

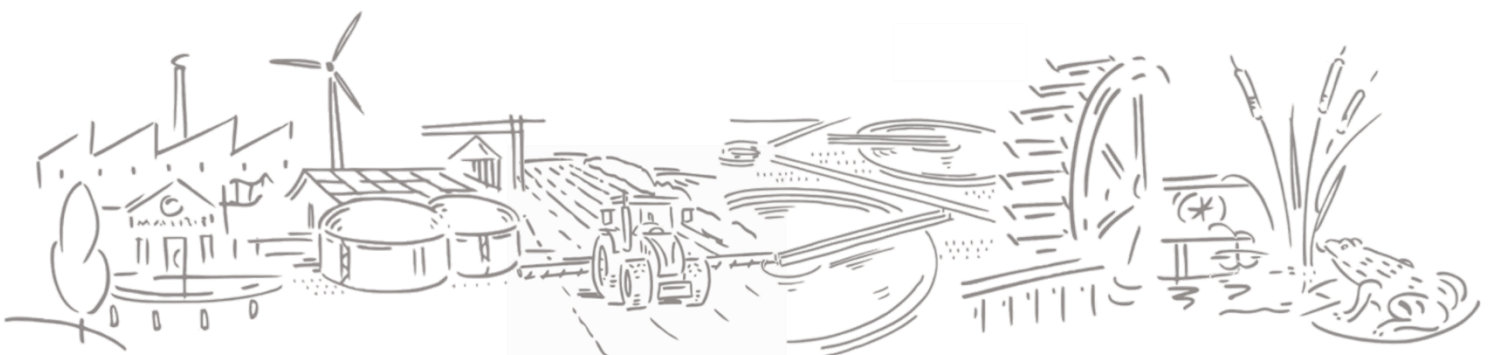


ASSISTANCE TECHNIQUE EN MATIERE  
D'HYDROMORPHOLOGIE ET  
D'HYDRAULIQUE FLUVIALE

Avril 2023

Propositions d'actions sur le Vigneau

Rapport de phase 2



<b>FICHE DE SUIVI DU DOCUMENT</b>		
<b>Coordonnées du commanditaire</b>	SIBA	
<b>Bureau d'études</b>	NCA Environnement 11, allée Jean Monnet 86 170 NEUVILLE-DE-POITOU	
<b>Rédigé par :</b>	Christelle Soulas	
<b>Vérifié par :</b>	Germain PASQUIER	
<b>HISTORIQUE DES MODIFICATIONS</b>		
<b>Version</b>	<b>Date</b>	<b>Désignation</b>
1	07/04/2023	1ere version
2	25/04/2023	2 <sup>ème</sup> version – intégration des remarques du SIBA

## SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
I. CONTEXTE DE LA MISSION.....	6
II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE .....	6
III. DEROULEMENT DE LA MISSION .....	6
<b>CONTRAINTES ET TRONÇONS HOMOGENES .....</b>	<b>7</b>
IV. DONNEES DISPONIBLES ET SYNTHESE DES PROBLEMATIQUES RENCONTREES.....	8
IV. 1. Problématiques rencontrées sur le Vigneau.....	8
V. SYNTHESE DES CONTRAINTES .....	10
VI. TRONÇONS HOMOGENES.....	11
VI. 1. Tronçon 1 banalisé peu profond.....	11
VI. 2. Tronçon 2 banalisé profond.....	12
VI. 3. Tronçon 3 méandreux peu profond.....	13
VII. DYNAMIQUE DU VIGNEAUX .....	15
<b>PROPOSITIONS D' ACTIONS .....</b>	<b>17</b>
VIII. PERSPECTIVES : PROPOSITIONS D' ACTIONS.....	18
VIII. 1. Rappel : travaux envisagés sur le Vigneau en première phase d'étude .....	18
VIII. 2. Propositions d'actions.....	18
VIII. 2. 1. <i>Stabilisation du profil en long : actions ponctuelles</i>	18
VIII. 2. 2. <i>Aménagements en vue de maintenir le sable dans le lit dans le tronçon 1</i>	23
VIII. 2. 3. <i>Localisation des actions</i>	32
VIII. 2. 4. <i>Estimation des coûts</i>	34

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1 : localisation du Vigneau (flèche rouge) – source SIBA .....	6
Figure 2 : Diagramme de Hjuström .....	9
Figure 3 : Courbe granulométrique des sédiments du Vigneau (source : SIBA).....	10
Figure 4 : Photo du tronçon 1 – source NCA Environnement .....	11
Figure 5 : Profil type du gabarit du tronçon 1 – source : levés du SIBA .....	11
Figure 6 : Photos du tronçon 2 – source NCA Environnement.....	12
Figure 7 : Profil type du gabarit du tronçon 2 – source : levés du SIBA .....	12
Figure 8 : Photos du tronçon 3 – source NCA Environnement.....	13
Figure 9 : Localisation des tronçons homogènes du Vigneau (fond open street map).....	14
Figure 10 : profil en long du Vigneau .....	16
Figure 11 : proposition de stabilisation du profil en long du Vigneau .....	19
Figure 12 : Limite de stabilité des enrochements en fonction du D65 et de la pente selon la formule originale de Whittaker et Jäggi (1986) (source : Guide technique pour la conception des passes « naturelles », Rapport GHAPPE RA.06.05-V1) .....	20
Figure 13 : coupe transversale du seuil de fond.....	21
Figure 14 : coupe longitudinale du seuil de fond .....	22
Figure 15 : coupe transversale de l'ouvrage de franchissement avec rehausse du lit.....	23
Figure 16 : coupe longitudinale de l'ouvrage de franchissement avec rehausse du lit .....	23
Figure 17 : Schéma de l'effet hydraulique des différents types d'épis (source : Biotec) .....	25
Figure 18 : résultat de la modélisation du Vigneau : forces tractrices pour différents aménagements (source : NCA Environnement).....	26
Figure 19 : vue en plan du positionnement possible des épis sur le Vigneau.....	27
Figure 20 : profil type d'un épi sur le Vigneau .....	27
Figure 21 : Schéma type d'implantation de banquettes alternes (source : Biotec - Malavoi).....	29
Figure 22 : résultat de la modélisation du Vigneau : forces tractrices pour différents débits (source : NCA Environnement).....	30
Figure 23 : vue en plan du positionnement possible des banquettes sur le Vigneau.....	31
Figure 24 : profil type d'une banquette sur le Vigneau.....	31
Figure 25 : Localisation des actions proposées sur le Vigneau (fond photographie aérienne Géoportail) .....	33

# INTRODUCTION

## I. CONTEXTE DE LA MISSION

---

Le SIAEBVELG et le SIBA sont lauréats d'un appel à projet lancé en 2020 par l'Entente eau, visant à restaurer les têtes de bassin versant.

Chaque Syndicat a déjà décliné dans le cadre de cet appel à projet les différents aménagements envisagés sur son territoire, il s'agit maintenant de les mettre en œuvre. Sur le SIAEBVELG les premiers travaux (en aval du bassin) commenceront cet automne, il s'agira principalement d'arasement de bourrelet de curage. Sur le SIBA, les travaux débiteront en 2023.

La présente mission est une prestation d'assistance techniques dans le cadre de cet appel à projet.

## II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

---

La zone d'étude concerne le Vigneau.

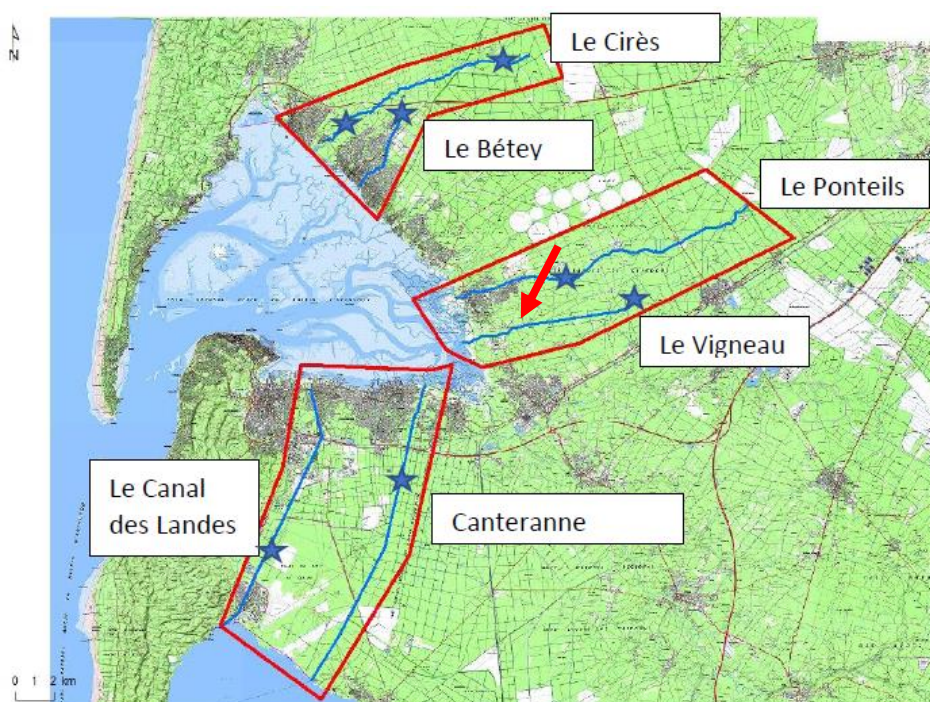


Figure 1 : localisation du Vigneau (flèche rouge) – source SIBA

## III. DEROULEMENT DE LA MISSION

---

Le déroulement de l'étude se décompose en deux phases :

- **Tranche ferme : phase 1**

Réalisation d'une réunion et d'un parcours de sites, analyse des données disponibles, réalisation d'une note de synthèse et perspectives, présentation en réunion.

- **Tranche optionnelle : phase 2**

Mise en œuvre de tout ou partie des études proposées en phase 1

Le présent document constitue la note de synthèse de phase 2 pour le Vigneau.

# CONTRAINTE ET TRONÇONS HOMOGÈNES

## IV. DONNEES DISPONIBLES ET SYNTHESE DES PROBLEMATIQUES RENCONTREES

---

Les données mises à disposition par le SIBA sont :

- Hydrologie : installation d'une station récemment sur le Vigneau (tarage en cours)
- Les données du Lidar
- Un rapport de projet tutoré hydrogéologique de l'ENSEGID
- Une étude archéogéographique
- Une étude de pré-dimensionnement hydraulique menée par PROLOG ingénierie
- Des données SIG
- Une analyse granulométrique des sédiments du Vigneau, réalisée en 2023.

Un parcours de terrain a été effectué le 29/08/2022, en présence du bureau Gesolia

Lors de ce parcours de terrain les éléments suivants ont été relevés :

- Tracé : le ruisseau a très probablement été créé par la main de l'homme, il ne dispose pas d'un vrai lit majeur
- Gabarit : le ruisseau est d'un gabarit a priori supérieur à un lit théorique sur une grande partie de son linéaire, l'incision n'est pas extrêmement marquée, en aval le gabarit est faible au regard des débits transitant en crue.
- Problématique hydraulique : inondations en aval en zone urbaine, l'objectif est de concilier amélioration écologique et lutte contre les inondations. L'idée est de ralentir les écoulements en zone forestière amont et médiane, et évacuer une partie de l'eau en crue vers les bassins versants voisins (présentant moins d'enjeu).
- Présence d'une buse DN 1200 en amont de la zone inondée : ouvrage hydrauliquement limitant et obstacle à la continuité écologique.

### IV. 1. Problématiques rencontrées sur le Vigneau

**Constat :**

- Le Vigneau est un cours d'eau très probablement d'origine anthropique, qui a été rectifié et recalibré par le passé. Il s'écoule sur du sable meuble, et présente une incision marquée dans son cours médian (2 m), très faible sur son cours aval.
- Le régime est différent de celui caractéristique des cours d'eau alentours (en lien avec son origine anthropique).
- La partie aval déborde régulièrement, on note la présence d'habitations à proximité ; des inondations ont déjà eu lieu (en 2014, crue trentennale), un des objectifs du SIBA est de limiter ce phénomène.

**Volonté d'aménagement :**

La SIBA souhaite améliorer l'état hydromorphologique du Vigneau et lutter contre les inondations sur la partie aval. Les interventions envisagées intègrent un débordement dans la partie amont du ruisseau, ce qui implique une recharge du lit.



**Problématique :**

Le substrat de fond du cours d'eau est formé d'un sable très fin, les contraintes d'arrachement sont moyennes à fortes sur un substrat très facilement mobilisable.

La question se pose de caractériser la stabilité de ce substrat et de trouver une solution technique viable pour réaliser la rehausse du fond.

En première approche, la granulométrie de plus de 80 % du sable est de l'ordre de 0.3 mm, ce qui selon le diagramme de Hjülstrom correspond à des grains mobilisables pour des vitesses de quelques cm/s. cette première estimation indique des érosions et transports pour des vitesses probablement fréquemment rencontrées. Une approche plus précise par le paramètre de Shield est possible, à partir du calcul de la vitesse de l'eau dans le lit (modélisation).

