



DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE AU TITRE DES INSTALLATIONS CLASSÉES (ICPE)

PROJET DE PLATEFORME DE LOGISTIQUE URBAINE MULTIMODALE
SUR LE PORT DE GENNEVILLIERS (92)

PROJET GREEN DOCK

PARTIE 3

Pièce 3.3

Annexes 1 à 7 (DDAE n°4.b)

Cahier 5/16

Annexe 5.b. / Volet faune flore de l'étude d'impact environnementale - Annexe



GOODMAN



PROJET GREENDOCK A GENNEVILLIERS

24 juillet 2024 - complétée mai 2025

Etude de faisabilité concernant la mise en œuvre des mesures de compensation du projet Greendock en berges de Seine



Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2024 – Etude de faisabilité concernant la mise en œuvre des mesures de compensation du projet Greendock en berges de Seine - PROJET GREENDOCK A GENNEVILLIERS - - GOODMAN - 32 p.	
Nom de fichier	GREENDOCK_FAI_AmgtBerges_Notice_250527	
N° de contrat	2024167	
Date de démarrage de la mission	11/01/2024	
Maître d'ouvrage	GOODMAN 24 rue de Prony - 75017 Paris	
Interlocuteur	Rhoana Zanotelli <i>Technical Development</i>	Contact : 06 77 62 44 81 Rhoana.zanotelli@goodman.com
Maître d'œuvre	BIOTOPE Service Restauration des Ecosystème	
Biotope, Responsable du projet / rédacteur	Benoit Allemand <i>Service RECO - Directeur de Projets</i>	Contact : 06 63 76 30 49 ballemand@biotope.fr
Biotope, Accompagnement environnemental	Olivier Cartigny <i>Agence Bassin Parisien – Chef de projet</i>	Contact : 06 59 82 41 53 ocartigny@biotope.fr
Biotope, Pièces graphiques	Maxime Bucquet <i>Service RECO – Chef de projet</i>	Contact : 07 48 83 71 43 mbucquet@biotope.fr
Biotope Milieux humides	Olivier Pelegrin <i>Service RECO – Directeur de projet</i>	Contact : 06 15 92 38 03 opelegrin@biotope.fr
Biotope, Contrôleur qualité	Laurent Philippe <i>Agence de Tours - Directeur d'études</i>	Contact : 06 13 74 20 59 lphilippe@biotope.fr

Biotope est signataire de la « [Charte d'Engagement des Bureaux d'Études dans le domaine de l'évaluation environnementale](#) ».

Sauf mention contraire explicite, toutes les photos du rapport ont été prises sur site par le personnel de Biotope dans le cadre des prospections de terrain.

« Propriété de Biotope - Ne peut être diffusé sans autorisation préalable de Biotope »

Sommaire

1	Présentation de la mission	4
1.1	Rappel du contexte	4
1.2	Objectifs de la mission	4
2	Présentation du site	5
2.1	Présentation du site et du projet architectural	5
2.2	Etat existants des berges	6
2.2.1	Berges maçonnées	6
2.2.2	Herbiers aquatiques	6
2.3	Enjeux environnementaux et objectifs règlementaires	7
2.3.1	Les mesures de compensation	7
2.4	Configuration des berges et contraintes d'aménagement	8
3	Propositions d'aménagement	10
3.1	Les différentes techniques de confortement	10
3.1.1	Mise en œuvre des herbiers : le tunage bois	10
3.1.2	Confortement des berges	10
3.2	Etude hydraulique	13
3.3	Principes d'aménagement	14
3.3.1	Nivellement du projet	14
3.3.2	Prise en compte du phénomène d'envasement	20
3.3.3	Catégories piscicoles visées	20
3.3.4	Conditions d'ensoleillement	20
3.4	Principe de végétalisation et de plantation des berges	21
3.4.1	Végétalisation des herbiers	21
3.4.2	Végétalisation des berges	21
3.5	Profils des aménagements et plans des plantations	23
3.6	Mise en œuvre des travaux	26
3.6.1	Démolitions et terrassement	26
3.6.2	Mise en œuvre du confortement des berges et des talus	26
3.6.3	Traitement des essences invasives	26
3.6.4	Entretien des plantations	27
3.7	Données complémentaires pour la suite des études de conception	27
4	Estimation des travaux	28
5	Index des tableaux, cartes et figures	30
	Annexe I : Bibliographie	31

1 Présentation de la mission

1.1 Rappel du contexte

Le groupe Goodman, spécialisé en immobilier, développe et gère des plateformes logistiques et des parcs d'affaires. En l'espèce, le Groupe entreprend le développement d'un entrepôt logistique à étages à l'extrême nord du département des Hauts-de-Seine, sur le port de la commune de Gennevilliers, aux abords de la Seine. Le projet s'inscrit ainsi dans un contexte fortement anthropisé et majoritairement imperméabilisé. Le site étudié accueille des entrepôts logistiques non exploités depuis fin 2020.

Il comprend la construction d'un nouveau bâtiment à l'emplacement de l'ancienne structure qui sera démolie, l'aménagement des espaces extérieurs et la construction d'un quai de déchargement sur les berges de la Seine.

Dans le cadre de la réalisation de son projet, le groupe Goodman a missionné le bureau d'études Biotope pour la réalisation d'un diagnostic écologique afin d'établir un état des lieux de la flore et de la faune et de déterminer les enjeux en termes d'environnement et de biodiversité.

Biotope a également réalisé le volet Faune/Flore de l'étude d'impact qui a permis, au regard du projet, de déterminer l'ensemble des mesures ERC à mettre en œuvre dans le cadre du projet d'aménagement. Le VNEI a montré la nécessité de réaliser des aménagements de berges en compensation des impacts sur les habitats piscicoles générés par la construction et le fonctionnement du futur quai de déchargement.

Dans cet objectif, Biotope s'est vu confié au mois de septembre 2023 une mission d'étude pour la recherche du site de compensation le plus favorable à la réalisation des mesures. Cette recherche a porté sur 7 tronçons situés entre le stade Frédéric Chazottes et la presqu'île en aval du pont de l'autoroute A15. Le tronçon retenu est la portion de berge située au droit du projet d'aménagement GREENDOCK, et du quai de déchargement.

A la suite du choix du site, BIOTOPE s'est vu confier une mission pour une étude de faisabilité permettant d'étudier les solutions possibles d'aménagement des berges, au regard des contraintes réglementaires, de la configuration du site et du projet architectural du nouveau bâtiment et des espaces extérieurs. Elle permettra enfin d'estimer le montant des travaux des aménagements proposés.

Le présent document présente les éléments relatifs à cette étude de faisabilité.

1.2 Objectifs de la mission

Les objectifs sont les suivants :

Répondre aux objectifs réglementaires du VNEI

Le VNEI a déterminé un certain nombre de mesures d'évitement et de réduction qui sont prises en compte dans le projet ou seront mises en œuvre avec les travaux d'aménagement. Elles sont relatives aux principaux enjeux situés au niveau de berges de la Seine, aussi bien pour les milieux aquatiques que pour les milieux rivulaires.

Proposer une faisabilité technique et financière

L'objectif de l'étude est de proposer une ou plusieurs solutions techniques pour la réhabilitation des berges et des herbiers. Ces solutions prendront en compte l'ensemble des contraintes/enjeux présents (écologiques, réglementaires, architecturales, techniques) pour proposer des aménagements pérennes.

Ils seront proposés au regard d'une modélisation hydraulique permettant de vérifier les incidences des aménagements sur la Seine et vis-à-vis du respect des conformités sur la réglementation IOTA et PPRI.

Ces options seront chiffrées pour dégager une estimation globale du coût des travaux des aménagements des berges.

2 Présentation du site

2.1 Présentation du site et du projet architectural

Le site existant :

Le site du projet est situé sur la commune de Gennevilliers, en amont de la zone industrielle des Docks, juste en face de la pointe Est de l'île Saint Denis.

Il est occupé par de vastes entrepôts construits en rive de la Seine sur une parcelle consacrée à de l'activité logistique. L'ensemble des espaces extérieurs est dédié à la circulation des véhicules et ils sont entièrement minéralisés, y compris les berges tenues par des perrés et des talus maçonnés.

La partie située entre les bâtiments et la berge servaient à l'acheminement de marchandises par le rail, elle est structurée par un système de terrasses qui organise des niveaux successifs jusqu'à la crête des talus.

Seule la partie amont de la rive, avec des revêtements plus perméables accueille une végétation d'arbres et d'arbustes qui ont poussés ici de façon spontanée.



Figure 1 – Photo aérienne des anciens entrepôts

La figure ci-dessus fait apparaître le site avant démolition des bâtiments, elle montre aussi l'emprise du futur quai de déchargement et les emprises possibles pour la restauration des berges.

Le projet Greendock

Il prévoit également l'aménagement de bâtiments logistiques qui s'implanteront sur l'emprise actuelle des anciens bâtiments. Les véhicules de livraison circuleront dans le bâtiment en y accédant par les extrémités.

Le projet comprend la création d'un quai de déchargement à l'aval de la parcelle avec deux passerelles pour l'accès des véhicules. Il prévoit aussi le long de la berge une voie de circulation qui servira aux véhicules légers ainsi qu'une voie pompier.

Des plantations sont prévues dans les espaces disponibles entre la voie et les berges, mélange d'essences arborées et arbustives.

Une partie des toitures des bâtiments sera végétalisée : plantations rases extensives sur les toitures de bureau et toitures végétalisées plus intensives sur les autres parties, permettant d'installer des milieux plus favorables à la biodiversité.



Figure 2 – Plan masse du projet architectural – document A26 Architecte

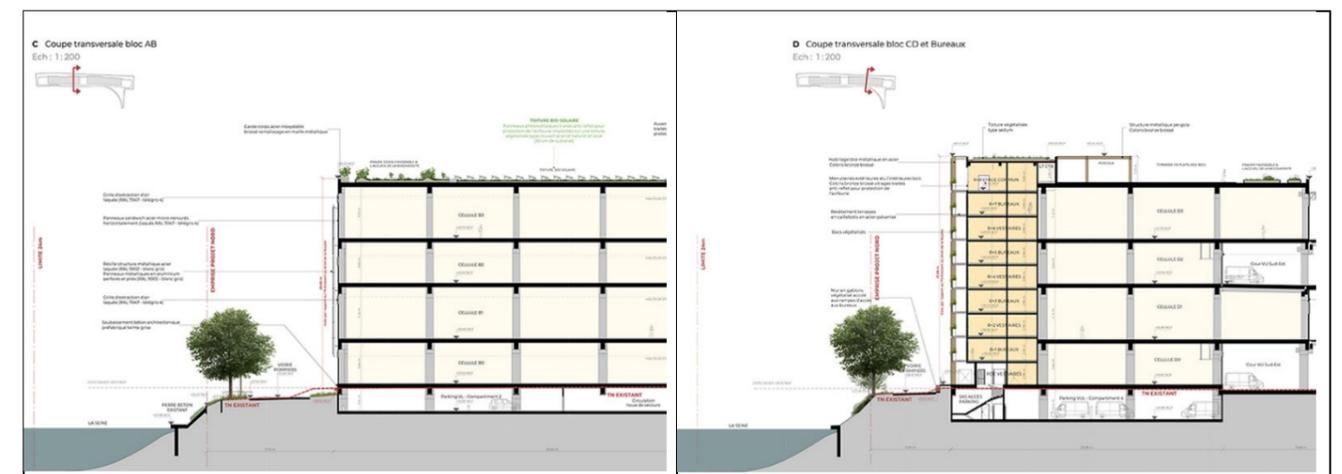


Figure 3 – Profil sur les bâtiments, la voie pompier et les berges – documents A26 Architecture

2.2 Etat existants des berges

2.2.1 Berges maçonnées

Deux grandes configurations des berges existent sur le linéaire situé en amont du projet de quai. Celles-ci varient légèrement selon les profils, voyant l'apparition des plusieurs types de végétation selon la nature du revêtement présent.

La partie aval de la partie envisagée pour l'aménagement de la berge est constituée d'un talus en béton qui occupe au moins la moitié de la pente.

- Le pied du talus se termine par un perré horizontal en béton, de 1 m de largeur environ, et situé à 50 cm au-dessus du niveau du module de la Seine (23.56 NGF),
- La partie supérieure du talus est constituée de remblais dans lequel s'est installée une végétation spontanée de ronciers avec quelques Buddleja (espèce invasive), lorsque le remblai est étroit, ou d'arbustes ponctués de quelques arbres lorsqu'il est plus large.



Photo 1 – Vers l'aval, le talus bétonné est très haut. Seule la partie supérieure est colonisée par la végétation



Photo 2 – Lorsque la partie de remblai est plus importante, davantage d'arbustes ligneux colonisent cette bande



Photo 3 – Le perré disparaît parfois sous l'eau lors des crues hivernales

2.2.2 Herbiers aquatiques

Des herbiers aquatiques sont présents tout le long des berges, leur présence et leur configuration variant selon la nature de ces dernières :

- En amont, sur le secteur des pontons, les herbiers peuvent s'étendre jusqu'à 10 m à partir de la berge. Il s'agit principalement d'herbiers où dominent les Myriophylles, qui jouent un rôle d'abri, de nourrissage et de frai. Les enrochements présents dans l'eau sont plus ou moins découverts selon le niveau de la Seine offrant de nombreux abris.
- Plus en aval, au droit de la berge bétonnée, les herbiers sont présents par patches et occupent une surface visible de 5 à 6m de largeur. Plusieurs espèces ont été recensées : Nénuphar, Potamot nageant, *Stuckenia pectinata*, Myriophylle en épi. Sur ce secteur les herbiers aquatiques remplissent les rôles d'abri, de nourrissage et de frai.

L'ensemble de ces éléments a été synthétisé dans le document "Projet Greendock Genevilliers – Recherche de sites de compensation" d'octobre 2023 réalisé par Biotope – Secteurs 3 et 4.

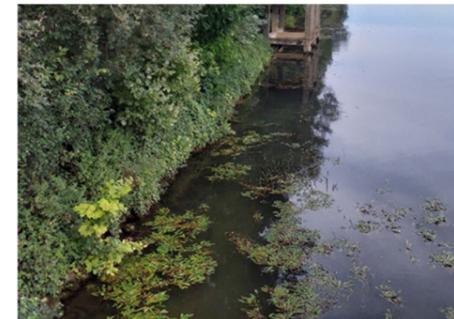


Photo 7- secteur amont - Herbiers entre les pontons existant



Photo 8 – Secteur du perré béton - Tapis de Potamot nageant



Photo 9 – Secteur du perré béton - Myriophylle en bord de berge

Sur la moitié amont, autour des trois pontons d'amarrage, la construction de la berge est différente et moins minéralisée :

- Elle est constituée d'enrochements sur la moitié inférieure, retenus au niveau de l'eau par une bordure maçonnée. Cette partie est colonisée par du roncier et de la végétation herbacée qui poussent entre les blocs de pierres,
- Le haut de la berge est traité en remblais. S'est installée ici une large bande arborée constitué d'essences de ripisylves comme le Saule blanc ou l'Aulne glutineux. A noter la présence également de massifs de Renouée du Japon qui profite ici du milieu humides et lumineux. Cette espèce hautement invasive sera à traiter dans le cadre des aménagements.



Photo 4 – La partie inférieure en enrochement disparaît sous la végétation herbacée



Photo 5 – Bande arborée qui émerge en partie supérieure du talus

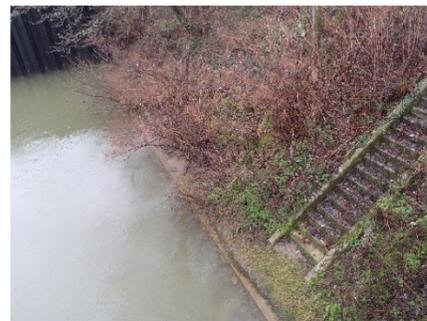


Photo 6 – la Renouée du Japon a parfois colonisé toute la hauteur du talus

2.3 Enjeux environnementaux et objectifs réglementaires

Le VNEI réalisé par Biotope a permis d'étudier la nature des enjeux au niveau des berges et les incidences du projet d'aménagement sur les milieux existants. Il indique que l'ensemble de la berge au droit du projet (parties immergées et émergées) présente des enjeux forts pour ces milieux :

- Enjeux forts pour les herbiers et les enrochements immergés,
- Enjeux forts pour la bande arborée présente sur le talus.

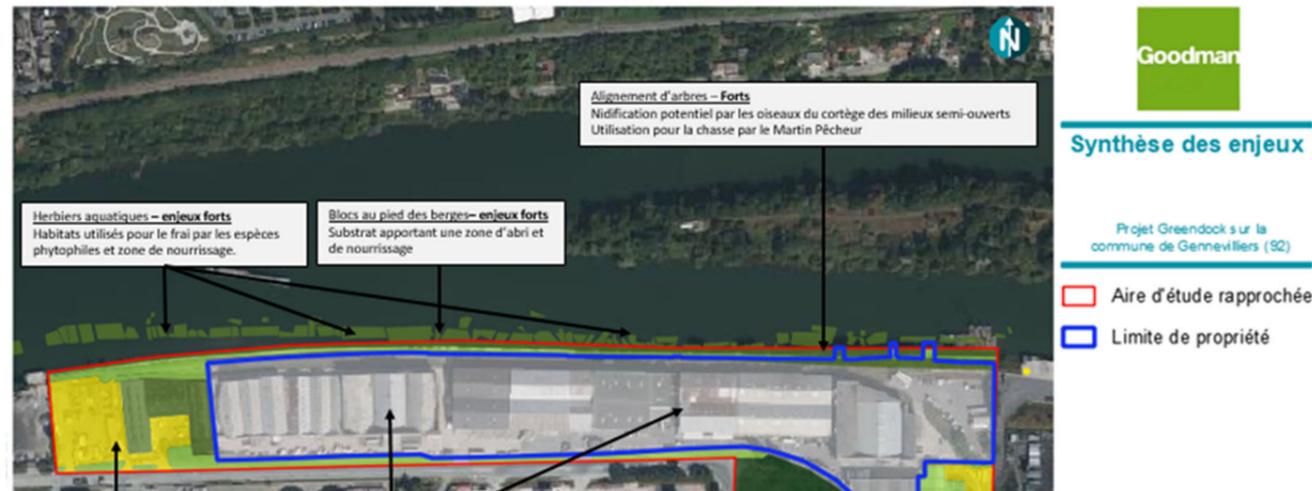


Figure 4 – Extrait de la carte du VNEI présentant les enjeux des milieux présents sur les berges

Concernant les espèces faunistiques, les enjeux sont les suivants :

- Niveau très fort pour le Serin cini qui apprécie les milieux semi-ouverts avec des arbres et des arbustes pour la nidification et les milieux ouverts pour le nourrissage. Plusieurs individus ont été contactés sur le site,
- Niveau fort pour les oiseaux de milieux semi ouverts et milieux urbains, niveau fort également pour les frayères et les secteurs d'herbiers aquatiques.

