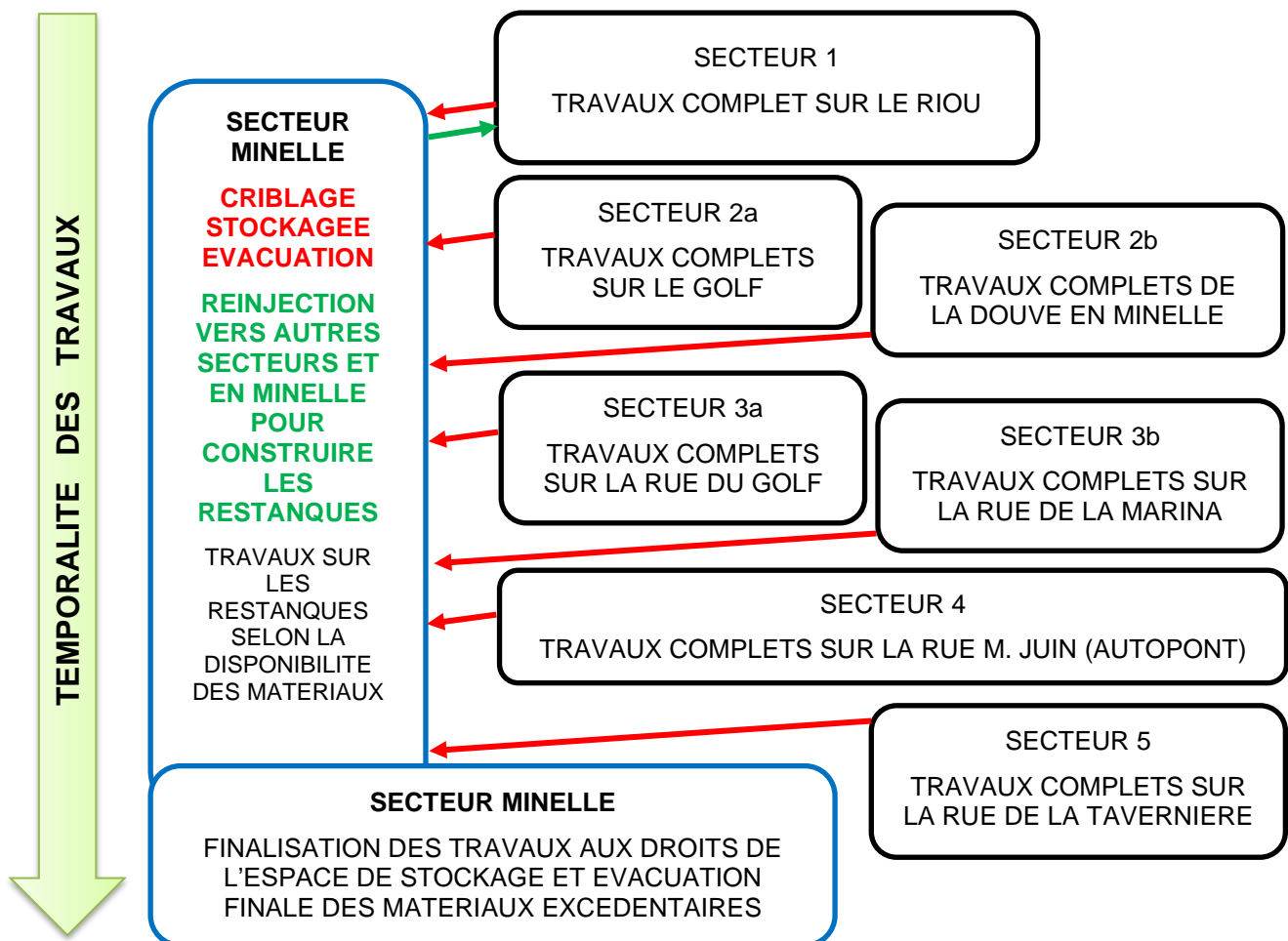


Deux secteurs sont particuliers et permettent d'envisager un certain ordre de réalisation. Il s'agit du secteur de la Minelle et de celui dit de l'Autopont.

Le secteur de la Minelle, par sa position centrale et sa superficie conséquente, est le seul qui permet de cribler et stocker une grande quantité des matériaux utiles à la réalisation de travaux sur plusieurs autres secteurs. De fait, la réalisation de ces aménagements doit être temporisée car elle est en partie dépendante des matériaux qui seront extraits et criblés issus des autres secteurs (Riou, Golf, Vallon...). Néanmoins, ce n'est pas non plus le secteur à réaliser à la toute fin des travaux, car l'accumulation excessive de matériaux n'est pas souhaitable, et le stock de matériaux doit pouvoir être utilisé au fur et à mesure. C'est donc un secteur clé, qui sert pour le stockage des matériaux issus du Riou et des exutoires (golf et Marina) et qui s'aménage progressivement en fonction de la disponibilité des matériaux.

Le secteur dit de l'Autopont, par la prédominance de l'axe de circulation qu'il contient et l'ampleur des travaux de modification de l'espace urbain qu'il suppose, doit nécessairement être réalisé à une étape avancée de la réalisation du parti d'aménagement.

Sur cette base, il est possible d'envisager l'organisation suivante :



Cette organisation est transposée en plan sur la carte ci-dessous.



Les travaux commenceraient par le remaniement du chenal du Riou de l'Argentière (secteur 1). Ce dernier va générer un volume important de matériaux qui seront stockés et traités au niveau de la plaine de Minelle.

Une partie des matériaux criblés, en fonction de leur nature, sera soit réutilisée dans le lit du Riou pour créer les atterrissements de la section amont du chenal (alluvions grossières), soit stockée sur la Minelle en attendant d'être valorisée lors de la création des restanques.

Les travaux se poursuivront ensuite sur les secteurs 2a et 2b, possiblement en parallèle, la seule contrainte étant la capacité de l'aire de stockage des matériaux au droit de la plaine de Minelle.

Il serait envisageable d'amorcer les travaux de ces secteurs (2a et 2b) dès la moitié des travaux du secteur 1 engagé, mais il paraît plus raisonnable de tabler sur un démarrage de ces travaux après la finalisation complète du secteur 1, pour ne pas saturer la zone de stockage. Néanmoins, si les matériaux traités étaient de mauvaise qualité (donc évacués), il deviendrait nécessaire d'avancer les travaux de terrassement sur 2a et 2b, afin d'optimiser l'atelier criblage de la Minelle.

A la terminaison du secteur 2a, les travaux sur les secteurs 3a et 3b pourront débuter. On peut également envisager de mener de front les 2 secteurs. En effet, la restriction de circulation sur les axes considérés ne semble pas de nature à fortement restreindre la circulation générale sur la zone.

A ce stade, les terrassements des secteurs 2 et 3 sont susceptibles d'avoir générés une quantité suffisante de matériaux pour commencer, en parallèle, l'édification de la restanque 1 et 2 (sauf dans l'emprise de l'aire de stockage).

Le secteur 4 est un espace complexe comportant de nombreuses contraintes. En premier lieu, ce secteur doit opérer un remaniement massif de son espace urbain, avec un arasement global de l'autopont jusqu'à une cote de 3m ngf. Il s'agit également d'un axe majeur de circulation qui

nécessitera de mettre en place des déviations vers les axes périphériques. C'est un espace traversé par de nombreux réseaux. Ces derniers devront être déviés en amont des travaux de reprise du secteur. Enfin, ce secteur comporte une forte coactivité du fait de la diversité des aménagements à créer (déconstruction de l'autopont, reprise de l'avenue du Maréchal Juin à une cote de 3m NGF, création du canal, création d'un seuil de répartition des écoulements et création de deux ouvrages de bypass, ...), chacun ayant des modalités de construction propres.

Toutes ces contraintes conduisent à considérer la réalisation de ces travaux à l'issue des autres phases, à l'exception des travaux sur la plaine de Minelle qui doivent avancer au gré de la disponibilité des matériaux, et des jonctions des secteurs 3 et 5 avec le secteur 4.

La réalisation de l'ouvrage de connexion entre le Riou et la Minelle (secteur 5) et la finalisation de la première restanque, en lieu et place de la zone de stockage seraient réalisés en dernier. A ce stade, l'atelier de criblage n'est plus nécessaire et les matériaux supplémentaires peuvent être évacués directement.

Il n'est pas envisageable d'avancer les travaux de l'ouvrage de connexion avant l'achèvement de l'ensemble des autres travaux permettant de gérer les écoulements transitant par la plaine de Minelle en crue.

A ce stade de l'étude, il est demeuré difficile de préciser la durée de chaque chantier en raison d'un manque d'information concernant les réseaux et les mesures géotechniques. Il est néanmoins possible d'élaborer une première proposition de phasage des travaux qui reprenne l'articulation des phases travaux en essayant d'y inclure l'aspect temporel (Tableau ci-dessous).

PLANNING	N-1			N												N+1												N+2												N+3											
PREVISIONNEL AVP	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D											
Secteur 1																																																			
Secteurs 2																																																			
Secteurs 3																																																			
Secteur 4																																																			
Secteur 5																																																			
Secteurs Minelle																																																			

Seuls les secteurs 1 et 2 ont besoin d'une période significative pour le débroussaillage, qui s'impose lors des mois d'automne.

Les secteurs 3 à 5, situés en zone urbaine, nécessitent quant à eux une phase de déconstruction des aménagements préexistants. Ce faisant, le démarrage de ces chantiers n'est pas limité par une période climatique et ils peuvent être avancés selon les besoins d'optimisation des travaux, notamment pour l'atelier palplanche, qui peut nécessiter d'enchaîner sans interruption les secteurs 2a, 3a et possiblement 3b.

On notera tout de même qu'il est cohérent de conserver une logique de travaux centrée sur la période de basses eaux afin d'éviter tout impact négatif, d'ordre matériel et humain, lors d'une crue significative, qui pourrait affecter un chantier même déporté par rapport au lit actif.

Le tableau suivant rappelle et synthétise les différents travaux envisagés pour chaque secteur.

