

# Rétablissement de la continuité écologique

## Rapport de diagnostic



Ind.	Date	Modifications	Rédigé par	Vérifié par
Ø	24/08/2022	Version initiale	F. Brignolle	C. Patricio
A	22/02/2022	Rapport complété	J. Giraud	J. Giraud
B	03/03/2023	Modifications à la demande du département	J. Giraud	J. Giraud

## Table des matières

1	Présentation .....	4
1.1	Mission.....	4
1.2	Contexte géographique .....	4
2	Investigations sur site.....	5
1.1	Relevé des désordres .....	5
1.1.1	Définition de l'échelle de gravité .....	5
1.1.2	Inventaire des désordres .....	8
3	Reconnaissance de fondations.....	11
3.1	Rappel de l'objectif .....	11
3.2	Méthode utilisée.....	13
3.3	Résultats.....	15
4	Etude Historique.....	17
5	Conclusion.....	20
6	Préconisations des travaux/scénarios de reprises.....	21
6.1	SC1 : Démolition/Reconstruction du seuil et passe à poissons .....	21
6.2	SC2 : Effacement total du seuil .....	23
6.3	SC3 : Réalisation d'une brèche dans le seuil actuel .....	25

## Table des annexes

<i>Annexe 1 : Plan d'Etat des Lieux – Repérage et sondage .....</i>	<i>26</i>
---	-----------

## Table des tableaux

<i>Tableau 1 : Caractéristiques du contexte géographique des ouvrages étudiés .....</i>	<i>4</i>
<i>Tableau 2 : Description des actions à mener en fonction de l'indice de gravité .....</i>	<i>5</i>
<i>Tableau 3 : Description des principaux désordres observés sur le pont.....</i>	<i>8</i>

## Table des illustrations

<i>Fig. 1 – Localisation de MARSAC-EN-LIVRADOIS (63) avec zonage sismique – Source : Géoportail</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 2 – Localisation des ouvrages étudiés – Source : Carte IGN.....</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 3 – Vue satellite des ouvrages étudiés – Source : Géoportail .....</i>	<i>5</i>
<i>Fig. 4 – Traitement de de l'ouvrage en fonction de la classe.....</i>	<i>6</i>
<i>Fig. 5 – Présence d'organismes pionniers sur trottoirs.....</i>	<i>8</i>
<i>Fig. 6 – Présence d'organismes pionniers sur les joues de trottoirs .....</i>	<i>8</i>
<i>Fig. 7 – Systèmes racinaires invasifs - seuil.....</i>	<i>8</i>
<i>Fig. 8 – Systèmes racinaires invasifs - seuil.....</i>	<i>8</i>
<i>Fig. 9 – Traces d'infiltrations d'eau .....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 10 – Efflorescences de calcite en intrados.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 11 – Efflorescences de calcite en intrados.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 12 – Spectres d'armatures sous-enrobées et corrodées.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 13 – Affouillements - seuil.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 14 – Affouillements - seuil.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 15 – Disjoints généralisés avec effondrements partiels .....</i>	<i>9</i>

<i>Fig. 16 – Disjointoiements généralisés avec effondrements partiels .....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 17 – Effondrements partiels du seuil.....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. 18 – Effondrements partiels du seuil.....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. 19 – Affouillements sur ouvrage aval.....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. 20 – Affouillements sur ouvrage aval.....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. 21 – Coupe longitudinale de la pile 1 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement.....</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 22 – Culée rive droite – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement .....</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 23 – Coupe transversale de la pile 2 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement .....</i>	<i>12</i>
<i>Fig. 24 – Coupe longitudinale de la pile 1 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement.....</i>	<i>12</i>
<i>Fig. 25 – Photographie du pied de pile 1 20/09/2022 montrant la ceinture en béton.....</i>	<i>12</i>
<i>Fig. 26 – Localisation du sondage destructif à réaliser.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. 27 – Localisation du sondage à réaliser – relevé topographique.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. 28 – Plan des réseaux (extrait Marché d'étude - CCTP page 22/23) .....</i>	<i>14</i>
<i>Fig. 29 – Méthodologie du sondage à la pelle .....</i>	<i>14</i>
<i>Fig. 30 – Photographie commentée du sondage en pile 1 .....</i>	<i>15</i>
<i>Fig. 31 – Schéma du pied de pile 1 intégrant les résultats du sondage .....</i>	<i>16</i>
<i>Fig. 32 – Photographie la plus ancienne du seuil (non datée précisément) .....</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 33 – Photographie ancienne du seuil (non datée précisément) .....</i>	<i>18</i>
<i>Fig. 34 – Photographie actuelle du niveau du seuil repris en maçonnerie .....</i>	<i>19</i>
<i>Fig. 35 – Coupe de Principe sur le seuil hydraulique neuf.....</i>	<i>21</i>
<i>Fig. 36 – Extrait du plan gros œuvre du scénario SC1 .....</i>	<i>22</i>
<i>Fig. 37 – Coupe de principe gros œuvre sur la passe à poissons.....</i>	<i>23</i>
<i>Fig. 38 – Coupe de principe des mesures de confortement des piles et soutènement .....</i>	<i>24</i>

## 1 Présentation

### 1.1 Mission

Dans le cadre du projet de rétablissement de la continuité écologique de la rivière « La Dore », le groupement composé des sociétés CESAME, ALIDADE et IDC STRUCTURES a été missionné pour réaliser la maîtrise d'œuvre. L'ouvrage concerné par l'étude est un seuil d'une ancienne soierie situé en aval immédiat du pont de la RD 252 à MARSAC-EN-LIVRADOIS (63). Le but de ce rapport de diagnostic réalisé par IDC Structures est de classer les différents désordres présents sur les ouvrages, d'appréhender leurs origines et d'établir un programme de travaux adaptés.

En suite de la campagne de reconnaissance des fondations réalisée, le présent rapport conclura sur les travaux à prévoir dans le cas des différents scénarii envisagés.

### 1.2 Contexte géographique

Le contexte géographique des ouvrages étudiés est le suivant :

<b>Département</b>	PUY-DE-DÔME (63)
<b>Canton</b>	Ambert
<b>Adresse</b>	Route des Chadernolles (RD 252) 63940 MARSAC-EN-LIVRADOIS
<b>Altitude</b>	≈ 538 m
<b>Distance du littoral le plus proche</b>	≈ 215 km
<b>Région neige</b>	A2 ( $S_k = 0,45 + \Delta S_1 = 0,81 \text{ kN/m}^2$ )
<b>Profondeur Hors Gel</b>	$H = H_0 + (A - 150) / 4000 = 79,7 \text{ cm}$
<b>Zone de sismicité</b>	2 (faible)
<b>Période de construction</b>	Antérieures à 1933 : construction du seuil et du pont ≈ 1977 : élargissement du tablier

Tableau 1 : Caractéristiques du contexte géographique des ouvrages étudiés

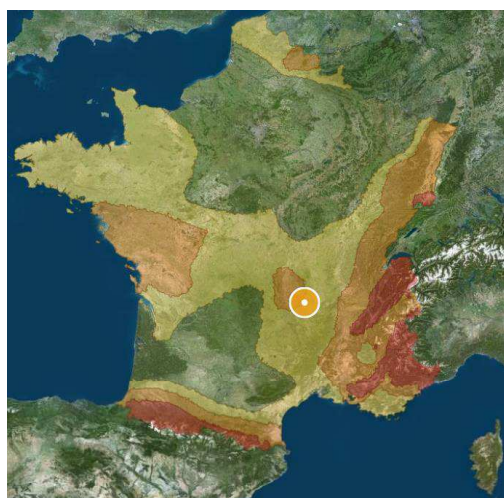


Fig. 1 – Localisation de MARSAC-EN-LIVRADOIS (63) avec zonage sismique – Source : Géoportail



Fig. 2 – Localisation des ouvrages étudiés – Source : Carte IGN



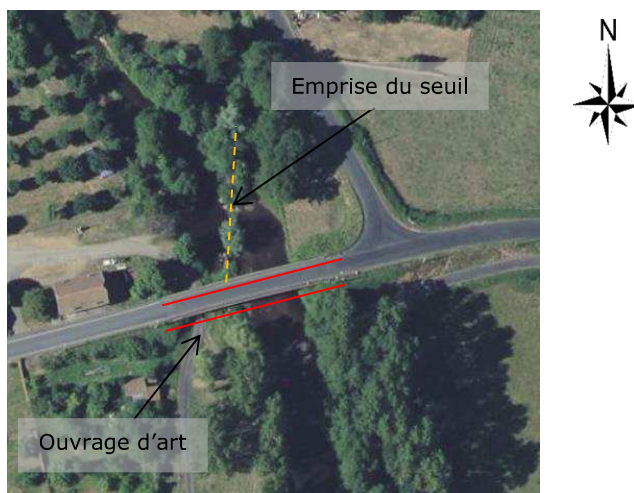


Fig. 3 – Vue satellite des ouvrages étudiés – Source : Géoportail

## 2 Investigations sur site

### 1.1 Relevé des désordres

#### 1.1.1 Définition de l'échelle de gravité

En fonction de certains critères, dont notamment l'aspect, l'importance et l'impact structurel ou d'utilisation, les défauts observés sont pondérés d'un indice de gravité, dont le classement est inspiré de la notation IQOA, établie de la façon suivante :

Classe	Définition	Action à mener
<b>1</b>	Ouvrage en bon état apparent relevant de l'entretien courant	Entretien courant
<b>2</b>	Ouvrage, - Dont la structure est en bon état apparent mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts, - Dont la structure présente des défauts mineurs, - Et qui nécessite un entretien spécialisé sans caractère d'urgence	Entretien spécialisé
<b>2E</b>	Ouvrage, - Dont la structure est en bon état apparent mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts, - Dont la structure présente des défauts mineurs, - Et qui nécessite un entretien spécialisé URGENT, pour prévenir le développement rapide de désordres dans la structure et son classement ultérieur en 3	
<b>3</b>	Ouvrage dont la structure est altérée et qui nécessite des travaux de réparation mais sans caractère d'urgence	Réparation
<b>3U</b>	Ouvrage dont la structure est gravement altérée, et qui nécessite des travaux de réparation URGENT liés à l'insuffisance de capacité portante de l'ouvrage ou à la rapidité d'évolution des désordres pouvant y conduire à brève échéance.	

