



Projet Bray-Nogent

MISE À GRAND GABARIT DE LA LIAISON FLUVIALE
ENTRE BRAY-SUR-SEINE ET NOGENT-SUR-SEINE



Études préliminaires - Lot n°5 : Études des mesures en faveur de l'environnement

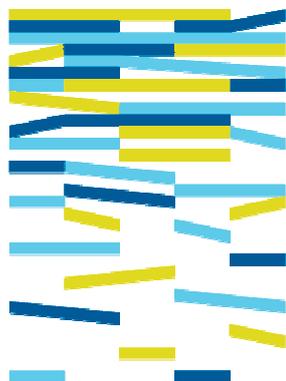
Phase 2 : Évaluation de la faisabilité des mesures

SEPTEMBRE 2013



Projet Bray-Nogent

MISE À GRAND GABARIT DE LA LIAISON FLUVIALE
ENTRE BRAY-SUR-SEINE ET NOGENT-SUR-SEINE



SOMMAIRE

1. Préambule	5
1.1. Le contexte	5
1.2. Les objectifs de l'étude	7
1.3. Périmètre d'étude	8
2. Vision globale des mesures proposées dans le cadre des études d'opportunité.....	9
3. Analyse de l'efficacité des mesures proposées dans le cadre des études d'opportunité.....	12
3.1. Mesure 1 : Modifications du tracé du scénario brut	13
3.2. Vision globale de l'efficacité des mesures de maintien des niveaux en lit mineur (mesures 2, 3 et 4)	19
3.3. Mesure 2 : Optimisation des modalités de la navigation	23
3.4. Mesure 3 : Gestion optimisée des barrages du Vezoult et de Jaulnes	32
3.5. Mesure 4 : Remblaiements écologiques	40
3.6. Vision globale de l'efficacité des mesures de maintien de l'inondabilité en lit majeur (mesures 1 à 9)	53
3.7. Mesure 5 : Arasement de la berge rive droite sur 400 mètres linéaires à Grisy-sur-Seine	56
3.8. Mesure 6 : Connexion au plus court du canal à grand gabarit à la Seine.....	63
3.9. Mesure 7 : Endiguement du canal à grand gabarit	70
3.10. Mesure 8 : Configuration de la future écluse de Jaulnes	77
3.11. Mesure 9 : Rétablissement du Resson	84
3.12. Mesure 10 : Étanchéité des canaux (Grand gabarit et écluse de Jaulnes).....	91
3.13. Mesure 11 : Protection des berges.....	99
4. Comparaison (benchmark) et retours d'expérience sur quelques projets similaires	111
4.1. Préambule.....	111
4.2. Projets identifiés.....	111
4.3. Principales mesures identifiées	112
5. Mesures complémentaires proposées.....	117
5.1. Vision globale des mesures complémentaires proposées en réponse aux enjeux écologiques.....	117
5.2. Phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces.....	120
5.3. Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises.....	122
5.4. Déplacement des espèces végétales protégées (Grande Sanguisorbe et Cenanthe à feuilles de silaüs.....)	123
5.5. Typologie des berges à l'échelle du projet.....	125



6. Synthèse et conclusions.....	128
ANNEXE 1 Tableau de comparaison des surfaces d'enjeux écologiques selon les emprises des scénarii 3 brut et révisé.....	129
ANNEXE 2 Comparaison (benchmark) – Fiches « Projets ».....	132
ANNEXE 3 Comparaison (benchmark) – Fiches « Actions »	133

1. Préambule

1.1. Le contexte

1.1.1. Généralités sur le projet

Le projet VNF : la mise à grand gabarit de la Seine depuis le barrage de la Grande Bosse jusqu'au port de Nogent-sur-Seine est envisagée depuis la fin des années 70. Cet objectif est aujourd'hui réaffirmé au regard (1) du développement du trafic et (2) des implantations industrielles nouvelles dans le Nogentais.

Au regard de la complexité des enjeux, VNF a réalisé une **étude d'opportunité** associant les enjeux techniques, environnementaux et socio-économiques.

5 scénarios d'aménagement de la voie navigable entre Bray-sur-Seine et Nogent-sur-Seine, ont été analysés, chacun correspondant à un gabarit-type de bateau conforme aux normes de la navigation européenne à grand gabarit. Outre des aménagements de la rivière entre la Grande Bosse et Villiers-sur-Seine, les deux premiers scénarios nécessitent la réhabilitation du canal de Beaulieu tandis que les trois autres prévoient la construction d'un nouveau canal jusqu'à Nogent-sur-Seine.

A la suite du débat public, le Conseil d'Administration de Voies navigables de France a décidé, le 29 juin 2012, de **poursuivre l'étude du projet sur la base du scénario 3 révisé** : aménagement du barrage de la Grande Bosse à Nogent pour le bateau projet Va (2500 tonnes, 110 m x 11,4 m x 2,80 m d'enfoncement) comprenant la création d'un nouveau canal à partir des casiers « SEDA ». Ce scénario apparaît en effet comme la solution la plus équilibrée pour répondre à la hausse de la demande de fret fluvial tout en respectant la vallée de la Bassée.

... Et ses impacts potentiels : les impacts potentiels du projet VNF sur le fonctionnement hydraulique et écologique de la Bassée ont été pré-analysés lors des études d'opportunité. **Les scénarios présentés au débat public sont déjà des scénarios révisés permettant de limiter certains impacts hydrauliques et écologiques.** La volonté d'atteindre plusieurs objectifs a sous-tendu la démarche d'amélioration progressive des propositions d'aménagement, notamment, la limitation des atteintes directes aux enjeux environnementaux exceptionnels, le maintien des lignes d'eau, le maintien des échanges Lit Mineur – Lit Majeur, la neutralité hydraulique du projet, l'atténuation du rabattement de nappe.

Le scénario 3 révisé intègre ainsi une série de mesures techniques tendant vers ces sous-objectifs, en particulier une optimisation du tracé, des mesures de réduction des sections mouillées

(remblaiements à vocation écologique, alternat...), une gestion active des barrages de navigation, en basses et moyennes eaux et en crue sur les biefs de Jaulnes et du Vezoult de façon à limiter les décotes, le rétablissement de points d'échanges stratégiques entre la Seine et son lit majeur.

Certains impacts résiduels apparaissent cependant dans les conclusions de l'étude d'opportunité :

- Impacts directs sur des milieux particulièrement riches par empiètement des emprises du futur itinéraire,
- Impacts indirects sur les milieux naturels par modification des conditions hydrauliques ou hydrogéologiques,
- Impacts hydrauliques résiduels en moyennes eaux et en crue,
- Impacts résiduels sur la nappe d'accompagnement (secteurs soumis à un rabattement pluricentimétrique).

1.1.2. Le niveau de définition

Des études d'opportunité : les études VNF réalisées préalablement au débat public sont des études dites « d'opportunité ».

L'étude d'opportunité permet au Maître d'Ouvrage d'apprécier si un projet mérite d'être réalisé et dans quels délais. L'objectif de l'étude d'opportunité est d'aboutir à une décision quant au lancement effectif d'un. Dans l'affirmative, des études techniques de faisabilité sont engagées pour affiner les études d'opportunité réalisées sur le scénario retenu. Elles débouchent sur une étude d'impact en bonne et due forme, puis des enquêtes publiques permettent aux citoyens de s'exprimer sur le projet affiné.

Les études d'opportunité :

- répondent donc à un certain nombre de questions, posent des bases et des principes pour la suite, commencent à identifier les impacts des projets.
- suscitent nécessairement des questions et des attentes de la part des acteurs locaux et des riverains, qui se formalisent généralement au moment du débat public.

... suscitant des attentes et des questionnements lors du débat public : le débat public conduit par la Commission Particulière du Débat Public a révélé un certain nombre d'attentes de la part des acteurs environnementaux. Les préoccupations exprimées portent notamment sur les aspects hydrauliques (variation des niveaux, modification du régime hydrologique, impacts sur la piézométrie de la nappe d'accompagnement...) et sur les aspects environnementaux (risques de destruction directe de certains milieux, risque d'appauvrissement ou de dépérissement de certains milieux consécutivement aux modifications du contexte hydraulique...).

1.2. Les objectifs de l'étude

L'étude engagée ici a pour objectifs, en repartant des études réalisées au stade de l'opportunité, de répondre rapidement à un certain nombre de préoccupations issues du débat public concernant **(1)** les impacts hydrauliques et environnementaux du projet, dont certains aspects méritent d'être précisés, et **(2)** la pertinence et la faisabilité des mesures d'évitement et de réduction proposées. Les deux études principales réalisées au stade de l'opportunité serviront de point de départ et feront l'objet d'une analyse critique :

- L'AIEH (Analyse des Impacts Environnementaux et Hydrauliques – Réalisation Egis Eau) qui a permis de définir et de réviser les grandes caractéristiques de l'aménagement, en intégrant notamment les enjeux environnementaux sur un fuseau proche du lit mineur,
- L'étude MOHY (Analyse des Impacts Environnementaux et Hydrauliques – Réalisation SAFEGE), qui a permis de définir les impacts des différents scénarios d'étude (impacts hydrauliques et impacts écologiques en lit majeur) et de définir les premières mesures de réduction et d'évitement.

Cette analyse portera uniquement sur le scénario d'aménagement n°3 révisé, tel que présenté au Débat Public.

Plus précisément, les objectifs recherchés sont les suivants :

- **En phase 1** : réaliser une synthèse et une critique des impacts identifiés du scénario 3 révisé et des mesures envisagées pour éviter ou réduire ces impacts ;
- **En phase 2** : Évaluer la faisabilité des mesures proposées,
- **En phase 3** : Décliner et développer ces mesures au niveau Étude Préliminaire.

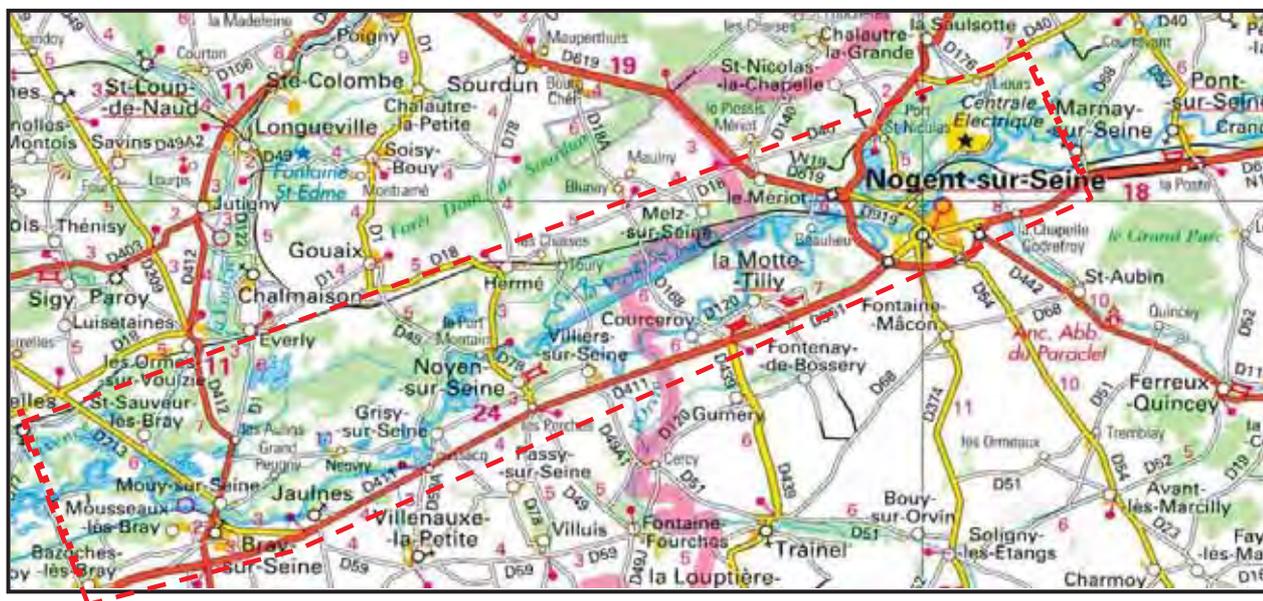
Le présent document constitue le rapport de phase 2 de l'étude. Les objectifs de ce rapport sont les suivants :

- Évaluer la pertinence, la faisabilité et l'efficacité de ces mesures identifiées en phase 1 (faisabilité technique, financière, réglementaire, contraintes de réalisation) ;
- Préconiser, au besoin, une modification de ces mesures ;
- Proposer, au besoin, des mesures complémentaires à celles envisagées ;
- Procéder à une comparaison (benchmarking) des mesures mise en œuvre sur des opérations similaires.

1.3. Périmètre d'étude

Le périmètre de la présente étude correspond à celui des études d'opportunité. Il est présenté sur la figure ci-dessous.

Figure 1 : Vue d'ensemble du secteur d'étude



Il couvre l'ensemble du réseau hydrographique (Petite Seine, Vieille Seine, noues) et l'ensemble du lit majeur depuis Marnay-sur-Seine jusqu'au barrage de la Grande Bosse.

Il peut s'étendre cependant vers l'aval, pour l'analyse de certains impacts particuliers, notamment la neutralité hydraulique du projet et la question des effets cumulés générés par les deux projets VNF et SGL.

2. Vision globale des mesures proposées dans le cadre des études d'opportunité

Durant les études d'opportunité, l'analyse des impacts des scénarios bruts telle que présentée dans le volet SAME de l'AIEH et dans la phase 2 de l'étude MOHY a suscité un premier niveau de réflexion pour définir des mesures de réduction des impacts constatés, les impacts générés par les scénarios bruts étant généralement jugés « significatifs » ou « très significatifs », tant du point de vue hydraulique qu'environnemental.

Le point le plus sensible autour duquel ces mesures se sont articulées correspond aux modifications du fonctionnement hydraulique du secteur, en particulier la baisse des niveaux induite par le creusement et l'élargissement du lit, dont les répercussions potentielles sur le milieu naturel ont été soulignées (modification de l'inondabilité globale du lit majeur et baisse des niveaux d'étiage associée à un rabattement potentiel de la nappe d'accompagnement).

La révision des scénarios d'aménagement s'est donc s'attachée à conserver les deux fonctions majeures du site de la Bassée : son rôle de réservoir écologique d'intérêt national et son rôle de zone « tampon » pour le stockage des crues de la Seine. Dans ce contexte, les stratégies développées pour la révision des scénarios bruts cherchent donc essentiellement à :

- Limiter les atteintes directes aux milieux les plus riches par modification du tracé,
- Relever les lignes d'eau pour rétablir des niveaux comparables à ceux observés actuellement, quelle que soit la gamme de débit considérée,
- Conserver les échanges Lit Mineur – Lit Majeur, de façon notamment à réalimenter le lit majeur pendant les crues et à conserver les niveaux au droit des points stratégiques du réseau hydrographique,
- Atténuer le rabattement de nappe, cette préoccupation concernant essentiellement les régimes de moyennes eaux.

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des mesures proposées dans le cadre de la révision du scénario n°3, telle qu'elles ont été identifiées dans le cadre du rapport de phase 1.

On rappelle que la version du scénario 3 présentée au débat public est la version révisée, qui intègre donc les mesures évoquées dans le tableau après.

Tableau 1 : Vue synthétique des mesures proposées pour la révision des scénarios bruts

Identification de la mesure	Compartiment visé par la mesure	durée	Source biblio	Visée	Impact hydraulique nécessitant la mesure	Principe de la mesure	Type
(1) Modification du tracé	Lit mineur de la petite Seine Navigable	Pérenne	RESA	(E)	Empiètement du tracé sur les zones d'enjeux exceptionnels (destruction de milieux)	Éviter les empiètements sur les secteurs à très fort potentiel écologique	Évitement
(2) Optimisation des modalités de navigation	Lit mineur de la petite Seine navigable	Pérenne	RESA	(H)+(E)	Baisse des lignes d'eau en lit mineur + Accélération des crues + effet de drainage du lit mineur par le lit majeur	Mise en place de tronçons en vitesse réduite ou en alternat de façon à limiter la largeur du trapèze de navigation	Réduction
(3) Gestion optimisée des barrages du Vezoult et de Jaulnes	Lit mineur de la petite Seine navigable + nappe	Pérenne	MOHI (Ph3)	(H)+(E)	Baisse des lignes d'eau en lit mineur + Accélération des crues + Effet de drainage du lit mineur par le lit majeur	Gérer les barrages de navigation de façon à limiter autant que possible les décotes en tête de bief	Réduction
(4) Remblaiements écologiques	Lit mineur de la petite Seine navigable	Pérenne	RESA + MOHI (Ph3)	(H)+(E)	Baisse des lignes d'eau en lit mineur + Accélération des crues + effet de drainage du lit mineur par le lit majeur	Réduire la section hydraulique par remblaiement des sections sur lesquelles le trapèze de navigation est particulièrement déporté (remblaiement de la berge opposée au trapèze)	Réduction
(5) Arasement de la berge rive droite sur 400 mètres linéaires à Grisy-sur-Seine	Lit mineur de la petite Seine navigable et lit majeur associé	Pérenne	MOHI (Ph3)	(H)+(E)	Modification des conditions d'échanges entre lit mineur et lit majeur - Moindre alimentation du lit majeur en crue	Rétablir le caractère de zone de débordement privilégié vers le lit majeur, en conservant la fréquence et le débit de débordement	Réduction
(6) Connexion au plus court du canal à grand gabarit à la Seine	Point névralgique de Villiers-sur-Seine	Pérenne	RESA + MOHI (Ph3)	(H)+(E)	Impacts sur le tracé de la Vieille Seine (détournement sur 1 km) et sur le point névralgique de Villiers-sur-Seine (baisse des niveaux)	Conserver le point de confluence Seine - Vieille Seine actuel - Rétablir les niveaux à Villiers-sur-Seine et limiter l'effet d'accélération des crues du scénario brut	Réduction

(7) Endiguement du canal à grand gabarit	Futur canal à grand gabarit - Lit majeur attendant	Pérenne	RESA + MOHI (Ph3)	(H)+(E)	Risque potentiel de déversement du canal vers le lit majeur en amont de l'écluse - Risque potentiel de drainage du lit majeur en crue par la partie aval du canal	L'endiguement du canal permet d'éviter les échanges avec le lit majeur pendant les crues	Réduction
(8) Configuration de la future écluse de Jaulnes a) Abaissement de l'endiguement du canal b) Rétablissement de la noue d'Hermé	Future écluse de Jaulnes - Lit majeur attendant	Pérenne	RESA + MOHI (Ph3)	(H)+(E)	Éviter les perturbations de la vidange du lit majeur vers la Seine (zone de retour)	La suppression de l'endiguement initialement prévu permet de rétablir les possibilités de retour des flux du lit majeur vers la Seine	Réduction
	Réseau hydrographique attendant	Pérenne	RESA + MOHI (Ph3)	(H)+(E)	Modification du réseau hydrographique local	Créer un nouvel exutoire pour la noue d'Hermé	Réduction
(9) Rétablissement du Resson	Réseau hydrographique attendant	Pérenne	RESA + MOHI (Ph3)	(H)+(E)	Modification du réseau hydrographique local	Déplacer vers l'aval le passage du Resson sous la voie ferrée Paris-Bâle de façon à lui faire récupérer son tracé actuel au droit du premier casier SEDA	Réduction
(10) Étanchéité des canaux a) canal à grand gabarit b) future écluse de Jaulnes	Futur canal à grand gabarit - nappe d'accompagnement	Pérenne	RESA	(H)+(E)	Éviter les échanges nappe-canal : alimentation de la nappe par le canal en amont de l'écluse / drainage de la nappe en aval de l'écluse	Étanchéité avec une perméabilité de 10^{-8} , à l'aide d'une couche d'argile, complétée par des palplanches battues jusqu'à la craie en aval de l'écluse	Réduction
	Future écluse de Jaulnes - nappe d'accompagnement	Pérenne	RESA	(H)+(E)	Éviter les échanges nappe-canal : alimentation de la nappe par le canal en amont de l'écluse / drainage de la nappe en aval de l'écluse	Étanchéité avec une perméabilité de 10^{-8}	Réduction
(11) Protection des berges	Lit mineur de la Seine sur la partie navigable	Pérenne	RESA	(H)+(E)	Creusement et élargissement du lit mineur impliquant un remodelage des berges	Stabilisation des berges selon contexte hydraulique – Plusieurs profils types définis (végétal sur 70% du linéaire – Mixte sur 30% du linéaire)	Réduction

Notation : (H) mesure à visée hydraulique - (E) mesure à visée environnementale

3. Analyse de l'efficacité des mesures proposées dans le cadre des études d'opportunité

Dans cette partie du rapport, les mesures définies dans le cadre de l'étude d'opportunité sont analysées une par une. Chaque mesure fait ainsi l'objet d'un rappel de son contenu, puis d'une analyse de son efficacité d'un point de vue hydraulique et environnemental, de sa faisabilité générale et des possibilités d'adaptation ou d'amélioration.

En préambule à l'analyse de certaines mesures, deux paragraphes spécifiques fournissent les éléments permettant d'apprécier globalement les gains hydrauliques induits par la mise en place de mesures de façon groupée :

- Paragraphe 3.2 : Vision globale de l'efficacité des mesures de maintien des niveaux en lit mineur (mesures 2, 3 et 4) :
 - Mesure 2 : Optimisation des modalités de navigation,
 - Mesure 3 : Gestion optimisée des barrages du Vezoult et de Jaulnes,
 - Mesure 4 : Remblaiements écologiques.

- Paragraphe 3.6 : Vision globale de l'efficacité des mesures de maintien de l'inondabilité en lit majeur (mesures 1 à 9), qui combinent :
 - Les mesures 2 à 4 pour le maintien des niveaux en lit mineur,
 - Les mesures 5 à 9, qui permettent globalement une meilleure alimentation du lit majeur et la conservation des points d'échange :
 - Mesure 5 : Arasement de la berge rive droite sur 400 mètres linéaires à Grisy-sur-Seine,
 - Mesure 6 : Connexion au plus court du canal à grand gabarit à la Seine,
 - Mesure 7 : Endiguement du canal à grand gabarit,
 - Mesure 8 : Configuration de la future écluse de Jaulnes,
 - Mesure 9 : Rétablissement du Resson.

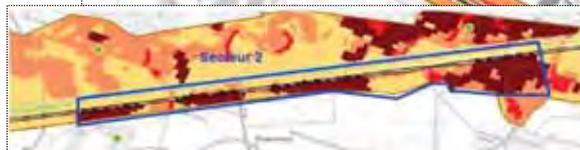
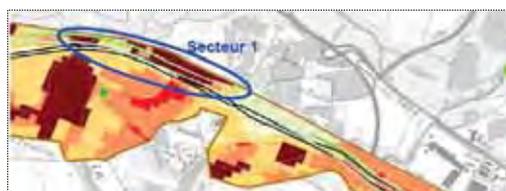
3.1. Mesure 1 : Modifications du tracé du scénario brut

3.1.1. Rappels généraux sur la mesure 1

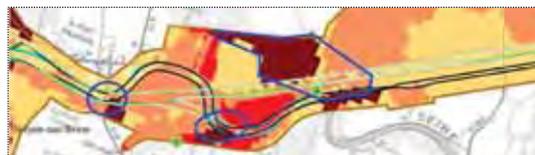
Le tracé révisé retenu dans le cadre du scénario 3 présenté au débat public a pour objectif d'éviter les emprises sur certains secteurs à enjeux exceptionnels sur les secteurs suivants :

■ **Le long du canal à Grand gabarit, sur 2 secteurs particuliers :**

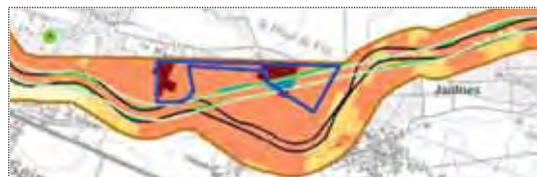
- Partie amont du canal à grand gabarit (secteur 1) : correction de l'emprise pour éviter des secteurs de forêt alluviale,
- Tracé du canal au niveau de Courceroy : correction de l'emprise pour éviter des secteurs de forêt alluviale,



- **Au niveau de la confluence de la Seine avec la Vieille Seine et le méandre de Port Montain, lieu-dit la Soline :** ce secteur très sensible à la fois du point de vue écologique et hydraulique abrite des zones de forêt alluviale en bon état de conservation et des plantes forestières d'enjeu exceptionnel (Vigne sauvage en grande population la grande Douve, l'Orme lisse ...). La faune y est également très riche (intérêt piscicole, pour les micromammifères avec la Musaraigne aquatique, pour les insectes avec la Leucorrhine à large queue, pour les oiseaux avec le Martin-pêcheur, le Pic noir, le Pic mar ...).



- **Au droit du méandre de Jaulnes :** le tracé de la future écluse de Jaulnes est déporté vers le sud de façon à éviter toute emprise sur la forêt alluviale et les prairies humides qui présentent un intérêt pour la flore (Violette élevée, Grande Sanguisorbe) et la faune (Cordulie à large queue, Pie-grièche écorcheur,...), ainsi que pour éviter d'impacter le tracé de la noue.



3.1.2. Analyse de la mesure 1

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Impacts visés	■ Cette mesure n'a pas de vocation hydraulique particulière.
EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	■ Éviter certains secteurs à enjeux exceptionnels par adaptation du tracé
Impacts visés	■ Destruction directe des stations d'espèces végétales, d'habitats naturels et d'habitats d'espèces
Groupes biologiques bénéficiaires	■ Forêt alluviale, Vigne sauvage, Grande Douve, Grande Sanguisorbe, Violette élevée,...
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diminution de la surface d'emprise de 2% (scénario brut : 160,55 ha / scénario révisé : 156,99 ha), ■ Diminution de 6 % de la surface impactée pour les zones d'enjeu écologique moyen à fort, ■ Pour les amphibiens, les reptiles et les insectes les surfaces d'habitats à enjeux indéterminé, moyen, fort ou très fort diminuent ou restent stables avec la mise en place de cette mesure, ■ Concernant les oiseaux, cette mesure permet de diminuer de 50% les surfaces d'enjeu fort impactées, ■ Concernant les mammifères, certains secteurs de fort enjeu sont épargnés dans la révision du scénario (diminution de 20 %), ■ Pour les poissons, certains secteurs d'enjeux forts et indéterminés sont épargnés (diminution de l'ordre de 20%), ■ Évitement des stations de Violette élevée et de Vigne sauvage, espèces végétales protégées au niveau national, et de stations d'Oenanthe à feuilles de silaüs espèce protégée au niveau régional (Champagne-Ardenne), ■ Voir annexe 1: analyse comparative des surfaces impactées par les scénarii 3 brut et révisé.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Augmentation de 2 % des surfaces à enjeu exceptionnel impactées, ■ Destruction résiduelle de stations d'espèces végétales protégées (Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs), ■ Destruction résiduelle de stations d'espèces végétales patrimoniales (Inule à feuilles de saule, Euphorbe des marais, Samole de Valerand, Molène blattaire), ■ Concernant les oiseaux, il est observé une augmentation de 9% des surfaces d'enjeu moyen à fort impactées,

	<ul style="list-style-type: none"> ■ Concernant les mammifères, les surfaces impactées de secteurs représentant un enjeu moyen sont augmentées de 5 %, ■ Pour les poissons, les surfaces impactées de secteurs de moyen à fort enjeu augmentent de 17%.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Optimisation des modalités de la navigation ■ Ces deux mesures sont étroitement liées et ne peuvent être dissociées puisqu'elles permettent de diminuer les emprises et de ce fait les impacts par destruction d'habitats naturels et/ ou habitats d'espèces.
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les secteurs qui bénéficient le plus de cette mesure sont les secteurs d'enjeu écologique global moyen à fort, ■ Cette mesure ne permet pas de réduire les surfaces de secteurs d'enjeu écologique exceptionnel impactées, ■ Pour les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères les surfaces d'enjeu fort et/ou très fort diminuent potentiellement au détriment des surfaces de plus faible enjeu (enjeu moyen et/ou moyen à fort). ■ Les impacts ne sont pas évalués sur l'emprise chantier, non définie à ce stade d'avancement du projet.

b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES	
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ Contraintes liées au tracé
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR1112002 « Bassée et plaines adjacentes ». ■ Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les espèces végétales protégées impactées par l'emprise du canal, ainsi que l'emprise des travaux (Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs, Violette élevée, Grande Douve, ...) ■ Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les habitats d'espèces animales impactées (mollusques, amphibiens, reptiles, insectes, oiseaux, mammifères) ■ Ces dossiers de demande de dérogation seront à calibrer en fonction de l'avancement du projet et de l'impact résiduel évalué sur les espèces protégées.

Période des travaux ■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux –Le mois d’août étant susceptible de connaître les étiages les plus sévères est considéré comme « moins favorable », les problématiques de mise en suspension des sédiments ou de qualité de l’eau pouvant s’avérer assez citriques à cette période).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Boisement												
Prairie												
Milieux aquatiques												
Calendrier hydraulique												

Favorable
 Favorable
 Moins favorable

c) Les pistes d’amélioration / adaptation

🔗 Améliorations / adaptations envisageables sur le plan environnemental :

Cette mesure permet une **réduction de l’emprise projet**. Sa définition doit cependant inclure les emprises liées aux travaux (installation de chantier, pistes de circulation des engins...).

L’**emprise** liée aux travaux doit également être prise en compte dans l’évaluation des impacts et des mesures peuvent être proposées pour réduire les impacts afin de garantir la préservation des milieux naturels, des stations d’espèces végétales protégées et/ou patrimoniales, et des habitats d’espèces animales protégées et/ou patrimoniales, (cf. mesures complémentaires présentées au chapitre 5 : Implanter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques - Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier - Mise en défense des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite...).

Pour les stations résiduelles d’espèces végétales impactées, un plan de gestion et de conservation des espèces patrimoniales (Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs, Violette élevée, Grande Douve, Vigne sauvage,...) peut être proposé, couplé à une mesure de déplacement d’espèces pour les espèces protégées (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : Déplacement des espèces végétales protégées – Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs, Violette élevée, Grande Douve,...).

Cette mesure prévoit des **travaux en cours d’eau**, il est donc important de caler le planning des interventions en fonction des cycles biologiques des espèces patrimoniales et/ou protégées présentes, et notamment vis-à-vis des phases les plus sensibles, comme la reproduction. La

mesure complémentaire proposée de phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces permet de répondre à cette problématique.

d) Synthèse sur l'analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	■ Cette mesure n'a pas de vocation hydraulique particulière.
Du point de vue écologique	■ Cette mesure ne répond pas entièrement en l'objectif visé de réduire les surfaces de secteurs d'enjeu écologique exceptionnel impactés. Néanmoins, elle présente une plus-value écologique puisqu'elle permet de limiter les emprises sur des secteurs de fort à très fort enjeu écologique et d'éviter la destruction de la plupart des stations d'espèces végétales protégées.
Mesures associées	■ Optimisation des modalités de la navigation.
Cohérence d'ensemble	■ Réduction des impacts sur le milieu naturel par emprise.
AVANTAGES ET POINTS FORTS	INCONVÉNIENTS ET LIMITES
<ul style="list-style-type: none"> ■ Les secteurs qui bénéficient le plus de cette mesure sont les secteurs d'enjeu écologique global moyen à fort. ■ Pour les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères les surfaces impactées d'enjeu fort et/ou très fort diminuent. ■ Evitement de la plupart des stations d'espèces végétales protégées (Violette élevée, Vigne sauvage et Oenanthe à feuilles de silaüs). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Augmentation de 2 % des surfaces à enjeu exceptionnel impactées, ■ Pour les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères les surfaces impactées d'enjeu moyen et d'enjeu moyen à fort augmentent (augmentation de 17 % pour les poissons). ■ Destruction résiduelle de stations d'espèces végétales protégées (Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs) ■ Destruction résiduelle de stations d'espèces végétales patrimoniales (Inule à feuilles de saule, Euphorbe des marais, Samole de Valerand, Molène blattaire)
POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER	
Du point de vue écologique	■ Définition des zones d'emprise des travaux afin d'évaluer les impacts possibles sur ces emprises et de définir les mesures d'évitement adéquates pour conserver les stations d'espèces végétales protégées et/ou patrimoniales.

PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES	
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prise en compte des emprises chantier dans la définition de la mesure, ■ Mesure complémentaire « phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces » permettant de planifier les travaux en fonction de milieux concernés et des périodes de sensibilité des espèces protégées et/ou patrimoniales. ■ Mesures complémentaires liées aux travaux : Planter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques - Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier - Mise en défens des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite... ■ Accompagnement du chantier par un écologue, ■ Mise en place d'un plan de gestion et de conservation des espèces patrimoniales (Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs, Violette élevée, Grande Douve, Vigne sauvage,...) couplé à une mesure de déplacement d'espèces pour les espèces protégées.
ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Estimatif	<ul style="list-style-type: none"> ■ 830 000 € TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévuset 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour l'acquisition des emprises ■ Source : étude RESA – Chiffrage du scénario 3 révisé

3.2. Vision globale de l'efficacité des mesures de maintien des niveaux en lit mineur (mesures 2, 3 et 4)

Un premier groupe de mesures a pour objectif la restauration ou le maintien des niveaux en lit mineur. Rappelons que ces actions combinent :

- Une optimisation des modalités de la navigation,
- La mise en place d'une gestion optimisée des barrages du Vezoult et de Jaulnes,
- Les remblaiements écologiques dans les secteurs les plus soumis à des sur-largeurs.

Les deux tableaux en page suivante indiquent, pour chaque bief ou ouvrage et pour toutes les conditions hydrologiques (étiage, régime moyen, crues) :

- Les décotes (baisse du niveau d'eau pour une situation donnée) constatées en têtes de bief après mise en œuvre du scénario 3 brut,
- Les surcotes à appliquer aux barrages (modalités techniques expliquées dans le cadre du descriptif de la mesure 3) et les variations de cotes résiduelles en tête de bief consécutives à la révision du scénario 3.

Ces variations de cotes résiduelles sont issues de la mise en place simultanée de la gestion optimisée des barrages, des mesures de modifications des conditions de navigation et des remblaiements écologiques.

On remarque ainsi que :

- Les cotes sont maintenues à quelques centimètres près à Villiers-sur-Seine (tête du bief du Vezoult – fort effet correctif des mesures proposées),
- Des décotes atteignant 10 centimètres subsistent en tête du bief de Jaulnes (effet correctif significatif des mesures proposées),
- Des décotes atteignant 31 centimètres subsistent en tête du bief de la Grande Bosse (effet correctif peu significatif des mesures proposées).

Ces remarques sont également illustrées sur la Figure 2 et la Figure 3, qui montrent pour le scénario 3 brut et révisé respectivement les variations de cotes associées au régime moyen et les profils en long du barrage du Vezoult au barrage de la Grande Bosse pour la crue de 2001 (crue pour laquelle les écarts en cotes maximaux sont globalement constatés sur les biefs).

Tableau 2 : Variations de cotes constatées en tête des biefs du Vezoult, de Jaulnes et de la Grande Bosse pour le scénario brut

	Bief du Vezoult	Bief de Jaulnes	Bief de la Grande Bosse
Régime hydrologique	Variation de cote résiduelle en tête de bief	Variation de cote résiduelle en tête de bief	Variation de cote résiduelle en tête de bief
Étiage (QMNA5)	0 cm	0 cm	0 cm
Moyennes eaux	- 5 cm	- 20 cm	- 15 cm
Crue type fév. 2000	- 19 cm	- 24 cm	- 23 cm
Crue type mars 2001	- 37 cm	- 38 cm	- 31 cm
Crue type janv. 1982	- 30 cm	- 19 cm	- 28 cm
Crue type janv. 1910	- 30 cm	- 19 cm	- 24 cm

Code couleur : Impact inférieur à ± 2 cm / ± 15 cm / ± 25 cm – Impact dépassant ± 25 cm

Tableau 3 : Surcotes à imposer en amont des barrages du Vezoult et de Jaulnes¹ – Variations de cotes résiduelles en tête des biefs du Vezoult, de Jaulnes et de la Grande Bosse

Régime hydrologique	Barrage du Vezoult		Barrage de Jaulnes		Bief de la Grande Bosse
	Surcote imposée au barrage	Variation de cote résiduelle en tête de bief	Surcote imposée au barrage	Variation de cote résiduelle en tête de bief	Variation de cote résiduelle en tête de bief
Étiage (QMNA5)	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm
Moyennes eaux	5 cm	+ 1cm	20 cm	0 cm	- 12 cm
Crue type fév. 2000	10 cm	- 3 cm	25 cm	- 8 cm	- 20 cm
Crue type mars 2001	10 cm	0 cm	25 cm	- 10 cm	- 25 cm
Crue type janv. 1982	10 cm	- 1 cm	25 cm	- 6 cm	- 28 cm
Crue type janv. 1910	10 cm	0 cm	25 cm	- 7 cm	- 31 cm

Code couleur : Impact inférieur à ± 2 cm / ± 15 cm / ± 25 cm – Impact dépassant ± 25 cm

¹ Les modalités techniques de la mise en œuvre de la mesure 4 : « gestion optimisée des barrages » sont expliquées au paragraphe 3.4.

Figure 2 : variations des cotes sur le lit mineur de la seine pour le régime moyen : scénario 3 brut et révisé

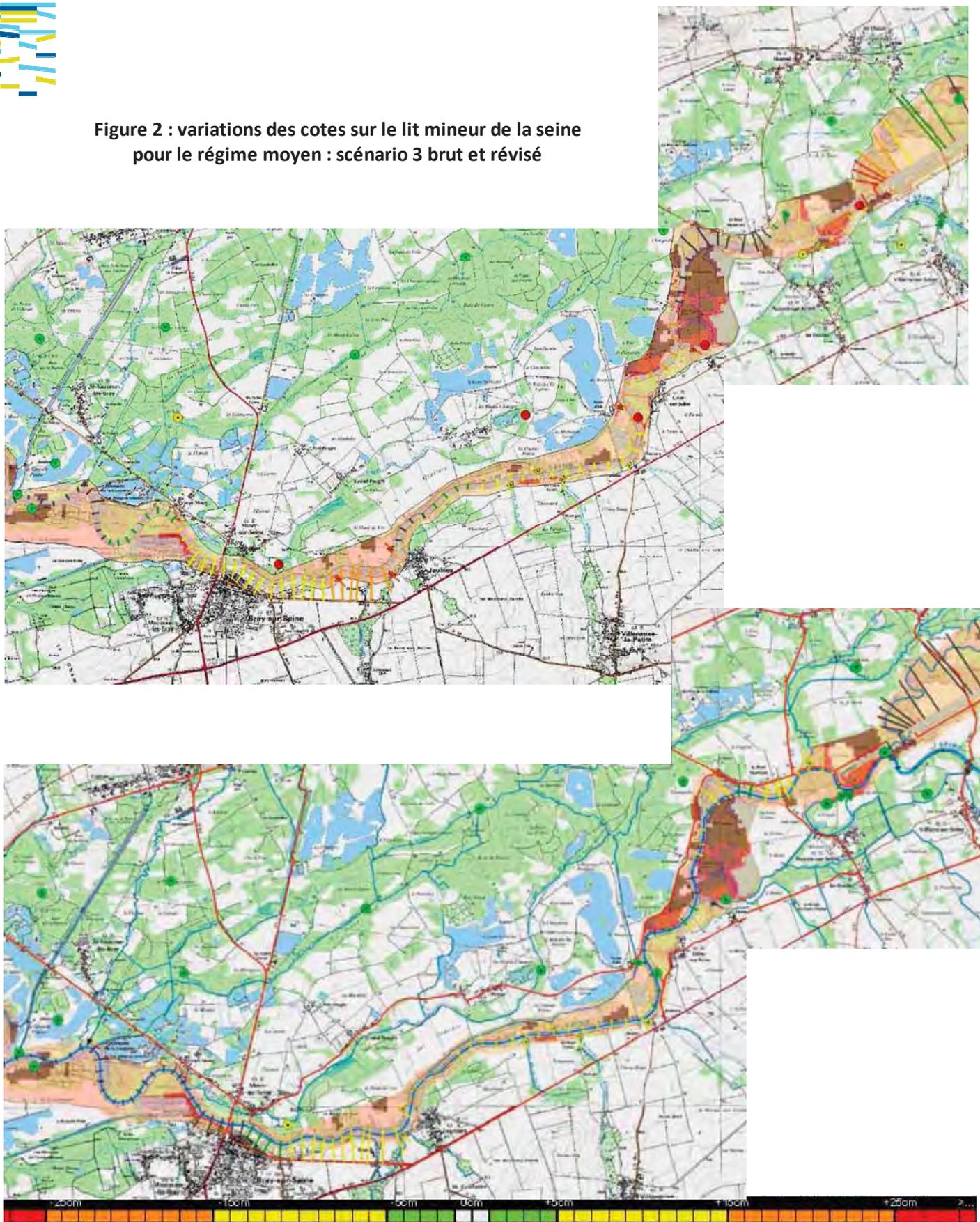
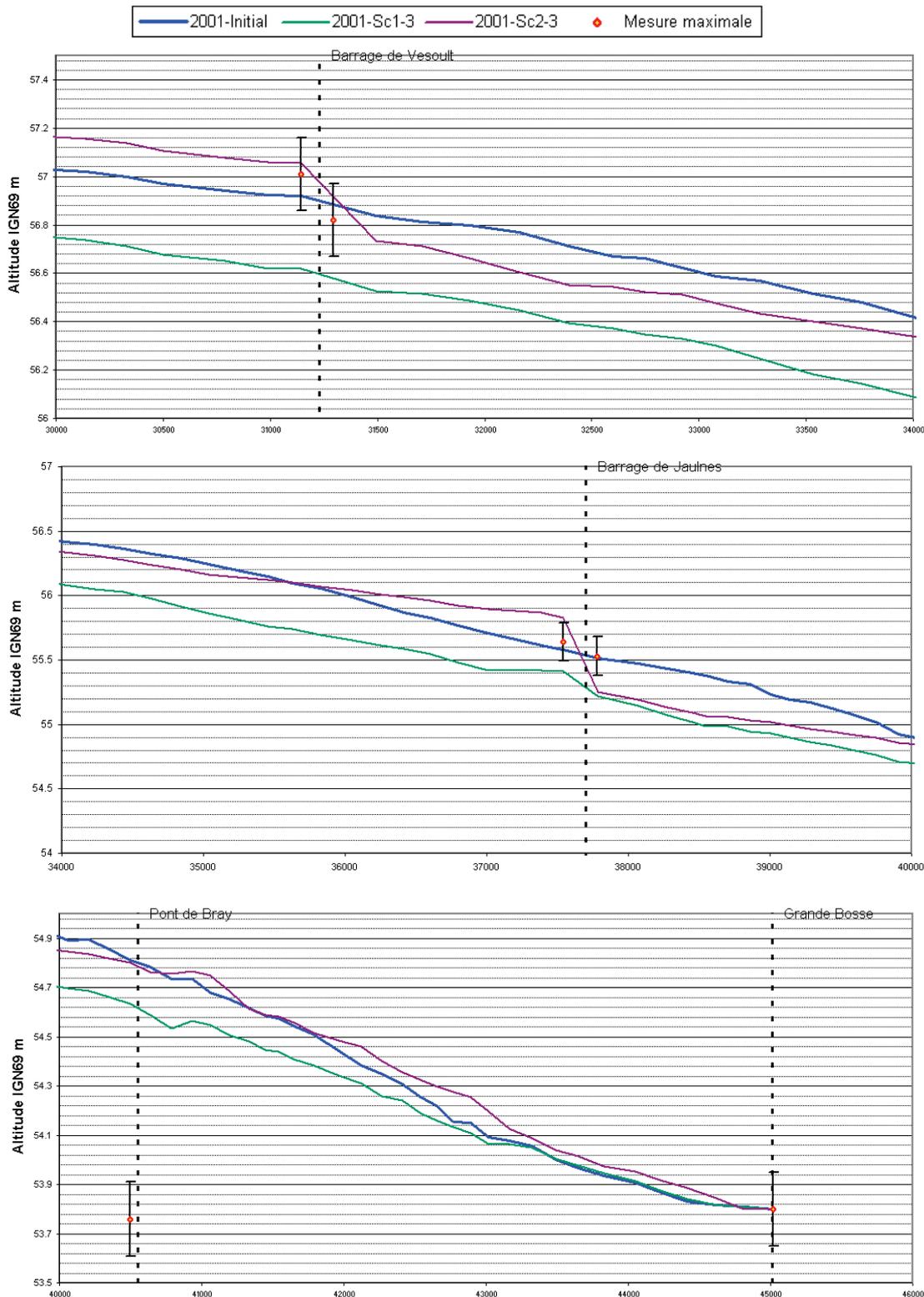


Figure 3 : Comparaison de la situation actuelle et du scénario3 brut et révisé de l'amont du barrage du Vezoult au barrage de la Grande Bosse pour la crue de Mars 2001 : profils en long



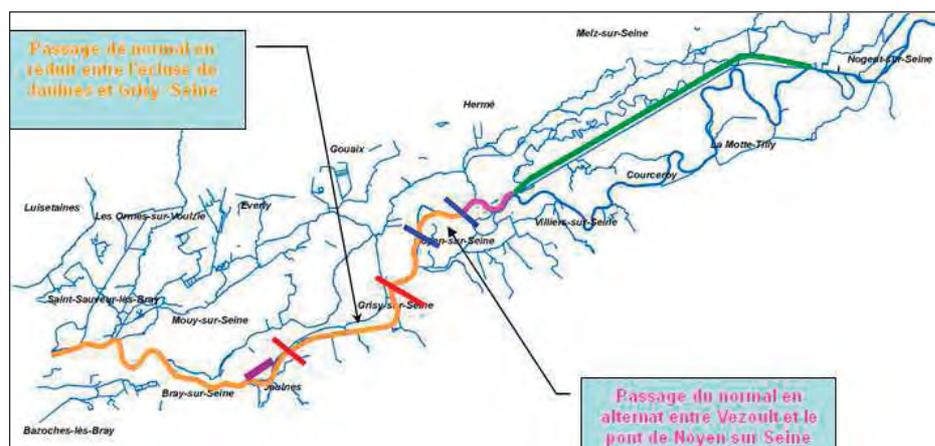
3.3. Mesure 2 : Optimisation des modalités de la navigation

3.3.1. Rappels généraux sur la mesure 2

Pour limiter les incidences du projet sur le plan hydraulique et sur le linéaire de berges impactées la révision du scénario 3 prévoit de restreindre les conditions de navigation sur les biefs de Jaulnes et Vezoult :

- **Passage d'un profil normal à un profil réduit, de l'amont de l'écluse de Jaulnes jusqu'à Grisy,** (possibilité de passage de 2 bateaux projets en vitesse réduite (7 km/h)) ;
- **Passage d'un profil réduit à un alternat entre Vezoult et le pont de Noyen-sur-Seine.** (possibilité de passage d'un seul bateau projet en vitesse normale (6 km/h)).

Figure 4 : modifications des conditions de navigation lors de la révision des scénarios



En définitive, la navigation se fera en profil réduit sur les linéaires Jaulnes-Toussacq et Nogent-Futur canal, et en alternat sur le reste de l'itinéraire. Seule la navigation sur le futur canal à grand gabarit se fera en conditions normales.

Sur les secteurs concernés, l'ensemble de ces mesures permet de limiter les sur-largeurs liées au creusement de l'itinéraire, ce qui est intéressant sur le plan hydraulique (réduction des sections mouillées) et sur le plan environnemental (moindres emprises sur des secteurs à enjeux : forêt alluviale, prairies humides, flore (Vigne sauvage, Orme lisse, Violette élevée, Grande Sanguisorbe, Epipactis des marais) et faune (poissons, insectes, oiseaux, ...). Les deux figures suivantes illustrent la modification des conditions de navigation sur les profils en travers en lit mineur pour deux secteurs particuliers.

Figure 5 : Passage d'un profil réduit à un alternat – secteur Vezoult - pont de Noyen – Pk 35452

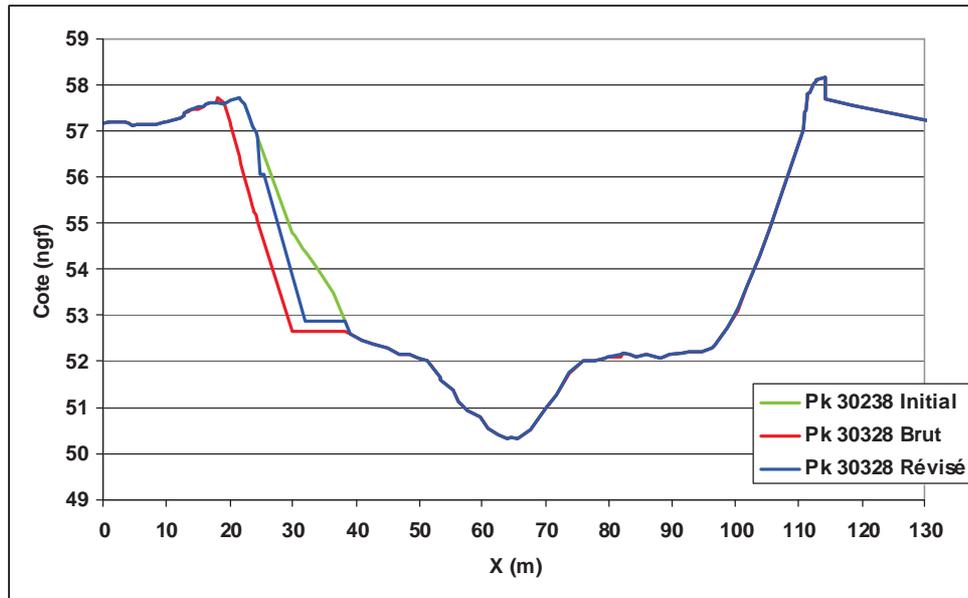
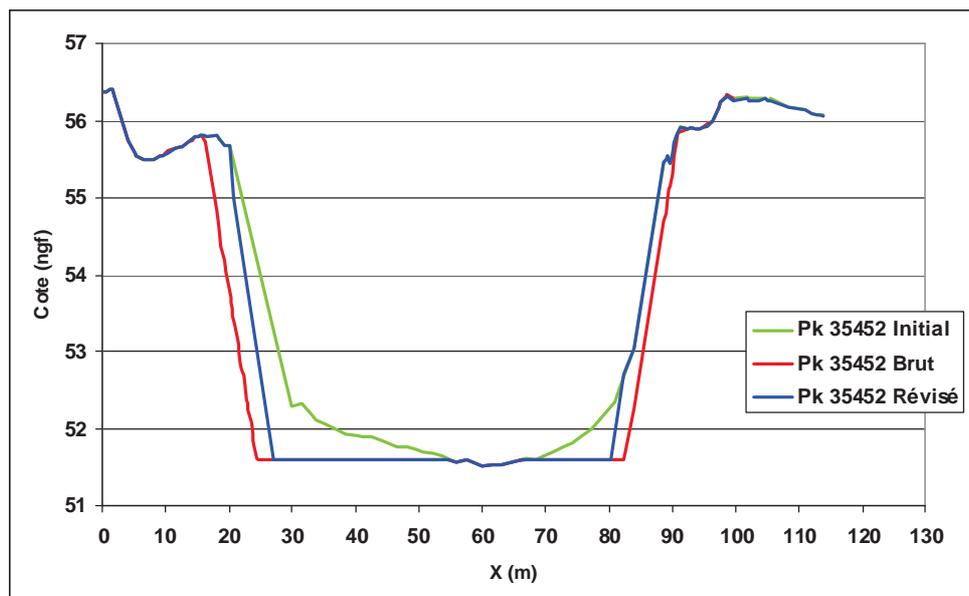


Figure 6 : Passage d'un profil normal à un profil réduit - Secteur Jaulnes-Grisy – Pk 30328



Le tableau ci-dessous récapitule pour les deux secteurs concernés par les changements de modalité de navigation les effets obtenus sur les sections mouillées à pleins bords, pour le scénario 3 brut et pour le scénario 3 révisé.

On constate par exemple au pk 29 584 que la section mouillée du scénario 3 brut augmente de 11% par rapport à l'état initial, puis diminue de 32% dans le cadre du scénario 3 révisé par rapport à l'état actuel.

En moyenne, cette mesure permet :

- Une diminution des sections mouillées sur le secteur Pont de Noyen – Vezoult,
- Une moindre augmentation des sections mouillées sur le secteur Toussacq-Jaulnes.

Tableau 4 : Effet de la modification des conditions de navigation sur les surfaces mouillées à pleins bords

Secteur Pont de Noyen - Vezoult			
Pk	Surface mouillée actuelle (m2)	Variation Scénario 3 brut	Variation scénario 3 révisé
29 378	731	6%	1%
29 584	565	11%	-32%
29 819	617	1%	-32%
30 000	786	0%	-2%
30 138	1 079	5%	0%
30 329	848	3%	1%
30 501	426	5%	2%
30 789	457	18%	-2%
30 990	483	0%	1%
31 145	572	3%	1%
	Min	0%	-32%
	Max	18%	2%
	Moyenne	5%	-6%

Secteur Jaulnes-Toussacq			
Pk	Surface mouillée actuelle (m2)	Variation Scénario 3 brut	Variation scénario 3 révisé
33 082	250	34%	20%
33 283	267	2%	-9%
33 531	747	5%	5%
33 761	477	13%	12%
34 017	464	23%	19%
34 233	548	6%	2%
34 434	284	24%	5%
34 638	265	15%	7%
34 838	261	10%	8%
35 039	245	15%	7%
35 239	270	19%	20%
35 453	251	15%	24%
35 628	272	34%	29%
35 829	298	14%	7%
36 048	297	27%	26%
36 249	257	31%	20%
36 414	283	34%	23%
36 600	292	24%	10%
36 800	259	15%	8%
37 014	257	17%	16%
37 204	269	33%	29%
37 388	322	41%	8%
	Min	2%	-9%
	Max	41%	29%
	Moyenne	20%	13%

3.3.2. Analyse de la mesure 2

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Réduire les sections mouillées issues du scénario brut sur les deux tronçons concernés.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baisse généralisée des niveaux en lit mineur
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Voir Figure 5, Figure 6 et Tableau 4 : la réduction des sections mouillées par rapport au scénario brut est plus ou moins significative selon les secteurs. Globalement, on constate une stabilité ou une diminution des sections mouillées sur le tronçon Port Montain – Vezoult par rapport à l'état actuel. Sur le tronçon Toussacq-Jaulnes, les sections mouillées augmentent encore de l'ordre de 14% par rapport à l'état actuel après mise en place de la mesure.
Impacts résiduels	<p>Voir Figure 2, Figure 3, Tableau 2 et Tableau 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bief du Vezoult : combinée aux autres mesures portant sur le lit mineur, cette action est efficace, ■ Bief de Jaulnes : combinée aux autres mesures portant sur le lit mineur, cette action est efficace pour les moyennes eaux, mais montre ses limites en crues (décotes atteignant 10 cm). ■ Bief de la Grande Bosse : cette mesure ne concerne pas ce bief.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gestion optimisée des barrages + Remblaiements écologiques
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Au vu des décotes constatées en tête, l'efficacité de la mesure semble partielle pour le bief de Jaulnes.
EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Limiter les surfaces d'emprise du projet
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction directe des stations d'espèces végétales, d'habitats naturels et d'habitats d'espèces
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tous groupes
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diminution de la surface d'emprise de 2% (scénario brut : 160,55 ha / scénario révisé : 156,99 ha), ■ Diminution de 6 % de la surface impactée pour les zones à enjeu écologique moyen à fort, ■ Pour les amphibiens, les reptiles et les insectes les surfaces d'habitats à enjeux indéterminés, moyen, fort ou très fort diminuent ou restent stables avec la mise en place de cette mesure. ■ Concernant les oiseaux, cette mesure permet de diminuer de 50% les surfaces d'enjeu fort impactées.

