

POLE MOBILITE IDF
Service Ouvrages d'Arts
140 avenue Jean Lolive
93500 PANTIN

COMMUNAUTE URBAINE
Grand Paris Seine & Oise
Immeuble Zeiss – Rue du clos reine
78410 Aubergenville

Ile des Migneaux, POISSY Passerelle métallique



Etude d'esquisse

Réhabilitation ou remplacement de la passerelle

DATE : 13/07/2022
AFFAIRE N° SOA-21-
00465A

Rédacteur
M. BUSSEREAU

Vérificateur
M. BUSSEREAU

Approbateur
F. DELPECH

VISA



SOMMAIRE

1.	SYNTHESE	3
1.1	Contexte et objet de la mission	3
1.2	Documents consultés dans le cadre de l'étude	3
2.	PRESENTATION DE L'OUVRAGE	3
2.1	Implantation et accès.....	3
2.2	Identification, caractéristiques et vie de l'ouvrage.....	5
2.3	Vues de l'ouvrage	6
2.4	Construction de l'ouvrage	7
3.	RAPPEL DE CONCLUSION DU DIAGNOSTIC	8
3.1	Avis technique sur l'état de l'ouvrage	8
3.2	Programme de travaux envisagés	8
4.	ETUDE DE LA REHABILITATION DE L'OUVRAGE (SOLUTION 1)	10
4.1	Remarques générales liées au fonctionnement de l'ouvrage, son état de service et l'ordonnancement des travaux à réaliser	10
4.2	Remise en état des appareils d'appuis	15
4.3	Travaux de remplacement du hourdis.....	17
4.4	Remplacement des éléments de structure métallique fortement corrodés ...	18
5.	ETUDE DU REMPLACEMENT DE LA PASSERELLE (SOLUTION 2)	19
5.1	Proposition de solution structurel permettant le franchissement du bief	19
5.2	Etude de la faisabilité	19
6.	PLANNING	21
6.1	Solution 1	22
6.2	Solution 2 – Remplacement de l'ouvrage.....	23
7.	CHIFFRAGE	24
7.1	Solution 1	24
7.2	Solution 2	25
8.	CONCLUSION	27
8.1	Analyse-Multicritère	27
8.2	Analyse et avis technique	29
8.3	Données d'entrées nécessaire pour mission niveau AVP	29



INDICE	DATE D'APPROBATION	DESCRIPTION DE L'EVOLUTION
0	13/07/2022	Emission originale

1. SYNTHÈSE

1.1 Contexte et objet de la mission

Le Grand Paris Seine et Oise a mandaté le bureau d'étude INFRANEO afin de réaliser des prestations de maîtrise d'œuvre concernant la réhabilitation de la passerelle des Migneaux à Poissy. Cette mission s'inscrit dans le cadre du marché « accord-cadre études et maîtrise d'œuvre concernant les ouvrages d'art et murs de soutènement, géotechnique, fronts rocheux et cavités ».

Le présent document concerne l'étude d'esquisse visant à confronter les deux scénarios suivants :

1. Réhabilitation de l'ouvrage ;
2. Remplacement de l'ouvrage.

Il fait suite à l'inspection détaillée réalisée par SOCOTEC en 2019 et au rapport de diagnostic réalisé par INFRANEO en 2022. L'IDP, puis le diagnostic, mettant à jour **un état particulièrement dégradé et inquiétant de la structure de l'ouvrage.**

La présente étude consiste à :

- Etablir les lignes directrices techniques des solutions ;
- Faire l'inventaire des contraintes de réalisation des solutions ;
- Etablir les budgets enveloppe des solutions proposées ;
- Etablir un planning d'étude et de travaux pour chacune des solutions ;
- Réaliser une analyse multicritère des solutions proposées afin d'éclairer le maître d'ouvrage dans sa prise de décision.

1.2 Documents consultés dans le cadre de l'étude

1.2.1 Documents d'études liés à la vie de l'ouvrage

- [1]. Inspection détaillée 2019 – Passerelle d'accès à la piscine Migneaux à Poissy – Socotec – 06/11/2019 – V
- [2]. Etude préliminaire – Passerelle des Migneaux – Etudes de réhabilitation – INFRANEO – IND0 – 05/08/2021 ;
- [3]. Rapport de diagnostic – Passerelle des Migneaux – INFRANEO – ind0 – 10/05/2022.

1.2.2 Sources extérieurs (internet)

- [4]. Remonterletemps.ign.fr

2. PRESENTATION DE L'OUVRAGE

2.1 Implantation et accès

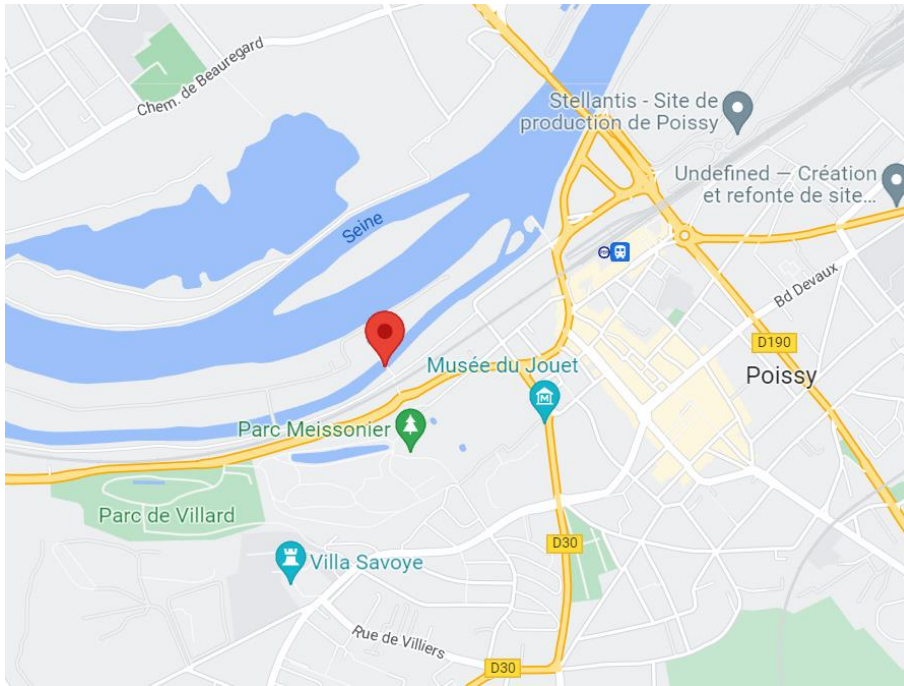


Figure 1 : Plan de situation de l'ouvrage

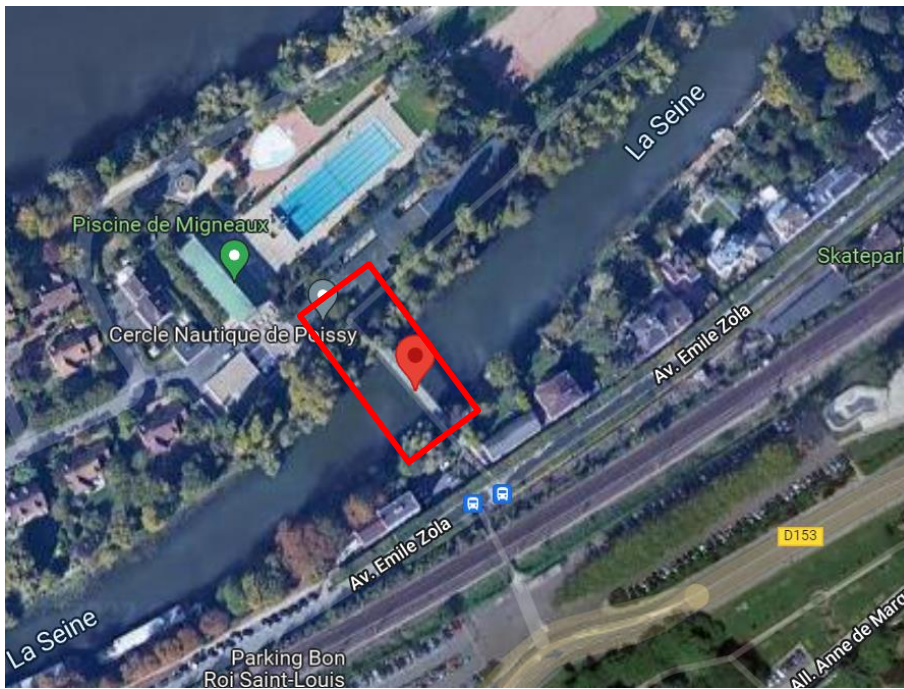


Figure 2 : Vue satellite de la passerelle

2.2 Identification, caractéristiques et vie de l'ouvrage

N° d'identification	/
Nom de l'ouvrage	Passerelle d'accès à la piscine de l'île de Migneaux
Commune / Division	Poissy
Emplacement	île de Migneaux
Coordonnées GPS	48° 55 '48" N / 2° 1' 55" E
Service gestionnaire	Grand Paris Seine & Oise

Tableau 1 : Identification de l'ouvrage

Type de structure	Structure métallique en porte-à-faux (travée centrale cantilever)
Type d'ouvrage	Passerelle
Matériaux	Culées en béton armé, tablier métallique
Date de construction	1965 – 1967 (d'après photo aérienne d'archives sur remonterletemps.ing.fr)
Portée	7,00 m, 52.00 m et 7,00 m
Largeur hors tout	2,83 m
Largeur circulaire	2,63 m
Largeur trottoirs	1,40 m
Biais	100 gr
Hauteur garde-corps	1,76 m
Chape d'étanchéité	/
Joint de chaussée	/
Concessionnaires et réseaux	Conduite d'eau en sous face de la passerelle + d'autres réseaux non identifiés

Tableau 2 : Caractéristiques géométriques et techniques de la structure

Année de construction	Non renseigné
Entreprise	Non renseigné
Date I.D.P. antérieure	2019
Organisme I.D.P. antérieure	SOCOTEC
Travaux après I.D.P. antérieure ou travaux récents	/

