

Dossier n°: 18.2945.9413

## NEXITY LINKCITY - IMESTIA

- o -

AVENUE HENRI BARBUSSE  
LOT G3  
BAGNEUX  
(92)

- o -

Missions G2 AVP

Indice 4  
Rapport du 30 juin 2021

## 1. INTRODUCTION

La reconnaissance des sols objet de ce rapport a été effectuée à la demande de **NEXITY, LINKCITY et IMESTIA**. Elle concerne un terrain situé avenue Henri Barbusse sur la commune de **BAGNEUX (92)**, plus précisément, il s'agit du lot G3. Le projet consiste à construire des ouvrages de type R+6 à R+18 sur 2 niveaux de sous-sol partiels. Il est à noter que l'ouvrage SGP (ligne 15) traverse le lot G3 avec l'extrados du tunnel à 54 ngf, la ligne 4 et sa gare tangente le lot G3 sur sa façade nord.

Notre mission, de type G2 AVP selon la norme NF P 94-500, était de reconnaître la qualité des premières assises naturelles, des sols de fondations probables et notamment de confirmer la présence des exploitations souterraines de Calcaire Grossier. L'emplacement et la structure des futures constructions étant globalement définis, les sondages ont été implantés en tenant compte de leur emprise au sol et des accès disponibles sans chercher à reconnaître les sols aux alentours.

Pour ce faire, nous avons disposé des documents suivants :

- Extrait de l'Atlas des carrières au 1/1000<sup>ème</sup>,
- Plan de masse avec emprise de l'ouvrage SGP ligne 15 (superposition ROC SOL sous toute réserve)
- Coupe type du projet ligne 15 source SGP du 01/07/2016
- Plans de sous-sols (versions deux niveaux partiels du 30/06/2021)
- Calages altimétriques source Bouygues du 27/03/2019
- DOE injection gravitaire et jet-grouting SGP (ligne 15)

Notre rapport présente les techniques mises en œuvre, donne tous les résultats avec nos conclusions concernant

- la nature et la qualité mécanique (E, Pf, Pl) des matériaux rencontrés présentées sous forme de log coté en ngf,
- le niveau de la nappe lors de notre intervention si elle est rencontrée avec ses variations et son incidence vis-à-vis du projet (EE, EH EB),
- les caractéristiques de l'exploitation souterraine de Calcaire Grossier et les modalités de confortement,
- **les moyens de confortation de la carrière selon les notices de l'IGC afin d'obtenir leur accord sur nos conclusions,**
- **le ou les types de fondations possibles avec les différentes hypothèses de dimensionnement (taux de travail admissible, profondeur d'ancrage, encastrement, coefficient de frottement, terme de pointe) et les tassements généraux estimatifs,**
- les dispositions générales vis-à-vis des dallages et des terrassements éventuels.
- Les principes des ouvrages de soutènements
- Les précautions vis-à-vis des avoisinants
- Les préconisations concernant la voie nouvelle tant au niveau des carrières qu'au niveau de son dimensionnement (contexte de remblais)
- **Les sujétions vis-à-vis des futurs ouvrages de la SGP.**
- Les moyens de protection de l'ouvrage vis-à-vis de l'eau
- Le degré d'agressivité des sols et des eaux vis-à-vis des bétons

Notre mission ne prend en compte que des exemples et des prédimensionnements, elle ne comprend pas les dimensionnements des ouvrages ni les plans d'exécution.

## 2. LA RECONNAISSANCE DES SOLS

### **2.1 LE SITE - LA GEOLOGIE.**

Nous rappelons que le terrain objet de notre reconnaissance est situé entre l'avenue Henri Barbusse, l'avenue Henri Barbusse et la rue Claude Debussy sur la commune de BAGNEUX (92). Le terrain servant d'assiette de projet est constitué du lot G3 nous rappelons que la ligne du métro 15 (SGP) passe par le lot G3 et que la ligne 4 tangente ce lot. D'après le plan coté qui nous a été transmis, nous l'estimons calé vers la cote 83/84 ngf (cette cote est indicative et ne peut en aucun cas servir de référence).

Selon nos archives, la carte géologique et la carte des Carrières, la coupe prévisionnelle devrait être la suivante :

- Remblais urbains.
- Calcaire de Saint-Ouen
- Sables de Beauchamp.
- Marnes et Caillasses du Lutécien.
- Calcaire Grossier
- Fausses glaises et argiles plastiques.

Le calcaire grossier supérieur a été exploité sur un à deux étages sur une partie du site (étage supérieur), le calcaire grossier inférieur sur la totalité du site. Nous donnons ci-après quelques-unes des caractéristiques indiquées sur la carte IGC :

- Recouvrement premier étage par rapport au TN : 22 m – Hauteur exploitée : 1,45 m
  - Recouvrement second étage par rapport au TN : 24 m – Hauteur exploitée : 1,5 m
- D'où un sol de carrière vers 26 m de profondeur.

### **2.2 DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE.**

Tenant compte du type des ouvrages à construire et de la nature prévisionnelle des sols, la campagne de sondages pour le projet et de la voirie future prévoyait :

- **2 sondages pressiométriques à 40 m ;**
- **17 sondages pressiométriques profonds de 35 m ;**
- **1 piézomètre à 35 m pour vérifier la présence d'eau sous la carrière ;**
- **1 sondage carotté profond de 30 m ;**
- **3 essais de cisaillement CU+u ;**
- **Essais d'agressivité des eaux et des sols vis-à-vis des bétons.**
- **Essais d'agressivité des eaux et des sols vis-à-vis des bétons.**

Le matériel mis en œuvre comprenait deux ateliers de forage lourd entièrement hydraulique type EMCI 300 et EMCI 4,50, montés sur des porteurs chenillés. Ces ateliers peuvent opérer en roto-percussion ou en rotation pure, ils peuvent forer au taillant, au tricône ou aux carottiers de tous modèles, entre 63 mm et 250 mm de diamètre. L'outil est normalement refroidi à l'eau claire ou à la boue polymère propulsée par une pompe.

Les sondeuses lourdes étaient équipées d'enregistreurs numériques des paramètres de forage FORALIM 4G et POCKET LIM disposant de 8 voies. Ils enregistrent entre autres la vitesse instantanée d'avancement (V.I.A.) ou la vitesse d'avancement (V.A.), la pression sur l'outil, la pression du fluide injecté, le couple de rotation et les temps de perforation. La pleine échelle de la vitesse est de 1000 m/h. Des essais effectués à vide montrent clairement l'allure des enregistrements lors d'une chute d'outil.

Les sondages pressiométriques ont donc été réalisés au tricône, sous la protection d'un fluide, dans un diamètre de 63 mm. Ils ont ainsi permis l'introduction d'une sonde pressiométrique standard. Dans le cas présent, il s'agissait d'une sonde de faible inertie protégée par un tube lanterne. Cette sonde était reliée à un contrôleur volume-pression de type GC. Les mesures ont été faites dans la gamme de pressions allant de 0 à 50 bars (10 bars = 1 MPa). Elles ont été interprétées selon les théories développées par Ménard. Elles donnent la pression limite  $PI^*$  et le module de déformation pressiométrique  $Em$  tous deux exprimés en bars et faisant l'objet des fiches de sondages récapitulatives.

Le repérage des différents travaux sur site figure sur le plan de situation joint en fin de rapport, avec les fiches de sondage, les diagrammes tirés des divers enregistrements et les coupes et photos du carottage.

## **2.3 ANALYSE DES RESULTATS POUR LE LOT G1.**

### **2.3.1 Remblais.**

Les remblais sont d'épaisseur très variable. Leur base varie de 81,3 à 79,7 ngf environ.

### **2.3.2 Marno-calcaire de Saint-Ouen.**

Au-delà, les sols se présentent sous la forme d'un marno-calcaire beige à rosé. De bonne compacité, les pressions limites y sont de 7 à plus de 40 bars avec quelques valeurs plus faibles mais non représentatives, par exemple 2,5 bars à 4,5 m en S1.

### **2.3.3 Sables de Beauchamp.**

A partir de 73,3 ou 71,7 ngf suivant les sondages, nous avons noté une alternance de sables fins argileux à passages d'argile. Les pressions limites y sont de 13,5 à plus de 30 bars.

### **2.3.4 Marnes et Caillasses.**

Sous les Sables de Beauchamp, nous avons noté des marnes beige-blanchâtre à bancs calcaires de forte compacité avec des pressions limites de 30 à plus de 50 bars avec quelques valeurs plus faibles par exemple en S5 à 58,7 ngf (18 bars).

### **2.3.5 Calcaire Grossier.**

Le toit du Calcaire Grossier a été noté entre 58,7 ngf et 61 ngf, les pressions limites y dépassent 50 bars en tête.

### **2.3.6 Exploitation souterraine de Calcaire Grossier.**

Nous avons noté sur la quasi-totalité des sondages, sauf S4, S6, S15 et S16, une exploitation souterraine du Calcaire Grossier, étage supérieur et moyen. Suivant les sondages, le toit de l'exploitation varie de 58,8 à 56,6 ngf et la base de l'exploitation varie de 57,8 à 55,7 ngf. Les pressions limites sont de 1 à 6,1 bar environ correspondant à des remblais moyens très lâches avec des vides résiduels.

Sous le niveau des exploitations, les pressions limites dépassent 50 bars.

Dossier : 18.2945.9413  
Etude : Lot G3 – BAGNEUX (92)

### 2.3.8 Essais de laboratoire.

En cours

### 3. CONCLUSIONS

#### 3.1 CONSISTANCE DU PROJET.

Le projet du lot G3 sur u à deux niveaux de sous-sol comprend la construction de :

- R+17 avec deux niveaux de sous-sol (plancher bas à 77,25 ngf environ) au-dessus de la ligne 15.
- R+6 sur deux niveaux de sous-sol (plancher bas à 77,25 ngf) le long de la paroi moulée de la ligne 4
- R+17 sans niveau de sous-sol en dehors des deux lignes de métro (seule une petite zone tangente la paroi moulée de la ligne 4.

Enfin, d'après les charges qui nous ont été transmises par le BE structures :

- R+17 : 150 t/ml pour les charges linéaires maximales et 600 à 1100 t pour les points d'appuis isolés.
- R+6 : 35 t/ml pour les charges linéaires maximales et 200 à 300 t pour les points d'appuis isolés.

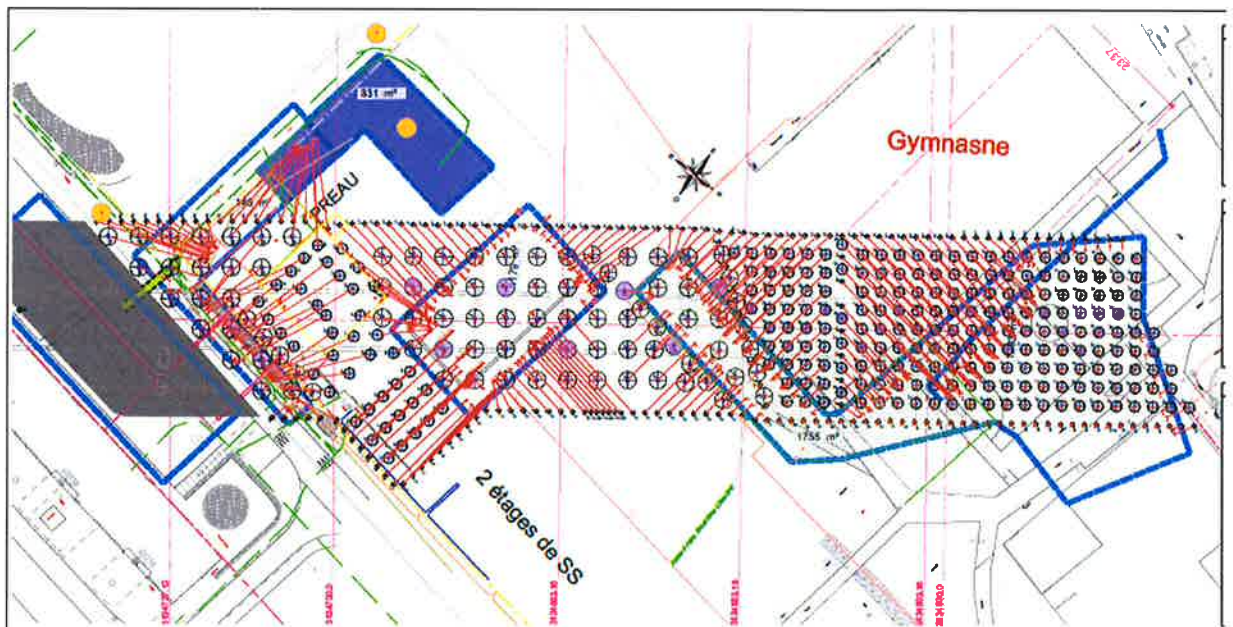
Les calculs se rapportant à la capacité portante des sols ont été effectués avec des hypothèses simples pour des fondations types et ne peuvent pas être extrapolés à des valeurs sensiblement différentes sans risque d'erreur. Nous nous sommes servis des résultats de la présente campagne en appliquant les règles développées par Ménard et mises en conformité avec le D.T.U. et l'EUROCODE 7 pour les essais pressiométriques.

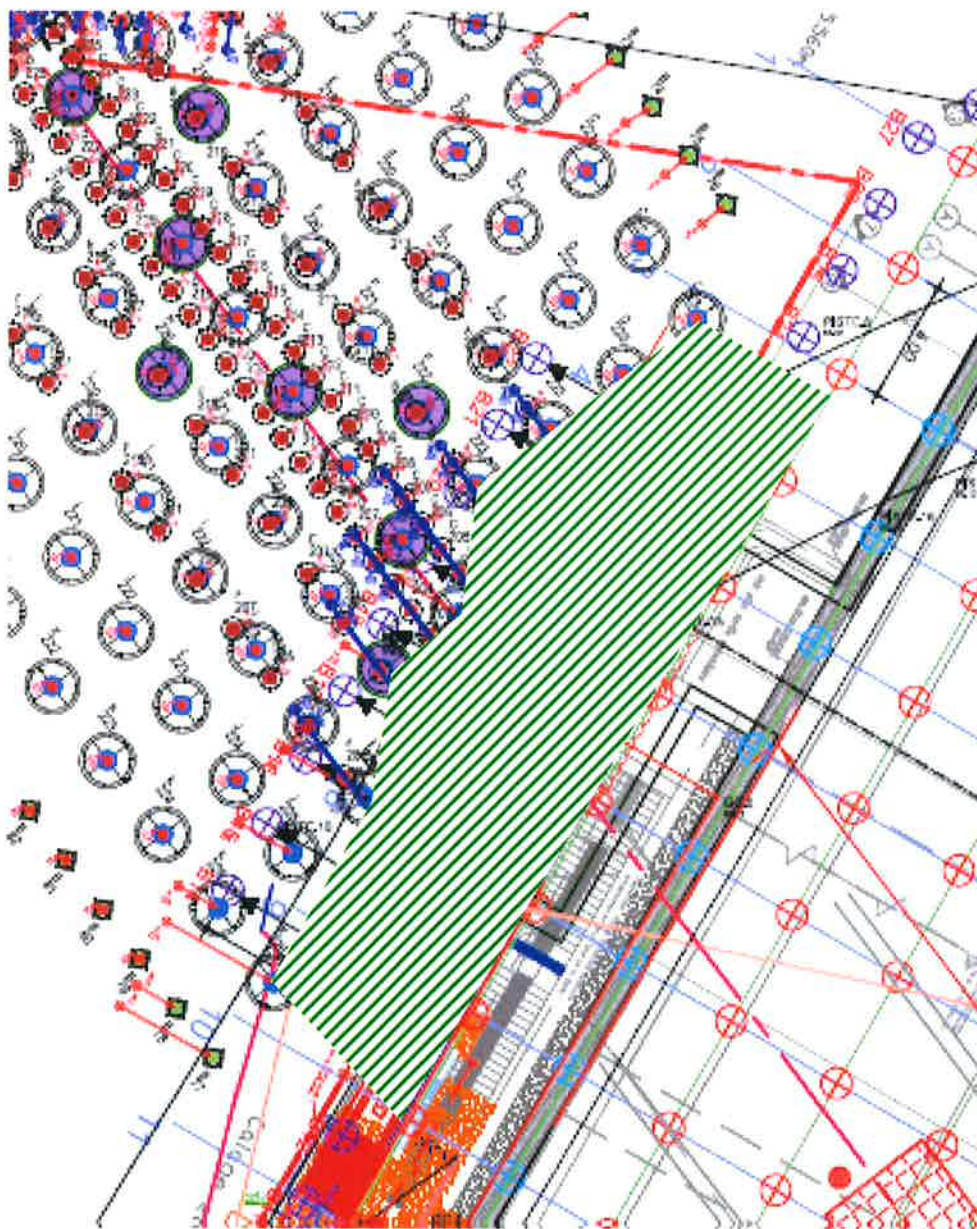
#### 3.2 CARACTERISTIQUES DE L'EXPLOITATION SOUTERRAINE.

L'exploitation de Calcaire Grossier a été retrouvée sur un niveau (étage moyen). Elle est en partie remblayée mais avec des vides résiduels voire des zones de vides francs. La base de cette exploitation a été notée au plus bas 55,7 ngf.

Pour la zone de l'ilot G3 déjà injecté (zone ligne 15), les travaux ayant été fait avec une maille 3 m X 3 m. Les travaux sont de deux types dans cette zone :

- jet-grouting au droit du tunnel sur une largeur de 12 m.
- injection par comblement gravitaire, clavage et traitement sous-pression sur une largeur de 30 m.





On note une zone de transition entre le lot G3 et la sortie de secours RATP. Compte tenu de la proximité du tunnel et nécessairement avec l'accord de la SGP, nous préconisons des forages complémentaires avec uniquement une phase gravitaire pour assurer l'absence totale de vides résiduels.

Pour la zone de l'îlot G3 en R+6 sur deux sous-sols, nous préconisons **une consolidation souterraine par injection avant mise en œuvre de fondations superficielles** selon les notices IGC. Le maillage des forages sera de 4 m X 4 m sur l'ensemble de la parcelle avec resserrement de maille au droit des fontis et resserrement en périphérie de parcelle (2,5 m). Il s'agira de combler gravitairement puis claver la carrière avec traitement des bourrages et des décompressions du recouvrement. Conformément à la notice IGC, ces travaux de comblement devront être contrôlés par des forages destructifs à vitesses contrôlée avec essais pressiométriques après une période de séchage de 28 jours. Nous précisons que cette technique impose la réalisation de barrages dans les galeries vides afin d'éviter la dispersion de coulis dans les propriétés voisines.

Pour la zone de l'îlot G3 en R+17 hors emprise tunnel ligne 15, nous préconisons **un comblement par injection avant mise en œuvre de fondations profondes** selon les notices IGC. Le maillage des forages sera de 5 m X 5 m sur l'ensemble de la parcelle avec resserrement de maille au droit des fontis et resserrement en périphérie de parcelle (2,5 m). Il s'agira de combler gravitairement puis claver la carrière avec traitement des fontis. Conformément à la notice IGC, ces travaux de comblement devront être contrôlés par des forages destructifs à vitesses contrôlée avec essais pressiométriques au droit des fontis après une période de séchage de 28 jours. Nous

précisons que cette technique impose la réalisation de barrages dans les galeries vides afin d'éviter la dispersion de coulis dans les propriétés voisines.

**NOTA : les travaux de comblement de l'exploitation souterraine feront l'objet d'une mission de type G2 en conception et de type G4 en exécution.**

Il sera nécessaire de réaliser :

- ◆ Forages rotatifs tricône de la surface du sol jusqu'à la base de l'anomalie la plus basse, soit 55/56 ngf.
- ◆ En cas de fontis, on appliquera si nécessaire un resserrement de maille.
- ◆ Enregistrement des paramètres de façon analogique et numériques sur 4 pistes (VIA, PI, PO, CR ou temps)
- ◆ Equipement des forages en tubes PVC en vue des 3 injections :
  - tube Ø 60 mm mini intérieur, crépiné à partir de 15 m, lisse au-dessus,
  - tube à manchettes.

Les injections seront réalisées en trois phases :

- ◆ Injection de coulis gravitaire de remplissage, jusqu'à résurgences du coulis en tête dans l'espace annulaire (incluant carrière et dissolution sous-jacente), compte tenu des faibles quantités, nous avons prévu un coulis prêt à l'emploi,
- ◆ Injection, après séchage d'une semaine, de clavage en pression à l'obturateur simple en tête du forage pour obtenir une pression de 6 à 8 bars,
- ◆ Pour les zones de consolidation souterraines, injection de coulis de traitement à l'obturateur double par passes montantes de 1 m dans les bourrages et les zones décomprimées du recouvrement avec montée en pression jusqu'à 10 bars. Ces traitement ne se feront que dans les fontis pour les zones sur pieux.

Les volumes de coulis seront prédéterminés et on se basera sur des arrêts volumes avant recyclage au cas où l'arrêt pression ne serait pas atteint.

Pour les bourrages et les décompressions, le traitement se fera au tube à manchettes sous des pressions de l'ordre de 10 bars.

Les compositions des coulis, les caractéristiques rhéologiques, les conditions de mises en œuvre, les critères d'arrêt, les essais de centrale seront définis ci-dessous :

Les données figurant ci-dessous le sont à titre indicatif et il appartiendra à l'Entreprise de mettre au point ces coulis et d'en donner les caractéristiques exactes avant le début des travaux au Maître d'Œuvre, en fonction des matériaux qu'il aura approvisionné et avec son matériel spécifique et son savoir-faire.

Ces caractéristiques deviendront alors la référence en matière de contrôle pendant et après les travaux. En cas de disparité de  $\pm 5$  à 10% des résultats des contrôles quotidiens ou autres, une réduction de 30% sera appliquée sur les prix des mises en œuvre. Au-delà de 10% d'écart, le Maître d'Œuvre pourra demander de reprendre entièrement le travail dans la zone concernée par les mauvais résultats.

Type de coulis :	Gravitaire	Clavage	Traitement
Nom du coulis :	GR-C1	CL-C2	CT-C3
Ordre de mise en œuvre et délai entre phases	1	2 (8 jours après la fin du GR)	3 (8 jours après la fin du GR)
Composition par m3 :			
– Ciment CEM III	150 kg	260 kg	350 kg
– Sablon de Fontainebleau/ Cendres volantes de charbon	1000 kg	520 kg	-
		15 à 20 kg	30 kg



– Bentonite			
– Eau	QSP 1000 l (estimée à 560 l)	QSP 1000 l (estimée à 710 l)	QSP 1000 l (estimée à 872 l)

**Caractéristiques rhéologiques importantes :**

– Viscosité au cône diamètre 8 mm	13"	18"	30 ° 40'' (4 mm)
– Densité	1.7	1.5	1,25
– Temps de prise	24h00	24h00	24h00
– C/E	0.22	0.46	0,41
– Rc à 7 jours et à 28 jours	Essais de convenance à réaliser en laboratoire avec les matériaux approvisionnés sur le site.		
– Rc estimé à 90 jours	1.5 à 1.8 MPa	3.0 à 3.5 MPa	3,2 à 4 MPa
– Décantation à 3h en éprouvette de 1litre	10 à 14 %	6 à 8 %	2 à 4 %

La quantité d'eau exacte à mettre en œuvre est à recalculer à chaque fois pour tenir compte des variations de teneur en eau des matériaux (sablon ou cendres volantes).

En cas d'utilisation de cendres volantes de charbon, l'Entreprise devra au préalable dans le cadre de son PAQ – Programme Assurance Qualité – remettre au Maître d'Œuvre les caractéristiques et compositions correspondantes au moins 8 jours avant la date prévue d'utilisation du produit.

<b>Conditions de mise en œuvre – Critères d'arrêts</b>			
Mise en œuvre	Gravitaire par branchement du flexible d'injection.	En pression à l'obturateur simple disposé en tête de forage.	En pression à l'obturateur double par passes montantes de 1 m en commençant par l'anomalie la plus basse
Cadence d'injection maximale	10 à 15 m <sup>3</sup> /h	1.5 m <sup>3</sup> /h	0,8 à 1,1 m <sup>3</sup> /h
Critères d'arrêts	Après obtention de la résurgence en tête de l'espace annulaire.	Après obtention d'une pression de refus de 5 à 8 bars en tête de forage	Après obtention d'une pression de refus de 5 à 8 bars
Quantité limite mise en œuvre en cas de non obtention du critère d'arrêt	20 m <sup>3</sup> par forage par 24 heures.	2 m <sup>3</sup> par forages par 24 heures	1 m <sup>3</sup> par 24 h par m de passe

Les forages de contrôle seront mis en œuvre à raison d'un sondage pour 10 forages d'injection avec un minimum de 2. Ils seront donc a priori au nombre de 10 unités dont 5 avec essais pressiométriques.

Ils seront implantés par le géotechnicien et devront recevoir obligatoirement l'aval du bureau de contrôle et du Maître d'œuvre.

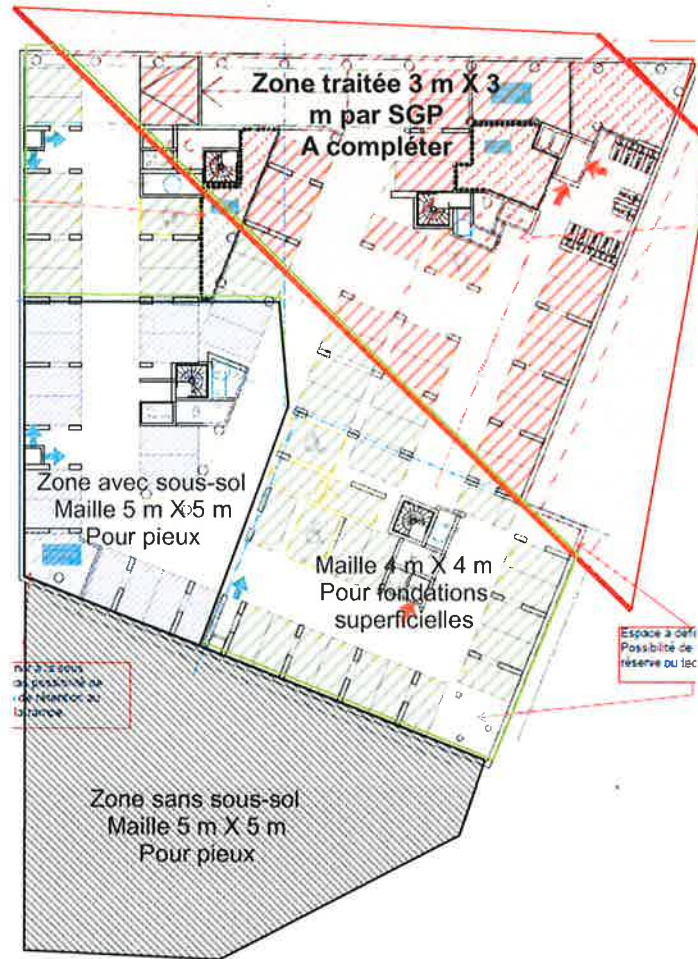
Dossier : 18.2945.9413

Etude : Lot G3 – BAGNEUX (92)

**Après un temps de séchage de 28 jours, les forages de contrôle seront mis en œuvre de façon systématique avec le même type de foration que les forages de reconnaissance, les mêmes paramètres devant être enregistrés. Ils devront permettre de constater l'absence de vides résiduels et le bon traitement des décompressions et des fontis avec des pressions limites de 8 bars.**

Compte tenu des forages de reconnaissance, nous avons estimé les quantités suivantes :

- 225 forages à 28 ml
- 3000 m<sup>3</sup> de coulis gravitaire
- 300 m<sup>3</sup> de clavage
- 100 m<sup>3</sup> de coulis de traitement
- Provision de 100 m de mortier de barrage



Zoning injection

### 3.3 PRINCIPE DE FONDATIONS.

#### 3.3.1 R+17 sur deux sous-sols au-dessus de la ligne 15.

Nous préconisons de mettre en œuvre des semelles posées sur une substitution de gros béton avec une arase basse à 70 ngf. Cette substitution pourra se faire à la machine de pieux par puits circulaire sécants. Une semelle de 3 m X 3 m pourra ainsi reprendre 900 t ELS avec une contrainte de 10 bars ELS ( $Q_{net} = 30$  bars). A titre d'exemple, sous une charge carrée de 800 t, les tassements généraux sont estimés à 1,9 cm avec les paramètres pressiométriques  $E_a = 200$  bars,  $E_b = 260$  bars et un coefficient de structure  $\alpha$  égal à 1/2.

Cette solution pourra être réalisée en puits blindés ou en puits mécaniques.

Les pieux de la zone non impactée par le tunnel tasseront de manière négligeable, les tassements différentiels entre ces deux zones seront de 1,9 cm.

#### 3.3.2 R+17 avec ou sans sous-sol en dehors de la ligne 15.

Compte-tenu du contexte sans niveau de sous-sol ou avec un niveau, nous, préconisons des fondations par pieux descendus au sol de carrière.

Nous rappelons ci-après les hypothèses prises pour effectuer le calcul des pieux, les frottements  $q_s$  et coefficient de pointe  $k$  étant données au sens du DTU 13-2, les valeurs de pressions limites permettront de définir le « modèle sol » selon l'EUROCODE 7 :

- pression limite dans le calcaire au-delà de 55 ngf : 60 bars –  $k_p = 1,6$
- Frottements ultimes dans :
- les remblais (du Tn à 80 ngf) : 0 t/m<sup>2</sup>.
- le Marno-calcaire de Saint Ouen (de 80 ngf à 72 ngf) : 12 t/m<sup>2</sup> –  $PI^*$  moy = 25 bars
- Les Sables de Beauchamp (de 72 ngf à 69 ngf) : 12 t/m<sup>2</sup> –  $PI^*$  moy = 20 bars
- Les Marnes et caillasses et le toit du Calcaire Grossier (de 69 ngf à 58 ngf) : 15 t/m<sup>2</sup> –  $PI^*$  moy = 30 bars
- Le Calcaire Grossier exploité (de 58 ngf à 56 ngf) : 0 t/m<sup>2</sup>
- Le Calcaire Grossier sain (de 56 ngf à plus de 42 ngf) : 30 t/m<sup>2</sup> –  $PI^*$  moy = 60 bars.

**Nous précisons que ces valeurs de dimensionnement ne sont valables qu'après traitement de tous les fontis et comblement de la carrière et seront à confirmer avec les résultats des sondages de contrôle.**

Nous avons calculé la capacité portante admissible et la fiche de quelques diamètres de pieux que nous donnons dans le tableau suivant.

Diamètre du pieu (mm) :	600	700	800	900	1000
Capacité portante admissible (t) :	187	254	332	420	518
Taux de travail admissible (bar) :	66	66	66	66	66
Prof. moy. Atteinte par les pieux Par rapport à 83 ngf (m) :	29	29	29	29	30

Dans tous les cas, les pieux devront s'encaster de trois diamètres au minimum dans le calcaire grossier sous les niveaux d'exploitation. Ils seront naturellement forés (foré simple avec tubage au moins en tête en cas de remblais bouillants) pour tenir les couches superficielles et les remblais avec possibilité de difficultés de perforation dans les horizons calcaires. Ils seront armés dans les zones les plus décomprimées, notamment sur les premiers mètres, pour les efforts autres que verticaux ou les efforts de traction et impérativement dans les fontis.

### 3.3.3 R+6 sur deux sous-sols et le long de la ligne 4.

Compte-tenu du contexte avec des sous-sols à 77,25 ngf, une fondation superficielle par semelle ancrée vers 75 ngf (Calcaire de Saint-Ouen compact). Le taux de travail admissible sera pris égal à :

$$q_a = 5 \text{ bars ELS}$$

Les tassements généraux ne devraient pas excéder 1,2 cm sous une charge de 350 t.

Nota : l'interaction entre ces semelles et les pieux de l'ouvrage R+17 hors tunnel seront à prendre en compte.

### 3.3.4 Cas particulier des ouvrages tangents à la paroi moulée de la ligne 4 (base de la paroi 67,98 ngf).

Afin de ne pas apporter de contraintes latérales sur la paroi moulée de l'ouvrage SGP et d'éviter tout effet de groupe, la ligne d'appui la plus proche sera fondée sur pieux décalés de 2 m minimum par rapport au nu extérieur de la paroi et descendu plus bas que 67,98 ngf (voir cahier des charges RATP du 04/01/2017).

Nous rappelons ci-après les hypothèses prises pour effectuer le calcul des pieux, les frottements  $q_s$  et coefficient de pointe  $k$  étant données au sens du DTU 13-2, les valeurs de pressions limites permettront de définir le « modèle sol » selon l'EUROCODE 7 :

- pression limite dans le calcaire au-delà de 55 ngf : 60 bars –  $k_p = 1,6$
- Frottements ultimes dans :
- les remblais (du Tn à 80 ngf) : 0 t/m<sup>2</sup>.
- le Marno-calcaire de Saint Ouen (de 80 ngf à 72 ngf) : 12 t/m<sup>2</sup> –  $PI^*$  moy = 25 bars
- Les Sables de Beauchamp (de 72 ngf à 69 ngf) : 12 t/m<sup>2</sup> –  $PI^*$  moy = 20 bars
- Les Marnes et caillasses et le toit du Calcaire Grossier (de 69 ngf à 58 ngf) : 15 t/m<sup>2</sup> –  $PI^*$  moy = 30 bars
- Le Calcaire Grossier exploité (de 58 ngf à 56 ngf) : 0 t/m<sup>2</sup>

- Le Calcaire Grossier sain (de 56 ngf à plus de 42 ngf) :  $30 \text{ t/m}^2 - \text{PI}^* \text{ moy} = 60 \text{ bars}$ .

**Nous précisons que ces valeurs de dimensionnement ne sont valables qu'après traitement de tous les fontis et comblement de la carrière et seront à confirmer avec les résultats des sondages de contrôle.**

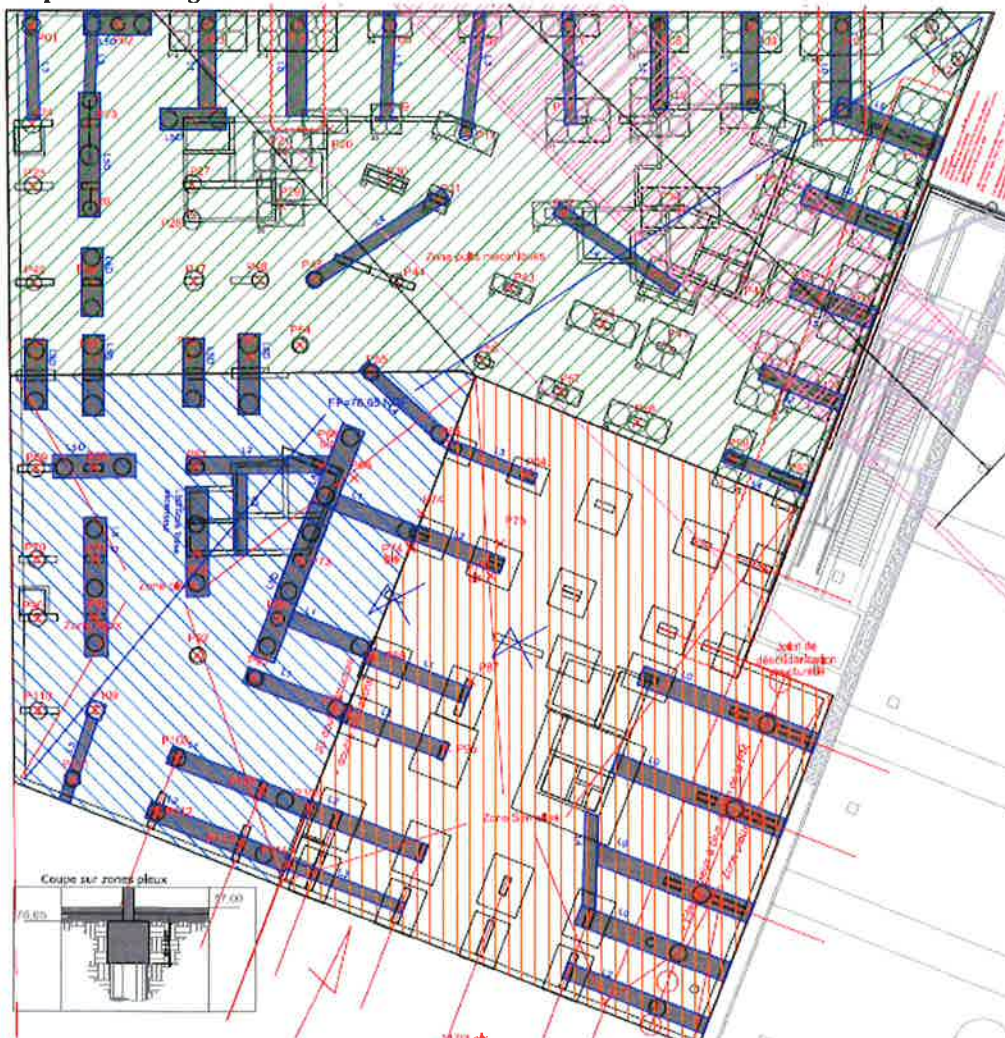
Nous avons calculé la capacité portante admissible et la fiche de quelques diamètres de pieux que nous donnons dans le tableau suivant.