	<ul style="list-style-type: none"> ■ Concernant les mammifères, certains secteurs de fort enjeu sont épargnés dans la révision du scénario (diminution de 20 %), ■ Pour les poissons, certains secteurs d'enjeux forts et indéterminés sont épargnés (diminution de l'ordre de 20%), ■ Évitement des stations de Violette élevée et de Vigne sauvage, espèces végétales protégées au niveau national, et de stations d'Oenanthe à feuilles de silaüs espèce protégée au niveau régional (Champagne-Ardenne) ■ Cf. Annexe 1 : Analyse comparative des surfaces impactées par les scénarii 3 brut et révisé.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Augmentation de 2 % des surfaces à enjeu exceptionnel impactées, ■ Destruction résiduelle de stations d'espèces végétales protégées (Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs), ■ Destruction résiduelle de stations d'espèces végétales patrimoniales (Inule à feuilles de saule, Euphorbe des marais, Samole de Valerand, Molène blattaire), ■ Concernant les oiseaux, il est observé une augmentation de 9% des surfaces d'enjeu moyen à fort impactées, ■ Concernant les mammifères, les surfaces impactées de secteurs représentant un enjeu moyen sont augmentées de 5 %, ■ Pour les poissons, les surfaces impactées de secteurs de moyen à fort enjeu augmentent de 17%.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modification du tracé du scénario brut ■ Ces deux mesures sont étroitement liées et ne peuvent être dissociées puisqu'elles permettent de diminuer les emprises, et de ce fait les impacts par destruction d'habitats naturels et/ ou habitats d'espèces.
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette mesure ne permet pas de réduire les surfaces de secteurs d'enjeu écologique exceptionnel impactées, ■ Pour les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères les surfaces d'enjeu fort et/ou très fort diminuent au détriment des surfaces de plus faible enjeu (enjeu moyen et/ou moyen à fort). ■ Les impacts ne sont pas évalués sur l'emprise chantier, non définie à ce stade d'avancement du projet.

b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES																																																																								
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette mesure permet de réduire légèrement les largeurs au miroir, ce qui réduit d'autant les contraintes foncières. 																																																																							
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR1112002 « Bassée et plaines adjacentes », ■ Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les espèces végétales protégées impactées par l'emprise du canal, ainsi que l'emprise des travaux (Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs, Violette élevée, Grande Douve, ...), ■ Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les habitats d'espèces animales impactées (mollusques, amphibiens, reptiles, insectes, oiseaux, mammifères), ■ Ces dossiers de demande de dérogation seront à calibrer en fonction de l'avancement du projet et de l'impact résiduel évalué sur les espèces protégées. 																																																																							
Contraintes d'usage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Contraintes pour les usagers de la voie d'eau sur les portions de l'itinéraire où les conditions de navigation diffèrent de la normale. 																																																																							
Période des travaux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boisement</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prairie</td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> </tr> <tr> <td>Milieux aquatiques</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> </tr> <tr> <td>Calendrier hydraulique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #ADD8E6;">■</td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">■</td> <td>Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">■</td> <td>Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">■</td> <td>Moins favorable</td> </tr> </table> </div>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Boisement									■	■			Prairie	■	■	■						■	■	■	■	Milieux aquatiques								■	■	■	■	■	Calendrier hydraulique					■	■	■	■	■	■	■	■	■	Favorable	■	Favorable	■	Moins favorable
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																												
Boisement									■	■																																																														
Prairie	■	■	■						■	■	■	■																																																												
Milieux aquatiques								■	■	■	■	■																																																												
Calendrier hydraulique					■	■	■	■	■	■	■	■																																																												
■	Favorable																																																																							
■	Favorable																																																																							
■	Moins favorable																																																																							
Autres contraintes	<ul style="list-style-type: none"> ■ La mesure impacte directement sur les conditions de circulation des bateaux sur les deux tronçons visés. 																																																																							

c) Les pistes d'amélioration / adaptation

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan hydraulique :

On remarque dans le tableau suivant que, suite à la révision du scénario 3, la totalité de l'itinéraire de navigation depuis le barrage de la Grande Bosse jusqu'à l'entrée du canal à grand gabarit à Villiers-sur-seine est en alternat, à l'exception du tronçon Jaulnes-Toussacq, pour lequel un profil réduit est prévu.

Tableau 5 : profil de navigation du scénario 3 révisé

Tronçon	Profil de navigation prévu par le scénario brut	Profil de navigation
Grande Bosse à Bray	Alternat	Alternat
Bray à Jaulnes	Alternat	Alternat
Jaulnes à Toussacq	Normal	Réduit
Toussacq à Vezoult	Alternat	Alternat
Vezoult à Noyen	Normal	Alternat
Noyen au débouché du futur canal	Normal	Alternat
Futur canal	Normal	Normal
Canal à Nogent	Réduit	Réduit

Du point de vue hydraulique, il existerait donc une marge de manœuvre intéressante pour optimiser la mesure, qui mériterait d'être quantifiée : il s'agirait de prolonger le secteur en alternat du Vezoult à Toussacq en aval de Toussacq, en direction de Jaulnes, sur une distance à définir. Cette solution laisserait subsister une partie du linéaire Toussacq-Jaulnes en profil réduit. Cette action permettrait probablement d'éviter une partie des décotes constatées en tête du bief de Jaulnes en crue. Elle impliquerait par contre une contrainte supplémentaire pour la navigation. Notons que le passage en alternat sur la totalité du tronçon Toussacq-Jaulnes ne serait pas pertinent. En effet, la mise à grand gabarit de cette voie fluviale pourrait être considérée comme perdant du sens si l'ensemble de la Seine en aval du futur canal était en conditions d'alternat.

Sur le tronçon la Grande Bosse – Jaulnes, un alternat est déjà prévu, aussi, rien ne peut être gagné en termes de modification des conditions de navigation.

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan environnemental :

Cette mesure permet une réduction de l'emprise projet. Sa définition doit cependant inclure les emprises liées aux travaux (installation de chantier, pistes de circulation des engins...).

Ainsi l'emprise liée aux travaux doit également être prise en compte dans l'évaluation des impacts et des mesures peuvent être proposées pour réduire les impacts afin de garantir la préservation des milieux naturels, des stations d'espèces végétales protégées et/ou patrimoniales, et des

habitats d'espèces animales protégées et/ou patrimoniales, (cf. mesures complémentaires présentées au chapitre 5 : Implanter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques - Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier - Mise en défens des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite...).

Pour les stations résiduelles d'espèces végétales impactées, un plan de gestion et de conservation des espèces patrimoniales (Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs, Violette élevée, Grande Douve, Vigne sauvage,...) peut être proposé, couplé à une mesure de déplacement d'espèces pour les espèces protégées (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : Déplacement des espèces végétales protégées – Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs, Violette élevée, Grande Douve,...).

Cette mesure implique des travaux en cours d'eau, il est donc important de caler le planning des interventions en fonction des cycles biologiques des espèces patrimoniales et/ou protégées présentes, et notamment vis-à-vis des phases les plus sensibles, comme la reproduction. La mesure complémentaire proposée de phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces permet de répondre à cette problématique.

d) Synthèse de l'analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le principe proposé est pertinent du point de vue hydraulique (réduction des sections mouillées). ■ Il se montre cependant diversement efficace selon les secteurs.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette mesure ne répond pas entièrement en l'objectif visé de réduire les surfaces de secteurs d'enjeu écologique exceptionnel impactées. Néanmoins, elle présente une plus-value écologique puisqu'elle permet de limiter les emprises sur des secteurs de fort à très fort enjeu écologique et d'éviter la destruction de la plupart des stations d'espèces végétales protégées.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gestion optimisée des barrages + Remblaiements écologiques ■ Modification du tracé du scénario brut
Cohérence d'ensemble	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette action est nécessairement à coupler avec les autres mesures de maintien des lignes d'eau en lit mineur citées ci-dessus, ■ Réduction des impacts sur le milieu naturel par emprise.
AVANTAGES ET POINTS FORTS	INCONVÉNIENTS ET LIMITES
<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesure intéressante du point de vue hydraulique, environnemental et foncier (réduction de l'emprise du tracé de l'itinéraire sur les secteurs visés) ■ Bonne efficacité hydraulique sur le bief du Vezoult. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesure partiellement efficace sur le bief de la Jaulnes (décotes résiduelles en crue) sur le plan hydraulique, ■ Augmentation de 2 % des surfaces à enjeu exceptionnel impactées,

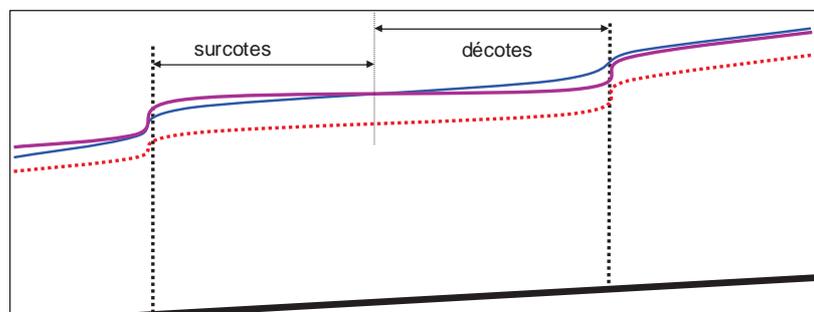
<ul style="list-style-type: none"> ■ Les secteurs qui bénéficient le plus de cette mesure sont les secteurs d'enjeu écologique global moyen à fort. ■ Pour les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères les surfaces impactées d'enjeu fort et/ou très fort diminuent. ■ Evitement de la plupart des stations d'espèces végétales protégées (Violette élevée, Vigne sauvage et Oenanthe à feuilles de silaüs). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pour les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères les surfaces impactées d'enjeu moyen et d'enjeu moyen à fort augmentent (augmentation de 17% pour les poissons), ■ Destruction résiduelle de stations d'espèces végétales protégées (Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs) ■ Destruction résiduelle de stations d'espèces végétales patrimoniales (Inule à feuilles de saule, Euphorbe des marais, Samole de Valerand, Molène blattaire)
POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER	
Du point de vue hydraulique	■ Néant.
Du point de vue écologique	■ Néant
PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Possibilité éventuelle d'un passage en alternat à étudier sur la partie amont du secteur Toussacq-Jaulnes (linéaire à définir) pour limiter les décotes en crue en tête du bief de Jaulnes. ■ La faisabilité de cette adaptation vis à vis des conditions de navigations sur l'itinéraire est cependant à vérifier, de même que l'efficacité hydraulique, qui reste à évaluer.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesure complémentaire « phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces » permettant de planifier les travaux en fonction de milieux concernés et des périodes de sensibilité des espèces protégées et/ou patrimoniales. ■ Mesures complémentaires : Planter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques - Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier - Mise en défens des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite. ■ Accompagnement du chantier par un écologue, ■ Mesure de complémentaire : s'il est considéré pertinent lors des études détaillées, déplacement des espèces végétales protégées – Grande Sanguisorbe, Oenanthe à feuilles de silaüs, Violette élevée, Grande Douve
ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Estimatif	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette mesure n'est pas directement chiffrée dans l'étude RESA. Le gain en terrassement par rapport au scénario brut est cependant inclus dans l'estimatif du scénario 3 révisé. ■ Adaptation du projet : cf. coûts de la mesure « Modification du tracé du scénario brut »

3.4. Mesure 3 : Gestion optimisée des barrages du Vezoult et de Jaulnes

3.4.1. Rappels généraux sur la mesure 3

Afin de limiter les baisses de cotes en lit mineur dans les biefs du Vezoult et de Jaulnes induites par le scénario brut, la révision du scénario 3 prévoit la mise en place d'une gestion optimisée de ces deux barrages.

Figure 7 : principe de la gestion optimisée des barrages



Cette mesure vise un rétablissement des niveaux en tête de ces deux biefs et prévoit un relèvement de la ligne d'eau en amont immédiat des barrages, par imposition de surcotes limitées à 25 cm, calculées de façon à ne pas générer de contraintes de navigations supplémentaires, à limiter les contraintes physiques sur les barrages et à ne pas aggraver l'enjeu inondation sur les secteurs vulnérables. Les surcotes sont obtenues grâce à des manœuvres adéquates de chaque barrage, en fonction de consignes particulières liées aux conditions hydrologiques. D'un point de vue environnemental, cette mesure permet de limiter les modifications hydrauliques sur le secteur et de limiter les modifications sur les conditions d'humidité du sol. En fonction de la gamme de débit, la finalité de la mesure se décline différemment :

- **En régime de moyennes eaux**, l'objectif recherché est une stabilité des niveaux en tête de bief, ce qui induit un relèvement de la cote de gestion opérationnelle des barrages (+5 cm pour le Vezoult, + 20 cm pour Jaulnes), de façon à ce que la nappe d'accompagnement ne se trouve pas sous-alimentée. Cette configuration conduit en définitive à un légère élévation de la nappe (et donc à une meilleure alimentation) ;
- **En régime de crue et notamment pour les crues fréquentes de période de retour 2 à 10 ans** : l'objectif recherché est également la stabilité des niveaux en tête de bief, de façon à pouvoir garantir que les échanges lit mineur – lit majeur restent stables.

Dans le cadre des études d'opportunité, cette mesure a été préconisée uniquement sur les biefs de Jaulnes et du Vezoult où elle n'est pas de nature à surinonder d'enjeux particuliers, et pas sur le barrage de la Grande Bosse pour éviter toute inondation supplémentaire à Bray-sur-Seine.

3.4.2. Analyse de la mesure 3

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modifier les consignes de gestion des barrages de Jaulnes et du Vezoult pour limiter les décotes en tête de bief par application d'une surcote en amont immédiat de chaque ouvrage, pour des situations hydrologiques allant du régime moyen aux crues fortes.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baisse généralisée des niveaux en lit mineur, ■ Modification des échanges lit mineur – lit majeur.
Efficacité : gains	<p>Voir Figure 2, Figure 3, Tableau 2 et Tableau 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bief du Vezoult : combinée aux autres mesures portant sur le lit mineur, cette action est efficace en crue (très forte réduction des décotes). Pour la gamme des moyennes eaux, cette mesure peut permettre une meilleure alimentation et un légère élévation de la nappe d'accompagnement. ■ Bief de Jaulnes : combinée aux autres mesures portant sur le lit mineur, cette action est efficace pour les moyennes eaux, mais montre ses limites en crue (réduction très significative des décotes en crue). Pour la gamme des moyennes eaux, cette mesure peut permettre une meilleure alimentation et un légère élévation de la nappe d'accompagnement. ■ Bief de la Grande Bosse : cette mesure n'est pas mise en œuvre sur ce bief.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bief du Vezoult : 10 cm de surcote en amont de l'ouvrage. En tête de bief, les cotes sont maintenues à quelques centimètres près à Villiers-sur-Seine (tête du bief du Vezoult – fort effet correctif de la mesure couplée aux autres mesures de maintien des niveaux en lit mineur). ■ Bief de Jaulnes : 25 cm de surcote en amont de l'ouvrage. En tête de bief, des décotes atteignant 10 centimètres subsistent (effet correctif significatif de la mesure couplée aux autres mesures de maintien des niveaux en lit mineur). ■ Ces surcotes ne sont a priori pas de nature à surinonder d'enjeux du type bâti. Ce point devra être vérifié en détail lors des phases d'études ultérieures.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modification des conditions de navigation + Remblaiements écologiques
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Au vu des décotes résiduelles en tête, l'efficacité de la mesure semble partielle pour le bief de Jaulnes pour les crues.

EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Limiter les décotes en tête de bief des barrages du Vezoult et de Jaulnes pour rétablir des niveaux d'eau comparables à ceux observés actuellement.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction/dégradation des habitats naturels et habitats d'espèces par modification des conditions hydrauliques
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ La forêt alluviale, les prairies humides, la flore (la Vigne sauvage, l'Orme lisse, la Violette élevée, la Grande Sanguisorbe, l'Epipactis des marais), la faune piscicole, les insectes (libellules, lépidoptères et coléoptères saproxylophages), les oiseaux.
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ En amont du bief les conditions hydrauliques tendent à se rapprocher des conditions actuelles, quelle que soit la gamme de débit considéré, ■ Les conditions du milieu aquatique semblent donc identiques en termes de hauteur d'eau sur la partie amont du bief.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Élévation notable de la ligne d'eau en période de moyennes eaux en amont du barrage sur le lit mineur de la Seine (principalement à Jaulnes, avec une surcote de 20 cm). ■ L'augmentation de la ligne d'eau et la diminution des vitesses de courant induisent une évolution du milieu en un chenal très légèrement plus lentique (écoulement lent avec des hauteurs d'eau importantes), sans que ces modifications soient susceptibles d'affecter les milieux.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Arasement de la berge rive droite sur 400 mètres linéaires à Grisy-sur-Seine (ces deux mesures doivent être associées afin de retrouver les conditions d'inondation actuelles)
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Seul le paramètre hauteur d'eau a été pris en compte entre le scénario brut et révisé. Or les habitats aquatiques et notamment vis-à-vis de l'intérêt piscicole se définissent selon 4 critères : hauteur d'eau, vitesse du courant, granulométrie et végétation aquatique. Ces paramètres devront faire l'objet d'une évaluation lors des études ultérieures. ■ Il conviendrait d'évaluer des potentialités de frayères au droit des longueurs de biefs impactées par l'élévation de la ligne d'eau.

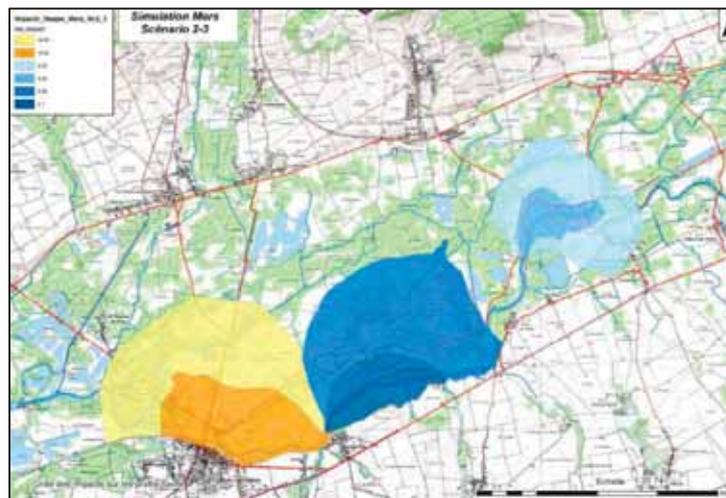
b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES																																																																					
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ Néant. 																																																																				
Contraintes écologiques	<ul style="list-style-type: none"> ■ La sensibilité des milieux adjacents au changement de cotes usuelles de gestion des barrages du Vezoult et de Jaulnes, en basses et moyennes eaux notamment, doit être prise en compte. 																																																																				
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les mesures d'élévation de la ligne d'eau sur les biefs du Vezoult et de Jaulnes en crue ne doivent affecter aucun enjeu important (bâti). L'analyse de l'impact doit figurer dans le dossier Loi sur l'Eau. ■ Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR112002 « Bassée et plaines adjacentes ». ■ Prise en compte de la destruction/dégradation d'habitats aquatiques sur la partie aval du bief dans le cadre de la procédure loi sur l'eau (R-214-1 du code de l'environnement). 																																																																				
Contraintes d'usage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les mesures de variation de la cote usuelle aux barrages du Vezoult et de Jaulnes en basses et moyennes eaux notamment ne doivent pas affecter les usages éventuels présents sur site (prise d'eau, ouvrages d'échange avec le réseau de noues...). 																																																																				
Période des travaux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux). <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boisement</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prairie</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>Milieux aquatiques</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>Calendrier hydraulique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #ADD8E6;"></td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">Moins favorable</td> </tr> </table> </div>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Boisement													Prairie													Milieux aquatiques													Calendrier hydraulique													Favorable	Favorable	Moins favorable
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																									
Boisement																																																																					
Prairie																																																																					
Milieux aquatiques																																																																					
Calendrier hydraulique																																																																					
Favorable																																																																					
Favorable																																																																					
Moins favorable																																																																					
Autres contraintes	<ul style="list-style-type: none"> ■ Néant. 																																																																				

c) Les pistes d'amélioration / adaptation

↳ **Améliorations / adaptations envisageables sur le plan hydraulique :** la figure ci-dessous illustre l'impact résiduel du scénario 3 révisé sur la piézométrie en moyennes eaux. Pour cette gamme de débit, on voit clairement (1) que la gestion optimisée des barrages de Jaulnes et du Vezoult permettrait une meilleure alimentation et un légère élévation de la nappe d'accompagnement pour cette gamme de débit, (2) que la conservation de la cote usuelle du barrage de la Grande Bosse induit une décote en tête de ce bief et un rabattement de la nappe de quelques centimètres.

Figure 8 : impacts résiduels du scénario 3 révisé sur la piézométrie en moyennes eaux (source MOHY phase 3)



Il semble donc logique de proposer de relever la cote usuelle du barrage de la Grande Bosse **pour des régimes voisins des moyennes eaux** de façon à éviter le phénomène mentionné ci-dessus. L'abaissement résiduel constaté en tête du bief pour cette gamme de débit étant de 12 cm, un relèvement d'autant de la cote usuelle au barrage permettrait de passer à une situation beaucoup plus favorable pour la nappe. La plage de débit sur laquelle ce relèvement est à mettre en œuvre reste à définir précisément. Il est probable que cette action puisse être également mise en œuvre pour les crues courantes (Q2, voire Q5 ou Q10), à condition de vérifier qu'aucun enjeu n'est surinondé dans le secteur de Bray-sur-Seine. En revanche cette mesure ne **peut être implémentée en forte crue à cause des enjeux présents** à Bray-sur-Seine.

De la même façon, la détermination de la cote usuelle révisée devra être étudiée précisément, cette cote pouvant éventuellement varier légèrement avec le débit.

↳ **Améliorations / adaptations envisageables sur le plan environnemental :**

Le relèvement des lignes d'eau et l'aménagement de l'itinéraire à grand gabarit pourraient entraîner une certaine banalisation des faciès d'écoulement, déjà existante avant le projet de mise en grand gabarit. Or, un point essentiel au maintien de la biodiversité est de conserver des conditions d'accueil (soit des habitats) pour la faune et la flore les plus variées possibles. Ainsi, pour ce qui concerne les milieux aquatiques, il est important de rechercher diverses conditions « stationnelles » :

- Variation des profondeurs d'eau,
- Variation des vitesses d'écoulement,
- Variation du substrat (matériaux de granulométrie variée, sables, cailloux, pierres, blocs...),
- Absence ou présence d'herbiers aquatiques diversifiés.

Une mesure complémentaire **de diversification des faciès d'écoulement peut être proposée**, hors chenal de navigation, sur les chenaux secondaires ou annexes hydrauliques, afin de varier les habitats aquatiques disponibles et ainsi maintenir une certaine attractivité pour les espèces rhéophiles (liées aux milieux courants).

Certaines noues peuvent être reconnectées à la Seine en récréant un chenal plus lotique (à écoulement plus rapide, avec des profondeurs d'eau plus faibles) et ainsi créer des secteurs plus attractifs pour les espèces rhéophiles. La réflexion sur la localisation de ces bras réaménagés est en cours d'avancement (étude lot 2 – Étude des délaissés de la Seine), mais déjà certains bras semblent plus propices (exemple, les bras de Noyen-sur-Seine).

Il peut également être envisagé de créer un chenal avec une alternance de faciès « plat courant » et « radier » au niveau du bras nord de l'île de Jaulnes puisqu'une nouvelle écluse sera créée avec un canal de dérivation.

Au contraire, d'autres bras, avec de forts enjeux de conservation, semblent moins favorables à la localisation de cette mesure, comme les bras du Vezoult.

Cette mesure implique potentiellement des travaux en cours d'eau, il est donc important de caler le planning des interventions en fonction des cycles biologiques des espèces patrimoniales et/ou protégées présentes, et notamment vis-à-vis des phases les plus sensibles, comme la reproduction. La mesure complémentaire proposée pour le phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces permet de répondre à cette problématique (voir chapitre 5).

d) Synthèse de l'analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> La mesure proposée apparaît essentielle pour le maintien des niveaux en tête de bief. Elle permet d'éviter une moindre alimentation de la nappe d'accompagnement en régime de moyennes eaux et contribue au relèvement général des niveaux en lit mineur pendant les crues.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> Maintien des milieux naturels en tête des biefs de Jaulnes et du Vezoult par maintien des conditions de niveau d'eau en tête de bief
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Gestion optimisée des barrages + Remblaiements écologiques Arasement de la berge rive droite sur 400 mètres linéaires à Grisy-sur-Seine (ces deux mesures doivent être associées afin de retrouver les conditions d'inondation actuelles)
Cohérence d'ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Cette action est nécessairement à coupler avec les autres mesures de maintien des lignes d'eau en lit mineur citées ci-dessus. Mesure à vocation hydraulique qui contribue à répondre, de manière indirecte à la problématique environnementale de préservation des milieux naturels de la Bassée
AVANTAGES ET POINTS FORTS	INCONVÉNIENTS ET LIMITES
<ul style="list-style-type: none"> Fort effet correctif en période de moyennes eaux (amélioration potentielle de l'alimentation de la nappe), Efficacité hydraulique (plusieurs dizaines de centimètres regagnés par rapport au scénario 3 brut en tête de bief). En amont du bief les conditions hydrauliques tendent à se rapprocher des conditions actuelles, quelle que soit la gamme de débit considéré Les conditions du milieu aquatique restent donc proches de la situation actuelle en termes de hauteur d'eau sur la partie amont du bief, paramètre stationnel important pour le maintien des espèces aquatiques et humides telles que l'Orme lisse, la Grande Sanguisorbe, la Grande Douve... 	<ul style="list-style-type: none"> Risques de surinondation d'enjeux (bâti) au voisinage des tronçons de biefs soumis à des surcotes pendant les crues. Sollicitation des ouvrages en place, Complexité de la mise en œuvre opérationnelle, notamment en crue. Élévation de la ligne d'eau en période de moyennes eaux en amont des barrages (principalement sur le barrage de Jaulnes). Possible effet sur la continuité écologique, avec un moindre transit sédimentaire en période de crue courante (moindre abaissement des clapets). Seul le paramètre hauteur d'eau a été comparé pour l'évaluation de l'impact sur les milieux. Or les habitats aquatiques et notamment vis-à-vis de l'intérêt piscicole se définissent selon 4 critères : hauteur d'eau, vitesse du courant, granulométrie et végétation aquatique. Ces critères devront être intégrés au stade des études ultérieures.

POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Définition des consignes hydrauliques (niveaux, débits...), des points de consignes, du matériel technique à mettre en place. La difficulté majeure pour la mise en place de cette gestion pendant les crues provient du fait que la cote de gestion des biefs telle qu'elle est envisagée dépend du débit global transitant dans l'ensemble de vallée. ■ Intégration de la gestion optimisée dans le processus de refonte de la gestion coordonnée des barrages du secteur envisagée par VNF. ■ Évaluation de la résistance des ouvrages en place (maçonneries, vantelleries, radiers, fosses de dissipation...) et adaptation si nécessaire. ■ Étude détaillée des impacts hydrauliques en crue sur les enjeux voisins des biefs et mise en œuvre de solutions correctives le cas échéant.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Une meilleure connaissance sur le potentiel de frai actuel à l'amont des barrages est nécessaire, ■ Une meilleure connaissance de l'impact de la gestion optimisée des barrages sur les aspects vitesses d'écoulement et hauteurs d'eau en régime hydraulique moyen est également souhaitable.
PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Un relèvement d'une douzaine de centimètres de la cote usuelle au barrage de la Grande bosse pour le régime de moyennes eaux permettrait d'éviter les rabattements de nappe potentiels constatés lors des études d'opportunité. La plage de débit sur laquelle ce relèvement est à mettre en œuvre reste à définir précisément, et pourrait être étendue aux crues courantes. ■ Mesure particulière de gestion des clapets en crue courante, de façon à avoir rapidement un clapet totalement abaissé pour permettre le transit sédimentaire.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesure complémentaire de diversification des faciès d'écoulement
ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Estimatif	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les coûts liés à l'adaptation structurelle des ouvrages peuvent difficilement être évalués à ce stade. ■ 200 000,00 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour l'étude détaillée des règles de gestion, la définition de l'automatisation, et la mise en place des capteurs.

Figure 10 : principe des remblaiements écologiques en lit mineur (vue en plan, coupes types)

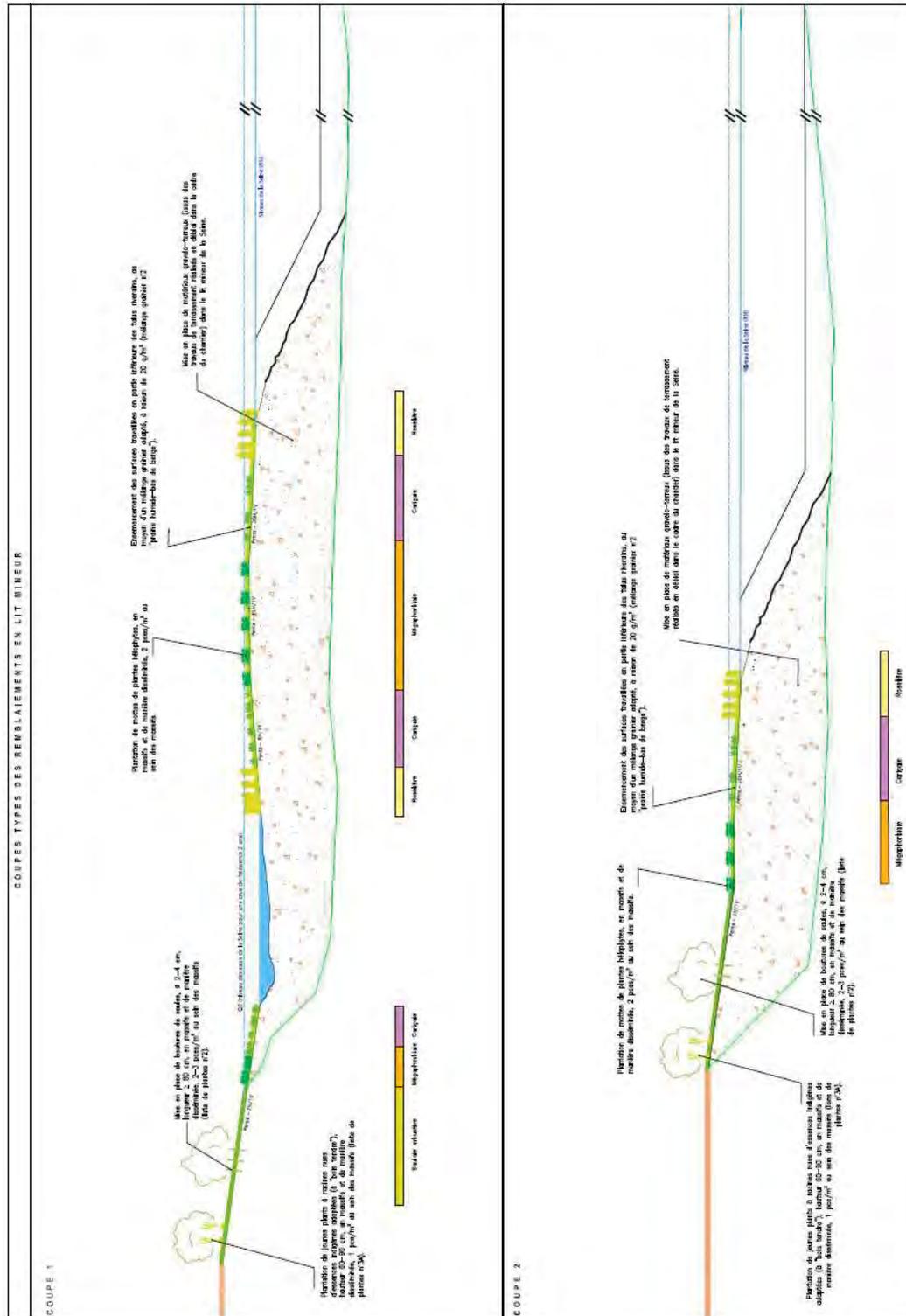


Figure 11 : effets du remblaiement écologique sur la réduction des sections mouillées – pk 32161 (secteur Grisy-sur-seine)

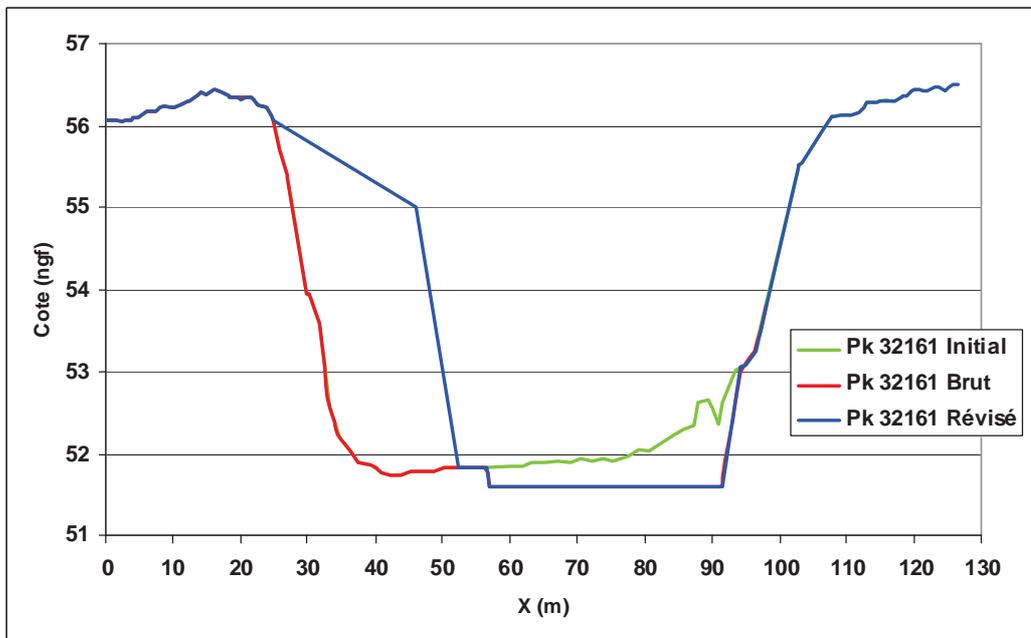
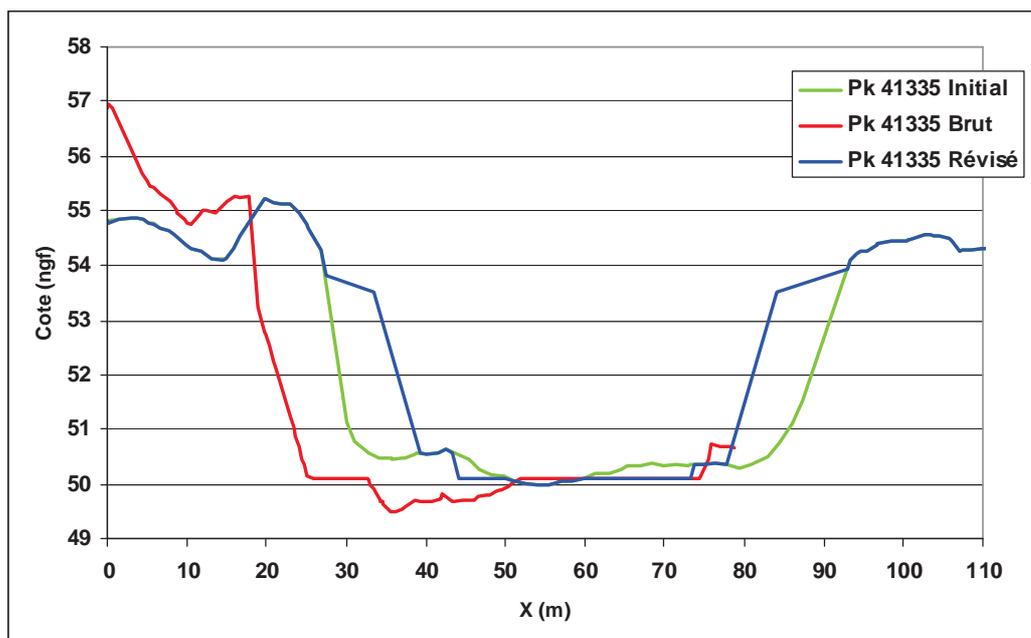


Figure 12 : effets du remblaiement écologique sur la réduction des sections mouillées – pk 41335 (domaine de la goujonne)



Le tableau ci-dessous récapitule pour les différents secteurs concernés par les remblaiements écologiques, les sections mouillées actuelles et leurs variations pour le scénario 3 brut et le scénario 3 révisé. En moyenne, cette mesure **permet une stabilité des sections mouillées sur ces différents secteurs** après mise en place de la mesure. Derrière cette stabilité « moyenne », on trouve cependant des sections pour lesquelles le scénario 3 révisé induit un élargissement ou un rétrécissement significatif par rapport à la situation actuelle.

Tableau 6 : Effet des remblaiements écologiques sur les surfaces mouillées à plein bord

	Pk	Surface mouillée actuelle (m2)	Variation Scénario 3 brut	Variation scénario 3 révisé
1	29 584	565	11%	-32%
	29 819	500	-2%	-15%
2	31 492	492	5%	0%
	31 708	450	18%	5%
	31 928	350	6%	-20%
	32 161	323	5%	-15%
	32 395	255	19%	10%
3	32 921	259	42%	26%
	33 082	250	34%	20%
	33 283	267	2%	-9%
4	34 233	548	6%	2%
	34 434	284	24%	5%
	34 638	265	15%	7%
	34 838	261	10%	8%
5	41 060	478	44%	-8%
	41 197	471	9%	-6%
	41 336	310	14%	-14%
	41 447	361	8%	-3%
	41 538	442	6%	-2%
	41 650	402	6%	2%
	41 789	385	10%	-4%
6	42 266	330	1%	-5%
	42 410	370	18%	2%
	42 771	267	29%	10%
	42 891	296	10%	10%
	43 019	281	11%	4%
	43 161	333	16%	-14%
	43 321	492	6%	-9%
	43 490	354	9%	10%
	43 646	353	12%	15%
	43 829	299	5%	-2%
7	44 812	483	0%	-23%
		Min	-2%	-32%
		Max	44%	26%
		Moyenne	12%	-1%

3.5.2. Analyse de la mesure 4

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Réduire les sections mouillées issues du scénario brut sur les tronçons soumis aux élargissements les plus significatifs de la définition du tracé (secteurs sur lesquels le trapèze de navigation se trouve le plus déporté par rapport au lit actuel).
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baisse généralisée des niveaux en lit mineur
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Voir Tableau 6, Figure 11 et Figure 12 : la mise en place des remblaiements écologiques permet une conservation à $\pm 10\%$ des sections mouillées actuelles pour la moitié du linéaire, une diminution des sections mouillées de 10 à 30 % pour un quart du linéaire et une augmentation des sections mouillées de 10 à 30 % pour le quart du linéaire restant. <p>Voir Figure 2, Figure 3, Tableau 2 et Tableau 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ La mise en place des remblaiements écologiques, combinée aux autres mesures de maintien des niveaux en lit mineur, permet en crue de remonter les lignes d'eau d'une trentaine de centimètres en tête des biefs du Vezoult et de Jaulnes et d'y maintenir les cotes actuelles en régime de moyennes eaux. ■ Sur le bief de la Grande Bosse, les remblaiements écologiques sont les seules mesures mises en œuvre pour remonter les niveaux (pas de modification des conditions de navigation, pas de gestion optimisée du barrage, la mise en place d'un relèvement du plan d'eau étant cependant proposée à la grande Bosse dans les conditions d'amélioration de la mesure). La mesure semble efficace du barrage au pont de Bray (Cf. Figure 3). L'efficacité de la mesure est par contre moins perceptible en tête de bief : les décotes enregistrées sont proches de celles du scénario 3 brut.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bief du Vezoult : combinée aux autres mesures portant sur le lit mineur, cette action est efficace, ■ Bief de Jaulnes : combinée aux autres mesures portant sur le lit mineur, cette action est efficace pour les moyennes eaux, mais montre ses limites en crues (décotes atteignant 10 cm). ■ Bief de la Grande Bosse : les impacts résiduels en tête du bief se traduisent par des décotes qui restent importantes, allant de 10 cm en régime moyen jusqu'à une trentaine de centimètres en crue. Rappelons que ce bief ne peut bénéficier d'une gestion optimisée du barrage durant les fortes crues (risque de sur-inondation à Bray-sur-Seine).

Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modification des conditions de navigation + Gestion optimisée des barrages
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Au vu des décotes constatées en tête, l'efficacité de la mesure semble partielle pour le bief de Jaulnes et limitée pour celui de la Grande Bosse.
EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Création de hauts fonds pour réduire la section mouillée, relever la ligne d'eau et implanter de nouveaux habitats.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction et dégradation des habitats naturels par modification des conditions hydrauliques
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'ensemble des écosystèmes du lit majeur et mineur
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Réduction des effets de drainage du lit majeur par le chenal de navigation ■ Création de nouveaux milieux aquatiques et humides
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modification du profil des berges actuelles et risque d'homogénéisation du profil de berge ■ Destruction des habitats actuels en berge ■ Impacts résiduels sur les habitats naturels de la vallée de la Bassée non évaluables
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'ensemble des mesures à vocation hydraulique et notamment la mesure « Protection de berges »
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pas de connaissances précises sur l'état initial des profils de berges. Cette connaissance serait nécessaire pour évaluer le risque éventuel d'homogénéisation des berges. ■ Besoin d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels sur la vallée de la Bassée couplée à une cartographie des formations végétales afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur le milieu naturel.

b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES	
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pas de contrainte foncière particulière, dans la mesure où les remblaiements portent sur des parties du lit mineur actuel.
Contraintes écologiques	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les débouchés de fossés et les connexions à des zones humides attenantes doivent être restaurés. ■ Intérêt de conserver une diversité de faciès de berges afin d'offrir des habitats variés pour l'accueil de la faune et la flore.

<p>Contraintes réglementaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Comme toute intervention en lit mineur, les remblaiements écologiques devront faire l'objet d'un chapitre argumenté sur les impacts hydrauliques et environnementaux. ■ Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR1112002 « Bassée et plaines adjacentes ». ■ Prise en compte de la modification des berges (profils en long et en travers) et de la destruction/dégradation d'habitats aquatiques en pied de berge dans le cadre de la procédure loi sur l'eau (R-214-1 du code de l'environnement), ■ Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les habitats d'espèces animales impactées (mollusques, amphibiens, reptiles, insectes, oiseaux, mammifères, espèces aquatiques...), ■ Ces dossiers de demande de dérogation seront à calibrer en fonction de l'avancement du projet et de l'impact résiduel évalué sur les espèces protégées. 																																																																							
<p>Contraintes d'usage</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les remblaiements écologiques vont avoir pour effet de déplacer les berges et donc tous les usages qui s'y rattachent (chemins, pontons, pêche...) dont on devra étudier le rétablissement. 																																																																							
<p>Période des travaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux). <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boisement</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Prairie</td> <td style="background-color: #92d050;"></td><td style="background-color: #92d050;"></td><td style="background-color: #92d050;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Milieux aquatiques</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="background-color: #92d050;"></td><td style="background-color: #92d050;"></td><td style="background-color: #92d050;"></td><td style="background-color: #92d050;"></td><td style="background-color: #92d050;"></td> </tr> <tr> <td>Calendrier hydraulique</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td style="background-color: #00a0e3;"></td><td style="background-color: #00a0e3;"></td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: auto; margin-right: 0;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #92d050; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #00a0e3; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #00a0e3; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Moins favorable</td> </tr> </table> </div>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Boisement													Prairie													Milieux aquatiques													Calendrier hydraulique														Favorable		Favorable		Moins favorable
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																												
Boisement																																																																								
Prairie																																																																								
Milieux aquatiques																																																																								
Calendrier hydraulique																																																																								
	Favorable																																																																							
	Favorable																																																																							
	Moins favorable																																																																							

c) Analyse de la faisabilité technique

Bilan déblai / remblai : La méthode proposée de déblai et de remblai est conforme au respect des habitats aquatiques. Les matériaux de remblai proviendront soit directement du lit mineur de la Seine soit de sa plaine alluviale de la Seine, qui est constituée d'alluvions dont les caractéristiques sont identiques aux matériaux actuellement présents en le lit mineur de la Seine (nature et granulométrie). Le bilan déblai-remblai reste pour l'instant très excédentaire, ce qui implique une évacuation des excédents.

Une attention particulière doit être portée à la qualité des déblais / remblais en veillant à ne pas injecter des matériaux contaminés. Des analyses sur la qualité des matériaux excavés doivent donc être menées au fur et à mesure des extractions. Le programme d'échantillonnage prévu avant travaux est essentiel pour définir la stratégie de gestion des déblais / remblais.

En cas de pollution avérée le remblaiement prévu avec ces mêmes matériaux ne pourra pas être effectué et une mise en décharge pourra être nécessaire. La valorisation prévue en tant que matériel de carrière ou pour la réalisation des digues du projet de stockage de la Bassée est possible mais doit prendre en compte la qualité de ces matériaux.

Tableau 7 : Seuil de qualité des sédiments pour les cours d'eau et voies navigables d'après l'arrêté du 09/08/2006

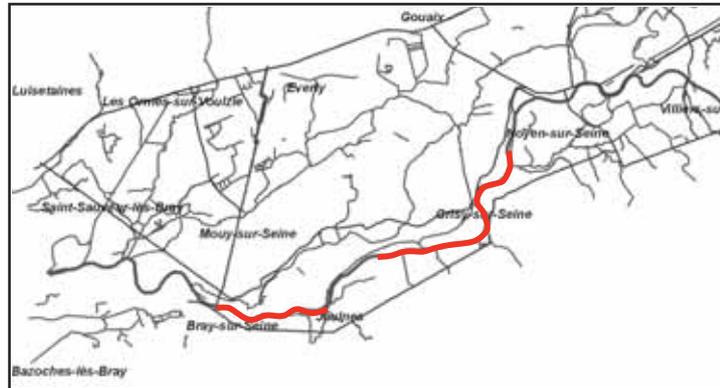
Paramètres	Seuil S1 (mg/kg)*
Métaux	
Arsenic	30
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercur	1
Nickel	50
Plomb	100
Zinc	300
Contaminants Organiques	
HAP totaux ^a	0.68
PCB totaux ^b	22.8

d) Les pistes d'amélioration / adaptation

↳ **Améliorations / adaptations envisageables sur le plan hydraulique :** conjugués aux autres mesures de maintien des niveaux en lit mineur, les remblaiements écologiques semblent avoir une efficacité limitée sur les deux secteurs suivants, repérés sur la figure ci-dessous :

- En amont du pont de Bray-sur-Seine jusqu'au barrage de Jaulnes,
- Entre le Pk 36000 (soit 1800 m en amont du barrage de Jaulnes) et le barrage du Vezoult.

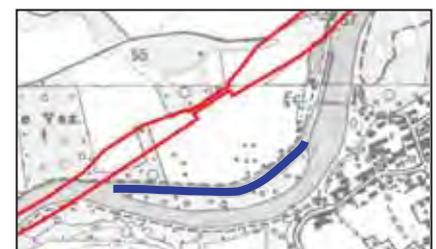
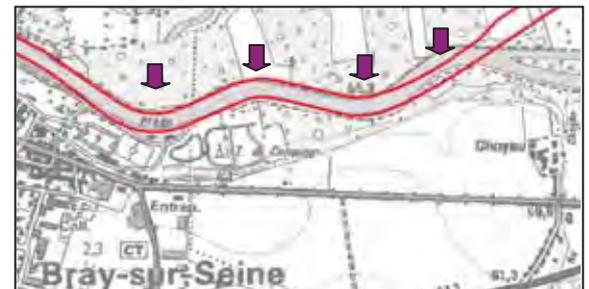
Figure 13 : linéaires sur lesquels les mesures de maintien des niveaux en lit mineur atteignent leurs limites



Il convient donc d'évaluer dans quelle mesure une marge d'optimisation hydraulique existe sur ces deux secteurs :

- **Du pont de Bray-sur-Seine au barrage de Jaulnes :** un relèvement de la cote usuelle du barrage de la Grande Bosse est possible pour les débits courants, voire les crues courantes. Deux adaptations restent envisageables dans le secteur :

- Évaluer la possibilité de généraliser la mise en place des remblaiements écologiques partout où cela reste encore possible (voir figure ci-contre),
- Évaluer la possibilité de combler le bras rive droite de la Seine au droit de l'île de Jaulnes à quelques dizaines de cm sous la Retenue Normale, de façon à ré-augmenter les niveaux sur ce secteur (voir figure ci-contre). Cette mesure, qui a été évoquée dans le cadre des études d'opportunité pour le scénario 5, aurait aussi l'avantage de relever le niveau en aval du barrage de Jaulnes durant les crues ce qui induirait une moindre sollicitation de l'ouvrage. Elle devrait s'accompagner d'une valorisation écologique du bras.



- **De l'amont du barrage de Jaulnes au barrage du Vezoult :** la surcote à appliquer au barrage de Jaunes étant déjà de 25 cm, il semble délicat d'aller au-delà. Rappelons qu'une adaptation des conditions de navigation pourrait être proposée sur une partie du secteur Toussacq-Jaulnes (voir mesure 2) et se traduirait par le passage en alternat sur un linéaire limité. La seule adaptation encore envisageable sur ce secteur consiste donc à **évaluer la possibilité de**



généraliser la mise en place des remblaiements écologiques partout où cela reste encore possible (voir figure ci-contre), de façon à éliminer toutes les sur-largeurs résiduelles.

Des gains sont encore probablement possibles dans les deux méandres de Grisy-sur-Seine. Ils semblent cependant plus aléatoires dans la partie plus rectiligne située en amont du barrage de Jaulnes.

Améliorations / adaptations envisageables sur le plan environnemental :

La dynamique naturelle des cours d'eau leur confère des physionomies de berges différentes avec une alternance de zones d'érosion et de dépôt sédimentaire. La création des remblais écologiques contribue à la formation de berges en pente douce, et une certaine prudence doit être de mise afin de ne pas banaliser ce profil de berge au détriment de berges plus verticales favorables à certaines espèces (comme le Martin pêcheur qui niche dans les berges abruptes).

La localisation des remblais écologiques doit être mise en parallèle avec la mesure « protection de berges » et peut être optimisée de manière à conserver une diversité des types de berges.

Une mesure complémentaire de réflexion globale sur la typologie des berges à l'échelle du projet devra être proposée. Cette mesure permettrait, à partir d'un diagnostic initial des berges actuelles (profil, type de végétation, intérêt pour la faune...), de proposer une typologie de faciès de berges à conserver et/ou aménager en fonction des enjeux écologiques locaux et des contraintes de navigation.

Différents profils de berges (gamme) pourraient être proposés, en voici quelques exemples (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : typologie des berges à l'échelle du projet, et fiches 4 et 5 du benchmark) :

- Des berges abruptes d'érosion favorables à la nidification du Martin-pêcheur, sur les secteurs où il n'y a pas ou peu d'enjeu foncier ;
- Des berges naturelles non remodelées, permettant le maintien des enjeux écologiques locaux, sur les secteurs où la ripisylve est bien implantée, avec peu d'enjeu foncier ;
- Des berges lagunées, en pente plus ou moins douces, connectées en direct avec la Seine, favorables à la reproduction de la faune piscicole ou comme zone de refuge ;
- Des berges lagunées, en pente plus ou moins douce, non connectées en direct avec la Seine, favorables aux espèces aquatiques impactées par les poissons comme notamment les amphibiens et les odonates.

Cette mesure prévoit des travaux en cours d'eau, il est donc important de caler le planning des interventions en fonction des cycles biologiques des espèces patrimoniales et/ou protégées présentes, et notamment vis-à-vis des phases les plus sensibles, comme la reproduction. La mesure complémentaire proposée de phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces permet de répondre à cette problématique.

e) Analyse des coûts

Les postes 11.1 et 11.2 « remblaiement en lit mineur » figurent dans l'étude RESA pour un montant de 2 495 100 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre). Ces postes correspondent cependant au coût de la protection des berges et n'incluent pas la partie « reprise des sédiments en dépôt et remblaiement ». Le volume total des sédiments à remblayer est estimé à 155 000 m³ (RESA).

En comptant 13 €HT du m³ de sédiment repris sur le dépôt et mis en place (avec ensemencement), 120 €/ml pour les plantations (100€ pour la plantation hélophytes+ 20€ pour la plantation de jeunes plants) et 40€/ml (remise en connexion d'une annexe hydraulique), le coût du remblaiement proprement dit est de l'ordre de 2 775 500 €HT.

