



Rapport d'Étude Géotechnique

PARIS 10

1 Avenue Claude Vellefaux

Hôpital Saint Louis

N° AFFAIRE		18570				MISSION :	G2 AVP
INDICE	DATE	ETABLI PAR	VERIFIE PAR	NBRE DE PAGES		MODIFICATIONS / OBSERVATIONS	APPROUVE PAR
				Texte	Annexes		
0	05/06/23	Aléandra TRIAUX 	Laurent SCHMITT 	11	13	PREMIERE DIFFUSION	Olivier BARNOUD
A							
B							

SOMMAIRE

I.	GENERALITES	3
II.	RESULTATS DE LA CAMPAGNE	4
II.1	Risques naturels.....	4
II.2	Résultats lithologiques	4
II.3	Résultats mécaniques.....	5
II.4	Résultats reconnaissance de fondation.....	5
III.	INTERPRETATION.....	6
III.1	Mesures vis-à-vis des risques naturels	6
III.2	Fondations.....	6
	CONDITIONS D'UTILISATION DU PRESENT DOCUMENT	9
	CLASSIFICATION ET ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....	10

ANNEXES :

Plan d'implantation des sondages

Sondages et fouilles

I. GENERALITES

À la demande et pour le compte de l'APHP, nous avons exécuté des reconnaissances de sol dans l'enceinte de l'Hôpital Saint-Louis situé 1 Avenue Claude Vellefaux à Paris 10.

Le projet envisagé est la création d'un bâtiment en RdC (*emprise* $\approx 150\text{ m}^2$) dans l'enceinte de l'Hôpital Saint Louis au 1 Avenue Claude Vellefaux à Paris 10^{ème}.

Cette étude est réalisée dans le cadre du marché à bons de commande n°2018 ACHC 186720.

Nous avons réalisé :

- **SP1 et SP2 :** 2 sondages pressiométriques descendus à 20 m de profondeur, forés en destructif avec enregistrement continu des paramètres de forage (*pression sur l'outil, pression d'injection, couple de rotation et vitesse d'avancement*) et essais pressiométriques tous les mètres de 1 m à 8 m, puis tous les 1 m 50.

Ces sondages ont été prolongés en destructif jusqu'à 50 m de profondeur avec enregistrement continu des paramètres de forage.

Le forage SP1 a été réalisé et équipé en PVC Ø 52/60 mm pour diagraphie gamma-ray toute hauteur.

- **T3 :** 1 sondage à la tarière descendu à 8 m de profondeur.
- **F4 :** 1 fouille manuelle de reconnaissance de fondation de l'existant.

Le plan d'implantation des sondages, et l'ensemble des résultats sont joints en annexe du présent rapport.



II. RESULTATS DE LA CAMPAGNE

II.1 Risques naturels

Le projet est situé à proximité d'anciennes exploitations à ciel ouvert de 3^{ème} masse de gypse référencées dans l'atlas de l'Inspection Générale des Carrières, mais à priori non concerné.

Le projet est en revanche situé dans la zone définie par arrêté interpréfectoral nécessitant la recherche systématique par forages profonds de phénomènes de dissolution de gypse antéludien.

II.2 Résultats lithologiques

La coupe de sol mise en évidence par les sondages est la suivante :

- Terre Végétale
 - Sable limoneux brun grisâtre à cailloutis divers
 - Limon sableux beige à cailloutis
 - Marne sableuse beige
 - Sables de Beauchamp
 - Marnes et Caillasses
 - Calcaire Grossier
- } Remblais
- Marno-calcaire de Saint-Ouen
- } Non reconnus à la tarière mais par diagraphie gamma-ray

Soit les profondeurs en mètres au droit des sondages :

	SP1/T3 m
Terre végétale	0,00
Remblais	0,50
Marno-calcaire de Saint-Ouen	3,80
Sables de Beauchamp	16,50
Marnes et Caillasses	28,80
Calcaire Grossier	49,50
	> 50,00

** par interprétation des paramètres d'enregistrement et de la diagraphie gamma-ray.*

II.3 Résultats mécaniques

L'analyse des résultats mécaniques a permis de caractériser les différents terrains traversés, à savoir :

- Dans les **Remblais** ; les compacités sont faibles, avec :

$$2,2 \leq E \leq 10,1 \text{ MPa} / E_{\text{moyen}} \approx 6,9 \text{ MPa}$$
$$0,28 \leq PI^* \leq 0,59 \text{ MPa} / PI^*_{\text{moyen}} \approx 0,48 \text{ MPa}$$

- Dans le **Marno-calcaire de Saint-Ouen** ; les compacités sont bonnes dans l'ensemble, avec :

$$26,5 \leq E \leq 128,0 \text{ MPa} / E_{\text{moyen}} \approx 57,7 \text{ MPa}$$
$$1,66 \leq PI^* \leq (> 5,00) \text{ MPa} / PI^*_{\text{moyen}} \approx 3,40 \text{ MPa}$$

Il existe un passage de plus faible compacité où $E = 8,5 \text{ MPa}$ et $PI^* = 0,51 \text{ MPa}$ à 14m de profondeur.

- Dans les **Sables de Beauchamp** ; les compacités sont correctes à bonnes, avec :

$$16,5 \leq E \leq 167,1 \text{ MPa} / E_{\text{moyen}} \approx 104,5 \text{ MPa}$$
$$1,50 \leq PI^* \leq (> 5,00) \text{ MPa} / PI^*_{\text{moyen}} \approx 4,20 \text{ MPa}$$

Les sondages profonds rencontrent des formations de bonnes à très bonnes compacités en moyenne toute hauteur à l'exception de passages dits « d'anomalie » où les vitesses d'avancement (VA) sont élevées pour une chute des pressions sur l'outil (PO).

