

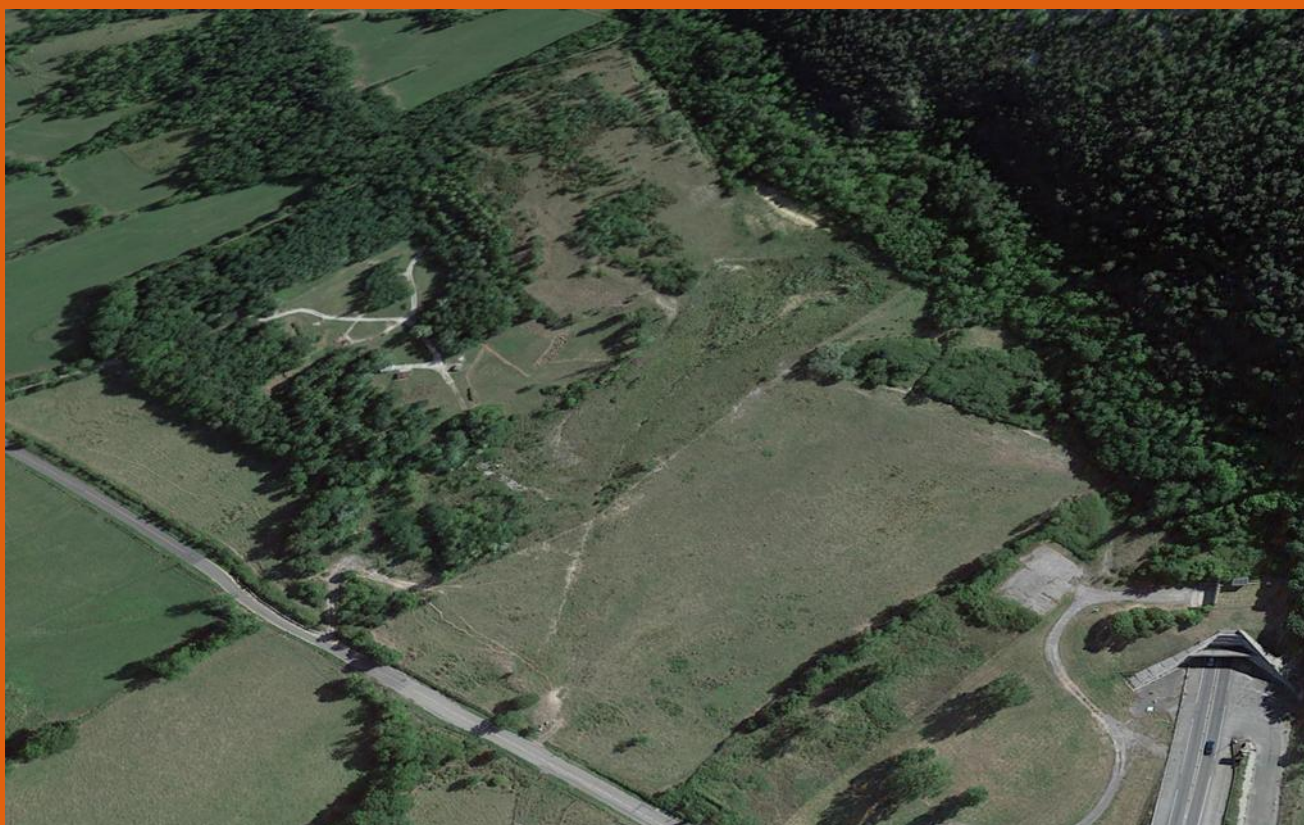


DIR SUD-OUEST

RD 1 - GLISSEMENT D'ARABAU
MAITRISE D'OEUVRE

PRO DU CONFORTEMENT

Note descriptive



Emetteur

ARCADIS

Agence de Toulouse

5 Avenue Pierre-Georges Latécoère
31676 Labège Cedex
31520 Ramonville Saint-Agne
Tél. : +33 (0)5 62 24 53 53
toulouse@arcadis.com

Réf affaire Emetteur
Chef de Projet
Auteur principal
Nombre total de pages

30168253
Luc Moscone
Olivier Givet
30

Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
A	27/02/2026	Première diffusion	OG	LMO	LMO
B	30/07/2026	Reprise pour publication dans DCE	OG	LMO	LMO

Il est de la responsabilité du destinataire de ce document de détruire l'édition périmée ou de l'annoter « Edition périmée ».
Document protégé, propriété exclusive d'ARCADIS ESG.
Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.

TABLE DES MATIERES

1 OBJET	5
2 DOCUMENTS DE REFERENCE (ARCADIS)	5
2.1 Documents PRO du confortement	5
2.2 Documents AVP	5
2.3 Réponse à l'avis du contrôle extérieur sur l'AVP	6
2.4 Documents Diagnostic et Etude préliminaire	6
3 RAPPEL DU CONTEXTE	6
4 CONTRAINTES DE SITE ET D'IMPLANTATION	6
4.1 Contexte général	6
4.2 Avoisinants	7
4.3 Réseaux	7
4.4 Contexte géologique	7
4.5 Patrimoine naturel	7
4.6 Parcellaire	7
5 CONCEPTION DE L'OUVRAGE	8
5.1 Principe	8
5.2 Conception générale	8
5.3 Type de pieux	10
6 METHODES CONSTRUCTIVES, PHASAGE ET INSTALLATIONS DE CHANTIER	10
6.1 Emprise des travaux et installations de chantier	10
6.2 Géométrie et réalisation de la plateforme	11
6.2.1 Principaux engins de chantier	11
6.2.2 Géométrie	12
6.2.3 Réalisation	12
6.3 Réalisation des pieux	12
6.4 Réalisation des ancrages	13
6.5 Essais d'ancrages	13
6.5.1 Essais préalables	13
6.5.2 Essais de contrôle	13

6.6 Poutre de couronnement	14
6.7 Démontage de la plateforme et remodelage du site	14
6.8 Dispositions d'accompagnement	15
6.9 Suivi de l'ouvrage	17
7 ANALYSE DES RISQUES	18
8 PLANNING DE TRAVAUX	19
Annexe 1 Types de matériels envisagés pour les travaux	21
Annexe 2 Obstacles avérés en sondages	29

1 OBJET

Cette note est émise dans le cadre de la mission de Maîtrise d'œuvre complète de sécurisation du talus de la RD1 sur le territoire de la commune d'Arabaux (09) confiée par la DIR Sud-Ouest à ARCADIS.

La première partie de la mission avait pour objet le diagnostic de stabilité du talus et du versant surincombant et l'étude préliminaire de solutions de stabilisation. A l'issue de cette étude la solution de confortement par un rideau de pieux ancrés dans le substratum et maintenu en tête par des ancrages également scellés dans le substratum a été retenue. Cette solution a été étudiée en détail en phase AVP ([14] à [24]).

La phase PRO complète l'AVP et l'amende sur certains points : meilleure adaptation de la géométrie du rideau à la topographie du terrain, augmentation du diamètre des pieux et réduction de leur nombre.

Dans le cadre de ce PRO, cette note a pour objet de décrire la conception retenue pour l'ouvrage et sa mise en œuvre jusqu'à la remise en état du site et le suivi de l'ouvrage.

En parallèle est mené le projet AVP-PRO de rectification de l'axe de la RD1, affectée sur une centaine de mètres par le glissement de 2014.

2 DOCUMENTS DE REFERENCE (ARCADIS)

2.1 Documents PRO du confortement

- [1] DIR ACS PRO CFT NOT 40 - Note descriptive (cette note)
- [2] DIR ACS PRO CFT NOT 41 - Note générale d'hypothèses
- [3] DIR ACS PRO CFT NOT 42 - Note de synthèse géotechnique
- [4] DIR ACS PRO CFT NOT 43 - Note de calculs
- [5] DIR ACS PRO CFT NOT 44 - Planning
- [6] DIR ACS PRO CFT PLA 50 - Plan de situation (1/10000 ou 1/25000)
- [7] DIR ACS PRO CFT PLA 51 - Plan d'ensemble
- [8] DIR ACS PRO CFT PLA 52 - Plan des emprises de chantier
- [9] DIR ACS PRO CFT PLA 53 - Plan plateforme et accès
- [10] DIR ACS PRO CFT PLA 54 - Plan de coffrage des structures
- [11] DIR ACS PRO CFT PLA 55 - Plan de remodelage et enrochements
- [12] DIR ACS PRO CFT PLA 56 - Profils en travers
- [13] DIR ACS PRO CFT PLA 57 - Plan d'implantation des sondages

2.2 Documents AVP

- [14] DIR-ACS-AVP-GEN-NOT-11-A_Note descriptive
- [15] DIR-ACS-AVP-GEN-NOT-12-A_Note générale d'hypothèses
- [16] DIR-ACS-AVP-GEN-NOT-13-A_Mémoire de synthèse géotechnique
- [17] DIR-ACS-AVP-GEN-NOT-14-A_Note de calculs
- [18] DIR-ACS-AVP-GEN-NOT-15-A_Planning des travaux
- [19] DIR-ACS-AVP-GEN-PLA-20-A_Plan des installations de chantier

- [20] DIR-ACS-AVP-GEN-PLA-21-A_Plan plateforme et accès
- [21] DIR-ACS-AVP-GEN-PLA-22-A_Plan de coffrage structure
- [22] DIR-ACS-AVP-GEN-PLA-23-A_Plan de la situation finale
- [23] DIR-ACS-AVP-GEN-PLA-24-A_Cahier de profils en travers
- [24] DIR-ACS-AVP-GEN-PLA-25-A_Plan d'implantation des sondages

2.3 Réponse à l'avis du contrôle extérieur sur l'AVP

- [25] DIR ACS AVP KEXT NOT 30 - Réponse à l'avis du contrôle extérieur sur l'AVP

2.4 Documents Diagnostic et Etude préliminaire

- [26] DIR-ACS-DIA-GEN-NOT-01-B_Diagnostic géotechnique
- [27] DIR-ACS-DIA-GEN-NOT-02-B_Etude préliminaire
- [28] DIR-ACS-DIA-GEN-PLA-03-A_Vue en plan du contexte
- [29] DIR-ACS-DIA-GEN-PLA-04-A_Vue en plan - Solution Pieux
- [30] DIR-ACS-DIA-GEN-PLA-05-A_Vue en plan & PT - Solution Pieux