Ainsi, un certain nombre de mesures d'évitement et de réduction ont été proposées. Deux d'entre elles concernent plus particulièrement l'aménagement des berges :

- **Mesure d'évitement ME01** : L'alignement d'arbres en bordure de berges est classé en mesure d'évitement et devra être conservé dans le projet.
Cette mesure constitue une contrainte forte pour le projet. En effet la conservation des arbres existant, qui sont plutôt situés sur la partie supérieure de la berge, ne permet pas le reprofilage des berges pour adoucir les pentes par exemple. Seule la partie inférieure pourra être retravaillée, en supprimant autant que possible les éléments minéraux, tout en faisant attention à ne pas impacter les racines des arbres pendant les travaux.
- **Mesure de réduction MR01** : Intégration d'éléments favorables à la biodiversité et aux continuités écologiques : cette mesure induit un important travail de renaturation des berges, de manière à restaurer un milieu rivulaire de type ripisylve, qui puisse améliorer le corridor écologique en bordure de l'eau.

2.3.1 Les mesures de compensation

Le projet et particulièrement la construction du ponton a un impact notable sur les habitats piscicoles d'enjeux forts pour une surface résiduelle de 1 300m².

Plusieurs scénarios de compensation ont été étudiés pour répondre à ces impacts, avec des niveaux d'ambition différents :

- Réaménagement d'habitats piscicoles uniquement, sans travailler sur la partie émergée des berges, scénario permettant de respecter la demande réglementaire de 450 ml d'herbiers à recréer,
- Scénario intermédiaire avec la restauration des herbiers et le réaménagement partiel des berges,
- Scénario ambitieux avec la restauration des herbiers et la renaturation complète de berges sur un minimum de 250 ml.

Le Maître d'ouvrage s'engage sur ce troisième scénario avec l'aménagement d'un minimum de 250 ml dans le cadre d'un projet compensatoire basé sur une désartificialisation majeure de la berge de Seine avec une plus-value écologique très importante pour les espèces inféodées aux berges de Seine (oiseaux, chauves-souris, insectes, poissons, ...).

Pour la réalisation de ces mesures, le projet propose de travailler sur trois grands axes d'aménagement :

- Mise en place de milieux immergés favorables au développement des herbiers et à l'accueil de la faune piscicole,
- Désimperméabilisation des berges pour permettre l'installation d'une ripisylve sur les anciennes parties maçonnées et enrichissement de la bande arborée existante qui sera conservée,
- Traitement des essences invasives sur la partie amont du secteur.

Dans le cadre de la proposition de l'aménagement, il sera proposé les aménagements suivants :

- Longueur de l'aménagement : 420 ml,
- Surface d'herbiers aquatiques réalisée : 1 586 m²,
- Plantation de massifs de saules et de fourrés arbustifs : 2 021 m²

La carte ci-dessous présente la répartition des surfaces prévues dans le cadre du projet d'aménagement :

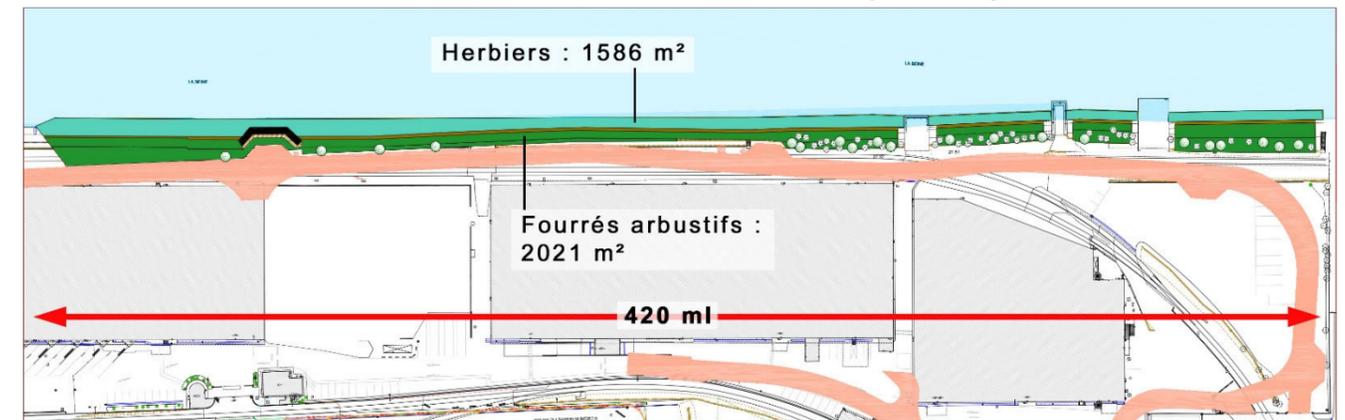


Figure 5 – surface des milieux mis en œuvre dans le cadre de la compensation

- Les herbiers seront plantés sur une largeur moyenne de 3 m, avec un élargissement en aval des aménagements à 5.70 m,
- Les fourrés arbustifs se décomposent en deux secteurs :
 - En partie basse, jusqu'à 2m au-dessus de la RN : lit de plants et plançons essentiellement constitués d'espèces de saules,
 - En partie haute, au-dessus des lits de plants et plançons, mélange d'arbustes adaptés aux conditions des rives,

Le détail des aménagements est précisé dans la suite de cette notice.

2.4 Configuration des berges et contraintes d'aménagement

Le projet architectural prévoit la réalisation d'une voie pompier située derrière les nouveaux bâtiments au-dessus du talus des berges. Cette voie, qui fera également office de desserte pour les véhicules légers est située à la cote altimétrique moyenne de 28.00 NGF, avec des variations de +/- 30 cm, soit près de 4.50 m au-dessus de la cote module de la Seine (23.56 NGF).

En quelques endroits, la voie se rapproche assez près de la limite de la berge (5 à 5.5 environ), notamment du fait de l'obligation de réaliser des zones de refuges. Ici la voie sera confortée par un soutènement associé à un dispositif de sécurité car elle s'étend au-delà de la crête du talus existant.

Les plans et profils ci-dessous présentent la configuration existante des berges avec en superposition la position et l'altimétrie de la voie pompier telle qu'elle est prévue dans le projet d'aménagement. Les endroits les plus critiques sont ceux indiqués sur les profils B, D et E, là où la voie est la plus proche du bord de l'eau.

Cette voie va servir référence, en déterminant l'emprise disponible pour l'aménagement des berges, mais également la technique de génie végétal qui sera appliquée pour son confortement.

Les documents ci-après indiquent la position de la voie par rapport à la configuration des berges actuelle. Sont indiqués sur les plans :

- En rouge : emprise de la voie pompier et des zones refuges,
- En marron : emprise du talus : béton, remblais ou enrochements,
- En gris au bord de l'eau : le perré horizontal qui vient terminer le talus en béton : ce perré disparaît au profil E, où il est remplacé par une bordure en béton qui retient les enrochements.

Les profils et les plans sont organisés de l'aval vers l'amont.

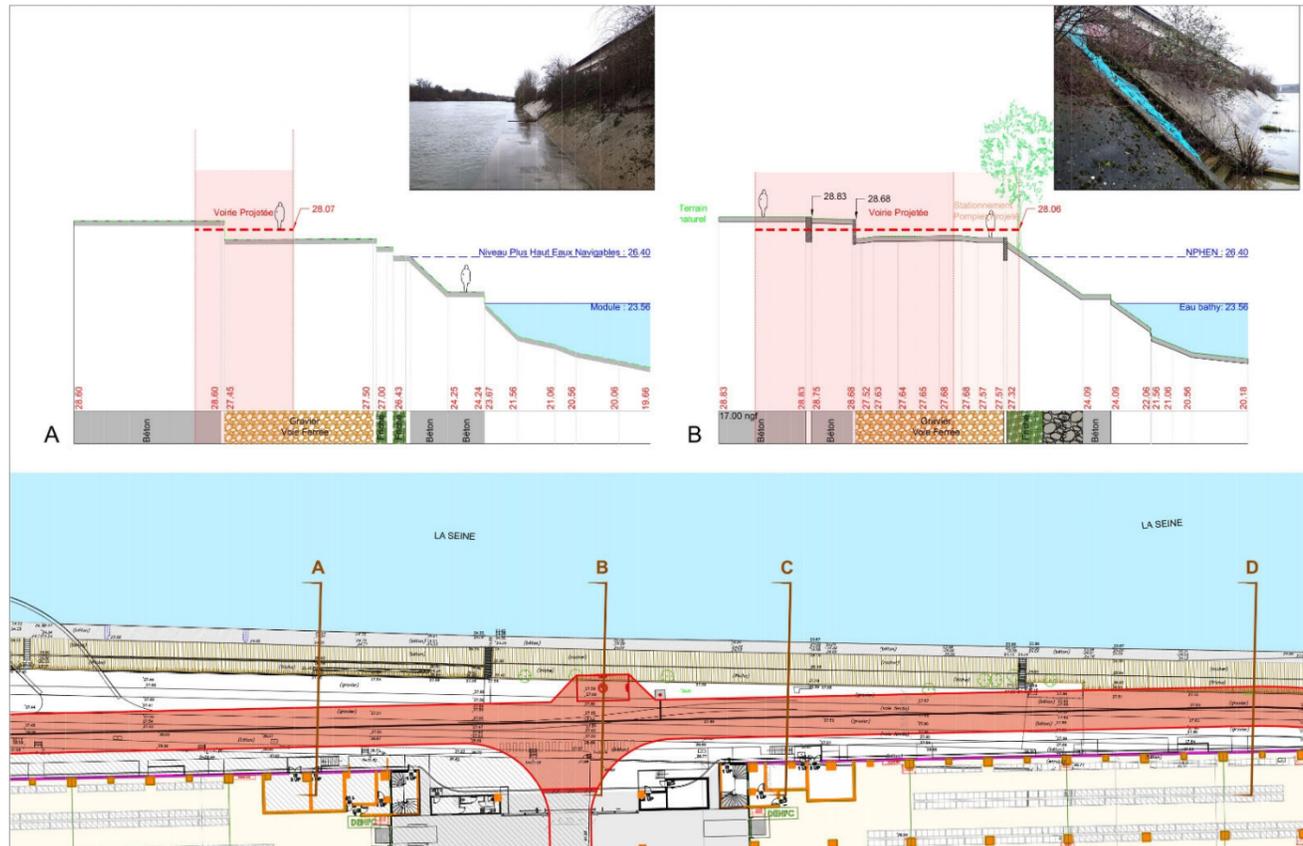


Figure 6 – Plan et profils existants A et B

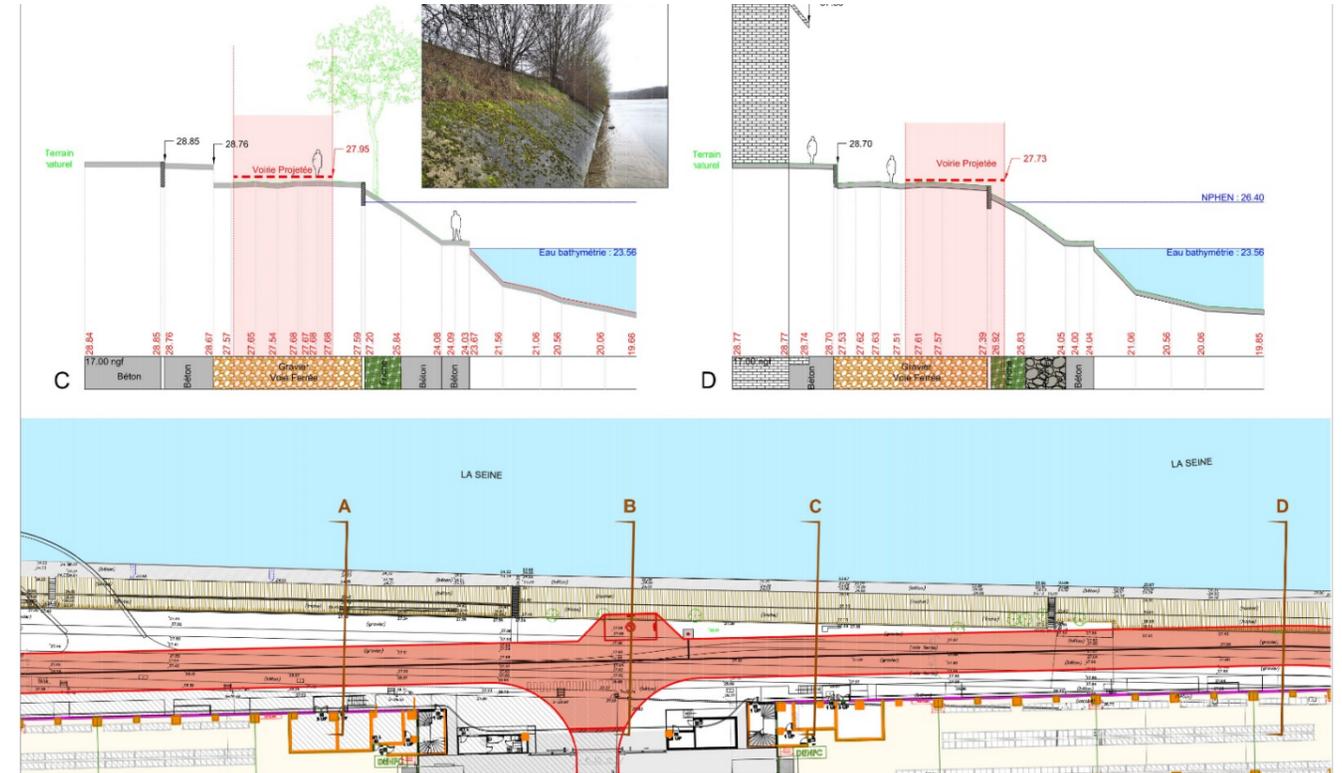


Figure 8 – Plan et profils existants C et D

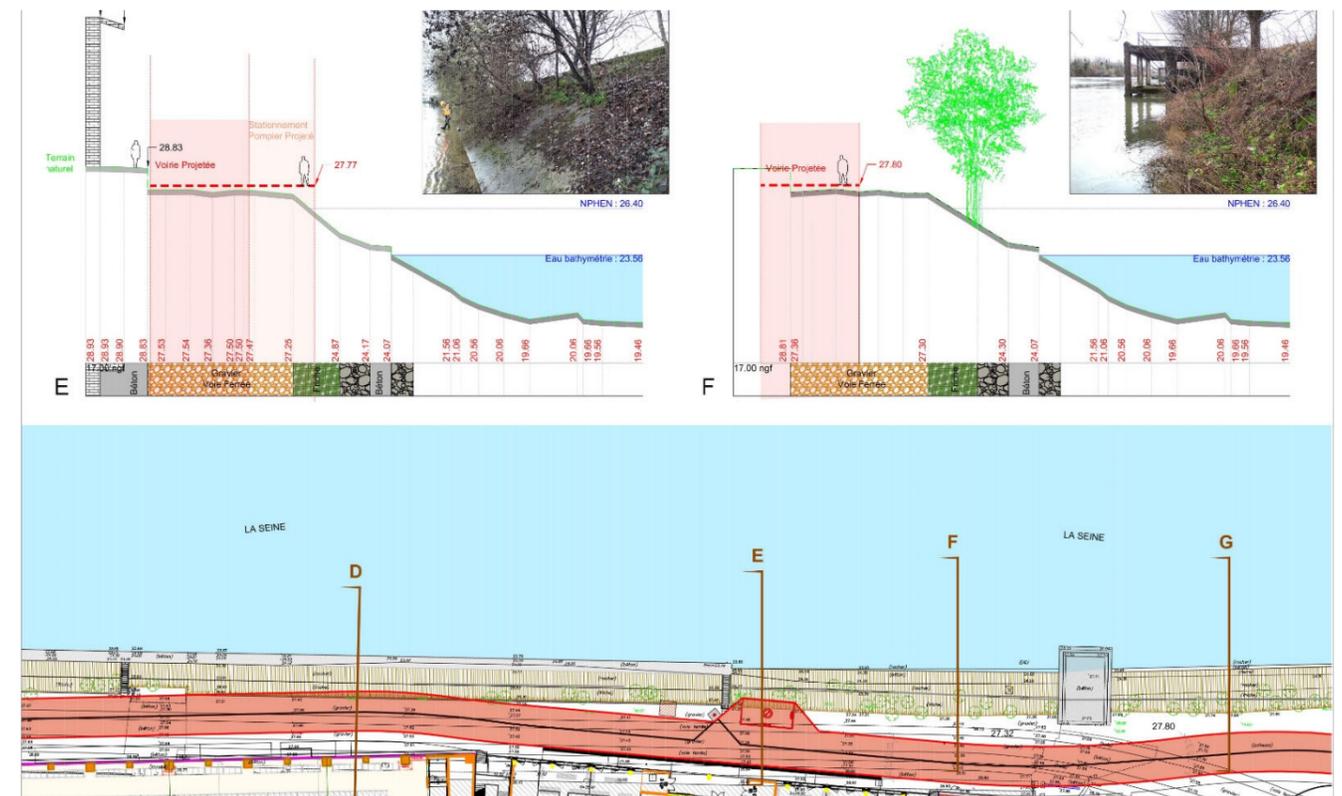


Figure 9 – Plan et profils existants E et F

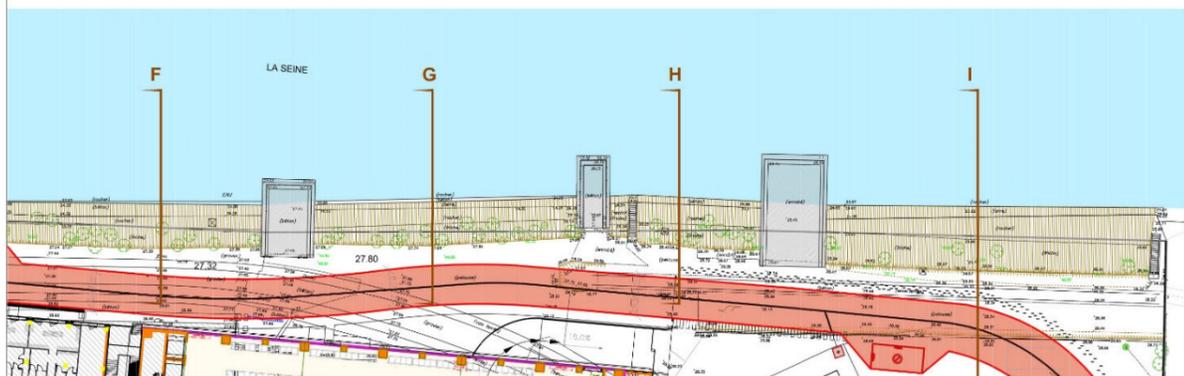
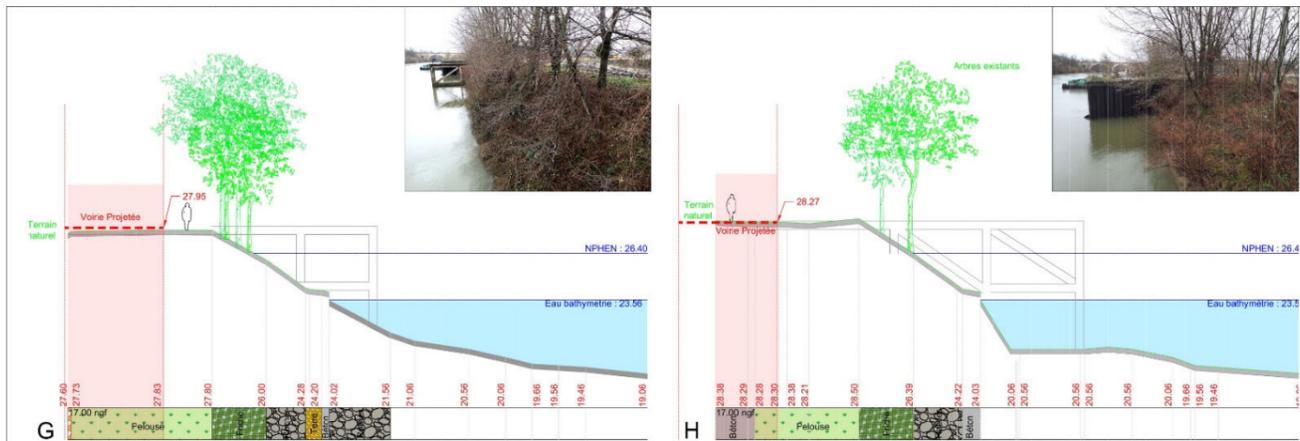


