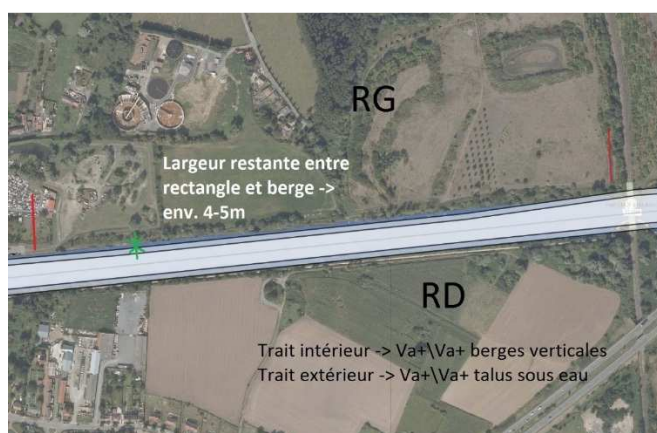
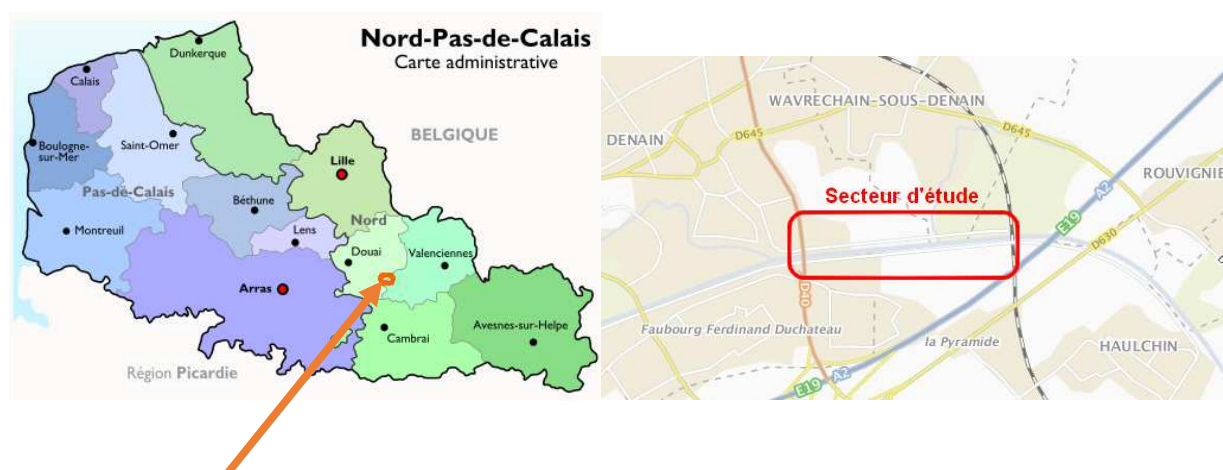
 DIMOA UO Lille EGT5	Projet de réfection des digues sur le canal de l'Escaut en techniques mixtes		
			Rédaction : Clément GRZEGOREK Chargé de projets
	Description fonctionnelle du besoin		Approbation : Pierre-Yves SCORDIA Chef de projet

1 – Présentation générale

Le projet est situé sur le canal à grand gabarit de l'Escaut, dans le bief de Denain-Trith, en aval de l'écluse de Denain entre les communes de Denain et Rouvignies dans le département du Nord. Le linéaire concerné s'étend du Pk 10,519, à la limite du quai Cacheux, jusqu'au pk 11,484 au niveau du pont SNCF d'Haulchin en rive gauche. Aucun dispositif de protection de berges n'est présent actuellement, l'objectif est donc de réaliser des aménagements de protection contre l'érosion sur environ un kilomètre.

Le canal de l'Escaut est au gabarit Va et peut accueillir des bateaux pouvant transporter jusqu'à 3000T (unités de 110m x 11,40m). Son rectangle de navigation a une largeur de 34m et une profondeur de 3,50 m. Cette section de canal présente la particularité d'avoir une largeur au miroir importante par rapport au rectangle de navigation ce qui permet d'envisager des aménagements ayant une emprise étendue.



2 – Contexte et état des lieux

2.1 Le contexte du projet

Pour garantir la sécurité des biens et des personnes et assurer un niveau de service de qualité aux usagers du transport fluvial, VNF s'est engagé à mettre en place un plan de fiabilisation des défenses de berges de ses canaux grand gabarit.