Les principales anomalies rencontrées en forage, au-delà des remblais, sont répertoriées ci-après :

Sondage	Profondeur anomalie (en m)	Hauteur anomalie	Observations	Formations rencontrées / Hauteur cumulée
SP1	29,40 à 30,00	0 m 60	Passage décomprimé	MC → 0 m 60
SP2	13,30 à 14,70	1 m 40	Zone très décomprimée	SO → 1 m 40
	28,30 à 28,50	0 m 20	Passage très décomprimé	MC → 0 m 20

Par analyse couplée de la diaggraphie gamma-ray et des anomalies rencontrées, il est à noter que :

- Les anomalies moyennement profondes rencontrées au sein du Marno-calcaire de Saint-Ouen coïncident en altimétrie avec des passages de faible émission radioactive. Il s'agit donc **probablement de phénomènes de dissolution de gypse antéludien**.
- Les anomalies profondes rencontrées au sein des Marnes et Caillasses coïncident en altimétrie avec des passages de faibles émissions radioactives. Il s'agit donc **probablement de phénomènes de dissolution de gypse antéludien**.

II.4 Résultats reconnaissance de fondation

Une fouille manuelle de reconnaissance de fondation a été réalisée au droit du bâtiment mitoyen depuis le sous-sol.

- **F4** : met en évidence un mur en meulière reposant sur du béton grossier sans débord dont l'assise n'a pas été rencontrée à -1m30/TN.



III. INTERPRETATION

Le projet envisagé est la création d'un bâtiment en RdC (*emprise* $\approx 150 \text{ m}^2$) dans l'enceinte de l'Hôpital Saint Louis au 1 Avenue Claude Vellefaux à Paris 10^{ème}.

III.1 Mesures vis-à-vis des risques naturels

Le projet est situé à proximité d'anciennes exploitations à ciel ouvert de 3^{ème} Masse de Gypse référencées sur les feuilles n°29-38 et 30-39 de l'Atlas de l'Inspection Générale des Carrières dont l'épaisseur des Remblais atteint 10 m 50 environ.

Au regard de la localisation du projet sur le site de l'hôpital, ce dernier n'est pas concerné par ces exploitations.

En revanche, le projet est localisé dans la zone définie par arrêté interpréfectoral nécessitant la recherche systématique par forages profonds de phénomènes de dissolution de gypse antéludien jusqu'au toit du Calcaire Grossier.

Les sondages profonds réalisés rencontrent des anomalies de 2 types :

- Celles peu profondes à moyennement profondes correspondant à des terrains décomprimés au sein du Marno-calcaire de Saint Ouen correspondant probablement à des phénomènes de dissolution de gypse antéludien.
- Celles profondes correspondant probablement à des phénomènes de dissolution de gypse antéludien au sein des Marnes et Caillasses.

Compte tenu du faible nombre d'anomalies rencontrées, de leur épaisseur, de la profondeur à laquelle elles ont été mise en évidence et de l'absence de vide franc, des travaux spécifiques de type injection gravitaire/clavage ne sont pas à prévoir au droit du projet.

III.2 Fondations

Compte tenu des formations rencontrées et de leurs caractéristiques mécaniques mesurées, on retiendra une solution de fondations profondes de type pieux ou micropieux dont la fiche sera fonction des charges à reprendre.

On réalisera par exemple des micropieux de type II correspondant à la catégorie 18 / classe 1bis de la norme NF P 94-262.

La portance d'un micropieu travaillant en compression est calculée avec la formule générale suivante définissant la valeur de résistance de frottement axial :

$$R_s = P_s \times \int_0^D q_s(z) dz$$

Avec P_s le périmètre du fut du pieu et D la longueur de frottement dans le sol.

La valeur de calcul de la portance $R_{c;d}$ pour un micropieu en compression est définie par :

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_c = R_{s;k} / \gamma_s$$

où :

$R_{c;k}$ = valeur caractéristique de la portance

$R_{s;k}$ = valeur caractéristique de la résistance de frottement axial

Pour un dimensionnement aux **États Limites de Service (E.L.S)**, on détermine la valeur de calcul de la charge de fluage en compression ($R_{c;cr;d}$) à partir de la valeur caractéristique de la charge de fluage en compression ($R_{c;cr;k}$) affecté d'un facteur partiel de résistance γ_{cr} par la relation suivante :

$$R_{c;cr;d} = R_{c;cr;k} / \gamma_{cr}$$

Aux ELS – combinaison caractéristique, γ_{cr} vaut 0,9 en compression et 1,1 en traction et aux ELS quasi-permanents 1,1 en compression et 1,5 en traction.

La valeur caractéristique de la charge de fluage en compression ($R_{c;cr;k}$) est déterminée à partir de la valeur caractéristique de la résistance de frottement axial ($R_{s;k}$), selon la relation suivante :

$$R_{c;cr;k} = 0,7 R_{s;k}$$

Les paramètres de frottement ont été déterminés selon la procédure dite du « modèle de terrain », $R_{s;k}$ est défini par :

$$R_{s;k} = \sum A_{s;ji} q_{s;ji;k} \text{ où } q_{s;ji;k} = \frac{q_{s;ji}}{\gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}}$$

Ainsi, par exemple dans le cas du choix d'un micropieu type II (*classe 1, catégorie 18 de la norme NF P 94-262*) dont les coefficients de modèle sont $\gamma_{R;d1} = 2,00$ en compression pour les micropieux ancrés dans les marnes et $\gamma_{R;d1} = 1,4$ en compression pour les micropieux ancrés dans les sables.

Enfin, $\gamma_{R;d2} = 1,1$ dans tous les cas (*Annexe F tableau F.2.1 de l'amendement A1*), on pourra retenir la coupe type suivante :

Couche de sol	Base de la couche	Catégorie de sol	E_M (MPa)	Pl_e (MPa)	Frottement latéral			
					$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	Courbe	f_{sol} (kPa)	$q_{s;ji}$ (kPa)
Remblais	4,00	Sols intermédiaires	6,0	0,45	-	-	-	-
Marno-calcaire de Saint Ouen	17,00	Marnes	57,0	3,40	1,5	Q ₄	107	161
Sables de Beauchamp	29,00	Sables	100,0	4,00	1,4	Q ₂	99	90

(1) : la valeur de k_p sera fonction de l'ancrage réel. La valeur donnée considère un encastrement effectif $D_{ef}/B > 5$.

La valeur de frottement dans les sables est plafonnée à 90kPa.