	TRAVAUX A REALISER	NECESSITE
Secteur 1 Remaniement du chenal d'écoulement du Riou de l'Argentière	- débroussaillage, abattage et travaux préparatoires	- mise en place de mesure de protection (végétale/animale)
	- terrassement du nouveau chenal et des berges	- mise en place d'un atelier criblage / stockage / évacuation
	- mise en place des protections de talus et de berge (végétales et minérales)	- mise en place d'une rampe d'accès travaux temporaire à la Minelle (atelier criblage)
	- mise en place des atterrissements et recharge sédimentaire du fond	- mise en place d'une dérivation des écoulements
	- réimplantation des espèces végétales emblématiques et héliophytes	- dévoiement des réseaux
	- hydroseeding sur les talus remaniés	
	- implantation d'arbustes + mesure paysagère	
Secteur 2a Création d'un chenal d'écoulement (exutoire) au niveau du Golf	- débroussaillage, abattage et travaux préparatoires	- mise en place de mesure de protection (végétale/animale)
	- terrassement du nouveau chenal et des berges (dont déconstruction)	- utilisation de l'atelier criblage / stockage / évacuation (issu du secteur 1)
	- mise en place des palplanches en berge	- mise en place d'une digue fusible temporaire pour empêcher l'eau d'entrer par l'aval
	- mise en place des protections de talus et de berge (végétales et minérales)	- mise en place d'un atelier de batage des palplanches
	- mise en place du fascinage en fond de chenal	- dévoiement des réseaux
	- recharge sédimentaire du fond du lit	
	- implantation d'héliophytes	
Secteur 2b Création d'un chenal d'écoulement au travers de la Minelle (dont ouvrages)	- débroussaillage, abattage et travaux préparatoires	- mise en place de mesure de protection (végétale/animale)
	- terrassement du nouveau chenal et des berges	- utilisation de l'atelier criblage / stockage / évacuation (issu du secteur 1)
	- mise en place des protections de talus et de berge (végétales et minérales)	- mise en place d'un pompage localisé si nécessaire pour l'implantation des ouvrages
	- mise en place du fascinage en fond de chenal	- dévoiement des réseaux
	- mise en place des ouvrages au droit des restanques 1, 2 et 3	
	- recharge sédimentaire du fond du lit	
	- implantation d'héliophytes	
Secteur Minelle Création des restanques et de la rampe d'accès courante	- hydroseeding sur les talus remaniés	
	- implantation d'arbustes + mesure paysagère	
	- débroussaillage, abattage localisé	- mise en place de mesure de protection (végétale/animale)
	- terrassement des restanques 1 et 2	- utilisation de l'atelier criblage / stockage / évacuation (issu du secteur 1)
	- mise en place des protections de talus (végétales et minérales) des restanques	- dévoiement des réseaux
	- terrassement et mise en place de gabions pour la restanque 3	
	- terrassement et mise en place de la rampe d'accès définitive (+ protection)	
Secteur 3a Création d'un chenal d'écoulement et des ouvrages de franchissement route du Golf	- recharge sédimentaire du fond du lit	
	- implantation d'héliophytes	
	- hydroseeding sur les talus remaniés	
	- implantation d'arbustes + mesure paysagère	
	- reconstruction de l'espace urbain et routier	
	- déconstruction de l'espace urbain superficiel	- mise en place de mesure de recyclage pour les matériaux déconstruits
	- terrassement du nouveau chenal et des reculs de berges	- utilisation de l'atelier criblage / stockage / évacuation (issu du secteur 1)
Secteur 3b Création d'un chenal couvert (exutoire) sous l'Allée Calypso	- mise en place des palplanches en berge	- utilisation de l'atelier de batage des palplanches (issu de 2a) ou réinstallation
	- création de la couverture pour les ouvrages de franchissement (x2)	- dévoiement des réseaux
	- mise en place des protections de talus (végétales)	
	- recharge sédimentaire du fond du lit	
	- implantation d'arbustes + mesure paysagère	
	- reconstruction de l'espace urbain et routier	
	- déconstruction de l'espace urbain superficiel	- mise en place de mesure de recyclage pour les matériaux déconstruits
Secteur 4 Arase de l'autopont Avenue du M. Juin et création d'ouvrages et du chenal d'écoulement	- terrassement du nouveau chenal et des berges (dont déconstruction)	- utilisation de l'atelier criblage / stockage / évacuation (issu du secteur 1)
	- mise en place des palplanches pour créer l'ouvrage principal de franchissement (ou cadre, selon choix final) sur l'axe Maréchal Juin	- utilisation de l'atelier de batage des palplanches (issu de 2a) ou réinstallation
	- mise en place des protections de talus et de berge (végétales et minérales)	- dévoiement des réseaux
	- mise en place du fascinage en fond de chenal	
	- création des ouvrages de franchissement au droit de la douve (x2)	
	- création du seuil de régulation	
	- recharge sédimentaire du fond du lit	
Secteur 5 Création de l'ouvrage de connexion et deversoir de la Tavernière	- implantation d'héliophytes	
	- hydroseeding sur les talus remaniés	
	- implantation d'arbustes + mesure paysagère	
	- reconstruction de l'espace urbain et routier	
	- déconstruction de l'espace urbain superficiel	- mise en place de mesure de recyclage pour les matériaux déconstruits
	- déconstruction partielle de la protection de berge côté Riou	- utilisation de l'atelier criblage / stockage / évacuation (issu du secteur 1)
	- terrassement de la section d'implantation du cadre béton	- dévoiement des réseaux
	- mise en place du cadre, déflecteurs et entonnements	
	- remise en place de la protection de berge côté Riou (enrochements libres)	
	- reconstruction de l'espace urbain et routier en intégrant la surverse	

A ce stade de l'étude, il n'est pas possible de détailler les modalités de réalisation des travaux sur l'ensemble des phasages constitutives de la globalité du parti d'aménagement.

Il est néanmoins possible d'aller plus avant dans la description des étapes de travaux concernant le secteur 1 car celui-ci peut s'envisager, en termes de réalisation, sans que les détail des modalités constructives des autres propositions d'aménagement des autres secteurs ne soient arrêtés.

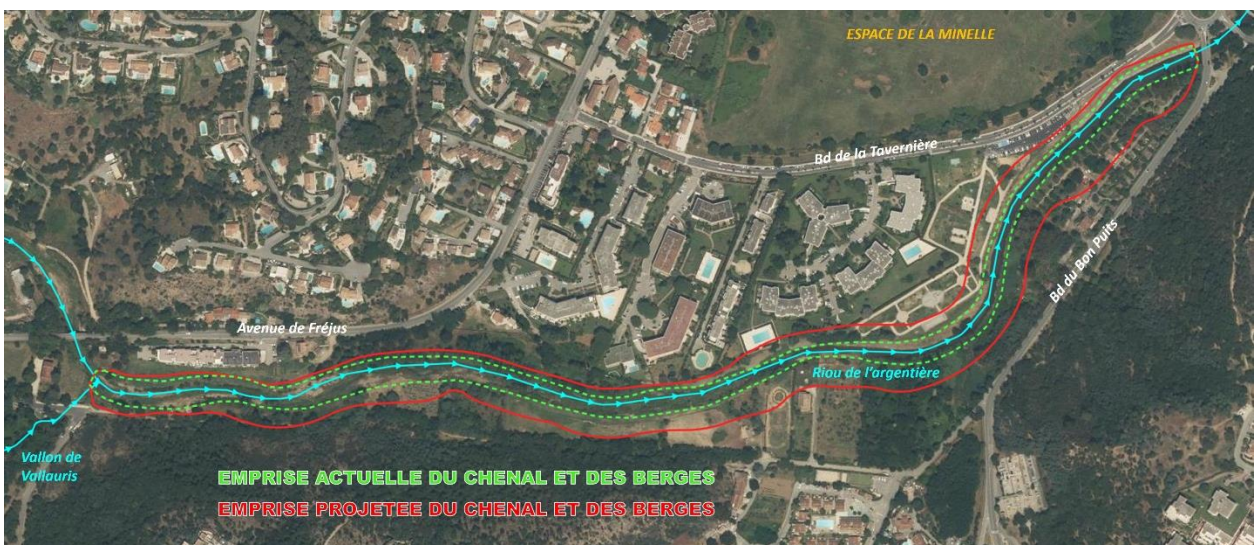
5.4.2. Modalités d'exécution sur le secteur 1 (Restauration du Riou de l'Argentière)

5.4.2.1. Emprise et typologie des travaux à réaliser

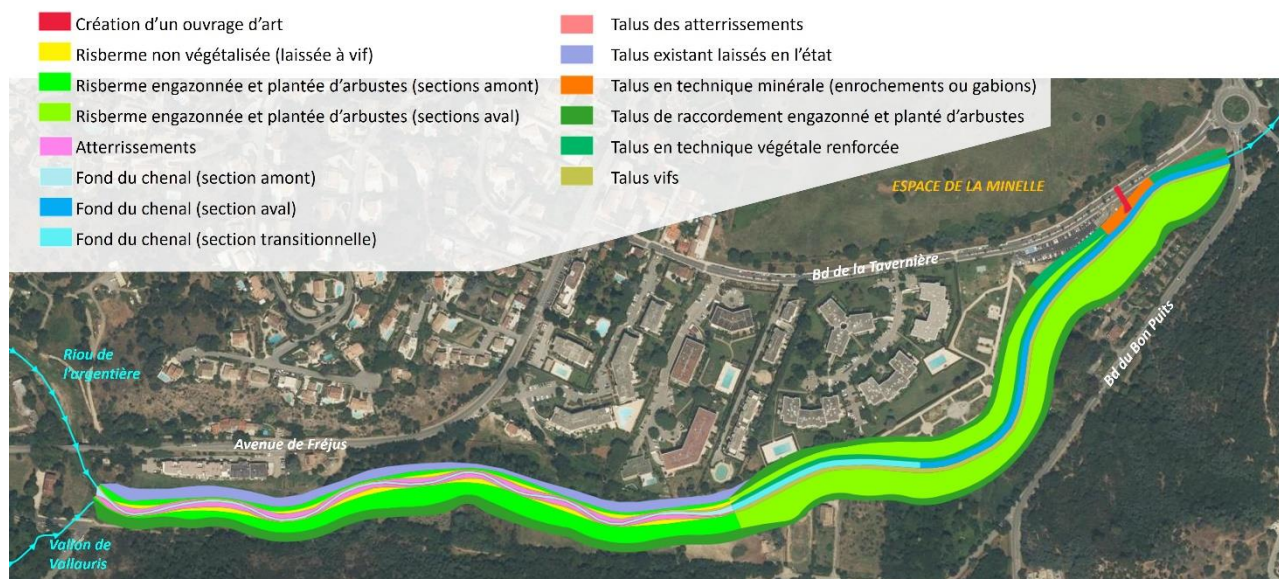
Il s'agit de travaux de restauration du lit du Riou de l'Argentière, sur un linéaire de 1,2km, en amont du pont au droit du Boulevard du Bon Puits, jusqu'à la confluence avec le vallon de Vallauris. Les zones à enjeux correspondent essentiellement aux résidences situées en rive gauche.



Cette restauration du lit implique une modification du tracé du cours d'eau, ainsi qu'une modification significative de la section d'écoulement en lien avec un amortissement des berges, notamment en rive droite.