Sur ce secteur, la rive gauche est dépourvue de protection et est sujette aux phénomènes d'érosion. D'importants affouillements et éboulements ont été constatés, entraînant un recul des berges allant jusqu'à 3 mètres.

L'objectif est de définir l'aménagement de protection contre les différentes sollicitations. L'emprise disponible entre le rectangle de navigation et les berges est important cela permet d'envisager des aménagements en techniques mixtes permettant une valorisation de la biodiversité. Les propositions d'aménagement seront définies suivant les enjeux et contraintes du site tout en prenant en compte les futurs gabarits fluviaux.



Recul de la berge au niveau du quai

Absence de défense de berge

Une mission de diagnostic a été menée dans le but d'établir un état des lieux précis et de déterminer les solutions envisageables pour la restauration des berges. Cette mission a été réalisée par le bureau d'études EGIS.

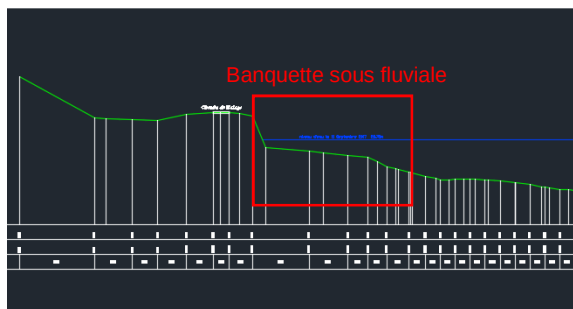
2.2 Etat des lieux

L'état des lieux de la zone réalisée par EGIS a permis de confirmer les dégradations observées :

- L'affouillement des berges est présent sur l'ensemble du linéaire. Il est principalement dû au courant de retour et aux ondes de batillage.
- Les profils des berges font apparaître des effondrements de talus. Ils sont susceptibles d'atteindre, par érosion régressive, la limite de propriété du domaine public.
- Les zones de transition entre les berges et les ouvrages maçonnés (quai, exutoires...) sont également dégradées. La stabilité des ouvrages est à étudier.
- Une expérimentation de confortement par matelas géosynthétiques a été réalisée sur 200ml par le CEREMA, il y a plus de 20 ans. Ils n'ont pas résisté aux sollicitations du site et sont en mauvais état.
- Le mode de confortement des berges à traiter doit permettre à la fois de stopper les désordres

d'affouillement, d'éboulement et d'augmenter le potentiel écologique de la zone.

Les relevés bathymétrique et topographique font apparaître une banquette sous fluviale d'une largeur comprise entre 2 et 6m pour une profondeur de 0,20 à 1m sur la quasi-totalité du linéaire.



3 - Solutions techniques proposées

Dans le cadre des travaux d'aménagement des berges, plusieurs solutions d'aménagements végétalisés ont été proposées suite aux études de diagnostic en prenant compte de l'état des lieux, la configuration actuelle du linéaire tout en permettant une transition écologique douce entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. L'objectif de VNF est de mettre en œuvre des défenses de berges pérenne dont l'aménagement apportent une plus-value environnementale au site. Il est également envisagé de recréer un chemin de halage ce dernier étant devenu impraticable.

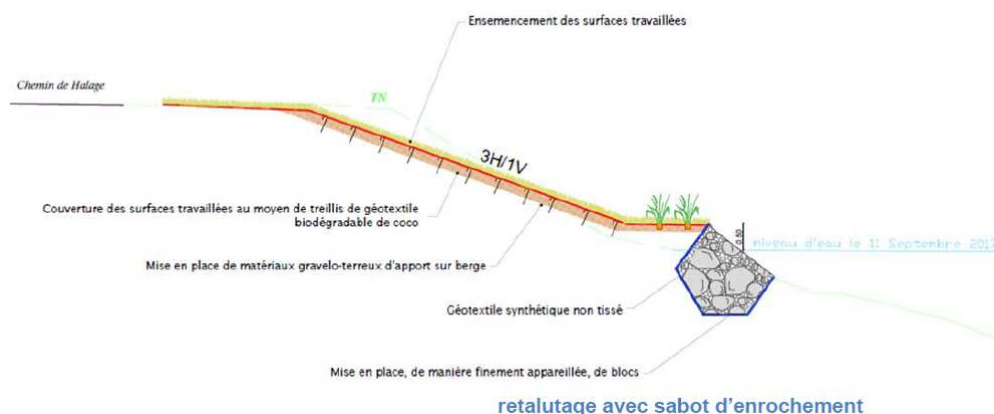
Voici les différentes solutions proposées au stade diagnostic :