Tableau 3 : Vie de l'ouvrage

2.3 Vues de l'ouvrage

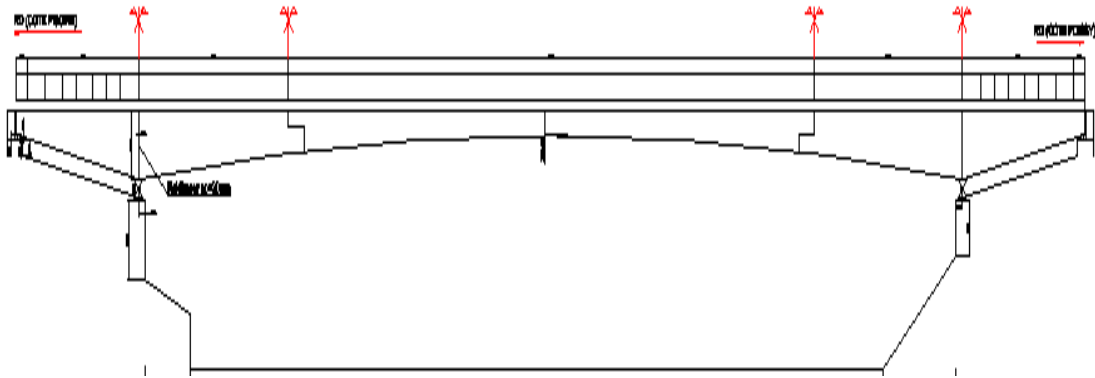


Figure 3 : Coupe longitudinale de l'ouvrage

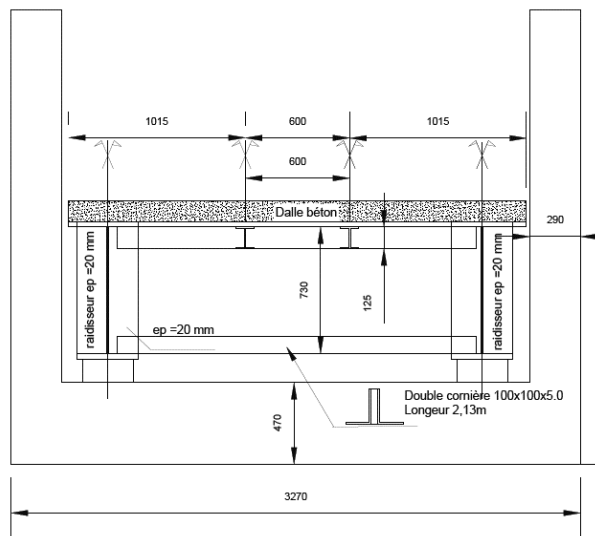


Figure 4 : Coupe transversale de l'ouvrage - section sur culée

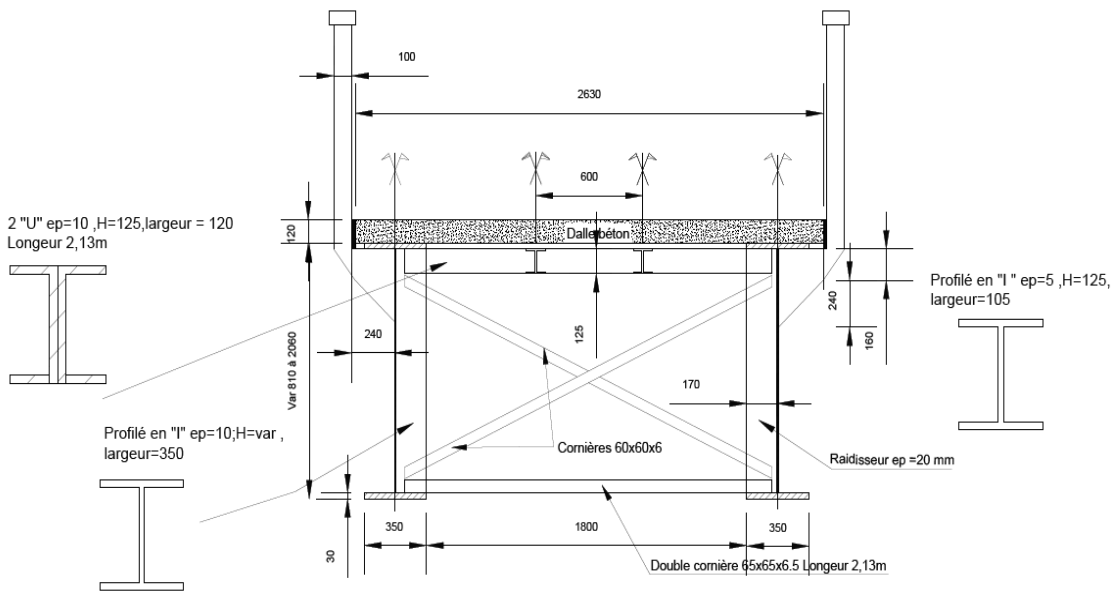


Figure 5 : Coupe transversale de l'ouvrage - section courante

2.4 Construction de l'ouvrage

Dans le cadre de cette étude, nous avons consulté les archives d'imagerie aérienne répertoriées dans le site « remonterletemps.ing.fr ».

La consultation des archives nous apprend que la passerelle a été construite, en parallèle de la construction du complexe sportif et aquatique de l'île des Migneaux, entre les années 1966 et 1967.



Figure 6 - Vue aérienne 1966 - Vue de la construction du complexe sportif

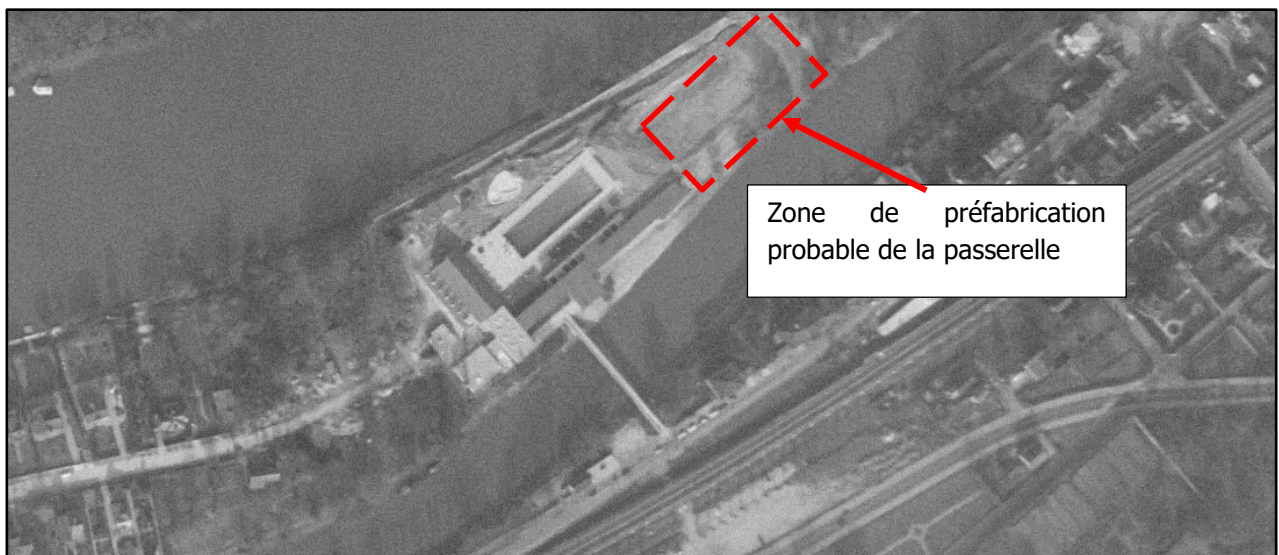


Figure 7 - Vue de la passerelle en 1967

Les images d'archives disponibles ne nous permettent pas de voir le chantier de construction de la passerelle, toutefois il semblerait qu'elle ait été construite :

- Par fabrication sur site des appuis et des travées en cantilever ;
- par préfabrication de la parties centrales, probablement sur les surfaces du chantier de construction du complexe sportif, puis posé sur appuis soit par grutage soit par amené sur barge et palées provisoire.

3. RAPPEL DE CONCLUSION DU DIAGNOSTIC

3.1 Avis technique sur l'état de l'ouvrage

Le diagnostic conclu que l'ouvrage est dans un mauvais état structurel. Il relève notamment que les désordres observés lors de l'inspection détaillée sont en cours d'évolution, notamment la corrosion foisonnante des éléments métalliques et des appareils d'appui.

Le diagnostic met en avant les désordres suivants :

- Pour les poutres principales :
 - o Corrosion foisonnante des membrures supérieures avec perte de section sur toute la longueur ;
 - o Corrosion généralisée des membrures inférieures ;
- Pour le hourdis (mixte constitué d'une tôle ondulé métallique et d'une dalle béton) :
 - o Une corrosion généralisée des tôles et des perforations ;
- Pour les longerons (éléments de structure secondaire soutenant le hourdis) :
 - o Une corrosion foisonnante ;
- Pour les éléments de contreventements horizontaux :
 - o Une corrosion feuillante généralisée, avec rupture par corrosion des cornières sur culée ;
- Pour les éléments de contreventement verticaux :
 - o Une corrosion feuillante généralisée, avec pertes de sections importantes des cornières sur culée ;
- Pour les abouts de poutres :
 - o Une rupture de pièce de pont sur appuis RD ;
 - o Une corrosion généralisée des barres anti-soulèvement de l'ouvrage ;
- Pour les appareils d'appuis :
 - o Une corrosion avancée avec déformation et perte de matières des appuis sur sommier des culées ;
 - o Un enrouillement des appareils d'appuis à balanciers sans réduction de sections mais avec une gêne, voir un blocage à la rotation manifeste ;
 - o Un enrouillement important d'une part des rouleaux en RD (et un blocage probable) ainsi que des appareils de points fixes côté RG.

L'ouvrage possède des culées en béton armée. Il a été constaté que les sommiers sont en mauvais état notamment, celui de la culée RG ; ainsi que le mauvais fonctionnement des appareils d'appuis à cause de la corrosion foisonnante de ces derniers.

3.2 Programme de travaux envisagés

A l'aune des éléments avancés par le diagnostic de l'ouvrage, la réhabilitation de l'ouvrage se révélera être une tâche relativement lourde.

A ce jour, le programme de travaux envisagés est le suivant :

- **Remise en état des appareils d'appuis.** L'objet de l'étude d'esquisse sera d'étudier la faisabilité de leur remise en état.