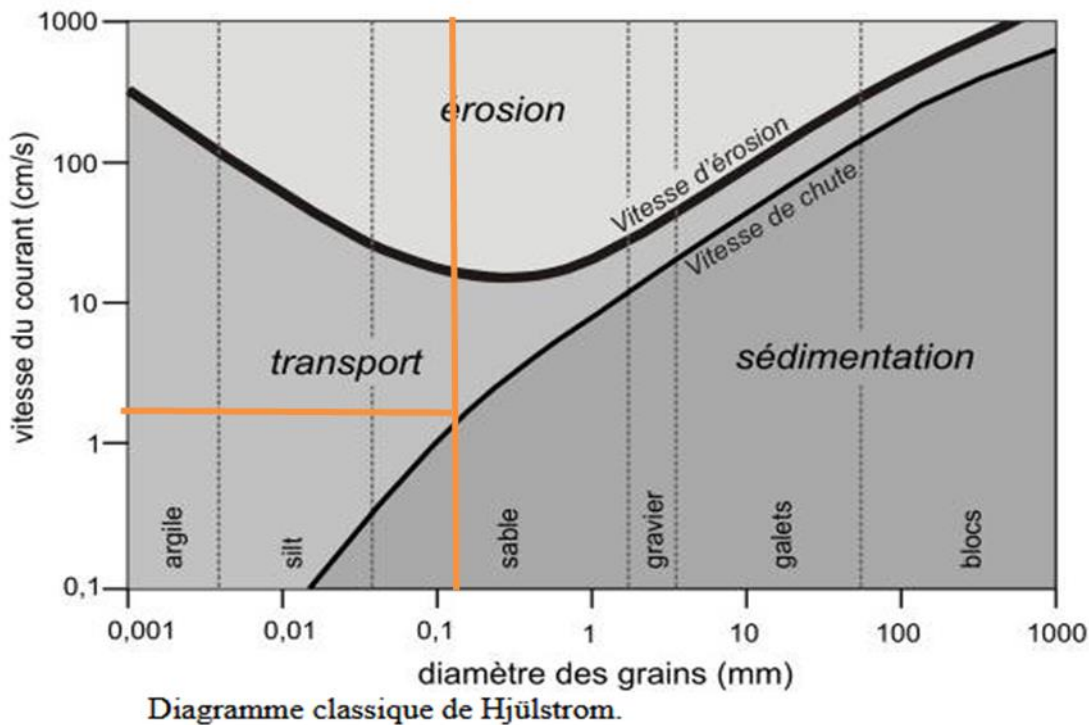


Figure 2 : Diagramme de Hjuström

## V. SYNTHÈSE DES CONTRAINTES

Les contraintes recensées sur le bassin du Vigneau sont les suivantes :

- Occupation du sol : il n'a pas été trouvé d'accord pour gagner en maîtrise foncière le long du cours d'eau en zone sylvicole amont, en aval l'urbanisation bloque aussi les possibilités d'espace de liberté. Les possibilités d'actions sont sur une zone humide amont et les fossés déjà existants.
- Hydraulique : l'enjeu inondation sur l'aval implique des propositions permettant de diminuer le volume arrivant en crue, et/ou atténuer le pic de crue.
- Topographie : la pente générale est faible, ce qui peut être lié à l'origine anthropique du Vigneau (il ne s'écoule pas dans un talweg marqué).
- Pédologie : le substrat est formé de sable de granulométrie homogène de très faible diamètre. Ce sable s'avère facilement mobilisable par les écoulements dans le Vigneau

La granulométrie peut être approchée en utilisant les sondages réalisés lors d'une étude géotechnique : le prélèvement a été fait dans un sol du même type : formations fluvi-éoliennes dites Sable des Landes (NF1), sans toutefois qu'il y ait le tri granulométrique pouvant être présent dans les sédiments d'un cours d'eau. Selon les résultats des analyses géotechniques, les sables sont homogènes, plus de 86 % de ces matériaux est constituée par la fraction 0,2 – 1 mm, et 68 % par la fraction 0,2 – 0,4 mm, ces sables présentent une grande uniformité granulaire.

Un prélèvement de sédiments du Vigneau a été fait, et a fait l'objet d'une analyse granulométrique par l'université de Bordeaux. Les résultats sont présentés sur la courbe ci-dessous. 58 % du sable présente un diamètre compris entre 0,25 et 0,315 mm.

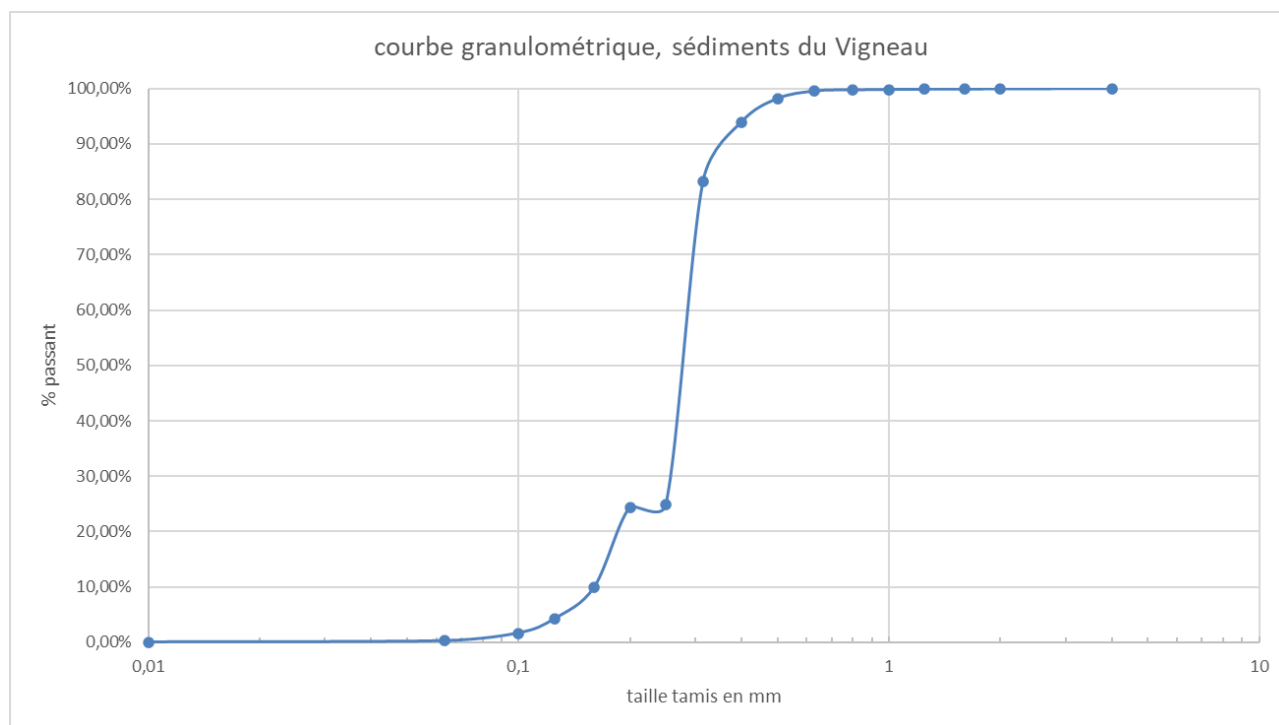


Figure 3 : Courbe granulométrique des sédiments du Vigneau (source : SIBA)

- Morphométrie : le Vigneau présente un gabarit uniforme, homogène sur toute la partie amont, assez banalisé et de section trapézoïdale.

## VI. TRONÇONS HOMOGENES

### VI. 1. Tronçon 1 banalisé peu profond

Ce tronçon amont a probablement peu évolué morphologiquement depuis sa création, il présente une section trapézoïdale de largeur en pied environ 1.20m, largeur en crête environ 4m, et hauteur de berge de 1 à 1.30 m. Le tracé est rectiligne, les écoulements sont homogènes, l'ensemble semble peu évolutif. Le fond est sableux, quelques pieds d'herbacées semblent commencer à se développer.



Figure 4 : Photo du tronçon 1 – source NCA Environnement

L'analyse des données topographiques a permis d'établir un profil moyen de la section du Vigneau dans le tronçon 1. La largeur en pied varie de 1 m à 1.20m, les berges présentent une hauteur d'environ 1 m, et une pente de 1/1, ce qui est un peu plus raide que la pente naturelle du sable.

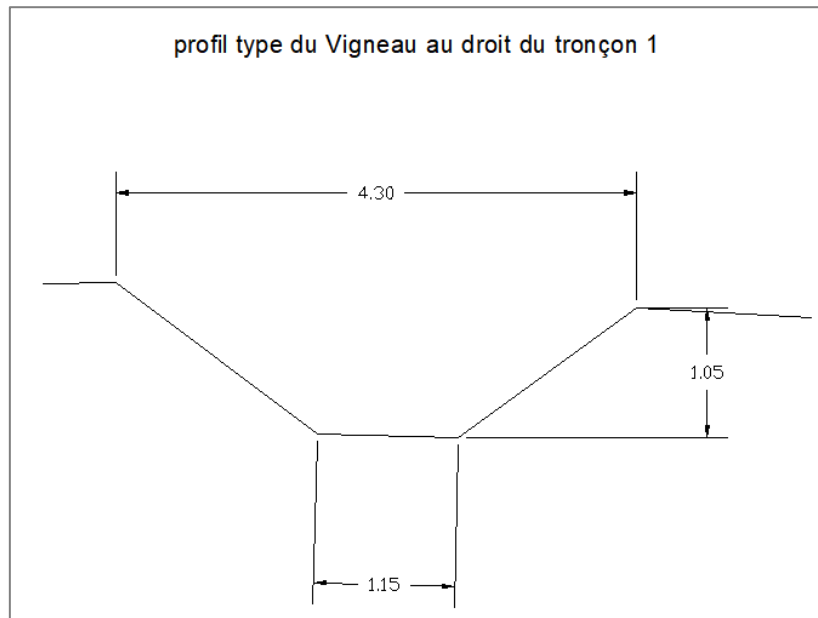


Figure 5 : Profil type du gabarit du tronçon 1 – source : levés du SIBA

Il s'agit du tronçon visé par les aménagements de rehausse du lit par apport de sable issu des merlons de curage, et pour lequel il est nécessaire de connaître les possibilités de maintien du substrat sableux en fond.

## VI. 2. Tronçon 2 banalisé profond

Ce tronçon apparaît assez semblable au tronçon 1 situé juste en amont, néanmoins sa profondeur est nettement plus importante, il est noté comme « surcreusé » dans le document d'incidence de la DIG.



Figure 6 : Photos du tronçon 2 – source NCA Environnement

L'analyse des données topographiques a permis d'établir un profil moyen de la section du Vigneau dans le tronçon 2. La largeur en fond a un peu augmenté, l'évolution notable est l'incision du lit, la largeur en crête augmentant car les berges présentent toujours une pente de l'ordre de 1/1.

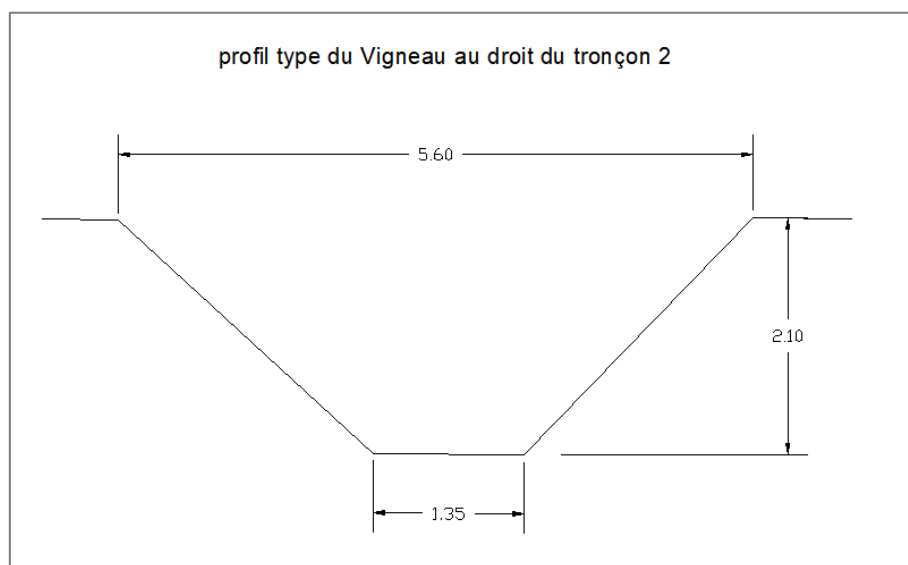


Figure 7 : Profil type du gabarit du tronçon 2 – source : levés du SIBA



### VI. 3. Tronçon 3 méandreux peu profond

Ce tronçon aval présente un tracé plus méandreux, et un gabarit nettement plus faible que les tronçons amont : la profondeur est de l'ordre de 50cm, la largeur de 1m, le passage busé aval présente un ensablement visible. Il s'agit donc d'un tronçon à dynamique de dépôt.



Figure 8 : Photos du tronçon 3 – source NCA Environnement

Le lit est sinueux, avec une alternance de faciès d'écoulements, la qualité hydromorphologique est correcte. Il s'écoule dans un secteur forestier mais jouxte des zones habitées.

Ce tronçon présente des débordements assez fréquents, l'enjeu lié à la présence d'habitation justifie les interventions de gestion de l'aléa.