3 RAPPEL DU CONTEXTE

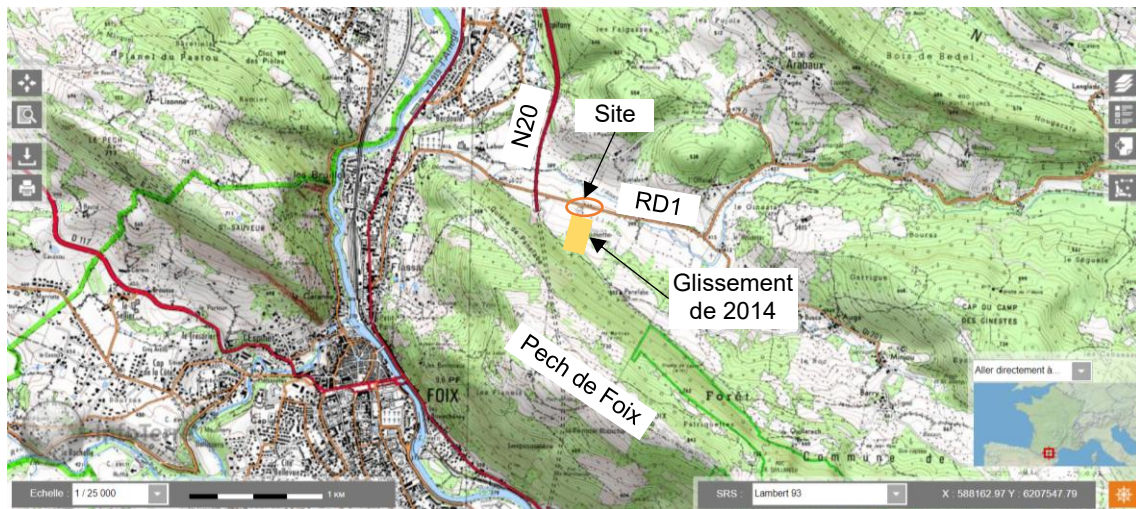
Le versant situé en amont de la RD1, constitué d'un substratum de marnes noires de l'Albien recouvert de colluvions glissées et d'alluvions fluvio-glaciaires du Riss, a été utilisé comme zone de dépôt des produits d'excavation du tunnel de Foix et de la tranchée qui le précède côté Nord en 1996-97.

La zone a donné lieu à plusieurs phénomènes d'instabilité dès le début de la mise en dépôt. En 2014, à la suite d'importants cumuls pluviométriques, un glissement de grande ampleur s'est produit, affectant la RD1 sur une centaine de mètres. Ce glissement est aujourd'hui bloqué par son bourrelet. Le rétablissement du gabarit routier nécessite l'enlèvement du bourrelet, donc la stabilisation préalable du glissement objet de ce projet ([26] à [30]).

4 CONTRAINTES DE SITE ET D'IMPLANTATION

4.1 Contexte général

La zone d'étude se situe sur le territoire de la commune d'Arabaux (09), en versant sud de la vallée de l'Alses et à l'est du tunnel de Foix. Les zones de dépôts des déblais du creusement du tunnel et des glissements concernent le versant au sud de la RD1, à la base du pech de Foix.



4.2 Avoisinants

Ils comprennent les terrains de la Fédération de Chasse à l'Est et des terrains agricoles à l'Ouest et au Nord du site.

4.3 Réseaux

Les réseaux longeant la RD1 sont les suivants :

- EP
- Télécom
- EDF

Ils ont été localement déviés à la suite au glissement de 2014 et seront rétablis à l'issue des travaux de confortement du talus puis de rectification de l'axe de la RD1.

Plusieurs ouvrages de drainage DN600 traversent la RD1.

4.4 Contexte géologique

Nous renvoyons au paragraphe 5 et à la note [3].

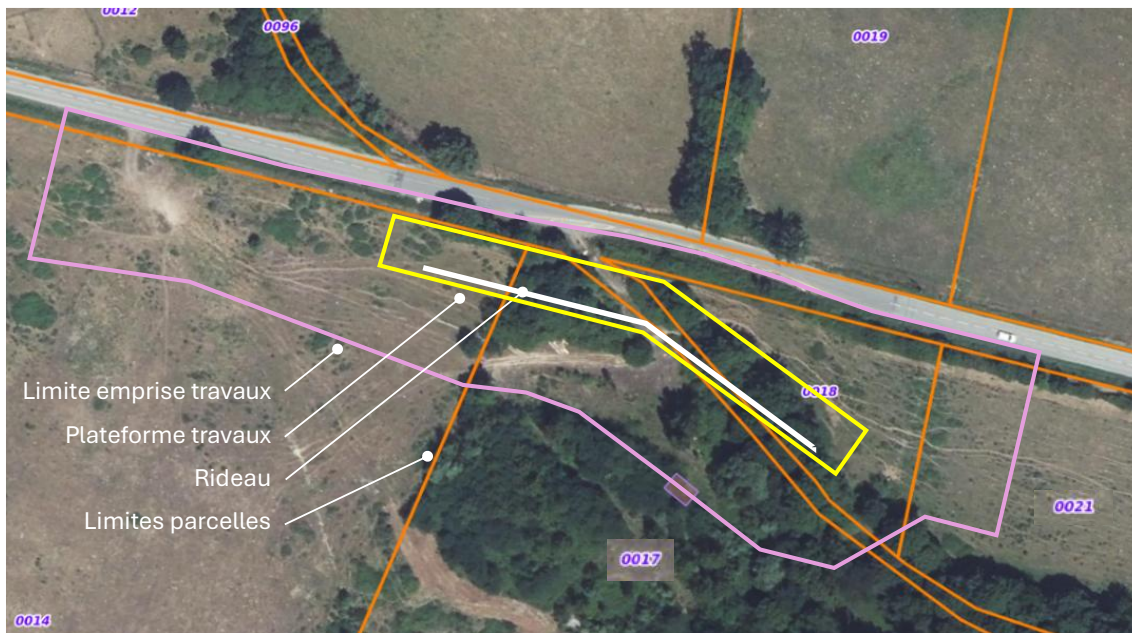
4.5 Patrimoine naturel

On se reportera au dossier « Cas par Cas ».

4.6 Parcellaire

Les limites de l'emprise des travaux sont justifiées plus loin. Les parcelles impactées par le projet sont les suivantes :

- Domaine public : parcelle 0014 ;
- Fédération départementale des chasseurs de l'Ariège : parcelles 0017, 0018 et 0021.



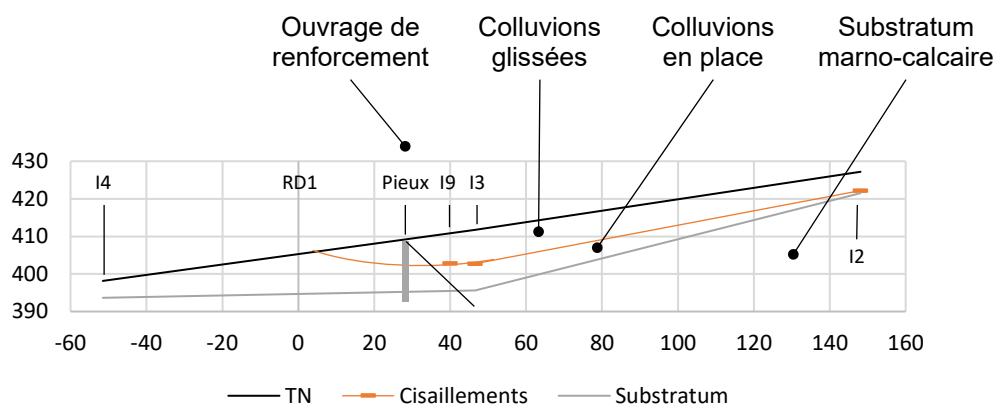
5 CONCEPTION DE L'OUVRAGE

5.1 Principe

L'ouvrage de renforcement est conçu pour s'opposer aux forces motrices du glissement résultant de l'enlèvement du bouelet stabilisateur et de la montée des sous pressions hydrauliques dans le sol si un épisode pluvieux intense devait à nouveau se manifester.-

Il consiste en une ligne de pieux verticaux immédiatement à l'amont de la RD1 sur un linéaire d'environ 110 m correspondant à la longueur de route affectée.

NB : L'ouvrage ne garantit pas que des instabilités ne puissent apparaître dans la partie supérieure de la zone glissée en 2014 mais il met la partie impactée de la RD1 à l'abri de mouvements futurs.



5.2 Conception générale

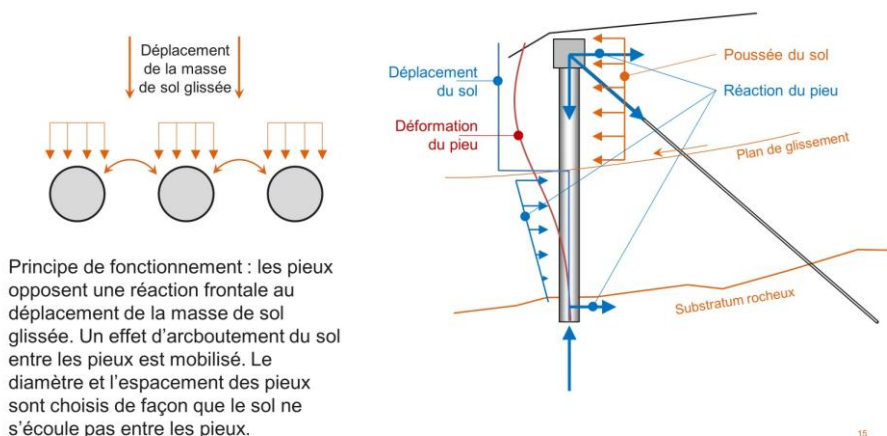
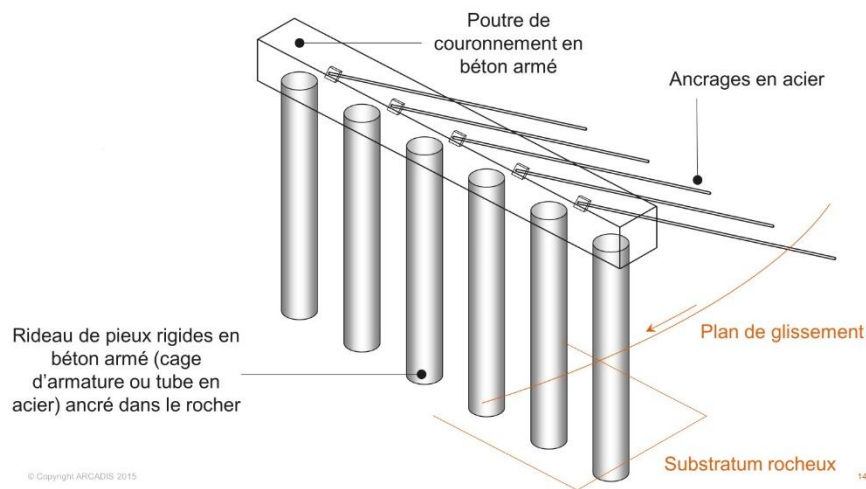
Le plan de glissement se situant sensiblement au-dessus du toit du substratum, la résistance apportée par des pieux travaillant en console, même descendus de plusieurs mètres dans le rocher, est limitée. Il est donc nécessaire de leur adjoindre en tête des ancres inclinées pour mobiliser la résistance additionnelle requise (env. 0,5 MN/m) sous un déplacement raisonnable du

glissement (de l'ordre de 5 cm). La mobilisation de la réaction frontale et de la portance dans le substratum est permise par un ancrage des pieux de l'ordre de 3 m.