Diamètre du pieu (mm) :	800	900	1000
Capacité portante admissible (t) :	219	277	342
Prof. moy. Atteinte par les pieux Par rapport à 83 ngf (m) :	29	29	30

Dans tous les cas, les pieux devront s'encaster de trois diamètres au minimum dans le calcaire grossier sous les niveaux d'exploitation. Ils seront naturellement forés (foré simple avec tubage au moins en tête en cas de remblais bouillants) pour tenir les couches superficielles et les remblais avec possibilité de difficultés de perforation dans les horizons calcaires. Ils seront armés dans les zones les plus décomprimées, notamment sur les premiers mètres, pour les efforts autres que verticaux ou les efforts de traction et impérativement dans les fontis.

**Afin de prendre en compte l'effet de groupe avec la paroi moulée, nous avons pour le moment retenu un abattement de 30 % de la capacité portante (abattement qui est pris en compte dans le tableau ci-dessus).**

**La structure sera calculée pour reprendre les tassements différentiels entre zone pieux et zone semelles à savoir 1,2 cm pour l'ouvrage R+6 fondé sur semelles.**



Avant-projet Fondations Bouygues HAR

### **3.4 TERRASSEMENT ET DALLAGE.**

Avec un second sous-sol calé à 77 ngf, les terrassements seront importants et présenteront des difficultés particulières liées à l'instabilité des remblais en plus des anciennes maçonneries (anciennes fondations, dalle béton...) et des réseaux, toujours possibles en milieu urbain. Il faudra éviter de travailler la terre en périodes de forte humidité, les sols étant en effet très sensibles à l'eau.

**Le niveau de la nappe est assez profond, (au-delà de 54 ngf). La nappe phréatique n'intéressera donc pas le projet tant en phase provisoire qu'en phase définitive. Par contre, il est possible que les eaux de ruissellements s'accumulent au toit et/ou au sein des Sables de Beauchamp, un pompage en fond de fouille sera peut-être nécessaire.**

Compte tenu de l'absence de cohésion des remblais, on pourra retenir une solution de tranchées blindées ou de voiles par passes très courtes et très soignées pour des hauteurs limitées à 7 m. Les parois des talus provisoires seront protégées des eaux de ruissellements par un polyane. Pour la zone accès métro, toute fouille descendant sous le niveau bas de la paroi berlinoise sera réalisée en tranchée blindée.

On retiendra

- Remblais :  $C' = 0 - \phi' = 25^\circ$
- Marno-calcaire de Saint-Ouen :  $C = 1 \text{ t/m}^2 - \phi' = 30^\circ - C' = 0,5 \text{ t/m}^2 - \phi' = 30^\circ$
- Sables de Beauchamp :  $C = 0 \text{ t/m}^2 - \phi = 30^\circ - C' = 0 \text{ t/m}^2 - \phi' = 30^\circ$

Les sols en place, essentiellement un marno-calcaire, pourront porter le **dallage du second sous-sol** après compactage des fonds de fouille, purge de toutes poches de trop faible compacité ou de remblais récents (zone chaufferie), mise en œuvre d'une couche drainante épaisse de 20 cm et d'un voile étanche de type polyane. La plate-forme sera contrôlée, après compactage, par des essais à la plaque afin de vérifier un module  $E_{v2} > 50 \text{ MPa}$ .

La partie sur un seul sous-sol à usage noble sera réalisée en plancher porté sur polyane ou tout autre dispositif permettant de stopper les remontées capillaires.

Toute partie enterrée définitivement devra être drainée afin de récupérer les eaux de ruissellement, notamment par un système de cunettes et de barbacanes, relié à un exutoire sous réserve des autorisations de rejet. Si des locaux nobles sont prévus, il sera mis en œuvre un système de « double paroi » avec vide d'air ventilé et récupération des eaux de ruissellements dans une cunette étanchée.

Notre Société reste à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire qu'il jugerait utile.

D. THILLEROT

## FORAGE : S1

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 03/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

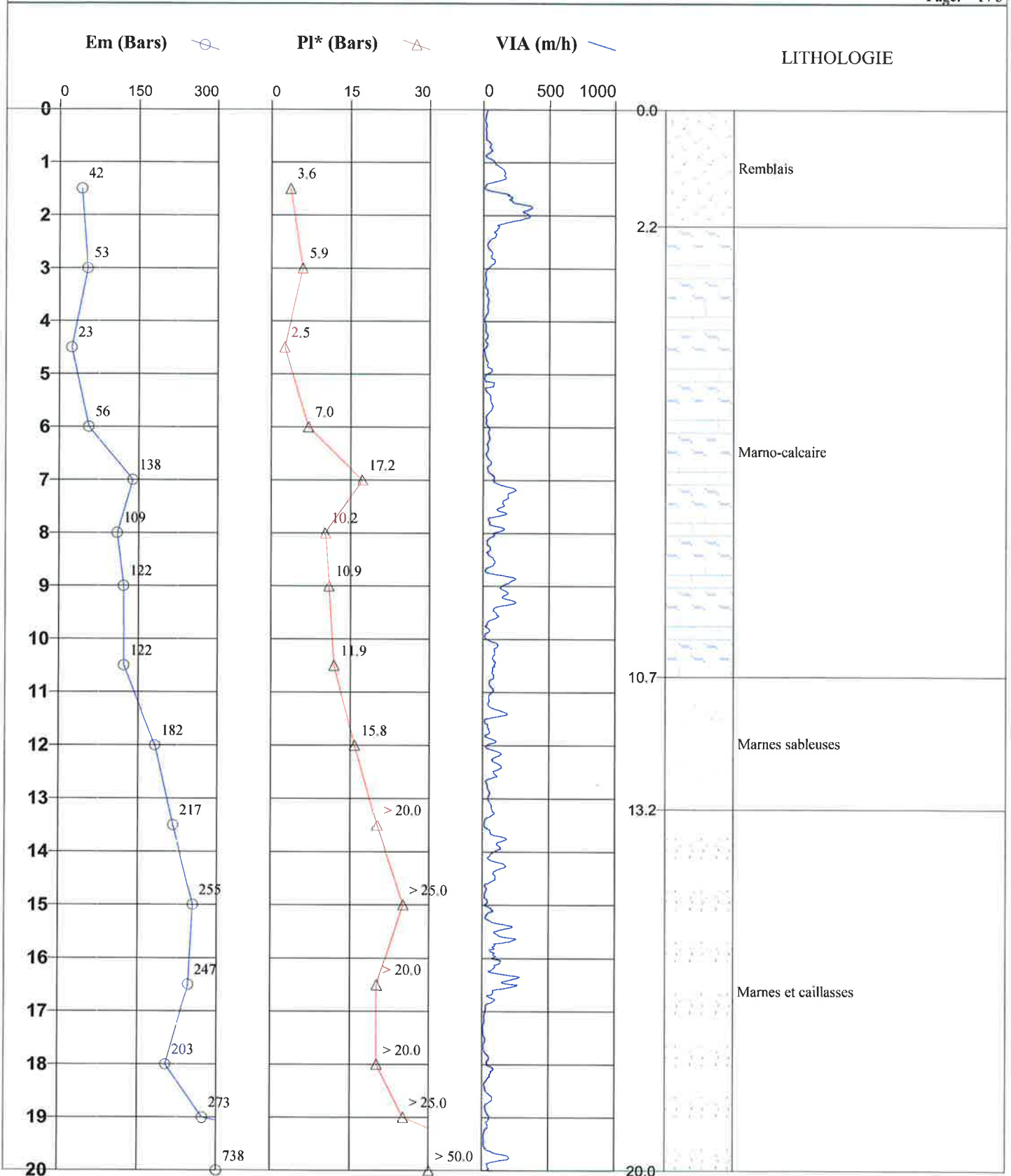
Outil : Tricône

Longueur : 40,19 m

Altitude : 82,7 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S1

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 03/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

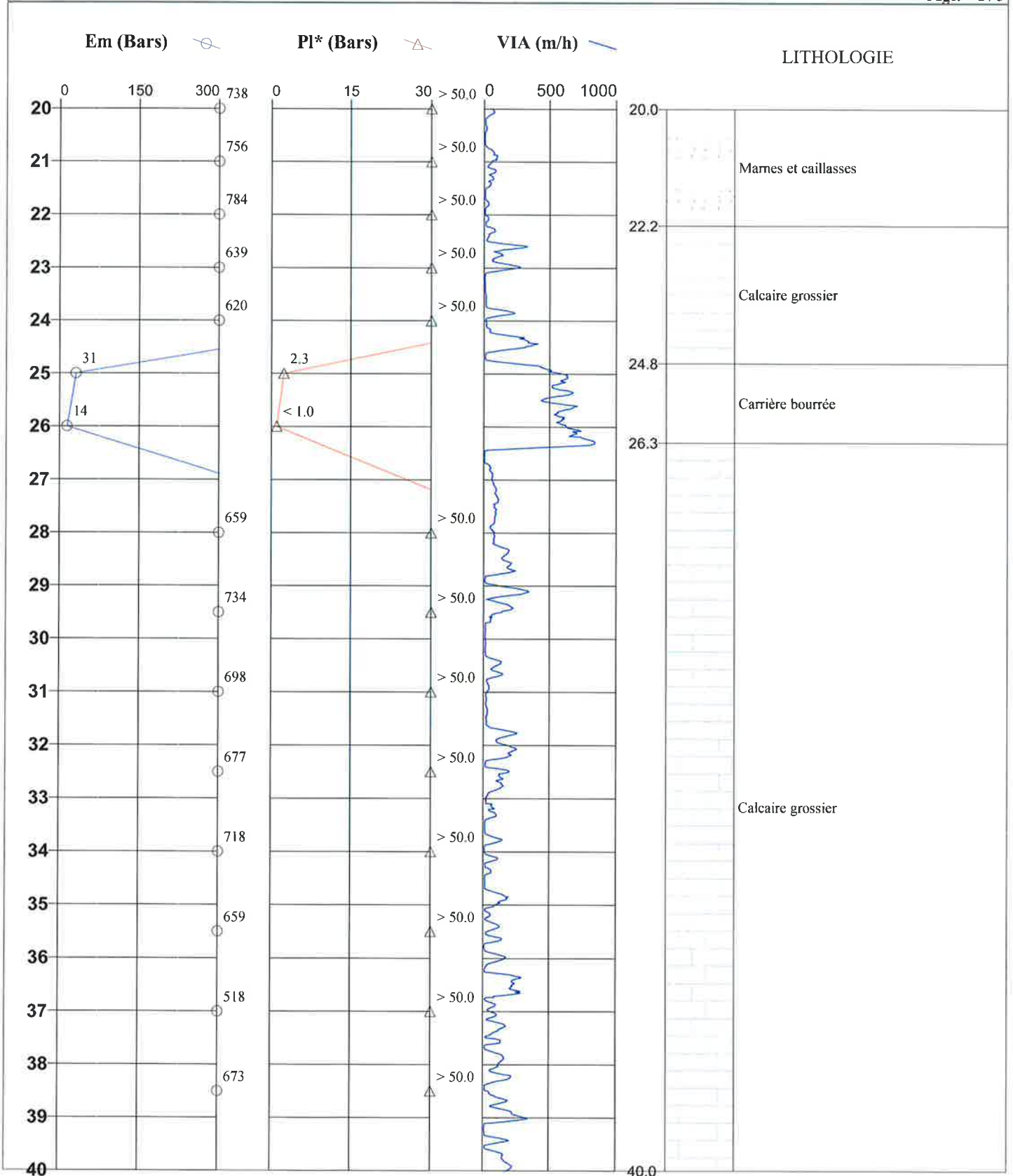
Outil : Tricône

Longueur : 40,19 m

Altitude : 82,7 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :





## FORAGE : S1

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 03/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

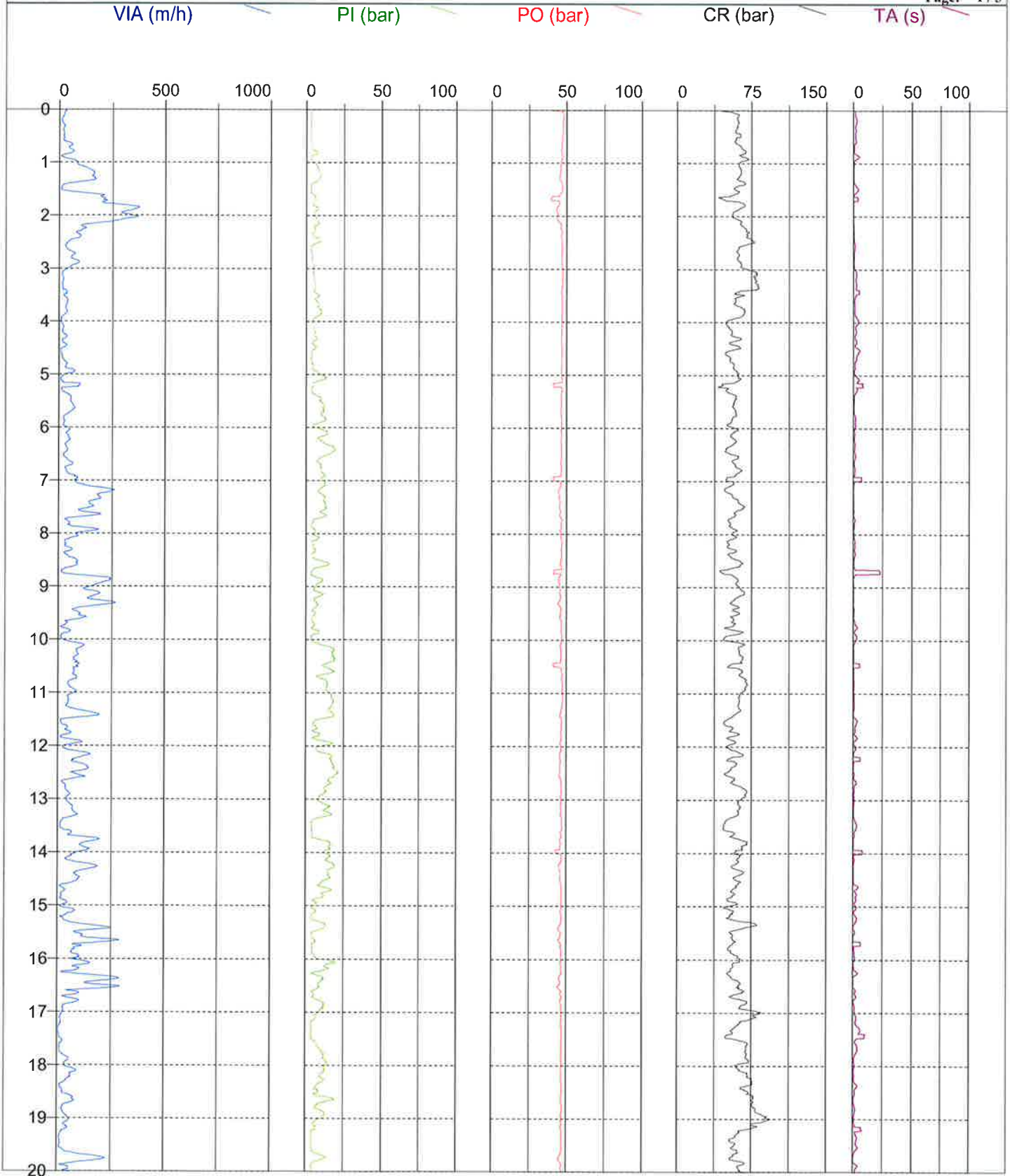
Longueur : 40,19 m

Altitude : 82,7 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 3



## FORAGE : S1

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 03/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

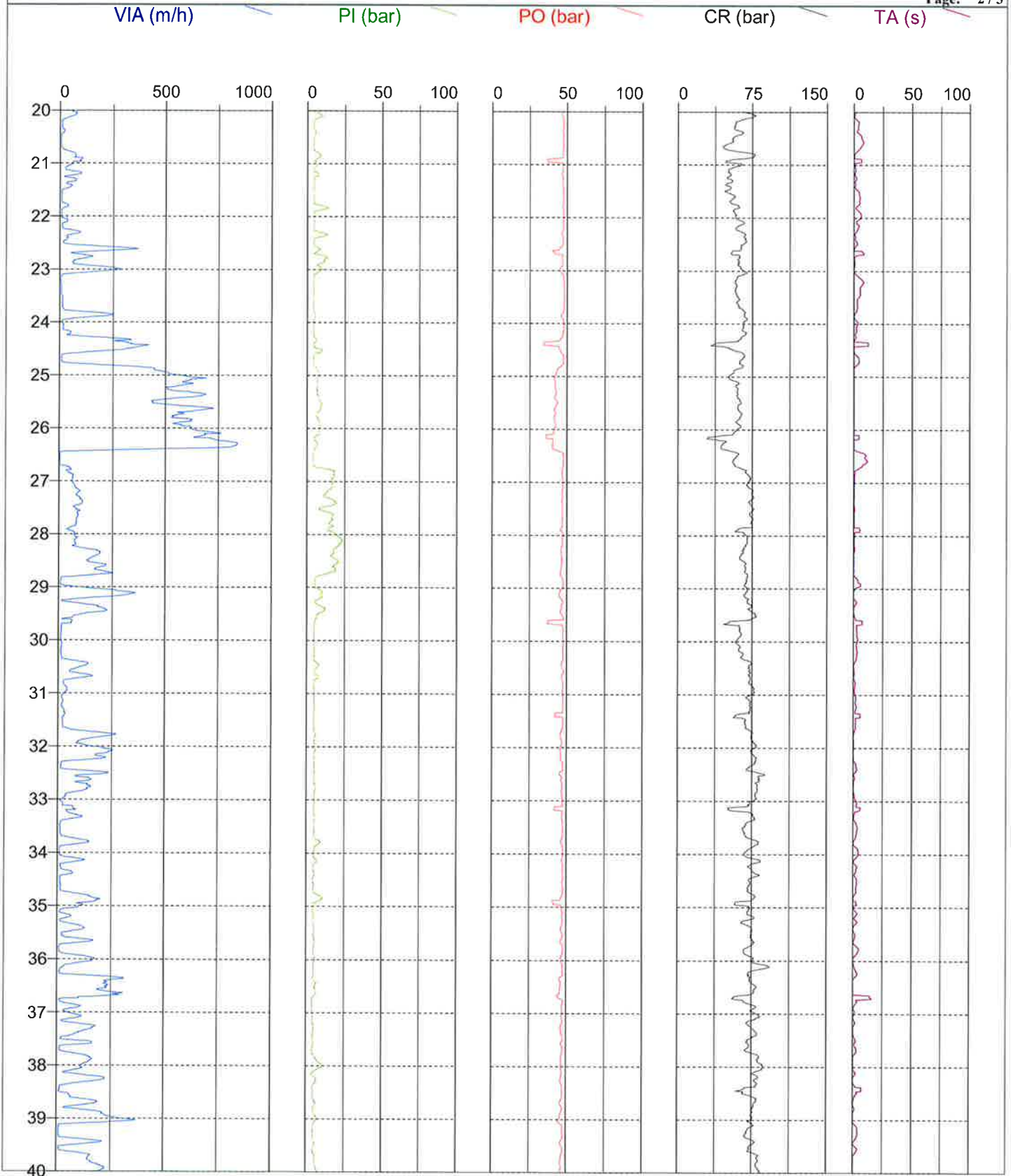
Longueur : 40,19 m

Altitude : 82,7 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 3



## FORAGE : S2

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 28/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

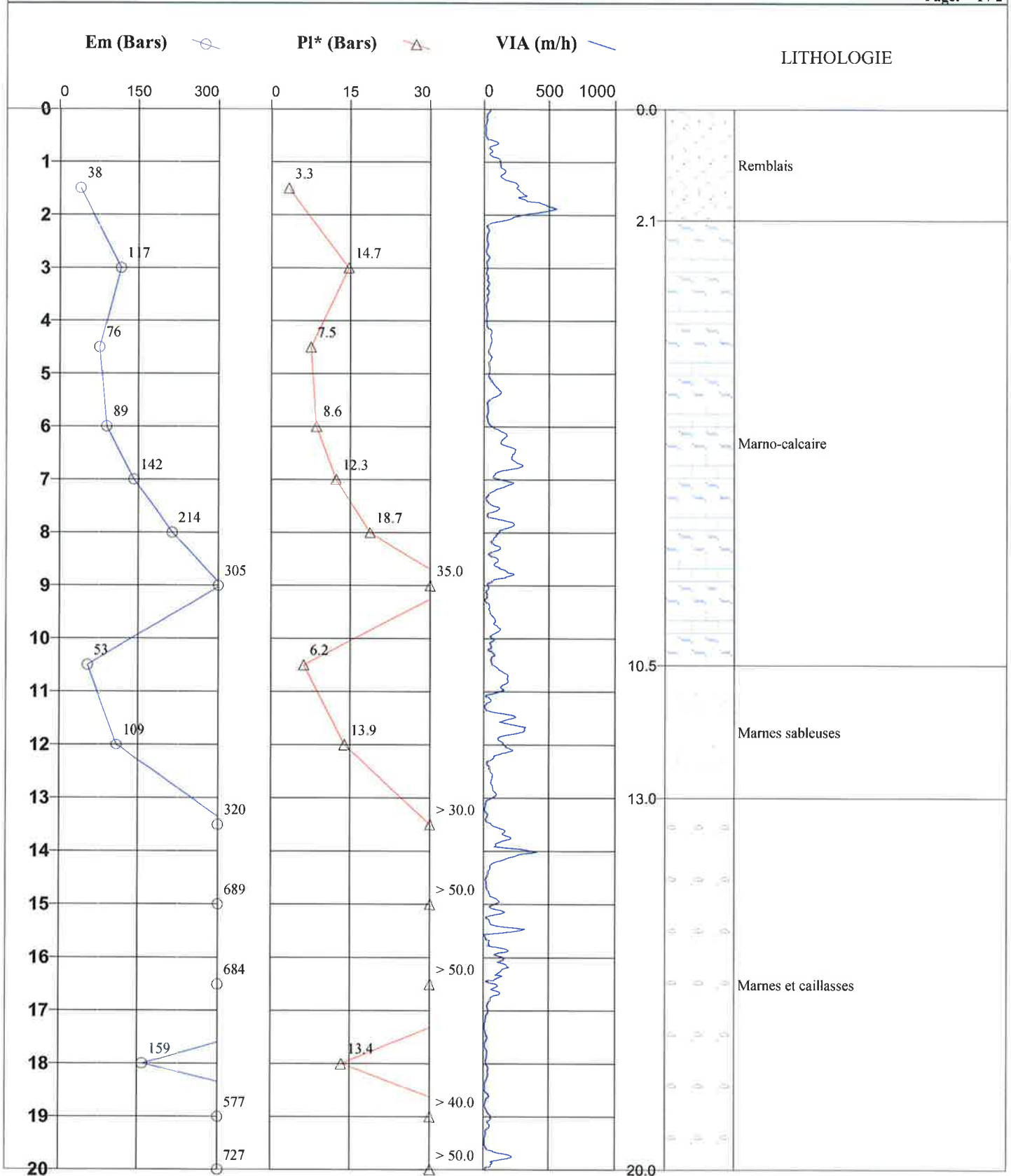
Outil : Tricône

Longueur : 35,00 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S2

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 28/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

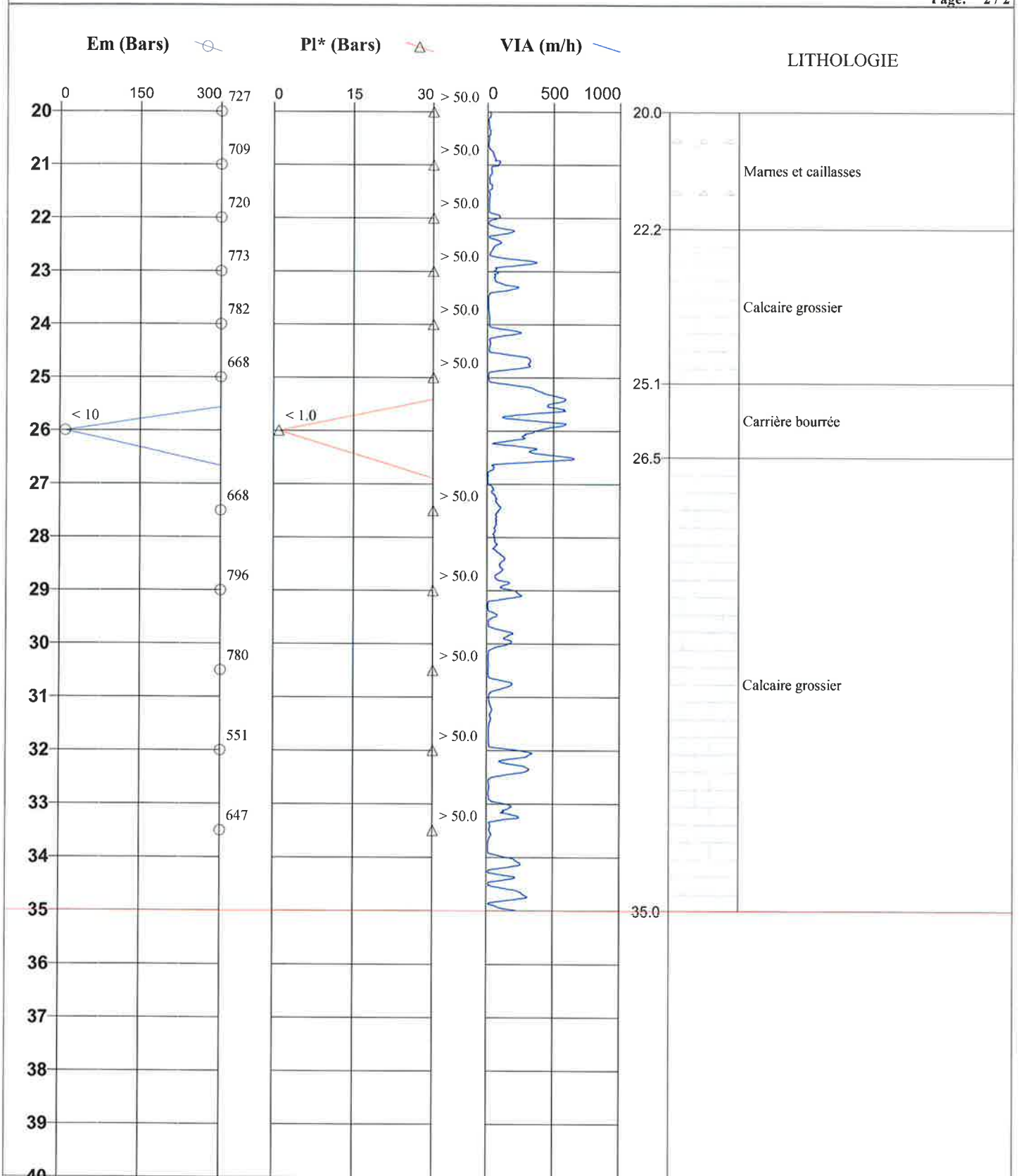
Outil : Tricône

Longueur : 35,00 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S2

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 28/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

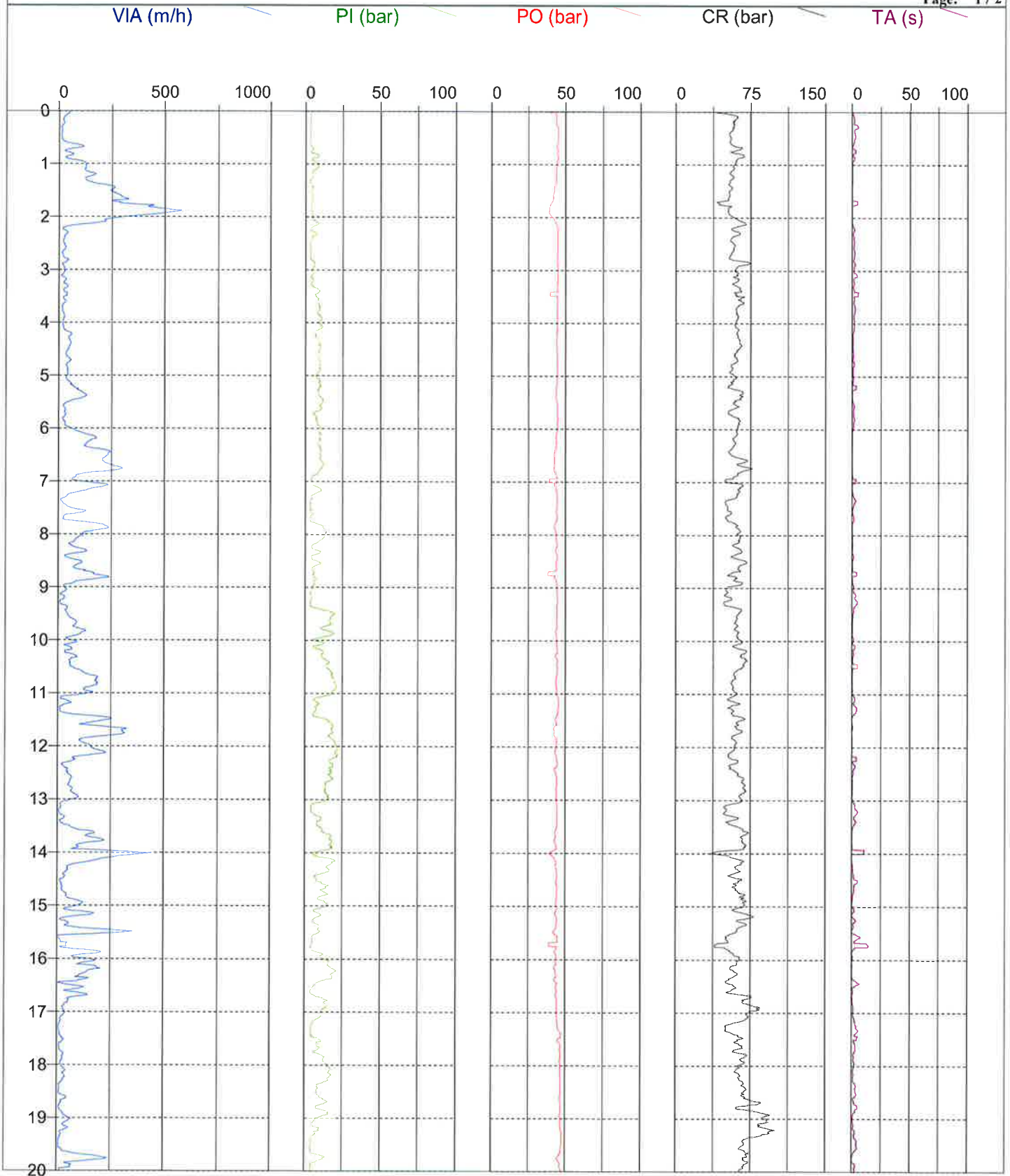
Longueur : 34,99 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S2

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 28/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

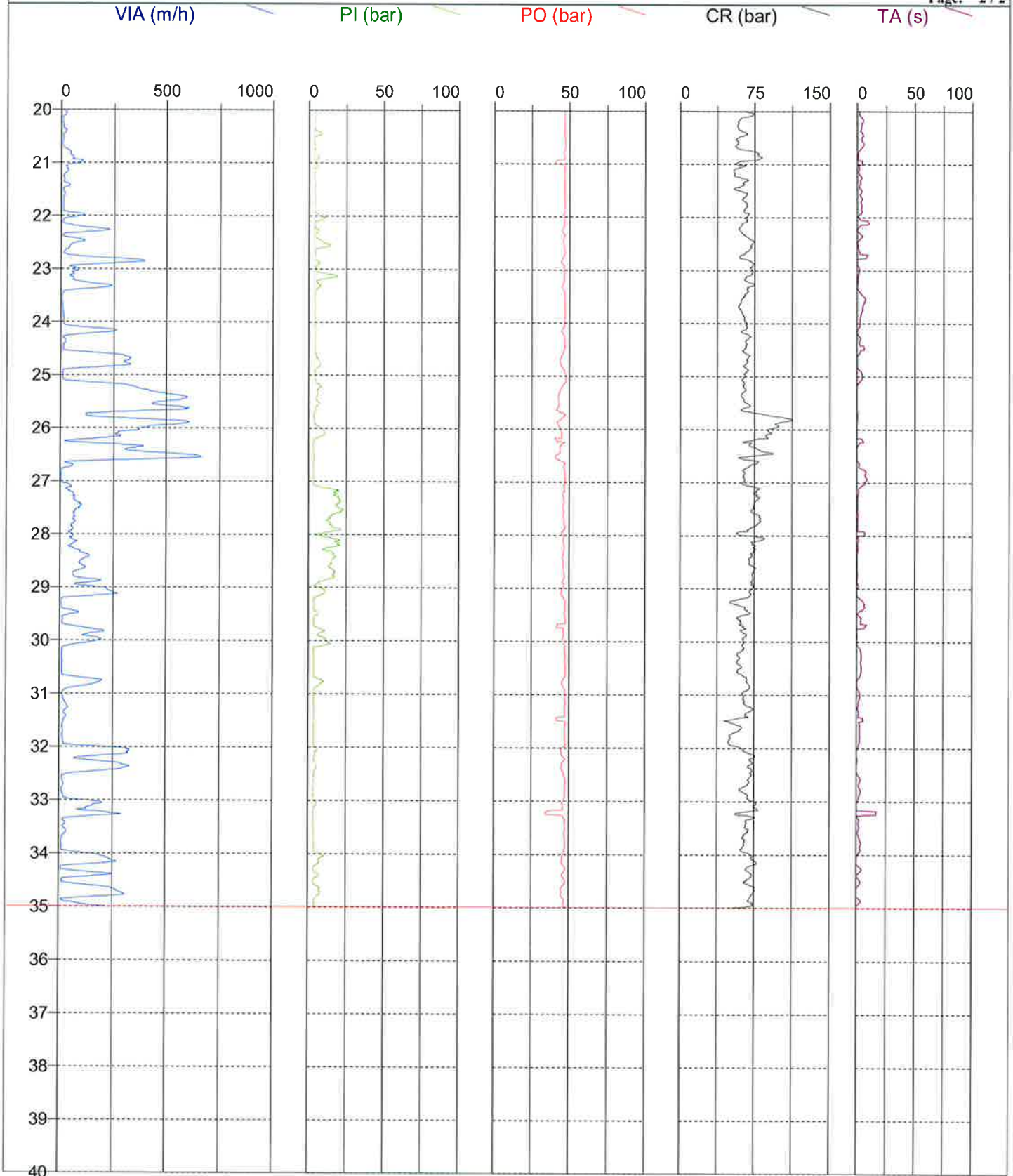
Outil : Tricône

Longueur : 34,99 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S3

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 29/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