Les calculs ont été effectués à partir des paramètres de dimensionnement indiqués ci-dessus, soit à titre d'exemple :

un micropieu de Ø150 m descendu à 12 m de profondeur (*soit 8 m de fiche*) dans le Marno-calcaire de Saint-Ouen reprendrait comme charges :

	ELS _{QP}	ELS _{CARA}	ELU _{FOND}
	175 kN	214 kN	250 kN
soit environ	17 tonnes	21 tonnes	25 tonnes

Les micropieux ne devront pas descendre en dessous de 12m de profondeur afin de ne pas solliciter la zone décomprimée mise en évidence à partir de 13m de profondeur au droit du sondage SP2.

À ce stade, il n'a pas été retenu de frottement négatif ni d'effet de groupe. Les armatures des micropieux devront être réalisées en fonction des efforts et des moments qu'ils devront reprendre.

Les moyens d'exécution seront tels qu'ils ne provoquent pas de désordres aux avoisinants et les techniques d'exécution devront permettre de traverser des bancs de forte compacité mis en évidence au sein du Marno-calcaire de Saint Ouen.

Les armatures devront être munies de centreurs en nombre suffisant pour assurer un bon centrage et un enrobage suffisant des aciers.

La contrainte dans l'armature métallique des micropieux sera limitée conformément à l'Eurocode.

Une vérification des micropieux au flambement et le calcul du raccourcissement élastique seront calculés à partir des charges et armatures définitives.

Compte tenu de la présence de remblais, le dallage sera porté par les fondations.

Dans tous les cas, il conviendra de tenir compte dans le dimensionnement des fondations la présence du sous-sol et des fondations mitoyennes dont il conviendra de reconnaître le mode de fondation et le niveau d'assise au plus tôt.



CONDITIONS D'UTILISATION DU PRESENT DOCUMENT

1. **Géotechnique Appliquée Ile de France** ne peut être en aucun cas tenu à une obligation de résultats car les prestations d'études et de conseil sont réputées incertaines par nature, **Géotechnique Appliquée Ile de France** n'est donc tenu qu'à une obligation de moyens.
2. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourront en être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la Société Géotechnique Appliquée Ile de France. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.
3. Toute modification du projet initial concernant la conception, l'implantation, le niveau ou la taille de l'ouvrage devra être signalée à **Géotechnique Appliquée Ile de France**. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caducs certains éléments ou la totalité des conclusions de l'étude.
4. Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, **Géotechnique Appliquée Ile de France** a été amenée dans le présent document à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son Maître d'Œuvre de communiquer par écrit ses observations éventuelles à **Géotechnique Appliquée Ile de France**, sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à **Géotechnique Appliquée Ile de France** d'avoir établi son étude pour le projet décrit dans le présent document.
5. Des éléments nouveaux mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de *reconnaissance (par exemple : failles, remblais anciens ou récents, cavene de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau, pollution, etc.)* peuvent rendre caduques les conclusions du présent document en tout ou en partie.

Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux (*éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc.*) doivent être immédiatement signalés à **Géotechnique Appliquée Ile de France** pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.
6. Pour les raisons développées au § 4, et sauf stipulation contraire explicite de la part de **Géotechnique Appliquée Ile de France**, l'utilisation de la présente étude pour chiffrer, à forfait ou non, le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de **Géotechnique Appliquée Ile de France**. Une mission G2PRO minimum est nécessaire pour estimer des quantités, coûts et délais d'ouvrages géotechniques.
7. **Géotechnique Appliquée Ile de France** ne pourrait être rendu responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.
8. Il est vivement recommandé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou à l'Entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premiers pieux ou puits, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite est normalement prévue par **Géotechnique Appliquée Ile de France** lorsqu'elle est chargée d'une mission spécifique G4 de suivi de l'exécution des travaux de fondations. Le client est alors prié de prévenir **Géotechnique Appliquée Ile de France** en temps utile.

Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte-rendu.
9. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (*qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF*) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.
10. Le Maître d'Ouvrage devra informer **Géotechnique Appliquée Ile de France** de la Date Réelle d'Ouverture du Chantier (*DROC*) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même il est tenu d'informer **Géotechnique Appliquée Ile de France** du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-Projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise		A la charge du maître d'ouvrage		
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (*étapes 1 à 3*) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (*étape 2*). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (*première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols)*).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (*terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants*), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (*valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier*), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (*terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants*), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (*dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel*).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) / ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (*calculs justificatifs*) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (*phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles*).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (*le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats*).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (*par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre*) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (*étape 2 et/ou 3*).