NB : Des solutions variantes ont été écartées en phase AVP après analyse :

- la solution par double rideau de pieux encastrés en tête dans une dalle BA reste beaucoup trop souple ;
- la solution avec micropieux inclinés vers l'aval travaillant en compression (en lieu et place des ancrages en traction) conduit à mobiliser de la traction dans les pieux donc à en approfondir l'ancrage.

Les schémas ci-dessous illustrent le fonctionnement de la solution proposée.



L'ouvrage est conçu conformément aux Eurocodes et à leurs normes d'accompagnement pour une durée d'utilisation de 100 ans.

5.3 Type de pieux

La nature des terrains doit faire redouter la présence de blocs rocheux de dimensions pluridécimétriques voire métriques : déblais rocheux issus des travaux de terrassement de la RN20, blocs provenant du versant nord du pech de Foix emballés dans les colluvions.

Bien qu'aucun bloc rocheux n'ait gêné la réalisation des sondages Fondasol de 2024 tous dans l'environnement immédiat de l'ouvrage, des blocs de dimension métrique ont été repérés par les reconnaissances d'Hydrogéotechnique de 2014 ; des blocs sont également visibles en surface.

Un recensement exhaustif de tous les blocs rocheux rencontrés en sondages (SC : sondages carottés ; PM : fouille à la pelle mécanique) est donné en Annexe 2 et une classification en termes d'obstacle à la foration est proposée quand cela est possible :

Classe	Description	Fréquence indicative ¹	
		SC	PM
3	Bloc > 300 mm ; banc dur	0,02 u / ml	0,125 u / m ³
2	100 mm < Bloc < 300 mm	0,02 u / ml	0,25 u / m ³
1	Bloc < 100 mm	0,15 u / ml	1 u / m ³

Les blocs de classe 1 ne sont pas susceptibles de gêner la foration des pieux et ceux de classe 3 peuvent nécessiter le recours au trépan en foration classique.

La présence de ces blocs rend délicate une solution par tubes ou profilés battus.

En ce qui concerne le mode de foration à la tarière creuse : la foration et remontée des déblais est possible jusqu'à des blocs de classe 2 ; les blocs de classe 3 vont freiner voire bloquer la pénétration de l'outil et provoquer la création de vides dans la tarière (remontée du sol sans avancement) d'où un risque de défaut de confinement et de surexcavation. De l'ordre de un pieu sur trois serait exposé à ce risque d'après les estimations reportées dans le tableau ci-dessus.

On s'oriente donc vers une solution par pieux forés tubés : c'est la solution de base qui permet le franchissement de blocs de toutes tailles quelle que soient leurs résistances par le recours au trépan si nécessaire ; le tubage est requis sur la hauteur des colluvions.

Il est à noter que les 7 sondages pressiométriques de la campagne géotechnique Fondasol de 2024 au droit de l'ouvrage ont pu être forés à la tarière jusqu'à 20 m de profondeur, dont plusieurs mètres dans le substratum marno-calcaire.

6 METHODES CONSTRUCTIVES, PHASAGE ET INSTALLATIONS DE CHANTIER

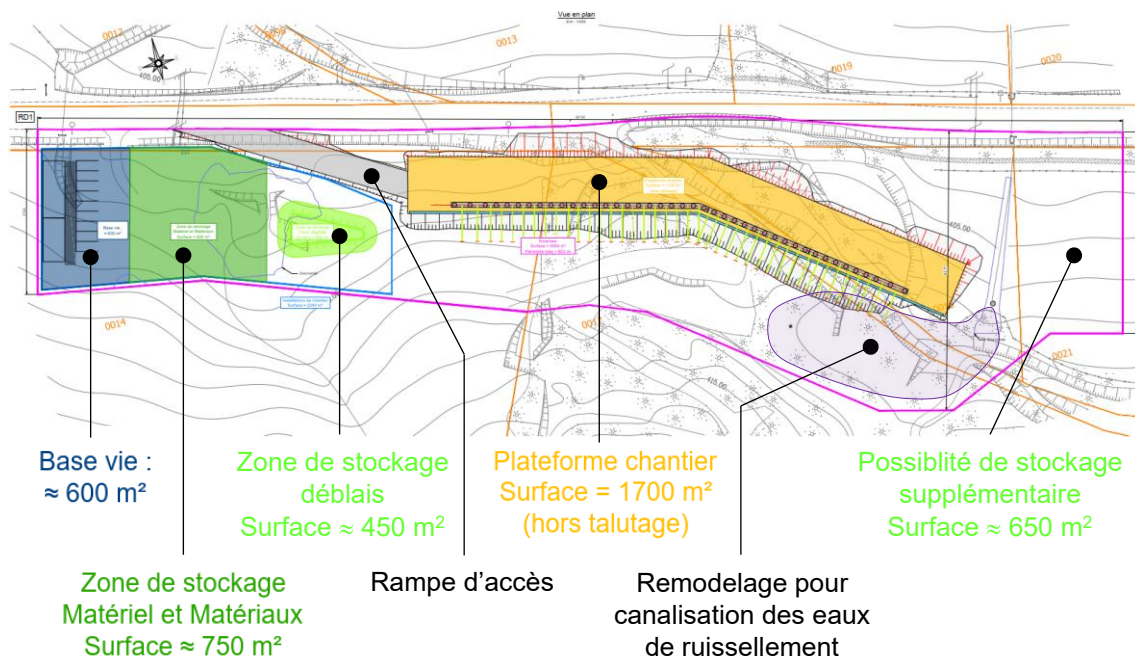
6.1 Emprise des travaux et installations de chantier

Les emprises nécessaires aux travaux couvrent environ 10 000 m² distribués le long de la RD1. Elles comprennent les surfaces suivantes :

¹ D'après le nombre estimé de blocs rencontrés en sondages ; SC : en sondage carotté ; PM : dans les puits à la pelle mécanique.

- Locaux de chantier, parkings ;
- Aires de stockages des matériels et matériaux ;
- Aires de stockages des terres ;
- Rampe d'accès à la plateforme (rampe 5 %) ;
- Plateforme et ses talus de déblais et remblais ;
- Une zone destinée à être remodelée de façon à capter les eaux de ruissellement sur le versant, actuellement mal canalisées.

Les conditions de raccordement aux réseaux électrique et AEP restent à préciser. Au besoin le chantier pourra être autonome en énergie. Les consommations d'eau attendues sont modestes et concernent principalement de forage des ancrages et le nettoyage.



A noter que l'accès au chantier a fait l'objet de modifications entre le PRO et le DCE

6.2 Géométrie et réalisation de la plateforme

6.2.1 Principaux engins de chantier

Les techniques de réalisation des pieux et ancrages, qui déterminent pour partie le poids et l'encombrement des engins, seront laissées à l'appréciation de l'Entreprise. Les paramètres déterminant du choix sont la présence de blocs rocheux au sein des colluvions, la nature argileuse des colluvions et la longueur des ancrages (> 20 m).

La plateforme est dimensionnée pour permettre les opérations d'une foreuse de pieux et d'une perforatrice à ancrages puissantes, et des engins annexes :

- foreuse de pieux type IHC F2800 (voir plaquette de présentation en Annexe 1) ;
NB : le montage/démontage de la foreuse requiert l'intervention d'une grue de levage pour quelques jours.
- perforatrice à ancrages type Comacchio MC 15 ou plus puissante (voir plaquette en Annexe 1) ;
- pelle mécanique ;

- grue mobile ;
- pompe à béton, bac à coulis, silos, etc.
- accès bennes et toupie à béton.

6.2.2 Géométrie

La situation de la plateforme est déterminée par la topographie naturelle, l'implantation du rideau de pieux et l'encombrement des ateliers de forage (pieux et tirants).

Par rapport au tracé proposé dans l'étude préliminaire, le rideau de pieux a été déplacé de 7 m vers l'amont sur la moitié de sa longueur côté Ouest et orienté plus favorablement par rapport à la topographie sur la moitié côté Est. Par rapport à l'AVP la partie Est a été déplacée vers l'amont d'une huitaine de mètres.

Il est positionné à 20 m au minimum de l'axe de la RD1, ceci pour permettre l'acheminement, le montage et l'évolution des engins (en particulier la foreuse de pieux et la perforatrice) sur une plateforme de largeur suffisante et majoritairement en déblai.

Positionner le rideau plus en amont encore pour éviter les zones de plateforme en remblai aurait conduit à augmenter significativement les profondeurs des pieux et les longueurs des ancrages puisque le toit du substratum marno-calcaire ne suit pas la pente du versant mais est subhorizontal à cet endroit.

Il est donc proposé une plateforme de 13 m de largeur, le rideau étant à 11 m de sa limite aval. Les talus provisoires de déblai et de remblai sont pentés à 2H/1V.