Tableau 2 : Description des actions à mener en fonction de l'indice de gravité

*Nota : mention "S" : lorsque les défauts ou déficiences constatés sur l'ouvrage peuvent mettre en cause la sécurité des usagers et nécessitent de ce fait d'être traités de manière urgente, la mention "S" est attribuée à l'ouvrage en complément de l'une quelconque des cinq classes d'état définies précédemment. Cette cotation doit refléter un défaut d'une partie d'ouvrage existante ou disparue, et non pas une non-conformité à des règles de sécurité ou un niveau de sécurité jugé insuffisant.*

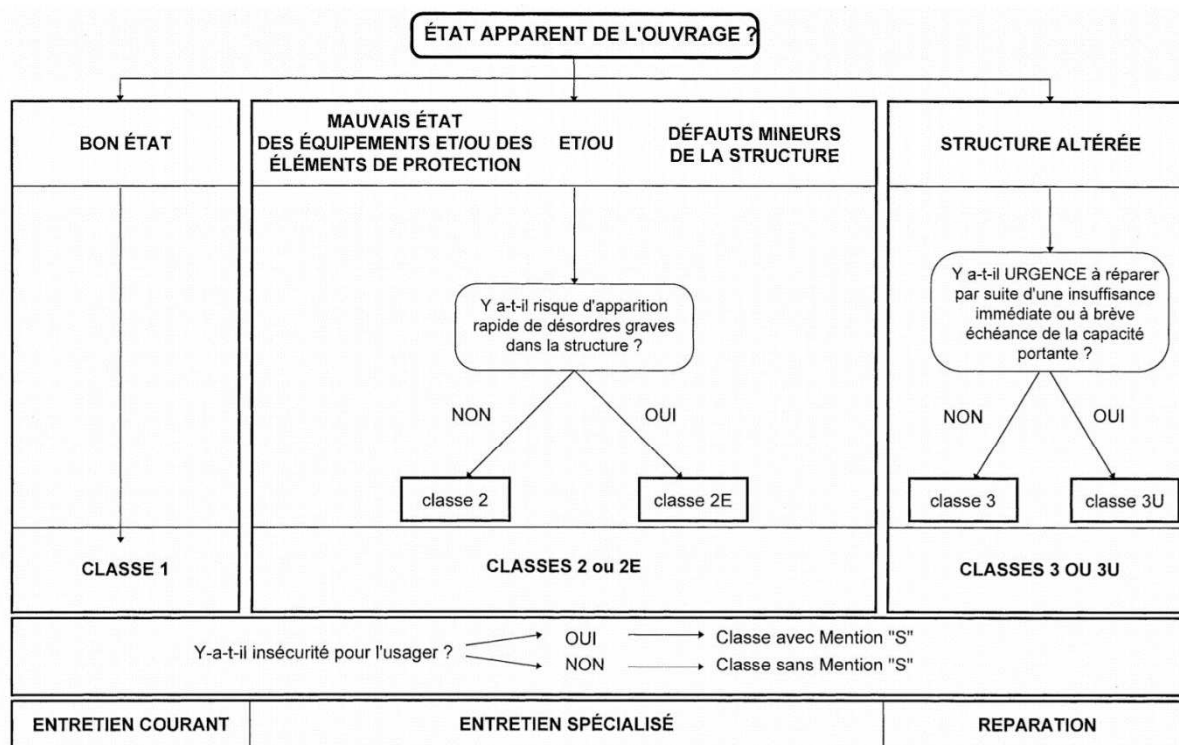


Fig. 4 – Traitement de l'ouvrage en fonction de la classe

Pour rappel, ci-après les définitions des interventions type :

- Du ressort de l'entretien courant :
  - Le nettoyage des dispositifs d'écoulement des eaux,
  - Le nettoyage des surfaces horizontales et l'enlèvement des dépôts qui se créent sur leurs rives,
  - Le nettoyage des points singuliers et des équipements,
  - Le nettoyage des éléments amovibles,
  - Le contrôle de l'état et le nettoyage des dispositifs de retenue et des accès de visite,
  - L'élimination de toute la végétation nuisible sur l'ensemble de l'ouvrage et à ses abords,
  - Le nettoyage des parements de tous graffitis et affiches,
  - Le maintien en l'état des éléments d'orientation,
  - Le contrôle de l'état de tous les équipements liés à l'usage de la structure, en particulier le contrôle des dispositifs de fixation de ces équipements à l'ouvrage ;

- Du ressort de l'entretien spécialisé :
  - Opérations sur les équipements et les éléments de protection :
    - Réfection des dispositifs d'écoulement des eaux,
    - Mise en peinture des garde-corps et des éléments métalliques des équipements,
    - Réfection des rives et éléments amovibles, des désordres locaux sur corniches,
    - Réfection des joints et points singuliers,
    - Réfection de la chape d'étanchéité, des revêtements,
    - Suppression des venues d'eau, protection des parements contre l'humidité et les ruissellements,
    - Réfection ou création de dispositifs d'entretien et de visite,
    - Remise en peinture des ossatures métalliques,
    - Entretien des protections cathodiques des parties métalliques de l'ouvrage ou des armatures du béton,
    - Réfection ou mise en place d'éléments de protection ;
  - Opérations sur les défauts mineurs de la structure :
    - Protection des armatures très localement apparentes, ragréages ponctuels et peu profonds des parements de béton très localement endommagés,
    - Protection et réfection des cachetages d'ancrages des armatures de précontrainte,
    - Remplacement isolé d'un rivet ou d'un boulon.
- Du ressort des réparations :
  - Pour la maçonnerie :
    - Le rejointoiement,
    - La reconstitution de pierres altérées,
    - L'injection,
    - La reconstruction partielle,
    - La pose de tirants d'enserrement des tympans ou des murs en retour,
    - L'épinglage des bandeaux,
    - La réalisation d'ouvrages de maintien ;
  - Pour le béton :
    - L'injection de fissures du béton,
    - La reconstitution de béton dégradé sur une profondeur importante ou une surface étendue,
    - L'adjonction d'armatures,
    - La mise en œuvre de tôles collées,
    - L'application d'une précontrainte additionnelle ;
  - Pour le métal :
    - La réfection d'assemblages boulonnés ou rivés,
    - La reconstitution ou le remplacement de pièces d'un ouvrage métallique ;
  - Pour les fondations :
    - La reprise de fondation en sous œuvre,
    - Le confortement de fondations par rideaux de palplanches métalliques, par injection du sol, par bétonnage de cavités.

### 1.1.2 Inventaire des désordres

Les principaux désordres observés, de manière non exhaustive et limité aux zones investiguées, sont détaillés dans le tableau suivant :

Description	Indice de gravité	Exemple
Présence d'organismes pionniers et systèmes racinaires invasifs	1	Fig. 5 à Fig. 8
Traces d'infiltrations d'eau avec efflorescences de calcite	2	Fig. 9 à Fig. 11
Spectres d'armatures sous enrobées et corrodées en sous-face des élargissements	2	Fig. 12
Affouillements du seuil	3u	Fig. 13 & Fig. 14
Disjoints généralisés avec ruine partielle du seuil	3u	Fig. 15 à Fig. 18

Tableau 3 : Description des principaux désordres observés sur le pont

Ci-après, des clichés photographiques représentatifs des principaux désordres observés :



Fig. 5 - Présence d'organismes pionniers sur trottoirs



Fig. 6 - Présence d'organismes pionniers sur les joues de trottoirs



Fig. 7 - Systèmes racinaires invasifs - seuil



Fig. 8 - Systèmes racinaires invasifs - seuil





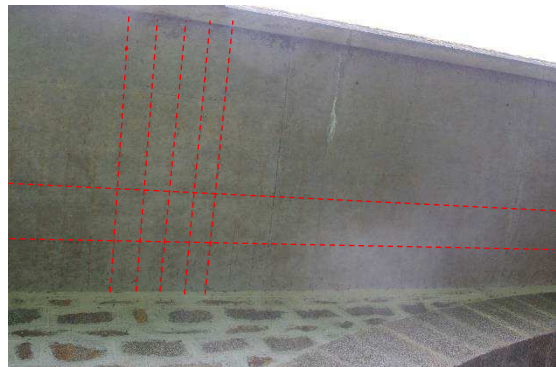
*Fig. 9 – Traces d'infiltrations d'eau*



*Fig. 10 – Efflorescences de calcite en intrados*



*Fig. 11 – Efflorescences de calcite en intrados*



*Fig. 12 – Spectres d'armatures sous-enrobées et corrodées*



*Fig. 13 – Affouillements - seuil*



*Fig. 14 – Affouillements - seuil*



*Fig. 15 – Disjoints généralisés avec effondrements partiels*



*Fig. 16 – Disjoints généralisés avec effondrements partiels*





Fig. 17 – Effondrements partiels du seuil



Fig. 18 – Effondrements partiels du seuil

***Nota :** Il est à préciser que des affouillements sont constatés à proximité des ouvrages étudiés.*



Fig. 19 – Affouillements sur ouvrage aval



Fig. 20 – Affouillements sur ouvrage aval

### 3 Reconnaissance de fondations

Pour les besoins de l'étude, des investigations visant à reconnaître les fondations se sont avérées nécessaires. Celle-ci ont été réalisées par le Parc Naturel régional Livradois Forez le 20/09/2022, en présence d'IDC Structures. Ces sondages ont été menés conformément au cahier des charges T22B024-CDC01-Ø en date du 24/06/2022 rédigé par IDC Structures.

#### 3.1 Rappel de l'objectif

À l'issue de la visite sur site réalisée le 02 juin 2022, il a été mis en évidence un état de dégradation avancé du seuil hydraulique situé en aval (cf. inventaire des désordres). Une ruine de cet élément n'est pas à exclure à court ou moyen terme (notamment suite à une montée des eaux importante). Ce dernier permet, à ce jour, de réguler l'écoulement et ainsi de conserver un niveau d'eau suffisant pour assurer la pérennité du pont situé en amont immédiat. Toutefois, dans le cas où ce seuil hydraulique venait à disparaître, selon la nature des fondations du pont (sur pieux bois ou autre), ce phénomène pourrait porter atteinte à la résistance de ce dernier et remettre en cause sa pérennité.

En effet, comme évoqué dans le CCTP réf. ROE 41384, de nombreux ouvrages d'art de la même époque sur le Puy-de-Dôme sont fondés sur « une plateforme en charpente et pieux en bois recépés juste sous l'étiage ».