Figure 10 – Plan et profils existants G et H

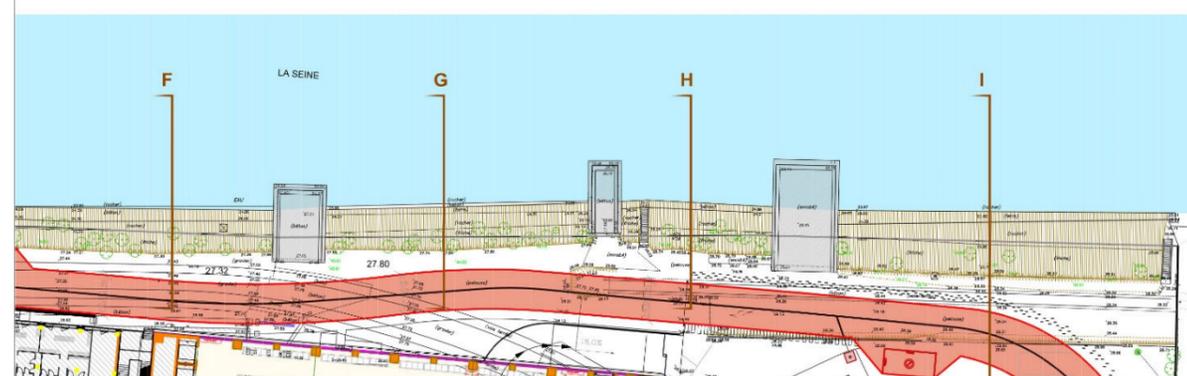
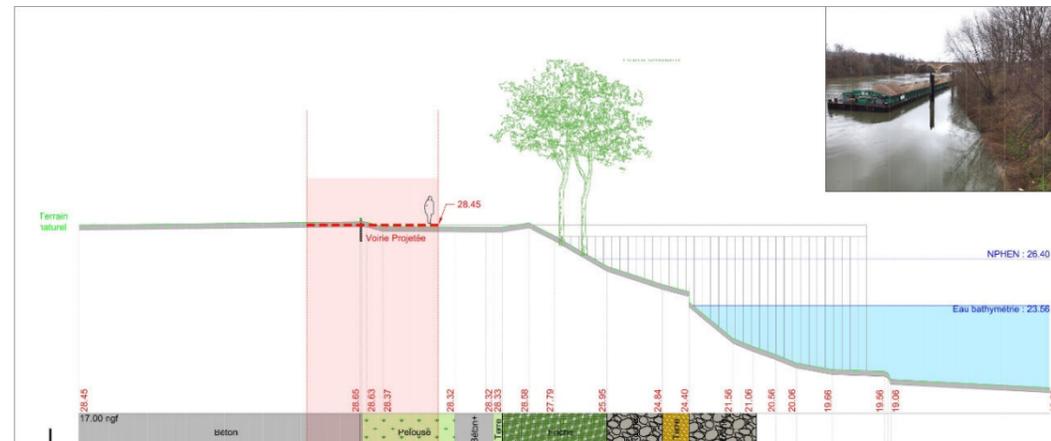


Figure 11 – Plan et profil existant I

3 Propositions d'aménagement

3.1 Les différentes techniques de confortement

3.1.1 Mise en œuvre des herbiers : le tunage bois

L'objectif est ici de pouvoir offrir les conditions favorables au développement des herbiers en créant une plateforme à une profondeur réduite mais qui restera constamment immergée sous la hauteur d'étiage. Cette plateforme servira de zone de refuge et de nourrissage grâce à la présence de la végétation. Elle pourra également servir de zone de frai, en installant des petits secteurs d'enrochements ou de recharges minérales de différentes granulométries.

Comme le montre les profils, les berges sont assez abruptes et descendent rapidement à partir de la berge. Il s'agit donc de créer une plateforme horizontale immergée qui sera maintenue par un tunage, constitué de pieux en bois battus dans le sol sur lesquels sont fixés des planches horizontalement qui retiennent les matériaux de remblais. Selon la hauteur à conforter et la nature du sol, les pieux peuvent être complétés par un système de pieux et de câbles qui viennent renforcer la tenue de l'ensemble.

On utilise des bois résistants à la situation immergée sans avoir besoin d'être traités, type Châtaigner, Robinier Faux acacias, Chêne ou Mélèze.

Les remblais pourront provenir des matériaux déblayés pour la renaturation des berges : petits enrochements, remblais terreux, ou provenir de matériaux d'apport : terre alluvionnaire, sable, graviers favorables aux frayères.

Cette plateforme servira également de socle aux dispositifs de confortement des talus des berges.

Dimensionnement du tunage envisagé sur l'ensemble du linéaire (390 ml)

- Selon le profil bathymétrique, la hauteur de sol à conforter varie de 1.5m à 2.3 m par rapport au fond de la Seine,
- La largeur retenue est de 3 m à partir de la berge existante, soit 1 167 m² pour l'ensemble du linéaire
- Altimétrie de la plateforme 22.86 NGF, soit 70 cm sous le module (23.56 NGF)
- Une seconde plateforme, terrassée dans la berge existante complète la surface d'herbier disponible, lorsque l'emprise de la berge jusqu'à la voie pompier est suffisante. Celle-ci est légèrement surélevée par rapport à la première afin de diversifier les conditions et les espèces végétales présentes.



Photo 10 – Mise en place des pieux et des planches - © Dynamique Environnement



Photo 11 – Principe de stabilisation du tunage utilisé ici en tenue de berge - © Dynamique Environnement



Photo 12 – Exemple de tunage en tenue de berge - © Dynamique Environnement

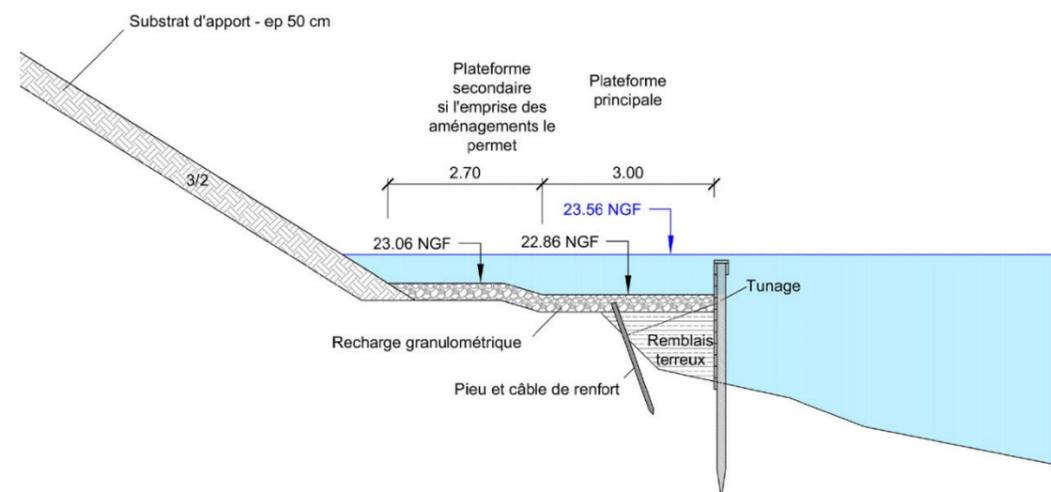


Figure 12 – Principe de mise en œuvre du tunage bois sur la berge de la Seine

La durée de vie d'un tunage bois est donnée à 15/20 ans en fonction des conditions dans lesquels il se trouve.

3.1.2 Confortement des berges

Les profils existants montrent une configuration des berges très pentue et, entre la voie pompier et le bord de l'eau, une emprise disponible très étroite pour la renaturation.

À l'issue des travaux de démolition des ouvrages et des talus, des matériaux d'apport seront mis en œuvre pour reconstituer les berges et créer un substrat favorable au développement de la végétation. Pour leur confortement et la bonne tenue de ces matériaux, nous proposons de ne pas dépasser une pente de 3H/2V.

Compte tenu des hauteurs de berges et des emprises disponibles, la mise en œuvre de dispositifs de génie végétal est nécessaire en pied de berges pour assurer la tenue des substrats avant que celle-ci ne soit consolidée par la présence des racines des végétaux plantés qui se seront développées.

Ces techniques de génie végétal servent également à rehausser les talus afin de gagner de la hauteur vis-à-vis de la voie pompier. Ils ne sont malgré tout pas suffisants pour parvenir à la hauteur de cette dernière et un ouvrage de soutènement sera nécessaire sur certaines portions pour conforter la voie.

Le dispositif de génie végétal et la reconstitution du talus permet de limiter la hauteur visible de l'ouvrage à 1.60 m.

Deux techniques sont utilisées pour le confortement du pied de la berge, les fascines de saules principalement, ou les caissons végétalisés lorsque la structuration du talus a besoin d'être plus importante.

3.1.2.1 Les fascines de saules

3.1.2.1.1. Principes techniques

Les fascines sont une des techniques de génie végétal les plus utilisées en pied de berges. Leur principal intérêt est qu'elles permettent la retenue de terres et qu'elles offrent une protection immédiate contre l'érosion des berges. Elles sont constituées d'un ou plusieurs fagots de branchages tenus par un ou deux rangs de pieux en bois enfoncés dans le sol.

- Ces fascines peuvent être vivantes. Elles sont dans ce cas réalisées en totalité ou en partie avec des branches vivantes (généralement du saule), qui vont prendre racine dans le substrat environnant, émettre des rejets et former à terme un rideau arbustif et arboré qui confortera la berge grâce à son système racinaire, et limitera l'érosion en freinant les écoulements d'eau.
- On parle également de fascines mortes qui sont généralement utilisées pour du confortement à la manière d'un mur de soutènement, ou dans les parties qui sont entièrement immergées. On choisit dans ce cas des bois durs plus durables.

Les fascines vivantes doivent être positionnées précisément au regard de la hauteur d'eau moyenne du cours d'eau, pour ne pas être noyées pendant la saison de végétation, au risque de la voir dépérir, ni être trop surélevée pour résister aux sécheresses estivales en période d'étiage.

Il est également important que les fagots soient en contact avec le substrat de la berge pour permettre l'enracinement. Il est d'ailleurs possible de mélanger de la terre à la fascine pour améliorer la reprise des végétaux.

Le dispositif est complété par un système de branche "anti-affouillement" placées perpendiculairement à la berge, qui en perturbant le courant, limite l'érosion au pied de la fascine.

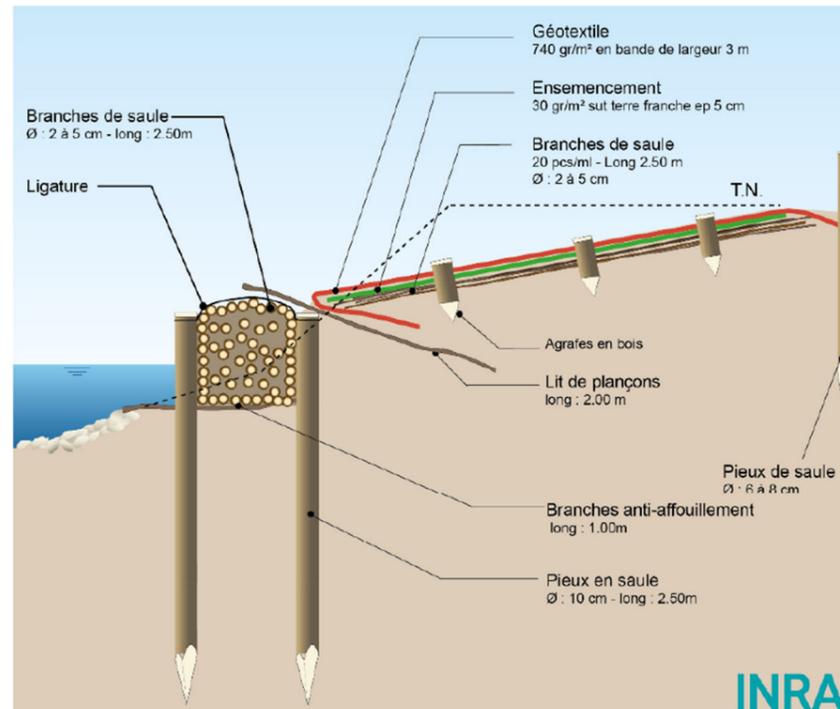


Figure 13 - Principe de mise en œuvre d'une fascine accompagnée d'un lit de branchage en protection supérieure – Extrait du guide technique "Les fascines de ligneux en génie végétal" – INRAE / OFB - avril 2023



Photo 13 – Fascine de pied de berge (A) © Belleudy et durant la saison de végétation après la mise en œuvre © André Evette – Guide INRAE / OFB

Dans le cas d'une berge très abrupte, ou lorsque les emprises d'aménagement sont limitées comme c'est le cas des berges de la Seine sur le site du projet, il est possible de réaliser un mur de fascines, constitué de plusieurs fagots, permettant de créer un soutènement jusqu'à 1 m.

Il est possible de mixer les fascines vivantes et mortes en fonction des hauteurs d'eau moyenne du cours d'eau.

La durée de vie des fascines dépend de la nature des bois utilisés et des conditions humidité du milieu, mais l'objectif, est la prise en charge de la tenue des berges par le développement racinaire de la végétation au fur et à mesure de son développement pour aboutir à un système pérenne.

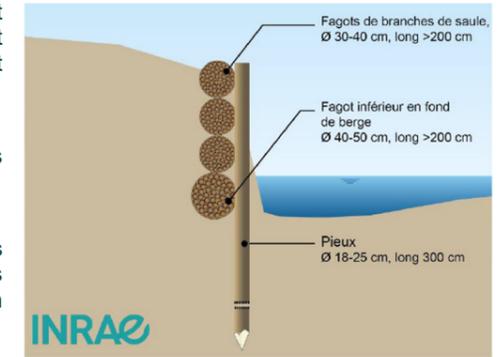


Figure 14 – Principe du mur de fascines – Guide INRAE / OFB

3.1.2.1.2. Mise en œuvre dans le projet

La technique utilisée sera celle du mur de fascines.

Compte tenu de l'orientation de ces berges tournées vers le nord et de la proximité immédiate des herbiers qui ont besoin de lumière, nous projetons de réaliser majoritairement des fascines mortes qui assureront le soutènement des terres des talus. La végétation sera plantée derrière les fascines afin de limiter son expansion et l'ombre portée vers les herbiers.

Ponctuellement, de petites sections seront réalisées avec de la fascine vivante.

Les fascines seront réalisées de la manière suivante :

- Constitué de 3 fagots de branche morte, Ø 40 cm environ. Le fagot supérieur pourra ponctuellement être réalisé avec des branches de saules vivantes,
- Fixation de la fascine : 2 rangs de pieux, Ø 15 cm environ, espacement des pieux sur la ligne 60 à 80 cm,
- Largeur de la fascine : 70 cm environ,
- Les fagots seront fixés aux pieux au moyen de fer et de tasseaux intermédiaires,
- De la terre sera incorporée entre les fagots,

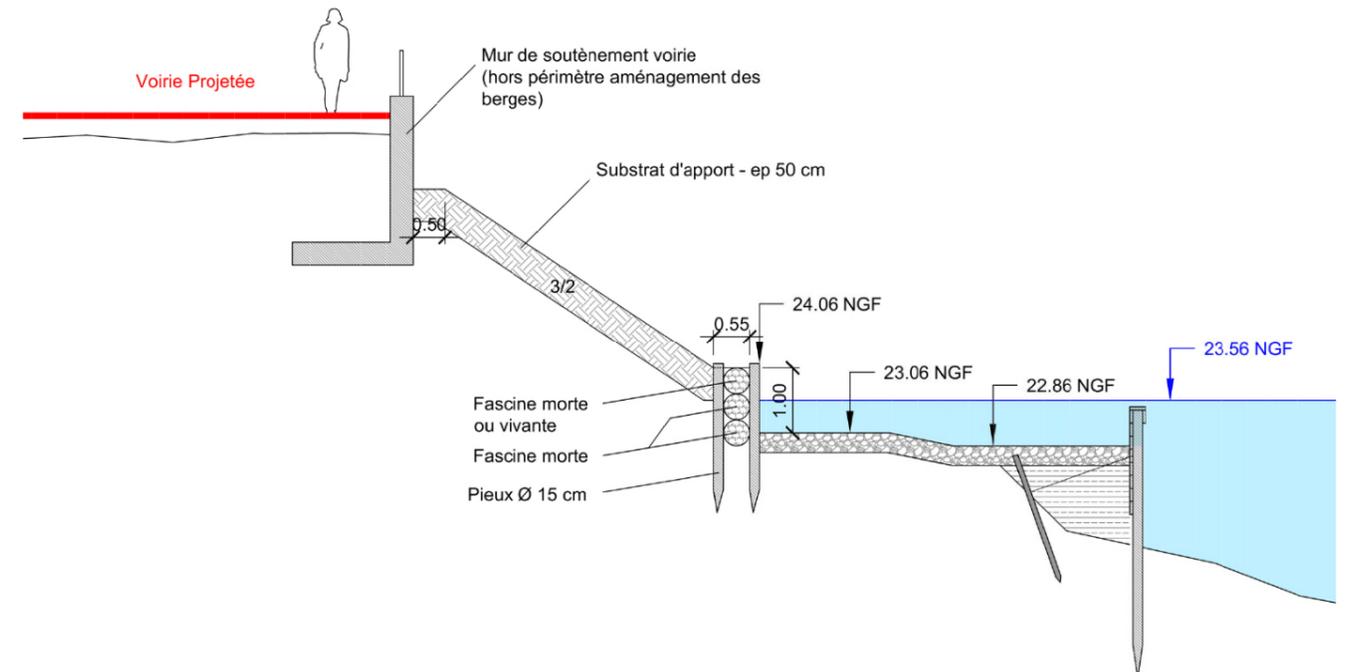


Figure 15 – principe de mise en œuvre de la fascine sur le secteur en double plateau

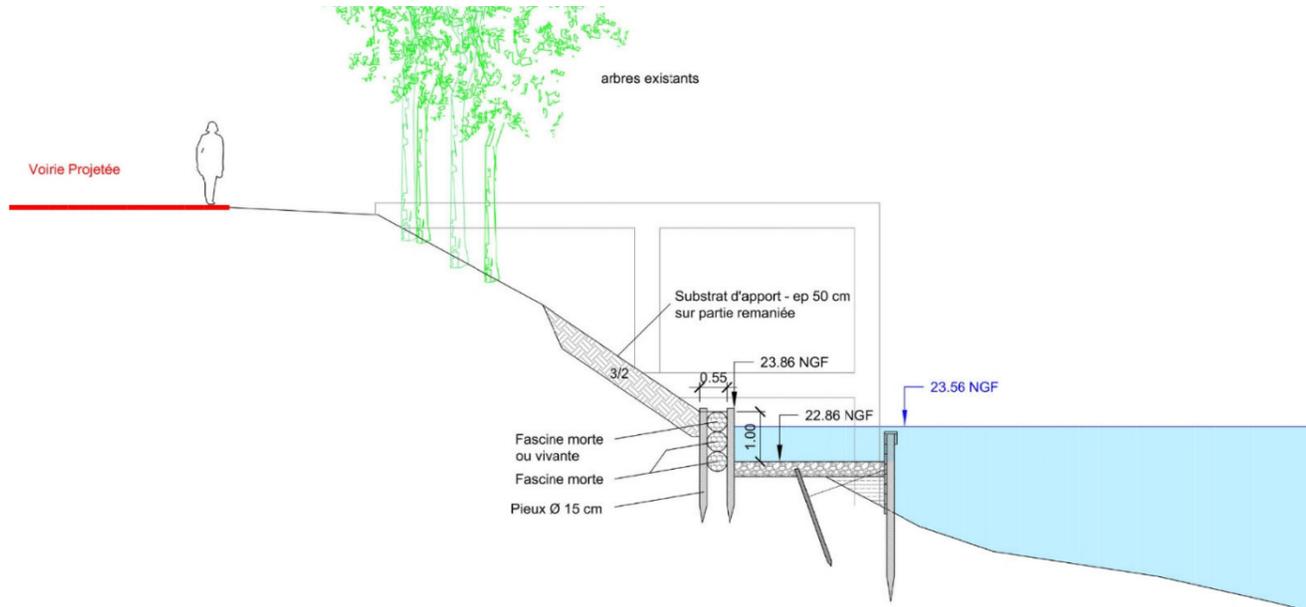


Figure 16 – Principe de mise en œuvre de la fascine au droit de la bande arborée conservée.