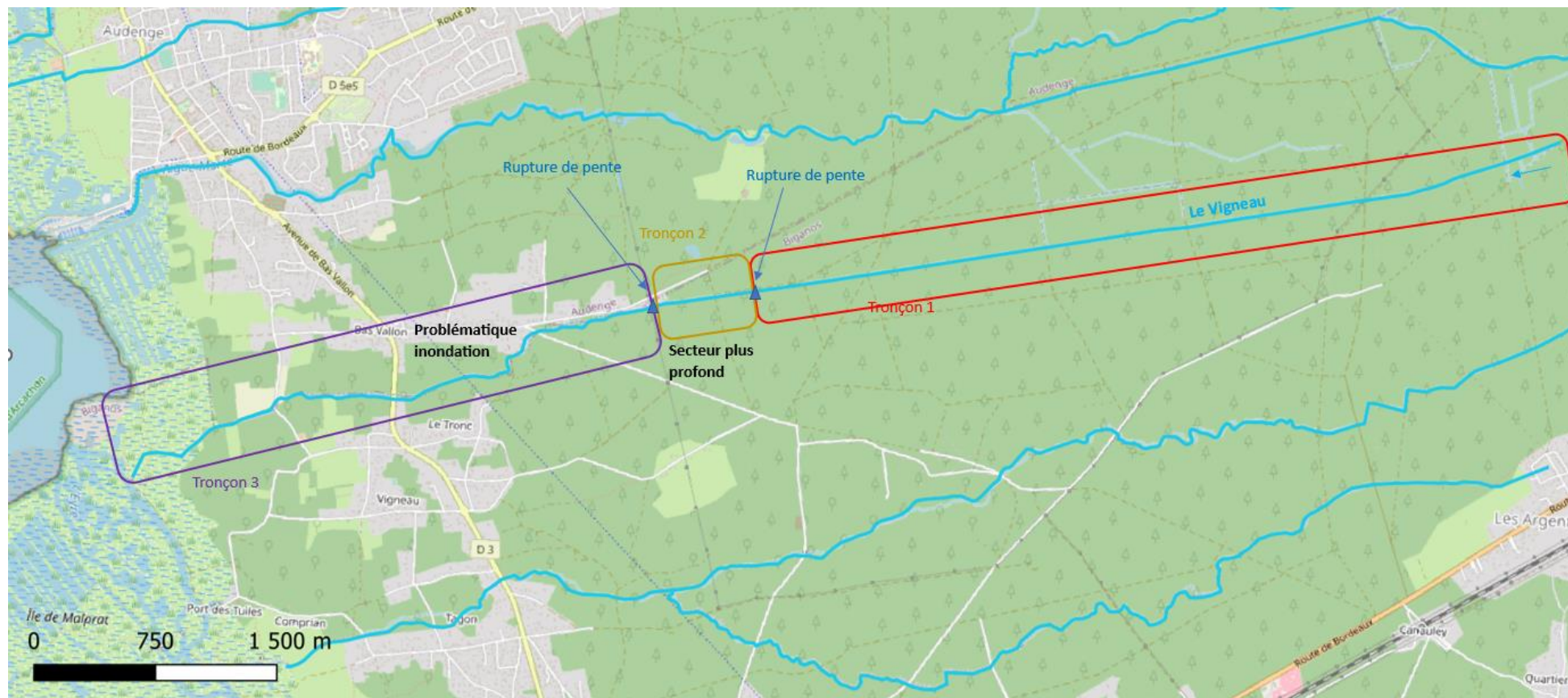


Figure 9 : Localisation des tronçons homogènes du Vigneau (fond open street map)

## VII. DYNAMIQUE DU VIGNEAUX

---

Le Vigneau présente un profil en long non homogène :

- un long tronçon amont de pente homogène et faible (0.3 %), de profondeur de l'ordre d'un mètre (tronçon 1)
- un secteur de forte pente et incisé (pente de l'ordre de 0.7 %, profondeur de 2 m) (tronçon 2)
- et un tronçon aval peu profond (0.5m) et de faible pente (0.3 %) (tronçon 3)

Les deux ruptures de pentes sont localisées :

- La rupture de pente amont (entre tronçon 1 et tronçon 2 : approfondissement et augmentation du gabarit) est localisée précisément par le SIBA et a fait l'objet d'un levé topographique. La chute est de l'ordre de 70 cm, la couche d'aliôs semble avoir été fracturée. Son évolution (approfondissement, déplacement vers l'amont) n'est pas connue.
- La rupture de pente aval (entre tronçon 2 et tronçon 3 : rehausse et diminution du gabarit) n'est pas localisée avec précision car elle est située en propriété privée difficilement accessible.

L'ensablement est notable sur sa partie aval, démontré par les faibles hauteurs de berges et le dépôt de sable dans la buse aval. Il s'agit de matériaux provenant de l'amont du bassin, sans que l'on sache s'il s'agit de sédiments prélevés au niveau du cours principal et/ou au niveau des fossés affluents.

Le lit amont semble stable d'après les données disponibles, à l'exception du secteur situé au droit de la buse 1200 m en amont du quartier des Truails (tronçon 2). En aval immédiat de la buse le gabarit est du même ordre qu'en amont sur quelques dizaines de mètres, avant une brusque modification.

Une attention particulière doit être portée cette zone de forte pente. En effet, il est possible qu'une érosion régressive soit en cours.

Il semble que le pont de diamètre 1200 ait été réalisé en abaissant le lit du Vigneau, ce qui a entraîné un déséquilibre dans son profil en long, et un réajustement avec une érosion progressive et une érosion régressive, dont la dynamique n'est pas connue à ce jour.

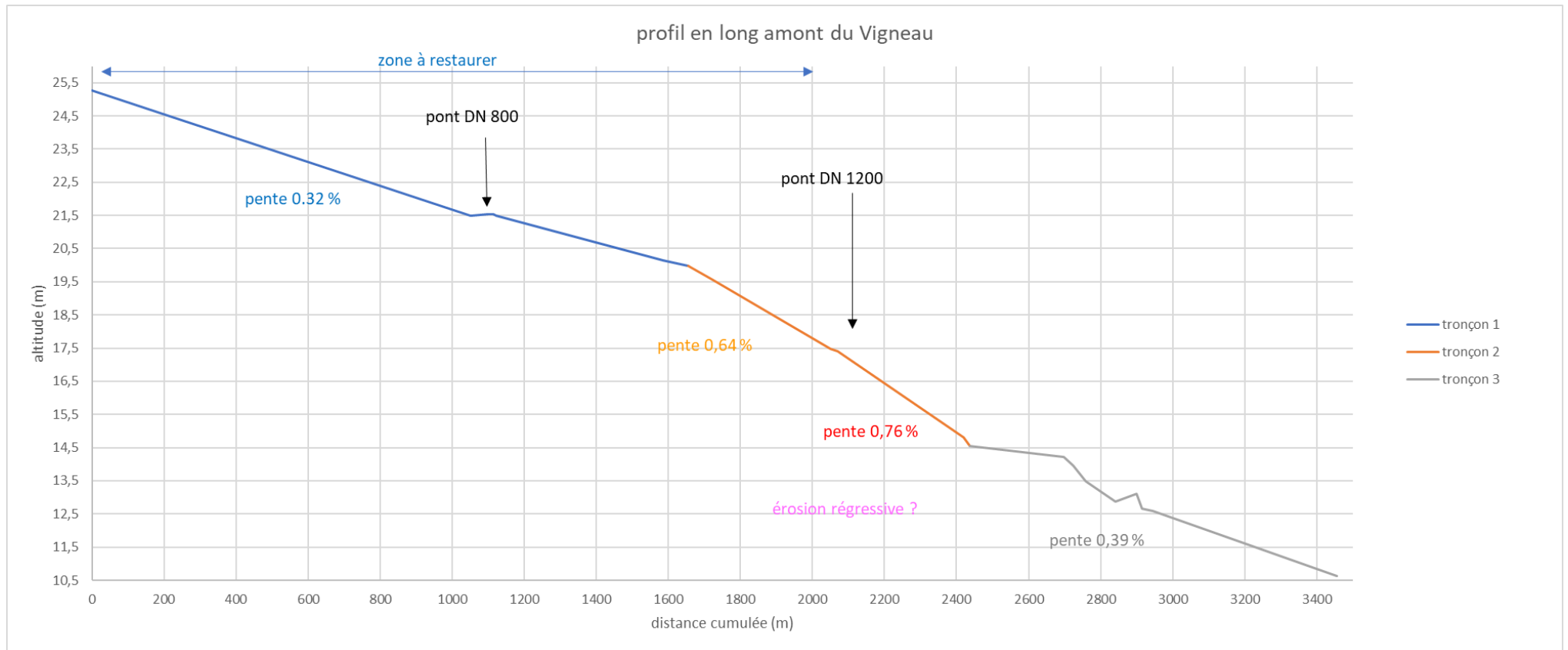


Figure 10 : profil en long du Vigneau



## **PROPOSITIONS D' ACTIONS**

## VIII. PERSPECTIVES : PROPOSITIONS D' ACTIONS

---

### VIII. 1. Rappel : travaux envisagés sur le Vigneau en première phase d'étude

Les travaux envisagés en phase 1 sont :

- La rehausse du lit dans la partie amont, afin de faciliter les débordements (vers les bassins versants voisins)
- Recharge du lit dans la zone incisée, de façon compatible avec l'exploitation sylvicole
- Rétablissement de la continuité écologique au niveau d'un pont (DN 1200)

La problématique majeure des actions est la possibilité de maintien de la recharge en fond de lit.

Du fait de la présence de végétation poussant dans le lit, il semble que les contraintes tractrices sont moins élevées que sur les autres cours d'eau vus lors de la visite, il serait possible d'envisager une action expérimentale sur 3 ans :

- Mise en place de sable venant du merlon de curage dans le lit avec des pieds de molinies pour stabiliser
- Suivi du site pendant 2 ans
- Selon l'évolution, une intervention plus lourde serait ou non à prévoir.

### VIII. 2. Propositions d'actions

#### VIII. 2. 1. Stabilisation du profil en long : actions ponctuelles

##### Principe

En premier lieu il semble utile de déterminer si le tronçon 2 est évolutif ou non, en surveillant par exemple la hauteur des berges en limite amont de ce tronçon, ou en prenant régulièrement des points GPS pour établir un profil en long de la connexion du tronçon 2 avec le tronçon 1.

Il apparaît aussi nécessaire de stabiliser l'amont de ce tronçon, afin d'éviter une progression vers l'amont de l'incision.

Une solution possible est la reprise du pont DN 1200 :

- Enlèvement de la buse actuelle
- Mise en place d'un dalot à une cote de 17.98 m NGF (rehausse de 50 cm),
- Recharge amont et aval de 0.5 m.
- Mise en place d'un point dur de type seuil de fond en aval de la zone incisée, et mise en place d'un point dur au niveau du pont rehaussé

##### Profil en long

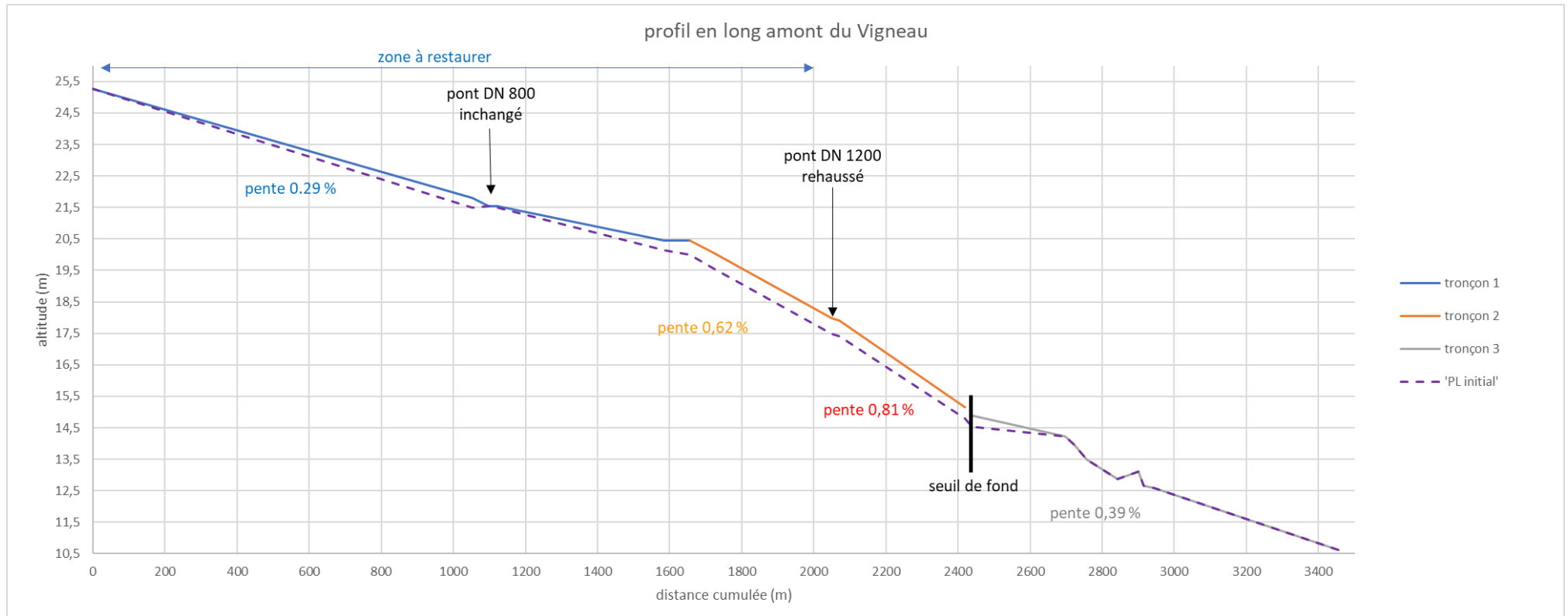


Figure 11 : proposition de stabilisation du profil en long du Vigneau

### Préconisations techniques

Le profil en long présenté ci-avant comprend une rehausse de 50 cm dans la zone surcreusée, et permet de stabiliser le profil en long du Vigneau en cas d'érosion régressive avérée. En effet, en cas d'érosion régressive, il ne sera pas possible de recharger durablement les tronçons 1 et 2. Il comprend aussi une rehausse dans le tronçon 1, celle-ci pourra être effectuée selon différentes modalités présentées dans le paragraphe dédié, une fois la stabilité du profil assuré.