Toutefois, lors de la visite du 02/06/2022, le niveau d'eau était proche de celui de l'étiage sans pour autant faire apparaître une structure caractéristique de pieux bois. Également, le document communiqué (*Rapport de visite avant travaux d'élargissement*) réalisé le 02/01/1977, avant les travaux d'élargissement du tablier, met en évidence des affouillements sur les culées et la pile 1 (cf. Fig. 21 & Fig. 22) ainsi qu'une profondeur de fondations mesurée, pour la pile 2, à 1,60 m (cf. Fig. 23).

**Dans le but d'arrêter la faisabilité de différents scénarios de reprise et d'orienter sur les préconisations des travaux à envisager, une campagne de reconnaissance des fondations s'est donc avérée nécessaire.**

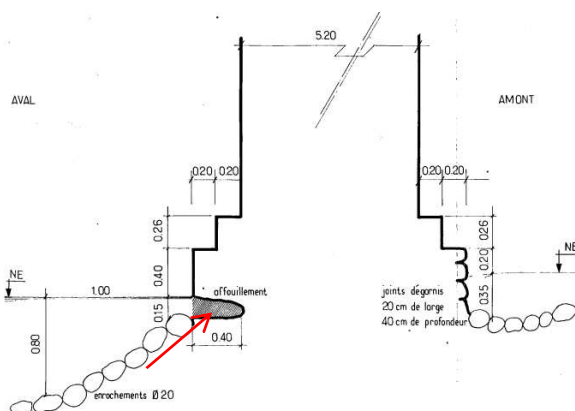


Fig. 21 - Coupe longitudinale de la pile 1 –  
Source : Document de visite avant travaux  
d'élargissement

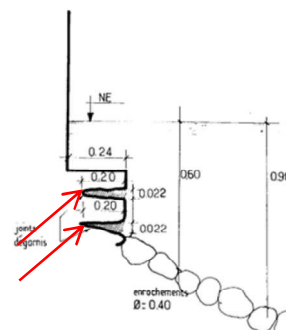


Fig. 22 - Culée rive droite – Source :  
Document de visite avant travaux  
d'élargissement

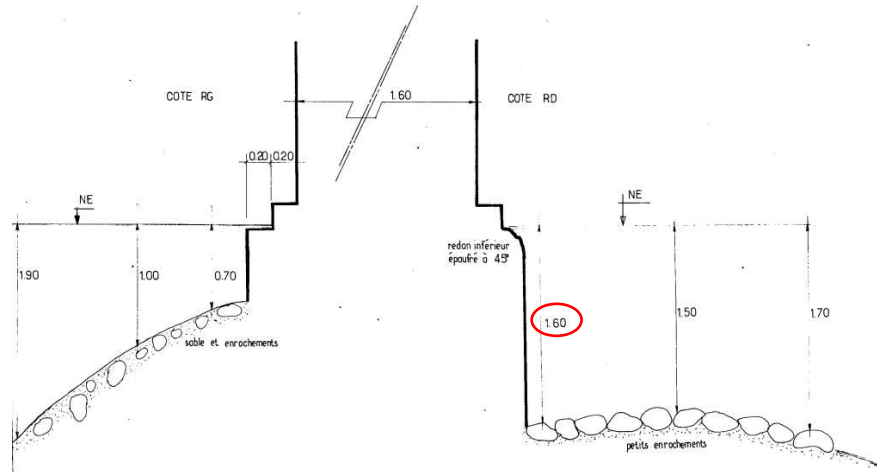


Fig. 23 – Coupe transversale de la pile 2 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement

La géométrie des pieds de piles relevées lors de ce constat sont différentes de l'état actuel. En effet, une ceinture en béton semble avoir depuis été réalisée sur chacun des pieds de piles. Ces dernières semblent avoir été réalisées à la suite de ces constats pour réparer les problématiques d'affouillements et d'altération des joints.

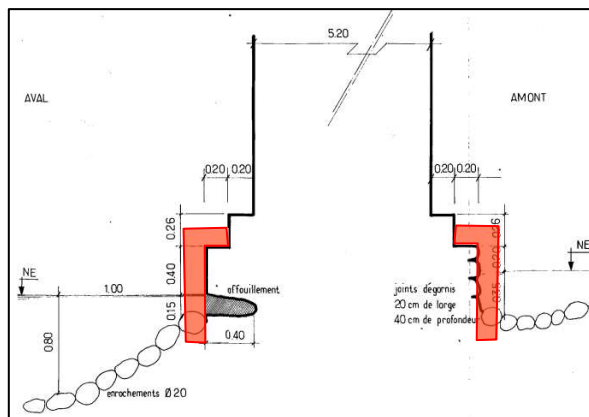


Fig. 24 – Coupe longitudinale de la pile 1 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement



Fig. 25 – Photographie du pied de pile 1 20/09/2022 montrant la ceinture en béton



### 3.2 Méthode utilisée

La profondeur du sondage a été limitée à 1m30 car la hauteur d'incidence des différents scénarios reste limitée (environ 50 à 60cm). Au-delà de cette profondeur, les différents scénarios envisagés sont sans incidence.

Le sondage a été localisé sur la pile 1 et a été réalisé, côté rive gauche, depuis le chemin communal de 3,5 m de large.



Fig. 26 – Localisation du sondage destructif à réaliser

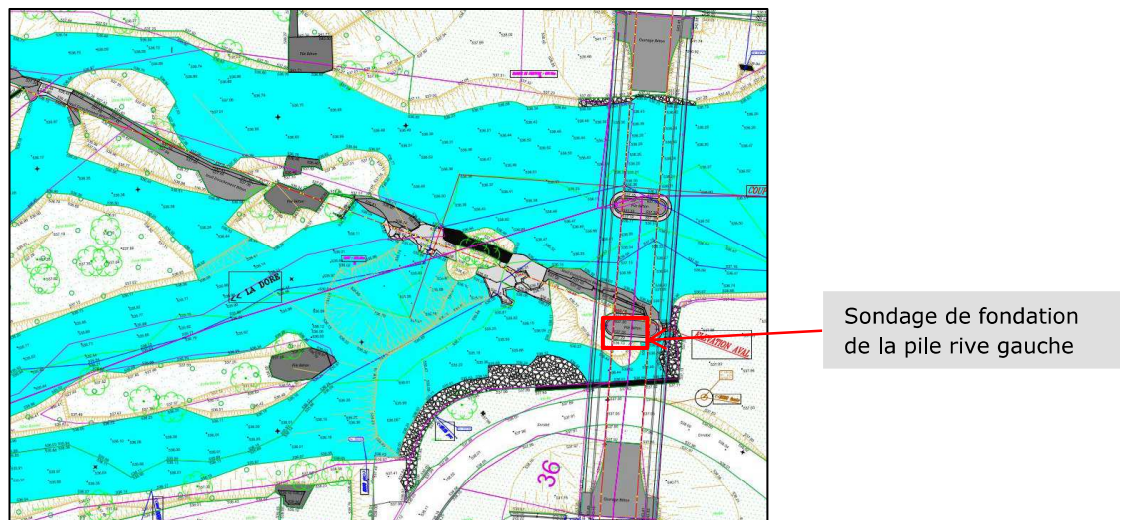


Fig. 27 – Localisation du sondage à réaliser – relevé topographique

Deux réseaux enterrés se situent à proximité de l'ouvrage :

- Réseau d'eau potable en traversée dans le lit mineur : situé à environ une dizaine de mètres en amont du pont
- Réseau d'assainissement en rive gauche,

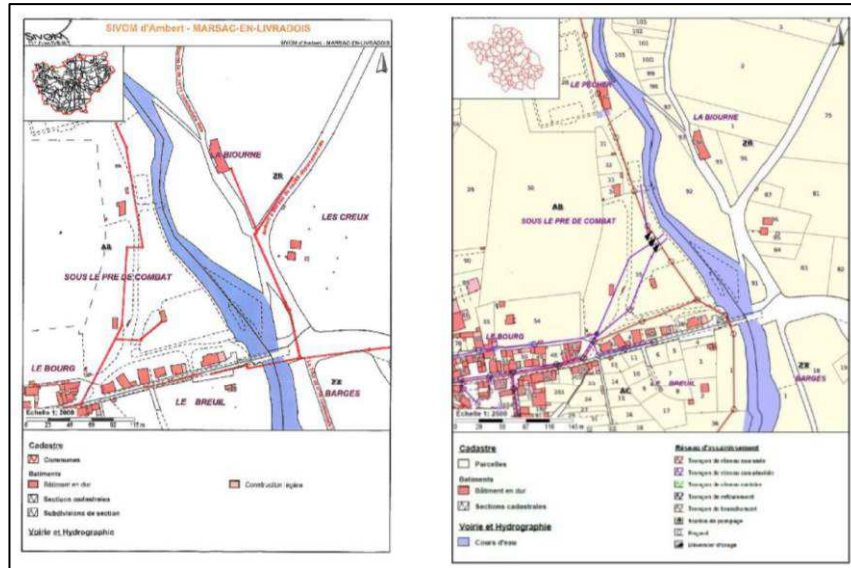


Fig. 28 – Plan des réseaux (extrait Marché d'étude - CCTP page 22/23)

Afin de ne pas impacter les réseaux à proximité, une reconnaissance préalable avec repérage au sol de leur position a été réalisée par le Parc Naturel régional Livradois Forez.

La reconnaissance de fondation a été réalisée le 20/09/2022 par le Parc Naturel régional Livradois Forez, en présence du service ouvrages d'art du CD 63 et des représentants de la commune de Marsac-en-Livradois.

Préalablement au sondage, la balsamine de l'Himalaya, présente au droit du sondage a fait l'objet d'un arrachage manuel.

Un batardeau provisoire a été réalisée au moyen de quelques blocs entre la pile et la berge côté rive gauche. Le fond de fouille a fait l'objet d'un pompage de façon à obtenir pour une meilleure visibilité des fondations de l'ouvrage. Les eaux souillées, pompées ont été rejetées dans un trou creusé dans la parcelle AC 0001.

Les matériaux issus de la fouille ont été entreposés temporairement sur la parcelle n° AC 0001 puis remis en place après intervention.



Fig. 29 – Méthodologie du sondage à la pelle



### 3.3 Résultats

La hauteur de la ceinture en béton formant dispositif anti-affouillement est pratiquement limitée au fond de rivière actuelle ancrage de quelques centimètres.