Le montant total de l'opération de remblaiement s'élèverait donc plutôt à 6 544 100 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre), auquel il convient de rajouter les travaux de valorisation écologique.

f) Synthèse de l'analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le principe proposé est pertinent du point de vue hydraulique (réduction des sections mouillées). ■ Il se montre cependant diversement efficace selon les secteurs. Sur les linéaires du pont de Bray au barrage de Jaulnes et le bief de Jaulnes, l'efficacité de la mesure est partielle.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ La pertinence écologique de la mesure devrait être précisée en phase projet, après mise en œuvre d'une évaluation plus exhaustive des impacts sur les milieux naturels en lit mineur et majeur et des impacts sur le risque d'homogénéisation des berges.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gestion optimisée des barrages + Remblaiements écologiques ■ L'ensemble des mesures à vocation hydraulique et notamment la mesure « Protection de berges »

<p>Cohérence d'ensemble</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette action est nécessairement à coupler avec les autres mesures de maintien des lignes d'eau en lit mineur citées ci-dessus. La mise en place d'une gestion optimisée du barrage de la grande Bosse pourrait améliorer son efficacité sur ce bief. ■ Mesure à vocation hydraulique qui participe, de manière indirecte à la problématique environnementale de préservation des milieux naturels de la Bassée
<p>AVANTAGES ET POINTS FORTS</p>	<p>INCONVÉNIENTS ET LIMITES</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesure intéressante du point de vue hydraulique. La suppression des sur-largeurs excessives permet la conservation d'un gabarit de lit proche de l'actuel et est bénéfique à tous points de vue : maintien des niveaux, pas d'accélération des crues, moindre perturbation du transport solide. ■ Élévation de la ligne d'eau ■ Diminution de l'effet drainant de la vallée de la plaine par la Seine ■ Création de milieux aquatiques et humides 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Phase travaux complexe, ■ Modification potentielle du profil des berges à surveiller, ■ Destruction des habitats naturels en berge.
<p>POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER</p>	
<p>Du point de vue hydraulique</p>	<p>Des points de faisabilité importants restent à préciser :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ La question de la modification éventuelle des échanges nappe-rivière : le remblaiement étant prévu avec des matériaux issus du lit mineur, la perméabilité du remblai devrait correspondre à celle des terrains environnants. Une attention particulière doit donc être portée à la perméabilité de la berge reconstituée. Cette perméabilité de la berge reconstituée devrait s'approcher le plus possible de celle de la berge substituée, qui sera selon les cas plus ou moins colmatée.
<p>Du point de vue écologique</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Évaluation du risque d'homogénéisation du profil des berges à partir d'un diagnostic initial des berges et en tenant compte aussi de la mesure « protection de berge ». ■ Au stade projet, nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels sur la vallée de la Bassée couplée à une cartographie des formations végétales afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur le milieu naturel.

PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES	
Du point de vue hydraulique	<p>Les adaptations proposées sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Évaluer la possibilité de généraliser la mise en place des remblaiements écologiques partout où cela reste encore possible de façon à éliminer toutes les sur-largeurs résiduelles, sur le bief de Jaulnes et sur le linéaire Pont de Bray – Barrage de Jaulnes, ■ Évaluer l'opportunité de combler le bras rive droite de l'île de Jaulnes à quelques dizaines de centimètres sous la RN (zone de haut-fond) avec valorisation environnementale, de façon à faire remonter les niveaux de crue dans ce secteur. ■ La mise en place d'un outil de suivi (type observatoire) permettrait d'évaluer les effets de la mise en place de ce type d'aménagement. Les observations devraient porter sur les points suivants : stabilité, développement des milieux et habitats, hydrogéologie.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesure complémentaire « réflexion globale sur la typologie des berges à l'échelle du projet » permettant d'optimiser la localisation des remblais écologiques. ■ Mesure complémentaire « phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces » permettant de planifier les travaux en fonction de milieux concernés et des périodes de sensibilité des espèces protégées et/ou patrimoniales. ■ Accompagnement du chantier par un écologue, ■ Mesures complémentaires : Planter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques - Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier - Mise en défens des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite
ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Estimatif	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les postes 11.1 et 11.2 « remblaiement en lit mineur » figurant dans l'étude RESA font apparaître un montant de 2 495 095 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre). Ces postes correspondent principalement au coût de la protection de berge mais n'incluent cependant pas la partie « reprise des sédiments en dépôt et remblaiement». ■ Le montant total de l'opération serait plutôt de à 6 544 150 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre).

3.6. Vision globale de l'efficacité des mesures de maintien de l'inondabilité en lit majeur (mesures 1 à 9)

Le tableau en page suivante donne une vision globale de l'efficacité de l'ensemble des mesures prévues pour restaurer ou maintenir l'inondabilité en lit majeur.

Rappelons que ces mesures combinent :

- **Les actions prévues sur le lit mineur pour réduire les sections mouillées et pour remonter les niveaux :**
 - Optimisation des modalités de la navigation,
 - Gestion optimisée des barrages du Vezoult et de Jaulnes,
 - Remblaiements écologiques dans les secteurs les plus soumis à des sur-largeurs,
- **Les actions permettant le rétablissement des échanges entre le lit mineur et le lit majeur et le rétablissement des points stratégiques, dont il va être plus précisément question dans la suite :**
 - Arasement de la berge rive droite sur 400 mètres linéaires à Grisy-sur-Seine,
 - Connexion au plus court du canal à grand gabarit,
 - Endiguement du canal à grand gabarit,
 - Abaissement de l'endiguement du canal en aval de la future écluse de Jaulnes.

Le tableau en page suivante fournit, en plusieurs secteurs stratégiques du lit majeur et pour chaque situation de crue étudiée :

- Les écarts sur les cotes maximales constatées pour le scénario brut,
- Les écarts sur les cotes maximales constatées pour le scénario révisé.

La figure associée au tableau permet de repérer les différents points du référentiel utilisés pour cette analyse.

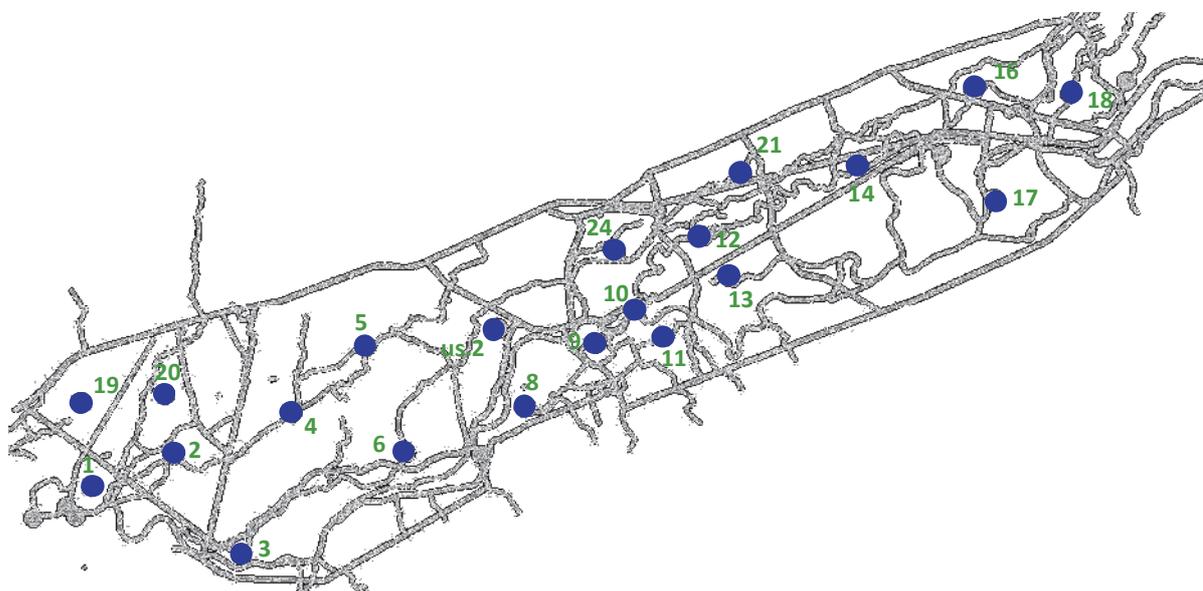
Les différents points apparaissant dans ce tableau et cette carte sont des points du référentiel hydraulique et environnemental tel qu'il a été défini dans le cadre de l'étude MOHY.

Tableau 8 : Variations des cotes maximales sur différents secteurs du lit majeur consécutives à la mise en place des mesures de relèvement des niveaux en lit mineur et des mesures de rétablissement de l'inondabilité en lit majeur (situations de crues uniquement)

Secteur	Point référentiel	Situation	Crue Fév. 2000	Crue Mars 2001	Crue Jan. 1982	Crue Jan. 1910
Lit majeur amont	Point réf. n°18	Sc. Brut	0.00	0.00	0.00	0.00
		Sc. Révisé	0.00	0.00	0.00	0.00
	Point réf. n°17	Sc. Brut	0.00	0.00	0.00	0.00
		Sc. Révisé	0.00	0.00	0.00	0.00
	Point réf. n°16	Sc. Brut	0.00	0.00	0.00	0.00
		Sc. Révisé	0.00	0.00	0.00	0.00
Lit majeur droit au nord du canal de Beaulieu	Point réf. n°14	Sc. Brut	0.06	-0.07	-0.11	-0.11
		Sc. Révisé	0.12	0.22	0.16	0.16
	Point réf. n°21	Sc. Brut	0.15	0.15	0.16	0.15
		Sc. Révisé	0.05	0.08	0.07	0.06
	Point réf. n°12	Sc. Brut	0.00	0.06	0.08	0.08
		Sc. Révisé	0.02	0.07	0.09	0.09
Point réf. n°24	Sc. Brut	-0.06	-0.03	-0.02	-0.02	
	Sc. Révisé	0.00	0.01	0.01	0.01	
Lit majeur de Courceroy à Grisy	Point réf. n°13	Sc. Brut	-0.01	-0.15	-0.16	-0.16
		Sc. Révisé	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
	Point réf. n°11	Sc. Brut	-0.01	-0.37	-0.25	-0.25
		Sc. Révisé	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	Point réf. n°9	Sc. Brut	-0.01	-0.18	-0.07	-0.07
		Sc. Révisé	-0.01	0.08	0.11	0.12
Point réf. n°8	Sc. Brut	-0.33	-0.33	-0.18	-0.18	
	Sc. Révisé	-0.12	-0.13	-0.06	-0.06	
Convergence Villiers	Point réf. n°10	Sc. Brut	-0.19	-0.37	-0.30	-0.30
		Sc. Révisé	-0.03	0.00	-0.01	0.00

Lit majeur droit	Point réf. n°5	Sc. Brut	-0.12	-0.24	-0.31	-0.28	
		Sc. Révisé	-0.01	-0.03	-0.06	-0.05	
	Réserve Naturelle	Point réf. n°4	Sc. Brut	-0.09	-0.18	-0.24	-0.19
			Sc. Révisé	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03
		Point réf. n°us.2	Sc. Brut	-0.31	-0.06	-0.05	-0.05
			Sc. Révisé	0.00	0.00	0.00	0.00
	Point réf. n°6	Sc. Brut	-0.35	-0.29	-0.19	-0.19	
		Sc. Révisé	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	
	Lit majeur Neuvry	Point réf. n°3	Sc. Brut	0.09	-0.04	-0.15	-0.16
			Sc. Révisé	0.19	0.16	-0.08	-0.08
	Lit majeur droit aval	Point réf. n°2	Sc. Brut	-0.08	-0.12	-0.18	-0.14
			Sc. Révisé	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03
Point réf. n°20		Sc. Brut	-0.08	-0.12	-0.11	-0.09	
		Sc. Révisé	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	
Point réf. n°1		Sc. Brut	-0.05	-0.08	-0.13	-0.10	
		Sc. Révisé	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	
Point réf. n°19		Sc. Brut	-0.13	-0.01	-0.38	-0.04	
		Sc. Révisé	-0.01	0.00	-0.03	-0.02	

Code couleur : Impact inférieur à ± 2 cm / ± 15 cm / ± 25 cm – Impact dépassant ± 25 cm



3.7. Mesure 5 : Arasement de la berge rive droite sur 400 mètres linéaires à Grisy-sur-Seine

3.7.1. Rappels généraux sur la mesure 5

Le tronçon Vezoult-Toussacq constitue une zone de débordement privilégiée de la Seine vers son lit majeur droit et contribue en grande partie à alimenter la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée pendant les crues.

Ce linéaire se situe en tête du bief de Jaulnes, sur lequel la mise en place de la gestion optimisée du barrage et les remblaiements écologiques évoqués précédemment ne permettent pas tout à fait de retrouver à l'identique les niveaux de crue actuels.

La mesure étudiée ici consiste à remodeler la berge rive droite sur un linéaire de 400 mètres, localisé sur la figure suivante. Cet abaissement de berge a pour objectif de conserver la **capacité et la fréquence actuelle de débordement**.

D'un point de vue environnemental, cette mesure permet de limiter les modifications hydrauliques sur le secteur et de ce fait de limiter les modifications sur les conditions d'humidité du sol et ainsi maintenir les habitats présents.

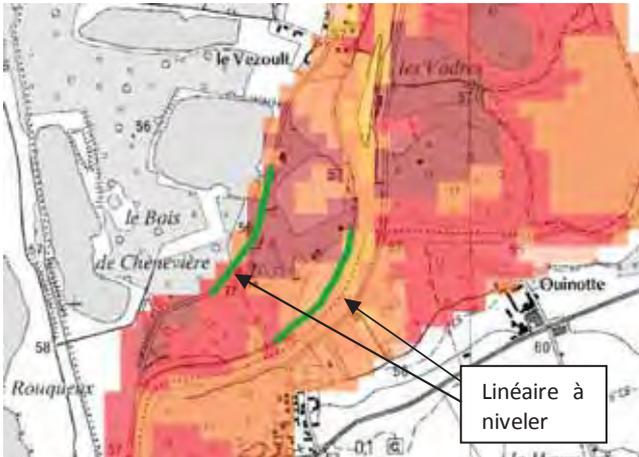
Figure 14 : Localisation des linéaires de berges à niveler au droit de Grisy-sur-seine en rive droite



3.7.2. Analyse de la mesure 5

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'arasement de la berge rive droite a pour objectif de conserver la capacité et la fréquence de débordement de la Seine vers son lit majeur droit et en particulier vers la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée. Le rôle stratégique de ce point d'échange préférentiel est a été souligné dans l'étude MOHY.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baisse des niveaux en lit majeur droit lors des crues et baisse associée des durées et fréquences de submersion. ■ Effet de concentration des flux en lit mineur induit par le scénario 3 brut et effet de drainage du lit majeur par le lit mineur.
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Voir Tableau 8, notamment les points nommés 4, 5, 6, us.2 : les décotes constatées pour le scénario 3 brut sont globalement pluri-décimétriques et atteignent 31 cm. Par rapport au scénario 3 brut, les niveaux du scénario 3 révisé remontent globalement de 20 à 30 cm. Les gains induits en lit majeur en aval du secteur de l'arasement de berge donc très significatifs et dus en partie à cette action.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les abaissments de cotes résiduels constatés pour le scénario 3 révisé sont de l'ordre de plusieurs centimètres, compris entre 0 et -4 cm pour les crues fréquentes et atteignent -6cm pour les fortes crues.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette mesure reste indissociable de l'ensemble des mesures prises pour assurer le maintien des niveaux en lit mineur (gestion optimisée des barrages, conditions de navigation, remblaiements écologiques), notamment sur le bief de Jaulnes. Elle est complémentaire des mesures visant à maintenir les points d'échanges lit mineur - lit majeur et à conserver l'inondabilité actuelle du lit majeur (connexion au plus court du canal à grand gabarit, endiguement du canal, mesures sur l'écluse de Jaulnes).
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ La remontée des niveaux entre le scénario brut et le scénario révisé est très importante, mais les écarts résiduels en lit majeur droit pourraient encore être réduits dans ce secteur particulièrement riche du point de vue environnemental.

EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abaissement de la berge afin de maintenir les conditions actuelles d'inondation au niveau de la vallée de la Bassée et plus particulièrement au niveau de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée (hauteur d'eau et fréquence de débordement).
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction/dégradation des habitats naturels et habitats d'espèces par modification des conditions hydrauliques.
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tous groupes (maintien des conditions d'inondation de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée)
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les conditions hydrauliques tendent à se rapprocher des conditions actuelles, quelle que soit la gamme de débit considérée.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les linéaires de berges à niveler présentent des enjeux écologiques exceptionnels (forêt alluviale) (cf. carte ci-contre) ■ Impact résiduel sur les milieux de la vallée de la Bassée non évaluable. <div data-bbox="730 1077 1369 1534" data-label="Image">  </div>
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gestion optimisées des barrages du Vezoult et de Jaulnes (ces deux mesures doivent être associées afin de retrouver les conditions d'inondation actuelles)
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Une meilleure connaissance des impacts résiduels est requise pour mieux évaluer l'efficacité de la mesure (Nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels sur la vallée de la Bassée couplée à une cartographie des formations végétales afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur le milieu naturel).

b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES																																																																								
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> Intervention sur berge (Domaine Public Fluvial) et sur route communale. 																																																																							
Contraintes écologiques	<ul style="list-style-type: none"> Emprise sur des secteurs d'enjeux écologiques exceptionnels à forts (forêt alluviale, mollusque). Une grande attention devra être portée à ce point. 																																																																							
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> Le dossier Loi sur L'Eau devra démontrer que la mesure ne génère pas d'impacts hydrauliques négatifs localement. Une étude détaillée reste nécessaire. Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR1112002 « Bassée et plaines adjacentes ». Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les habitats d'espèces animales impactées (mollusques, amphibiens, reptiles, insectes, oiseaux, mammifères). Ces dossiers de demande de dérogation seront à calibrer en fonction de l'avancement du projet et de l'impact résiduel évalué sur les espèces protégées. 																																																																							
Contraintes d'usage	<ul style="list-style-type: none"> L'abaissement localisé de la route communale allant du village du Vezoult à la ferme d'Isle pourrait générer une contrainte d'usage sur cette voie de circulation secondaire (hauteurs d'inondations potentiellement plus importantes). 																																																																							
Période des travaux	<ul style="list-style-type: none"> Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux). <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boisement</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prairie</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>Milieux aquatiques</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>Calendrier hydraulique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #ADD8E6;"></td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #90EE90; width: 20px; height: 10px;"></td> <td>Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6; width: 20px; height: 10px;"></td> <td>Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6; width: 20px; height: 10px;"></td> <td>Moins favorable</td> </tr> </table> </div>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Boisement													Prairie													Milieux aquatiques													Calendrier hydraulique														Favorable		Favorable		Moins favorable
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																												
Boisement																																																																								
Prairie																																																																								
Milieux aquatiques																																																																								
Calendrier hydraulique																																																																								
	Favorable																																																																							
	Favorable																																																																							
	Moins favorable																																																																							

c) Les pistes d'amélioration / adaptation

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan hydraulique :

A l'issue de l'étude hydraulique détaillée nécessaire à la finalisation de l'aménagement et en concertation avec les gestionnaires Réserve Naturelle Nationale de la Bassée, l'intérêt d'une **gestion hydraulique active** de cet aménagement pourrait émerger.

La partie arasée pourrait par exemple accueillir des **vannages (manuels)** dont les manœuvres seraient guidées par des objectifs purement écologiques, permettant par exemple une meilleure alimentation du lit majeur pour les crues fréquentes. Notons cependant que dans ce cas, le linéaire de la partie vannée devrait être fortement réduit et approfondi. La faisabilité topographique de la mesure devra donc être étudiée en détail.

L'arasement de berge de Grisy-sur-Seine pourrait donc à terme évoluer vers un « **point d'alimentation contrôlé** » du lit majeur dans un souci d'optimisation de la gestion écologique.

Cette piste est mentionnée ici pour mémoire mais méritera sans doute une analyse détaillée. Le gestionnaire de ces vannages devra être clairement identifié, et cette mesure devra faire l'objet d'un consensus localement.

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan environnemental :

Des précisions sur l'état initial du secteur à remodeler sont à rechercher, notamment par rapport à la présence potentielle d'une espèce patrimoniale de mollusques : le Vertigo de Des Moulins (*Vertigo moulinsiana*). La présence avérée de ce mollusque impliquera des adaptations de cette mesure ou des mesures complémentaires notamment vis-à-vis de la préservation de son habitat de vie (par exemple, possibilité d'envisager un arasement discontinu sur le linéaire de berges et digue pour préserver une partie de l'habitat d'espèce).

En complément de l'abaissement des berges, il semble intéressant de proposer une diversification des habitats en arrière de la berge (micro-topographie, plantation d'hélophytes, ...).

Cette mesure prévoit des travaux en cours d'eau, il est donc important de caler le planning des interventions en fonction des cycles biologiques des espèces patrimoniales et/ou protégées présentes, et notamment vis-à-vis des phases les plus sensibles, comme la reproduction. La mesure complémentaire proposée de phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces permet de répondre à cette problématique.

d) Élément de coûts

Aucun prix n'est proposé dans l'étude RESA.

Pour le calcul du coût du reprofilage, nous nous basons sur un linéaire de 400 mètres, pour une largeur de 100 mètres et une hauteur de 50cm, soit un volume approximatif de 20 000 m³.

Le coût estimé se décompose comme suit : techniques mixtes : 20€/m³ (reprofilage de la berge + végétalisation des zones terrassées + enlèvement des sédiments) * 20 000m³ + 15 000€ * 4 hectares (restauration de zones humides, reconstitution de formations hélophytiques, de boisements/bosquets frais à humides, etc.) = 460 000 € HT, soit 671 200 € TTC (en rajoutant : 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d’Œuvre).

e) Synthèse de l’analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> La mesure concerne un point d’échange stratégique entre le lit mineur et le lit majeur. Sa pertinence est avérée, puisqu’il est essentiel de conserver ici la fréquence et l’amplitude des débordements du lit mineur de la Seine vers son lit majeur droit (alimentation de la Réserve Naturelle Nationale).
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> La mesure proposée va globalement dans le bon sens. Une conclusion approfondie sur la pertinence écologique de la mesure sera précisée suite à une évaluation plus exhaustive des impacts en phase projet.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de maintien des niveaux en lit mineur (gestion optimisée des barrages, conditions de navigation, remblaiements écologiques), Mesures de maintien des points d’échanges lit mineur-lit majeur et de conservation de l’inondabilité actuelle du lit majeur (connexion au plus court du canal à grand gabarit, endiguement du canal, nouvelle configuration de l’écluse de Jaulnes).
Cohérence d’ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Sur le plan hydraulique, cette mesure est indissociable et complémentaire des actions citées ci-dessus. Mesure à vocation hydraulique répondant, de manière indirecte à la problématique environnementale de préservation des milieux naturels de la Bassée.
AVANTAGES ET POINTS FORTS	
<ul style="list-style-type: none"> Mesure efficace et peu coûteuse. Les conditions hydrauliques tendent à se rapprocher des conditions actuelles, quelle que soit la gamme de débit considérée. 	
INCONVÉNIENTS ET LIMITES	
<ul style="list-style-type: none"> Mesure susceptible de générer des désordres hydrauliques locaux. Les linéaires de berges à niveler présentent des enjeux écologiques exceptionnels (forêt alluviale). Une grande vigilance est requise sur ces secteurs. Impact résiduel sur les milieux de la vallée de la Bassée non évaluable précisément à ce stade d’étude. 	

POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER	
Du point de vue hydraulique	<p>Les points suivants doivent être précisés à l'aide d'une étude hydraulique détaillée du secteur :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Linéaires exacts de berge à remodeler, ■ Cotes d'arase optimales en fonction de l'objectif recherché, ■ Mise en évidence et correction des impacts hydrauliques locaux.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Au stade projet, nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels sur la vallée de la Bassée couplée à une cartographie des formations végétales afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur le milieu naturel.
PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ A l'issue de l'étude hydraulique détaillée et en concertation avec la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée, l'intérêt d'une gestion hydraulique active de cet aménagement pourrait apparaître. La partie arasée pourrait par exemple accueillir des vannages (manuels) dont les manœuvres seraient guidées par des objectifs purement écologiques.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ La présence d'enjeux écologiques exceptionnels, après reconnaissance précise du secteur, est susceptible d'induire des adaptations spécifiques. ■ Mesure complémentaire « phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces » permettant de planifier les travaux en fonction de milieux concernés et des périodes de sensibilité des espèces protégées et/ou patrimoniales. ■ Accompagnement du chantier par un écologue, ■ Mesures complémentaires : Implanter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques - Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier - Mise en défens des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite.
ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Estimatif	<ul style="list-style-type: none"> ■ 671 200 € TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) ■ Source : estimatif réalisé dans le cadre de la présente étude

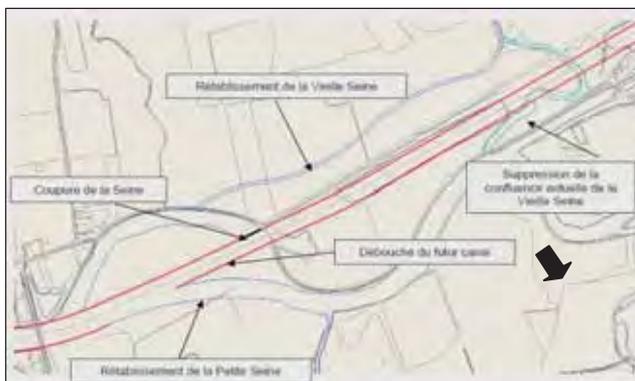
3.8. Mesure 6 : Connexion au plus court du canal à grand gabarit à la Seine

3.8.1. Rappels généraux sur la mesure 6

Cette mesure de révision corrige plusieurs défauts significatifs du tracé du scénario 3 brut dans le secteur de Villiers-sur-Seine, qui constitue un point de convergence majeur du réseau hydrographique (Petite Seine, Vieille Seine, Canal). **L'utilisation du dernier casier SEDA pour aménager la partie aval du canal à travers le secteur La Soline en coupant le dernier méandre de la Seine avant le Port Montain est notamment abandonnée.** Cette mesure correctrice :

- **Évite plusieurs impacts significatifs :**
 - Atteinte significative aux milieux exceptionnels du lieu-dit la Soline,
 - Tracé rectiligne propice à l'accélération des crues,
 - Dérivation de la Vieille Seine sur plus de 1 km,
 - Contribution à l'abaissement des niveaux d'eau à Villiers-sur-seine.
- **Permet de remédier aux effets négatifs du scénario 3 brut dans le secteur :**
 - Confluence Vieille Seine - Seine conservée, Vieille Seine non détournée,
 - Cheminement actuel et caractère méandreux de la Petite Seine conservés,
 - Maintien des niveaux à Villiers sur-Seine,
 - D'un point de vue écologique, évitement de nombreux effets de destruction (tracé) ou de dégradation des habitats par modifications des conditions hydrauliques.

Figure 15 : Connexion au plus court du canal à grand gabarit à la Seine (détail du scénario brut



et comparaison scénario brut / scénario révisé)



3.8.2. Analyse de la mesure 6

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<p>Cette mesure assure le principe de la conservation du point de convergence névralgique du réseau hydrographique de Villiers-sur-Seine (Petite Seine – Vieille Seine – Canal de Beaulieu – futur canal). Il s'agit avant tout d'une mesure d'évitement des impacts du scénario 3 brut permettant :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ De conserver le tracé actuel de la Vieille Seine sans la détourner sur 1 km et de maintenir le point de confluence avec la Petite Seine, ■ De conserver le tracé actuel de la Petite Seine, sans introduire de portion rectiligne ou couper de méandre (pas d'accélération des crues), ■ De maintenir les niveaux à Villiers quel que soit le débit.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baisse généralisée des niveaux en lit mineur, ■ Perturbation du point de convergence de Villiers sur seine (distribution des flux, échanges lit mineur – lit majeur), ■ Accélération des crues,
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Au point de convergence de Villiers-sur-Seine [voir Tableau 2, Tableau 8 (point n°10) et Figure 2 : variations des cotes sur le lit mineur de la seine pour le régime moyen : scénario 3 brut et révisé : les niveaux sont conservés pour l'étiage et le régime moyen. Les décotes très importantes (jusqu'à -37 cm) constatées lors de crues pour le scénario 3 brut sont pratiquement annulées (limitées à -3 cm). ■ Ce constat est valable pour le lit majeur gauche (Tableau 8 point n°11), ■ Pour le lit majeur droit (Tableau 8 point n°24) : les niveaux, qui baissent de quelques centimètres pour le scénario 3 brut sont rétablis au centimètre près. ■ L'accélération des crues notées pour le scénario brut est annulée.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les décotes résiduelles constatées sont globalement limitées à 3 cm en lit mineur et à 1 cm en lit majeur droit et en lit majeur gauche.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette mesure reste indissociable de l'ensemble des mesures prises pour assurer le maintien des niveaux en lit mineur (gestion optimisée des barrages, conditions de navigation, remblaiements écologiques) sur le bief du Vezoult. Elle est complémentaire des mesures visant à maintenir les points d'échanges lit mineur-lit majeur et à conserver l'inondabilité actuelle du lit majeur (endiguement du canal, arasement de la berge de Grisy-sur-Seine, configuration de l'écluse de Jaulnes).
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les écarts en niveaux constatés restent de quelques centimètres et pourraient encore vraisemblablement être réduits.

EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maintenir la confluence actuelle Petite Seine, Vieille Seine et canal, point de confluence majeur du réseau hydrographique
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction et dégradation des habitats naturels du fait du tracé de l'infrastructure (emprise) et/ou modification des conditions hydraulique.
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les écosystèmes du lit majeur au niveau du lieu-dit « La Soline » sont visés en premier (éviter).
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Évite la destruction de milieux de terrestres de fort enjeu écologique ■ Les conditions hydrauliques sont globalement maintenues pour les hauteurs d'eau 
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction/dégradation résiduelles des berges de la Seine représentant des enjeux écologiques moyens à exceptionnels (forêt alluviale, habitats d'espèces animales...)
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'ensemble des mesures à vocation hydraulique.
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Manque d'information sur l'état initial des profils de berges pour évaluer le risque d'homogénéisation des berges (à traiter en phase projet), ■ Une meilleure connaissance des impacts résiduels est requise au stade du projet pour mieux évaluer l'efficacité de la mesure (Nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels sur la vallée de la Bassée couplée à une cartographie des formations végétales afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur le milieu naturel)

b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES	
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ Contraintes liées au creusement du canal à grand gabarit.
Contraintes écologiques	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le tracé du futur canal empiète légèrement sur le dernier méandre de la Vieille Seine avant sa confluence avec la Seine, dans un secteur très riche du point de vue écologique. ■ Intérêt de conserver une diversité de faciès de berges afin d’offrir des habitats variés pour l’accueil de la faune et la flore. ■ Intérêt écologique très fort en berge, et localement exceptionnel en raison de la présence de forêt alluviale en très bon état de conservation.
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le dossier Loi sur l’Eau devra bien mettre en évidence le maintien des niveaux à Villiers-sur-Seine et la non accélération des crues obtenue par mise en place de cette mesure. ■ Articulation de la compatibilité de l’opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d’une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR1112002 « Bassée et plaines adjacentes ». ■ Prise en compte de la modification des berges et de la destruction/dégradation d’habitats aquatiques en pied de berge dans le cadre de la procédure loi sur l’eau (R-214-1 du code de l’environnement). ■ Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les habitats d’espèces animales impactées (mollusques, amphibiens, reptiles, insectes, oiseaux, mammifères) ■ Ces dossiers de demande de dérogation seront à calibrer en fonction de l’avancement du projet et de l’impact résiduel évalué sur les espèces protégées.
Contraintes d’usage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Néant
Période des travaux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Boisement													
Prairie													Favorable
Milieux aquatiques													Favorable
Calendrier hydraulique													Moins favorable
Autres contraintes	<p>■ Le tracé du futur canal empiète légèrement sur le dernier méandre de la Vieille Seine qui doit donc être rétabli du point de vue hydraulique.</p>												

c) Les pistes d'amélioration / adaptation

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan hydraulique :

Aucune adaptation de la mesure ne semble devoir être proposée à ce stade pour les aspects hydrauliques.

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan environnemental :

Les adaptations proposées ici rejoignent celles évoquées pour les remblaiements écologiques (Cf. infra) et protection de berges (Cf. supra).

Cette mesure prévoit des travaux en cours d'eau, il est donc important de caler le planning des interventions en fonction des cycles biologiques des espèces patrimoniales et/ou protégées présentes, et notamment vis-à-vis des phases les plus sensibles, comme la reproduction. La mesure complémentaire proposée de phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces permet de répondre à cette problématique.

d) Éléments de coûts

Cette mesure n'est pas spécifiquement chiffrée dans l'étude RESA.

Le coût estimé correspond à la reprise d'un linéaire de cours d'eau de l'ordre de 100 mètres, avec un coût de 1000 € HT/ml, soit 100 000 €HT.

Le montant total estimé est donc de l'ordre de 145 900 €TTC (en rajoutant : 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre).

e) Synthèse de l'analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> La mesure proposée poursuit simultanément plusieurs objectifs (conservation du tracé de la Vieille Seine et de la Petite Seine, maintien des niveaux à Villiers quel que soit le débit, non accélération des crues) et permet d'obtenir des effets correctifs spectaculaires par rapport au scénario 3 brut. Il s'agit donc d'une mesure essentielle, permettant des gains hydrauliques – et donc écologiques – sur un point névralgique du réseau hydrographique (maintien des niveaux et des échanges lit mineur lit majeur).
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> Mesure d'évitement des atteintes directes sur un secteur d'enjeux exceptionnels (emprises supprimées sur le lieu-dit La Soline) Mesure participant au maintien des niveaux et à la conservation de l'inondabilité du lit majeur.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de maintien des niveaux en lit mineur (gestion optimisée des barrages, conditions de navigation, remblaiements écologiques), en particulier sur le bief du Vezoult, Mesures de maintien des points d'échanges lit mineur-lit majeur et de conservation de l'inondabilité actuelle du lit majeur (arasement de berge à Grisy-sur-Seine, endiguement du canal, nouvelle configuration de l'écluse de Jaulnes).
Cohérence d'ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Sur le plan hydraulique, cette mesure est indissociable et complémentaire des actions citées ci-dessus. Mesure à vocation hydraulique répondant de manière indirecte à la problématique environnementale de préservation des milieux naturels de la Bassée.
AVANTAGES ET POINTS FORTS	INCONVÉNIENTS ET LIMITES
<ul style="list-style-type: none"> Cette mesure permet surtout de conserver au maximum la configuration du réseau hydrographique actuel (tracé de la Vieille Seine et de la Petite Seine) et évite un détournement de la Vieille Seine sur 1km. Elle modifie le tracé du débouché du canal, évitant ainsi un empiètement de ce dernier sur le secteur exceptionnel de La Soline. Préservation de milieux terrestres de fort enjeu écologique, Contribution à la conservation de conditions hydrauliques proches des conditions actuelles. 	<ul style="list-style-type: none"> Tracé du futur canal empiétant légèrement sur le dernier méandre de la Vieille Seine, Modification du profil des berges de la Seine, Destruction et /ou dégradation des habitats naturels en berge.

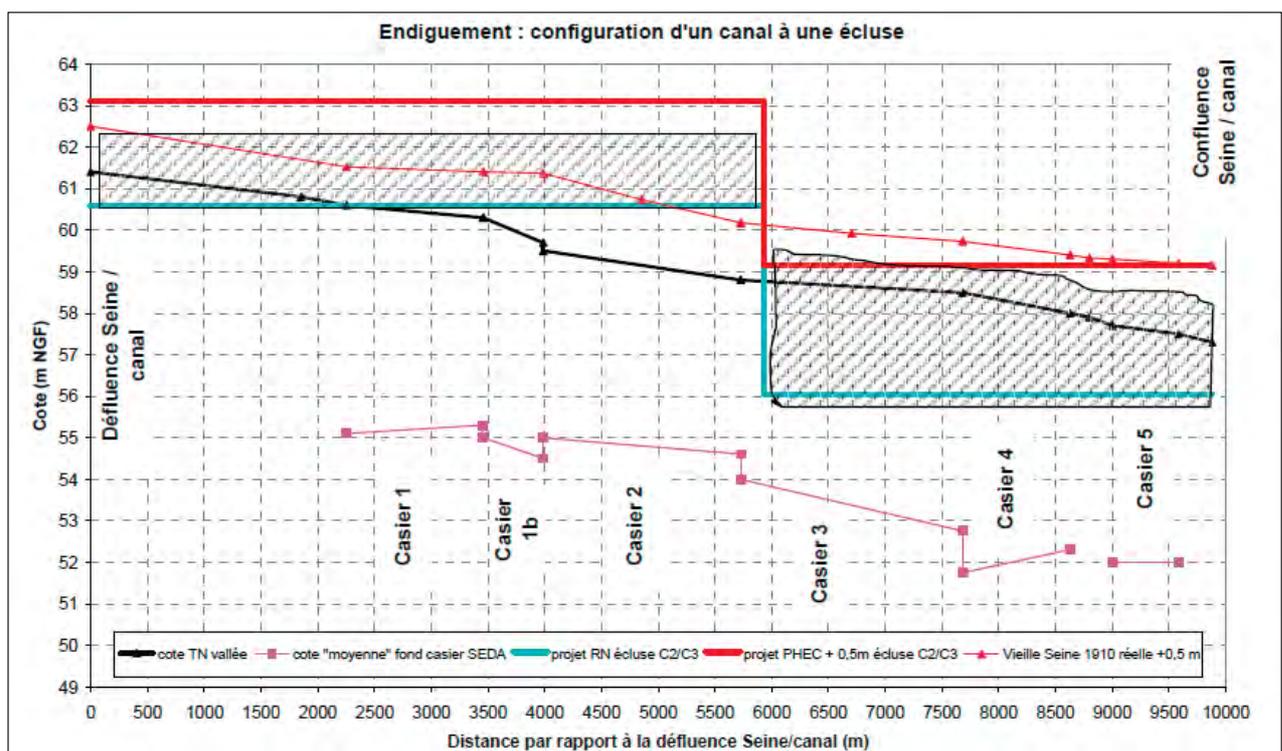
POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> La solution apparaît déjà optimale du point de vue hydraulique. Le seul point à préciser concerne le déplacement du méandre de la Vieille Seine intersecté par le tracé du canal.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> Évaluation du risque d'homogénéisation du profil des berges à partir d'un diagnostic initial des berges, en tenant compte également de la mesure « protection de berge ». Au stade projet, nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels (hauteur d'eau et vitesses d'écoulement) dans le chenal de la Seine afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur les habitats aquatiques.
PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> Pas d'amélioration particulière proposée à ce stade.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> Mesure complémentaire « réflexion globale sur la typologie des berges à l'échelle du projet » permettant de diversifier au maximum les profils de berges en lien avec la dynamique naturelle de la Seine, Mesure complémentaire « phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces » permettant de planifier les travaux en fonction de milieux concernés et des périodes de sensibilité des espèces protégées et/ou patrimoniales. Accompagnement du chantier par un écologue, Mesures de déplacement d'espèces pour les espèces protégées (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : Déplacement des espèces végétales protégées). Mesures complémentaires : Implanter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques - Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier - Mise en défens des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite.
ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Estimatif	<ul style="list-style-type: none"> 145 900 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour une reprise de 100 mètres linéaires de la vieille Seine. Source : estimatif réalisé dans le cadre de la présente étude.

3.9. Mesure 7 : Endiguement du canal à grand gabarit

3.9.1. Rappels généraux sur la mesure 7

Afin de cloisonner totalement le lit majeur droit de la Seine et le futur canal à grand gabarit à créer à partir des casiers SEDA, le scénario 3 prévoit un endiguement de ce dernier à la cote PHEC (Plus Hautes eaux Connues) +0.5m sur tout son linéaire.

Figure 16 : profil en long de principe de l'endiguement du futur canal à grand gabarit



L'objectif est d'éviter tout risque d'échange entre le lit majeur de la Seine et le futur canal :

- Déversement du canal vers le lit majeur en amont de l'écluse (suralimentation du lit majeur),
- Déversement du lit majeur dans le canal en aval de l'écluse, ce phénomène pouvant causer une déstabilisation de l'ouvrage et être à l'origine d'un effet de drainage du lit majeur droit de la Seine par le futur canal (phénomène susceptible de faire baisser les niveaux en lit majeur et d'accélérer les crues).

3.9.2. Analyse de la mesure 7

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> Isoler le futur canal à grand gabarit du lit majeur droit de la Seine par un endiguement à PHEC (Plus Hautes Eaux Connues) +0.50m, de façon à prévenir (1) tout déversement du canal vers le lit majeur en amont de l'écluse, (2) tout risque de drainage du lit majeur par le lit mineur en aval de l'écluse.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> Modifications potentielles du régime des crues en lit majeur droit [suralimentation du lit majeur en amont de l'écluse et risque de surcote / drainage en aval et risques de décotes et d'accélération des crues].
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> Le cloisonnement recherché est efficace puisqu'il permet de conserver globalement le fonctionnement hydraulique du lit majeur droit de la Seine en crue – ici drainé par la Vieille Seine - tout le long du canal, depuis Le Mériot jusqu'à Villiers-sur-Seine : il n'y a aucun risque d'apport supplémentaire en provenance du canal jusqu'à Courceroy (emplacement de l'écluse) et aucun risque de drainage du lit majeur en aval.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> Les impacts de cette mesure – et plus généralement de la mise en place du canal à Grand Gabarit – sont cependant perceptibles en cas de forte crue sur la Noue d'Hermé et de part et d'autre de la voie ferrée Paris-Bâle. Deux phénomènes apparaissent : (1) le canal à Grand Gabarit sera construit sur les actuels casiers SEDA, qui participent au transit des crues. Il n'est pas prévu à ce stade que le canal puisse lui-même reprendre une partie du débit. (2) la mise en place de l'infrastructure viendra réduire le champ d'expansion des crues. En présence du futur canal, les flux d'inondation en lit majeur droit se répartiraient donc de façon différente. Des solutions seront donc à définir pour réduire encore les incidences hydrauliques constatées dans les études d'opportunité.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de maintien des points d'échange lit mineur-lit majeur et de conservation de l'inondabilité actuelle du lit majeur (connexion au plus court du canal à grand gabarit, arasement de berge à Grisy-sur-Seine, configuration de l'écluse de Jaulnes).
Limites	<ul style="list-style-type: none"> Les impacts résiduels mentionnés plus haut devront faire l'objet de mesures d'évitement supplémentaires dans les études ultérieures..
EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> Éviter un bouleversement du fonctionnement hydraulique du lit majeur.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> Destruction et dégradation des habitats naturels par modification des conditions hydrauliques dans la vallée de la Bassée

Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les milieux naturels du lit majeur
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Empêche tout drainage « drastique » de la vallée par le canal ■ Limite les modifications des conditions hydrauliques dans la vallée de la Bassée.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Impacts résiduels par modifications des conditions hydrauliques et hydrogéologiques à l'échelle de la vallée difficilement évaluables à ce stade d'étude.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'ensemble des mesures à vocation hydraulique et notamment les mesures permettant de rétablir les échanges lit mineur – lit majeur
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Une meilleure connaissance des impacts résiduels est requise au stade du projet pour mieux évaluer l'efficacité de la mesure (Nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels sur la vallée de la Bassée couplée à une cartographie des formations végétales afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur le milieu naturel).

b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES	
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les contraintes foncières sont liées directement à l'aménagement de l'infrastructure et à la mise en place de l'endiguement.
Contraintes écologiques	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fort intérêt écologique de la vallée de la Bassée vis-à-vis de la conservation des milieux humides.
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ La mise en place du Canal à Grand gabarit devra répondre aux impératifs de la Loi sur l'Eau, puisque le futur canal est susceptible de soustraire du volume au champ d'expansion des crues et s'installera à la place des casiers SEDA, qui participent au transit des grandes crues. Le volume soustrait correspond à celui de l'infrastructure (canal lui même + endiguement) calculé sous la cote des Plus Hautes Eaux Connues. Ce volume sera donc à compenser selon les modalités de la Loi sur l'Eau (compensation, par tranches de cotes altimétriques, des surfaces et volumes d'inondations naturels soustraits par les projets). Cette question concerne également l'écluse de Jaulnes. ■ Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR112002 « Bassée et plaines adjacentes ».
Contraintes d'usage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Franchissement de l'infrastructure, ■ Usages actuels liés aux casiers SEDA (piscicoles notamment),

Période des travaux	■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux).											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Boisement												
Prairie												
Milieux aquatiques												
Calendrier hydraulique												

Favorable
 Favorable
 Moins favorable

c) Les pistes d'amélioration / adaptation

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan hydraulique :

Le futur canal sera isolé du lit majeur et il n'est pas prévu dans les études d'opportunité qu'il récupère et évacue une partie du débit de crue. En première approximation, en comptant une section de 85 m de large sur 1.50 m de haut et 9500 mètres de long, il soustrairait au champ d'expansion des crues un volume de l'ordre de 1 200 000 m³. Cette estimation sommaire est vraisemblablement pessimiste et devra être affinée dans les études ultérieures. D'autre part, les résultats de la modélisation hydraulique indiquent que les casiers SEDA participent aujourd'hui au transit des grandes crues en évacuant une fraction du débit total, et qu'il serait donc intéressant de pouvoir conserver cette fonction de transit des crues pour la future infrastructure.

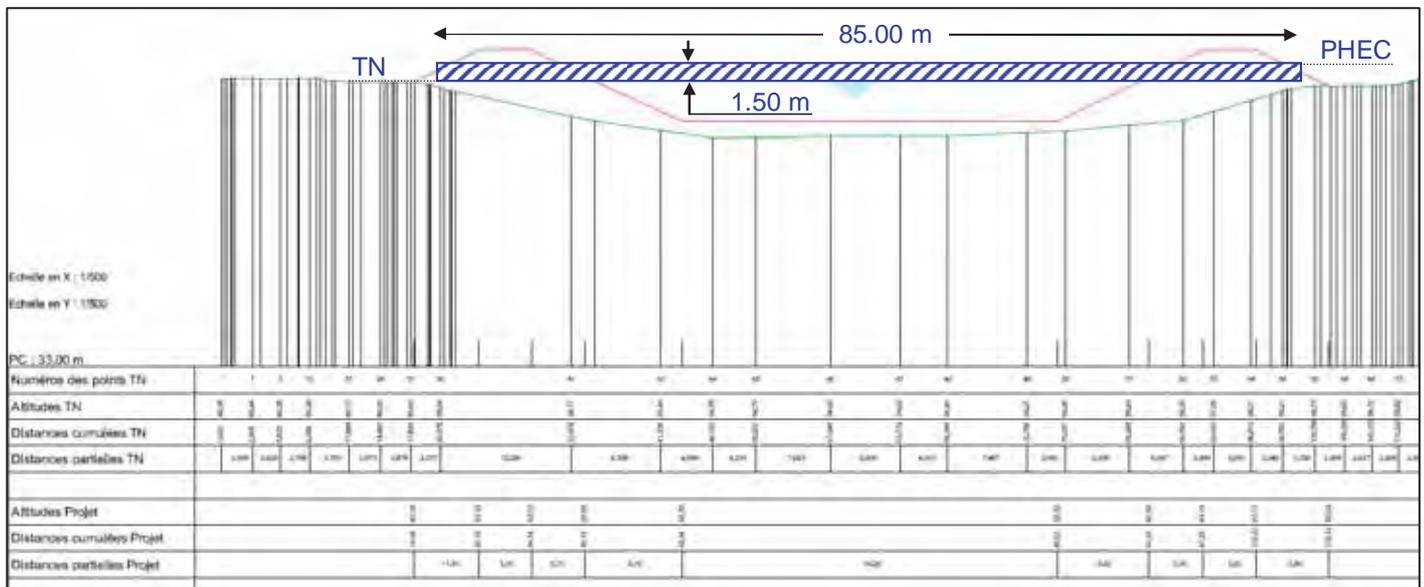
L'atténuation des impacts hydrauliques et la recherche d'une compensation du volume soustrait aux champs d'expansion de crue pourront rendre nécessaire une **optimisation de l'aménagement**. Cette optimisation pourrait, selon les cas, passer par :

■ Des mesures correctives d'accompagnement associées à l'infrastructure :

- Les surcotes résiduelles au droit des secteurs à enjeux (principalement le Mériot, Mel-sur-Seine, les Chaises et le Port Montain) devront être atténuées autant que possible, puis en dernier recours compensées par des aménagements de protection directe (type merlon ou endiguement).
- Dans la mesure où l'infrastructure supporterait les vitesses d'écoulement induites, on pourrait également imaginer de **mettre en place un déversoir** qui permette, en grande crue uniquement, de délester l'écoulement en lit majeur vers la partie du canal en aval de la future écluse. Cette solution paraît très intéressante, puisqu'elle aurait l'avantage de permettre de récupérer tout ou partie du flux transitant aujourd'hui par les casiers SEDA ainsi que la majeure partie du volume soustrait au champ d'expansion des crues.
- Une partie du volume soustrait aux champs d'expansion pourrait faire l'objet d'une **compensation** par mise en place d'une infrastructure permettant de surinonder un secteur sans enjeux au voisinage du canal,

- Au besoin, la création d'un axe d'écoulement complémentaire parallèle à la Vieille Seine pour compenser la disparition des casiers SEDA,
- Au besoin également, et en dernier recours, la suppression du canal de Beaulieu, pourrait également permettre de récupérer une partie du volume correspondant à celui occupé par le canal à grand gabarit.

Figure 17 : Évaluation sommaire du volume soustrait aux champs d'expansion par le futur canal à grand gabarit.



Améliorations / adaptations envisageables sur le plan environnemental :

Dans un objectif d'insertion écologique, différents aménagements sur l'endiguement peuvent être proposés :

- La nature des matériaux utilisés doit respecter la nature des sols environnants,
- Une végétalisation naturelle peut être envisagée ou en adéquation avec les milieux environnants (ensemencement à partir des résidus de fauches des milieux voisins, mélange grainier adapté,...),
- La mise en place d'un plan de gestion différenciée sur les digues créées permettra de proposer une gestion adaptée à la préservation de la biodiversité.

d) Synthèse de l'analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> Le cloisonnement entre le futur canal et le lit majeur droit de la Seine apparaît indispensable pour éviter tout bouleversement du fonctionnement hydraulique en crue. Il génère cependant des impacts qui devront être atténués ou compensés.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> La mesure proposée va globalement dans le bon sens. Une conclusion approfondie sur la pertinence écologique de la mesure sera précisée suite à une évaluation plus exhaustive des impacts en phase projet.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> L'ensemble des mesures à vocation hydraulique notamment les mesures de maintien des points d'échange lit mineur-lit majeur et de conservation de l'inondabilité actuelle du lit majeur.
Cohérence d'ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Quelques interactions potentielles sont à noter avec le rétablissement du Resson. Mesure à vocation hydraulique répondant de manière indirecte à la problématique environnementale de préservation des milieux naturels de la Bassée.
AVANTAGES ET POINTS FORTS	INCONVÉNIENTS ET LIMITES
<ul style="list-style-type: none"> La mesure évite un bouleversement du fonctionnement hydraulique du lit majeur droit en crue. Elle limite les modifications des conditions hydrauliques dans la vallée de la Bassée. 	<ul style="list-style-type: none"> Les impacts hydrauliques résiduels associés à la mise en place de l'infrastructure devront être résorbés. Les volumes soustraits au champ d'expansion des crues devront être compensés. Les impacts environnementaux résiduels par modification des conditions hydrauliques à l'échelle de la vallée sont difficilement évaluables à ce stade et devront être précisés en phase projet.
POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> La recherche de mesures compensatoires à cet aménagement sera un point important des études ultérieures. Ces mesures devront permettre de résorber les surcotes générées au droit de secteurs habités. Les secteurs du Mériot, de Melz-sur-Seine, des Chaises et du Port Montain sont principalement concernés.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> Au stade projet, nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels (hauteur d'eau et vitesses d'écoulement) dans le chenal de la Seine afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur les habitats aquatiques.

PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES	
Du point de vue hydraulique	<p>L'adaptation de la mesure dépendra des études de détail et des contraintes réglementaires. On peut à ce stade imaginer :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Des mesures d'accompagnement associées à l'infrastructure : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesures d'atténuation des surcotes et protection des lieux habités (le Mériot, Melz-sur-Seine, les Chaises et le Port Montain), ▪ Mise en place d'un déversoir de délestage du lit majeur vers la partie du canal en aval de l'écluse, fonctionnant en grande crue uniquement. ▪ Éventuellement, création d'un axe d'écoulement complémentaire parallèle à la Vieille Seine, ■ En dernier recours, suppression du canal de Beaulieu une fois le canal à grand gabarit en place.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Végétalisation naturelle en adéquation avec les milieux environnants (ensemencement à partir des résidus de fauches des milieux voisins, mélange grainier adapté,...), ■ Mise en place d'un plan de gestion différenciée sur les digues créées de façon à garantir une gestion adaptée à la préservation de la biodiversité. ■ Accompagnement du chantier par un écologue,
ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Estimatif	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le coût de la mise en place des endiguements (postes 7.3.5 et 7.5.5 « Mise en remblais des déblais pour endiguement ») est estimé à 1 977 528 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour le canal à grand gabarit 44 270€TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour l'écluse de Jaulnes. ■ Source : étude RESA – Chiffrage du scénario 3 révisé

3.10. Mesure 8 : Configuration de la future écluse de Jaulnes

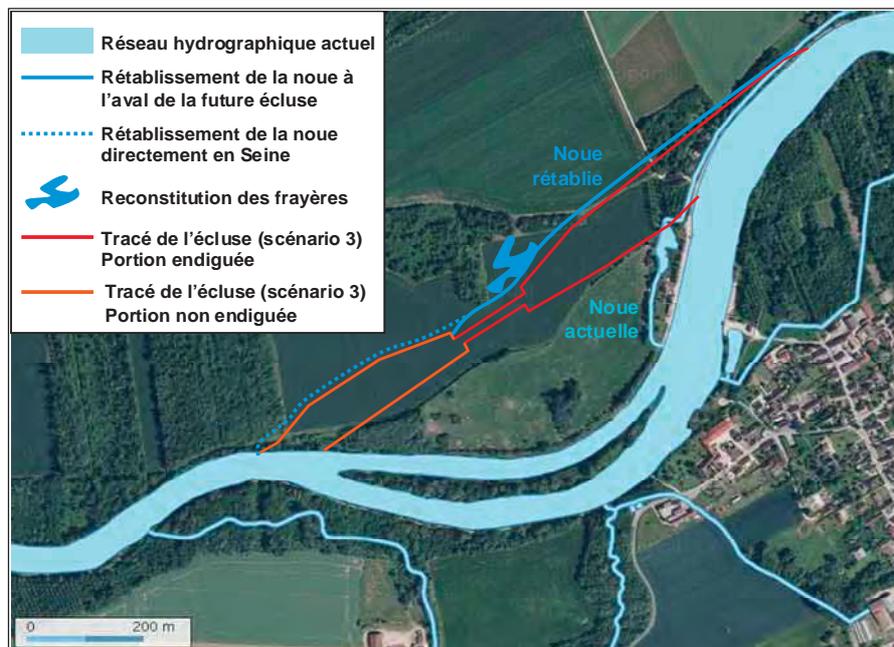
3.10.1. Rappels généraux sur la mesure 8

La configuration révisée de la future écluse de Jaulnes prévoit :

- Son **déplacement vers le sud** pour limiter l’empiètement sur des secteurs à très forts enjeux écologiques ;
- Le **rétablissement de la confluence de la noue d’Hermé**. La noue devra être rétablie au nord de la future infrastructure et sa confluence déplacée en aval de la future écluse voire jusqu’à la Seine.
- Le **non endiguement de la partie canalisée située en aval** de la future écluse jusqu’à la Seine, de façon à ne pas contrarier un fort courant de retour existant dans ce secteur depuis le lit majeur droit jusqu’à au lit mineur de la Seine.

