

## RAPPORT

Direction  
Interdépartemental  
e des Routes du  
Sud-Ouest

Service Ingénierie  
et Maîtrise  
d'Ouvrage

Division Ouvrage  
d'Art et  
Géotechnique

# APROA

## ***RN126 - Réparation du pont de l'Herle***



Direction interdépartementale des Routes Sud-Ouest

[www.dirso.fr](http://www.dirso.fr)



Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
0	22/07/24	Version initiale

Affaire suivie par

Lionel GOSSEC - SIMO/DOAG
Tél. : 07 63 00 13 92
Courriel :lionel.gossec@developpement-durable.gouv.fr

Rédacteur

Olivier SERRES - SIMO/DOAG

Relecteur

Lionel GOSSEC- SIMO/DOAG

Référence(s) intranet

http://

# SOMMAIRE

<b>1 - CONTEXTE ET HISTORIQUE DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>7</b>
<b>2 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET ÉTAT DE L'OUVRAGE.....</b>	<b>7</b>
2.1 - Caractéristiques générales.....	7
2.1.1 - Identification de l'ouvrage.....	7
2.1.2 - Caractéristiques géométriques et fonctionnelles.....	9
2.2 - Données de site.....	13
2.2.1 - Données de trafic.....	13
2.2.2 - Données climatiques et topographiques.....	13
2.2.3 - Données sismiques.....	15
2.2.4 - Données environnementales.....	15
2.2.5 - Données géotechniques.....	15
2.3 - Pathologies de l'ouvrage.....	15
2.3.1 - Éléments disponibles sur l'état de l'ouvrage.....	15
2.4 - Principaux désordres sur l'ouvrage :.....	17
2.5 - Description des travaux provisoires.....	19
2.6 - Causes des principaux désordres.....	21
<b>3 - SOLUTIONS DE RÉPARATION.....</b>	<b>23</b>
3.1 - Contraintes à prendre en compte.....	23
3.1.1 - Contraintes d'exploitation.....	23
3.1.2 - Contraintes de mise à niveau des dispositifs de sécurité.....	23
3.1.3 - Contraintes A69.....	25
3.1.4 - Contraintes environnementales.....	25
3.1.5 - Contraintes sur les réseaux existants.....	27
3.1.6 - Contraintes hydrauliques.....	27
3.1.7 - Occupation temporaire des terrains avoisinants.....	29
3.2 - Description des différentes solutions de réparation.....	29
3.2.1 - Solution 1 (reconstruction partielle PICF) :.....	29
3.2.2 - Solution 2 (reconstruction totale PICF) :.....	33
3.2.3 - Solution 3 – Reconstruction partielle dalle sur fondation par pieux :.....	37
3.3 - Estimation des délais de réalisation.....	41
3.4 - Estimation des coûts.....	43
3.5 - Comparaison des solutions.....	43
<b>4 - DESCRIPTION DES TRAVAUX DE RÉPARATION.....</b>	<b>45</b>
4.1 - Informations sur l'ouvrage existant.....	45
4.2 - Description des travaux et phasage indicatif des travaux.....	49
4.2.1 - Travaux préparatoires.....	49
4.2.2 - Réalisation des fondations.....	49
4.2.3 - Réalisation de la dalle.....	49



4.2.4 - Travaux de démolition.....	51
<b>4.3 - Les études géotechniques – G2 PRO.....</b>	<b>51</b>
4.3.1 - Description générale du site.....	51
Situation et topographie.....	51
4.3.2 - Le site et son environnement.....	51
4.3.3 - Rappel des résultats des investigations in situ.....	51
4.3.4 - Essais et analyses en laboratoire.....	53
4.3.5 - Données hydrogéologiques.....	53
4.3.6 - Type et caractéristiques des pieux.....	55
4.3.7 - Matériaux.....	55
4.3.8 - Caractéristiques de la paroi.....	55
Principe général.....	55
4.3.9 - Synthèse de la mission de projet.....	57
<b>4.4 - Étude hydraulique.....</b>	<b>59</b>
<b>4.5 - Planning.....</b>	<b>59</b>
<b>5 - CONCLUSIONS.....</b>	<b>61</b>
<b>6 - ANNEXES.....</b>	<b>63</b>
6.1 - Annexe 1 - Vue en plan initiale.....	63
6.2 - Annexe 2 - Coupe transversale initiale.....	63
6.3 - Annexe 3 – Vue en plan solution S3.....	63
6.4 - Annexe 4 – Coupe transversale solution S3.....	63
6.5 - Annexe 5 – Estimation des coûts.....	63
6.6 - Annexe 6 – G2 PRO.....	63
6.7 - Annexe 7 - IDP.....	63



# 1 - CONTEXTE ET HISTORIQUE DE L'ÉTUDE

Le pont de l'Herle a fait l'objet d'une inspection détaillée par le Cerema de Toulouse en juin 2023 et a classé l'ouvrage « 3U » suite aux constats de désordres structurels graves. Après les travaux de confortement provisoire menés en septembre 2023, une étude préliminaire a été commandée, par la division ouvrage d'art et géotechnique du SIMO représentant le maître d'ouvrage DIR Sud-Ouest, dans le cadre d'une mission de maîtrise d'œuvre en phase « Étude ».

L'EPOA présentait en janvier 2024 présentait deux solutions de réparation : Solution n°1 : réparation partielle de l'OA par un PICF et Solution n°2 : réparation totale par un PICF.

Les contraintes des deux solutions (maîtrise du cours d'eau lors des travaux pour l'un et prix trop élevé pour l'autre) ont permis de faire émerger une 3<sup>e</sup> solution (réparation par dalle béton armé sur pieux).

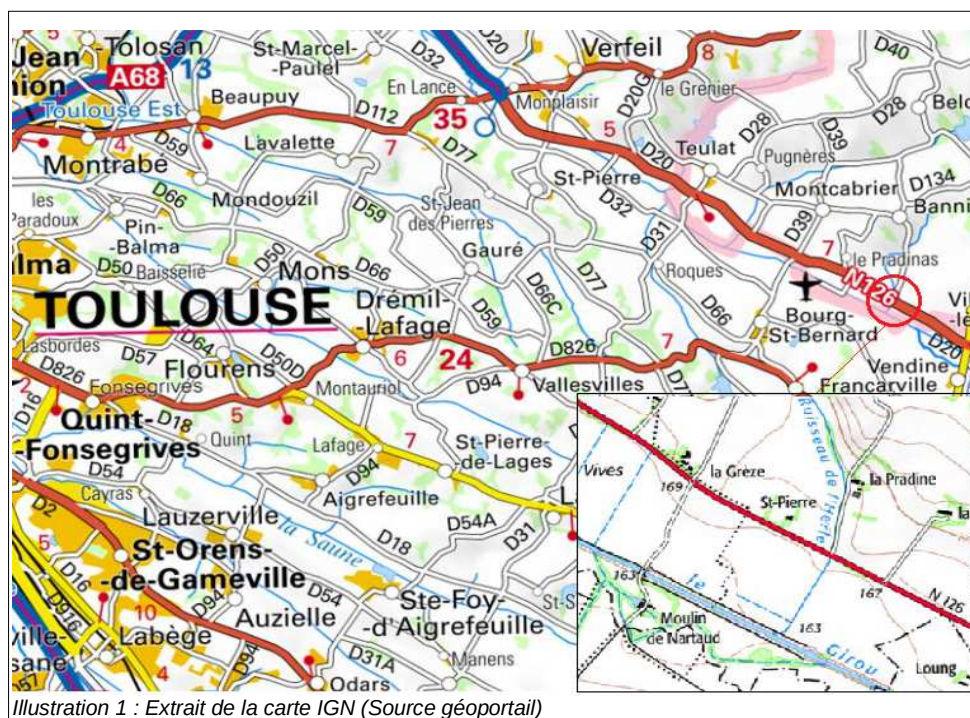
Dans le cadre de l'APROA, les investigations menées de janvier à avril 2024 se sont directement portées sur cette 3<sup>e</sup> solution. Néanmoins dans le cadre de la rédaction de ce mémoire, nous avons souhaité inclure les 2 premières solutions de l'EPOA afin de faire transparaître les réflexions menées lors de cette étude.

## 2 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET ÉTAT DE L'OUVRAGE

### 2.1 - Caractéristiques générales

#### 2.1.1 - Identification de l'ouvrage

L'ouvrage concerné par le présent dossier est un ouvrage hydraulique permettant le franchissement du ruisseau de l'Herle par la RN 126 sur la commune de Bannières dans le Tarn (81). L'ouvrage est situé sous la RN 126 sur la commune de Bannières (81) au PR 10+0611.





## 2.1.2 - Caractéristiques géométriques et fonctionnelles

Cet ouvrage d'art est constitué :

- d'une partie voûte surbaissée en maçonnerie, de 5,00 m de largeur et de 7,00 m de longueur,
- d'une buse métallique ovoïde de 4,10 m de portée et 17,60 m de longueur.

Il présente une hauteur variable entre 2,20 m (partie maçonnerie) et 2,30 m. Le lit du cours d'eau est à la cote de 163,00 NGF.