- **Décapage et remise en peinture de l'ouvrage.** A cet effet, un diagnostic de plomb et d'amiante dans les peintures devra être réalisé.
- **Remplacement des profilés ruinés par corrosion.**
- **Réhabilitation du coffrage perdu, voir remplacement de la dalle.**
- **Remplacement des joints, réfection de l'étanchéité et revêtement.**
- **Dispositif de collecte et d'évacuation des eaux au niveau des joints et sur chevêtre,** sous réserve de faisabilité (faible espace entre le tablier et le chevêtre).
- **Réfection des superstructures :**
 - Remplacement de l'étanchéité,
 - mise en œuvre de joints de dilatation,
 - mise en place de dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux sur le tablier et en amont des joints,
 - réfection de la chaussée, bordure de trottoirs et trottoirs.Pour la réfection des superstructures, un relevé topographique de la chaussée et des abords devra être réalisée.
- **Remplacement du soutènement des abords rive gauche par des palplanches.**

Nous développerons dans la suite de l'étude la faisabilité des différents travaux inscrit dans ce programme, eu égard des éléments apportés par le diagnostic.

4. ETUDE DE LA REHABILITATION DE L'OUVRAGE (SOLUTION 1)

Nous décrivons dans ce chapitre les lignes directrices de travaux de réhabilitation à entreprendre pour rendre la passerelle dans un état de service acceptable, au vue des importantes dégradations relevées et décrivons les options de faisabilité de tels travaux.

4.1 Remarques générales liées au fonctionnement de l'ouvrage, son état de service et l'ordonnancement des travaux à réaliser

4.1.1 Présentation du schéma statique de l'ouvrage :

L'ouvrage étudié est une passerelle cantilever, la travée centrale repose sur des portions d'ouvrage en porte-à-faux. Cette technologie permet :

- La réduction du nombre d'appuis nécessaire et l'accroissement de la portée de la travée centrale de l'ouvrage, en lien notamment avec le respect du gabarit de navigation fluviale ;
- La préfabrication d'une majeure partie de la travée centrale qui a pu être posé vraisemblablement par apport sur barge et palées provisoires.

Sur piles intermédiaire, la structure est articulée.

Il en résulte un fonctionnement mécanique non « conventionnel », engendrant notamment des réactions d'appuis de traction (soulèvement) au droit des culées.

Les effets de la dilatation sont gérés au droit des joints cantilever, et notamment côté rive droite par les appuis de types rouleaux.

Le schéma mécanique de l'ouvrage est résumé dans le schéma ci-dessous :

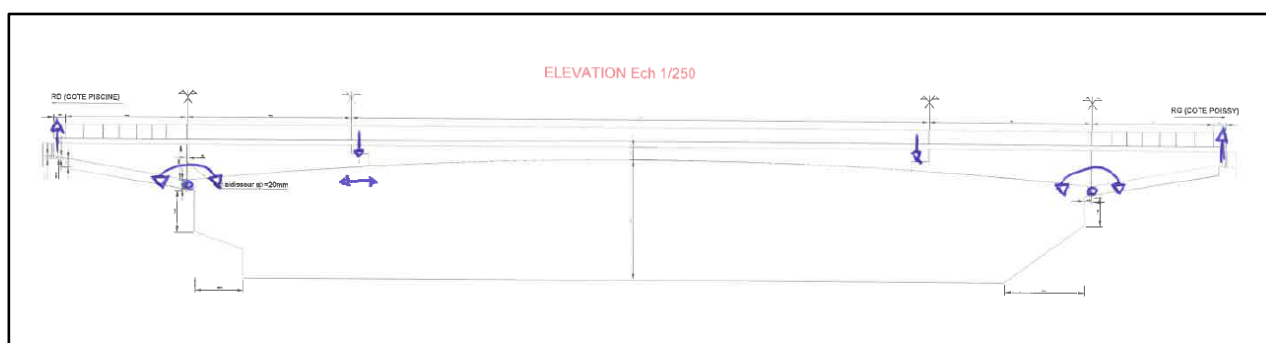


Figure 8 - Représentation schématique du fonctionnement statique de l'ouvrage

L'équilibre statique de l'ouvrage est donc fortement lié à la reprise des efforts de traction sur culée. A ce jour, la reprise de ces efforts est assurée par des barres anti-soulèvement.

4.1.2 Considération liés à l'état des appareils d'appuis de l'ouvrage

Les documents consultés dans le cadre de notre étude montrent :

- Que les barres anti soulèvement sur culées présentent une corrosion généralisée et une perte de section ;
- Les rotules sur piles présentent une corrosion plus superficielles mais avec probablement une gêne, voire un blocage, de la rotation de l'appui ;
- Les appareils sur appuis cantilever sont fortement corrodés et probablement bloqués, en ce qui concerne particulièrement les rouleaux en RD ;
- De manière générales la structure métallique de l'ouvrage est dans **un état de corrosion relativement avancés avec de nombreuses zones de pertes de sections, à plus forte raison au droit des zones d'appuis et de joints.**
- Les zones sur appuis ne sont pas adaptées à la mise en œuvre d'un système de transfert d'effort sur vérins, qui nécessiterait à minima la réalisation sur place de renforts soudés.

De ce fait, il apparaît évident que :

- **Les appareils d'appuis sur culées et sur appuis cantilever doivent être remplacés ;**
- **L'état de conservation de la structure métallique, ainsi que les dispositions constructives au droit des appuis, ne permet pas d'envisager la mise en œuvre de transfert de charge sur vérins sans procéder à la réalisation de renforts ;**

Dans le cas où l'état de la structure permettait de tels travaux, il resterait la problématique du transfert de charge sur appuis cantilever et les accès pour de tels travaux qui sont relativement complexe.

4.1.3 Principe du phasage des travaux de réhabilitation

De ce fait, dans le cadre de la réhabilitation de l'ouvrage, il nous paraît nécessaire de recourir au phasage suivant :

- Dépose de la travée centrale à l'aide d'une barge et de transfert de charge sur palées provisoires ;

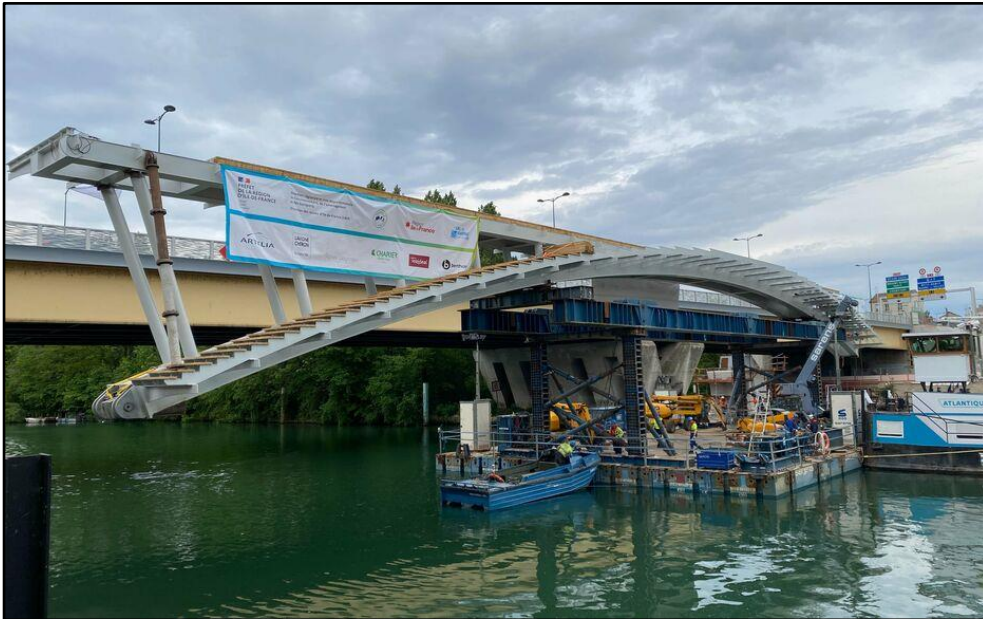


Figure 9 - Exemple manutention passerelle piétonne sur barge

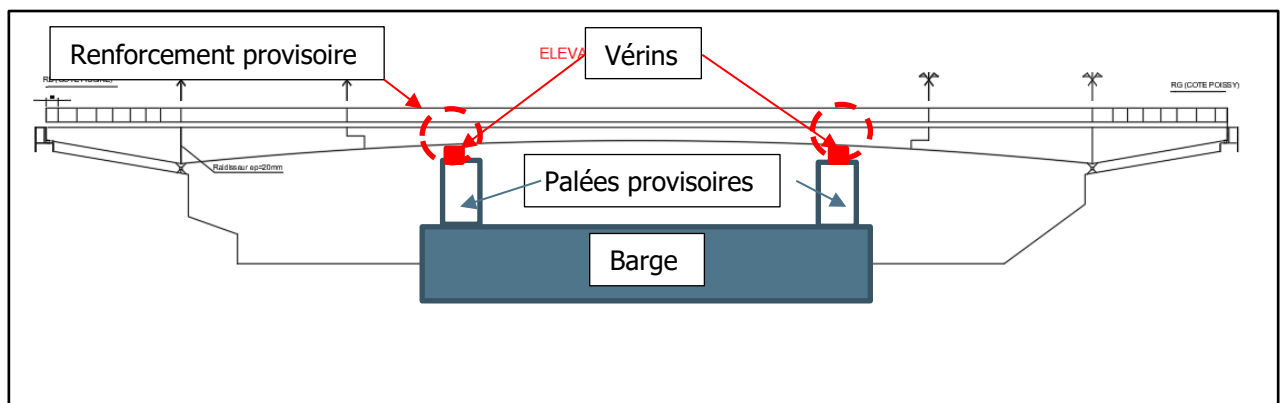


Figure 10 - Vue schématique de la prise en charge de la travée centrale sur barge

- Dépose de la travée centrale sur une aire de traitement sur barge où les travaux suivants pourront être réalisés :
 - o Remplacement les éléments de structure fortement corrodés ;
 - o Réfection de la protection anticorrosion ;
 - o Remplacement du hourdis ;
 - o Remplacement des superstructures.

- En parallèle, sur les parties d'ouvrage en cantilever :
 - o Traitement des appareils d'appuis sur appuis cantilever ;
 - o Création de nouveau ancrage et massif de création d'une structure de reprise des réactions de soulèvement sur culées ;
 - o Démolition du hourdis de l'ouvrage
 - o Echafaudage et confinement de l'ouvrage ;
 - o Travaux de remplacement des membrures dégradés par la corrosion ;
 - o Travaux de remplacement de la protection anti-corrosion ;
 - o Remplacement du hourdis ;
 - o Remplacement de superstructure ;

- Repose de la travée centrale par amené sur barge et palées provisoires ;
- Travaux de finition (joints, chéneaux de récupération des eaux sur culées, etc.).