- Stabilisation talus hors d'eau avec treillis en géotextile coco de pente variable (5/1 à 2/1 selon les aménagements)
- Enrochements en pied de talus
- 2 solutions pour la protection mécanique des berges permettant l'aménagement d'une zone de transition :
 - o Merlon en enrochement (+ enrochement en pied de talus si nécessaire)
 - o Défense de berge en fascines mortes (+ enrochements en pied de talus si nécessaire)
- Ces 2 solutions peuvent être déclinées en 3 types d'aménagement de la banquette sous fluviale :
 - o Aménagement d'une phragmitaie
 - o Aménagement d'une risberme à fleur d'eau, avec pente à 1/10 et plantation d'hélophytes (nécessite des enrochements en pied de talus)
 - o Aménagement d'une zone de fraie (nécessite des enrochements en pied de talus)

Ces différentes propositions sont développées ci-après.

3.1 Enrochements en pied de talus

Cette solution ne permet pas la valorisation de la banquette sous fluvial mais elle a été proposée afin de permettre le développement d'une activité de pêche. Elle pourrait être réalisée que sur une partie du linéaire. Elle consiste en une reprise du talus hors d'eau avec une pente pouvant aller de 3/1 à 5/1 et la pose d'un géotextile coco ensemencé. Le haut de berge peut également accueillir des plantations d'arbustes. Un sabot d'enrochements est constitué en pied, éventuellement surplombé de plantations d'hélophytes. Il peut être remplacé par une solution gabion, cependant, le coût financier serait supérieur.



3.2 Protection anti batillage et aménagement d'une phragmitaie (roselière)

Pour cette solution, un cordon en enrochements est disposé en limite du rectangle de navigation (ou une défense en fascines mortes tressées, cf. ci-après). La berge hors d'eau est retalutée selon une pente de 2/1 à 3/1 avec pose d'un géotextile coco ensemençé. La banquette sous eau est rehaussée afin de permettre le développement de phragmites. Ces dernières pourront absorber une partie de l'énergie du batillage de sorte qu'il n'est pas nécessaire de prévoir de protection en pied de talus. Des échancrures doivent être prévues dans le cordon afin de permettre une bonne circulation des eaux et une continuité entre le lit mineur et la berge.