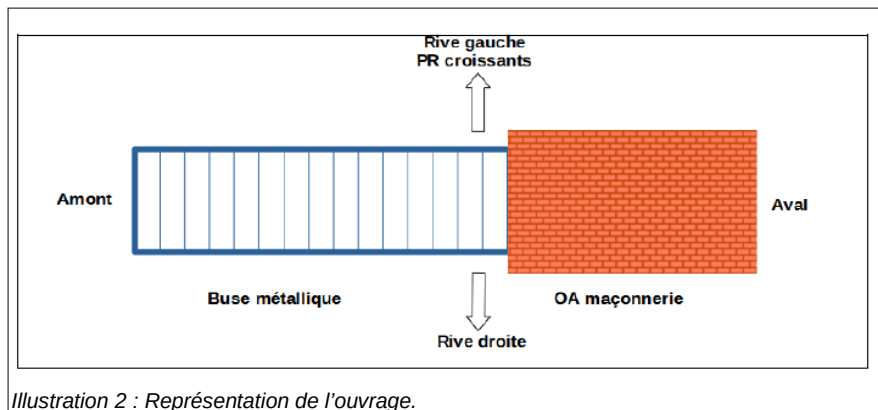


Illustration 2 : Représentation de l'ouvrage.

### Tête d'ouvrage amont :

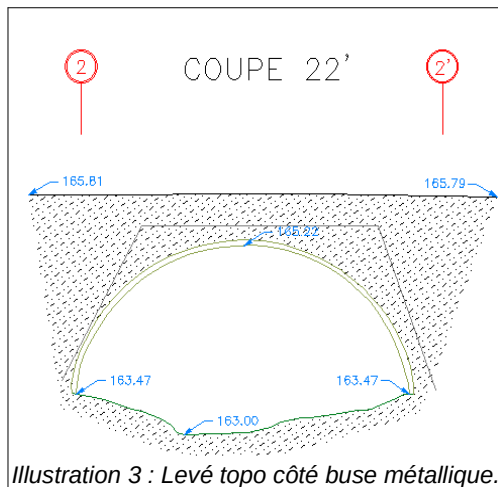


Illustration 3 : Levé topo côté buse métallique.



Illustration 4 : Côté amont.

### Tête d'ouvrage aval :

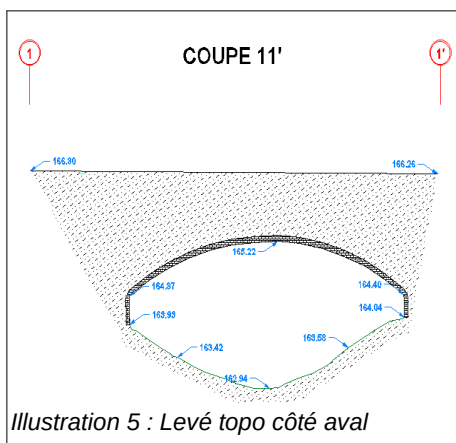


Illustration 5 : Levé topo côté aval



Illustration 6 : Côté aval





La voie circulée – RN 126 – est une route bidirectionnelle avec deux voies de 3,70 m et deux bandes dérasées de 1,50 m et 1,40 m.  
La hauteur de remblai sur l'ouvrage est de 1,10 m maximum.



Illustration 7 : Vue générale sur ouvrage



Illustration 8 : Carrefour RN 126 - route des Pradines dans l'alignement de l'ouvrage

La DIR Sud-Ouest ne possède aucune archive de cet ouvrage.





2.2 - Données de site

2.2.1 - Données de trafic

Le tableau correspond au trafic moyen, tous sens confondu, sur la RN 126 passant par la commune de Puylaurens (nom de la station de comptage la plus proche de l'ouvrage) en 2022.

Station	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MJA
	MJM et % PL												
Déviation Puylaurens RN 126 PR 19+20	6 793	6 855	5 978	7 528	8 687	8 760	8 380	7 972	8 678	8 513	8 369	8 204	7 897
	10,40 %	10,80 %	11,43 %	11,62 %	11,74 %	12,24 %	11,84 %	10,67 %	11,87 %	11,70 %	11,94 %	10,39 %	11,41 %

Extrait des données trafic 2022 (Source DIRSO)

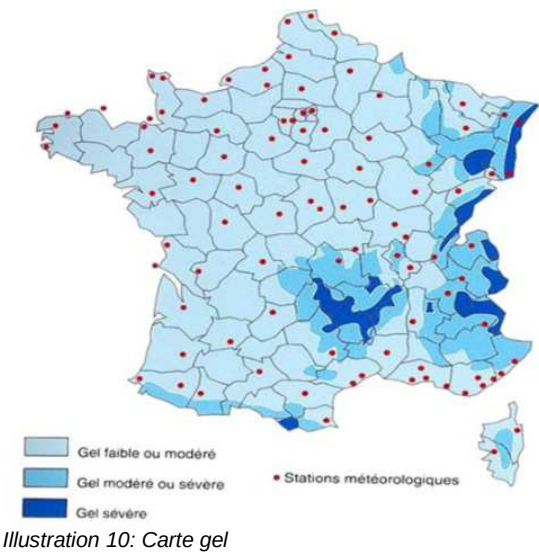
pl : poids lourd (élaboré à partir des classes de longueur supérieures à 6 mètres)  
MJM : Moyenne Journalière Mensuelle  
MJA : Moyenne Journalière Annuelle

On peut constater un trafic relativement important de poids lourd de l'ordre de 11 % en moyenne soit environ 869 pl/j.

2.2.2 - Données climatiques et topographiques

D'après les cartes de gel et de salage, la voie portée se situe en :

- zone de gel faible ou modéré,
- salage fréquent.



D'un point de vue topographique, la RN 126 se situe à la côte de 166,34 NGF avec une épaisseur non constante de remblai de 1,10 m maximum au-dessus de l'ouvrage.



### 2.2.3 - Données sismiques

Selon le décret n°2010-1225 du 22/10/2010, la commune de Bannière (31) est classée en zone de sismicité très faible (zone 1)

### 2.2.4 - Données environnementales

L'ouvrage ne se situe pas dans une zone protégée. Nous pouvons toutefois relever :

- une ZNIEFF est située à proximité : la ZNIEFF « La Vendinelle, le Girou et prairies annexes ». Le secteur de cette ZNIEFF qui est le plus proche du projet est constitué par le cours d'eau « le Girou » et ses rives dans lequel le Herle se jette,

- le cours d'eau est classé en 2<sup>e</sup> catégorie piscicole. La période d'interdiction des travaux en lien avec les périodes de frai s'étale en conséquence du 1<sup>er</sup> avril au 30 juin.

### 2.2.5 - Données géotechniques

Les sondages réalisés fin janvier 2024 ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante sous une faible épaisseur de terre végétale, de haut en bas :

- des argiles sableuses et/ou limoneuses molles marron reconnues jusqu'à 9.3 m de profondeur/TN au droit de SP1 et jusqu'à 9.6 m de profondeur/TN au droit de SP2. Au droit de DPT1, cette formation semble descendre seulement jusqu'à 2.9m de profondeur/TN au vu des compacités observées. Au droit de DPT2, cette formation semble descendre à 8.8 m de profondeur/TN au vu des compacités observées.

Des formations du substratum molassique avec :

- une couche d'altération du substratum composée d'argile marneuse et sableuse reconnue jusqu'à 11.5 m/TN au droit des deux sondages pressiométriques. Au droit de DPT1, cette formation a été reconnue jusqu'au refus du sondage à 3.1m de profondeur/TN au vu des compacités observées. Au droit de DPT2, cette formation a été reconnue jusqu'au refus à 11.7 m de profondeur/TN au vu des compacités observées ;

- des marnes argileuses et sableuses marron correspondant au substratum molassique reconnu jusqu'à la base des sondages réalisés soit 15 à 15.5m de profondeur/TN.

## 2.3 - Pathologies de l'ouvrage

### 2.3.1 - Éléments disponibles sur l'état de l'ouvrage

L'ouvrage a fait l'objet d'actions de surveillances régulières classant l'ouvrage en 3 selon la cotation IQOA (buse métallique : 2E ; pont maçonné : 3).

La dernière inspection détaillée périodique du Cerema de Toulouse du 25 mai 2023 a classé l'ouvrage **3US** (buse métallique: 2E ; pont maçonné : 3US) suite à une évolution des dégradations de l'ouvrage maçonné en mentionnant les points suivants :

*« L'inspection détaillée périodique du pont de l'Herle (constitué de 2 ouvrages liés, l'un en maçonnerie, l'autre une buse-arche métallique, et permettant le franchissement de l'Herle par la RN 126) a permis de constater que l'ouvrage en maçonnerie est dans un état de dégradation avancée qui nécessite la mise en place de mesure de sécurisation et des travaux de réparation, confortement, voire réfection à court terme... ».*

L'ouvrage a fait l'objet d'un confortement provisoire en septembre 2023 présenté au paragraphe 2.5.



## 2.4 - Principaux désordres sur l'ouvrage :

### 1. Dégradation très avancée et généralisée de la maçonnerie.

La voûte est affectée des désordres suivants :

- 3 lacunes majeures, de grandes dimensions et très profondes (60 × 60 cm et 30 × 50 cm),
- de nombreux disjointoiements notamment derrière les bandeaux et à la clé, dépassant parfois 10 cm de profondeur,
- un décollement du bandeau aval,
- des signes de bombements de la voûte,
- une altération importante des matériaux constitutifs des moellons en pierres et des briques,



Illustration 12 : Lacune derrière bandeau.

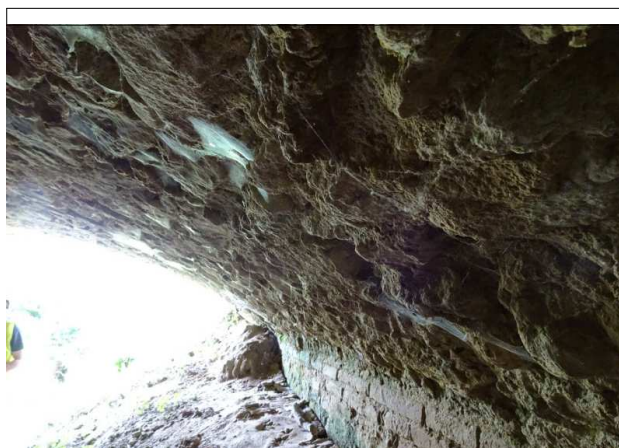


Illustration 11 : Dégradation de la maçonnerie



Illustration 13 : Dégradation de la maçonnerie.