4.1.4 Faisabilité du transfert de la travée « cantilever »

Concernant les emprises chantier, et notamment pour le traitement de la partie centrale de l'ouvrage, il est nécessaire de disposer d'une aire suffisamment grande, au plus proche du chantier. En comptant la surface de la passerelle, des moyens de manutention (grues), pour effectuer les opérations de transfert de la barge vers les zones de traitement et inversement. Nous estimons cette surface à un rectangle de 50mx20m environ soit 1 000m² minimum.

Cette aire pourrait être empruntée dans les zones non bâties du complexe sportif de la ville de Poissy (parcelle AV0057) :

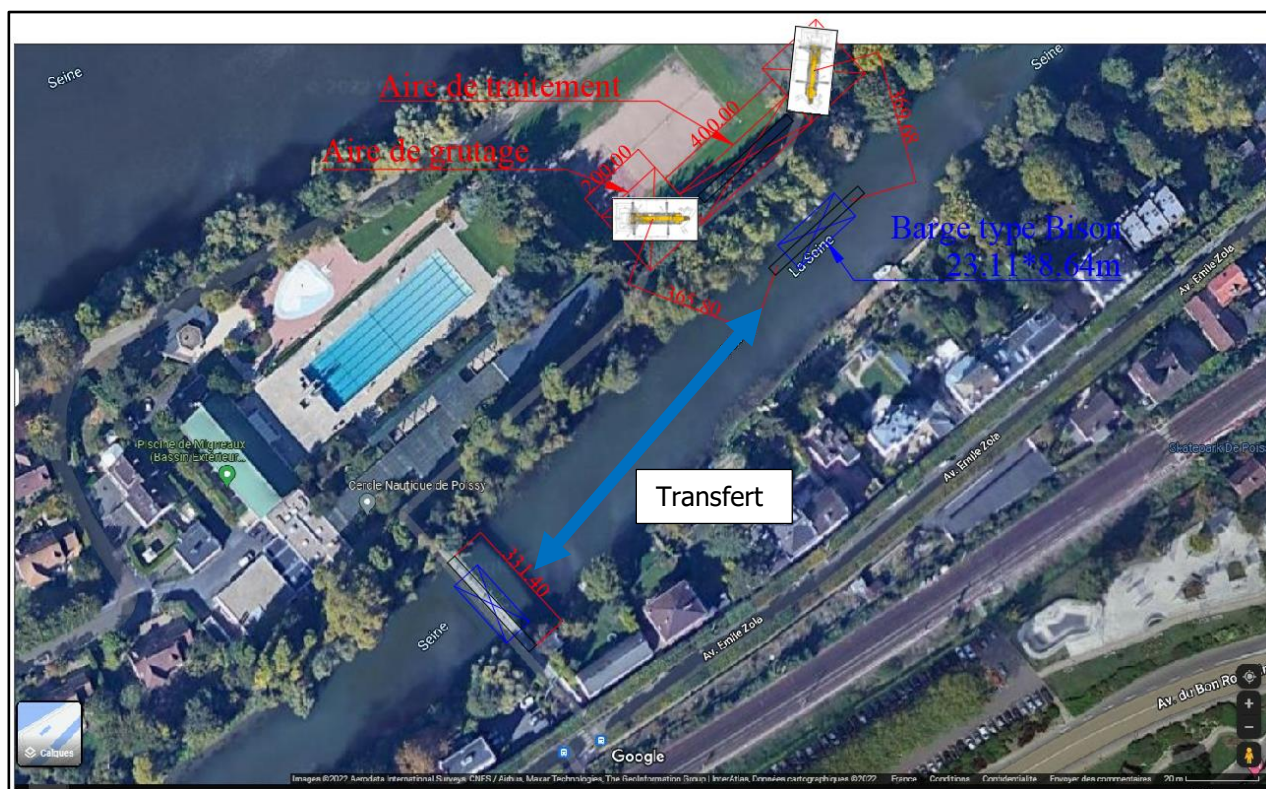


Figure 11 - Hypothèse d'implantation de la zone de traitement de la partie centrale de l'ouvrage et principe de transfert en barge

Le poids de la travée « cantilever » est d'environ 60t, dont :

- Environ 28,3t pour la structure métallique ;
- Environ 26,8t pour le hourdis béton.

Le vérinage pourrait être effectué par 4 vérins, un par poutre et par côté. La capacité de vérins à prévoir serait donc de l'ordre de $60/4 \times 1.5 = 22,5t$. Quatre vérins 30t serait donc suffisant.

Au vue du poids du hourdis béton, et des capacités de grues mobiles, il serait judicieux de procéder à la démolition du hourdis avant de réaliser ces opérations de manutention. Dans le cas contraire il serait nécessaire d'avoir recours à des moyens de manutention plus lourds.

Concernant le transfert de la passerelle depuis la barge vers les plateformes de traitement, en considérant le poids de la structure métallique sans hourdis (30t environ), deux grues mobiles type LIEBHERR LTM 1250-5.1 conviendrait.

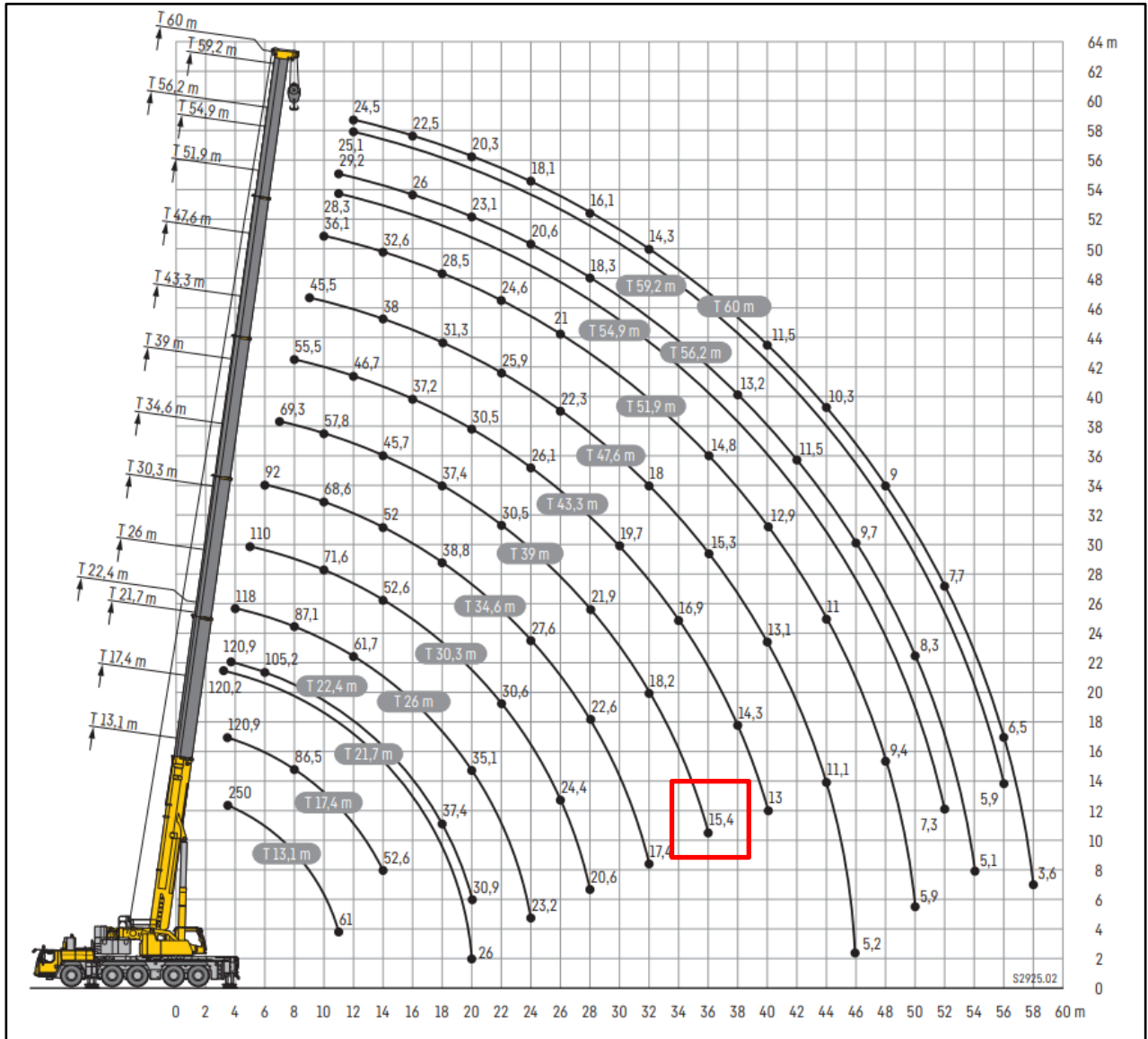


Figure 12 - Abaque grues mobiles LIEBHERR LTM 1250-5.1 - Force de levage à 39m=15,4t

Les modalités de renforcement de sol au droit des zones d'appuis des grues devront être précisées dans le cadre d'une mission G2-AVP le cas échéant. Dans le cadre de la présente étude, nous considérons une substitution du terrain naturel sur 20cm avec une grave 0/31,5 compactée.

Le soulèvement de la partie centrale suppose très probablement la **réalisation de renfort local au droit des points de vérinage** afin de permettre la redistribution des contraintes aux droits des points de vérinage (mise en œuvre de raidisseurs, etc.). On ne constate pas à ce jour de platine ni de raidisseurs prévus à cet effet.

4.2 Remise en état des appareils d'appuis

4.2.1 Cas des appareils d'appuis sur culées

Les appareils d'appuis sur culées sont constitués de barres anti-soulèvement reprenant la réaction d'appuis négative liés au fonctionnement mécanique de l'ouvrage. Le rapport de diagnostic indique que ces barres connaissent une corrosion importante avec perte de matière.



Figure 13 - Vue sur barre anti-soulèvement sur culée - IDP 2019 (réf. [1])

Le remplacement de ces éléments semble donc indispensable à la sécurité de l'ouvrage, **car en cas de rupture de ces barres, l'équilibre statistique de l'ouvrage ne sera plus assuré.**

Le dossier d'ouvrage ne nous permet pas à ce jour de connaître les dispositions constructives de ces appareils d'appuis. En outre, avant tout remplacement les réactions d'appuis doivent impérativement être reprises, par un système provisoire ou définitif.

L'inspection détaillée ainsi que le diagnostic nous montre que les sections d'aciers au droit des appuis sont particulièrement atteintes par perte de section liés à une corrosion foisonnante très avancée. Il ne nous paraît donc pas possible d'ancrer, même provisoire, les efforts dans la structure existante.