Sous celle-ci, le pied de pile historique a pu être visualisé. Il s'agit d'une fondation en maçonnerie hourdée qui a été repérée jusqu'à l'arrêt du sondage. Le fond de fouille n'a pas permis d'atteindre la base de la fondation.

Aucun signe visible de platelage ou de pieu n'a été identifié jusqu'à l'arrêt du sondage. Seul un bastaing bois ponctuel a été mis en évidence. Toutefois celui-ci s'apparente plus à un vestige de coffrage qu'à un élément structural.

Le sondage a été arrêté à la cote 535.32NGF environ, soit 1m30 sous le fond actuel du cours d'eau. Les différents scénarios envisagés ayant une incidence de 50 à 60cm sur le niveau d'eau la profondeur reconnue est suffisante pour conclure sur la faisabilité des travaux.

La stratigraphie du fond de rivière est actuellement composée d'une couche de dépôts alluvionnaires surmontant des blocs de pierre pluri-décimétriques s'apparentant à un cloutage du fond de lit. Au-delà, une couche de matériaux argileux bleutés a été constatée jusqu'en fond de fouille.

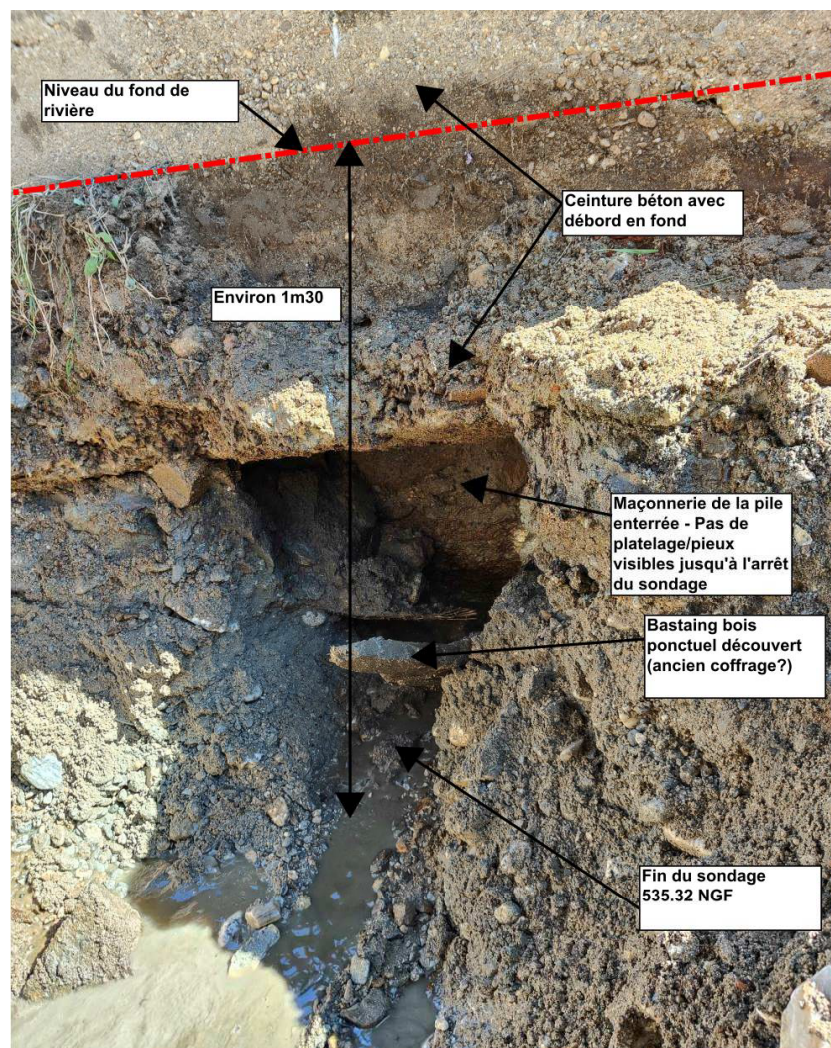


Fig. 30 – Photographie commentée du sondage en pile 1

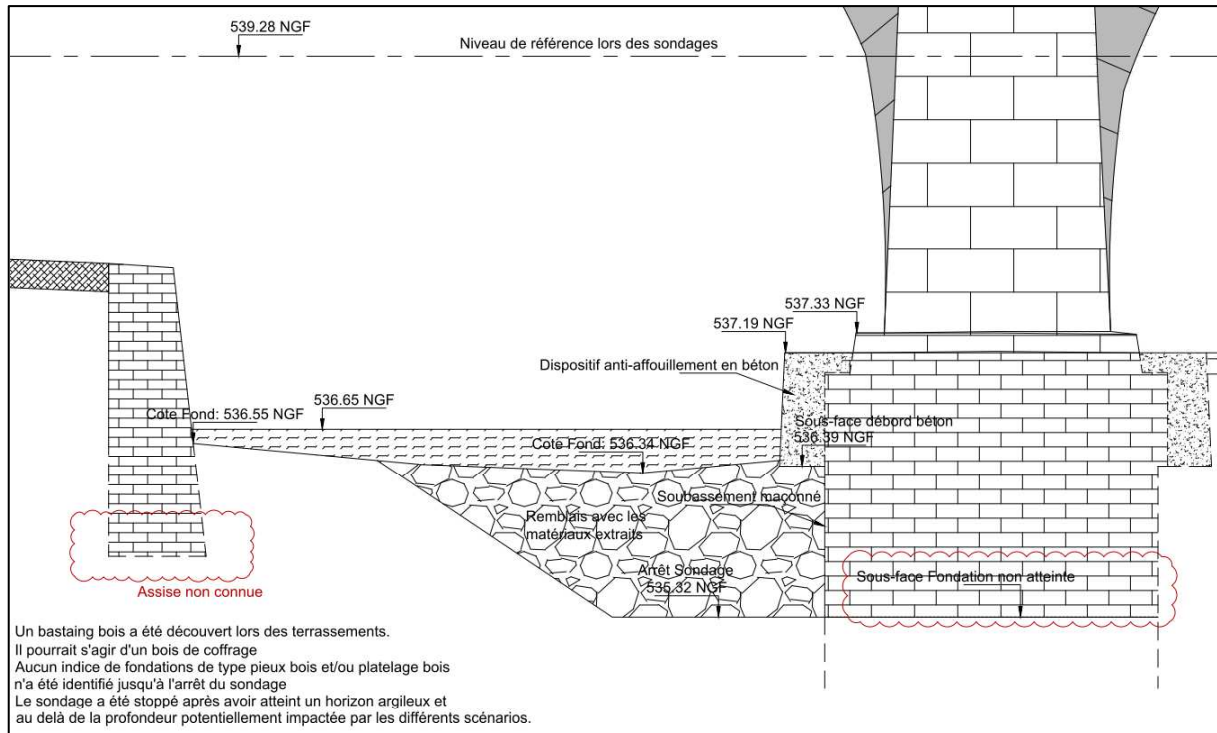
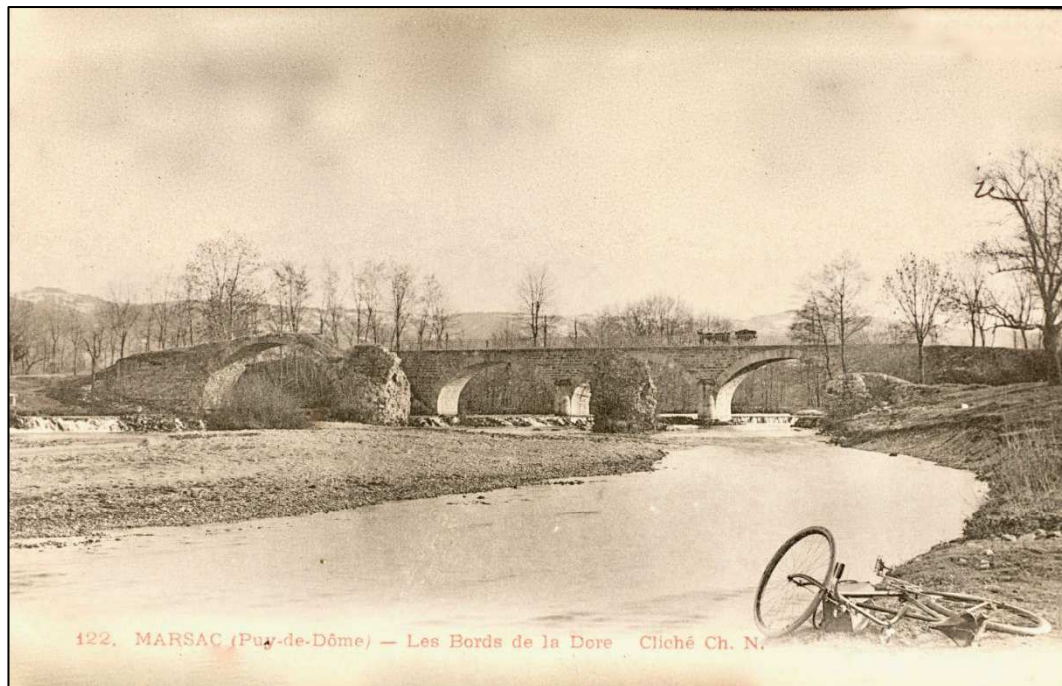


Fig. 31 – Schéma du pied de pile 1 intégrant les résultats du sondage

La pile maçonnerie se prolonge donc sur une profondeur nettement supérieure à l'impact supposé des différents scénarios. Cependant, le dispositif anti-affouillement et assurant la protection des joints de maçonnerie contre l'érosion est limité strictement à la profondeur actuelle du cours d'eau. Tout approfondissement du fond de rivière occasionnerait une mise à nu de la pile maçonnerie sous la ceinture béton de protection.

## 4 Etude Historique

Plusieurs clichés photographiques du seuil ont pu être retrouvés. Bien que celles-ci ne soient pas précisément datées, on estime la plus ancienne au début du XXème siècle tandis que la seconde semble plutôt avoir été prise au début de la seconde moitié du XXème siècle.



*Fig. 32 – Photographie la plus ancienne du seuil (non datée précisément)*

Sur ce premier cliché, on observe la présence de la voûte correspondant à la première travée en rive droite du pont historique. Le reste de l'ouvrage était déjà effondré. Le seuil apparaît continu et le débit de la rivière semble important. Une langue de terre dépourvue de végétation est visible dans le lit principal de la rivière.