### 2. Une déchirure biaise assez longue avec corrosion de la buse métallique, accompagnée de désordres plus localisés.

Ce désordre se situe à 6 m de la tête amont. Il est dû à la réalisation d'une tranchée pour passage de réseau.





*Illustration 14 : Déchirure en clé de buse métallique.*

**3. Un dépôt de limons important dans le lit du cours d'eau et des parties d'ouvrages non visibles lors de l'inspection.**

Il a été constaté une fissure importante sur la chaussée.

**4. La présence de deux fractures au niveau du dispositif latéral d'évacuation des eaux situé au droit du pont en maçonnerie.**

On peut constater un disjointoiement important sur une bonne partie de la maçonnerie

**5. Une étanchéité vraisemblablement déficiente**

## **2.5 - Description des travaux provisoires**

Suite à la réception du rapport d'inspection en juin 2023 mentionnant un risque de sécurité, la DIRSO a engagé des travaux de confortement provisoire de sécurisation. Ces travaux ont consisté à la reprise des divers disjointoiements et lacunes de l'intrados par la réalisation d'une coque en béton projeté avec treillis.

La déchirure de la buse métallique a également été reprise superficiellement par projection de béton.







*Illustration 16 : Confortement provisoire de la voûte.*



*Illustration 15: Confortement provisoire de la voûte.*



*Illustration 17 : Projection de la déchirure de buse.*

## 2.6 - Causes des principaux désordres

D'après les conclusions du rapport d'inspection détaillée de juin 2023, les principaux désordres sont situés le long de l'ouvrage en maçonnerie. L'ouvrage est affecté de disjointoiements, lacunes et altérations de matériaux liés à l'infiltration des eaux de surface et un défaut d'étanchement de la structure.

L'ouvrage est également affecté d'une amorce de décollement de bandeau probablement lié d'une part aux surcharges exercées par le parapet bétonné et son trottoir associé d'autre part à la probable absence de réelle fondations d'ouvrage et d'un tassement du sol de fondation.

L'ouvrage a fait l'objet de réfection de chaussée néanmoins le disjointoiement des maçonneries combiné aux circulations d'eau dans le remblai ont pu provoquer l'entraînement des fines de ce remblai.

La voûte présente un bombement difficilement définissable à ce stade et peut éventuellement être imputé à l'altération des matériaux constituant la douelle. L'évolution de ce désordre semble stabilisée après les travaux provisoires réalisés néanmoins il convient de noter l'impact lié au trafic de la RN 126 notamment poids-lourds qui a pour effet de solliciter fortement l'ouvrage, les remblais et les sols en place.

La déchirure de la buse métallique provient des travaux de réalisation des réseaux. Ce désordre n'a pas évolué et reste donc localisé et stable depuis l'origine. Les travaux provisoires consistant à projeter du béton lié en partie par



treillis et goudrons ancrés aux tôles semblent suffisants en l'état. Un risque d'infiltration d'eau à long terme peut entraîner une altération locale mais pourra également être reprise localement.

### 3 - SOLUTIONS DE RÉPARATION

#### 3.1 - Contraintes à prendre en compte

##### 3.1.1 - Contraintes d'exploitation

L'itinéraire est inscrit sur la carte « TE 72 » tonnes. Les convois de moins de 72T passent sans contraintes particulières. Quelques demandes sont faites au gestionnaire (une dizaine par an) pour des passages de convois supérieurs à 72T.

Une déviation anticipée des véhicules poids – lourds sur les grands itinéraires est à envisager avec le district Est.

Néanmoins dans le cadre des études et suite aux différents échanges avec l'exploitant, il convient de maintenir le trafic sur la RN 126. Les conditions de dévoiement du trafic sur un itinéraire secondaire ne sont pas envisageables du fait de la vétusté de ce réseau secondaire.

##### 3.1.2 - Contraintes de mise à niveau des dispositifs de sécurité

Le calcul de l'indice de danger est mené conformément au guide du CEREMA : « choix des performances d'un dispositif de retenue sur ouvrage d'art – Méthode de calcul de l'indice de danger ».

L'indice de danger ID est évalué à partir de trois indices partiels :

- la probabilité de sortie de chaussée (ID 1),
- l'évaluation des conséquences pour les occupants, d'une chute sur la zone franchie par l'ouvrage (ID 2),
- l'évaluation des conséquences pour les tiers, d'une chute d'un véhicule sur cette même zone (ID 3).

L'indice de danger est calculé à l'aide de ces 3 indices partiels de la manière suivante :

$$ID = ID\ 1 + \max(ID\ 2; ID\ 3)$$

Selon les critères sélectionnés, le calcul amène à l'indice de 16 le niveau de retenue sur ouvrage est de **niveau N**.

ID < 14-16	Piéton	GC (A)
14-16 < ID < 19-22	Véhicule léger	Barrière de niveau N (B)
19-22 < ID < 27-28	Poids lourd	Barrière de niveau H2 (C)
ID > 27-28		Barrière de niveau H3 (C)

Illustration 19: Extrait Choix d'un dispositif de retenue.

ID1.1	Volume total trafic	12
ID1.2	Tracé en plan	0
ID1.3	Profil en long	0
ID1.4	Présence de points de conflits	2
ID1.5	Longueur de franchissement	1
ID1.6	Traitement hivernal	0
Total ID1		15

ID2.1	Hauteur de chute	1
ID2.2	Profondeur de l'eau	0
Total ID2		1

ID3.1	Franchissement de voiries routières ou autoroutières	0
ID3.2	Franchissement de voies ferrées	0
ID3.3	Franchissement de zones d'habitation	0
ID3.4	Franchissement de zone sensible	0
Total ID3		0

Total ID	16
----------	----

Illustration 18: Calcul de l'ID du pont de l'Herle.



### 3.1.3 - Contraintes A69

Les travaux de l'autoroute A69 reliant Toulouse à Castres ont démarré en 2022 par la réalisation des ouvrages d'art.

Ainsi, l'entreprise NGE GC réalise un ouvrage préfabriqué voûté de 7 m x 3,70 m nommé OHT 1917. L'étude au stade de l'APROA n'intégrera pas la concomitance des travaux de l'A69 et la possible utilisation de l'ouvrage neuf pour le dévoiement du trafic de la RN 126. La solution de réparation doit évaluer l'influence de l'OHT 1917 sur le débit hydraulique du ruisseau de l'Herle

Les données recueillies sur la construction de l'OHT 1917 ont été fournies par le groupement NGE :

- étude partielle de l'étude hydraulique « Note hydraulique « LACT – Modélisations hydrauliques » SETEC/RPAULCONSEIL ;
- recueil des actes administratifs spécial : Arrêté interdépartemental portant autorisation, au titre des articles L 181-1 et suivants du Code de l'environnement, concernant la liaison autoroutière de Verfeil à Castres (A 69) ;
- les résultats de 3 sondages géotechniques réalisés par GINGER CEBTP en 2022 (1 carotté, 1 sondage pressiométrique, 1 essai de pénétration).

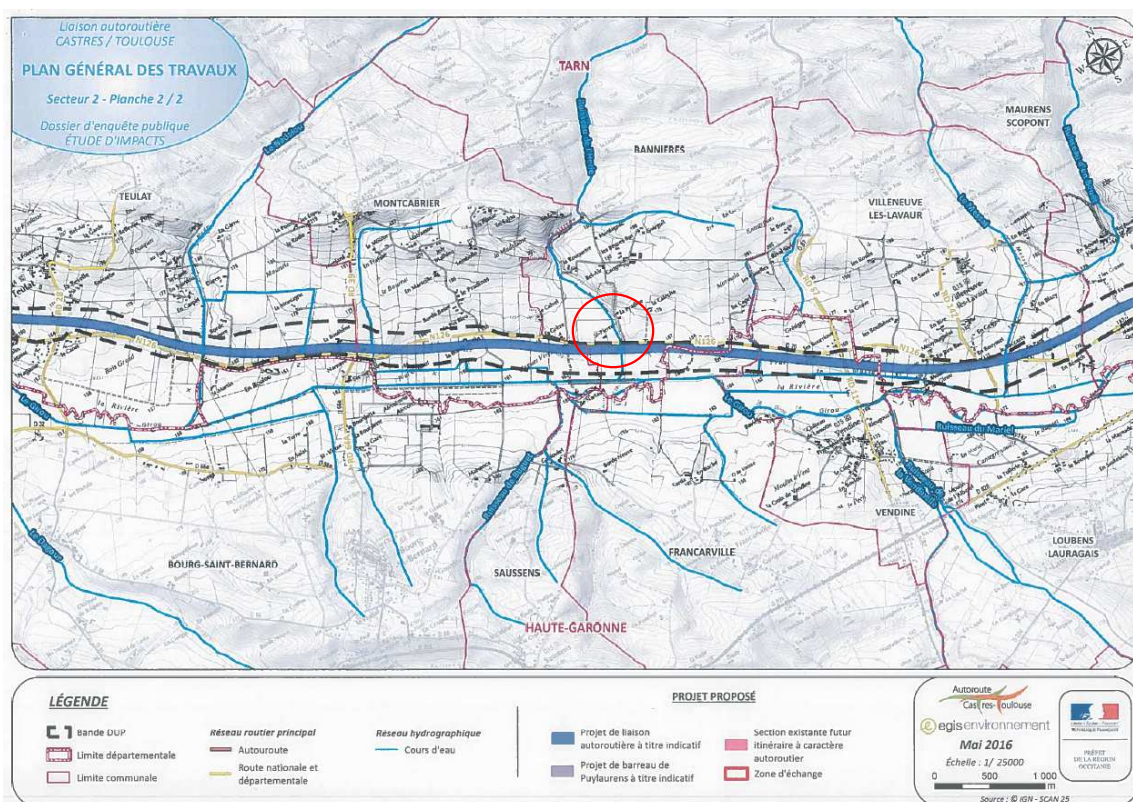


Illustration 20 : Extrait annexe DUP Castres – Toulouse.