Afin de stabiliser le profil en long et le fond rehaussé, deux points durs sont proposés.

L'ouvrage de franchissement sera situé au niveau de la buse existante dans la « zone surcreusée », la recharge amont sera de 50 cm, la recharge aval de 45 cm (elle diminuera progressivement pour atteindre 35 cm au niveau du seuil de fond).

Le seuil de fond sera situé sur l'aval de la zone rechargée, en amont du seuil la recharge sera de 35 cm, en aval de 15 cm (si cette recharge est érodée, le seuil restera franchissable avec un dénivelé de 35 cm sur 7 m).

- Seuil de fond aval

Le seuil de fond a pour vocation la stabilisation du profil, sa stabilité est assurée par des parafouilles (ancrages dans le lit) et une réalisation en blocs de granulométrie étalée.

Le substrat sous-jacent est formé d'un sable très fin, tout comme la charge solide du cours d'eau, il convient donc d'apporter une attention particulière à la granulométrie de l'ouvrage, pour éviter le lessivage des matériaux sous-jacent (ce qui le déstabiliserait), et permettre le colmatage des interstices avec la charge solide du cours d'eau.

Dans un premier temps la granulométrie de surface du seuil est définie. Selon la formule de Whittaker et Jäggi, un D65 de 0.2 m est suffisant pour un débit maximal de 2.75 m<sup>3</sup>/s et une pente de 5 %. Cette première approche est valable pour des blocs en vrac, des blocs agencés présentent une résistance encore plus forte, une granulométrie de 150 à 350 mm est donc adaptée si les blocs sont agencés.

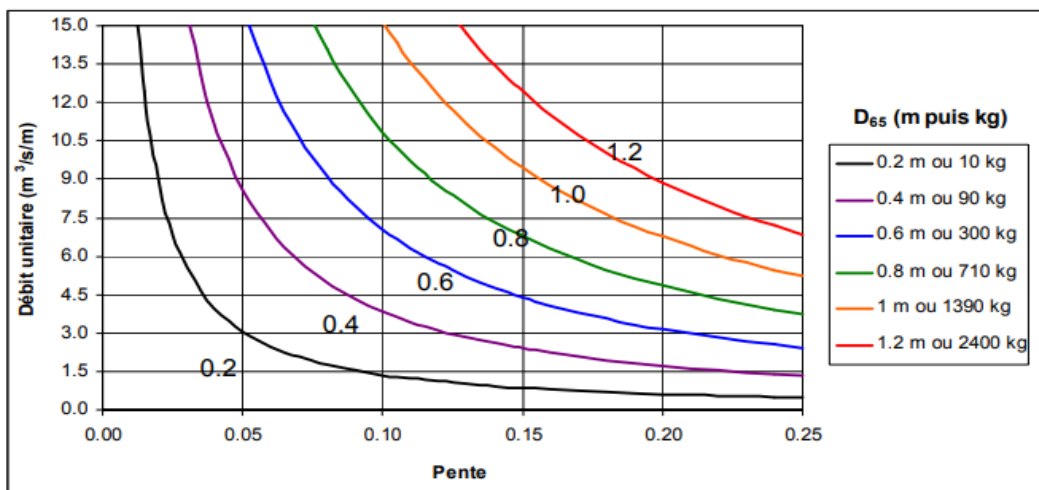


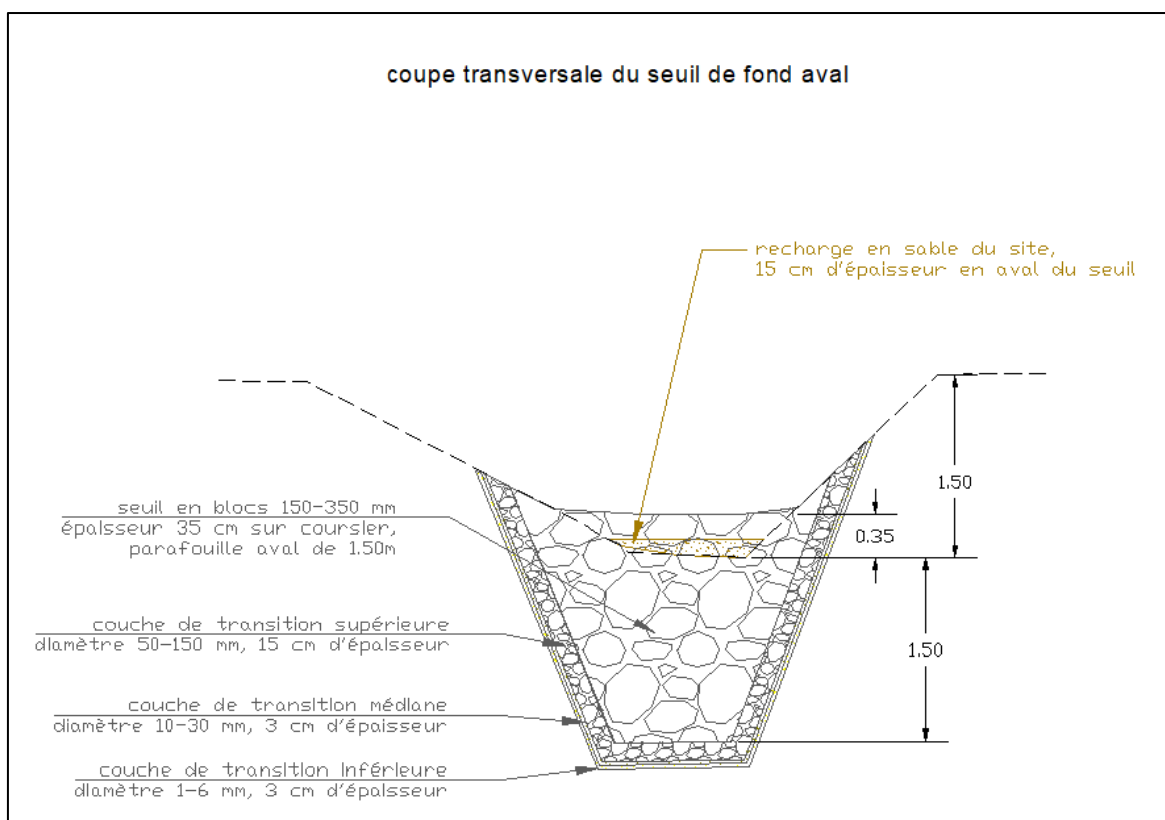
Figure 12 : Limite de stabilité des enrochements en fonction du D65 et de la pente selon la formule originale de Whittaker et Jäggi (1986) (source : Guide technique pour la conception des passes « naturelles », Rapport GHAAPPE RA.06.05-V1)

En ce qui concerne la couche de transition, du fait de la granulométrie faible et homogène du substrat et de la charge solide, plusieurs couches seront nécessaires. Pour éviter la migration des grains, il faut que le D15 de la couche supérieure soit égal à au moins 5 fois le D15 de la couche inférieure, que le D15 de la couche supérieure soit inférieur ou égal à 5 fois le D85 de la couche inférieure et que le D50 de la couche supérieure soit inférieur ou égal à 25 fois le D50 de la couche inférieure.

En supposant la couche de substrat avec un D15 à 0.18 mm, un D 50 à 0.3 mm et du D 85 à 0.32 mm, les différentes couches sont, du bas vers le haut :

- Couche de transition inférieure : sable de 1 à 6 mm ;
- Couche de transition médiane : gravier de 10 à 30 mm ;
- Couche de transition supérieure : petits blocs de 50 à 150 mm ;
- Couche de blocs : blocs de 150 mm à 350 mm ;
- Saupoudrage du seuil avec des matériaux de la couche de transition et les matériaux sableux du site qui viendront se caler dans les interstices.

Le coursier du seuil présentera une pente de 5 % (franchissable pour la faune piscicole sur un seuil court), il sera ancré en amont et e aval en fond de lit sur 1.50 m de profondeur. La longueur sera de 7 m en cas de départ de la recharge aval (15 cm d'épaisseur de recharge), et de 4 m en cas de tenue de la recharge aval.



**Figure 13 : coupe transversale du seuil de fond**

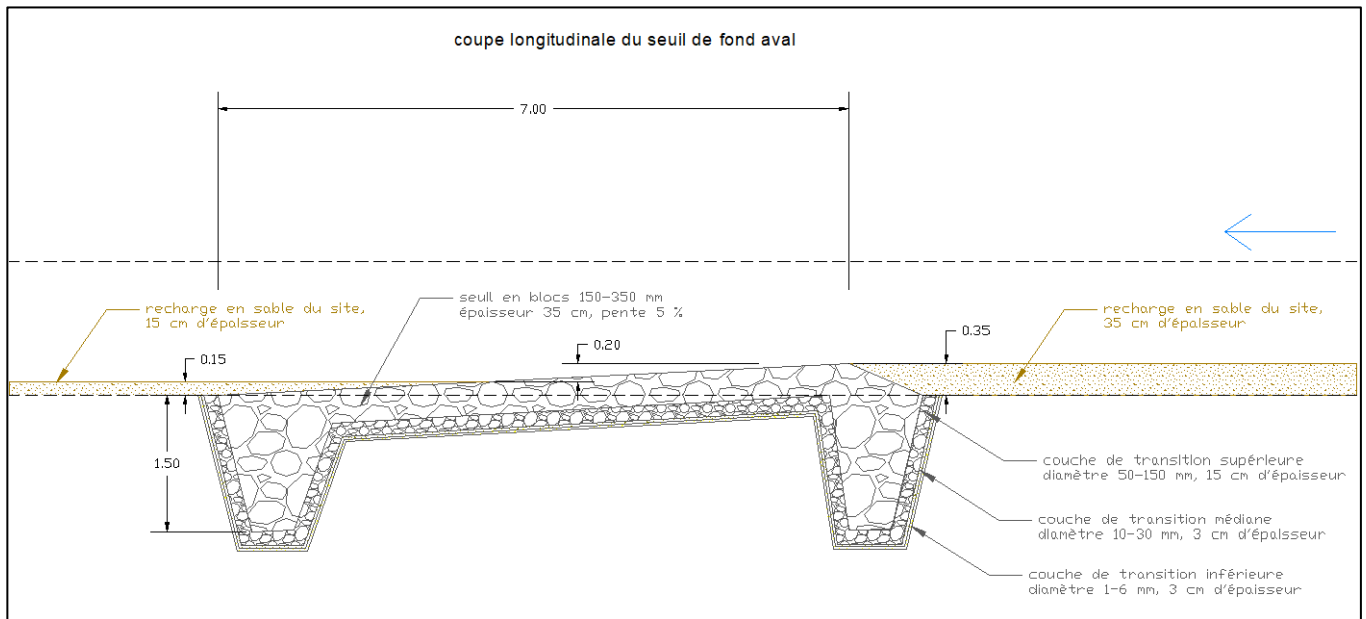


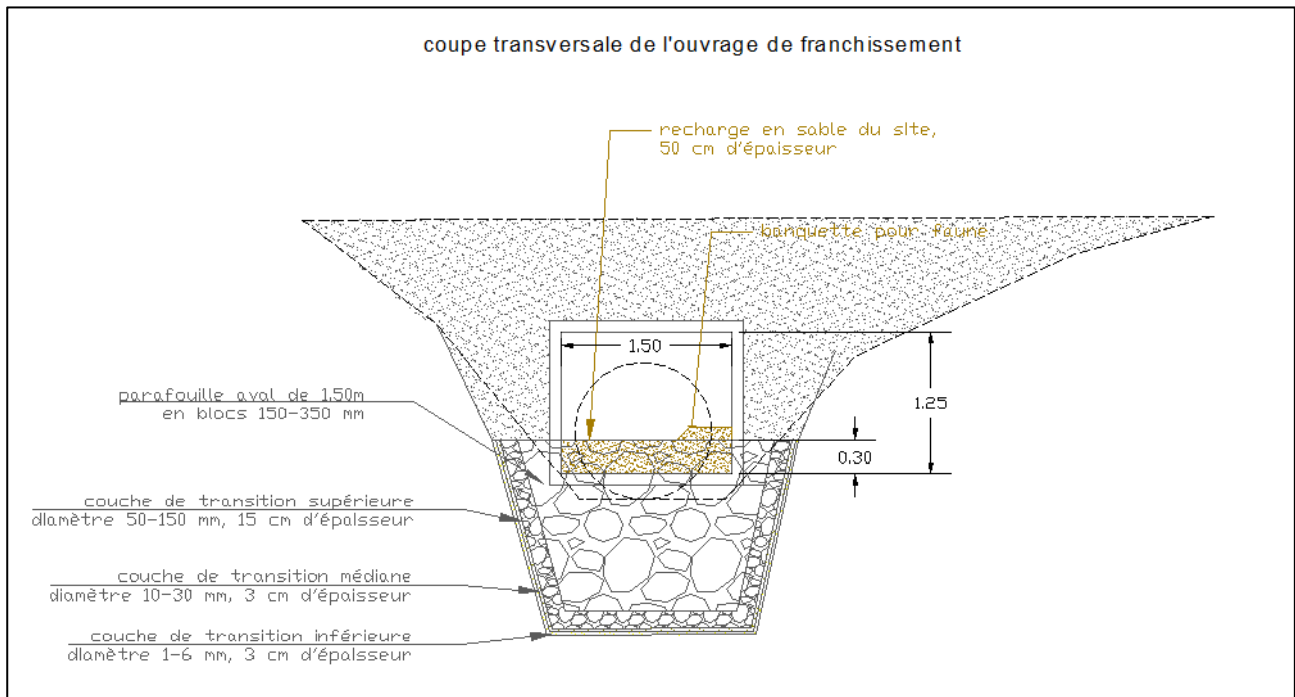
Figure 14 : coupe longitudinale du seuil de fond