ANNEXES

Plan d'implantation des sondages

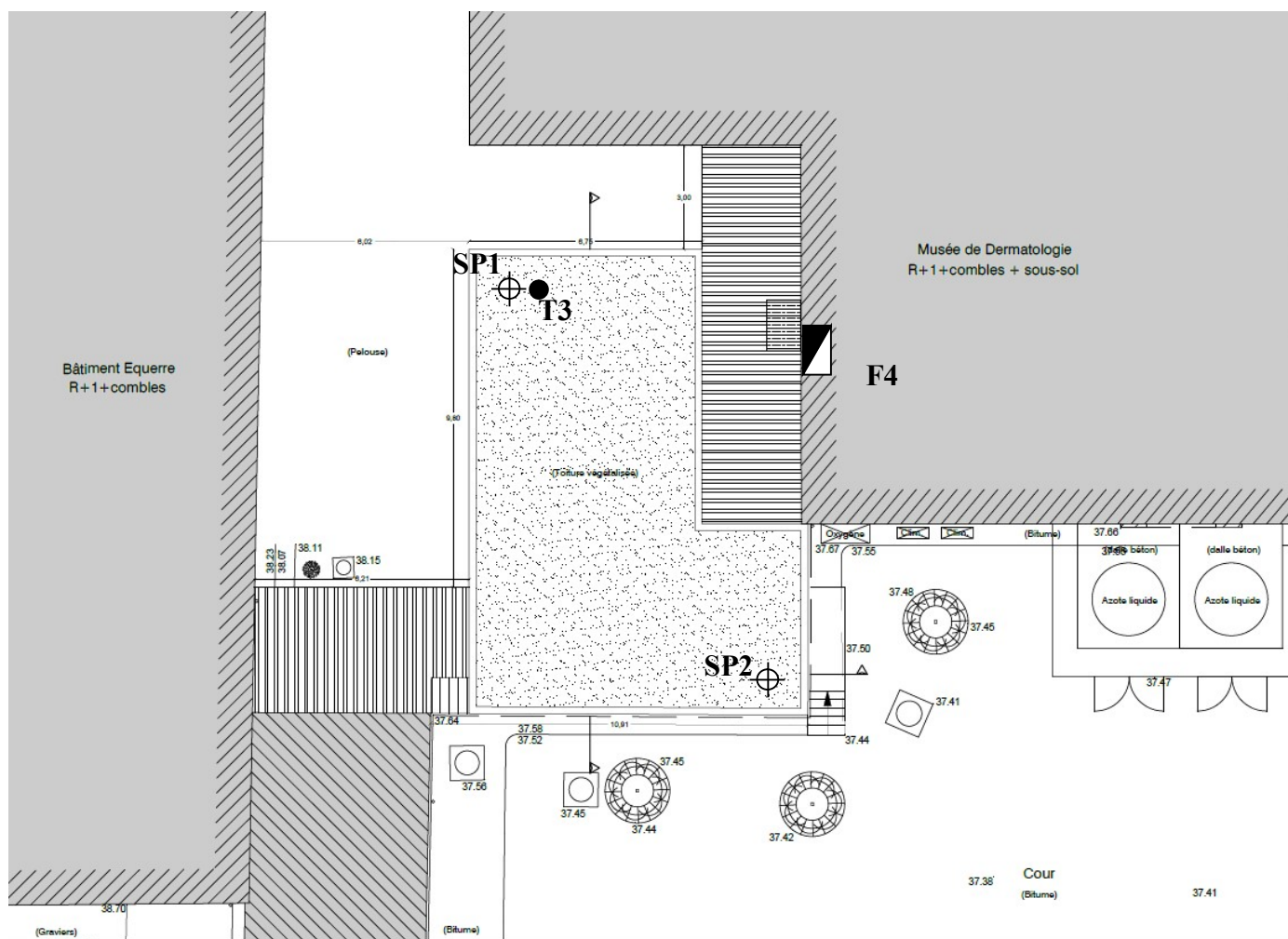
Sondages et fouilles

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



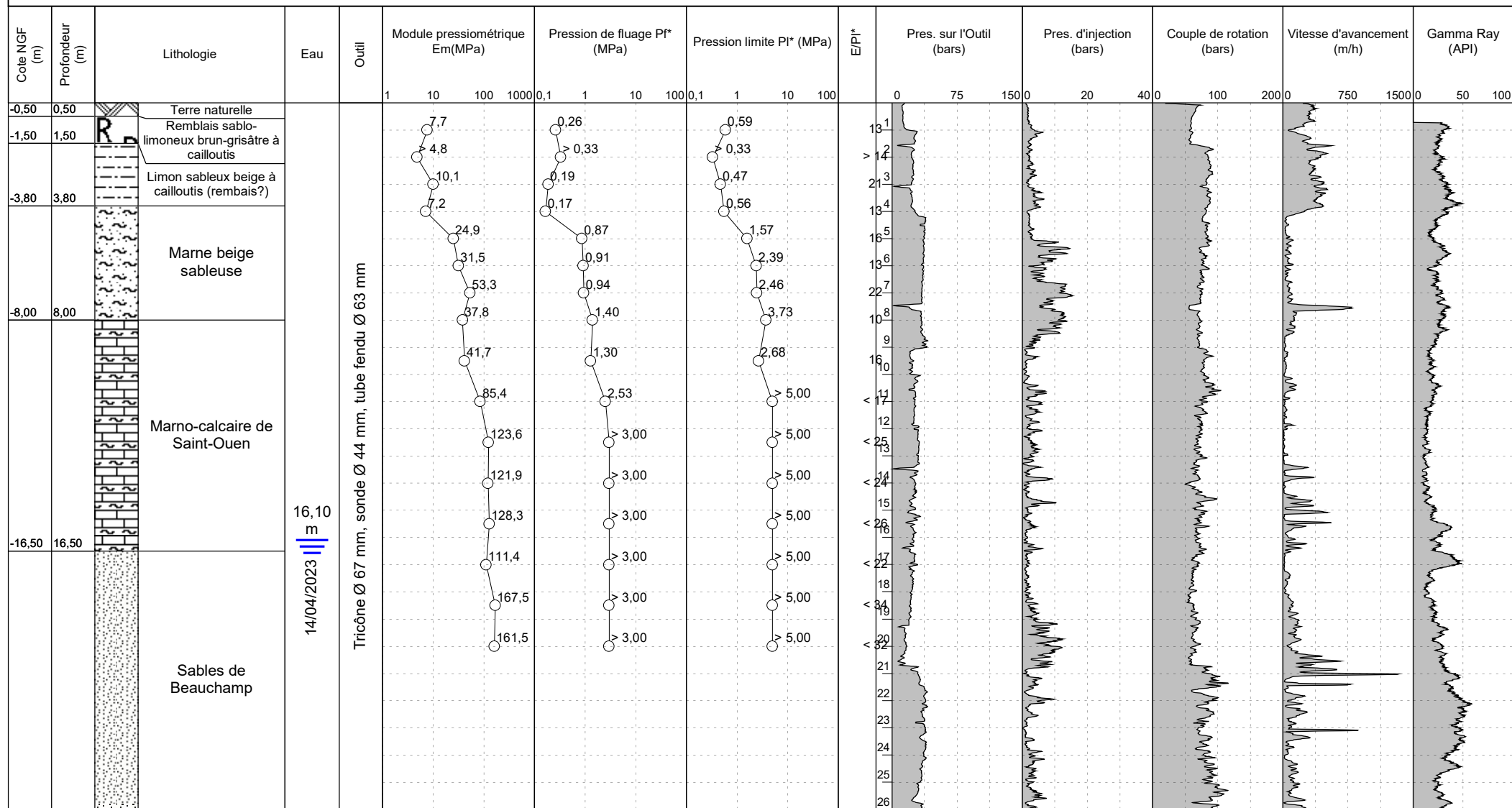
Légende :