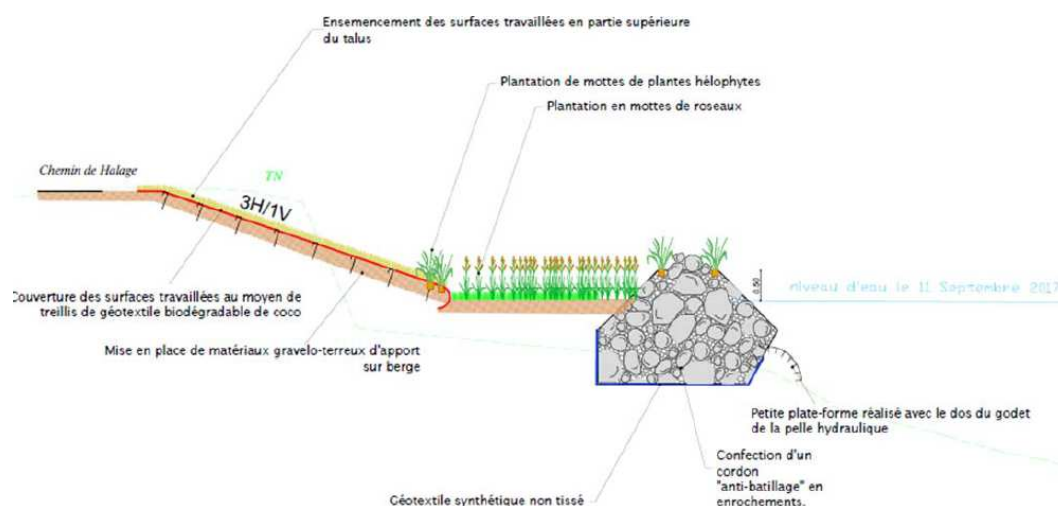


Figure 22 : aménagement d'une phragmitaies en pied de berge

3.2 Protection anti batillage et aménagement d'une risberme

Cet aménagement diffère du précédent sur la valorisation de la banquette sous fluviale. La protection anti-batillage en limite du rectangle est identique (cordon en enrochements ou fascines mortes), cependant, la banquette est aménagée en risberme légèrement pentue avec plantation d'hélophytes. La risberme n'apportant pas de plus-value supplémentaire d'un point de vue de la dissipation de l'énergie des ondes de batillage, il est nécessaire de disposer un sabot d'enrochements en pied de talus. De même que précédemment, des échancrures devront être aménagées afin de garantir une bonne continuité du milieu.

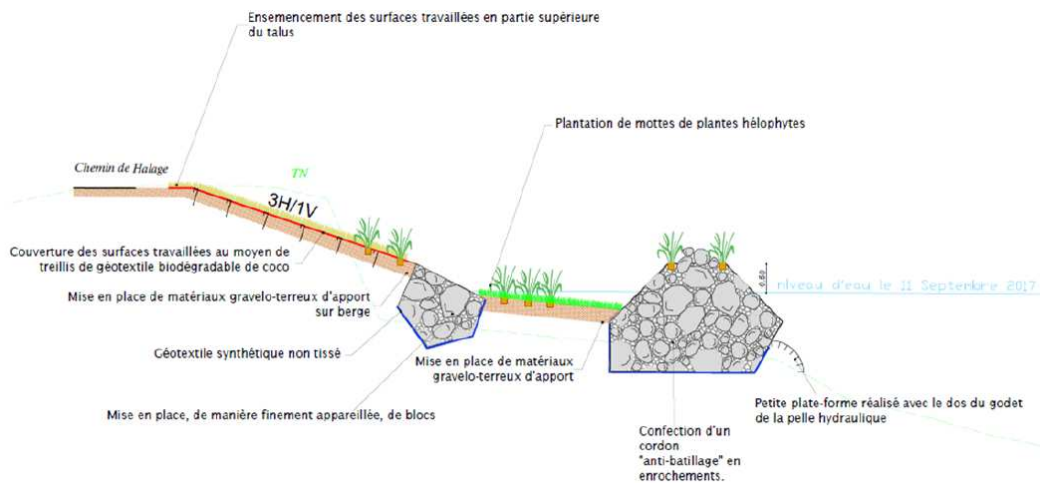


Figure 23 : aménagement d'une risberme à fleur d'eau

3.3 Protection anti batillage et aménagement d'une zone de fraie

Cette dernière variation consiste à aménager une zone de fraie pour différentes espèces piscicoles en diversifiant le substrat. Ainsi, la banquette est recouverte de matériau grossier (30 cm max.) de type gravier ou grave concassée. La protection anti-batillage est toujours assurée soit par un cordon en enrochements soit pas des fascines mortes. Un talon en enrochement doit être disposé en pied de talus et des ouvertures dans la protection anti-batillage permettront la libre circulation des espèces piscicoles.