Les différents travaux à mettre en œuvre sur le secteur sont les suivants :



L'essentiel des travaux est constitué de terrassement, avec une évacuation de 84000 m³ de matériaux vers l'atelier de criblage dans la plaine de Minelle. Une partie de ces matériaux sera réemployée, après criblage, afin de reconstituer un fond alluvial fonctionnel.

Une fois les morphologies projetées réalisées, elles sont globalement végétalisées et parfois renforcées par la pose de techniques végétales spécifiques.

La berge en rive gauche, au droit du futur ouvrage de connexion avec la plaine de Minelle, est armée par des enrochements libres. Dans un premier temps, les enrochements seront posés sur l'ensemble de la berge. Puis, ils seront ensuite remaniés, lors des travaux du secteur 5, pour y ajouter l'ouvrage de connexion.

Il préexiste des enrochements en berge sur ce site. Ces derniers pourront possiblement être réemployés dans le cadre des travaux.

5.4.2.2. Travaux préparatoires amont

Parmi les travaux préparatoires importants qui impactent le secteur 1, le chantier de débroussaillage est l'un des plus importants. Il fait l'objet de nombreuses phases préparatoires et doit intégrer 2 thématiques connexes : la préservation d'espèce végétale emblématique telle que la consoude bulbeuse présente sur le site et la nécessité de mettre en place des méthodes en faveur de la préservation de la faune présente.

En termes d'exécution, il conviendra de :

- Baliser le chantier : il doit être entièrement cartographié et balisé in situ pour identifier les zones à traiter.
- Signaler le chantier : par la mise en place de différents panneaux réglementaires avertissant les conducteurs. Il est parfois nécessaire de mettre une portion de route en circulation alternée.
- Elagage et abattage : dont les coupes se font manuellement avant le passage des engins.
- Débroussaillage mécanique : avec des engins adaptés au type de broyage recherché.

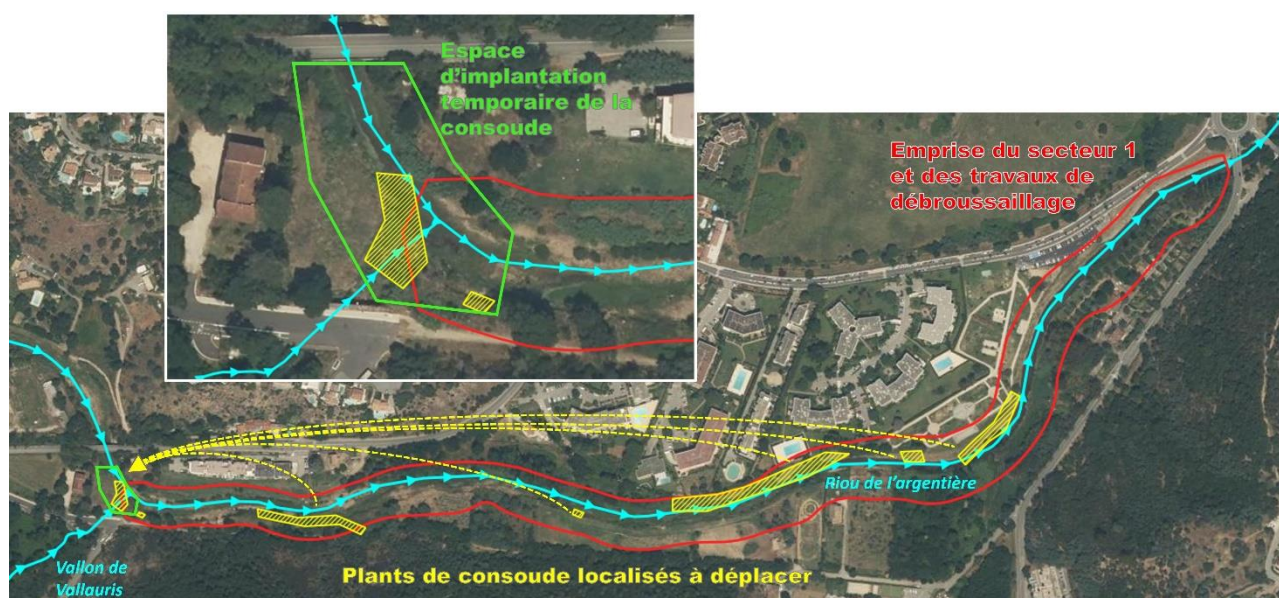
- Débroussaillage manuel : réalisé avec une débroussailleuse à dos qui rase la végétation et la broie. Il se fait dans les zones fragiles, accidentées ou en bordure de constructions.

Sur le secteur 1, le débroussaillage et l'abattage doivent intervenir **à partir des mois d'automne** de l'année qui précède les travaux (cf. tableau prévisionnel secteur 1).

Du fait de sa localisation et des accès envisagés, le signalement du chantier sera relativement réduit.

Concernant la préservation de la consoude bulbeuse, il est envisagé de déplacer et de mettre en réserve les plants de consoude présents sur le site vers une station favorable en amont des secteurs en travaux. Ce déplacement doit se faire sur la période automnale qui précède la phase des travaux.

Ce faisant, le déplacement de la consoude se fera sur la même période que le débroussaillage. Il convient donc de coordonner les étapes de débroussaillage, pour qu'elles n'impactent pas les plants de consoude, avant et après leur déplacement.



A la fin des travaux sur ce secteur 1, une fois le chenal remanié, les plants de consoude seront réimplantés dans leurs stations d'origines, sur un substrat favorisant leur reprise.

Concernant la préservation des espèces animales lors des phases travaux.

Il s'agit de mettre en place des **mesures de défavorabilisation** d'habitats potentiellement utilisables en hivernage par la faune ainsi que des mesures spécifique en faveur des insectes. Pour cela il sera nécessaire de :

- procéder au débroussaillage au niveau de l'emprise sur la période entre septembre et fin octobre afin d'éviter le maintien de la présence de la faune (reptiles en particulier) sur la période hivernale. Les travaux doivent normalement s'effectuer immédiatement après, mais le cas échéant, les secteurs seront maintenus en état jusqu'à ce que les travaux soient réalisés ;

- d'empêcher les individus de chiroptères de s'installer en gîte d'été au droit des espaces présentant des caractéristiques favorables sur le secteur 1. La période hivernale est automatiquement exclue, présentant trop de sensibilité pour les chiroptères en hibernation ;
- d'abattre les arbres en octobre impérativement, selon des **méthodes de coupes « douces »** et d'entreposage d'une partie des troncs sur site, à des endroits définis, afin de limiter la mortalité de la faune (chiroptères, insectes xylophages et Grand Capricorne notamment) ;
- de mettre en place un balisage propre aux zones sensibles préservées à proximité des travaux pour sanctuariser ces espaces refuges.

Enfin, une dernière thématique importante est celle des réseaux qui impactent la zone de travaux. À ce stade de l'étude aucun réseau n'a été identifié dans l'emprise des travaux projetés. Une déclaration de travaux sera réalisée au stade Projet afin de valider ce point.

5.4.2.3. Principes de circulation lors du chantier et bases vie

Au regard de la concentration du réseau routier autour du projet, la gestion du trafic durant les travaux semble faisable sans générer trop de dérivation du trafic.

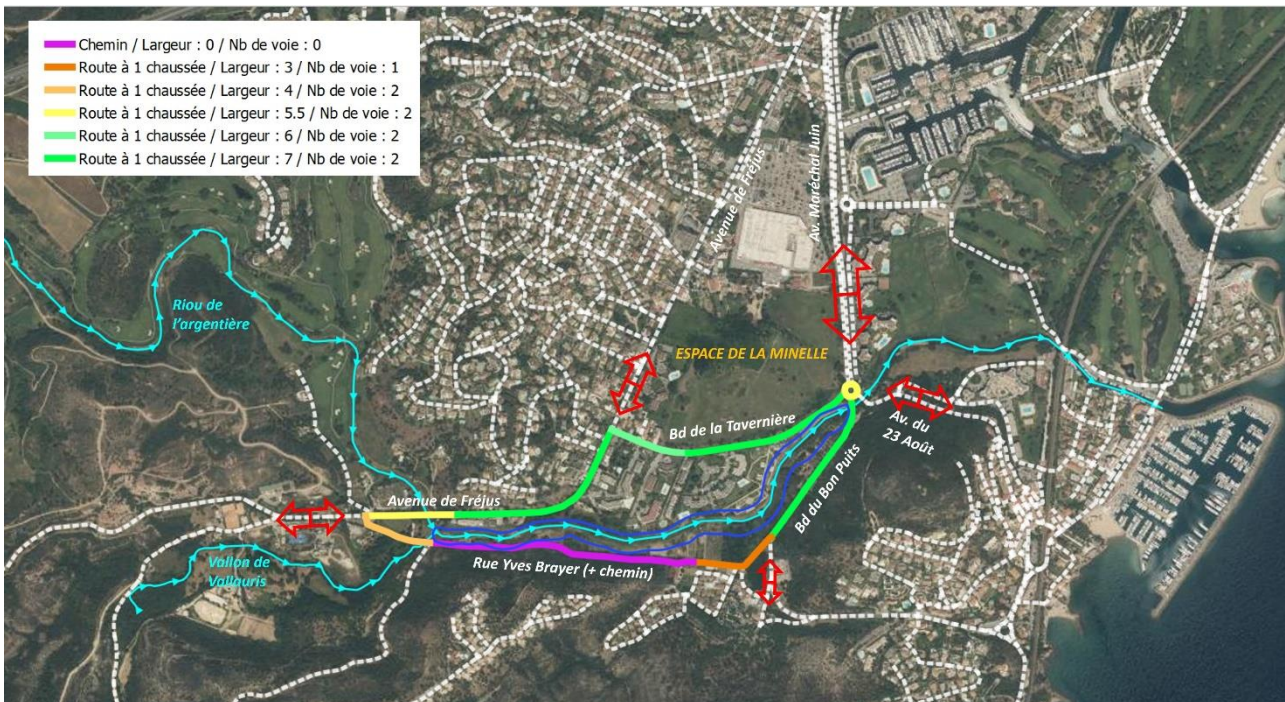
La création d'une base logistique de traitement de matériaux à proximité immédiate du site favorise les choses à grande échelle, évitant qu'un nombre trop important de camions ne soit obligé de transiter par le centre-ville et par les axes périphériques. A contrario, cela accentuera les contraintes locales, à proximité de la zone de travaux, notamment sur certains points de passages pendulaires importants.

Le maintien de la circulation, à proximité du site, durant les travaux, semble être un objectif réaliste. Seule une coupure partielle de circulation sur le Boulevard de la Tavernière est envisagée pour gérer le site de stockage en Minelle.

La carte ci-dessous permet d'appréhender les capacités circulatoires à proximité du site et dans un cadre plus élargi.

