

REAMENAGEMENT DE LA PRISE D'EAU DE PONT-LA-VIEILLE

Dossier d'avant-projet




Mars 2018

LE PROJET

Client	Communauté de Communes Aubrac Carladez Viadène
Projet	Réaménagement de la prise d'eau de Pont-la-Vieille
Intitulé du rapport	Dossier d'avant-projet

LES AUTEURS

	<p>Cereg Ingénierie Sud-Ouest – 2 rue Pasteur – 12 000 RODEZ</p> <p>Tel : 04.65.75.51.41 - Fax : 05.65.75.51.42 - rodez@cereg.com</p> <p>www.cereg.com</p>
---	--

Réf. Cereg - ER17001

Id	Date	Etabli par	Vérifié par	Description des modifications / Evolutions
V0	Février 2018	Erwan CABON Cyril CRANSAC Julie SAUGNAC	Jacques DE LA ROCQUE	
V1	Mars 2018	Erwan CABON Cyril CRANSAC Julie SAUGNAC	Jacques DE LA ROCQUE	

Certification



Certification



TABLE DES MATIERES

A. CONTEXTE DU PROJET	6
A.I. CONTEXTE DE L'OPERATION	7
A.I.1. Préambule et objectifs	7
A.I.2. Localisation de la zone de travaux	7
A.I.3. Description des ouvrages	8
A.I.4. Fonctionnement hydraulique – état actuel	11
A.I.4.1. Hydrologie	11
A.I.4.2. Construction du modèle hydraulique.....	14
A.I.4.3. Fonctionnement actuel pour les débits usuels et d'étiage	16
A.I.4.4. Fonctionnement actuel en crue	18
A.II. LES AMENAGEMENTS A REALISER	20
A.II.1. Pour la continuité écologique	20
A.II.2. Pour la préservation d'une eau brute de qualité	20
A.II.3. Schéma synthétique.....	21
B. CONSISTANCE DES TRAVAUX.....	22
B.I. AMENAGEMENT DES ACCES AU SITE.....	23
B.II. CONSTRUCTION D'OUVRAGES.....	24
B.II.1. Déflecteur	24
B.II.2. Ouvrage d'alimentation du chenal.....	26
B.II.3. Vanne de fond au seuil actuel.....	29
B.II.4. Reprise cote de déversement du seuil actuel	29
B.I. AMENAGEMENT DU CHENAL.....	30
B.I.1. Renaturation du chenal.....	30
B.I.2. Enrochement des berges	31
B.II. DEPLACEMENT PROVISOIRE DU CAPTAGE	32
C. CONSEQUENCES DU PROJET SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE	33
C.I. REGLES ET LIMITES DE DIMENSIONNEMENT	34
C.II. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DU PROJET	35
C.III. FONCTIONNEMENT POUR LES DEBITS USUELS.....	36
C.III.1. Analyse générale	36
C.III.2. Fonctionnement hydraulique au regard de la continuité piscicole	37
C.IV. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE EN CRUE	38
D. ORGANISATION DES TRAVAUX.....	39
D.I. PRESERVATION DES MILIEUX AQUATIQUES ET GESTION DES EAUX	40
D.I.1. Mesures générales	40
D.I.2. Détails des mesures particulières	40

D.II.	AUTORISATION REGLEMENTAIRE	42
D.III.	PLANNING PREVISIONNEL	42
D.III.1.	Les contraintes d'intervention	42
D.III.2.	Phasage	43
D.III.3.	Planning de réalisation	43
D.I.	EVALUATION FINANCIERE	45
E.	PLANS AVANT-PROJET	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Stations hydrométriques disponibles	13
Tableau 2 :	débits instantanées pour les différentes occurrences de crue aux deux stations hydrométriques	13
Tableau 3 :	Débits naturels retenus au droit du plan d'eau	14
Tableau 4 :	Caractéristiques géométriques du seuil d'alimentation projet	35
Tableau 5 :	Caractéristiques géométriques du micro-seuil secondaire projet	35
Tableau 6 :	Fonctionnement hydraulique au regard de la montaison piscicole	38
Tableau 7 :	Mesures environnementales	40
Tableau 8 :	Rubriques de la nomenclature concernées par le projet	42
Tableau 9 :	Planning prévisionnel des travaux	44
Tableau 10 :	Evaluation financière des travaux	45

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Localisation du projet.....	8
Illustration 2 : Retenue de Pont-la-Vieille	8
Illustration 3 : Seuil de la prise d’eau	9
Illustration 4 : Chenal de dérivation	10
Illustration 5 : Schéma de synthèse – état actuel	10
Illustration 6 : Levés topographiques	11
Illustration 7 : Bassin versant du Siniq et occupation des sols	12
Illustration 8 : Stations à proximité	13
Illustration 9 : Débits usuels naturels au droit du plan d’eau	14
Illustration 10 : Schéma représentant les écoulements 1D (à gauche) et 2D (à droite)	14
Illustration 11 : Vue en plan et en perspective exagérée en Z du maillage 2D en situation actuelle	16
Illustration 12 : Vitesses d’écoulement au module	17
Illustration 13 : Extrait des vitesses d’écoulement pour la crue centennale	18
Illustration 14 : Extrait des hauteurs d’eau et vitesses pour la crue décennale.....	19
Illustration 15 : Schéma de synthèse – état projet.....	21
Illustration 16 : Extrait du modèle hydraulique – crue centennale en état actuel.....	23
Illustration 17 : Accès au chantier	23
Illustration 18 : Schéma de principe de travaux – phase 1.....	25
Illustration 19 : Schéma de principe de travaux – phase 2.....	25
Illustration 20 : Localisation du méandre.....	26
Illustration 21 : Profils en long projet.....	26
Illustration 22 : Profils en travers schématique de l’ouvrage principal.....	27
Illustration 23 : Profils en travers schématique de l’ouvrage principal.....	28
Illustration 24 : Reprise du seuil actuel	29
Illustration 25 : Profil en travers type du chenal	30
Illustration 26 : Renaturation chenal.....	31
Illustration 27 : Vue en perspective (exagérée en Z) du maillage 2D en situation projet	34
Illustration 28 : Profils en travers de l’ouvrage de régulation projet	35
Illustration 29 : Profils en travers du micro-seuil secondaire projet	36
Illustration 30 : Vitesses et sens découlement au 20 ^{ième} du module en situation actuelle et projet.....	36
Illustration 31 : Vitesses et sens découlement au module en situation actuelle et projet	37
Illustration 32 : Différence de hauteur d’eau pour la crue centennale et décennale	38
Illustration 33 : Exemples de barrages filtrants.....	41
Illustration 34 : Batardeaux et barrages filtrants	41
Illustration 35 : Débit moyen mensuel du Siniq (Source : station de suivi Véolia, 2012-2015).....	42
Illustration 36 : Phasage des travaux.....	43

A. CONTEXTE DU PROJET



A.I. CONTEXTE DE L'OPERATION

A.I.1. Préambule et objectifs

La Communauté de Communes assure par l'unité de distribution-UDI du Carladez l'alimentation en eau potable des communes de Brommat, Lacroix-Barrez, Mur-de-Barrez, Murols, Taussac, Thérondels et Saint-Hippolyte.

La Communauté de Communes exploite une unique ressource pour l'alimentation de cette UDI :

- La Communauté de Communes dispose d'une autorisation administrative (Déclaration d'Utilité Publique) de 1966.
- L'usine d'eau potable a été mise en service en 1968,
- **Une ressource unique : une prise d'eau réalisée par exhaure sur le plan d'eau du Pont de la Vieille situé sur le cours du Siniq, commune de Thérondels,**
- Un pompage actuel par 2 pompes immergées de 150 m³/h pour refoulement jusqu'à l'usine,
- Un système de traitement par coagulation, floculation décantation, filtration et désinfection au chlore gazeux en entrée et sortie du réservoir,
- Un rejet au milieu naturel sans traitement.

La Communauté de Communes a décidé pour répondre à ses besoins futurs et aux nouvelles réglementations de construire une nouvelle usine de potabilisation et de modifier la prise d'eau.

Dans le cadre de la démarche administrative, le cabinet CEREG Ingénierie a été mandaté pour la réalisation des dossiers administratifs et d'une étude technique avant-projet pour le réaménagement de la prise d'eau de Pont-la-Vieille.

Le réaménagement, détaillé dans le présent dossier, a été défini afin de répondre à deux objectifs clés :

- Restaurer la continuité écologique (piscicole et sédimentaire),
- Garantir une eau brute de qualité pour l'usine de production d'eau potable.

Concernant le 1^{er} point, il est nécessaire de rappeler que l'ouvrage, identifié sous le code ROE 4232, est classé « Grenelle ».

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement, un plan national de restauration de la continuité écologique des cours d'eau a été engagé par l'Etat et les établissements publics, en date du 13 novembre 2009.

Il constitue un cadre pour la mise en œuvre d'action de connaissance et de restauration sur les ouvrages identifiés comme les plus impactant sur la continuité piscicole et sédimentaire. Cela oblige donc à une action de restauration de la continuité par le propriétaire de l'ouvrage.

Le seuil de la prise d'eau de Pont-la-Vieille fait partie de cette liste et est donc un ouvrage prioritaire pour la restauration continuité écologique.

Concernant le 2^{ème} point, la prise d'eau est réalisée dans un plan d'eau alimenté en totalité par le Siniq. Cela permet d'avoir une circulation d'eau dans l'ensemble de la retenue et donc de limiter d'éventuels effets d'eutrophisation ou d'augmentation de la thermie en période estivale, préjudiciable pour le traitement. L'aménagement doit donc garantir une bonne circulation de l'eau dans la retenue, notamment en période d'étiage. A noter que c'est également durant la période estivale que la demande en eau est la plus importante.

A.I.2. Localisation de la zone de travaux

La prise d'eau se réalise sur un plan d'eau, nommé le « plan d'eau de Pont de la Vieille », situé sur la commune de Thérondels (12). Le bras de dérivation (concerné par les travaux de réaménagement) se situe sur la commune de Narnhac (15). Le plan d'eau se situe sur le cours d'eau du Siniq affluent de la Bromme (Bassin versant de la Truyère).

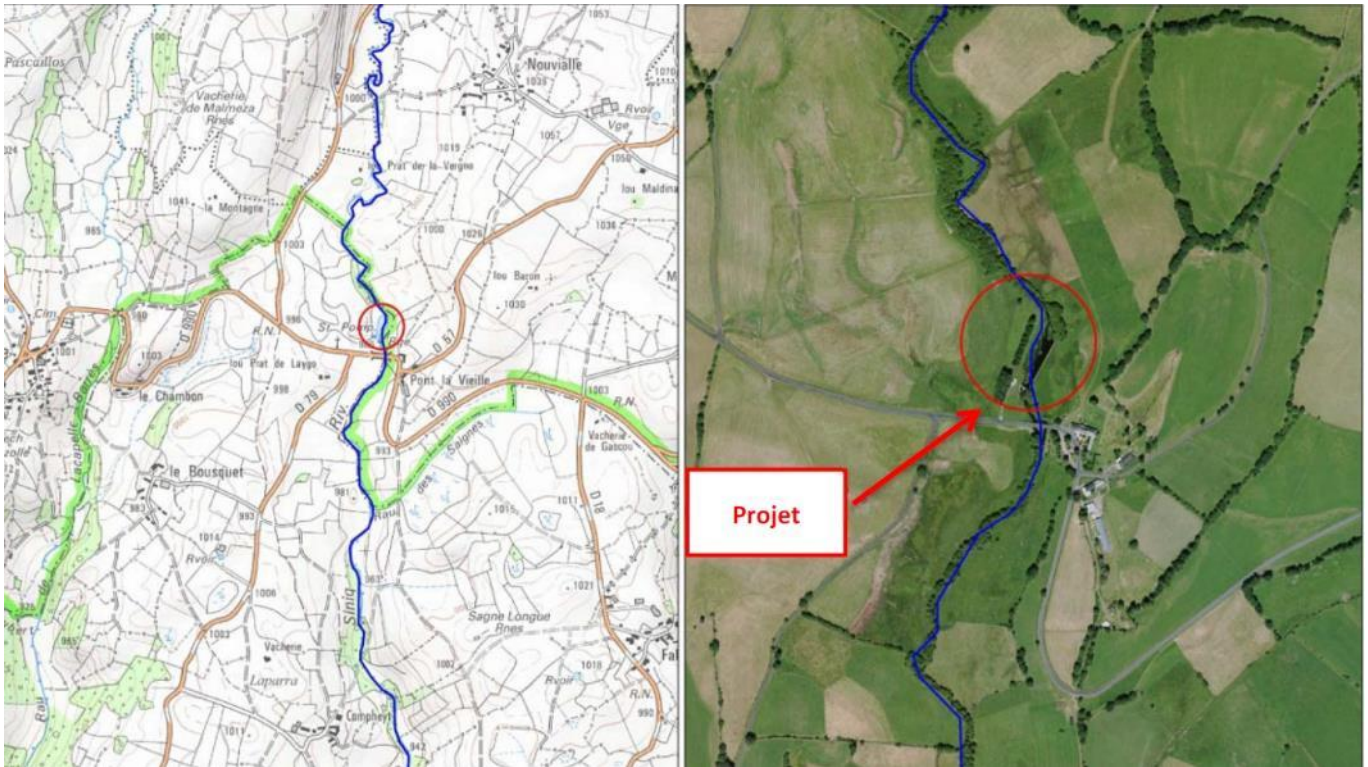


Illustration 1 : Localisation du projet

A.I.3. Description des ouvrages

La prise d'eau (non visé par le présent dossier AVP)

Le dispositif de prélèvement des eaux brutes sur le Siniq au niveau de Pont-la-Vieille est le suivant :

- Vanne guillotine et conduite de liaison avec le plan d'eau sur une distance d'environ 15 ml,
- 2 pompes immergées refoulant vers l'usine de traitement (projet de changement des pompes),
- 1 local technique pour l'armoire, le puits et les pompes.

A noter que le projet global prévoit la modification du système de pompage.

Caractéristiques de la retenue

La retenue de Pont-la-Vieille présente les caractéristiques suivantes :

- Profondeur maximum : 2m,
- Surface : 1 900m²,
- Volume approché : 3 000m³.



Illustration 2 : Retenue de Pont-la-Vieille

Le mur de soutènement (non visé par le présent dossier AVP)

Le mur est situé en rive gauche de la retenue de la prise d'eau. Ses caractéristiques géométriques sont les suivantes :

- Linéaire du mur : 81 m,
- Largeur du mur : 0.90 m,
- Hauteur du mur depuis le fond de l'eau : 1.30 m,
- Hauteur du mur en dessus le TN : 0.20 m,
- Matériaux de construction : béton.

A noter que le projet global prévoit la reprise du mur afin de répondre aux problèmes d'étanchéité dû à l'état actuel du génie civil.

Le seuil

Le seuil est implanté perpendiculairement au lit du Siniq. Les dimensions sont les suivantes :

- Largeur : 0.35 m à la crête, 1.6 m à la base,
- Longueur : 12 m,
- Encoche pour débit d'étiage : 1 m de large pour une hauteur de 0.15 m ,
- Rampe aval en béton d'environ 4 m de longueur,
- Hauteur de chute au module : 1.3 m,
- Matériaux de construction : béton,
- Vanne de vidange non étanche côté rive droite,
- Station de mesure des débits gérée par l'exploitant Veolia eau,
- Un enrochement bétonné d'environ 10m lié au seuil à l'aval immédiat en rive droite de la berge du Siniq,
- Le seuil n'est équipé d'aucun système de franchissement piscicole de type passe à poisson.



Illustration 3 : Seuil de la prise d'eau

Le chenal de dérivation

Afin de pouvoir dériver les eaux lors de l'opération de curage de la retenue en 2014, un canal de dérivation a été creusé en rive gauche du Siniq et a été conservé dans sa plus grande partie (excepté l'amont)

Il part de l'amont de la retenue pour se reconnecter au Siniq à l'aval immédiat du seuil en rive gauche.

Ses dimensions (selon le plan de récolement datant de 2014) sont les suivantes :

- Longueur : 95 m,
- Largeur de fond moyenne : 3.50 m,
- Largeur au miroir moyenne : 8 m,
- Profondeur : 0.90 m.

Le chenal est aujourd'hui déconnecté de la rivière car la brèche réalisée dans la berge en amont du plan d'eau a été refermée. On observe toutefois encore des écoulements car le canal récolte les eaux ruisselantes des zones humides des prairies du dessus mais également les eaux de fuite du mur.