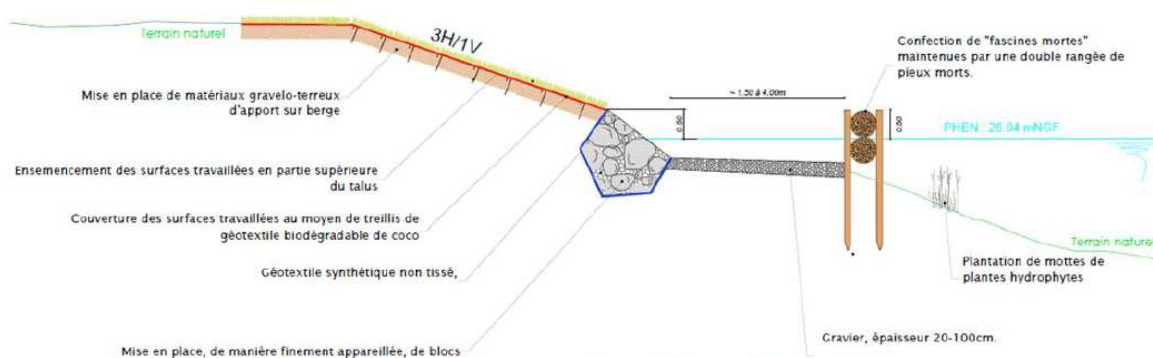


Figure 24 : aménagement d'une risberme à fleur d'eau

3.4 Comparaison des différentes solutions

Les propositions de solutions précédemment explicitées peuvent être combinées entre elles afin de valoriser au maximum le potentiel environnemental et écologique du site et en fonction des usages futurs (chemin de promenade, aménagements pour la pêche, etc.).

Le tableau page suivante compare les différentes solutions entre elles et en fonction des options qui seront choisies.