- ⊕ Sondage pressiométrique
- Sondage tarière
- ▢ Fouille



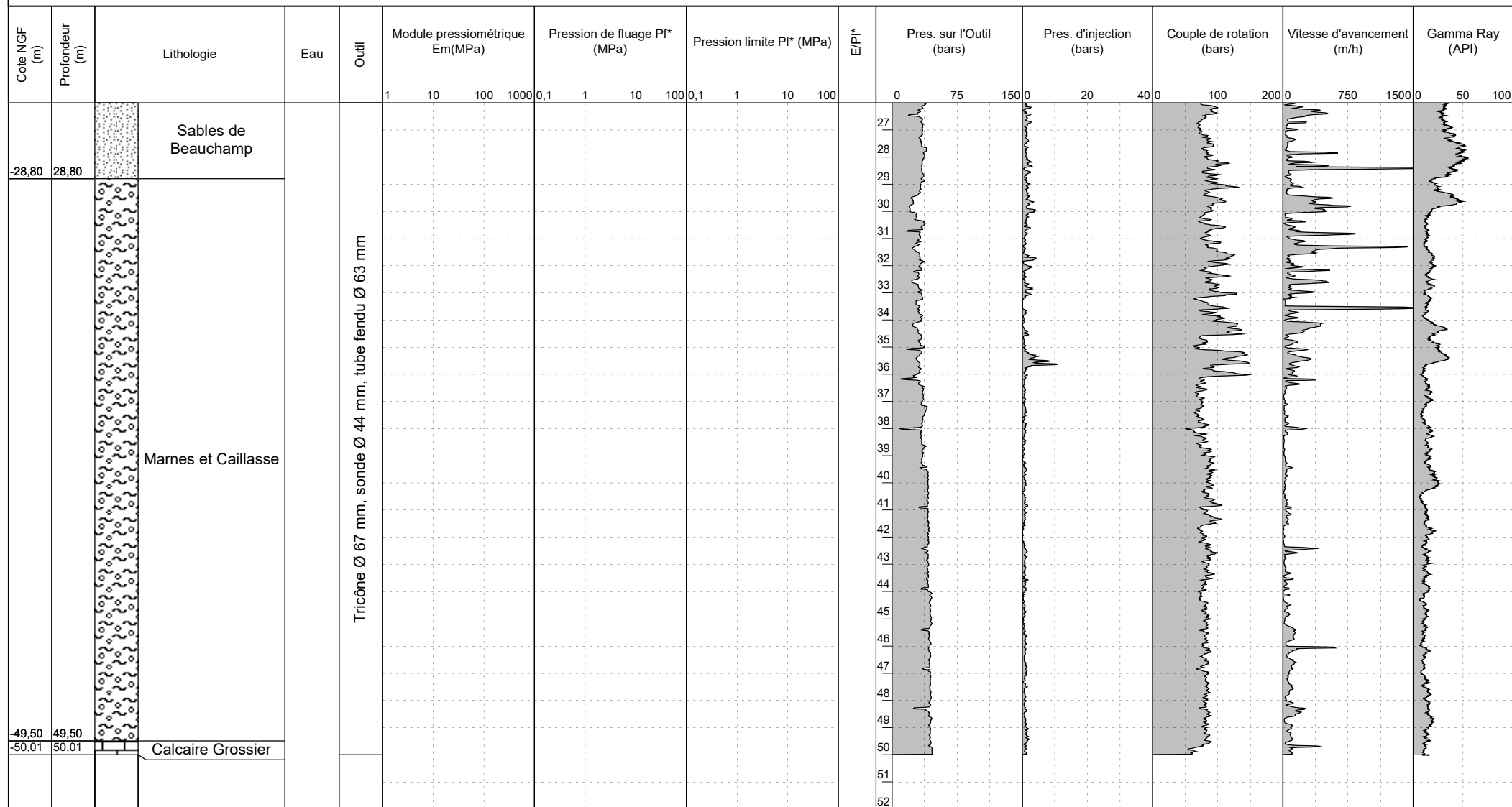
SONDAGES ET FOUILLES





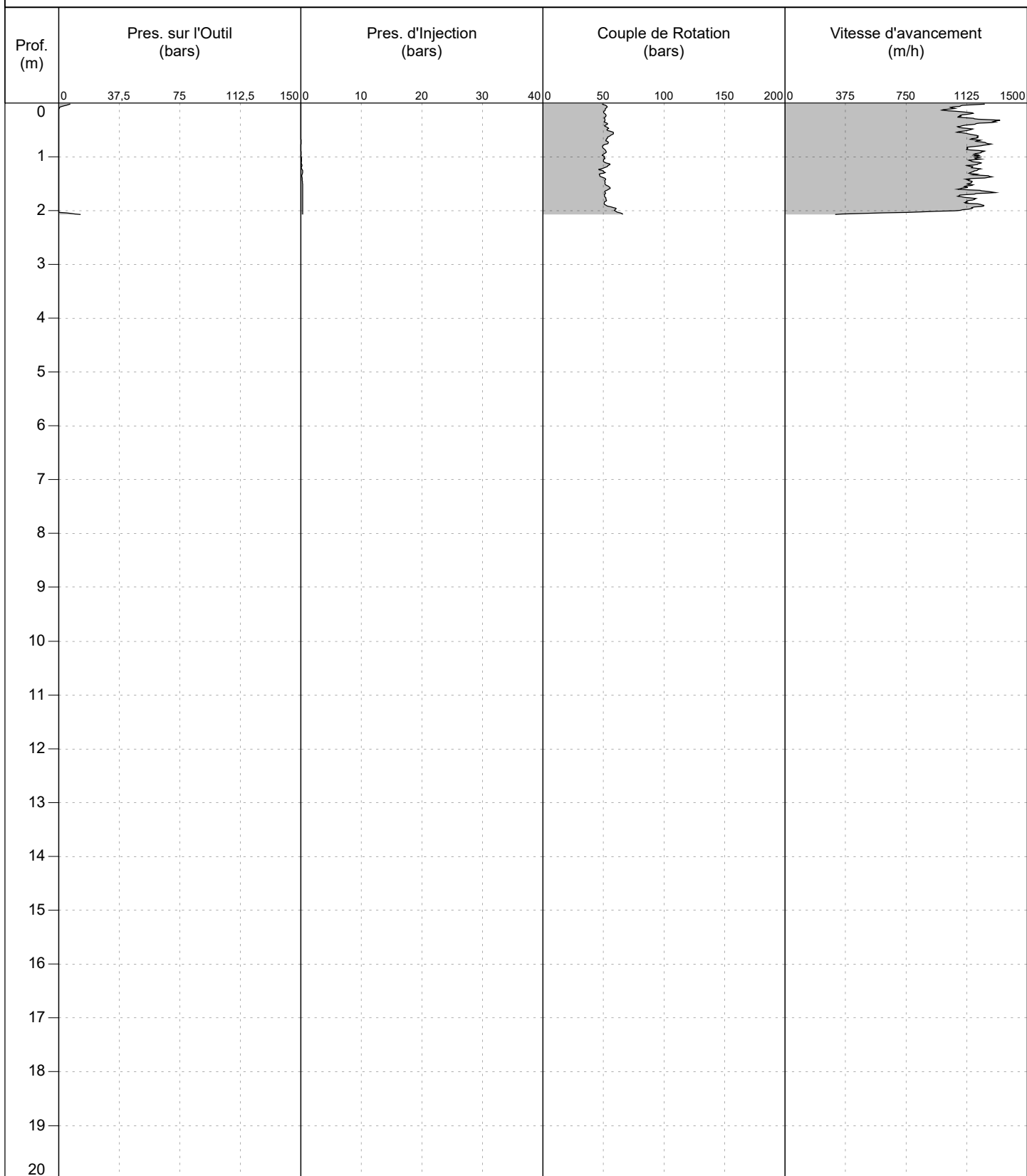
Observations :