- Ouvrage de franchissement :

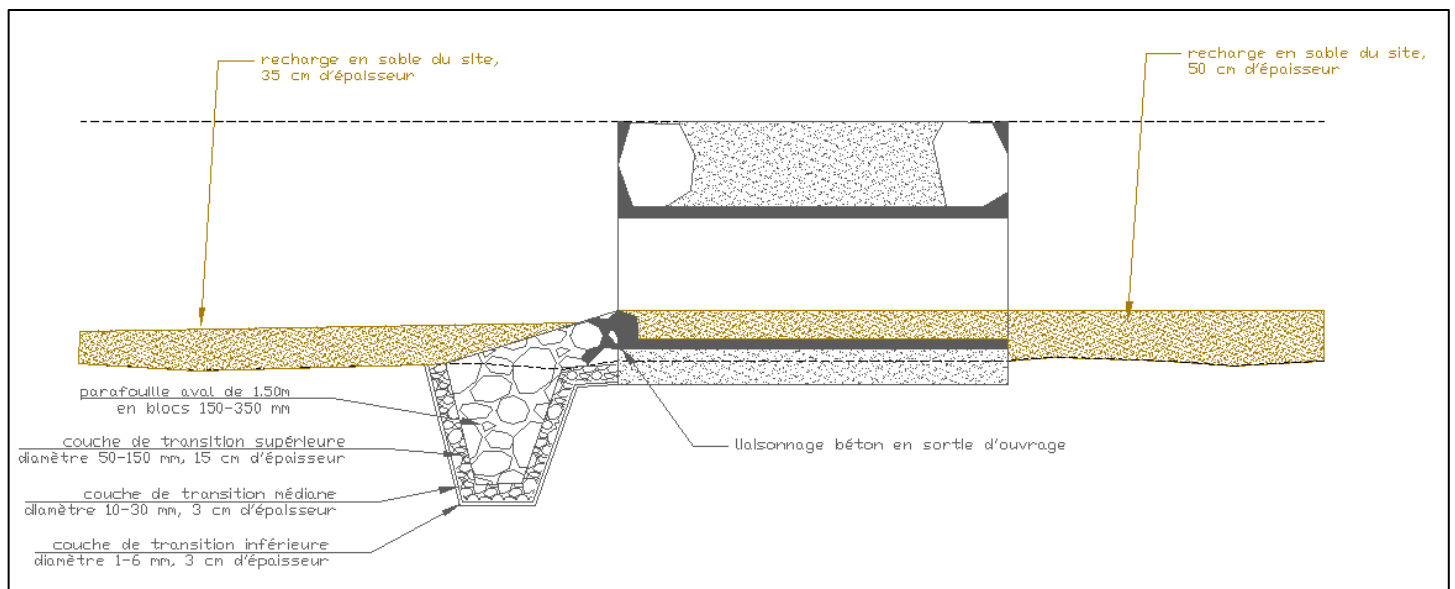
Afin d'assurer la continuité écologique, une luminosité suffisante est nécessaire, ce qui correspond globalement à un rapport de 0.5 entre la section et la longueur. En supposant une longueur de 4 m, la section obtenue est de 2 m<sup>2</sup>.

Idéalement l'ouvrage de type ouvrage cadre de 1.50 m sur 1.50 m, enfoncé de 30 cm sous la cote finie du lit. Néanmoins l'espace disponible limite la taille du dalot (il ne faudrait pas créer de dos d'âne à ce niveau), il est donc proposé un dalot de 1.50 m de large sur 1.25 m de haut, enfoncé de 30 cm dans le fond du nouveau lit.

Le substrat sera reformé sur 30 cm d'épaisseur, muni d'une banquette latérale pour la petite faune. En aval immédiat du pont, un point dur sera mis en place (parafouille), visant à stabiliser le pont et bloquer les éléments de recharge du lit mis en place à l'intérieur du pont (sur 30 cm d'épaisseur). L'ancrage aval (parafouille) sera en blocs avec des couches de transitions pour éviter le lessivage des matériaux fins (le dimensionnement est indiqué dans le paragraphe précédent concernant le seuil de fond).



**Figure 15 : coupe transversale de l'ouvrage de franchissement avec rehausse du lit**



**Figure 16 : coupe longitudinale de l'ouvrage de franchissement avec rehausse du lit**

## VIII. 2. 2. Aménagements en vue de maintenir le sable dans le lit dans le tronçon 1

### VIII. 2. 2. 1. Capacités érosives actuelles au droit du tronçon 1

Différentes approches du transport solide sont possibles.

- Calcul du paramètre de Shields

Le début de mouvement d'un grain se produit lorsque la valeur du paramètre de Shields dépasse une certaine valeur constante. Le paramètre de Shields est adimensionnel, tel que :

$$\tau^* = \frac{\gamma_w \cdot R \cdot i}{(\gamma_s - \gamma_w) \cdot d}$$

Le charriage du grain sur fond plat s'engage pour  $\tau^* > 0.047$

- La formule empirique de Meyer-Peter et Müller donne la capacité de transport solide par charriage, lorsque les sédiments ont une taille uniforme de taille  $0,4\text{mm} < d < 30\text{ mm}$ , ce qui est bien le cas sur ce cours d'eau.
- La formule empirique d'Engelund et Hansen (1967) permet d'estimer le transport solide total en volume de grains à saturation pour des sédiments non cohésifs (charriage et suspension), pour des sables ( $0,15\text{mm} < d < 5\text{mm}$ ), ce qui est bien le cas sur ce cours d'eau. Il s'agit d'un transport solide total à saturation.

$$\frac{q_s}{\sqrt{(\gamma_s / \gamma_w - 1)g \cdot d^3}} = 0,05 \left( \frac{K^2 \cdot R^{1/3}}{g} \right) \tau^{*5/2} \text{ (forme adimensionnelle).}$$

Une modélisation hydraulique 1D du tronçon 1 et de l'amont du tronçon 2 (jusqu'au pont 1200) a été menée à l'aide du logiciel GEOHECRAS, de façon à déterminer les forces tractrices et donc, en utilisant la valeur seuil du paramètre de Shield, estimer la taille des grains entraînés pour une granulométrie uniforme, pour un débit standard de 17l/s (données de la modélisation hydraulique déjà réalisée)

Les résultats sont les suivants :

distance à l'aval	Q (m³/s)	cote de fond (m)	niveau d'eau (m)	pente (m/m)	vitesse (m/s)	section omuillée (m²)	profondeur (m)	Froud	contrainte (N/m²)	rayon hydraulique (m)	diamètre du grain entraîné (mm)
2050	0.017	25.26	25.33	0.027	0.47	0.04	0.82	0.71	11.37	0.04	15.4
998	0.017	21.49	21.71	0.000	0.09	0.19	1.23	0.07	0.28	0.14	0.4
951	0.017	21.54	21.7	0.000	0.05	0.36	2.54	0.04	0.08	0.14	0.1
935	0.017	21.53		0.001	0.16	0.11	2.15	0.22	0.66	0.05	0.9
927	0.017	21.49		0.004	0.22	0.08	1.44	0.3	2.31	0.05	3.1
464	0.017	20.14		0.002	0.17	0.1	1.42	0.2	1.28	0.07	1.7
394	0.017	19.99		0.003	0.21	0.08	1.06	0.25	2	0.07	2.7
329	0.017	19.58	19.66	0.023	0.57	0.03	0.69	0.88	9.47	0.04	12.8
0	0.017	17.48	17.59	0.001	0.18	0.1	1.36	0.21	0.75	0.07	1.0

Seules deux sections en amont du modèle présentent une possibilité pour des grains de diamètre inférieur à 0.4 mm de ne pas être charriés.

Il apparait clairement qu'en l'état, au droit du tronçon 1, sans stabilisation des matériaux de fond, ceux-ci sont évacués par le Vigneau. Il convient donc de stabiliser les matériaux sableux qui seront apportés dans le lit.

### VIII. 2. 2. 1. Proposition d'aménagement issu de la DIG : épis

#### Principe

Le document de DIG propose la réalisation d'épis dans le lit, à raison d'un épi tous les 50 m.

La réalisation d'épis permet de répondre aux objectifs suivants :



- recentrage et dynamisation des écoulements, limitation du flux érosif contre une berge ;
- diversification des écoulements et des substrats ;
- diversification des hauteurs d'eau ;
- création de caches et abris pour la faune piscicole.

Un épi a pour effet hydraulique de rétrécir localement la largeur d'écoulement et donc de dévier le flux localement, il génère des micro-turbulences qui entraînent un tri granulométrique et une augmentation locale des vitesses. Selon l'orientation des épis, les effets sont différents (se référer à la figure suivante).

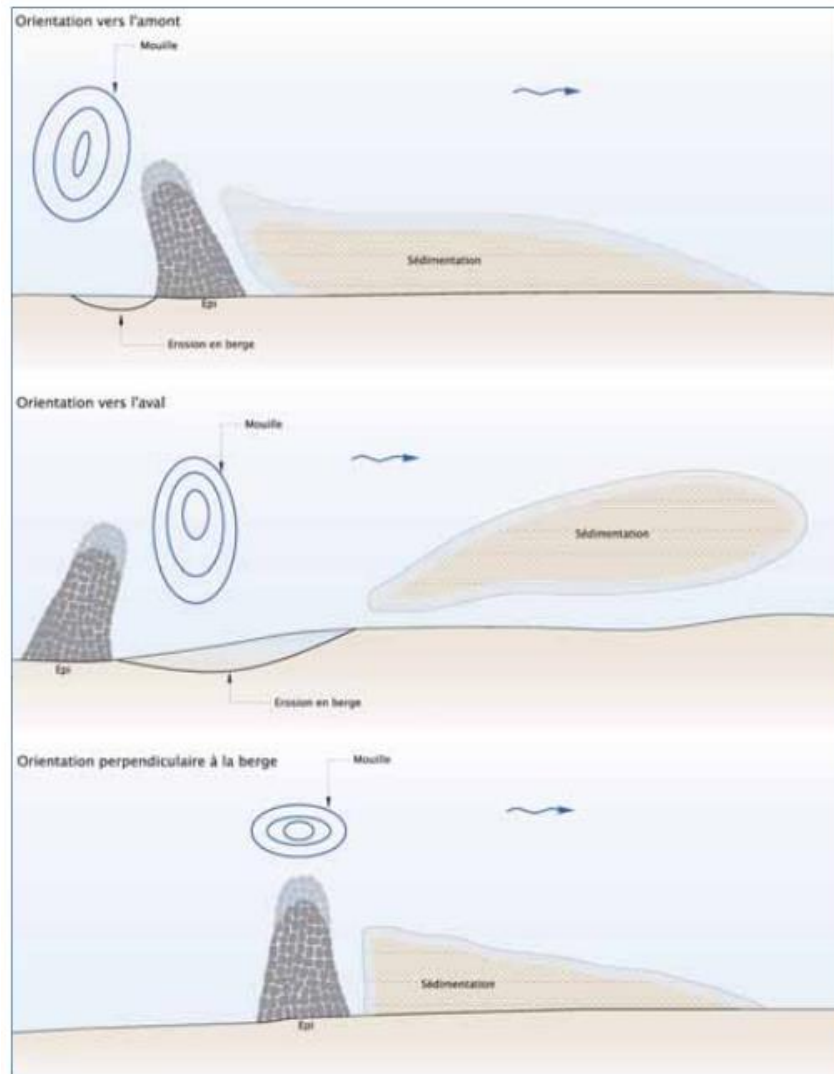


Figure 17 : Schéma de l'effet hydraulique des différents types d'épis (source : Biotec)

Les épis n'ont qu'un effet très limité sur les cours d'eau de faible puissance.

Les principales préconisations techniques sont les suivantes :

- longueur de l'épi : de 1/2 à 2/3 de la largeur du lit, les longueurs peuvent varier ;
- profil en travers de l'épi : réaliser un profil plongeant ;
- ancrage : ancrer largement l'épi dans la berge pour éviter son contournement ;
- réaliser les épis en série de façon à maximiser leur effet ;
- il est possible de mettre en place des matériaux sédimentaires d'apport entre les épis coté berge.