D’un point de vue écologique, cette mesure permet de limiter les effets de dégradation des habitats par modifications des conditions hydrauliques.

Figure 18 : Configuration de la future écluse de Jaulnes



3.10.2. Analyse de la mesure 8

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le non endiguement du canal en aval de la future écluse a pour objectif de conserver les courants de retour existant en crue depuis le lit majeur vers le lit mineur et le respect des grands équilibres hydrauliques. ■ Le rétablissement de la noue d'Hermé limitera les perturbations sur le réseau hydrographiques et fournira des opportunités de valorisation écologique.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modifications des échanges entre lit mineur et lit majeur et atteinte aux grands équilibres hydrauliques.
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Voir Figure 3, profils en aval du barrage de Jaulnes : la mesure contribue à la remontée des niveaux sur le bief de Jaulnes durant les crues, en le réalimentant depuis le lit majeur droit. Cette contribution est cependant difficilement chiffrable à l'aide des éléments disponibles. ■ Les effets ou gains liés au rétablissement de la noue d'Hermé n'ont pas été évalués de façon détaillée dans les études d'opportunité.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les décotes résiduelles constatées pour le scénario 3 révisé sont comprises entre -6 et -10 cm selon les crues.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette mesure reste indissociable de l'ensemble des mesures prises pour assurer le maintien des niveaux en lit mineur (gestion optimisée des barrages, conditions de navigation, remblaiements écologiques). Elle est complémentaire des mesures visant à maintenir les points d'échanges lit mineur-lit majeur et à conserver l'inondabilité actuelle du lit majeur (connexion au plus court du canal à grand gabarit, endiguement du canal, arasement de la berge de Grisy-sur-Seine).
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ La remontée des niveaux entre le scénario brut et le scénario révisé est significative, mais les écarts résiduels dans le bief de Jaulnes pourraient encore être réduits dans ce secteur.

EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conservation des échanges lit mineur – lit majeur de la Seine ■ Conservation de la configuration actuelle du réseau hydrographique
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction et dégradation des habitats naturels par emprise directe (tracé) ou modification des conditions hydrauliques dans la vallée de la Bassée.
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'ensemble des milieux naturels du lit majeur
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diminution de la surface de secteur d'enjeux exceptionnels impactée, ■ Limitation des modifications des conditions hydrauliques dans la vallée, <div data-bbox="673 909 1358 1384" data-label="Figure"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ■ Possibilité de diversification : recréation d'habitats au niveau du détournement de la noue d'Hermé.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Impacts résiduels par modifications des conditions hydrauliques et hydrogéologiques à l'échelle de la vallée (difficilement évaluables précisément à ce stade d'étude), ■ Impacts par destruction d'habitats naturels au niveau de l'emprise du nouveau canal et du rétablissement de la noue d'Hermé.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'ensemble des mesures à vocation hydraulique et notamment les mesures permettant de rétablir les échanges lit mineur – lit majeur
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Une meilleure connaissance des impacts résiduels est requise au stade du projet pour mieux évaluer l'efficacité de la mesure (Nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels sur la vallée de la Bassée couplée à une cartographie des formations végétales afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur le milieu naturel).

b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES																																																																					
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'abaissement de l'endiguement de la partie aval du futur canal n'induit pas de contrainte foncière particulière. ■ Les contraintes foncières liées au rétablissement de la noue d'Hermé sont à intégrer. 																																																																				
Contraintes écologiques	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zone de frayère existant dans la partie terminale de la noue actuelle (devra être recréée). ■ Intérêt écologique très fort sur ce secteur avec des boisements et prairies humides (avec notamment : Violette élevée, Grande Sanguisorbe, Cordulie à corps fin et pie-grièche écorcheur) 																																																																				
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le dossier Loi sur L'Eau devra mettre en évidence que la mesure ne génère pas d'impacts hydrauliques négatifs localement. Une étude détaillée reste nécessaire. ■ Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR1112002 « Bassée et plaines adjacentes ». ■ Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les habitats d'espèces animales impactées (mollusques, amphibiens, reptiles, insectes, oiseaux, mammifères). ■ Ces dossiers de demande de dérogation seront à calibrer en fonction de l'avancement du projet et de l'impact résiduel évalué sur les espèces protégées. 																																																																				
Contraintes d'usage	<ul style="list-style-type: none"> ■ La question des accès aux parcelles comprises entre la future écluse et la Seine devra être étudiée. 																																																																				
Période des travaux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux). <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boisement</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prairie</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>Milieux aquatiques</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>Calendrier hydraulique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #ADD8E6;"></td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-top: 5px;"> <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">Moins favorable</td> </tr> </table> </div>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Boisement													Prairie													Milieux aquatiques													Calendrier hydraulique													Favorable	Favorable	Moins favorable
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																									
Boisement																																																																					
Prairie																																																																					
Milieux aquatiques																																																																					
Calendrier hydraulique																																																																					
Favorable																																																																					
Favorable																																																																					
Moins favorable																																																																					

c) Éléments de coûts

Le linéaire pris en compte pour le rétablissement de la noue d’Hermé dans l’étude RESA est de 200 m, alors qu’il sera plutôt de l’ordre de 600 m, voire de 1 000 m dans le cas du rétablissement de la noue directement en Seine. De plus, le coût proposé ne tient pas compte de la création de nouvelles frayères (25€ le m²). Sur la base et de la création de 5000 m² de frayères, le coût du rétablissement de la noue d’Hermé est donc plutôt de l’ordre de :

- 1 057 862 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d’Œuvre) pour un linéaire de rétablissement de 600m (rétablissement dans le canal),
- 1 641 510 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d’Œuvre) pour un linéaire de rétablissement de 1000m (rétablissement en Seine).

d) Synthèse de l’analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ La mesure (abaissement de l’endiguement) concerne un point d’échange stratégique entre le lit mineur et le lit majeur. Sa pertinence est avérée, puisqu’il est essentiel de conserver les possibilités de vidange du lit majeur vers le bief de la Grande Bosse, sur lequel des décotes résiduelles sont constatées lors de crues. ■ Le rétablissement de la noue d’Hermé est impératif mais non encore étudié.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ La mesure proposée va globalement dans le bon sens. Une conclusion approfondie sur la pertinence écologique de la mesure sera précisée suite à une évaluation plus exhaustive des impacts en phase projet.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesures de maintien des niveaux en lit mineur (gestion optimisée des barrages, conditions de navigation, remblaiements écologiques), ■ Mesures de maintien des points d’échanges lit mineur-lit majeur et de conservation de l’inondabilité actuelle du lit majeur (connexion au plus court du canal à grand gabarit, endiguement du canal, arasement de berge à Grisy-sur-Seine).
Cohérence d’ensemble	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sur le plan hydraulique, cette mesure est indissociable et complémentaire des actions citées ci-dessus.

	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesure à vocation hydraulique répondant de manière indirecte à la problématique écologique de préservation des milieux naturels.
AVANTAGES ET POINTS FORTS	INCONVÉNIENTS ET LIMITES
<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesure (abaissement de l'endiguement) efficace et peu coûteuse. ■ Diminution de la surface de secteur d'enjeux exceptionnels impactée. ■ Limitation des modifications des conditions hydrauliques dans la vallée de la Bassée. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'abaissement de l'endiguement peut générer des désordres hydrauliques locaux, à étudier finement au stade projet. ■ Des impacts par destruction d'habitats naturels au niveau de l'emprise du nouveau canal et du bras de rétablissement de la noue d'Hermé sont à noter, même si le tracé révisé permet d'éviter l'empiètement sur des zones à enjeux exceptionnels. ■ Les impacts écologiques résiduels par modification des conditions hydrauliques à l'échelle de la vallée sont difficilement évaluables à ce stade et devront être précisés en phase projet.
POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER	
Du point de vue hydraulique	<p>Concernant l'abaissement de l'endiguement, les points suivants doivent être précisés à l'aide d'une étude hydraulique détaillée du secteur :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Linéaires exacts d'endiguement à remodeler, ■ Cote d'arase optimale en fonction de l'objectif recherché, ■ Mise en évidence et correction des impacts hydrauliques locaux. <p>Concernant le rétablissement de la noue d'Hermé, une étude détaillée reste à mener incluant la définition :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Du tracé et du gabarit de la noue, ■ L'identification et la correction des impacts hydrauliques éventuels,
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Empiètement potentiel du rétablissement de la noue d'Hermé sur des enjeux écologiques locaux, ■ Valorisation écologique du rétablissement de la noue d'Hermé.

PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le principe d'abaissement de l'endiguement du futur canal ne suggère pas d'adaptation particulière.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le rétablissement de la noue d'Hermé permettrait de développer un projet à haute valeur écologique (tracé, lit, zones humides...). ■ Mesure complémentaire « phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces » permettant de planifier les travaux en fonction de milieux concernés et des périodes de sensibilité des espèces protégées et/ou patrimoniales. ■ Mesures complémentaires : Implanter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques - Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier - Mise en défens des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite. ■ Accompagnement du chantier par un écologue.
ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Estimatif	<p>Le rétablissement de la noue d'Hermé s'élève à :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 057 862 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour un linéaire de rétablissement de 600m (rétablissement dans le canal), ■ 1 641 510 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour un linéaire de rétablissement de 1000m (rétablissement en Seine). ■ Source : étude RESA complétée dans le cadre de la présente étude.

3.11. Mesure 9 : Rétablissement du Resson

3.11.1. Rappels généraux sur la mesure 9

L'implantation du canal à Grand Gabarit intercepte le cours du Resson à l'endroit où celui-ci passe sous la voie ferrée Paris-Bâle, dont le débouché doit donc être déplacé vers l'aval. Ceci implique un **détournement du cours d'eau sur un linéaire de l'ordre de 1 km et la création d'un nouvel ouvrage sous la voie ferrée**, ainsi que l'illustre la figure suivante. La mesure de rétablissement prévoit la conservation des dimensions de l'ouvrage actuel.

Figure 19 : Rétablissement du Resson : création d'un ouvrage de même dimension que celui supprimé et création d'un bief de rétablissement



Cette opération de rétablissement a également pour objectif de maintenir le débit passant en période de crue sous la voie ferrée en direction des casiers SEDA et de la Vieille Seine.

D'un point de vue écologique, cette mesure permet de limiter les effets de dégradation des habitats par modifications des conditions hydrauliques. Néanmoins, des incidences sont à prévoir, notamment par l'emprise de cette reconnexion.

3.11.2. Analyse de la mesure 9

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> Il s'agit d'une opération de rétablissement de cours d'eau et de rééquilibrage des flux dans le lit majeur droit en grande crue. Le Resson alimente aujourd'hui la Vieille Seine via les casiers SEDA et permet à une partie des flux transitant au nord du canal de Beaulieu de passer sous la voie ferrée Paris-Bâle.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> Modification substantielle du réseau hydrographique local par le scénario 3 brut, Modification de la partition du débit en lit majeur droit de la Seine au nord du futur canal (surcroît de débit au nord de la voie SNCF Paris-Bâle).
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> Contribution au débit de la Vieille Seine en période de basses et moyennes eaux (importance écologique), En période de crue (voir Tableau 8 , points 14 et 21) : on note un rééquilibrage des flux de part et d'autre de la voie ferrée. Les surcotes importantes au nord de la voie (point 21) pour le scénario brut (jusqu'à 15 cm) sont atténuées. Inversement, les décotes au sud de la voie (point 14) constatées pour le scénario brut du fait du moindre débit transitant dans ce secteur sont remplacées par des surcotes après révision du scénario (ré-augmentation du débit, mais champ d'expansion réduit par le canal à grand gabarit).
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> L'aménagement permet un rééquilibrage des flux de part et d'autre de la voie ferrée, mais des surcotes résiduelles importantes subsistent en lit majeur (jusqu'à une vingtaine de cm au sud de la voie ferrée et 8 cm au sud). Ces surcotes sont dues principalement à la mise en place du canal à grand gabarit qui supprime l'axe d'écoulement des casiers SEDA.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de maintien des points d'échanges lit mineur-lit majeur, de conservation de l'inondabilité actuelle du lit majeur (connexion au plus court du canal à grand gabarit, endiguement du canal, arasement de berge à Grisy-sur-Seine), de rétablissement du réseau hydrographique.
Limites	<ul style="list-style-type: none"> Pas de limites identifiées à ce stade.

EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maintenir le débit transitant dans la Vieille Seine ■ Rétablir le réseau hydrographique et conserver l'inondabilité du lit majeur.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction et dégradation des habitats naturels par modification des conditions hydrauliques.
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ La faune et la flore de la Vieille Seine (poissons, mammifères, reptiles, oiseaux et insectes)
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Augmentation du débit dans la Vieille Seine, ■ Augmentation des hauteurs d'eau dans la Vieille Seine (jusqu'à 22 cm sur la partie amont pour les plus fortes crues), ■ Diminution des modifications de l'inondabilité du lit majeur.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les modifications résiduelles des conditions hydrauliques dans la Vieille Seine vont entraîner des modifications des paramètres caractéristiques des habitats aquatiques (hauteurs d'eau, vitesse d'écoulement, granulométrie et végétation aquatique) pouvant à terme s'avérer sensible sur le cortège de faune associée. ■ Impacts résiduels dus à la destruction d'habitats naturels et d'habitats d'espèces par emprise du rétablissement lui même non évaluable à ce stade (à préciser au stade projet, cf. carte ci-contre).
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'ensemble des mesures à vocation hydraulique, et en particulier celles visant à maintenir les échanges lit mineur/lit majeur et la conservation de l'inondabilité actuelle.
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'état initial écologique sur la zone de création du nouveau bief du Resson est peu connu à ce stade. ■ Nécessité d'évaluer les impacts hydrauliques par rapport aux variables ayant une incidence sur les milieux naturels (hauteur d'eau, vitesse d'écoulement, fréquence et durée de submersion).



b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES																																																																					
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ Acquisition des terrains pour la mise en place du lit détourné. 																																																																				
Contraintes écologiques	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intérêt écologique fort à très fort, et localement exceptionnel sur la Vieille Seine. 																																																																				
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'impact hydraulique du rétablissement devra être analysé dans le cadre d'une étude de détail ■ Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR1112002 « Bassée et plaines adjacentes ». ■ Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les habitats d'espèces animales impactées (mollusques, amphibiens, reptiles, insectes, oiseaux, mammifères). ■ Ces dossiers de demande de dérogation seront à calibrer en fonction de l'avancement du projet et de l'impact résiduel évalué sur les espèces protégées. 																																																																				
Contraintes d'usage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Il conviendra de vérifier qu'aucun usage particulier n'est attaché à la partie du Resson interceptée par le grand canal. 																																																																				
Période des travaux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux). <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boisement</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prairie</td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> </tr> <tr> <td>Milieux aquatiques</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> </tr> <tr> <td>Calendrier hydraulique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #4682b4;"></td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4682b4;">Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #add8e6;">Moins favorable</td> </tr> </table> </div>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Boisement													Prairie													Milieux aquatiques													Calendrier hydraulique													Favorable	Favorable	Moins favorable
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																									
Boisement																																																																					
Prairie																																																																					
Milieux aquatiques																																																																					
Calendrier hydraulique																																																																					
Favorable																																																																					
Favorable																																																																					
Moins favorable																																																																					

c) Les pistes d'amélioration / adaptation

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan environnemental :

Un diagnostic écologique sur le secteur d'emprise du nouveau bief de reconnexion du Resson serait nécessaire afin d'évaluer les enjeux écologiques puis définir les impacts possibles et enfin calibrer au mieux la mesure dans un souci de minimisation des impacts résiduels.

La longueur du rétablissement du Resson figurant dans l'étude RESA est de l'ordre de 640 m. Or, il semble intéressant dans le cadre de cette modification du tracé d'adopter un tracé très sinueux dont le linéaire serait plutôt de l'ordre de 1 000 à 1 200 mètres. Le nouveau tracé pourra donc emprunter ce bras existant, en lui apportant si nécessaire une diversification des profils en travers, notamment pour favoriser les échanges avec le lit majeur et les zones humides qu'il abrite. Une plantation de ripisylve pourra également être effectuée pour apporter une plus-value écologique au site (arbres, arbustes, héliophytes).

d) Éléments de coûts

Sur la base de la remarque consignée au paragraphe précédent, et en partant d'un coût de l'ordre de 1000 €/ml, le coût du rétablissement du Resson serait (hors fonçage sous la voie ferrée) de l'ordre de 1 491 120 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour un linéaire de 1000 m et 1 750 944 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour un linéaire de 1200 m.

e) Synthèse de l'analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> Le rétablissement du Resson et le rééquilibrage des flux qui en résulte est impératif, notamment pour permettre une alimentation des casiers SEDA et de la Vieille Seine en basses et moyennes eaux et limiter les surcotes au nord du canal à grand gabarit (secteur à enjeux). La mesure est donc pertinente.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> La mesure proposée va globalement dans le bon sens. Une conclusion approfondie sur la pertinence écologique de la mesure sera précisée suite à une évaluation plus exhaustive des impacts en phase projet.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de maintien des points d'échanges lit mineur-lit majeur et de conservation de l'inondabilité actuelle du lit majeur (connexion au plus

	court du canal à grand gabarit, endiguement du canal, arasement de berge à Grisy-sur-Seine).	
Cohérence d'ensemble	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les effets de la mesure, même s'ils sont bien réels, sont « dilués » par les impacts résiduels générés par la mise en place du canal à grand gabarit. Pour les études projet, il sera important de traiter l'aménagement hydraulique du secteur (canal à grand gabarit + rétablissement du Resson) comme un tout. ■ Mesure à vocation hydraulique qui répond également à la problématique environnementale de préservation et de valorisation des milieux naturels de la Bassée. 	
AVANTAGES ET POINTS FORTS		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Valorisation écologique potentielle du nouveau tracé du Resson. ■ Ré-augmentation du débit dans la Vieille Seine. 	INCONVÉNIENTS ET LIMITES	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aménagement d'un ouvrage sous la voie ferrée. ■ Risque de modifications sur le long terme des habitats aquatiques de la Vieille Seine ■ Impacts par destruction du milieu naturel par emprise. 	
POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER		
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Définition précise du tracé et du gabarit de la portion détournée, ■ Évaluer les impacts hydrauliques locaux de la mesure (modifications des écoulements, courantologie...) dans le cadre d'une étude de détail. 	
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Évaluation des impacts sur le milieu naturel par emprise sur la zone de création du rétablissement du Resson. ■ Nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrauliques résiduels sur la vallée de la Bassée couplée à une cartographie des formations végétales afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur le milieu naturel. ■ Au stade projet, nécessité d'évaluer les impacts hydrauliques par rapport aux variables ayant une incidence sur les milieux naturels (hauteur d'eau, vitesse d'écoulement, fréquence et durée de submersion). 	
PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES		
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ainsi qu'il a été mentionné plus haut, la définition précise du projet de rétablissement du Resson devra s'articuler avec la configuration définitive du canal à grand gabarit et des ouvrages/mesures éventuellement associés. Au vu des surcotes constatées et des volumes d'expansion des crues à compenser, on peut à ce stade imaginer de diriger pendant les crues une part plus importante du débit en provenance du Resson 	

	amont sous la voie ferrée Paris-Bâle de façon à surinonder légèrement le lit majeur de la Vielle Seine au sud de la voie ferrée.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Adaptation possible du tracé du rétablissement du Resson en fonction des enjeux écologiques définis à partir du diagnostic écologique à venir. ■ Le rétablissement du Resson pourra donner l'occasion de développer un projet à haute valeur écologique (tracé, lit, zones humides...). ■ Mesure complémentaire « phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces » permettant de planifier les travaux en fonction de milieux concernés et des périodes de sensibilité des espèces protégées et/ou patrimoniales. ■ Mesures complémentaires : Implanter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques - Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier - Mise en défens des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite. ■ Accompagnement du chantier par un écologue.
ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Estimatif	<ul style="list-style-type: none"> ■ le coût du rétablissement du Resson serait (hors fonçage sous la voie ferrée) de 1 491 120 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour un linéaire de 1000 m et de 1 750 944 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) pour un linéaire de 1200 m. ■ Source : étude RESA – Chiffrage du scénario 3 révisé réactualisé dans le cadre de la présente étude.

3.12. Mesure 10 : Étanchéité des canaux (Grand gabarit et écluse de Jaulnes)

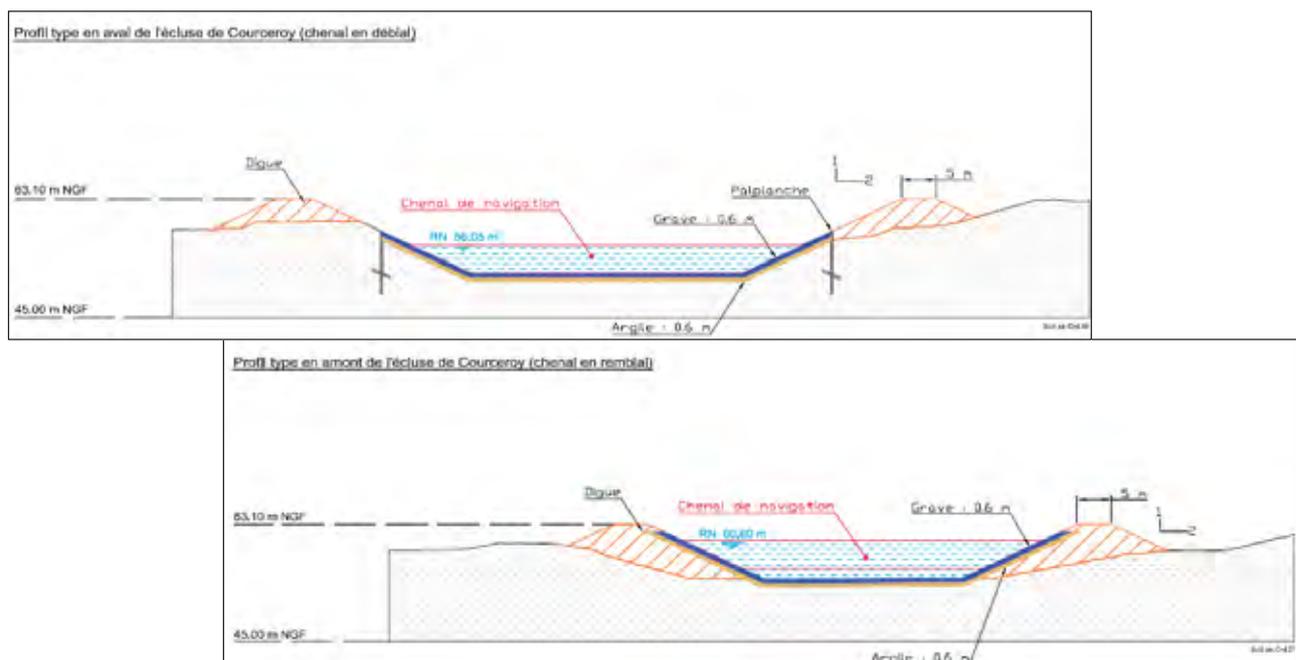
3.12.1. Rappels généraux sur la mesure 10

Le principe d'une étanchéité des berges du futur canal à grand gabarit est défini comme suit :

- En amont de l'écluse, (niveau de nappe sous la RN) : la solution d'étanchéité proposée pour limiter les fuites vers la nappe d'accompagnement comprend successivement : une couche de protection d'épaisseur 60 cm (grave) ; un géotextile (séparation et filtre) ; une couche d'argile d'épaisseur 60 cm ; éventuellement une couche filtre entre le terrain naturel et étanchéité.
- En aval de l'écluse (niveau de la RN sous la nappe), pour empêcher tout drainage de la nappe par le canal, une étanchéité du corps de digue est proposée jusqu'à la craie non altérée. Le dispositif d'étanchéité mentionné ci-dessus serait alors complété par un rideau de palplanches.
- Cette configuration va donc créer une barrière étanche aux écoulements souterrains plus ou moins profonde, qui devra faire l'objet d'une analyse hydrogéologique poussée.

D'un point de vue écologique, cette mesure permet de limiter les effets de dégradation des habitats par modification drastique des conditions hydrauliques et hydrogéologiques.

Figure 20 : principe proposé pour l'étanchéité du futur canal à grand gabarit (parties en remblai /parties en déblai)



3.12.2. Analyse de la mesure 10

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> Le principe proposé est d'isoler le canal à grand gabarit de la nappe d'accompagnement par mise en place d'une étanchéité. En amont de l'écluse : un système alliant une couche de protection (60 cm de grave), un géotextile, une couche d'argile (60 cm) et éventuellement une couche filtre) est mis en place pour éviter les fuites du canal vers la nappe. En aval de l'écluse : ce dispositif est complété par des palplanches battues jusqu'à la craie non altérée pour éviter le drainage de la nappe par le canal.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> Modification de la piézométrie : rehausse potentielle de la nappe en amont de l'écluse / rabattement potentiel de la nappe en aval de l'écluse.
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> Les gains escomptés n'ont pas encore été calculés précisément. L'objectif est d'atteindre une étanchéité réelle au moins équivalente à celle d'une couche de 30 cm d'épaisseur d'un matériau théorique de perméabilité $K = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s. Cet objectif est cohérent et permet effectivement de limiter drastiquement les échanges entre le canal à grand gabarit et la nappe d'accompagnement. On peut donc considérer que les effets significatifs sur la nappe (élévation du fait des fuites en provenance du canal en amont de l'écluse et rabattement du fait du drainage de la nappe par le canal en aval) sont évités.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> Les impacts résiduels potentiels du dispositif sont soulignés dans les études d'opportunité (RESA) sans faire l'objet d'une évaluation quantitative. La mise en place de l'étanchéité va créer une barrière hydraulique à la composante nord-sud des écoulements de la nappe d'accompagnement. Cet effet de barrière sera « total » et donc particulièrement sensible dans la partie du canal en aval de l'écluse, puisque les palplanches sont prévues pour être battues jusqu'à la craie non altérée. Il devrait être moindre mais certainement perceptible en amont de l'écluse. Hydrauliquement, il se traduira par un rehaussement des niveaux de nappe au nord du futur canal et potentiellement par un rabattement du sud.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Néant.
Limites	<ul style="list-style-type: none"> Le principe d'étanchéité envisagé limite les échanges nappe-canal mais génère potentiellement des impacts résiduels significatifs sur la nappe qui pourraient être préjudiciables aux milieux en présence.

EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Limiter les échanges canal/rivière de façon à limiter les impacts piézométriques,
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Impacts du canal à grand gabarit sur la piézométrie de la nappe d'accompagnement, ■ Dégradation par modification des conditions hydrogéologiques des habitats naturels de la vallée sensibles à une variation de la piézométrie.
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tous milieux en lit majeur.
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les fuites du canal vers la nappe sont limitées. Tout effet de drainage drastique de la nappe par le canal est évité. ■ Limitation des modifications des conditions hydrogéologiques dans la vallée de la Bassée.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les impacts résiduels, non quantifiés à ce stade, ne sont potentiellement pas neutres pour les milieux au voisinage du futur canal à grand gabarit, qui peuvent être affectés par la rehausse de la nappe au nord de l'infrastructure et par le rabattement au sud.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Néant.
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Une meilleure connaissance des impacts résiduels est requise au stade du projet pour mieux évaluer l'efficacité de la mesure (Nécessité d'une cartographie surfacique des impacts hydrogéologiques résiduels sur la vallée de la Bassée couplée à une cartographie des formations végétales afin d'évaluer l'impact résiduel de la modification des conditions hydrauliques sur le milieu naturel). ■ En particulier, l'analyse du comportement de la nappe au droit de la barrière étanche devra faire l'objet d'une étude détaillée.

b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES																																																																					
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'étanchéité proposée n'induit pas de contraintes foncières supplémentaires par rapport à la mise en place du canal lui-même. 																																																																				
Contraintes écologiques	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fort intérêt écologique de la vallée de la Bassée vis-à-vis de la conservation des milieux humides. 																																																																				
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le dossier Loi sur l'Eau de l'ouvrage devra clairement identifier les impacts du hydrogéologiques du projet et proposer des mesures de compensation ou d'évitement efficace. Les impacts sur la ressource et les milieux feront l'objet d'une attention particulière. ■ Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR1112002 « Bassée et plaines adjacentes ». 																																																																				
Contraintes d'usage	<ul style="list-style-type: none"> ■ D'éventuels usages liés à la nappe pourraient être impactés. 																																																																				
Période des travaux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux). <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boisement</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prairie</td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> </tr> <tr> <td>Milieux aquatiques</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #92d050;"></td> </tr> <tr> <td>Calendrier hydraulique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #4682b4;"></td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4682b4;">Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #add8e6;">Moins favorable</td> </tr> </table> </div>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Boisement													Prairie													Milieux aquatiques													Calendrier hydraulique													Favorable	Favorable	Moins favorable
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																									
Boisement																																																																					
Prairie																																																																					
Milieux aquatiques																																																																					
Calendrier hydraulique																																																																					
Favorable																																																																					
Favorable																																																																					
Moins favorable																																																																					

c) Les pistes d'amélioration / adaptation

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan hydraulique :

Le principe d'étanchéité proposé est pertinent au regard de l'objectif recherché, qui est de limiter au maximum les échanges entre la nappe et le canal de façon éviter une perturbation massive de la piézométrie. La mise en place de palplanches en aval de l'écluse offre un **confinement maximal** et **prévient tout drainage** de la nappe, qui pourrait s'avérer problématique.

En revanche, la solution doit être adaptée / complétée afin de limiter les impacts attendus (rehausse de la nappe en amont de la barrière hydraulique créée par l'infrastructure, rabattement potentiel en aval) à un niveau acceptable.

La principale adaptation proposée consiste – a minima - en la mise place, en bordure nord du canal à grand gabarit d'un **contre-fossé** permettant de **contrôler à tout moment le niveau de la nappe** et en particulier de limiter la rehausse. Dans la pratique, ce contre-fossé devra permettre d'imposer par tronçons homogènes (nombre de tronçons à définir) un niveau correspondant au niveau de nappe théorique actuel. Ce niveau serait réglé en fonction de la saison et de la piézométrie constatée, par un vannage contrôlant l'aval de chaque tronçon. Cette disposition permettrait le cas échéant la mise en place d'une gestion raisonnée de la piézométrie à vocation écologique. Le contre-canal servirait en définitive de « trop plein » à la nappe (compensation du phénomène de barrière) et permettrait d'évacuer la part de débit souterrain ne pouvant franchir le canal. L'exutoire du contre-canal serait la Vieille-Seine.

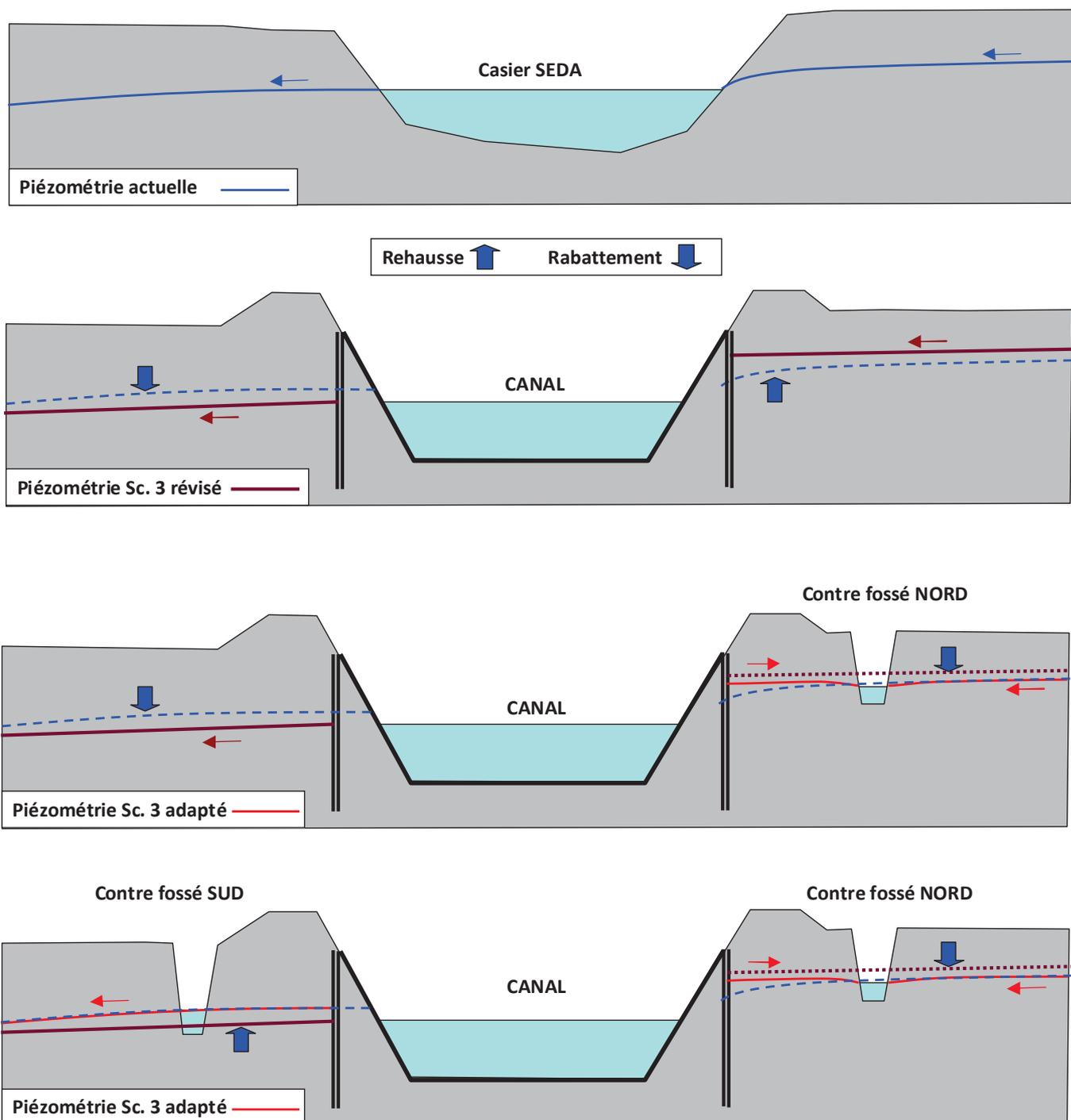
Dans la mesure où les études hydrogéologiques détaillées montreraient un rabattement de nappe trop important au sud du canal à grand gabarit, deux solutions permettraient de remédier à cette situation :

- La mise en place, au sud du canal à grand gabarit, d'un **second contre-fossé**. Ce contre-fossé serait également découpé en tronçons gérés par des vannages et aurait de la même façon vocation à imposer un niveau en fonction de la saison et de la piézométrie constatée. A l'inverse du contre-fossé « nord », le contre-fossé sud **servirait à ré-infiltrer des eaux vers la nappe**. Les eaux à ré-infiltrer, dont le débit devra être évalué précisément dans le cadre des études ultérieures, pourraient provenir :
 - Du canal à grand gabarit (alimentation gravitaire),
 - Du canal de Beaulieu,
 - Du contre-fossé nord (passage et siphon sous le canal, système de pompage probablement nécessaire).
- Une solution plus simple et plus rustique consisterait à ré-infiltrer de l'eau par percolation à partir du canal de Beaulieu, qui devrait être aménagé pour ce faire.

Le dimensionnement des dispositifs étudiés sera vraisemblablement **complexe**. Il requiert au préalable une connaissance fine du fonctionnement des nappes en présence dans le secteur (nappe alluviale, nappe de la craie) et **devra s'appuyer sur une connaissance détaillée de la piézométrie, issue des campagnes de suivi engagées par VNF**.

Notons que cet outil pourrait servir à mettre en place une **gestion raisonnée de la piézométrie à vocation écologique, en concertation avec les représentants des associations et les gestionnaires des espaces naturels**.

Figure 21 : adaptation du principe d'étanchéité
(les petites flèches symbolisent le sens d'écoulement de la nappe)



d) Synthèse de l'analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS		
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> Le principe d'étanchéité proposé est pertinent pour éviter des échanges trop importants entre la nappe et le futur canal et un bouleversement de la piézométrie. Cependant les impacts résiduels associés, liés à l'effet de barrière hydraulique créée par la mise en place de l'infrastructure, doivent être atténués, les rehausses résiduelles de la nappe au nord du canal et les rabattements résiduels au sud étant susceptibles d'affecter les milieux en présence. 	
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> Une conclusion approfondie sur la pertinence écologique de la mesure sera précisée suite à une évaluation plus exhaustive des impacts hydrogéologiques du projet au stade faisabilité. 	
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Mesure globalement « indépendante » des autres. 	
Cohérence d'ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Une attention particulière devra être portée à l'articulation de cette mesure avec la gestion optimisée du barrage du Vezoult, en ce qui concerne les impacts résiduels sur la nappe. Mesure à vocation hydrogéologique répondant partiellement et de manière indirecte à la problématique environnementale de préservation des milieux naturels de la Bassée. 	
AVANTAGES ET POINTS FORTS		
<ul style="list-style-type: none"> Le cloisonnement de la nappe et du canal à grand gabarit est efficace. Cette mesure permet d'éviter un bouleversement de la piézométrie de la nappe. 	INCONVÉNIENTS ET LIMITES	
	<ul style="list-style-type: none"> Impacts résiduels non connus à ce stade et potentiellement significatifs. Compensation impérative de l'effet de barrière hydraulique. Impacts résiduels potentiels par modifications des conditions hydrogéologiques à l'échelle de la vallée (non évaluables à ce stade, et méritant une attention particulière au stade projet). 	
POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER		
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> La question principale en suspens est celle de la perturbation potentielle de la piézométrie locale et des écoulements de la nappe due à l'effet de barrière hydraulique et de ses répercussions sur les milieux associés. Cette question ne pourra trouver une réponse que dans le cadre d'une étude d'impact hydrogéologique détaillée, qui s'appuiera sur une modélisation nécessairement complexe prenant en compte le contexte géologique des terrains, les différentes nappes en présence (nappe d'accompagnement, nappe de la craie), les échanges nappe-canal. 	

<p>Du point de vue écologique</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Attente d'analyses hydrogéologiques détaillées pour évaluer le comportement de la nappe au droit de la barrière étanche, ■ Analyse surfacique croisée des impacts hydrogéologiques résiduels et de la cartographie des habitats naturels.
<p>PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES</p>	
<p>Du point de vue hydraulique</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mise place, en bordure nord du canal à grand gabarit et sur tout le long de l'infrastructure d'un contre-fossé découpé en plusieurs tronçons contrôlés par des vannes manuelles permettant de gérer à tout moment le niveau de la nappe et de limiter la rehausse. Cet outil pourrait servir à mettre en place une gestion raisonnée de la piézométrie à vocation écologique. ■ Dans la mesure où les études hydrogéologiques montreraient un rabattement de nappe trop important au sud du canal à grand gabarit, un second contre-fossé analogue pourrait être mis en place à cet endroit, destiné à ré-infiltrer des eaux vers la nappe (alimentation : canal à grand gabarit, canal de Beaulieu voire contre-fossé nord). Une solution plus simple et plus rustique pourrait consister à procéder à une ré-infiltration d'eau par percolation à partir du canal de Beaulieu.
<p>Du point de vue écologique</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ La définition de mesure d'adaptation à vocation écologique semble prématurée à ce stade et interviendra en phase projet.
<p>ÉLÉMENTS FINANCIERS</p>	
<p>Estimatif</p>	<p>La mise en place de l'étanchéité est estimée à</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 149 468 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) sur l'écluse de Jaulnes. ■ 19 817 759 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) sur le canal à grand gabarit. ■ Source : étude RESA – Chiffrage du scénario 3 révisé

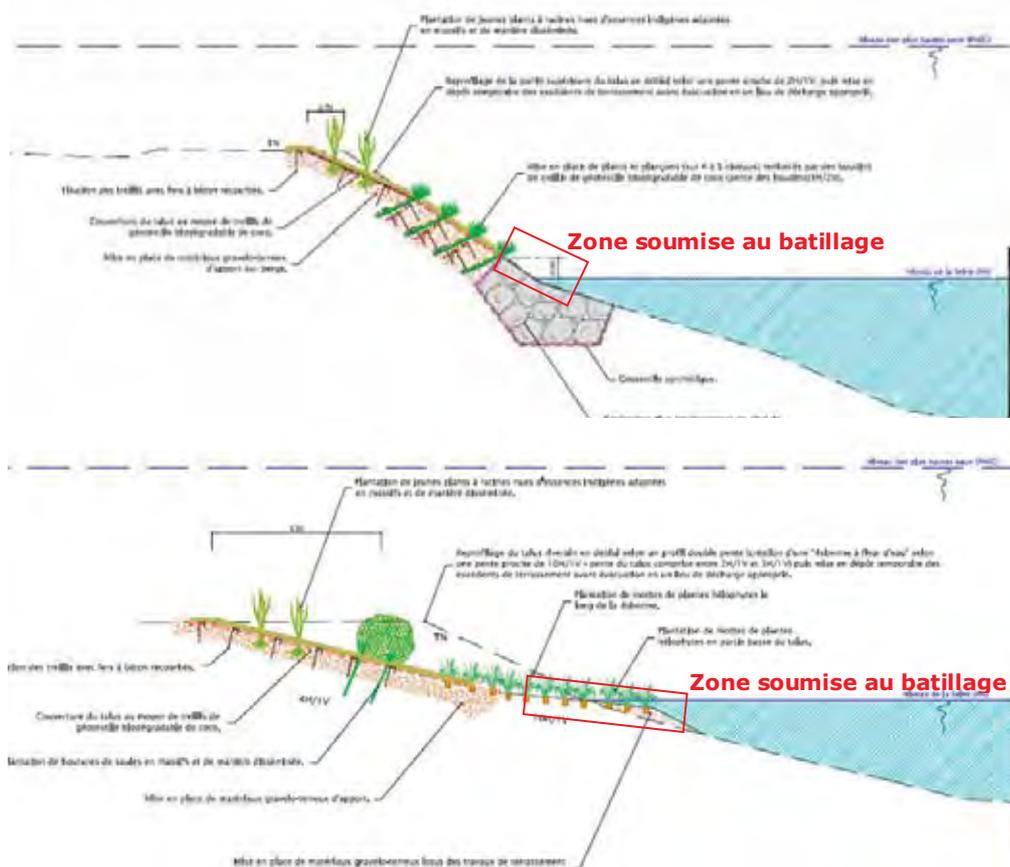
3.13. Mesure 11 : Protection des berges

3.13.1. Rappels généraux sur la mesure 11

La mise en place de l'itinéraire de navigation nécessite un creusement et un élargissement du lit sur de nombreux tronçons. Ceci induit un remodelage des berges du cours d'eau sur un linéaire (hors casiers SEDA) de l'ordre de 13 200 m sur un total 32 500 m. Afin de stabiliser les berges remodelées, l'étude RESA propose plusieurs coupes types de principe, en fonction du contexte et de l'emprise disponible. Chaque berge impactée devra être réaménagée.

- Coupe type A - pas d'emprise (zones urbaines) : aménagement type génie civil.
- Coupe type B - emprise limitée (30% du linéaire hors zone urbaine) : techniques mixtes (végétales et empierrement du pied de berge),
- Coupe type C - emprise disponible (70% du linéaire hors zone urbaine) : aménagement en techniques 100% végétales.

Figure 22 : coupes types proposées pour la stabilisation des berges sur les parties remodelées



3.13.2. Analyse de la mesure 11

a) Mesure de l'efficacité

EFFICACITÉ HYDRAULIQUE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> Il s'agit de mettre en place une protection des berges remodelées en fonction des conditions hydrauliques et du batillage, en privilégiant la reconstitutions de berges les plus naturelles possibles (recours aux techniques 100% végétales ou aux techniques mixtes en dehors des zones urbaine).
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> Risque d'érosion et de déstabilisation des berges remodelées, A termes, risque de perte du gabarit de navigation et du tracé.
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> Les coupes proposées permettent en principe d'atteindre l'objection de protection et de stabilisation souhaité. Ce point a été vérifié à l'aide de calculs de vitesses et de forces tractrices, qui sont tout à fait compatibles avec les coupes extraites de l'étude RESA.
Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> Effets potentiels sur les lignes d'eau par effet de rugosité modifiée (non chiffrés à ce stade) Impacts potentiels sur les échanges nappe-rivière (perméabilité et colmatage des berges recrées différents des berges en place).
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Les autres mesures de remodelage du lit : la mise en place d'un profil type de protection de berge sur un secteur donné induit une emprise significative, qui peut modifier sensiblement les profils en travers issus de seules considérations sur la modification des conditions de navigation (alternat ou vitesse réduite) ou sur le remblaiement écologique (voir Figure 4, Figure 5 et Figure 6). Le talutage en pente douce nécessaire sur la partie aménagée induira en effet des largeurs au miroir qui n'ont pas été prises en compte dans les études d'opportunité (MOHY).
Limites	<ul style="list-style-type: none"> Résistance au batillage optimisable.
EFFICACITÉ ENVIRONNEMENTALE	
Principe & objectifs	<ul style="list-style-type: none"> Stabilisation des berges à partir d'aménagements en techniques végétales et/ou mixtes, de faon à garder des berges les plus naturelles possibles.
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> Érosion des berges.
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> /
Efficacité : gains	<ul style="list-style-type: none"> Atténuation des phénomènes d'érosion, Aménagement de berges majoritairement (à 70%) en techniques végétales (hors zones urbaines), avec un profil en pente douce.

Impacts résiduels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modification du profil de berge sur 13,2 km de cours d'eau sur les 32,5 km concernés par l'itinéraire, ■ Risque d'homogénéisation du profil des berges. ■ Destruction des habitats naturels et des habitats d'espèces en berge et en pied de berge.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Remblais écologiques
Limites	<ul style="list-style-type: none"> ■ Absence d'état initial sur le profil des berges afin d'évaluer le risque d'homogénéisation des berges.

b) Les principales contraintes associées à la mesure

LES PRINCIPALES CONTRAINTES																																																							
Contraintes foncières	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le modelage des berges en pente douce en dehors des secteurs urbains (modelage à 10H/1V, 4H/1V ou 3H/1V) induit des contraintes foncières spécifiques. 																																																						
Contraintes écologiques	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intérêt de conserver une diversité de faciès de berges afin d'offrir des habitats variés pour l'accueil de la faune et la flore. 																																																						
Contraintes réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Il s'agit d'une intervention en lit mineur dont les impacts doivent être finement analysés (étude d'impact et dossier Loi sur l'Eau). ■ Articulation de la compatibilité de l'opération avec le règlement de la Réserve Naturelle Nationale de la Bassée et demande d'une autorisation éventuelle auprès de la Réserve. ■ Évaluation des incidences au titre de Natura 2000 vis-à-vis des SIC FR1100798 « La Bassée » et FR2100296 « Prairies, marais et bois alluviaux de la Bassée », et de la ZPS FR112002 « Bassée et plaines adjacentes ». ■ Prise en compte de la modification des berges et de la destruction/dégradation d'habitats aquatiques en pied de berge dans le cadre de la procédure loi sur l'eau (R-214-1 du code de l'environnement). ■ Demande de dérogation à la réglementation des espèces protégées pour les habitats d'espèces animales impactées (mollusques, amphibiens, reptiles, insectes, oiseaux, mammifères). ■ Ces dossiers de demande de dérogation seront à calibrer en fonction de l'avancement du projet et de l'impact résiduel sur les espèces protégées. 																																																						
Période des travaux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calendrier de travaux tenant compte des contraintes environnementales (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces) et hydrauliques (période de basses eaux / hautes eaux). <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boisement</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prairie</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>Milieux aquatiques</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;"> <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">Favorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #00B0F0;">Favorable</td> </tr> </table> </div>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Boisement													Prairie													Milieux aquatiques													Favorable	Favorable
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																											
Boisement																																																							
Prairie																																																							
Milieux aquatiques																																																							
Favorable																																																							
Favorable																																																							



c) Compléments sur la faisabilité technique

Géométrie des profils de berge : la géométrie des berges envisagée prévoit systématiquement des pentes douces. Cette configuration permettra une bonne connectivité latérale entre le lit mouillé et la plaine alluviale. In fine les profils projetés se rapprocheront d’une morphologie naturelle, même si certains profils pourront être adaptés pour des besoins particuliers.

Le tableau ci-dessous synthétise les pentes de berge envisagées pour chaque profil type :

Tableau 9 : Pente des berges prévue pour chaque profil type

Profil	Pente du bas de berge	Pente du haut de berge
P1	3H/2V	2H/1V
P2	10H/1V	2H/1V à 3H/1V
P2b	10H/1V	2H/1V à 3H/1V
P3	3H/1V	3H/1V
P4	2H/1V	3H/1V

Aménagement des berges : les aménagements de berges envisagés ne doivent pas être érodables en crue afin de maintenir la morphologie et le gabarit souhaité. Il convient donc de vérifier que les contraintes tractrices exercées sur les parois des berges par les écoulements ne sont pas supérieures aux contraintes tractrices critiques correspondant aux différents aménagements préconisés.

Les techniques utilisées sont essentiellement végétales (Saules, Hélophytes...) ou mixtes (enrochements et végétaux).

Le tableau ci dessous indique les contraintes tractrices critiques liées à chaque type d’aménagement.

Tableau 10 : Contraintes tractrices critiques pour les différentes techniques de protection de berge (Source guide Lachat 1994)

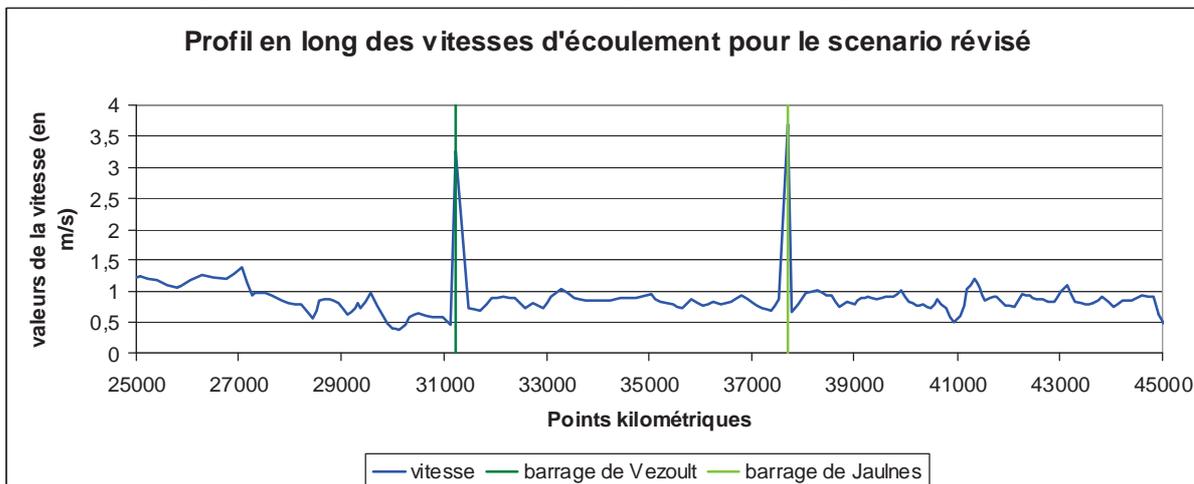
Matériaux / végétaux	Contrainte tractrice critique (N/m ²)
Sable ou graviers fins	8 à 10
Hélophytes	30 à 40
Herbacées	50
Herbacées, graminées	80
Jeunes Saules	100

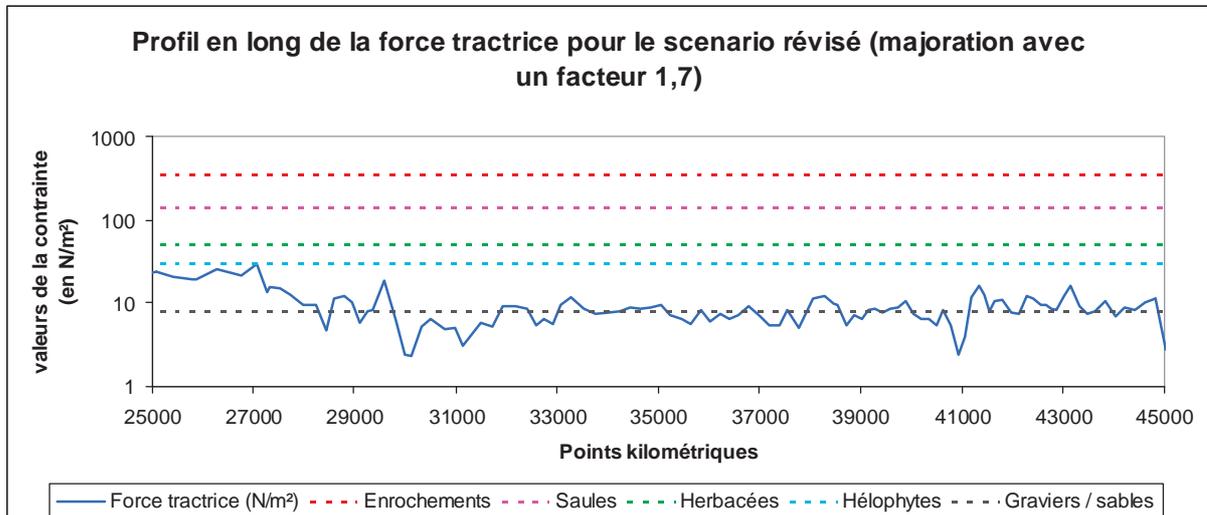
Saules	140
Enrochement et végétaux	350

Les graphiques ci-dessous montrent la répartition longitudinale des vitesses d'écoulement et des contraintes tractrices pour une crue biennale sur le linéaire aménagé. Les contraintes tractrices critiques liées aux différentes techniques ont été projetées sur ce graphique pour permettre une lecture directe des zones à risque d'érosion éventuelles.