L'exiguïté de la zone sur appuis et le manque d'informations concernant les culées nous oblige également à ce jour à envisager **la réalisation de massif d'ancrage des efforts indépendants.**

De fait leur remplacement suppose :

- La création de tirant d'ancrage et la création d'une structure de la traction indépendante du système actuel ;
- La création et l'élargissement du génie-civil des culées, la réalisation de fondation permettant l'ancrage des efforts de traction (massif, micropieux, etc.) ;
- La dépose et le remplacement de l'ensemble des pièces d'appuis sur culées.

A notre sens, il est donc préférable de réaliser une structure définitive de reprise des efforts.

Il convient de noter que nous ne disposons pas d'élément d'information suffisant au droit des culées pour permettre de juger de la faisabilité de tel travaux à ce stade. Ils devront être précisés dans les étapes d'étude suivant (étude de faisabilité).

4.2.2 Cas des appareils d'appuis sur appuis cantilever

Le remplacement et le traitement des appareils d'appuis sur culée seront réalisés après dépose de la partie centrale de l'ouvrage.

En rive droite, les rouleaux semblent très fortement corrodés. De fait nous pensons qu'il convient de prévoir :

- Le remplacement des appareils d'appuis en rouleaux ;
- Le décapage des zones d'appuis, la purge de l'ensemble de la calamine dans les zones de roulement ;
- Interposition d'une nouvelle tôle de roulement entre les rouleaux et la tôle existante : collage entre les deux tôles par résine epoxy.
- Mise en œuvre des nouveaux rouleaux (dont la hauteur doit tenir compte de la surépaisseur liée à la nouvelle tôle pour ne pas provoquer de décalage à la repose de la partie centrale de l'ouvrage).



Figure 14 - Vue sur exemple de traitement d'une platine de roulement : décapage de la calamine sur tôle d'origine et collage d'une nouvelle platine de roulement

4.2.3 Cas des appareils d'appuis sur piles

Les articulations sur piles présentent une corrosion, provoquant à minima une gêne à la rotation et au pire le blocage complet.

Dans le cadre des travaux de réhabilitation, nous proposons de limiter les travaux à des travaux de réfection de la peinture anticorrosion au même titre que la structure de la passerelle.

En effet le transfert de charge sur vérins ne semble pas faisable. En outre la possible gêne de la rotation ne porte pas atteinte à la sécurité de l'ouvrage.



Figure 15 - Vue sur appareil d'appuis sur pile - IDP 2019 (réf. [1])

4.3 Travaux de remplacement du hourdis

A la vue des dégradations importantes relevées sur les tôles de « coffrage » du hourdis et des longerons le supportant, nous pensons qu'il conviendra de remplacer les hourdis.

Il pourra être remplacé par un hourdis collaborant type Cofraplus ou équivalent.

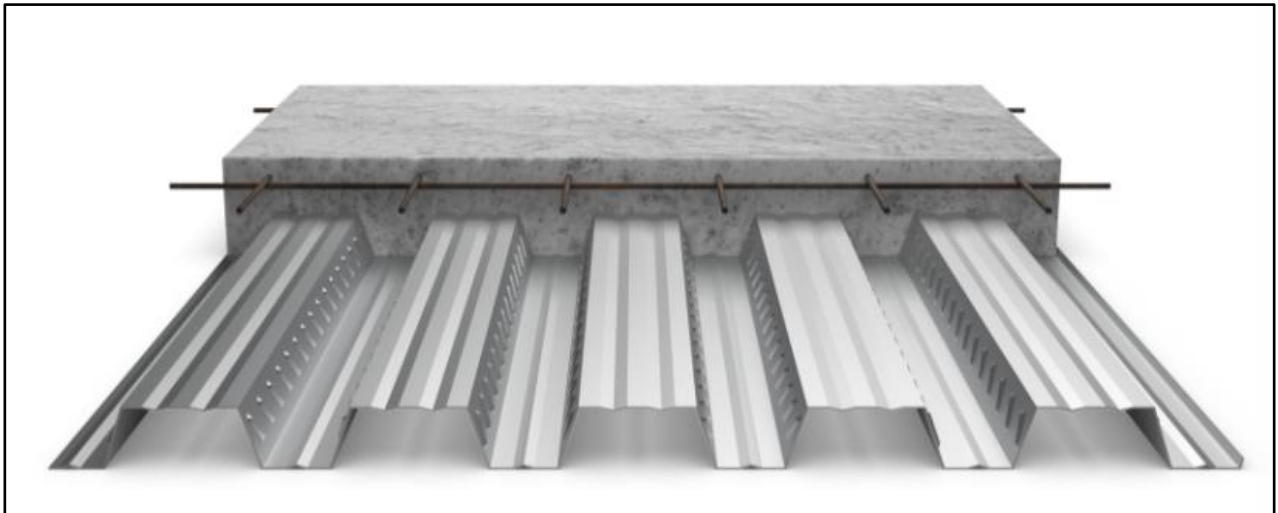


Figure 16 - Plancher collaborant type COFRAPLUS

Le remplacement du hourdis béton serait l'occasion de réaliser une étanchéité propre de l'ouvrage afin de protéger au mieux les structures métalliques. De ce fait il serait nécessaire de réaliser en bordure de hourdis des remontées d'étanchéité sur longrine de rive protégées par une bordure type P1.

Il convient de noter que de fait la largeur de service de l'ouvrage serait diminuée d'environ 40cm (20cm de part et d'autre).

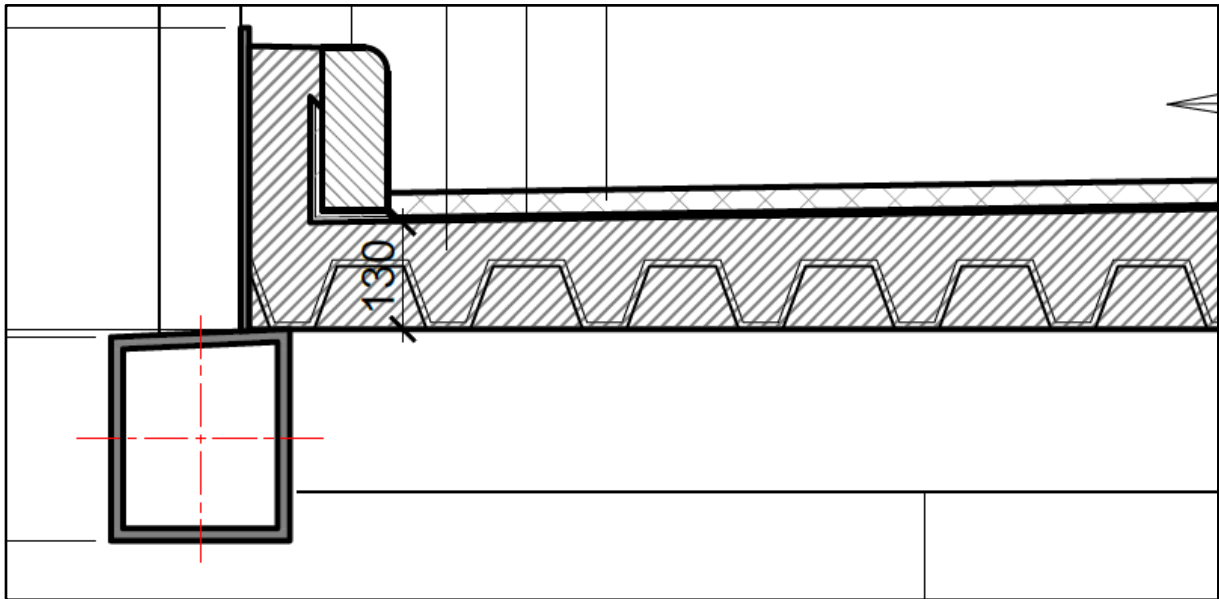


Figure 17 - Datai de hourdis avec remontée d'étanchéité sur longrine de rive et protection avec bordure type P1

En outre une pente en toit sera aménagée sur le hourdis.

L'idée étant de récupérer les eaux de ruissellement au droit des bordures et d'évacuer les eaux grâce à la pente longitudinale de l'ouvrage. Des points de collectes avec avaloir et descentes d'eaux aménagées aux travaux du hourdis pourront être aménagés.

En parallèle des chéneaux de récupération des eaux sous les joints pourront être installés.

4.4 Remplacement des éléments de structure métallique fortement corrodés

Les travaux de réhabilitation consisteront à procéder au remplacement des parties de structure métallique particulièrement corrodé, et ayant subi des pertes de matières.

Les éléments de structure concernés sont les suivants :

- Membrures de contreventements (horizontaux et verticaux) ;
- Longeron sous hourdis ;
- Entretoises ;
- Remplacement des éléments de boulonnerie sur les assemblages fortement corrodés ;
- Etc.

A ce jour nous n'avons de cartographie précise de l'ensemble des éléments de structure à remplacer, en termes de quantitatif nous faisons l'hypothèse suivante :

- **La quantité des remplacements s'élèvent à 10% du poids total de la structure métallique, hors poutre principales.**

5. ETUDE DU REMPLACEMENT DE LA PASSERELLE (SOLUTION 2)

Nous étudions dans ce chapitre le scénario de remplacement de la passerelle. Cet étude semble pertinente du fait de l'état de dégradation avancés de la passerelle et notamment des éléments de structure métalliques et des appuis de l'ouvrage. En outre technologie de l'ouvrage, sur appuis cantilever, impose une manutention lourde afin de procéder au traitement des zones d'appuis.

5.1 Proposition de solution structurel permettant le franchissement du bief

La portée de la passerelle est de 65m. La nouvelle passerelle devra pouvoir franchir cette portée en une seule travée, et garantir à minima le même gabarit que la passerelle existante. De fait, nous choisissons une solution par poutre bow-string, cette technologie permettant de franchir de grande portée, avec une emprise sur le gabarit nulle étant donné que la poutre se situe en partie supérieure.

En outre, l'entretien des zones d'appuis en sera aisé, contrairement à la structure actuelle qui rend les opérations d'entretien des zones d'appuis très délicate et coûteuse.

Enfin la poutre Bow-String a pour avantage de transmettre uniquement des réactions d'appui vertical, ce qui limite les travaux de fondations.



Figure 18 - Exemple passerelle Bow-string à Pau - portée 70m

La structure bow-string rappelle également la structure de l'ouvrage routier reliant l'île des Migneaux à l'avenue Emile Zola, dont la structure est en arc en béton armé.