La réalisation d'épis n'est pas la technique privilégiée pour stabiliser un fond de lit, du fait des turbulences générées. De plus, s'il est possible de créer des zones de dépôts latéraux à l'aide d'épis, un épi tous les 50 m ne sera pas suffisant, la mise en place d'épis plus resserrés est nécessaire.

Un modèle hydraulique réalisé sur une partie du tronçon 1 du Vigneau, représentative du tronçon, pour des débits de 0.02 m<sup>3</sup>/s, 0.06 m<sup>3</sup>/s, 0.1 m<sup>3</sup>/s et 1m<sup>3</sup>/s, en état initial sans épis, en mettant en place des épis tous les 50 m et en mettant en place des épis tous les 25 m.

Les résultats montrent un abaissement localisé de la force tractrice au niveau de l'épis, et la nécessité de densifier le nombre d'épis. La modélisation 1 D n'est pas assez précise pour pouvoir modéliser la densité suffisante des épis, qui devraient se situer à quelques mètres de distance (principe des épis en série).

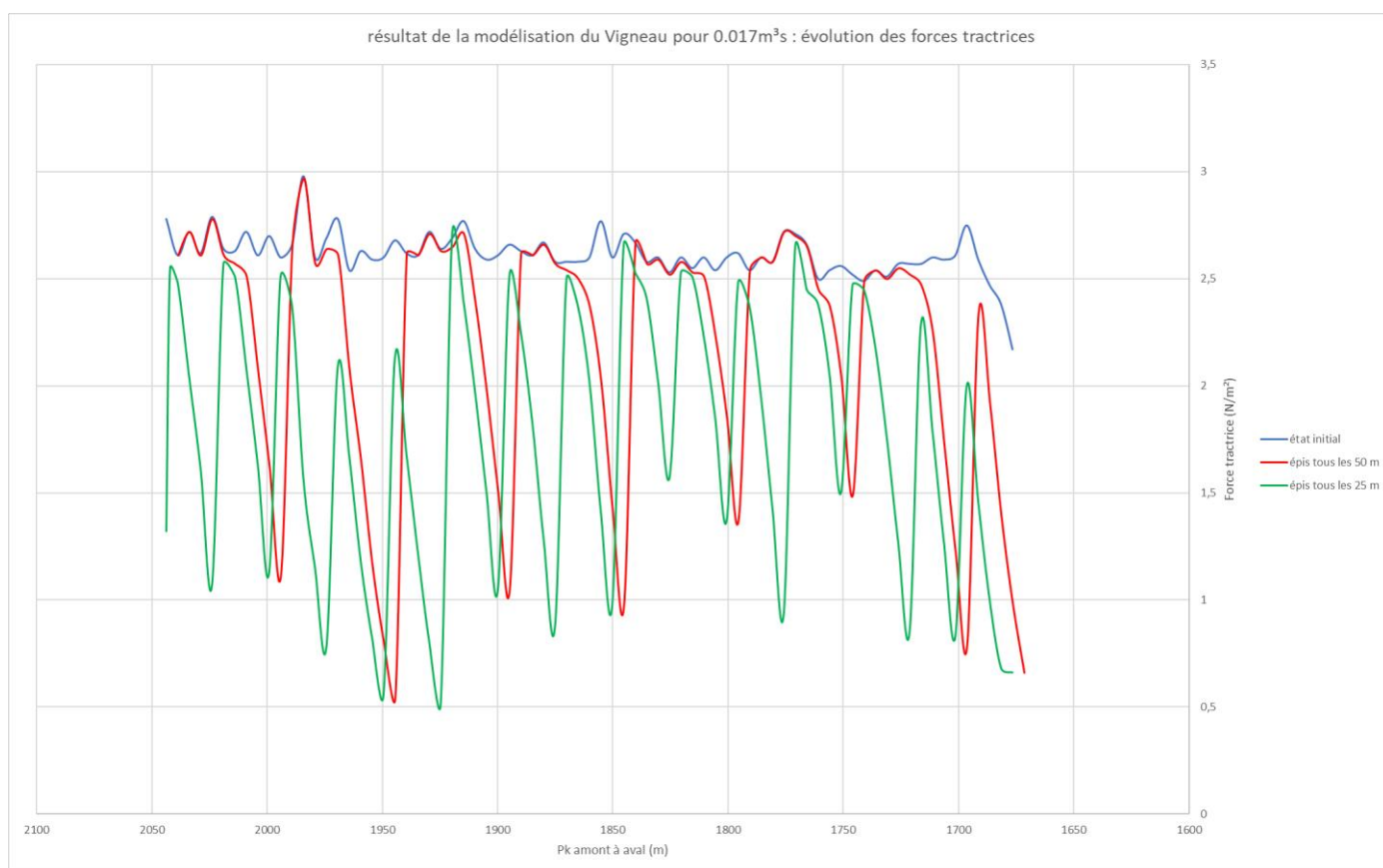


Figure 18 : résultat de la modélisation du Vigneau : forces tractrices pour différents aménagements (source : NCA Environnement)

Dans un objectif d'effet sur les dépôts de sédiments, étant donné le gabarit du lit, la mise en place des épis sur le Vigneau devrait se faire à une distance de 2 à 4 m.

## Schémas

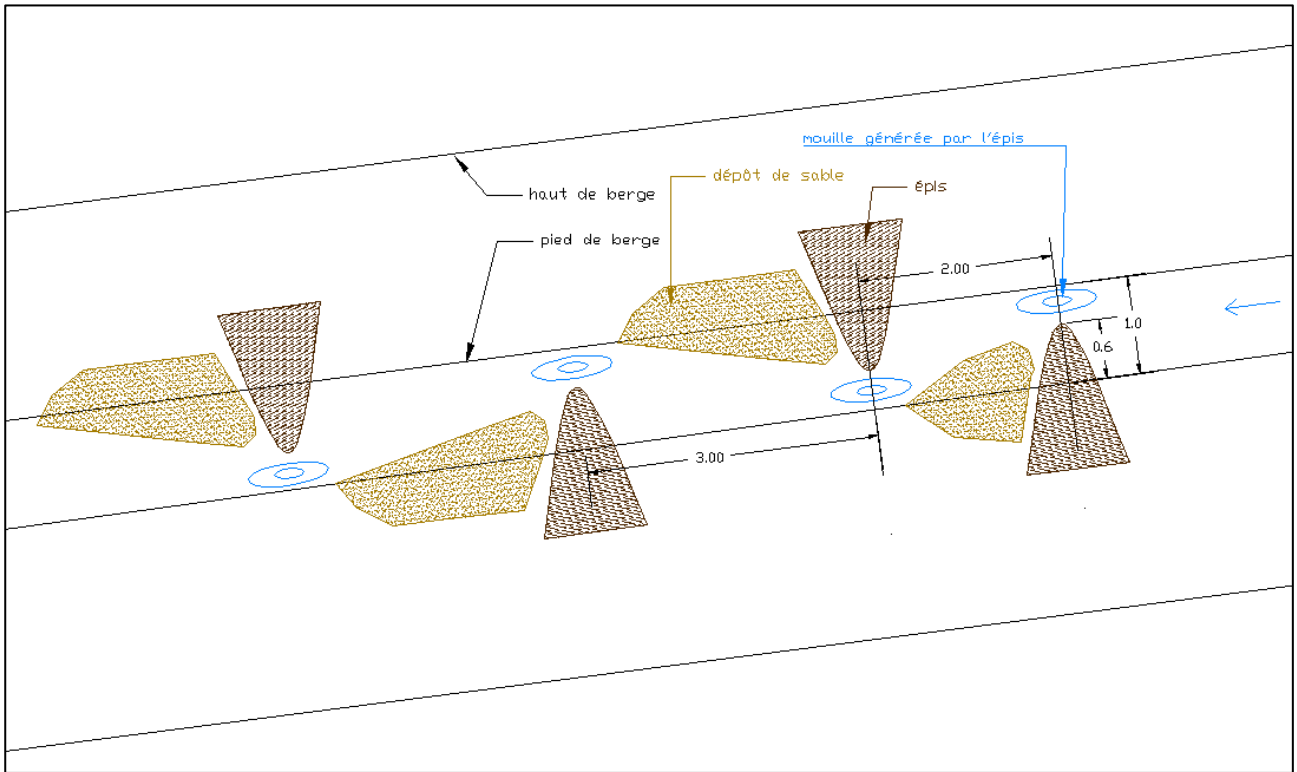


Figure 19 : vue en plan du positionnement possible des épis sur le Vigneau

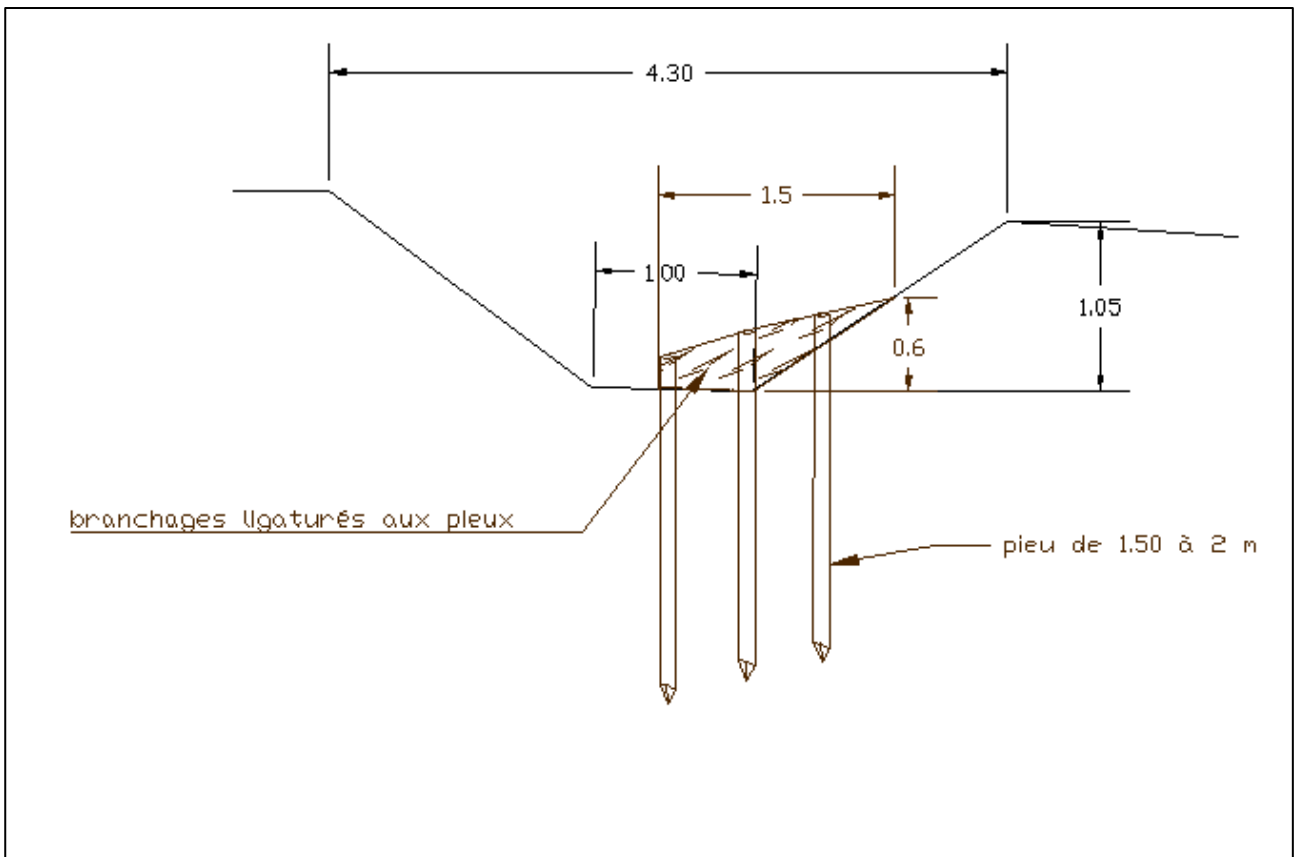


Figure 20 : profil type d'un épis sur le Vigneau

### Préconisations de matériaux

- Pieux en bois, de longueur minimale 1.50 m, de diamètre minimal 1/20<sup>ème</sup> de la longueur (pour un pieux de 2, 10 cm de diamètre). Selon le type de bois, la durabilité variera (le châtaignier, le robinier, le chêne sont des bois très résistants dans des conditions humides, mais d'autres bois peuvent être utilisés).
- Fil métallique de diamètre minimal 2 mm.
- Matériaux d'apport dans l'épis-peigne : mélange de rémanents de coupe, sable, divers branchages prélevés à proximité (genêts, pin ...). Les espèces exotiques sont à proscrire. Des branches de saule peuvent être utilisées si un rejet est souhaité.

### Préconisations de mise en œuvre

- Battre les pieux en laissant 20 à 30 cm avant battage complet, positionnés selon les dimensions indiquées sur les schémas,
- Mettre en place les rémanents de coupes / petit bois / genêts et matériaux sableux à l'arrière des pieux
- Ligaturer l'ensemble à l'aide fil métallique
- Finir le battre les pieux, ce qui aura pour effet de plaquer les matériaux
- Placer les matériaux sableux en aval des épis

### Période d'intervention

La période écologiquement la plus favorable pour un travail en cours d'eau sera à partir de la fin d'été, entre septembre et octobre.