*Fig. 33 – Photographie ancienne du seuil (non datée précisément)*

Cette seconde photographie plus récente a été prise avant les travaux d'élargissement du tablier du pont. La langue de terre est toujours présente dans le lit principal du cours d'eau et occupée par des espèces végétales de grandes tailles. Le cours d'eau semble présenter un débit moins important que sur le cliché précédent car le débordement au-dessus du seuil n'est pas visible.

On constate que le seuil aujourd'hui composé d'amas de pierres instables était à cette époque un ouvrage massif en enrochement bétonné. Sur cette photographie, on voit également que le pied de la pile en rive gauche est plus bas que le seuil. Cette différence de hauteur ne semble plus aussi marquée actuellement. L'ouvrage a donc probablement été dérasé (naturellement ou non) au cours de son histoire. On constate d'ailleurs que des réfections ont été réalisées en ce sens par réhausse en maçonnerie de type agglomérés de béton pleins.



*Fig. 34 – Photographie actuelle du niveau du seuil repris en maçonnerie*

Ces différents visuels nous éclairent sur l'état d'origine de cet ouvrage qui était visiblement massif et en enrochement bétonné. A ce jour, le seuil ne correspond plus qu'à un amas de pierres partiellement jointives dont la stabilité est précaire. Plusieurs réparations semblent avoir été engagées depuis les années 1950. Notamment les surélévations du seuil en agglomérés de béton plein ou les bétonnages de consolidation. Cependant ces interventions ne semblent pas avoir été réalisées conformément aux règles de l'art.

L'évolution de l'état du seuil constatée depuis la seconde moitié du XXème siècle jusqu'à aujourd'hui illustre un ouvrage dégradé par le temps et donc la ruine à court ou moyen terme est quasi certaine.



## 5 Conclusion

À l'issue du diagnostic, les principaux éléments mis en évidence sont les suivants :

- Vis-à-vis des désordres :

- Présence d'organismes pionniers et systèmes racinaires invasifs, vraisemblablement due à une insuffisance d'entretien, l'environnement humide étant favorable au développement de la végétation,
- Traces d'infiltration d'eau avec efflorescences de calcite principalement localisées en intrados du pont. L'origine de ce désordre est une circulation et une accumulation d'eau entre les pierres, s'apparentant vraisemblablement à un défaut d'étanchéité de la chaussée,
- Spectres d'armatures sous-enrobées et corrodées en sous-face des élargissements. Ce désordre s'apparente à un défaut de mis en œuvre,
- Affouillements du seuil,
- Disjointoiements généralisés avec ruine partielle du seuil. A l'issue de la visite, il a été mis en évidence un état de dégradation avancé de ce seuil hydraulique, dont les causes (de façon non exhaustives) seraient une insuffisance structurelle de l'ouvrage vis-à-vis des efforts de poussées, couplée à l'âge avancé de la structure.
- Au regard de sa composition et de son état de dégradation, la réparation du seuil dans les règles de l'art n'est pas envisageable.
- Sans intervention l'effacement naturel du seuil à court ou moyen terme est hautement probable.

- Vis-à-vis des fondations :

- Les pieds de piles sont actuellement protégés par dispositif de protection en béton contre l'érosion des joints de maçonnerie du fait de leur exposition au courant et l'apparition d'affouillement par déscellement des pierres de maçonneries en résultant. Cette ceinture s'arrête actuellement au niveau du fond de rivière. Toute modification ayant pour conséquence la modification de ce niveau conduira à une mise à nu des pieds de piles maçonnés sous la ceinture béton de protection.
- La partie maçonnée des piles a été reconnue jusqu'à 535.32NGF. L'assise de la fondation n'a pas pu être reconnue et est donc plus profonde que cette cote altimétrique. Aucun signe de la présence de platelage ou de pieux bois n'a été identifié jusqu'à cette cote. Seul un bastaing s'apparentant à un vestige de coffrage a été aperçu en fond de fouille. L'incidence des différents scénarios envisagés sur le niveau d'eau étant limité à 50/60cm, celle-ci n'apparaît pas préjudiciable pour la portance des fondations du pont qui sont ancrées au-delà. Quelque soit le scénario retenu l'assise des fondations restera sous l'étiage garantissant sa pérennité quelque soit sa nature.

## 6 Préconisations des travaux/scénarios de reprises

De façon à pérenniser l'ouvrage d'art en amont du seuil hydraulique, il conviendrait de dévégétaliser et nettoyer l'ouvrage, puis de procéder à une purge des concrétions calcaires.

Concernant le seuil hydraulique :

Rappelons tout d'abord que sa composition et son état de dégradation avancé ne permettent pas d'envisager une réparation dans les règles de l'art. Par conséquent les scénarios étudiés sont les suivants :

- **SC1 : la démolition du seuil actuel et la reconstruction d'un seuil hydraulique neuf et l'aménagement d'une passe à poissons**
- **SC2 : L'effacement du seuil**  
Cette hypothèse correspond soit à une intervention volontaire et maîtrisée, soit à l'évolution hautement probable du seuil réputé instable du fait des crues répétées.
- **SC3 : La réalisation d'une brèche dans le seuil actuel**

### 6.1 SC1 : Démolition/Reconstruction du seuil et passe à poissons

Le seuil sera constitué d'une semelle filante en béton armée ancrée dans l'horizon argileux du fond de rivière. Pour cela une étude géotechnique de type G2 devra être commandée par le maître d'ouvrage préalablement aux études phases projet.

Cette semelle supportera d'une part un voile en béton armé de 30cm faisant obstacle à l'eau, mais également un enrochement bétonné en aval ayant le double objectif de limiter la hauteur de chute et donc les affouillements, et de rendre moins artificiel l'impact visuel du seuil.

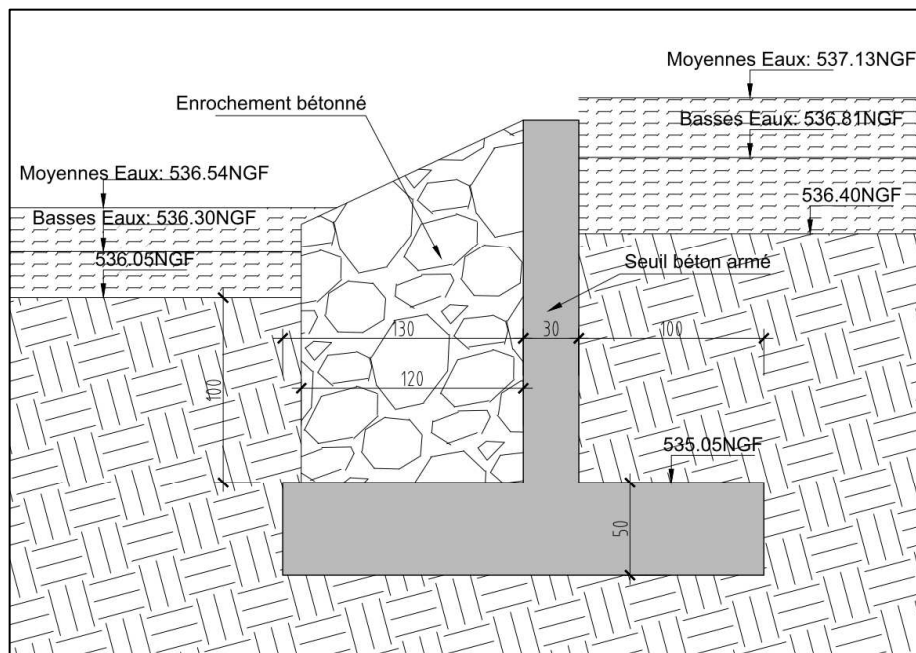
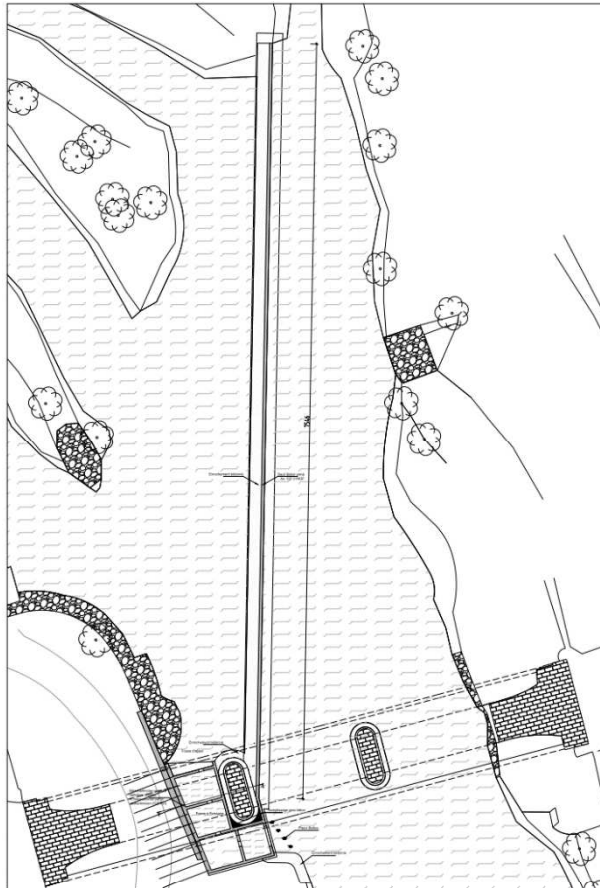


Fig. 35 – Coupe de Principe sur le seuil hydraulique neuf

Cette solution aura un impact visuel proche de la photographie historique présentée dans le chapitre 4.



Cet ouvrage aura une longueur d'environ 75m et nécessitera à minima une réalisation par moitié avec la mise en place d'un batardeau pour les phases provisoires.

Pour permettre aux espèces aquatiques de contourner cet obstacle, une passe à poissons devra être aménagée en rive gauche entre le chemin vicinal et la pile 1.

Celle-ci sera composée d'un radier de fond horizontal ancré dans l'horizon argileux pour lequel des études géotechniques devront également être menées en phase PRO.

Différentes parois en béton découperont cet ouvrage en plusieurs bassins. La déclivité du fond de passe sera obtenue par recharge en gros béton sur le radier structural.

La passe à poissons occupera l'intégralité de la largeur entre le mur de soutènement retenant la voirie et la pile.