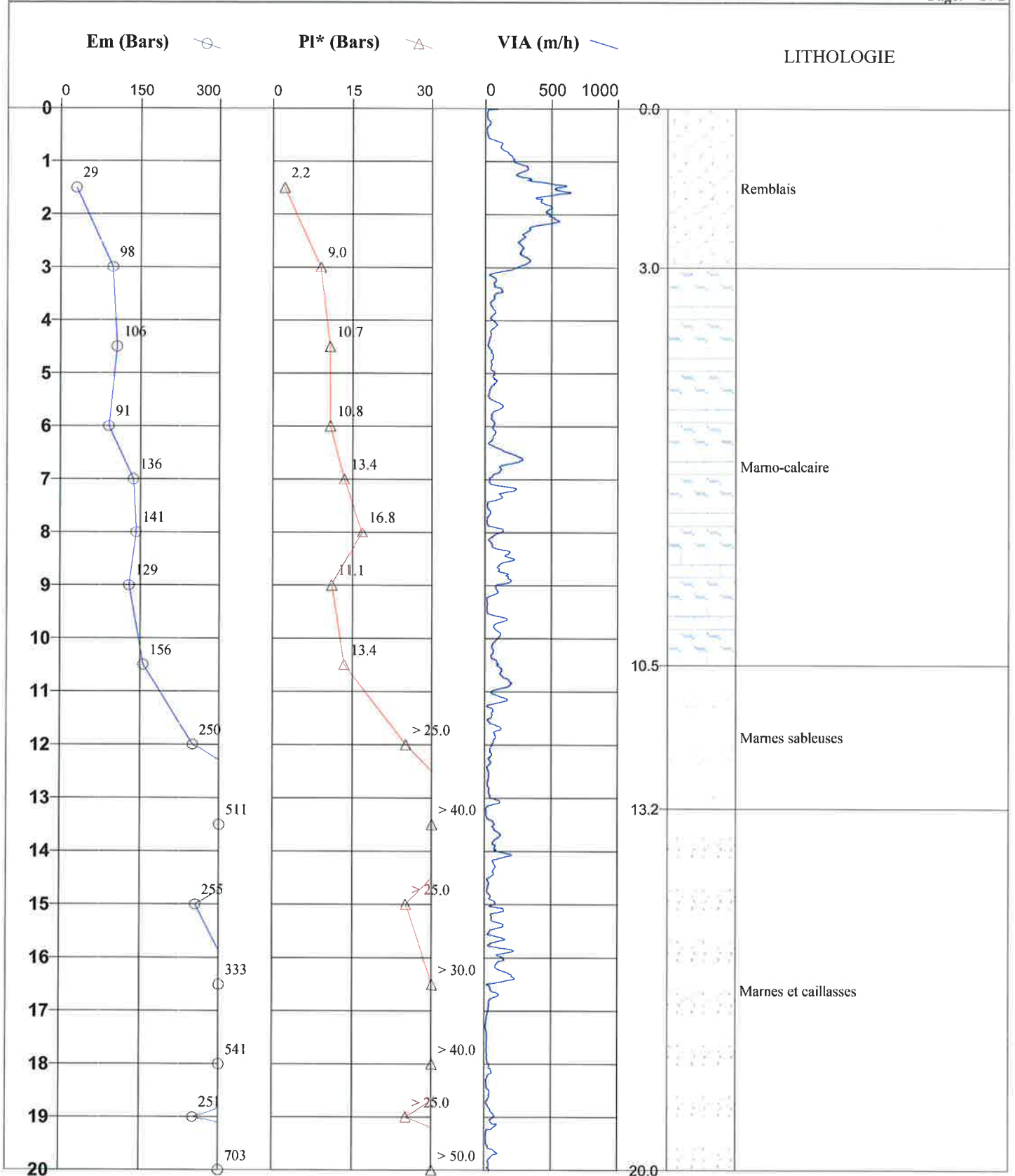
Outil : Tricône

Longueur : 35,03 m

Altitude : 82,8 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S3

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 29/07/2020

Étude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

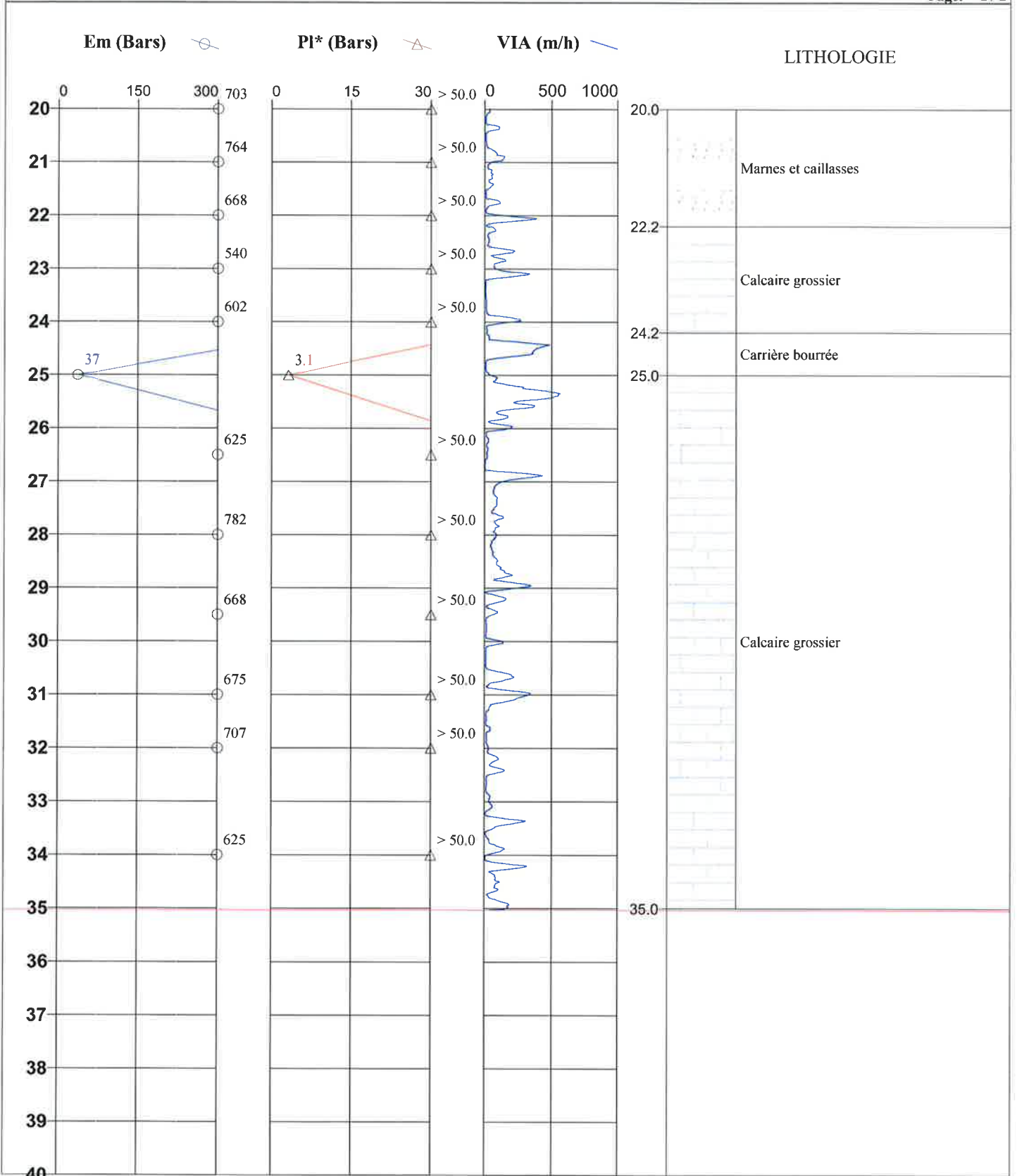
Outil : Tricône

Longueur : 35,03 m

Altitude : 82,8 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :





## FORAGE : S3

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 29/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

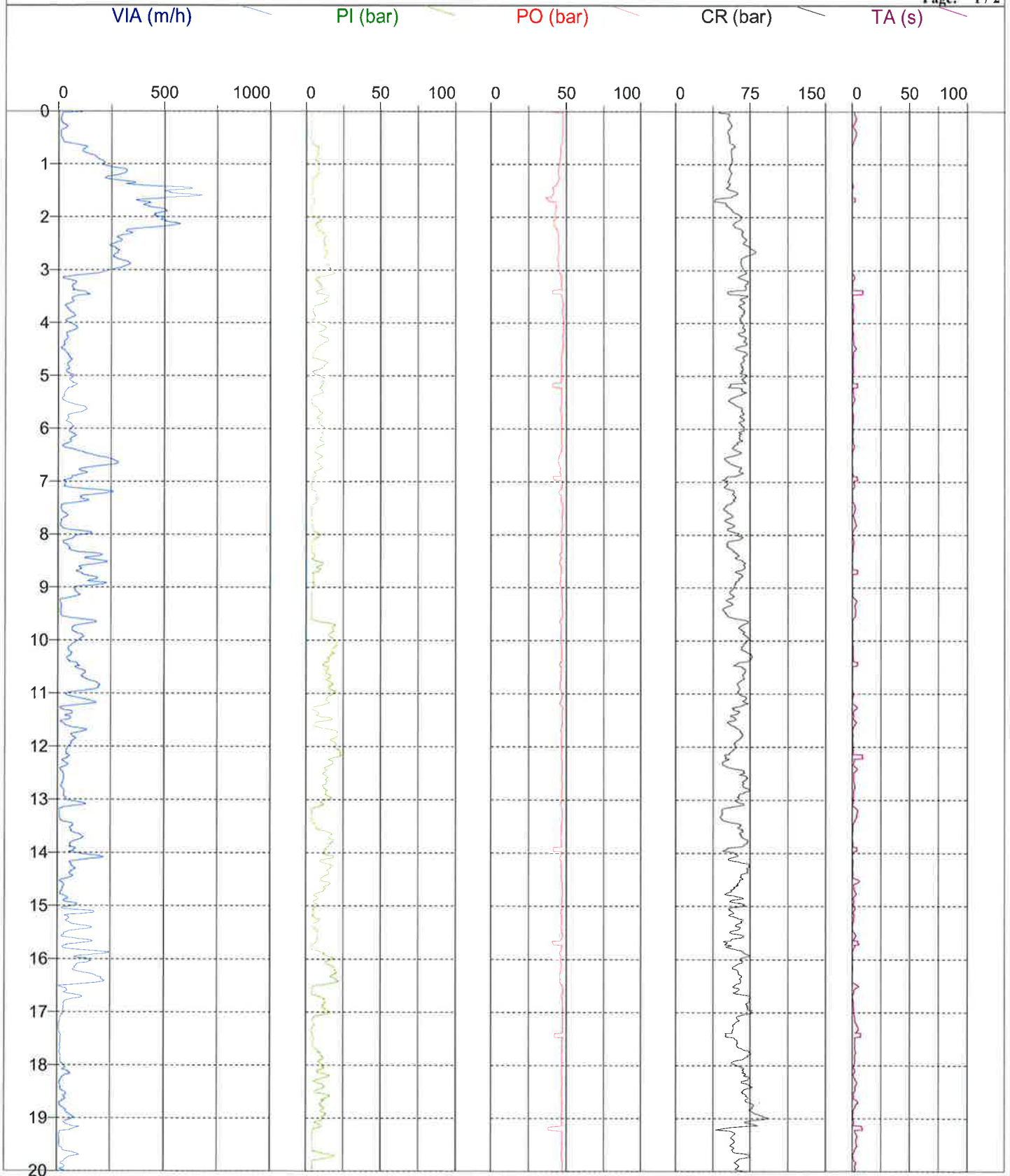
Longueur : 35,03 m

Altitude : 82,8 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S3

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 29/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

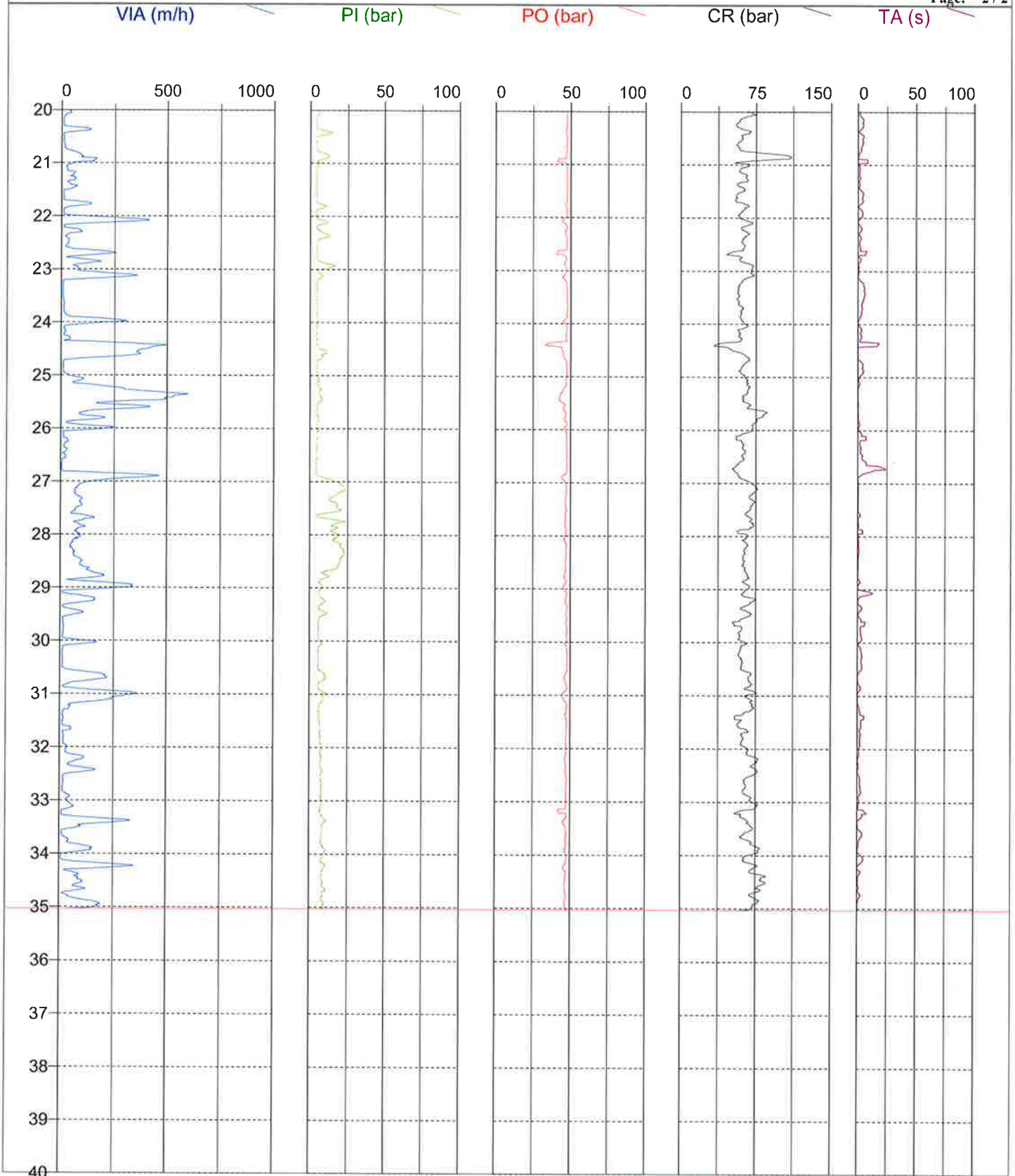
Outil : Tricône

Longueur : 35,03 m

Altitude : 82,8 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S4

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 30/06/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

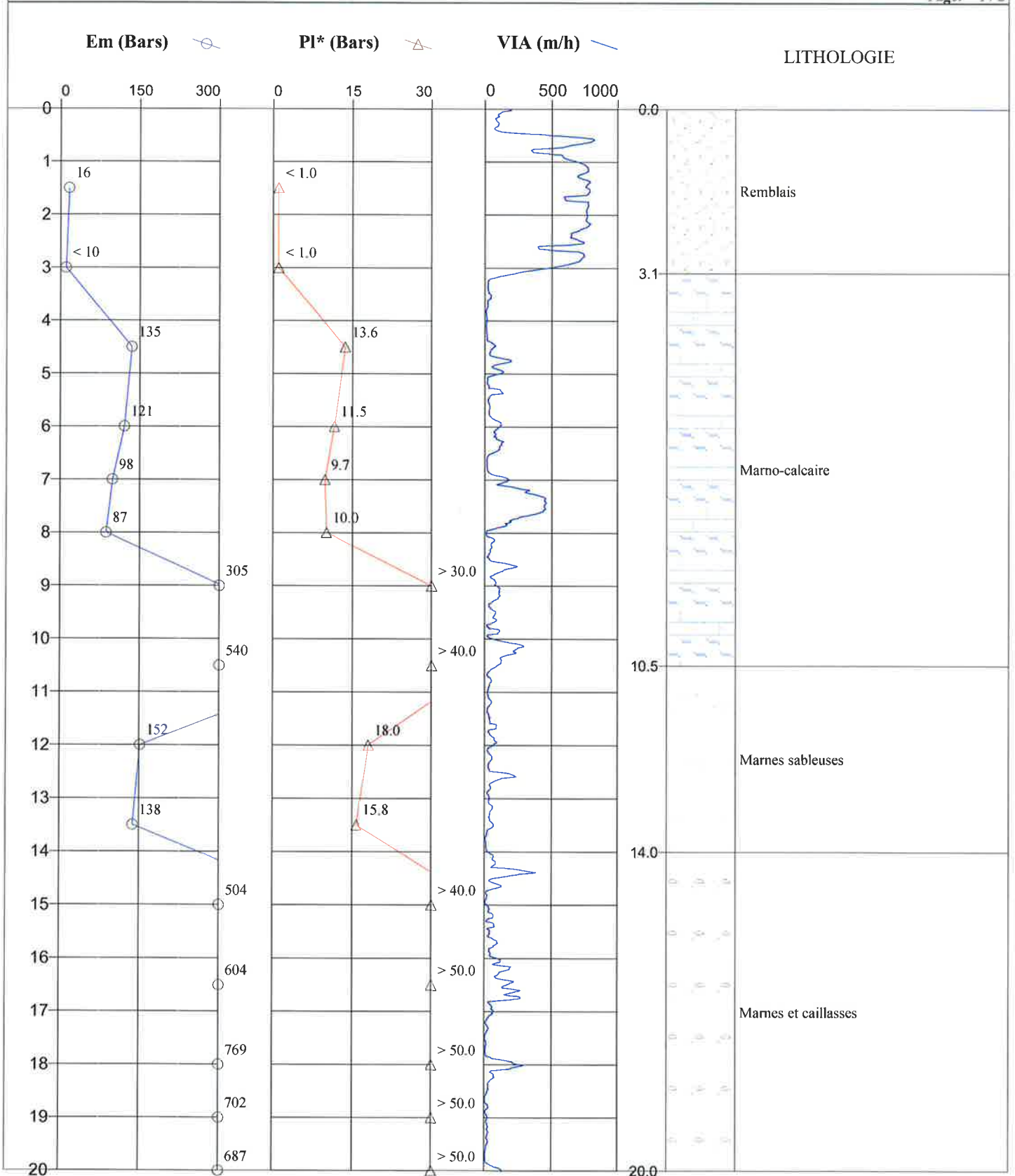
Outil : Tricône

Longueur : 35,26 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S4

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 30/06/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

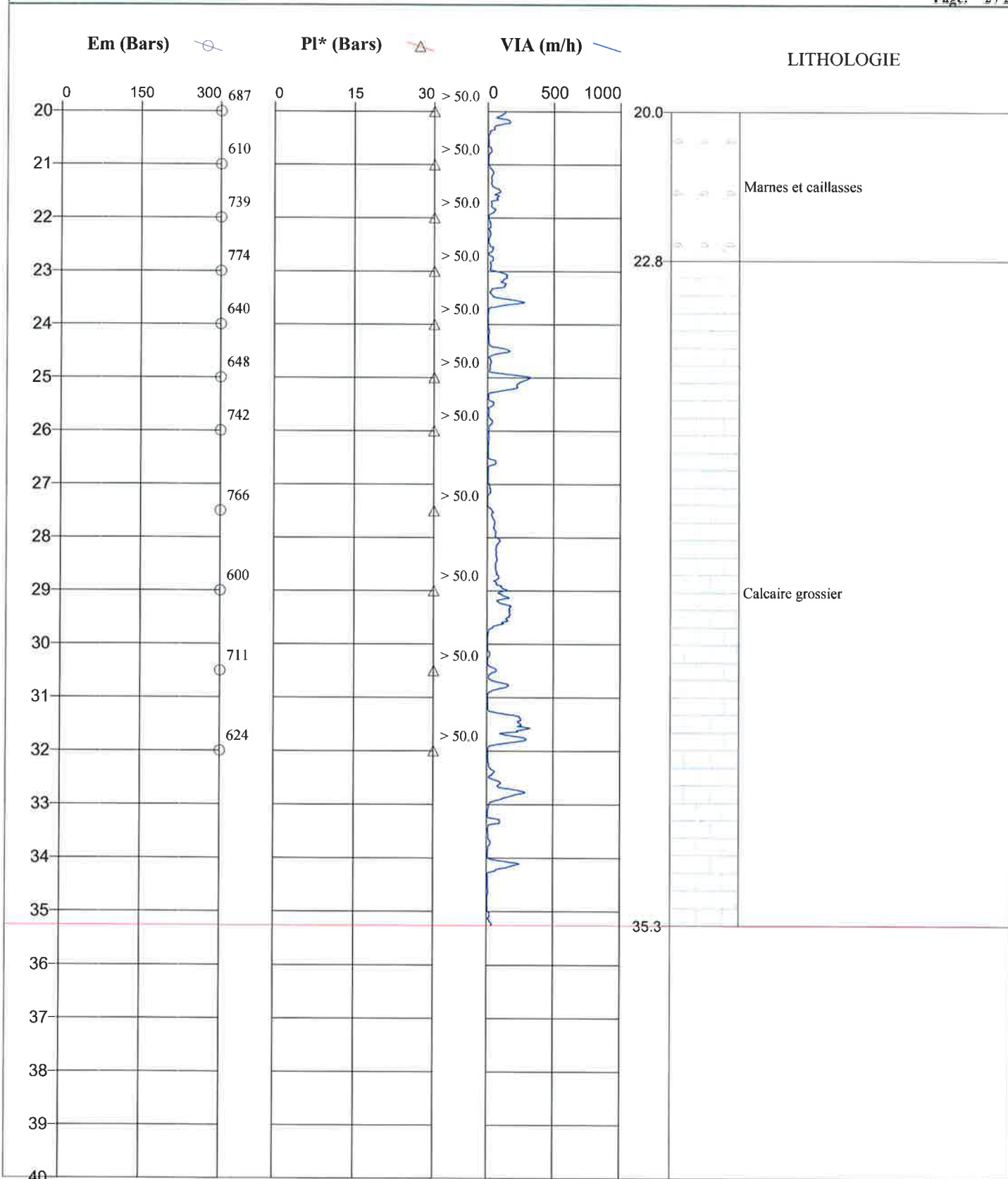
Outil : Tricône

Longueur : 35,26 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S4

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 30/06/2020

Étude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

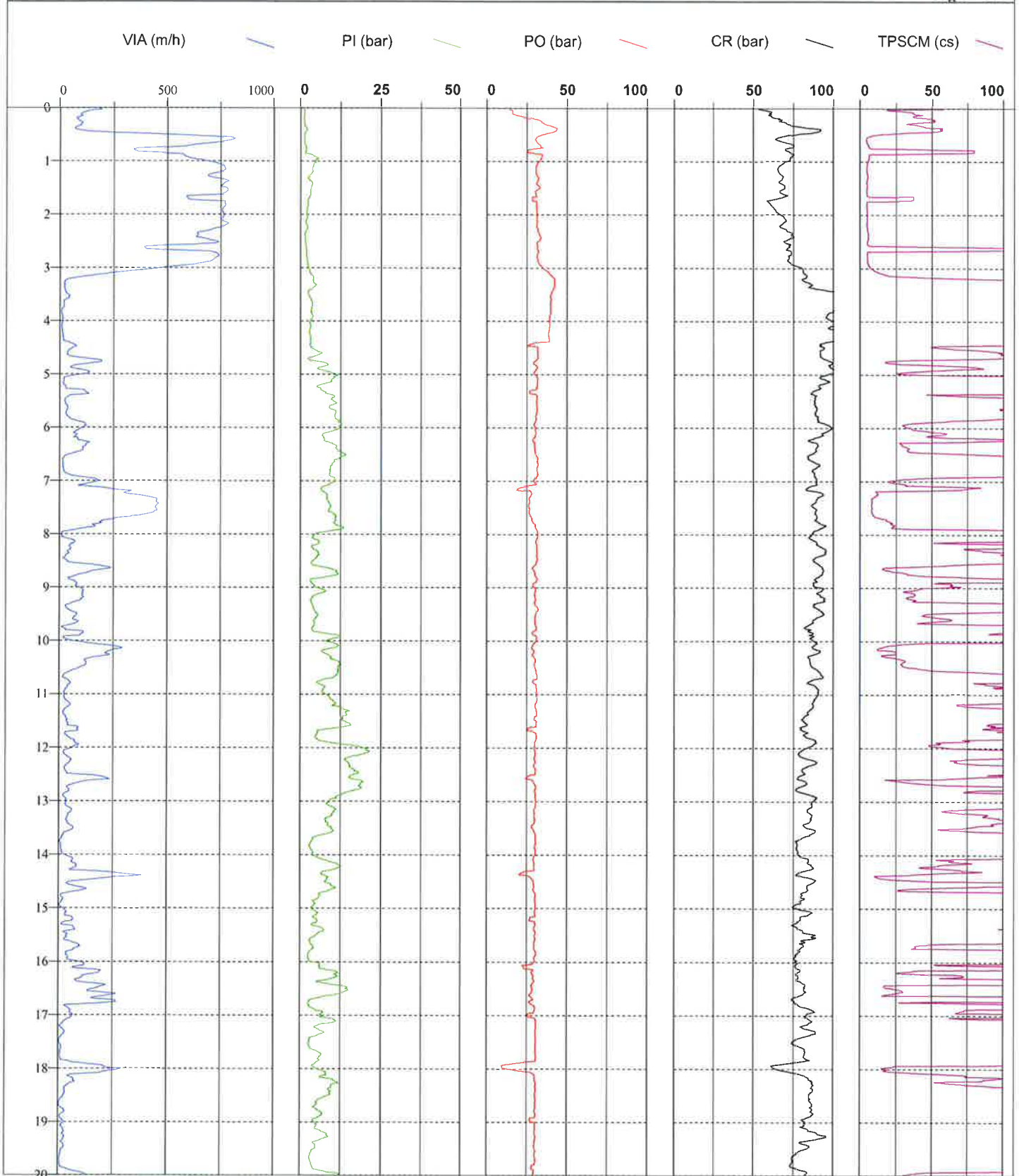
Outil : Tricône

Longueur : 35,26 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S4

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 30/06/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

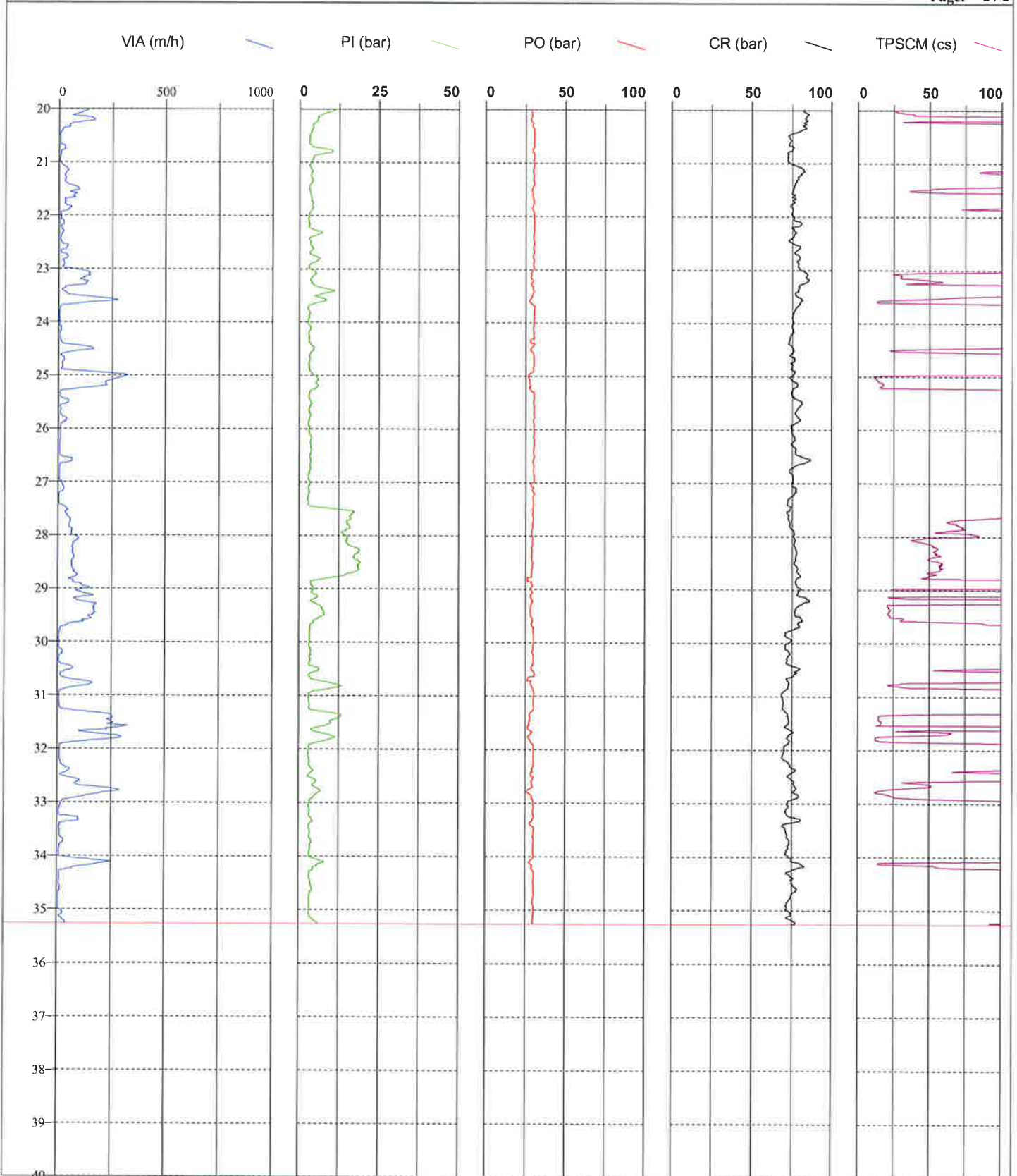
Longueur : 35,26 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S5

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI300

Date : 06/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

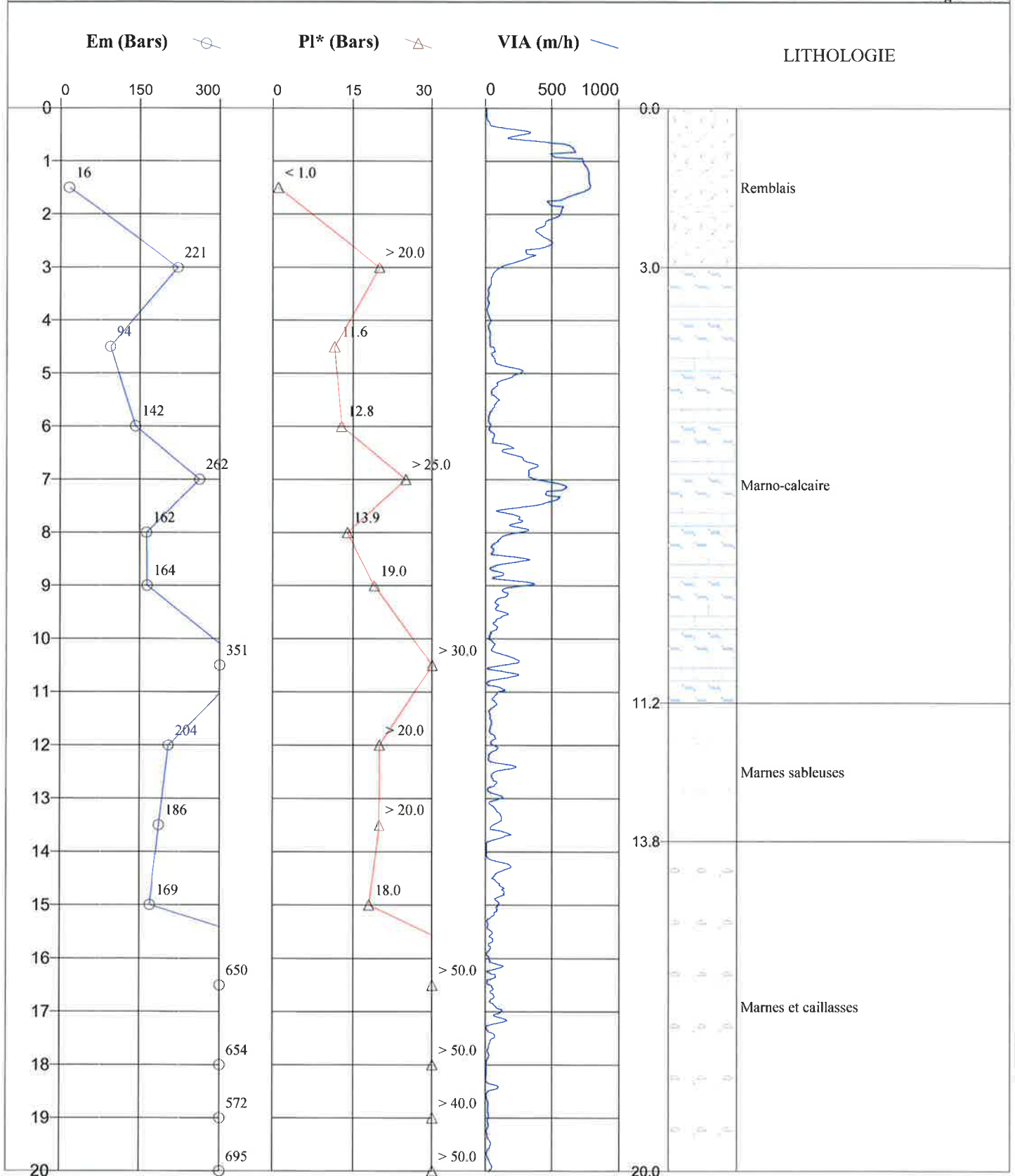
Outil : Tricône

Longueur : 35,21 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S5

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI300

Date : 06/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

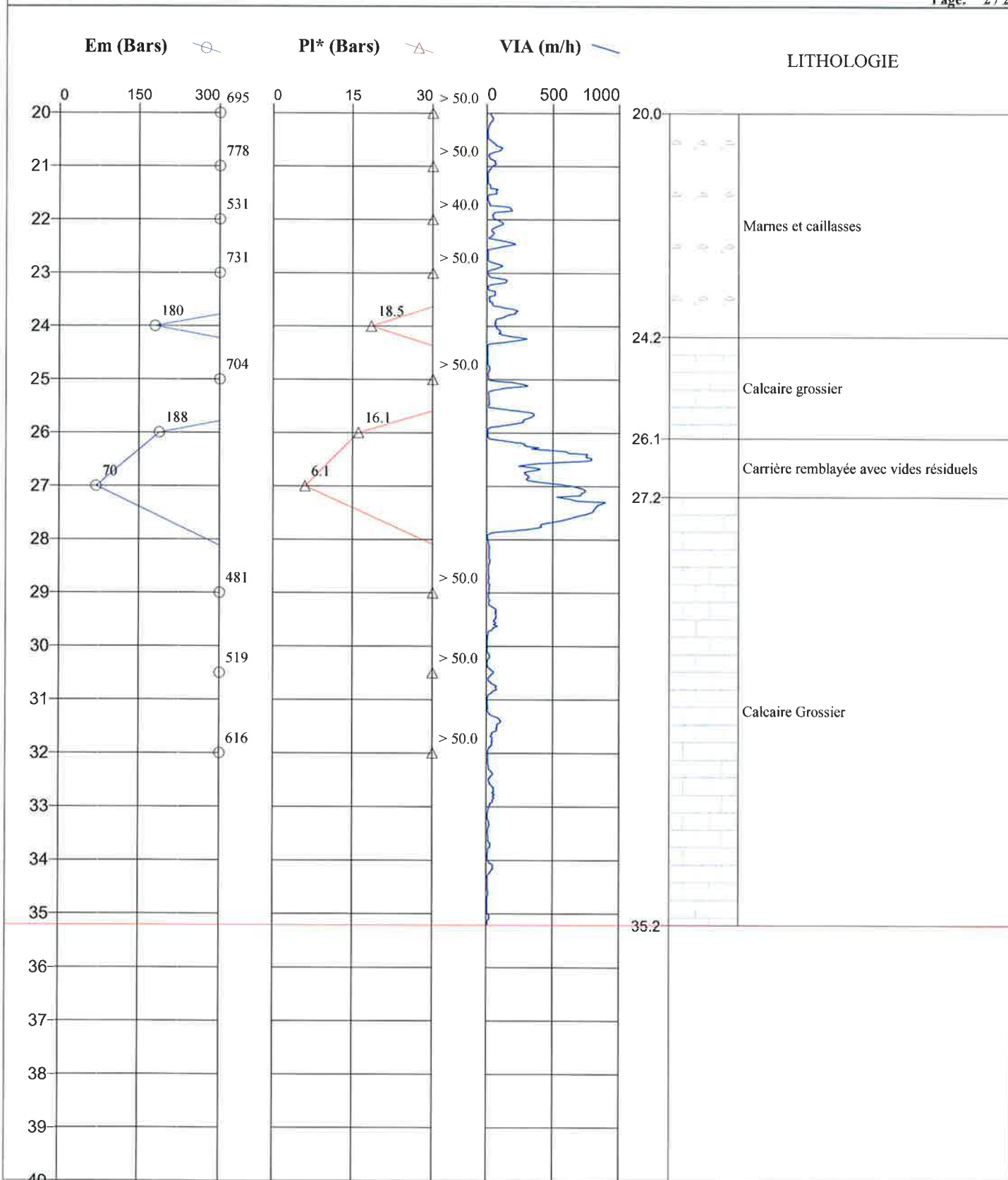
Outil : Tricône

Longueur : 35,21 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :