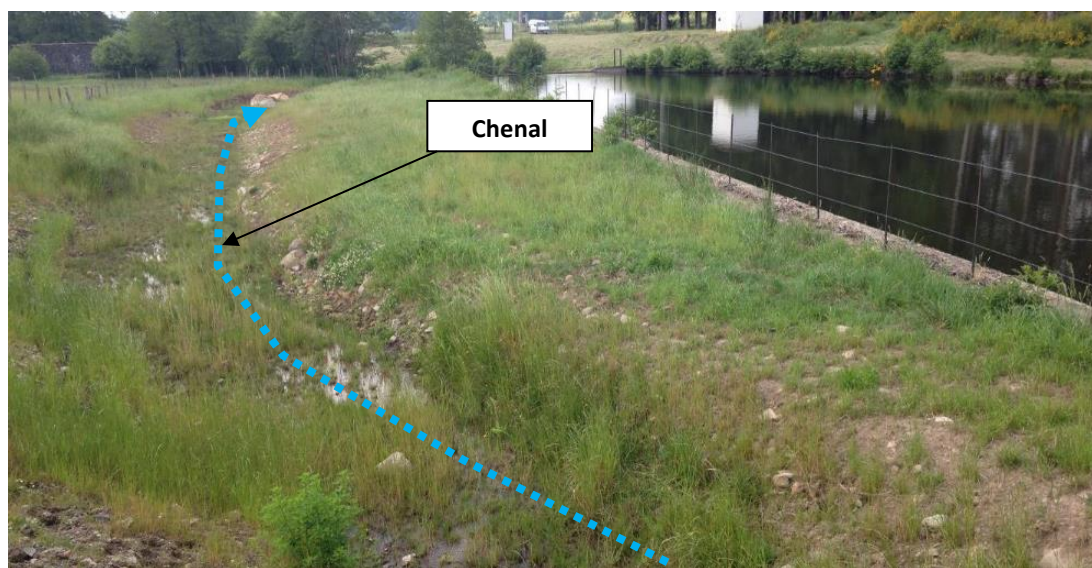


Illustration 4 : Chenal de dérivation

Synthèse

Le schéma suivant permet de repositionner l'ensemble des infrastructures en lien avec la prise d'eau de Pont-la-Vieille :

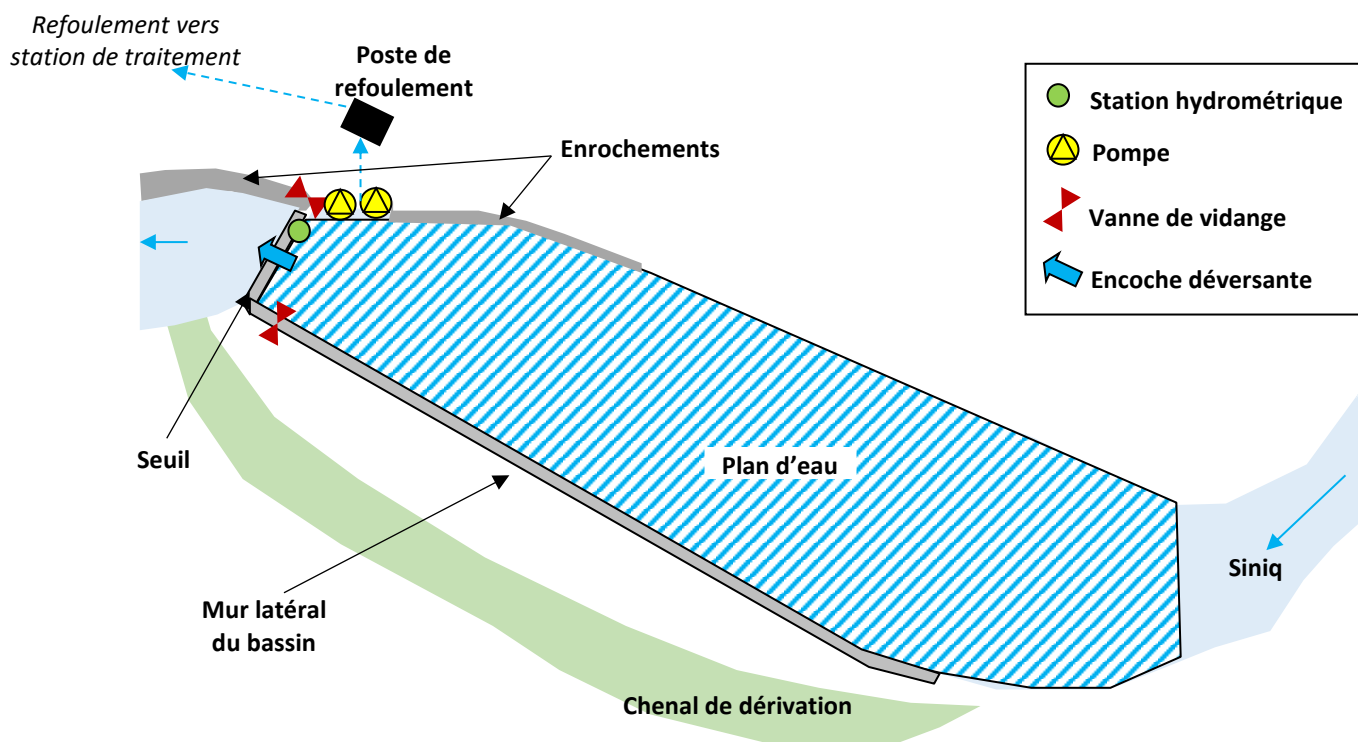


Illustration 5 : Schéma de synthèse – état actuel

A.I.4. Fonctionnement hydraulique – état actuel

Afin de caractériser le fonctionnement du Siniq, du plan d'eau et du seuil, mais également de permettre de dimensionner précisément les différents ouvrages et objets du projet (vis-à-vis des lignes d'eau, des vitesses, des forces tractrices, de la continuité piscicole et sédimentaire...), il est mis en place une simulation mathématique des écoulements.

Les données de base permettant le montage et l'exploitation de ce modèle hydraulique sont les levés topographiques (voir illustration suivante) ainsi que les débits du Siniq (pour l'étiage, les débits usuels et les crues), objet du chapitre suivant.



Illustration 6 : Levés topographiques

A.I.4.1. Hydrologie

Le cours d'eau du Siniq ne dispose pas de station hydrométrique connectée au réseau national de la banque HYDRO.

Au droit du plan d'eau, **le Siniq a une superficie de 23 km²**. L'occupation des sols du bassin versant est majoritairement composée de forêt et de prairies.

A.I.4.1.1. Estimation des débits usuels et d'étiage

La seule station existante est la station d'exploitation de Véolia mise place depuis 2009 pour suivre les débits après prélèvement. Cette station située sur le seuil du plan d'eau permet de mesurer les débits usuels mais ne permet pas d'évaluer les débits de crue. De plus, la faible longueur de la chronique de mesure disponible (5 ans) limite la fiabilité des analyses statistiques sur les débits, en particulier pour les étiages sévères. Le débit moyen naturel reconstitué est d'environ 840 l/s.

En complément, l'Irstea a réalisé, pour le compte de l'Agence de l'Eau Adour Garonne en 2014, une estimation du débit moyen annuel (899 l/s) et du QMNA₅ (62 l/s).

Halieutilot a défini en 2011 le Débit Minimum Biologique à 120 l/s à l'aval de la prise d'eau.

A.I.4.1.2. Estimation des débits de pointe

L'objectif est de déterminer les débits de crue au droit du secteur d'étude pour l'occurrence de référence à savoir l'occurrence centennale. Le bassin versant du Siniq représente une superficie de plusieurs kilomètres carrés.

En conséquence, les méthodologies traditionnelles d'estimation des débits de pointe par des formules empiriques sont en limite de leurs domaines d'application.

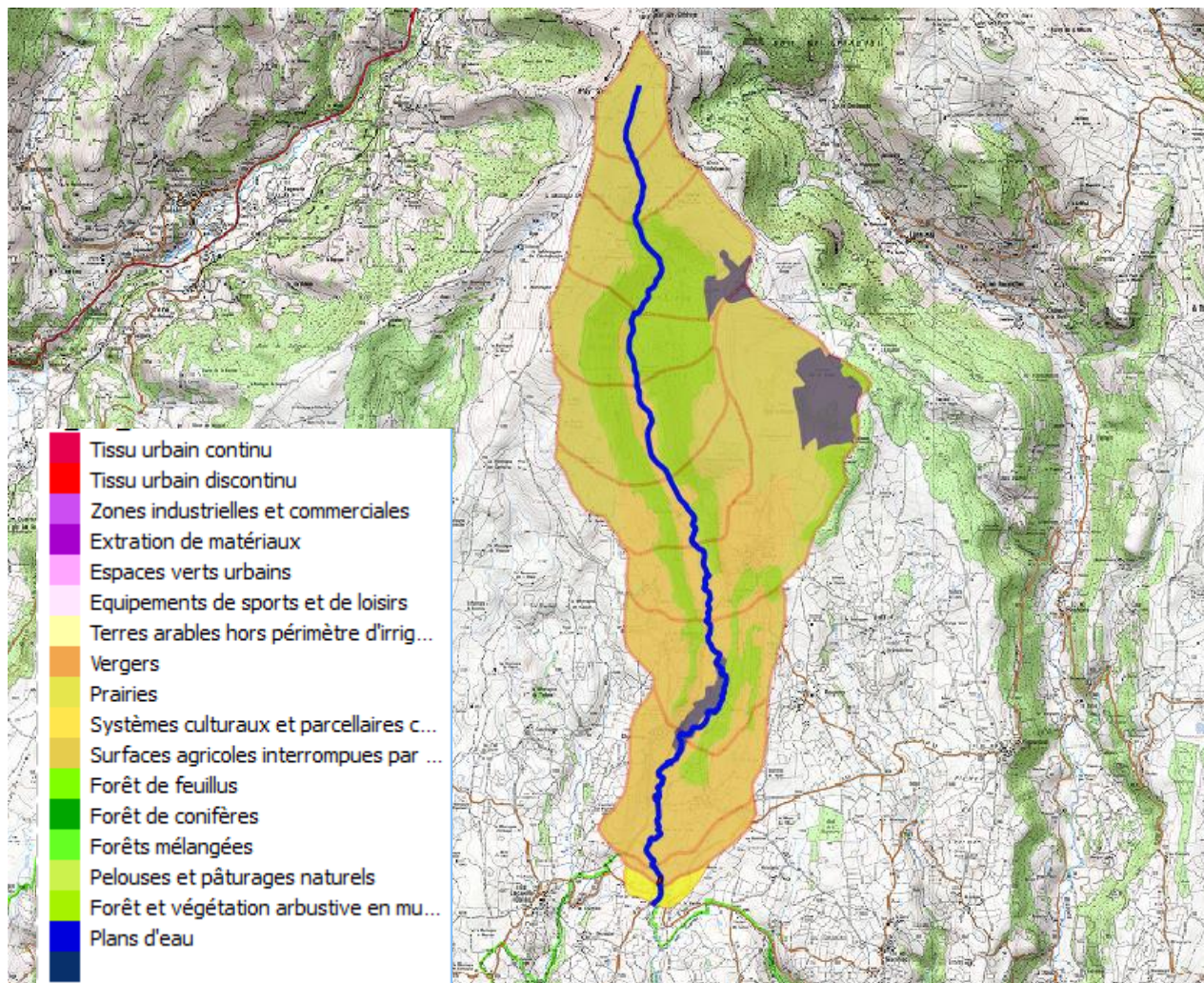


Illustration 7 : Bassin versant du Siniq et occupation des sols

Sur un bassin versant non jaugé de ce type, il est plutôt préférable de reconstituer les débits via la **formule de Myer** qui est applicable dès lors que l'on dispose de données hydrométriques sur un cours d'eau voisin jaugé comparable (typologie, hydrométrie, pluviométrie, superficie, ...). Le débit de la crue de référence retenu au droit d'une station hydrométrique jaugée est rapporté au droit du point par interpolation :

$$Q_T = Q_{T\ BV\ Connue} \times \left(\frac{S_{BV}}{S_{BV\ connue}} \right)^\alpha$$

Avec :

- Q_T : Débit de référence T en m³/s du bassin versant donnée à étudier ;
- $Q_{T\ BV\ Conn}$: Débit de référence T en m³/s du bassin versant connu ;
- S_{BV} : Surface en km² du bassin versant à étudier ;
- $S_{BV\ connue}$: Surface en km² du bassin versant connu ;
- α = Coefficient de Myer comprise entre 0.5 et 1

D'après la bibliographie, pour la France Métropolitaine, une valeur de 0.8 est pertinente pour α .

Pour l'occurrence centennale, une analyse complémentaire est nécessaire : les débits sont reconstitués par un Gradex.

Plusieurs stations sont présentes à proximité du bassin versant du Siniq.

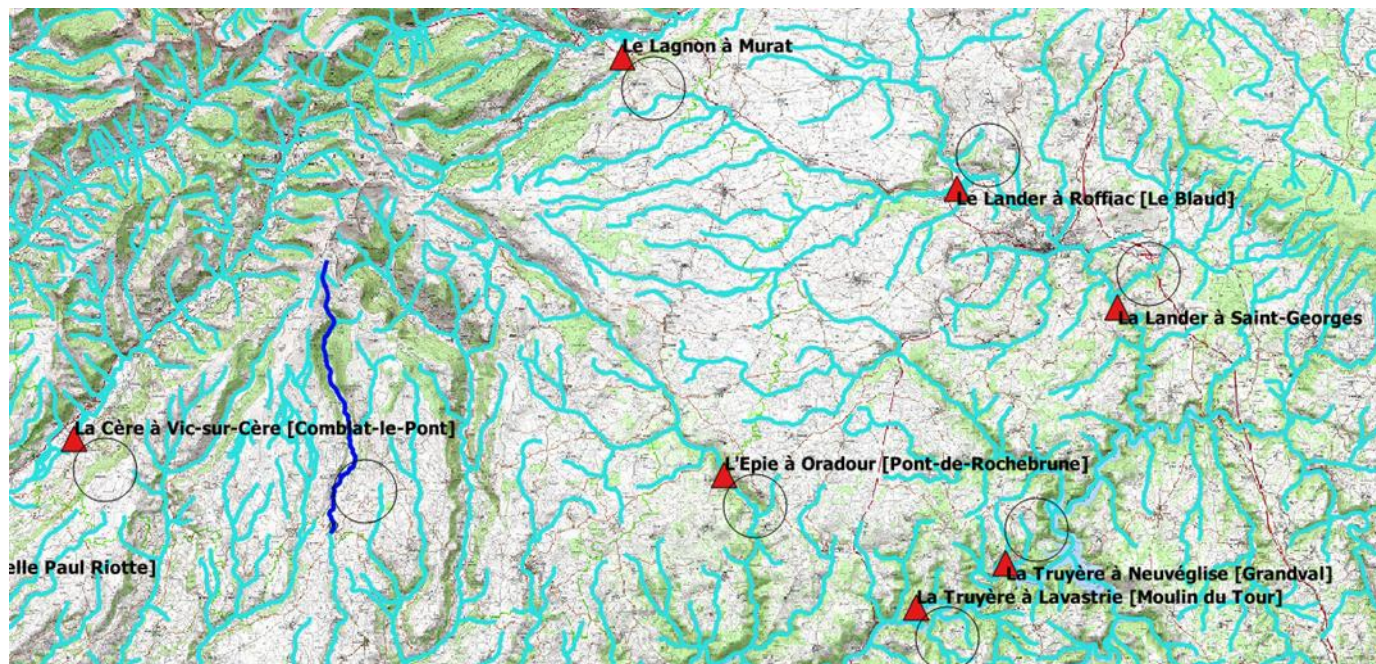


Illustration 8 : Stations à proximité

Les trois stations les plus proches et dont la taille du bassin versant est du même ordre de grandeur sont les suivantes :

Code station	Nom station	En service	Bassin versant (km ²)	Nombre de données disponibles	Valeur des Qix et occurrence
O7535010	L'Epie à Oradour (affluent de la Truyère)	Oui	63.5	24 ans	2 ans à 50 ans
K2506010*	Le Lagnon à Murat	Non	21	18 ans	2 ans à 20 ans
P1712910	La Cère à Vic sur Cère (affluent de la Dordogne)	Oui	88	59 ans	2 ans à 50 ans

Tableau 1 : Stations hydrométriques disponibles

* La station du Lagnon n'étant plus en service, les données ne seront pas utilisées dans la suite de l'étude.

Les débits statistiques des deux stations restantes sont les suivantes :

Période de retour	Q EPIE		Q CERE	
	(m ³ /s)	(m ³ /s/km ²)	(m ³ /s)	(m ³ /s/km ²)
5	30.00	0.47	86.00	0.98
10	39.00	0.61	100.00	1.14
20	47.00	0.74	110.00	1.25
50	58.00	0.91	130.00	1.48

Tableau 2 : débits instantanées pour les différentes occurrences de crue aux deux stations hydrométriques

Les débits spécifiques de la Cère et de l'Epie ne sont pas similaires. Même si la station de la Cère est la plus proche et dispose d'une chronique plus profonde, **il est retenu d'utiliser les données de la station de l'Epie** jugée plus représentative du fait de sa taille de bassin versant moins importante et de sa localisation (affluent de la Truyère).

A.I.4.1.3. Débits retenus

Les données retenues au droit du plan d'eau sont donc les suivantes :

Débits usuels et d'étiage	Débit naturel du Siniq au droit du plan d'eau (m ³ /s)	Débits de pointe de crue	Débit naturel du Siniq au droit du plan d'eau (m ³ /s)
1/20 module	0.045	5 ans (Myer)	14
1/10 module	0.090	10 ans (Myer)	18
DMB	0.120	20 ans (Myer)	21
Module	0.900	50 ans (Myer)	26
2x module	1.8		
3x module	2.7	100 ans (Gradex)	78

Tableau 3 : Débits naturels retenus au droit du plan d'eau

On comparera les débits statistiques et débits biologiques précédemment définis aux débits moyens mensuels naturels reconstitués à partir des données de la station de la prise d'eau :

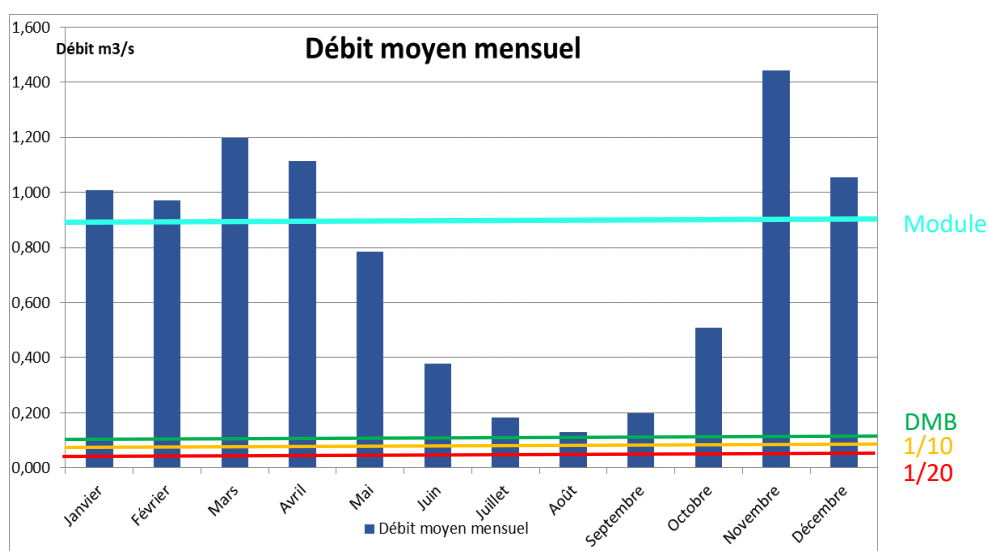


Illustration 9 : Débits usuels naturels au droit du plan d'eau

A.I.4.2. Construction du modèle hydraulique

A.I.4.2.1. Le choix du type de modélisation

Les écoulements sont usuellement considérés à composantes 1D ou 2D (cf. Illustration suivante).

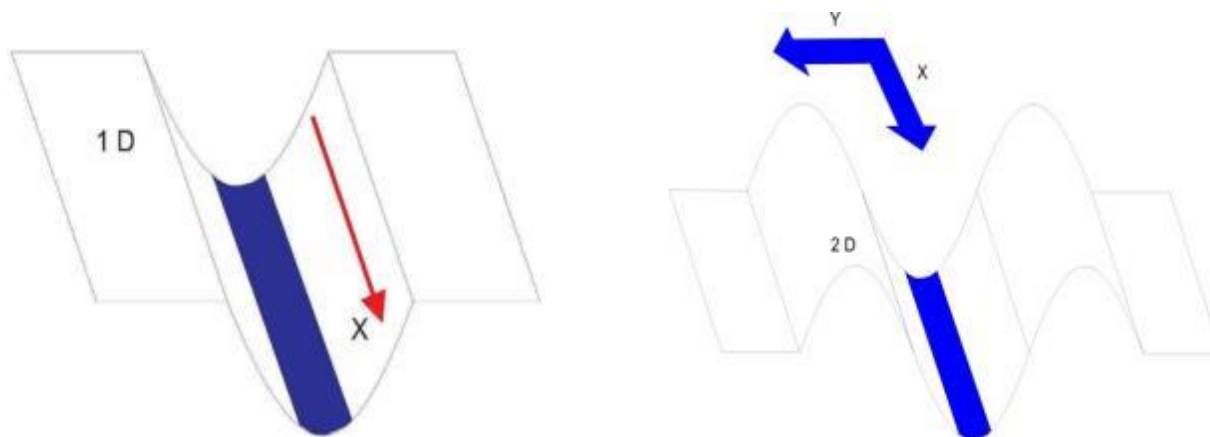


Illustration 10 : Schéma représentant les écoulements 1D (à gauche) et 2D (à droite)

L'utilisation d'un modèle hydraulique 1D (une direction d'écoulement) est justifiée lorsque les écoulements s'effectuent selon un axe préférentiel (axe parallèle au lit mineur), alors que lorsque les écoulements se font selon des axes non parallèles entre eux, on préférera un modèle 2D (2 direction d'écoulement). En complément, le modèle 2D permet de bien représenter la distribution des champs de vitesses et les variations transversales de la ligne d'eau (accélération des écoulements à l'extrados d'un méandre, circulation non linéaire dans un plan d'eau, ...).