3.1.2.2 Les caissons végétalisés

3.1.2.2.1. Principes techniques

Les caissons sont utilisés lorsqu'il est nécessaire d'effectuer un soutènement de grande hauteur ou pour structurer solidement une berge soumise à des forces tractrices importantes.

Il est constitué d'un assemblage de longrines (dans le sens du courant) et de traverses (les moises) posées perpendiculairement au sens d'écoulement du cours d'eau. L'ensemble des éléments est liaisonné avec des tiges en acier. Les caissons forment ainsi une paroi qui peut être verticale ou avoir un fruit qui accompagne la pente de la berge.

Les vides sont remplis avec des matériaux terreux protégé par un géotextile, ou dans les parties immergées par des enrochements ou des fagots de branches mortes. Les parties supérieures peuvent accueillir des fagots de branches vivantes, ou des plançons de saules qui se développeront entre les rondins, selon le même principe que des fascines vivantes.

La bibliographie donne une **durée de vie des caissons végétalisés de 20 à 35 ans**, celle-ci dépend notamment des espèces utilisées et des conditions d'humidité.



Photo 14 – Réhausse d'une berge avec système de caisson végétalisé - © GTP



Photo 15 – Réhausse d'une berge avec système de caisson végétalisé © La Compagnie des forestier



Photo 16 – Possibilité de réaliser de grandes hauteurs de soutènement. © Dynamique Environnement

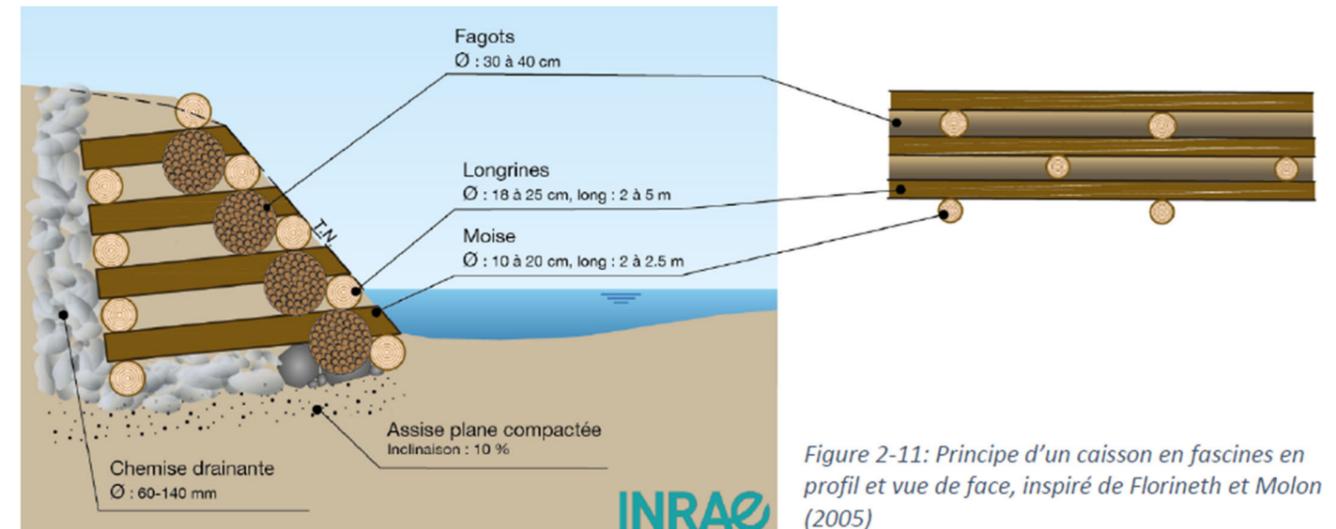


Figure 17 – Principe de constitution d'un caisson végétalisé - Extrait du guide technique "Les fascines de ligneux en génie végétal – INRAE / OFB - avril 2023

3.1.2.2.2. Mise en œuvre dans le projet

Les caissons végétalisés ne seront utilisés que pour le confortement de la place de refuge située en amont de la rampe du quai de déchargement. C'est en effet l'endroit où la largeur de la berge est la plus étroite du fait de l'avancée de l'ouvrage sur le talus.

Le caisson végétalisé sert ici de soutènement permettant de rehausser le talus de la berge pour minimiser la partie visible du mur de soutènement de la voie.

Il est prévu sur une hauteur de 2 m.

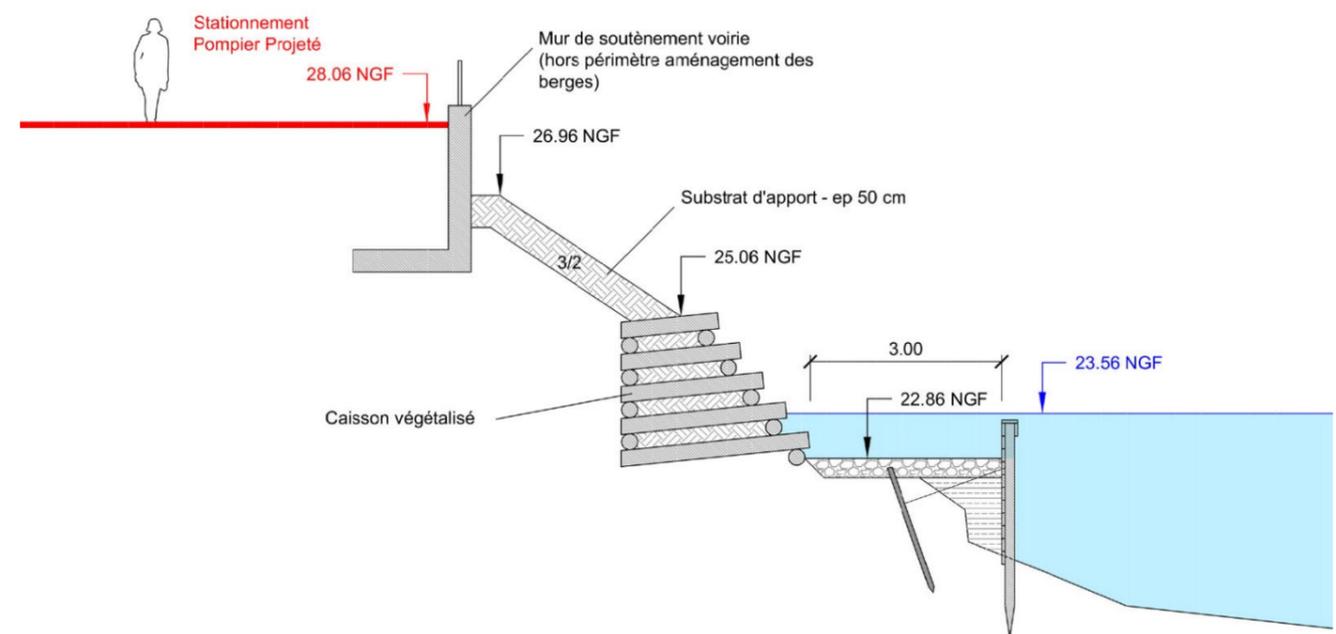


Figure 18 – Principe de mise en œuvre du caisson végétalisé autour de la zone refuge

3.2 Etude hydraulique

Le contexte hydraulique est présenté dans le document d'étude réalisé par BURGEAP "Etude d'impact hydraulique vis-à-vis du risque inondation des solutions de renaturation de berges", réalisé conjointement à la présente étude.

Cette étude prévoit notamment de "vérifier la compatibilité technique et réglementaire du projet d'aménagement de berges vis-à-vis du risque inondation. Cette mission prévoit notamment d'étudier les incidences sur le risque inondation des modifications apportées en lit mineur par rapport aux incidences du projet global initial" (cf étude Burgeap).

Voici les principales conclusions extraites du rapport.

Contexte et références :

- Le projet est situé en zone inondable et est soumis à la Loi sur l'Eau et au Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) de la Seine dans le département des Hauts de Seine.
- Il a été étudié au regard des crues de références et notamment :
 - Crue de janvier 1910 : Crue de calage, période de retour 100 ans, niveau au pont d'Epinay : 29.23 ngf,
 - Crue de janvier 1955 : Crue de validation, période de retour 30 ans, niveau au pont SNCF d'Epinay : 28.17 ngf,
 - Crue de janvier 1982 : Crue de calage, période de retour 10 ans, niveau au pont SNCF d'Epinay : 27.35 ngf,
 - Pour rappel, le niveau module au droit du projet est 23.56 ngf,
 - Seul la crue de 1910 est débordante en lit majeur au droit du projet, les deux autres ne sont pas ou très faiblement débordantes du lit mineur,
 - Les impacts du projet sont donc maximum pour la crue trentennale, puisqu

Incidences physiques du projet

- Le projet réduit légèrement la section mouillée de la Seine, notamment du fait de la mise en œuvre du tunage,
 - La réduction de la section mouillée des aménagements de berges (15m²) est inférieure à la réduction induite par les aménagements des quais de déchargement (41 m²)
- Le projet crée un volume de crue disponible dans le lit mineur supérieur à l'état initial (960 m³),
- Incidence du projet de réaménagement des berges sur les niveaux d'eau pendant les crues
 - Incidence faible sur les niveau d'eau (< à 1cm) pour les 3 crues,
- Incidence du projet sur les vitesses d'écoulement :
 - Le projet induit une légère augmentation des vitesses pendant les crues : +0.01 à +0.3 m/s. Cet impact est toutefois modéré et localisé au droit du projet,
 - Pour les trois crues, les limites d'arrachement restent inférieures à celle des herbacées (50N/m²) qui ont la valeur la plus faible des différentes classes de végétation

Incidences du projet vis-à-vis du PPRI

- Dans la zone du projet, "Les mouvements de terres d'importance limitée à l'aménagement paysager sont autorisés sous réserves de présenter un solde positif en matière de stockage de la crue".
 - Le projet entre dans ce cas de figure puisque le solde des terrassements est négatif avec 960 m³ de terres évacuées,

3.3 Principes d'aménagement

3.3.1 Nivellement du projet

Les plans et profils ci-dessous présentent les principes de nivellement du projet et de mise en place des éléments de confortement des berges sur l'ensemble du linéaire.

Profil A

La berge est ici assez large pour créer les deux plateformes immergées et reprofiler le talus avec une pente relativement douce (2/1) qui monte jusqu'au niveau de la voie. Malgré la pente relativement douce, nous avons implanté une petite fascine morte qui permet de tenir les terres en pied de talus. Elle pourra éventuellement être complétée d'un boudin d'hélophytes permettant de renforcer la présence végétale en bord de l'eau.

Profil B

Un caisson végétalisé est installé en pied de berge et entoure la zone de refuge. Pour des questions d'emprise, la plateforme d'herbier secondaire est supprimée sur cette portion. Le dessus de la berge est remblayé avec une pente de 3/2.

Profil C

Il est encore possible de réaliser deux plateformes d'herbier sur cette portion. L'emprise est plus étroite que sur le profil A et le pied de berges est maintenu par un système de fascines qui supporte un talus à 3/2. En remontant vers l'amont, la voie se rapproche de la berge et la seconde plateforme d'herbier disparaît progressivement.

Profil D et E

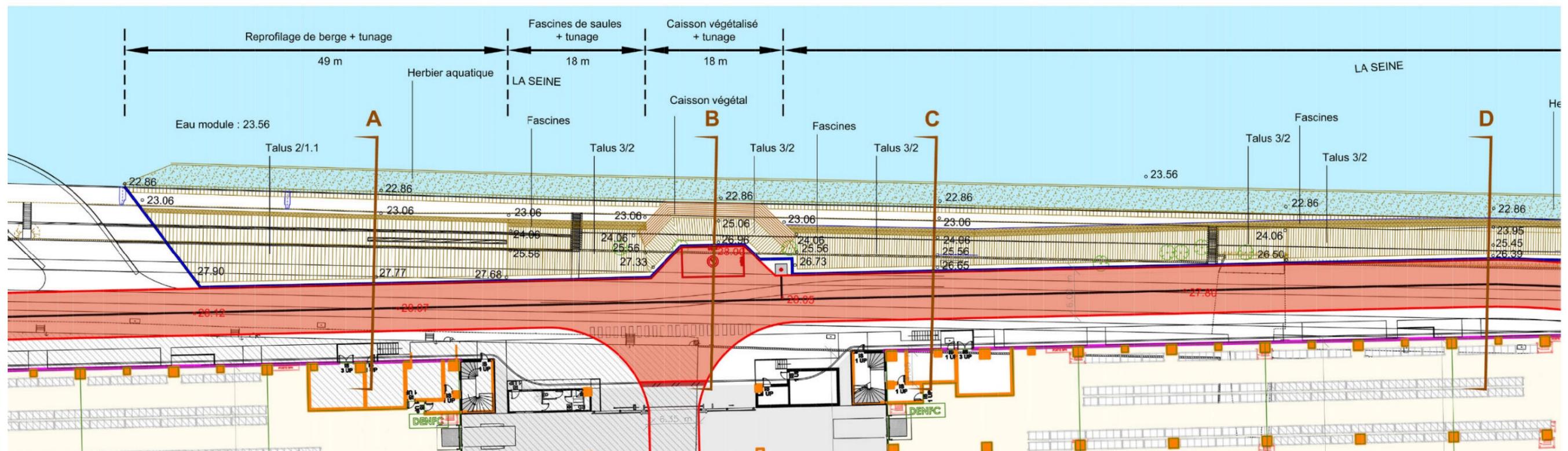
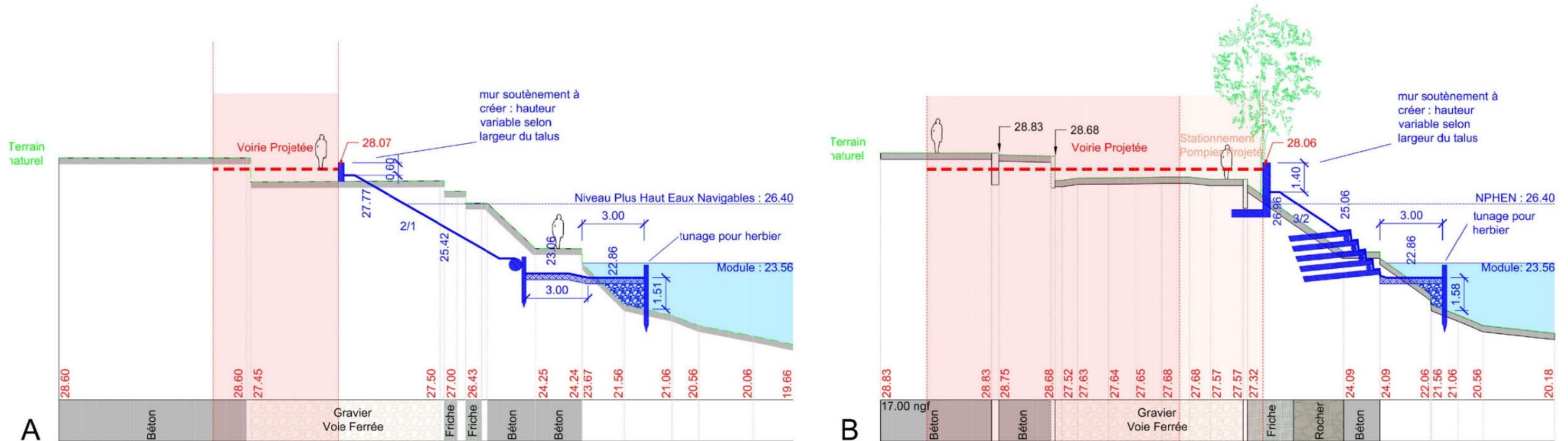
C'est le point où la voie est la plus proche de la berges, l'emprise n'est plus suffisante pour maintenir la seconde plateforme d'herbier. Sur l'ensemble de ce linéaire, les berges sont maintenues par un dispositif de fascines réhaussé d'un talus à 3/2.