5.2 Etude de la faisabilité

La réalisation de l'ouvrage nécessite également la préfabrication, et l'assemblage sur une aire de préfabrication sur site, de la charpente métallique.

Afin de limiter la dimension de l'ouvrage, nous considérons que la travée principale se limitera au franchissement du bief, et prendra appuis pour peu ou pour en lieu et place des rotules de l'ouvrage existant. La travée aura donc pour portée environ 50m. Il n'est pas nécessaire en effet de créer un ouvrage dont la portée totale est égale à celle de l'ouvrage existant, les travées de rive de celui-ci ne permettant pas le franchissement du bief, mais la stabilité de l'ouvrage en cantilever et l'ancrage des efforts de soulèvement. Ceci aura pour avantage :

- De limiter l'encombrement de la travée principale nécessitant un transit par barge fluviale ;
- De limiter l'emprise de l'aire de préfabrication de la passerelle ;
- D'optimiser le coût de l'ouvrage.

De ce fait, de part et d'autre des rampes seront aménagées depuis les abords de l'ouvrage actuel, jusqu'à l'ouvrage de franchissement en tant que tel.

La zone de préfabrication pressentie est identique à la zone de traitement de la travée cantilever pour la solution de réhabilitation, mais devra néanmoins avoir des dimensions plus importantes pour pouvoir accueillir la future passerelle et les moyens de manutentions associés.



Figure 19 - Fabrication d'une passerelle - principe de manutention

Concernant la démolition de l'ouvrage existant, il convient de noter que la travée « cantilever » pourrait également être déposée suivant la méthodologie exposée dans le cadre de la solution 1. Les éléments déposés sur l'aire de préfabrication pourront être désassemblés au niveau de l'aire d'assemblage, puis conditionnés pour pouvoir être envoyés en décharge par le réseau routier et/ou sur barge.

Concernant les travées de rive, la démolition nécessitera l'amenée de moyens de manutention sur barge, les abords de la passerelle étant densément construits. Les produits de démolition seront ramenés au niveau de l'aire d'assemblage pour conditionnement et transport en décharge et/ou dans des barges prévues à cet effet.



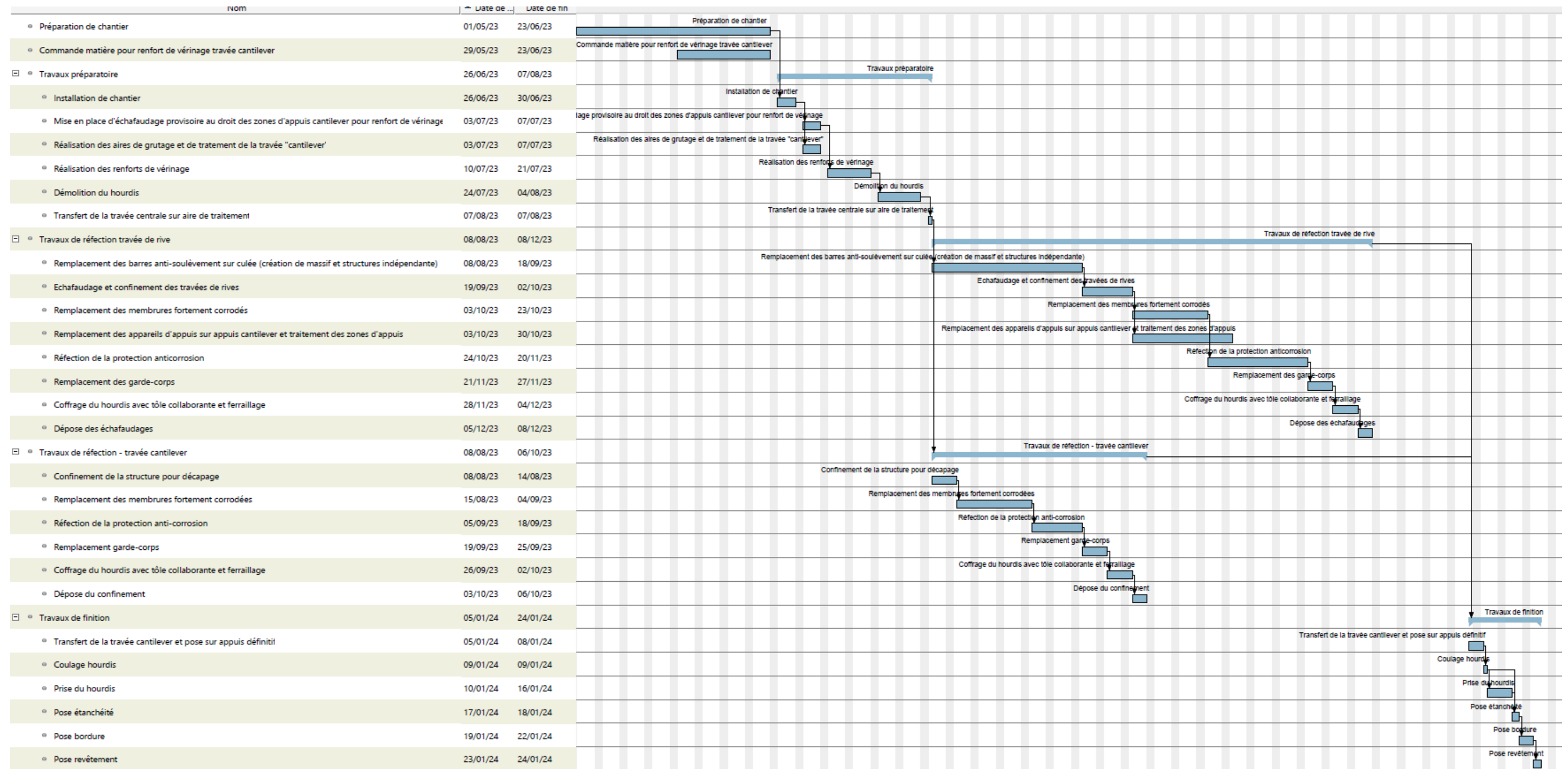
Figure 20 - Exemple de démolition d'un ouvrage sur rivière avec prise en charge des produits de démolition directement par barge

6. PLANNING

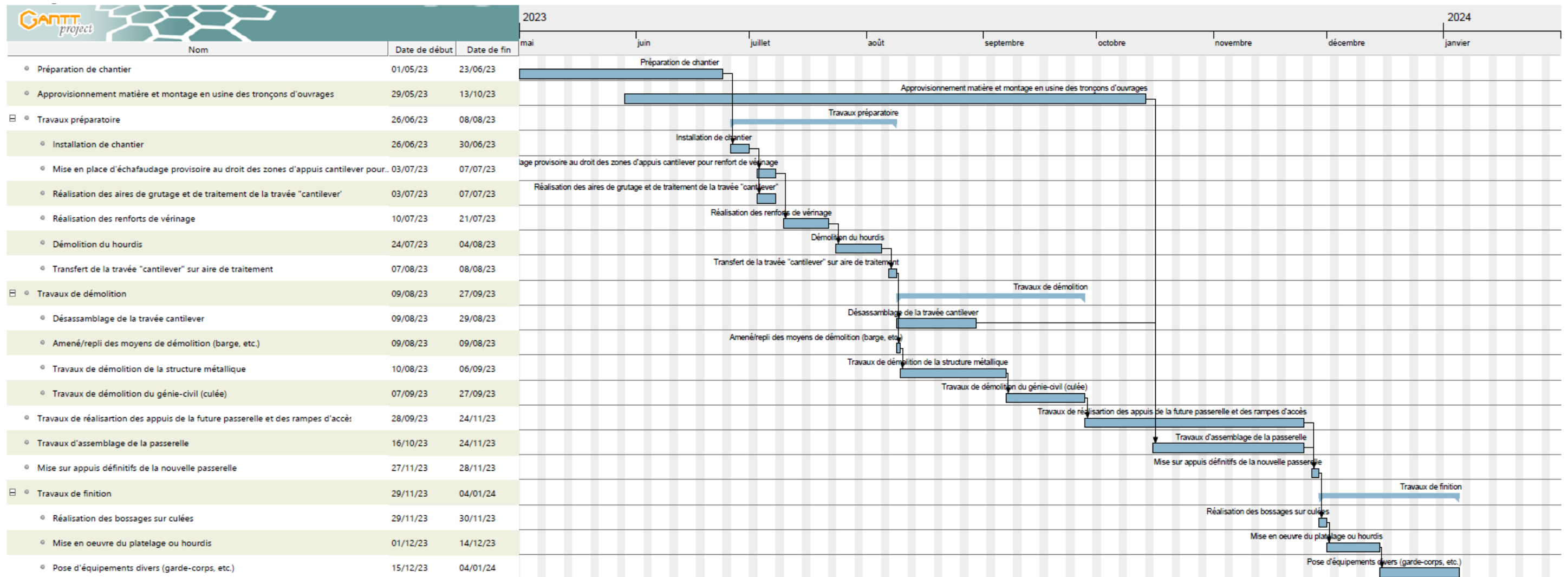
Les plannings ci-dessous présentent le phasage général des travaux. Le début des travaux a été pris arbitrairement à Mai 2023, il convient cependant de noter qu'il ne s'agit pas d'un planning général du projet et qu'il est important ici de noter la durée générale des travaux, et non les dates effectives.

Aussi, les plannings présentés constituent des plannings idéalisés, sans tenir compte de contraintes annexes qui pourront être identifiés lors des niveaux d'études suivant.

6.1 Solution 1



6.2 Solution 2 – Remplacement de l'ouvrage



7. CHIFFRAGE

Les deux avant-chiffrages présentés ci-dessous sont des chiffrages « idéalisés ». Ils tiennent uniquement compte des travaux de génie-civil propre à la réhabilitation ou au remplacement de la passerelle. Les coûts annexes (convention d'occupation de la parcelle AV0057, travaux de signalisation et/ou d'adaptation de la voirie pour accès aux zones d'installation de chantier, Contrôle extérieur, MOE, etc. ne sont pas inclus).