### 3.1.4 - Contraintes environnementales

L'ouvrage franchit le ruisseau de l'Herle. Des précautions particulières devront être prises afin d'exclure tout rejet de polluant dans le lit du cours d'eau (fine, laitance, hydrocarbure...). La mise en place de filtre à paille en aval de la zone chantier permettra de minimiser toute pollution.





Les travaux provisoires de septembre 2023 ont été réalisés en situation de cours d'eau assec total. Cette période sera à privilégier. Néanmoins dans l'hypothèse d'un niveau d'eau présent il conviendra de prévoir la déviation du cours d'eau dans le marché spécifique afin de maintenir l'écoulement. Pour cela la mise en place de batardeaux et de canalisations provisoires seront nécessaires.

La fédération de pêche devra éventuellement être contactée en vue de la réalisation d'une pêche électrique avant le démarrage des travaux.

Un inventaire réalisé en 2022 fait état de présence de chiroptères au niveau de l'ouvrage maçonné. Dans le cadre des travaux de confortement provisoire par projection de béton projeté, les gîtes potentiels ont été traités et rebouchés. Néanmoins une demande de dérogation à la destruction de gîtes potentiels devra être établie.

### 3.1.5 - Contraintes sur les réseaux existants

- Des réseaux Orange et ENEDIS sont présents au droit de la buse métallique, sur la voie de circulation sens Castres – Toulouse.
- Un réseau électrique HTA est mentionné le long de la voie communale des Pradines et passe sur la RN 126 à 15 m du pont de l'Herle côté Est.

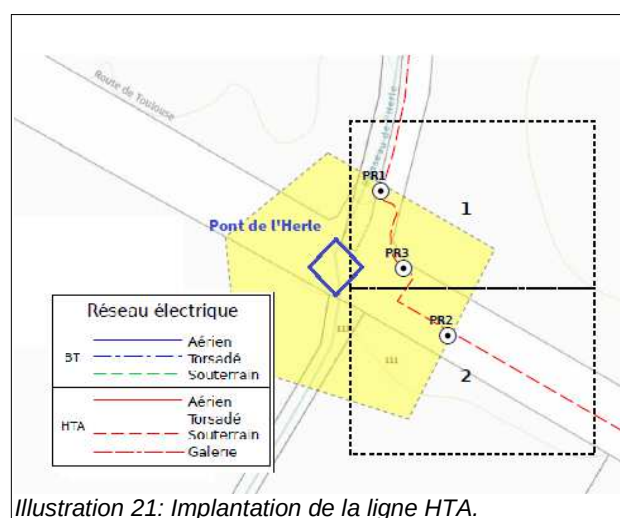


Illustration 21: Implantation de la ligne HTA.

### 3.1.6 - Contraintes hydrauliques

Le ruisseau de l'Herle fait partie d'un bassin versant de l'Herle et déverse ses eaux dans la rivière du Girou. Il présente un débit variable tout au long de l'année.



Figure 1: Prise de vue septembre 2023.



Figure 2: Prise de vue janvier 2024.

Il est constaté depuis 2 ans un ruisseau totalement assec en période estivale.





### 3.1.7 - Occupation temporaire des terrains avoisinants

L'ouvrage se trouvant au croisement de plusieurs terrains agricoles, des démarches d'occupations provisoires seront menées par la DIRSO auprès des propriétaires concernés.

L'accès sur la zone de chantier pourra se faire directement depuis la RN 126 avec l'aménagement d'un accès aux installations de chantier et de la plateforme de stockage du matériel.

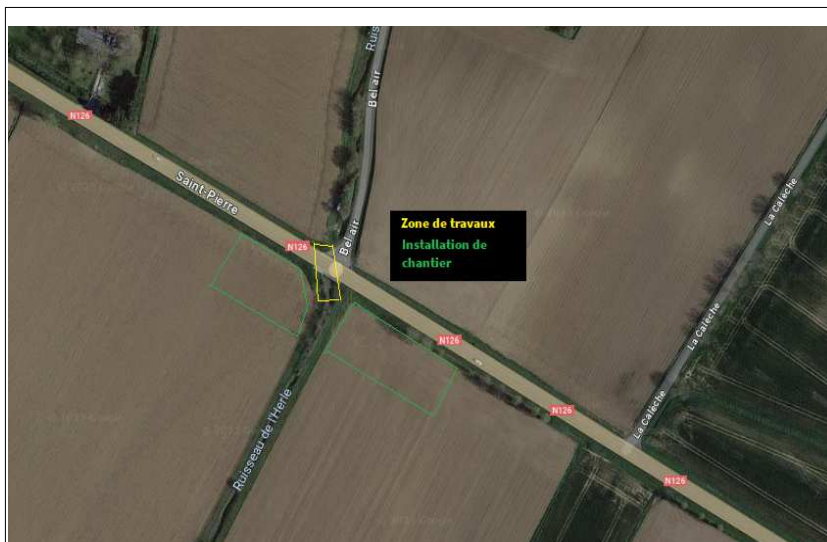


Illustration 22 : Représentation des moyens d'accès, des installations de chantier et de la zone de travaux.

## 3.2 - Description des différentes solutions de réparation

### 3.2.1 - Solution 1 (reconstruction partielle PICF) :

#### *Démolition de l'ouvrage maçonné et reconstruction d'un PICF*

Elle consiste à la démolition de l'ouvrage le plus affecté, soit l'ouvrage maçonné, et de le remplacer par un ouvrage courant type PICF aux dimensions équivalentes – 5 m x 2,5 m – pour une longueur de 7 m.

Dans cette solution, la buse métallique reste en place. Les désordres non évolutifs de déchirure ont été repris et permettent de reconstituer la buse. Le raccordement entre la partie préfabriquée et la buse métallique sera géré par un raccordement / une chambre en béton armé coulée en place.

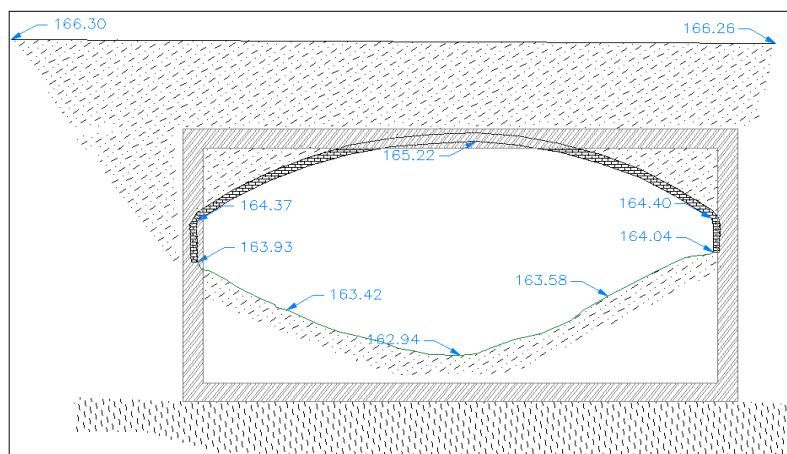
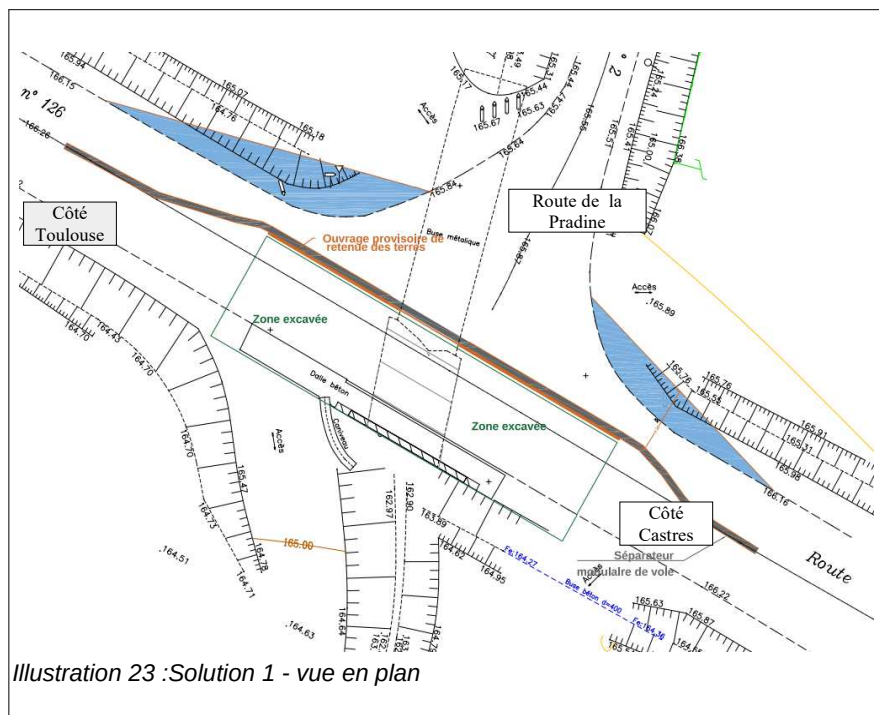


Figure 3: Coupe transversale de la solution n°1.