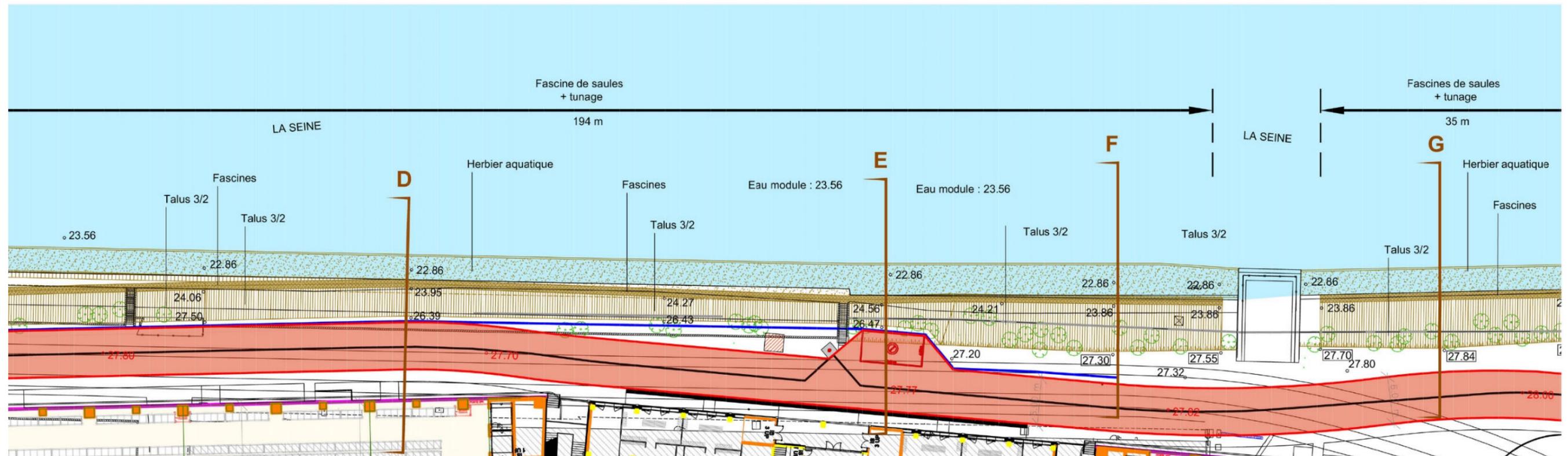
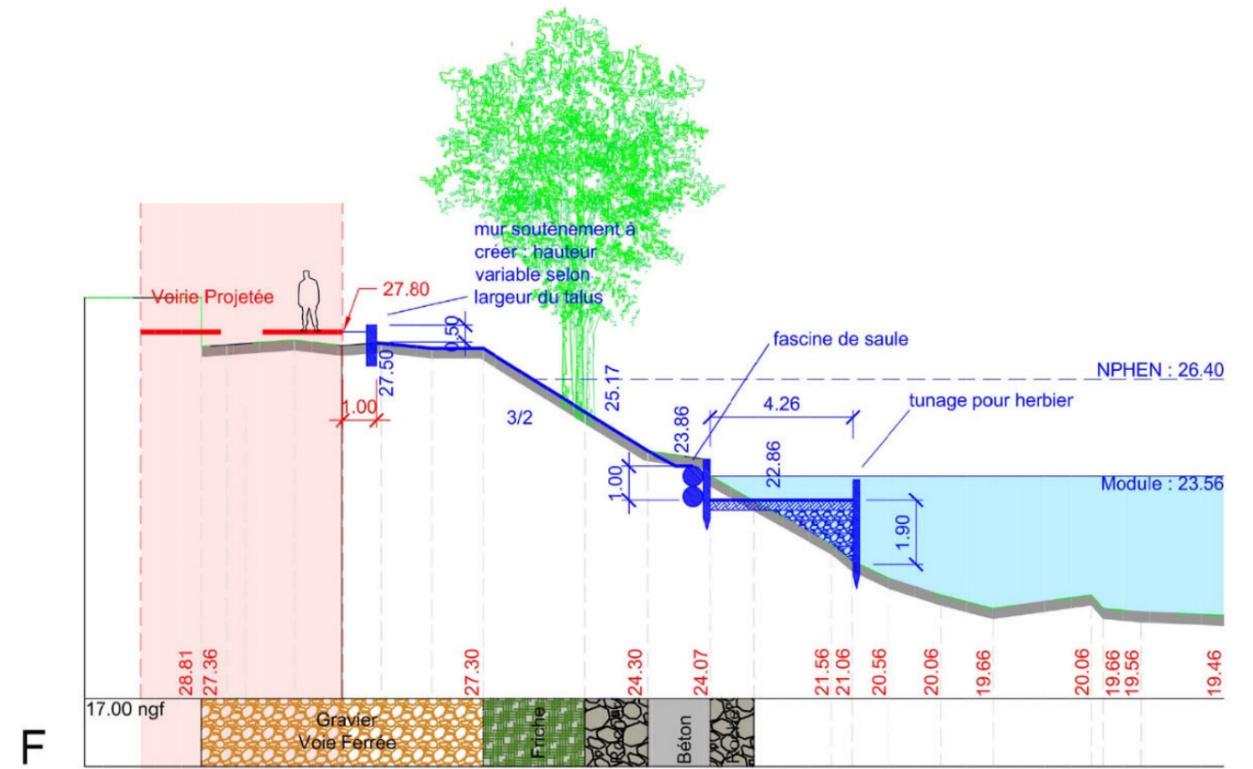
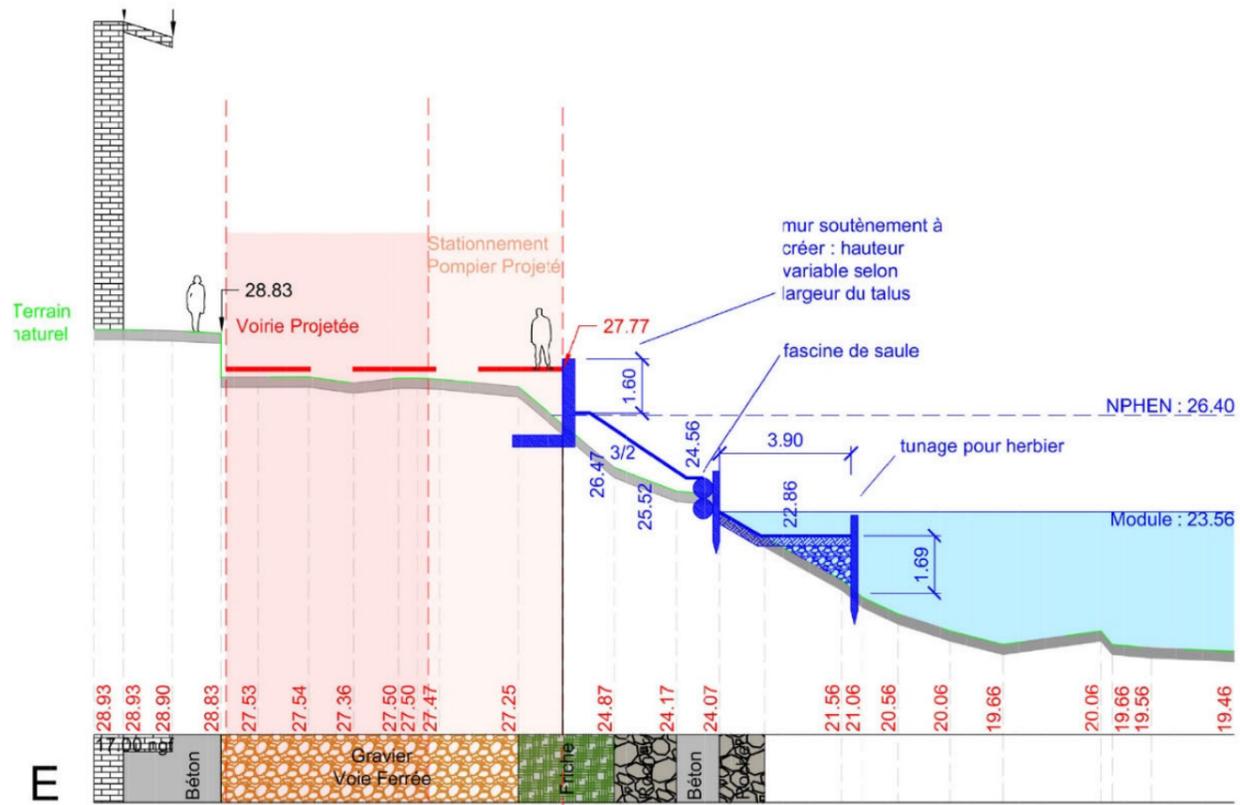
Profil E à H

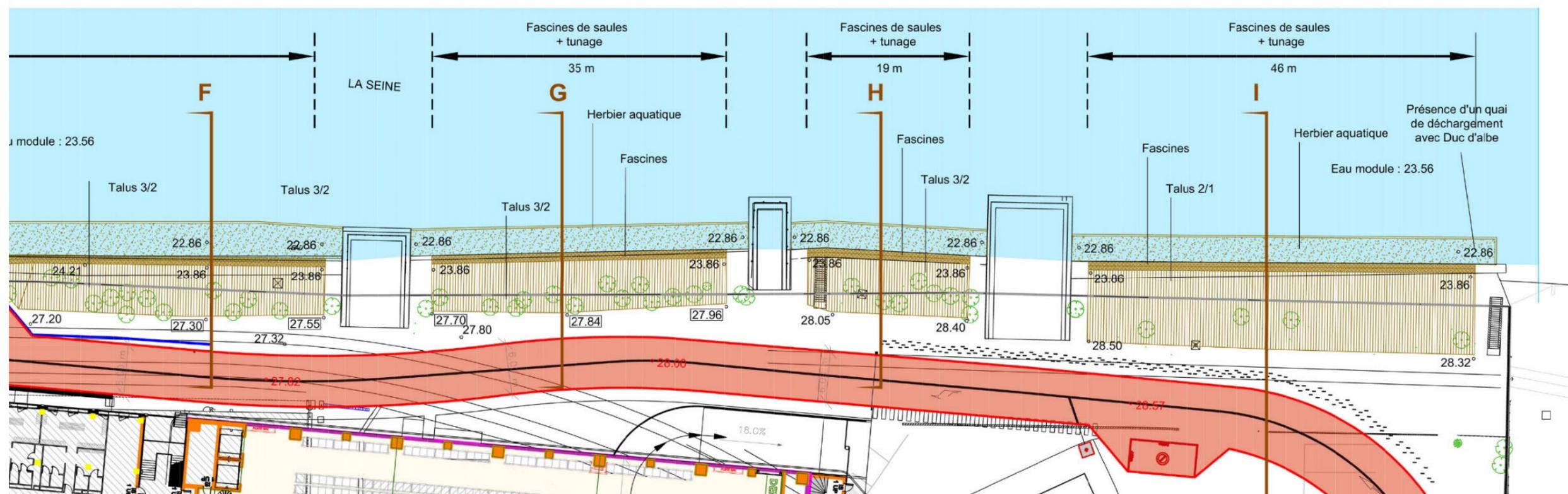
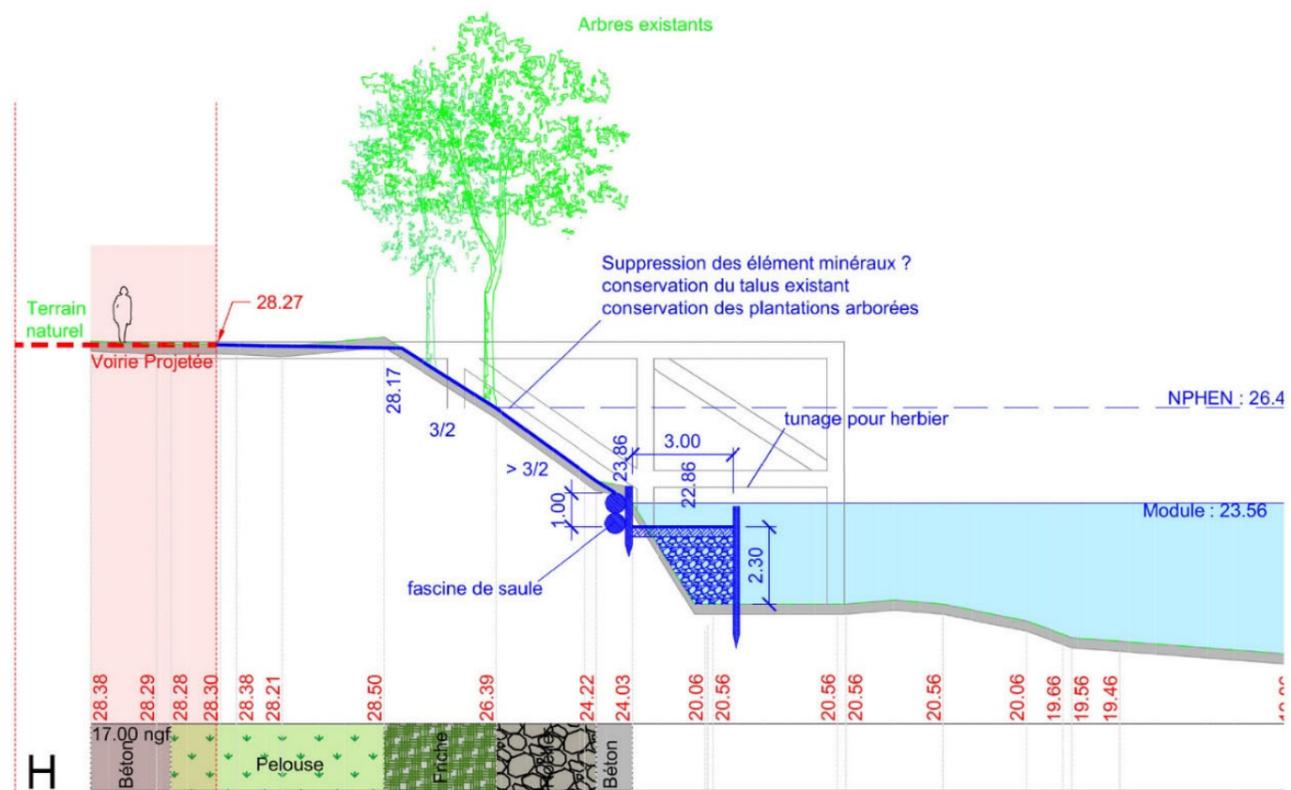
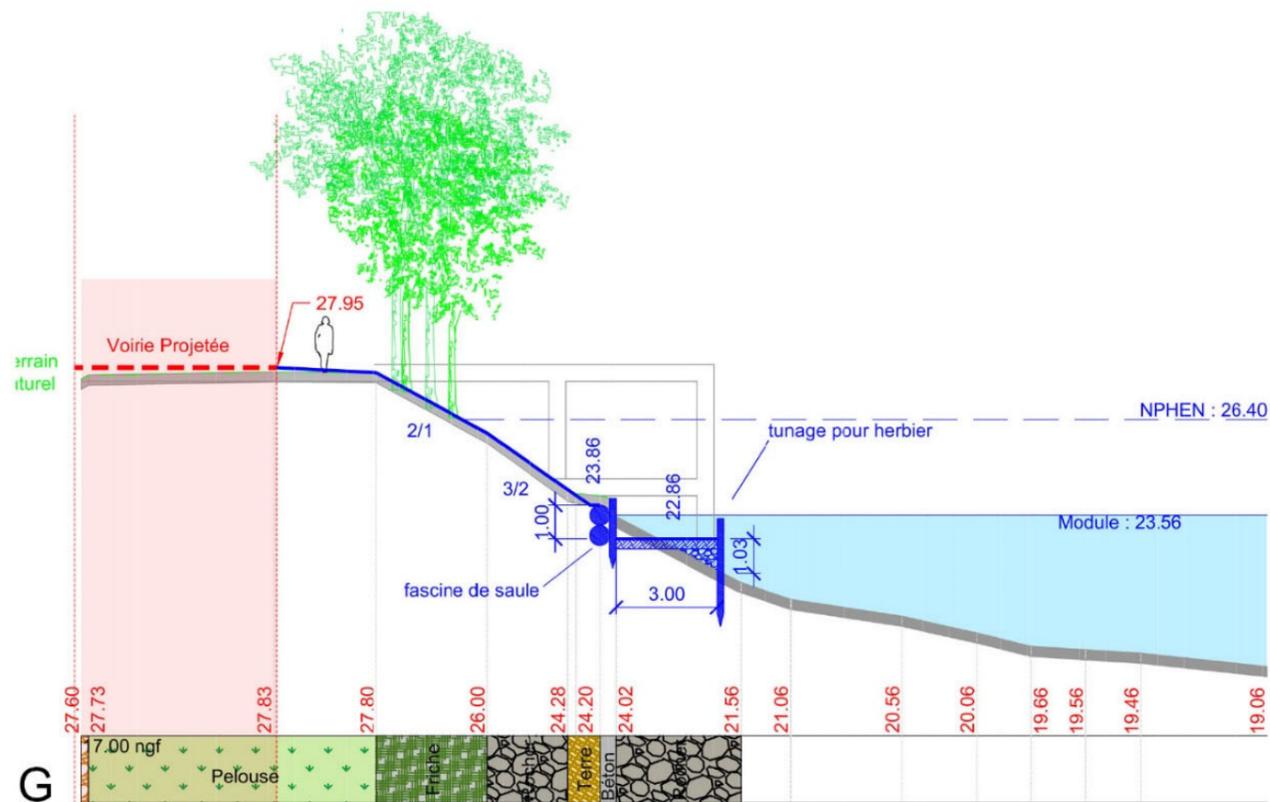
Sur l'ensemble de cette portion, le haut de la berge est maintenu dans sa configuration actuelle, afin de conserver les arbres existants. Seul le pied de la berge sera travaillé, afin de supprimer la bordure béton et les enrochements du pied de talus.

Profil I

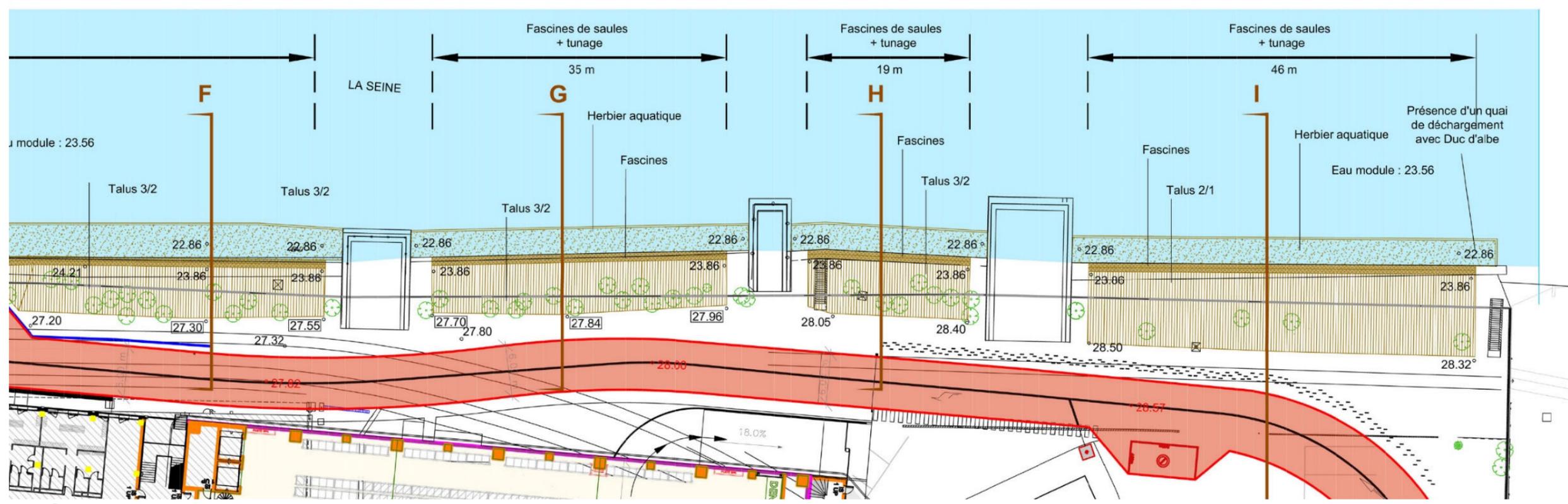
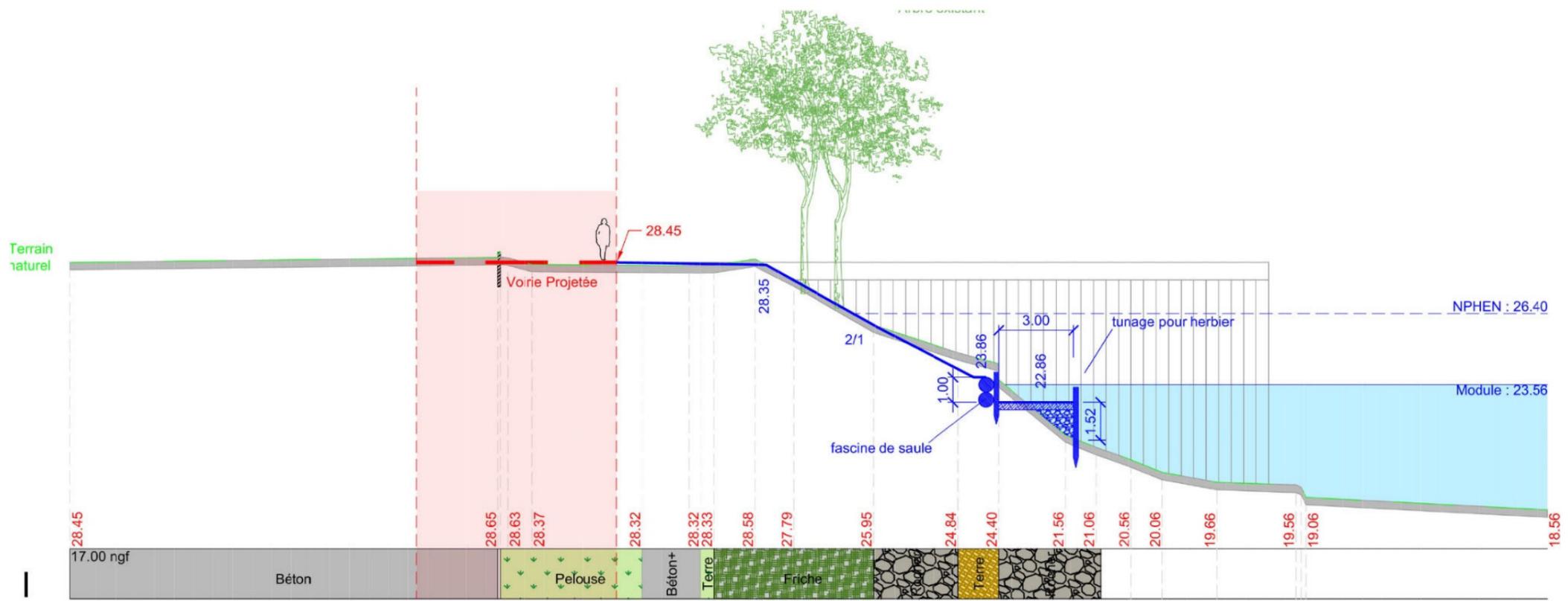
Les aménagements proposés sont en déblais ou en remblais par rapport à la configuration actuelle, avec l'objectif, vis-à-vis du PPRI de ne pas créer de remblais supplémentaires en lit majeur. A partir du profil E et jusqu'au profil I, le projet s'inscrit dans le nivellement existant.