Par sécurité, les valeurs des forces tractrices s'exerçant sur les berges calculées à partir de la vitesse moyenne ont été majorées par un facteur 1.7 du fait du style méandriforme de la Seine.

Figure 1 : Comparaison des contraintes tractrices pour une crue biennale avec les contraintes tractrices critiques des différentes techniques de protection de berge (modélisation SAFEGE)





Les vitesses d'écoulements moyennes constatées pour une crue biennale n'excèdent jamais 1.5 m/s excepté au niveau des barrages (secteurs ponctuels protégés par des palplanches sur le terrain). Par conséquent, les forces tractrices, même majorées, restent relativement faibles sur tout le linéaire (de quelques N/m² à 30 N/m² environ).

La comparaison de ces contraintes tractrices avec les contraintes que peuvent supporter les différents aménagements permet d'établir que les techniques de protection de berge envisagées sont suffisantes pour empêcher l'érosion des berges pendant une crue biennale.

Néanmoins, tous les profils types proposent une mise en dépôt temporaire (sur berges) des excédents de terrassement avant évacuation. Ces dépôts temporaires sont susceptibles d'être remobilisés en cas de crue. En effet, ces excédents seront constitués essentiellement de matériaux gravo-terreux facilement mobilisables par la Seine (contrainte tractrice critique = 8 N/m²). Afin de limiter cette remobilisation, les travaux devront s'effectuer à l'étiage ou en période de moyennes eaux et l'évacuation des excédents devra être réalisée rapidement après travaux.

Ces résultats fournissent également une indication importante pour la phase travaux, qui concerne la mise en place des protections de berges et les remblaiements écologiques : les sédiments « libres » sur les berges mises à nu ou au sein des remblaiements écologiques seront constitués principalement de sables. Les éléments fournis précédemment montrent que ces sables sont susceptibles d'être mis en mouvement pour des contraintes tractrices faibles (8 à 10 N/m²) et des vitesses modérées. Il conviendra donc que la mise en place des protections de berges ou de stabilisations des remblaiements écologiques intervienne concomitamment ou très rapidement après façonnage des berges ou confection des remblaiements, de telle sorte que les sédiments à nu ne puissent être emportés à la moindre petite crue.

Batillage : le batillage est à l'origine de deux ondes différentes : une onde primaire, transversale au déplacement du bâtiment, faisant varier très fortement la surface libre le long du bateau et un réseau d'ondes secondaires courtes. Ces ondes diffèrent selon le type de bateau. Nous considérons ici des bateaux de type Grand Rhéna (110 m).

L'étude du batillage sur l'Oise (canal Seine-Nord Europe) réalisée pour VNF par SOGREAH ARCADIS INGEROP (2005), permet de transposer quelques résultats sur la Seine.

On peut ainsi retenir les ordres de grandeur suivants : **pour un bateau de type Va (2500 tonnes), identique à celui considéré pour le projet sur l'itinéraire Bray-Nogent, les vitesses des ondes primaires peuvent atteindre 1.28 à 1.89 m/s alors que les ondes secondaires peuvent atteindre 0.46 m/s.** L'amplitude des ondes secondaires oscille quant à elle entre **28 et 43 cm** avec une fréquence d'environ 1.39 s. Rapporté au trafic annuel, le batillage représente donc une forte sollicitation des berges.

Une attention particulière doit être portée à la zone de berge affectée par le batillage. Cette zone doit être renforcée afin de limiter l'érosion et le sapement. Les profils prévus semblent diversement efficaces pour prémunir des effets néfastes du batillage :

- **Secteurs en technique mixte :** le batillage s'opère sur la partie enrochée, suffisamment ancrée et suffisamment haute,
- **Secteurs en techniques végétales pures :** le batillage s'opère sur la partie de la berge modelée à faible pente 10 Horizontal / 1 Vertical accueillant les héliophytes. On peut cependant se demander si la mise en place de matériaux gravelo-terreux en pied de partie aménagée permettra d'éviter tout sapement.

Phase travaux : pour les déblais / remblais, il est préférable que la phase travaux s'effectue en période de basses eaux ou moyennes eaux. L'objectif est de pouvoir déblayer ou remblayer sur des espaces secs afin d'éviter la formation de boues et de favoriser le tassement des matériaux terreux. Les plantations et l'enherbement en revanche s'effectuent préférentiellement à l'automne ou au printemps, pour favoriser leur reprise (l'été, le manque d'eau peut être néfaste pour de nombreuses espèces).

Une attention particulière doit être portée au risque de prolifération d'espèces allochtones indésirables, notamment avec les engins de chantier (des segments de tiges, de racines, des graines, etc. peuvent être transférés d'un chantier à un autre avec les chenilles des engins, les godets de pelles, etc.).

On préconise aussi l'utilisation d'huiles végétales et biodégradables dans les circuits hydrauliques des engins de chantier pour limiter les risques de pollution du milieu naturel. Dans le même registre, il convient de prévoir sur le site une quantité suffisante de produits absorbants d'éventuels produits dangereux pour le milieu naturel (diesel, essence, etc.), de procéder au remplissage de carburant des engins de chantier sur des zones éloignées du cours d'eau.

Entretien post-travaux : le CETMEF (2009) préconise pour l'ensemble des techniques mises en œuvre, au moins une visite annuelle sur place afin de surveiller l'état de la protection, l'éventuelle création d'encoches d'érosion, la reprise des végétaux. La mise en place d'un entretien, qui diffère selon la technique employée est également souhaitable. L'entretien des hélophytes doit être le plus limité possible : la végétation créant la protection, il ne s'agit donc pas de faucher trop souvent ou de tondre à ras les hélophytes. Une fauche à l'automne suffit d'une manière générale. Cette pratique doit être expliquée aux agents chargés de l'entretien, ainsi qu'aux éventuels riverains qui pourraient être tentés d'« entretenir » la berge. L'entretien des saules est plus important, il nécessite régulièrement une taille et une sélection des rejets : recépage des gros sujets tous les un ou deux ans. Les branchages issus de l'entretien peuvent resservir dans la mise en place (peu onéreuse) d'une nouvelle protection en tressage de saule.

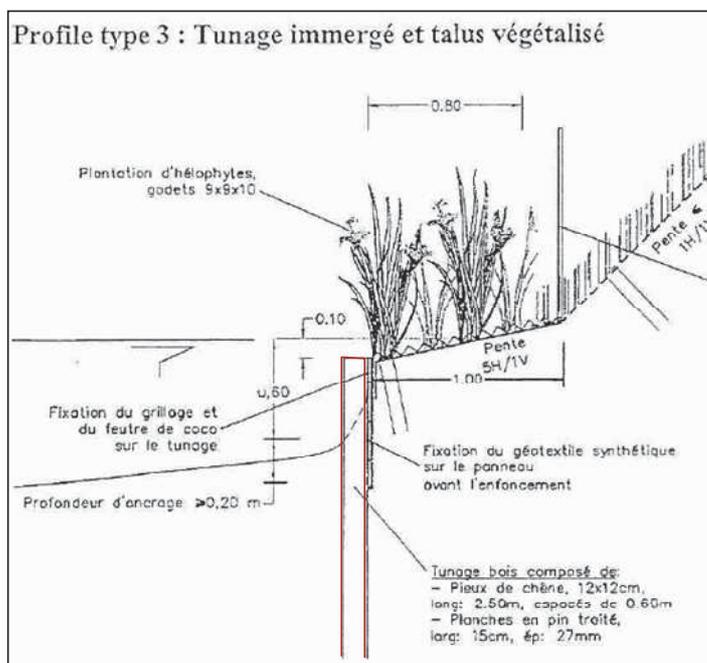
d) Les pistes d'amélioration / adaptation

↳ Améliorations / adaptations envisageables sur le plan hydraulique :

Quelques améliorations pourraient être apportées aux profils P2 et P2B présentant les pentes les plus douces, pour permettre une meilleure prévention des effets du batillage :

- Mise en place d'un tunage (ou d'un empierrement, analogie avec le profil type P4) légèrement émergé (de quelques cm) au droit de la partie la plus basse de la protection (contact berge / Retenue Normale),
- Prolongation du géotextile jusqu'au tunage (ou de l'empierrement),
- Dans tous les cas, on choisira les hélophytes les plus performants pour le confortement des berges, compte tenu de leur système racinaire fort, de leurs parties aériennes hautes et denses (pour casser l'effet du batillage) et de leur résistance à l'immersion (en cas de crue). Parmi ceux-ci, citons *Phragmites australis*, *Iris pseudacorus*, *Sparganium erectum*, *Schoenoplectus lacustris*, *Typha latifolia*... (source REX Marne Vive / Écosphère),
- La mise en place de roselières est également particulièrement adaptée aux zones de courant et batillage.

Figure 1 : principe des adaptations proposées pour le profil P2b (source SIARCE)



↳ **Améliorations / adaptations envisageables sur le plan environnemental :**

La dynamique naturelle des cours d'eau leur confère des faciès de berges variés avec une alternance de zones d'érosion et de dépôts sédimentaires. Ces différents faciès de berges permettent de proposer plusieurs types d'habitats nécessaires au développement d'une faune et d'une flore diversifiée. Par exemple, les berges abruptes sont recherchées par le Martin-pêcheur qui y fera son nid. A l'inverse, des berges en pente douce permettront le développement de ceintures d'hélophytes denses qui représentent un fort intérêt pour certains insectes.

Aussi, les protections de berges proposées pour la stabilisation des berges remodelées devraient intégrer ce schéma de principe d'accueil de la biodiversité : plus les profils de berges seront diversifiés, plus les conditions d'accueil de la faune et la flore seront nombreuses et plus la biodiversité sera présente.

Une mesure complémentaire de réflexion globale sur la typologie des berges à l'échelle du projet est proposée. Cette mesure permettrait, à partir d'un diagnostic initial des berges actuelles (profil, type de végétation, intérêt pour la faune...), de proposer une typologie de faciès de berges à conserver et/ou aménager en fonction des enjeux écologiques locaux et des contraintes de navigation.

Différents profils de berges pourraient être proposés, dont voici quelques exemples (cf. mesure complémentaire présentée au chapitre 5 : typologie des berges à l'échelle du projet, et fiches 4 et 5 du benchmark) :

- Des berges abruptes d'érosion favorables à la nidification du Martin-pêcheur, sur les secteurs où il n'y a pas ou peu d'enjeu foncier ;
- Des berges naturelles non remodelées, permettant le maintien des enjeux écologiques locaux, sur les secteurs où la ripisylve est bien implantée, avec peu d'enjeu foncier ;
- Des berges lagunées, en pente plus ou moins douces, connectées en direct avec la Seine, favorables à la reproduction de la faune piscicole ou comme zone de refuge ;
- Des berges lagunées, en pente plus ou moins douce, non connectées en direct avec la Seine, favorables aux espèces aquatiques prédatées par les poissons comme notamment les amphibiens et les odonates.

e) Synthèse de l'analyse de la mesure

PERTINENCE GÉNÉRALE DE LA MESURE : ADÉQUATION OBJECTIF / RESULTATS	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> Les profils types présentés pour les techniques végétales ou mixtes permettent de répondre à l'objectif de stabilisation des berges.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> Plus de la moitié du linéaire de berges remodelées sera aménagée par une technique 100% végétale présentant des pentes douces.
Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> Gestion optimisée des barrages + Remblaiements écologiques
Cohérence d'ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Limitation des impacts sur la géomorphologie et conservation du gabarit du cours d'eau.
AVANTAGES ET POINTS FORTS	INCONVÉNIENTS ET LIMITES
<ul style="list-style-type: none"> Reconstitutions de berges naturelles en dehors des zones urbaines Atténuation des phénomènes d'érosion, Plus de la moitié du linéaire de berges remodelées sera aménagée par une technique 100% végétale. Possibilité de création de milieux aquatiques et humides 	<ul style="list-style-type: none"> Profils peu diversifiés, Modification du profil de berge sur 13,2 km de cours d'eau sur 32,5 km de cours d'eau, Risque d'homogénéisation du profil des berges, Destruction des habitats naturels et des habitats d'espèces en berge et en pied de berge.
POINTS DE FAISABILITÉ À PRÉCISER / VÉRIFIER / COMPLÉTER	
Du point de vue hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> Optimisation des profils P2 et P2b pour une meilleure résistance au batillage (voir les perspectives d'amélioration).
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> Évaluation du risque d'homogénéisation du profil des berges à partir d'un diagnostic initial des berges, en tenant compte également de la mesure « remblais écologiques ».
PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION ET ADAPTATIONS ENVISAGÉES	
Du point de vue hydraulique	<p>Quelques améliorations pourraient être apportées aux profils P2 et P2B présentant les pentes les plus douces, pour permettre une meilleure prévention des effets du batillage :</p> <ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'un tunage (ou d'un empierrement) immergé au droit de la partie la plus basse de la protection (contact berge / RN), Prolongation du géotextile jusqu'au tunage (ou de l'empierrement), Choix d'hélophytes particuliers.
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> Mesure complémentaire « réflexion globale sur la typologie des berges à l'échelle du projet » permettant de diversifier les profils de berges et ainsi d'augmenter les capacités d'accueil de la faune et de la flore. Accompagnement du chantier par un écologue.

ÉLÉMENTS FINANCIERS

Estimatif

- La protection des berges (techniques mixtes ou végétales, sur berge remodelée et remblaiements écologiques) est estimée à 24 119 254 €TTC (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre) dans le cadre de l'étude RESA. Cependant, les linéaires ont été revus dans le cadre de cette analyse.

- Source : étude RESA – Chiffrage du scénario 3 révisé

Une actualisation du prix réalisée dans le cadre de la présente étude tient compte des éléments suivants :

- **Linéaire total de berges aménagées en technique mixte : 9825 ml à 750 €HT/ml** [réévaluation par rapport à l'étude RESA : 600€ (enrochement 4m³ par mètre linéaire) + 80€ (plant/plançon) + 20€ (plantations de jeunes plants) + 20€ (reprofilage de la berge) + 50€ (géotextile biodégradable)] : **11 038 608 €TTC** (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre),
- **Linéaire total de berges aménagées en techniques végétales : 27925 ml à 300€HT/ml : 12 223 778 €TTC** (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre)
- **Coût total réactualisé des protections de berges : 23 262 385 €TTC** (dont 15% de Provisions pour Aléas et Imprévus et 7% de Maîtrise d'Œuvre)

4. Comparaison (benchmark) et retours d'expérience sur quelques projets similaires

4.1. Préambule

L'objectif de cette partie de l'étude est d'analyser les mesures de réduction ou d'évitement des impacts mises en œuvre dans le cadre projets comparables à celui de la mise à grand gabarit de l'itinéraire Bray-Nogent sur la Petite Seine. Une recherche a donc été conduite en ce sens. Elle est restituée ici en deux parties et sous forme de fiches :

- Une première analyse porte sur des projets similaires et détaille, dans les fiches de l'annexe 2, l'ensemble des mesures mises en œuvre pour chaque projet (voir paragraphe 4.2).
- Une seconde analyse porte sur une analyse plus transversale des mesures (voir paragraphe 4.3 et fiches complémentaires en annexe 3).

D'une manière générale on remarquera que :

- Les mesures mises en œuvre sur des projets similaires sont variées et généralement bien documentées,
- En revanche, les retours d'expérience argumentés sont encore peu nombreux. Ceci s'explique par le fait que les projets identifiés sont relativement récents (pas plus d'une dizaine d'année en général) et que le recul nécessaire pour l'établissement d'un premier bilan à moyen terme n'est pas encore atteint.

4.2. Projets identifiés

Les projets étudiés dans le cadre de cette comparaison (benchmark) sont les suivants :

- Des travaux de mise à grand gabarit sur la Deûle, l'Escaut, la Lys, et l'Oise. Ces projets sont portés par VNF dans le cadre du projet global du Canal Seine-Nord-Europe.
- Des projets de recalibrage de cours d'eau dans d'autres pays européens sur le Danube en Roumanie ainsi que sur l'Elbe et le Main en Allemagne.
- Des projets de restauration de cours d'eau suite à d'anciennes opérations de recalibrage en Lorraine sur la Meurthe et Moselle, en Rhône-Alpes sur le Rhône, en Allemagne sur le Main, la Moselle et l'Elbe et en Slovaquie sur la Morava.

Les fiches détaillées correspondantes sont données en annexe 2.

4.3. Principales mesures identifiées

L'analyse de projets similaires de travaux de recalibrage pour la navigation fluviale a permis de mettre en avant deux catégories de mesures :

- les **mesures de réduction /compensation des impacts** mises en œuvre dans le cadre de projets de recalibrage récents ou en cours,
- les **mesures de restauration mises en œuvre a posteriori** pour atténuer les impacts négatifs des travaux de recalibrage effectués par le passé.

Les mesures identifiées dans les différents projets étudiés interviennent à différents niveaux :

- pour atténuer les impacts liés à la phase de chantier et aux dépôts de produits de dragage,
- pour atténuer les impacts hydrauliques et écologiques liés au recalibrage, à la modification du tracé et aux aménagements des berges,
- pour atténuer les impacts à long terme liés à l'augmentation du trafic fluvial.

4.3.1. Fiches "mesures"

En complément de la présentation des mesures réalisée dans les fiches relatives aux projets (annexe 2), un travail de synthèse orienté autour de 6 grandes thématiques est présenté sous forme de fiches, disponibles en annexe 3. Cette synthèse porte sur les mesures écologiques suivantes :

- Création d'annexe hydraulique ;
- Création de bras latéraux ;
- Reconnexion d'annexe hydraulique ;
- Modelage des berges ;
- Création de berges lagunées ;
- Aménagement de passage à faune sur les berges.

4.3.2. Mesures de réduction et de compensation dans le cadre de projet de mise à grand gabarit

Mesures de réduction des impacts en phase chantier :

Pour ce qui est des **impacts hydrauliques**, les mesures de réduction mises en œuvre pendant la phase de chantier sont principalement :

- la limitation du matériel dans la voie d'eau,
- la réalisation des travaux en dehors des périodes de sensibilité de crues,
- la mise en place d'un site d'écêtement de crues (prévue dans le projet de mise à grand gabarit de l'Oise) pour prévenir les crues liées à l'augmentation des débits de la rivière du fait du recalibrage.

Les principales mesures de réduction des **impacts écologiques liés aux travaux** identifiés sont :

- Concernant l'impact sur les milieux :
 - l'adaptation des plannings des travaux en dehors des périodes d'activités de la faune et de la flore,
 - la définition de l'emprise du chantier en évitant les zones humides et sensibles,
 - la réduction des impacts sonores par l'utilisation de machinerie à faible niveau sonore ou par le transport des sédiments par voie d'eau,
 - afin de limiter le développement des espèces invasives durant les travaux, il est conseillé d'exporter ou d'utiliser in situ des terres mises à nues, et de végétaliser les terrains pour éviter un brassage de sédiments favorable à leur propagation.
- Pour limiter l'impact éventuel sur la qualité des eaux :
 - La mise en place d'un suivi de la qualité des eaux en amont et en aval du chantier pour la réduction des risques de pollution de la rivière,
 - l'installation de bassins de décantation des eaux collectées avant rejet dans le milieu et des opérations de sécurisation strictes du matériel.
 - Par ailleurs, pour limiter la production de matières en suspension, la réalisation de décapage, la mise en végétation immédiate des talus et berges, le ralentissement du cheminement de l'eau, ou la mise en place d'une toile de protection dans les secteurs sensibles à l'érosion sont des mesures qui peuvent être préconisées.

Une autre problématique de la phase chantier est celle de **la gestion des matériaux extraits**. La première mesure à mettre en œuvre est la réduction des quantités extraites. Ensuite, il est possible de valoriser les matériaux extraits : par exemple les sables peuvent être utilisés dans la filière du BTP, et les vases dans la réhabilitation de carrières. Pour les autres sédiments extraits non inertes, ceux-ci sont souvent placés dans des terrains de dépôts. Les mesures recensées pour éviter la dégradation des eaux souterraines sont : la couverture de la zone de dépôt, la collecte et

la surveillance des eaux de ruissellement, ainsi que le suivi de la qualité des eaux souterraines. Des aménagements paysagers de ces terrains de dépôts sont également possibles afin de valoriser et de diversifier ces espaces, comme la création de prairies de fauches, de prairies humides, d'espaces bocagers ou de bosquets. Enfin, dans certains projets, la gestion des matériaux extraits passe par leur remise à l'eau et l'aménagement de dépôts sous-marins.

Mesures de réduction/compensation des impacts permanents :

Pour les impacts liés à la **destruction d'habitats** ou la dégradation d'habitats liée à la déconnexion entre la rivière et les milieux connexes, la compensation la plus courante est la restauration ou la recréation d'habitats : mares pour les amphibiens, de zones humides, habitats classés Natura 2000, frayères, roselières, fossé écologique ... Une mesure très souvent retrouvée est la création de complexes de lagunes stagnantes ou semi-stagnantes. Dans tous les projets, les mesures de restauration et de création d'habitats ont pour objectif la mise en place d'une mosaïque d'habitats différents.

Par ailleurs, **d'autres mesures de compensation ont été recensées** : conservation d'espèces d'amphibien, mise en place d'un batrodoc pour favoriser la migration des amphibiens, protection d'espaces à enjeux fort par l'acquisition foncière ou le conventionnement par exemple, repeuplement en espèces piscicoles, implantation d'un centre de suivi de la biodiversité, aménagement d'ouvrages de franchissement piscicole, remise en eau peu profondes de souches provenant de l'abattage de certains arbres, renaturation de gravières en zones écologiques, reméandrage d'affluents, recréation de confluences fonctionnelles et valorisation écologique d'anciens méandres. La dimension paysagère, couplée à l'aménagement des chemins de halages ou des chemins le long des terrains de dépôts est aussi souvent intégrée.

Enfin diverses mesures peuvent être mises en place pour **réduire l'artificialisation des berges liées aux protections de berges**. La végétalisation des berges comprend de nombreuses techniques comme l'installation de boudins géotextiles, de fascines prévégétalisées, la plantation d'hélophytes en pied de berges. Par exemple, le projet du recalibrage de l'Oise prévoit la protection de berges en enrochements libre pour la partie immergée, et prévoit pour la partie émergée toute une gamme de profils de berges protégées par des techniques mixtes de génie civil et végétal, en fonction de leur état actuel du niveau d'enjeu des berges. De plus, les aménagements végétaux sont conçus de manière à maintenir quatre corridors de passage pour la faune.

4.3.3. Mesures de restauration a posteriori

Après ce bilan des mesures de réduction et de compensation prévues dans des projets actuels d'aménagement, il est intéressant d'étudier quelques cas de projets de restauration pour lesquels le retour d'expérience est utile à prendre en compte.

Parmi les projets étudiés, on recense **trois principales mesures de restauration** :

- la reconnexion et réhabilitation d'anciens méandres rescindés,
- la création de lagunes de bas-fond,
- la reprise de berges en génie végétal.

Les travaux de **reconnexion d'anciens bras** sont envisagés lorsqu'il y a des dégradations du milieu comme l'altération de la qualité de l'eau, la banalisation des peuplements piscicoles et du milieu, la perte de connexion avec des zones humides adjacentes, la baisse du niveau des nappes, le développement d'espèces invasives ou la dégradation des berges.

Les premiers résultats de ce type de travaux montrent l'importance d'un suivi des évolutions à moyen terme.

De nombreux travaux ont par exemple été effectués par la Compagnie Nationale du Rhône, sur la reconnexion des lônes (anciens méandres) du Rhône et les premiers résultats mettent en avant des résultats globalement bénéfiques. Les impacts sont positifs pour de nombreuses lônes sur les habitats des invertébrés aquatiques, les espèces d'invertébrés présentes, l'enrichissement en espèces piscicoles de zones courantes, ainsi que la reconnexion de la nappe et de la lône permettant une alimentation phréatique de cette dernière. Il convient toutefois de veiller à une sédimentation importante pouvant intervenir immédiatement après les travaux, qui peut atténuer les bénéfices du projet dans certains cas.

Le bilan, plutôt plus mitigé dans l'exemple de la Morava, montre cependant qu'il est fondamental de bien analyser et prendre en compte du fonctionnement hydraulique et sédimentologique des cours d'eau dans la conception des aménagements.

Pour ce qui est de la **création de lagunes**, celle-ci a pour but de réduire les impacts du batillage sur la dégradation des berges et de diversifier les milieux. Cet aménagement est souvent associé à la recréation d'habitats variés (zones de pente abrupte, zones de graviers et galets sans végétation). Les retours d'expérience mettent en avant des résultats positifs avec une amélioration de la diversité structurale des berges, un agrandissement de la zone de transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique, ainsi que la recolonisation par des espèces spécifiques d'amphibiens, d'oiseaux, d'insectes et de végétation aquatique.

Les **berges lagunées** apparaissent tout à fait adapté pour permettre l'installation d'une végétation hygrophile puis amphibie, et ce d'autant plus qu'il subsiste un échange continu entre les eaux du canal et les eaux baignant la berge reprofilée. De tels herbiers sont très favorables aux insectes d'eau et à la reproduction de certaines espèces de poissons. Un problème de colmatage des espaces de lagunes par les particules alluviales peut cependant apparaître à long terme : il est donc indispensable de trouver un équilibre pour que l'échange d'eau entre le cours d'eau et la lagune soit suffisant pour ne pas colmater la lagune mais pas trop important pour permettre la reprise des végétaux et éviter ainsi que l'érosion.

Des projets d'**aménagement de berges en génie végétal** en remplacement de protections en génie civil ont été étudiés. De nombreuses techniques peuvent être employées : la mise en place de caissons végétalisés et de plages d'hélophytes et d'hydrophytes, des fascines végétalisées, des matelas d'hélophytes ...Un projet de grande envergure a été effectué par Voies Navigables de France en Lorraine et les retours d'expériences mettent en avant des résultats positifs : protection du batillage par les hydrophytes, colonisation des berges par des espèces végétales comme les nénuphars, et colonisation par des escargots aquatiques, des grenouilles et des alevins dans les trous de jonction des enrochements.



Des travaux de **retraits de protections de berges** qui avaient été mis en place lors de l'aménagement de fleuves pour la navigation (tel que le Rhin et l'Elbe) ont également été recensés. Ceux-ci consistent à retirer des enrochements libres, qui peuvent être remplacés par une couche de gravier. Sur différents projets, la réactivation des processus hydromorphologiques naturels a été constatée. Ceci a entraîné l'apparition de bancs de sable peu profonds liés aux processus d'érosion et de sédimentation, avec des niveaux d'eau variables. Des améliorations écologiques ont aussi été observées, telle que la stratification de la végétation en lien avec la dynamique du cours d'eau, associée au développement d'habitats spécifiques pour le frai, le grossissement et l'alimentation des poissons et en particulier pour des espèces rhéophiles. Ainsi, cela a initié la mise en place de profils de berges naturels et d'habitats aquatiques et semi-aquatiques semblables aux milieux originels.

5. Mesures complémentaires proposées

5.1. Vision globale des mesures complémentaires proposées en réponse aux enjeux écologiques

Le passage en revue des différentes mesures issues des études d'opportunité présenté au chapitre 3 a permis de proposer dans certains cas des améliorations ou des adaptations de ces mesures. Au cours de cette analyse, un certain nombre de **mesures complémentaires**, non envisagées dans le cadre des études d'opportunité ont également été citées, soit parce qu'elles viennent répondre à des problématiques peu traitées dans le cadre des études d'opportunité, soit parce qu'elles viennent compléter utilement les mesures passées en revue.

Ces mesures complémentaires sont détaillées ici. Le cas échéant elles tiennent compte des exemples et enseignements tirés de projets similaires qui ont été présentés au chapitre précédent. Elles concernent essentiellement les aspects écologiques et le déroulement ou le suivi de la phase chantier.

Le tableau en pages suivantes propose une liste non exhaustive des mesures complémentaires envisageables en réponse aux enjeux écologiques.

Cette liste pourra être amendée au regard des nouveaux enjeux écologiques et impacts définis au cours de l'avancement de la définition du projet et des études écologiques complémentaires.

De même que les mesures issues des études d'opportunité, les mesures complémentaires sont des mesures :

- D'évitement des impacts,
- De réduction des impacts,
- D'accompagnement.

Quatre mesures phares font l'objet d'une analyse plus détaillée dans la suite :

- Le calendrier du passage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces,
- Le balisage et l'évitement des zones sensibles en bordure des emprises,
- Le déplacement des espèces végétales protégées (Grande Sanguisorbe et Cenanthe à feuilles de silaüs...)
- La typologie des berges à l'échelle du projet.

Mesures complémentaires proposées dans le cadre de la présente étude			
Type (ERC)	Nom	Description	Objectifs
Évitement	Implanter les installations de chantier et la base-vie associée en dehors des secteurs à enjeux écologiques.	L'implantation des installations diverses liées au chantier (base-vie, zone de dépôt des tubes, stockage des engins, etc.) ou au projet (poste de sectionnement) se fait en dehors des habitats naturels ou des zones de sensibilité environnementale, des zones industrielles, urbanisées ou des cultures.	- Réduire les surfaces d'habitats naturels ou d'habitats d'espèces détruites par la mise en place du chantier.
Réduction	Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises chantier.	Les entreprises en charge des travaux ne dégradent accidentellement les milieux remarquables non concernés par le projet mais situés à proximité immédiate. Un balisage mis en place est respecté par les entreprises en charge des travaux pour supprimer ces impacts potentiels temporaires.	- Éviter la dégradation accidentelle des zones sensibles situées en bordure du chantier en les matérialisant sur le terrain.
Réduction	Mise en défens des emprises chantier pour la faune à mobilité réduite.	Cette mesure consiste à mettre en place un système de barrière semi-perméable qui permet aux animaux (amphibiens, reptiles et micro-mammifères) situés au sein de la zone de travaux d'en sortir mais les empêche d'y pénétrer. Le dispositif est mis en place au niveau des zones sensibles. Il est installé sur les secteurs humides où le passage répété des engins de chantier peut créer des mares temporaires favorables à la ponte des amphibiens. La ponte dans ces mares temporaires est ainsi évitée.	- Limiter la destruction des reptiles et des amphibiens lors de la phase chantier en mettant en défens l'emprise du chantier afin d'éviter l'accès du chantier aux espèces peu mobiles (reptiles, micro mammifères, amphibiens).
Réduction	Phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces.	Afin de limiter les impacts sur la faune, la réalisation des travaux sont effectués essentiellement en dehors des périodes de reproduction (février à septembre). Outre ces périodes, certains groupes sont présents toute l'année dans les milieux impactés : insectes, amphibiens, reptiles, chauves-souris arboricoles (en hibernation dans les arbres à cavités). Un calendrier adapté à chaque dégagement d'emprise est envisagé afin de préciser les périodes d'intervention, au regard des espèces présentes.	- Adapter le chantier dans le temps et dans l'espace pour minimiser les impacts sur les espèces animales et végétales, notamment celles protégées dont la destruction et la perturbation intentionnelle est interdite.
Réduction	Déplacement d'espèces végétales patrimoniales et/ou protégées présentes dans les emprises chantier.	La première étape consiste à réaliser un nouvel inventaire des espèces végétales au cours de la période favorable précédant le démarrage des travaux. La période la plus favorable pour réaliser cette étape est le moment où les espèces sont les plus développées et les plus détectables : lors de la floraison (et début de fructification). L'étape suivante consiste à prélever les individus des espèces concernées. La dernière étape consiste à réimplanter les graines et les stations prélevées. Le site destiné pour la réimplantation est localisé à l'est de la zone de projet.	- Éviter la destruction des espèces végétales patrimoniales et/ou protégées présentes dans la zone de projet, en les transplantant avant le démarrage des travaux.
Réduction	Préparer spécifiquement la piste de travail dans les zones humides pour assurer la circulation des engins.	Des aménagements provisoires (rondins, plats-bords, géotextiles, pistes asphaltées) sont installés préalablement aux travaux pour assurer une dégradation modérée des sols en limitant le tassement et en répartissant le poids des engins.	- Répartir le poids des engins de chantier afin de limiter le tassement du sol au niveau des zones humides interceptées par la piste de travail, limiter la dégradation des fonctionnalités de la zone humide et favoriser la revégétalisation à l'issue du chantier.
Réduction	Utiliser les voies d'accès existantes.	Le maître d'ouvrage s'engage à ne pas créer de voies d'accès spécifiques au chantier et utiliser les voies existantes.	- Limiter la dégradation ou l'altération des habitats naturels et habitats d'espèces ainsi que l'impact sur les espèces remarquables.
Réduction	Mise en place d'un plan strict de limitation des pollutions en phase chantier.	Le plan vise à limiter les incidences indirectes potentielles liées à la pollution des milieux adjacents, par ruissellement d'eaux polluées notamment. Il s'intègre dans une démarche générale de chantier respectant l'environnement au sens large. Il s'agit en particulier des prescriptions suivantes : - Les aires de réparation, d'entretien du matériel et de dépotage du carburant devront avoir un sol étanche, propre et équipé d'un dispositif de récupération des eaux équipé d'un déboureur/déshuileur. - Les eaux de lavage seront traitées (décantées et déshuilées) avant d'être rejetées. - Les aires de parking des engins seront également imperméables et les eaux de ruissellement seront traitées (décantées, déshuilées) avant rejet. - La définition d'un plan lumière adapté, en phase chantier, pour limiter l'impact de la pollution lumineuse sur l'avifaune et les chiroptères. Dans ce cadre il 'agira notamment d'orienter le flux lumineux vers le sol (éclairage directionnel).	- Limiter la pollution des milieux adjacents et le dérangement des espèces présentes à proximité des zones de chantier.
Réduction	Limitation de la remise en suspension de particules fines.	Pour limiter la production de matières en suspension, notamment lors des opérations de terrassement (travaux), des mesures sont préconisées (décapage avant terrassement, végétalisation des terres nues, toile de protection, filtre, traitement, nettoyage).	- Éviter le colmatage des zones de frayères.
Réduction	Limitier le risque de dispersion et d'introduction des espèces végétales exotiques envahissantes.	Durant la phase de travaux, les secteurs présentant des plantes à caractère envahissant sont balisés et mis en exclos par un écologue participant au suivi de chantier, pour éviter la dissémination. En phase de travaux comme en phase d'exploitation, aucun apport de terre extérieure n'est effectué. La remise en état de la piste de travail se fait à l'aide de la terre d'origine, prélevée et stockée au début des travaux. La piste de travail n'est pas ensemencée lors de la remise en état.	- Éviter l'introduction et la dissémination d'espèces exotiques à caractère envahissant, difficiles à contrôler une fois leur implantation effective.

Réduction	Marquage des arbres à cavités.	L'inspection des arbres à cavités permet de vérifier l'absence de chiroptère dans les arbres avant d'être abattus. Dans le cas où la présence est avérée, les arbres sont coupés et tenus à l'aide de pinces de gros porteurs. Ils sont ensuite posés à terre délicatement afin de laisser s'échapper les résidents, et leur permettre de changer de gîte la nuit suivante.	- Éviter la destruction d'espèces protégées (chiroptères).
Réduction	Déplacement de souches.	L'opération consiste à extraire aussi précautionneusement que possible les souches jusqu'aux racines et de les disposer sur les parcelles visées en fonction de l'objectif.	- Améliorer les habitats favorables aux amphibiens et aux reptiles. - Augmenter l'attrait de la zone pour la batrachofaune - Éviter la destruction d'espèces protégées et/ou patrimoniales saproxylophages.
Réduction	Aménagement d'ouvrage permettant le maintien des continuités écologiques.	Afin de maintenir actif les corridors de transfert d'animaux qui traversent de manière transversale le tracé, des berges en pente douce ou des échelles anti-noyades sont réalisées. Cf fiche 6-Aménagement de passage à faune sur les berges	- Maintenir les continuités écologiques.
Réduction	Typologie des berges après travaux.	Le choix du type de berges doit être retenu en fonction des enjeux humains (sécurité), mais également vis-à-vis des enjeux environnementaux présents. En effet, la ripisylve permet de réguler les transferts entre lit mineur et lit majeur et représente un milieu favorable à la flore et à la faune. De plus, la forme et le type de berges permettent plus ou moins le maintien des continuités écologiques. Cf fiches 4-Modelage des berges, remblais écologiques et 5-Berges lagunées	- Maintenir et/ou restaurer les habitats naturels humides et les espèces associées.
Réduction	Limitation des impacts sur les confluences et l'aval des cours d'eau.	Les confluences de certains cours d'eau avec la Seine sont reconstituées afin de maintenir les axes de remontées vers des secteurs de frayères potentielles.	- Maintenir la continuité piscicole et sédimentaire.
Réduction	Suivi écologique du chantier par un ingénieur-écologue.	L'ingénieur-écologue en charge du suivi écologique de chantier intervient en appui à l'ingénieur environnement en amont et pendant le chantier sur les phases préliminaires et préparatoires du chantier ainsi que lors du chantier.	- Suivre le chantier pour s'assurer que les entreprises en charges des travaux limitent au maximum leurs effets sur les milieux naturels.
Réduction Accompagnement	Création de berges lagunées et d'annexes hydrauliques en berge.	Créer une annexe hydraulique en établissant une connexion suffisante (de février à mai) avec la Seine pour créer une frayère naturelle pour la faune piscicole. Cf. fiches 1-Création d'une annexe hydraulique et 2-Mise en place de bras latéraux	- Créer des zones de frayères pour la faune piscicole.
Réduction Accompagnement	Création ou restauration d'habitats, plan de gestion et mise en gestion, en remplacement de ceux détruits par le projet (frayères, zones humides, habitats d'espèces protégées).	L'objectif de la mesure est de créer un site de compensation, de taille conséquente, composé d'une mosaïque de milieux remarquables et d'un potentiel de restauration écologique important.	- Compenser la destruction d'habitats et d'habitats d'espèces induite par le projet.
Accompagnement	Aménagements des délaissés.	Les grands secteurs de délaissés peuvent être maintenus, soit en tant que chenal secondaire de la Seine, soit isolés (par des protections de berges) de manière à créer des secteurs d'annexes hydrauliques importantes substitués au courant. Ces grands délaissés permettent également d'entrevoir la recréation d'îles. Les petits secteurs de délaissés sont étudiés au cas par cas, notamment sur un éventuel maintien et transformation en berges lagunées. Cf. fiche 3-Reconnexion d'une annexe hydraulique sur l'Allier	- Créer de nouveaux milieux favorables à la faune et la flore terrestre et aquatique.
Accompagnement	Augmentation des surfaces de roselières (phragmitaies), en continuité des roselières existantes.	Une fois les secteurs propices à l'opération désignés, il s'agit de mener une étude spécifique sur la hauteur des niveaux d'eau. En fonction de la hauteur des niveaux d'eau, il est peut-être utile d'apporter des matériaux pour limiter la profondeur et permettre une bonne reprise des roseaux. La plantation de roseau se fait via des mottes de rhizomes de Roseau commun (<i>Phragmites australis</i>), implantées dans l'eau (à environ 50 cm de profondeur), à raison d'une motte par 2m ² .	- Maintenir et développer les milieux humides (roselières, mégaphorbiaies, ...). - Maintenir et améliorer les conditions d'accueil des oiseaux nicheurs, hivernants et migrateurs pour leur reproduction et leur alimentation. - Maintenir et développer les milieux favorables aux insectes
Accompagnement	Création d'habitats favorables aux reptiles.	Des merlons de terres et des gabions remplis de pierre sont installés afin de rendre le milieu attractif pour les reptiles.	- Restaurer des habitats favorables aux reptiles.

Quelques mesures complémentaires sont détaillées ci-dessous à titre à titre d'exemple. La description, les modalités de réalisation, la faisabilité technique et les coûts de ces mesures complémentaires seront détaillés lors de la phase 3.

5.2. Phasage des travaux en fonction des cycles biologiques des espèces

SUR LE PLAN ENVIRONNEMENTAL	
<p>Principe & objectifs Justification(s)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'objectif de cette mesure est d'adapter le chantier dans le temps et dans l'espace pour minimiser les impacts sur les espèces animales et végétales, notamment celles protégées dont la destruction et la perturbation intentionnelle est interdite. ■ Afin de limiter les impacts sur la faune, les travaux sont effectués essentiellement en dehors des périodes de reproduction (février à septembre). Outre ces périodes, certains groupes sont présents toute l'année dans les milieux impactés : insectes, amphibiens, reptiles, chauves-souris arboricoles (en hibernation dans les arbres à cavités). ■ Un calendrier adapté à chaque dégagement d'emprise est envisagé afin ■ de préciser les périodes d'intervention, au regard des espèces présentes. <p>Le tableau suivant propose un calendrier de travaux théorique en fonction des groupes biologiques et des milieux impactés par les travaux. Ce planning de travaux sera modifié et adapté au fur et à mesure de l'avancement du projet.</p> <p><i>Légende : en rouge : période sensible non favorable aux travaux ; en vert : période non sensible favorable aux travaux.</i></p>

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
	Périodes de sensibilité des poissons											
	Période de frai							Travaux en rivière				
	Périodes de sensibilité des amphibiens											
	Période de reproduction								Travaux en milieux aquatiques stagnants			
			Travaux sur boisements, prairies et haies		Période d'hivernage							
	Périodes de sensibilité des reptiles											
	Période de reproduction et d'hivernage							Travaux tous types de milieux				
	Périodes de sensibilité des insectes											
	Travaux en prairies		Période de reproduction					Travaux en prairies				
	Périodes de sensibilité des oiseaux											
	Travaux en milieux boisés		Période de nidification			Travaux en milieux boisés						
	Périodes de sensibilité pour les chauves-souris											
	Période d'hivernage et de reproduction							Travaux en milieux boisés				
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction accidentelle des individus d'espèce en phase travaux 											
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Faune et flore 											
Gains escomptés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eviter la destruction accidentelle des individus d'espèce en phase travaux 											

5.3. Balisage et évitement des zones sensibles en bordure des emprises

SUR LE PLAN ENVIRONNEMENTAL	
<p>Principe & objectifs Justification(s)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'objectif de cette mesure est d'éviter que les entreprises en charge des travaux ne dégradent accidentellement les milieux non concernés par le projet mais situés à proximité immédiate. En effet, plusieurs milieux d'intérêt peuvent être présents en bordure immédiate des zones de chantier. <p>Le balisage mis en place devra donc nécessairement être respecté par les entreprises en charge des travaux pour supprimer ces impacts potentiels temporaires. Ce balisage sera matérialisé par l'installation de clôtures pérennes ou par l'installation de rubalise fixée à des piquets en fonction des enjeux sur chaque secteur.</p> <p>Afin de sensibiliser les entreprises sur le terrain, des panneaux explicatifs seront installés sur les clôtures pour signifier l'intérêt de protéger ces zones.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">©BIOTOPE</p> <p>L'ingénieur-écologue en charge du suivi écologique du chantier sera chargé de veiller au respect de cette contrainte sur le chantier. Il assistera VNF et les entreprises pour la mise en place du balisage et vérifiera ensuite régulièrement leur état. Il signalera toute dégradation aux entreprises, qui auront la charge des réparations.</p>
<p>Impacts visés</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction accidentelle des zones sensibles en bordure du chantier
<p>Groupes biologiques bénéficiaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Faune et flore
<p>Gains escomptés</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Éviter la dégradation accidentelle des zones sensibles en bordure du chantier

5.4. Déplacement des espèces végétales protégées (Grande Sanguisorbe et Œnanthe à feuilles de silaüs...)

SUR LE PLAN ENVIRONNEMENTAL	
<p>Principe & objectifs Justification(s)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cette mesure est à caractère expérimental et vient en complément des mesures de compensation et d'accompagnement qui seront mises en place. Elle comprend 5 étapes : <ol style="list-style-type: none"> 1. Mise à jour de la localisation des stations La première étape consistera tout d'abord à réaliser un nouvel inventaire des espèces végétales au cours de la période favorable précédant le démarrage des travaux. La période la plus favorable pour réaliser cette étape est le moment où les espèces sont les plus développées et les plus détectables : lors de la floraison (et début de fructification). L'objectif est de vérifier que les stations détectés lors des inventaires préliminaires sont toujours présentes avant les travaux et si de nouveaux pieds se sont développés depuis la réalisation de l'état initial. Les pieds seront recensés sur le terrain et localisés au GPS. Si les pieds ne sont pas isolés mais forment des stations surfaciques, le contour des stations sera pointé au GPS et des piquets sont plantés.  <p style="text-align: center;">©BIOTOPE</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Étude et choix des zones de réimplantation Une étude préalable spécifique devra être réalisée afin d'étudier les différentes possibilités et sites d'accueil pour la réimplantation. Les zones de réimplantation d'une espèce devront réunir les conditions écologiques nécessaires au bon développement de cette espèce. 3. Modalités de prélèvement L'étape suivante consistera à prélever les individus des espèces à l'aide

	<p>d'engins de travaux publics (pelle avec godet adapté).</p>  <p>©EIFFAGE</p> <p>4. Transfert et réimplantation Les godets de stations prélevés sont transportés de suite et implantés dans les secteurs prévus à cet effet.</p> <p>5. Suivi à long terme après transplantation Un suivi biologique sera mené à long terme pour évaluer la reprise des espèces déplacées.</p>												
Impacts visés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Destruction d'espèces végétales protégées (Grande Sanguisorbe et Cenanthe à feuilles de silaüs....) 												
Groupes biologiques bénéficiaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Flore 												
Gains escomptés	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pérenniser la présence de l'espèce dans l'aire d'étude par le biais d'un transfert de sol et de stations d'espèces végétales protégées. 												
LES CONTRAINTES													
Contraintes identifiées	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mesure expérimentale ■ Calendrier biologique 												
Contraintes pour la phase chantier	<ul style="list-style-type: none"> ■ Planning de travaux <p>Légende : période non favorable / période favorable au déplacement</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: #c00000; color: white;">J</td> <td style="background-color: #c00000; color: white;">F</td> <td style="background-color: #c00000; color: white;">M</td> <td style="background-color: #c00000; color: white;">A</td> <td style="background-color: #c00000; color: white;">M</td> <td style="background-color: #c00000; color: white;">J</td> <td style="background-color: #c00000; color: white;">J</td> <td style="background-color: #c00000; color: white;">A</td> <td style="background-color: #c00000; color: white;">S</td> <td style="background-color: #008000; color: white;">O</td> <td style="background-color: #008000; color: white;">N</td> <td style="background-color: #c00000; color: white;">D</td> </tr> </table>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
ÉLÉMENTS FINANCIERS													
Éléments de cout	<ul style="list-style-type: none"> ■ 100 000 € HT/Ha (comprenant prélèvement de graines et des stations, assistance des entreprises déplaçant les stations des deux espèces, préparation des sites d'accueil, transfert/réimplantation ...) 												
POINTS DE FAISABILITÉ À ÉVALUER EN DÉTAIL													
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dimensionnement et réussite de cette mesure (retour d'expérience) 												

5.5. Typologie des berges à l'échelle du projet

SUR LE PLAN ENVIRONNEMENTAL	
<p>Principe & objectifs Justification(s)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ La chenalisation de la Seine ainsi que tous les aménagements connexes (rescindements, reprofilage des berges) va entraîner un changement des milieux pour la faune et la flore. <p>Actuellement les berges naturelles de la Seine représentent des secteurs favorables à la flore et à la faune. La ripisylve permet une stabilisation des berges autant qu'une régulation des transferts hydrogéologiques entre le cours d'eau et la nappe d'accompagnement. Le remplacement de cette végétation et l'artificialisation affectera les échanges hydriques entre lit mineur et lit majeur. La ripisylve est également un milieu de vie pour de nombreuses espèces de faune : oiseaux, mammifères, reptiles, chauves-souris, aussi bien en termes de lieux de reproduction mais aussi d'habitats de chasse. Enfin, les racines de la ripisylve peuvent fournir des supports de ponte pour certaines espèces de poissons ainsi que des lieux de grossissement pour les alevins.</p> <p>Outre les secteurs boisés, des secteurs de berges érodées peuvent être intéressants pour certaines espèces caractéristiques des grands fleuves comme par exemple le Martin-pêcheur d'Europe ou l'Hirondelle de rivage (ces oiseaux creusant leurs nids dans les berges à nu).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">©(D. Froment – BIOTOPE)</p>

	<p>Le traitement en génie végétal et les mesures de reconstitution de ripisylve sont réalisés par un ingénieur écologue et non uniquement par un paysagiste. Les espèces utilisées seront des espèces autochtones résistantes et typiques des milieux.</p>  <p style="text-align: center;">©VNF</p>																																																
<p>Impacts visés</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diminution des transferts hydrogéologiques entre le cours d'eau et la nappe d'accompagnement. ■ Modification des échanges hydriques entre lit mineur et lit majeur. ■ Destruction d'habitats pour la faune. ■ Destruction d'habitats patrimoniaux ainsi que de la flore associée. 																																																
<p>Groupes biologiques bénéficiaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Oiseaux, mammifères, reptiles, chauves-souris, poissons. 																																																
<p>Gains escomptés</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Régulation des transferts hydrogéologiques entre le cours d'eau et la nappe d'accompagnement. ■ Maintien des échanges hydriques entre lit mineur et lit majeur. ■ Maintien des habitats pour la faune. ■ Maintien d'habitats patrimoniaux ainsi que de la flore associée. 																																																
LES CONTRAINTES																																																	
<p>Contraintes identifiées</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Secteurs à forts enjeux humains 																																																
<p>Contraintes pour la phase chantier</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ En lien avec le phasage des travaux en fonction du cycle biologique des espèces <p>Légende : période non favorable / période favorable aux travaux en berges</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="12" style="background-color: #e0e0e0;">Berge boisée</td> </tr> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="background-color: #e0e0e0;">Berge de type prairiale</td> </tr> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> </table>	Berge boisée												J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Berge de type prairiale												J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Berge boisée																																																	
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																						
Berge de type prairiale																																																	
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																						

ÉLÉMENTS FINANCIERS	
Éléments de cout	<ul style="list-style-type: none"> ■ De 0 à 200€/ml, à préciser en phase 3
POINTS DE FAISABILITÉ À ÉVALUER EN DÉTAIL	
Du point de vue écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mise en place de berges lagunées, 2H/1V, 3H/1V, 4H/V1, 5H/1V (H horizontal / V vertical). ■ Maintien des berges naturelles ■ Maintien de berges érodées ■ Pour être en mesure d’opérer un choix dans les techniques proposées et de décrire l’opération, le profil de berge doit faire l’objet d’une description précise. Des compléments d’études de type levées topographiques ou données hydrogéomorphologiques seront envisagés et devront donner l’opportunité de définir pour les linéaires concernés : hauteur d’eau, profil (effet de l’érosion liée au batillage), pente, structure (matériaux, stabilité).

6. Synthèse et conclusions

L'ensemble des mesures proposées dans le cadre des études d'opportunité pour éviter ou réduire les impacts générés par le scénario 3 brut et parvenir au scénario 3 révisé tel qu'il a été présenté lors du débat public a fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la phase 2 de la présente étude.

Il ressort que les mesures proposées sont globalement pertinentes et ont un niveau d'efficacité positif à très intéressant au regard des objectifs recherchés. Cela n'empêche pas que certaines mesures doivent être précisées lors des phases d'études ultérieures ou faire l'objet d'adaptations de façon à ce que leurs effets puissent être optimisés.

Ce rapport s'est attaché notamment à :

- Faire la liste des points de faisabilité à préciser dans les phases d'études ultérieures. Certains de ces points pourront déjà être abordés lors de la phase 3 de l'étude,
- Indiquer des adaptations envisageables pour un certain nombre de mesures. Ces adaptations permettent généralement, soit d'augmenter l'efficacité de la mesure, soit de prendre en compte des aspects qui n'étaient pas forcément abordés dans le cadre des études d'opportunité.

Enfin, un certain nombre de **mesures complémentaires** ont été préconisées. Elles portent notamment sur :

- La diversification des profils de berges envisagés,
- Le calendrier de réalisation des travaux en fonction des contraintes liées aux différentes espèces,
- Le déroulement de la phase travaux.

Certaines de ces mesures feront l'objet de développement au cours de la phase 3 de l'étude.