Des mouvements de travail pendulaires concentrent la circulation au niveau de l'Avenue du Maréchal Juin et de l'Avenue de Fréjus, mais également sur des axes connexes qui permettent de rejoindre ces grandes avenues (Bd de la Tavernière, Avenue du 23 Août, BD du Bon Puits). Le rond-point et les ponts du San Peyre sont un point critique qu'il faudra gérer pendant la phase de travaux.

A priori, l'axe de l'Avenue de Fréjus ne sera pas fortement impacté par une fermeture potentielle de l'axe Tavernière. Cependant, il faut pouvoir canaliser le flux venant de la D2098bis afin de diminuer la contrainte au niveau du San Peyre. La mise en place d'un itinéraire alternatif par la D6098 et la D92 peut aider à diminuer la pression sur le San Peyre le temps des travaux.



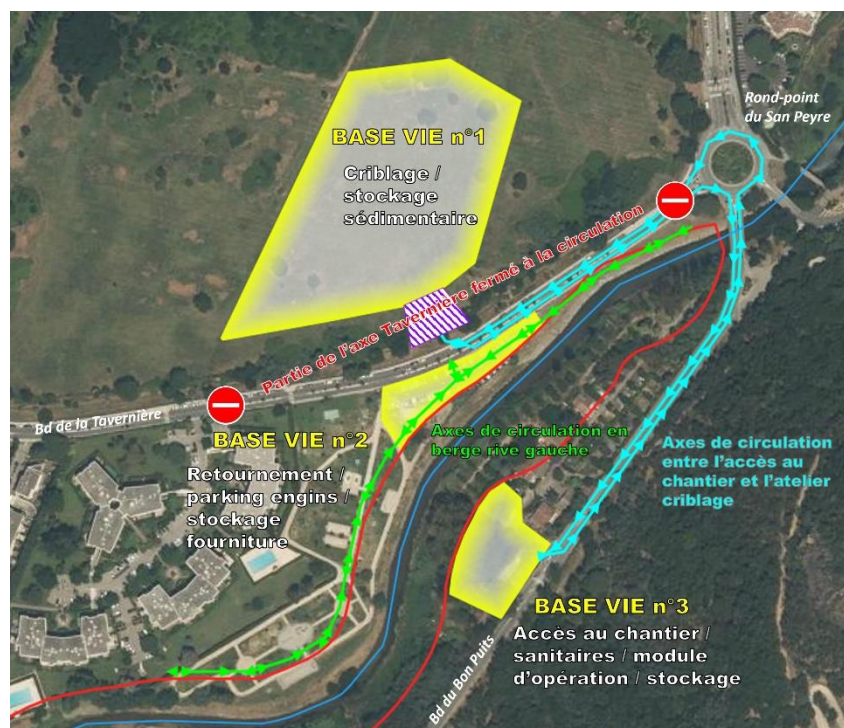
Les voies de circulation à proximité du site sont globalement compatibles avec les gabarits d'engins nécessaires au projet.

Le chemin de la rue Yves Brayer semble aussi de nature à favoriser l'accès au site en rive droite mais sa nature privée et l'absence d'information concernant sa morphologie nous incite, pour le moment, à ne pas l'inclure dans notre schéma de fonctionnement en phase travaux.

Sur cette base, il faut envisager des espaces spécifiques qui serviront de base vie logistique lors de travaux.

On envisage **3 bases vie à proximité du chantier**, chacune ayant ces spécificités propres (carte ci-dessous). La position des bases vie conditionnent également le schéma de circulation pour accéder au chantier.





La **base vie n°1** est notre espace principal en termes de surface occupée, avec plus de 20000 m² utiles.

Sa vocation principale est dédiée au criblage des matériaux bruts issus des terrassements des différents chantiers et au stockage temporaire des matériaux qui pourront servir aux aménagements sur le Riou (atterrissements) et en Minelle (restanques).

Elle sera localisée dans la plaine de Minelle sur un espace dédié et limité qui doit permettre de gérer le flux de matériaux sans s'étaler exagérément sur la zone prairial et humide. La capacité des matériaux pouvant être traités et stockés est estimée à 50000 m³.

L'accès à cette base vie nécessitera la création d'une rampe d'accès temporaire, au niveau du Boulevard de la Tavernière, en face du parking, à proximité du rond-point du San Peyre. L'implantation de la rampe à cet endroit doit permettre de profiter du parking pour favoriser le braquage des véhicules lourds. De fait, le Boulevard de la Tavernière sera en partie fermé à la circulation sur la section allant du parking jusqu'au rond-point, via l'installation de barrière et d'un affichage approprié.

La rampe d'accès à cet endroit permet également de limiter la suppression de la végétation de type arborée et arbustive aux abords de l'espace Minelle.

La **base vie n°2** correspond à l'espace du parking public sur le Boulevard de la Tavernière à proximité du rond-point du San Peyre. Elle permet d'avoir accès à une superficie potentielle de 3000 m² et elle aura plusieurs vocations.

La première sera de simplifier l'accès à la base vie n°1 en cas de manœuvre difficile au droit de la rampe en favorisant le retournement des engins.

Elle devra également permettre de disposer d'une zone de parking pour le chantier et de stockage temporaire des matériaux à mettre en œuvre lors du chantier (protection végétale, pieux, ...).

De fait, une partie de cet espace doit être régulée par des grilles et l'autre doit être ouvert pour permettre les manœuvres de retournement vers la Minelle ou vers le rond-point du San Peyre.

Enfin, cet espace permettra un accès à la rive gauche sur la partie aval du chantier. C'est un avantage important car les protections à mettre en place sur ce talus sont complexes (enrochements ou technique végétale renforcée) et peuvent nécessiter une gestion par le haut du talus.

Enfin, la **base vie n°3** correspond à l'accès principal au chantier, situé en rive droite du Riou, au droit du camping fermé sur le Boulevard de Bon Puits. On peut à minima occuper une superficie de 3000 m² pour les besoins du chantier. Ce terrain étant initialement un espace privé, celui-ci est déjà fermé par des grillages, ce qui permet de sécuriser une base de stockage de matériel à usage rapide, ainsi que des modules de chantier (sanitaire, réserve carburant, ...).

La base vie n°3 sera supprimé à l'issue des travaux, cependant les bases vie n°1 et 2 pourront être amené à se prolonger dans le temps si les autres secteurs de travaux s'enchainent rapidement. En cas d'interruption prolongée entre 2 phases de travaux, les bases vie seront démantelées, mais celles de la Minelle (1 et 2) seront nécessairement réinstallées à la reprise des autres chantiers car il n'y a pas d'espace plus favorable sur le secteur pour satisfaire à cette fonction.

5.4.2.4. L'atelier criblage et la nécessité de préparer une communication d'acceptabilité aux riverains

Le criblage de matériaux est une opération qui permet de séparer et de trier différents types de matériaux. Cette activité est primordiale afin de valoriser les déblais de chantier en séparant les fractions granulométriques valorisables (alluvions grossières, terres végétales), les fines et les potentiels déchets issus de la déconstruction de vestiges d'anciens aménagements de berges ou de dépôts sauvages.

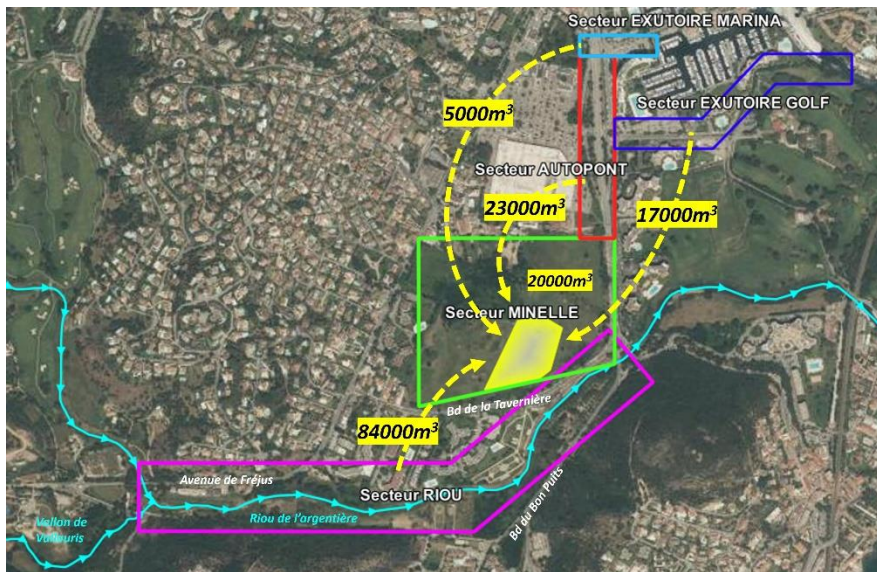
Le criblage permettra également de purger les matériaux des espèces exotiques envahissantes présentes dans les déblais (rhizomes et bulbes de cannes de Provence...).

La carte ci-dessous présente le volume de criblage nécessaire venant des différentes zones de travaux.

Le stockage maximum en Minelle sur la surface dédiée est de l'ordre de 50000 m³ ce qui est inférieur au volume en provenance du chantier sur le Riou mais on estime qu'au mieux, seule la moitié des matériaux terrassés seront réemployables.

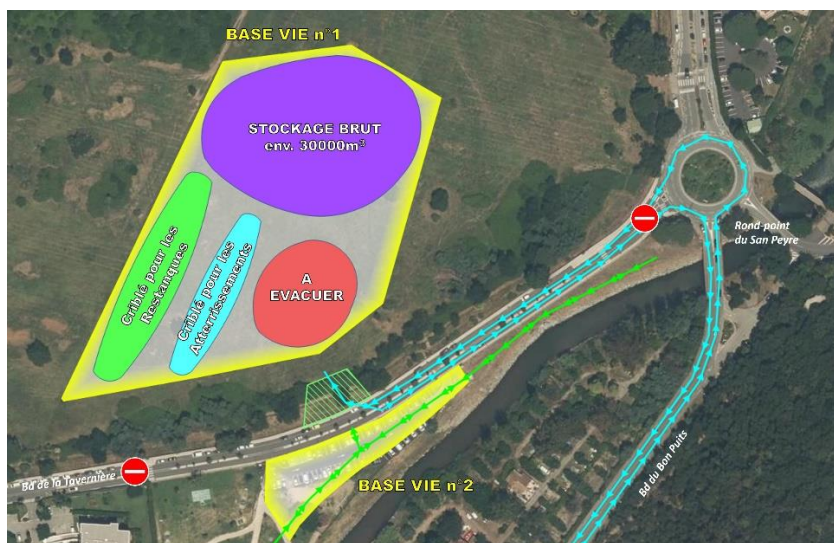
Si cette valeur venait à être plus importante, il faudrait avancer la réalisation des restanques projetées dans la plaine de Minelle afin d'épuiser le stock de matériaux disponibles avant d'amorcer d'autres chantiers pourvoyeurs de matériaux.