## FORAGE : S5

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI300

Date : 06/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

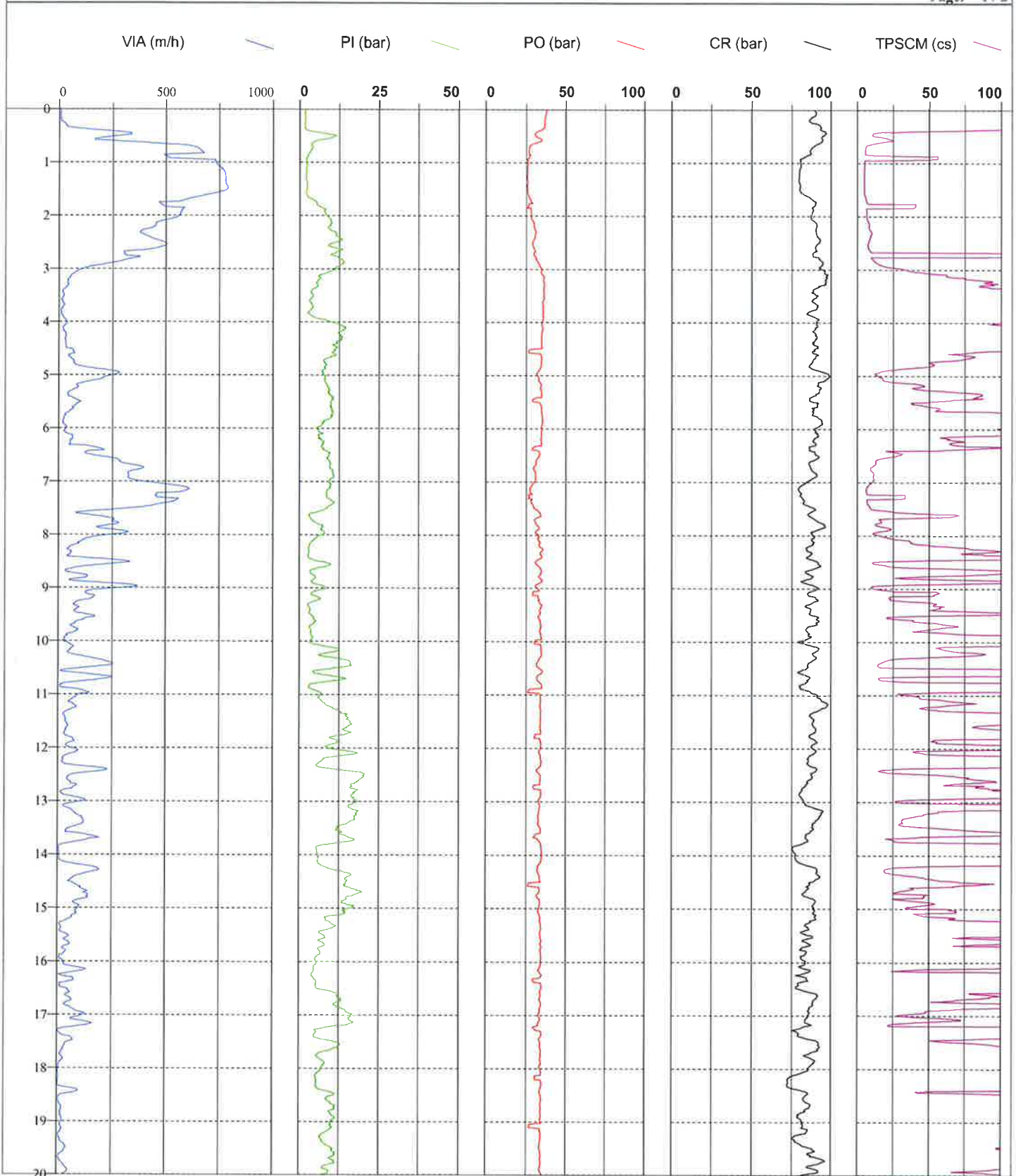
Longueur : 35,21 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S5

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI300

Date : 06/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

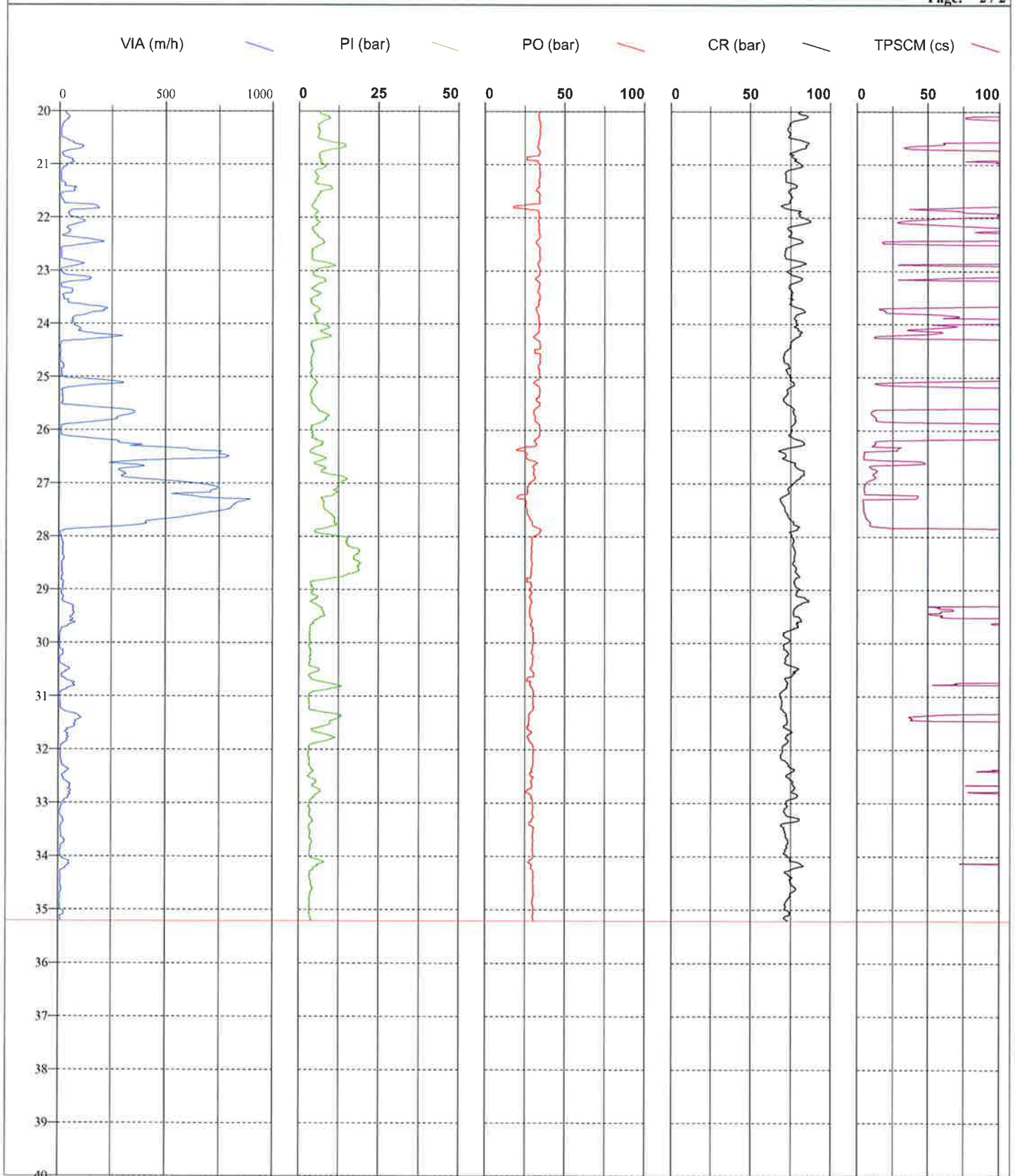
Longueur : 35,21 m

Altitude : 82,9 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S6

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 07/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

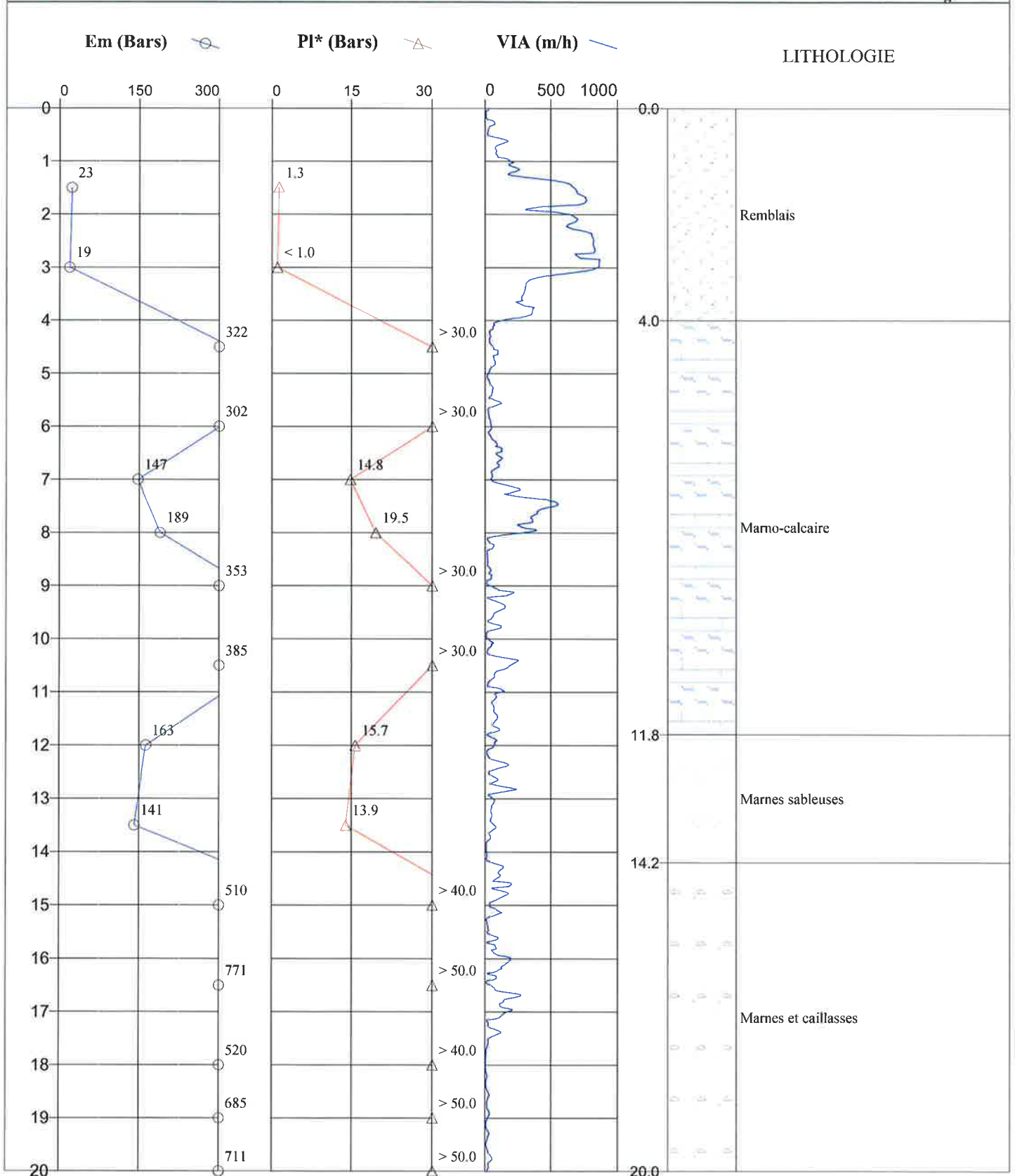
Outil : Tricône

Longueur : 35,10 m

Altitude : 84 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S6

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 07/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

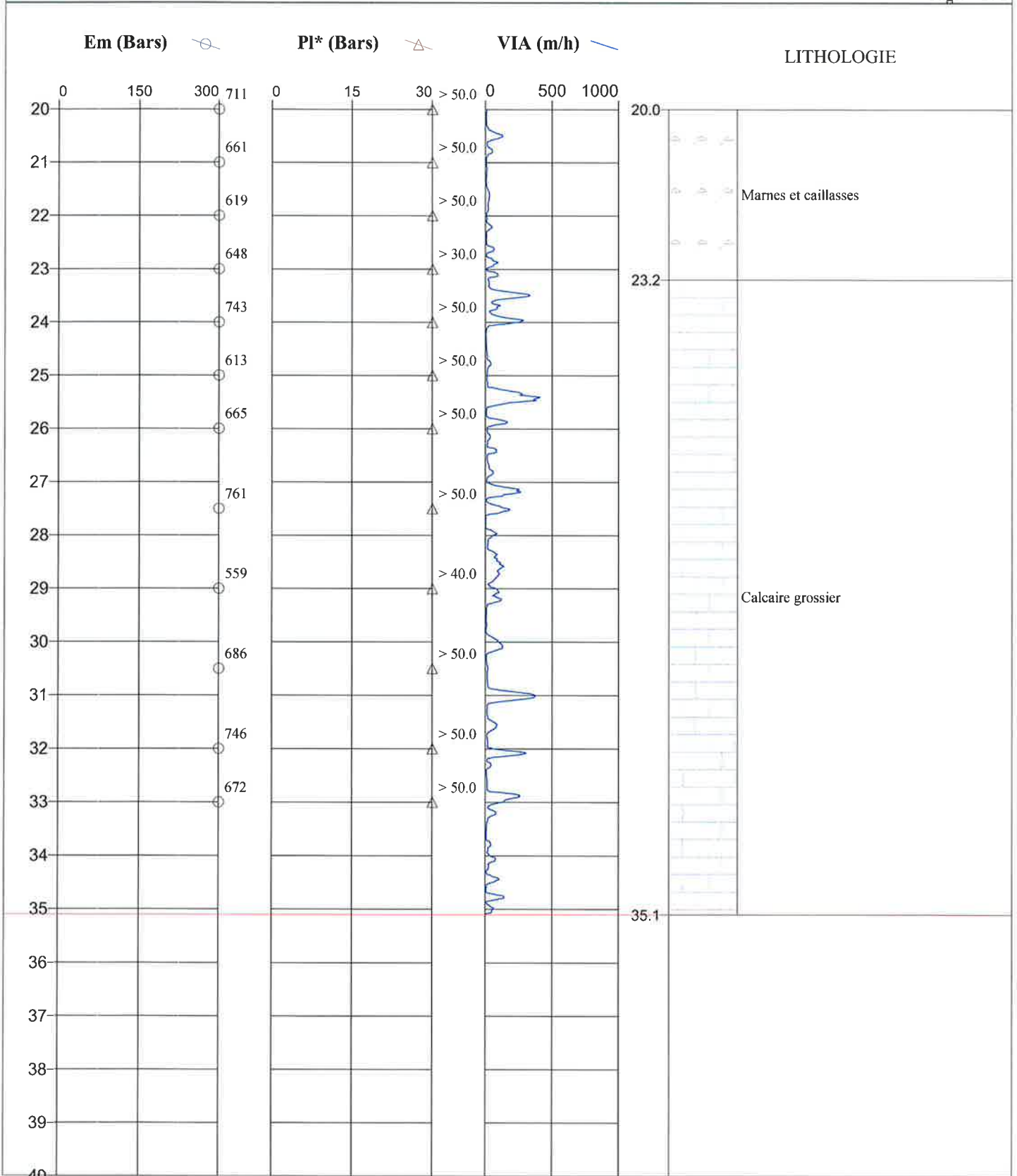
Outil : Tricône

Longueur : 35,10 m

Altitude : 84 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S6

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 07/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

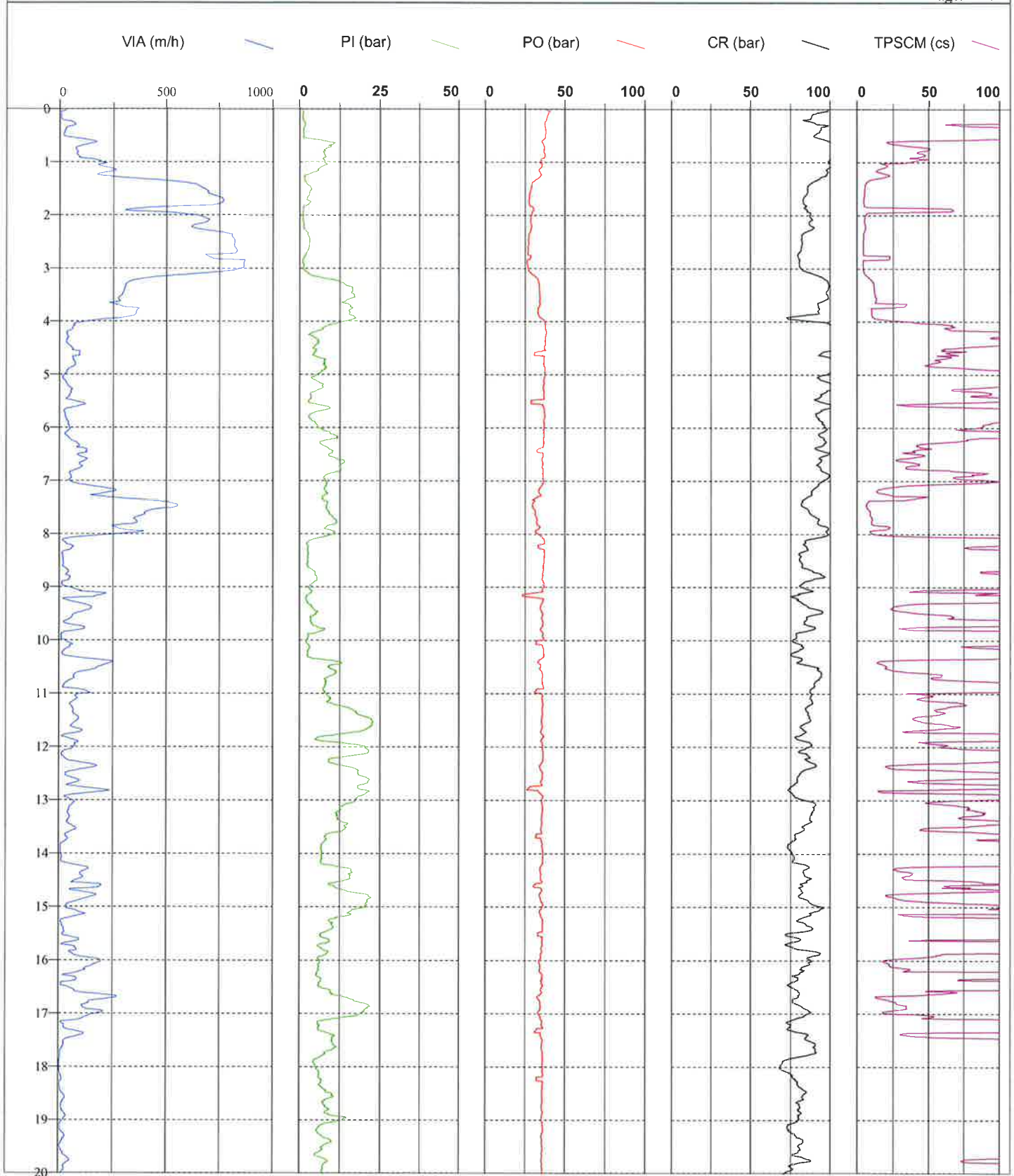
Longueur : 35,10 m

Altitude : 84 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S6

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 07/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

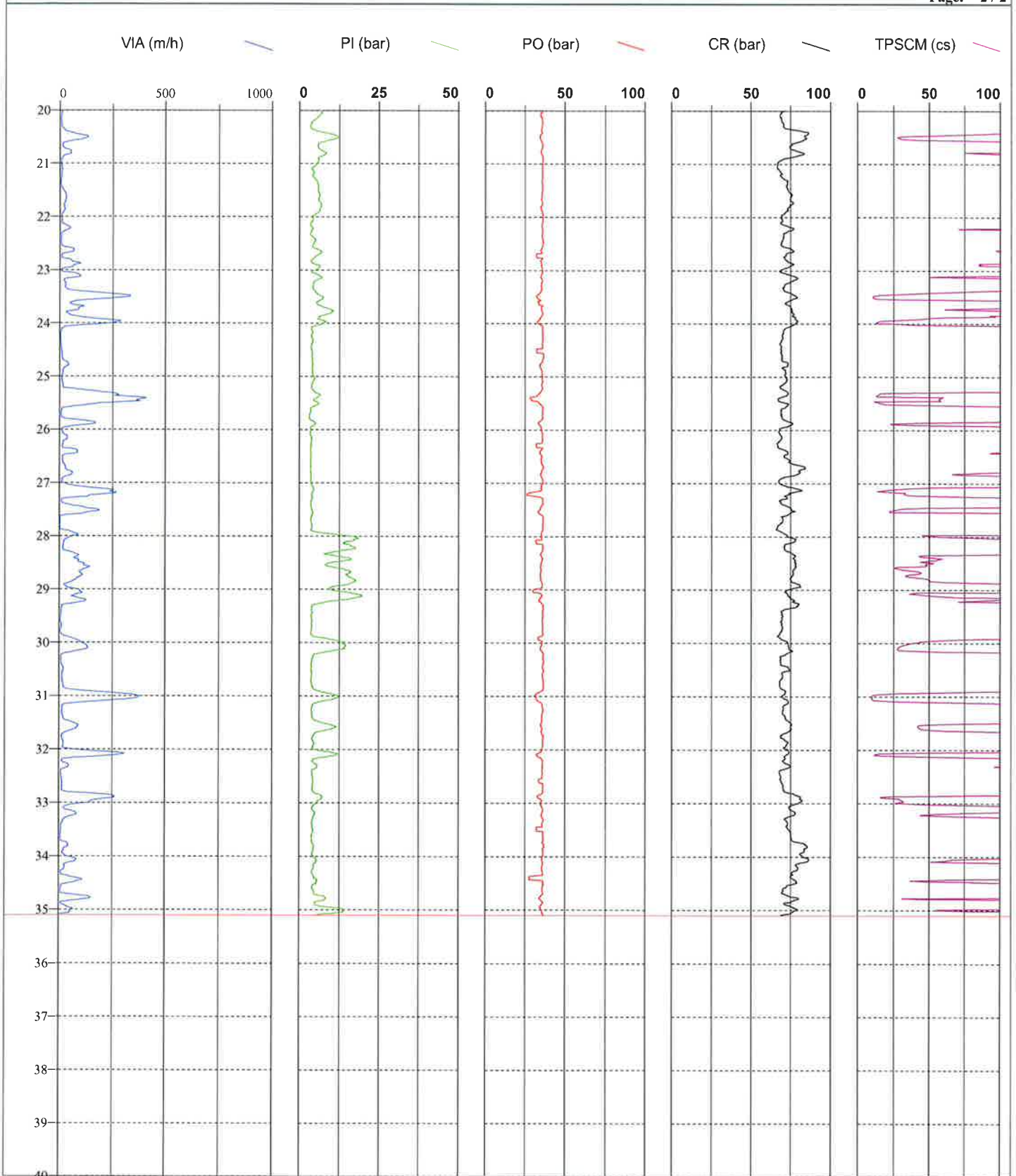
Longueur : 35,10 m

Altitude : 84 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S7

Type : Rotation

Machine : EMCI 4,50

Date : 24/07/2020

Outil : Tricône

Longueur : 35,00 m

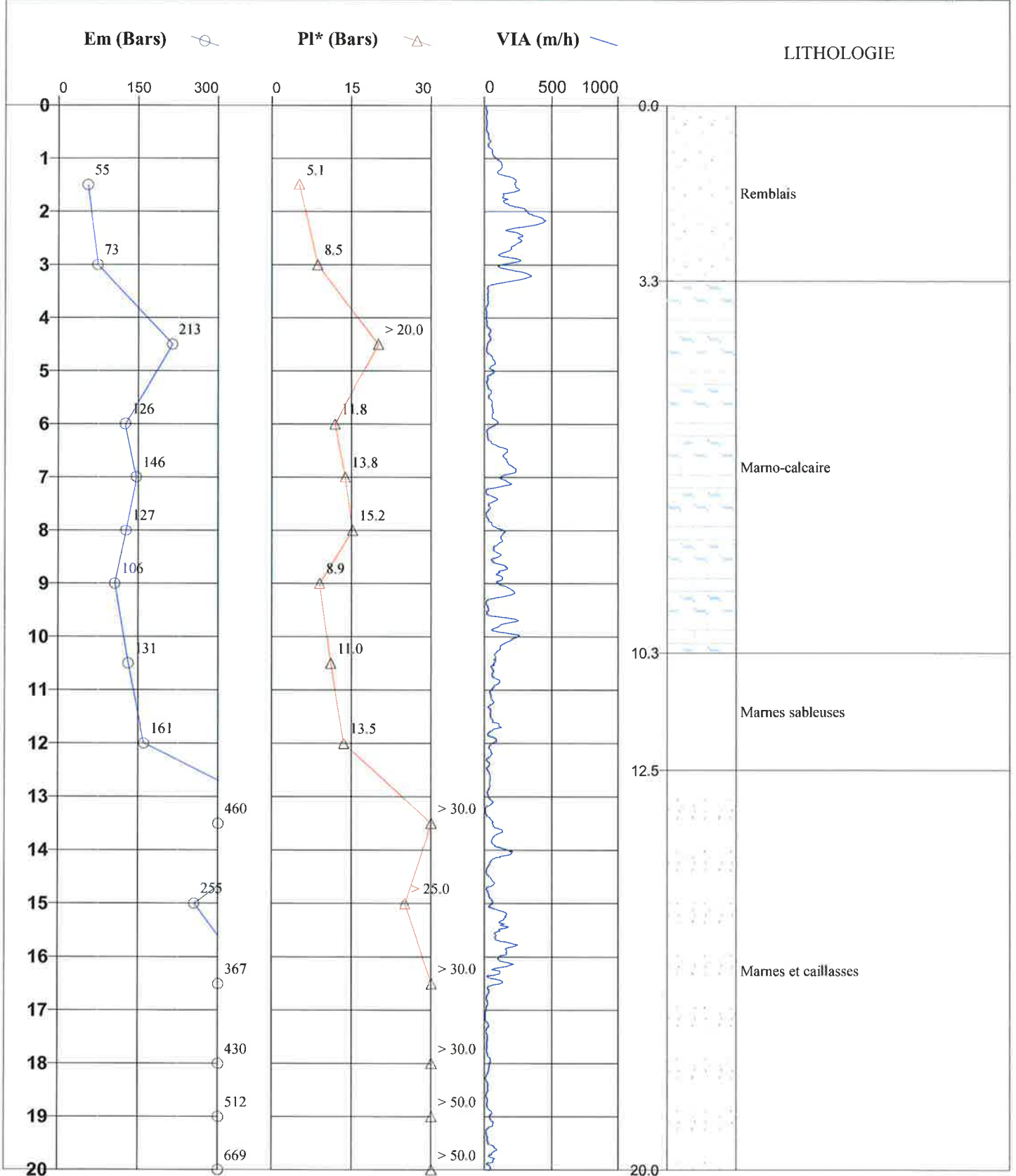
Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Remarque :



## FORAGE : S7

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 24/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

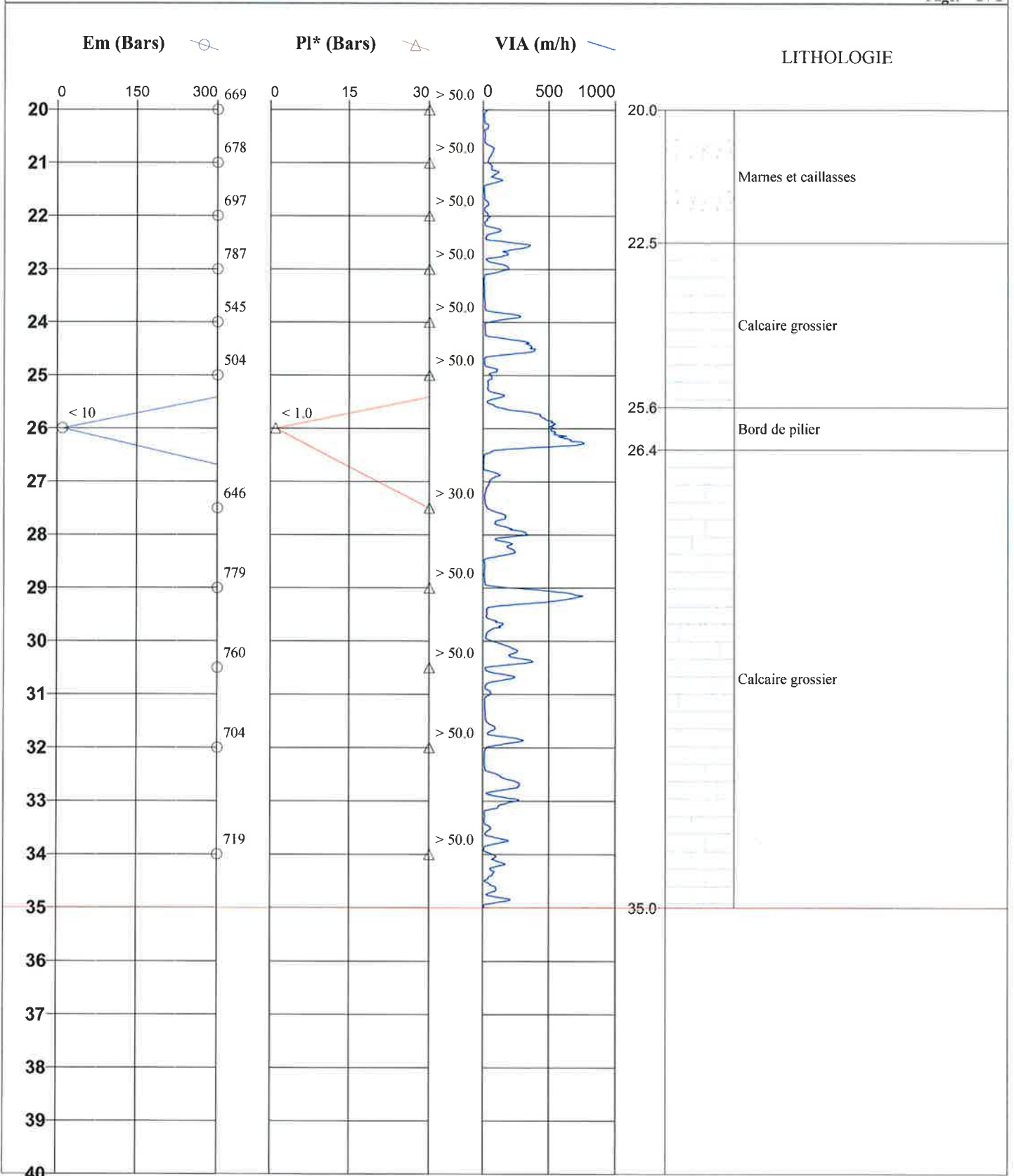
Outil : Tricône

Longueur : 35,00 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :





## FORAGE : S7

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 24/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

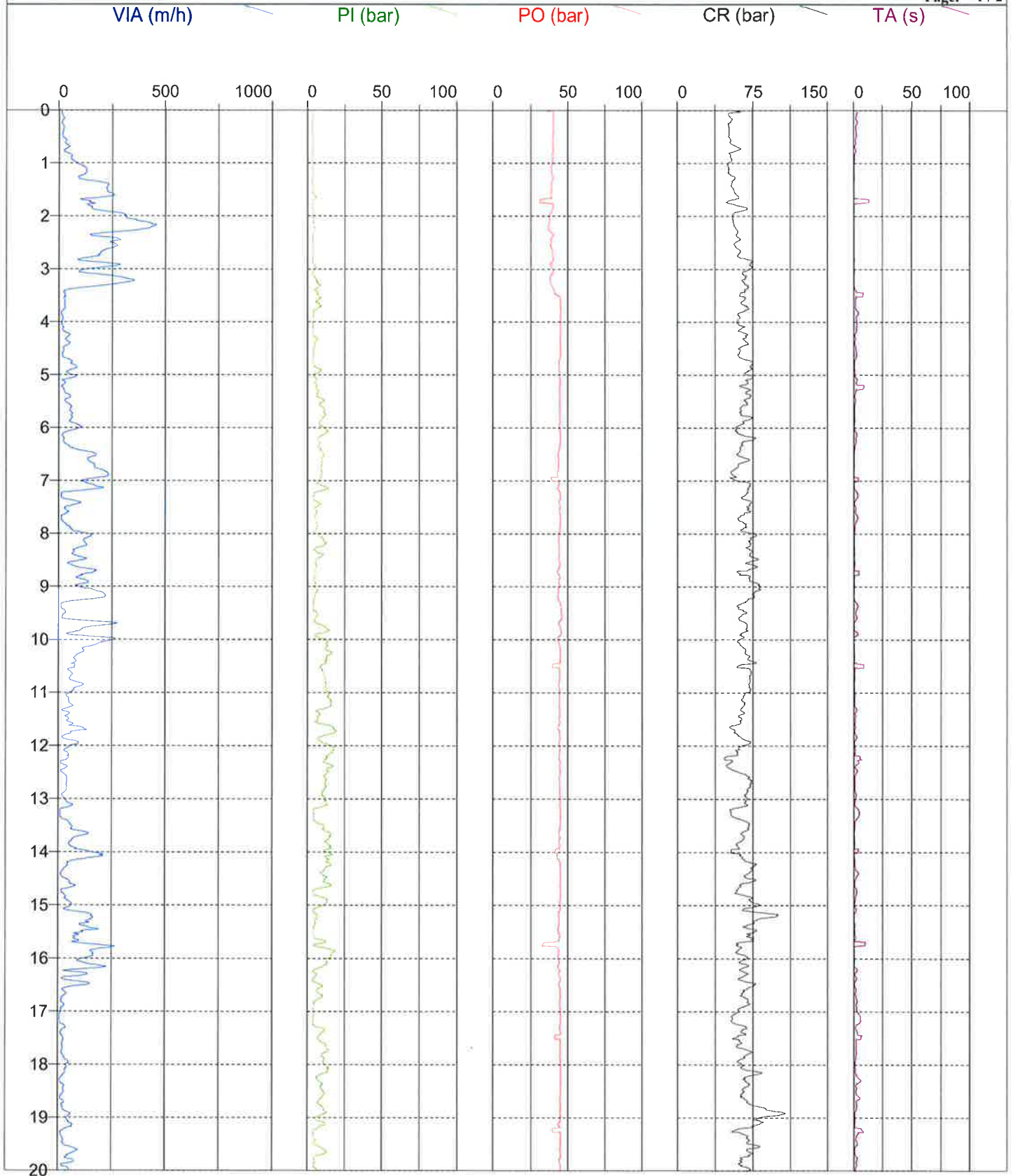
Longueur : 35,00 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S7

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 24/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

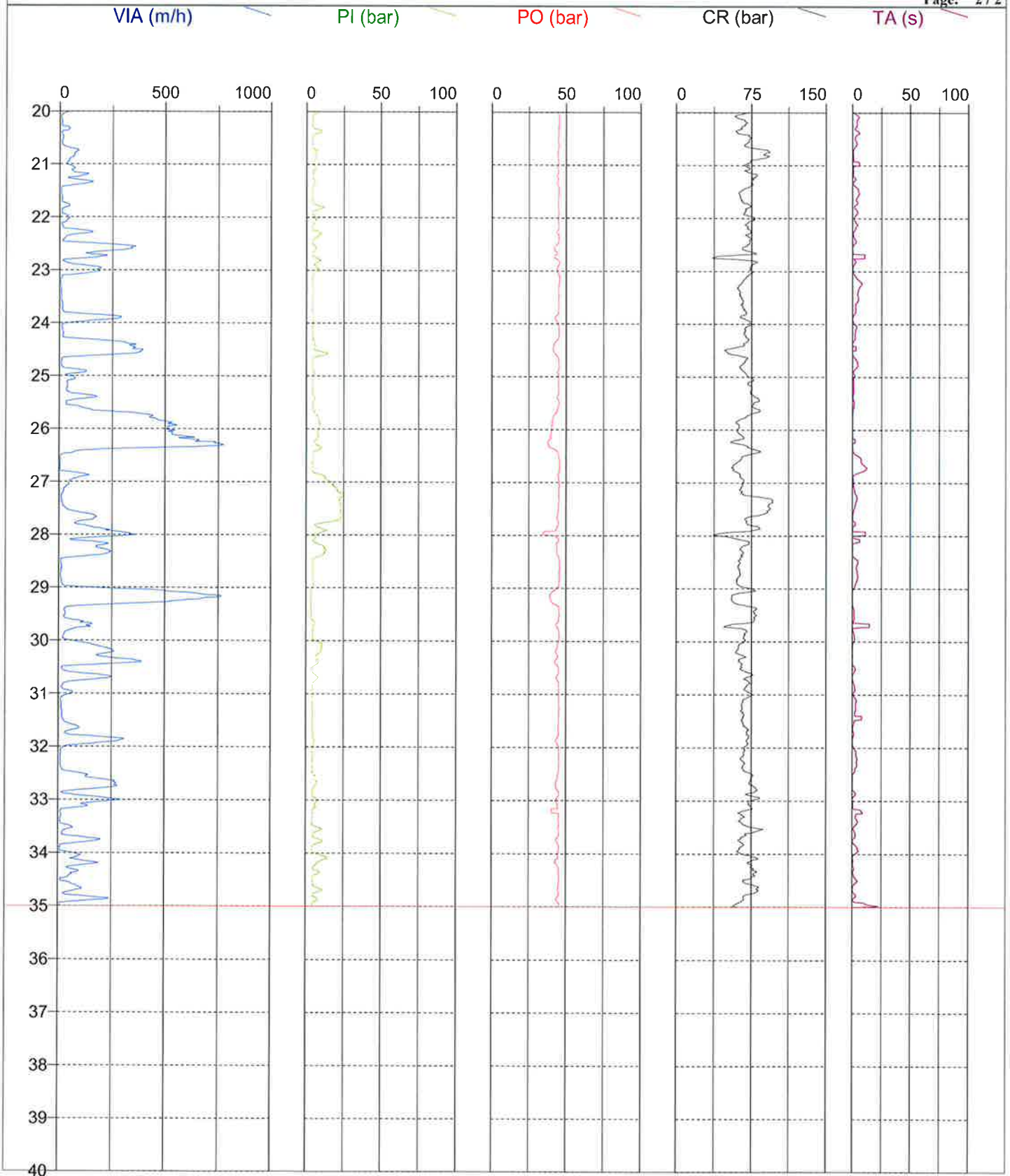
Longueur : 35,00 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S8