ANNEXE 1

Tableau de comparaison des surfaces d'enjeux écologiques selon les emprises des scénarii 3 brut et révisé

Légende du tableau :

Diminution plus ou moins importante des surfaces impactées				Augmentation plus ou moins importante des surfaces impactées			
+++			+	-			---

	Surface impactée (ha)		Evolution	
	Scénario 3 brut	Scénario 3 révisé	Tendance	%
Habitats				
Exceptionnel	8,8	8,9	↗	1,5%
Très fort	51,0	50,3	↘	1,4%
Moyen	15,3	14,5	↘	5,8%
Non déterminé	85,4	83,3	↘	2,4%
Flore				
Faible	8,2	6,6	↘	19,4%
Fort	16,6	15,7	↘	5,1%
Moyen	5,4	5,1	↘	5,6%
Non déterminé	107,8	107,4	↘	0,3%
Très fort	22,6	22,2	↘	2,1%
Mollusque				
Très fort	5,2	3,2	↘	39,0%
Fort	26,1	27,1	↗	4,2%
Faible	25,4	25,2	↘	0,8%
Non déterminé	103,9	101,5	↘	2,3%
Insectes				
Très fort	5,7	5,3	↘	6,5%
Fort	1,4	1,4	↗	0,4%
Moyen	1,8	1,6	↘	11,2%
Non déterminé	151,7	148,7	↘	2,0%
Reptiles				
Très fort	0,2	0,2	↘	4,2%
Fort	71,2	64,4	↘	9,7%
Moyen	19,8	19,8	↗	0,2%
Faible	48,8	52,0	↗	6,6%
Non déterminé	20,5	20,6	↗	0,4%
Amphibiens				
Moyen	136,6	133,9	↘	2,0%

	Surface impactée (ha)		Evolution	
	Scénario 3 brut	Scénario 3 révisé	Tendance	%
Faible	4,4	4,5	↗	0,5%
Non déterminé	19,5	18,6	↘	4,4%
Poissons				
Fort	3,4	2,8	↘	16,4%
Moyen à fort	6,3	7,4	↗	17,4%
Moyen	78,3	81,6	↗	4,2%
Faible	50,8	49,3	↘	2,9%
Non déterminé	21,8	15,9	↘	27,2%
Oiseaux				
Très fort	4,0	4,0	≈	0,0%
Fort	6,8	3,3	↘	50,5%
Moyen à fort	64,0	70,0	↗	9,4%
Moyen	85,8	79,6	↘	7,2%
Faible	0,0	0,0	↘	0,7%
Mammifères				
Fort	20,6	15,9	↘	22,9%
Moyen	14,2	15,0	↗	5,2%
Faible	125,8	126,1	↗	0,3%



ANNEXE 2

Comparaison (benchmark) – Fiches « Projets »

LOCALISATION

Cours d'eau : Deûle
 Département (s) : Nord, Pas-de-Calais
 Région (s) : Nord-Pas-de-Calais
 Pays (s) : France



DESCRIPTIF DU PROJET

Maitre d'ouvrage : Voies Navigables de France

Description générale : Recalibrage au gabarit 3000 tonnes (Va) de la Deûle entre Sequedin et Deûlémont sur 15 km, sur une section actuellement au gabarit 1500 tonnes (IV).

- Travaux :**
- Aménagements des berges sur 9,9 km : enrochements ou gabions végétalisés (3 500m), palplanches (470 m), rempiètements sous fluvial végétalisés avec talus végétalisés (2 000 m)
 - Elargissement et approfondissement par le dragage mécanique de 935 00 m³ de produits de curages et de terres : 185 000m³ de sédiments et 750 000m³ de terres franches
 - Libération d'une emprise de 3,50 m en bordure de rivière pour la réalisation du chemin de service
 - Aménagement de 3 terrains de dépôts des matériaux extraits : deux au bord du canal (communes d'Haubourdin et Quesnoy sur Deule) et un sur les terres (Emmerin)

Avancement Etudes : Terminées (2007- 2009)
du projet : Travaux : En cours (2009-2013)

IMPACTS ET MESURES

Eléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Dépôt des produits de dragage	Dégradation de la qualité des eaux souterraines	Couverture des terrains de dépôt
		Mise en place d'un réseau piézométrique pour le suivi de la qualité des nappes
		Collecte, décantation, surveillance des eaux issues du ressuyage des sédiments et du ruissellement sur les sédiments
		Gestion des eaux après dépôt
Phase de travaux et chantier	Pollution temporaire des eaux de la Deûle	Mise en dépôt à une cote supérieure par rapport au niveau le plus haut de la nappe
		Suivi de la qualité de l'eau en amont et aval du chantier pour déterminer la fréquence d'extraction si des seuils de qualité sont franchis
		Période de travaux hors période sensibles de hautes crues
		Matériel dans la voie d'eau limité au strict nécessaire
Recalibrage	Destruction d'habitats	Adaptation du planning d'intervention des travaux sur les berges et terrains de dépôts par rapport aux périodes d'activités de la faune et la flore
		Nuisances sonores
		Dragage et transport des sédiments par voie d'eau (par barge)
		Diminution décimétrique des niveaux d'eau à l'aval
Travaux sur les terrains de dépôt	Destruction des frayères potentielles	Préservation des berges lagunées
		Impacts sur les berges
		Dégradation de zones aux enjeux écologiques forts (zones humides, friches humides, prairies)
Réfection des défenses des berges en enrochement	Appauvrissement de la diversité paysagère	Préservation de la bande boisée
Augmentation du trafic fluvial	Dégradation de la surface des terrains et d'une variété d'habitats	Impact temporaire sur la faune et la flore par destruction de milieux

Mesures de compensation

Protection des espaces à enjeux écologiques forts et de certains secteurs à enjeux écologiques moyens

Protection d'espèces d'amphibiens

Aménagements paysagers sur les terrains de dépôts :

- Ouverture des milieux fermés
- Diversification paysagère par la création d'espaces bocagers sur les terrains de dépôts ouverts au public : prairies de fauches, haies diversifiées, prairies humides avec mares, bandes boisées et bosquets
- Respect de la visibilité du patrimoine architectural

Aménagements des berges :

- Gestion ou restauration écologique de 5 lagunes existantes
- Création de mosaïque d'espaces paysagers et écologiques le long des berges : lagunes en eau stagnante et/ou semi-stagnante, roselières, bosquets humides, ripisylve, prairies humides de fauche, recréation d'habitats pour les poissons
- Végétalisation des berges et amélioration écologique des enrochements : 2 km de berges végétalisées en rempiètement sous-fluvial par la pose d'un boudin géotextile coco contenant des rhizomes de phragmites et des plants et semences d'autres héliophytes

Intégration de sentiers d'accueil et cheminement du public :

- Aménagement du chemin de halage le long des berges lagunées
- Aménagement d'un sentier bocager sur les terrains de dépôts

Plan de gestion écologique

Réduction du risque inondation par diminution du ruissellement : prairies à fauche tardive, infiltration éventuelle de l'excédent au niveau des noues

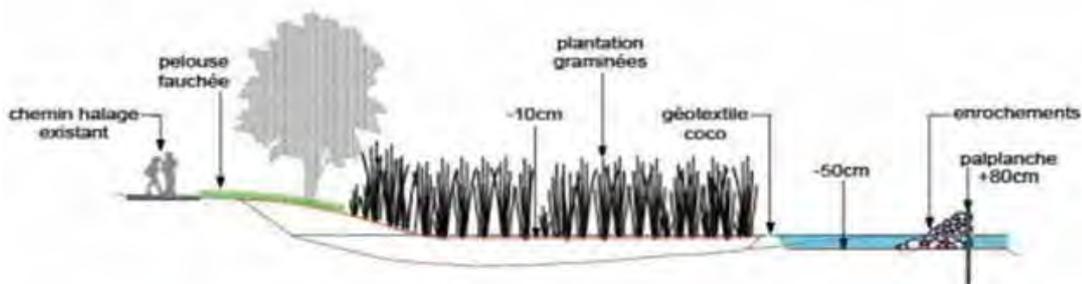
Renforcement du rôle de corridor biologique joué par la Deûle canalisée et ses milieux connexes

COÛTS

Poste	Coûts
Total	27 M€

RETOUR D'EXPERIENCE

ILLUSTRATIONS



Aménagement de la lagune Hantson à Quesnoy



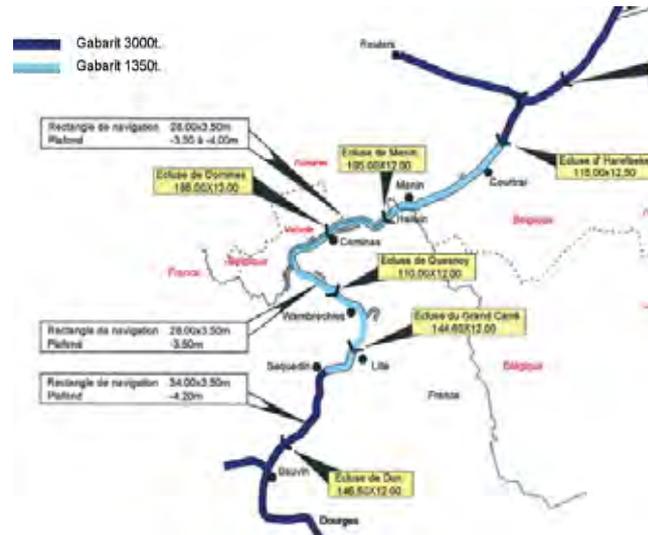
Lagune



Aménagement après dépôt sur un terrain à Halluin

LOCALISATION

Cours d'eau : Lys
 Département (s) : Nord
 Région (s) : Nord-Pas-de Calais, Flandres, Wallonie
 Pays (s) : France, Belgique



DESCRIPTIF DU PROJET

Maitre d'ouvrage : Voies Navigables de France
 Description générale : Recalibrage de la Lys entre Deùlémont et Menin sur 17 km au gabarit 4400 tonnes (Vb), sur une portion actuellement au gabarit 1350 tonnes (IV).

- Travaux :
- Dragage et élargissement : extraction de 841 000 m³ de matériaux
 - Protection de berges en enrochements : en gabions (1520 m), et en rempiètements sous fluviaux végétalisés avec talus végétalisés (3 900 m)
 - Création d'un chemin de service sur 9 600 m
 - Aménagement d'un terrain de dépôt des sédiments extraits sur la commune de Warneton
 - Creusement d'un bassin de virement

Avancement du projet :
 Etudes : Terminées (2007 - 2010)
 Travaux : En cours (2010-2013)

IMPACTS ET MESURES

Voir les impacts du projet sur la Deùle car l'étude d'impact est commune aux deux projets

Mesures de compensation

Aménagements paysagers sur les terrains de dépôts avec respect de la visibilité du patrimoine
 L'aménagement d'un franchissement piscicole sur chacune des deux écluses de Comines et de Menin
 L'aménagement d'un fossé écologique dans la courbe de Deùlémont lors de la reprise des berges
 La valorisation écologique du délaissé de Deùlémont (valorisation des roselières, création de mares pour les amphibiens, reconnexion des liens hydrauliques)

COÛTS

Poste	Coûts
Traitement des berges	14,1 M€
Terrassement / dragage / gestion des matériaux	36,0 M€
Mesures compensatoires	6,3 M€
Autres	74,9 M€
Total	131,3 M€

RETOUR D'EXPERIENCE

ILLUSTRATIONS



Extrémité du bras mort de Deùlémont



Accès au bras mort de Deùlémont

LOCALISATION

Cours d'eau : Escaut
 Département (s) : Nord
 Région (s) : Nord-Pas-de-Calais
 Pays (s) : France



DESRIPTIF DU PROJET

Maitre d'ouvrage : Voies Navigables de France

Description générale : Recalibrage de l'Escaut au gabarit 3000 tonnes (Va) entre Trith-Saint-Léger et Mortagne-du-Nord

Travaux :

- Elargissement de la voie d'eau et curage des sédiments
- Protection de berges
- Aménagement des chemins de service
- Stockage sur des terrains de dépôt, notamment au secteur 101 de Maing

Avancement du projet : Etudes : Terminées
 Travaux : Terminés (fin en 2011)

ESURES

Mesures de compensation

Réaménagement de 500 mètres de berges avec un déblais-remblais de 6 500 m³
 Aménagement d'un complexe de lagunage à Fresnes-sur-Escaut sur 1800 mètres. Le complexe est protégé par un cordon d'enrochement et est formé de 3 lagunes stagnantes ou semi-stagnantes
 Remise en eau peu profonde des souches provenant de l'abattage de certains arbres
 Aménagement d'une prairie rustique et d'un engazonnement

COÛTS

Poste	Coûts
Lagunage	992 000 €

RETOUR D'EXPERIENCE

ILLUSTRATIONS

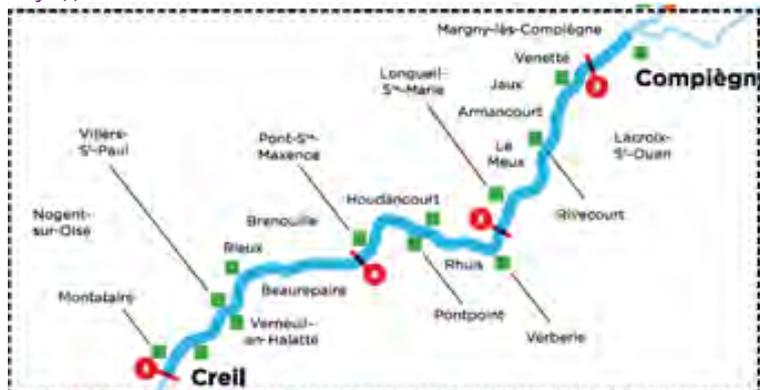


Lagunage à Fresnes-sur-Escaut et cordon d'enrochement (à droite)



LOCALISATION

Cours d'eau : Oise
 Département (s) : Oise
 Région (s) : Picardie
 Pays (s) : France


DESCRIPTIF DU PROJET

Maitre d'ouvrage : Voies Navigables de France
Description générale : Recalibrage de l'Oise au gabarit 4 400 tonnes sur un linéaire de 37 km sur 26 communes, comprenant des rescindements ponctuels
Travaux :

- Approfondissement du lit pour passer d'une profondeur de mouillage de 3 à 4 m
- Aménagement de berges
- Aménagement d'un site d'écrêtement des crues

Avancement du projet :

- Etudes : En cours 2010-2013
- Travaux : Début prévu pour 2014

IMPACTS ET MESURES

Eléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Recalibrage et rescindements	Réhaussement de la ligne d'eau et augmentation du débit de la rivière	Aménagement d'un site d'écrêtement des crues : gestion des cotes des plans d'eau d'avant crue
	Dégradation des milieux adjacents : peupleraies, forêts alluviales, friches humides	
	Dégradation de la ripisylve et des berges	Reconstitution de la ripisylve impactée et aménagements des quais
	Destruction totale de trois îles	
	Destruction de frayères	Reméandrage d'affluents et recréation de frayères
	Dégradation de la continuité piscicole au niveau des affluents	Recréation de confluences fonctionnelles
Extraction de matériaux	Destruction de l'habitat d'espèces protégées ou patrimoniales	Aménagement végétal des berges de façon à maintenir quatre corridors de passage pour la faune
	Pollutions liées aux dépôts des matériaux	Gestion des matériaux extraits : BTP pour les sables, réhabilitation de gravières pour les vases, valorisation par remblais associé à une couverture ou un stockage pour les matériaux non inertes
Phase de chantier	Destruction d'habitats	Suivi environnemental du chantier
		Prise en compte des zones sensibles dans la définition des emprises du chantier
	Pollution du cours d'eau	Adaptation du planning d'intervention des travaux sur les berges et terrains de dépôts par rapport aux périodes d'activités de la faune et la flore
		Zones de chantier à l'écart des zones humides et sensibles
		Stockage du carburant et matériel sur des aires aménagées, sécurisation des opérations de remplissage des réservoirs, collecte et évacuation des déchets du chantier, installation d'un système d'assainissement sur l'ensemble du site de travaux
	Production de matières en suspension	Drainage et collecte des eaux de ruissellement issues des terrassements dans des bassins de décantation avant rejet dans le cours d'eau
Isolation de l'ouvrage par des batardeaux pour les travaux dans le lit et transfert des eaux pompées dans un bassin de décantation		
Réalisation de décapages juste avant les terrassements		
Mise en végétation immédiate des talus, des fossés et berges des cours d'eau en saison favorable		
Développement des espèces invasives	Installation d'une toile de protection dans les secteurs sensibles à l'érosion	
	Humidification des sols en cas de sécheresse pour limiter l'envol de poussières	
Augmentation du trafic fluvial	Ralentissement du cheminement de l'eau dans les fossés provisoires ou définitifs en pieds de talus	
	Augmentation des effets du batillage sur les berges	Pas d'exportation des terres mises à nues Pas d'utilisation des terres mises à nues in situ Partie émergée des berges : protection de berges par des associations de génie civil et génie végétal en fonction de l'état actuel de la berge et du niveau d'enjeu (voir annexe 1)

Mesures de compensation

Cartographie des potentialités d'accueil des secteurs boisés pour les chauve-souris : marquage des arbres à cavités qui devront bénéficier d'un traitement spécifique

Préservation des secteurs de ripisylve en bon état de conservatio

Compensation à 150 % des zones humides

Aménagements des délaissés hydrauliques de Sarron et de Lacroix-Saint-Ouen comblés partiellement

- sur le secteur amont remblayé : mise en place d'une zone humide étagée et calée sur les niveaux de l'Oise
- sur le secteur aval : maintien d'une alimentation par l'Oise pour favoriser la fréquentation par les poissons, et diversification de la bathymétrie et des substrats
- mise en place de berges arborées, préservation de secteurs de berges abruptes pour certains oiseaux (martin-pêcheur, hirondelle)
- acquisition foncière pour une restauration de milieu naturel ou ouverture au public pour un sentier d'interprétation

Création de mares à proximité des sites de destruction des habitats d'amphibiens

Mise en place de batroducts pour favoriser la migration des amphibiens

Achat ou conventionnement pour la mise en gestion écologique de grands ensembles écologiques

Renaturation de gravières en zones écologiques

COÛTS

Poste	Coûts
Terrassement	71 M€
Traitement des berges	53 M€
Mesures écologiques et insertion paysagère	4 M€
Site d'écrêtement des crues	3 M€
Autres	66,2 M€
Total	197,2 M€

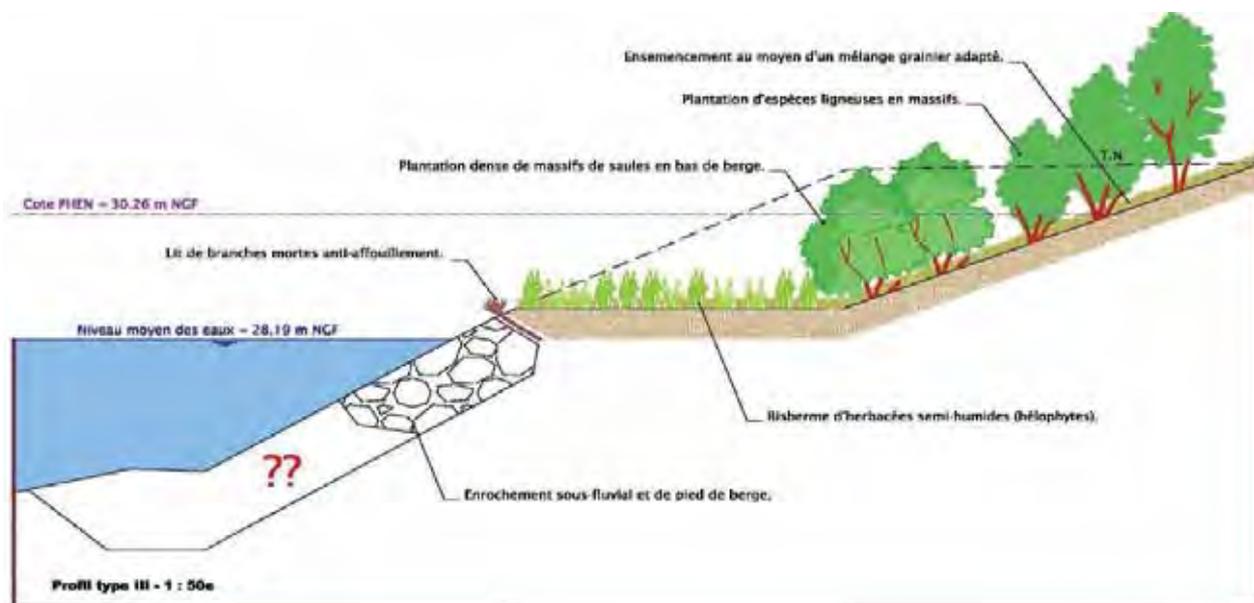
Mesure compensatoire	Estimation des coûts
Restauration et amélioration de frayères	10 000 - 20 000 €
Création de mares	1 500 - 3000 € / mares
Restauration de confluences avec des petits affluents	100 000 - 300 000 €/km
Batroduc	250 € / mètre linéaire

RETOUR D'EXPERIENCE

ILLUSTRATIONS



Site d'écrêtement de crues de Verneuil-en-Halatte



Profil de berges appliqué à des berges naturelles végétalisées potentiellement érodées

LOCALISATION

Cours d'eau : Moselle
 Département (s) : Moselle, Meurthe-et-Moselle
 Région (s) : Lorraine
 Pays (s) : France

DESCRIPTIF DU PROJET

Maitre d'ouvrage : Voies Navigable de France, délégation du Nord-Est
 Description générale : Approfondissement de la Moselle entre Richemont et Frouard, sur 68 km
 Travaux :

- Approfondissement du lit
- Protection de berges

 Avancement du projet : Etudes : Terminées
 Travaux : Effectués en 2001

IMPACTS ET MESURES

Mesures de réduction

Protection de berges par végétalisation des zones sensibles :

- installation d'une digue de 2 mètres de profondeur constituée de gabions et de fascines remplies de fibres de coco, sur un banc de sable formé par l'érosion
- installation d'un matelas de gabions en pied de berges associé à des fascines

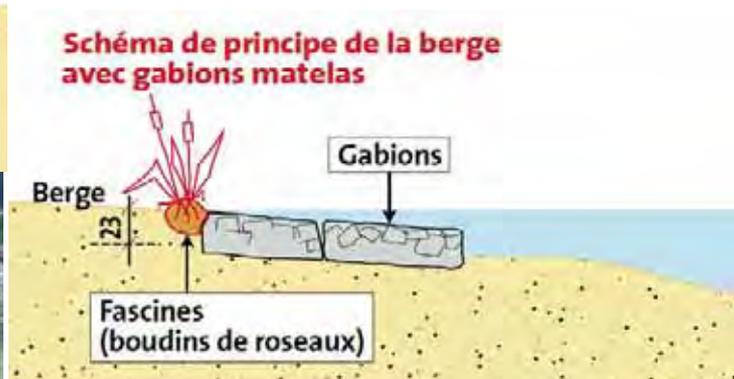
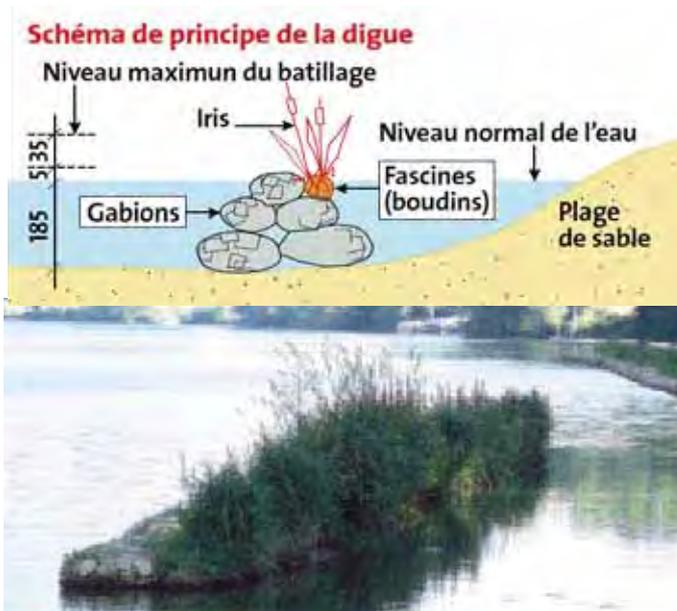
Les fascines installées dans les deux cas étaient pré-végétalisées : des iris et autres hélophytes ont été plantées et ont poussé en serre afin de garantir leur pérennité sur le site

COÛTS

Poste	Coûts
Protection de berges	9,2 M €
Total	92 M€

RETOUR D'EXPERIENCE

ILLUSTRATIONS



Aménagement des berges

LOCALISATION

Cours d'eau : Danube
 Département (s) :
 Région (s) :
 Pays (s) : Roumanie

DESCRIPTIF DU PROJET

Maître d'ouvrage : Ministère des transports de Roumanie

Description générale : Les travaux passés sur le Danube ont entraîné une modification des caractéristiques hydromorphologiques du fleuve et notamment un exhaussement du lit rendant difficile les conditions de navigation. Le projet consiste à réhabiliter le lit majeur du Danube en améliorant les conditions hydromorphologiques sur les goulots d'étranglement du secteur.



- Travaux :**
- Paroi de guidage des écoulements
 - Consolidation du fond avec un matelas de fagots
 - Curage du lit mineur
 - Protection de berges sur 300 m par une alliance de géotextile et d'enrochements

Avancement du projet : Etudes : Terminées
 Travaux :

IMPACTS ET MESURES

Eléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Dépôt de produits de dragage	Altération du milieu	Minimisation des quantités d'éléments extraits Remise à l'eau des éléments extraits
Phase de chantier	Modification du régime hydraulique	Utilisation de matériel flottant
		Réduction de la zone de chantier dans le lit mineur Séparation des travaux sur deux années Suivi de la bathymétrie
Phase de chantier	Impact sur les berges	Protection de l'ichtyofaune et en particulier l'esturgeon par la mise en place d'un calendrier de travaux adapté
		Circulation des engins confinée à une bande de largeur fixée Reconstruction des terrains et replantation après le chantier

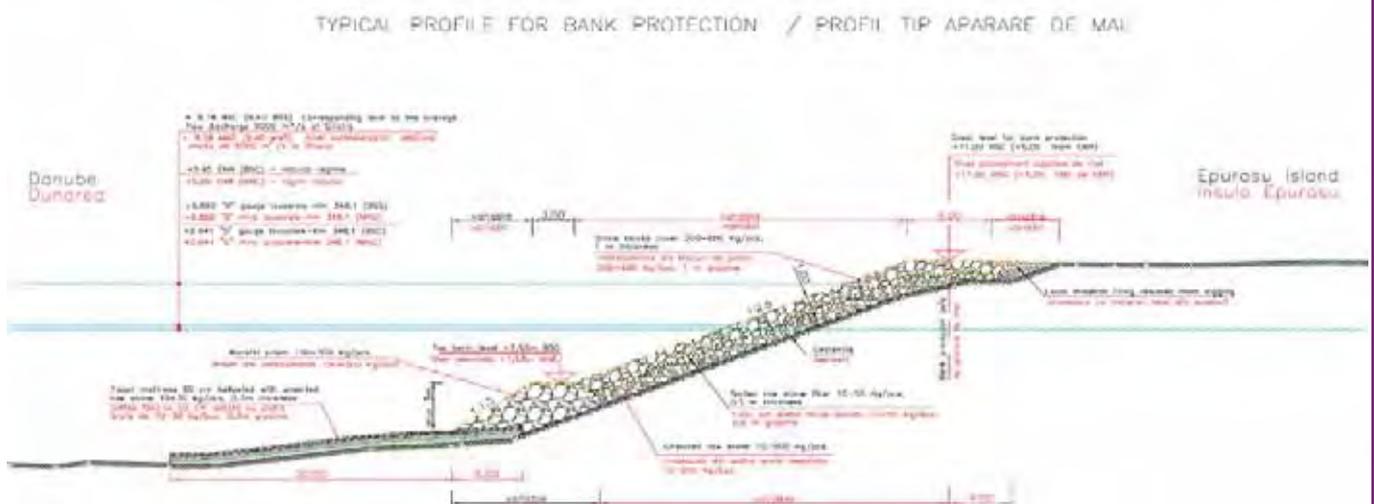
Mesures de compensation

Implantation d'un centre de suivi de la biodiversité
 Repeuplement du Danube en certaines espèces (Esturgeon, Cyprinus carpio, Silurus glanis ...)

COÛTS

RETOUR D'EXPERIENCE

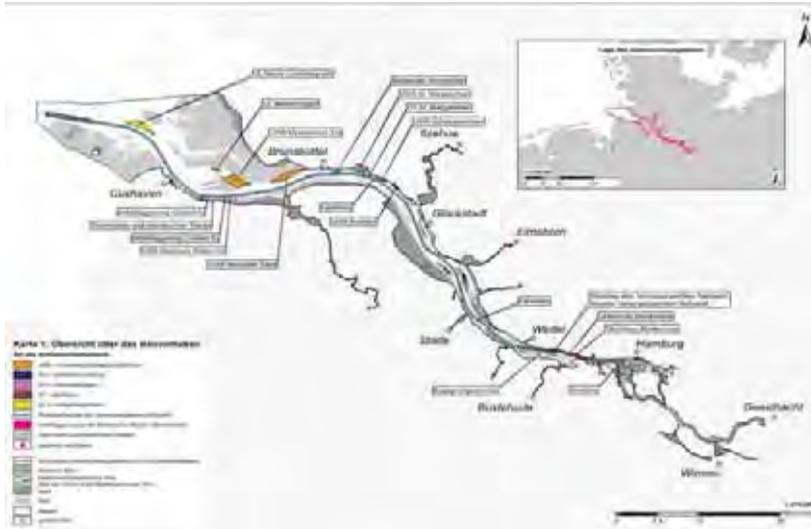
ILLUSTRATIONS



Aménagement des berges sur un des sites

LOCALISATION

Cours d'eau : Elbe
 Département (s) :
 Région (s) :
 Pays (s) : Allemagne



DESCRIPTIF DU PROJET

Maitre d'ouvrage : Autorités allemandes
Description générale : Recalibrage de la portion de l'Elbe entre le port d'Hambourg et l'estuaire sur 136 km pour obtenir jusqu'à 14, 5m de tirant d'air

- Travaux :**
- Aprofundissement du lit (de 20 mètres)
 - Construction de bassin d'attente et de stationnement et agrandissement de l'entrée du port
 - Aménagement de 5 sites de dépôts sous-marins, et de 2 sites brise-lame
 - Creusement de maintenance

Avancement du projet : Etudes : Etude d'impact Natural 2000 en 2011
 Travaux :

IMPACTS ET MESURES

Eléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Recalibrage	Modification des paramètres physiques et morphologiques, et notamment augmentation de la salinité → Impacts sur 5 sites Natura 2000 : 5 sites d'intérêt communautaires (SIC) et en particulier sur l'habitat "estuaire" et impacts sur une plante endémique (<i>Oenanthe conioides</i>)	Limitation de la vitesse des bateaux
Phase de chantier	Impacts sur la faune et les habitats	Restriction des périodes de travaux hors période de frai, de nidation et de périodes larvaires

Mesures de compensation

Conservation de l'espèce de poisson *Alosa fallax*
 Recréation de zones exposées à la marée puis renaturalisation du lit mineur
 Création de nouveaux habitats pour la plante endémique impactée, comprenant des digues au niveau des berges sur deux sites déterminés, à hauteur de 3 fois la surface actuelle potentiellement dégradée

COÛTS

RETOUR D'EXPERIENCE

ILLUSTRATIONS

LOCALISATION

Cours d'eau : Main
 Département (s) :
 Région (s) : Bavière
 Pays (s) : Allemagne



DESCRIPTIF DU PROJET

Maître d'ouvrage : Autorités allemandes

Description générale : Recalibrage du Main entre Wipfeld et Ottendorf sur 29 km, dans le cadre du Réseau Trans-Européen.

Travaux : Aprofundissement du lit de 2,50 m à 2,90 m et élargissement de 36 à 40 m.

Avancement du projet :
 Etudes : En cours : Etude impact Natura 2000 en 2013
 Travaux : Non commencés

IMPACTS ET MESURES

Éléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Recalibrage	Impacts sur 2 sites Natura 2000 (2 Stes d'Intérêt Communautaires), en particulier les habitats de forêt alluviale et les prairies de fauche	
Phase de chantier	Impacts globaux sur la faune et les habitats	Adaptation du calendrier d'abattage des arbres en fonction des périodes de nidification
	Impacts sur les macro-invertébrés faisant partie de la chaîne trophique de la vipère et du poisson <i>Rhodeus sericeus amarus</i>	Usage de machines à faible niveau sonore Réalisation des curages en plusieurs étapes successives
Aménagement des berges	Impacts sur la diversité des habitats	Aménagement des berges reconstruites par végétalisation : courbes, risberme, lagunes, en respectant les successions écologiques

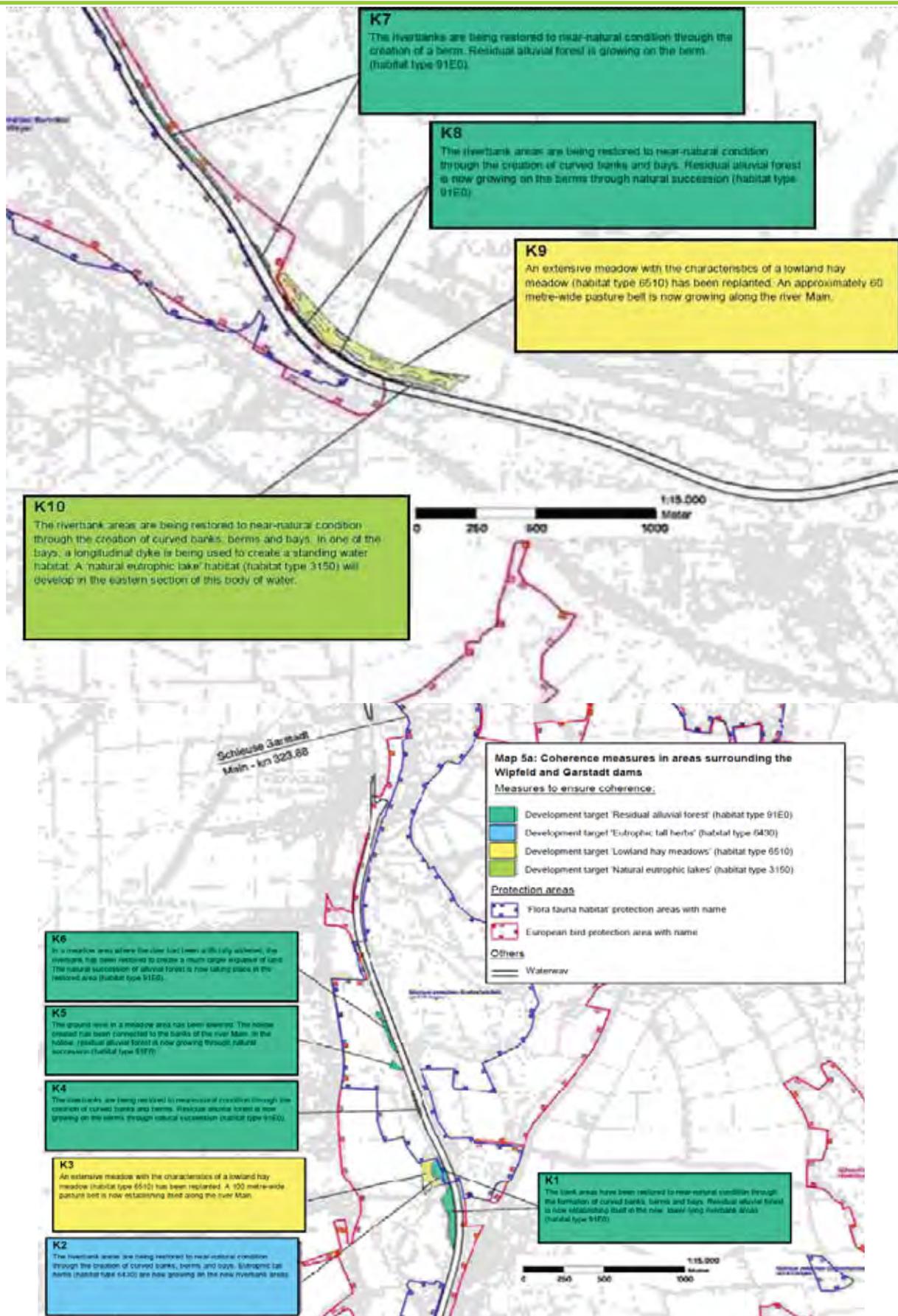
Mesures de compensation

Compensation de l'habitat "Forêts alluviales" dans un proportion de 1 pour 4 et compensation de l'habitat "prairies de fauche" dans une proportion de 1 pour 7
 Création d'une lagune stagnante le long d'une berge

COÛTS

RETOUR D'EXPERIENCE

ILLUSTRATIONS



Localisation des 10 mesures compensatoires

LOCALISATION

Cours d'eau : Danube
 Département (s) :
 Région (s) : Bavière
 Pays (s) : Allemagne

DESCRIPTIF DU PROJET

Maitre d'ouvrage : Rhein-Main-Donau Wasserstrassen GmbH
 Description générale : L'aménagement du Danube pour la navigation en Allemagne a conduit au rescindement d'un méandre (Oberauer Schleife). Le projet vise à restaurer une alimentation en eau du méandre et des zones connexes.
 Travaux : Pas de travaux prévus
 Avancement du projet : Etudes :
 Travaux :

IMPACTS ET MESURES

Eléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Déconnexion hydraulique du méandre par des digues	Disparition du débit dans le méandre	
	Perte des variations du niveau d'eau	
	Dégradation des communautés spécifiques aux zones humides	
	Absence de variations du niveau de la nappe en fonction des périodes de crues et d'étiage	

Mesures de restauration

Mesures pour préserver la qualité de l'eau et prévenir de l'eutrophisation
 Contrôle du niveau d'eau de la plaine alluviale adjacente par des inondations artificielles et des périodes de basses eaux
 Inondation artificielle de la partie amont de l'ancien méandre entre mi-Février et fin Mars
 Préservation des prairies alluviales pour les oiseaux
 Suivi des impacts du projet sur 10 ans

COÛTS

RETOUR D'EXPERIENCE

ILLUSTRATIONS



Méandre rescindé (Oberauer Schleife)

Inondation artificielle de la plaine alluviale



LOCALISATION

Cours d'eau : Morava
 Département (s) :
 Région (s) :
 Pays (s) : Slovaquie



DESCRIPTIF DU PROJET

Maitres d'ouvrage :

Description générale : Le recalibrage et la rectification de la Morava, ainsi que les protections de berges mises en place sur ce cours d'eau ont entraîné le rescindement de 24 méandres. La connexion latérale de la rivière a ainsi été supprimée. Le projet vise à restaurer la connexion hydraulique des anciens méandres.

Travaux : Reconnexion de 4 méandres à la Morava par l'amont et l'aval

Avancement du projet : Etudes :
 Travaux :

IMPACTS ET MESURES

Éléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Déconnexion hydraulique	Perte d'habitats marécageux et d'annexes hydrauliques et dégradation des zones humides adjacentes	Pas de mesure lors de la déconnexion des méandres
	Pénétration d'espèces invasives	
	Faible diversité dans le cours d'eau	
	Augmentation de la sédimentation et dégradation des anciens méandres	
	Erosion et déstabilisation des rives	

Mesures de compensation

Reconnexion de 4 méandres par l'amont et l'aval

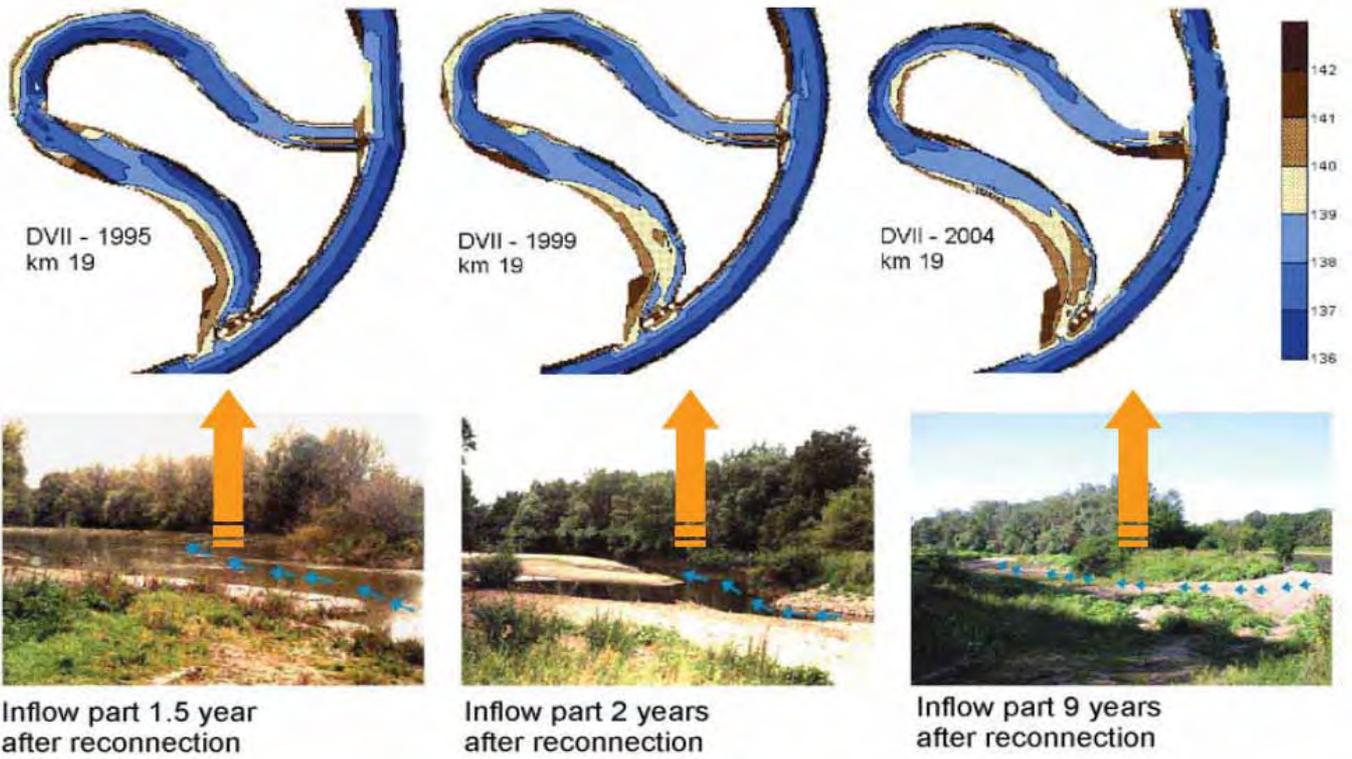
COÛTS

RETOUR D'EXPERIENCE

Empirement des conditions hydrauliques et écologiques : Un suivi des impacts écologiques et hydro-morphologiques a été effectué pendant 9 ans. Les bénéfices initiaux ont été une augmentation du débit qui a induit un changement du cortège de faune aquatique. Ces améliorations ont été constatées à court-terme. Une charge sédimentaire importante s'est déposée par la suite aux extrémités des bras, du fait d'une hydraulicité insuffisante. Par conséquent, les conditions hydrauliques et morphologiques sont devenues moins favorables, ce qui a atténué l'intérêt du projet. Ces résultats montrent que la dynamique de la rivière, le transport sédimentaire et le fonctionnement global de l'écosystème doivent être étudiés et pris en compte complètement avant la mise en place des mesures. Les mesures proposées pour palier à ces impacts et améliorer les effets du projet sont :

- L'intégration totale des méandres → réintégration de diversité, sinuosité
- La reconnexion uniquement par l'aval pour limiter la sédimentation

ILLUSTRATIONS



Dégradation successive du débit entrant dans un



Etat du méandre après reconnexion

LOCALISATION

Cours d'eau : Meuse, Moselle,
 Département (s) : Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Vosges,
 Région (s) : Lorraine
 Pays (s) : France

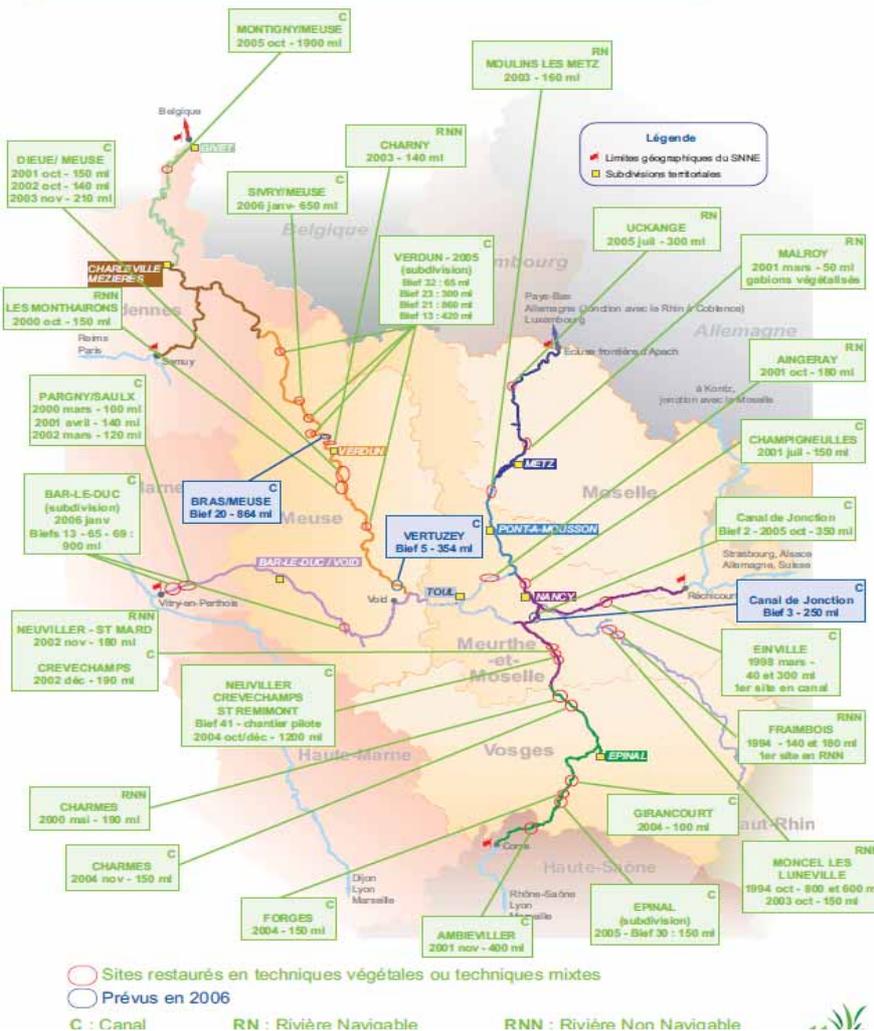
DESCRIPTIF DU PROJET

Maitres : Voies Navigables de
 d'ouvrage : France, Direction du Nord-
 Est

Description générale : Expérimentation de restauration de berges de rivières navigables, non navigables et de canaux avec des techniques alternatives au génie civil

Travaux : Aménagement de berges en génie végétal

Avancement du projet : Etudes : Terminées
 Travaux : Entre 1998 et 2002



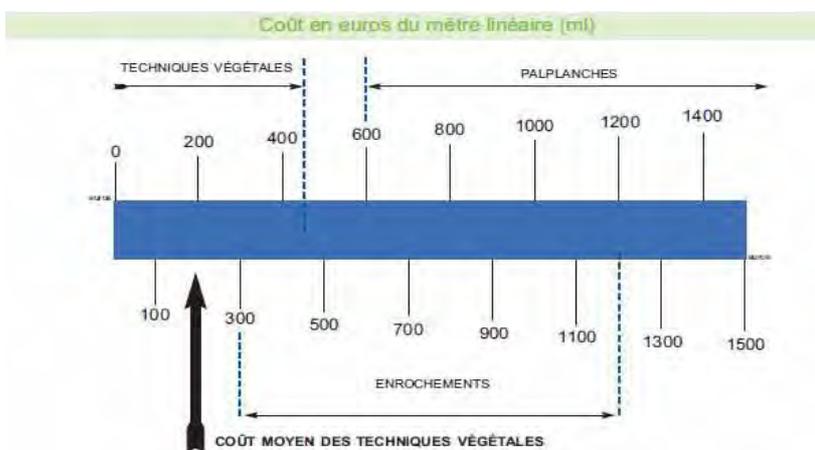
IMPACTS ET MESURES

Mesures de restauration

Types d'aménagements de berges (voir illustrations en annexe 2) :

- Caissons végétalisés et plages d'hélophytes - hydrophytes
- Fascines prévégétalisées sur demi-dosses à l'avant d'une frayère à vocation piscicole
- Plages d'hélophytes et d'hydrophytes
- Fascines sur demi-dosses
- Matelas d'hélophytes avec butée en enrochements
- Fascines prévégétalisées d'hélophytes
- Placettes pour observations naturalistes et/ou places pour des pratique halieutiques

COÛTS



RETOUR D'EXPERIENCE

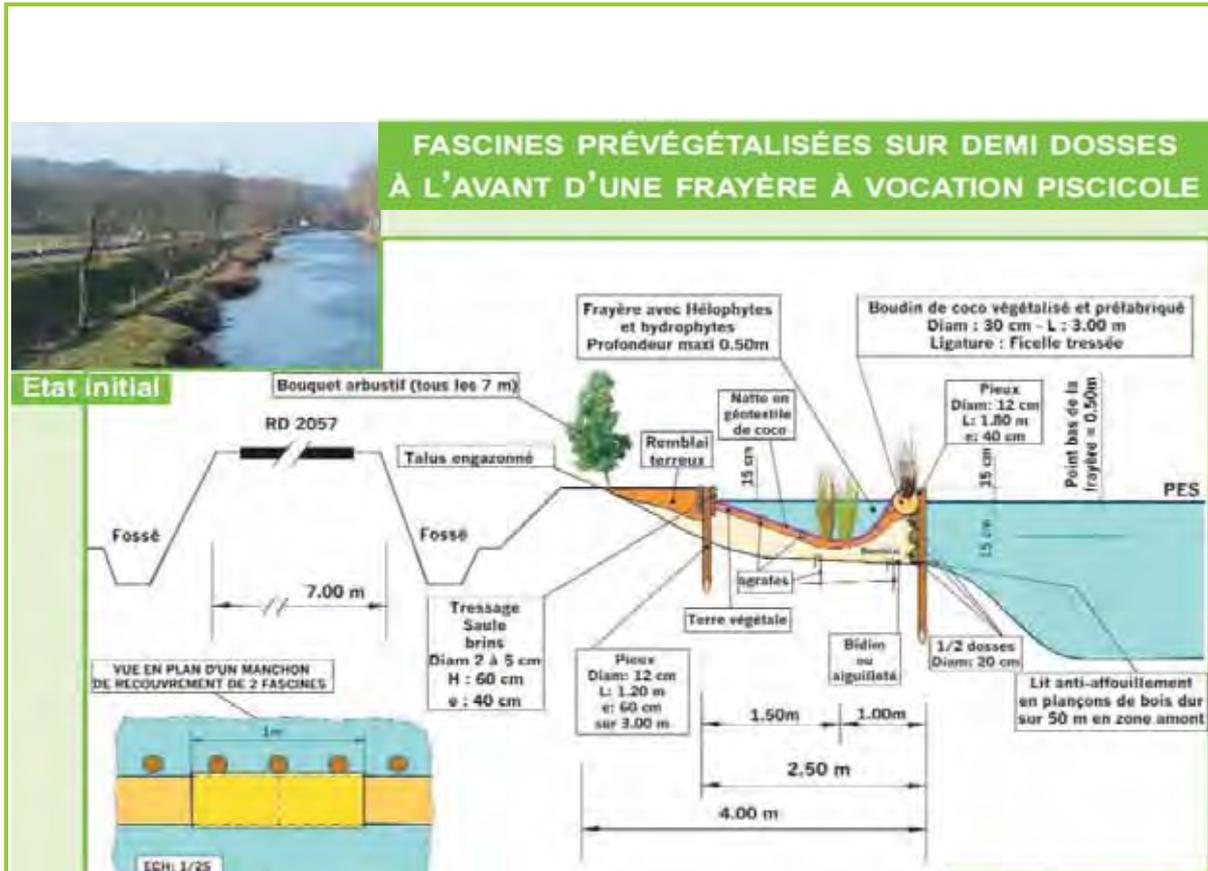
Caissons végétalisés et plages d'hélophytes - hydrophytes : Les hydrophytes en croissance participent à terme à la protection du pied de berge contre le batillage

Fascines révégétalisées à l'avant d'une frayère : La frayère permet l'abreuvement et le passage du gibier, et la population piscicole a colonisé la frayère.

Plages d'hélophytes et d'hydrophytes : Les hydrophytes et les hélophytes sont en pleine croissance. Les nénuphars se sont bien installés, la colonisation de cette zone est en cours.

Matelas d'hélophytes avec butée en enrochements : Présence d'escargots aquatiques, de grenouilles et d'alevins dans les trous de jonction des enrochements.

ILLUSTRATIONS



Exemple de l'évolution d'un type d'aménagement de berges : fascines pré-végétalisées à l'avant d'une frayère



LOCALISATION

Cours d'eau : Moselle
 Département (s) : Rhénanie-Palatinat
 Région (s) : Rhénanie-Palatinat
 Pays (s) : Allemagne

DESCRIPTIF DU PROJET

Maîtres d'ouvrage : WSA Koblenz et WSA Trier

Description générale : Lors des opérations de recalibrage de la Moselle pour faciliter la navigation, les berges entre Braunenenberg et Mülheim ont été aménagées par la mise en place d'enrochements libres. Ces berges très raides ont par la suite été impactées par le batillage. Ce projet vise à réduire ces impacts en restaurant les berges.