Etude de faisabilité concernant la mise en œuvre des mesures de compensation du projet Greendock en berges de Seine



Etude de faisabilité concernant la mise en œuvre des mesures de compensation du projet Greendock en berges de Seine

3.3.2 Prise en compte du phénomène d'envasement

La sédimentation est un phénomène naturellement présent dans les annexes fluviales où les zones inondables par submersion et retrait lent de la crue. Ce phénomène de sédimentation est plus important et accentué dans les zones de frayères reconstituées, par rapport aux zones de crues naturelles par débordement, car toutes les fines transportées en suspension viennent se déposer dès qu'il y a un phénomène de remous hydraulique ou de rupture de "charriage" donc au sein des frayères restaurées en berges.

D'autant plus qu'il n'existe plus sur ce secteur de la Seine d'autres zones de dépôts.

L'objectif sera donc de créer des effets de courant dans le tunnage permettant de chasser autant que possible les sédiments. Des études hydraulique plus précises sur la force tractrice, les débits et les niveaux d'eau doivent permettre aussi d'affiner le tracé, la morphologie et les pentes de la frayère.

A ce stade du projet, les systèmes d'ouvertures dans le tunage n'ont pas encore été précisés, mais ils seront étudiés (fréquence et dimensionnement) dans les prochaines phases d'études, à la fois pour permettre le bon accès de la faune piscicoles dans les herbiers – entrée et sortie des reproducteurs, sortie des alevins - mais également pour limiter l'envasement des herbiers après les phénomènes de crues.

L'objectif sera de créer des effets de courant permettant de chasser autant que possible les sédiments.

3.3.3 Catégories piscicoles visées

Sont visées dans la reconstitution des herbiers, des zones de refuge et de nourrissage pour les espèces phytophiles et lithophiles ainsi que des zones de frais pour les espèces phytophiles. Des zones avec de petits enrochements seront installées ponctuellement pour les espèces cryptiques (Anguille) pour le refuge et la reproduction.

Les herbiers ne visent pas particulièrement la mise en œuvre de conditions favorables à la reproduction du brochet même si celui-ci reste une espèce cible.

En effet, les frayères à brochet répondent à des conditions bien particulières. Elles sont plutôt installées dans des annexes hydrauliques étendues, type prairies inondables, avec une mise en eau en période de hautes eaux et descente progressive de la crue, donc stables durant une période bien précise de l'année et avec une température adéquate.

Cette configuration va à l'encontre des remarques sur l'envasement car cette configuration favorise la sédimentation.

D'autre part, la configuration de la frayère répond à des contraintes techniques :

- Contraintes de tenue des terres de remblais par l'ouvrage du tunage, qui augmentent fortement avec la largeur de la frayère,
- Respect de l'équilibre du volume d'expansion de crue, qui limite la largeur de l'ouvrage.

Dans ces conditions et du fait des largeurs disponibles pour la constitution des herbiers, il est difficile de prévoir des zones de pentes très douces nécessaire au frai des brochets.

3.3.4 Conditions d'ensoleillement

Même si les herbiers observés sont composés d'espèces héliophiles, il est difficile de se prononcer sur la quantité d'ensoleillement précise nécessaire puisque les inventaires réalisés indiquent qu'ils sont présents sur l'ensemble du linéaire, à la fois sur les zones les plus ensoleillées, mais également dans les secteurs plus à l'ombre au droit du cordon boisé.

Une étude des conditions lumineuses associées au projet Green Dock a été réalisée par Ingélux, société spécialisée dans la conception d'éclairage naturel et artificiel. D'après cette étude, le projet a bien un impact sur les conditions lumineuses des herbiers existants, pouvant être de l'ordre de 22% de perte de lumière (énergie lumineuse totale sur l'année) et de réduction de 1h15 par jour de l'ensoleillement.

Cependant, ces conditions restent nettement plus favorables à celle des secteurs existants sur la partie amont du projet où les herbiers sont présents actuellement. Ces derniers reçoivent en effet 200h de soleil de moins et 32% d'énergie lumineuse de moins annuellement qu'un herbier impacté par la construction du projet de bâtiment.

Concernant les plantations, nous préciserons les espèces à planter dans les phases d'études ultérieures, en travaillant notamment sur la mise en place des plus basses d'entre elles en bordure de la rive, pour limiter au maximum les ombres portées sur les herbiers.

3.4 Principe de végétalisation et de plantation des berges

3.4.1 Végétalisation des herbiers

Pour les herbier, il sera possible de récupérer les espèces présentes sur la partie où le quai sera construit. Il s'agira de récupérer précautionneusement la plante avec deux à trois litres du substrat entourant les racines avant de les repiquer dans les terres mises en place.

Une mise en jauge dans des caisse immergées et fixées en bordure de la berge sera peut-être nécessaire, en fonction de calendriers prévus des différents secteur.

Seules les espèces autochtones seront prélevés.

D'autre part, les inventaires récents du 07/06/2024 ont permis de constater la présence de 2 pieds de Potamot perfolié (*Potamogeton perfoliatus*) : un pied sur l'emprise du quai et un pied au droit du tunage à créer.

Cette espèce est déterminante ZNIEFF et est classée Quasi Menacée sur la liste rouge régionale de la flore vasculaire d'Ile de France.

Un protocole de déplacement, pour peu que celui-ci soit réalisable, devra être mis en place avant la réalisation des travaux des quais et du tunage.

3.4.2 Végétalisation des berges

Les palettes végétales seront affinées en AVP, PRO avec l'aide de données complémentaires sur la qualité des sols, pentes affinées et terres réemployées.

3.4.2.1 Lit de plan plançons en partie inférieures des berges

Au-dessus des fascines, le talus sera remblayé avec de la terre alluvionnaire et/ ou de la terre végétale (selon la qualité des terres pour la fertilité des espèces végétales) sur une épaisseur de 50 cm environ, davantage si un plus grand décaissement a été nécessaire pour supprimer les ouvrages existants. Compte tenu des emprises et de la dénivelée à rattraper, la pente des talus est assez prononcée, de l'ordre de 3 longueurs pour 2 hauteurs (pente 3/2).

Ces talus, le temps que la terre se tasse et que la végétation se développe peuvent être fragilisés, notamment avec la présence de l'eau et des crues hivernales. Pour minimiser ce risque, la berge est stabilisée avec plusieurs niveaux de lits de plants et plançons au-dessus de la fascine.

Cette technique consiste à enfouir dans le talus plusieurs lignes horizontale de branches ligneuses vivantes de faible diamètre. La densité des branches sur la ligne est importante, et les racines, en se développant vont fortement stabiliser le talus. Les lignes de branchages, qui émergent du sol, créent autant de barrières permettent aussi de lutter contre les phénomènes de ruissellement et de ravinement.

A l'installation, l'ensemble du processus est renforcé par la mise en place d'une toile en coco tissée (densité 740g/m²) qui retient la terre entre les lignes. La bâche est fixée dans le talus par des agrafes métalliques fichées dans la terre. Le dispositif doit être renforcé par un semis sur l'ensemble de la surface.

Pour bénéficier des bonnes conditions d'humidités du sol, les lignes de plants et plançons sont installée sur une hauteur de 1.50 m à 2 m au-dessus de la fascine.

Les essences utilisées seront constituées d'un mélange de saules qui donne de très bons résultats pour la mise en œuvre de cette technique :

- *Salix purpurea* – Saule pourpre
- *Salix triandra* – Saule à trois étamines
- *Salix viminalis* – Osier blanc

3.4.2.2 Caisson végétalisé

Les caissons végétalisés sont remplis avec des substrats terreux au fur et à mesure de leur assemblage, et les plantations se font à l'avancée. Entre les parties en bois, la terre est maintenue par de la toile coco de 740 g/m² pour éviter son lessivage.

Pour les plantations, on utilise également des plants et plançons qui sont positionnés en ligne entre les longrines, avec un mélange d'essences de Saules identique à celui des plans et plançons :

- *Salix purpurea* – Saule pourpre
- *Salix triandra* – Saule à trois étamines
- *Salix viminalis* – Osier blanc

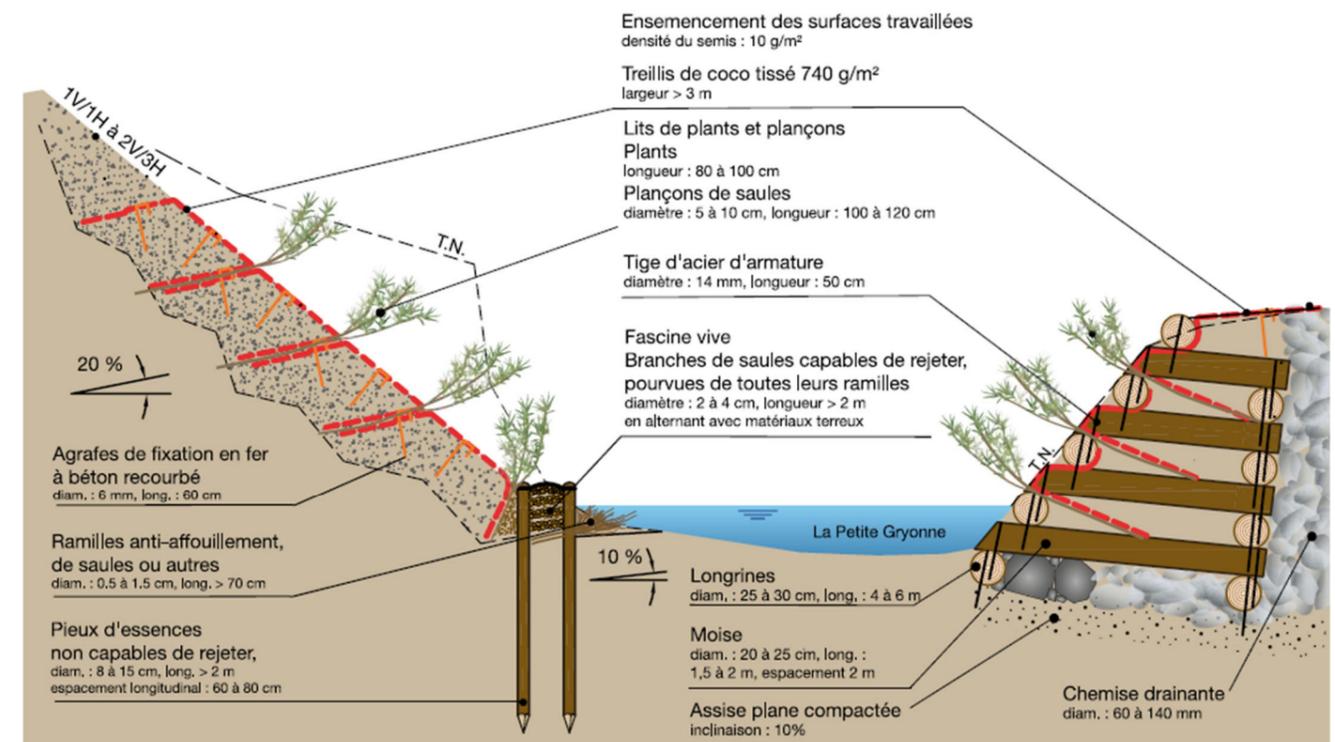


Figure 19 – Principes de mise en œuvre de la végétation : lignes de plants et plançon à gauche et caissons végétalisés à droite – Extrait du guide Génie Végétal en rivière de montagne - Geni'Alp

3.4.2.3 Végétalisation de la moitié supérieure des talus

La zone située au-dessus des plants et plançons est moins soumise aux risques d'inondation de la Seine. Elle sera végétalisée avec une plantation plus classique composées d'un mélange d'essences d'arbustes et de quelques espèces d'arbres, ces dernières seront placées sur le haut de la berge.

L'ensemble de la surface sera également protégé du ruissellement par une bâche en toile coco et un semis d'herbacée qui permettra une couverture rapide de la zone et un enracinement de la couche superficielle.

Des arbustes seront plantés sur les talus pour reconstituer la ripisylve. Le développement de leur système racinaire est relativement rapide et permet de fixer le sol. Les parties aériennes présentent une structure assez souple pour éviter la formation d'embâcles lors des épisodes de crues.

Les plants seront plantés avec une densité de 1u /1.5 m² environ et en 60/80 (hauteur à la plantation).

Liste des arbustes plantés :

- *Berberis vulgaris* – Epine vinette > milieu et haut de berges,
- *Cornus sanguinea* – Cornouiller sanguin > milieu et haut de berges,
- *Ribes rubrum* - Groseiller à grappe > milieu et haut de berges,
- *Rosa canina* – Rosier des haies > milieu et haut de berges,
- *Malus sylvestris* – Pommier sauvage > milieu et haut de berges,
- *Prunus spinosa* – Prunellier > milieu et haut de berges,
- *Salix caprea* – Saule marsault > milieu et haut de berges
- *Sambucus nigra*– Sureau noir > milieux et haut de berges,
- *Viburnum opulus* – Viorne obier > milieu et haut de berges,
- *Viburnum lantana* – Viorne lantane > milieu et haut de berges,
- *Corylus avellana* - Noisetier > milieu et haut de berges,
- *Euonymus europaeus* – Fusain > milieu et haut de berges,
- *Frangula alnus* – Bourdaine > milieu et haut de berges,