Les travaux nécessiteront la réalisation d'une excavation d'approximativement 27 m de longueur (longueur à ajuster selon étude géotechnique). Ils entraîneront la coupure de la voie de circulation sens Toulouse – Castres et empiéteront sur la voie de circulation sens Castres Toulouse.

Des travaux préparatoires visant à élargir le carrefour de la voie communale « route de la pradine » seront effectués pour permettre la circulation par alternat.

### **Phasage des travaux :**

#### ➤ *Phase préparatoire :*

- Réalisation des pistes d'accès et de la plateforme IC et stockage,
- Installation de chantier,
- Élargissement autour du carrefour pour la déviation de la voie circulaire,
- Réalisation du batardeau,
- Ouvrage provisoire par pieux sécants à la voie pour le maintien des remblais contigus.

#### ➤ *Démolition :*

- Sciage de la chaussée,
- Rabotage et démolition lourde de la chaussée,
- Décapage / déblai grande masse / démolition de l'ouvrage maçonné,
- Soutènement provisoire des terres au droit de la buse métallique par béton projeté,
- Bêche de maintien des terres sous la buse existante,
- Purgé sous le futur OA + remblai de substitution.

#### ➤ *Reconstruction :*

- Réalisation du radier,
- Injection éventuelle sous la tête de buse métallique pour reconstitution du sol de fondation,
- Pose des cadres de 5 m par 2,50 m,
- Jonction OA préfabriqué et buse métallique par béton armé coffré,
- Étanchéité non adhérente / badigeon,
- Remblai de grande masse,
- Couche de forme 0/80, 0/31,5, couche de roulement,
- Réalisation des dispositifs de retenue.



### Estimation des travaux :

### Planning

Le planning travaux est estimé à 2 mois (voir annexe).

### Les avantages et inconvénients

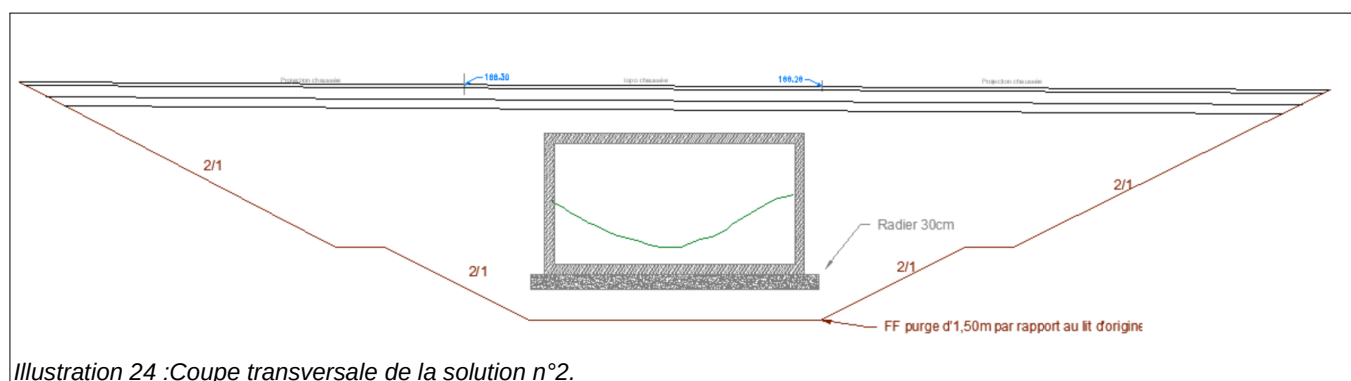
- Cette solution permet de restreindre le coût d'intervention au seul ouvrage présentant des désordres structurels et permet la réalisation d'une circulation alternée pour le trafic local.

- La gestion du cours d'eau, s'il reste actif lors des travaux, sera très difficile.
- L'ouvrage de confortement provisoire type pieux sécants ou paroi berlinoise serait conséquent pour maintenir des terres de mauvaise qualité.
- Il conviendra de prévoir une bêche de maintien des terres entre le nouvel OA et la buse métallique pour ne pas décompresser les sols en place sous la buse (injection éventuelle).
- La buse métallique ne fait pas l'objet de travaux.

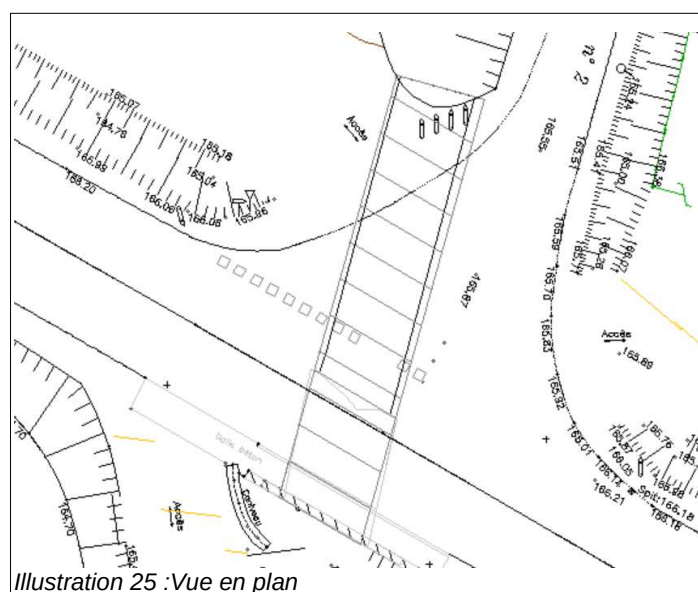
## **3.2.2 - Solution 2 (reconstruction totale PICF) :**

### ***Démolition de l'ouvrage maçonné et buse métallique et remplacement par un PICF***

La 2<sup>e</sup> solution consiste à la démolition de l'ouvrage maçonné et la buse métallique pour reconstruire un ouvrage type PICF de 5 m x 2,5 m pour une longueur de 25 m.







Les travaux nécessiteront la réalisation d'une excavation d'approximativement 27 m de longueur. Ils entraîneront la coupure totale des voies de circulation. Une déviation devra donc être mise en œuvre. Cette déviation est envisageable par les routes départementales (+/-20km). En cas de cours d'eau actif, la solution d'une excavation plus importante pour dévier le cours d'eau peut être adaptée.





### Les avantages et inconvénients :

- Cette solution permet une bonne gestion du ruisseau de l'Herle et de s'affranchir d'ouvrage provisoire géotechnique.

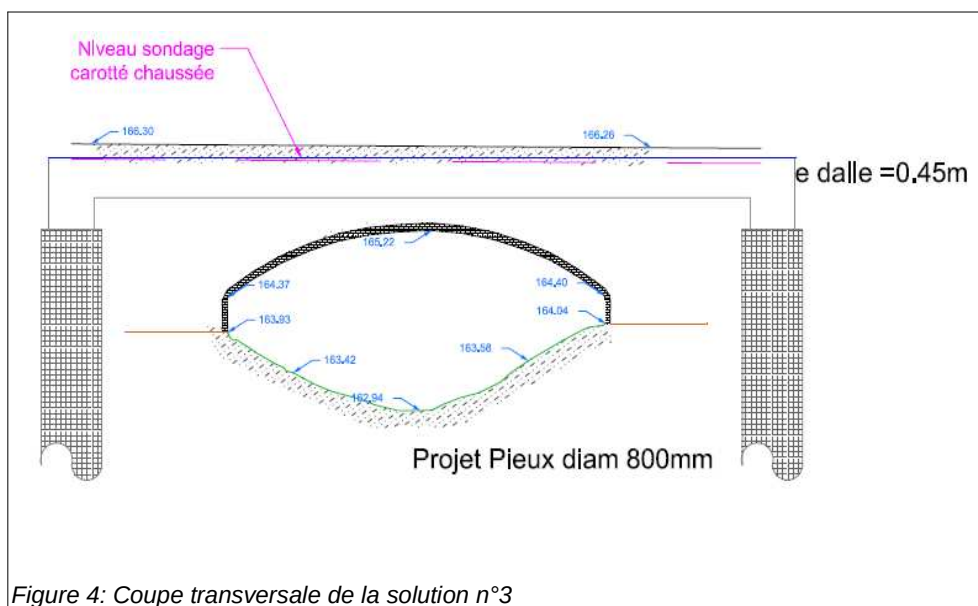
- Cette solution entraîne la fermeture totale de la RN 126 pendant plusieurs semaines.