Travaux : Construction d'une digue parallèle à la berge sur 700 m

Avancement du projet : Etudes : Terminées
 Travaux : 1993

IMPACTS ET MESURES

Éléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Batillage	Dégradation de l'habitat des communautés de poissons et des invertébrés aquatiques entraînant un déclin de ces populations	Pas de mesure lors de l'aménagement initial des berges
Aménagement des berges	Manque d'habitats pour les amphibiens et de végétation aquatique	

Mesures de restauration

Construction d'un mur de dérivation de 700 m de long parallèle à la berge avec des points de connexion à la rivière, afin de créer une zone en eau peu profonde
 Programme de suivi sur 10 ans (1994-2004) avec des relevés morphologiques, faunistiques et de végétation

COÛTS

RETOUR D'EXPERIENCE

Haute efficacité écologique :

Augmentation de la diversité structurelle et amélioration des habitats pour de nombreuses espèces
 Diminution de l'impact du batillage : par exemple le cône alluvial du petit affluent qui représente une frayère potentielle pour les espèces rhéophiles est protégé grâce à la digue
 Conditions favorables à l'établissement de végétation aquatique
 Impact significatif sur les habitats des poissons limonophiles qui fraient sur des macrophytes comme les carpes et les tanches
Pas d'impact significatif sur la navigation

ILLUSTRATIONS



Digue



Affluence d'un petit ruisseau dans la partie protégée par la digue

LOCALISATION

Cours d'eau : Main
 Département (s) : Bavière
 Région (s) : Allemagne
 Pays (s) :

DESCRIPTIF DU PROJET

Maîtres d'ouvrage : Waterway New-construction Office (WNA)
Description générale : Lors des opérations de recalibrage du Main pour faciliter la navigation, des aménagements de berges ont été mis en place. Ce projet a pour but de réduire les impacts négatifs engendrés par ces aménagements.
Travaux : Aménagement d'un complexe de lagunes peu profondes connectées à la rivière
Avancement du projet : Etudes : Terminées
 Travaux : Fin des travaux en 1989

IMPACTS ET MESURES

Eléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Aménagement de berges	Perte de la mobilité latérale Déclin de la richesse biologique : invertébrés aquatiques et végétation rivulaire en particulier	Pas de mesure lors de l'aménagement initial des berges

Mesures de restauration

Aménagements effectués sur une ancienne terre de labour sur une surface de 5 hectares :

- zones de lagunes larges et peu profondes
- zones de graviers et de galets sans végétation
- zones de succession
- deux zones à pente très raide

Programme de suivi sur 10 ans (1991-2002) avec des relevés de végétation

COÛTS

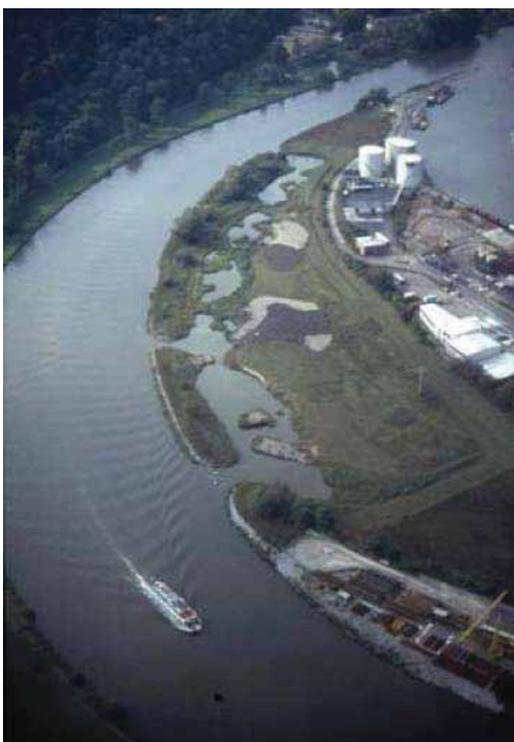
RETOUR D'EXPERIENCE

Haute efficacité écologique : les objectifs écologiques ont été atteints

Amélioration de la diversité structurelle des habitats par rapport aux berges en enrochement
 Diminution des impacts du batillage sur la zone de transition entre les milieux terrestre et aquatiques
 Les lagunes offrent un milieu favorable à l'implantation de végétation aquatique
 Agrandissement des zones d'habitats des amphibiens et enrichissement en espèces
 La diversité des habitats (pente abrupte, zones sans-végétation, prés, taillis, hautes herbes) offrent des Impact significatif sur les habitats pour les espèces de poissons limnophiles qui fraient sur des hydrophytes

Pas d'impact significatif sur la navigation

ILLUSTRATIONS



Zone humide aménagée en 1990



Vue aérienne de la zone aménagée en 1990

LOCALISATION

Cours d'eau : Main
 Département (s) :
 Région (s) : Bade-Wurtemberg
 Pays (s) : Allemagne

DESCRIPTIF DU PROJET

Maitres d'ouvrage : Waterway New-construction Office (WNA)

Description générale : Lors des opérations de recalibrage du Main pour faciliter la navigation, des aménagements de berges ont été mis en place. Ce projet a pour but de réduire les impacts négatifs engendrés par ces aménagements.

Travaux : Aménagement de zones en eau peu profondes le long des berges connectés à la rivière

Avancement du projet : Etudes : Terminées
 Travaux : Terminées en 1997

IMPACTS ET MESURES

Eléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Aménagement de berges en enrochements libres	Perte d'habitat pour les communautés de poissons, des invertébrés	Pas de mesure lors de l'aménagement initial des berges

Mesures de restauration

Aménagement d'un plan d'eau supplémentaire connecté à la rivière, le long de la berge
 Aménagement de berges plates, d'îles et de zones en eau peu
 Complilation d'un catalogue d'actions, pour un rapport d'expert, sur les améliorations écologiques d'un point dvue ornithologique, aux sites de mesures le long de la rivière Main

COÛTS

RETOUR D'EXPERIENCE

Efficacité écologique moyenne

Amélioration de la diversité structurelle des berges
 Agrandissement de la zone de transition entre la terre et la rivière
 Colonisation par des espèces spécifiques d'amphibiens et de végétation aquatique,
 Site propice à la succession naturelle
 L'aménagement d'une île non accessible aux visiteurs a permis la création d'une zone très riche en avifaune

ILLUSTRATIONS



Plan d'eau aménagé, 1997

LOCALISATION

Cours d'eau : Rhône
 Département (s) : Rhône, Savoie, Ain, Isère
 Région (s) : Rhône-Alpes
 Pays (s) : France



DESCRIPTIF DU PROJET

Maitres
 d'ouvrage : Compagnie Nationale du Rhône

Description
 générale : Le Rhône a été fortement aménagé par l'homme, et pour la protection contre les inondations, puis pour la navigation à grand gabarit et l'hydroélectricité au XX^{ème} siècle. Ce projet vise à réduire les impacts négatifs sur les annexes hydrauliques, et en particulier les anciens méandres (lônes).

Travaux : Reconnexion des lônes en deux phases d'un an pour chaque lône : travaux de génie civil puis de génie végétal. Les travaux ont porté sur un total de 24 km de lônes.

Avancement
 du projet : Etudes : Terminées
 Travaux : 1996 -2006

IMPACTS ET MESURES

Eléments impactants	Impacts négatifs	Mesures de réduction
Déconnexion des annexes	Ralentissement des écoulements de surfaces dans les lônes	Pas de mesures lors des aménagements initiaux
	Ralentissement des écoulements souterrains et baisse du niveau des nappes	
	Erosion de berges	
	Dégradation de la qualité des eaux	
	Banalisation du peuplement piscicole et du milieu nature	
	Développement de plantes envahissantes	

Mesures de restauration

Phase de génie civil :

- Débroussaillage des lônes et création de chemins d'accès pour le chantier
- Curage de certaines lônes
- Reconnexion de certaines lônes avec le Rhône, par des buses pour quelques unes (Lône de Lucey), par l'amont et/ou l'aval
- Retalutage des berges
- Remodelages du profil des lônes: aménagement de risbermes, de banquettes, de hauts-fonds ou de milieux connexes (roselières, mares)

Phase de génie végétal :

- Ensemencements
- Pose de fascines
- Couverture de saule
- Plantation d'hélophytes et de ligneux
- Gestion des espèces invasive (ex : Renouée du Japon)

Suivi scientifique de la restauration (CNRS, Cemagref) : suivi des paramètres physiques et biologiques

COÛTS

Poste	Coûts
Travaux	5,4 M€
Suivi	0,8 M€

RETOUR D'EXPERIENCE

Le suivi scientifique a permis d'identifier l'évolution de plusieurs paramètres écologiques et morphologiques des lônes après restauration :

Sédimentation :

- Une forte sédimentation touche de nombreuses lônes immédiatement après leur restauratiior
- Cette forte sédimentation initiale se ralentit significativement dans les premières années qui suivent les opération
- Variabilité des patrons granulométriques et sédimentaires et augmentation de la diversité de fonctionnement des milieux

Paramètres physico-chimiques :

- Pour plusieurs lônes, il n'y a pas de variation des paramètres physico-chimiques
- Deux lônes ont une variation des paramètres dans le sens d'un rapprochement vers les eaux fluviales , ce qui peut favoriser l'eutrophisation
- Deux lônes ont une variation des paramètres physico-chimiques dans le sens d'un rapprochement des eaux de la nappe, ce qui est dû à l'augmentation de l'alimentation par la nappe

Evolution des peuplement végétaux :

- Pour plusieurs lônes : favorisation d'espèces patrimoniales sensibles aux eaux souterraines
- Augmentation de la richesse spécifique à court-terme pour certains secteurs
- L'augmentation de la richesse spécifique n'est pas pérenne dans les lônes pour lesquels le recul est suffisant
- Peu d'impacts sur l'envahissement par l'Elodée de Nuttall

Diversité d'habitats :

- On n'observe pas d'amélioration du fonctionnement écologique pour la plupart des lônes, qui semblent toutes caractérisées par des eaux eutrophes et des processus d'alluvionnement après restauration, ce qui milite dans le sens d'une durabilité faible des états restaurés.
- Les modifications de conditions d'habitat des invertébrés dans les lônes restaurées sont, maximales dans les sites reconnectés directement avec le fleuve par rapport aux sites uniquement curés ou subissant l'influence de l'augmentation des débits réservés du vieux Rhône.

Evolution des peuplements d'invertébrés :

- Impacts importants sur les lônes reconnectées avec le Rhône qui subissent les changement les pus radicaux : la faune indique bien l'installation de communautés répondant à l'augmentation des contraintes hydrauliques, notamment à travers l'augmentation de la richesse des insectes Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères. Dans les sites restaurés par curage et / ou augmentation des débits dans le court-circuit, les modifications des métriques faunistiques sont peu ou pas significatives par rapport à l'état initial.
- Préservation d'une diversité de conditions de connectivité latérale, que la faune traduit par le maintien d'un gradient de communautés

Peuplement piscicole :

- 3 lônes présentent des bénéfices pour les communautés de poissons :
 - une mise à disposition des espèces de sites de reproduction (végétation aquatique) et de croissance des juvéniles complémentaires à celles présentes dans le chenal courant ;
 - la présence de sites plus ou moins lenticques possédant des abris importants utilisés par les adultes de
 - la présence de bras secondaires courants de petites dimensions offrant des conditions d'habitats lotiques
- Les autres lônes restaurées ne semblaient pas présenter de caractéristiques particulièrement intéressantes pour les poissons

Bilan

La restauration des lônes crée, dans la plupart des cas, des milieux neufs (par recreusement et/ou reconnexion au chenal actif). Les changements post-restauration mesurés sont les plus importants dans les annexes pour lesquelles les modifications des caractéristiques physiques sont les plus marquées (ouverture à l'amont et à l'aval créant des chenaux secondaires courants). Dans les autres annexes, le recul n'est pas suffisant pour mesurer des tendances post-restauration significatives. Les mesures effectuées témoignent de la « réaction » à court terme des peuplements. Les premiers résultats sont encourageants et certains descripteurs comme les poissons semblent réagir de manière rapide à la mise à disposition de nouveaux milieux. La réhabilitation des lônes, associée à la présence de lônes non-restaurées dans ce secteur offre une diversité d'habitats importante au sein de la plaine alluviale

Pistes d'évolutions

- éviter toute intervention susceptible de favoriser les dépôts d'alluvions dans les lônes : réouverture des bouchons aval, l'augmentation de la fréquence de débordements par arasement des bouchons amont si celle-ci est soumise à des dépôts d'alluvions
- évaluer les bénéfices potentiels de la poursuite de la réhabilitation de nouvelles lônes tout en laissant évoluer les lônes actuellement restaurées

ILLUSTRATIONS



Lône de Malourdie avant restauration

Lône de Malourdie après restauration

Compléments aux fiches « projet »

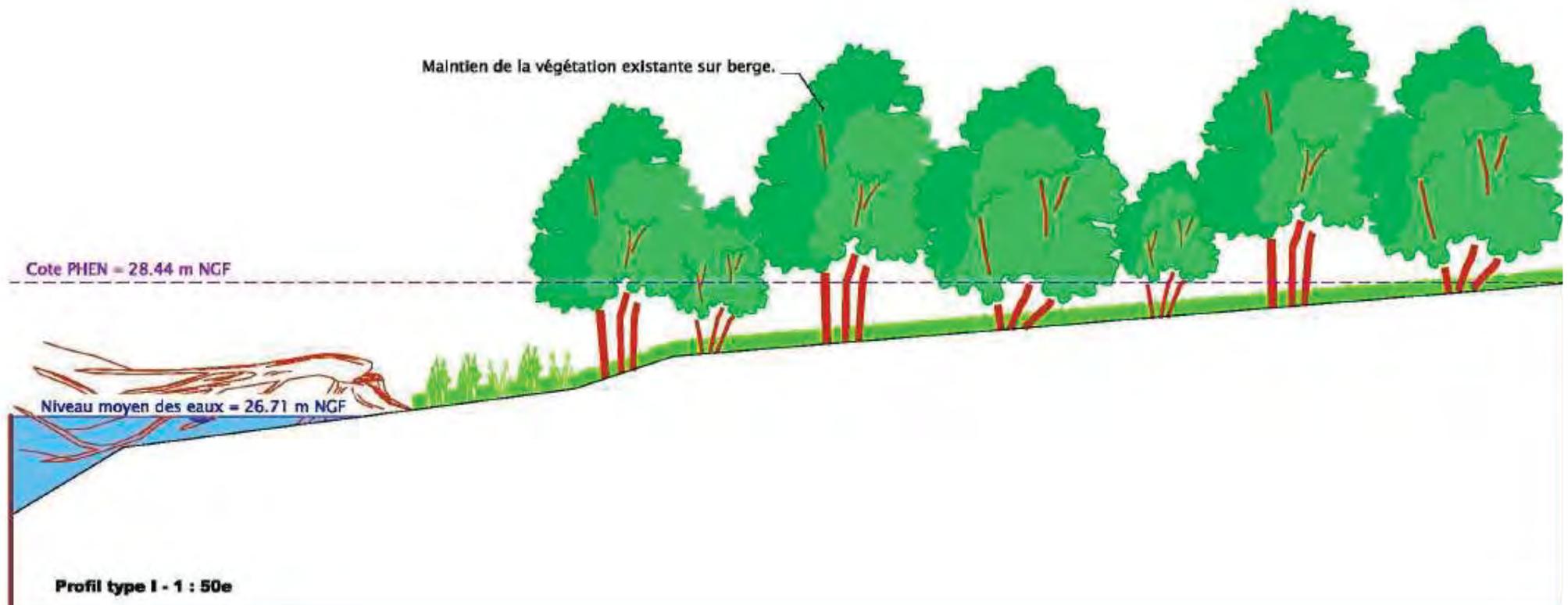
Sous Annexe 1 :

Profils de berges aménagés en fonction de l'état actuel des berges et du niveau d'enjeu dans le cadre de la mise à grande gabarit de l'Oise (MAGEO)

PROFIL TYPE 1

SITUATION TYPOLOGIQUE / CONTEXTE D'APPLICATION

Profil appliqué à des berges naturelles (végétalisées), équilibrées et sans érosion (type A), où le maintien de l'état actuel est proposé.

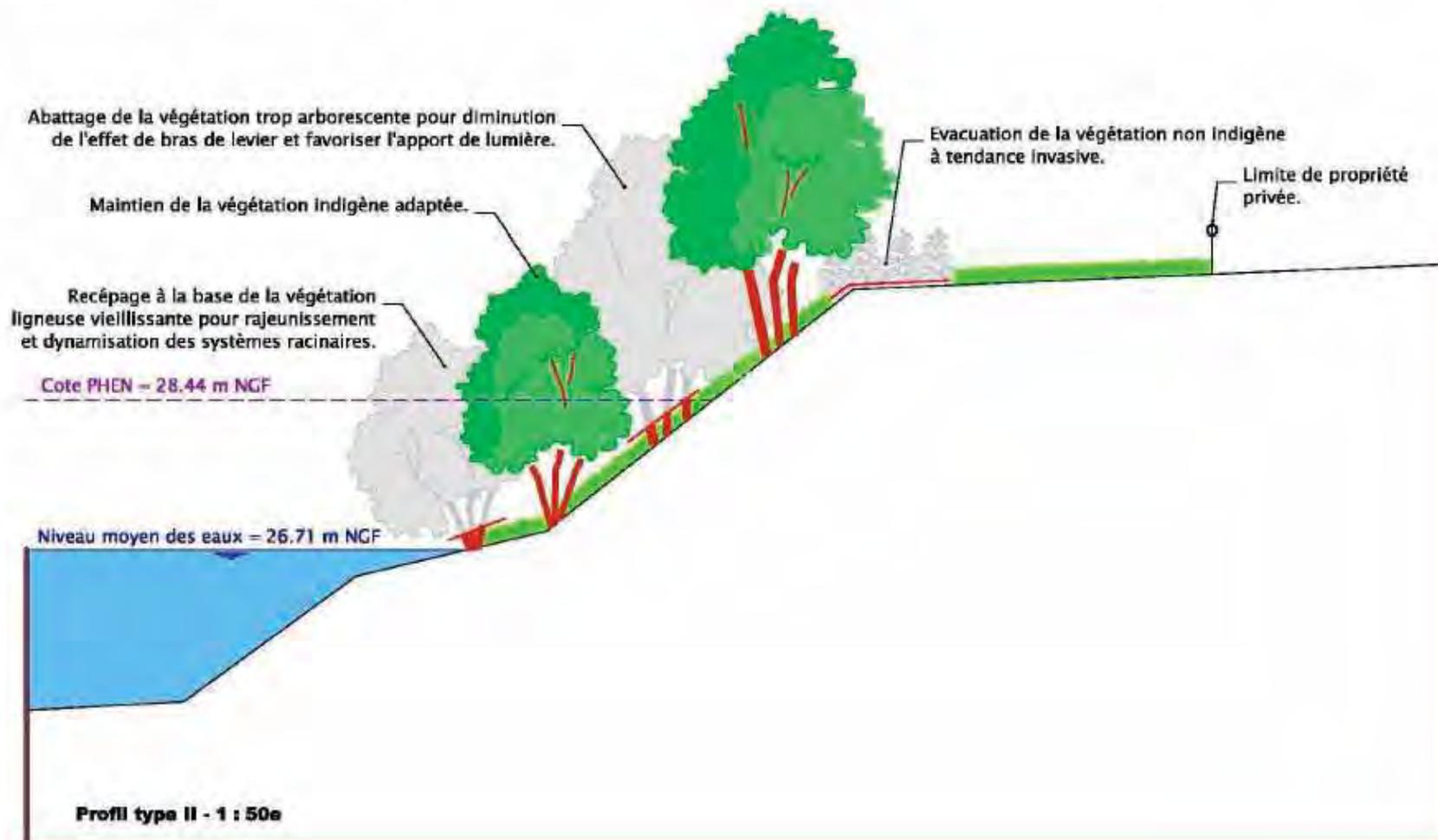


PROFIL TYPE 2

SITUATION TYPOLOGIQUE / CONTEXTE D'APPLICATION

Profil appliqué à des berges naturelles (végétalisées) potentiellement érodées (type B), maintenues mais où un entretien/gestion de la végétation existante est proposé.

COÛT D'APPLICATION AU METRE LINEAIRE : 100 €

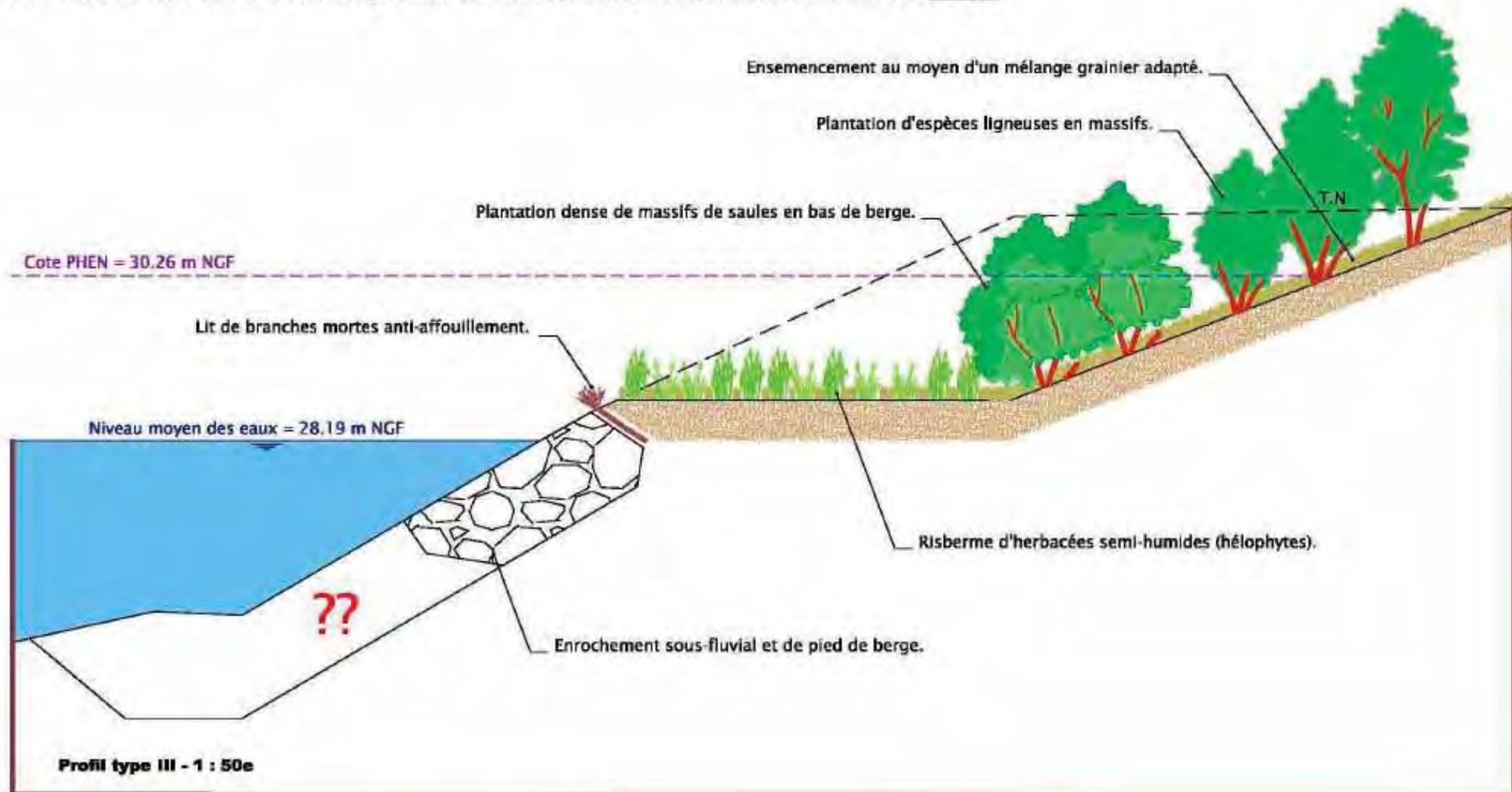


PROFIL TYPE 3

SITUATION TYPOLOGIQUE / CONTEXTE D'APPLICATION

Profil appliqué à des berges naturelles (végétalisées), potentiellement érodées (type C) mais où l'entretien/gestion de la végétation seul (profil type 2) n'est pas suffisant pour assurer la stabilisation de la berge à long terme. Un ouvrage de protection mixte est proposé. Ce profil est applicable lorsque les berges sont de faible hauteur, avec une emprise limitée.

COÛT D'APPLICATION AU METRE LINEAIRE (y compris garantie et suivi des aménagements durant 3 années) : 1 600 €

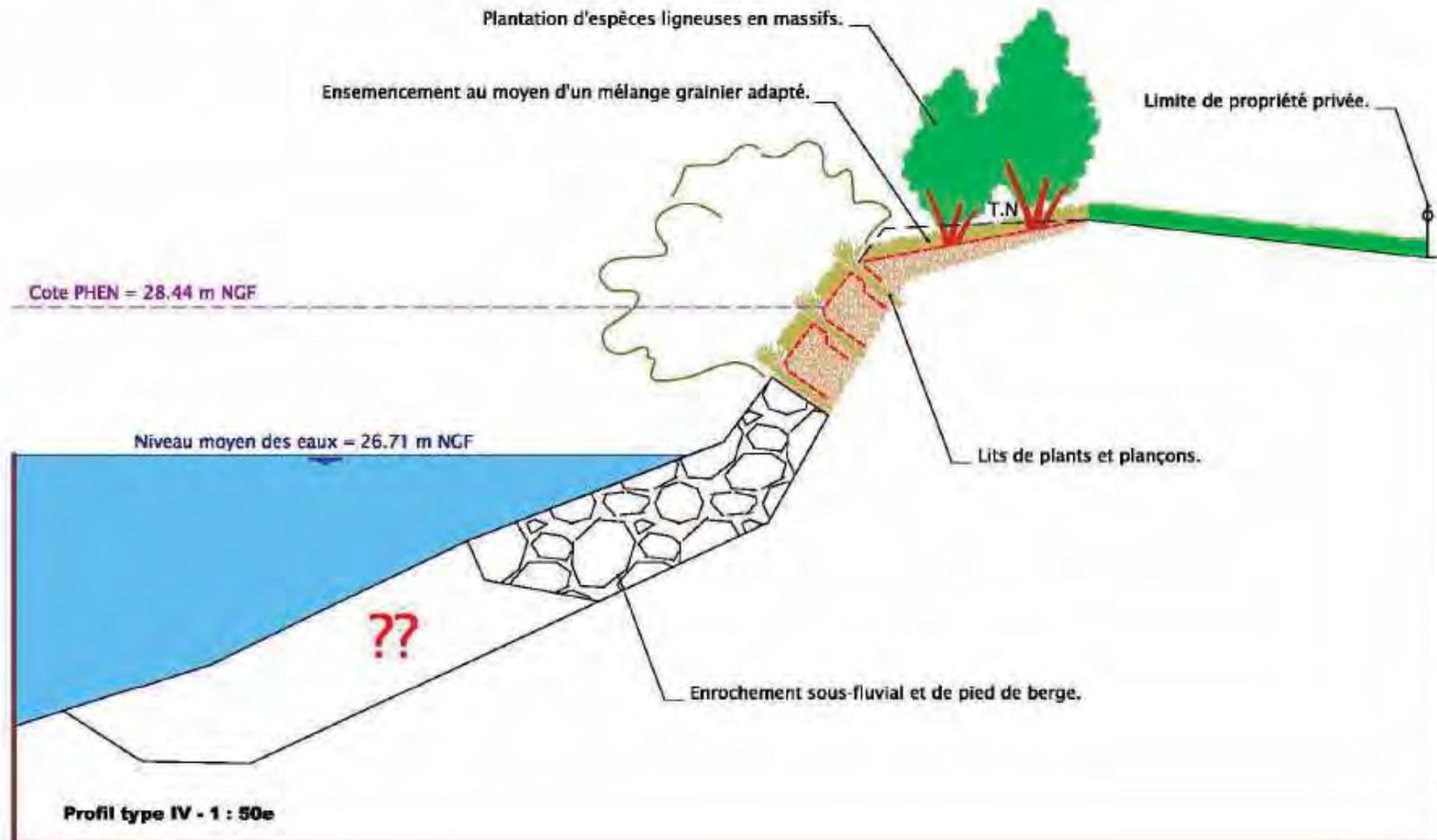


PROFIL TYPE 4

SITUATION TYPOLOGIQUE / CONTEXTE D'APPLICATION

Profil appliqué à des berges naturelles (végétalisées), potentiellement érodées (type C) mais où l'entretien/gestion de la végétation seul (profil type 2) n'est pas suffisant pour assurer la stabilisation de la berge à long terme. Un ouvrage de protection mixte est proposé. Ce profil est applicable lorsque les berges sont de hauteur importante avec une emprise limitée.

COÛT D'APPLICATION AU METRE LINEAIRE (y compris garantie et suivi des aménagements durant 3 années) : 1 300 €

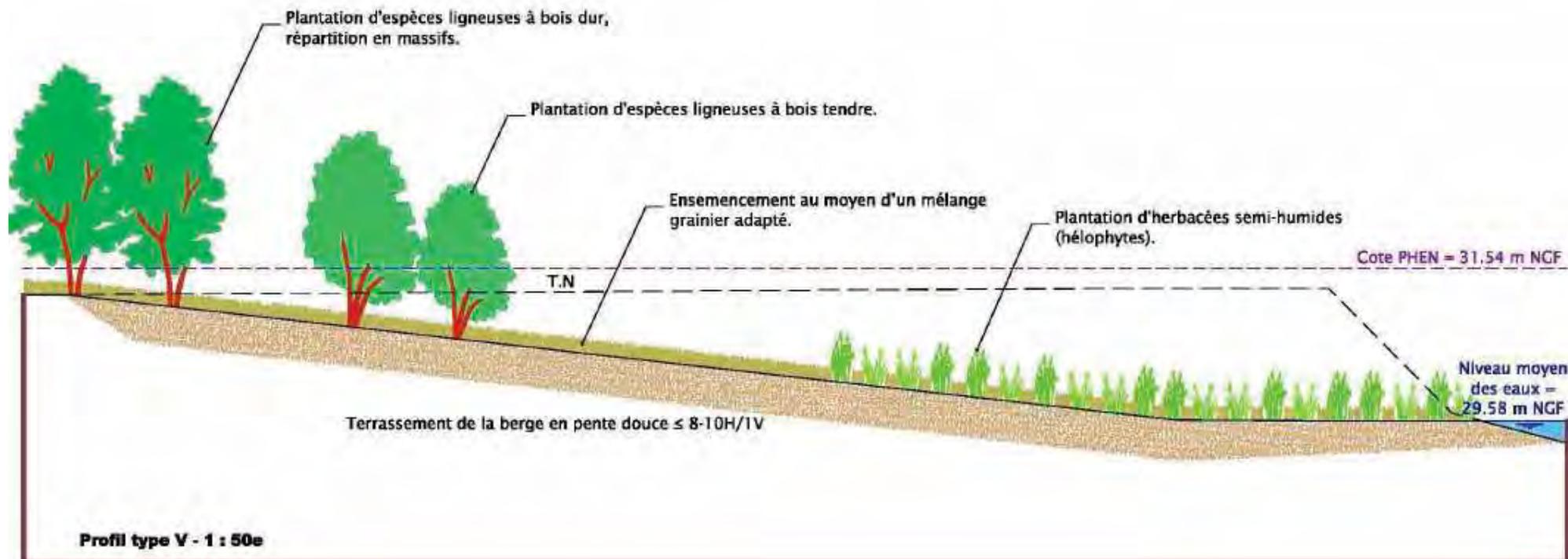


PROFIL TYPE 5

SITUATION TYPOLOGIQUE / CONTEXTE D'APPLICATION

Profil type applicable lors du terrassement d'une nouvelle berge où l'emprise est élargie et les contraintes moyennement importantes : élargissement en section droite (type E), élargissement en intrados de méandre, berge convexe (type G), etc.

COÛT D'APPLICATION AU METRE LINEAIRE (y compris garantie et suivi des aménagements durant 3 années) : **1 600 €**

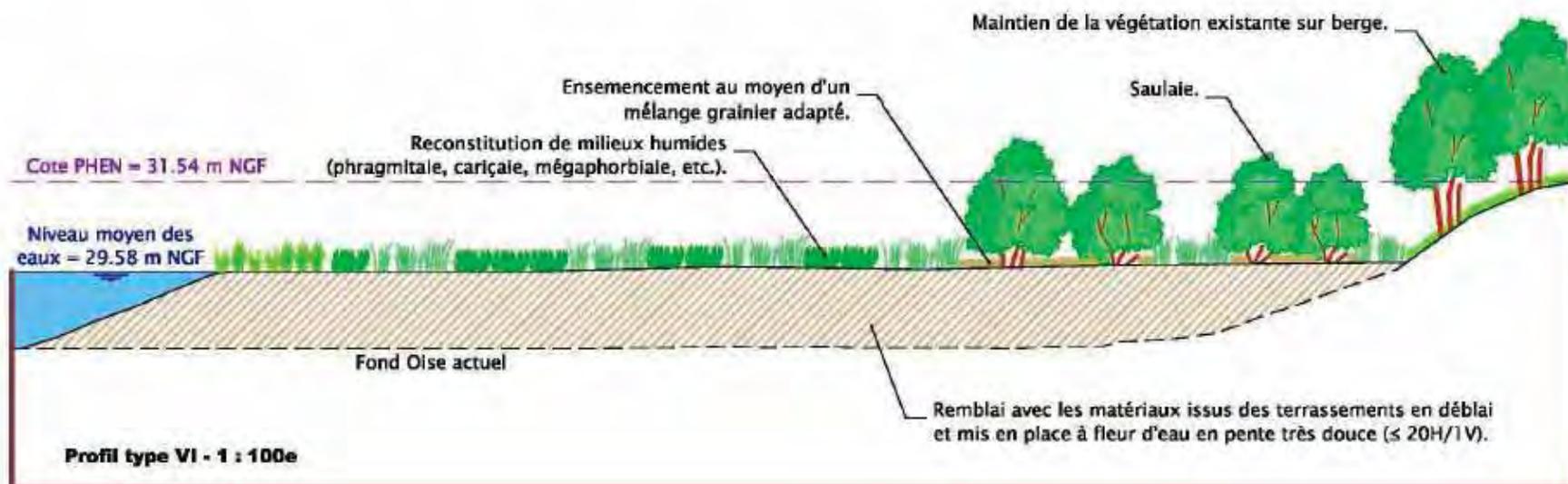


PROFIL TYPE 6

SITUATION TYPOLOGIQUE / CONTEXTE D'APPLICATION

Profil type applicable en intrados de méandre en cas d'élargissement sur la berge opposée. Végétalisation de remblais effectués sur la voie d'eau existante (type F) sous formes de séries végétales très humides (phragmitaie, cariçaie, mégaphorbiaie, etc.).

COÛT D'APPLICATION AU METRE LINEAIRE (y compris garantie et suivi des aménagements durant 3 années) : 2 000 €

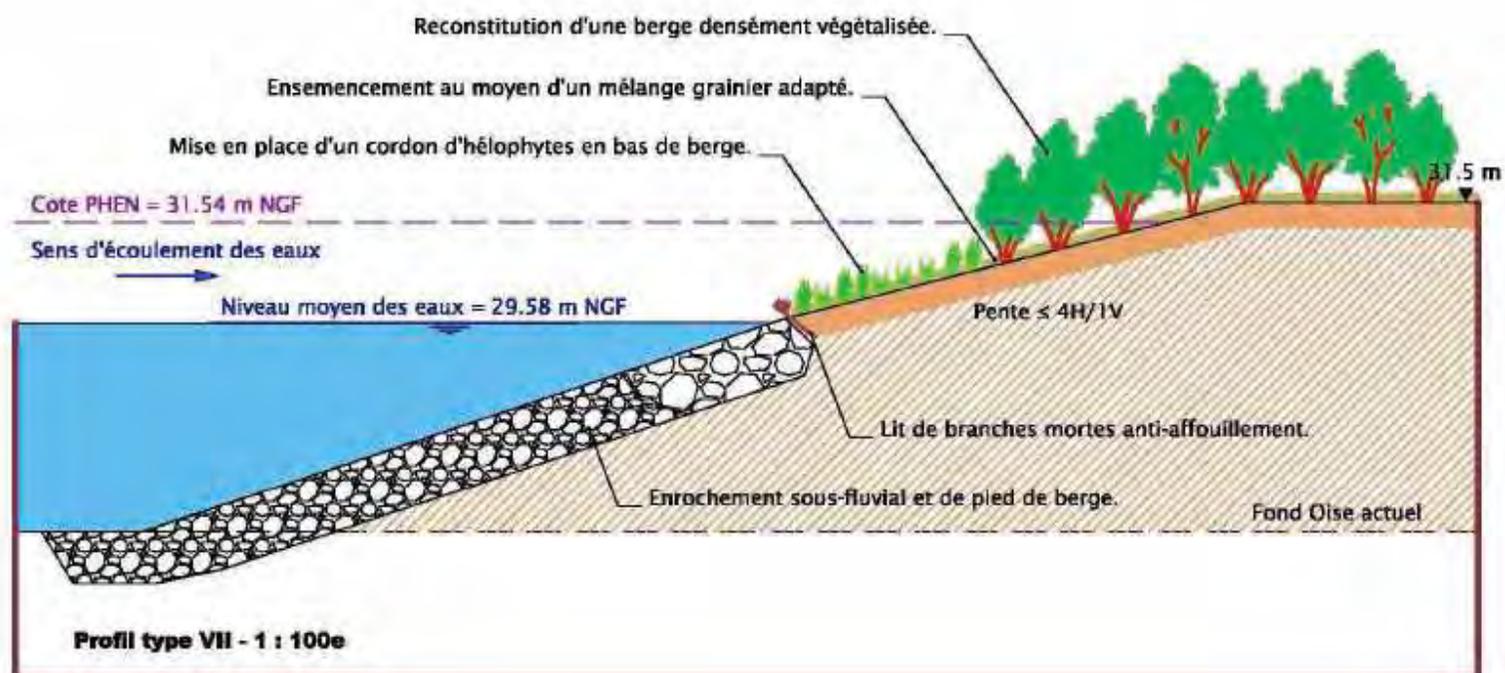


PROFIL TYPE 7

SITUATION TYPOLOGIQUE / CONTEXTE D'APPLICATION

Profil type applicable à la stabilisation d'un remblai sur la voie d'eau dans le cadre de la création d'une annexe hydraulique liée à la réalisation d'un nouveau tronçon de cours d'eau/canal (type H).

COÛT D'APPLICATION AU METRE LINEAIRE (y compris garantie et suivi des aménagements durant 3 années) : 4 200 €

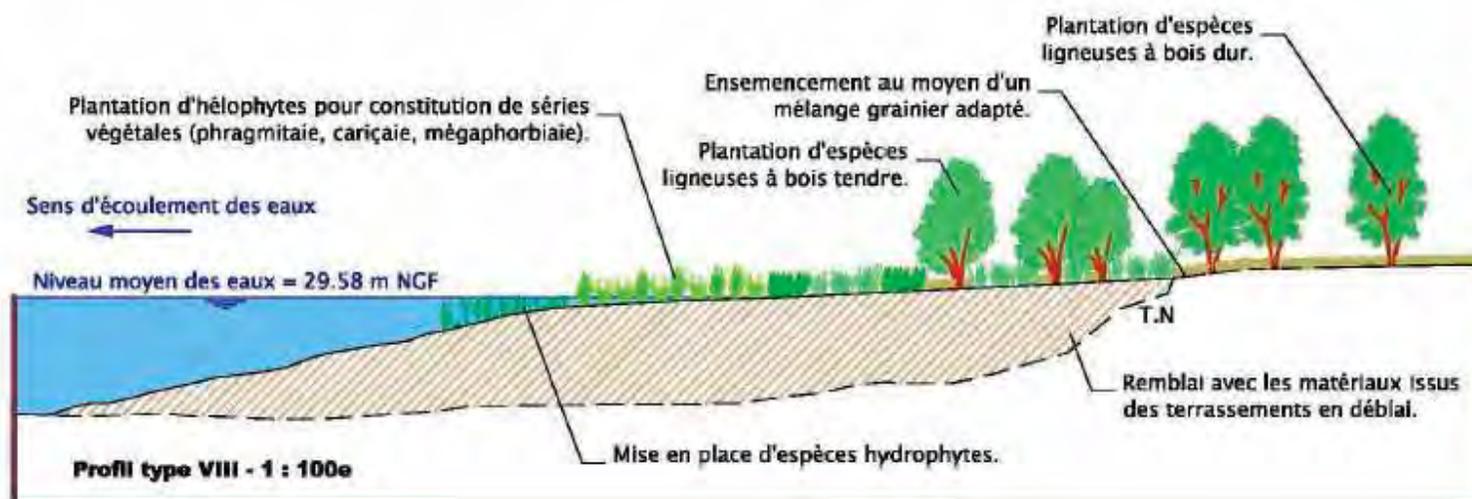


PROFIL TYPE 8

SITUATION TYPOLOGIQUE / CONTEXTE D'APPLICATION

Profil type applicable à la végétalisation des remblais dans la voie d'eau côté annexe hydraulique liée à la réalisation d'un nouveau tronçon de cours d'eau/canal (type H), de manière à créer un milieu naturel riche et diversifié.

COÛT D'APPLICATION AU METRE LINEAIRE (y compris garantie et suivi des aménagements durant 3 années) : 1 500 €



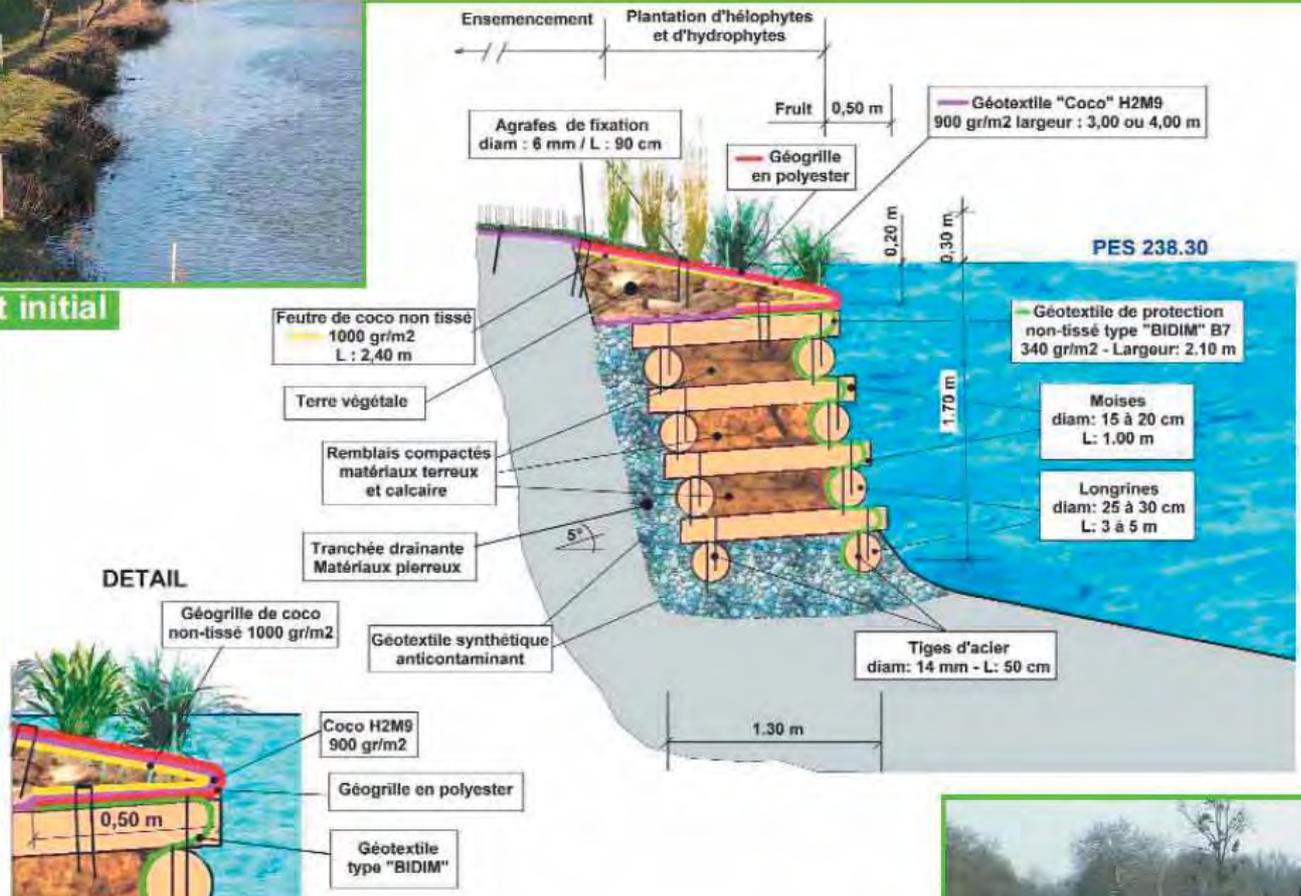
Sous Annexe 2 :

Techniques de végétalisation des berges utilisées dans le projet de réhabilitation des berges en Meurthe-et-Moselle

CAISSONS VÉGÉTALISÉS ET PLAGES D'HÉLOPHYTES - HYDROPHYTES



Etat initial



Ouvrage terminé

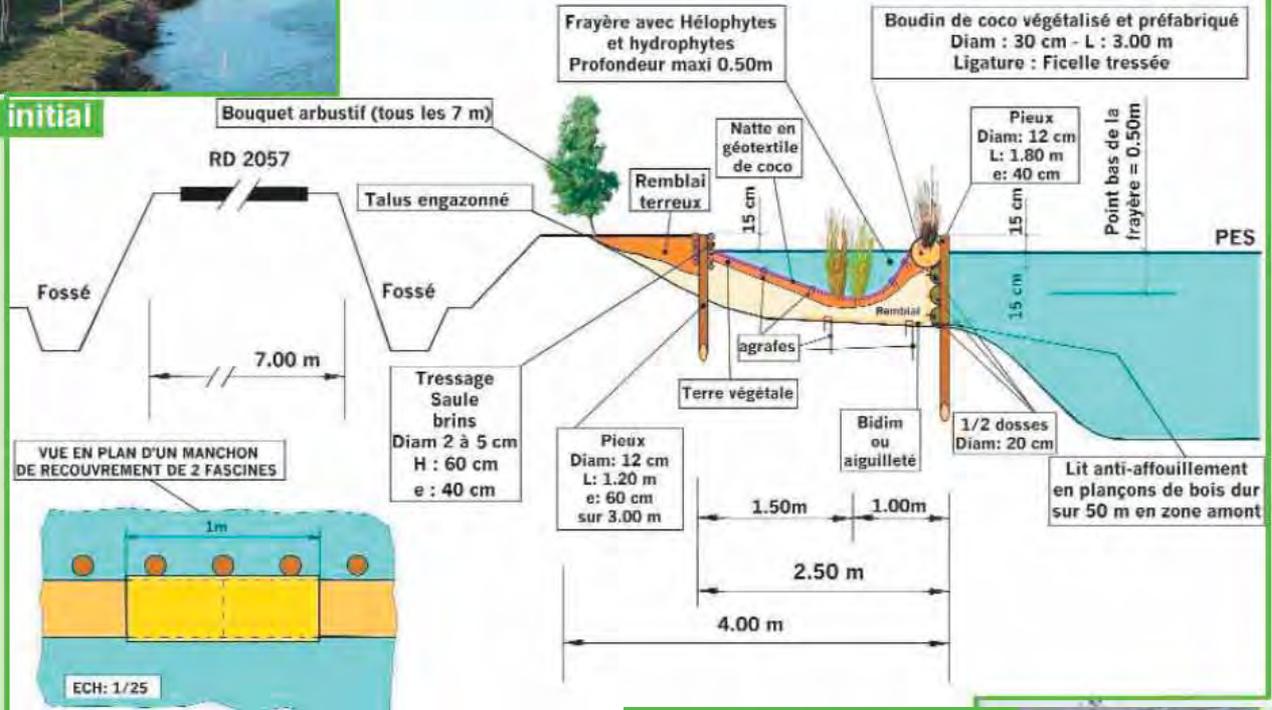


Les hydrophytes sont en cours de croissance. A terme, elles participeront à la protection du pied de berge contre le batillage.

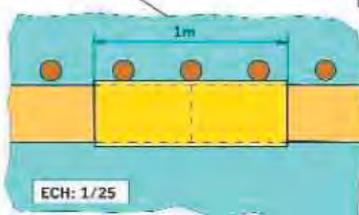
FASCINES PRÉVÉGÉTALISÉES SUR DEMI DOSSES À L'AVANT D'UNE FRAYÈRE À VOCATION PISCICOLE



Etat initial



VUE EN PLAN D'UN MANCHON DE RECouvreMENT DE 2 FASCINES



Pertuis

Ouvrage terminé
reprise des fascines végétalisées
(mai 2005)

Placette
entre frayère et plage
d'hélophytes



Phragmites

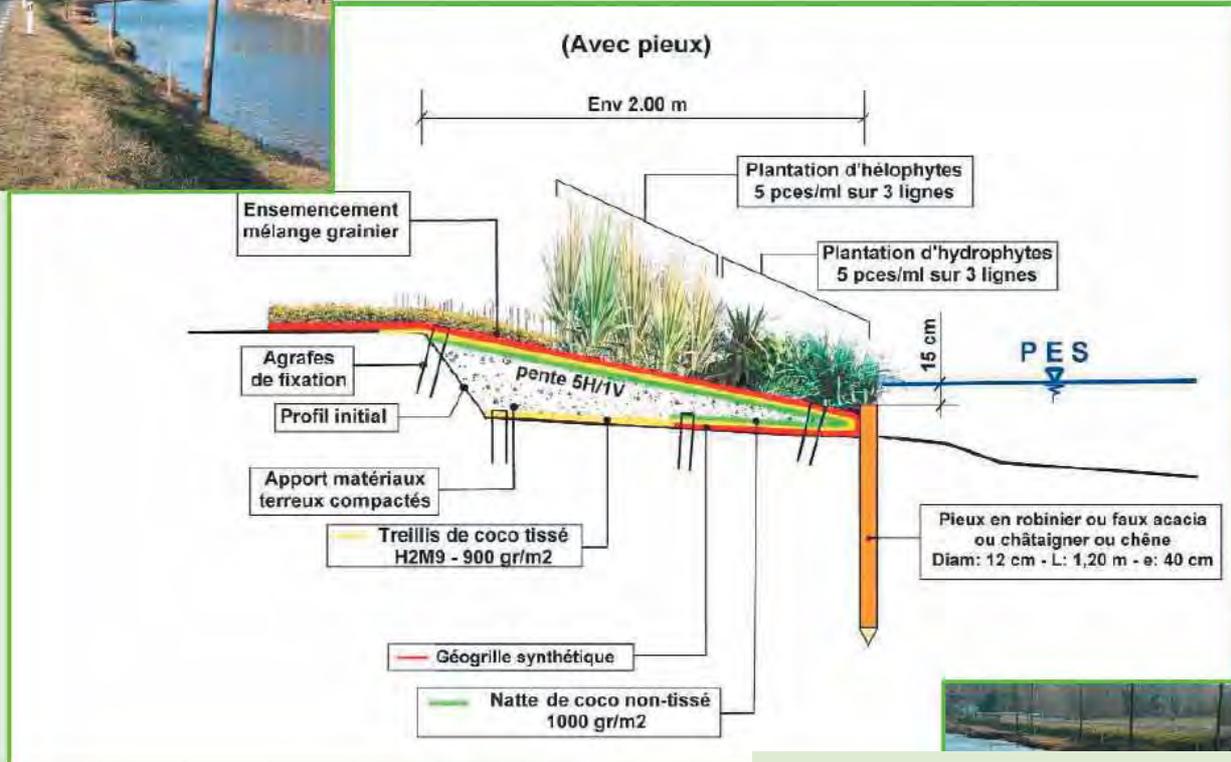


Fascines prévégétalisées

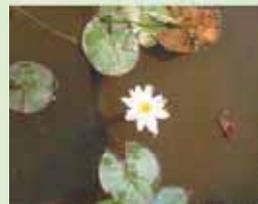


PLAGES D'HÉLOPHYTES ET HYDROPHYTES

Etat initial



Ouvrage terminé
attente des plantations



Les hydrophytes et les
hélophytes sont en pleine
croissance.

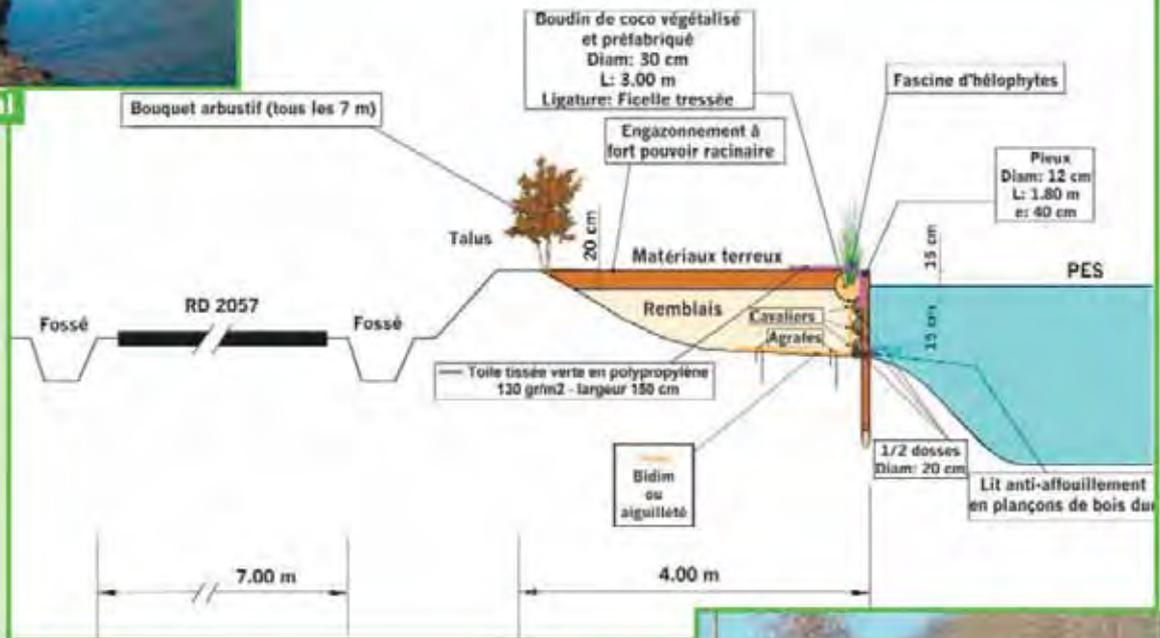
Les nénuphars se sont bien
installés, la colonisation de
cette zone est en cours.



RESTAURATION CLASSIQUE : FASCINES SUR DEMI DOSES



Etat initial



Développement des hélophytes et enherbement des parties terrassées et remblayées en cours.