La zone d'étude en état actuel ne présente pas de spécificité justifiant un modèle complexe : pour les débits usuels comme en crue, le lit mineur et l'encaissant de la vallée est plutôt rectiligne et le Siniq est intercepté par des ouvrages « hydrauliquement simples » (le seuil avec encoche et le pont).

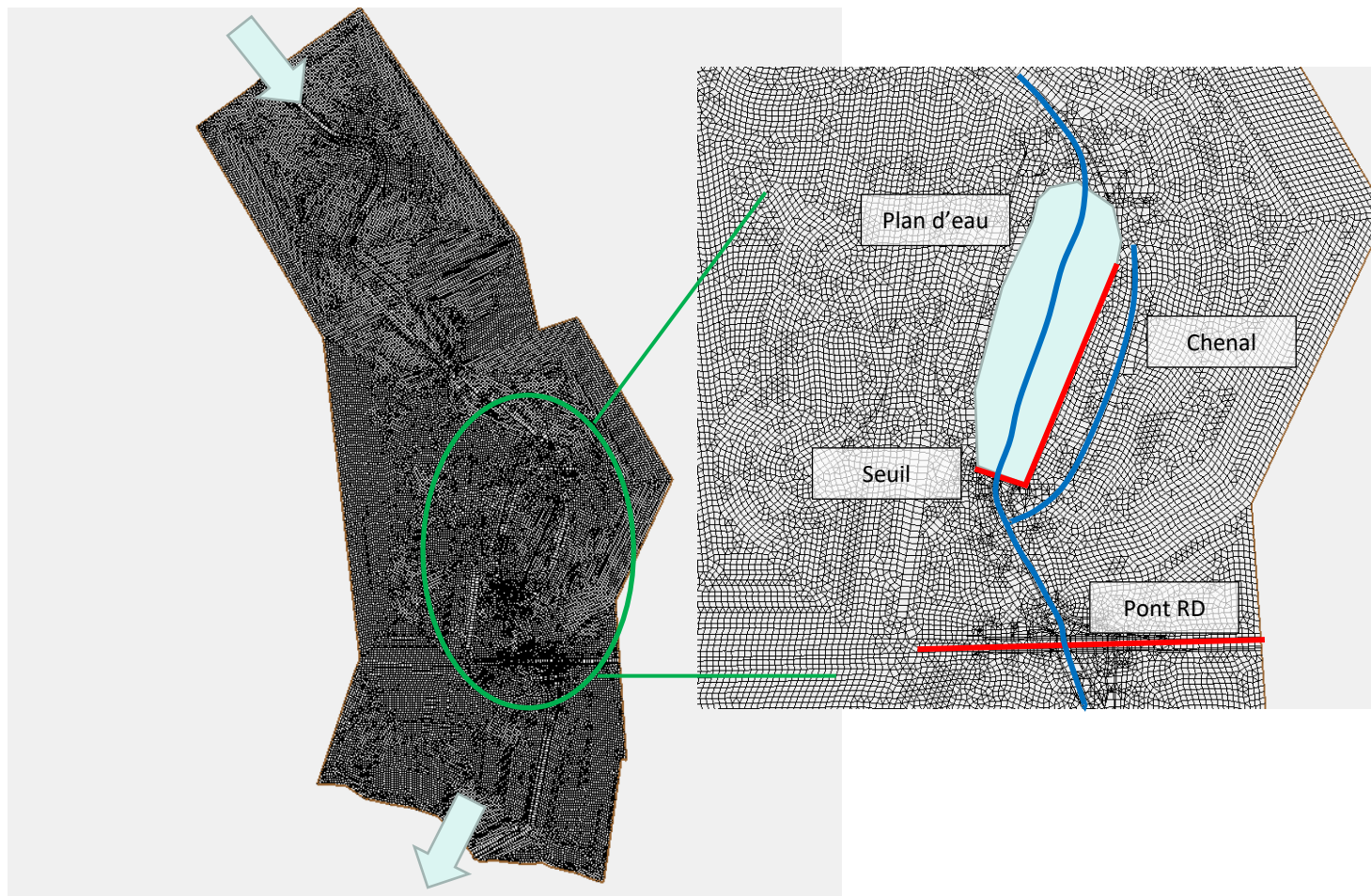
En revanche, c'est plutôt **les réflexions sur l'état projet qui incitent au choix d'un code de calcul 2D**. En effet, l'utilisation du chenal parallèle au plan d'eau avec divergence des écoulements, les problématiques sédimentaires et de température (brassage) pourront être alors étudiées plus finement qu'avec un code de calcul 1D.

Le code de calcul 2D utilisé par CEREG Ingénierie est SW2D. Il est développé par le laboratoire HYDROSCIENCES de Montpellier. Ce code a été retenu car il gère les fronts secs (secteurs non en eau en début de calcul) et il résout à chaque pas de temps l'ensemble des équations 2D du système de Barré-de-Saint-Venant. Une présentation du logiciel utilisé est proposée en annexe.

A.I.4.2.2. Maillage de la zone d'étude

Le modèle mathématique utilisé s'appuie sur un maillage de l'espace élaboré à partir des différents points topographiques et complété localement par des observations de terrain. Il permet de prendre en compte les éléments structurants principaux du secteur : les voiries, les talus, les remblais nécessaires à la bonne description du fonctionnement hydrodynamique de la zone d'étude.

Dans le cas d'espèce **un maillage fin** (pas d'espace de 2m) a été réalisé, composé d'environ 43800 mailles.



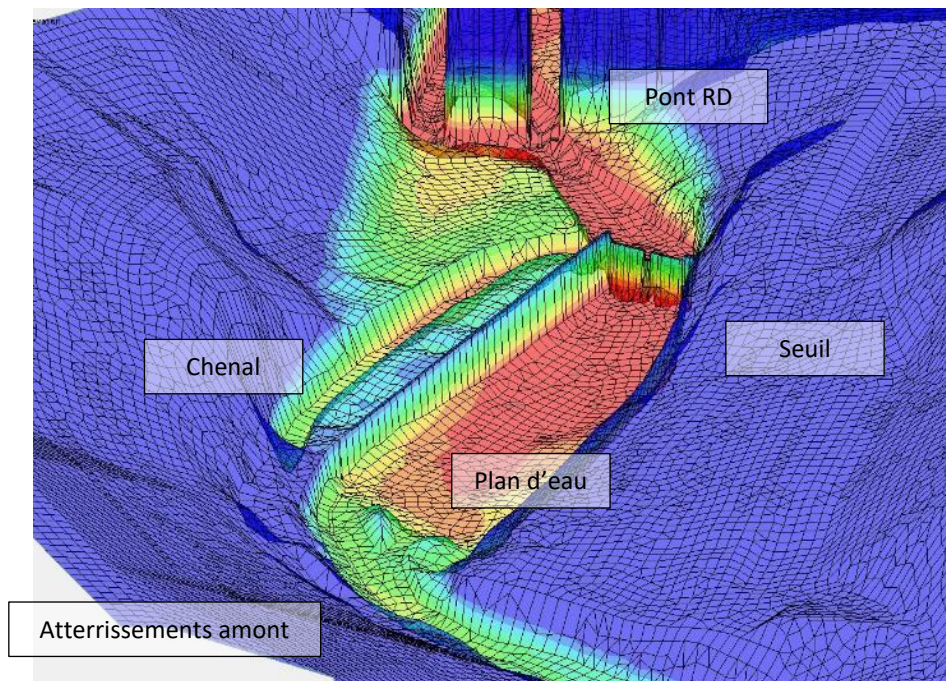


Illustration 11 : Vue en plan et en perspective exagérée en Z du maillage 2D en situation actuelle

A.I.4.2.3. Conditions aux limites

En entrée, les débits précédemment déterminés sur le Siniq sont injectés dans le modèle.

En aval, une condition de libre écoulement a été mise en place. Enfin, les limites restantes du modèle sont considérées comme imperméables.

A.I.4.2.4. Calage du modèle

Aucune donnée de calage en crue n'a pu être récupérée : au droit de la zone d'étude, il n'existe pas d'observations de crue connue pour laquelle nous avons pu récupérer des niveaux atteints.

Par contre, nous avons eu des informations qualitatives sur le fonctionnement en crue du Siniq. Nous avons pu échanger avec Veolia qui exploite la station d'eau potable et il apparaît que, depuis 30 ans :

- Le local à proximité du plan d'eau n'a jamais été mis en eau ;
- Les arbres situés en rive droite n'ont jamais été inondés ;
- Le pont en aval de la zone d'étude n'a jamais été mis en charge ou le Siniq n'a jamais débordé sur la chaussée.

Concernant les débits usuels, nous savons que **pour les bas débits** (notamment pendant le mois d'août 2015), les eaux transitent uniquement par l'encoche sur le seuil du plan d'eau. Il a donc été vérifié que pour ce débit, le fonctionnement est respecté.

On notera qu'il n'a pas pu être reconstitué de loi hauteur-débit sur le seuil à partir des observations à la station de mesure. Dans le cadre du calage, il a été utilisé une loi de déversoir classique pour en vérifier le bon rendu.

Il est donc vérifié que les informations recueillies sont cohérentes avec l'outil de calcul et **le Strickler finalement retenu est 30**.

A.I.4.3. Fonctionnement actuel pour les débits usuels et d'étiage

Pour les débits usuels et d'étiage (depuis le 20^{ème} du module jusqu'à 3 fois le module), il apparaît les éléments suivants :

- Pour mémoire, la cote de l'encoche du seuil actuel est à 984.12 mNGF. Elle est profonde de 28 cm pour 1 m de large dans le seuil, lui-même à la cote 984.40 mNGF.

- Au 20^{ième} du module (45 l/s), il y a environ 9 cm d'eau sur l'encoche actuelle (984.21 mNGF). Dans un souci de **maintien du bon fonctionnement de la prise d'eau pour l'état projet, cette cote consiste un niveau minimum.**

On notera des vitesses très faibles dans le plan d'eau, de l'ordre de 1 cm/s en rive gauche le long du mur (à l'extrados) et quasi nulle partout ailleurs. L'emprise du plan d'eau remonte jusqu'aux atterrissements qui se sont formés en amont.

La hauteur de chute au droit du seuil est de 1.10 m environ.

- Au 10^{ième} du module, la lame d'eau est d'environ 14 cm sur l'encoche. Les vitesses restent très faibles.

- Pour le DMB, la lame d'eau est d'environ 18 cm sur l'encoche du seuil.

Les vitesses restent très faibles également.

A l'étiage, il y a peu d'écoulement dans le plan d'eau.

- Au module, l'ensemble du seuil (cote 984.40 mNGF) est sous 15 cm d'eau. Les vitesses sont modérées à l'extrados du plan d'eau (14 cm/s maximum) mais restent faibles à l'intrados (1 cm/s en moyenne). On note une zone de recirculation en amont du plan d'eau, à l'intrados, favorable à la décantation des alluvions.

La hauteur de chute sur le seuil est d'environ 1.30 m.

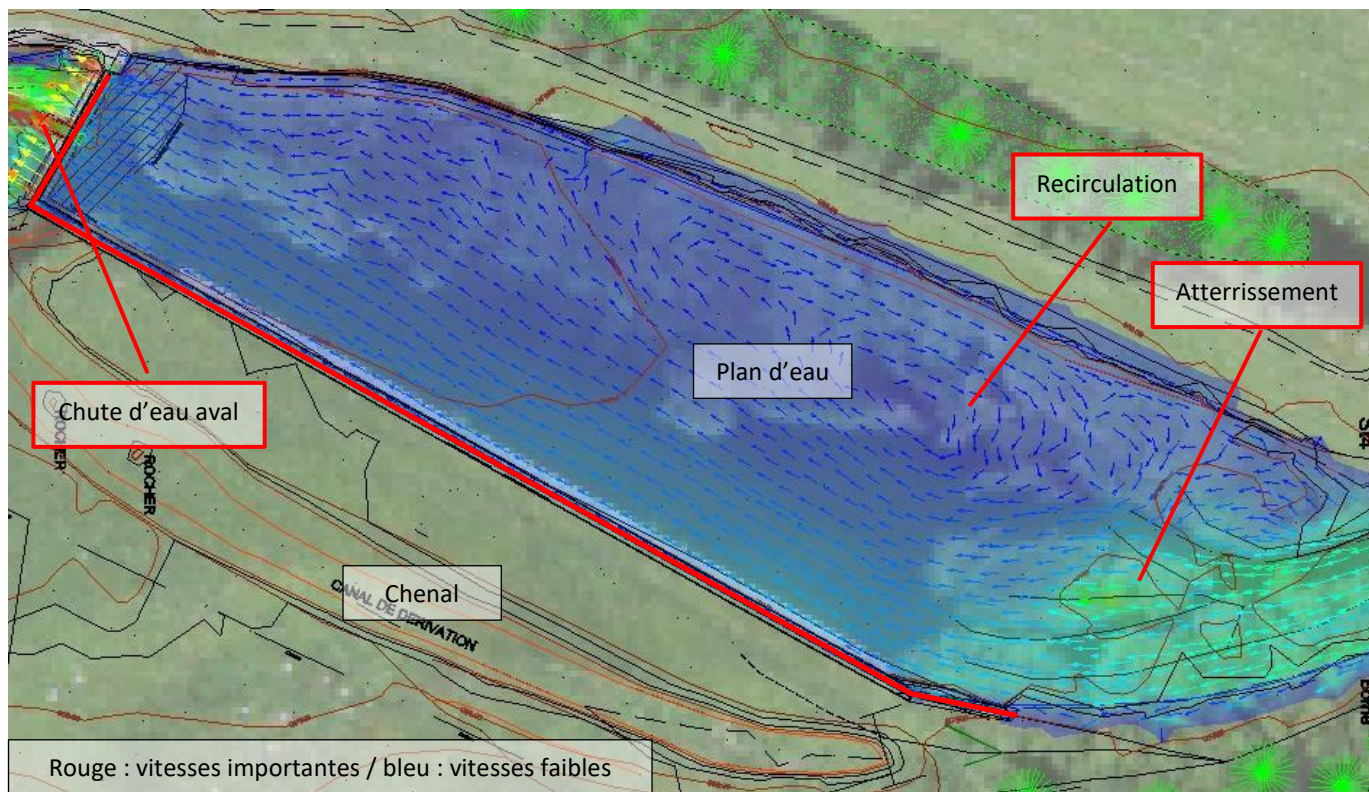


Illustration 12 : Vitesses d'écoulement au module

On notera des vitesses plus élevées dans le lit mineur en amont immédiat du plan d'eau (jusqu'à 30 cm/s) et notamment sur les atterrissements.

- Le même comportement est observé jusqu'à 3 fois le module. Pour ce débit, la lame d'eau sur le seuil est de 20 cm environ. Le mur latéral au plan d'eau n'est pas en eau. La chute en aval du seuil est d'environ 1.30 m également.

Les vitesses à l'extrados du plan d'eau sont de l'ordre de 20 cm/s.

Pour l'ensemble des débits usuels, les forces tractrices restent peu élevées, inférieures à 10 N/m². Ce ne sont donc pas ces débits qui permettent la remise en suspension des atterrissements, mais favorisent plutôt leur dépôt dans le plan d'eau.

A.I.4.4. Fonctionnement actuel en crue

■ Planche n°1 : Hauteurs maximales de submersion en situation actuelle pour l'aléa de référence

Pour la crue de référence modélisée (la crue centennale), le pont de la Route Départementale est non débordant, les arches ne sont pas en charge. Au niveau du plan d'eau, les débordements sont concentrés en rive gauche et dans l'axe du chenal de travaux existant. En effet, la présence du talus en rive droite permet de limiter les débordements.

En complément de la planche des hauteurs maximales de submersion en situation actuelle, l'illustration suivante présente la distribution des vitesses et leur orientation.

On notera qu'en cas de crue exceptionnelle, l'axe d'écoulement préférentiel emprunte l'axe naturel dans lequel passe le chenal, avec des vitesses très élevées.

L'ensemble de l'ouvrage est noyé : le mur et le seuil ont un impact faible.

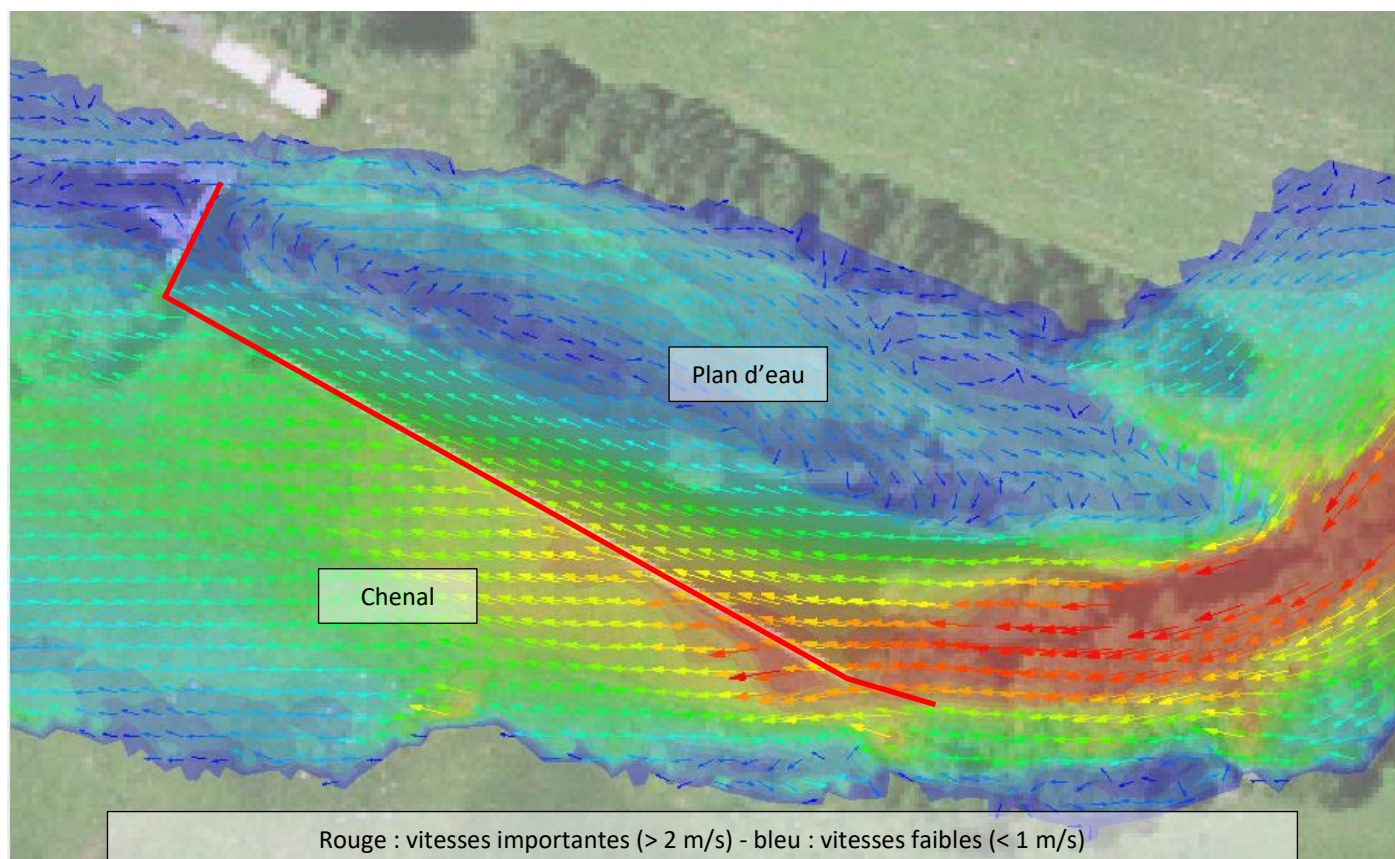


Illustration 13 : Extrait des vitesses d'écoulement pour la crue centennale

Les forces tractrices à l'extrados sont de l'ordre de 125 N/m² pour la crue de référence, ce qui est relativement important.