6.2.3 Réalisation

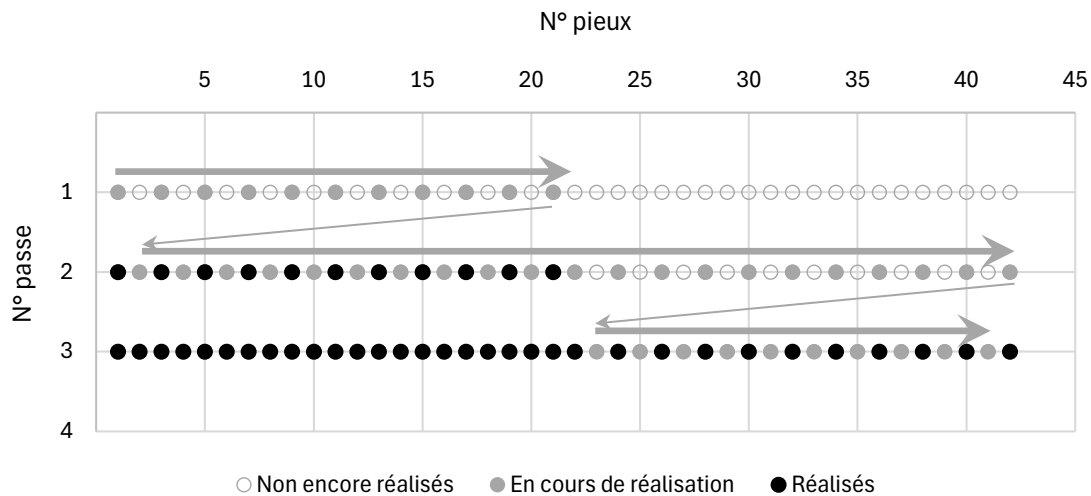
Les parties en remblai sont montées avec les matériaux provenant des déblais. Des dispositifs de confinement des talus aval de la plateforme dont la hauteur n'excèdera pas 3 m peuvent être nécessaires en fonction du poids des engins et du périmètre de leur évolution sur la plateforme.

La plateforme et la piste d'accès doivent être dimensionnées pour offrir une portance suffisante aux engins soit environ 150-200 kPa². Compte tenu de la nature argileuse et peu compacte du terrain (pression limite moyenne $p_L \approx 0,5$ MPa), la mise en place d'un cloutage en matériaux 100-200 au refus surmonté d'un géotextile anticontaminant et d'une couche de concassé dûment compacté de 0,30 m d'épaisseur au minimum, éventuellement renforcé d'une géogrille, sont à prévoir.

6.3 Réalisation des pieux

La foreuse est positionnée côté nord du rideau ses chenilles orientées parallèlement à ce dernier pour faciliter les déplacements. En effet compte tenu du faible espacement entre les pieux ($e/B = 2,50/1,00 < 3$) ils sont forés en alternance afin d'éviter les dommages aux pieux voisins : pieux pairs, puis dès que le béton a atteint une résistance suffisante, pieux impairs, en 3 passes par exemple.

² Par exemple pour une foreuse type F2800 (Annexe 1) de poids 1100 kN sur chenilles 0,90 m × 4,00 m, $q = 150$ kPa.



6.4 Réalisation des ancrages

L'espacement moyen entre ancrages est de 2,50 m (un ancrage entre chaque pieu).

L'emprise nécessaire à l'atelier d'ancrages est libérée dès que 1/4 à 1/3 des pieux sont réalisés comme illustré au paragraphe précédent (2^e passe).

Des précautions sont prises pour ne pas endommager les aciers en attente des pieux.

6.5 Essais d'ancrages

6.5.1 Essais préalables

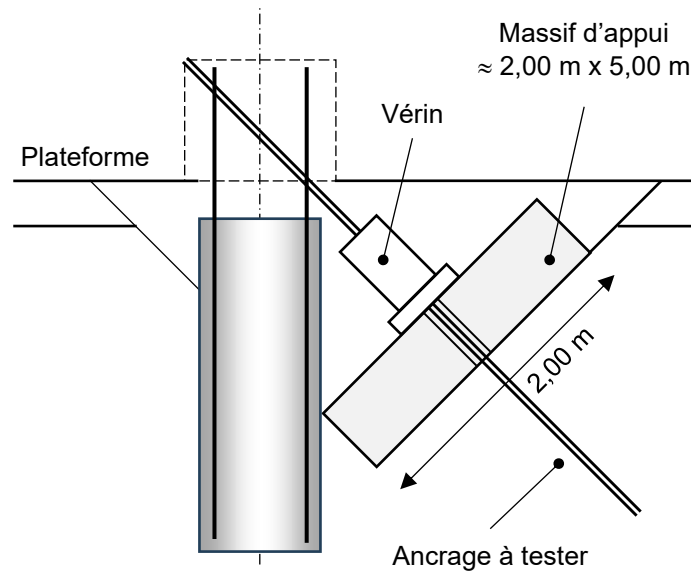
Des essais préalables de conformité sont indispensables pour valider les techniques de foration et d'injection retenues et la résistance du scellement des ancrages qui détermine leur longueur. Ils seront réalisés pendant la période de préparation, un peu à l'écart de la plateforme qui sera alors en cours de construction, et après que les reconnaissances géotechniques complémentaires ont validé le choix du site retenu pour ces essais et la profondeur du substratum. Les ancrages d'essai sont réalisés dans les mêmes conditions que ceux de l'ouvrage, avec une inclinaison de 45° notamment. Les essais débutent 7 j après scellement ; la tension est appliquée par incréments et par paliers de 1 h.

Deux essais sont prévus. En raison de la tension d'essai (> 1 MN) et de la médiocre qualité du sol, les massifs de réaction seront relativement étendus : possiblement jusqu'à 4 m x 4 m.

6.5.2 Essais de contrôle

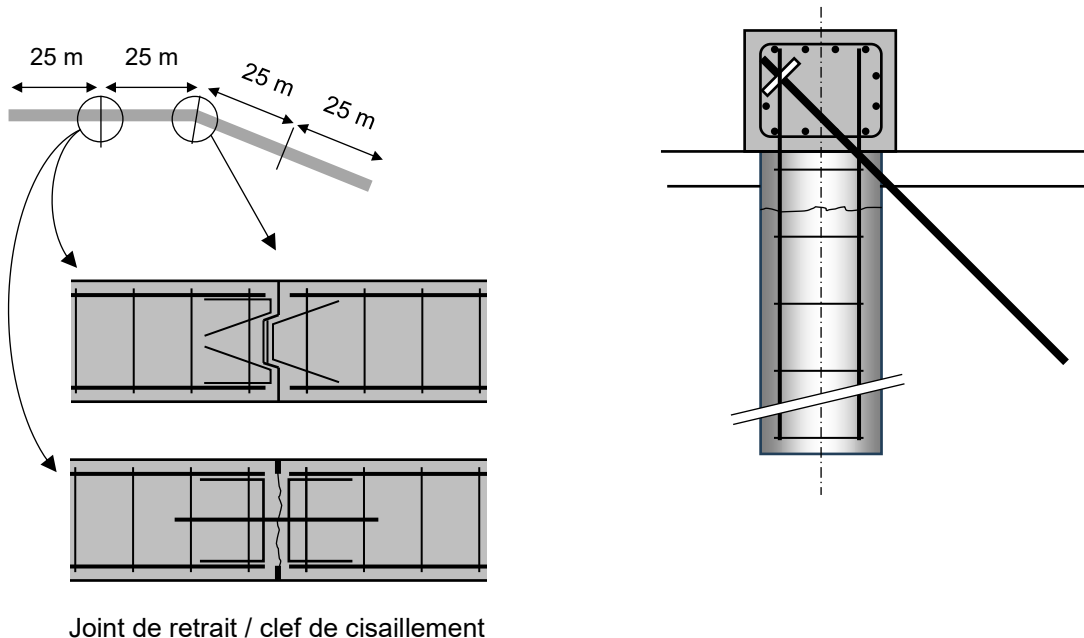
Ces essais portent sur des ancrages intégrés à la structure. Ils sont réalisés au fur et à mesure des travaux afin de corriger rapidement un éventuel défaut. En raison du rôle des ancrages dans le fonctionnement de l'ouvrage un nombre d'essais légèrement supérieur à ce qu'exigent les normes est prévu : 2 essais minimum, 3 souhaitables.

Ces essais nécessitent des massifs d'appuis spécifiques disposés dans une fouille à l'arrière des pieux qui seront abandonnés dans le terrain (dimension des massifs : env. 2 m x 5 m au minimum).



6.6 Poutre de couronnement

La poutre de couronnement est ferrillée, coffrée et coulée après achèvement des pieux et des ancrages. Les plaques de tête d'ancrage sont ainsi parfaitement protégées par l'enrobage de béton. Des dispositions constructives sont prises pour réduire le retrait d'hydratation et le retrait thermique du béton et des joints de retrait/clefs de cisaillement sont ménagés tous les 25 m en moyenne, au droit desquels les armatures longitudinales sont discontinuées.



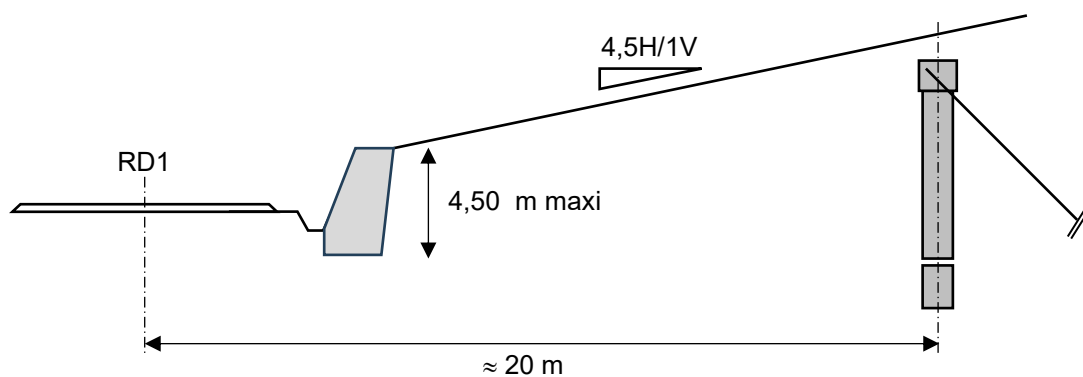
6.7 Démontage de la plateforme et remodelage du site

Le démontage de la plateforme et le remodelage du terrain ont pour objet de restituer au site un aspect proche de l'initial notamment en masquant la poutre de couronnement.

Les parties saillantes de la plateforme (essentiellement la partie Est) et le bourrelet de pied du glissement recouvrant la RD1 seront enlevés et les matériaux mis en remblai sur le reste de la plateforme.

Le niveau de remblaiement à la verticale de la poutre de couronnement, dont l'arase supérieure est à la cote 408,5 NGF sera calé à 409 NGF environ.