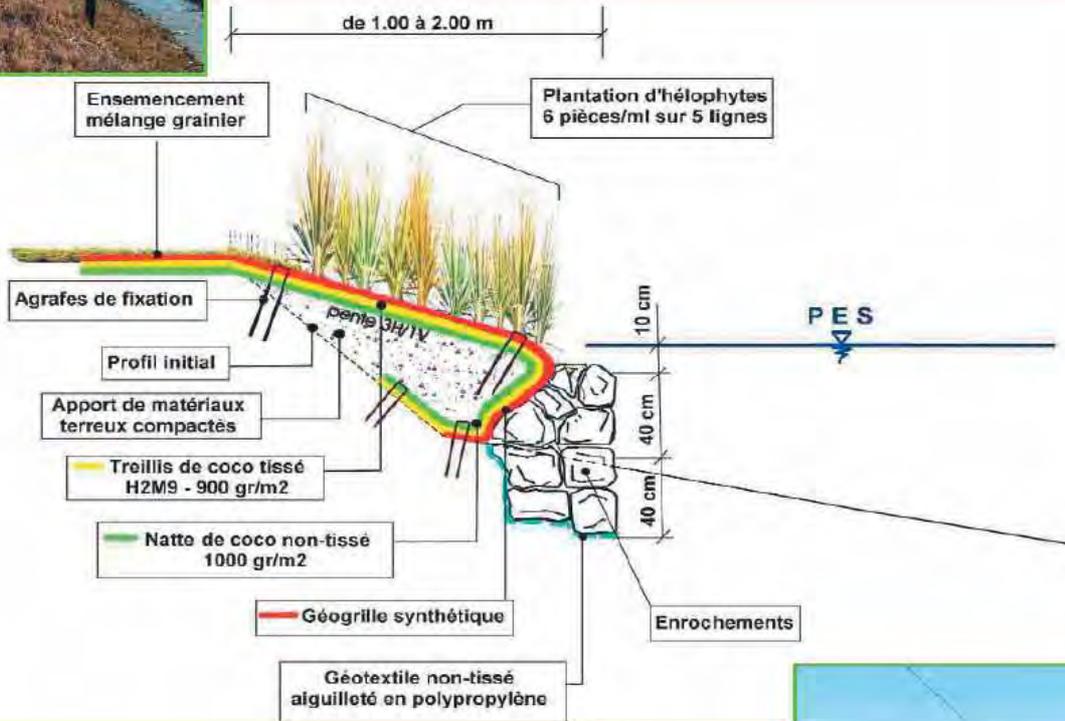


Ouvrage terminé
attente des plantations

MATELAS D'HÉLOPHYTES AVEC BUTÉE EN ENROCHEMENTS



Etat initial



Ouvrage terminé
attente des plantations

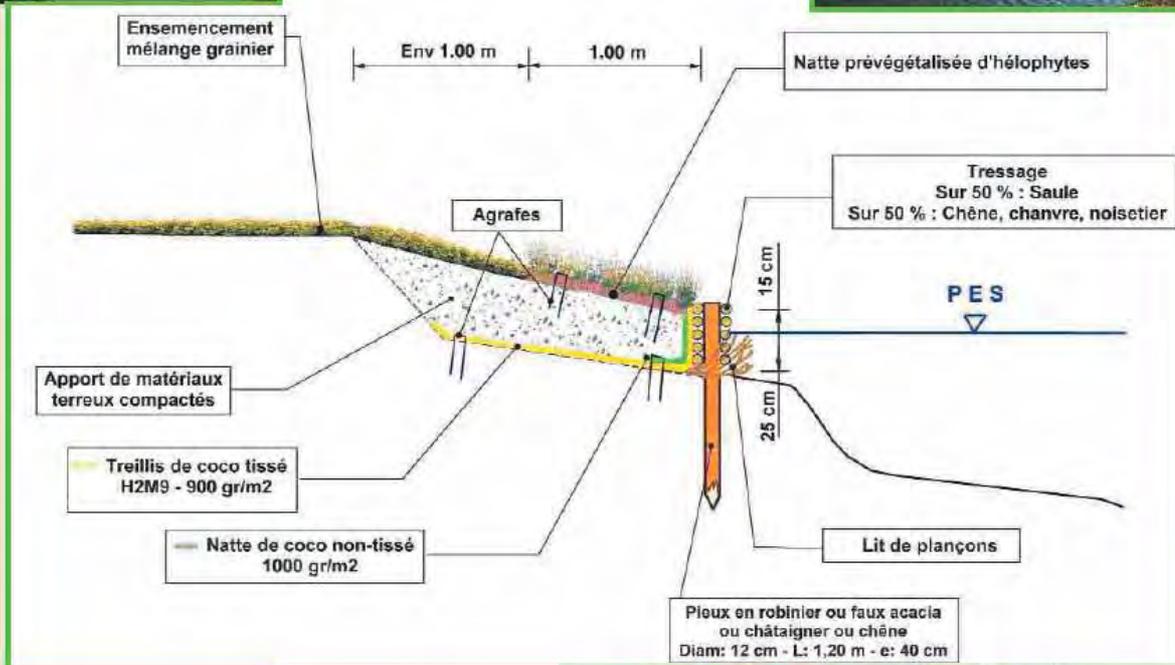


Présence d'escargots
aquatiques, de grenouilles et
d'alevins dans les trous de
jonction des enrochements.

TRESSAGE ET NATTE PRÉVÉGÉTALISÉE



Etat initial



Ouvrage terminé
attente
des plantations



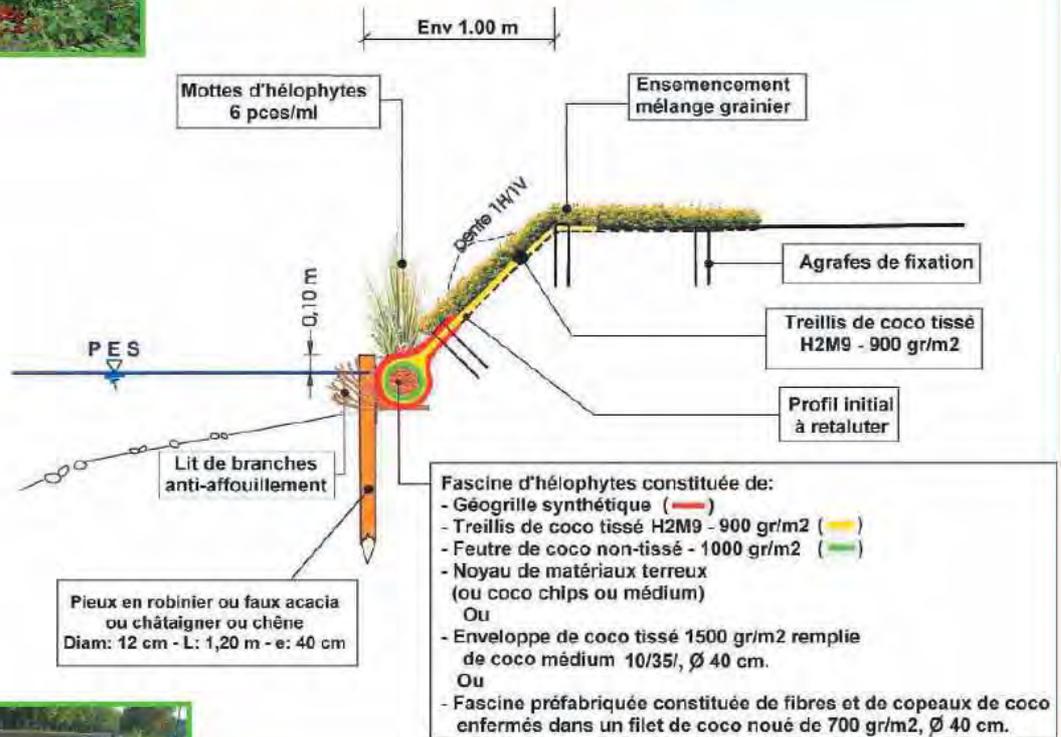
Les pousses de la natte
prévégétalisée sont en pleine
croissance.



FASCINES PRÉVÉGÉTALISÉES D'HÉLOPHYTES



Etat initial
fuite due au passage des bateaux



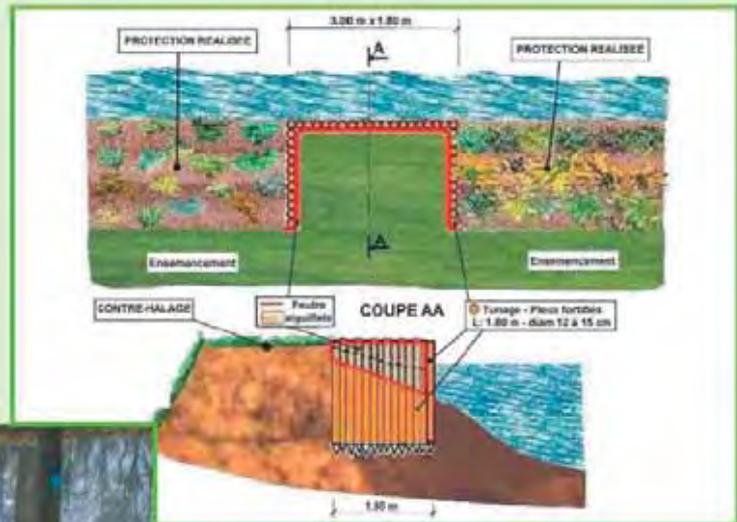
Ouvrage terminé
reprise des fascines
(mai 2005)



PLACETTES POUR OBSERVATIONS NATURALISTES ET/OU PLACES POUR PRATIQUE HALIEUTIQUE



Etat initial



Ouvrage terminé

reprise des fascines
prévégétalisées
(mai 2005)





ANNEXE 3

Comparaison (benchmark) – Fiches « Actions »



Fiche 1 : Création d'une annexe hydraulique

Retour expérience 1 : Création d'annexes hydrauliques sur le Rhin

Expérience qui semble d'après le peu d'information trouvée, pertinente pour le projet de Canal Bray / Nogent mais nous avons des difficultés pour trouver des informations rapidement. Retour d'expérience à approfondir.

LOCALISATION		DESCRIPTIF DU PROJET	
Cours d'eau :	Canal Rhin-Main-Danube	Maitre d'ouvrage :	?
Localisation	Allemagne	Description générale :	Création d'annexe hydraulique au canal Rhin-Main-Danube
		Travaux :	?

MODALITE DE MISE EN ŒUVRE

Description de la technique :	Coût :	?
-------------------------------	--------	---

il faudra effectuer des recherche en allemand.

ILLUSTRATIONS



Annexe hydraulique sur le Canal Rhin-Main-Danube (Photo : SETEC Environnement)

Annexe hydraulique sur le Canal Rhin-Main-Danube (Photo : SETEC Environnement)

Retour expérience 2 : Création d'une zone d'expansion de crue avec des annexes hydrauliques et des mares.

Ce projet n'avait pas pour objectif principal la création d'une annexe hydraulique, mais la création d'une zone d'expansion de crue de la Vezouze avec deux chenaux, des mares et des annexes hydrauliques. Cette expérience est intéressante pour savoir comment ils sont dimensionner les mares et les annexes.

Texte et photos issus de la fiche retour d'expériences du site Web www.zones-humides.eaufrance.fr

LOCALISATION		DESCRIPTIF DU PROJET	
Cours d'eau :	Le Vezouze	Maitre d'ouvrage :	Communauté de communes du Lunévillois
Localisation	France, MEURTHE-ET-MOSELLE (54), LUNEVILLE (54329)	Description générale :	Création d'une zone d'expansion de crue sur la Vezouze avec la mise en place d'annexes hydrauliques et de mares.
Travaux :	Mai 2007 --> août 2007	Travaux :	Création de chenaux de crues et restauration des échanges lit majeur/lit mineur sur la Vezouze

MODALITE DE MISE EN ŒUVRE

Description de la technique :	Coût	Coût total de l'opération : 1 930 000 € HT Etude : 50 000 € HT , Acquisitions : 180 000 € HT , Travaux et aménagement : 1 700 000 € HT
-------------------------------	------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Travaux sur deux chenaux de crues, d'un mètre en moyenne sur 6 hectares ont été creusés, correspondant à un dégagement de 60 000 m³ de matériaux. Au sein de ces chenaux de crues, des milieux humides de type mares et annexes hydrauliques ont été créés. Des arbres ont été plantés sur les berges ainsi que des hélophytes dans les chenaux de crues.

[Lien vers fiche](#)

[Lien vers film](#)

ILLUSTRATIONS



Le lit majeur de la Vézouze lors de la phase de travaux en juillet 2007 : création d'un chenal de crue en rive gauche.

Le lit majeur de la Vézouze 10 mois après les travaux en décembre 2007 : le chenal de crue en rive gauche.

Le lit majeur de la Vézouze deux ans après les travaux en mai 2009 : le chenal de crue en rive gauche.

Prospective 1 : Création d'annexes hydrauliques sur le Canal Seine Nord Europe.

Texte et schéma issu du Dossier d'information du Conseil National de la Protection de la Nature - Schémas SETEC DUP CSNE

LOCALISATION

Cours d'eau : Canal Seine Nord Europe
Localisation : France

DESCRIPTIF DU PROJET**MODALITE DE MISE EN ŒUVRE****Contexte**

Le canal Seine Nord Europe va constituer une masse d'eau artificielle. A ce titre, il devra permettre, conformément à la Directive Cadre sur l'eau, le développement d'espèces aquatiques et notamment une faune piscicole diversifiée. Les berges lagunées et les annexes hydrauliques pourront être assimilées à des zones humides de part et d'autre du canal. Ces aménagements feront office d'écosystèmes associés : ils constitueront des zones propices à la reproduction des poissons mais faciliteront également l'accueil des insectes, oiseaux et amphibiens

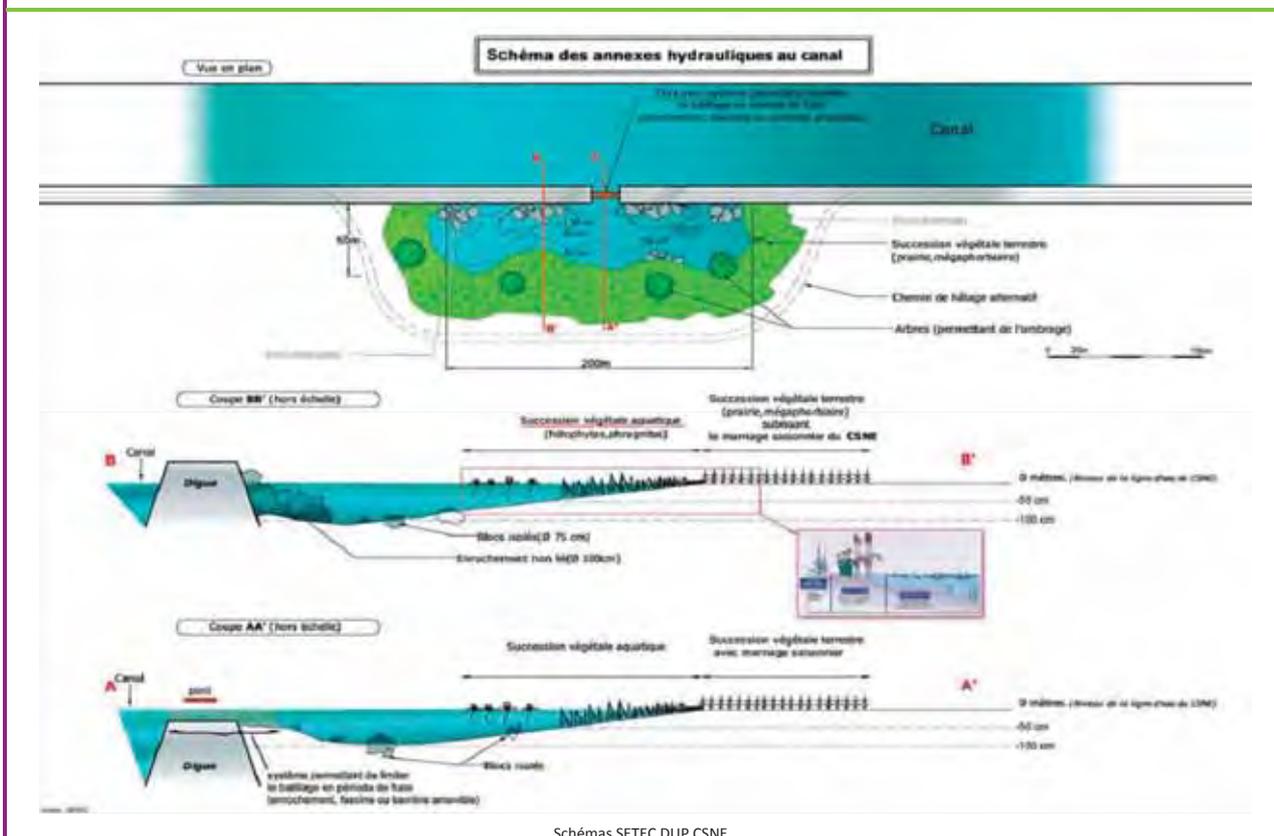
Principe

Une annexe hydraulique correspond à une surface en eau de faible profondeur reliée avec le canal. Les aménagements présenteront une certaine hétérogénéité en forme, surfaces, profondeur et connexion (typologie). Certaines favorables uniquement aux poissons, d'autres présentant des secteurs non connectés, favorables aux amphibiens. Chaque secteur de berges lagunées et annexe sera par conséquent agencée et définie précisément par un écologue sur la base des enjeux présents ou attendus.

Une réflexion sera également menée sur la notion de réseau de mesures au regard des trames vertes et bleues existantes.

Description

- Une annexe hydraulique peut être de taille et de forme variable, mais l'ONEMA préconise qu'elles soient d'une surface voisine de 1ha afin de servir de zone de reproduction de poissons. Il est également conseillé d'en disposer une en liaison avec chaque bief. Selon sa surface, le lien avec le canal se fera par une ou deux connexions.
- La profondeur d'une annexe hydraulique varie de 0 à 1,5 m. Il est intéressant d'alterner des zones de différentes profondeurs pour favoriser la recolonisation d'une végétation aquatique et semi-aquatique variée. Les zones les moins profondes seront utiles pour la ponte des poissons (les optimums de frayères sont compris entre 0,1 et 0,75 m).
- Pour qu'elles remplissent correctement leur rôle de frayère à poisson, ces annexes hydrauliques doivent subir un batillage le plus faible possible. Comme le batillage minimum dans le canal est d'environ 20 à 30 cm, un système permettant de limiter le batillage en période de fraie doit être installé à l'entrée de chaque annexe hydraulique (petits enrochements, fascine ou barrière amovible, dallots).

ILLUSTRATIONS**Bibliographie**

VNF, Biotope, 2007 Canal Seine Nord Europe- Dossier d'information du Conseil National de la Protection de la Nature
 Fiche Mémoire EGIS Environnement Source DUP 2011- Annexes hydrauliques

Etude impact CSNE

Site Web

Les zones humides de France : Fiche sur la Vezouze : <http://www.zones-humides.eaufrance.fr/agir/retours-experiences/creation-de-chenaux-de-crues-et-restauration-des-echanges-lit-majeur/>



Fiche 2 : Mise en place de bras latéraux

Retour expérience : Programme de création de bras latéraux sur le Rhin
Texte et photos issus du Réseau du document du CIPR "biotopes sur le Rhin".

LOCALISATION	DESCRIPTIF DU PROJET
<p>Cours d'eau : Rhin et sur les affluents Réalisé sur la rivière IJssel (rivière néerlandaise d'une longueur de 125 km ; c'est un des affluents du Rhin, qui se détache près de Westervoort et coule vers le nord dans le lac qui porte son nom l'IJsselmeer).</p>	<p>Description générale : Programme de création de biotope sur le Rhin et ces affluents : l'une des actions préconisées est la mise en place de bras latéraux aux cours d'eau.</p>
<p>Localisation Pays traversés par le Rhin</p>	<p>Travaux réalisés : création d'un bras latéral sur la rivière IJssel</p> <p>Avancement du projet : Programme dans le cadre du plan de gestion du Rhin</p>

CONTEXTE

Enjeux :

→ Les bras latéraux peuvent contribuer pour une part essentielle à la décharge hydraulique du cours principal. Ils permettent ainsi de réduire l'érosion du lit mineur et, par conséquent, le creusement du Rhin et la séparation de la plaine alluviale et du fleuve qui l'accompagne.

→ En restaurant les bras latéraux, on favorisera la formation d'un éventail de types biotopiques comme les eaux courantes, les eaux calmes temporairement ou durablement alimentés en eau, les roselières et la végétation de hautes herbes, les saulaies buissonnantes, et enfin les sites pionniers nés du regain de dynamique fluviale, tels que les biotopes secs s'étendant sur les alluvions graveleux et sablonneux. Ces complexes biotopiques alluviaux diversifiés peuvent renforcer la qualité écologique des tronçons du Rhin et devenir des zones centrales du réseau de biotopes.

→ En favorisant la restauration de tronçons alluviaux proches du naturel, ils répondent également aux exigences de la directive cadre européenne sur la politique de l'eau et à celles de la directive sur la protection des oiseaux.

Raison du projet :

Dans le cadre du projet de la mise en place de réseau de biotopes sur le Rhin. La 13^{ème} Conférence ministérielle sur le Rhin tenue le 29 janvier 2001 a décidé la mise en œuvre du « Programme pour le développement durable du Rhin – Rhin 2020 ». La politique des eaux avait jusqu'alors pour priorité d'améliorer la qualité des eaux et de garantir les usages importants alors que la préservation des hydrosystèmes naturels d'eaux courantes n'occupait qu'une place de second plan.

Complément : Le Plan de gestion du Rhin (partie A) identifie les enjeux, précise les objectifs de gestion et les grandes actions à mettre en place, dont la création d'annexes hydrauliques. Les pays traversés par le Rhin et ses affluents (Allemagne, France, Pays Bas, ...) devaient réaliser les plans d'actions avec le descriptif des mesures.

[Lien vers le plan de gestion du Rhin, partie A](#)

ILLUSTRATIONS



Figure 1: Restauration au T1300 d'un système de bras latéraux connectés à l'île de Westervoort (Schälichli, B. & Rothmann)



Figure 2 : Reconstitution topographique d'un système de bras latéraux connectés à l'île de Westervoort (Schälichli & Rothmann)

Travaux de mise en place de bras latéral sur la rivière IJssel (affluent du Rhin)

Complément, autre piste de recherche

→ voir la thèse "Approches géomorphologiques historique et expérimentale pour la restauration de la dynamique sédimentaire" Fanny Arnaud (2012,) pages 175 à 177 sur les opérations de recharge sédimentaire couplées avec la remise en eau d'une annexe hydraulique. (photos de droite extrait de cette thèse).
hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/83/30/42/PDF/Arnaud_2012_thA_se.pdf

→ sur le site web "les zones humides" aller voir la fiche sur le retour d'expérience de la restauration de bras morts sur la vallée de l'Aube et maîtrise foncière (objectifs écologique la restauration des habitats et de la continuité écologique).
[lien](#)



Figure 3.3 : a) Recharge sédimentaire de l'Aar : 12 000 m³ (canton de Soleure, janvier 2005) (1) et 10 000 m³ (canton de Berne, novembre 2005) (2) (Schälichli et al., 2010). b) Recharge sédimentaire de la Mur par injection artificielle et érosion latérale (Kloesch et al., 2008)

Bibliographie

CIPR, 2006, Réseau de biotopes sur le Rhin, p 92 à 94

CIPR, 2009, Plan de gestion du district hydrographique international Rhin coordonné au niveau international

Site WEB :

CIPR Commission Internationale pour la protection du Rhin : <http://www.iksr.org/index.php?id=171&L=1>

Les zones humides : Fiche retour expérience sur la Restauration vallée de l'Aube : <http://www.zones-humides.eaufrance.fr/agir/retours-experiences/restauration-de-bras-morts-sur-la-vallee-de-l-aube-et-maitrise-foncier>



Fiche 3 : Reconnexion d'une annexe hydraulique sur l'Allier

LOCALISATION

Cours d'eau : Allier, site LA BOIRE DE GERBE
Localisation France, Saint-Rémy-en-Rollat et Marcenat

DESCRIPTIF DU PROJET

Maitre d'ouvrage : Fédération de l'Allier de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique / AAPPMA Saint Germain des Fossés
Description générale : Reconnexion d'une annexe hydraulique de l'Allier
 Restauration d'un site de fraie potentiel pour le brochet, *Esox lucius*
Avancement du projet : Travaux : oct. 2012
 Bilan décembre 2012

CONTEXTE

Caractéristiques du site et de la voie d'eau :
 Domaine Public Fluvial, Allier, site de Boire de Gerbe

Enjeux :
 Réhabiliter une zone de frayères potentielles pour l'espèce Brochet, mais également pour toutes les autres espèces piscicoles phytophiles.

Objectifs de l'aménagement :
 Restaurer une annexe hydraulique en rétablissant une connexion suffisante (de février à mai) de la boire avec le cours principal de l'Allier pour créer une frayère naturelle pour l'espèce Brochet.

Raison du projet :

Suite aux anciennes extractions de granulats, le lit de la rivière s'est creusé et enfoncé entraînant une déconnexion des boires et reculs et donc une disparition des zones de reproduction du Brochet et de nombreuses autres espèces piscicoles.

Choix du site :

La boire de Gerbe, ancien bras de l'Allier, présentait l'intérêt d'avoir une superficie importante (1ha de zones de frayère potentielle) et les travaux de reconnexion étaient techniquement réalisables à des coûts raisonnables.

MODALITE DE MISE EN ŒUVRE

Etude technique :
 Service technique de la Fédération Départementale de Pêche de l'Allier

Durée des travaux

Description de la technique :

→ curage du chenal latéral existant suivant des cotes fixées selon un critère d'inondabilité estimé à un débit de l'Allier de 70m³/s,
 → suppression d'un atterrissement pour rétablir une continuité amont-aval au sein de la boire
 → création d'un bassin de rétention des sédiments pour permettre un auto-entretien du chenal remodelé.

COÛTS

Poste	Coûts	Quantité j ou nb	Montrant (€)
Curage du chenal existant et suppression de l'atterrissement central	2 272,40 €	1	2 272,40 €
Semences pour revégétalisation des berges après travaux	55,60 €	1	55,60 €
Arrachage préalable des plantes envahissantes sur le site (jussie et balsamine)	250,00 €	2	500,00 €
Suivi des travaux	330,00 €	1	330,00 €
			3 158,00 €

RETOUR D'EXPERIENCE

Bilan fonctionnel et environnemental de l'aménagement : bilan prévu

Entretien et suivi prévu :

→ site sera régulièrement suivi par la Fédération de Pêche de l'Allier afin de contrôler l'évolution de la connexion en fonction des débits de l'Allier et d'évaluer la fonctionnalité de la frayère

ILLUSTRATIONS



Figure 2 : Localisation de la boire de Gerbe et de la zone des travaux. dénomination des parcelles (extrait du cadastre et de la BD Ortho IGN 2008 - www.geoportail.fr, 2011).



Figure 7 : Chenal connecté le 06/12/12 avec 75 m³/s

AUTRES OPERATIONS

Restauration de la Boire de Bessé et reconnexion à la Loire

- Améliorer la reconnexion hydraulique
- Limiter la fermeture de la boire
- Restaurer les habitats piscicoles

[Lien](#)

Maitre ouvrage : Fédération de Maine-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
 Coût : 43 200 € HT

Bibliographie

FDPPAMA, 2012, Reconnexion d'une annexe hydraulique de l'Allier: La boire de Gerbe ; Restauration d'un site de fraie potentiel pour le brochet, *Esox lucius*

Site Web :

Agence de l'eau Rhone-Méditerranée : <http://www.eaurmc.fr>

Les zones humides de France : <http://www.zones-humides.eaufrance.fr/agir/retours-d-experiences-cours-d-eau-et-zones-humides>

Les documents techniques sur l'eau : <http://www.documentation.eaufrance.fr/>



Fiche 4 : Modelage des berges, Remblais écologiques

Source texte et schéma : Manuel de restauration hydromorphique des cours d'eau (Agence de l'eau Seine Normandie)

Les possibilités de revalorisation écologique de berges très anthropisées sur de grands cours d'eau navigués sont directement liées à l'emprise foncière réservée aux aménagements et donc indirectement liées au niveau d'ambition des travaux :

• **emprise limitée** (niveaux d'ambition R1 et R2):

en cas de contraintes de batillage, aucun aménagement 100 % végétal pour la valorisation des berges ne paraît réaliste si la pente du talus réservée aux aménagements est plus raide que 3Horizontal/1 Vertical (3H/1V). En effet, plus un profil de berge est raide, plus il « s'oppose » à la forte énergie développée par les contraintes de batillage (cf. figure 45) ;

• **emprise élargie** (niveau d'ambition R3) :

si l'emprise est élargie, l'action de restauration la plus adéquate sera représentée par l'évacuation des résidus d'anciens dispositifs de protection (palplanches, blocs d'enrochement ou de béton, pieux, déchets, remblais, etc.) et par la possibilité de laisser s'exprimer la dynamique érosive. Les processus d'érosion dus à des contraintes de batillage étant transversaux et non longitudinaux, lorsque l'emprise est suffisamment large (il est difficile de donner les dimensions « types », mais un ordre de grandeur d'au-moins 20 mètres en présence de fortes contraintes de batillage paraît suffisant), il y a « équilibre » entre la formation d'une plage sous-fluviale et de pied de berge, le développement d'un front d'érosion et la végétation riveraine adaptée (cf. figure 46).



Figure 45 : Effets érosifs dus au batillage et pente de berge : plus le profil est adouci, plus sa stabilisation par des techniques douces sera « facile ».

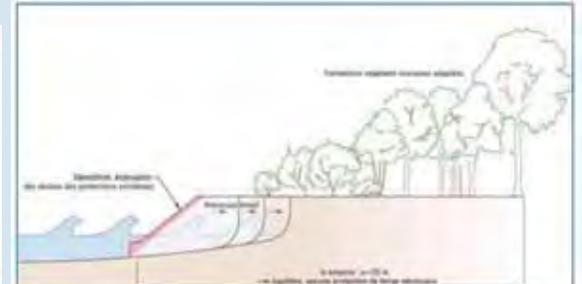


Figure 46 : Si l'emprise est élargie, en présence de contraintes de batillage, aucun dispositif de protection de berges n'est nécessaire.

Retour expérience 1 : Aménagement sur les berges de l'Orge Aval.

Retour d'expérience sur un petit cours d'eau mais très bonne maîtrise de ce type de technique par le SIVOA,

Source photos et texte site Web du SIVOA

LOCALISATION		DESCRIPTIF DU PROJET	
Cours d'eau :	L'orge, 6 m	Maitre d'ouvrage :	Syndicat mixte de la vallée de l'Orge aval
Commune	Essonne, IDF, France	Description générale :	Suppression des protections de berges sur l'Orge aval
		Travaux :	décembre 1998 à juin 1999 sur 1000 m
CONTEXTE			
Enjeux :	Retrouver un cours d'eau plus sinueux avec des berges végétalisées. Retrouver les aspects morphodynamiques naturels du cours d'eau. Améliorer la capacité d'écrêtement des crues du lit majeur. Améliorer la qualité du paysage.		Raison du projet : En raison des problématiques d'inondation et de bon état des eaux, le syndicat mixte de la vallée de l'Orge aval (SIVOA) mène depuis 1995 une politique de reconquête des berges de l'Orge et des zones humides attenantes au cours d'eau.
Aménagement / Gestion			
Description de la technique :	les travaux entrepris consistent à enlever les structures en béton des berges et du fond du lit. Les berges sont reprofilées en pente douce. La sinuosité du cours d'eau est légèrement accentuée. Afin de		Gestion Les berges réhabilitées font l'objet, dans le cadre d'un plan de gestion, d'un traitement particulier, réalisé tous les deux ou trois ans. Les interventions sont menées l'hiver et comprennent principalement : <ul style="list-style-type: none"> • le recépage et coupe des saules ; • la sélection et le maintien de quelques arbres en bord de berge ; • la plantation d'arbres de haut jet en arrière de berge ; • la fauche des hélophytes.
COÛTS			
Coûts	620 000 € HT soit, au mètre linéaire : 620.00 € HT/mètre linéaire		

ILLUSTRATIONS



L'Orge avant les travaux en 1998. Les berges bétonnées bloquent la dynamique naturelle du cours d'eau et dégradent fortement les habitats aquatiques.



L'Orge aval en 2000, après restauration. Les sinuosités ont légèrement été accentuées. Les habitats du cours d'eau restent homogènes.



L'Orge en 2006, neuf ans après restauration. La végétation a recolonisé les berges, améliorant les habitats en berges, mais les habitats du lit restent homogènes.

Retour expérience 1 : Grand gabarit, berge du Port Autonome de Bonneuil sur Marne

Source texte : Enjeux et acteurs sur les berges de la Marne : la démarche du syndicat Marne Vive, de Claire BEYELER, Ville de Saint -Mau-des-Fossés avec des extraits du plaquette du Port

LOCALISATION		DESCRIPTIF DU PROJET	
Cours d'eau :	Marne	Maitre d'ouvrage :	PAP
Localisation :	Port Autonome de Bonneuil sur Marne	Description générale :	Mise en place d'une berge lagunée derrière un rideau de palplanche.
		Travaux :	en 2003, 2004

MODALITE DE MISE EN ŒUVRE**Objectifs :**

L'objectif visé à l'occasion de travaux de réhabilitation de berges rendus nécessaires par la dégradation des ouvrages (l'affaissement du pied de berge, la dislocation du rideau, le tassement du talus sous fluvial, le déversement du rideau de palplanches dans le lit de la rivière est de :

- Traiter près de 750 mètres en disposant de peu d'emprise (4 m) entre les terrains d'activités et la rivière ;
- Choisir un aménagement associant génie civil et génie végétal pour assurer la pérennité des ouvrages et améliorer la potentialité piscicole de la rivière.

Coût

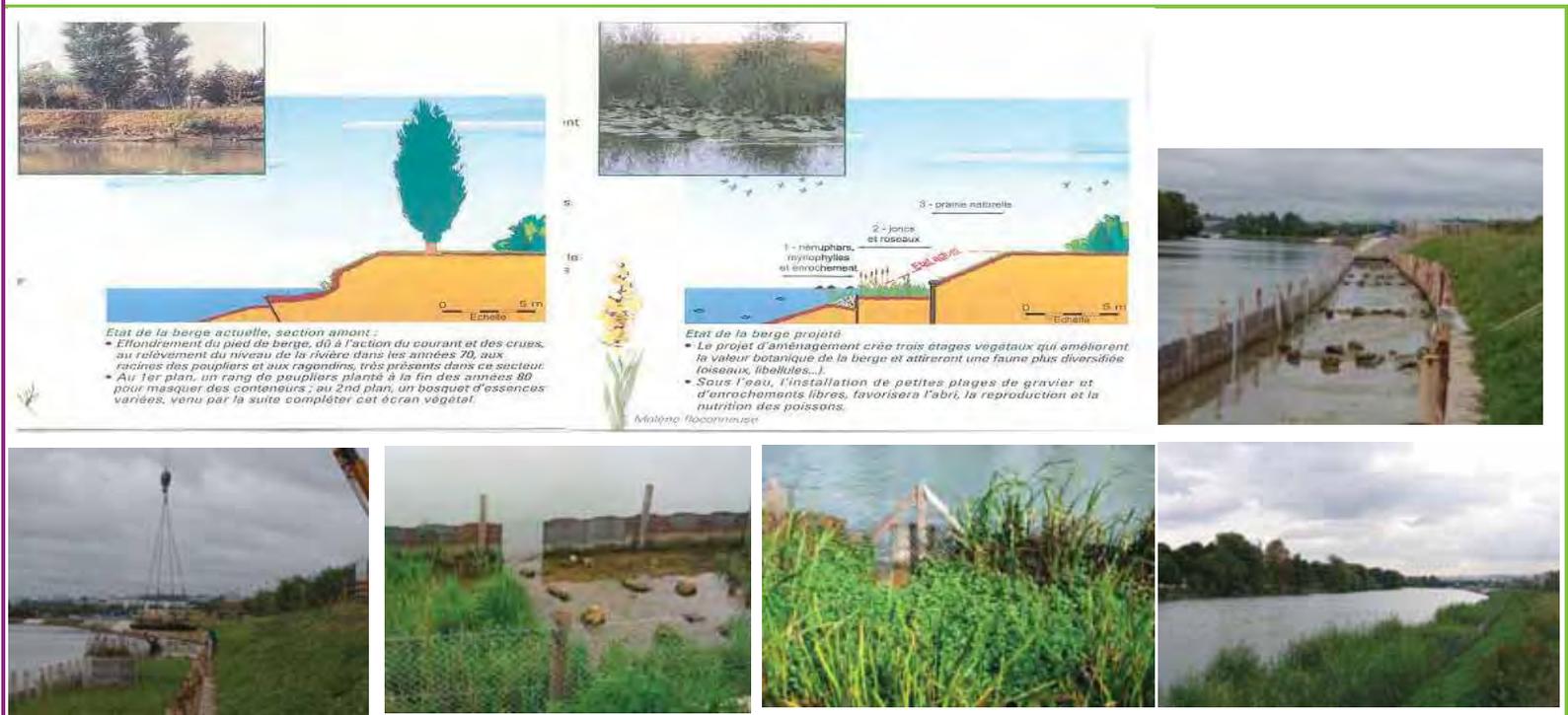
Sa mise en œuvre sur 2 à 3 années (étude et réalisation) s'élevé à 3 millions d'euros, inscrits dans le dans le contrat de bassin Marne Vive.

Description de la technique :

- Battage de palplanche, remodelage (**rechercher des info plus précises**)
- Mise en place de nattes précultivées en hélophytes sur une géogridde
- Plus de 17 essences locales ont été utilisées pour leur résistance aux courants, aux crues et au battillage.

Suivi :

Au bout de 1 ans, la végétation s'est développée dans sa partie aérienne et des pêches (alevins et adultes) réalisées régulièrement doivent permettre d'apprécier la valeur écologique de l'aménagement.

ILLUSTRATIONS**Bibliographie**

J.R. MALAVOI, Agence de l'eau Eau Seine Normandie, BIOTEC, MANUEL DE RESTAURATION HYDROMORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU, 64p.
 Claire BEYELER, 2004, Ville de Saint -Mau-des-Fossés, Enjeux et acteurs sur les berges de la Marne : la démarche du syndicat Marne Vive. 13p.

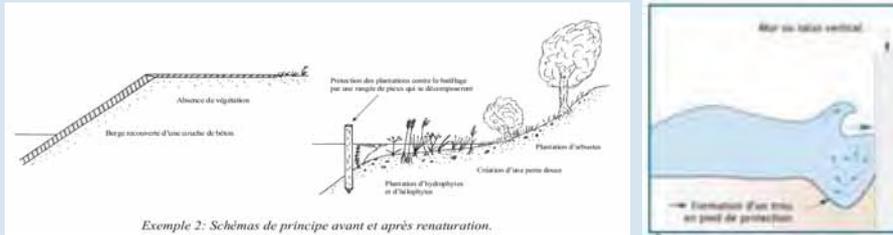
Site Web :

Les zones humides de France : retour exp sur l'Orge : <http://www.zones-humides.eaufrance.fr/agir/retours-experiences/suppression-des-protections-de-berges-sur-l-orge-aval>



Fiche 5 : Berge lagunée

Situation : la berge sera sujette au batillage si l'emprise du chenal est réduite → L'une des solution technique pourra être de créer des berges lagunées pour protéger la végétation derrière une protection physique (palplanche, tunage, cordon d'enrochement...)



Exemple 2: Schémas de principe avant et après restauration.



Source schéma de droite : Enjeux et acteurs sur les berges de la Marne : la démarche du syndicat Marne Vive

Source schéma de gauche : Manuel de restauration hydromorphique des cours d'eau (Agence de l'eau Seine Normandie)

(1) : Aménagement sur la Somme avant l'installation des hélôphytes : casser le battillage et berge retalutée avec boudin coco - Source F. Cosnuau

(3) : Berge lagunée sur le Canal Main-Danuble - Source photo VNF

Retour expérience 1 : retour sur des expériences hollandaises sur des Canaux

Source texte, photos et schémas : Ten years of experience in combining ecology and navigation on Dutch waterways

LOCALISATION		DESCRITIF DU PROJET	
Localisation	Canaux de Hollande	Description générale :	Différentes techniques pour concilier navigation et naturalité des berges.
MODALITE DE MISE EN ŒUVRE			
Note	Les types de profil (ci-dessous) sont tout à fait adapté pour permettre l'installation d'une végétation hygrophile puis amphibie d'autant plus qu'il subsiste un échange continu entre les eaux du canal et les eaux baignant la berge reprofilée. De tels herbiers sont très favorables aux insectes d'eau et à la reproduction de certaines espèces de poissons.		Retour d'expérience Les auteurs notent toutefois que les particules alluviales, dans des conditions de faible dynamique, finissent à long terme, par colmater l'espace entre la berge et la palplanche. Il est donc indispensable de trouver un équilibre pour que l'échange d'eau entre le canal et la lagune soit : <ul style="list-style-type: none"> • suffisant pour ne pas colmater la lagune ; • pas trop important pour permettre la reprise des végétaux et éviter ainsi l'érosion. Les différents aménagements pour prendre en compte ces considérations sont des coupures longitudinales dans la protection ou une protection plus courte qui n'atteint pas le niveau d'eau, permettant ainsi la circulation de l'eau (mais constituant tout de même une protection efficace contre le battillage), comme le montre le schéma suivant.
Technique	voir document : Ten years of experience in combining ecology and navigation on Dutch waterways		

ILLUSTRATIONS

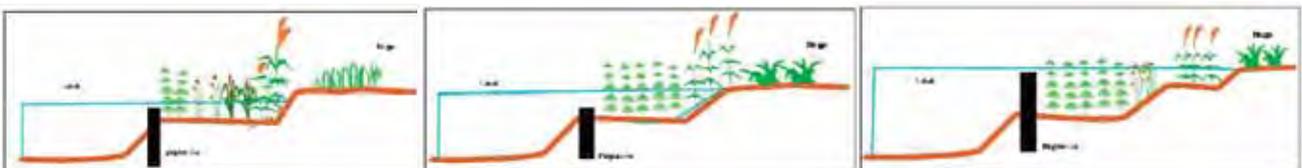


Schéma 8 : techniques mises au point pour combiner écologie et navigation



Photographs of the test sections in 1983, 1986 and 1996.

Photographs of the test sections in the period 1991 - 1997.

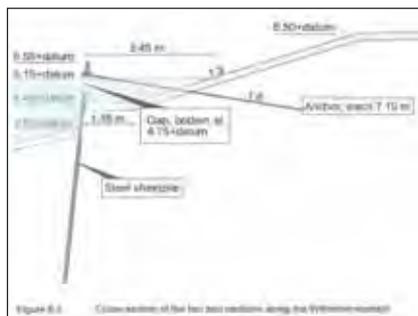


Figure 8.8 : Cross-sections of the test sections along the Willemsoord Canal

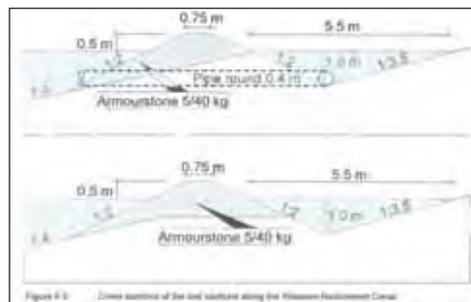


Figure 8.9 : Cross-sections of the test sections along the Willemsoord Canal

Retour expérience 2 : Fascines végétalisées à l'avant d'une frayère - Bief 41 sur le Canal des Vosges.

Extrait texte, photos et schéma : Certification Iso 14001 Dossier de Presse, Théma : protection et restauration des berges.

LOCALISATION	DESCRIPTIF DU PROJET
<p>Localisation</p> <p>Bief 41 sur le canal des Vosges, entre Crévéchamps et Neuville-sur-Moselle, au sud de Nancy, rive gauche,</p>	<p>Description générale : Réfection du bief avec un batillage d'environ 0,70 à 0,8 m</p>
MODALITE DE MISE EN ŒUVRE	
<p>Objectifs :</p> <p>La direction interrégionale du Nord-Est a opté pour les techniques du génie végétal pour restaurer les berges, préférées aux techniques "dures" du génie civil comme les palplanches, les enrochements, les murs en béton... La reconstitution d'une berge naturelle végétalisée, diversifiée et stable.</p>	<p>Technique</p> <p>Différentes techniques de génie végétal sont utilisées, dont celle de la berge lagunée :</p> <p>Mise en place d'un boudin d'hélophytes appuyé sur des demi-dosses à l'avant d'une frayère à vocation piscicole. Retalutage de l'arrière.</p> <p>Cf. fiche technique n°5 dans le rapport Etat de l'art "Aménagement des berges des voies navigable - retour d'expériences".</p>
<p>Coût</p> <p>156€/ml</p>	<p>Pour que la frayère soit efficace, il faut veiller à ce que sa largeur soit suffisante et elle doit être aménagée de pertuis.</p>
<p>NB : deuxième prix aux Trophées de l'Eau organisés par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse dans la catégorie « Eau, Nature et Biodiversité » en 2008</p>	

ILLUSTRATIONS



Photos VNF, Certification Iso 14001, Théma : protection et restauration des berges,

Atelier de travail : Adapter les lagunes en fonction des exigences de reproduction des poissons.

Acte colloque VNF de 2008, M. Pascal MICHEL, Bureau d'études HYDROSPHERE

Extrait

Extrait :

Il semble nécessaire de concevoir des frayères optimisées en fonction des exigences de reproduction de chaque catégorie de poissons (guilde).

On distinguerait :

- Les frayères à phytophiles et phytolithophiles (brème, tanche, carpe, rotengle, perche, voire brochet...). Il s'agit de milieux aquatiques calmes, à l'abri des contraintes hydrauliques, végétalisés avec des hydrophytes et des hélophytes et comprenant des hauteurs d'eau très variables. Ces habitats constituent par ailleurs d'excellentes nurseries pour la plupart des espèces ;

- Les frayères à lithophiles (chevesne, hotu, barbeau, vandoise, goujon, chabot...). Il s'agit de délimiter des hauts fonds graveleux, comprenant des granulométries variables, le long de la rive, sur lesquels sont favorisés les écoulements des crues printanières. La végétation est exclue des hauts fonds mais peut être développée aux abords. Des zones de croissance doivent être associées à cette catégorie de frayère.



Bibliographie

Boeters et al. 1997, Ten years of experience in combining ecology and navigation on Dutchwaterways, 29p.

Claire BEYELER, Ville de Saint-Maur-des-Fossés, 2004, ENJEUX ET ACTEURS SUR LES BERGES DE LA MARNE : LA DEMARCHE DU SYNDICAT MARNE VIVE, 13p

CAE, CETMEF, 2000, DEFINITION DES FONCTIONNALITES ECOLOGIQUES DES BERGES DES CANAUX POUR LA NAVIGATION -APPLICATION A LEUR VEGETALISATION, 68 p

J.R. MALAVOI, Agence de l'eau Eau Seine Normandie, BIOTEC, MANUEL DE RESTAURATION HYDROMORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU, 64p.

VNF, Direction Nord-Est, Certification Iso 14001 Dossier de Presse, Théma : protection et restauration des berges

VNF, 2009, Etat de l'art : Aménagement des berges des voies navigable - retour d'expériences, 95p.

VNF, 2008 - Actes du colloque « Protection des berges –Techniques végétales adaptées aux voies navigables et grands cours d'eau » NANCY - 2 et 3 avril 2008



Fiche 5 : Aménagement de Passage à faune sur les berges (continuité transversale au canal)



Retour expérience 1 : Installation de système pour la remontée de la faune sur les berges du Canal de la Marne au Rhin

LOCALISATION	DESCRIPTIF DU PROJET
Cours d'eau : Canal de la Marne au Rhin	Maitre d'ouvrage : Fédération Départementale des Chasseurs du Bas-Rhin et VNF Description générale : Mise en place de plans inclinés (Mool 1980) Remplacé en 2006 par des échelons en matériaux plastique recyclage Travaux : 1981 puis 2007

MODALITE DE MISE EN ŒUVRE

Description de la technique :

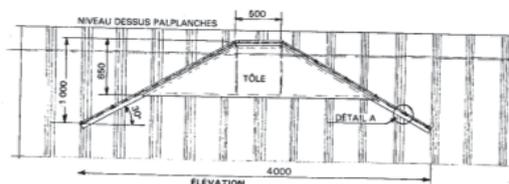
• Pose de 50 plan inclinés métalliques sur la section la plus meurtrière (dispositif d'origine hollandais) tous les 200 m sur une même berge et de 100 m par rapport aux installations des plans inclinés de la berge opposée. (150 000 francs).

Le dispositif se compose de 2 plans inclinés immergés et se rejoignant au centre par une plate-forme horizontale. (poids de 320 kg)

Description de la technique (pas d'illustration):

• Pose de prototype : des échelons en matériaux plastiques de recyclage de 120 kg. 250 € / U, fabrication par un CAT de Mundosheim. Installation tous les 500 m sur 15 km
Suivi du bon fonctionnement du dispositif par inspection par les chasseurs des piège à traces (sable ou terre nue) présents au débouché de chaque système.

ILLUSTRATIONS



Retour expérience 2 : Canaux de l'Ourcq

LOCALISATION	DESCRIPTIF DU PROJET
Cours d'eau : Canal de l'Ourcq	Maitre d'ouvrage : Mairie de Paris, Canaux de paris Description générale : Aménagement de marche sur les berges

MODALITE DE MISE EN ŒUVRE

Gestion

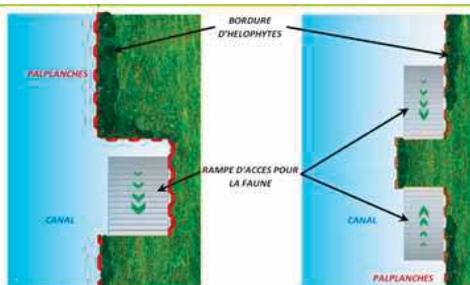
Description de la technique :

Dans le cadre de la réhabilitation de certaines berges des Canaux de Paris (seulement sur le petit gabarit), le Service de Canaux de Paris, met en place des aménagements pour la faune tous les 50 à 100 m sur des zones identifiées avec des noyades de grands mammifères.

Il s'agit soit de palplanches rabaisées ou de la création d'une marche en enrochement.

Ces zones doivent cependant être entretenues régulièrement notamment vis-à-vis de la gestion de la strate herbacée de bordure sous peine de rendre le passage non fonctionnel car non visible du fait de la végétation par les animaux. Lors de futurs aménagements, la largeur de ces décrochements pourra être augmentée pour faciliter leur visualisation et identification par la faune.

ILLUSTRATIONS



1) Schéma de principe d'une rampe d'accès intégrée aux palplanches © BIOTOPE

2) Schéma de principe d'une rampe d'accès déportée © BIOTOPE

Prospective 1 : Aménagement pour la traverser de la grande faune sur le CSNE

LOCALISATION		DESRIPTIF DU PROJET	
Cours d'eau :	Canal Seine Nord Europe	Maitre d'ouvrage :	VNF
Localisation :	France	Description générale :	1-Des sorties d'eau aménagées pour la faune 2-Plan incliné ou plage d'Ourscamps

MODALITE DE MISE EN ŒUVRE

Principe et Description des sorties d'eau

Basée sur l'ancien concept des échelles anti-noyade pour les canaux à berges abruptes, il s'agit à espace régulier au niveau des corridors à forte activité de créer des décrochements de pente plus faible que ceux proposés dans la section trapézoïdale du projet. De l'ordre de 20°.

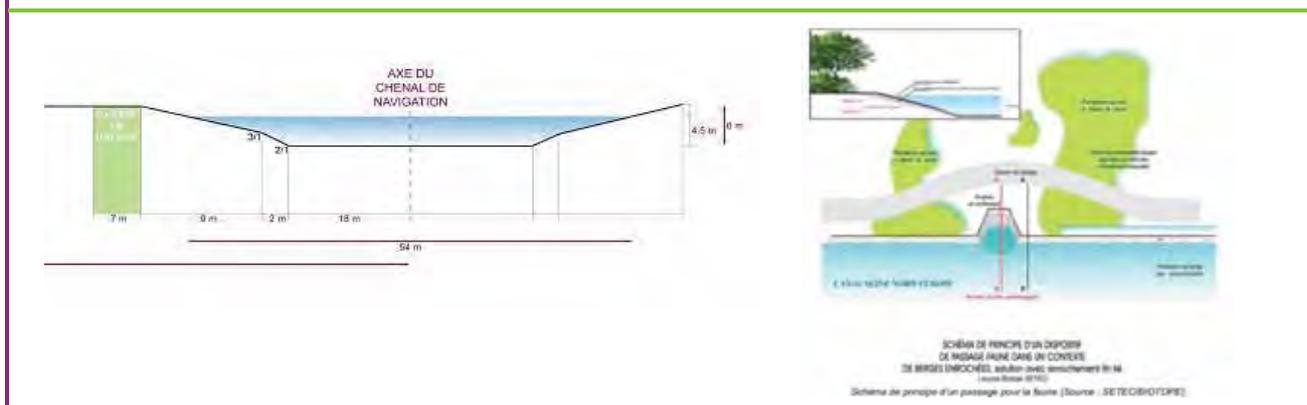
Leur répartition a été organisée en fonction de l'activité des corridors à raison de 66 sorties d'eau soit 33 dispositifs sur chaque berge du canal Seine-Nord-Europe. Elle s'articule avec le positionnement d'échelles anti-noyade sur le canal du Nord. Les sorties d'eau seront aménagées par paires sauf sur les secteurs avec des annexes hydrauliques et des berges lagunées où elles seront installées uniquement sur la berge en face.

Principe et Description du Plan incliné

Sur secteur ayant un corridor identifié pour les cervidés et avec une impossibilité de création d'un passage supérieur, il est proposé sur le même principe que les sorties d'eau aménagées pour la faune de créer une « plage » correspondant à une inclinaison de 20° sur une distance de 200 à 300 m.

Aux abords de cette plage, la végétation sera plantée de façon à encourager son utilisation par la grande faune.

ILLUSTRATIONS



Bibliographie

- VNF, Biotope, 2007 Canal Seine Nord Europe- Dossier d'information du Conseil National de la Protection de la Nature
Mairie de Paris, 2012, Biotope, AEI, Guide de gestion, suivi et aménagement des Canaux de Paris.
Bulletin ONC 1982, Noyades dans le Canal de la Marne au Rhin
Infos chasse 67, n°6 février 2007, la faune sauvée des eaux (acte2)
CETE Méditerranée, 2011, Projet de guide méthodologique SETRA Transparence écologique des ITT