Il y a donc nécessairement un équilibre à trouver entre les volumes de matériaux entrants et sortants de la plaine de Minelle, qui conditionneront les phases suivantes de chantier.



La carte ci-dessous symbolise les différents postes de stockage au sein du processus de criblage. Il faudra prévoir, à minima, quatre entités de stockage sur le site.

Un stockage important des matériaux bruts car les rotations apporteront sur la durée une quantité qui excédera sans doute la capacité de criblage journalière. Il s'avère important d'avoir un espace de stockage confortable pour ce poste, de l'ordre de 30 000 m³ sur les 50 000 m³ potentiels.



Deux espaces de stockage pour les matériaux à réinjecter. L'un destiné aux restanques, sur la partie extérieure de l'emprise, afin de faciliter sa mobilisation sur l'espace Minelle. L'autre destiné aux atterrissements et à la recharge sédimentaire en fond de chenal, situé à proximité de la rampe de sortie.

Enfin un espace dédié au refus à évacuer journalièrement, également au plus proche de la sortie afin de favoriser les rotations.

Cet atelier de criblage (comme celui de battage des palplanches sur d'autres phases de travaux) est facteur de nuisances (sonore, poussières) sur la durée.

Il convient de mettre en place, avant même le début de la mise en œuvre des travaux, des mesures d'accompagnement destinées à favoriser l'acceptabilité de ces nuisances.

Cela peut se faire à travers une concertation réunissant les différents intervenants du projet, **étendue aux comités de quartier**, afin de partager les prescriptions techniques pour que le chantier offre des garanties de propreté, de sécurité et de bruits acceptables.

Cela passe aussi par la mise en place de réunions publiques permettant de présenter les objectifs du projet ainsi que les moyens et planning mis en œuvre (le maître d'œuvre apportera son appui au maître d'ouvrage pour l'animation de ses réunions, en préparant l'ensemble des supports visuels : plans, présentation PowerPoint).

Enfin, par une diffusion régulière auprès des riverains d'informations concernant l'avancement du chantier. Cette étape se déroule en concertation avec le service communication de la mairie.

5.4.2.5. Une logique de travaux en 4 biefs et rappel des grands postes de travaux

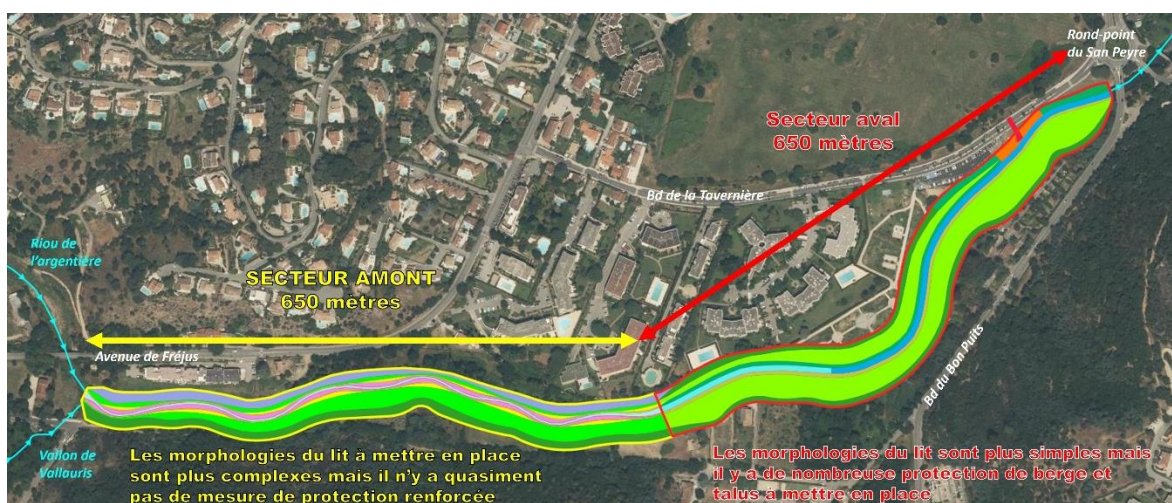
Pour rappel, les travaux de restauration sur le Riou consistent en un reprofilage du lit entre la confluence de ce dernier avec le Vallauris et le pont de la D2098, soit sur un linéaire de 1,3 kilomètres.

Globalement, on peut diviser ce linéaire en deux espaces distincts.

Une **moitié aval** dont la morphologie du lit reste sous le contrôle de la méditerranée. Ce faisant, le chenal d'étiage n'a pas vraiment été modifié par rapport à l'existant car il n'est pas capable d'évoluer significativement au gré des événements du fait du contrôle maritime et du verrou occasionné par les ponts du San Peyre. Néanmoins, la section hydraulique a été augmentée significativement, en couchant la risberme de rive droite à mi-hauteur du talus initial.

Une **moitié amont** dont la morphologie a été remaniée plus significativement, afin de recréer un lit à fond mobile par l'apport de matériaux formant des atterrissements évolutifs, et par la création d'une risberme basse, fortement amortie, devenant un substrat favorable à une évolution contrôlée du lit.

Les travaux de terrassements et d'aménagements sont sensiblement différents sur ces deux espaces, chacun de l'ordre de 650 mètres de linéaire.

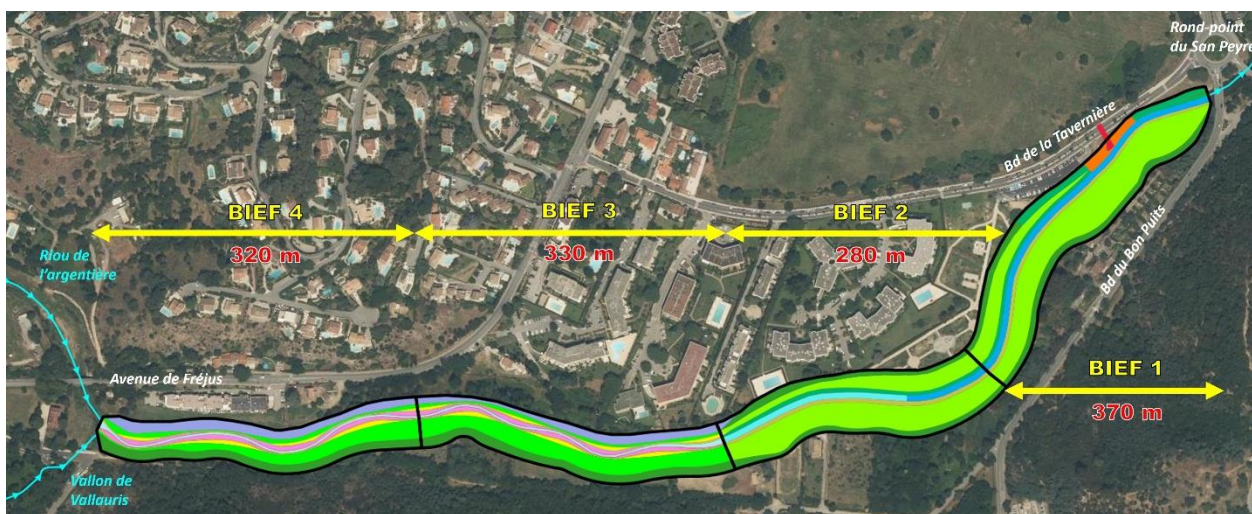


A cela s'ajoute des complexités d'ordre techniques :

- une difficulté d'accès en rive gauche sur les $\frac{3}{4}$ amont du linéaire global ;
- un impératif de garantir un écoulement pérenne et propre dans le lit pendant les travaux ;
- l'obligation de dériver les écoulements sur les secteurs en amont, via des tronçons mobiles.

De ces présupposés (contraintes), a été élaborée une organisation des travaux en 4 biefs (sous-secteurs) d'environ 280 à 370 mètres de linéaire, afin de :

- permettre une circulation régulière de rive à rive à mesure que le chantier progresse, par l'installation de rampes de franchissement busées dans le fond du lit ;
- permettre une gestion des matières en suspensions (MES) plus pertinente sur des portions de linéaires limitées, en redondance ;
- assurer une sauvegarde piscicole accrue via des pêches de sauvetages sur ces mêmes portions ;
- permettre une gestion plus facile de la conduite souple de dérivation des écoulements sur des linéaires plus limités (de l'ordre de 300 mètres au lieu de 650 mètres) ;
- permettre une avancée sectorielle limitée des travaux, plus facile à maîtriser ;
- permettre de faire tourner en décaler un atelier de terrassement et un atelier de réalisation d'aménagement.

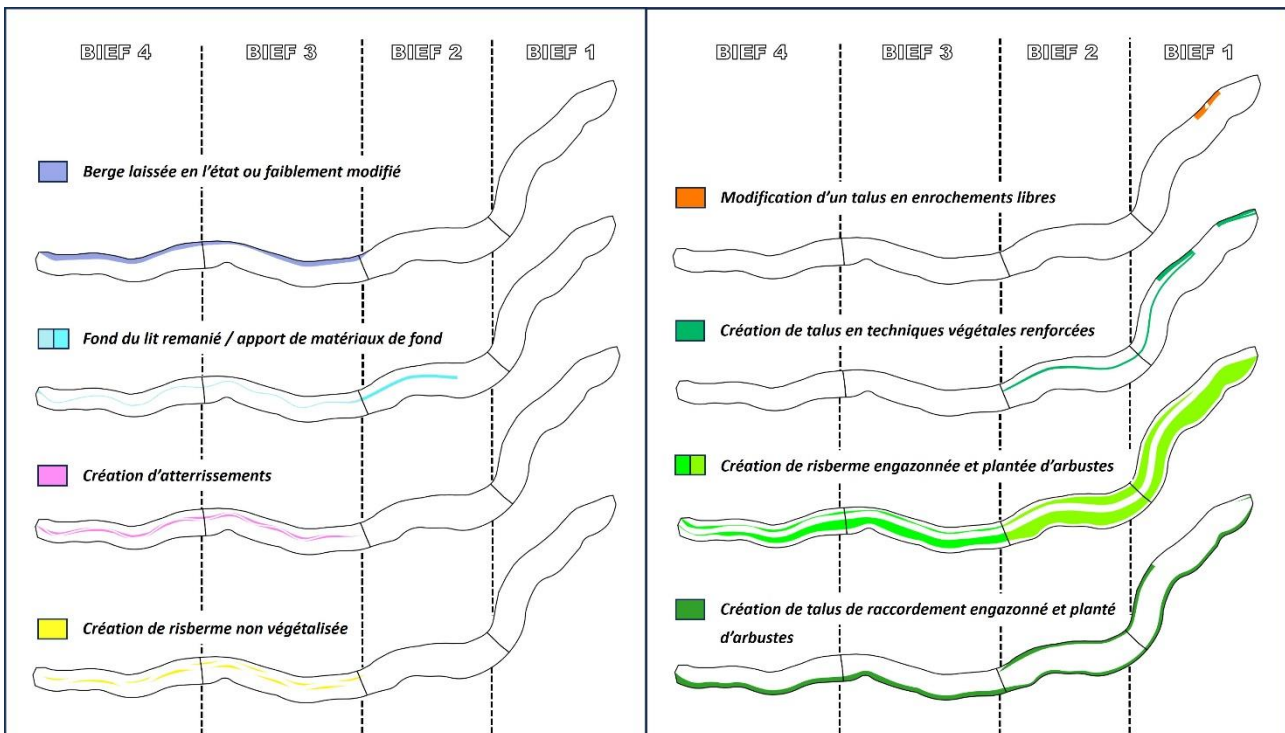


Les travaux seront réalisés d'abord **de l'aval vers l'amont** en **quatre étapes** (biefs) rassemblant le terrassement et la mise en place des systèmes de protection.