### Contraintes

- Accès : par le merlon latéral, via les chemins existants.
- Travail en eau : Intervention en période d'assez, sinon nécessité d'une pêche de sauvegarde.
- Aspect réglementaire :
  - Rubrique n° 3.2.1.0 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, longueur supérieure ou égale à 100 m : *autorisation*
  - La rubrique 3.1.1.0 Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant un obstacle à l'écoulement des crues : autorisation. *Il conviendra de justifier l'absence d'enjeu* pour ne pas activer cette rubrique

## VIII. 2. 2. 2. Proposition d'aménagement alternative : banquettes et végétalisation

### Principe

La réalisation de banquettes alternes est en général la solution privilégiée pour stabiliser les apports de matériaux dans le lit.

Dans le cas de cours d'eau de faible puissance, ces banquettes n'ont dans la plupart des cas pas besoin d'être fortement stabilisées, néanmoins étant donné la nature très fine des matériaux déposés, une stabilisation par végétalisation apparaît nécessaire.

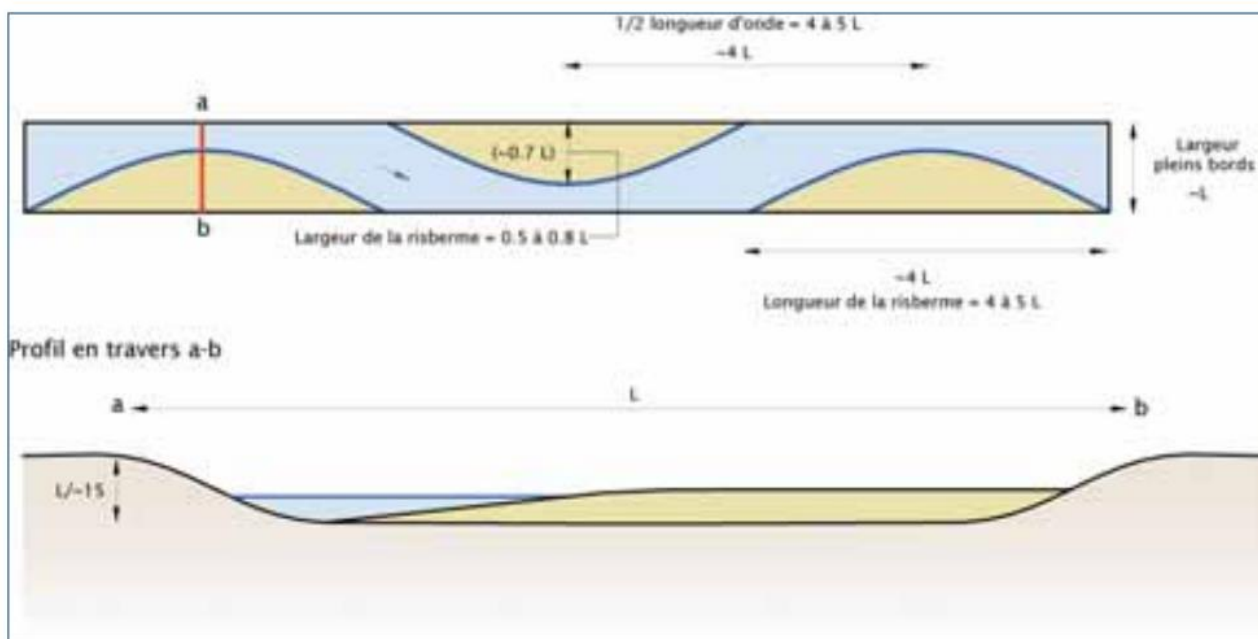


Figure 21 : Schéma type d'implantation de banquettes alternes (source : Biotec - Malavoï)

Le gabarit actuel du Vigneau n'est pas représentatif d'un lit naturel (qui correspondrait plutôt au tronçon 3, avec une largeur de l'ordre de 1 m), réaliser le dimensionnement à partir de la largeur plein bord actuelle n'est pas judicieux. Il a été choisi d'utiliser une largeur plein bord de 2.5, correspondant à la largeur du lit pour le calage des banquettes (globalement la mi-berge). La demi-longueur d'onde est alors de 10 m, et la largeur des banquettes de 1.25 à 2 m.

La bibliographie sur le génie végétal indique les forces tractrices auxquelles un enherbement de berge ou de banquette peut résister :

- A la réalisation : 4 à 20 N/m<sup>2</sup>
- 1 à 2 ans après travaux : 25 à 30 N/m<sup>2</sup>
- 3 ou 4 ans après travaux : 30 à 100 N/m<sup>2</sup>

Même s'il s'agit de valeurs indicatives, les ordres de grandeur des forces tractrices montrent que la végétalisation des banquettes permettrait leur stabilisation une fois les herbacées développées, étant donnée la gamme de forces tractrices obtenues par modélisation (inférieure à 20 N/m<sup>2</sup>).

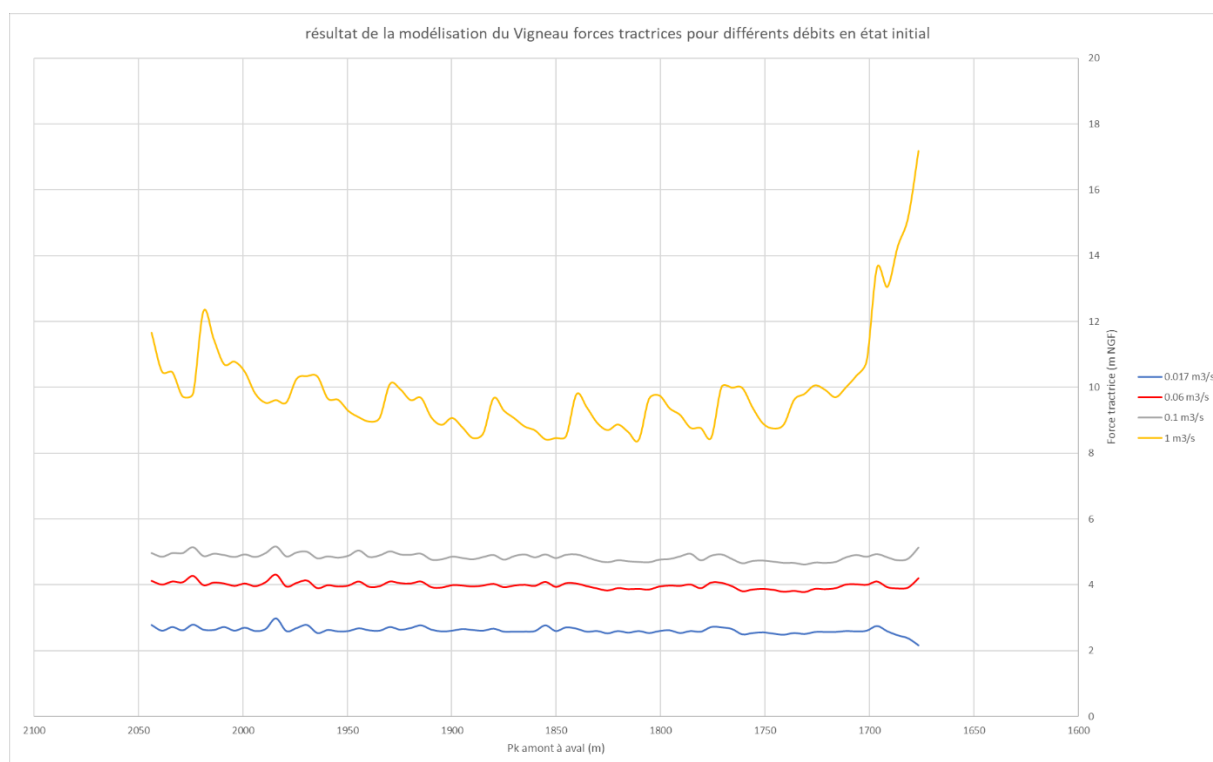


Figure 22 : résultat de la modélisation du Vigneau : forces tractrices pour différents débits (source : NCA Environnement)

La période à risque sera les quelques mois pendant lesquels les banquettes seront à nu, avant le développement de la couverture végétale. Il serait donc judicieux d'éviter de réaliser les travaux trop tardivement à l'automne, et de mettre en place un ensemencement des banquettes afin d'accélérer leur stabilisation.

La végétalisation des banquettes peut comprendre :

- Le prélèvement de mottes de molinie sur site, et leur dépôt en bordure de bannette.
- L'ensemencement manuel des banquettes à l'aide d'un mélange grainer, à 30 g/m<sup>2</sup>. Idéalement, il pourrait s'agir d'un mélange grainier d'origine locale, mais il est aussi possible d'utiliser un mélange standard du commerce, comprenant des espèces couvrant rapidement les banquettes, qui seront progressivement remplacées par les espèces autochtones au fil des années. Les semis vendus dans le commerce sont constitués d'espèces ubiquistes qui ne seront pas toutes adaptées au milieu, un tri naturel se fera en fonction des conditions écologiques. Ce mélange comprendrait des espèces à développement rapide comme le Ray grass anglais (*Lolium perenne*), si possible, la présence de certaines espèces adaptées au milieu humides du secteur comme la Houle laineuse (*Holcus lanatus*) ou la fétuque rouge (*Festuca rubra*) serait intéressante.

## Schémas

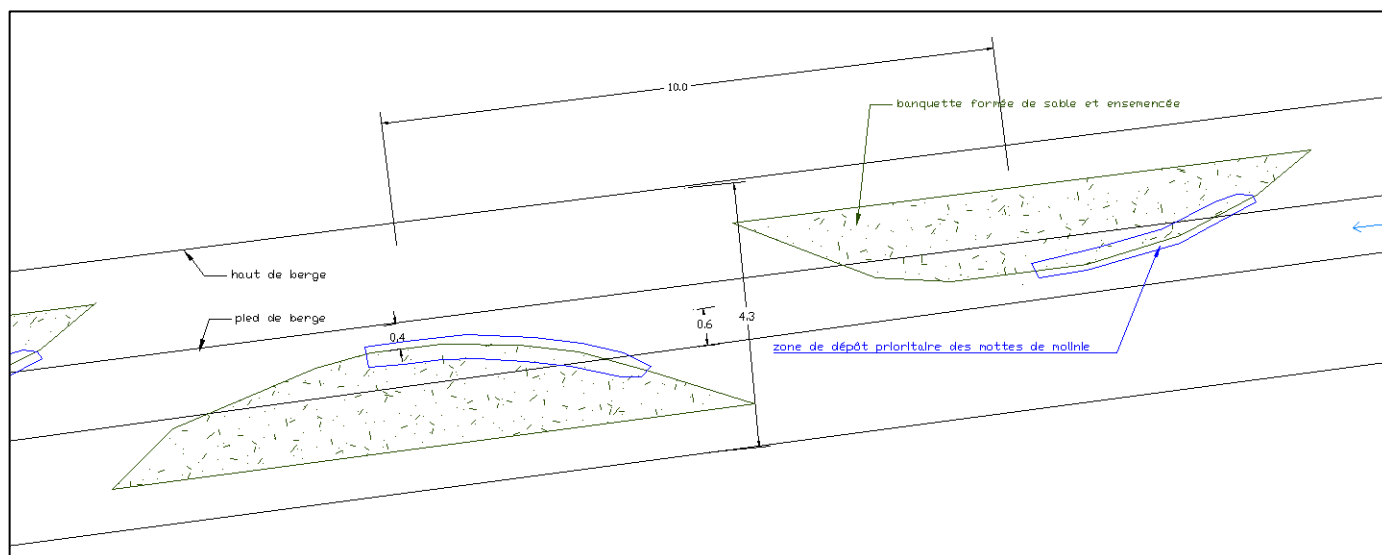


Figure 23 : vue en plan du positionnement possible des banquettes sur le Vigneau

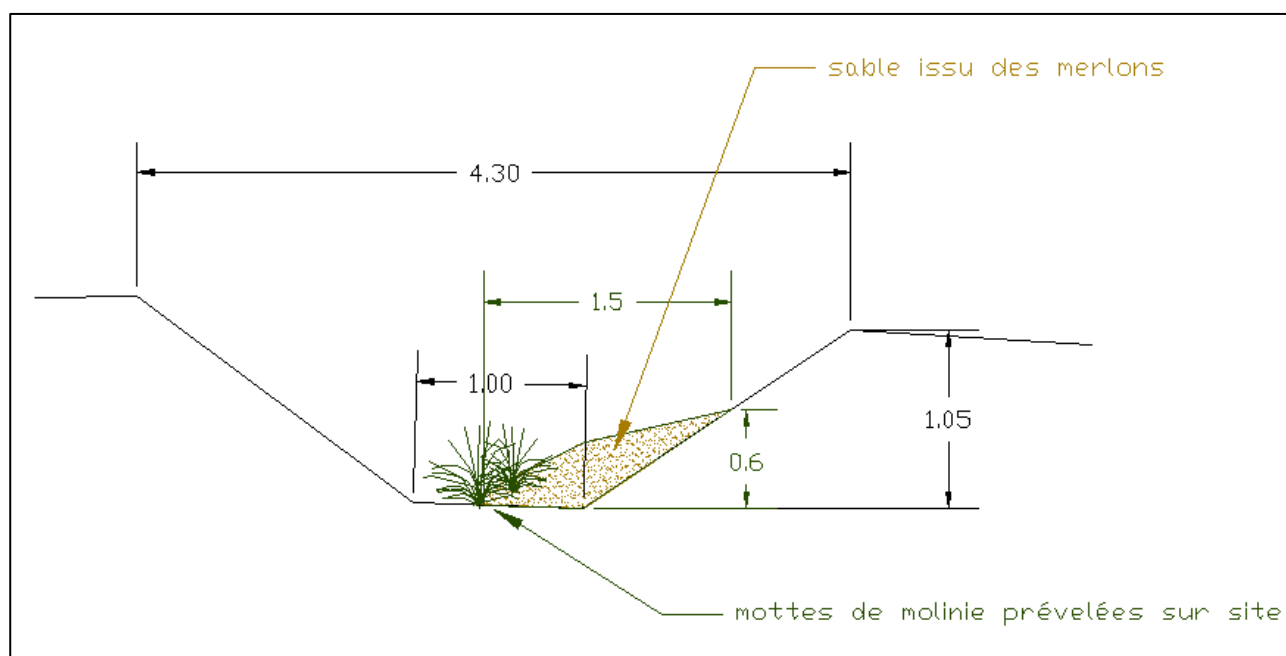


Figure 24 : profil type d'une banquette sur le Vigneau

#### Préconisations de matériaux

- Sable prélevé dans le merlon de curage
- Molinie (et possiblement d'autres graminées) prélevées sur site, par mottes