Fig. 36 – Extrait du plan gros œuvre du scénario SC1

Le dimensionnement hydraulique de la passe afin de conserver les niveaux d'étiages actuels à imposer un fond d'ouvrage à 535.50NGF. Cette altimétrie induit :

- Le comblement en gros béton de l'interstice entre la pile maçonnerie et la passe à poissons en dessous de la ceinture de protection.
- La reprise en sous-œuvre du mur de soutènement de la voirie dont les conditions d'équilibre seront modifiées.

Le niveau d'assise de cet ouvrage n'a pas été reconnu précisément. Toutefois au regard de la situation actuelle et de projet envisagé un confortement de l'ouvrage sera nécessaire. Celui-ci devra être confirmé et dimensionné dans le cadre de la mission d'ingénierie géotechnique nécessaire à la poursuite des études du projet en phase PRO.

A ce stade, une solution de reprise de type micro berlinoise tirantée a été retenue. Celle-ci sera composée de micropieux verticaux réalisés directement en pied du mur, et d'un parement en béton projeté qui sera également le bajoyer définitif de la passe à poissons. Suivant la hauteur à conforter un lit de tirant sous la voirie pour s'avérer nécessaire.

La profondeur de la passe correspond approximativement à l'altimétrie d'arrêt des reconnaissances de fondation de la pile. Par conséquent, cet ouvrage n'est pas de nature à déchausser la pile du pont.

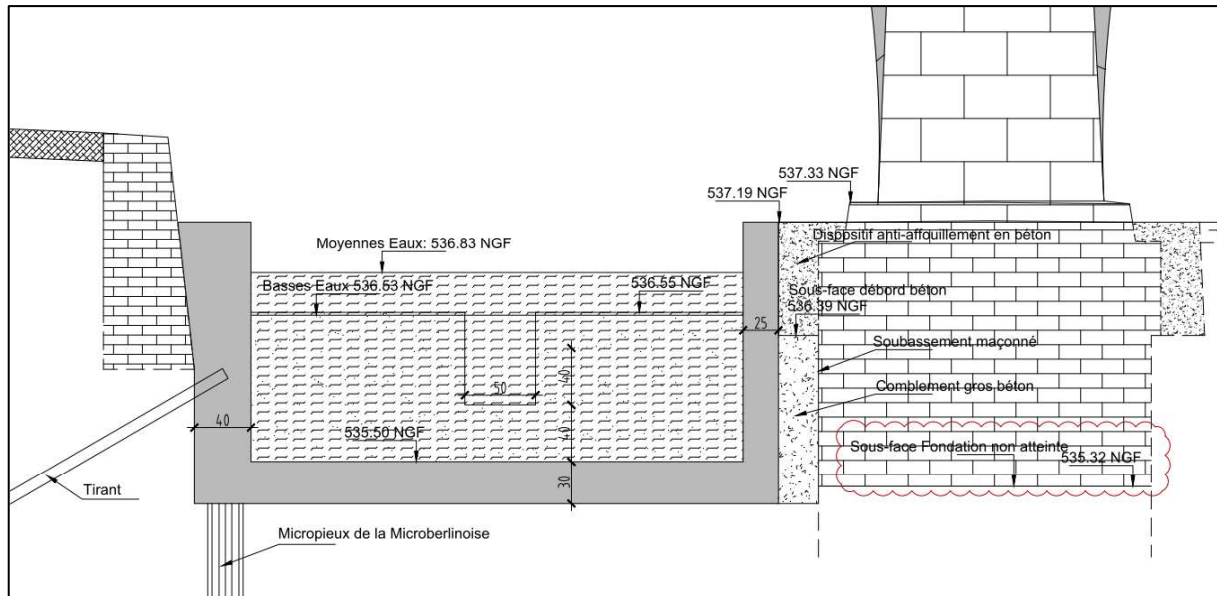


Fig. 37 – Coupe de principe gros œuvre sur la passe à poissons

## 6.2 SC2 : Effacement total du seuil

Ce scénario correspond :

- Soit à une démolition du seuil dans le cadre d'une campagne de travaux,
- Soit à l'évolution naturelle hautement probable qui résulterait de l'effondrement du seuil sans intervention.

Les simulations hydrauliques réalisées par l'entreprise CESAME ont permis de définir les niveaux d'eau et de fond attendus dans cette hypothèse :

- Moyennes eaux : 536.54NGF
- Basses eaux : 536.28 NGF
- Fond de rivière 536.28NGF

Le fond de rivière se trouverait ainsi plus bas que la ceinture béton existante autour des piles, la rendant inefficace.

Pour mémoire, celle-ci a pour fonction d'empêcher l'érosion des joints de maçonnerie au contact du courant et le déscellement de pierres qui en résulte et provoquant des affouillements.

**L'effacement du seuil se doit donc d'être accompagné pour maîtriser les incidences à long terme sur l'ouvrage de franchissement.** En outre, nous préconisons l'approfondissement de la ceinture béton en pied des piles et culées.

De la même manière que pour le scénario Sc1, le niveau de fond de rivière étant modifié en pied du mur de soutènement de la voirie, les conditions d'équilibre actuel ne sont plus garanties. Une mission d'ingénierie géotechnique devra reconnaître le niveau d'assise de

cet ouvrage pour permettre d'affiner la solution retenue en phase PRO. Toutefois, les modifications du nivellement étant peu importantes, une solution de reprise en sous œuvre gros béton par passes alternées paraît plus adaptée à la situation résultant de ce scénario.

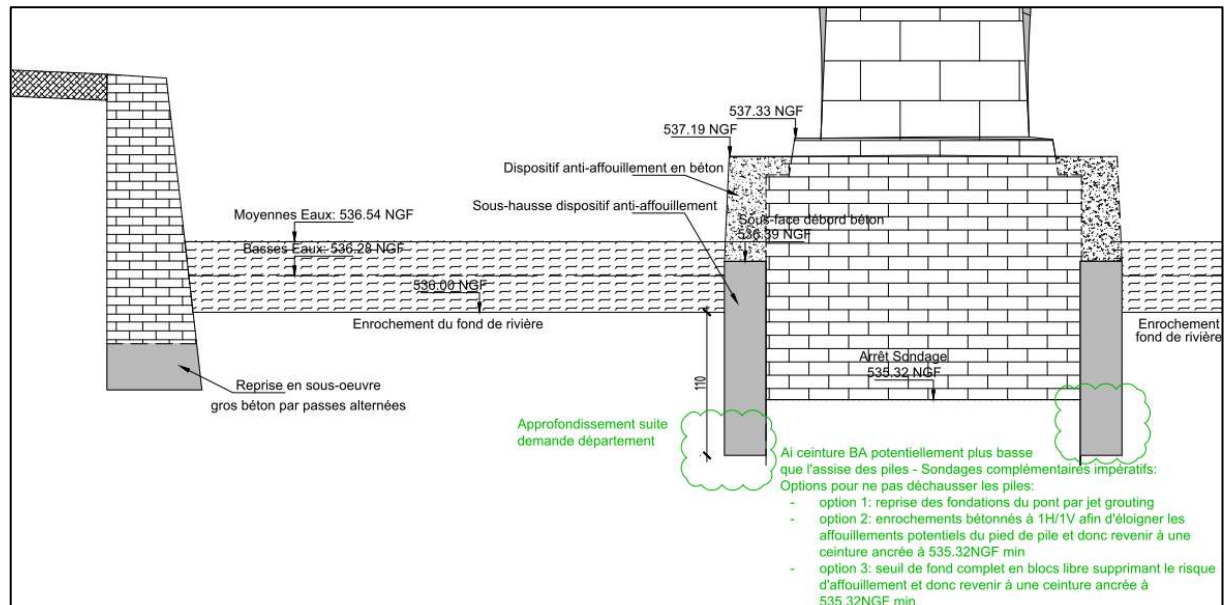


Fig. 38 – Coupe de principe des mesures de confortement des piles et soutènement

L'approfondissement des dispositifs de protection des pieds de piles demandé par le département induit une incertitude complémentaire. En effet, la profondeur demandée pour ces derniers est plus importante que la profondeur reconnue lors du sondage. Par conséquent il n'est pas à exclure que la profondeur souhaitée conduise à des terrassements plus profonds que l'assise des piles. Dans ce cas, plusieurs variantes seraient envisageables :

- Limiter strictement le ceinturage des pieds de piles à la profondeur d'assise des fondations pour ne pas les déchausser.  
Pour écarter les risques d'affouillement, cette variante peut être accompagnée de mesures pour limiter les risques :
  - Réalisation d'un fond de rivière complet en blocs libre pour supprimer totalement les risques d'affouillements potentiels
  - Réalisation d'enrochements bétonnés à 1H/1V en périphérie des ceinturages de pied de pile, de sorte à éloigner les éventuels affouillements des piles
- Une variante pourrait également être de reprendre en sous-œuvre les piles et culées de l'ouvrage concernées par jet grouting.



### 6.3 SC3 : Réalisation d'une brèche dans le seuil actuel

Du point de vue structurel, la réalisation d'une brèche et l'effacement complet du seuil sont similaires. En effet, dans la différence entre ces 2 scénarios n'est réelle qu'à très court terme. Après réalisation de la brèche, la tenue des parties conservées n'est pas garantie. Il est donc hautement probable que cette situation transitoire évolue vers un effacement complet à court ou moyen terme. Les mesures d'accompagnement identiques au scénario Sc2 seront à retenir :