La zone inondable ainsi définie permet de préciser le positionnement projet des différentes infrastructures en dehors de la zone à risque.

En crue décennale, l'ouvrage actuel est débordant et les vitesses d'écoulements sont importantes, en particulier dans l'axe du chenal. Le mur latéral est clairement déversant.

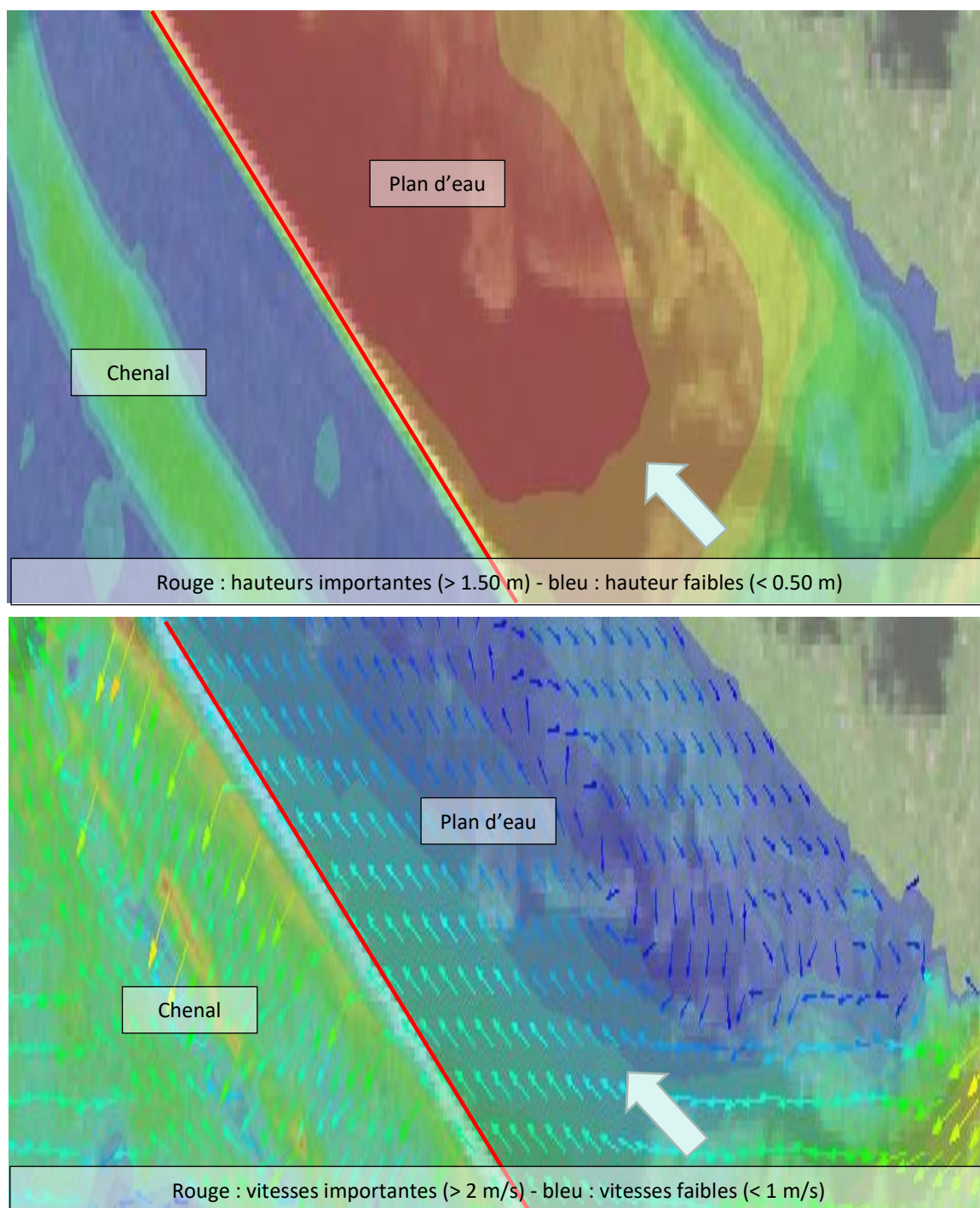


Illustration 14 : Extrait des hauteurs d'eau et vitesses pour la crue décennale

Les forces tractrices à l'extrados sont de l'ordre de 70 N/m².

Les crues permettent donc la remise en circulation des sédiments.

A.II. LES AMENAGEMENTS A REALISER

A.II.1. Pour la continuité écologique

Topographie

Le seuil actuel ne permet pas la remontée des populations piscicoles, notamment l'espèce-cible qu'est la truite Fario. Les trois paramètres majeurs de la rupture piscicole sont :

- La hauteur de chute trop importante (1.30 m au débit moyen interannuel),
- La lame d'eau trop faible au niveau de la rampe béton en aval de l'encoche,
- L'absence de fosse d'appel entre la rampe béton et le mur du seuil.

Afin de répondre à cette problématique, il a été fait le choix par la maîtrise d'ouvrage et les partenaires techniques d'utiliser le chenal de dérivation existant pour faire transiter les eaux. La pente du chenal et son linéaire permettent de récupérer la différence altimétrique entre l'aval et l'amont du plan d'eau.

Un ouvrage d'alimentation sera positionné en amont du plan d'eau (rive gauche) pour assurer la circulation des eaux dans le chenal. Cet ouvrage est dimensionné pour permettre la remontée des poissons, de l'étiage à 3x module. L'ouvrage d'alimentation sera composé d'un ouvrage principal et d'un second micro-seuil à l'aval immédiat.

Par ailleurs, en l'état, le chenal offre une qualité des milieux assez limitée. Par conséquent, le projet prévoit de renaturer le chenal par la plantation d'une ripisylve et la recharge en granulats.

Continuité sédimentaire

Le transit sédimentaire est modifié au droit du plan d'eau du fait de la réduction des vitesses lorsque le Siniq arrive dans la retenue. Des opérations récentes de vidange ont dû être réalisées afin de conserver le volume initial du plan d'eau.

L'aménagement prévoit d'améliorer le transit sédimentaire par deux aménagements :

- Implantation du seuil d'alimentation du chenal (axe d'écoulement principal futur) dans l'axe du méandre naturel du Siniq, favorisant en crue l'écoulement vers le chenal et non plus vers le plan d'eau,
- Aménagement d'une vanne de fond de type « guillotine » sur le seuil actuel, permettant une ouverture de la vanne en hautes eaux et une évacuation des sédiments stockés dans le plan d'eau.

A.II.2. Pour la préservation d'une eau brute de qualité

Comme évoqué dans le chapitre « préambule et objectifs », il est nécessaire de conserver, à minima, la situation actuelle en termes de qualité des eaux brutes. Or l'aménagement d'un seuil d'alimentation du chenal sur l'amont du plan d'eau favorise l'écoulement dans le chenal et non plus dans le plan d'eau.

Or, en période estivale (température élevée et débits faibles), cette situation limite fortement la circulation des eaux dans la retenue et pourrait engendrer une dégradation de la qualité de l'eau (réchauffement) et des milieux (eutrophisation).

Pour répondre à cet enjeu, et en accord avec le maître d'ouvrage et les partenaires techniques, le projet prévoit donc également l'aménagement d'un déflecteur dans la retenue, afin de créer une circulation d'eau dans l'ensemble de la pièce d'eau pour les débits d'étiage.

Dans l'axe d'écoulement futur, le déflecteur sera plus bas afin de favoriser l'écoulement principal vers le seuil de dérivation et le chenal lors des débits usuels et de crue. Dans le plan d'eau, il sera plus haut afin de maintenir une circulation de l'eau. (cf. fonctionnement hydraulique – état projet).

A.II.3. Schéma synthétique

Le schéma suivant permet de positionner les aménagements de la prise d'eau de Pont-la-Vieille. Ils sont décrits de manière détaillée dans la suite du présent rapport :

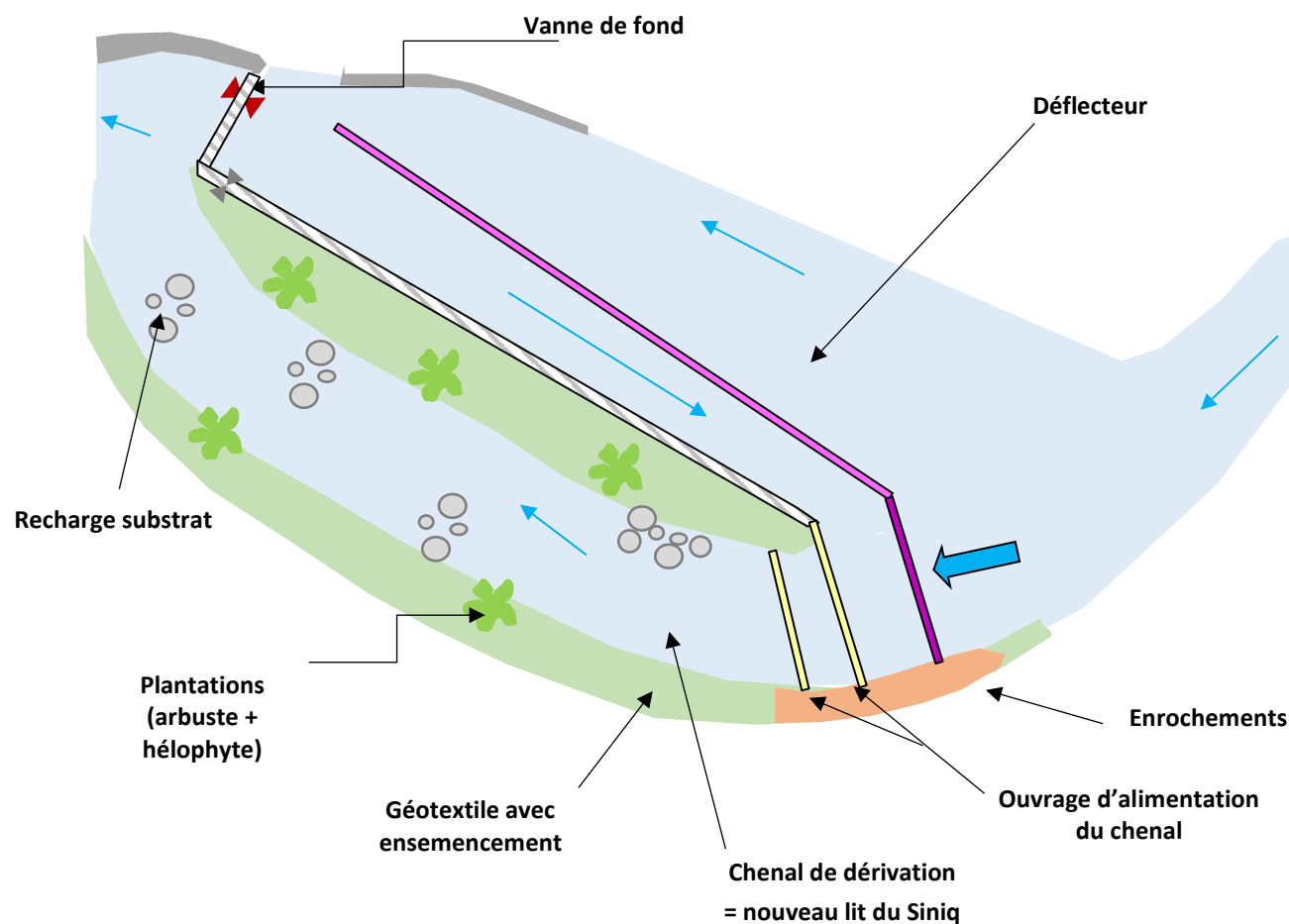


Illustration 15 : Schéma de synthèse – état projet

B. CONSISTANCE DES TRAVAUX



B.I. AMENAGEMENT DES ACCES AU SITE

Les travaux se situent en totalité dans la maîtrise foncière de la communauté de Communes. Toutefois, pour l'accès en rive gauche du Siniq, il sera nécessaire d'obtenir l'autorisation de passage du propriétaire de la parcelle n°78.

Pour l'accès rive droite, il se fera par la route départementale 990 puis par le chemin de service allant jusqu'au local technique du captage.

Pour la rive gauche, l'accès sera via la RD990 puis la prairie agricole jouxtant la parcelle du chenal de dérivation. Le chemin d'accès dans la prairie devra limiter au maximum son emprise dans les zones humides du secteur. Il permettra également d'éviter la création d'un passage à gué dans le lit mineur du Siniq.

Pour l'aire de chantier, elle est proposée à l'entrée du chemin de service, secteur suffisamment plat et hors d'eau selon les résultats de la modélisation de la crue centennale (extrait ci-contre) :

Aire de chantier

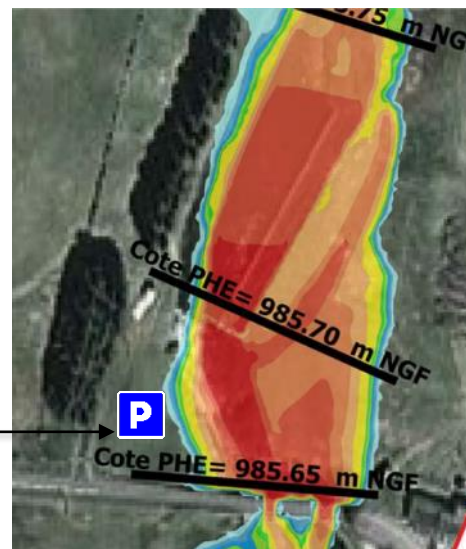


Illustration 16 : Extrait du modèle hydraulique – crue centennale en état actuel

Le plan ci-dessous localise l'ensemble des éléments énoncés :

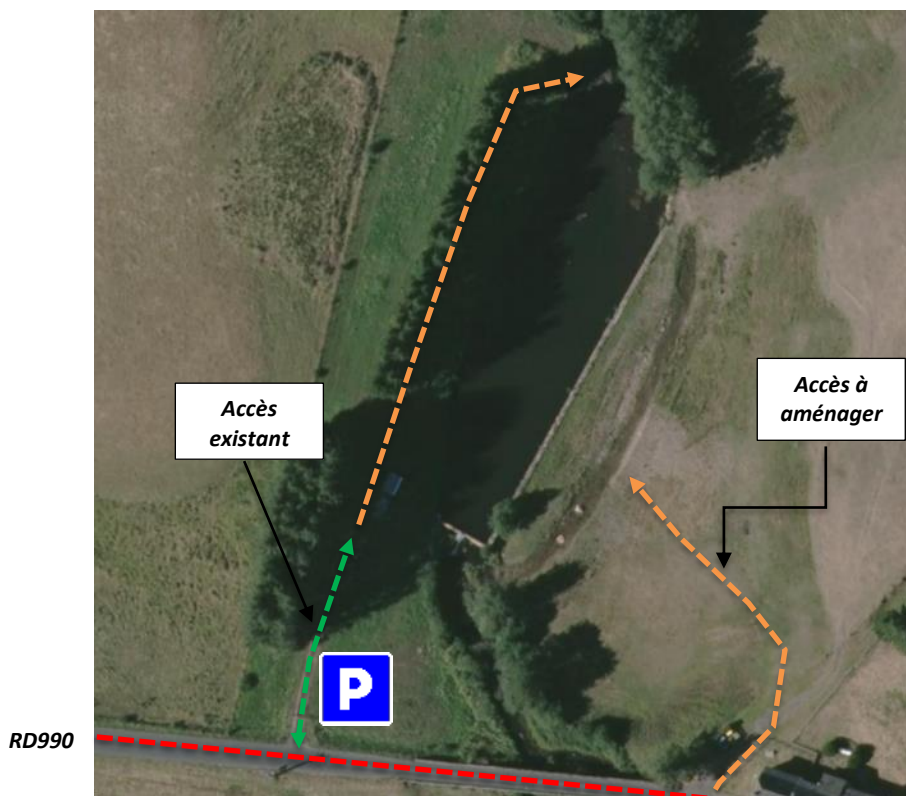


Illustration 17 : Accès au chantier

B.II. CONSTRUCTION D'OUVRAGES

B.II.1. Déflecteur

Caractéristiques de l'aménagement

Le mur déflecteur sera positionné en travers du plan d'eau afin de garantir une circulation de l'eau dans l'ensemble de la pièce d'eau et éviter toute dégradation (notamment du paramètre température) de la qualité de l'eau.

Le projet prévoit donc la construction d'un muret depuis la rive gauche du Siniq et traversant le plan d'eau en direction du seuil actuel.

Par ailleurs, afin de limiter le dépôt sédimentaire au niveau de la prise d'eau, le mur formera un « entonnoir » avec une largeur d'écoulement plus importante sur l'amont (réduction des vitesses et dépôt de sédiment comme en situation actuelle) et plus étroite au niveau de la prise d'eau (garantissant des vitesses d'écoulement plus importantes). Il sera divisé en 2 sections dont les crêtes seront à des cotes différentes afin d'avoir un écoulement dans le plan d'eau tout en garantissant un écoulement préférentiel vers le chenal.

Ces caractéristiques seront les suivantes :

- Linéaire du déflecteur : 86 ml au total avec 2 segments à des cotes différentes (77 ml à la cote « module » soit 984.45 mNGF) et 9 ml à la cote « DMB » soit 984.30 mNGF)
- Epaisseur du mur : 0.2m,
- Hauteur minimale depuis le TN : 0.5m,
- Hauteur maximale depuis le TN : 1.75m,
- Matériaux de construction : béton armé. Au vu des enjeux liés aux milieux aquatiques et à leur non dégradation, il pourrait être opportun de favoriser la construction du déflecteur en panneaux de béton armé préfabriqués ce qui permettrait de réduire le temps d'intervention en cours d'eau et de diminuer le risque de départ de laitance lors des phases de bétonnage.
- Aménagement auxiliaire : enrochement non lié en rive gauche du Siniq sur 15 ml pour ancrage en berge.

NOTA : Dans le cadre des études projet, il est vivement préconisé de faire réaliser des sondages géotechniques au niveau de l'implantation du déflecteur afin de définir ses fondations les plus adaptées et ses caractéristiques structurales (épaisseur, grammage béton...).