Puis d'amont en aval lors d'une grande étape de mise en place de la végétation (par hydroseeding et implantation arbustive), conduisant à la sortie du site, par le retrait progressif des rampes de franchissement.



La nature des travaux à mener est diverse et se résume par le schéma ci-dessous qui rappelle l'ensemble des postes de travaux par bief.



On peut distinguer au moins trois postes de travaux clefs :

- les terrassements, du lit, des talus et risbermes ;
- la mise en place des systèmes de protection sur les talus ;
- la végétalisation des formes remaniés par ensemencement et plantation.

Les terrassements :

Concernant le terrassement du lit, les morphologies du projet se composent globalement d'un chenal d'étiage surplombé de deux risbermes végétalisées de part et d'autre. Dans le secteur aval, les risbermes sont plus hautes qu'à l'amont. Des atterrissements sont mis en place sur le secteur amont afin de recréer un lit à fond mobile.

Habituellement, une première phase de terrassement est faite pour obtenir un fond de forme du lit à la cote déterminée par le projet. A ce stade, le chenal d'étiage n'existe pas encore et l'écoulement est dérivé sur une section temporaire, dans une conduite ou à l'air libre.

La seconde phase consiste en un terrassement de précision, permettant de formaliser le chenal d'étiage dans sa position définitive et de répartir de façon harmonieuse et homogène des matériaux "nobles" (alluvions de granulométrie cohérente avec la compétence du cours d'eau) sur les atterrissements et dans le fond du chenal d'étiage. Les matériaux seront issus du terrassement global et de son criblage, mais il pourra être nécessaire de compléter les matériaux en place par des apports exogènes si le criblage ne fournit pas l'ensemble des matériaux nécessaires.

Morphologiquement, les atterrissements à construire voient leur épaisseur augmenter à mesure qu'ils s'éloignent du chenal d'étiage, afin de former un léger glacis. En moyenne, celle-ci serait de l'ordre de 30 cm à 50 cm par rapport au fond du chenal d'étiage qui sera réglé sur la cote fil d'eau de l'état projet.

A terme, les abords du chenal d'étiage seront plantés d'hélophytes. En recul, les atterrissements seront laissés à nu, afin de favoriser leur reprise lors de crues morphogènes.

Les terrassements de la nouvelle section d'écoulement imposent moins de reculer le trait de berge (même si cela reste une réalité à certains endroits) que d'abaisser le niveau de terrain en créant des risbermes d'accompagnement en pente douce, de coucher certain talus et d'en protéger certains autres avec des techniques appropriées (végétales ou minérales).

Les mouvements de terre globaux pour ces travaux ont été estimés à 84 000 m³ de déblais et un peu moins de 4 000 m³ de recharge sédimentaire (issue du criblage) en remblais.

Ces terrassements imposent de supprimer ou modifier certains aménagements en place (exutoire de la conduite, enrochements de berge, bétonnage divers). Ceux-ci seront détaillés en phase Projet.

Enfin, il sera nécessaire, en préalable aux travaux de terrassement, de poser des repères de nivellement afin de suivre le calage altitudinal des différentes phases de réalisation (fond de forme de la rampe, pose des atterrissements ...) sur l'ensemble de la durée de réalisation.

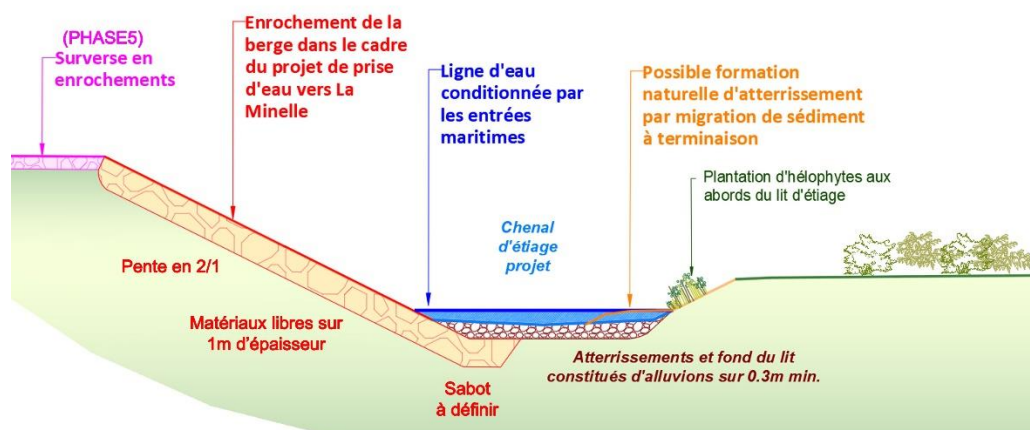
Les systèmes de protection :

La protection renforcée des talus ne concerne que quelques secteurs spécifiques. Ce sont généralement des secteurs de talus pour lesquels le recul de la berge n'était pas possible. Ce faisant, la pente reste forte et a besoin d'être renforcée pour résister à la puissance du cours d'eau en crue.

Le terrassement précédent a formalisé des surfaces de pose compatibles aux techniques à installer.

Sur ce site, on distingue 2 types de renforcement du talus, l'une en enrochements libres et l'autre en génie végétal de type géotextiles renforcés.

Concernant les **enrochements libres**, il s'agit du talus, en position aval rive gauche, qui devra accueillir l'ouvrage de connexion vers la Minelle. A ce stade, la berge est normalement déjà partiellement équipée d'enrochement. Le travail consiste à vérifier si les éléments en place sont compatibles avec la nouvelle morphologie du lit sur ce secteur et d'apporter les corrections nécessaires en cas d'écart avec le profil recherché (ci-dessous).



Des éléments plus détaillés concernant les travaux de reprise seront ajoutés en phase Projet.

Les **géotextiles renforcés** sont des nattes filtrantes faites de matériaux synthétiques ou naturels (jute, coton). Ils peuvent être tissés ou non-tissés et offrir des degrés de perméabilité, de résistance et d'allongements variés. Le développement de ces divers géotextiles a permis d'accroître la solidité à court terme des ouvrages d'écotechnologie, particulièrement là où les contraintes physiques sont importantes.

Le géotextile en fibre de coco est un filet constitué de fibres de coco tressées offrant une très bonne résistance mécanique temporaire, une très bonne perméabilité et assure, du fait de son épaisseur importante, une bonne protection contre l'érosion des sols. De plus, il favorise, du fait de son caractère hydrophile, la germination des semis et permet, dès le développement des végétaux, une bonne répartition des contraintes dans l'enracinement.

Il reste efficace assez longtemps, jusqu'à ce que l'enracinement des plantes ait stabilisé le terrain.

Le géotextile en fibre de coco est mis en œuvre en surface des remblais de terre arable et avant semis ou plantation.

Parmi les déclinaisons possibles de produits utilisant les géotextiles en fibre de coco, on peut citer le Geomat NAG C350 développé par AquaTerra Solution. C'est un assemblage de 2 grilles synthétiques enfermant une géogrille tridimensionnelle ondulée, associée à un enchevêtrement de fibres de coco.

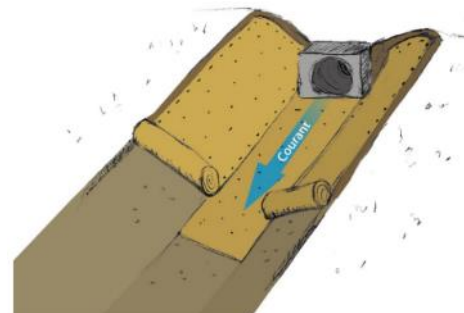
On privilégiera la version pré-ensemencée incluant un mélange semences/fertilisants/micro-organismes retenu par un film papier.

La natte sera livrée en rouleau de [1,20 x 25 m] ou [2,40 x 25 m] et sera plaquée au sol à l'aide de crochets métalliques en forme de J de 4 mm de diamètre d'une longueur [de 20 cm Type FP200] ou [de 30 cm Type FP300] ou [de 40 cm Type FP400] en fonction des préconisations par secteur.

La natte renforcée sera mise en place sur une surface qui aura préalablement été préparée : le sol sera nivelé et suffisamment compacté. Il sera débarrassé de tout ce qui pourrait gêner le bon placage de la natte sur le sol nu (grosses pierres, racines, branches, végétation ...).

Une tranchée de 15 cm x 15 cm est réalisée parallèlement à la pente au début de la zone à protéger pour l'ancrage de la natte. Une fois l'ancrage de départ effectué, les rouleaux sont déroulés perpendiculairement à la pente (voir schéma).

Le recouvrement entre chaque bord et extrémité de lé sera de 10 cm minimum et respectera le sens d'écoulement des eaux, afin d'éviter tout risque d'arrachement de la natte par le courant ou le ruissellement.



La natte sera fixée au sol à l'aide de crochets métalliques implantés selon les préconisations du fabricant. Un soin particulier devra être apporté aux fixations installées au niveau des zones de recouvrement.

La végétalisation par ensemencement et la plantation d'arbustes :

Une fois les travaux de terrassement terminés et les surfaces de protection mises en place, l'ensemble des risbermes du site doivent être végétalisées, ainsi qu'une grande partie des talus.

Le talutage doux des risbermes et talus mis en place est compatible à un ensemencement global des surfaces du site.

L'ensemencement est une technique de stabilisation en surface de l'ensemble de la berge, par dispersion de graines d'espèces herbacées, réalisée manuellement ou hydrauliquement. Cette technique est surtout utilisée pour limiter l'érosion superficielle, notamment par ravinement.