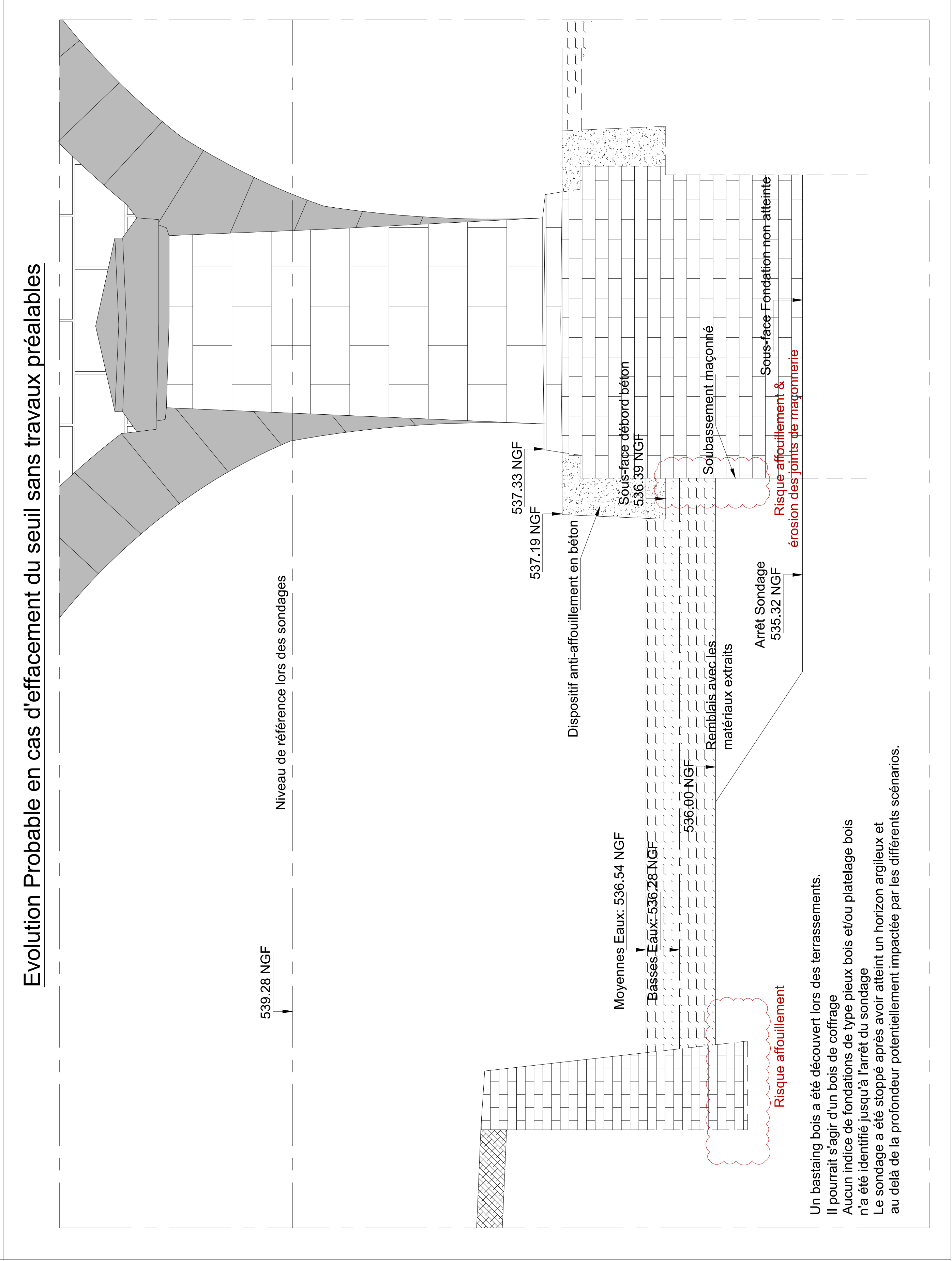
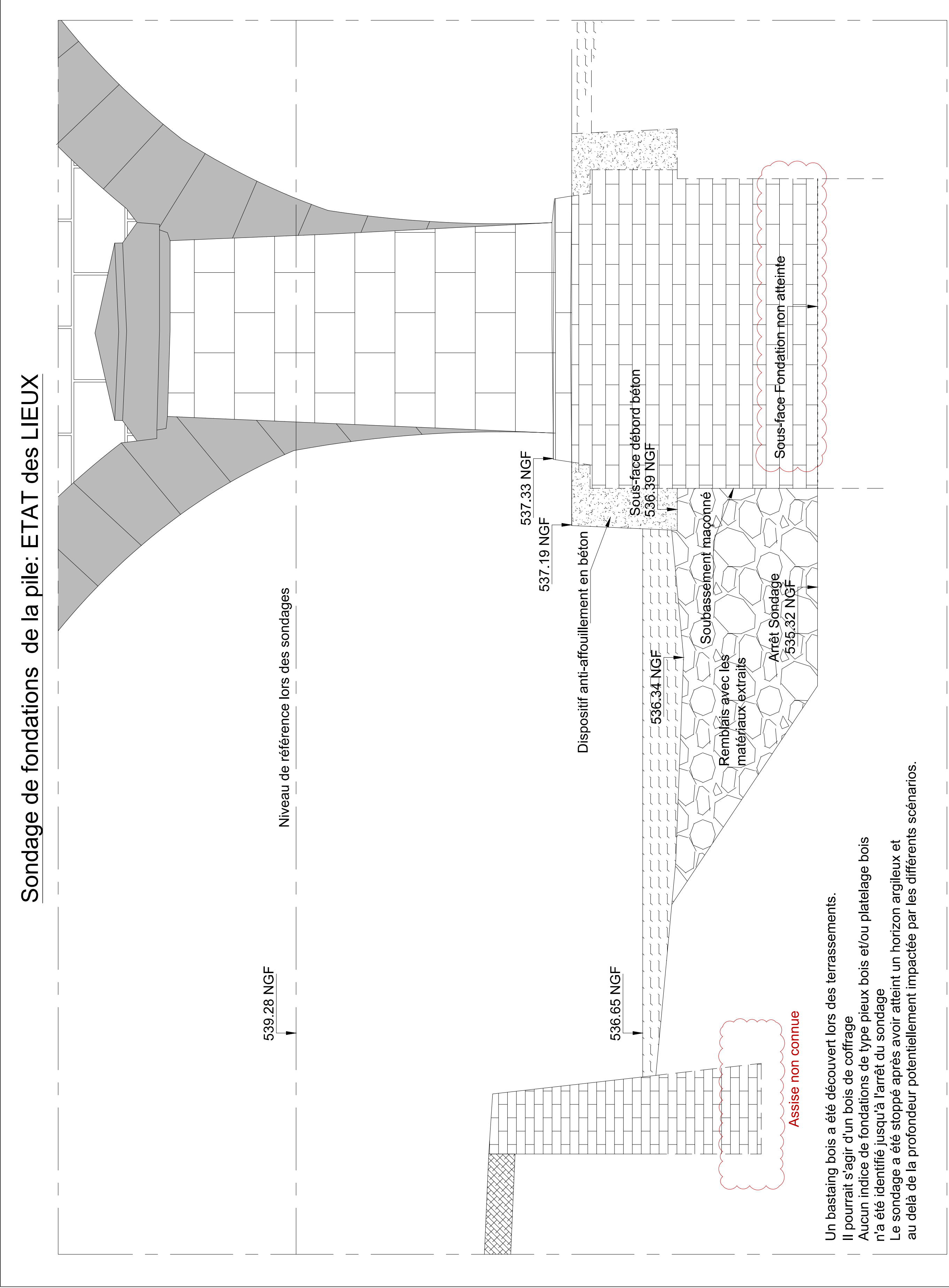
- Approfondissement des ceintures béton en pied de piles/culée
- Reprise en sous œuvre de la fondation du mur de soutènement (après mission d'ingénierie géotechnique)

## Annexe 1 : Plan d'Etat des Lieux – Repérage et sondage

---

*(1 page)*



[illegible]