Mise en œuvre

Pour la réalisation du déflecteur, les étapes de travaux sont les suivantes :

- Mise hors d'eau de l'emprise du mur (vidange de la retenue + batardeaux + mise en place de dispositifs filtrants),
- Préparation du sol (décapage vase/sédiment),
- Creusement en tranchée du TN pour réalisation du radier de fondation,
- Mise en place du radier : couche de GNT 20cm à minima, béton armé et ferraillages,
- Construction du déflecteur en béton armé,
- Jointement et béton propre.

Le déflecteur sera réalisé en 2 étapes de travaux pour répondre aux contraintes de travaux en cours d'eau. Un jointement entre les deux parties du déflecteur sera donc réalisé.

La première partie du mur, environ 9ml à la cote « DMB », côté rive gauche du Siniq, sera réalisée après isolement de la zone de chantier par l'amont.

Lors de cette phase, l'ouvrage d'alimentation sera aménagé ainsi que les éléments de renaturation du chenal.

La deuxième partie du mur, de 77 ml à la cote « module », pourra être réalisée après la mise hors d'eau de la zone de chantier. Le plan d'eau sera vidangé et les eaux du Siniq seront déviées par un batardeau vers le chenal.

Lors de cette phase, la mise en place d'une vanne de fond au niveau du seuil actuel et la reprise de la crête du seuil actuel seront réalisées.

Le schéma ci-dessous illustre les 2 étapes de réalisation :

Travaux phase 1 :

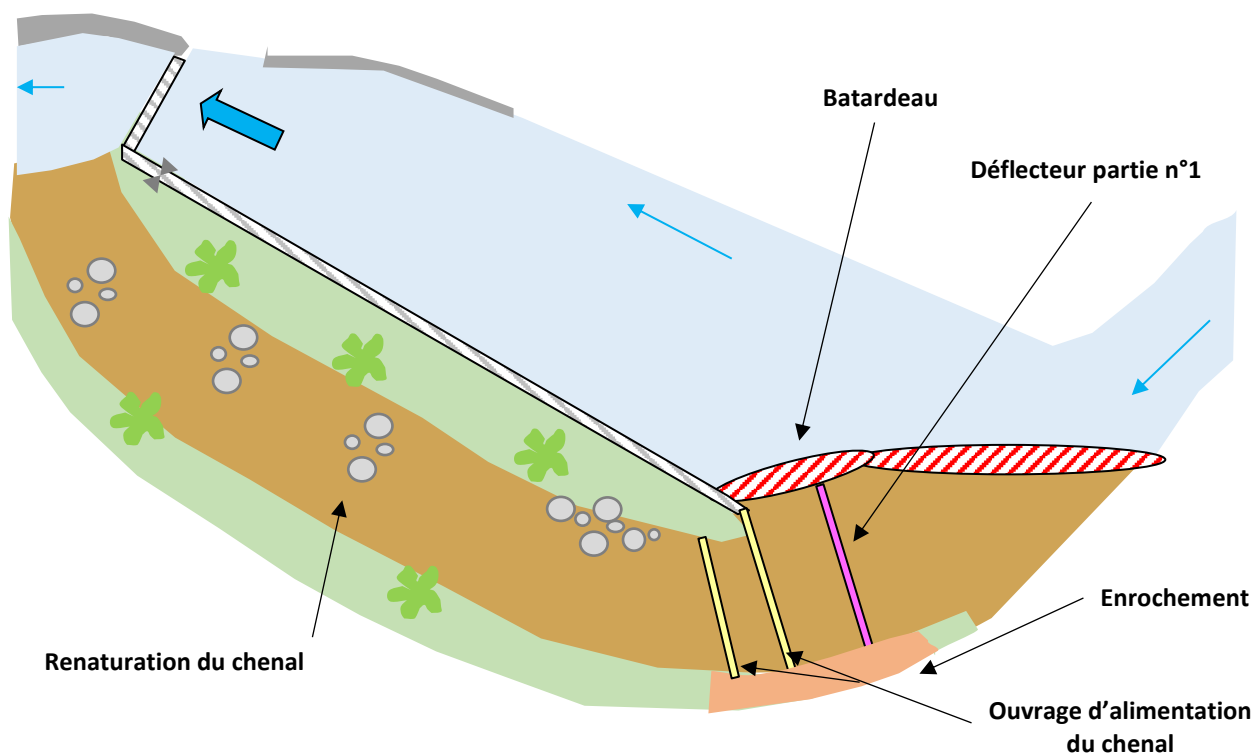


Illustration 18 : Schéma de principe de travaux – phase 1

Travaux phase 2 :

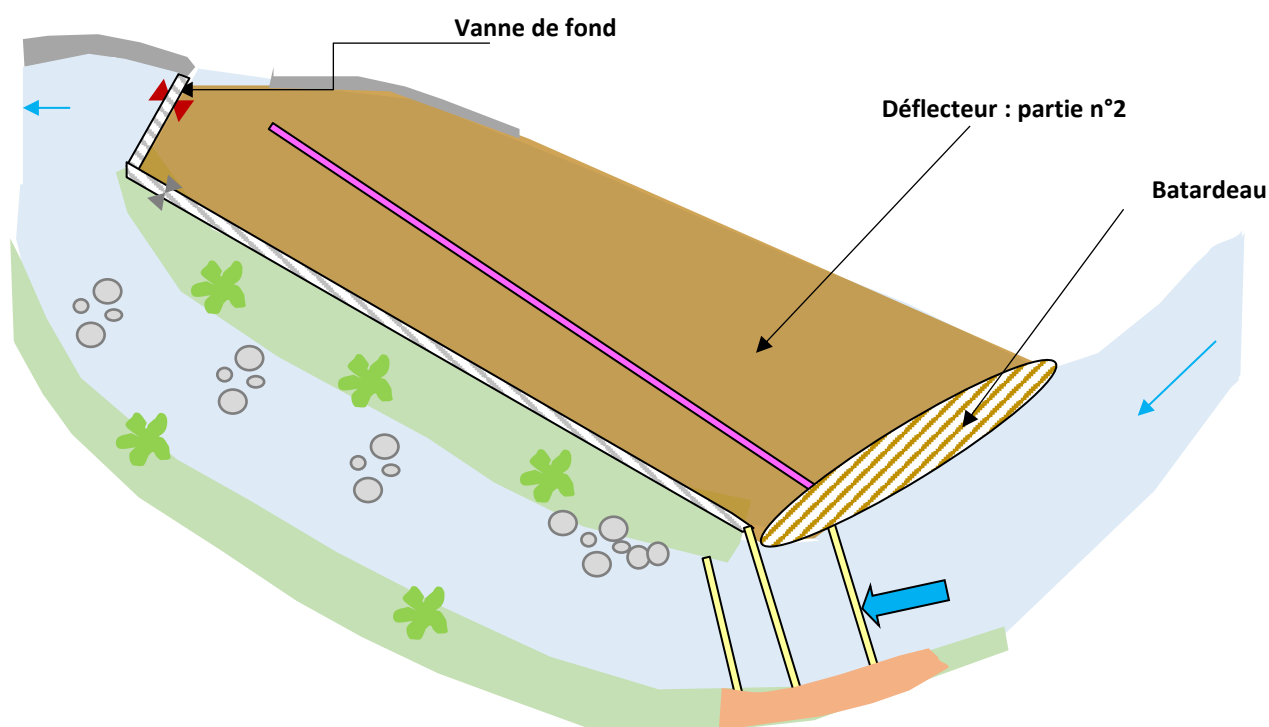


Illustration 19 : Schéma de principe de travaux – phase 2

B.II.2. Ouvrage d'alimentation du chenal

Caractéristiques de l'aménagement

Le seuil du chenal sera positionné dans l'axe d'écoulement naturel du méandre du Siniq.

L'objectif est de créer un ouvrage permettant de maintenir le plan d'eau actuel tout en favorisant l'écoulement hydraulique et sédimentaire vers le chenal.

Plan d'eau
Axe du méandre

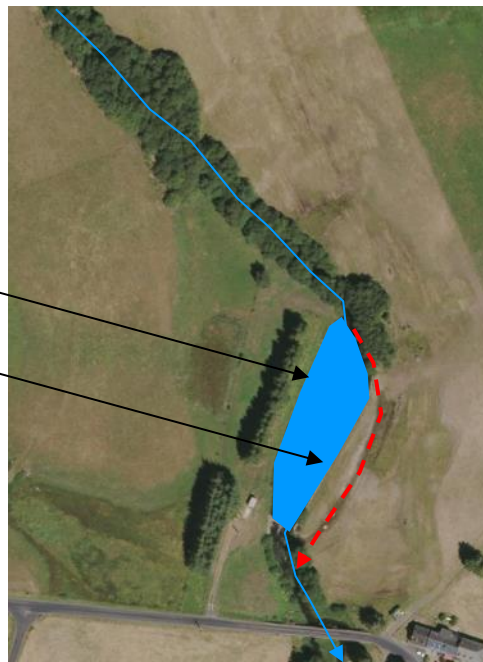


Illustration 20 : Localisation du méandre

L'analyse des profils en long du Siniq à l'amont et à l'aval plan d'eau, ainsi que le profil en long actuel du chenal montre une certaine continuité. Par conséquent il n'est pas nécessaire de réaliser un ouvrage important. Le système d'alimentation sera composé d'un premier ouvrage principal de 50 cm maximum depuis le TN. C'est cet ouvrage qui permettra de conserver les caractéristiques actuelles du plan d'eau (volume).

Un second ouvrage, destiné à améliorer le franchissement piscicole, sera positionné en aval immédiat, pour une hauteur maximale depuis le TN de 30 cm.

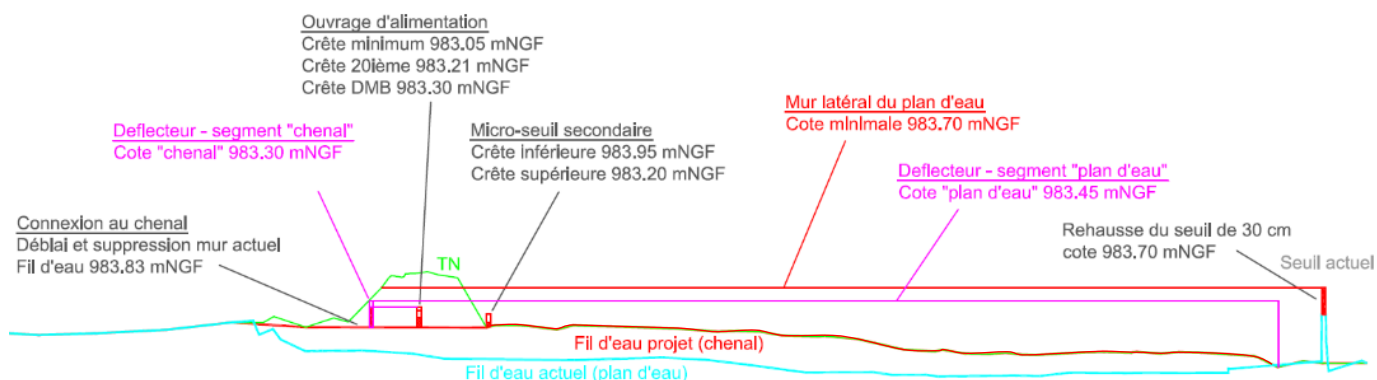


Illustration 21 : Profils en long projet

Le positionnement du seuil va demander une démolition partielle du mur de soutènement existant sur un linéaire de 12 m (Cf. plans). Les études de reprise de l'étanchéité du mur devront donc prendre en compte le positionnement projet du seuil.

Caractéristiques de l'ouvrage d'alimentation principal

L'ouvrage sera de type double échancrure afin de permettre un resserrement de l'écoulement en période d'étiage et d'avoir un suivi visuel du débit restitué (en complément d'une sonde de mesure).

Ci-dessous le profil en travers type de l'ouvrage :

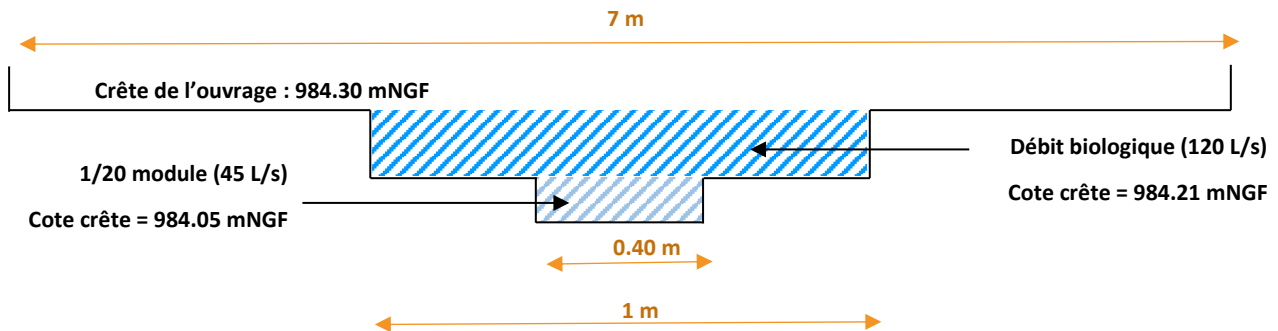


Illustration 22 : Profils en travers schématique de l'ouvrage principal

Le détail des cotes est informé sur les plans AVP et au chapitre C.II du présent document.

Les caractéristiques de l'ouvrage principal sont les suivantes :

- Type de seuil : double encoche,
- Linéaire en travers : 7 ml,
- Epaisseur du seuil : 0.20 m avec chanfrein au niveau des crêtes des encoches,
- Hauteur minimale de l'ouvrage depuis le TN : 0.22 m,
- Hauteur maximale de l'ouvrage depuis le TN : 0.47 m,
- Hauteur de chute moyenne : 0.10 m au débit moyen annuel (module),
- Matériaux de construction : béton armé. Au vu des enjeux liés aux milieux aquatiques et à leur non dégradation, il est pourrait être opportun de favoriser la construction du seuil en panneaux de béton armé préfabriqués ce qui permettra de réduire le temps d'intervention en cours d'eau et de diminuer le risque de départ de laitance lors des phases de bétonnage.
- Aménagements auxiliaires : enrochement en blocs rocheux non liés de la rive gauche du chenal sur 15 ml, installation d'une sonde de niveau, réalisation de l'ouvrage secondaire aval de 6.30m (cf. point suivant)

NOTA : Dans le cadre des études projet, comme pour le déflecteur il est préconisé de faire réaliser des sondages géotechniques au niveau de l'implantation des seuils afin de définir les fondations les plus adaptées et leurs caractéristiques structurales (épaisseur, grammage du béton...).

Caractéristiques du micro-seuil secondaire

L'ouvrage sera de type simple échanture afin de permettre un resserrement de l'écoulement pour les débits d'étiages et de s'assurer d'un jet de surface plus facilement empruntable par les poissons.

Ci-dessous le profil en travers type de l'ouvrage :

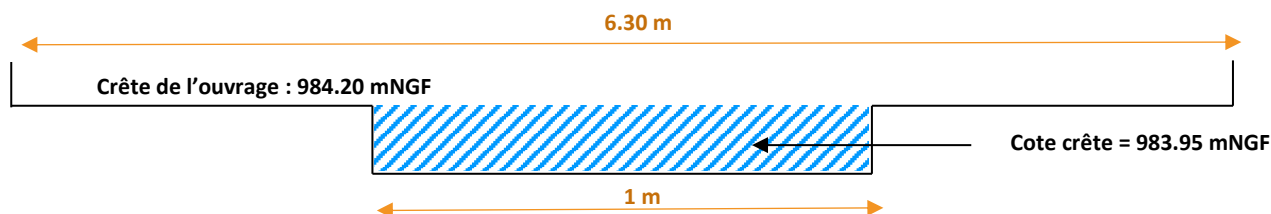


Illustration 23 : Profils en travers schématique de l'ouvrage principal

Le détail des cotes est également informé sur les plans AVP et au chapitre C.II du présent document.

Les caractéristiques de l'ouvrage secondaire sont les suivantes :

- Type de seuil : simple encoche,
- Linéaire en travers : 6.30 ml,
- Epaisseur du seuil : 0.20 m avec chanfrein au niveau des crêtes de l'encoche,
- Hauteur minimale de l'ouvrage depuis le TN : 0.10 m,
- Hauteur maximale de l'ouvrage depuis le TN : 0.30 m,
- Hauteur de chute moyenne : 0.14 m au débit moyen annuel (module),
- Matériaux de construction : béton armé. Au vu des enjeux liés aux milieux aquatiques et à leur non dégradation, il est pourrait être opportun de favoriser la construction du seuil en panneaux de béton armé préfabriqués ce qui permettra de réduire le temps d'intervention en cours d'eau et de diminuer le risque de départ de laitance lors des phases de bétonnage.

Mise en œuvre des ouvrages

Pour la réalisation des seuils, les étapes de travaux sont les suivantes :

- Mise hors d'eau par les batardeaux prévus en phase 1 des travaux (cf. illustration 9),
- Préparation du sol (décapage vase/sédiment),
- Creusement en tranchée du TN pour réalisation des radiers de fondation,
- Mise en place du radier : couche de GNT 20cm à minima, béton armé et ferraillages,
- Construction de l'ouvrage (y compris micro-seuil aval),
- Jointement et béton propreté (y compris ancrage avec mur latéral).

B.II.3. Vanne de fond au seuil actuel

L'aménagement doit garantir une continuité sédimentaire. A ce jour, une seule vanne de fond permet une vidange de l'ouvrage. La mise en place d'un seuil d'alimentation du chenal et d'un déflecteur va modifier les écoulements et le transit sédimentaire.

Par conséquent, le projet prévoit la mise en place d'une vanne de fond au niveau du seuil actuel. Cette vanne sera aménagée lors de la phase 2 des travaux (cf. illustration 10).

La vanne de fond sera de type guillotine avec pour dimension un orifice en $\varnothing 300$ à minima. Elle sera positionnée préférentiellement côté droit du seuil actuel dans la zone où le courant est le plus marqué. La mise en place de la vanne devra garantir la pérennité de l'ouvrage actuel.

B.II.4. Reprise cote de déversement du seuil actuel

Afin de favoriser les écoulements vers le chenal jusqu'à 3 fois le module, l'encoche d'écoulement et le seuil seront rehaussés de quelques dizaines de centimètres jusqu'à la cote 984.70 mNGF, soit la cote minimale de la crête du mur latéral actuel. Le seuil sera repris par bétonnage. Cela correspond à une rehausse de :

- + 49 cm depuis la cote de la crête de l'encoche (cote actuelle à 984.21 mNGF),
- + 30 cm de puis la crête du seuil (cote actuelle à 984.4 mNGF).

Ces aménagements seront réalisés lors de la phase 2 des travaux (cf. illustration 10).



Illustration 24 : Reprise du seuil actuel

B.I. AMENAGEMENT DU CHENAL

B.I.1. Renaturation du chenal

Caractéristiques de l'aménagement

Pour rappel, le chenal a été initialement créé afin de réaliser un curage de la retenue en 2014. Suite aux échanges lors des études préliminaires, il a été fait le choix, par le maître d'ouvrage et les partenaires techniques, de réutiliser le canal comme chenal de dérivation du plan d'eau. Il permettra de restaurer un lit mineur plus naturel mais également de garantir une remontée piscicole, jusqu'alors impossible par le seuil actuel.