Perte d'injection à 30.10 m de profondeur



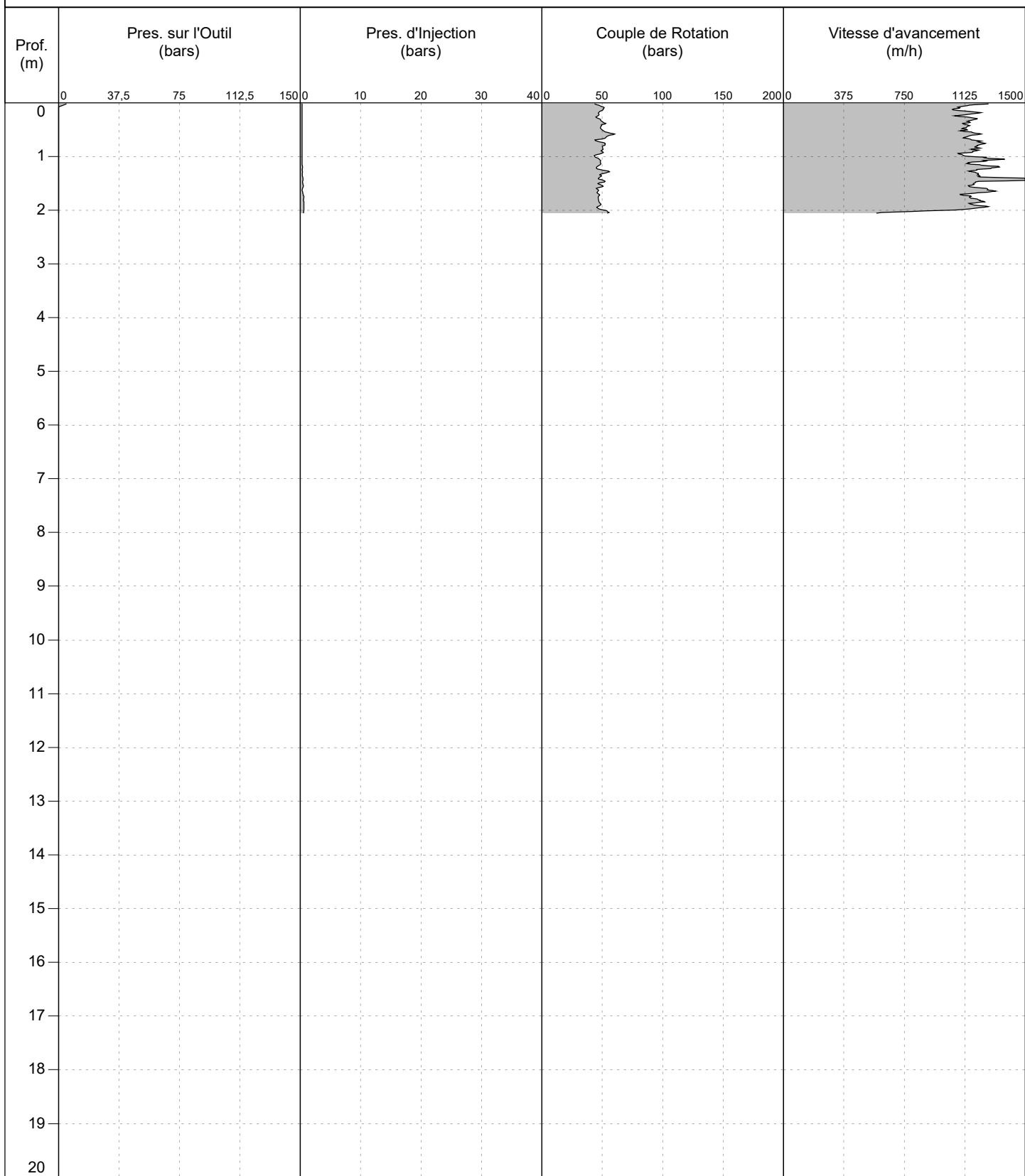
Observations :