### **3.2.3 - Solution 3 – Reconstruction partielle dalle sur fondation par pieux :**

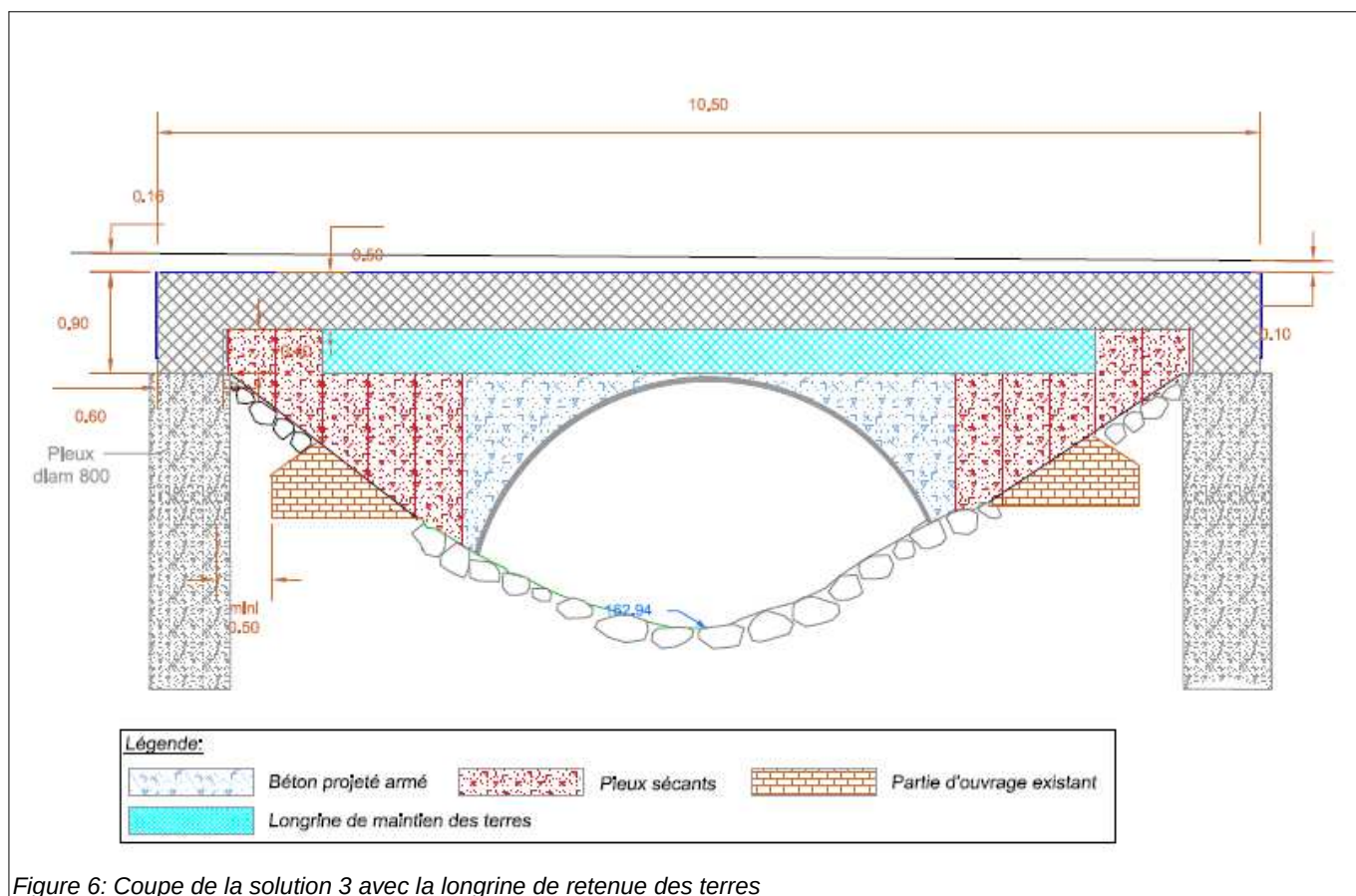
#### ***Reconstruction d'un ouvrage dalle béton armé sur une fondation par pieux***

Elle consiste à la réalisation du nouvel ouvrage type dalle béton armé sur appuis en pieux diamètre 800 mm. Le prédimensionnement de l'ouvrage et des fondations est mentionné dans la G2PRO.

Dans cette solution, la dalle en béton armé est réalisée en premier lieu pour permettre ensuite de démolir l'ancien ouvrage maçonné. Cette solution a l'avantage de s'affranchir des variations de débit hydraulique du cours d'eau et assurer le planning travaux. Cette solution sera réalisée sous alternat de circulation.









Comme présenté ci-dessus dans la figure 6, une paroi de soutènement sera réalisée afin de maintenir les terres entre la buse métallique et l'ouvrage maçonné qui sera démoli.

Il a été décidé de réaliser des pieux sécants de par et d'autre de l'ouvrage maçonné et une longrine de maintien des terres coiffera la partie en béton projetée.

### **Phasage des travaux :**

➤ *Phase préparatoire :*

- Réalisation des pistes d'accès et de la plateforme IC et stockage,
- Installations de chantier,
- Élargissement autour du carrefour pour la déviation de la voie circulaire,
- Mise en œuvre du balisage,
- Déblaiement superficiel des berges du ruisseau,
- réalisation des tranchées drainantes.

➤ *Réalisation de l'ouvrage :*

- Sciage de la chaussée,
- Rabotage et démolition lourde de la chaussée,
- Soutènement en pieux sécants à la voie pour le maintien des remblais contigus et réalisation de la longrine de maintien des terres
- Réalisation des fondations par pieux diam 800 mm
- Déblai et évacuation des terres au droit de la dalle et des lignes d'appuis,
- Reçepage des pieux et pieux sécants,
- Ferrailage et bétonnage des chevêtres,
- Ferrailage et bétonnage de la dalle.
- Réalisation de l'étanchéité y compris joint longitudinal et relevés d'étanchéité,
- Remblaiement, réfection structure de chaussée,
- Réalisation de la couche de roulement.
- Dépose du balisage

➤ *Travaux de finition :*

- Démolition de l'ouvrage existant,
- Traitement des terres autour de la buse métallique par béton projeté armé,
- Déblaiement complémentaire des berges et réalisation des enrochements bétonnés berges et talus,

### **Estimation des travaux :**

#### **Planning**

## **3.3 - Estimation des délais de réalisation**

Les plannings et phasages des travaux sont joints en annexe au présent rapport.



### 3.4 - Estimation des coûts

Les estimations pour les coûts de travaux pour les deux solutions de l'étude sont présentées en annexe (cf. Estimations des travaux).

Seul le tableau récapitulatif est présenté ci-après :

### 3.5 - Comparaison des solutions

L'analyse multicritères est proposée avec un système de notation sur 5, de la solution répondant au mieux à la problématique (notée 5), à la solution répondant mal à la problématique (notée 1).

	Pondération*	Solution n°1	Solution n°2	Solution n°3
<b>Coût du projet</b>	30 %	3	2	4
<b>Faisabilité technique</b>	20 %	3	4	5
<b>Impact sur la RN 126</b>	20 %	3	1	4
<b>Environnement</b>	10 %	4	4	4
<b>Contrainte cours d'eau</b>	10 %	1	5	5
<b>Durabilité</b>	10 %	3	5	5
<b>Total – note finale</b>	100 %	3,5/5	3/5	4,4/5

\*Les critères ainsi que leurs pondérations et leurs notations définitives sont à établir conjointement avec le Maître d'Ouvrage. La notation proposée ci-dessus est soumise à la validation du MOA.

Au regard de l'analyse multicritère et de la pondération, la solution n°3 ressort comme la solution à mettre en œuvre dans le cadre de la sécurisation et réhabilitation de l'ouvrage.

## 4 - Description des travaux de réparation

### 4.1 - Informations sur l'ouvrage existant

En l'absence d'archives de l'ouvrage, nous réalisons une estimation des épaisseurs de l'ouvrage selon la littérature technique d'origine. Cette estimation permet d'implanter les fondations du nouvel ouvrage.

1 – Classification de la voûte selon le guide « ponts en maçonnerie - construction et stabilité »:





$\sigma > \frac{1}{2}$  : voûtes surhaussées

$\sigma \leq \frac{1}{2}$  : voûtes surbaissées

$\frac{1}{2\sqrt{3}} \leq \sigma \leq \frac{1}{2}$  : voûtes peu surbaissées

$\frac{1}{7} \leq \sigma \leq \frac{1}{2\sqrt{3}}$  : voûtes assez surbaissées

$\sigma \leq \frac{1}{7}$  : voûtes très surbaissées

Avec  $\sigma$  = le rapport de la flèche  $f$  à la portée  $2a$

avec :

$f = 0,86 \text{ m}$

$2a = 5,00 \text{ m}$

## 2 – Courbes d'extrados :

### 2 a – Épaisseur à la clé $e_0$ :

L'estimation est réalisée selon les formules proposées :

- PERRONET aurait proposé en 1777  $e_0 = 0,325 + 0,035 (2a)$ .

$e_{0(1)} = 0,50 \text{ m}$

- En 1885, CROIZETTE-DESNOYERS réalise un progrès très sensible en proposant :

$$e_0 = \alpha + \beta \sqrt{2r}$$

où :  $\alpha$  est fonction de la charge appliquée à l'ouvrage

$\alpha = 0,15$  pour les ponts routiers,

$\alpha = 0,20$  pour les ponts de chemin de fer.

$\beta$  est fonction du surbaissement et de la charge appliquée à l'ouvrage.

$\beta$  entre 0,15 et 0,11 pour les ponts routiers ( $\beta$  augmente avec le surbaissement).

$\beta$  entre 0,13 et 0,17 pour les ponts de chemin de fer.

$r$  est le rayon de l'arc de cercle de même portée et même montée.

$\alpha = 0,15$

$\beta = 0,13$  (valeur retenue)

$r = 4,50 \text{ m}$  (valeur mesurée)

$e_{0(2)} = 0,54 \text{ m}$

Nous prendrons comme épaisseur à la clé , l'épaisseur moyenne des résultats  $e_{0(1)}$  et  $e_{0(2)}$ .

Épaisseur moyenne théorique  $e_0$  :  $e_{0(1)} + e_{0(2)} = 0,52 \text{ m}$

### 2 a – Épaisseur des extrados au rein $e_1$ :

Concernant les arcs surbaissés l'épaisseur  $e_1$  est mesurée aux naissances de la voûte selon la documentation technique.