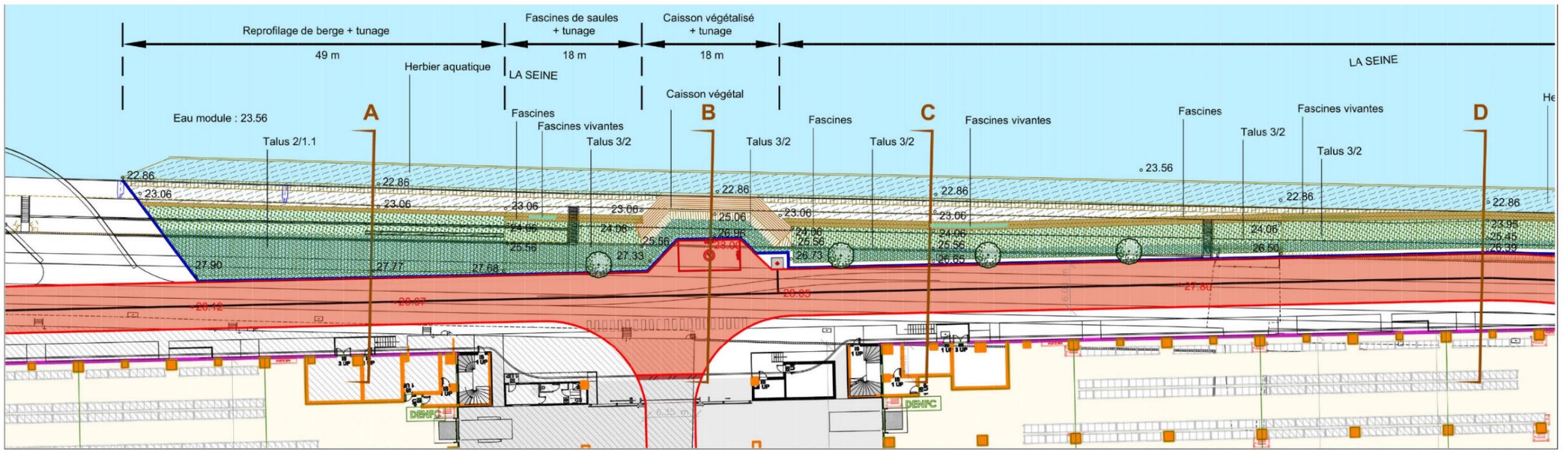
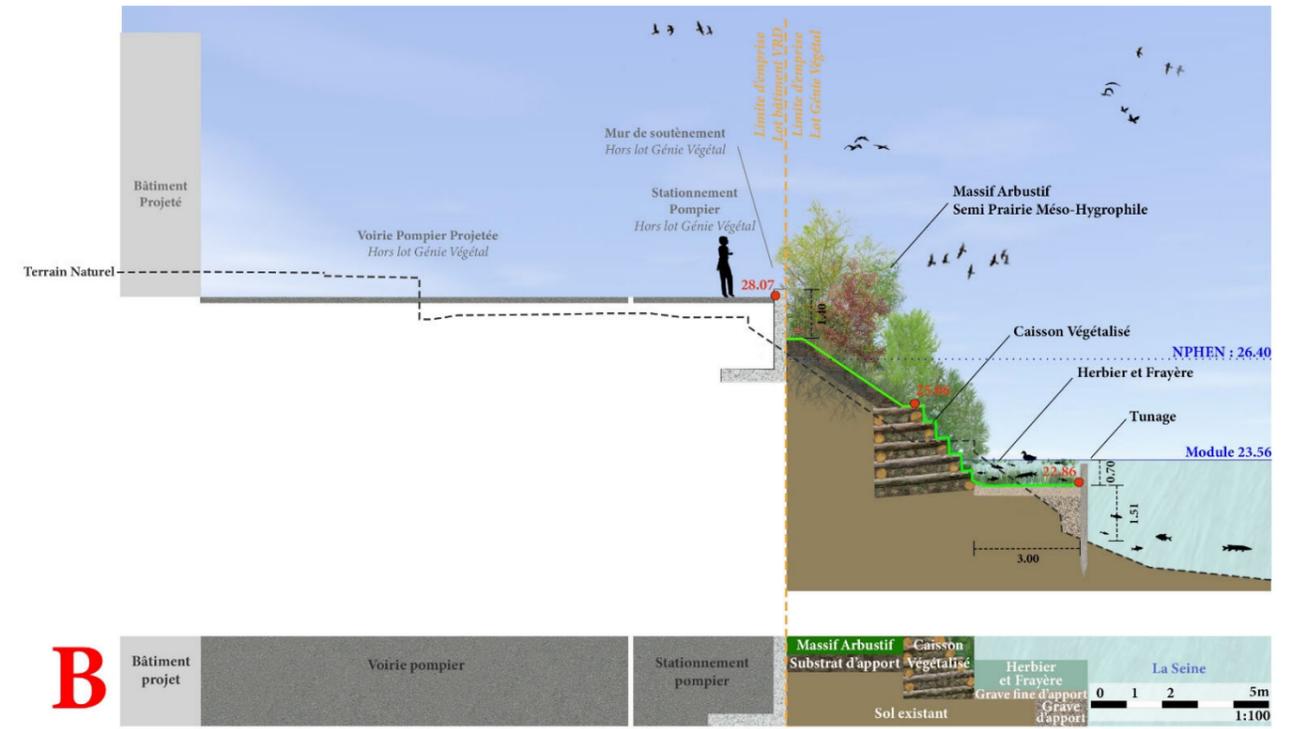
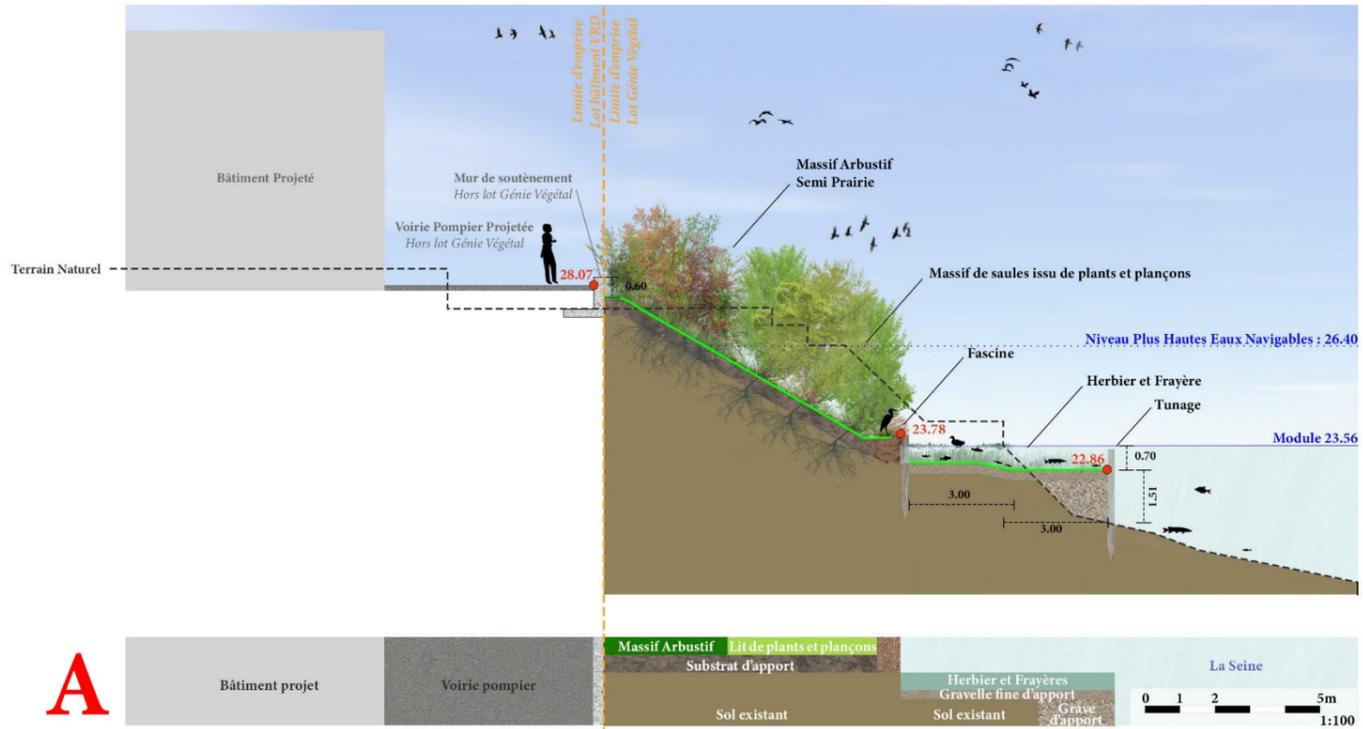
Quelques arbres seront également plantés pour diversifier la bande arborée existante, sur la partie amont, là où les emprises sont suffisantes. Pour éviter les risques de fragilisation de la berge sur les parties situées dans l'amplitude des crues et éviter l'effet de levier en cas de déracinement, ils seront uniquement localisés en haut des talus,

- Densité de plantation des arbres : ponctuelle entre les arbres existants
- Force de plantation : Baliveau 200/250 (hauteur à la plantation)

Liste des arbres plantés :

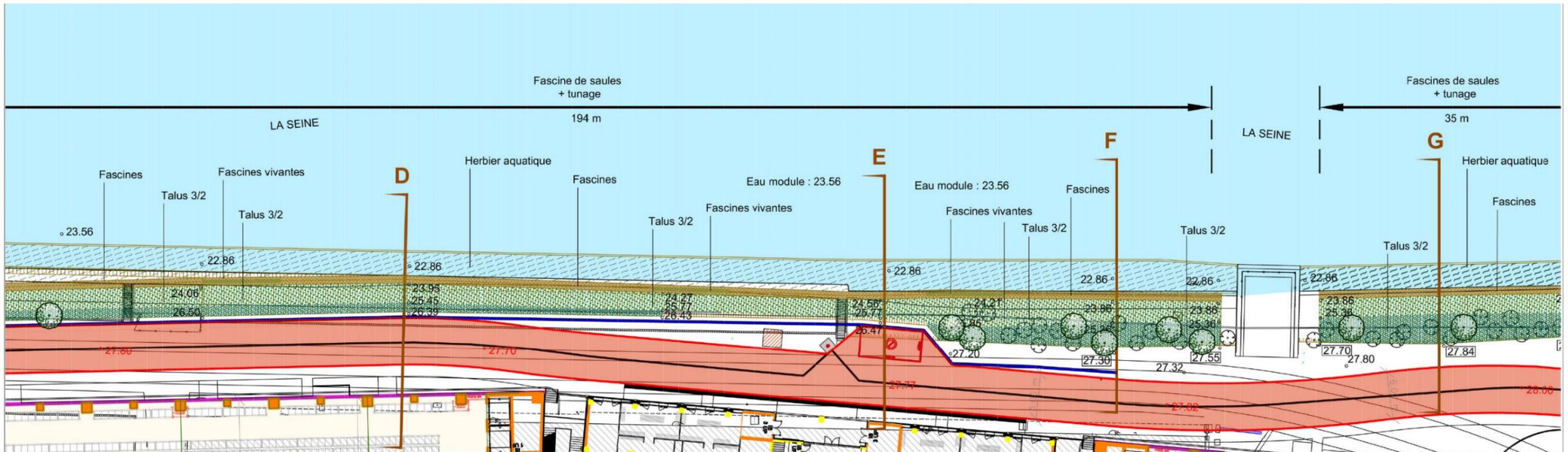
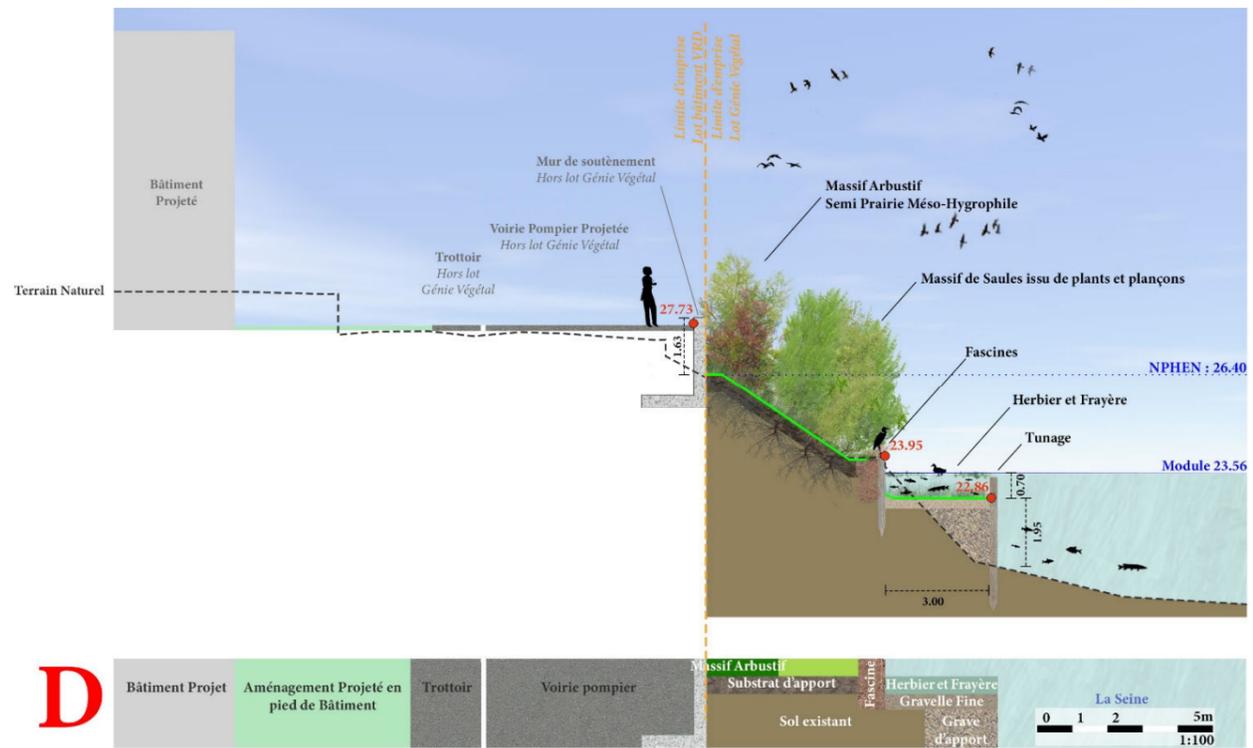
- *Acer campestre* – Erable champêtre > haut de berges,
- *Crataegus monogyna* – Aubépine à un style > haut de berges,
- *Fraxinus excelsior* – Frêne commun > haut de berges,
- *Sorbus aucuparia* - Sorbier des oiseleurs > haut de berges,
- *Salix alba* – Saule blanc > haut de berges,
- *Sorbus torminalis* - Alisier Torminal > haut de berges,
- *Ulmus minor* – Orme champêtre > haut de berges,

3.5 Profils des aménagements et plans des plantations



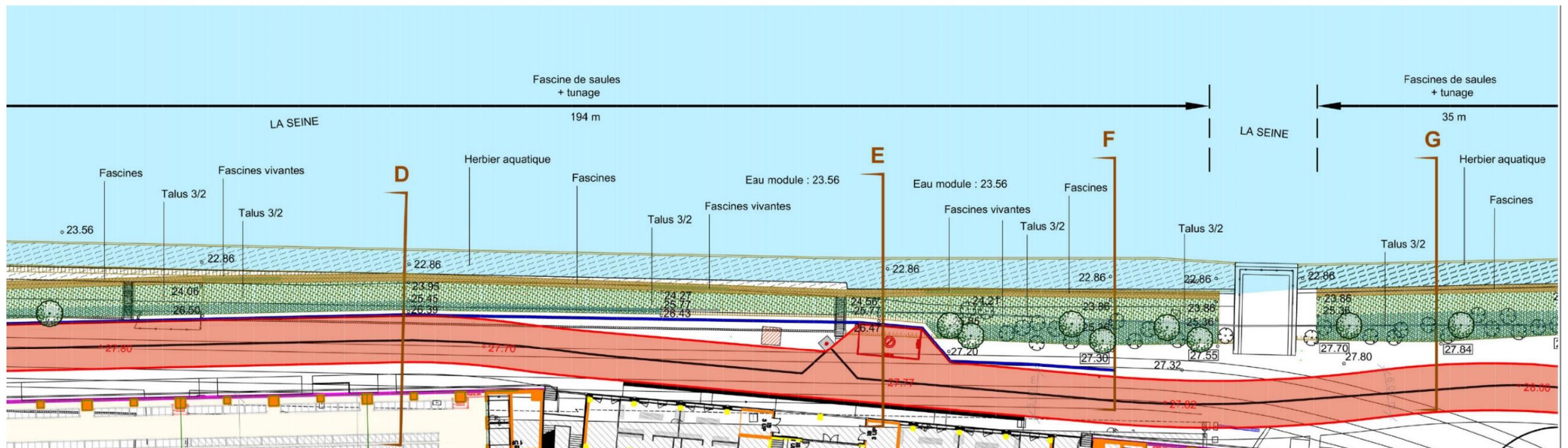
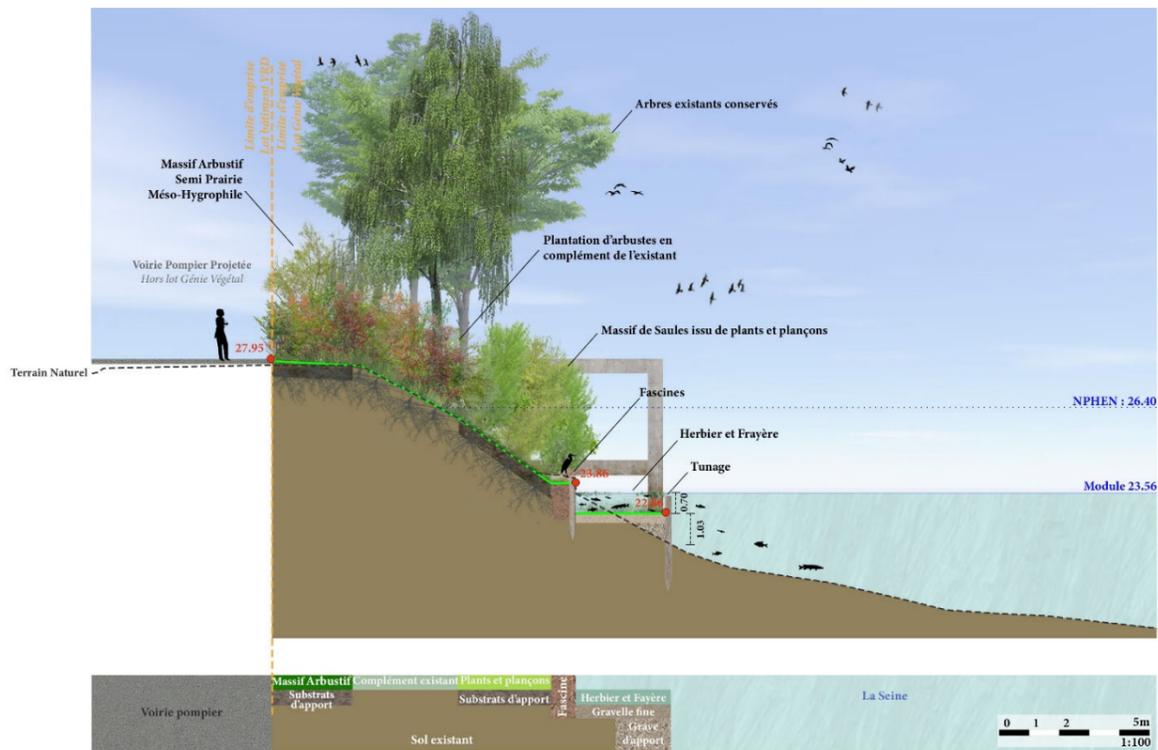
PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT 1

- Fascine morte
- Caisson végétal
- ▨ Lit de plants et plançons
- Arbres projetés
- ▨ Plantations massifs arbustifs
- Fascine vivante
- Tunage
- ▨ Herbiers et frayères



PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT 3

- Fascine morte
- Caisson végétal
- ▨ Lit de plants et plançons
- Arbres projetés
- Plantations massifs arbustifs
- Fascine vivante
- Tunage
- ▨ Herbiers et frayères
- ⊗ Arbres existants



PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT 3

- Fascine morte
- Fascine vivante
- Caisson végétal
- Tunage
- ▨ Lit de plants et plançons
- ▨ Herbiers et frayères
- Arbres projetés
- ⊙ Arbres existants
- Plantations massifs arbustifs

3.6 Mise en œuvre des travaux

3.6.1 Démolitions et terrassement

L'ensemble des berges est aujourd'hui organisé avec une série d'ouvrages de soutènement en béton, de talus maçonnés et de structures de confortement des pieds de berges.

Dans le cadre du projet d'aménagement, ces éléments seront démolis et évacués pour la mise en place des ouvrages de génie végétal, des substrats et des plantations.

- L'ensemble des revêtements en béton sera démolé avec leur fondations et évacués. Une réflexion pourrait être menée pour la réutilisation des éléments minéraux démolis, pour une réutilisation en fondation de voirie par exemple,
- Les ouvrages de soutènement seront démolis sur l'emprise du talus aménagé, jusqu'à une profondeur compatible avec la mise en place des substrats et des éléments de génie végétal,
- Les enrochements seront déposés pour être réutilisés et concassés dans le comblement du tunage. Cette opération sera réalisée avec précaution compte tenu de la présence des arbres et de leur système racinaire à préserver.

En fonction du nivellement prévu du projet qui se positionnement en déblais ou en remblais, des terrassements complémentaires sont également réalisés, pour permettre la mise en œuvre des ouvrages de génie végétal et celle des substrats. Les déblais autres que minéraux et fondation des ouvrages pourront être utilisés pour le remblaiement du tunage, pour peu qu'ils soient exempts de toute pollution.

Les sondages pédologiques effectués à proximité des berges indiquent les compositions générales suivantes :

- De 1 à 3 m de profondeur : différentes structures à dominante sableuse et limoneuse, avec par endroit apparition d'argile dans la couche plus profonde : sables graveleux et limons noirs, sables jaune marron, sables marron foncé, argile sableuse,
- A partir de 3 m : les couches changent de composition avec le passage progressif du sable à des horizons plus argileux : sables argileux noir gris, argile légèrement sableuse, argile verte et noir, argile grise,
- Au-delà des 6 m l'argile et les limons dominant, même s'il y a par endroit quelques couches sableuses.

La composition des sols peut avoir une influence sur la bonne tenue des remblais et une analyse plus poussée sera nécessaire dans les prochaines phases de projet, pour s'assurer de la bonne tenue des sols existants avant la mise en place des substrats.

3.6.1.1 Méthodologie de travaux

Deux approches peuvent être envisagées pour les travaux de démolitions et de terrassement :

- Une réalisation depuis la berge, en remontant les matériaux et en les évacuant par camion. Ces travaux pourraient être pris en charge par le lot terrassement du projet de bâtiment.
- Une réalisation avec des engins flottants depuis la Seine et évacuation des matériaux par barges. Cette solution pourrait être plus facile à mettre en place, notamment dans le cas de la réutilisation des matériaux de déblais pour le comblement du fond du tunage et qui n'auraient alors pas à être évacués.
Sur la partie amont, la dépose des enrochements devra obligatoirement être réalisée par la Seine pour préserver la bande arborée existante.