En termes de dimensions (profil en long et profil en travers) aucune modification particulière n'est nécessaire. Le chenal aura donc les dimensions suivantes. On notera qu'elles sont cohérentes avec les profils naturels du Siniq en amont et en aval.

- Linéaire depuis le seuil jusqu'à son extrémité aval = 92m,
- Pente longitudinale moyenne = 0.9%,
- Largeur de fond (hors banquettes alluvionnaires)= 3m,
- Largeur moyenne en gueule = 8m,
- Pente des berges = 2 à 3 H/1V,
- Hauteur d'eau moyenne à l'étiage (DMB) = 10 cm,
- Hauteur d'eau moyenne au module = 25 cm.

Schématiquement, le lit mineur a la forme ci-dessous :

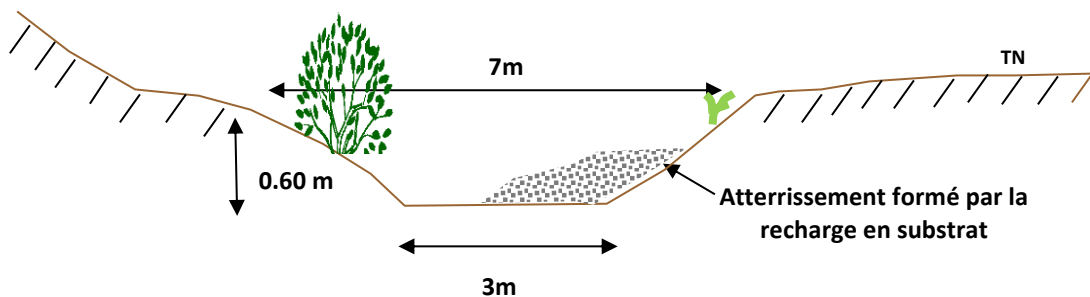


Illustration 25 : Profil en travers type du chenal

Le projet prévoit de réaménager le chenal afin de créer une diversité d'habitats. Cela correspond aux travaux suivants :

- Apports de granulats en fond de lit mineur (20/40 à 100/200) pour formation de banquettes alluvionnaires,
- Pose de blocs rocheux (800/1000),
- Mise en place d'une protection biodégradable des berges (type coco) avec ensemencement,
- Plantation d'une ripisylve (arbustes et hélophytes ou boutures).

Les apports de granulats et bloc rocheux vont permettre de former un profil de lit en « terrasse » et de concentrer les écoulements lors des débits d'étiage. Ils vont également diversifier les écoulements et les habitats du lit mineur.. Les matériaux utilisés, au vu de la géologie locale, pourront être du concassé de basalte, gneiss ou schiste.

Les plantations (arbustes et hélophytes) ont pour objectif de stabiliser les berges mais également de créer de nouveaux habitats aquatiques.

Le géotextile avec ensemencement aura pour rôle de limiter l'érosion des talus le temps que la berge se stabilise et se végétalise. Le géotextile sera biodégradable (type fibre de coco).

Le montage photo ci-dessous permet d'illustrer le profil du chenal après les aménagements de renaturation :



Illustration 26 : Renaturation chenal

Mise en œuvre

Pour la réalisation des aménagements de renaturation du chenal, les étapes de travaux sont les suivantes :

- Mise hors d'eau par les batardeaux prévus en phase 1 des travaux (cf. illustration 9),
- Préparation des talus des berges,
- Ensemencement partiel des berges,
- Mise en place du géotextile et fixation par tranchée et cavaliers,
- Finalisation de l'ensemencement,
- Découpage du géotextile et plantation des arbustes (y compris tuteur, paillage et dispositif anti-rongeurs),
- Pose de boudins d'hélophytes en pied de berges,
- Apport et mise en œuvre des granulats et blocs rocheux,
- Aménagement de barrages filtrants à l'aval du chenal renaturé,
- Mise en eau du chenal.

NOTA : Les aménagements de berges prévus au niveau du chenal (ensemencement, géotextile et plantation ripisylve) seront également mis en œuvre ponctuellement sur un linéaire de 12m de rive gauche du Siniq au niveau de la reprise du lit afin de stabiliser la berge retalutée (Cf. plans).

B.I.2. Enrochement des berges

Caractéristiques de l'aménagement

Les enrochements seront strictement limités à la berge rive gauche du Siniq, dans l'extrados du méandre au niveau des ancrages des ouvrages (mur déflecteur et ouvrage d'alimentation du chenal).

Ailleurs, l'analyse des forces tractrices n'appellent pas à mettre en œuvre des techniques « lourdes ». Celles présentées auparavant (géotextile coco, plantation ripisylve, ensemencement) seront adaptées.

En effet, pour les zones les plus contraintes les forces tractrices sont évaluées en état projet à :

- 25 N/m² pour les débits usuels,
- 120 N/m² pour les crues majeures (Q100).

Les caractéristiques des enrochements sont les suivantes :

- Type d'enrochement : blocs rocheux non liés,
- Linéaire d'enrochement total = 15ml,
- Composition : blocs ø800-1000 non calcaires.

Mise en œuvre

Pour la réalisation des enrochements en berges, les étapes de travaux sont les suivantes :

- Préparation et terrassement des talus et fondations,
- Mise en place d'un remblai technique et géotextile anti-poinçonnement derrière et en pied de l'enrochement,
- Fourniture et mise en œuvre des blocs d'enrochements.

B.II. DEPLACEMENT PROVISOIRE DU CAPTAGE

Caractéristiques de l'aménagement

L'aménagement de la prise d'eau va demander l'arrêt du système de pompage actuel dans le plan d'eau. Ce dernier va en effet faire l'objet d'une vidange afin de réaliser les aménagements de la phase 2 (déflecteur + vanne de dégravage au niveau du seuil actuel).

Le projet prévoit donc le déplacement provisoire du captage afin d'assurer la continuité du service d'alimentation en eau potable. Le même procédé mis en place lors du curage de la retenue en 2014 sera réalisé : réalisation du pompage au niveau de buses implantées dans le lit mineur du Siniq à l'amont de la retenue.

Les caractéristiques du captage provisoire et de sa mise en œuvre devront être étudiées par l'exploitant (dimensions de la fosse, positionnement exact, système de pompage à mettre en place...)

Afin d'éviter tout risque de rupture d'alimentation, il est préconisé de réaliser cet aménagement hors période de forte consommation d'eau, c'est à dire hors juillet-août.

C. CONSEQUENCES DU PROJET SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE



C.I. REGLES ET LIMITES DE DIMENSIONNEMENT

Il convient de mettre en place un ensemble d'aménagements permettant de s'assurer du bon fonctionnement du site vis-à-vis de la prise d'eau et de la continuité écologique, pour l'ensemble des débits, depuis l'étiage jusqu'aux crues.

Pour cela, il est considéré les conditions de dimensionnement suivantes :

- Le chenal de contournement du plan d'eau, futur lit du Siniq, doit être **compatible avec la continuité écologique** (chute d'eau inférieure à 25 cm, hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements compatibles avec la remontée de la truite Fario) dès l'étiage (au minimum DMB) et jusqu'à 3 fois le module.
- **Jusqu'à 3 fois le module, l'ensemble des eaux doit passer dans le chenal** (non déversement sur le seuil du plan d'eau actuel ni du mur latéral), en particulier pour s'assurer d'un appel au poisson suffisant à l'aval et s'assurer de la continuité sédimentaire (transport solide). L'encoche actuelle sera donc comblée et le niveau du seuil actuel ramené à la cote du mur longitudinal actuel.
- Il est proposé la mise en place d'une **encoche double dans le seuil projet**, dimensionnée sur le 1/20^{ième} du module et le DMB afin de concentrer les écoulements en basses eaux et de permettre un suivi visuel des débits.
- Le **niveau du plan d'eau ne doit pas être plus bas qu'actuellement** en condition d'étiage afin de ne pas modifier le fonctionnement de la prise d'eau actuelle et la qualité de l'eau brute (hauteur d'eau et volume stocké). L'encoche de régulation projet pour les bas débits devra donc, soit être à minima à la cote de l'encoche actuelle, soit plus étroite et plus basse.
- Le déflecteur devra forcer les eaux à circuler dans le plan d'eau jusqu'au DMB dans leur intégralité ainsi que partiellement au module afin de garantir une circulation d'eau dans l'ensemble de la pièce d'eau. Au-delà, il devra être complètement noyé afin de s'assurer que les écoulements et le transport sédimentaire se fassent préférentiellement vers le chenal. Il sera positionné de manière à former une **zone d'écoulement marquée en termes de vitesses au droit de la prise d'eau** afin de limiter le phénomène de sédimentation/décantation et de conserver la zone de dépôt sédimentaire actuelle en amont. Il est retenu une distance minimale de 5 m entre le déflecteur et les différents ouvrages.
- Le chenal en aval était d'ores et déjà dimensionné pour un débit important (environ 8 m³/s selon étude SAFEGE 2014), largement supérieur à 3 fois le module. Ses dimensions seront donc conservées en l'état. Il sera rajouté les **banquettes alluvionnaires alternées** pour concentrer les écoulements en basses eaux.
- L'aménagement ne doit pas avoir d'impact significatif sur les crues.

Les aménagements sont pré-dimensionnés puis testés dans le modèle hydraulique 2D en modifiant le maillage :

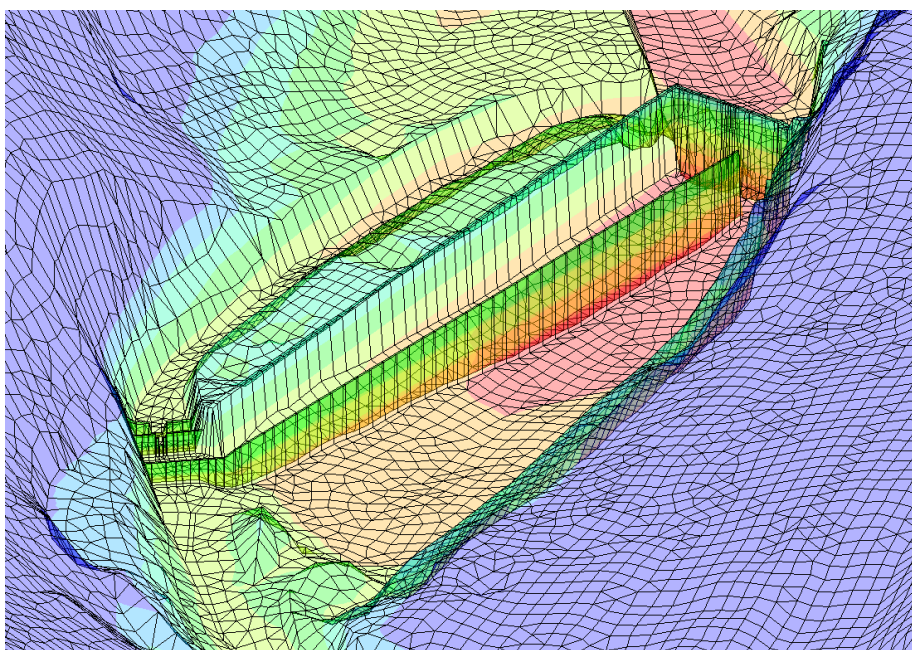


Illustration 27 : Vue en perspective (exagérée en Z) du maillage 2D en situation projet

C.II. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DU PROJET

Ouvrage d'alimentation du chenal : seuil principal

A partir des règles de dimensionnement précédentes, il est défini les caractéristiques projetées suivantes du seuil d'alimentation du chenal et du seuil actuel (peu modifié). Les débits s'entendent comme naturels, non influencés par le pompage.

	Encoche 1	Encoche 2	Seuil	Seuil actuel plan d'eau
Débit objectif plein bord	1/20 ^{ième} module (45 l/s)	DMB (120 l/s)	3x module (2700 l/s)	≥ 3x module (≥ 2700 l/s)
Cote de déversement	984.05 mNGF	984.21 mNGF	984.30 mNGF	984.70 mNGF (+30 cm et encoche condamnée)
Largeur total	0.40 m	1 m	7 m	12 m (actuelle)
Hauteur plein bord	0.16 m	0.09 m	0.40 m (avant mur latéral)	-
Epaisseur	0.20 m, chanfreiné			0.50 m (actuelle)

Tableau 4 : Caractéristiques géométriques du seuil d'alimentation projet

L'illustration suivante reprend ces dimensions :

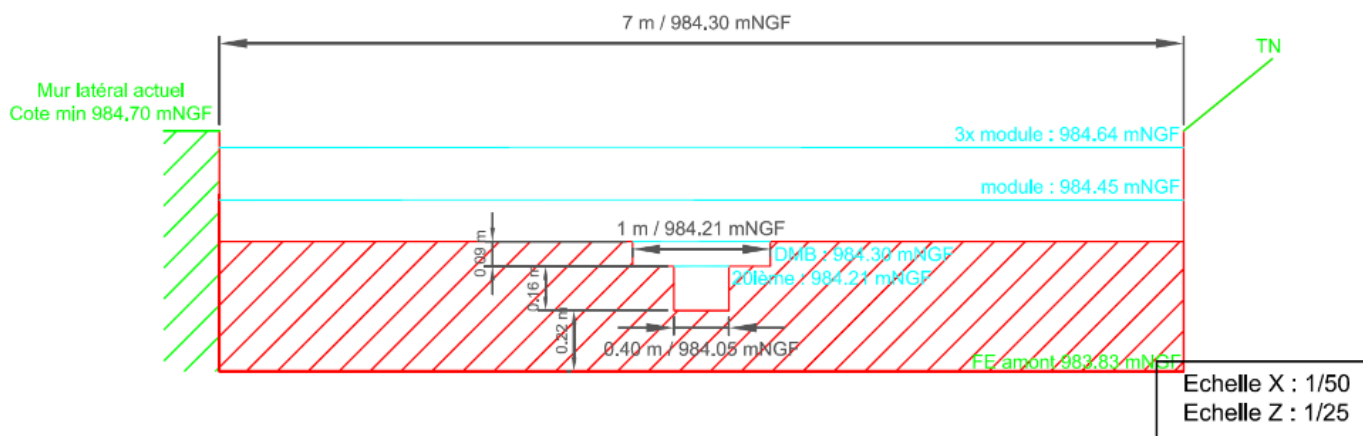


Illustration 28 : Profils en travers de l'ouvrage de régulation projet

Ouvrage d'alimentation du chenal : Micro-seuil secondaire

Afin de s'assurer d'une hauteur de chute et d'un jet de surface compatible avec la montaison de la truite Fario, il est nécessaire de réaliser un second seuil plus petit en aval de l'ouvrage d'alimentation principal.

Il permet en effet de limiter la hauteur de chute et de noyer les échancrures par l'aval.

	Encoche 1	Seuil
Cote de déversement	983.95 mNGF	984.20 mNGF
Largeur total	1 m	6.30 m
Hauteur plein bord	0.20 m	0.50 m (avant mur latéral)
Epaisseur	0.20 m, chanfreiné	

Tableau 5 : Caractéristiques géométriques du micro-seuil secondaire projet

L'illustration suivante reprend ces dimensions.

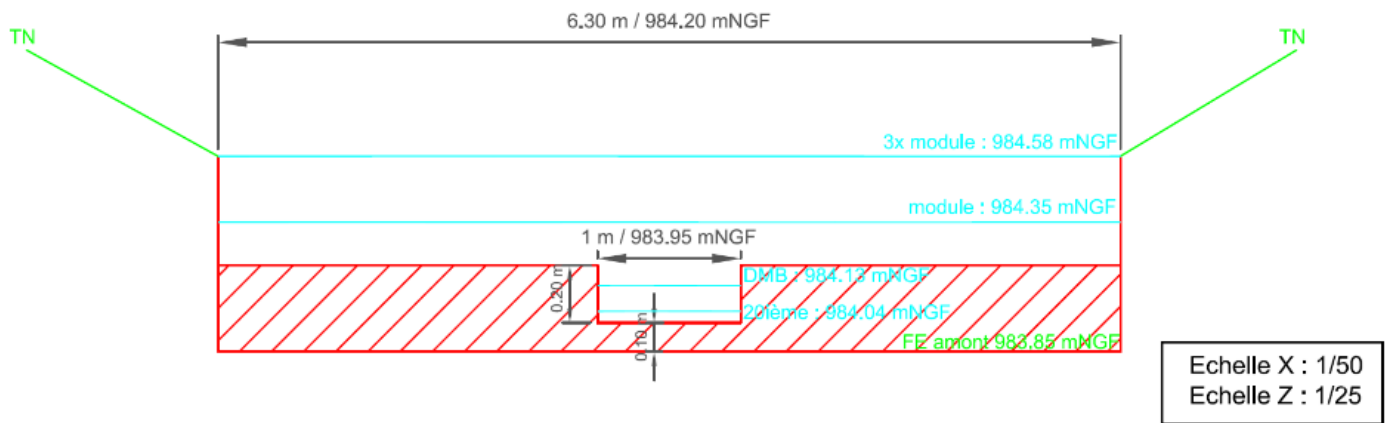


Illustration 29 : Profils en travers du micro-seuil secondaire projet

■ Déflecteur

La crête du segment du déflecteur qui est dans l'axe du futur lit du Siniq (9 ml) est à la cote 984.30 mNGF (cote atteinte au DMB) pour forcer les eaux à l'étiage à circuler dans le plan d'eau.

La crête du segment du déflecteur qui est en travers du plan d'eau (77 ml) est à la cote 984.45 mNGF (cote atteinte au module) afin de s'assurer d'une circulation d'eau pour les débits supérieurs.

Son positionnement en diagonale répond à 4 objectifs :

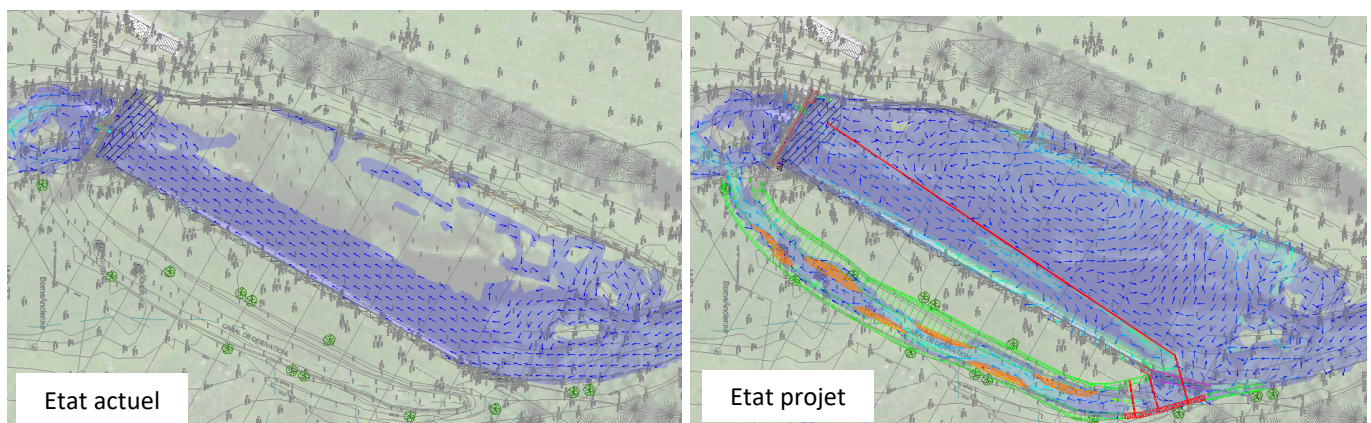
- Forcer le brassage des eaux dans le plan d'eau ;
- Réduire la section d'écoulement au droit de la prise d'eau pour augmenter les vitesses et limiter la sédimentation ;
- Favoriser le dépôt inévitable des sédiments dès l'amont du plan d'eau, tel que fait naturellement en état actuel ;
- Réduire la section d'écoulement en amont de l'ouvrage d'alimentation du chenal et ainsi réduire à ce niveau également les risques d'accumulation de sédiments.