La pente maximale du remblaiement doit garantir la stabilité du sol lorsque celui-ci est saturé. Il est souhaitable de la fixer aussi proche que possible de 5H/1V, pente naturelle maximale observée dans le versant. Afin d'assurer l'équilibre des volumes déblais/remblais à proximité immédiate du rideau cette pente est légèrement augmentée à 4,5H/1V. Il en résulte que le talus amont de la RD1 excède 2 m de hauteur sur une linéaire de 75 m et qu'un dispositif de soutènement de type mur en enrochements est requis. La hauteur maximale de ce mur est 3,50 m.



Ces deux contraintes (recouvrement de la poutre et pente maximale de remblaiement) déterminent la morphologie générale de la situation finale. Aux limites Est et Ouest de la plateforme, le remodelage rejoint rapidement la topographie du site.

Afin de protéger ce remblai de l'érosion une pelouse est plantée après épandage de la terre végétale qui aura pu être récupérée au commencement des travaux.

L'ouvrage ne nécessitant pas d'intervention ultérieure (hormis mesures topographiques et inclinométriques) il n'est pas prévu d'accès pour véhicules motorisés. En particulier il n'est pas prévu de restituer l'accès actuel au versant au niveau du bourrelet. Si nécessaire cet accès pourrait être ménagé dans talus ou déporté à l'Ouest au niveau de la rampe d'accès chantier à la plateforme.

Ces dispositions de terrassement vérifient l'équilibre des volumes (déblais/remblais/apports pour plateforme et enrochements) entre la situation initiale actuelle et la situation finale.

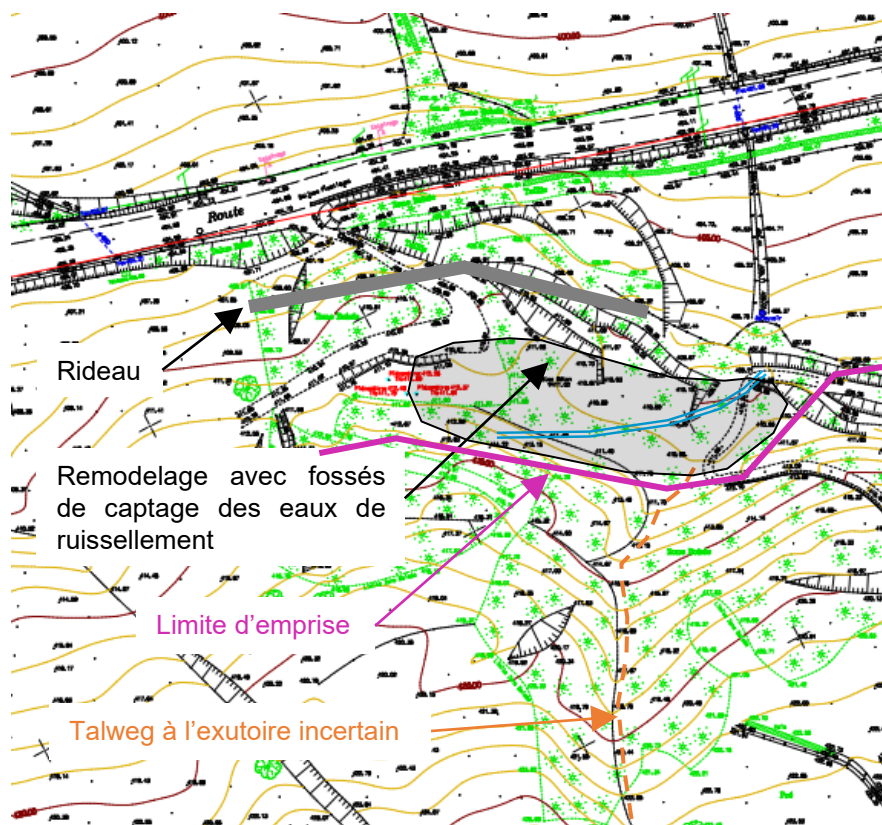
6.8 Dispositions d'accompagnement

Immédiatement à l'amont du rideau un talweg peu prononcé drainant un bassin versant assez vaste (une bonne partie du glissement de 2014) présente un exutoire incertain qu'il convient de rétablir.

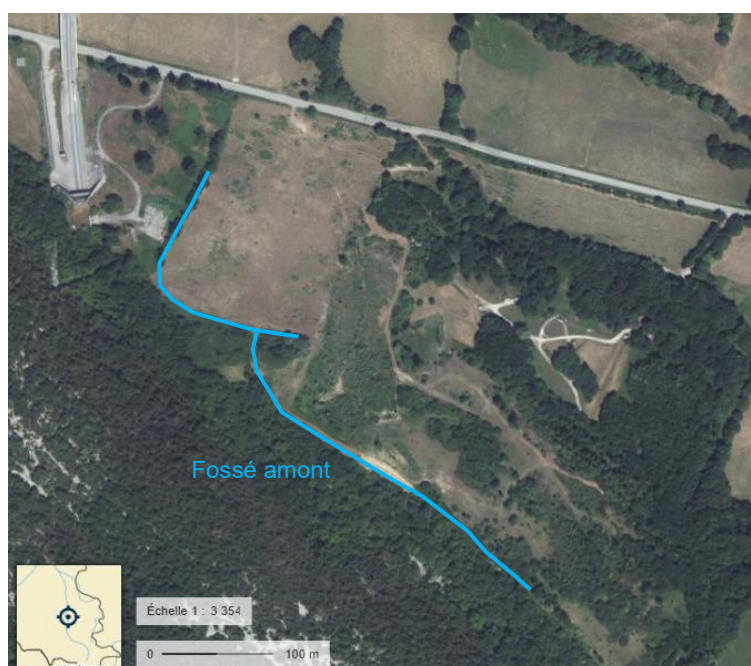
En l'état il y a un risque d'accumulation d'eau puis infiltration de celle-ci dans le terrain à l'amont du rideau.

Le principe de rétablissement de l'exutoire est illustré ci-dessous ; il vise à améliorer le contournement de l'ouvrage par les eaux de ruissellement.

La zone est remodelée de façon à capter les eaux de ruissellement grâce à des fossés dirigés vers le fossé existant côté Est.



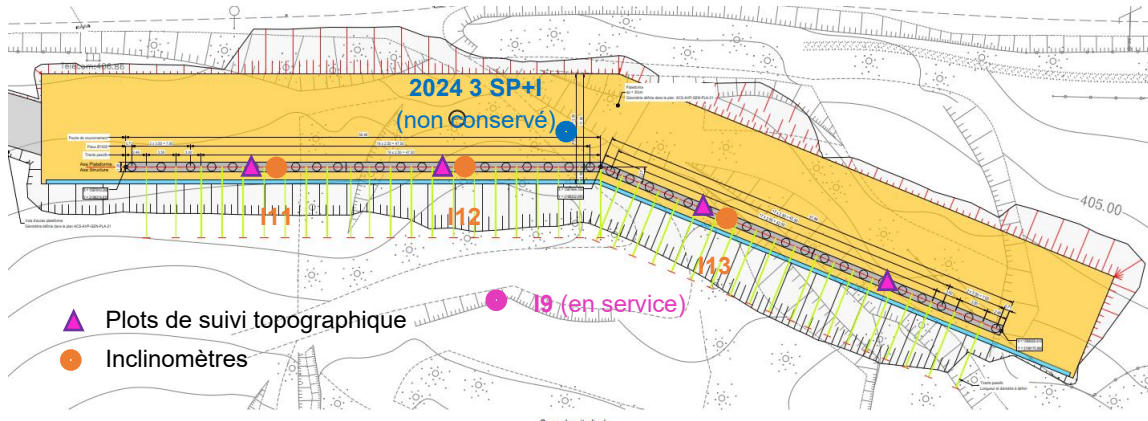
NB La maintenance du fossé existant au sommet de la pente (illustration ci-après) devra être poursuivie, en veillant notamment à le recalibrer aux points d'étranglement et à chaque contre-pente ; il pourra éventuellement être enherbé.



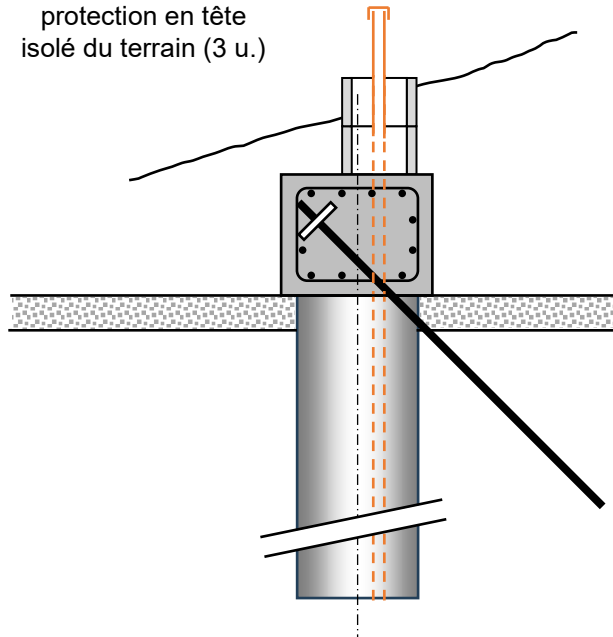
6.9 Suivi de l'ouvrage

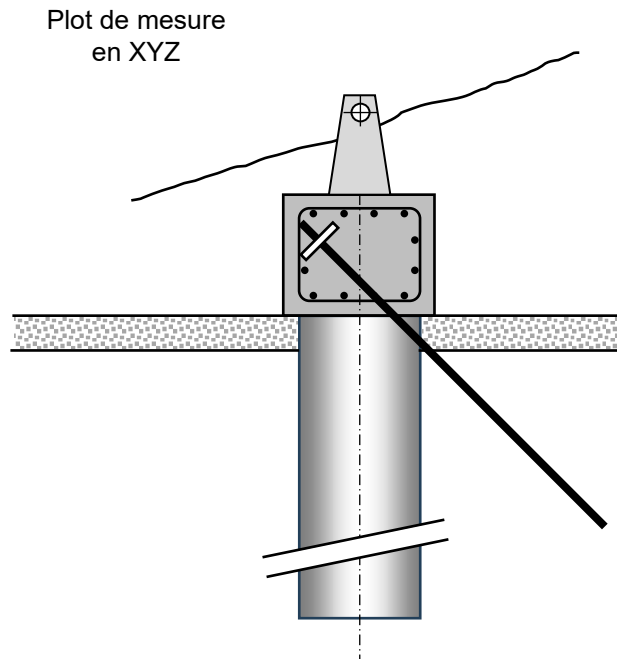
L'ouvrage sera équipé d'inclinomètres scellés dans 3 pieux régulièrement répartis le long du rideau afin d'en suivre le comportement pendant les premières années après la mise en service et après les épisodes pluvieux intenses. Sont également prévus quatre plots de suivi topographique.