	Joint où est donnée l'épaisseur $e_1$	$\lambda = \frac{e_1}{e_0}$
Pleins cintres	Milieu de la montée	2
Ellipses	Milieu de la montée	$1 + 2\sigma$
Arcs	peu surbaissés $\sigma \geq \frac{1}{2\sqrt{3}}$	A 60° de la clé
	assez ou très surbaissés	Naissances
		$1 + 12\sigma^2$

$e_1 = 1,35 \text{ m}$



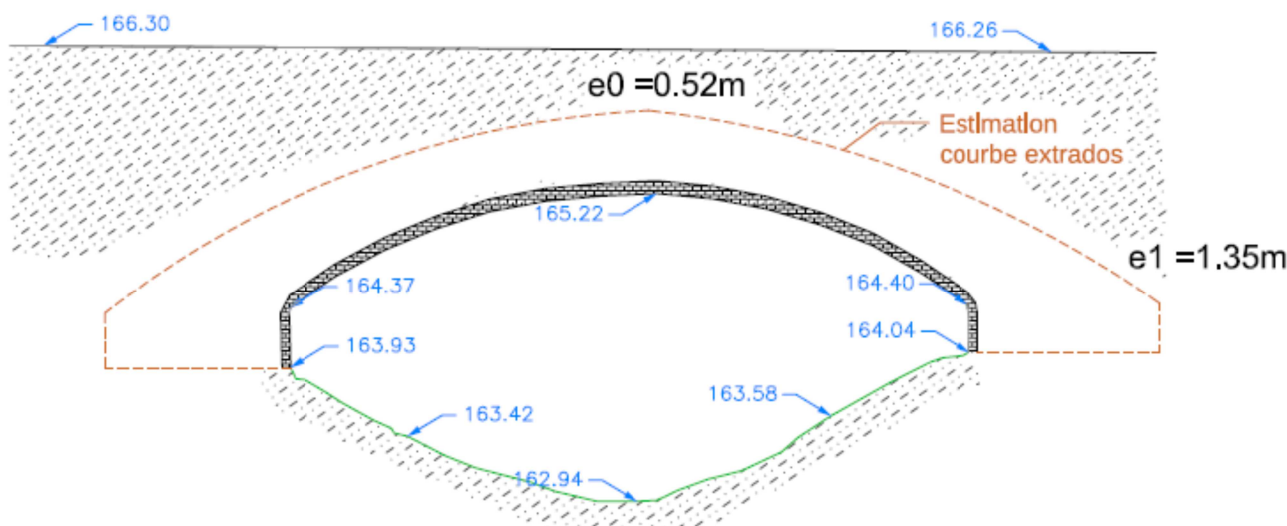


Illustration 27: Coupe de l'ouvrage existant.

## 4.2 - Description des travaux et phasage indicatif des travaux

La solution correspond à la réalisation d'une dalle fondée sur pieux, appuyée provisoirement sur l'ouvrage existant. L'ouvrage sera par la suite démolé afin de permettre le contrôle de l'intrados de la dalle lors des actions de surveillance.

Compte tenu de la configuration du site et de l'ouvrage existant et de son état actuel, il est envisagé de conserver la buse métallique et de construire un nouvel ouvrage indépendant type dalle BA portée par 2 files de pieux par l'intermédiaire de chevêtres.

Le nouvel ouvrage aura une longueur de 7.20 m (suivant l'axe du ruisseau) pour une largeur droite d'au moins 10.52 m selon les plans transmis et le choix d'un diamètre de pieux de 800 mm (cf. extrait ci-dessous).

### 4.2.1 - Travaux préparatoires

Ils consisteront à la réalisation d'une chaussée provisoire d'une part et d'autre part au confortement provisoire de l'ouvrage afin de permettre le passage de la circulation sous alternat.

Concernant la chaussée provisoire, elle devra être suffisamment large pour permettre la circulation routière par alternat (minimum 3 m). L'emprise de la chaussée se trouve sur deux propriétés privées. Une demande d'autorisation temporaire est à réaliser. La partie provisoire de la chaussée Est devra éviter le passage réseau HTA.

La route dite « des pradines » sera à fermer pendant la phase travaux.

La route en béton projeté réalisée dans le cadre du confortement d'urgence permet de s'affranchir d'un étaieement provisoire sous ouvrage. Néanmoins, un terrassement léger préalable devant les appuis sera nécessaire avec la pose, par exemple, de plaques de répartition, madriers... Ce dispositif est essentiellement sécuritaire et n'a pas vocation à être dimensionné pour la reprise de charges.



Un batardeau sera mis en œuvre en fonction de l'état du cours d'eau avec tous les dispositifs de protection environnementaux (bâche, filtre à paille...).

Réalisation des tranchées drainantes en amont et en aval de la dalle.

#### **4.2.2 - Réalisation des fondations et de la longrine de maintien**

Le prédimensionnement de la dalle et les descentes de charge ont été étudiés dans le cadre de la G2PRO réalisée.

Cette phase comprend la réalisation des fondations profondes et la paroi de soutènement des remblais latéraux de la buse métallique.

Réalisation de pieux sécants diamètre 520mm de part et d'autre de la buse métallique d'une longueur minimale de 12,1m. Mise en œuvre de protection sur chaussée. Cette paroi reprendra une partie des terres suite à la démolition de l'ouvrage maçonné.

Réalisation de la longrine de maintien des terres.

Les pieux sécants et la longrine de maintien des terres sont ouverts à variante

Les fondations profondes seront définies par 3 pieux diamètre 800 mm d'une longueur minimale de 13,1m de part et d'autre de la dalle et connectées par chevêtre.

#### **4.2.3 - Réalisation de la dalle**

Démolition de la chaussée avec démolition soignée autour des pieux et excavation jusqu'à la cote souhaitée. Il conviendra de démolir une légère partie de l'extrados.

Recépage des pieux de fondations et du mur de soutènement des remblais latéraux autour de la buse métallique puis réalisation de la longrine de soutènement des terres au-dessus de la buse métallique. Réalisation des chevêtres et de la dalle générale de dimension 10,5 m x 7,2 m. Le ferrailage des chevêtres et des pieux pourra être préfabriqué en partie pour diminuer les délais. La réalisation de la dalle est ouverte à variante.

La formulation du béton sera précisée dans les pièces techniques du DCE

L'étanchéité sera réalisée par feuilles préfabriquées minces avec retour sur les faces latérales des chevêtres et mise en œuvre d'un joint longitudinal.

Il a été décidé de ne pas prévoir de dalles de transition, le tassement sera géré par un reprofilage de chaussée au moment d'une campagne de renouvellement d'enrobés.

#### **4.2.4 - Travaux de démolition**

Une partie de la voûte sera par la suite démolie pour permettre l'accès à l'intrados de la dalle dans le cadre des actions de surveillance. Les parties d'ouvrage seront évacuées. Une partie des fondations pourra potentiellement rester en place pour servir de protection des berges et pour maintenir une partie des remblais contigus. Les moellons de la voûte pourront éventuellement être utilisés pour l'enrochement du lit.

Compte tenu des résultats de l'étude hydraulique, l'ouvrage est en charge sur des crues décennales, l'enrochement remontera jusqu'en tête de dalle pour protéger les fondations de l'érosion.

### **4.3 - Les études géotechniques – G2 PRO**

Le rapport complet est joint en annexe



### 4.3.1 - Description générale du site

#### *Situation et topographie*

- Situation du terrain :
  - 🕒 Localisation du site en WGS 84 : Lat – 43.60668739080561 Long - 1.749658300107713
- Topographie :
  - 🕒 Altitude du site selon le plan topographique : 166.33 m NGF (au centre de l'ouvrage)
  - 🕒 Au droit de l'emprise du projet, l'altimétrie de nos points de sondage varie entre les cotes 165.25 m NGF et 165.85 m NGF, soit un dénivelé de 0.6 m.
  - 🕒 La topographie est globalement plane sur l'ouvrage qui se situe en léger remblai par rapport aux champs environnants excepté en angle Est où on note une surélévation du champ avec un talus de déblai en bordure de la route de Bannières.

### 4.3.2 - Le site et son environnement

Lors de notre intervention, nous avons pu constater la circulation dense sur la RN 126 traversant le pont. Celui-ci est entouré par 2 parcelles agricoles au Nord et à l'Ouest et d'anciennes parcelles agricoles au Sud et à l'Est qui sont aujourd'hui occupées par la construction de l'A69. Le cours d'eau de l'Herle circule sous le pont en longeant la route de Bannières en amont et en se dirigeant vers le Sud-Ouest.

Le terrain au droit des sondages était couvert d'une faible végétation.

Le site se distingue par la présence du cours d'eau très encaissé entre ses berges et par la forte circulation sur la RN126.

La présence de sols remaniés sur les premiers mètres de profondeur est attendue du fait de l'occupation ancienne du site.

### 4.3.3 - Rappel des résultats des investigations in situ

Les sondages réalisés ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante sous une faible épaisseur de terre végétale, de haut en bas :

- Des argiles sableuses et/ou limoneuses molles marron (formation 1-

Alluvions) reconnues jusqu'à 9.5 m de profondeur/TN au droit de SP1 et jusqu'à 9.6 m de profondeur/TN au droit de SP2. Au droit de DPT1, cette formation semble descendre seulement jusqu'à 2.9m de profondeur/TN au vu des compacités observées.

Au droit de DPT2, cette formation semble descendre à 8.8 m de profondeur/TN au vu des compacités observées.