7.1 Solution 1

ESTIMATION - PROJET			
A	PRIX GENERAUX		203 500,00 €
B	TRAVAUX PREPARATOIRE		277 500,00 €
C	VERINAGE ET REMPLACEMENT DES APPAREILS D'APPUI		895 620,00 €
D	TRAVAUX DIVERS		91 400,00 €
Total hors taxes			1 468 020,00 €
Aléas - Somme à valoir		15%	220 203,00 €
TOTAUX	Total hors taxes retenu		1 688 223,00 €
	T.V.A	20%	337 644,60 €
	Total Toutes Taxes Comprises		2 025 867,60 €
TOTAUX PREVISIONNELS FRAIS DIVERS ET ENCADREMENT			
I	Frais de maîtrise d'œuvre	%	1 688 223,00 € 7% 118 175,61 €
II	Frais de maîtrise d'ouvrage	%	1 688 223,00 € 2% 33 764,46 €
III	Frais de contrôle extérieurs	%	1 688 223,00 € 2% 25 323,35 €
IV	Frais de CSPS	%	1 688 223,00 € 0,7% 11 817,56 €
V	Frais VNF, AOT et consignations (à titre indicatif)	ft	1 50 000,00 € 50 000,00 €
VI	Frais liés aux raccordement concessionnaires	ft	POUR MÉMOIRE
Total hors taxes			239 080,98 €
TOTAUX	T.V.A	20%	47 816,20 €
	Total Toutes Taxes Comprises		286 897,17 €
BUDGET PREVISIONNEL TOTAL			
TOTAUX	Total hors taxes		1 927 303,98 €
	T.V.A	20%	385 460,80 €
	Total Toutes Taxes Comprises		2 312 764,77 €

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
PRIX GENERAUX					
A.	Installations de chantier	ft	1	126 500,00 €	126 500,00 €
A.2	Etudes d'exécution				
A.2.1	Etudes d'exécution des ouvrages provisoires et définitifs	ft	1	51 000,00 €	51 000,00 €
A.2.2	Etudes des méthodes	ft	1	19 000,00 €	19 000,00 €
A.2.3	PAQ	ft	1	5 000,00 €	5 000,00 €
A.2.4	Dossier de récolement	ft	1	2 000,00 €	2 000,00 €
SOUS TOTAL SERIE A					203 500,00 €
TRAVAUX DE PREPARATION					
B.	Vérinage et déplacement de la travée "cantilever"				
B.1.1	Mise en œuvre de raidisseurs pour le vérinage y c. décapage locale de la peinture	ft	1	40 000,00 €	40 000,00 €
B.1.2	Accès provisoire (échafaudage) autour des zones d'appuis cantilever pour réalisation des renforts de vérinages	ft	1	20 000,00 €	20 000,00 €
B.1.3	Amené / repli barge et logistique (grue) pour transfert (1j)	j	4	6 000,00 €	24 000,00 €
B.1.4	Vérinage de la travée, transport et transfert sur plateforme de traitement	Ft	1	15 000,00 €	15 000,00 €
B.1.5	Confinement des zones de travail pour sujétions plomb	m3	600	60,00 €	36 000,00 €
B.1.6	Plateforme de grutage et de traitement de la passerelle en 0/31,5	m²	1200	50,00 €	60 000,00 €
B.1.7	Transfert de la travée de la plateforme et remise en place sur appuis cantilever	Ft	1	15 000,00 €	15 000,00 €
B.2	Accès des travées de rives et des consoles				
B.2.1	Mise en œuvre d'un échafaudage et confinement pour sujétions plomb	m3	450	150,00 €	67 500,00 €
SOUS TOTAL SERIE B					277 500,00 €
TRAVAUX DE TRAITEMENT DE LA STRUCTURE METALLIQUE ET HOURDIS					
C.	Réfection de la protection anticorrosion de l'ouvrage				
C.1.1	Sablage selon degré de soin SA2 1/2	m²	2300	110,00 €	253 000,00 €
C.1.2	Mise en œuvre d'un complexe de peinture anticorrosion ACQPA	m²	2300	60,00 €	138 000,00 €
C.2	Remplacement des éléments de structure fortement corrodés et/ou rompus				
C.2.1	Retrait des éléments fortement corrodés	kg	3500	10,00 €	35 000,00 €
C.2.2	Remplacement des éléments de contreventements	kg	3500	30,00 €	105 000,00 €
C.2.3	Remplacement de boulonnerie	Ft	1	30 000,00 €	30 000,00 €
C.2.3	Remplacement de appareils d'appuis sur cantilever (rouleaux) et traitement des surfaces d'appuis	U	4	15 000,00 €	60 000,00 €
C.2.4	Réalisation d'une structure de reprise des efforts de soulèvement sur culées, réalisation d'un massif de reprise des efforts de soulèvement	U	2	100 000,00 €	200 000,00 €
C.3	Remplacement du hourdis				
C.3.1	Dépose du hourdis existant y compris tampons de visite	m²	180	100,00 €	18 000,00 €
C.3.2	Mise en œuvre d'un hourdis type plancher collaborant COFRAPLUS, y compris longrine	m²	180	200,00 €	36 000,00 €
C.3.3	Etanchéité et revêtement	m²	180	100,00 €	18 000,00 €
C.3.4	Bordure type P1	ml	131	20,00 €	2 620,00 €
SOUS TOTAL SERIE C					895 620,00 €
EQUIPEMENT					
D.	Remplacement des garde-corps	ml	131	200,00 €	26 200,00 €
D.1	Joint sur appuis cantilever et sur culées	ml	11	1 200,00 €	13 200,00 €
D.2	Réalisation de descentes EP au travers du hourdis en amont des joints	U	8	5 000,00 €	40 000,00 €
D.3	Création de chéneaux de récupération des eaux sous les joints	U	4	3 000,00 €	12 000,00 €
D.4					
SOUS TOTAL SERIE D					91 400,00 €

7.2 Solution 2

- ➔ La réalisation de la plateforme d'assemblage, qui sera également utilisé pour le désassemblage de la travée « cantilever », est prévu dans le ratio utilisé pour estimer la réalisation d'une nouvelle passerelle.
- ➔ La passerelle étant désassemblée, découpée est ensuite acheminé dans des unités de traitements adéquat, nous ne considérons pas de confinement de la zone de désassemblage pour les sujétions

plomb. Les zones de découpes pourront faire l'objet d'un traitement par décapant chimique le cas échéant.

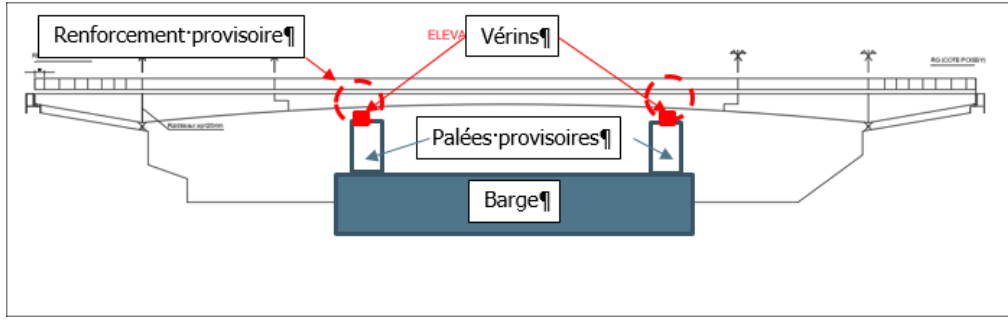

**ESQUISSE - REHABILITATION PASSERELLE DES MIGNEAUX
ESTIMATION SOLUTION REMPLACEMENT**

ESTIMATION - PROJET			
A	PRIX GENERAUX		209 000,00 €
B	TRAVAUX PREPARATOIRE		72 000,00 €
C	TRAVAUX DE DEMOLITION		260 000,00 €
D	REALISATION D'UNE PASSERELLE TYPE BOW-STRING		1 100 000,00 €
TOTAUX			1 641 000,00 €
	Total hors taxes		
	Aléas - Somme à valoir	15%	246 150,00 €
	Total hors taxes retenu		1 887 150,00 €
	T.V.A	20%	377 430,00 €
	Total Toutes Taxes Comprises		2 264 580,00 €
TOTAUX PREVISIONNELS FRAIS DIVERS ET ENCADREMENT			
I	Frais de maîtrise d'œuvre	%	1 887 150,00 € 7% 132 100,50 €
II	Frais de maîtrise d'ouvrage	%	1 887 150,00 € 2% 37 743,00 €
III	Frais de contrôle extérieurs	%	1 887 150,00 € 2% 28 307,25 €
IV	Frais de CSPTS	%	1 887 150,00 € 0,7% 13 210,05 €
V	Frais VNF, AOT et consignations (à titre indicatif)	ft	1 50 000,00 € 50 000,00 €
VI	Frais liés aux raccordement concessionnaires	ft	POUR MÉMOIRE
TOTAUX			261 360,80 €
	Total hors taxes		
	T.V.A	20%	52 272,16 €
	Total Toutes Taxes Comprises		313 632,96 €
BUDGET PREVISIONNEL TOTAL			
TOTAUX			2 148 510,80 €
	Total hors taxes		
	T.V.A	20%	429 702,16 €
	Total Toutes Taxes Comprises		2 578 212,96 €

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
PRIX GENERAUX					
A.1	Installations de chantier	ft	1	115 000,00 €	115 000,00 €
A.2	Etudes d'exécution				
A.2.1	Etudes d'exécution des ouvrages provisoires et définitifs	ft	1	72 000,00 €	72 000,00 €
A.2.2	Etudes des méthodes	ft	1	15 000,00 €	15 000,00 €
A.2.3	PAQ	ft	1	5 000,00 €	5 000,00 €
A.2.4	Dossier de récolement	ft	1	2 000,00 €	2 000,00 €
SOUS TOTAL SERIE A					209 000,00 €
TRAVAUX DE PREPARATION					
B.1	Mise en œuvre de raidisseurs pour le vérinage y c. décapage locale de la peinture	ft	1	30 000,00 €	30 000,00 €
B.2	Accès provisoire (échafaudage) autour des zones d'appuis cantilever pour réalisation des renforts de vérinages	ft	1	20 000,00 €	20 000,00 €
B.3	Amené / repli barge et logistique (grue) pour transfert (1j)	U	1	7 000,00 €	7 000,00 €
B.4	Vérinage de la travée, transport et transfert sur plateforme de traitement	Ft	1	15 000,00 €	15 000,00 €
SOUS TOTAL SERIE B					72 000,00 €
TRAVAUX DE DEMOLITION					
C.1	Désassemblage travée "cantilever" sur aire de préfabrication	Ft	1	40 000,00 €	40 000,00 €
C.2	Démolition des travées de rives				
C.2.1	Barge (2U) et moyens de démolition associées	j	10	7 000,00 €	70 000,00 €
C.2.2	Travaux de démolition	Ft	1	50 000,00 €	50 000,00 €
C.2	Démolition des culées	U	2	50 000,00 €	100 000,00 €
SOUS TOTAL SERIE C					260 000,00 €
REALISATION D'UNE PASSERELLE TYPE BOW-STRING					
D.1	Réalisation d'une passerelle métallique, y c. génie-civil d'une surface utile de 3,00mx65m	m²	200	5 500,00 €	1 100 000,00 €
SOUS TOTAL SERIE D					1 100 000,00 €