2024 3 SP+I ne pourra pas être conservé ; I9 reste en service.



Inclinomètre dans
pieu avec capot de
protection en tête
isolé du terrain (3 u.)





7 ANALYSE DES RISQUES

Le mémoire de synthèse géotechnique [3][16] liste les principales incertitudes géotechniques à ce stade du projet pouvant influencer sur les conditions de réalisation des pieux et des ancrages.

1. **Le niveau de la nappe** mesuré en PZ3 (2014) est sujet à de fortes amplitudes ; le niveau en 2024 7 SC+PZ n'est mesuré que depuis quelques mois.

Le niveau de la nappe doit être confirmé par la poursuite du suivi mensuel des deux piézomètres. Ces variations de niveau ne devraient toutefois pas impacter sensiblement le déroulement des travaux, les terrains étant peu perméables.

2. **La présence de blocs rocheux** de taille pluridécimétrique au sein des colluvions ; les sondages Hydrogéotechnique de 2014 ont repéré de tels blocs mais pas les sondages Fondasol de 2024 ; un recensement exhaustif des obstacles avérés rencontrés en sondages est rappelé en Annexe 2.

Ce risque est pris en compte au stade de la conception par le choix de pieux forés tubés qui permettent le franchissement des plus gros blocs en ayant recours au trépan si nécessaire, par exemple (voir paragraphe 5.3).

3. **La topographie du toit du substratum** semble assez bien cernée mais des variations locales entre points de sondage ne peuvent être totalement écartées.

Ce risque est pris en compte au stade de la conception par un ancrage des pieux de 3 m dans le substratum, sensiblement supérieur à l'ancrage nécessaire. On estime que si le substratum était rencontré 1 m plus bas que prévu, une même réaction frontale du rideau (donc un même coefficient de sécurité) serait atteinte pour un déplacement de la masse glissée de quelques mm supplémentaire seulement (voir [17]). Les longueurs de scellement des ancrages ont également été prédimensionnées avec une certaine marge de sécurité.

Des adaptations seront nécessaires en cours de travaux si des variations de plusieurs mètres du toit du substratum sont constatées, ce qui reste peu probable.

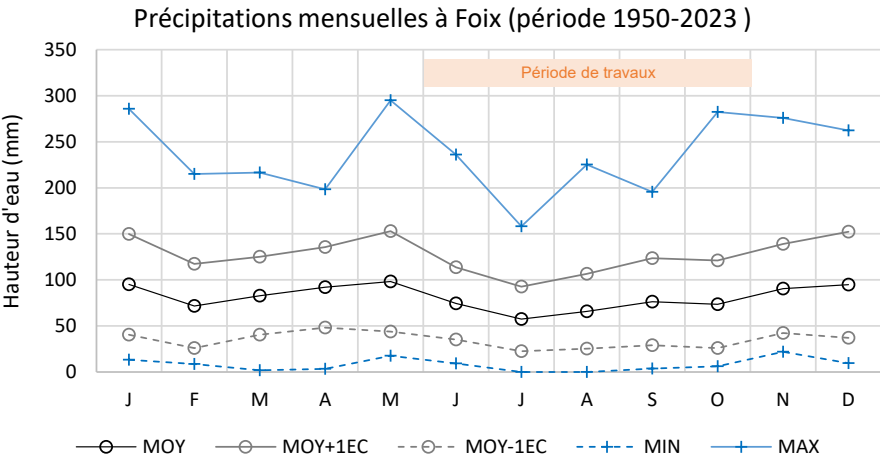
8 PLANNING DE TRAVAUX

On se reportera au document [5].

Les principaux enchaînements de tâches sont les suivants :

- Les essais de traction sur ancrages (essais préalables de conformité) ont lieu pendant la période de préparation après que les reconnaissances géotechniques complémentaires ont validé le choix du site retenu pour les essais – nécessairement à l'écart de la plateforme de travaux qui sera alors en cours de terrassement – et la profondeur du substratum.
- La foration des 42 pieux démarre dès l'achèvement de la plateforme ; une cadence moyenne sécuritaire de 1 pieux par jour est retenue à ce stade, intégrant l'aléa « rencontre de blocs rocheux » qui ne peut être écarté ; elle comprend le temps nécessaire à l'amenée et au repli de l'atelier.
- La foration des 41 ancrages démarre après qu'un tiers environ de la plateforme a été libéré par l'atelier de pieux ; la même cadence moyenne de 1 ancrages par jour est retenue, pour les mêmes raisons.
- La poutre de couronnement pourra commencer à être ferrillée, coffrée et coulée après que l'atelier de pieux a libéré la plateforme.
- Les travaux de démontage de la plateforme suivent la réalisation de la poutre de couronnement ; un délai d'une semaine est à respecter avant remodelage du terrain au-dessus du rideau.

La période de travaux la plus favorable s'étend de juin à octobre.



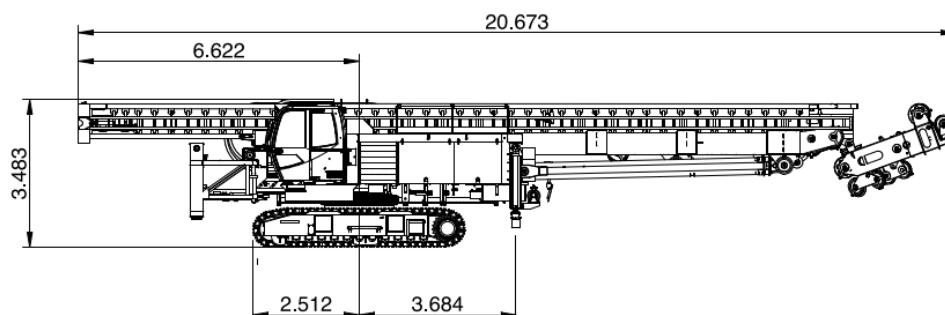
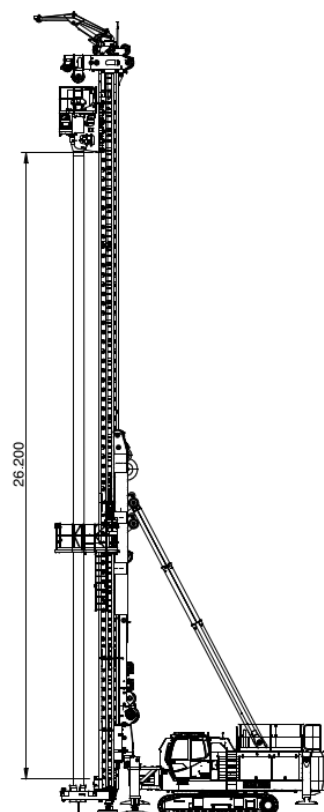
Annexe 1 Types de matériels envisagés pour les travaux

Foreuse de pieux

FUNDEX F2800 MULTIFUNCTIONAL FOUNDATION RIG

TECHNICAL SPECIFICATIONS		Metric		Imperial
Standard leader length	m	28	ft	91.8
Max. leader length (optional)	m	31	ft	101.7
Horizontal stroke leader	mm	1.200	in	47
Vertical stroke leader	m	15	ft	49.2
Operational weight (approx.)	ton	110	lb	242508
Transport weight	ton	63 - 68	lb	138891 - 149914
Engine	kW	405	hp	543
Total ballast weight	ton	20	lb	44092
Hydraulic				
Max. hydraulic flow (345 bar)	l/min	800	us gpm	211
Volume hydraulic tank	l	1.200	us gal	317
Winches				
Main winch 1 (95 ton pull-up)	ton	12	lbf	26455
Main winch 2 (40 ton pull-down)	ton	10	lbf	22046
Top jib winch	ton	6	lbf	13227
Auxiliary winch 1	ton	1.5	lbf	3307
Man lift winch (along the entire leader)	ton	0.9	lbf	1984
Leader winch	ton	15	lbf	33069
Rake positions				
Max. rake positions forwards		4 : 1 (14,0°)		
Max. rake positions backwards		3 : 1 (18,4°)		
Soil displacement drilling				
Max. diameter	mm	609	in	24
Max. diameter (grout injection)	mm	914	in	59
Max. casing length*	m	27	ft	88.5
Max. pile length*	m	25.5	ft	83.6
Continuous flight auger (CFA) drilling				
Max. auger diameter	mm	1.200	in	47
Max. auger length*	m	27	ft	88.5
Max. pile length*	m	25.5	ft	83.6
Piling				
Max. hammer weight	ton	12	lb	26455
Max. pile length* (dep. on hammer)	m	22.5	ft	73.8

* dimensions of application at max. leader length



FUNDEXEQUIPMENT.COM



F2800 multifunctional foundation rig

The IHC Fundex 2800, or more simply the F2800, is the medium size model in the range of IHC Fundex Equipment multifunctional foundation rigs. The F2800 is used for a variety of drilling and pile-driving methods such as soil displacement drilling, CFA drilling, cast-in-situ and pre-cast pile-driving.

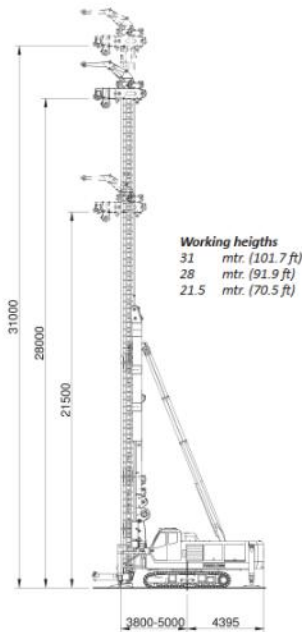
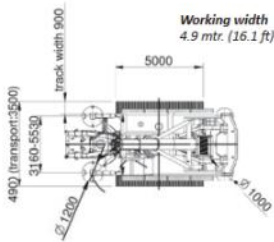
The advantages of the F2800 multifunctional foundation rig are:

- the extension pieces for the leader are fed in from the bottom, which is beneficial in limited spaces;
- stability is high thanks to having both front and rear supports as well as a low centre of gravity;
- the strong tubular leader is suitable for torque of 470 kNm over the entire length.