#### Préconisations de mise en œuvre

- Déposer le sable sous forme de banquettes selon les dimensions indiquées sur les schémas,
- Déposer les mottes de molinie, de préférence en pied de banquette amont
- Ensemencer les banquettes à l'aide d'un mélange grainier à 30g/m<sup>2</sup>

#### Période d'intervention

La période écologiquement la plus favorable pour un travail en cours d'eau sera à partir de la fin d'été, entre septembre et octobre, il s'agit d'ailleurs de la période présentée dans le dossier réglementaire pour les épis. Néanmoins, afin de permettre un bon développement des herbacées sur la banquette, une réalisation plus

tôt dans l'année serait judicieuse, de façon à permettre un meilleur développement des herbacées sur les banquettes avant la période de hautes eaux.

### Contraintes

- Accès : par le merlon latéral, via les chemins existants.
- Travail en eau : Intervention en période d'assec, sinon nécessité d'une pêche de sauvegarde.
- Aspect réglementaire :
  - Rubrique n° 3.2.1.0 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, longueur supérieure ou égale à 100 m : *autorisation*
  - La rubrique 3.1.1.0 Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant un obstacle à l'écoulement des crues : autorisation. *Il conviendra de justifier l'absence d'enjeu* pour ne pas activer cette rubrique

## VIII. 2. 3. Localisation des actions

La carte suivante localise les différentes actions à réaliser :

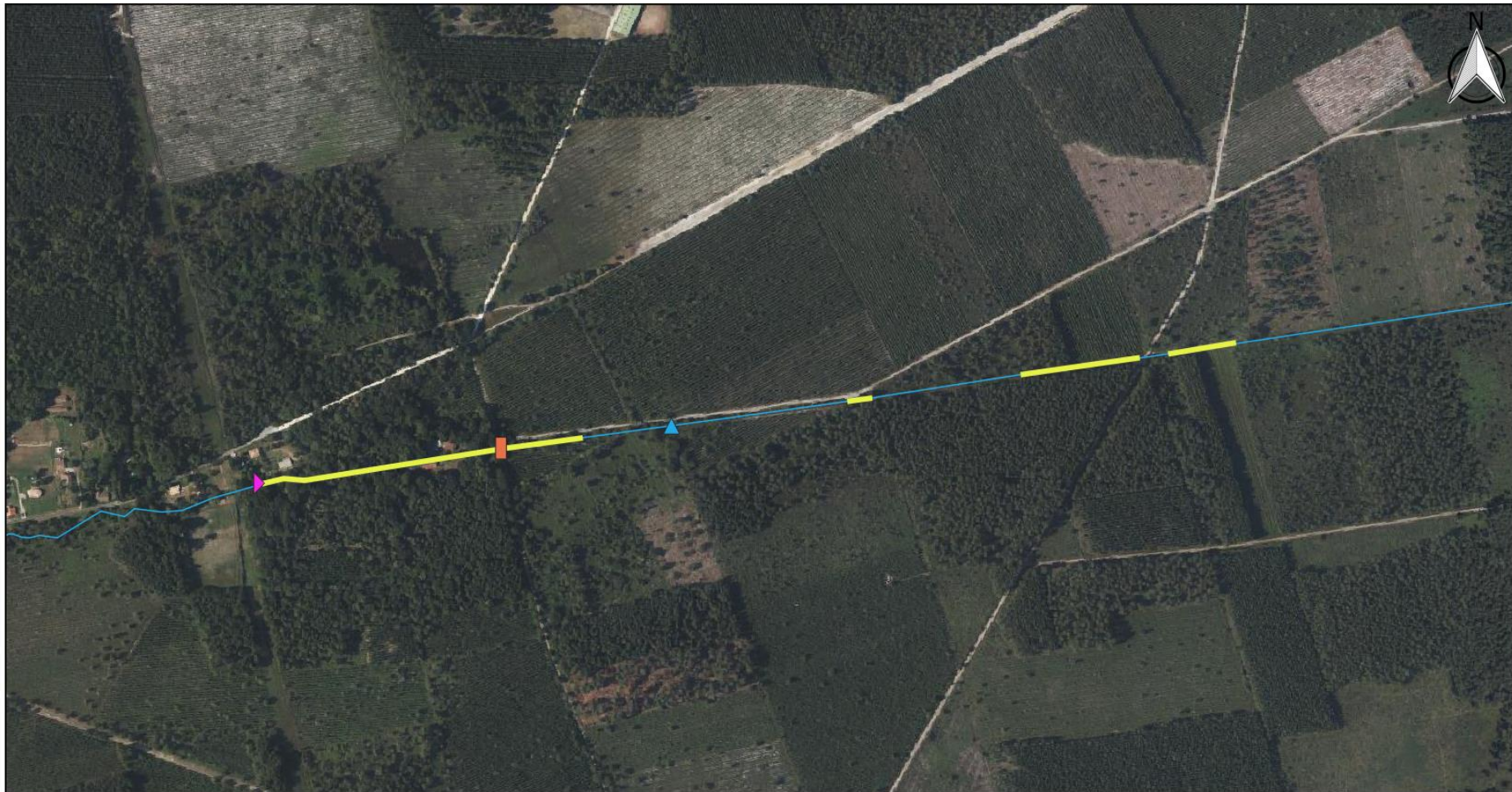
- le suivi de la rupture de pente entre le tronçon 1 et le tronçon 2
- la reprise du pont BN 1200 dans le tronçon 2, avec rehausse
- la mise en place d'un seuil de fond en aval du tronçon 2
- une recharge de 35 cm sur 50 ml en aval du seuil de fond, dont l'épaisseur diminue progressivement (épaisseur nulle au bout de 50 ml), sous forme de banquettes
- la réalisation de travaux de type pose d'épis et de matériaux sableux ou création de banquettes avec les matériaux sableux.

Concernant ce dernier type d'intervention, la localisation a été définie

- en aval des zones de débordement issues de la modélisation hydraulique du scénario 1B, afin de faciliter celles-ci ;
- sur la majeure partie du tronçon 2 qui est fortement incisé.






Le linéaire total est de 1150 ml de cours d'eau.






Assistance technique en  
hydromorphologie

### Légende

-  Vigneau
-  rupture de pente
-  intervention hydromorphologique
-  reprise du pont
-  Seuil de fond

localisation des  
propositions actions

0 0,1 0,2 km



Date : Avril 2023

**nca**  
environnement

NCA Environnement  
11 A de Jean Mouret  
86170 Neuville-de-Poitou  
Tél : 05 49 00 43 20  
Fax : 05 49 00 43 30  
Email : accueil@ncarenv.fr

Figure 25 : Localisation des actions proposées sur le Vigneau (fond photographie aérienne Géoportail)

### VIII. 2. 4. Estimation des coûts

L'estimation des coûts est réalisée sur la base d'un linéaire d'action de 1 150 ml, soit par la mise en place d'épis (à noter, le coût pourrait être optimisé par l'utilisation de bois local n trouvant une filière de type bois déclassés ...), soit par la mise en place de banquettes

n°	Dénomination	quantité	unité	prix unitaire	prix total €HT
<b>1</b>	<b>Travaux préliminaires</b>				
1,1	Installation et repli du chantier	1,0	Forfait	3000,0	<b>3 000 €</b>
1,2	Implantation, piquetage	1,0	Forfait	1000,0	<b>1 000 €</b>
1,3	DOE, récolement	1,0	Forfait	1200,0	<b>1 200 €</b>
<b>total 1 Travaux Préliminaires</b>					<b>5 200 €</b>

<b>2</b>	<b>modification de l'ouvrage de franchissement</b>				
2,1	démolition et évacuation de l'existant	1,0	fft	2000,0	<b>2 000 €</b>
2,2	fourniture et pose de l'ouvrage cadre	1,0	fft	7000,0	<b>7 000 €</b>
2,3	recharge dans l'ouvrage cadre et banquette latérale	1,0	fft	3000,0	<b>3 000 €</b>
2,4	réalisation de l'ancrage aval, y compris apport de blocs et de granulométrie étalée, et liaisonnage béton	1,0	fft	3000,0	<b>3 000 €</b>
2,5	re-création d'un chemin carrossable au-dessus de l'ouvrage cadre	1,0	fft	3000,0	<b>3 000 €</b>
<b>total 2 - Ouvrage de franchissement</b>					<b>18 000 €</b>

<b>3</b>	<b>seuil de fond</b>				
3,1	préparation de site, terrassement préparatoires	1,0	fft	1500,0	<b>1 500 €</b>
3,2	fourniture et pose blocs 150-350 mm	16,0	m3	90,0	<b>1 440 €</b>
3,3	fourniture et pose blocs 50-150 mm	7,0	m3	90,0	<b>630 €</b>
3,4	fourniture et pose gravier 10-30 mm	2,5	m3	90,0	<b>225 €</b>
3,5	fourniture et pose sable 2-6 mm	2,5	m3	90,0	<b>225 €</b>
<b>total 3 -Seuil de fond</b>					<b>4 020 €</b>

4 série de 6 épis (15 à 20 ml de cours d'eau)					
4,1	préparation de site, terrassement préparatoires	1,0	fft	500,0	500 €
4,2	fourniture et pose de pieux en bois	36,0	u	20,0	720 €
4,3	prélèvement sur place et pose de rémanents de coupe (main d'œuvre)	10,0	h	30,0	300 €
4,4	fourniture et pose de ligature, et re-battage des pieux	6,0	u	100,0	600 €
4,5	fourniture et pose en aval des épis : prélèvement du site et dépôt en jet direct	6,0	m3	20,0	120 €
<b>total 4 - série de 6 épis</b>					<b>2 240 €</b>

<b>total 4 - épis sur 1 150 ml</b>	<b>128 800 €</b>
------------------------------------	------------------

5 Recharge et banquettes : 2 banquettes alternes ( env 20 ml de cours d'eau)					
5,1	préparation de site, terrassement préparatoires	1,0	fft	500,0	500 €
5,2	fourniture et pose de sable : prélèvement du site et dépôt dans le lit, modelage	4,0	m3	20,0	80 €
5,3	fourniture et pose de molinie prélevées sur site, et ensemencement (main d'œuvre)	8,0	h	30,0	240 €
<b>total 5 - banquettes sur 20 ml</b>					<b>820 €</b>

<b>total 5 - banquettes alternes sur 1 150 ml</b>	<b>47 150 €</b>
---	-----------------

<b>total 5b - banquettes alternes sur 50 m en aval du seuil de fond</b>	<b>2 050 €</b>
---	----------------

<b>récapitulatif avec pose d'épis</b>	
---------------------------------------	--

<b>total 1 Travaux Préliminaires</b>	<b>1 200 €</b>
--------------------------------------	----------------

<b>total 2 - Ouvrage de franchissement</b>	<b>18 000 €</b>
--	-----------------

<b>total 3 -Seuil de fond</b>	<b>4 020 €</b>
-------------------------------	----------------

<b>total 4 - épis sur 1 150 ml</b>	<b>128 800 €</b>
------------------------------------	------------------

<b>total 5b - banquettes alternes sur 50 m en aval du seuil de fond</b>	<b>2 050 €</b>
---	----------------

<b>TOTAL €HT</b>	<b>154 070,00 €</b>
------------------	---------------------

<b>TVA (20%)</b>	<b>30 814 €</b>
------------------	-----------------

<b>TOTAL €TTC</b>	<b>184 884,00 €</b>
-------------------	---------------------

<b>récapitulatif avec création de banquettes</b>	
<b>total 1 Travaux Préliminaires</b>	<b>1 200 €</b>
<b>total 2 - Ouvrage de franchissement</b>	<b>18 000 €</b>
<b>total 3 -Seuil de fond</b>	<b>4 020 €</b>
<b>total 5 - banquettes alternes sur 1 150 ml</b>	<b>47 150 €</b>
<b>total 5b - banquettes alternes sur 50 m en aval du seuil de fond</b>	<b>2 050 €</b>
<b>TOTAL €HT</b>	<b>72 420 €</b>
<b>TVA (20 %)</b>	<b>14 484 €</b>
<b>TOTAL €TTC</b>	<b>86 904,00 €</b>