C.III.FONCTIONNEMENT POUR LES DEBITS USUELS

C.III.1. Analyse générale

Les résultats de la modélisation en situation projet montrent que :

- Dès le 20^{ième} du module et jusqu'au DMB, l'ensemble du plan d'eau est mobilisé par le déflecteur, mieux qu'en situation actuelle en particulier à l'intrados. Le brassage du volume d'eau est donc assuré à l'étiage.

Illustration 30 : Vitesses et sens d'écoulement au 20^{ième} du module en situation actuelle et projet

Au 20^{ième} du module, le plan d'eau est au même niveau qu'en situation actuelle. Pour des débits encore inférieurs, le plan d'eau sera plus haut qu'en situation actuelle (l'encoche est plus étroite).

Dans ces conditions d'étiage sévère, le niveau d'eau dans le chenal est supérieur à 5 cm.

- Les repères visuels des encoches dimensionnées pour le 20^{ième} et le DMB (cote ligne d'eau amont 984.21 mNGF au 20^{ième} et 984.30 mNGF au DMB) sont retrouvés.
- Jusqu'au module, un courant net alimente le chenal directement par-dessus le déflecteur et via l'ouvrage d'alimentation, mais on observe toujours une circulation d'eau dans l'ensemble du plan d'eau, avec des vitesses faibles (2 à 4 cm/s) comparables à celles en état actuel. Le brassage du plan d'eau est donc assuré pour les faibles débits, en particulier de Mai à Octobre où les débits mensuels moyen sont inférieurs au module.

Dans le chenal, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 0.20 à 0.35 m, pour des vitesses comprises entre 0.50 à 1 m/s.

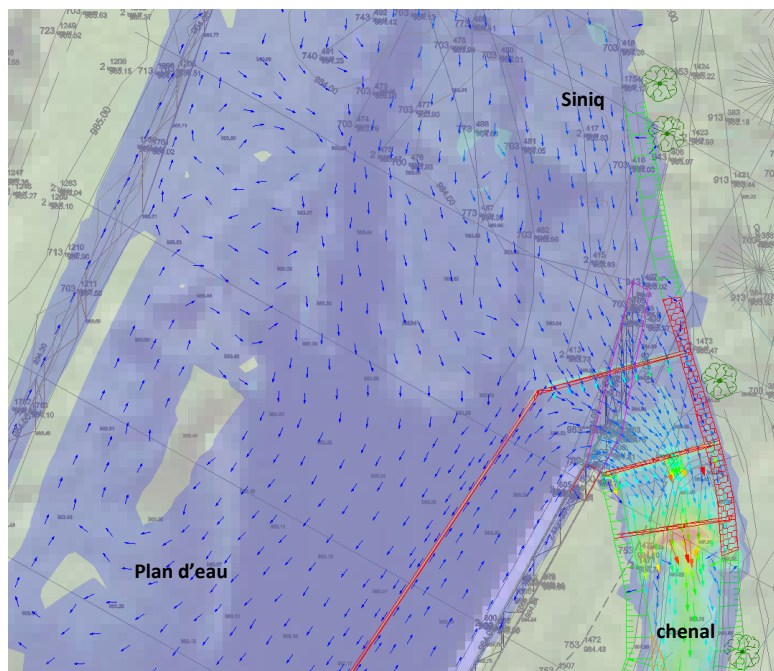


Illustration 31 : Vitesses et sens découlement au module en situation actuelle et projet

- Au-delà du module, le déflecteur est noyé sur l'ensemble de son linéaire, mais permet de maintenir un brassage dans la pièce d'eau.
- Pour 3 fois le module, le seuil aval (actuel) ne déborde pas (cote aval 984.64 mNGF, soit 6 cm sous le niveau projet du seuil). L'ensemble des eaux passe alors par le chenal.

On observe localement des forces tractrices de l'ordre de 50 N/m², modérées mais nécessitant une stabilisation végétale des berges. Ceci permettra également d'assurer un transport sédimentaire dans le futur lit mineur du Siniq.

En conclusion, L'aménagement permet donc le maintien du plan d'eau et améliore le brassage de la prise d'eau.

Le chenal – futur lit du Siniq – répond aux exigences hydroécologiques.

C.III.2. Fonctionnement hydraulique au regard de la continuité piscicole

Sans la mise en place d'un second seuil en aval du l'ouvrage d'alimentation, la chute à l'étiage (30 cm au DMB) serait supérieure à la chute admise franchissable par la truite fario (25 cm). On notera toutefois qu'au module, cette chute serait de 24 cm.

Il est donc mis en place en aval du seuil d'alimentation principal un second seuil plus petit, permettant d'étager la chute d'eau et de s'assurer d'un jet de surface (les encoches sont noyées par l'aval).

Les lignes d'eau et les hauteurs de chute simulés sont détaillés dans le tableau suivant :

	Q (m³/s)	cote amont	cote inter	cote aval	chute 1	chute 2	jet 1	jet 2
20^{ième}	0.045	984.21	984.04	983.91	0.17	0.13	plongeant (-1 cm)	plongeant (-4 cm)
10^{ième}	0.090	984.27	984.1	983.98	0.17	0.12	surface	surface
DMB	0.120	984.30	984.13	984.00	0.17	0.13	surface	surface
Module	0.900	984.45	984.35	984.21	0.1	0.14	surface	Surface
2x module	1.800	984.55	984.48	984.41	0.07	0.07	surface	surface
3x module	2.700	984.64	984.58	984.51	0.07	0.06	surface	surface

Tableau 6 : Fonctionnement hydraulique au regard de la montaison piscicole

Il apparait que l'ouvrage est donc franchissable par la truite Fario dès l'étiage (jusqu'au 10^{ième} du module – débit d'étiage sévère hors période migratoire).

C.IV.FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE EN CRUE

Il est vérifié ici les conséquences de l'aménagement sur les crues décennale et centennale (crue de référence).

De manière générale, le nouvel aménagement ne modifie pas significativement les hauteurs d'eau ou les sens et les vitesses d'écoulement en crue. En effet :

- Le seuil aval actuel rehaussé n'est pas dans l'axe principal d'écoulement en crue. Le niveau du plan d'eau en lui-même est bien sûr augmenté en conséquence ;
- L'ouvrage d'alimentation du chenal est plus bas que le TN actuel et favorise l'écoulement naturel dans le fond du talweg ;
- Le déflecteur est noyé.

Pour la crue centennale, l'impact est négligeable, avec un abaissement de la ligne d'eau de 2 cm environ : le chenal favorise l'écoulement des eaux.

Pour la crue décennale, l'impact n'est pas négligeable, mais est peu significatif : rehausse du plan d'eau équivalente à la rehausse du seuil et écoulements dans le chenal plus prononcés.

En dehors du plan d'eau, l'écart est inférieur à 10 cm en champ majeur, principalement dû à l'utilisation du chenal.

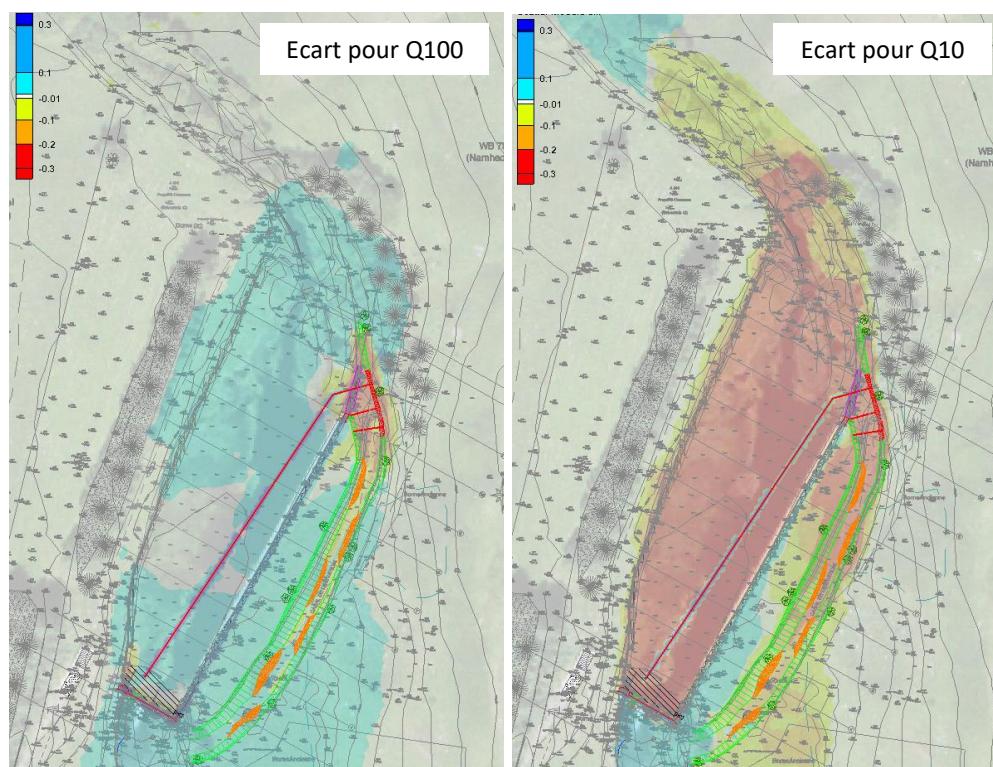


Illustration 32 : Différence de hauteur d'eau pour la crue centennale et décennale

En conclusion, l'aménagement projeté n'a pas d'impact significatif sur l'écoulement des crues.

D. ORGANISATION DES TRAVAUX



D.I. PRESERVATION DES MILIEUX AQUATIQUES ET GESTION DES EAUX

D.I.1. Mesures générales

Les travaux programmés vont demander à accéder au cours d'eau. L'intervention en milieu aquatique nécessite des mesures de précaution indispensables pour préserver les milieux durant la phase de travaux.

Sont listés ci-dessous les mesures générales qui seront demandées lors de la consultation des entreprises. Les points-clés sont détaillés dans la suite du dossier :

Typologie	Mesures réductrices
Concernant les travaux	<ul style="list-style-type: none"> - Enlèvement d'un obstacle à la continuité écologique - Mise hors d'eau des zones d'intervention par vidange du plan d'eau et installations de batardeaux - Réalisation de pêches de sauvegarde (cf. chapitre suivant) - Aucune extraction de matériaux alluvionnaires - Remise en état de l'ensemble de la zone de travaux - Emprise chantier limitée à la stricte surface nécessaire - Mise en place de barrages filtrants à l'aval de la zone de travaux
Concernant la période d'intervention	<ul style="list-style-type: none"> - Période de basses eaux - Hors période estivale (période de pointe du captage) - Hors période pluvieuse pour limiter les ruissellements - Hors période de fraie de la truite Fario pour les travaux en lit mineur - Hors période de plantation de végétation (fin printemps-début automne) - Intervention en plusieurs phases
Concernant les équipements de chantier	<ul style="list-style-type: none"> - Installation de l'aire de vie de chantier en dehors du cours d'eau - Récupération et traitement des eaux usées issues des baraquements de chantier - Surveillance du bon état des engins mécaniques utilisés (fuites...) - Vigilance lors des opérations de manutention des engins (récupération dans des bacs étanches d'eaux potentiellement souillées...) - Kit anti-pollution disponible sur site durant toute la période de travaux - Mise en place par l'entreprise d'un plan d'intervention en cas de pollution accidentelle
Concernant le suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi de la bonne réalisation des travaux par le maître d'ouvrage accompagné par un maître d'œuvre - Information avant travaux des usagers à proximité

Tableau 7 : Mesures environnementales

Ces mesures, et celles détaillées par la suite, devront être reprises dans le dossier « Loi sur l'eau ».

A noter qu'avant le lancement des travaux, un cadrage préalable entre, le maître d'ouvrage, les services de l'Etat et l'entreprise devra être fait pour confirmer la méthodologie employée.

D.I.2. Détails des mesures particulières

Isolement de l'emprise de travaux et pêche de sauvegarde

Lors de la vidange de la retenue, il est possible que certains poissons se retrouvent isolés dans les poches d'eau. Afin d'éviter toute mortalité, une pêche de sauvegarde sera réalisée.

Par ailleurs, pour éviter toute dévalaison ou remontée de la faune piscicole au niveau de la zone de travaux, il sera mis en place des dispositifs de type filet fine maille en amont et en aval. Un suivi régulier du bon fonctionnement du système devra être mené. La pêche de sauvegarde sera réalisée sur l'ensemble du linéaire isolé.

Barrages filtrants

Les barrages filtrants sont des dispositifs que l'on vient placer en travers du lit du cours d'eau et qui permettent de retenir les particules fines. Ces dispositifs sont efficaces sur les cours d'eau ayant une hauteur d'eau limitée. Ci-contre un exemple de ce dispositif :



Illustration 33 : Exemples de barrages filtrants

Toutefois, ils ne permettent pas de retenir l'ensemble des particules. Par conséquent, le projet prévoit la mise en œuvre de 2 barrages successifs. 2 séries de 2 barrages seront mise en place durant les travaux. L'illustration ci-après localise le positionnement des dispositifs.

- Barrages filtrants lors de la phase 1 des travaux (illustration 9) pour la mise en eau du chenal à placer en aval du chenal,
- Barrages filtrants lors de la phase 2 des travaux (illustration 10) pour la vidange de la retenue à placer à l'exutoire de la vanne de vidange actuelle.

Batardeaux de dérivation

Les travaux prévoient des interventions dans le lit mineur du Siniq et dans le plan d'eau de Pont-la-Vieille : construction du déflecteur et du seuil, enrochement de berges, aménagement de vannes sur les ouvrages...

Ces interventions nécessitent d'isoler les zones de chantier afin de réduire au maximum le risque de dégradation des milieux aquatiques (départ de laitance de béton...) et de faciliter la réalisation des travaux. Des batardeaux seront donc positionnés de manière à dériver les écoulements. A noter que la retenue sera abaissée, via la vanne de vidange afin de faciliter la mise en œuvre des batardeaux.

Plusieurs techniques pourront être proposées par l'entreprise : apport de remblai recouvert de bâches imperméables, big-bag remplis de matériaux inertes, palplanches... L'état et l'étanchéité de ces structures devra être garanti durant toute la période de travaux.

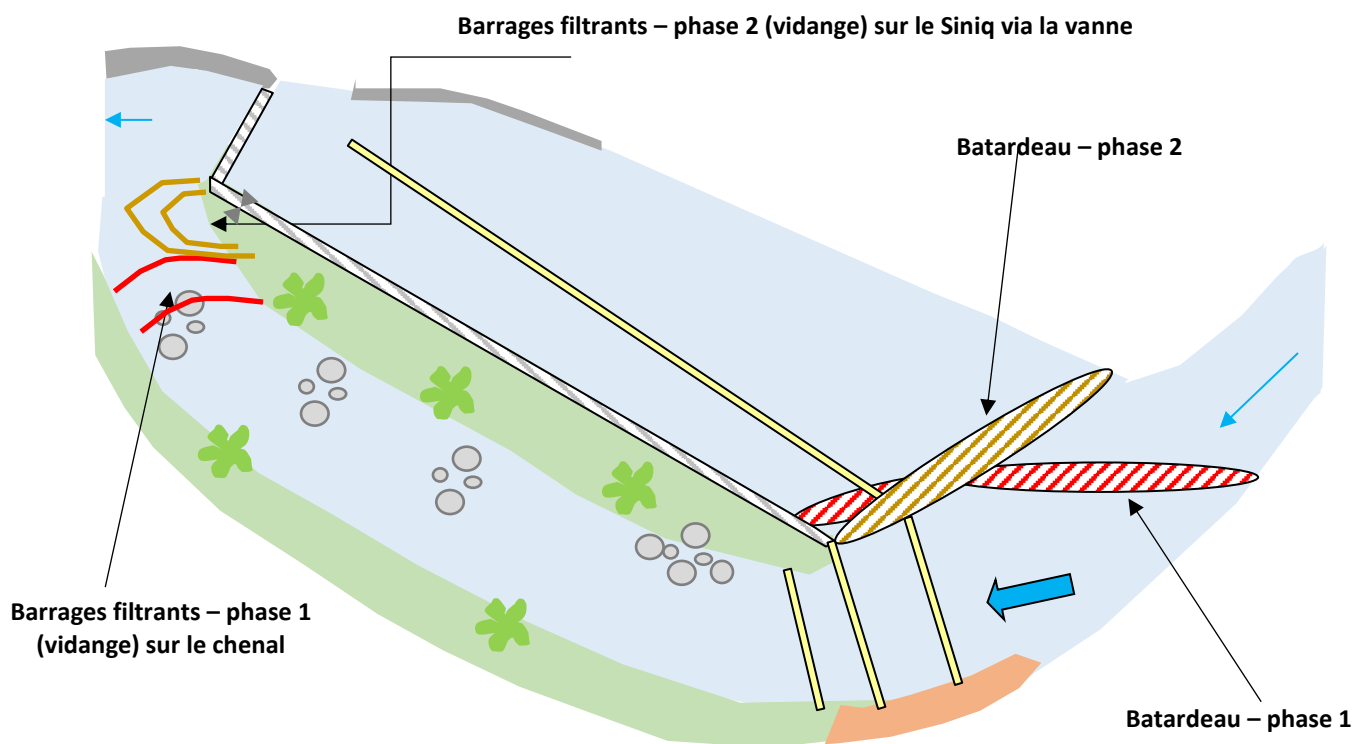


Illustration 34 : Batardeaux et barrages filtrants

D.II. AUTORISATION REGLEMENTAIRE

Le projet prévoit des travaux dans le cours d'eau du Siniq. Ils sont donc soumis aux différentes rubriques de la « nomenclature eau » issues des articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement. Sous réserve de validation avec les services de l'Etat, les travaux présentés dans le dossier AVP concernent les rubriques suivantes :

Rubrique	Intitulé	Caractéristiques du projet	Régime du projet
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis dans le mineur constituant un obstacle à la continuité écologique : - Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50cm : (A) - Entraînant une différence de niveau supérieure à 20cm mais inférieure à 50cm : (D)	Le projet prévoit la réalisation d'un ouvrage d'alimentation du chenal.	Hauteur de chute au module : 24 cm cumulée (D)
3.1.2.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : - sur une longueur supérieure ou égale à 100 m : (A) - sur une longueur inférieure à 100 m : (D)	Modification du profil en travers et en long par implantation du déflecteur, aménagement de l'ouvrage d'alimentation et aménagement du chenal	Longueur de modification du profil : 112m (A)
3.1.4.0	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : - sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; - sur une longueur supérieure ou égale à 20 m, mais inférieure à 200 m (D).	Confortement des berges au niveau de l'ancrage du déflecteur et ouvrage d'alimentation du chenal	Longueur des aménagements en berge : 15m Non concerné
3.1.5.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet : - destruction de plus de 200 m ² de frayères (A) ; - dans les autres cas (D).	Destruction potentielle de frayère en lit mineur au droit des emprises de travaux	Déclaration

Tableau 8 : Rubriques de la nomenclature concernées par le projet

D.III. PLANNING PREVISIONNEL

D.III.1. Les contraintes d'intervention

Contraintes hydrologiques

L'intervention en cours d'eau nécessite une analyse de l'hydrologie afin de prévoir les travaux hors périodes de hautes eaux, pouvant entraîner un risque pour la sécurité du chantier en cas de crue et rendre l'intervention plus complexe.