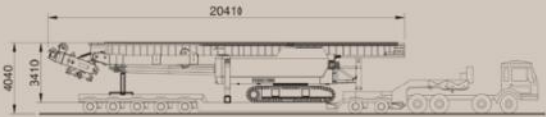
IHC Fundex F2800

Technical specifications F2800

Engine	DEUTZ V8
Engine power	600 hp / 440 kW
Hydraulic pump	Bosch-Rexroth, max. 550 - 700 l / min. at 320 bar
Winches	1x 15 tonnes (vertical movement of the leader) 1x 10 tonnes (pull up) 1x 10 tonnes (pull down or pile winch) 1x 6 tonnes (auxiliary winch for rotating JIB) 1x 1.5 tonnes (auxiliary winch) 1x 0.9 tonnes (lift winch)
Pull down capacity	40 tons
Pull up capacity	80 tons
Length of leader	minimum 21.5 metres (70.5 ft) standard 28 metres (91.9 ft) optional 31 metres (101.7 ft)
Sliding table	has travel of 1,200 mm (3.9 ft)
Transport weight	68 tons (149.914 lbs) incl. 1 ballast weight, excl. rotary head 63 tons (138.891 lbs) excl. ballast weight and excl. rotary head 50 tons (110.231 lbs) excl. ballast weight, tracks and rotary head
Specific options	a hydraulic rotating JIB with lifting capacity of 6 tons at the top of the leader.
General options	automatic greasing; hydraulically driven lift with remote control; monitoring and recording system for the drilling or pile-driving process; wireless camera system; remote diagnostics between the service department of IHC Fundex and the foundation rig; various under guidance possibilities.



Transport dimensions
(excl. pull down frame and front counterweight)
Length 20.4 mtr. (66.9 ft)
Width 3.5 mtr. (11.5 ft)
Height 3.5 mtr. (11.5 ft)



No rights may be derived from the specifications given in this brochure since changes to the specifications may be made at any time without notice as a result of product changes or updates. All specifications are stated with reservations for conversion or printing errors.

Foreuse d'ancrages

MC 15

Perforatrice idraulica cingolata
Hydraulic crawler drill

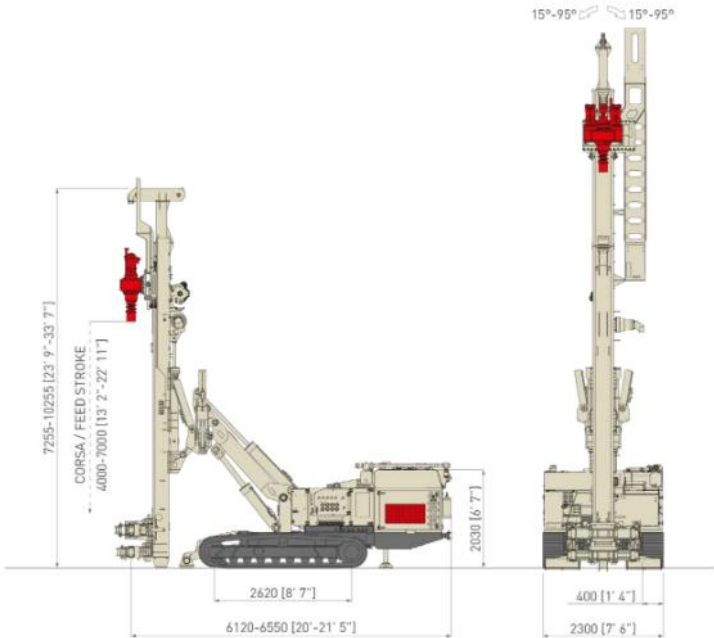


High Tech Line



MC 15

Allestimento Standard
Standard Set-Up



	m.s.	i.s.		
Potenza Motore Engine Power	kW	HP	119 - 129	160 - 173
Livello Emissioni Emission Level	-	-	Stage 3A / Tier 3 - Stage 5 / Tier 4 final (HT Line)	
Corsa Mast Mast Feed Stroke	mm	ft-in	4.000 - 7.000	13' 2" - 22' 11"
Forza di Spinta Feed Force	daN	lbs	8.000	17,985
Forza di Tiro Retract Force	daN	lbs	8.000	17,985
Coppia Rotary Rotary Torque Range	daNm	lb*ft	1.300 - 3.100	9,588 - 22,864
Giri Rotary Rotary Speed Range	rpm		101 - 350	
Serraggio Morse Clamp Range	mm	in	45 - 530	1" ¾ - 20" ¾
Peso Weight	kg	lbs	14.500 - 16.500	33,000 - 36,400

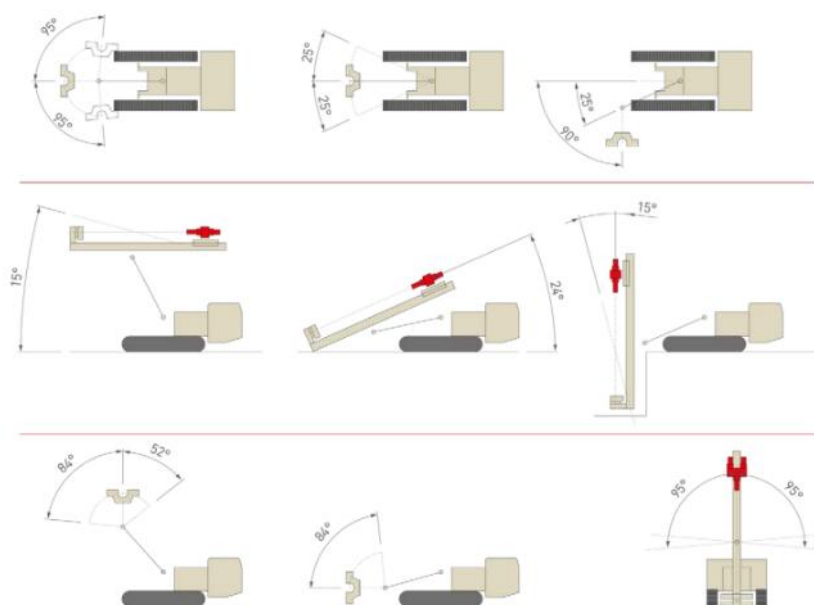
MC 15

Opzioni & Accessori
Options & Accessories

Carrello estrattore <i>Casing extractor</i>	PATENTED	Martello idraulico <i>Hydraulic drifter</i>
Sovrapattini in gomma per cingoli <i>Rubber shoes for steel tracks</i>		Testa vibro <i>Vibro rotary head</i>
Doppia testa <i>Double head</i>		Mandrino idraulico <i>Hydraulic chuck</i>
Argano idraulico <i>Hydraulic winch</i>		Prolunga e timer per jet grouting <i>Extension and timer for jet grouting</i>
Pompa fanghi <i>Mud pump</i>		Pompa schiumogeno <i>Foam pump</i>
Pompa a vite <i>Screw pump</i>		Lubrificatore di linea <i>D.T.H. lubricator</i>
Radiocomando <i>Remote radio control</i>		Gru idraulica <i>Hydraulic crane</i>
Caricatore 2/5/6/10 aste <i>2/5/6/10 rods carousel</i>		Cuffia fumi <i>Cuttings diverter</i>
Saldatrice/generatore <i>Welder unit/generator</i>		Kit lavaggio <i>Washing kit</i>
Kit pompa carico gasolio <i>Fuel filling pump kit</i>		Fari di lavoro <i>Work lights</i>
Saracinesca aria-elettro-idraulica <i>Electro-hydraulic air gate valve</i>		Kit CE <i>CE Marking kit</i>
Cingoli oscillanti <i>Oscillating tracks</i>		Sistema ComNect <i>ComNect System</i>



Movimentazione Mast Mast Movements



Dimensioni di Trasporto Transport Dimensions



www.comacchio.com



Comacchio s.r.l.
Via Callalta, 24/B - 31039 Riese Pio X (TV) (Italy)
Tel +39 0423 7585 - Fax + 39 0423 755592 - sales@comacchio.com

I dati tecnici sono indicativi e soggetti a modifiche senza preavviso. La scheda tecnica non riflette tutti i possibili allestimenti della macchina.
Specifications shown are only indicative and subjected to change without prior notice. This is a simplified data sheet that does not show all possible rig configurations.