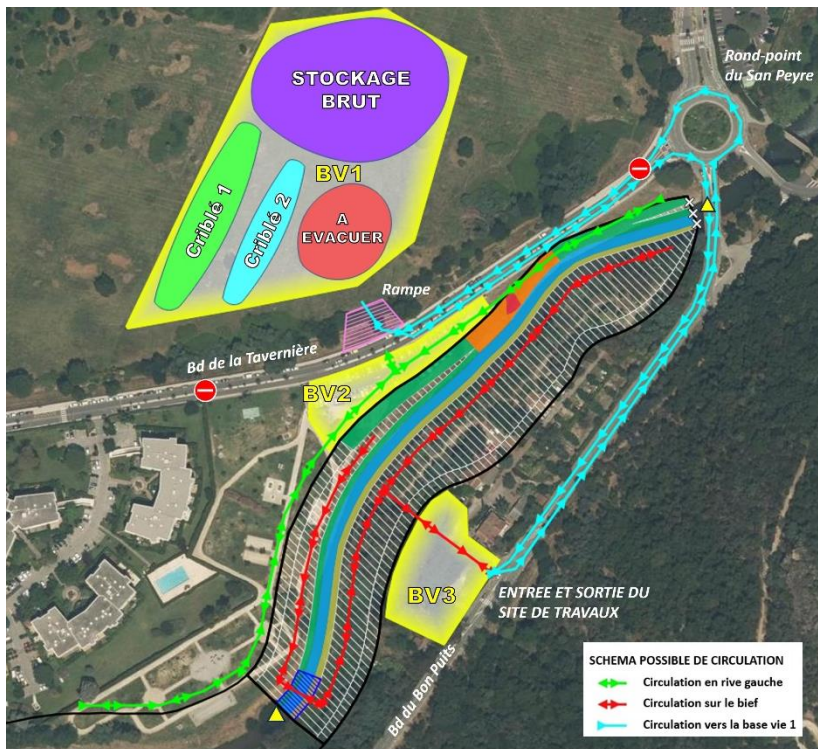
Le mélange grainier, souvent essentiellement composé de graminées, doit néanmoins comporter une proportion de 3 à 10% de légumineuses surtout lorsqu'un effet stabilisateur important est attendu. Les graminées et les légumineuses présentent une excellente complémentarité au niveau de l'utilisation de l'espace aérien et souterrain. Les mélanges comportant une part de légumineuses présentent une meilleure tolérance face à la sécheresse.

Le mélange grainier doit comporter une grande diversité d'espèces (variation des besoins physiologiques entre les espèces), compte tenu que les conditions de croissance sont souvent hétérogènes sur une berge (variation de l'approvisionnement hydrique entre le sommet et le pied de berge par exemple). Une couverture herbeuse diversifiée présente également une valeur écologique supérieure.

L'ensemencement est souvent associé à la pose d'un géotextile biodégradable sur des berges terrassées, de manière à limiter l'érosion superficielle avant le développement complet des herbacées.

Les tapis de graines ont pour avantages une mise en place relativement facile et une protection immédiate car les graines sont protégées du lessivage. Cependant, ils ne sont pas toujours adaptés aux conditions locales au niveau de la qualité des graines. Il existe, sur le marché, divers types de tapis de graines qui diffèrent entre eux par la nature des substrats, l'incorporation d'engrais et les dimensions.

Il est important de ressemer directement après travaux pour éviter le développement de plantes invasives.



ETAPES DES TRAVAUX SUR LE BIEF 1

Pêche électrique de sauvegarde sur le linéaire du bief 1 et mise en place de dispositif limitant le retour des poissons (Δ) + dispositif anti MES (XXXX)

- Travaux de terrassements des risbermes intégrant la piste de circulation temporaire des engins
 - Mise en place d'une rampe de franchissement du lit
 - Travaux de terrassements du lit
 - Travaux de terrassements des berges nues
- A ce stade, les équipes terrassements peuvent théoriquement passer au bief suivant
- Mise en place d'enrochements
 - Mise en place de géonatte renforcée

Les équipes construction peuvent passer au bief suivant

Les dispositifs anti MES et de limitation des poissons, ainsi que la rampe de franchissement du bief 1 sont laissés en place

Normalement les opérations de déboisement et de défrichage ont été faites à l'automne qui précède cette phase du chantier, ainsi que le déplacement de la consoude bulbeuse en amont du site.

Les étapes de terrassement commencent en rive droite, en direction de l'aval pour formaliser le niveau final de la risberme, et en direction de l'amont, pour formaliser la risberme mais aussi arriver rapidement en limite du bief afin de pouvoir installer la **rampe de franchissement** qui permettra de passer en rive gauche.

Les rampes à construire ont été positionnées sur des secteurs favorables, ou généralement préexiste un faciès de radier.

Attention, il convient de construire la rampe en aval du dispositif amont qui aura été mise en place pour limiter le retour des poissons après la pêche électrique de sauvegarde.

Ainsi, pour passer en rive opposée, il convient de créer des rampes de franchissement temporaires sur le cours d'eau. Le calibre des engins mobilisés exclut les solutions légères de type rampe métallique et franchissement en rondins.

On privilégiera une solution busée et terrassé de graves, avec localement un terrassement du chenal actif pour le concentrer sur une faible largeur au droit du franchissement. Les buses installées doivent permettre d'assurer l'écoulement pérenne le temps que la dérivation soit activée.



Les pistes de circulation doivent être calibrées en fonction du cycle de rotation des camions et des possibilités de croisement selon la place disponible. Les schémas présentent une configuration permettant la circulation dans les deux sens, en rive droite et gauche. Néanmoins, la place disponible en rive gauche plus est restreinte. Il conviendra d'adapter la circulation travaux à la

situation rencontrée. La réalisation de plusieurs seuils de franchissement doit permettre de favoriser les déplacements, même en conservant une rive gauche à sens unique.

Une fois la rampe installée, les terrassements de la risberme et des talus peuvent débuter en rive gauche.

C'est également à ce stade que l'on peut commencer les travaux de reprise des morphologies du lit existant en progressant vers l'aval du bief. Dans ce bief, il n'est pas prévu de dérivation des écoulements car nous sommes potentiellement sur un contrôle aval marin et il ne semble pas aisé d'empêcher l'eau de venir à la fois de l'amont et de l'aval.

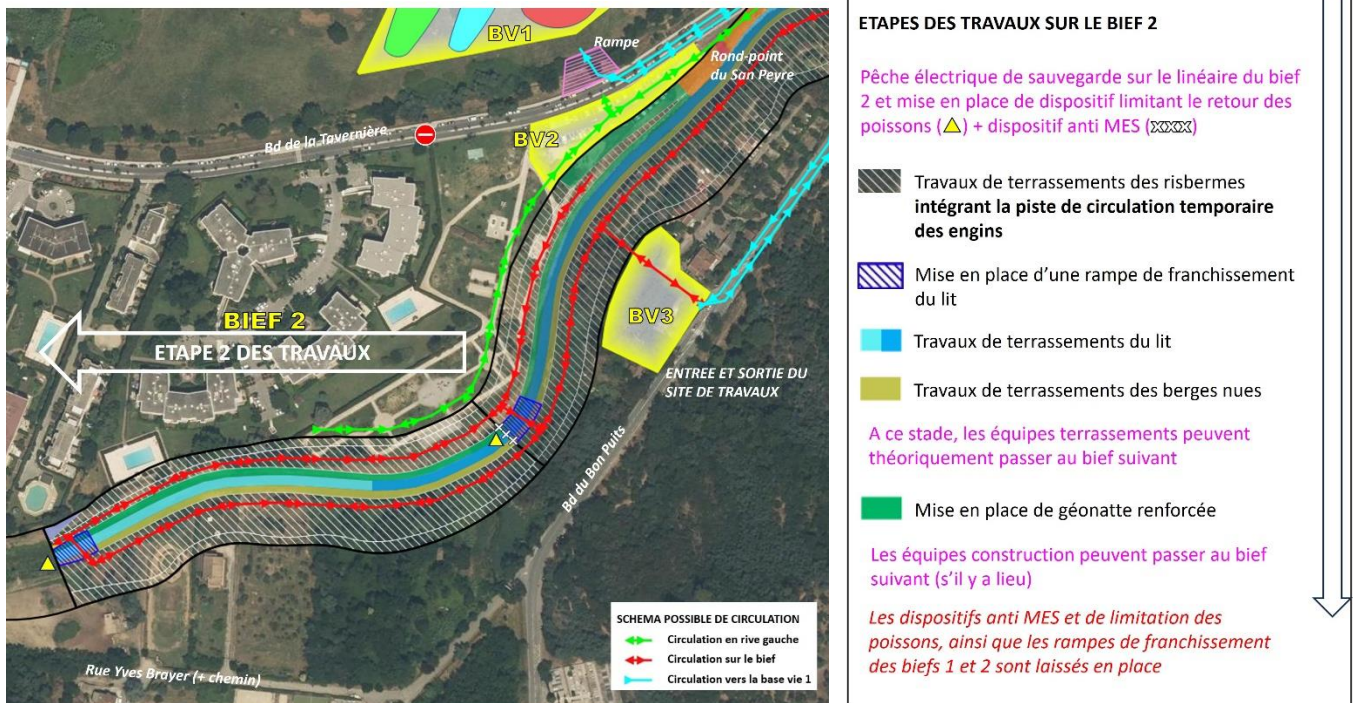
Les travaux de reprise du lit consisteront en un élargissement de la section à partir de la rive droite et un amortissement de la pente des berges en 2/1.

Lorsque les 3/4 (aval) du terrassement sont faits, les équipes dédiées à l'installation des mesures de protection (enrochements et génie végétal) peuvent se mettre au travail selon les modalités présentées précédemment.

A contrario, les équipes de terrassements pourront passer au bief suivant, selon la même logique, après la pêche de sauvegarde et l'installations des mesures spécifiques au bief 2 (poisson, anti-MES).

5.4.2.8. Mode opératoire de la phase 2 (bief 2)

Les travaux sur le bief 2 suivent rigoureusement la même logique que pour le bief 1.



Du fait de l'existence de la rampe du bief 1, les travaux de terrassement peuvent potentiellement progresser en même temps sur les deux rives, sauf si les consignes de circulation sur la zone de travaux impliquent un sens unique de déplacement en rive gauche.

Dans ce cas, il faudra à nouveau progresser vers l'amont du bief 2, en rive droite, pour installer la 2eme rampe de franchissement, qui permettra l'accès à la rive gauche en amont du bief 2 et activera la circulation en rive gauche.

Le fonctionnement des équipes reste le même et la nature des travaux ne change pas à l'exception de la mise en place d'enrochements qui disparaît. Cependant, la déconstruction et l'évacuation d'enrochements en place sont présentes sur ce bief 2.