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 31/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

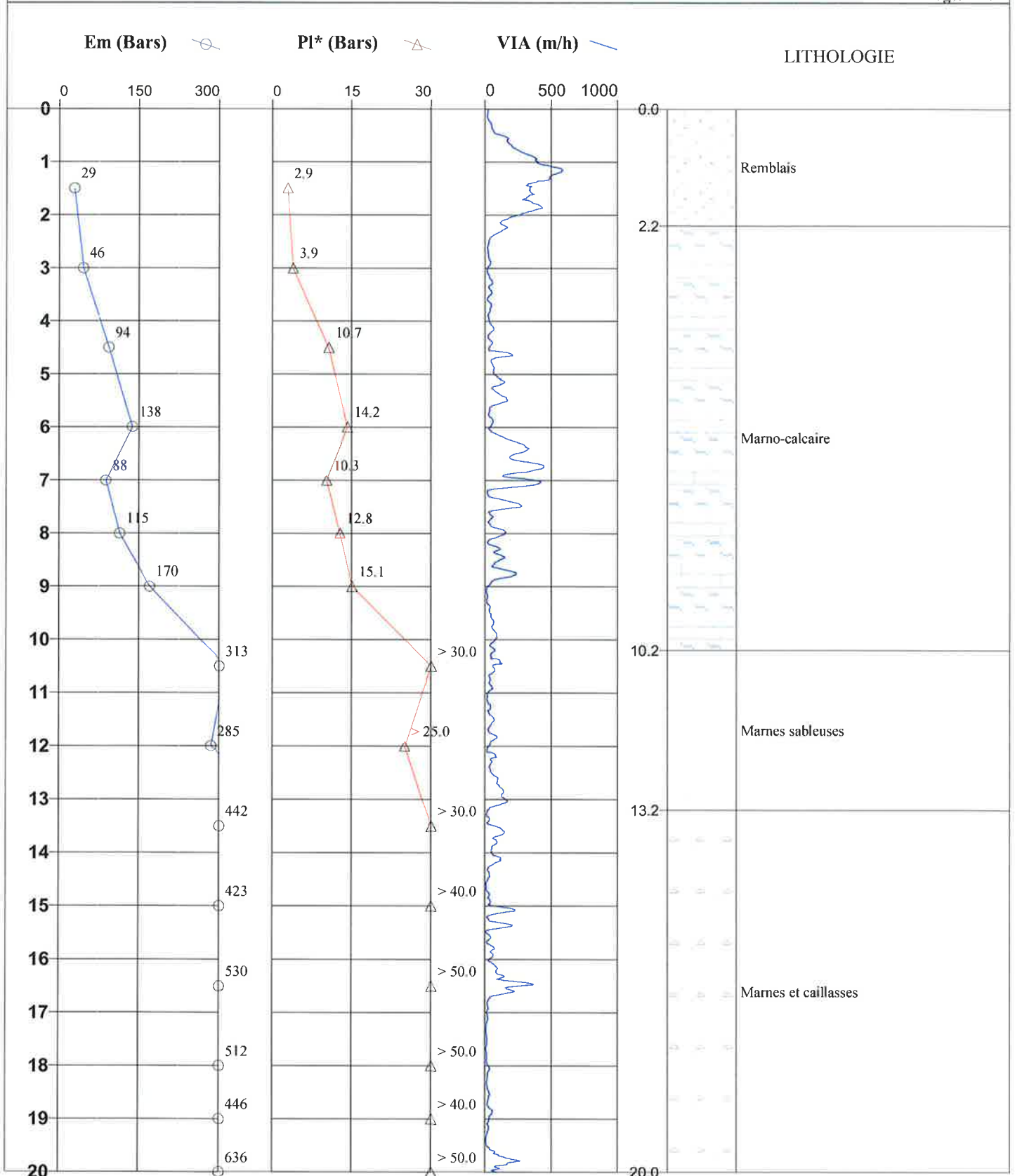
Outil : Tricône

Longueur : 35,00 m

Altitude : 83,5 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S8

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Type : Rotation

Machine : EMCI 4,50

Date : 31/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

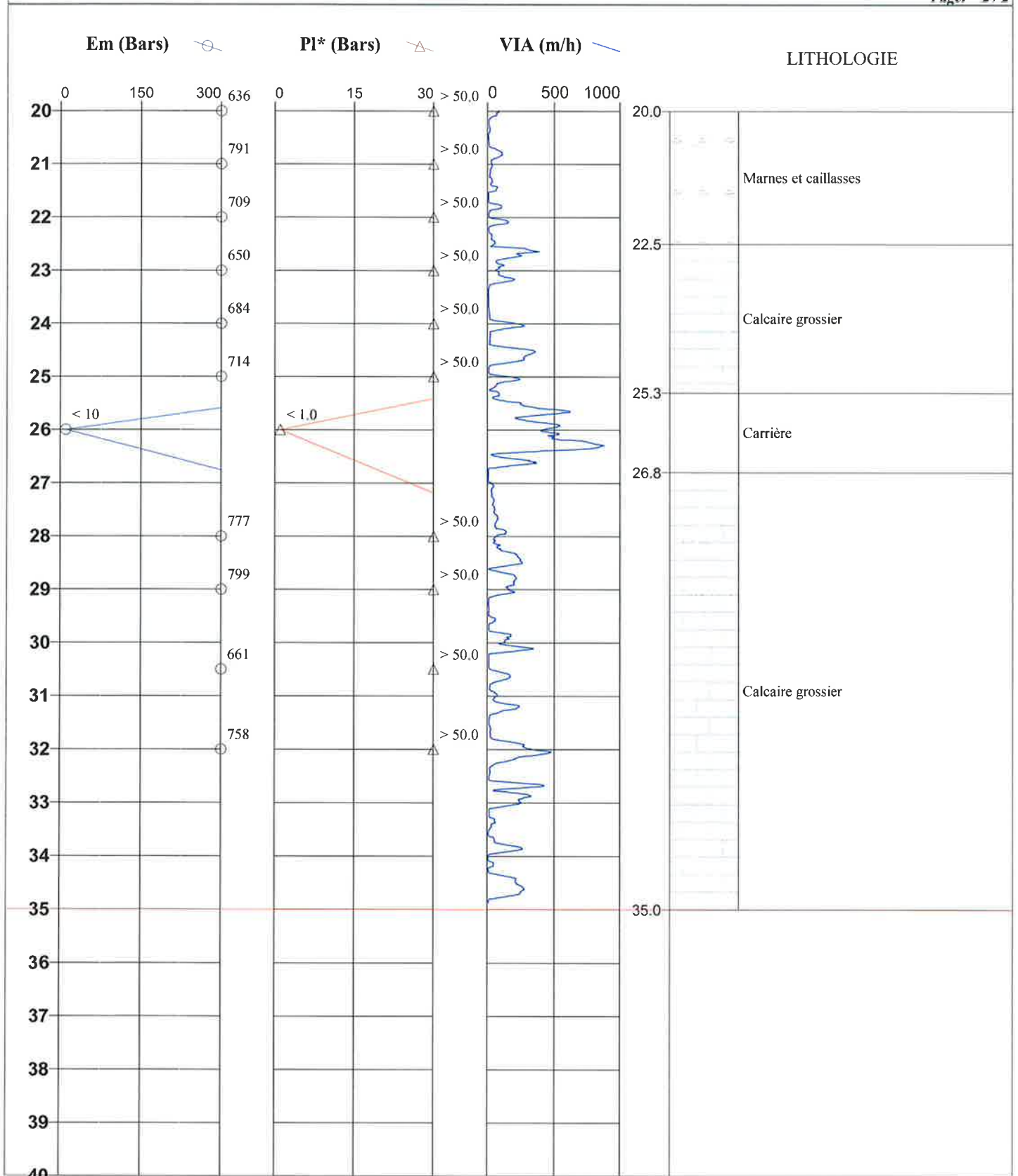
Outil : Tricône

Longueur : 35,00 m

Altitude : 83,5 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S8

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 31/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

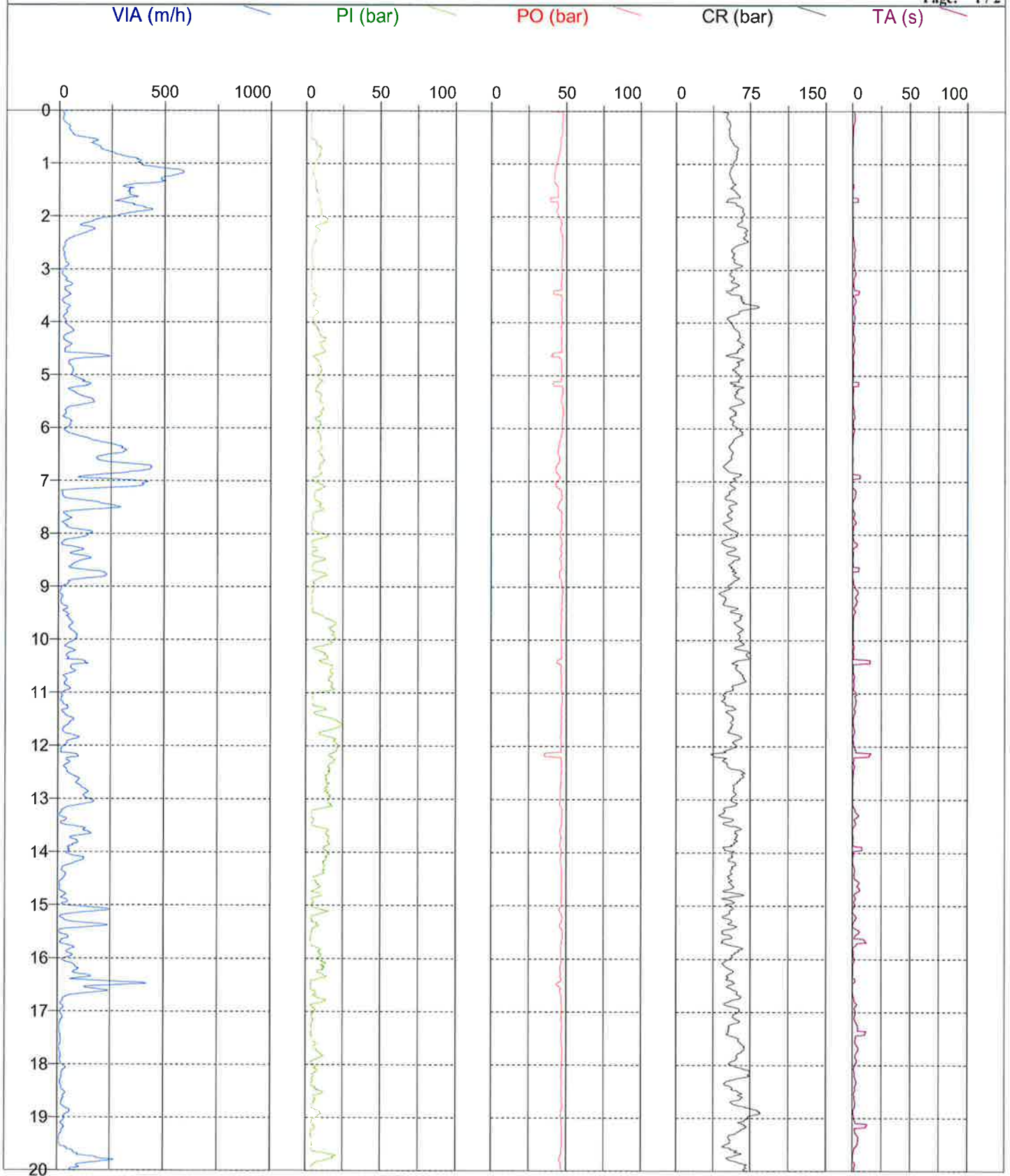
Longueur : 34,87 m

Altitude : 83,5 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S8

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 31/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

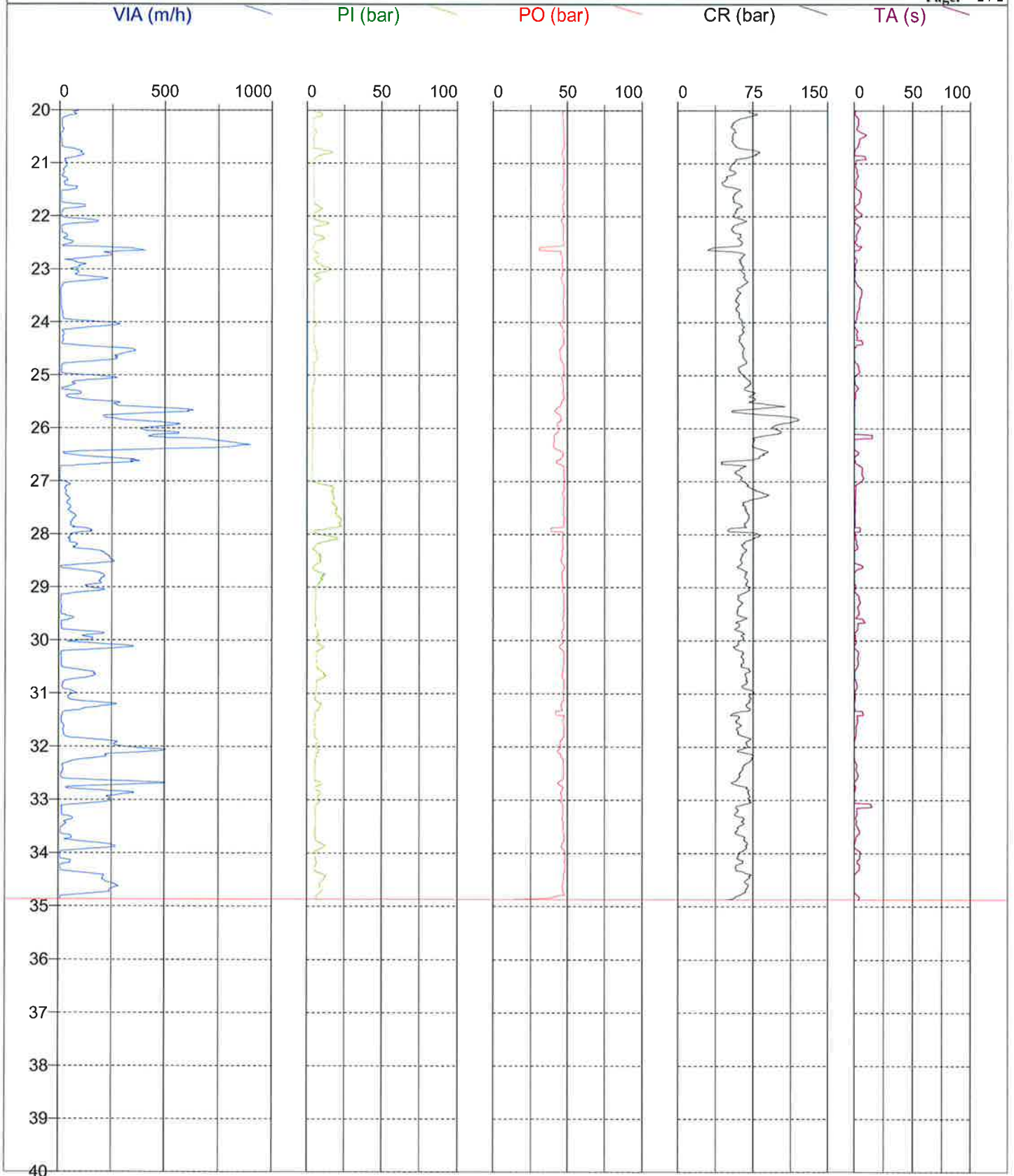
Longueur : 34,87 m

Altitude : 83,5 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S9

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMC1300

Date : 02/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

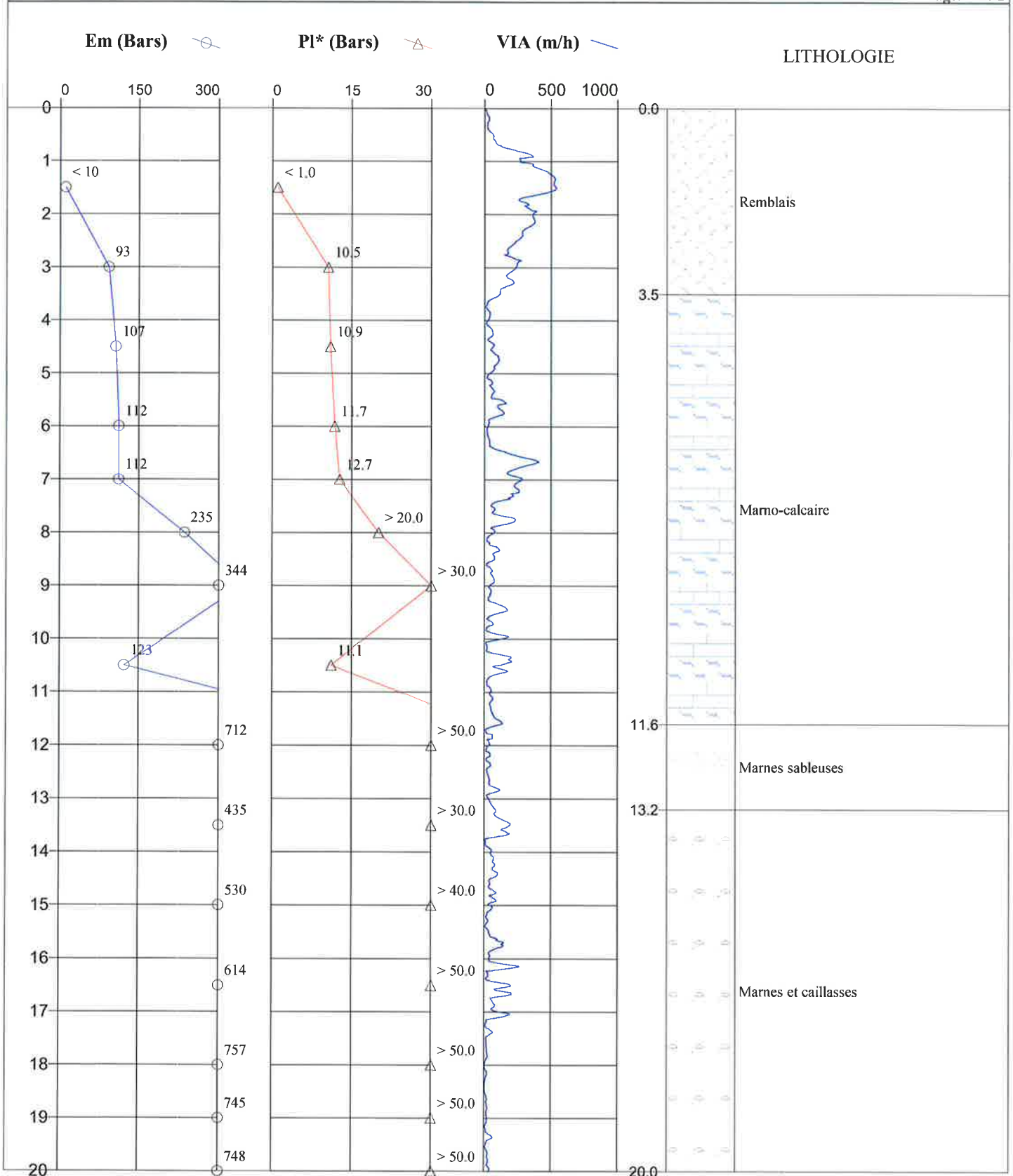
Outil : Tricône

Longueur : 35,21 m

Altitude : 84 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S9

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 02/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

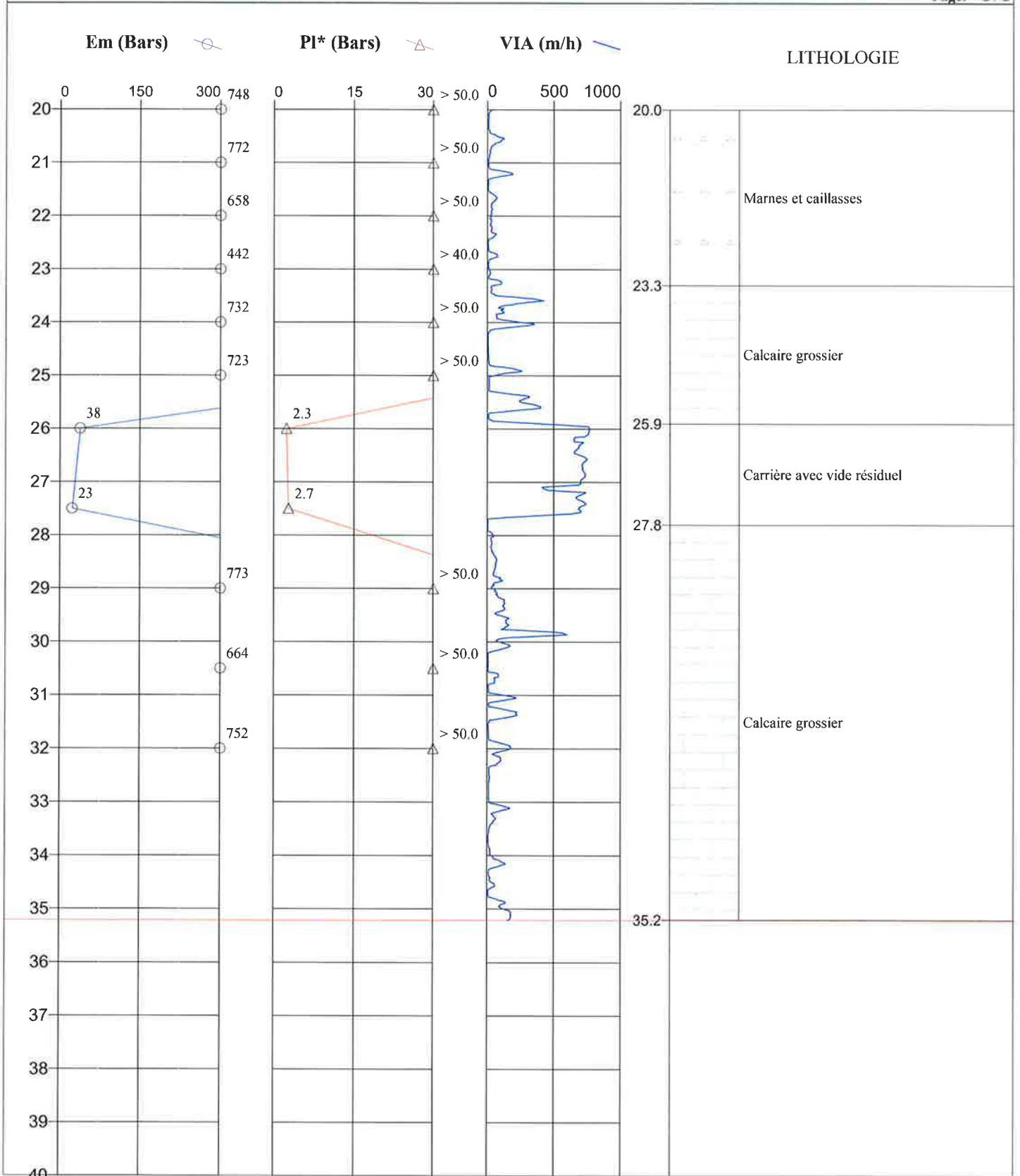
Outil : Tricône

Longueur : 35,21 m

Altitude : 84 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :





## FORAGE : S9

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 300

Date : 02/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

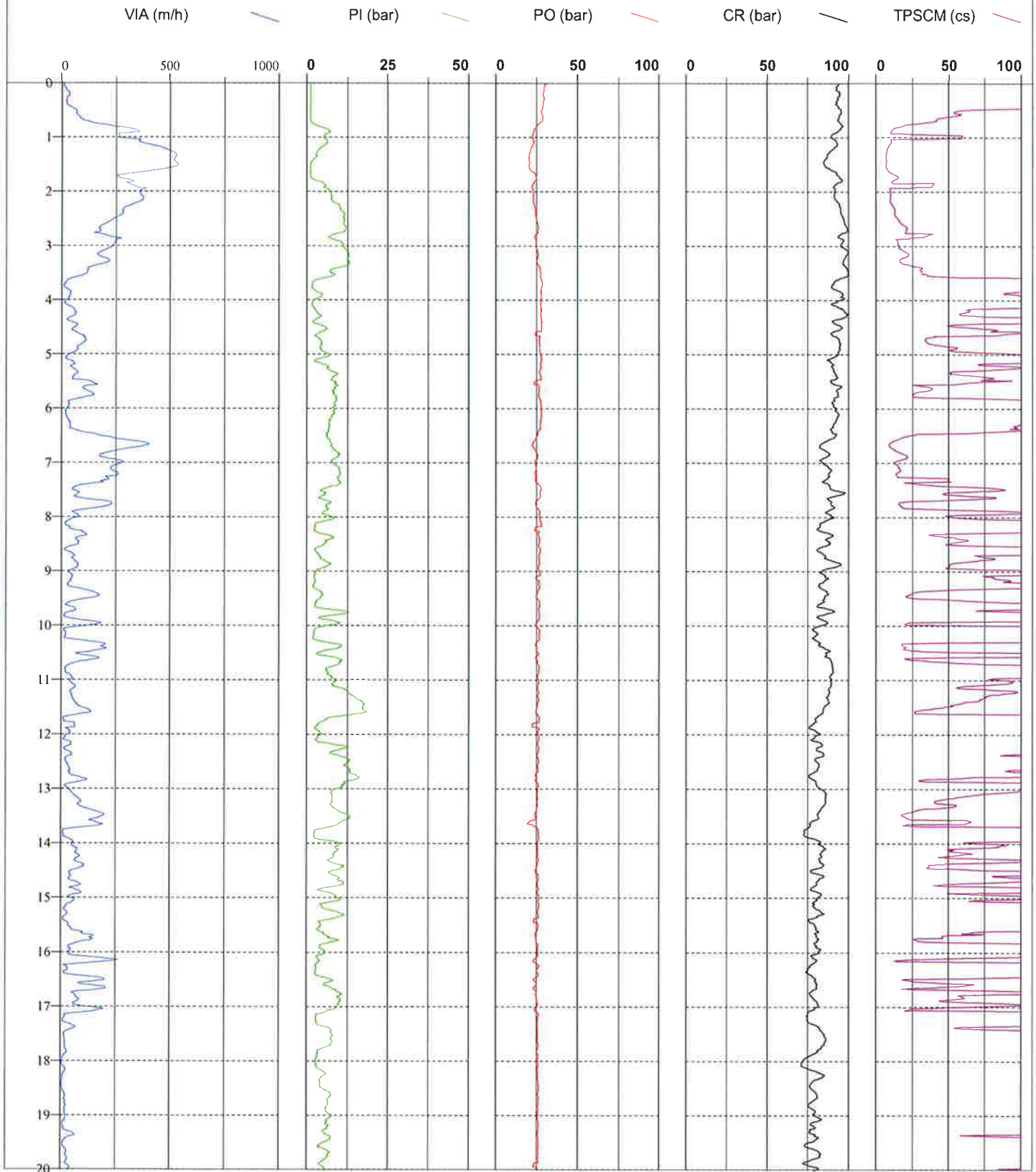
Longueur : 35,21 m

Altitude : 84 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S9

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMC1 300

Date : 02/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

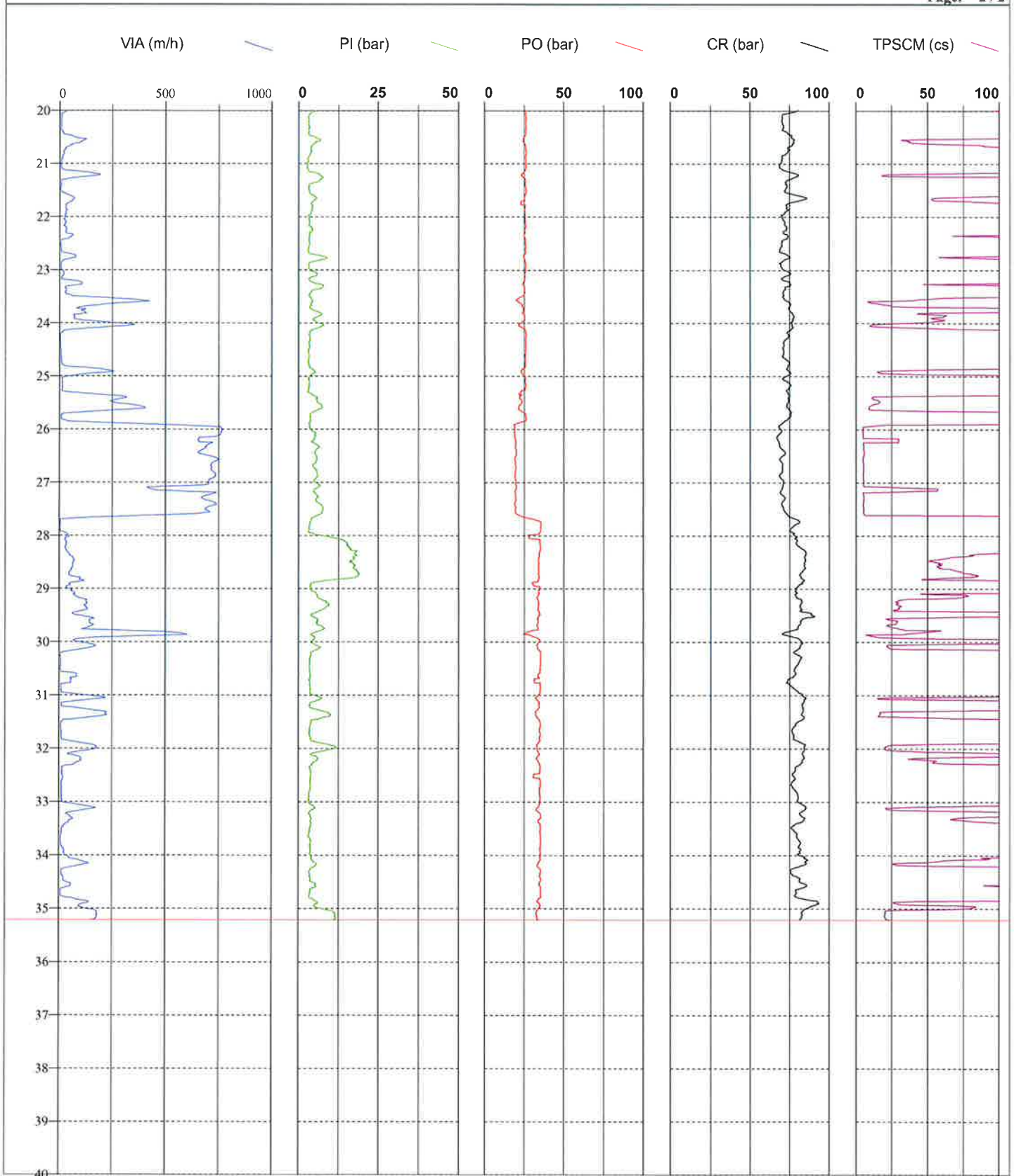
Longueur : 35,21 m

Altitude : 84 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S10

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMC1 4,50

Date : 04/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

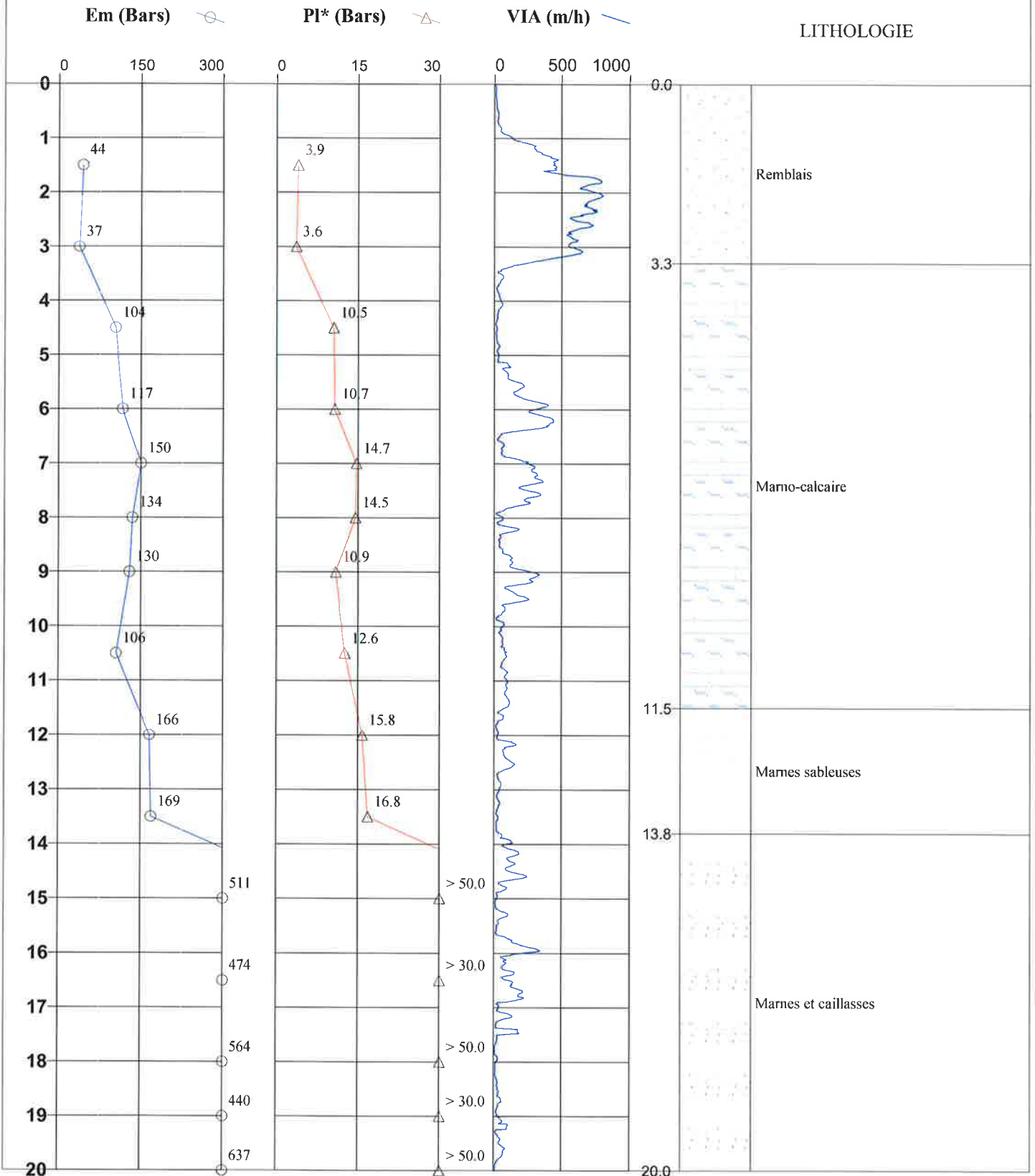
Outil : Tricône

Longueur : 35,03 m

Altitude : 83,5 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S10

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 04/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

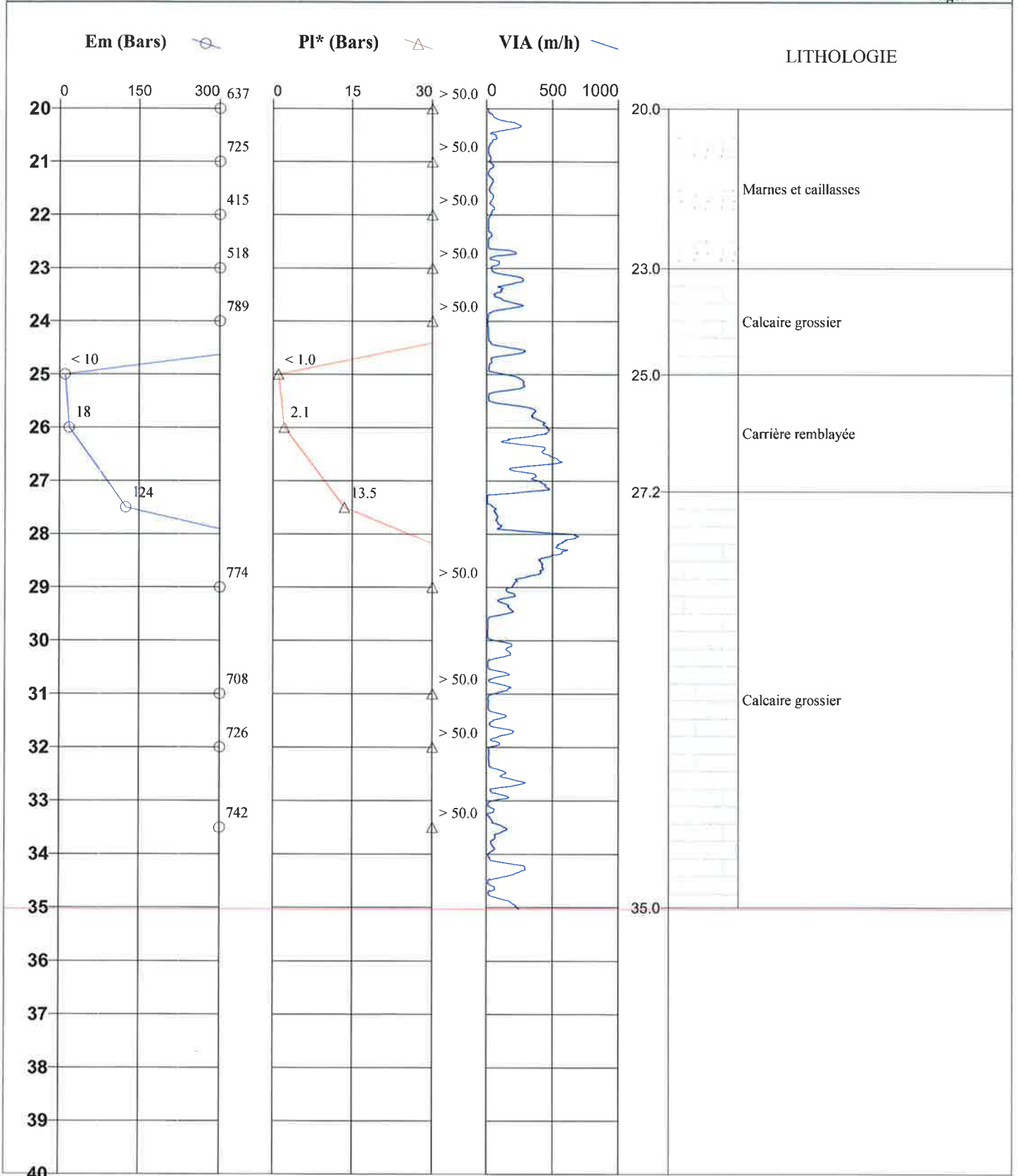
Outil : Tricône

Longueur : 35,03 m

Altitude : 83,5 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S10

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 04/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