Solution	1		2						3	
Type	Retalutage avec sabot d'enrochement		Retalutage + cordon enrochement						Retalutage + fascine morte	
Variante berge	Avec enrochement et pente 2H/1V Avec enrochement et pente 3H/1V		Sans enrochement et pente 2H/1V	Sans enrochement et pente 3H/1V	Avec enrochement et pente 2H/1V	Avec enrochement et pente 3H/1V	Avec enrochement et pente 2H/1V	Avec enrochement et pente 3H/1V	Possibilité de variante identique à celle de la solution 2	
Variante banquette			i		ii		iii			
Efficacité technique	Solution combinant un aménagement végétal de résistance souple en partie haute et un aménagement minéral en pied (stabilisation du fuseau soumis au batillage et stabilisation contre un affouillement éventuel de la banquette sous fluviale)		Solution combinant un aménagement végétal de résistance souple en partie haute, un aménagement minéral en pied, la réhabilitation de la banquette sous fluviale et la confection d'un cordon anti batillage en enrochement						Solution identique à la précédente à l'exception de la protection contre le batillage réalisée avec une fascine morte	
	Dissipation de la vague de batillage sur le sabot d'enrochement. Le géotextile synthétique assure la stabilité du sabot (maintien des matériaux fins comblant les interstices)		Dissipation de la vague de batillage sur cordon anti batillage en enrochement. Un sabot en enrochement en pied assure la protection de la vague d'élévation du plan d'eau Le géotextile synthétique assure la stabilité des techniques dures (maintien des matériaux fins comblant les interstices)						Dissipation de la vague de batillage sur cordon anti batillage réalisé à partir de fagots contenus entre 2 rangées de pieux	
	Les herbacés surplombant le sabot seront rarement soumis à la vague de batillage. La couverture végétale et le chevelu racinaire protègent la surface de la berge.		La faible pente en berge participe à la tenue mécanique de la berge							
	La faible pente en berge participe à la tenue mécanique de la berge		Les herbacés surplombant le sabot ne seront jamais soumis à la vague de batillage. La couverture végétale et le chevelu racinaire protègent la surface de la berge							
Faisabilité / Mise en œuvre de la banquette sous fluviale			Aménagement d'une phragmitaie Pente de la banquette nulle ; maintien d'une lame d'eau comprise entre 0 et 5 cm ; plantation dense de végétaux type phalaris		Aménagement d'une risberme à fleur d'eau Pente de la banquette en 10H/1V Plantation d'hélophytes côté berge Maintien d'un haut fond coté cordon		Aménagement d'une zone de fraie Pas de nécessité à retravailler le haut fond		Identique à la solution 2 Jonction sous fluviale entre remblais et fascine morte assez fragile	
	Pas de valorisation de la banquette									
Faisabilité / Mise en œuvre au droit de la berge									Identique à la solution 2	
	Sabot en enrochement ancré dans 50 cm de terre minimum Pente de berge en 2H/1V si couplée avec plantation de ligneux et herbacés	Sabot en enrochement ancré dans 50 cm de terre minimum Pente de berge en 3H/1V si absence de ligneux et juste herbacés	Pas de sabot en pied car l'énergie de la vague est dissipée par les tiges des phragmites Pente de berge en 2H/1V si couplée avec plantation de ligneux et herbacés	Pas de sabot en pied car l'énergie de la vague est dissipée par les tiges des phragmites Pente de berge en 3H/1V si absence de ligneux et juste herbacés	Sabot en enrochement ancré dans 50 cm de terre minimum Pente de berge en 2H/1V si couplée avec plantation de ligneux et herbacés	Sabot en enrochement ancré dans 50 cm de terre minimum Pente de berge en 3H/1V si absence de ligneux et juste herbacés	Sabot en enrochement ancré dans 50 cm de terre minimum Pente de berge en 2H/1V si couplée avec plantation de ligneux et herbacés	Sabot en enrochement ancré dans 50 cm de terre minimum Pente de berge en 3H/1V si absence de ligneux et juste herbacés	Identique à la solution 2	
Terrassement / emprise	Sur la partie berge		Sur la partie banquette sous fluviale							
	Diminution des volumes de terre à travailler en berge	Volume de terre à travailler plus important en berge / emprise en sommet de berge ou sur la banquette sous fluviale plus importante	Recharge en remblais de la banquette Mise en place de matériaux gravo-terreux d'apport L'emprise dépendra de la pente de berge choisie et de la distance où la hauteur d'eau est égale à 1,00 m				Recharge en gravier de type 20 - 100 mm de diamètre		Identique à la solution 2 L'emprise des fascines sera moindre à celle du cordon d'enrochement	
Intérêt écologique / environnemental	Augmente la valeur écologique en haut de berge (corridor écologique)	Augmente la valeur écologique en haut de berge mais sans la strate arbustive (uniformisation du haut de berge)	Rétablissement d'une zone de transition lit mineur / lit majeur Augmente la valeur écologique du bas de berge Création d'une niche écologique				Augmente la valeur écologique du bas de berge Création d'une niche écologique		Identique à la solution 2	
Intérêt paysager / loisir	Valorisation du site / pratique possible de la pêche	Pas d'impact sur le paysage / pratique possible de la pêche	Valorisation du site / pratique impossible de la pêche				Valorisation du site / pratique de la pêche présentant de fortes contraintes		Identique à la solution 2	
Pérennité	++	++	+	+	++	++	++	++	-	
Entretien et surveillance	Entretien peu régulier du talus végétalisé (1 fauche annuelle) + taille des ligneux (1 taille annuelle) Surveillance de l'enrochement (1 constat visuel par an)	Entretien peu régulier du talus végétalisé (1 fauche annuelle) Surveillance de l'enrochement (1 constat visuel par an)	Pas d'obligation d'entretien de la phragmitaie (contenir son développement si besoin) Surveillance de l'enrochement (1 constat visuel tous les 2 ans)			Pas d'entretien de la banquette d'hélophyte Surveillance des enrochements (1 constat visuel tous les 2 ans)		Pas d'entretien de la zone de fraie Surveillance des enrochements (1 constat visuel tous les 2 ans)		Préconisations identiques à la solution 2 Surveillance accrue sur les fascines mortes (2 constats visuel par an) Renouvellement des fagots tous les 2 à 3 ans
Réglementation	Rubriques loi sur l'eau concernées	Rubriques loi sur l'eau concernées a minima	Rubriques loi sur l'eau concernées a minima				Rubriques loi sur l'eau concernées a minima		Identique à la solution 2	
	3.1.2.0 --> Autorisation environnementale Nécessité de réaliser un dossier loi sur l'eau et étude faune flore de la zone	3.1.2.0 --> Autorisation environnementale Nécessité de réaliser un dossier loi sur l'eau et étude faune flore de la zone	3.1.2.0 --> Autorisation environnementale Nécessité de réaliser un dossier loi sur l'eau et étude faune flore de la zone Peut être considéré comme mesure compensatoire pour de l'artificialisation de berge				3.1.2.0 --> Autorisation environnementale Nécessité de réaliser un dossier loi sur l'eau et étude faune flore de la zone Peut être considéré comme mesure compensatoire pour de la destruction de frayère			
Coût de mise en œuvre	250 €H.T/ml		450€H.T/ml			520 €H.T/ml		570 €H.T/ml		Entre 350 et 480 €H.T/ml

Favorable	Assez favorable	Neutre
Assez défavorable	Défavorable	

Toutes les solutions techniques proposées répondent aux besoins en terme d'efficacité technique et de valorisation environnementale (hormis la solution en sabot d'enrochements simple qui n'apporte pas de plus-value environnementale). Chaque solution dissipe intégralement la vague de battillage et participe à la tenue mécanique de la berge. L'inclinaison du talus est également prise en compte dans les solutions techniques.