Annexe 2 Obstacles avérés en sondages

Matériel	Type	Sondage	Description succincte	Classe obstacle avéré	Prof. début (m)	Prof. fin (m)
Sondeuse HYDROFORE 750 Taillant Ø115mm tubage Ø120/140mm des colluvions	Sondage destructif (SD)	PZ6 / I6	COLLUVIONS - Argile limoneuse marron beige SUBSTRATUM - Marne +/- argileuse gris noir		0 4,44	4,44 12
		PZ7 / I7	COLLUVIONS - Argile limoneuse marron beige SUBSTRATUM - Marne +/- argileuse gris noir		0 6,72	6,72 12,5
		PZ8 / I8	COLLUVIONS - Argile limoneuse marron beige SUBSTRATUM - Marne +/- argileuse gris noir		0 5,82	5,82 15
		PD1	qd = 1,3-14,2 Mpa - Refus à			12,2
		PD2	qd = 1,4-12,2 Mpa - Refus à			7,2
		PD3	qd = 1,3-3,2 Mpa - Refus à			5,8
Sondeuse HYDROFORE 200 & tran de tiges APAGEO	Sondage pénétrométriq ue (PD)	PD4	qd = 1,2-9,2 Mpa - Refus à			8,2
		SC1 / PZ1 / I1	REMBLAI - Remblai argileux avec qq graviers COLLUVIONS - Argiles vertes avec qq graviers centimétriques SUBSTRATUM - Argile/marne altérée SUBSTRATUM - Brèche grise à cailloutis centimétriques calcaires SUBSTRATUM - Marne		0 1,7 3,1 5,2 6,6	1,7 3,1 5,2 6,6 12,3
		SC2 / PZ2 / I2	REMBLAI - Remblai argileux à cailloutis REMBLAI - Remblai argileux à blocs calcaires REMBLAI - Remblai argileux à cailloutis COLLUVIONS - Argiles vertes avec qq graviers centimétriques SUBSTRATUM - Mélange de blocs, argile, cailloutis et marne noire SUBSTRATUM - Marne		0 2,75 3 3,9 5,7 6,1	2,75 3 3,9 5,7 6,1 14
		SC3 / PZ3 / I3	REMBLAI - Argile à cailloux et blocs calcaires D = 300 mm REMBLAI/COLLUVIONS - Argile à cailloux et blocs calcaires D = 150 mm COLLUVIONS - Argile à cailloutis calcaires COLLUVIONS - Argile à graviers et blocs calcaires COLLUVIONS - Argile à cailloutis calcaires COLLUVIONS - Argile à graviers et blocs calcaires centimétriques SUBSTRATUM - Marne	2 1 1 1 1 1	0 2,3 5,5 11,6 14,6 15,6 16,1	2,3 5,5 11,6 14,6 15,6 16,1 20
Sondeuse HYDROFORE 750 Tubage Ø120/140mm dans remblais et colluvions Carottier roto- perçusion dans remblais et colluvions Carottier rotatif dans substratum	Sondage carotté (SC)	SC4 / PZ4 / I14	COLLUVIONS - Argile à quelques cailloux calcaires SUBSTRATUM - Marne		0 4,5	4,5 15
		SC5 / PZ5 / I15	COLLUVIONS - Argile à cailloutis calcaires (non visibles sur les photos : cm à dm ?) SUBSTRATUM - Marne	1	0 5,4	5,4 15,2
		2024 7 SC+PZ	REMBLAI/COLLUVIONS - Argile graveleuse D = 100 mm COLLUVIONS - Argile graveleuse SUBSTRATUM - Marne	1	0 7,5 13,2	7,5 13,2 20
		PM1	REMBLAI - Argile limoneuse à cailloux et blocs calcaires (D=300mm) REMBLAI OU COLLUVIONS ? - Argile à cailloux et blocs calcaires (D=150mm)	2 1	0 2,3	2,3 4
		PM2	REMBLAI - Argile limoneuse varvée gris-vert-beige-orange à radicelles et quelques cailloux REMBLAI - Argile à racines et radicelles en décomposition à quelques cailloux (D=80mm) COLLUVIONS - Argile limoneuse varvée gris-vert-beige-orange SUBSTRATUM - Argile marneuse à marne argileuse à passages grésifiés	1	0 0,5 1,7 2,4	0,5 1,7 2,4 2,5
		PM3	REMBLAI - Argile limoneuse à cailloux, graviers et blocs (D=500mm) REMBLAI - Argile limoneuse à graviers et blocs (D=200mm) COLLUVIONS - Argile limoneuse à cailloux et blocs de marne noire (localement blocs grésifiés) SUBSTRATUM ALTÈRE - Argile marneuse à débits en blocs devenant de plus en plus dur (marne noire) SUBSTRATUM - Marne	3 1 4 4,6 5,4	0 2,1 4 4,6 5,4	2,1 4 4,6 5,4 5,6
		PM4	REMBLAI - Argile limoneuse à cailloux, blocs et galets (D=1000mm) ANCIENNE BASE DRAINANTE - Grave 0-200 mm SUBSTRATUM - Marne	3 2	0 1,7 2,1	1,7 2,1 2,4
		PM5	TERRE VEGETALE COLLUVIONS - Argile limoneuse à cailloux et blocs calcaires (D=200mm) COLLUVIONS - Argile limoneuse à cailloux et blocs calcaires (D=600mm)	2 3	0 0,4 1,1	0,4 1,1 4
		PM6	REMBLAI - Argile limoneuse à graviers et blocs d'origines diverses (D=150mm) COLLUVIONS - Argile limoneuse à quelques blocs et cailloux calcaires (D=100mm) SUBSTRATUM ALTÈRE - Argile limoneuse à blocs de marnes gris noir très friables	1 1	0 2,2 3,5	2,2 3,5 4,5
		PM7	REMBLAI - Argile limoneuse à cailloux, blocs d'origines diverses (D=800mm)	3	0	4
Pelle de 13 Tmunie d'un godet de 80 cm	Puits à la pelle mécanique (PM)	PM8	Graviers, cailloux et blocs à matrice sablo argileuse gris-vert-noir - REMBLAI COLLUVIONS - Argile limoneuse à graviers, cailloux et blocs calcaires (D=400mm)		0 1,3	1,3 4
		PM9	REMBLAI - Argile limono-sableuse à graviers, cailloux, blocs et à radicelles ANCIENNE BASE DRAINANTE - Grave 0-200 mm COLLUVIONS - Argile limoneuse à quelques cailloux calcaires	2	0 0,4 1,6	0,4 1,6 4
		PM10	TERRE VEGETALE - Argile limoneuse à cailloux, racines et radicelles COLLUVIONS - Argile limoneuse à quelques gros blocs calcaires		0 0,9	0,9 2
		PM11	REMBLAI - Argile limoneuse à racines et débris anthropiques COLLUVIONS - Argile limoneuse à quelques cailloux calcaires		0 0,5	0,5 4
		2024 1 SP	Argile à légères inclusion rocheuses Argile à forte inclusion rocheuse Argile à légère inclusion rocheuse Argile à inclusion calcaire Argile à inclusion rocheuse Argile marneuse SUBSTRATUM - Marne		0 4 6 7,5 9 13,5 14,5	4 6 7,5 9 13,5 14,5 19
		2024 2 SP	TERRE VEGETALE - Argile avec bloc rocheux Argile à fine inclusion rocheuse Argile légèrement sableuse Argile à quelques inclusions rocheuses Argile marneuse SUBSTRATUM - Marne		0 0,8 3,5 9 13,5 15,5	0,8 3,5 9 13,5 15,5 19
		2024 3 SP	REMBLAI - Grave calcaire et argile Argile avec inclusion de roche calcaire SUBSTRATUM - Marne		0 8,2 13,5	8,2 13,5 21
		2024 4 SP	REMBLAI - Argile à petit bloc rocheux Argile marron Argile marron à petit blocs rocheux et inclusion rocheuse Argile marron clair SUBSTRATUM - Marne		0 0,7 4 5 8	0,7 4 5 8 16
		2024 5 SP	REMBLAI - Argile et bloc calcaire Argile marron assez compact Argile à inclusions calcaire Argile sableuse légèrement graveleuse Argile marron clair à grave rocheuse Argile grise avec passages de bloc rocheux SUBSTRATUM - Marne		0 0,8 4,5 7,5 9,5 12,5 16	0,8 4,5 7,5 9,5 12,5 16 22
		2024 6 SP	REMBLAI - Argile avec inclusion de roches calcaire Argile avec inclusion de roche calcaire SUBSTRATUM - Marne		0 7,3 16,2	7,3 16,2 20
Foreuse EMCI 7.5 et EMCI 14.5 & tarière de 63 mm	Sondage destructif pour essais pressiométriques (SP)	2024 8 SP	Argile Argile à inclusion calcaire Argile légèrement sableuse Argile marneuse SUBSTRATUM - Marne		0 4,5 6,5 8,5 10,5	4,5 6,5 8,5 10,5 17,5



De 4,80 m à 5,80 m
De 5,80 m à 6,80 m



De 2,00 m à 3,00 m



De 5,70 m à 6,70 m
De 6,70 m à 7,70 m



De 0,00 m à 1,00 m
De 1,00 m à 2,00 m



De 4,00 m à 5,00 m
De 5,00 m à 6,00 m

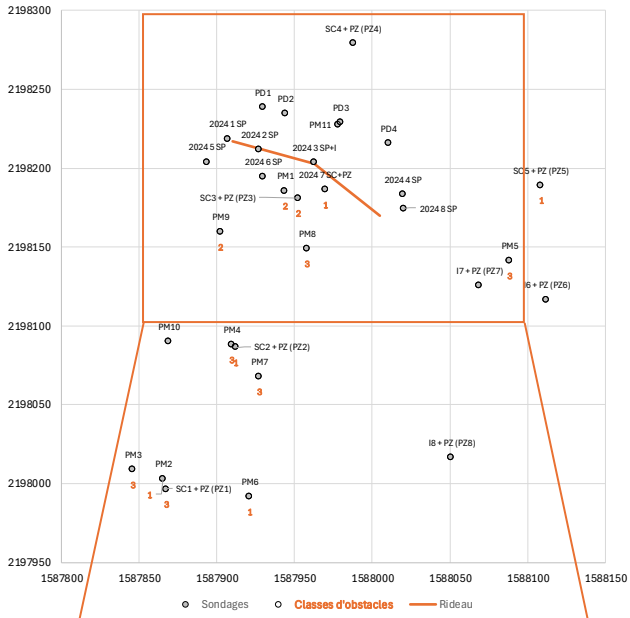


De 11,60 m à 13,00 m
De 13,00 m à 14,50 m

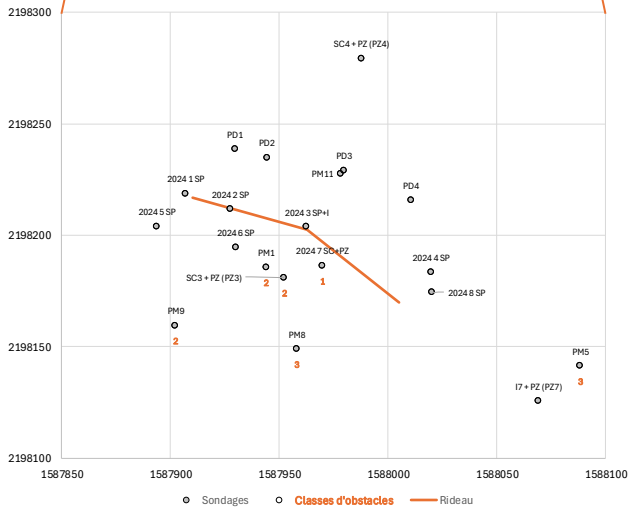


De 14,50 m à 15,80 m
De 15,60 m à 16,80 m

Obstacles avérés en sondage



Obstacles avérés en sondage



Volume Σ PM (m3) = 41
Linéaire Σ SC (m) = 52

Nb en PM	Fréq. Est. PM	Nb en SC	Fréq. Est. SC
5	1 u/m ³	7	0,15 u/ml
4	0,25 u/m ³	1	0,02 u/ml
5	0,125 u/m ³	1	0,02 u/ml

Fréq. Est. PM Fréq. Est. SC
0,98 0,135
0,20 0,019
0,12 0,019

Classes d'obstacles avérés (PM & SC)	
1	Bloc < 100 mm
2	100 mm < Bloc < 300 mm
3	Bloc > 300 mm ; Banc dur