8. CONCLUSION

8.1 Analyse-Multicritère

SOLUTION	1 - Réhabilitation de l'ouvrage	2 - Remplacement de l'ouvrage
RAPPEL DES SOLUTIONS POUR LA PASERELLE		
Avantages	<p>Solution, à priori, la moins couteuse</p>	<p>1 Nouvelle ouvrage offrant un état de service optimal et une durée de vie de 50 ans minimum 3</p> <p>Niveau de sécurité de l'ouvrage garantie 3</p> <p>Aspect architectural de la structure Bow-String rappelant l'ouvrage routier 1</p> <p>Budget maîtrisable plus aisément, une fois des études menés à leurs termes 1</p>
Inconvénients	<p>Ouvrage très malade et montrant des organes de stabilité (barres anti-soulèvement) dans un état de dégradation important. Travaux de réhabilitation ne pouvant garantir une longévité de l'ouvrage supérieure à 20 ans</p> <p>En l'absence des données d'entrées nécessaires, la faisabilité des travaux de renforts des tiges d'ancrages anti-soulèvement sur culées reste à démontrer. Il convient de noter que l'état de dégradation avancée de ces pièces, essentiel à la stabilité de l'ouvrage, rend à ce jour l'opportunité de la réalisation de travaux de réhabilitation dépendante de la faisabilité de la sécurisation de ses éléments.</p> <p>Manutention lourde et nécessité de réalisation d'une plateforme de traitement sur la parcelle AV0057</p> <p>Réduction de la largeur utile d'environ 40cm pour remontée d'étanchéité, protection de la structure contre les eaux de ruissellement</p> <p>Budget générale de l'opération, liés à la nature des travaux de réhabilitation pouvant menant à des aléas et sujétions non prévus en phase travaux, moins maîtrisable</p>	<p>-3 Solution, à priori, la plus coûteuse -1</p> <p>Manutention lourde, nécessité de réalisation d'une plateforme de traitement sur la parcelle AV0057 et nécessité de trafic poids lourds sur l'île des Migneaux importante pendant la phase d'assemblage de la passerelle sur l'aire de préfabrication, notamment pour l'amené de l'ensemble des moyens de manutention et des tronçons d'ouvrage à assembler et également l'évacuation des produits de désassemblage de la passerelle existante -3</p> <p>-2</p> <p>-1</p> <p>-1</p>
Score* ENVELOPPE (TTC)	-9	4
	2 320 000,00 €	2 580 000,00 €

*Le score finale se repose sur la sommation des "indices d'importance" attribué à chaque critère, il permet d'apprécier la ratio bénéfice:inconvénient d'une solution mais ne se base sur aucune échelle de notation ou de hiérarchie sur les solutions étudiées

** Avantages ou inconvénients conditionné par des résultats d'investigations complémentaires

Légende :	3	Avantage très déterminant
	2	Avantage moyennement déterminant
	1	Avantage peu déterminant
	-3	Inconvénient très déterminant
	-2	Inconvénient moyennement déterminant
	-1	Inconvénient peu déterminant

8.2 Analyse et avis technique

A ce jour, l'étude d'esquisse réalisée montre que les deux solutions sont relativement équivalentes en termes de contrainte de réalisation, en ce qui concerne notamment la logistique de manutention des ouvrages et les nécessités de réalisation d'aire de traitement ou de préfabrication des ouvrages.

Toutefois, il convient de noter que financièrement parlant, même si de prime abord la solution de réhabilitation semble légèrement plus avantageuse, il convient de garder à l'esprit :

- Que le delta entre les deux propositions, en faveur de la solution de réhabilitation, est de 260 000€, soit environ 10% ;
- La réalisation de travaux de réhabilitation, par nature, implique une part d'imprévue et d'aléas plus importante qu'une construction neuve et peut découler de manière plus probable sur une « dérive » budgétaire.

Aussi, l'état de dégradation constaté de la passerelle est relativement inquiétant. On note en effet des zones de corrosion très avancé qui nécessiterait des remplacements d'élément. En particulier on notera que les zones d'appuis sur culées, permettant la reprise des efforts de soulèvement sont très dégradé. Les travaux de reprise de ces éléments seront lourds et la faisabilité n'a pas pu être démontrée à ce stade. **Il faut aussi garder à l'esprit que ces organes assurent la stabilité et la sécurité de l'ouvrage.**

Enfin, la réalisation d'une passerelle neuve permettra de livrer un ouvrage dont l'état de service et de sécurité sera assuré sur plusieurs décennies.

A ce jour, il semble pertinent de procéder au remplacement de la passerelle existante. Le delta financier, calculé à ce stade des études, ne justifie pas de préférer les travaux de réhabilitation au remplacement de l'ouvrage, eu égard des risques et des inconvénients en jeux.

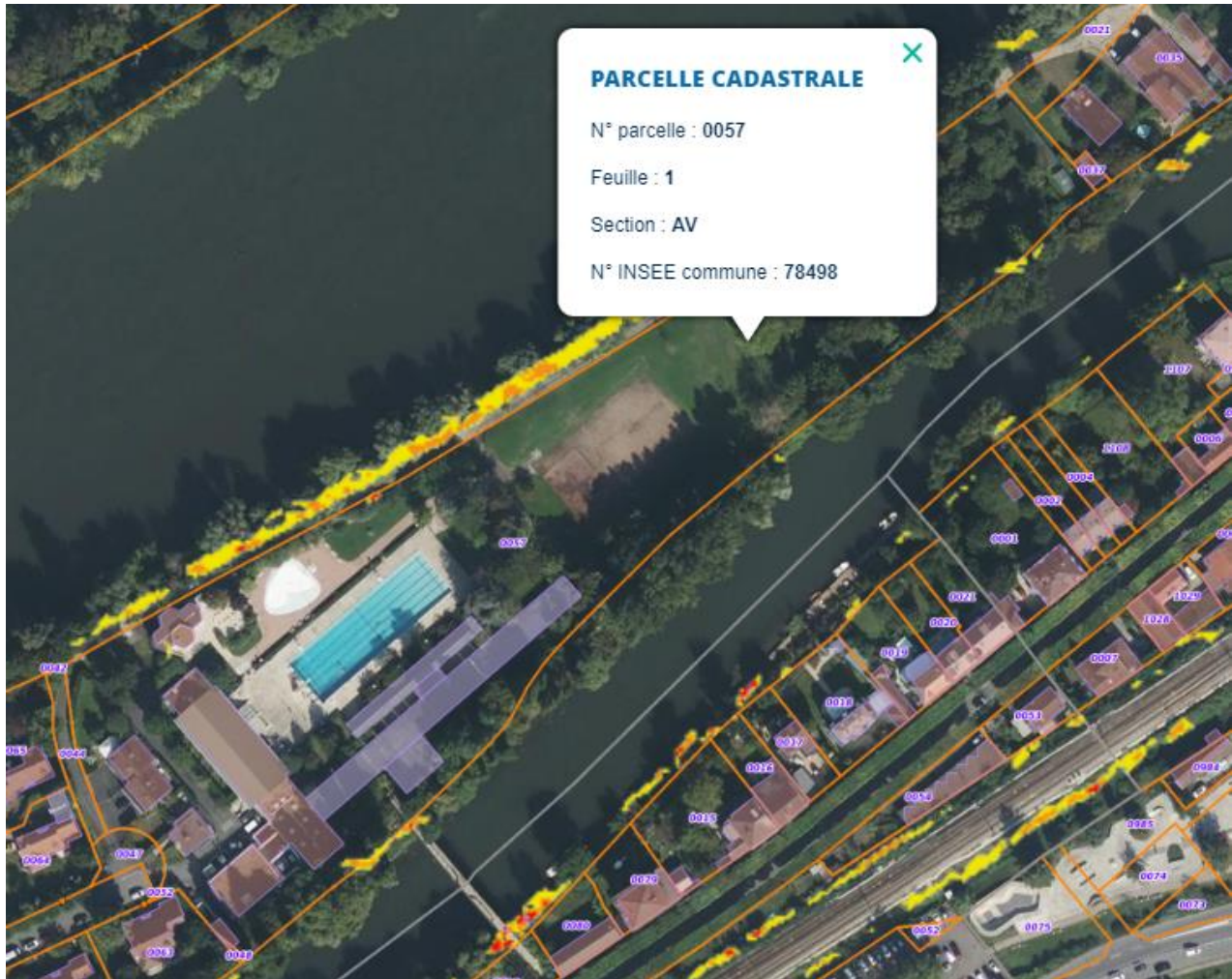
8.3 Données d'entrées nécessaire pour mission niveau AVP

Nous précisons les éléments d'informations indispensables que nous identifions à ce stade et nécessaire à des études de maîtrise d'œuvre niveau AVP. Le maître d'œuvre, en charge du projet aura à sa charge de préciser au maître d'ouvrage, avant le commencement de ses études, les éléments dont il a besoin et d'établir les cahiers des charges pour les prestations nécessaires à l'obtention de ces informations.

Cette liste se veut donc non limitative.

8.3.1 Éléments communs aux deux solutions

- Faisabilité d'utilisation de la parcelle AV0057 pour la réalisation des plateformes de traitement et d'assemblage des passerelles (convention, financement, calendrier d'occupation, etc.) ;



- Élément de bathymétrie et contraintes de circulation fluviales auprès de VNF (gabarit à respecter, modalités et AOT, bathymétrie du cours d'eau et chenal navigable, etc.) ;
- Recherche des réseaux et concessionnaires.

8.3.2 Solution de réhabilitation

- Relevé géométrique exhaustif de l'ouvrage et notamment des zones d'appuis sur cantilever et culée ;
- Relevé géométrique exhaustif des culées de l'ouvrage ;
- Etude de faisabilité de réalisation d'un ouvrage permettant la reprise des efforts de soulèvement sur culées ;
- Reconnaissance des fondations de l'ouvrage ;

8.3.3 Solution de remplacement

- G2-AVP ;
- Relevé topographique de la passerelle :
 - o Elévation générales (coupe en travers du bief) ;
 - o Vues en plans ;
- Gabarit fluviale à respecter (VNF) ;
- Investigations sur les fondations de l'ouvrage existant (à minima le type de fondation et repérage de leur position).