Perte d'injection à 30.10 m de profondeur



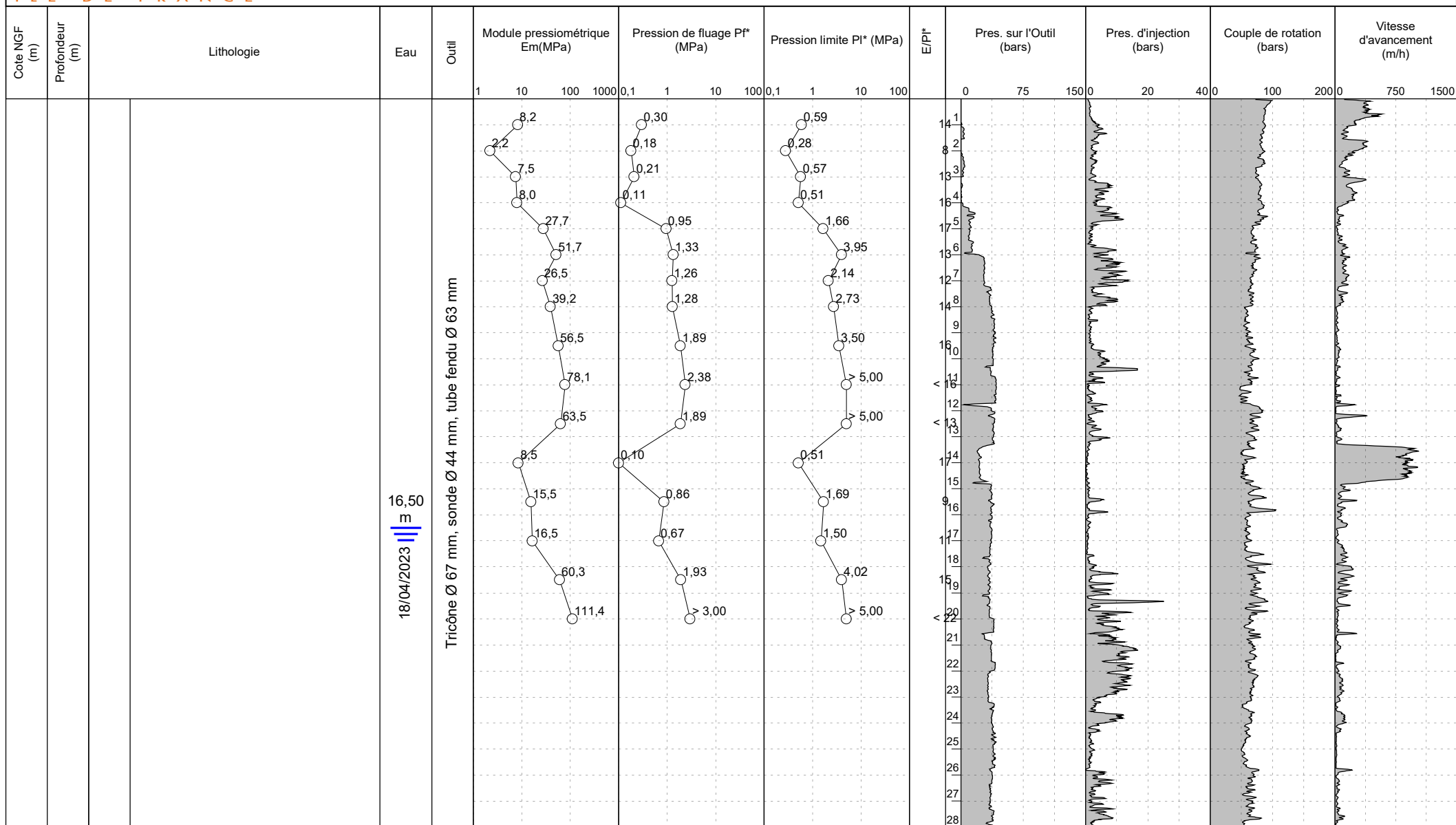
Observations :

EXGTE 3.23



Observations :