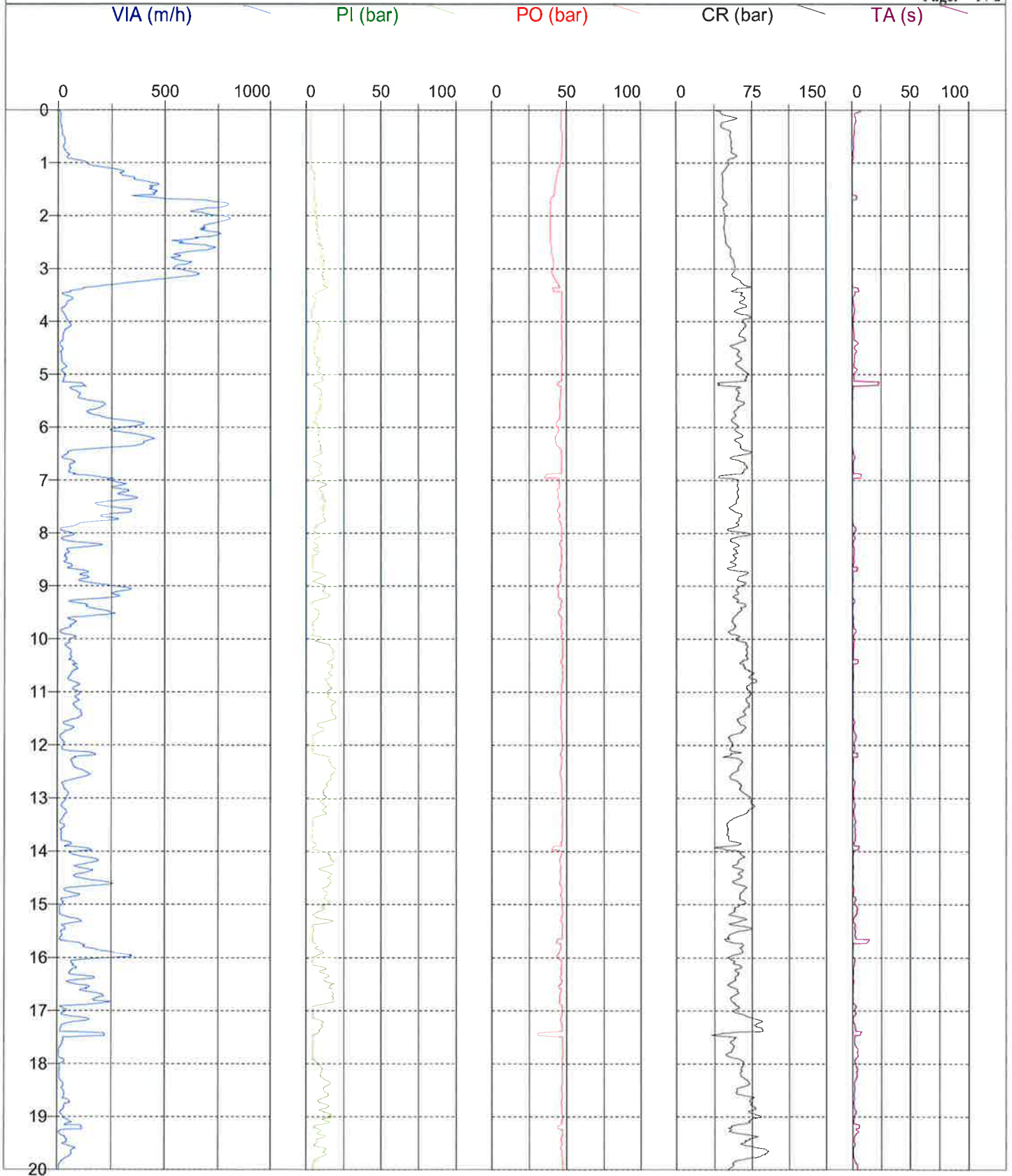
Longueur : 35,03 m

Altitude : 83,5 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S10

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 04/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

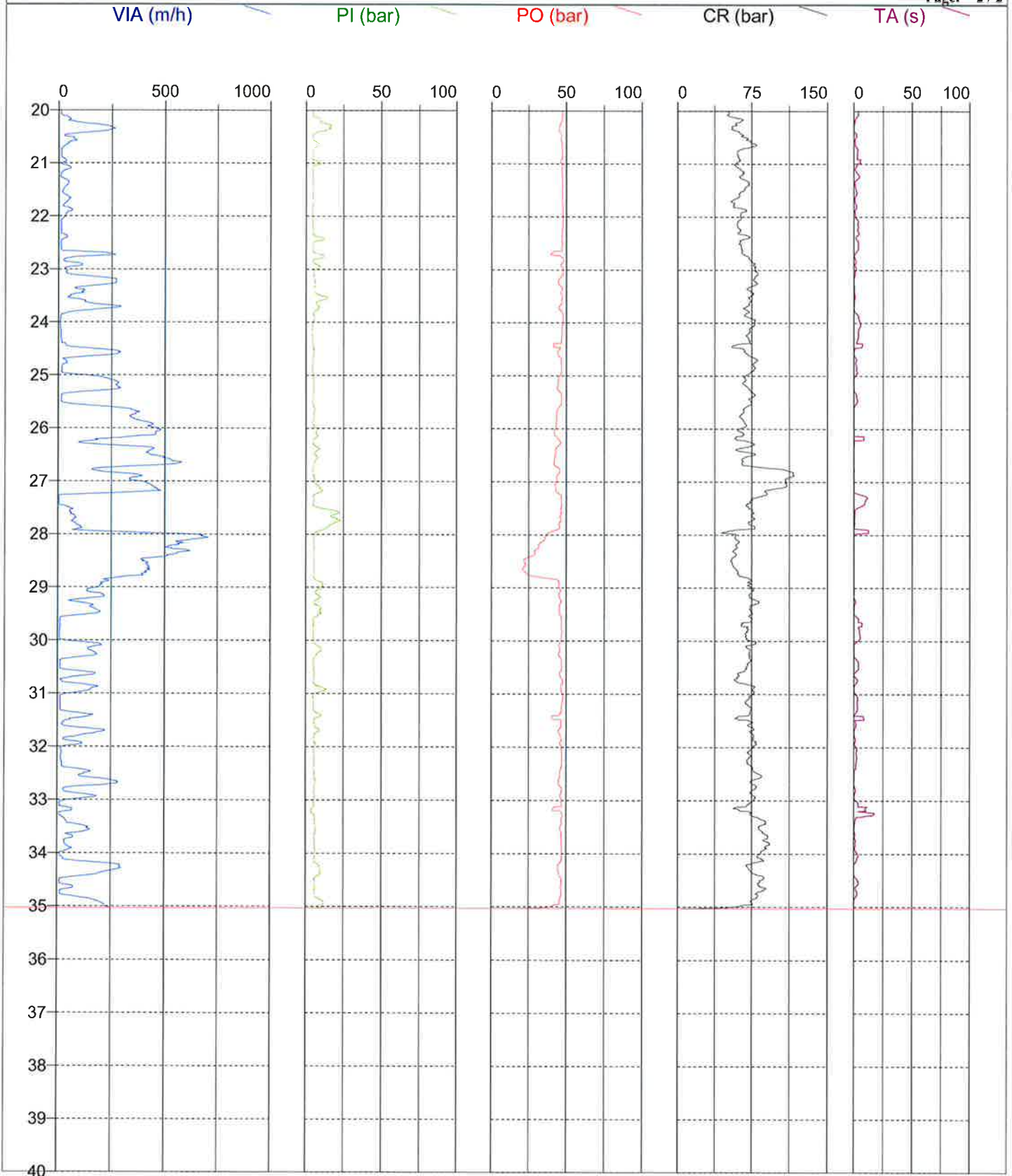
Longueur : 35,03 m

Altitude : 83,5 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S11

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 05/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

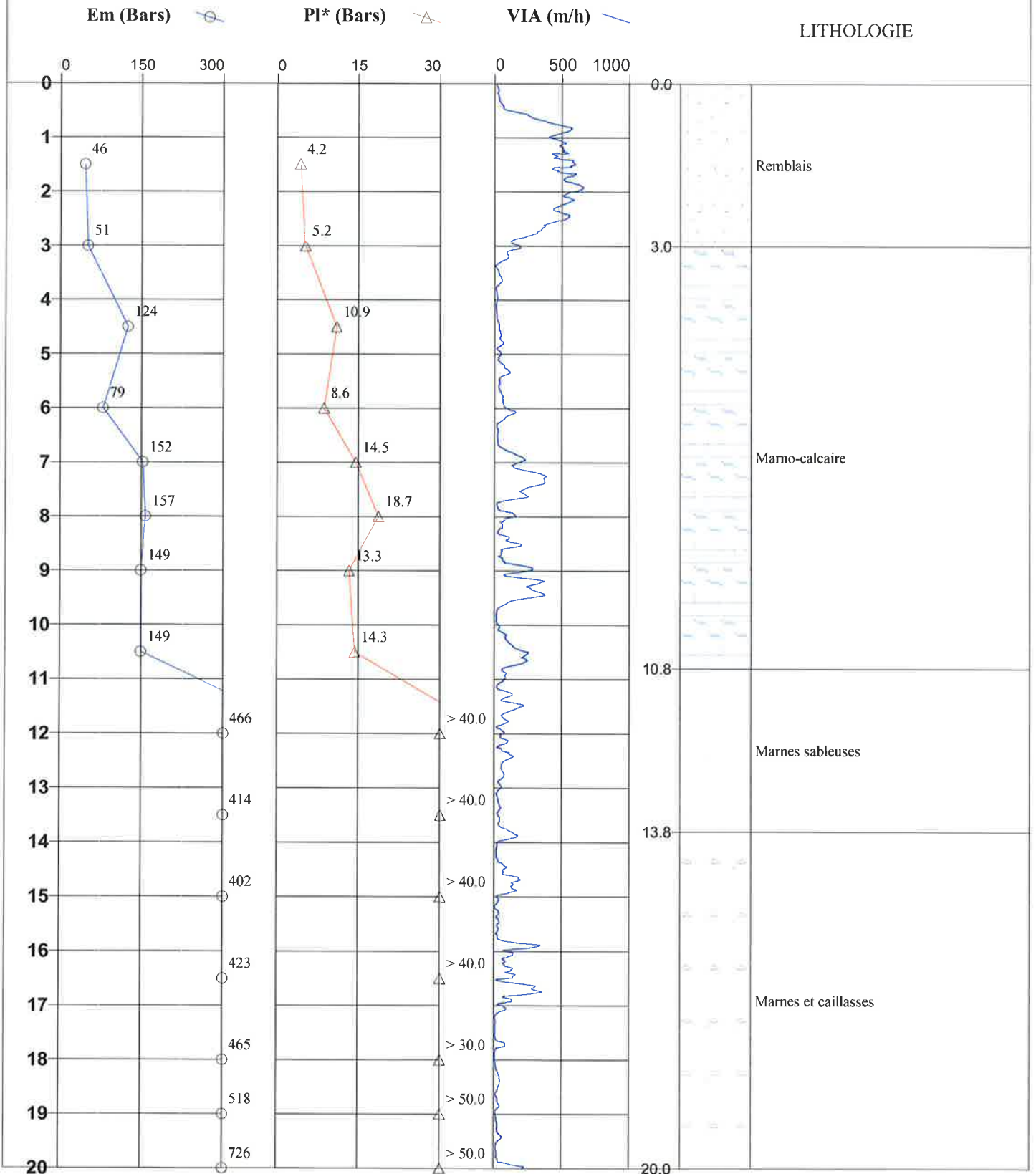
Longueur : 35,04 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S11

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 05/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

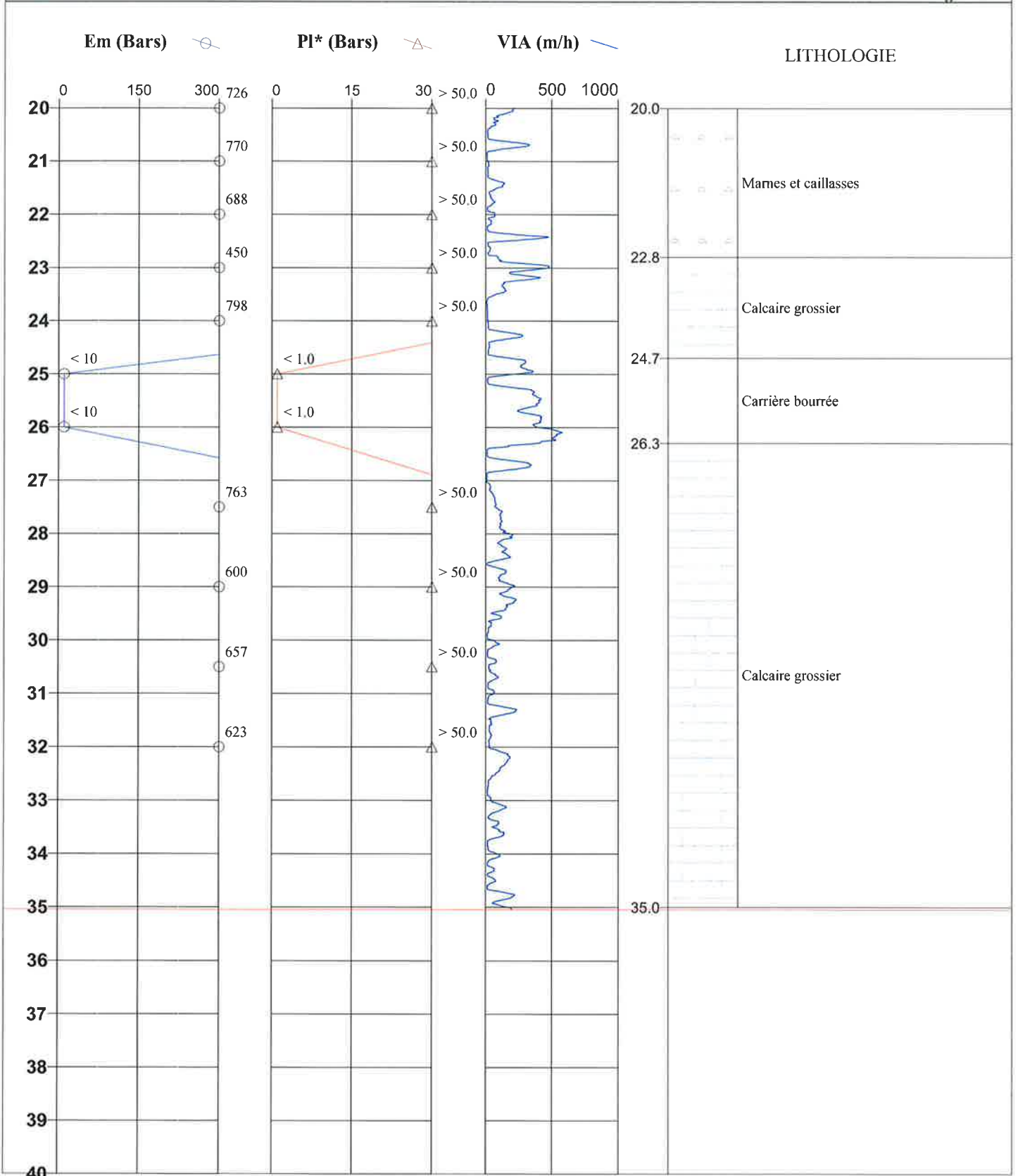
Outil : Tricône

Longueur : 35,04 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :





## FORAGE : S11

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 05/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

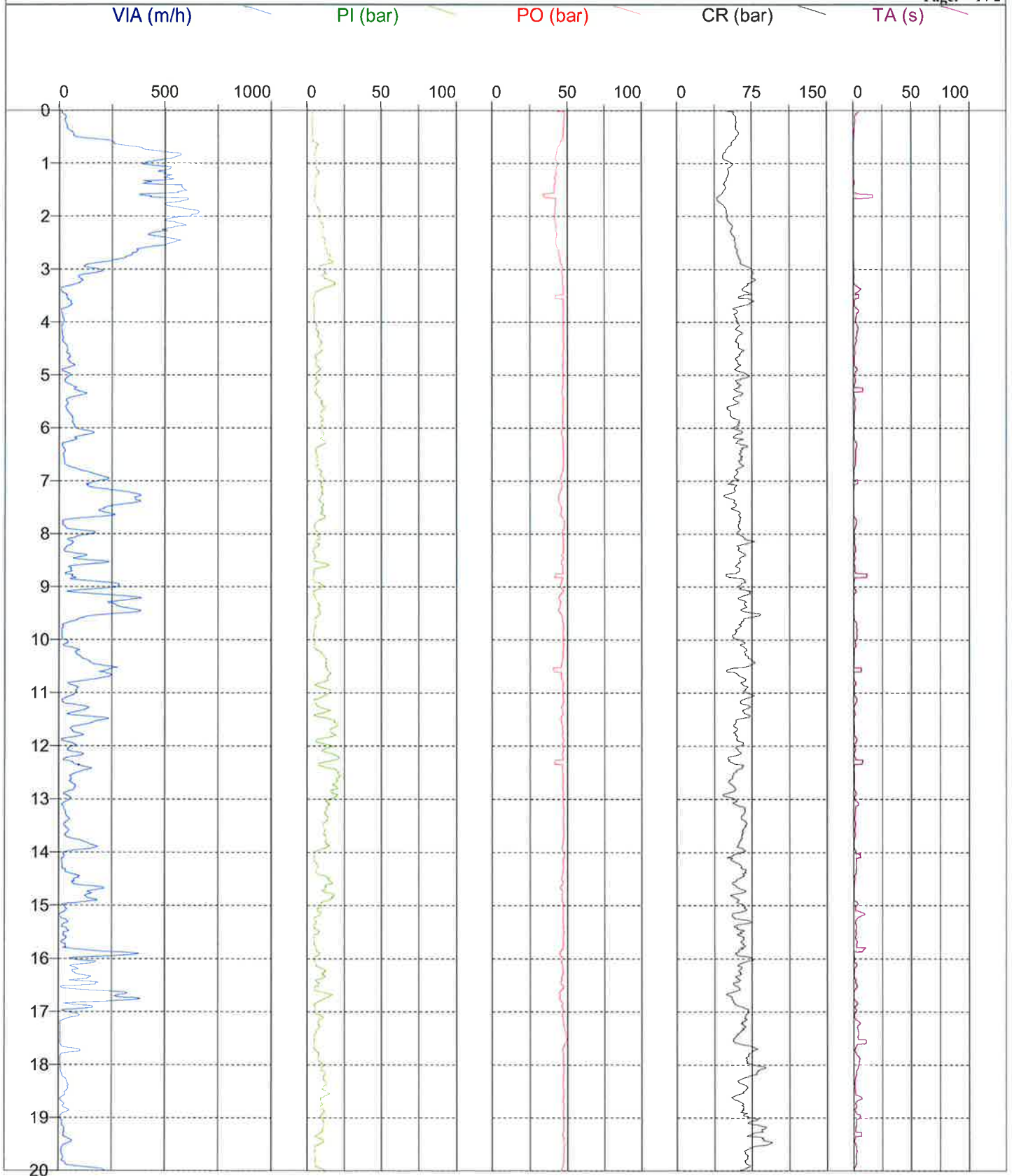
Longueur : 35,04 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S11

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 05/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

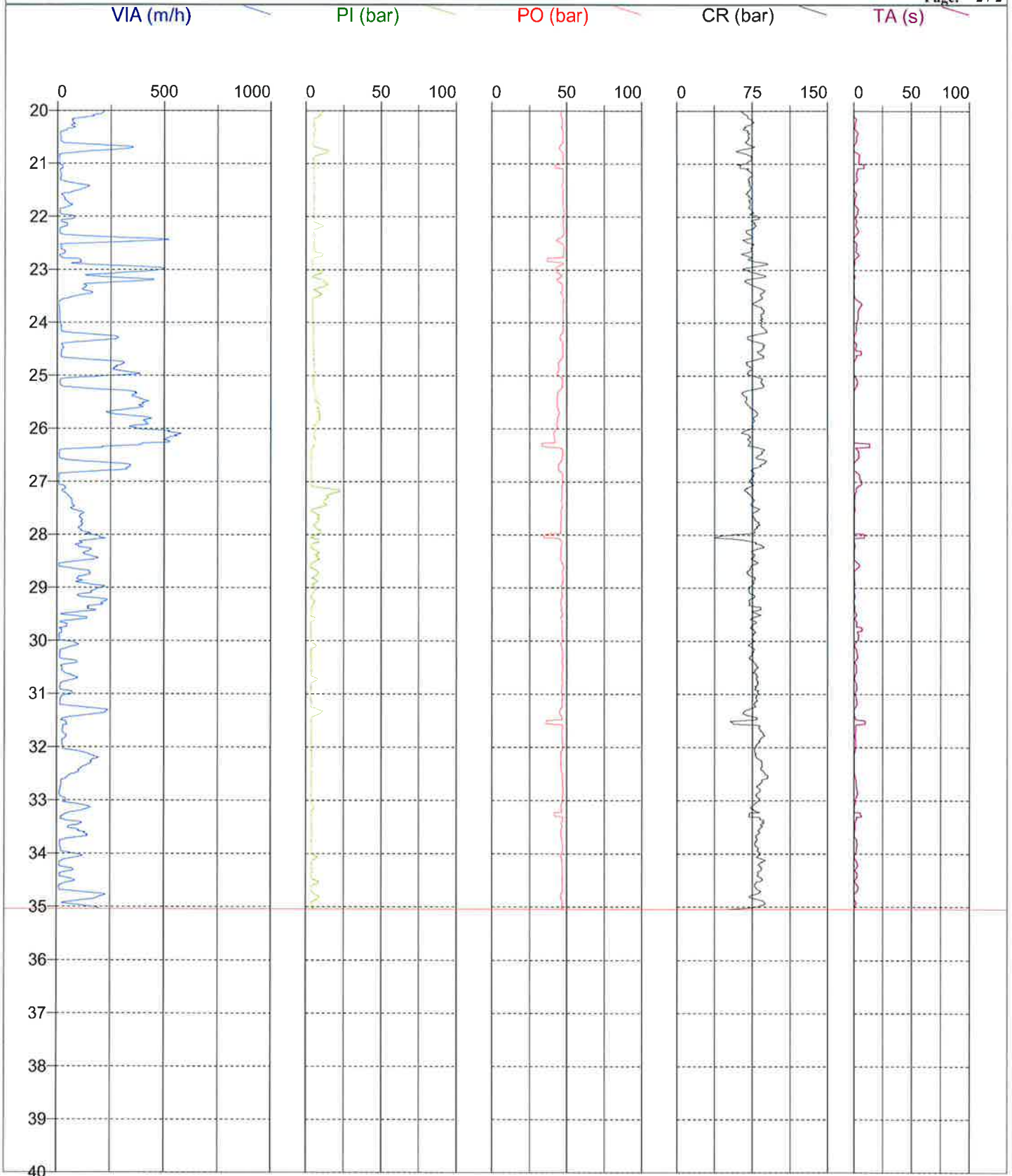
Longueur : 35,04 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S12

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 06/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

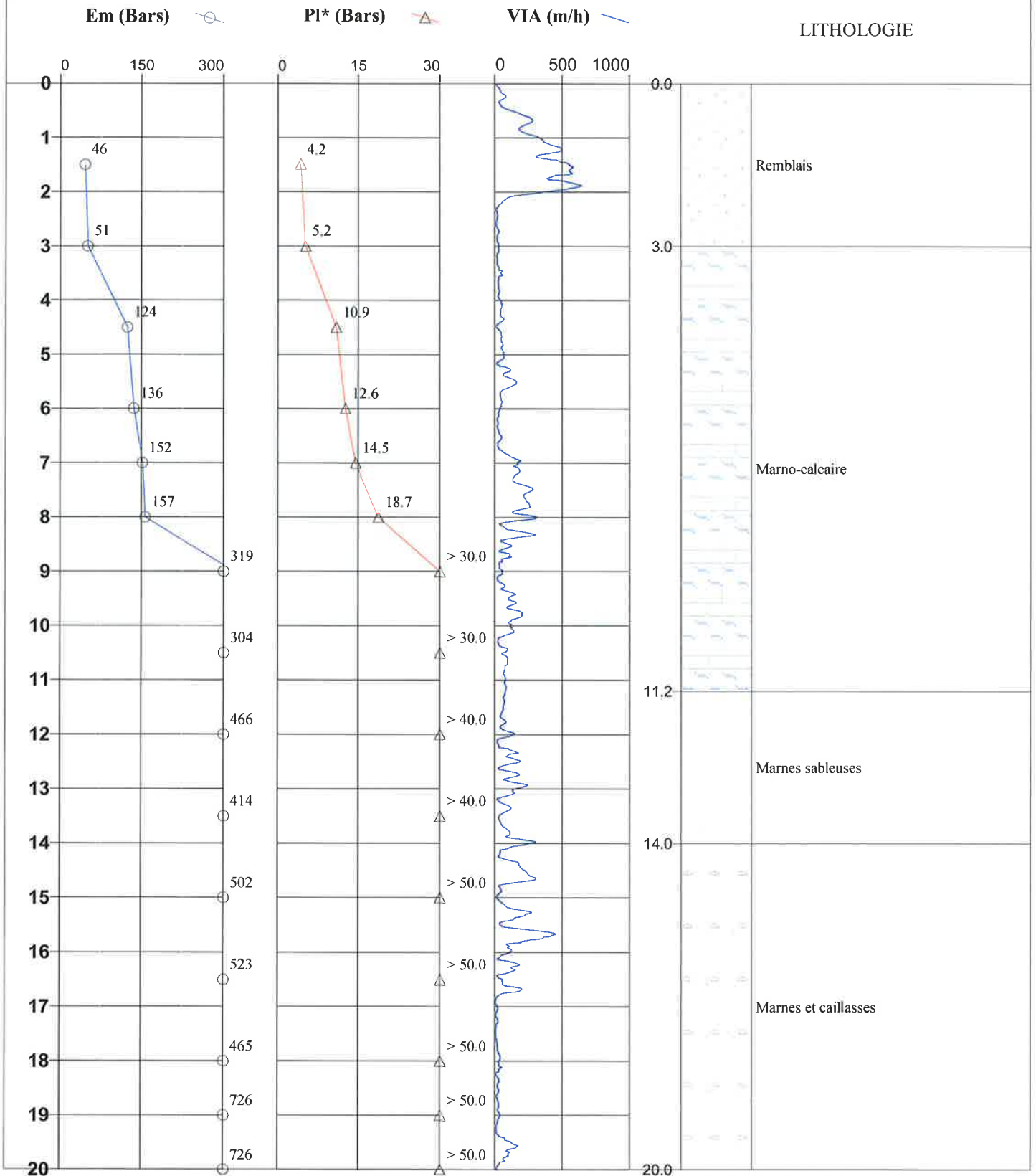
Outil : Tricône

Longueur : 35,07 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S12

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 06/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

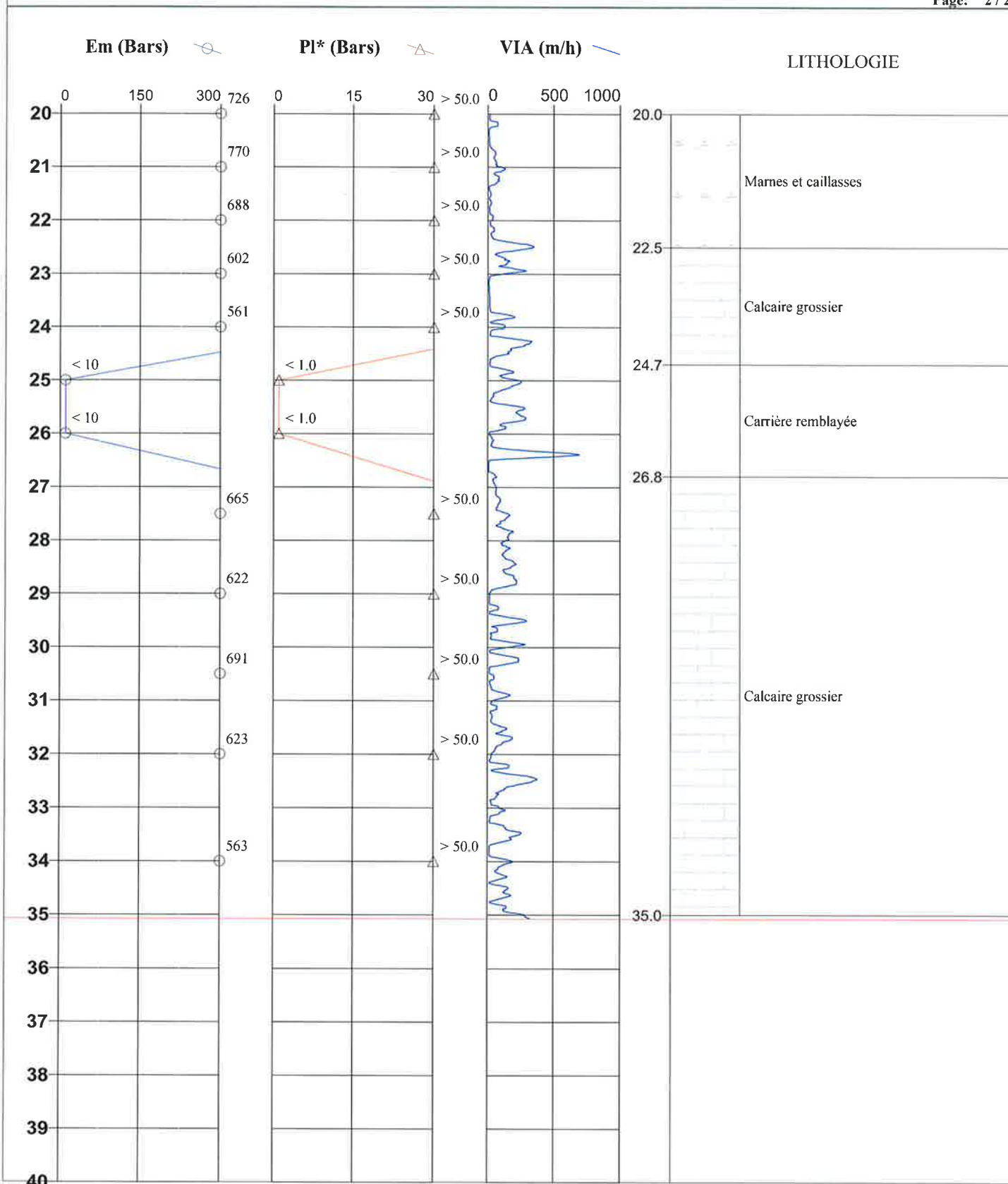
Outil : Tricône

Longueur : 35,07 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S12

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 06/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

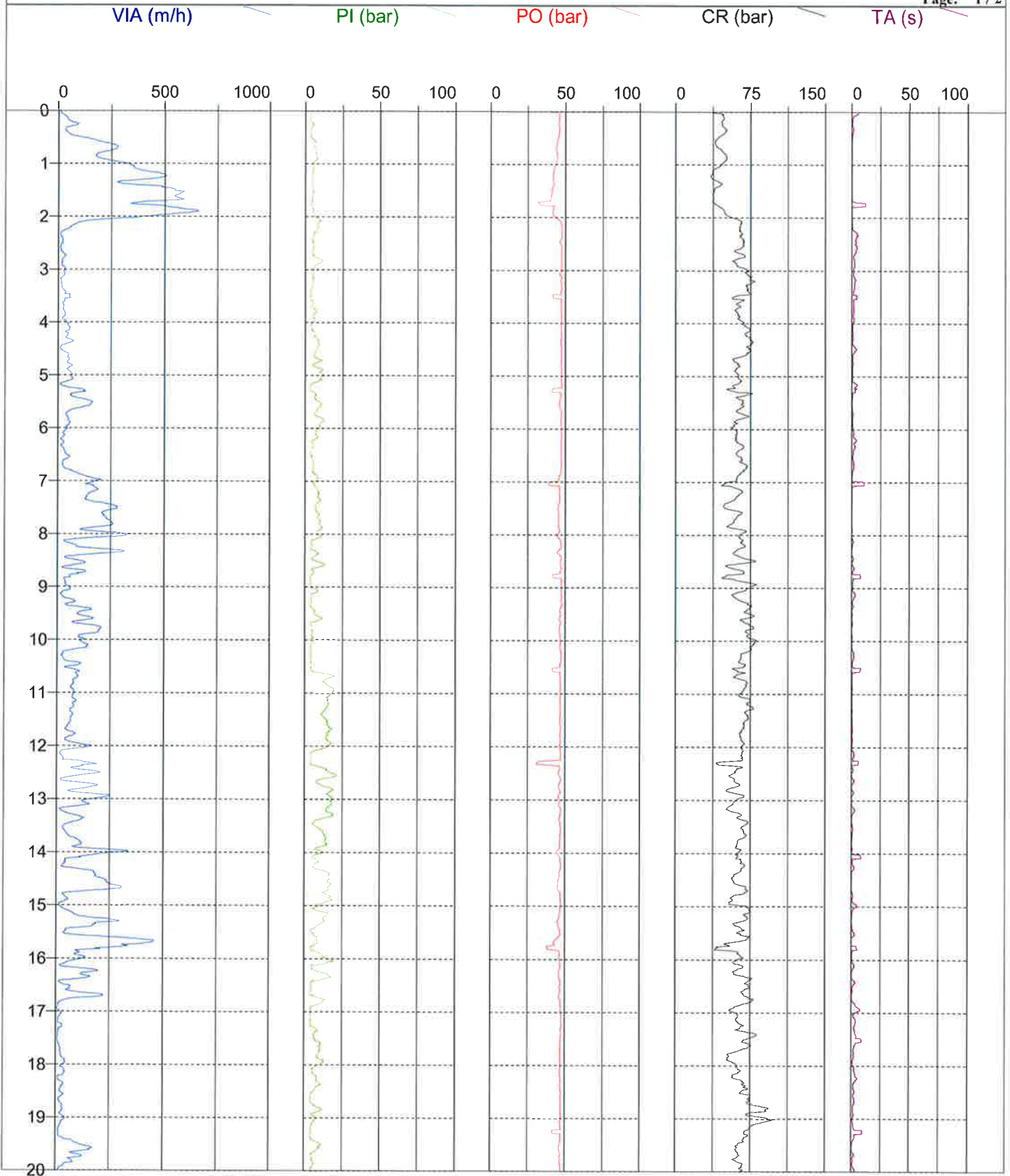
Longueur : 35,07 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S12

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 06/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