Des formations du substratum molassique avec :

- Une couche d'altération du substratum (formation 2.a) composée d'argile marneuse et sableuse reconnue jusqu'à 11.5 m/TN au droit des deux sondages pressiométriques. Au droit de DPT1, cette formation a été reconnue jusqu'au refus du sondage à 3.1m de profondeur/TN au vu des compacités observées. Au droit de DPT2, cette formation a été reconnue jusqu'au refus à 11.7 m de profondeur/TN au vu des compacités observées.
- Des marnes argileuses et sableuses marron (formation 2.b) correspondant au substratum molassique reconnu jusqu'à la base des sondages réalisés soit 15 à 15.5m de profondeur/TN.





Il est rappelé la possibilité de rencontrer des poches ou passages de sables molassiques au sein de cet horizon. Ces poches sableuses peuvent être le siège d'importantes arrivées d'eau.

Remarque : la description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. Nous récapitulons le toit des formations au droit de chaque sondage dans le tableau ci-dessous :

		SPI	SP2	DPT1	DPT2
N°	Nature de la formation	Prof de la base (cote m NGF)	Prof de la base (cote m NGF)	Prof de la base (cote m NGF)	Prof de la base (cote m NGF)
I	Alluvions	155.8	155.65	162.95	156.95
2.a	Altération	154.3	154.25	<162.75	<154.05
2.b	Molasse	<150.3	<150.25		

#### 4.3.4 - Essais et analyses en laboratoire

L'agressivité des eaux vis-à-vis du béton doit être évaluée selon la norme NF EN 206+A2/CN.

Dans le cadre du projet étudié, les ouvrages en béton seront en contact avec le sol et l'eau de la nappe.

Des échantillons d'eau ont été prélevés dans les piézomètres SP1-PZ et des analyses de l'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton ont été réalisées par le laboratoire Eurofins.

Les essais réalisés permettent de définir une classe d'agressivité chimique :

🕒 <XA1 pour les eaux souterraines soit un environnement à faible agressivité chimique vis-à-vis des bétons.

Pour la définition des formulations des bétons constitutifs des ouvrages enterrés du projet, nous retiendrons donc une classe d'agressivité chimique <XA1.

Dans le cadre de notre étude, nous nous limiterons à l'évaluation de la classe d'agressivité chimique XA1.

Les autres classes d'exposition (XCi, XSi, XDi, XFi) seront à évaluer par le maître d'oeuvre.

#### 4.3.5 - Données hydrogéologiques

Lors de notre intervention du 9 au 12 janvier 2024, des arrivées d'eau ont été rencontrées aux profondeurs suivantes :

Niveau d'eau	SPI-Pz		SP2	
	Prof. (m)	Cote (m NGF)	Prof. (m)	Cote (m NGF)
En fin de forage – non stabilisé	2.6	162.70	3.0	162.25
9 Février 2024	2.41	162.89	-	-

#### 4.3.6 - Type et caractéristiques des pieux

La longueur des pieux dépend des charges à reprendre. Néanmoins, quelles que soient ces descentes de charges, l'ancrage minimal des pieux sera de 2.50 m dans les molasses dont 1 m dans le substratum sain



(couche 2b) pour les pieux de fondations de la dalle portée, soit une longueur minimale des pieux de 13.1 m par rapport au niveau de référence fixé à 166.4 NGF (dessus de la route).

D'après les plans transmis et les éléments liés à la structure, la tête des pieux de fondation est supposée située à 165.25 m NGF. Pour la paroi en pieux sécants, ceux-ci seront ancrés de 0.50 m dans le substratum sain (couche 2b) dont le toit se situe à 154.3 mNGF soit une longueur minimale de 12.1 m (153.8 mNGF) par rapport au niveau du dessus de la dalle (estimé à 165.9 NGF)

La longueur finale des pieux dépendra également des fluctuations possibles du toit de la couche d'ancrage à l'échelle du site du projet.

On retient un béton de pieu de classe de résistance C30/37 (compte tenu de la classe d'exposition pour le risque d'attaque chimique : <XA1).

#### **4.3.7 - Matériaux**

En phase G3, il sera nécessaire de vérifier l'agressivité du sol afin de mettre en place dans les pieux un coulis adapté au contexte chimique du site.

Les pieux présenteront un diamètre de forage de 800 mm et seront équipés d'armatures métalliques circulaire avec un enrobage minimal de 10 cm.

#### **4.3.8 - Caractéristiques de la paroi**

##### ***Principe général***

Nous avons considéré une paroi en pieux sécants de diamètre 0.52 m, autostable en phase provisoire et définitive.

Les pieux armés dits principaux sont espacés de 0.94 m ; les pieux secondaires mais réalisés en premier lieu ont les mêmes caractéristiques notamment en termes de béton compte tenu que leur inertie a été prise en compte dans les calculs.

#### **4.3.9 - Synthèse de la mission de projet**

Le site se caractérise par la présence d'un pont constitué de deux structures :

- Une partie en maçonnerie côté aval du ruisseau prenant appui sur des piédroits. La distance entre les deux piédroits est de 5m pour une ouverture verticale de 2.1m.
- Une partie en buse métallique en amont d'un diamètre horizontal de 4.0m et d'une ouverture verticale de 2.2m

Le pont supporte la RN126 ayant une circulation dense avec le passage de véhicules légers et de poids lourds.

La partie en maçonnerie est très endommagée est une démolition est envisagée avec construction d'un nouvel ouvrage de type dalle portée.

Pour permettre la réalisation du projet, il est proposé de fonder le nouvel ouvrage de type dalle BA sur pieux ancrés dans le substratum molassique sain (marnes argileuses et sableuses- couche 2b) observé à partir de 11m de profondeur/TN (154.3m NGF) dans les sondages.



La conception des ouvrages géotechniques nécessitera de tenir compte des aléas géotechniques suivants :

- Terrassement sur des hauteurs importantes (approximativement 3.5 m) avec présence d'avoisinant : la RN126 dont il faudra maintenir la circulation le temps des travaux,
- Circulation importante sur la RN126 avec passage de véhicules légers et de poids lourds,
- Présence d'un cours d'eau et d'une nappe phréatique dans les alluvions qui peut remonter en période pluvieuse. Ce ruisseau ne pourra pas être dévié pendant la réalisation des travaux et un pompage n'est pas envisageable,
- Présence d'épaisseurs importantes d'alluvions molles composées d'argiles limoneuse et sableuse, pouvant atteindre 9.6m. Les caractéristiques mécaniques de cette couche sont médiocres et les pieux ne doivent en aucun cas s'ancrer dans cette formation,
- Variation de profondeur du toit du substratum molassique et de l'épaisseur de la frange d'altération,
- Présence d'une limite géologique entre deux terrasses alluviales côté Nord-Est du site,
- Variations possibles de la nature des formations du substratum molassique, avec l'intercalation de poches et/ou de passages sableux pouvant être le siège d'arrivées d'eau.

Plus particulièrement, les aléas majeurs suivants ont nécessité et nécessiteront en phase d'exécution une étude spécifique :

- Maintien de la circulation de la RN126 en phase travaux,
- Reprise des poussées des terres et des surcharges routières par les soutènements,
- Soutènement au niveau de la transition entre la buse métallique et l'ouvrage en maçonnerie avec une circulation dense maintenue.

Un enrochement des berges du ruisseau a minima au droit des pieux de fondation du nouvel ouvrage devra être mis en oeuvre. Compte tenu du faible espace disponible, ces enrochements seront bétonnés afin de pouvoir s'adapter à la pente raide et assurer la protection des pieux en cas de crue et/ou d'affouillement par le ruisseau.

## 4.4 - Étude hydraulique

Une étude hydraulique a été commandé au bureau d'études Rpaül Conseil pour étudier l'influence de l'ouvrage hydraulique OHT 1917 sur le cours d'eau. Le gabarit hydraulique de la solution n°3 est dimensionné pour répondre aux crues décennales et centennales

## 4.5 - Planning



## 5 - CONCLUSIONS

À la demande du service Maîtrise d'Ouvrage de la Direction Interdépartementale des Routes du Sud-Ouest, le SIR est intervenu pour réaliser l'APROA du pont de l'Herle sur la RN 126 à Bannières (31).

Cet ouvrage, composé d'une structure en maçonnerie et une buse métallique, a fait l'objet d'une inspection détaillée réalisée par le Cerema de Toulouse en juillet 2023. La structure maçonnée présentait de nombreux désordres sur l'intrados notamment des disjointoiments importants et des délitages de pierres. Ces désordres sont principalement attribués au défaut d'étanchéité de la structure. À l'issue de l'inspection cotant l'ouvrage maçonné 3U avec « risque d'effondrement partiel », un confortement provisoire a été réalisé en septembre 2023 dans l'attente de la production de l'étude.

Cette étude, relevant les différentes contraintes du site d'une part et la réparation de la seule structure maçonnée d'autre part a permis de faire émerger la solution de réparation par dalle béton armé sur pieux.





## **6 - ANNEXES**

- 6.1 - Annexe 1 - Vue en plan initiale**
- 6.2 - Annexe 2 - Coupe transversale initiale**
- 6.3 - Annexe 3 – Vue en plan solution S3**
- 6.4 - Annexe 4 – Coupe transversale solution S3**
- 6.5 - Annexe 5 – Estimation des coûts**
- 6.6 - Annexe 6 – G2 PRO**
- 6.7 - Annexe 7 - IDP**

**Direction interdépartementale des routes  
Sud-Ouest**

155 avenue des arènes Romaines  
31300 TOULOUSE  
Tél : 05.67.58.59.70  
Fax : 05.61.58.62.01