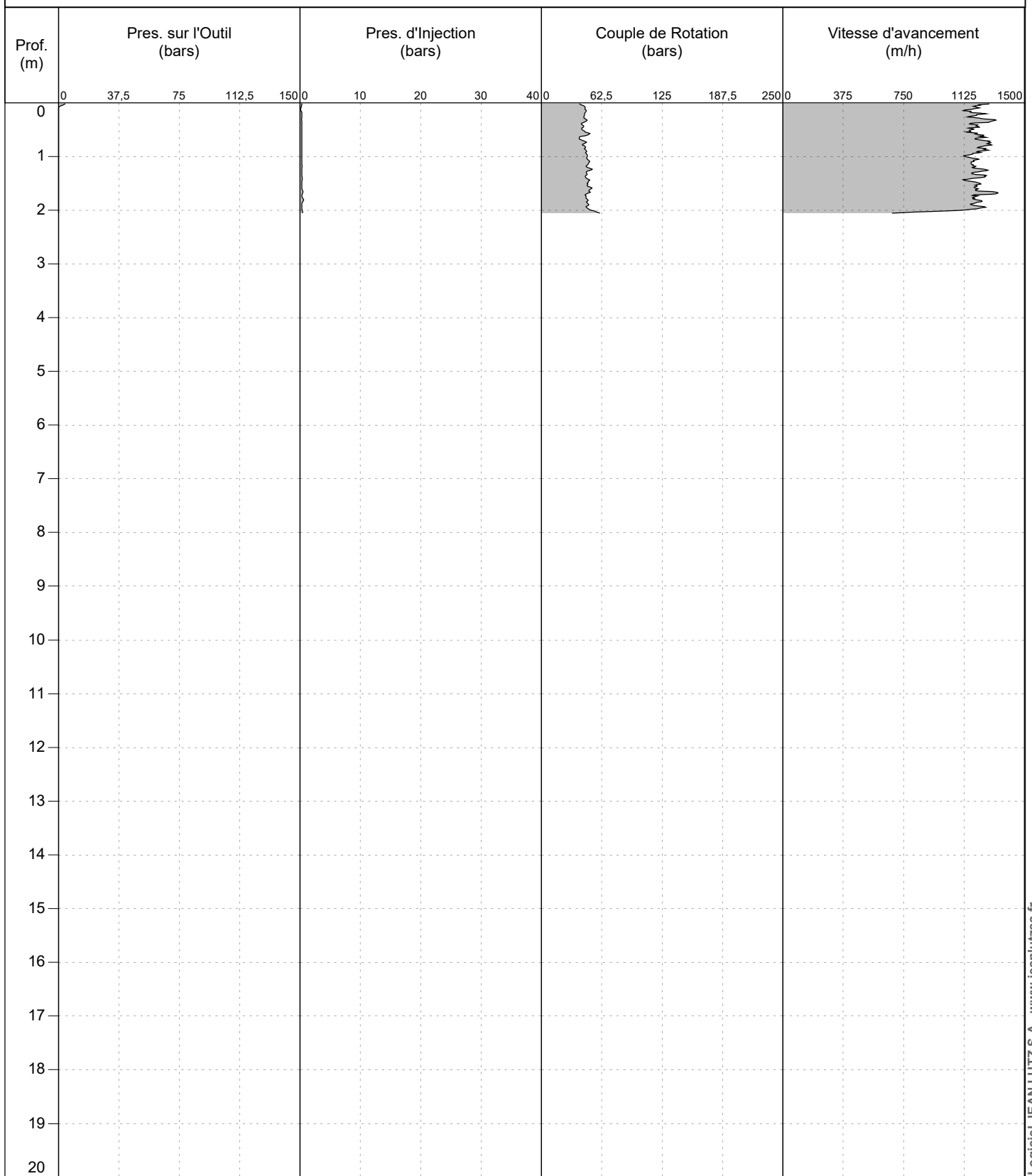
EXGTE 3.23



Observations :

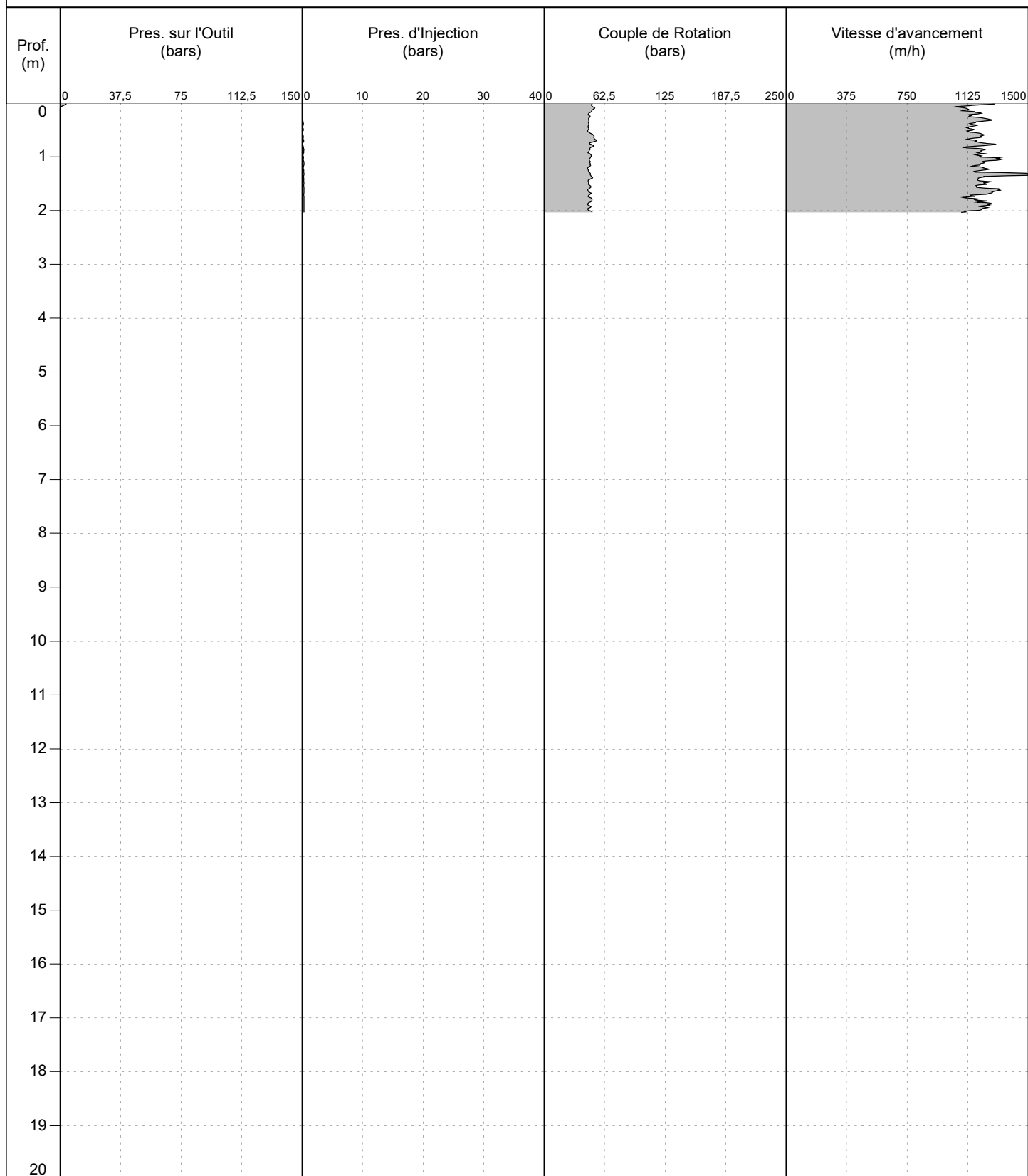
Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie		Eau	Outil	Module pressiométrique Em(MPa)				Pression de fluage Pf* (MPa)				Pression limite Pl* (MPa)				E/P*	Pres. sur l'Outil (bars)			Pres. d'injection (bars)			Couple de rotation (bars)		Vitesse d'avancement (m/h)				
						1	10	100	1000	0,1	1	10	100	0,1	1	10	100		0	75	150	0	20	40	0	100	200	0	750	1500	
					Tricône Ø 67 mm, sonde Ø 44 mm, tube fendu Ø 63 mm														29												
																				30											
																				31											
																				32											
																				33											
																				34											
																				35											
																				36											
																				37											
																				38											
																			39												
																			40												
																			41												
																			42												
																			43												
																			44												
																			45												
																			46												
																			47												
																			48												
																			49												
																			50												
																			51												
																			52												
																			53												
																			54												
																			55												
																			56												

Observations :



Observations :

EXGTE 3.23



Observations :

EXGTE 3.23