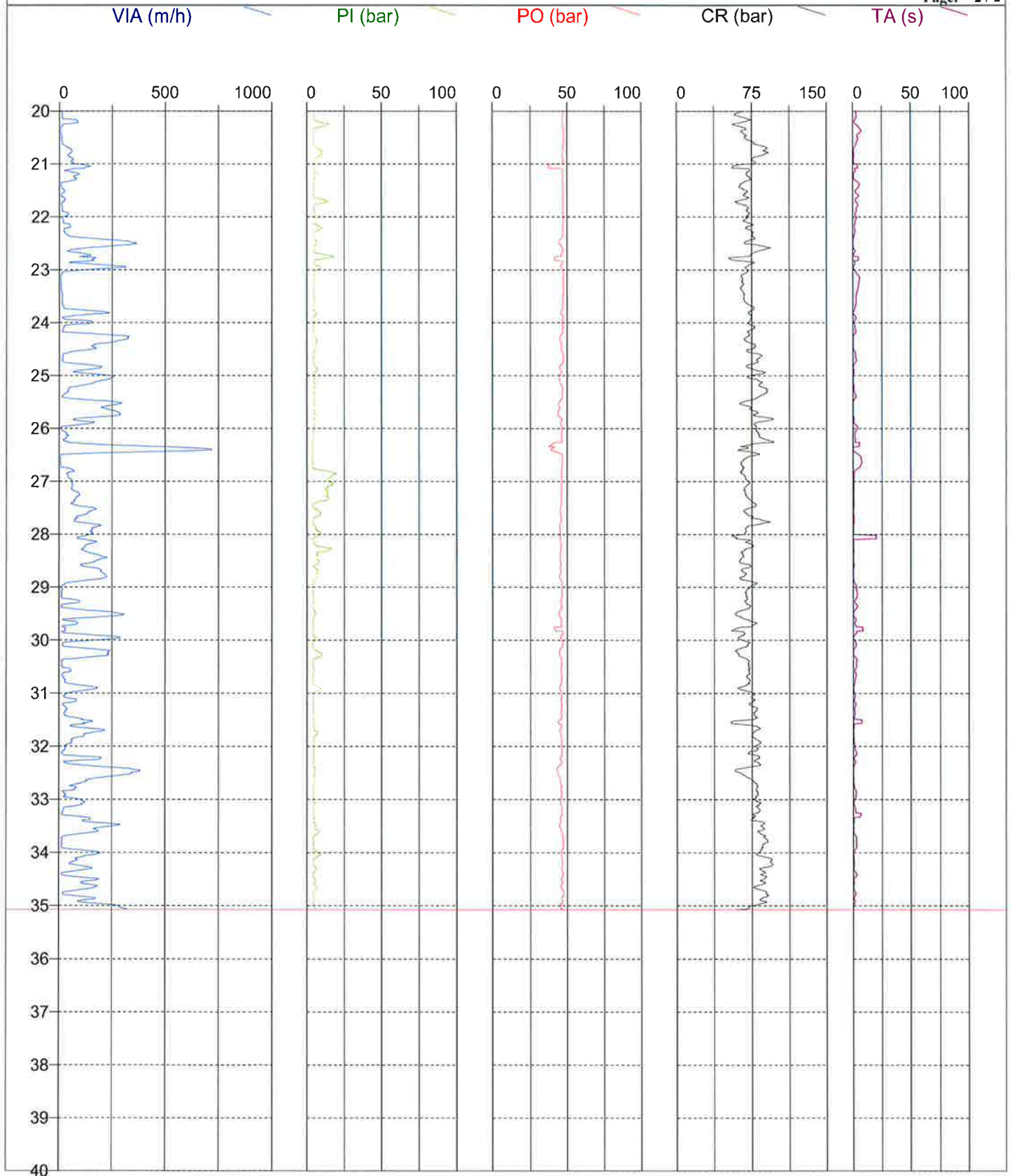
Longueur : 35,07 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S13

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 06/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

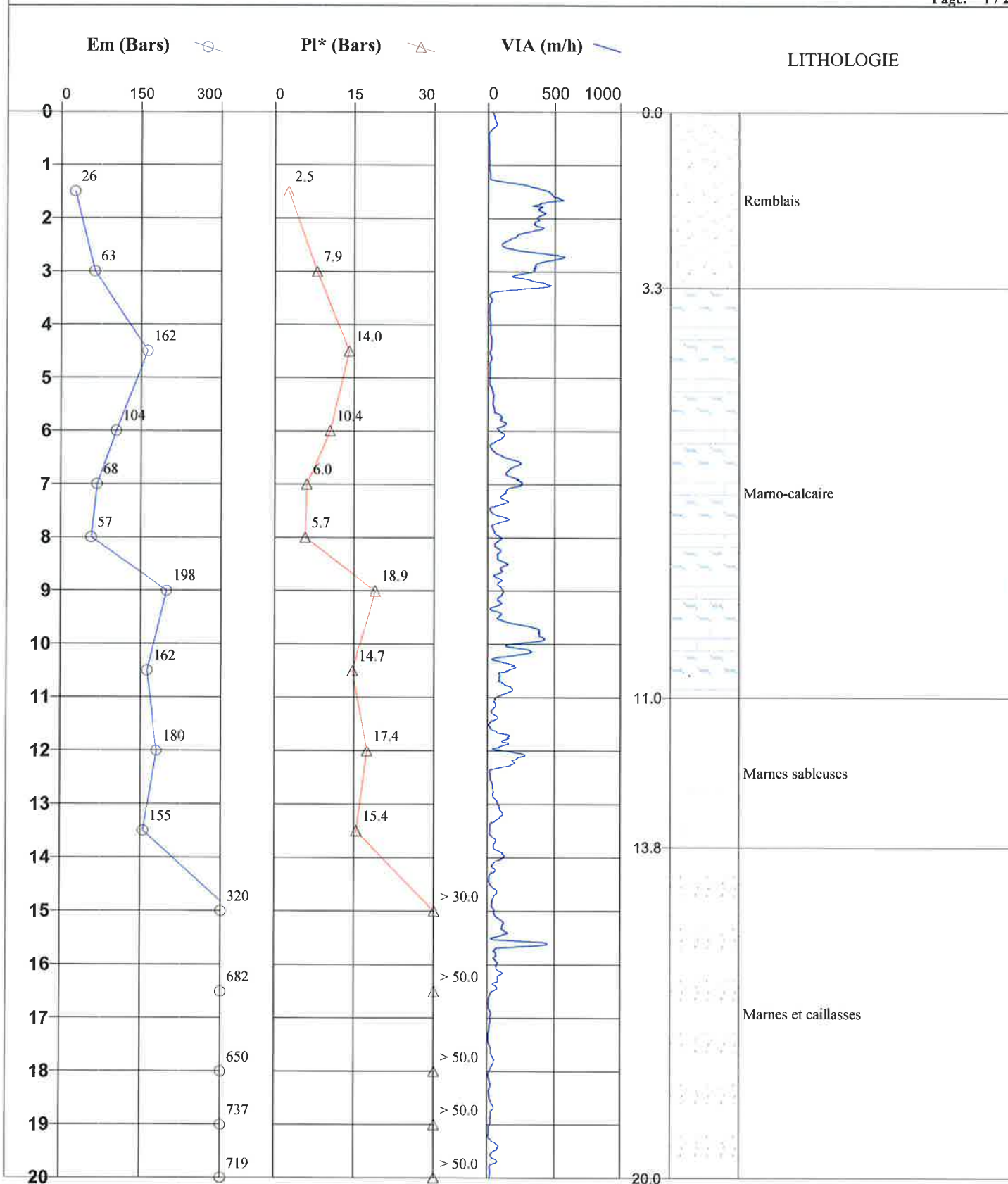
Longueur : 35,48 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S13

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 06/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

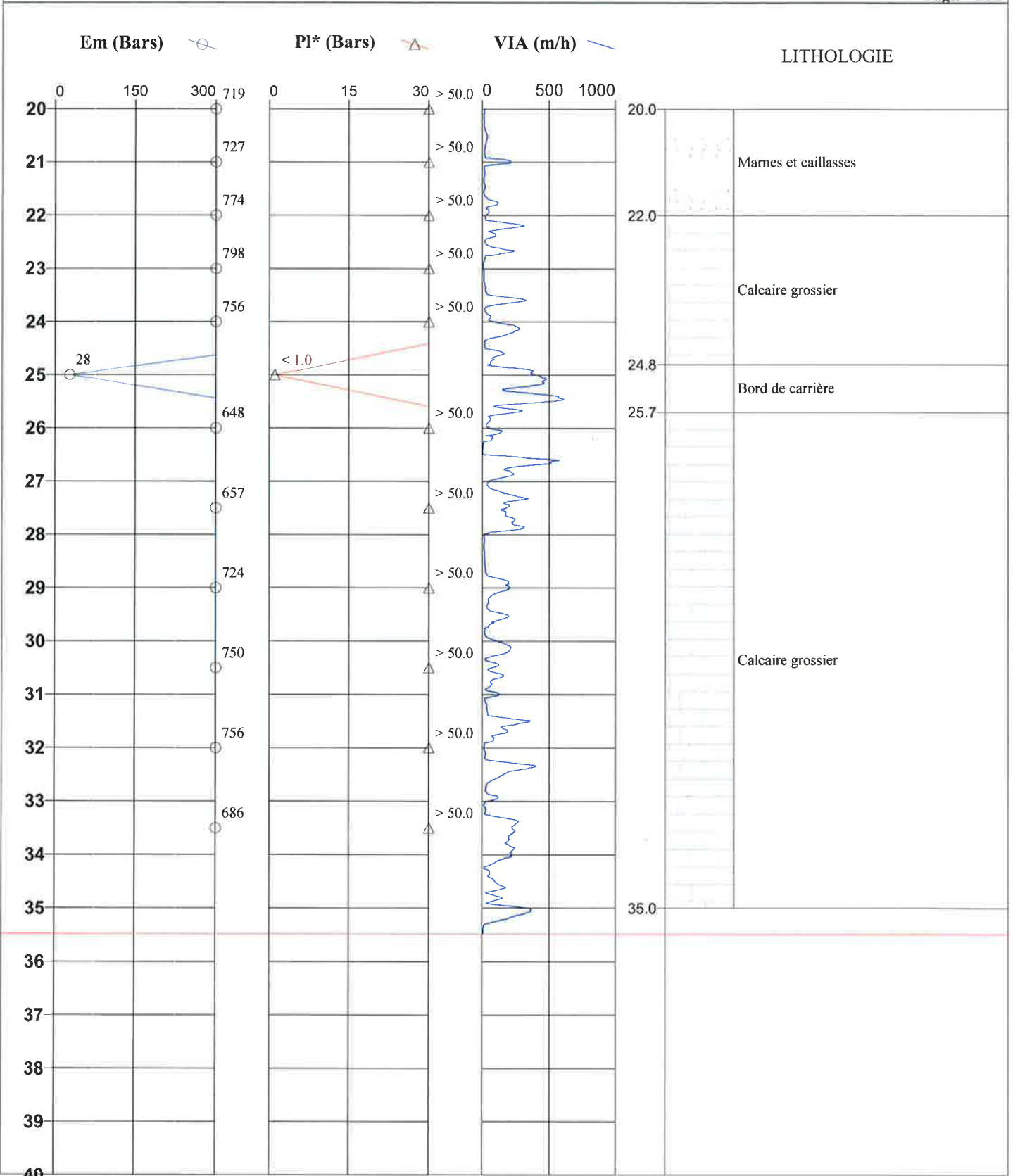
Outil : Tricône

Longueur : 35,48 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :





## FORAGE : S13

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 06/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

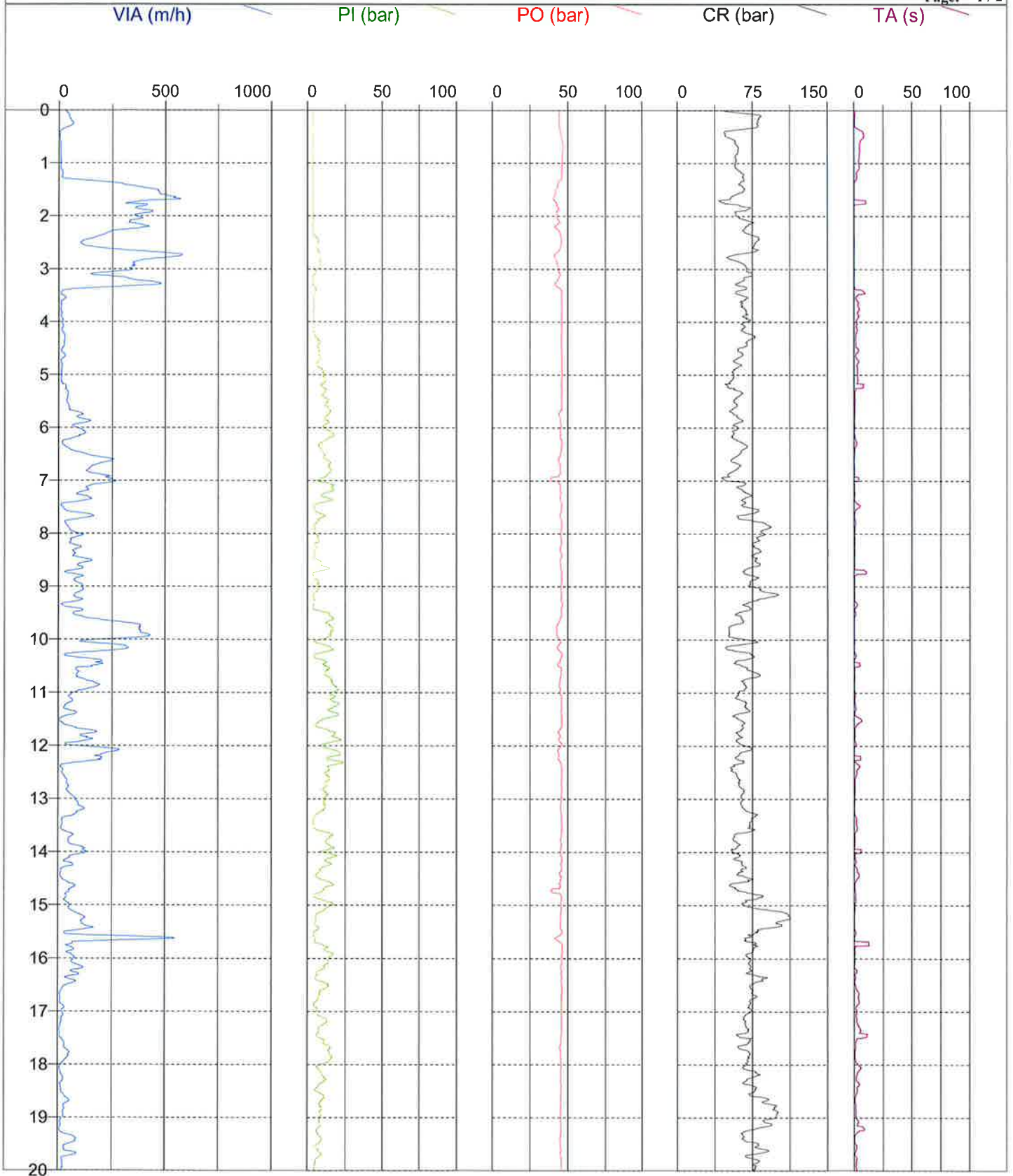
Longueur : 35,48 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S13

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 06/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

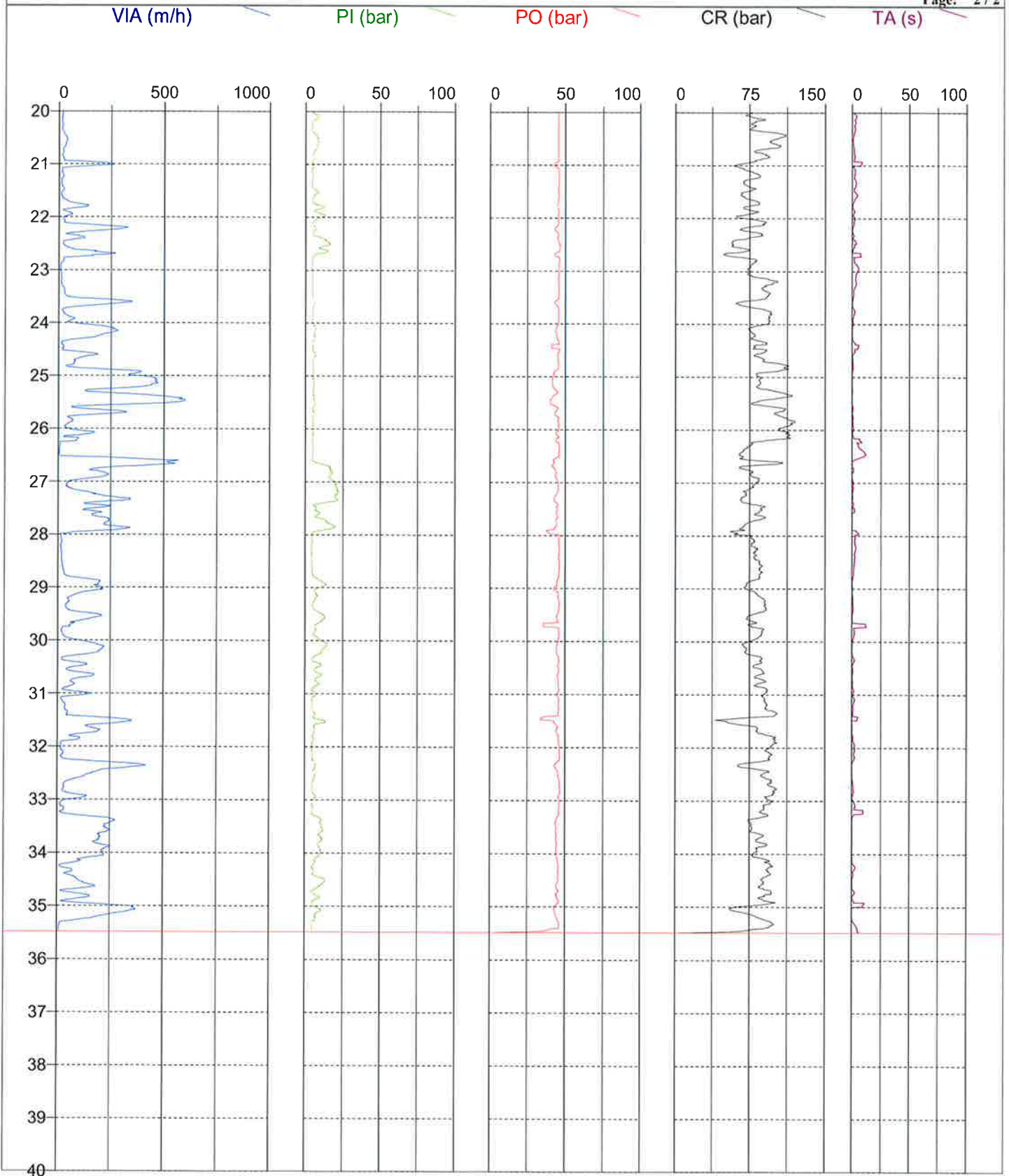
Longueur : 35,48 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S14

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 03/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

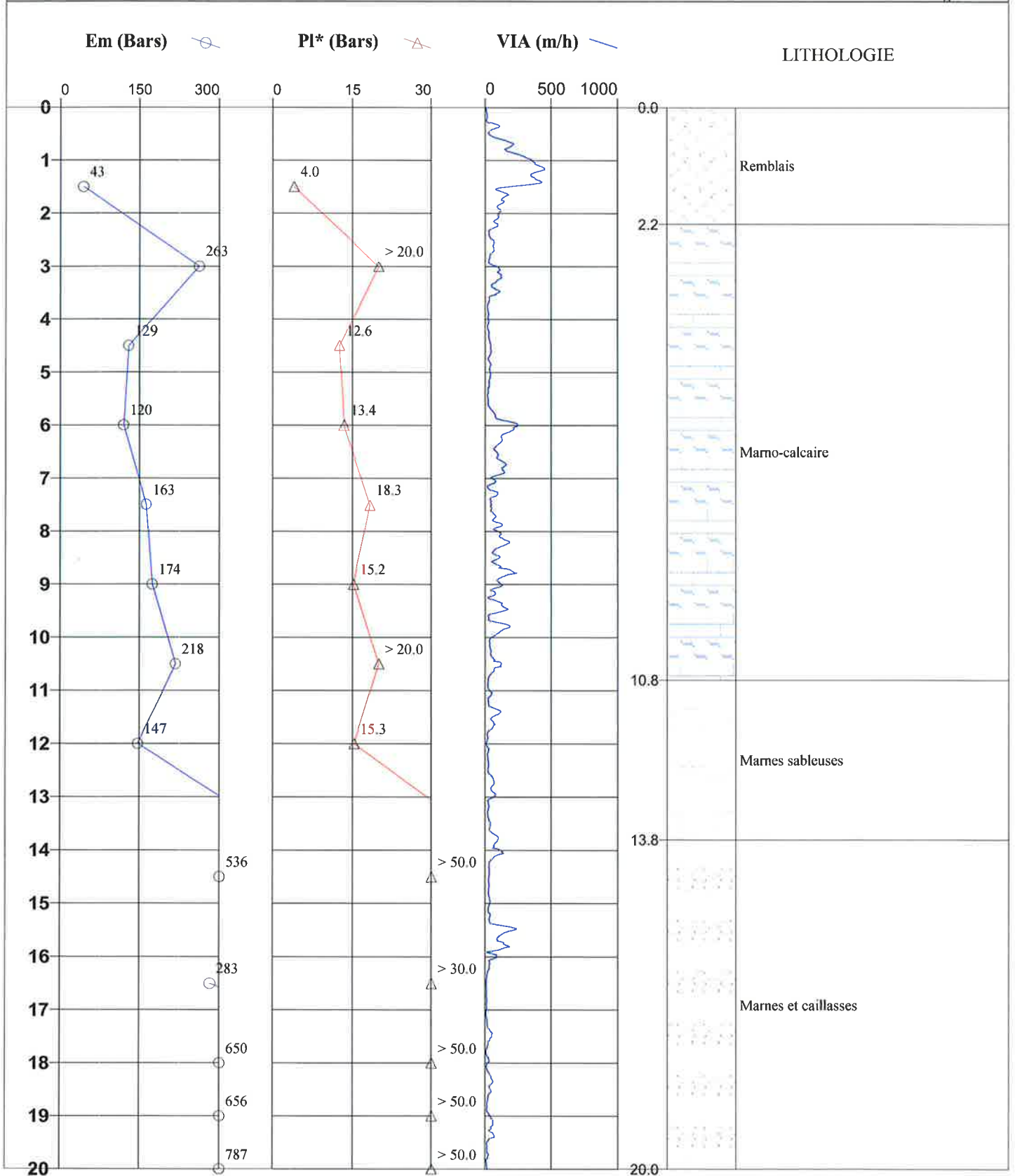
Outil : Tricône

Longueur : 35,06 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S14

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 03/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

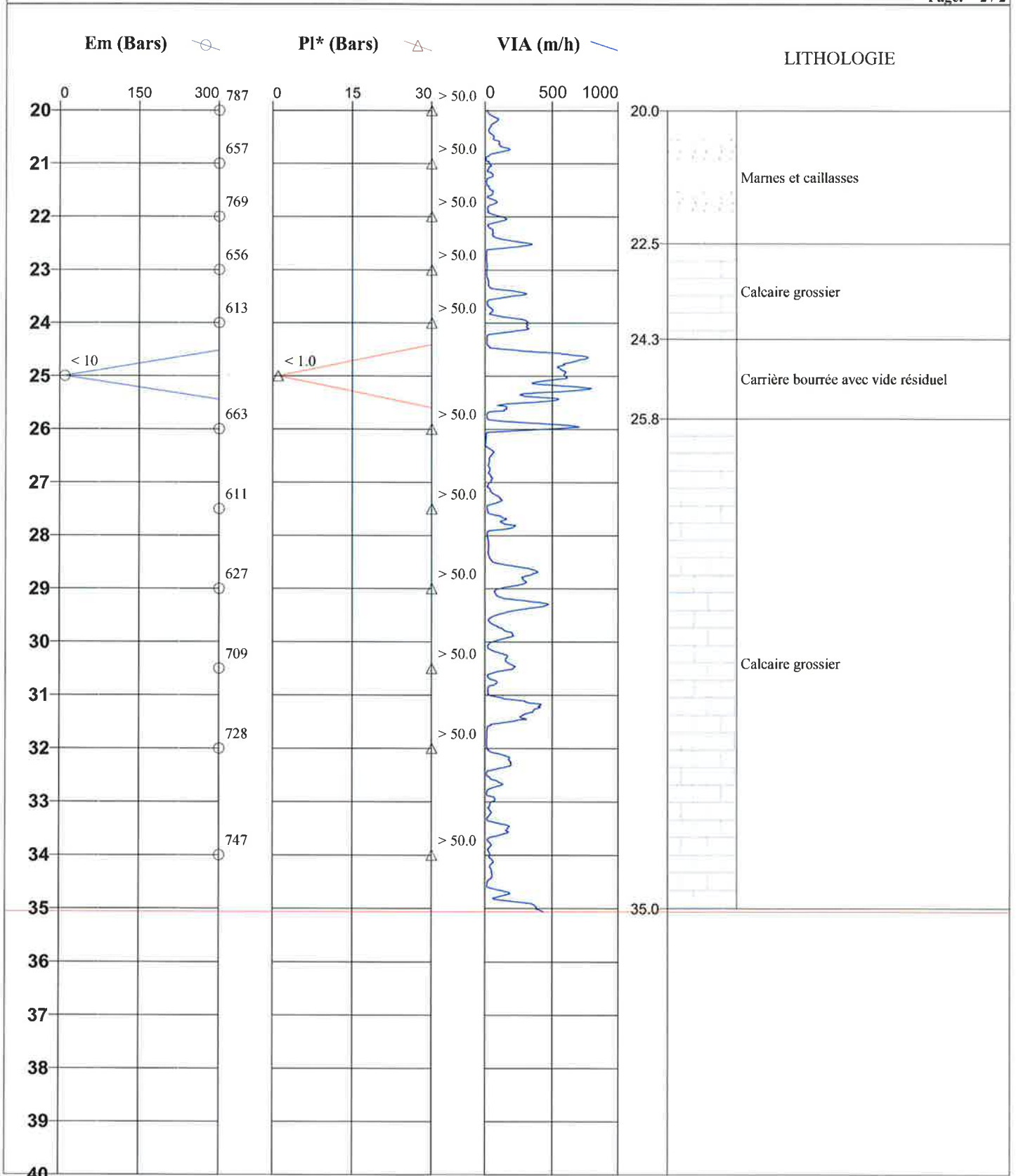
Outil : Tricône

Longueur : 35,06 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :





# FORAGE : S14

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 03/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

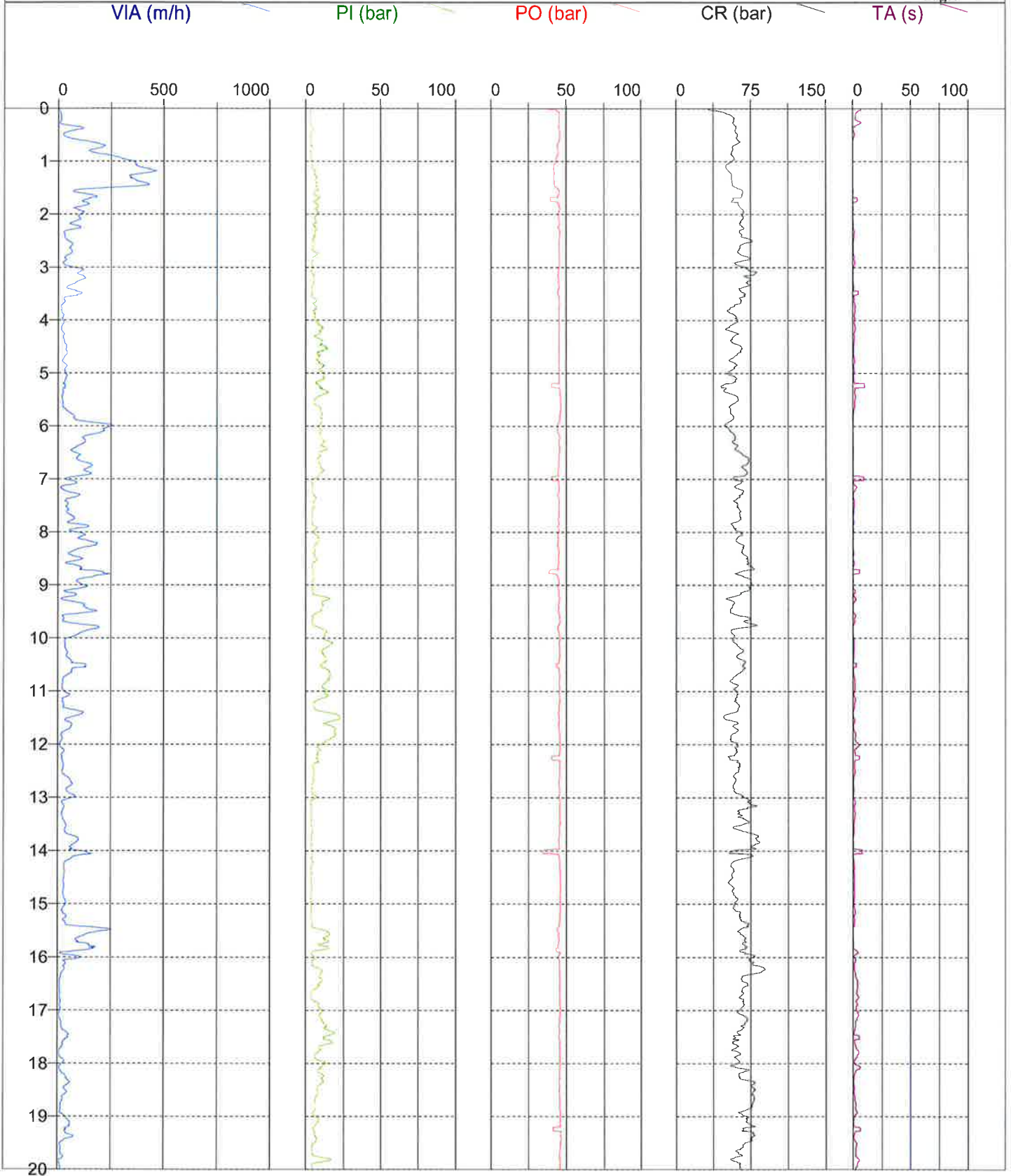
Outil : Tricône

Longueur : 35,06 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S14

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 03/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

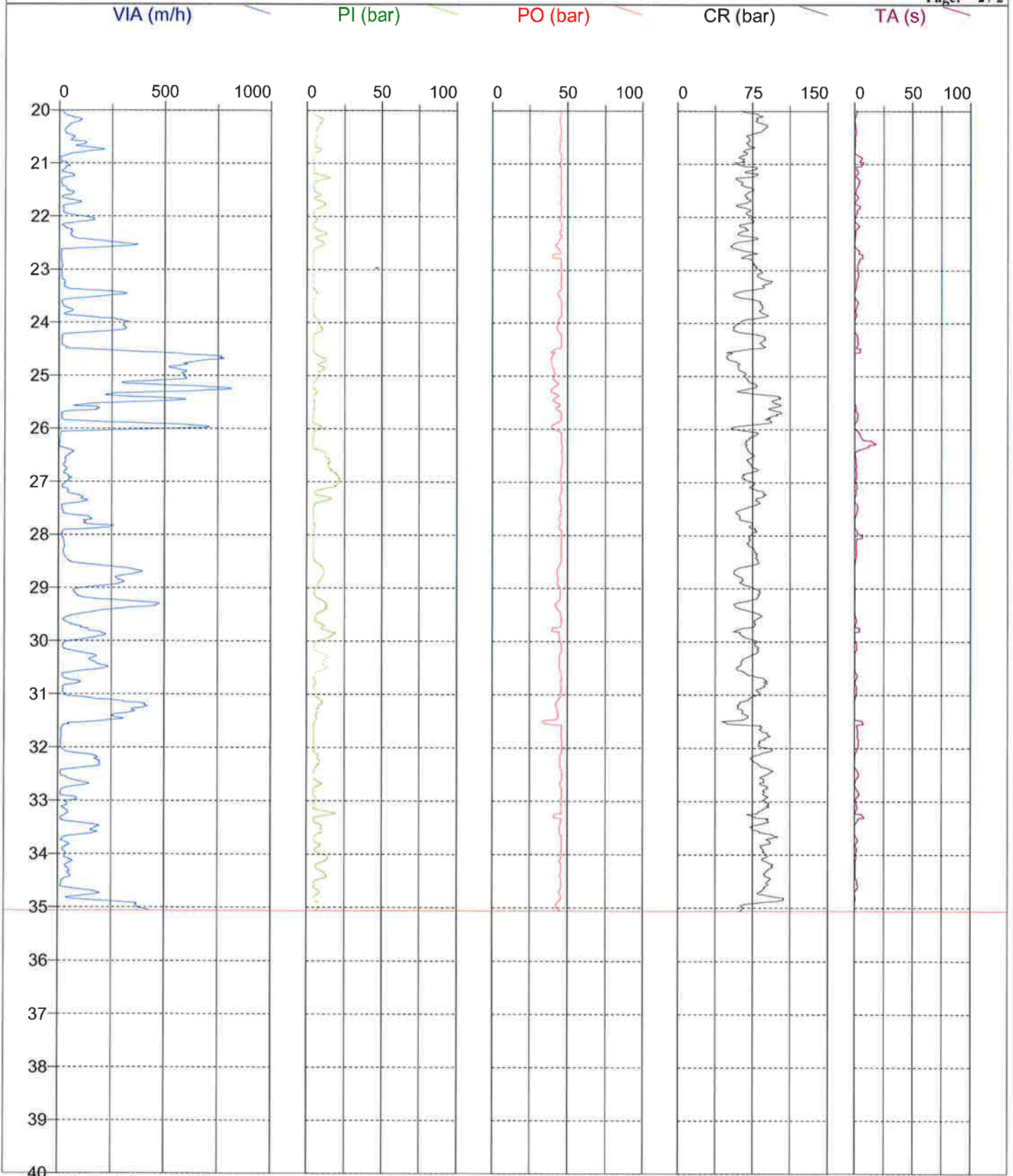
Longueur : 35,06 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 2



## FORAGE : S16

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 30/06/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

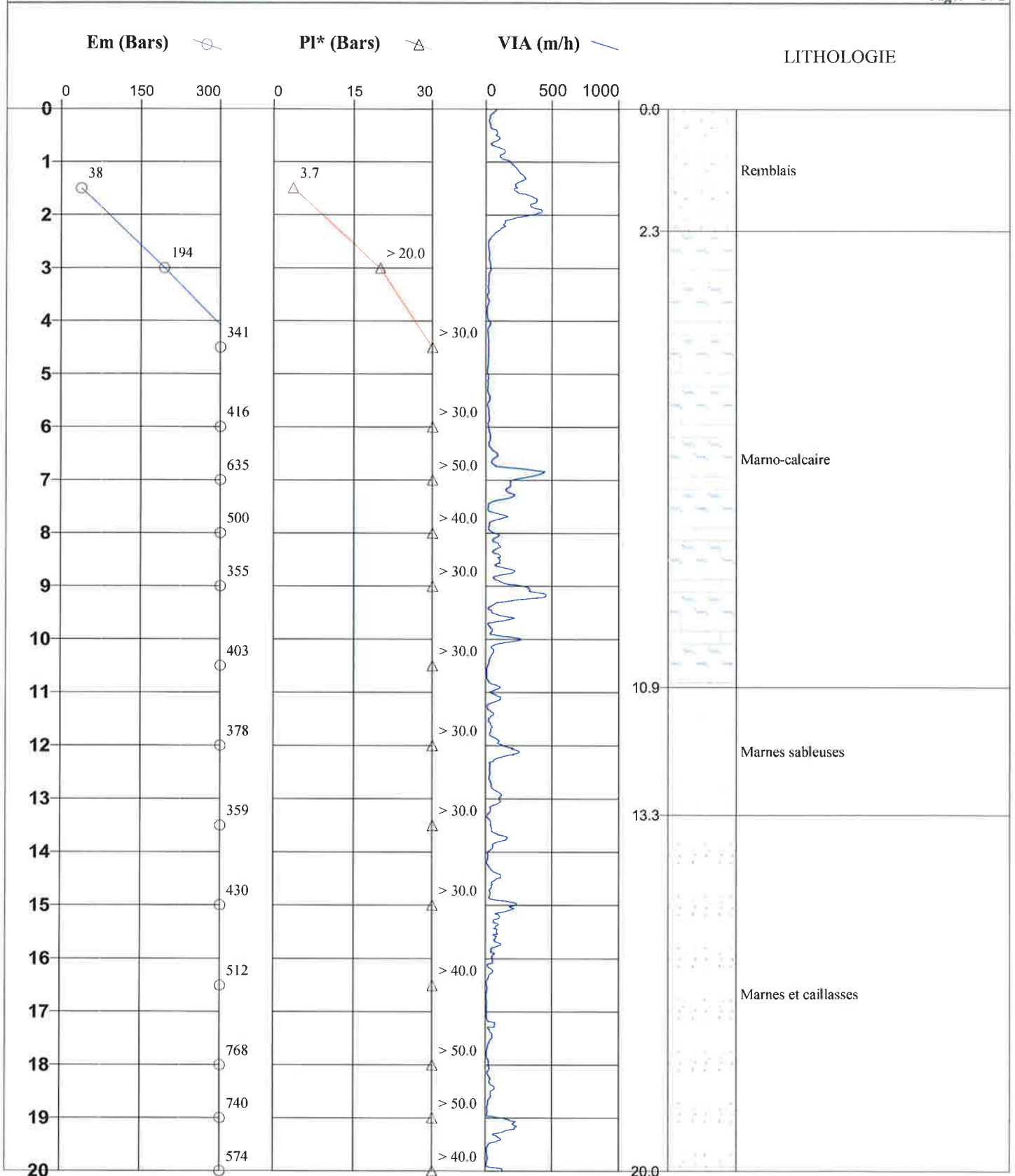
Longueur : 35,89 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S16

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 30/06/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