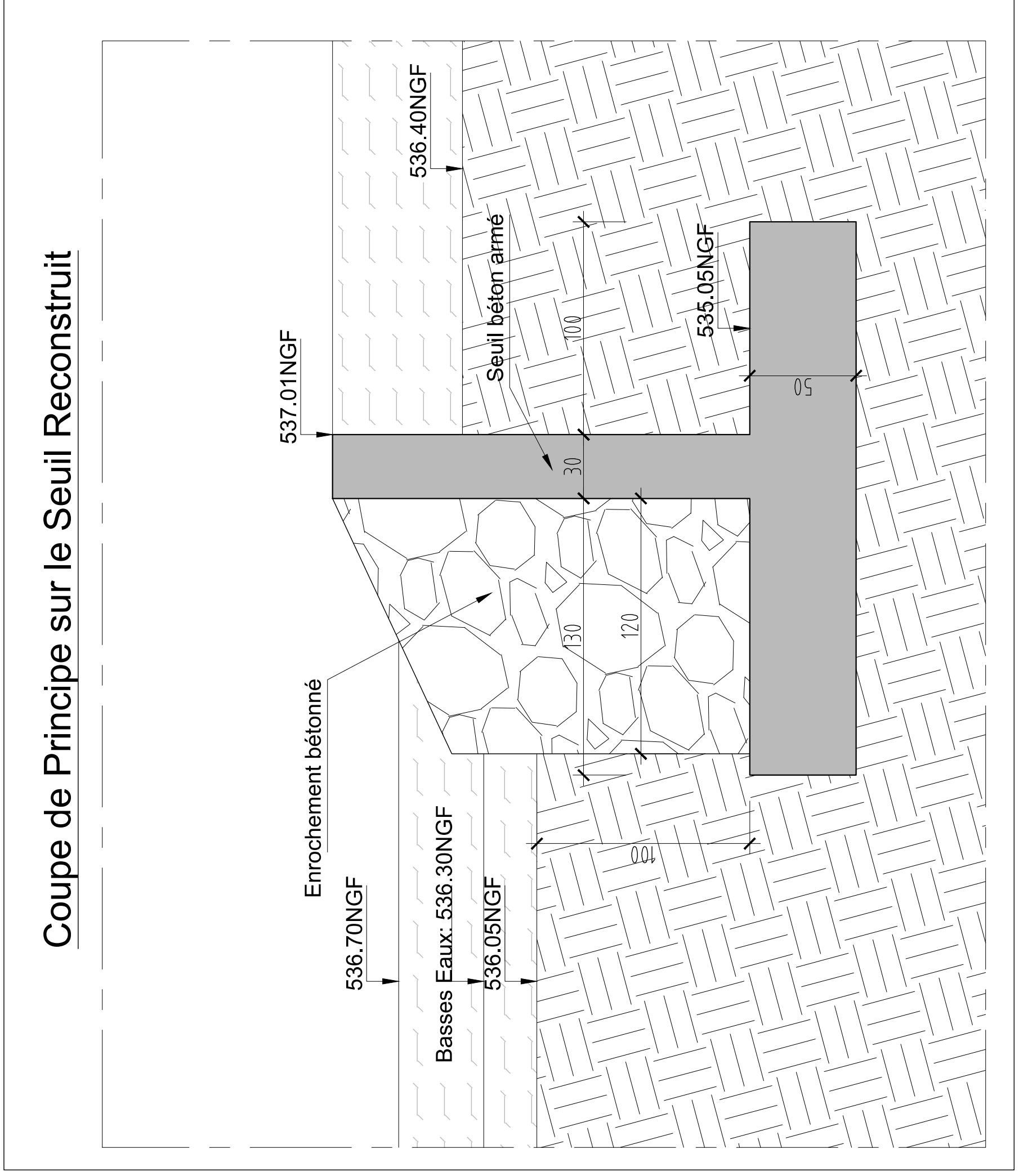
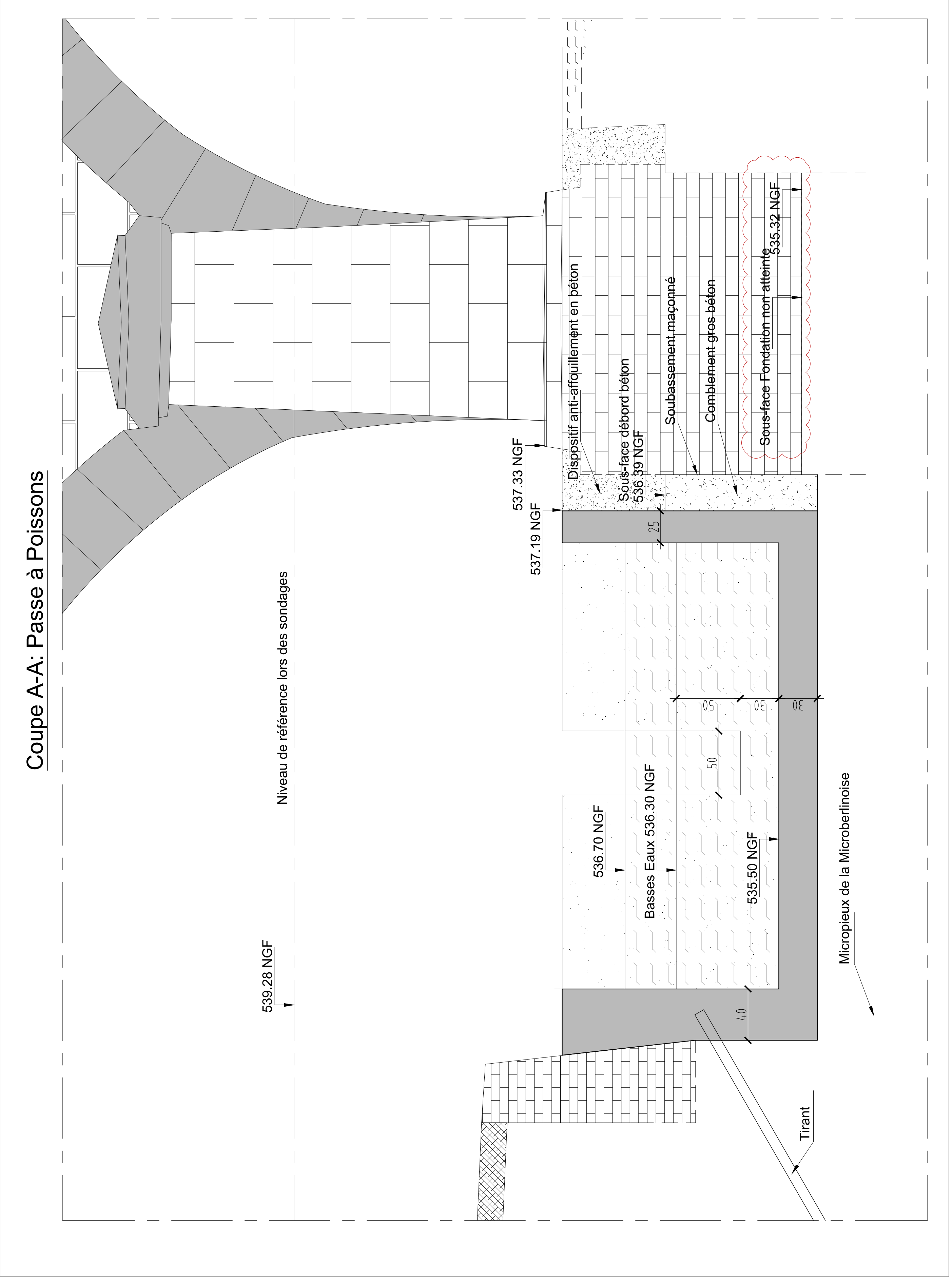
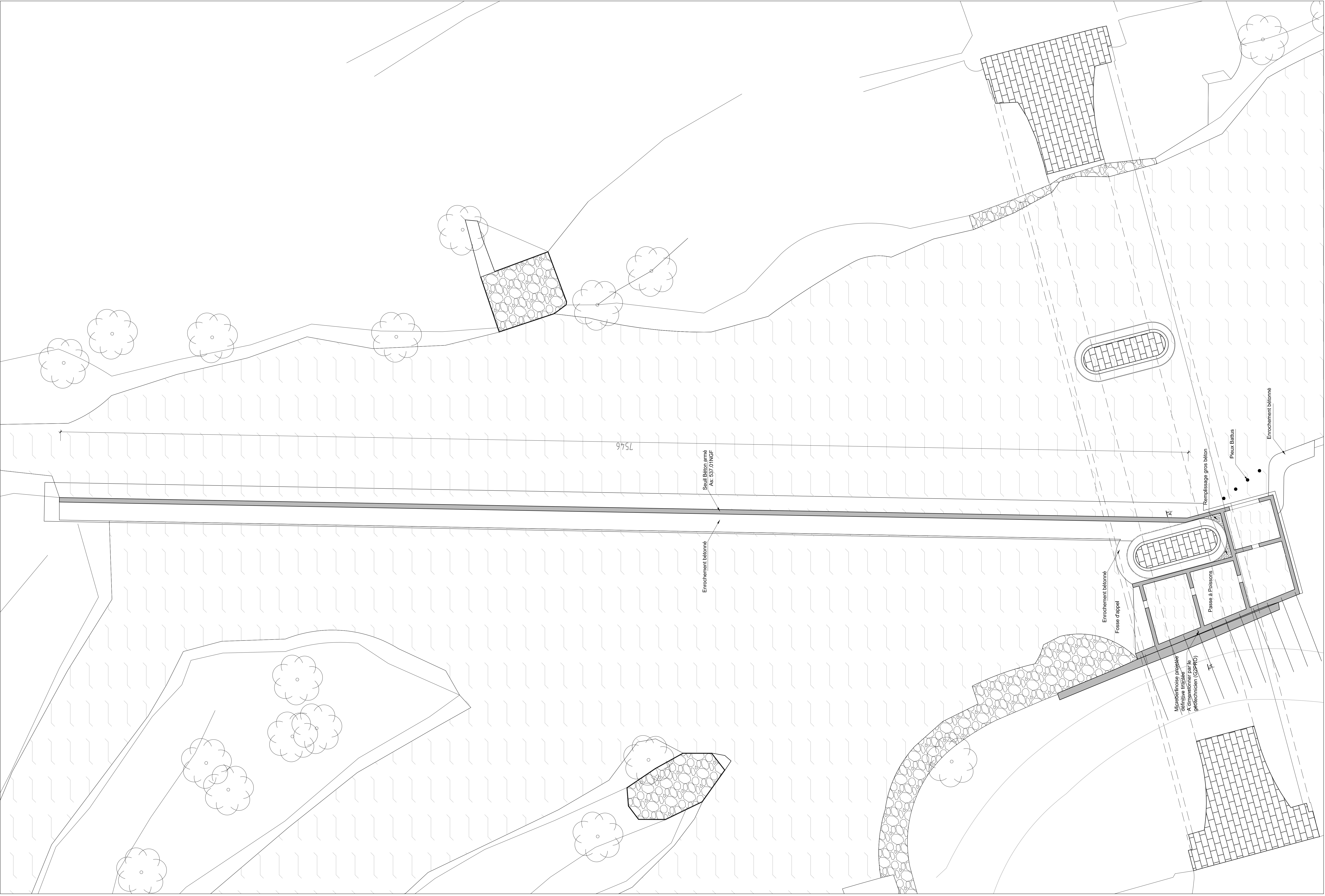


## Annexe 2 : Plan Scénario 1 – Réfection du seuil et aménagement d'une passe à Poissons

---

*(1 page)*



[illegible]

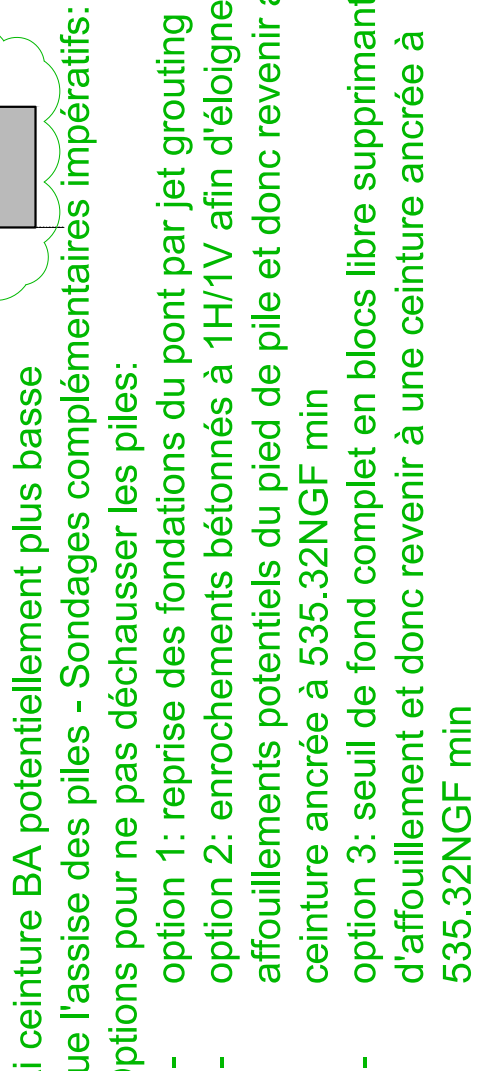


## Annexe 3 : Plan Scénario 2 – Effacement du Seuil

---

*(1 page)*



[illegible]

MAPPE D'USAGE		Commune de Marsac-sur-Indre		Titre	
BE EN ENVIRONNEMENT		CEMAE		Zs de Parc - 42480 MARSSAC	
		Tel 07 79 19 10 10		e-mail : j.ahle@oiseaux-environnement.fr	
GEOMETRIE		ALOUDE		2550 m des entrepreneurs 4110 ESPERANCE SAINT PAUL	
		Tel 0470720720		e-mail :	

## SCENARIO 2

## CONSTRUCTION BEYOND

[illegible]