3.6.2 Mise en œuvre du confortement des berges et des talus

Une réflexion sera à mener sur la méthodologie de mise en œuvre des éléments constitutifs du projet, qui pourra par ailleurs être définie plus précisément en phase travaux avec les entreprises.

La plus évidente semble être la réalisation du tunage immergée juste après les travaux de démolition et de terrassement, avant l'installation des fascines et des caissons végétalisés.

Après la mise en place du tunage et de son système de confortement, les matériaux de comblement seront versés entre la berge et la paroi, les plus grosses granulométries seront mises au fond pour terminer par les éléments plus fins.

Les 30 derniers cm constitueront la recharge granulométrique qui pourra contenir différents types de substrats :

- Un mélange limono-sableux, favorable au développement des herbiers,
- Des plages plus minérales, constituées d'un mélange de cailloux, de graviers et de sables, pour la création de frayères,
- Des blocs plus gros (10 à 30 cm) pourront être déposés en surface pour varier la nature des fonds ou faire des petites caches pour la faune piscicole.

La cote altimétrique de la recharge granulométrique servira à caler l'installation des fascines et des casiers végétalisés qui seront mise en place à la suite. Voir chapitre 3.1.2 pour les principes de mise en œuvre).

Les substrats de plantation, mélange limono-sableux et/ou terre végétale seront déposés en dernier, en comblement dans les casiers végétalisés, et sur une épaisseur de 50 cm sur les talus.

Les terres seront maintenues en place par une toile coco. Deux types de toiles sont utilisées :

- Toile coco constituée d'un aiguilleté non tissé doublée en partie supérieure d'une bâche nouée. Cette bâche assure à la fois une bonne résistance en même temps qu'elle permet de retenir efficacement les terres en contact prolongé avec l'eau. Elle sera mise en place dans les caissons, et sur la berge sur la hauteur couverte par les lits de plants et plançons, soit 1.5m au-dessus des fascines,
- Toile coco tissée en partie supérieur des talus pour la protection des terres afin d'éviter leur lessivage et les ravinements.

Les toiles coco sont maintenue en terre par des agrafes métallique en U, ou par des petits pieux en châtaigner.

Les travaux de terrassement et de mise en œuvre des ouvrages de génie végétal et des substrats auront lieu en période d'étiage à la fin de l'été, lorsque les niveaux sont les plus bas. Une partie des travaux se fera malgré tout en milieu immergé.

Les plantations de plants et plançons se feront à l'avancée de la mise en œuvre des substrats. Les plantations arbustives et les semis en haut de berges seront réalisés préférentiellement au mois de novembre.

3.6.3 Traitement des essences invasives

Plusieurs espèces d'essence invasives ont été répertoriées lors des passages d'inventaires floristiques (Robinier faux acacias, Buddleja du Père David, Renouée du Japon et Sénéçon du cap). Elles possèdent toutes des caractéristiques très différentes et seront traitées selon leur spécificité et les caractéristiques du terrain.

3.6.3.1 Robinier faux acacia

C'est un arbre pionnier qui apprécie les milieux ouverts. Arbre à croissance rapide (2m de hauteur/an) il se reproduit par graines, drageons et rejets de souche, ces derniers étant une des principales sources d'expansion. Le Robinier rejette en effet des racines et de souche, et drageonne abondamment après une coupe, ce qui lui assure une colonisation végétative très efficace.

Situé sur le haut des berges, il est difficile d'envisager leur arrachage sans impacter les arbres à proximité, d'autant que les racines laissées dans le sol drageonnent facilement et favorisent la reprise.

La technique d'éradication des individus présents sur site se fera par cerclage, technique consistant à retirer l'écorce sur quelques centimètres de profondeur et sur une hauteur de 20cm environ, sur le pourtour de l'arbre. L'objectif est de couper la circulation de la sève vers les racines afin d'accélérer la sénescence de l'arbre, restreindre sa capacité à rejeter.

L'opération est progressive et dure deux ans environ. L'arbres est ensuite abattu et débité lorsqu'il est mort et peut être évacué en filière de compostage.

3.6.3.2 Buddleia du Père David

C'est un arbuste hermaphrodite qui fleurit en juillet. À partir du mois de septembre, sur une période pouvant s'étendre jusqu'en décembre, il produit des capsules qui, arrivées à maturité, libèrent un grand nombre de graines qui seront dispersées par le vent.

Les buddleias seront arrachés en préalable des travaux de terrassement et les résidus de coupe (parties aériennes et racinaires) évacués en filière spécialisée ou d'incinération. Pour éviter la dissémination des graines sur une saison supplémentaire, ils doivent être arrachés avant le mois de juin.

3.6.3.3 Sénéçon du Cap

Le Sénéçon est une plante vivace pionnière des milieux anthropiques qui produit un nombre très important de graine facilement disséminées par le vent.

Les plantes présentes seront arrachées dans le cadre des travaux préparatoires et évacuées en incinérateur ou filière de méthanisation.

3.6.3.4 La Renouée du Japon

La Renouée du Japon forme des massifs denses et apprécie les milieux humides et lumineux. Elle se développe très facilement par rhizomes qui se pousse dans la couche supérieure des 1.5m du sol et peuvent s'étendre jusqu'à une longueur de 5/6 m. Un seul fragment de rhizome de quelques centimètres peut donner naissance à un nouveau pied. Le développement est donc très rapide et l'éradication très difficile.

Sur le site du projet, la Renouée a colonisé une partie de la bande arborée plutôt sur le haut du talus, mais elle s'étend par endroit jusqu'au pied de la berge.

Pour des surfaces relativement réduites, on utilise habituellement la technique du curage des terres après la suppression des parties aériennes, puis le bâchage pour éviter le développement des fragments de végétation qui n'auraient pas été évacués.

Cette technique sera ici impossible compte tenu de la présence des arbres que l'on conserve et de leur réseau de racines. Il est donc également difficile d'envisager le décaissement et l'évacuation des terres sur une profondeur de 1.5 m sur les parties où il n'y aurait pas d'arbres, en conservant des parties non traitées à proximité.

De nouvelles techniques moins invasives sont apparues récemment que nous nous proposons d'utiliser : la technique d'élimination électrique consiste à envoyer une décharge sur les parties aériennes et sur les racines, qui en créant un choc, va affaiblir la plante et l'empêcher de repousser.

L'opération peut être réalisée sur plusieurs années consécutives jusqu'à l'élimination du massif. En parallèle, les rejets peuvent être éliminés à la main pour compléter l'opération de traitement.

3.6.3.5 Suivis des essences invasives

Pour toutes les espèces répertoriées, un suivi sera nécessaire à l'issue de la réalisation des travaux. Celui-ci sera réalisés à minima biannuellement pendant une période de trois ans et toutes les repousses seront arrachées manuellement. Au-delà des trois premières années, le suivi pourra être espacés en fonction des repousses.

La Renouée sera suivie trimestriellement sur les premières années.

3.6.4 Entretien des plantations

3.6.4.1 Herbiers

La gestion sur ce type de milieux est à limiter au maximum comme pour une annexe naturelle. La plupart des herbiers vont s'installer naturellement, en complément des secteurs qui seront plantés. Pour leur bon développement il sera nécessaire d'être précis sur les altimétries de l'herbier pour être cohérents avec les niveaux d'eaux régulés et le marnage de la Seine.

Compte tenue de la profondeur réduite, il sera par contre nécessaire de suivre l'éventuel développement d'espèces ligneuses et les arracher immédiatement pour éviter la colonisation et la fermeture du milieu.

3.6.4.2 Arbustes

La végétation arbustive sur les talus pourra être contrôlée par élagage et étêtage pour éviter un développement trop important et maintenir une bonne luminosité. On veillera à limiter le développement en hauteur ainsi qu'en largeur.

En fonction de la pousse, les arbustes seront taillés tous les trois ans environ. Pour les arbres, la fréquence pourra être de cinq années et l'entretien consistera à une taille de nettoyage et élimination des branches mortes.

3.7 Données complémentaires pour la suite des études de conception

Des données complémentaires sont nécessaires pour apporter des précisions et mener à bien les études de conception :

- Réalisation d'un relevé bathymétrique du fond de la Seine sur une largeur de 5 m environ à partir des ouvrages maçonnés du pied de berges : celui-ci permettra de préciser les données Lidar qui restent relativement imprécises et donnent des cotes différentes de celles du plan de géomètre.
 - **Ces données permettront de dimensionner correctement la structure du tunage.**
- Sondage pédologique pour connaître la structure des sols sous les ouvrages maçonnés, ainsi que des analyses physico-chimiques des terres qui seront réutilisées et vérifier la présence de pollution.
- Sondages géotechniques afin de connaître la structure et la profondeur des ouvrages existants et préciser la démolition.
 - **Ces sondages géotechniques permettront également de conforter les solutions techniques proposées au niveau de leur ancrage dans les berges.**
- Inventaire des moules d'eau douce : Les travaux sur les berges et la mise en œuvre du tunage sont susceptibles d'impacter des mollusques aquatiques patrimoniaux et/ou protégés et des expertises complémentaires sont nécessaires afin d'évaluer l'impact potentiel sur les habitats d'espèces et également d'anticiper le besoin d'un déplacement d'individus en amont des travaux,
- Inventaire piscicole pour avoir un état de la faune piscicole avant travaux et après travaux,

4 Estimation des travaux

Le tableau ci-dessous présente l'estimation des travaux de la proposition de projet présenté dans les chapitres précédents.

Elle est accompagnée de deux options :

- La première propose le réemplois des matériaux de terrassement si leur caractéristique le permet, et s'ils sont exempts de pollution, pour le comblement du fond du tunage,
- La seconde propose la plantation de plantes hydrophytes en godet sur les surfaces immergées, afin d'accélérer la reprise de la végétation des herbiers. Dans la version de base, celle-ci est considérée en reprise spontanée.

ESTIMATION					
N° de prix	Intitulé	U	PU HT	Quantité	Montant HT
1	Installations de chantier				
1,01	Installation et repliement de chantier, compris barrièrage, signalisation et protection des arbres existants	F	13 587,08 €	1	13 587,08 €
1,02	Piquetage en plan et en niveau de l'ensemble des ouvrages et fourniture des plans EXE, plans de recolement avec plan de plantation et DOE	F	6 038,70 €	1	6 038,70 €
	Sous-total				19 625,78 €
2	Préparation du terrain				
2,01	Débroussaillage de massif arbustif existants, compris dessouchage et évacuation des résidus en filière de revalorisation <i>Hors renouée du Japon</i>	m ²	1,50 €	990	1 485,00 €
2,02	Arracchage des partie aérienne des EEE y compris décharge spécialisée	F	2 000,00 €	1	2 000,00 €
2,03	Cerclage des Robiniers faux accacia présent sur site	F	500,00 €	1	500,00 €
	Sous-total				3 985,00 €
3	Terrassements et tenue des terres				
<i>Hypothèse de terrassement depuis la Berge</i>					
3,01	Démolition revêtement béton et petits ouvrages (<i>type muret de soutènement, escalier</i>) existant et évacuation des déblais en décharge	m ³	90,00 €	1 176	105 830,55 €
3,02	Déblais - terre et enrochement de berge et évacuation des déblais en décharge ou mise en œuvre dans le fond de tunage si possible <i>Hypothèse terres non polluées</i>	m ³	60,00 €	2 888	173 298,65 €
3,03	Fourniture et mise en œuvre de remblais pour confortement de la berge et nivellement fin yc compris tunage	m ³	15,00 €	363	5 447,27 €
3,04	Fourniture et mise en œuvre d'une recharge granulométrique pour fond de frayère, compris petits blocs	m ³	100,00 €	1 038	103 784,33 €
3,05	Fourniture et mise en œuvre de substrat (sol limono-sableux ou terre végétale) préalable aux plantations sur berge (<i>épaisseur moyenne de 50cm</i>)	m ³	45,00 €	1 376	61 937,58 €
	Sous-total				450 298,39 €

ESTIMATION					
N° de prix	Intitulé	U	PU HT	Quantité	Montant HT
4	Génie Végétal				
4,01	Fourniture et mise en œuvre du Tunage bois comprenant pieux en robinier 120x120mm - longueur 4,80m, pieux pour tirant 100x100mm longueur 2,80m + câble de tension arrière , planche en 3000x200x33mm tasseaux inclus, et quicaille	ml	355,00 €	400	142 000,00 €
4,02	Fourniture et mise en œuvre d'une fascine morte de 40cm de hauteur sous le niveau de la RN, compris pieux de fixation et branches anti afouillement	ml	50,00 €	44	2 200,00 €
4,03	Fourniture et mise en œuvre d'une fascine morte renforcée sous le niveau de la RN, compris pieux de fixation et branches anti afouillement	ml	150,00 €	312	46 867,79 €
4,04	Fourniture et mise en œuvre d'une fascine vivante renforcée sous le niveau de la RN, compris pieux de fixation et branches anti afouillement	ml	150,00 €	44	6 525,00 €
4,05	Fourniture et mise en œuvre de caisson végétalisés pour le soutènement de berge en rondins, avec fourniture, pose et assemblage des longrines, traverses de 2 m, fourniture et pose d'un géotextile en fond, fourniture et pose de branches de saules ou plants racinés, fourniture des matériaux et remplissage	ml	400,00 €	23	9 200,00 €
4,06	Fourniture et mise en œuvre de lit de plants plançons de saules y compris mise en œuvre des plants à racines nues (2 pces/ml) associés à des branches vivantes de saules (15 pces/ml), saignée dans la berge et son remblaiement après mise en place des végétaux	m²	65,00 €	1 033	67 147,28 €
4,07	Fourniture et mise en œuvre d'une double bache coco aiguilletée et nouée pour merlon de la frayère, compris lestage mise en place sur les surfaces du lits de plants et plançon ainsi que sur la surfaces des caisson végétalisés Bâche coco non tissé ou équivalent, densité 1050g/m², renforcement par un filet de jute de 50g/m², épaisseur 12mm environ	m²	15,00 €	2 168	32 527,30 €
4,08	Fourniture et mise en œuvre d'une bache coco tissé densité 740g/m²	m²	8,00 €	990	7 920,00 €
	Sous-total				314 387,36 €

ESTIMATION					
N° de prix	Intitulé	U	PU HT	Quantité	Montant HT
5	Plantations				
5,01	Fourniture et plantation de baliveau 200/250 Toutes espèces confondues <i>y compris manchon de protection anti rongeur, dalle de paillage, tuteurage, garantie de reprise</i>	u	80,00 €	20	1 600,00 €
5,02	Fourniture et plantation d'arbustes 60/80 - RN - 1u/1,5m² - Toutes espèces confondues <i>y compris manchon de protection anti rongeur, dalle de paillage et tuteurage, garantie de reprise</i>	u	16,00 €	660	10 560,00 €
5,03	Fourniture et plantation de prairie méso-hygrophile pour fourré arbustif	m²	2,50 €	990	2 475,00 €
	Sous-total				14 635,00 €
6	Gestion des plantations pendant deux ans				
6,01	Entretien des végétaux et accessoires, 1 fauche/an l'ensemble des surfaces hors vivaces	m²	5,00 €	990	4 950,00 €
6,02	Gestion des Espèces Exotiques Envahissantes Renouée et Buddleia. Méthode d'élimination par électrisation racinaire 5 à 6 passages par an pendant 2 ans	F	20 000,00 €	1	20 000,00 €
	Sous-total				24 950,00 €
7	Options				
7,01	Option 1: - Moins Value pour Réemploi des déblais issu du terrassement des terre et enrochement Comprenant le stockage des déblais, et la mise en œuvre de ces déblais pour une utilisation en remblais <i>Hypothèse de réutilisation de 40% des déblais du poste 3,02 pour mise en remblais</i>	m³	-30,00 €	1 155	- 34 659,73 €
7,02	Option 2: - Fourniture et plantation de vivaces hydrophytes en godet de 9 pour frayère - 1u/2m² - Toutes espèces confondues	u	5,00 €	718	3 587,50 €
	Sous-total Options				- 31 072,23 €
	TOTAL HT sans option				827 881,53 €
	TVA 20%				165 576,31 €
	TOTAL TTC				993 457,84 €
	TOTAL HT avec options 1 et 2				796 809,30 €
	TVA 20%				159 361,86 €
	TOTAL TTC avec options 1 et 2				956 171,16 €

5 Index des tableaux, cartes et figures

Index des tableaux

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

Index des figures

Figure 1 – Photo aérienne des anciens entrepôts	5
Figure 2 – Plan masse du projet architectural – document A26 Architecte	5
Figure 3 – Profil sur les bâtiments, la voie pompier et les berges – documents A26 Architecture	5
Figure 4 – Extrait de la carte du VNEI présentant les enjeux des milieux présents sur les berges	7
Figure 5 – Plan et profils existants A et B	8
Figure 6 – Plan et profils A et B	8
Figure 7 – Plan et profils existants C et D	8
Figure 8 – Plan et profils existants E et F	8
Figure 9 – Plan et profils existants G et H	9
Figure 10 – Plan et profil existant I	9
Figure 11 – Principe de mise en œuvre du tunage bois sur la berge de la Seine	10
Figure 12 - Principe de mise en œuvre d'une fascine accompagné d'un lit de branchage en protection supérieure – Extrait du guide technique "Les fascines de ligneux en génie végétal – INRAE / OFB - avril 2023	11
Figure 13 – Principe du mur de fascines – Guide INRAE / OFB	11
Figure 14 – principe de mise en œuvre de la fascine sur le secteur en double plateau	11
Figure 15 – Principe de mise en œuvre de la fascine au droit de la bande arborée conservée.	12
Figure 16 – Principe de constitution d'un caisson végétalisé - Extrait du guide technique "Les fascines de ligneux en génie végétal – INRAE / OFB - avril 2023	12
Figure 17 – Principe de mise en œuvre du caisson végétalisé autour de la zone refuge	12
Figure 18 – Principes de mise en œuvre de la végétation : lignes de plants et plançon à gauche et caissons végétalisés à droite – Extrait du guide Génie Végétal en rivière de montagne - Geni'Alp	21

Index des cartes

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

Annexe I : Bibliographie

- Les fascines de ligneux en génie végétal, Guide technique – Emma Scmitt, Slange Leblois (inrea), Delphine Jaymond (Inrae), Jean Batiste Evette et Eleonore Mira - INRAE – OFB – Avril 2023.
- Sornin, rivières et affluents - Manuel du riverain et des usagers de la rivière – par Jérôme Derigon et Céline Dechavane – SYMIOSA – 2013.
- Génie végétale en rivière de montagne – Connaissance et retour d'expériences sur l'utilisation d'espèces et de techniques végétales : végétalisation de berges et ouvrages bois – par Ludovic Bonin, André Evette, Pierre André Frossard, Patrice Prunier, Damien Roman, Nicolas Valé – Projet Franco-Suisse Interreg IV A Géni'Alp.
- Les cours d'eau et les écoulements – CATER BN - 2001



Biotope Siège Social
22, boulevard Maréchal Foch
B.P. 58
34140 MÈZE
Tél. : +33 (0)4 67 18 46 20
www.biotope.fr