En terme de faisabilité, en pied de talus, toutes les solutions nécessitent l'intégration d'un sabot en enrochement sauf pour la phragmitaie. Concernant la banquette sous fluviale, l'intérêt écologique est différent selon les solutions proposées. Lorsqu'il y a mise en place d'un aménagement de valorisation de site et d'activité sur le talus, la banquette sous-fluviale n'est pas valorisée. Réciproquement, si la banquette sous-fluviale est valorisée, l'aménagement d'activité comme la pêche n'est pas possible hors aménagements connexes type pontons.

Chaque solution nécessite un entretien plus ou moins important mais quoiqu'il en soit limité, selon l'intérêt écologique et l'autorégulation recherché. Le coût de mise en œuvre est différent de la technique employée (sabot < fascine < cordon). L'enveloppe prévisionnelle retenue par VNF est de 800 k€ TTC.

S'agissant de la réglementation, au titre des IOTA, les travaux nécessiteront une déclaration et ou une autorisation environnementale le maître d'œuvre sera chargé de définir le régime auquel peut être soumis le projet et réalisera la conception de ce dossier et sa mise à jour durant l'instruction.

4 – Exigences

4.1. Sécurité des tiers

L'aménagement général du site devra être réalisé en veillant tout particulièrement à sa sécurisation vis-à-vis des usagers.

- Zones dangereuses délimitées ou séparées des zones de circulation.
- Signalisation destinée à avertir les tiers des dangers du site et des interdictions.
- Définir le niveau de sécurité souhaité aux abords de l'ouvrage.

En tout état de cause le site devra être sécurisé vis-à-vis des usages publics.

4.2. Intégration au site et prise en compte du paysage

Le projet devra être adapté de façon harmonieuse avec son environnement. Pour cela une étude d'intégration paysagère devra être réalisées. Les aménagements mis en place devront être pérennes. Une stratégie de communication au public et aux institutions devra être proposé par le MOE pour apporter une mise en lumière des aménagements proposés.

4.3. Déplacement des réseaux de concessionnaires empruntant l'ouvrage

Dans le cadre de sa mission complémentaire MC1, le maître d'œuvre devra identifier et prévenir les concessionnaires suffisamment en amont de l'opération pour qu'ils puissent prendre les mesures nécessaires au déplacement de leurs réseaux.

Les frais de déplacements pèsent sur les concessionnaires.

4.4. Voies de circulation à proximité ou sur le site

Selon l'implantation choisie, le maître d'œuvre évaluera l'impact potentiel des travaux sur les voies de

circulations à proximité du site et le besoin de maintenir ou non la circulation.

Il évaluera également le besoin d'entretien et de gestion ainsi que les possibilités d'un financement ou de la réalisation de cette gestion ou entretien par l'un des partenaires.

4.5. Activités de loisir

VNF souhaiterait ouvrir le site au piétons et a une activité de pêche de loisir le prestataire devra veiller à prendre cette aspect en compte durant son étude.

Une Signalétique de communication et d'information du public devra être également être étudiée. Cette communication pourra prendre la forme d'un panneau descriptif placé sur la zone donnant la description de l'aménagement et son apport d'un point de vue biodiversité ou tout autre moyen de communication.

5 – Planning Prévisionnel

		TRI 1	TRI 2	TRI 3	TRI 4	TRI 5	TRI 6	TRI 7	TRI 8
Recrutement Moe									
MOE	AVP								
	PRO								
	ACT								
	VISA								
	DET								
	AOR								
	OPC								
Procédure	Autorisation L.S.E.								
Sondages	géotech								
	sédiment								
Recrutement entreprise									
Travaux									
contrôle	AMO géotech								
	AMO environnement								

6 – Conclusions

La volonté de VNF est de proposer la solution la plus adaptée au site et aux attentes des différents acteurs locaux ou susceptibles d'être impliqués (communes, fédération de pêche, AFB, agence de l'eau, syndicat mixte du bassin de la Selle-Escaut, etc.). Dans ce cadre VNF souhaite une étude mettant l'accent sur l'enrichissement en biodiversité du futur site, en prenant en compte l'entretien du site et son exploitation, la solution retenue devra permettre un faible cout d'entretien et de gestion des installations mise en place.