Le graphique suivant correspond au débit moyen mensuel selon les données disponibles. La période la plus adaptée est du mois de juin au mois d'octobre.

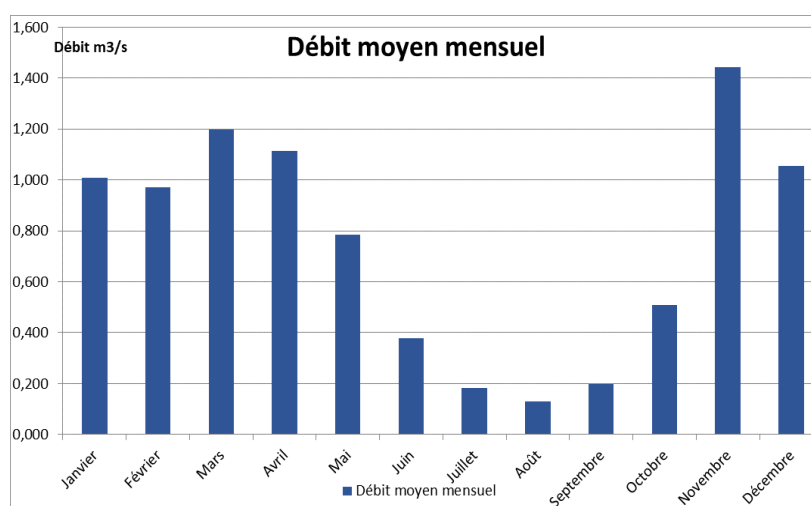


Illustration 35 : Débit moyen mensuel du Siniq (Source : station de suivi Véolia, 2012-2015)

Contraintes réglementaires

Le projet prévoit des travaux dans le cours d'eau Siniq. Ce cours d'eau est classé en première catégorie piscicole. Cela se traduit par des périodes d'intervention possibles selon la réglementation ci-dessous :

- Vidange de plan d'eau interdite du 1^{er} décembre au 31 mars. A noter également qu'il est déconseillé de vidanger en période de plus basses eaux (fin juillet-début août) et par fortes chaleurs.
- Intervention en cours d'eau interdite du 31 octobre au 1^{er} avril (période de fraie pour la truite Fario).

Contraintes sur les usages

Le projet va intervenir sur le système de captage actuel de Pont-la-Vieille permettant d'alimenter en eau potable l'UDI du Carladez. Les travaux ne devront pas conduire à un arrêt de la production d'eau potable. Le projet prévoit donc un déplacement temporaire du captage.

L'analyse de la demande en eau réalisée dans le cadre des études préliminaires montre un pic de consommation durant la période estivale, notamment entre la mi-juillet et la mi-août.

Afin d'éviter tout risque de rupture d'alimentation durant cette période « tendue », il est préconisé de réaliser les travaux hors période de forte consommation d'eau, c'est à dire juillet-août.

D.III.2. Phasage

Comme évoqué précédemment dans le dossier d'avant-projet (illustration 9 et 10), les travaux seront réalisés en deux grandes étapes :

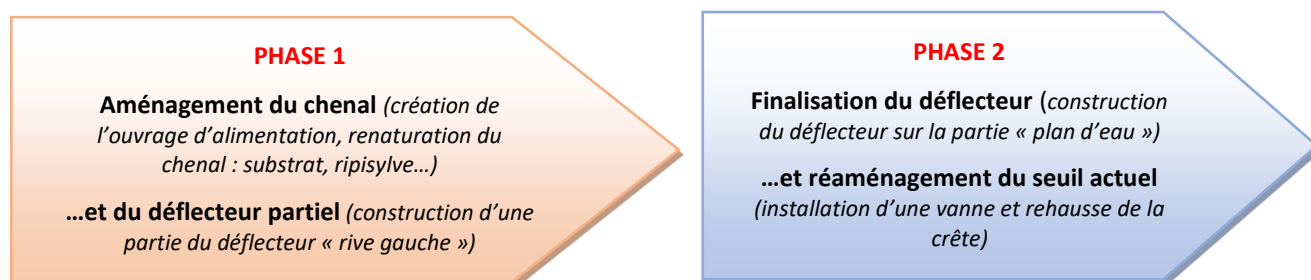


Illustration 36 : Phasage des travaux

D.III.3. Planning de réalisation

Le planning prévisionnel est défini pour chacun des travaux à réaliser.

En cumulé, cela représente une période estimative de 3 mois.

Pour rappel, plusieurs critères sont déterminants dans le phasage des interventions :

- Période de basses eaux du Siniq,
- Hors période estivale (période de point de consommation),
- Hors période pluvieuse pour limiter les ruissellements,
- Hors période de fraie de la truite Fario pour les travaux en lit mineur,
- Hors période interdite pour la vidange de retenue.

Communauté de Communes du Carladez

Commune de Thérondels (12)



Phase Avant-Projet

Réaménagement de la prise d'eau de Pont-la-Vieille**Planning prévisionnel des travaux**

Mois	août				septembre				octobre				novembre			
Semaine	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Installation chantier																
Aménagement des accès																
Mise place système de captage provisoire																
pêche de sauvegarde																
Baisse niveau retenue (yc barrage filtrant)																
Batardeau d'isolement phase 1																
Construction déflecteur rive gauche																
Construction seuil d'alim. chenal																
Réaménagement/renaturation du chenal																
Enrochement des berges																
Mise en eau du chenal (yc barrage filtrant)																
Vidange du plan d'eau (yc barrage filtrant)																
Basculement du batardeau phase 2																
Construction déflecteur plan d'eau																
Reprise seuil actuel (vanne + encoche)																
Enlèvement batardeau et mise en eau plan d'eau																
Remise en état général du site																

Tableau 9 : Planning prévisionnel des travaux

D.I. EVALUATION FINANCIERE

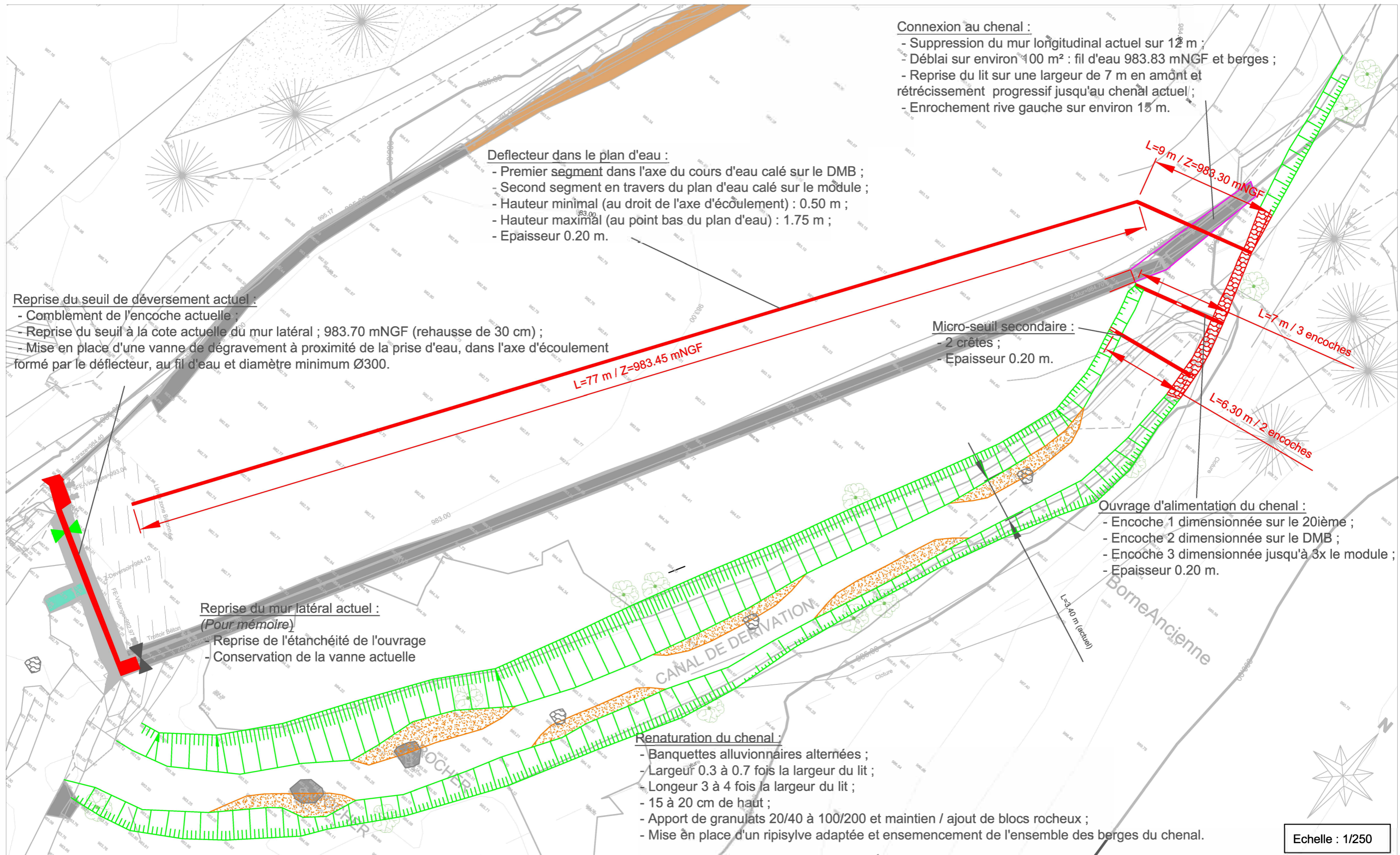
Communauté de Communes du Carladez					
Commune de Thérondels (12)					
Phase Avant-Projet					
Réaménagement de la prise d'eau de Pont-la-Vieille					
Détail Quantitatif et Estimatif des travaux					
1 - Travaux préparatoires					
Réf.	Libellé	Unité	Qté	Prix unitaire	Montant HT
1-1	Installation /repli de chantier et aménagement des accès	Ft	1	11 096.20 €	11 096.20 €
1-2	Etude géotechnique (G1+G2 PRO)				pm
Travaux préparatoires - Sous Total HT :					11 096.20 €
2 - Gestion des eaux et mesures de protection des milieux					
Réf.	Libellé	Unité	Qté	Prix unitaire	Montant HT
2-1	Pêche de sauvegarde et isolement zone de travaux	Ft	1	2 000.00 €	2 000.00 €
2-2	Barrage filtrant (yc fournitures matériaux et enlèvement) Siniq	U	2	1 000.00 €	2 000.00 €
2-3	Barrage filtrant (yc fournitures matériaux et enlèvement) Chenal	U	2	1 000.00 €	2 000.00 €
2-4	Vidange de la retenue	Ft	1	1 500.00 €	1 500.00 €
2-5	Batardeau de type bigbag ou remblai provisoire - phase 1	ml	40	180.00 €	7 200.00 €
2-6	Batardeau de type bigbag ou remblai provisoire - phase 2	ml	35	180.00 €	6 300.00 €
2-6	Aménagement système de captage provisoire				pm
Gestion des eaux et mesures de protection des milieux - Sous Total HT :					21 000.00 €
3 - Renaturation du chenal					
Réf.	Libellé	Unité	Qté	Prix unitaire	Montant HT
3-1	Reprise pente générale du chenal	Ft	1	1 000.00 €	1 000.00 €
3-2	Dispositif protection berge type Geotextile fibre coco	m²	686	5.00 €	3 430.00 €
3-3	Granulats de substrat (20/40, 40/80...+ blocs)	m3	55	65.00 €	3 588.00 €
3-4	Plantation ripisylve (arbuste 60-80cm)	u	104	8.00 €	832.00 €
3-5	Plantation ripisylve (hélopyhte ou bouture)	u	196	8.00 €	1 568.00 €
3-6	Ensemencement berge	m²	686	4.00 €	2 744.00 €
Renaturation du Célé et milieux annexes - Sous Total HT :					13 162.00 €
4 - Aménagement des ouvrages					
Réf.	Libellé	Unité	Qté	Prix unitaire	Montant HT
4-1	Démolition partielle mur latéral actuel	Ft	1	500.00 €	500.00 €
4-2	Défecteur - mur béton armé (yc fondations, ferrailages...)	ml	92	550.00 €	50 600.00 €
4-3	Enrochement blocs rocheux non lié (h 1m)	ml	15	80.00 €	1 200.00 €
4-4	Seuils d'alimentation du chenal béton armé (yc fondations, ferrailages...)	Ft	1	6 000.00 €	6 000.00 €
4-5	Seuils d'alimentation du chenal béton armé (yc fondations, ferrailages...)	Ft	1	4 500.00 €	4 500.00 €
4-6	Fourniture et mise en œuvre vanne de fond diam.300	U	1	3 500.00 €	3 500.00 €
4-7	Reprise crête seuil actuel	Ft	1	2 000.00 €	2 000.00 €
4-8	Sonde de niveau	U	1	2 500.00 €	2 500.00 €
4-9	Reprise étanchéité mur				pm
Aménagements paysagers - Sous Total HT :					70 300.00 €
5 - Remise en état général					
Réf.	Libellé	Unité	Qté	Prix unitaire	Montant HT
5-1	Remise en état général	Ft	1	5 000.00 €	5 000.00 €
5-2	Plan de recolement	Ft	1	1 500.00 €	1 500.00 €
Remise en état général - Sous Total HT :					6 500.00 €
Divers et imprévus (15%) :					12 205.82 €
Réaménagement de la prise d'eau de Pont-la-Vieille - TOTAL HT :					134 264.02 €
TVA (20%) :					26 852.80 €
Réaménagement de la prise d'eau de Pont-la-Vieille - TOTAL TTC :					161 116.82 €

Tableau 10 : Evaluation financière des travaux

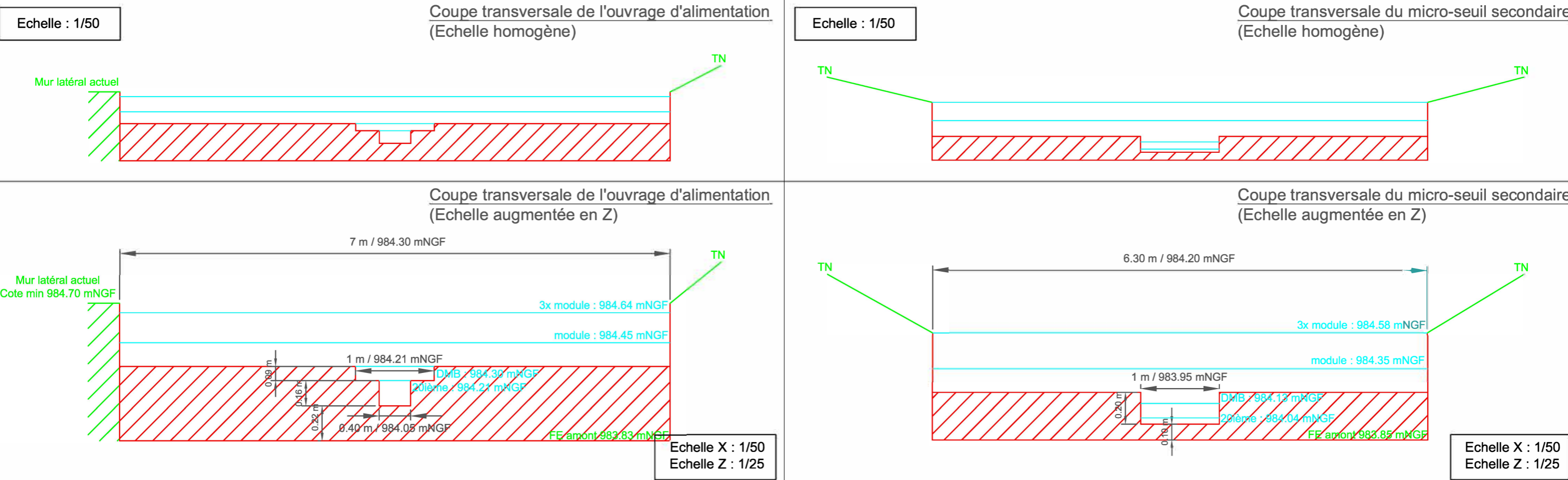
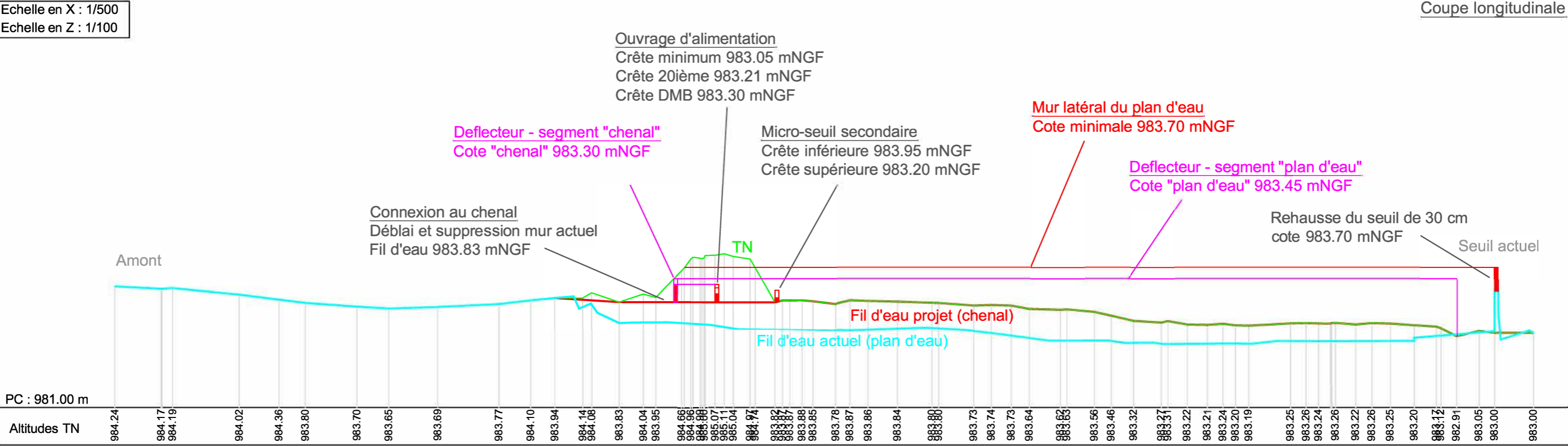
E. PLANS AVANT-PROJET



Plan masse Avant Projet



Coupes des aménagements - Avant Projet





www.cereg.com