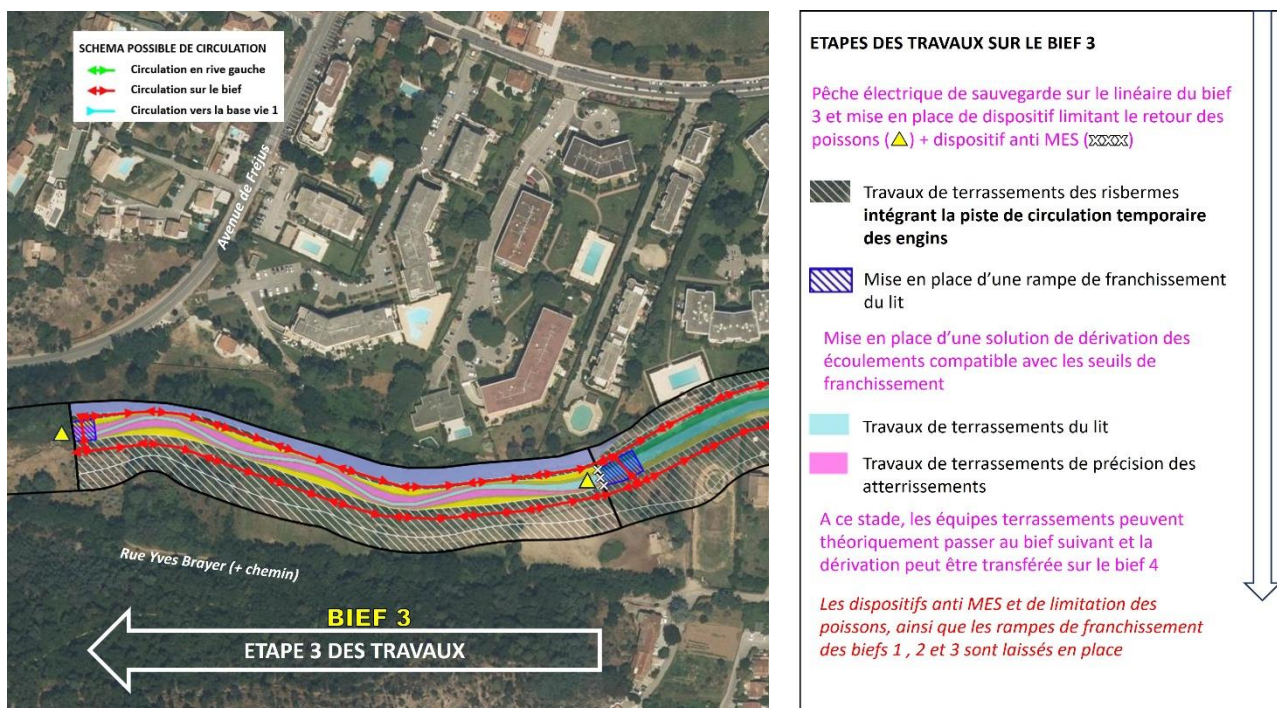
5.4.2.9. Mode opératoire de la phase 3 (bief 3)

Ce bief 3 introduit la création d'un nouveau chenal d'étiage, plus diversifié et sinueux que le chenal existant, avec la pose de nombreux atterrissements, impactant la rive gauche et droite. Cette nouvelle morphologie impose d'installer une dérivation des écoulements afin de pouvoir travailler les morphologies au sec.

Il s'agira d'une buse (taille à préciser) suffisamment souple pour être manipulée et déplacée selon les besoins du terrassement.

Dans la phase initiale de création du nouveau chenal, celui-ci est terrassé en grande forme. Le pipeline peut donc être placé d'un côté puis de l'autre pour permettre le terrassement.

A la mise en place des atterrissements, la logique reste la même, avec un pipeline positionné d'un côté pendant qu'à l'opposé on pose les matériaux, puis on inverse la position pour finaliser les morphologies.



Les autres travaux de terrassement (risberme, talus) restent identiques aux biefs précédents, tout comme la mise en place de la 3eme rampe de franchissement.

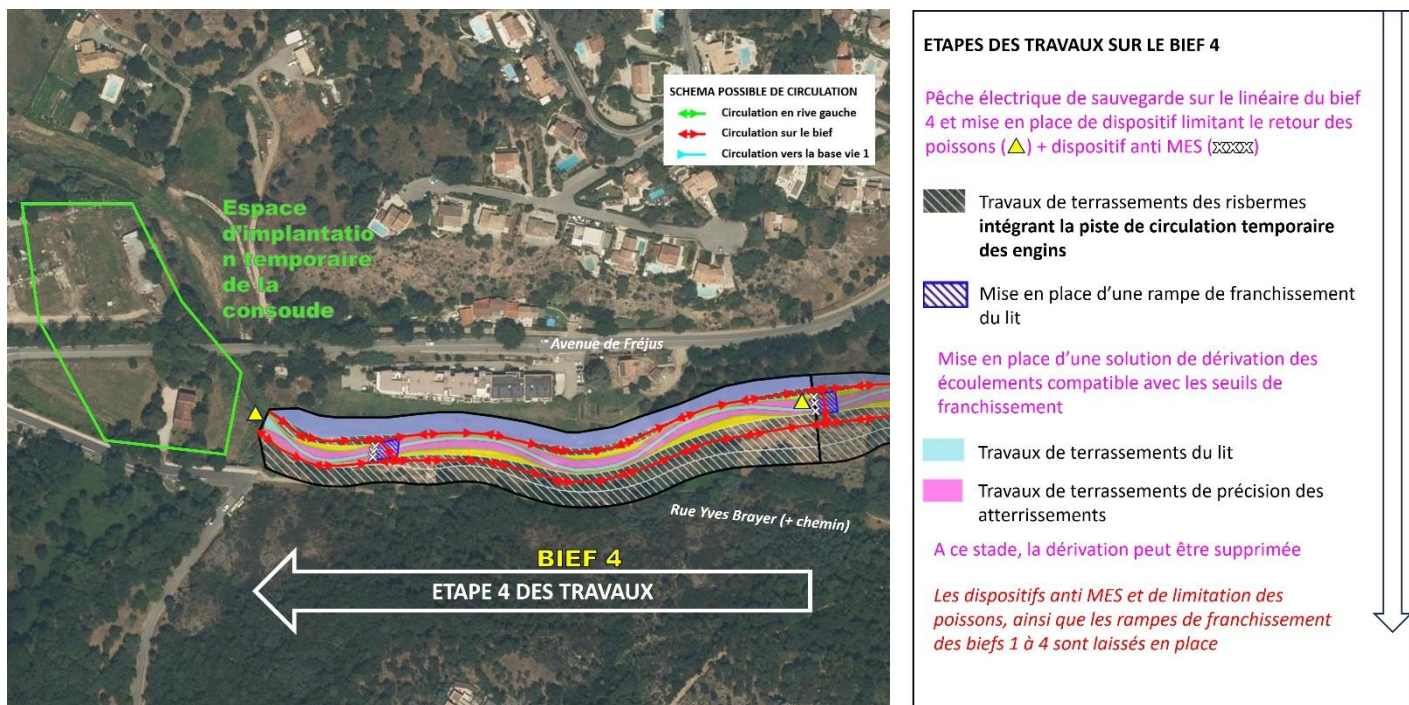
A la fin des travaux de terrassement du lit et des atterrissements on procède à une remise en eau progressive de la section et on déplace la dérivation vers le bief 4.

On pourrait dès à présent débiter la relocalisation de la consoude bulbeuse vers ses sites d'origine sur les biefs 2 et 3 mais à ce stade, la période climatique favorable (automne) n'est sans doute pas arrivée.

Il convient de noter que si les travaux de terrassement venaient à se décaler dans le temps pour se rapprocher de la fin septembre, la réimplantation de la consoude deviendrait possible à ce stade.

5.4.2.10. Mode opératoire de la phase 4 (bief 4)

Les travaux sur le bief 4 suivent rigoureusement la même logique que pour le bief 3.



Une nouvelle rampe de franchissement est installée en amont du bief 4 à l'avancement des travaux de terrassement de la risberme en rive droite.

Une fois la rampe installée, on peut mettre en place la dérivation du chenal, sur la même base constructive que sur le bief 3. Les travaux de terrassement sont les mêmes que précédemment.

A terminaison, la dérivation est supprimée pour mettre en eau la nouvelle configuration du chenal d'étiage.

A ce stade, l'ensemble des travaux de terrassement ont été réalisés, à l'exception de ceux qui seront nécessaires lors de la suppression des rampes de franchissement lors de l'étape 5 à venir.

En effet, lors du retrait des rampes, il faut ajuster la liaison des morphologies en amont et aval du secteur où était implantée la rampe. La berge doit être uniformisée et les atterrissements doivent être retouchés pour garantir une uniformité des morphologies.

Les matériaux issus des rampes (graves) ne pourront pas être valorisés directement sur site comme recharge sédimentaire ou pour compléter un atterrissement car leur nature diffère trop significativement, en théorie, des alluvions communs de rivière. Néanmoins, sans contre-indication

justifiée, c'est une piste de valorisation intéressante pour éviter de ressortir ce volume de matière du lit.

5.4.2.11. Mise en œuvre de la végétalisation sur les nouvelles berges recrées (phase 5)



L'étape 5 marque le retrait progressif du site en partant de l'amont. Le nivellement du terrain est localement repris pour effacer les impacts des pistes de circulation et au droit des rampes de franchissement lorsqu'elles sont supprimées.

La végétalisation se fait en accompagnement de ce retrait, d'abord par une étape d'hydroseeding. Il s'agirait de générer un couvert prairial de l'ensemble des berges retalutées par l'emploi d'un mélange grainier adapté permettant de prendre de vitesse le développement de potentiels espèces exotiques envahissantes (EEE).

Dans un second temps, un mois plus tard, lorsque la période y sera favorable, il s'agirait d'implanter des arbustes sous la formes de bosquets concentrés et diversifiés, étagés sur les berges. L'idée serait de travailler par touches successives sur une durée de plusieurs années, ce sur la base d'un suivi de la revégétalisation spontanée à partir des unités réimplantées.

Si la période le permet, les plants de consoude, initialement mis en réserve à l'amont du site pour les sauvegarder, seront réintroduits sur leur stations initiales.

Il faudra également implanter à proximité du chenal d'écoulement des hélrophytes, sur l'ensemble du linéaire d'écoulement compatible (au moins la moitié amont du site).

5.4.3. Modalités d'exécution sur les secteurs 2 à 5...

A compléter à la suite de l'analyse des réseaux et de la définition des ouvrages GC.

6. ESTIMATION DES COUTS