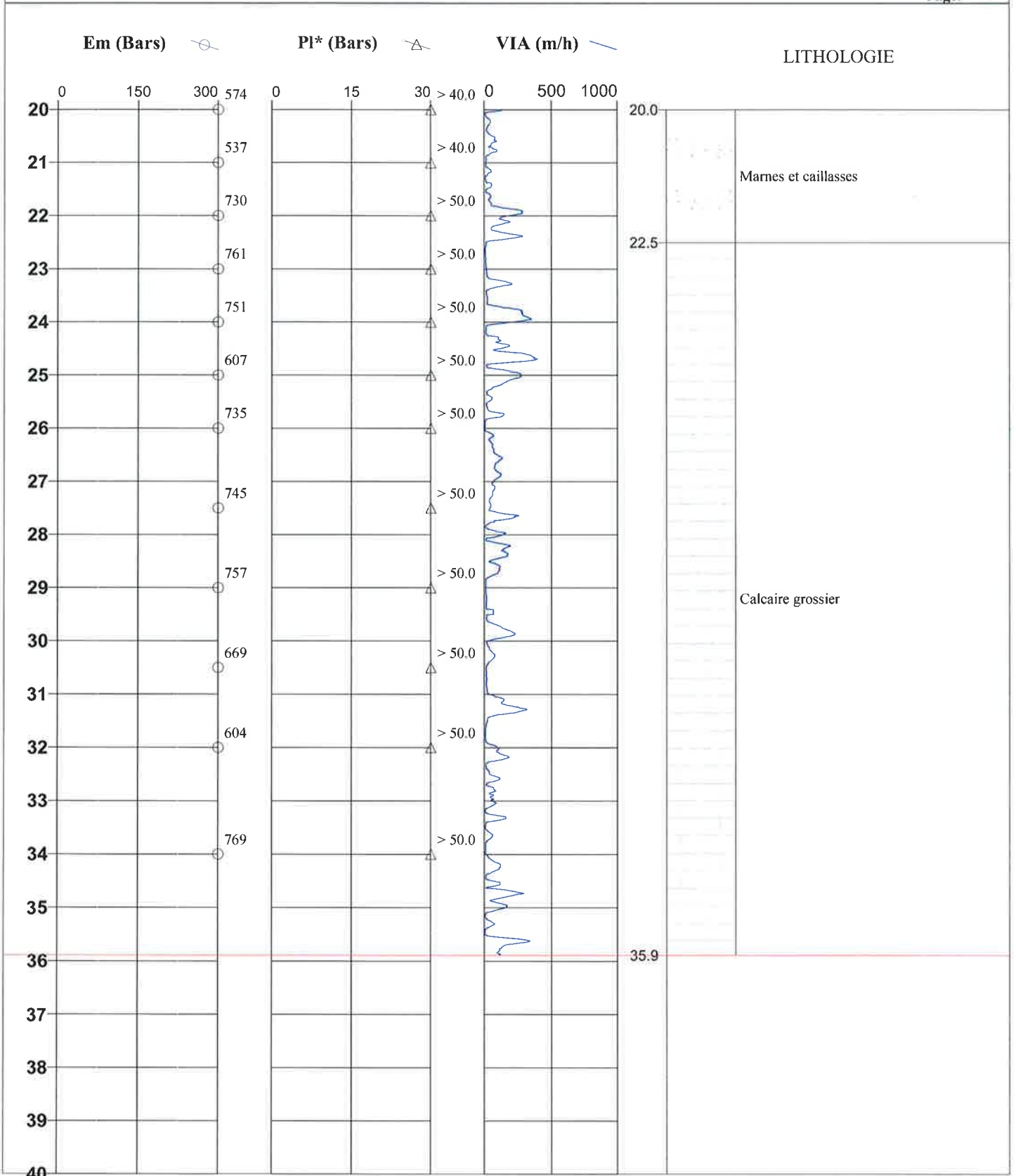
Outil : Tricône

Longueur : 35,89 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :





## FORAGE : S16

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 30/06/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

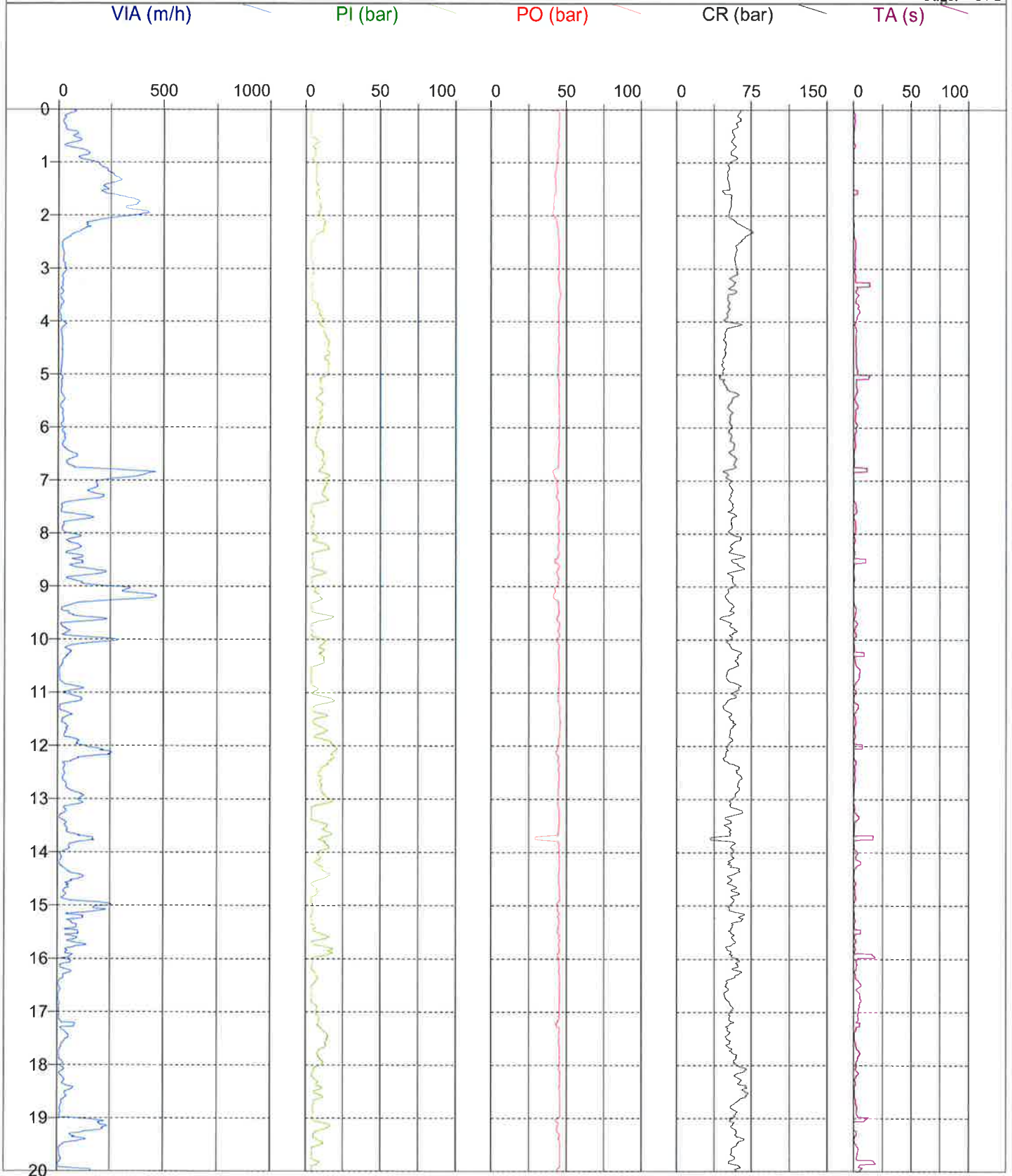
Longueur : 35,89 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 2



## FORAGE : S16

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 30/06/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

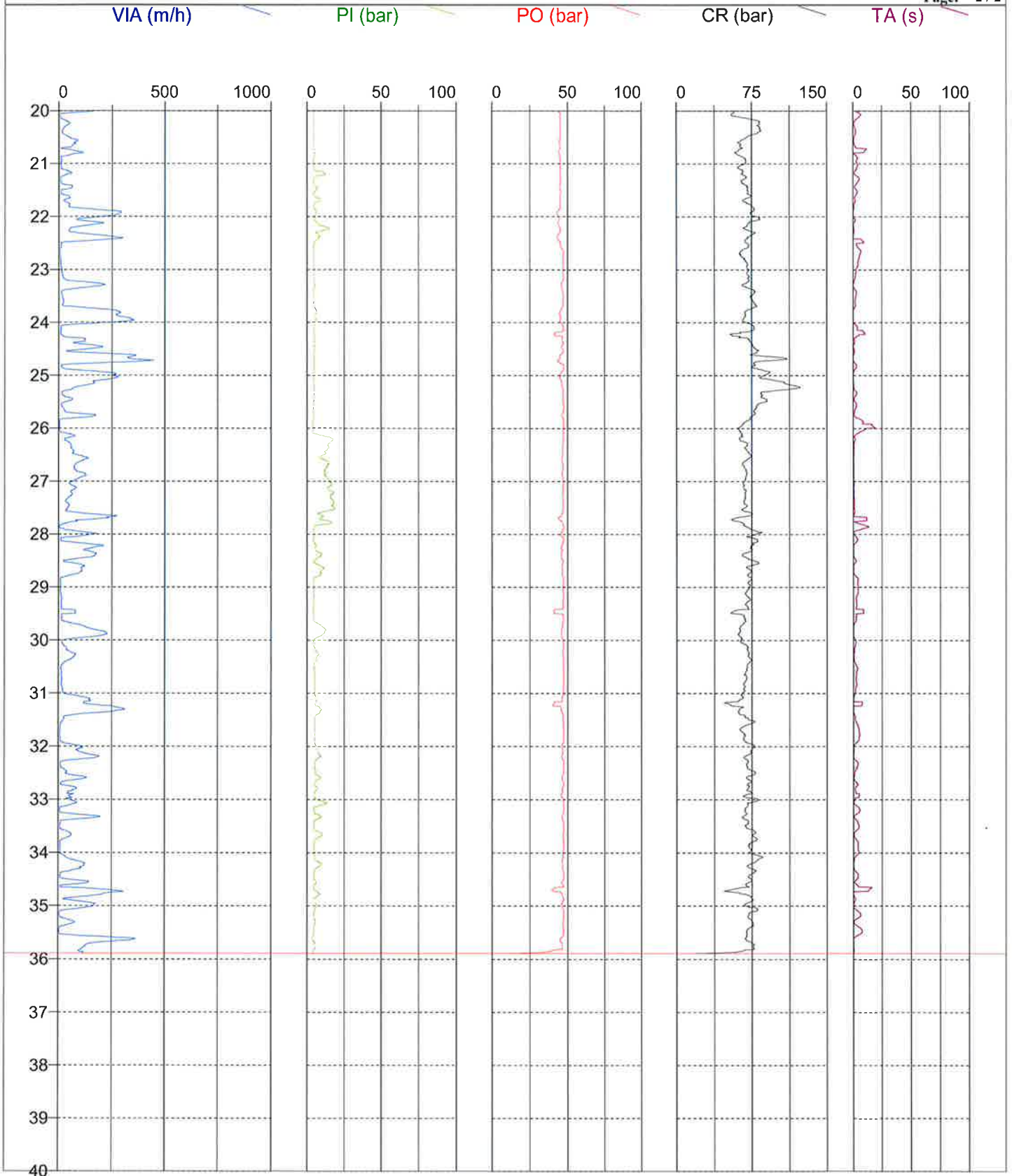
Outil : Tricône

Longueur : 35,89 m

Altitude : 83 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S17

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMC1 4,50

Date : 01/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

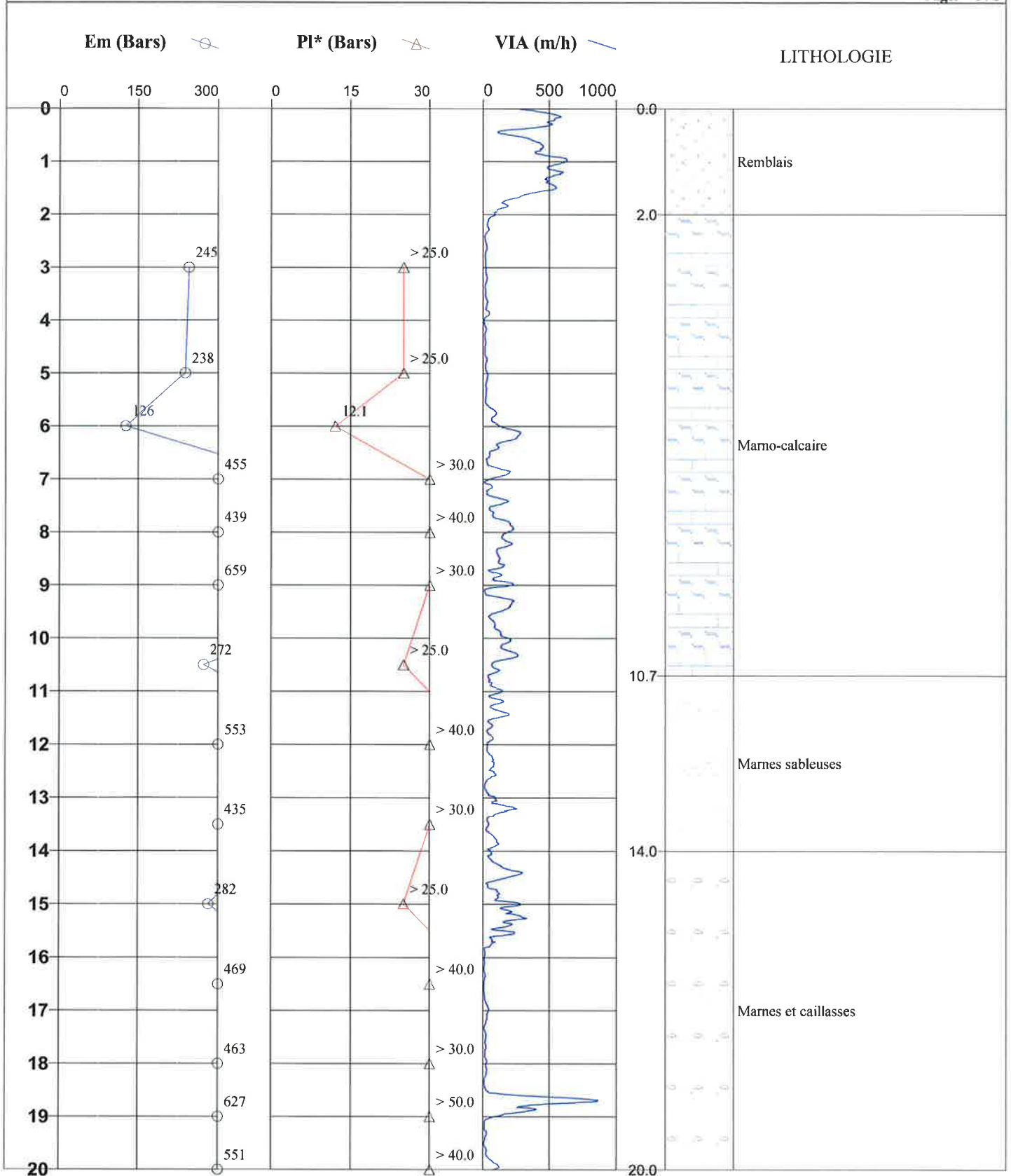
Outil : Tricône

Longueur : 40,27 m

Altitude : 82,8 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S17

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 01/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

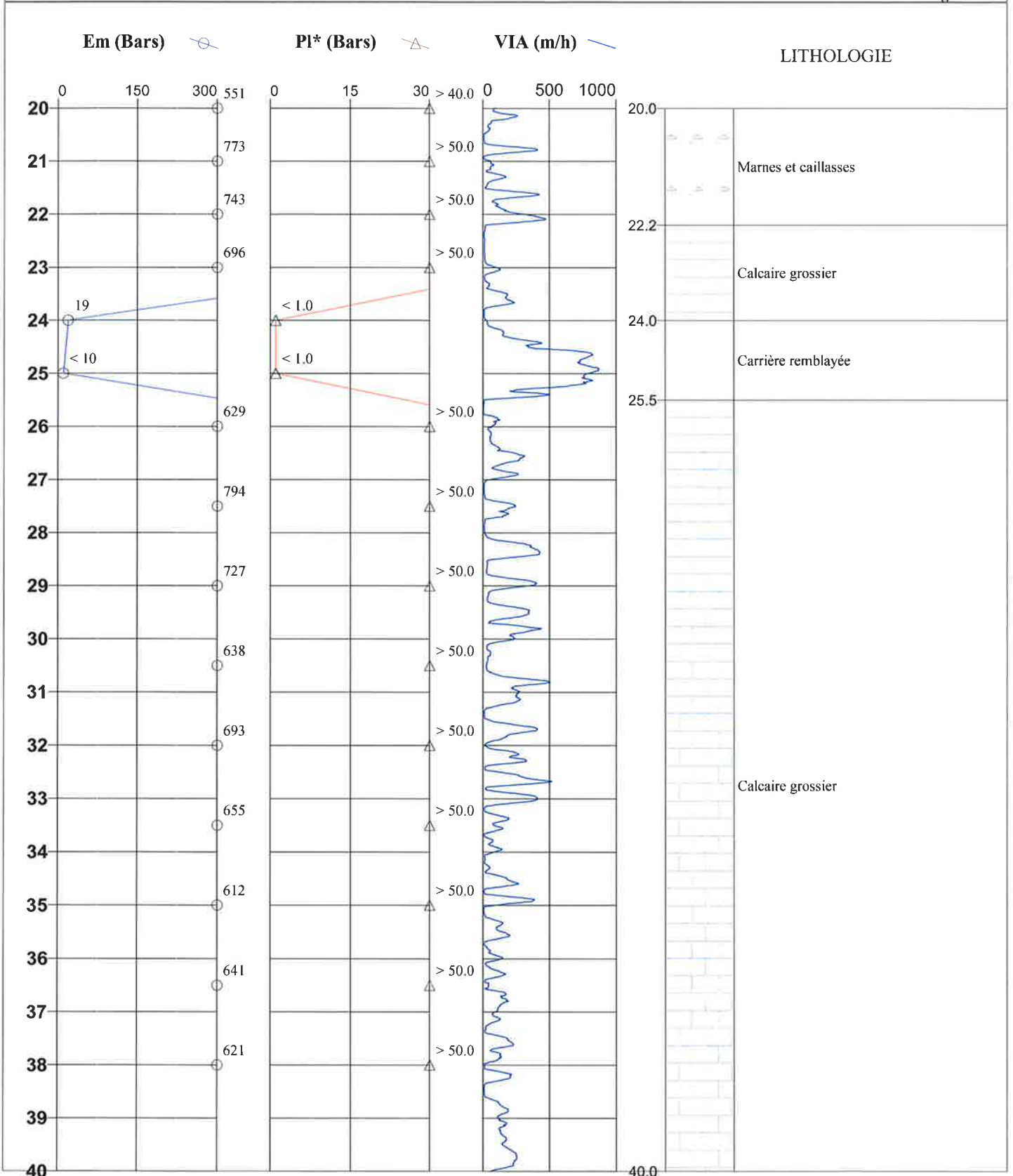
Outil : Tricône

Longueur : 40,27 m

Altitude : 82,8 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S17

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 01/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

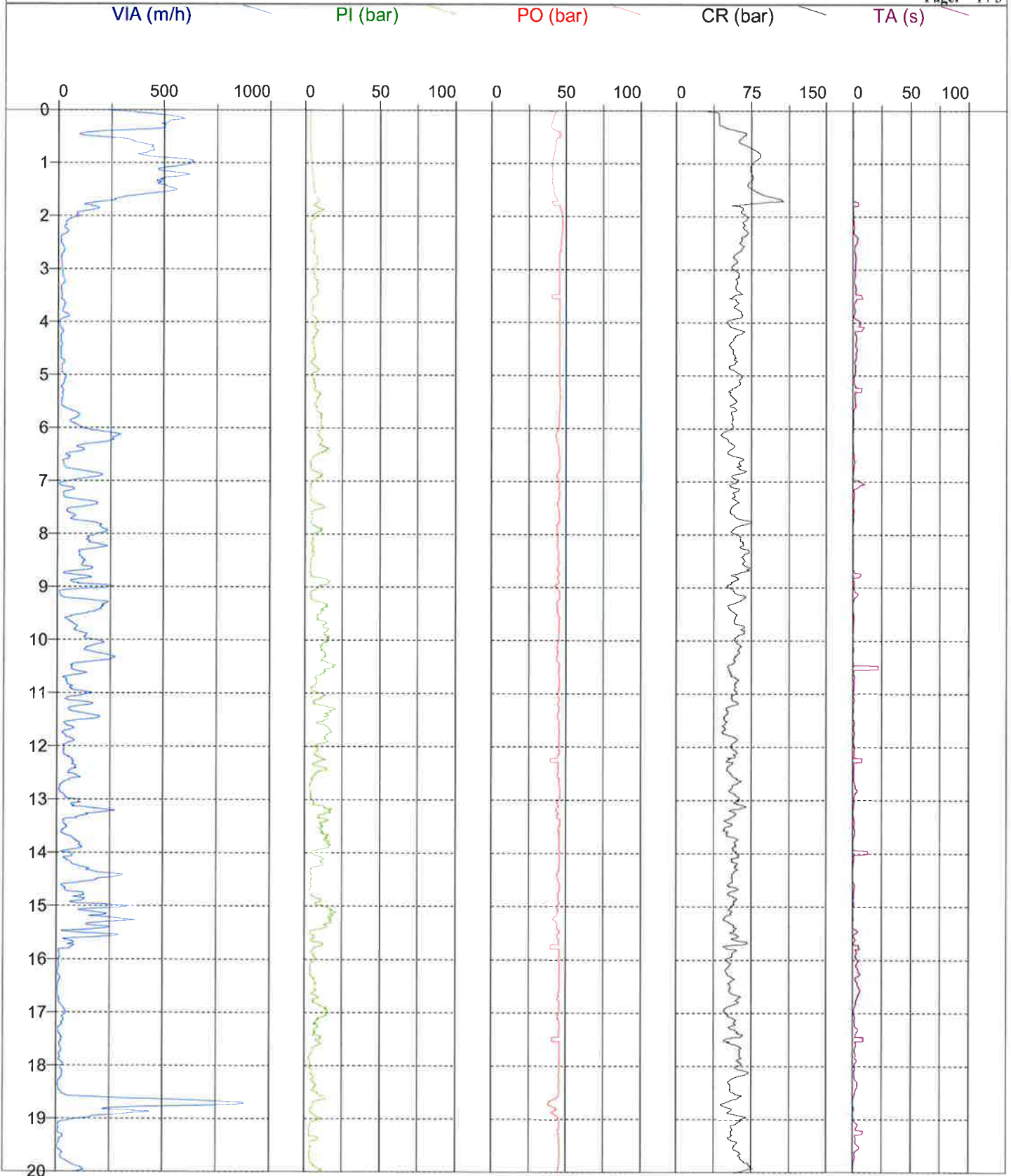
Outil : Tricône

Longueur : 40,27 m

Altitude : 82,8 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :



## FORAGE : S17

Type : Rotation

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 01/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Tricône

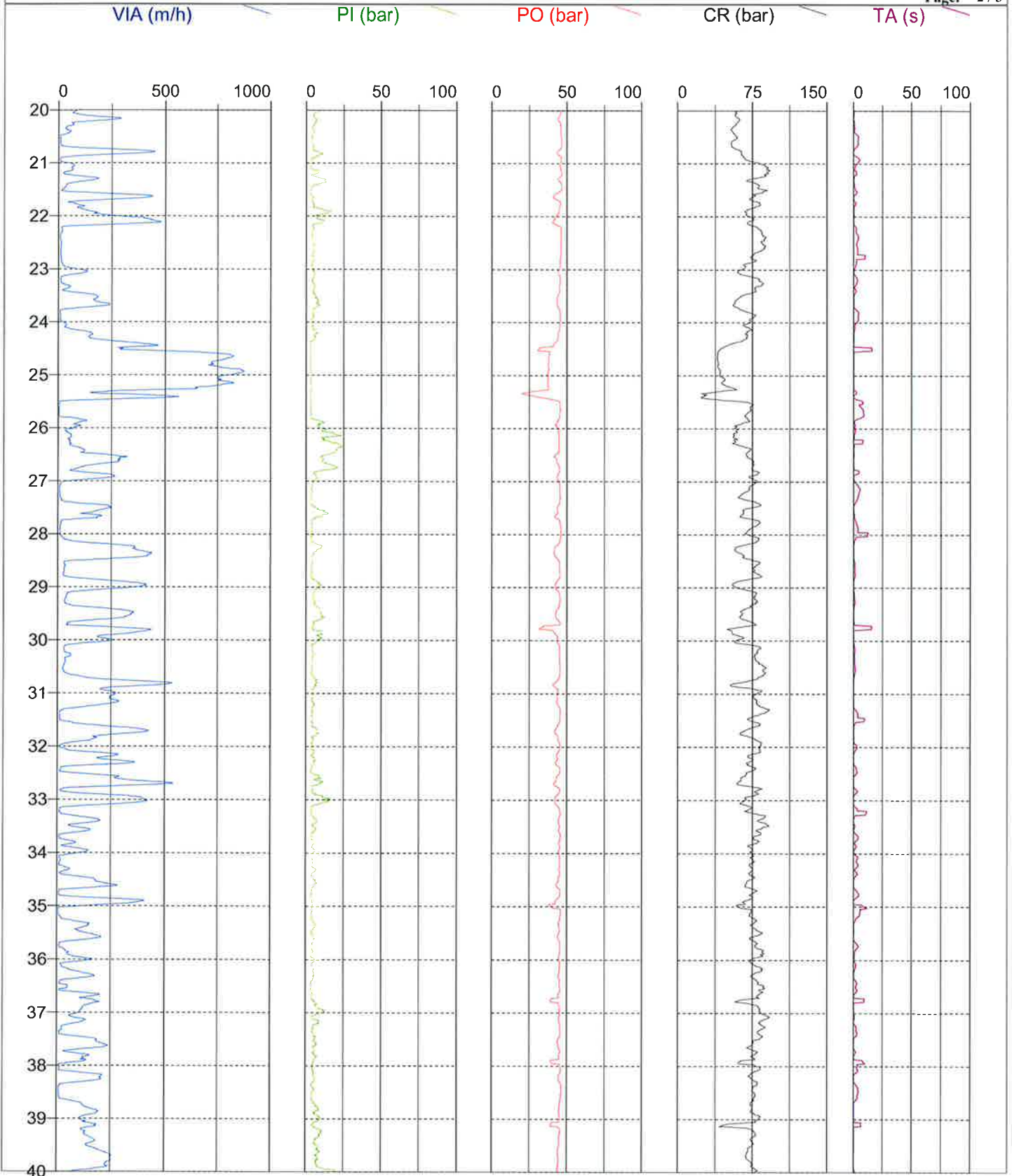
Longueur : 40,27 m

Altitude : 82,8 m

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 2 / 3



## FORAGE : C1

Type : CAROTTAGE

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 05/08/2020

 Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Carottier

Longueur : 35,00 m

Altitude :

Echelle : 1 / 50

Remarque :

Page: 1 / 4

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	Stratigraphie	Niveau d'eau	Carottage (%)	DATES	TUBAGE	OUTILS
0.00	Limons marneux beige à gris et cailloux calcaires (E <sub>max</sub> =19cm) devenant légèrement sableux roux à la base			80			
1.00	Echantillon 1						
2.50	Marne beige blanc raide			23			
4.00	Echantillon 2						
4.50	Marne argilo-limoneuse beige ferme			100			
5.00	Echantillon 3						
5.65	Marne beige blanc raide à cailloux de silex			71			
7.50	Marne argilo-limoneuse légèrement molle à ferme à bancs calcaires (E <sub>max</sub> =8 cm)			67			
8.50	Marne argilo-limoneuse légèrement molle à ferme à bancs calcaires (E <sub>max</sub> =8 cm)			100			
9.25	Argile limoneuse marron très ferme à rares concrétions calcaires			100			
10.00	Marne beige blanc raide à bancs calcaires(E <sub>max</sub> =6cm) et à passages sableux			70			

couronne à prismes

## FORAGE : C1

Type : CAROTTAGE

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 05/08/2020

 Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
 BAGNEUX (92)

Outil : Carottier

Longueur : 35,00 m

Altitude :

Echelle : 1 / 50

Remarque :

Page: 2 / 4

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	Stratigraphie	Niveau d'eau	Carottage (%)		DATES	TUBAGE	OUTILS
				0	50			
10.00	Marne beige blanc raide à bancs calcaires (E <sub>max</sub> =6cm) et à passages sableux			70				
10.50	Limons sableux (sables fins) beige gris verdâtre							
10.75	Argile +/- sableuse marron verdâtre à cailloux calcaires			100				
11.30	Marne beige verdâtre très ferme à raide			67				
13.20	Marne beige blanc ferme à raide			100				
14.50	Argile limoneuse marron molle à ferme à quelques passages marneux beiges			30				
15.10	Sable fin à moyen légèrement argileux beige rose							
15.30	Sable fin +/- argileux beige gris vert marron			100				
16.00	Marne argileuse beige légèrement verdâtre molle à ferme			67				
17.50	Marne beige blanc ferme à raide avec un banc calcaire de 20,5 à 20,75 m			67				
20.00				85				

couronne à prismes



## FORAGE : C1

Type : CAROTTAGE

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 05/08/2020

 Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Carottier

Longueur : 35,00 m

Altitude :

Echelle : 1 / 50

Remarque :

Page: 3 / 4

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	Stratigraphie	Niveau d'eau	Carottage (%)		DATES	TUBAGE	OUTILS
				0	50 100			
20.00	Marne beige blanc ferme à raide avec un banc calcaire de 20,5 à 20,75 m			100				
21.00	Calcaire sableux fossilifère et marne beige			80				
21.25	Marne beige blanc ferme à raide à banc calcaire gris (E <sub>max</sub> = 10cm)			67				
23.85	Marne argileuse beige molle			100				
				70				
				60				
27.50	Calcaire +/- sableux fossilifère (cérithes) beige gris devenant tendre à partir de 27,65 m			90				
28.00	Sable beige à cailloux calcaires (E <sub>max</sub> = 11cm)			85				
28.60	Argile noirâtre ferme à raide à cailloux calcaires (E <sub>max</sub> = 5 cm)							
30.00								

couronne à prismes

## FORAGE : C1

Type : CAROTTAGE

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : EMCI 4,50

Date : 05/08/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Carottier

Longueur : 35,00 m

Altitude :

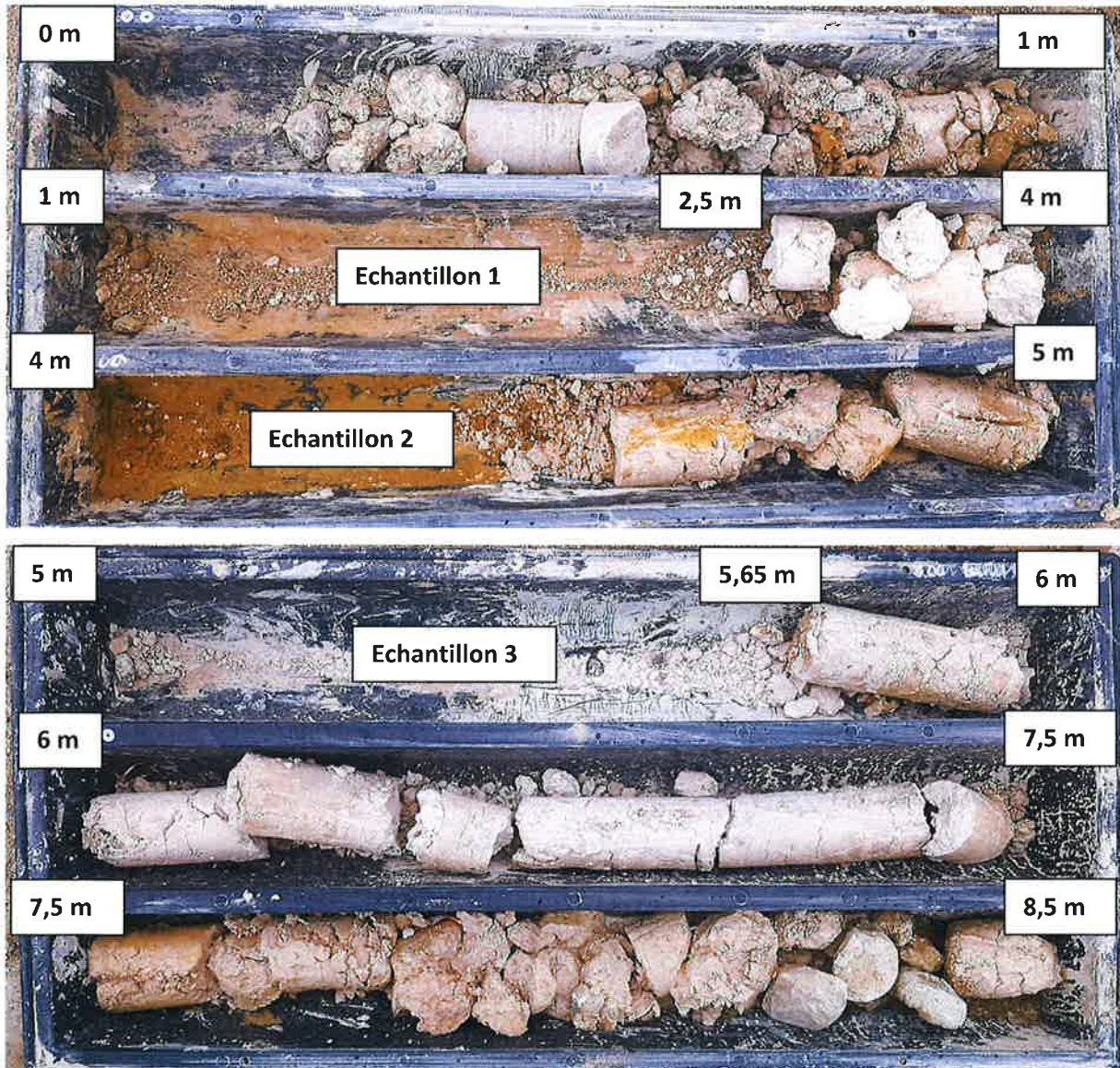
Echelle : 1 / 50

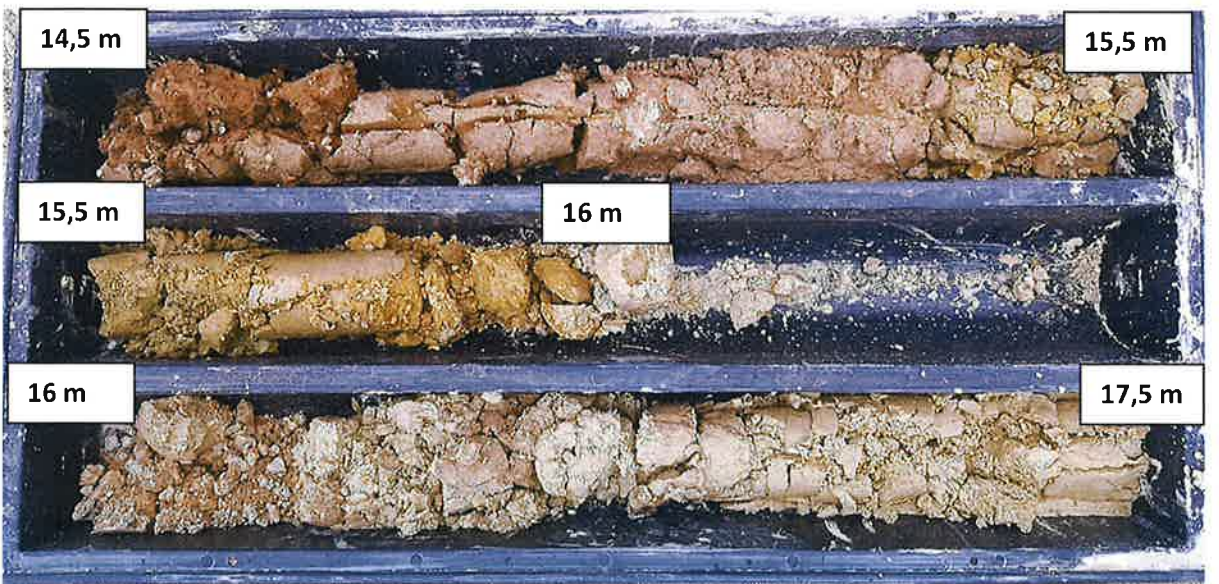
Remarque :

Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	Stratigraphie	Niveau d'eau	Carottage (%)	DATES	TUBAGE	OUTILS
30.00	Argile noirâtre ferme à raide à cailloux calcaires (E <sub>max</sub> = 5 cm)			95			couronne à prismes
32.15	Calcaire fossilifié beige-gris (E <sub>max</sub> =12cm)			67			
32.70	Sable argileux beige à passage d'argile marron			80			
33.80	Calcaire beige (E <sub>max</sub> =9 cm)			30			
35.00							

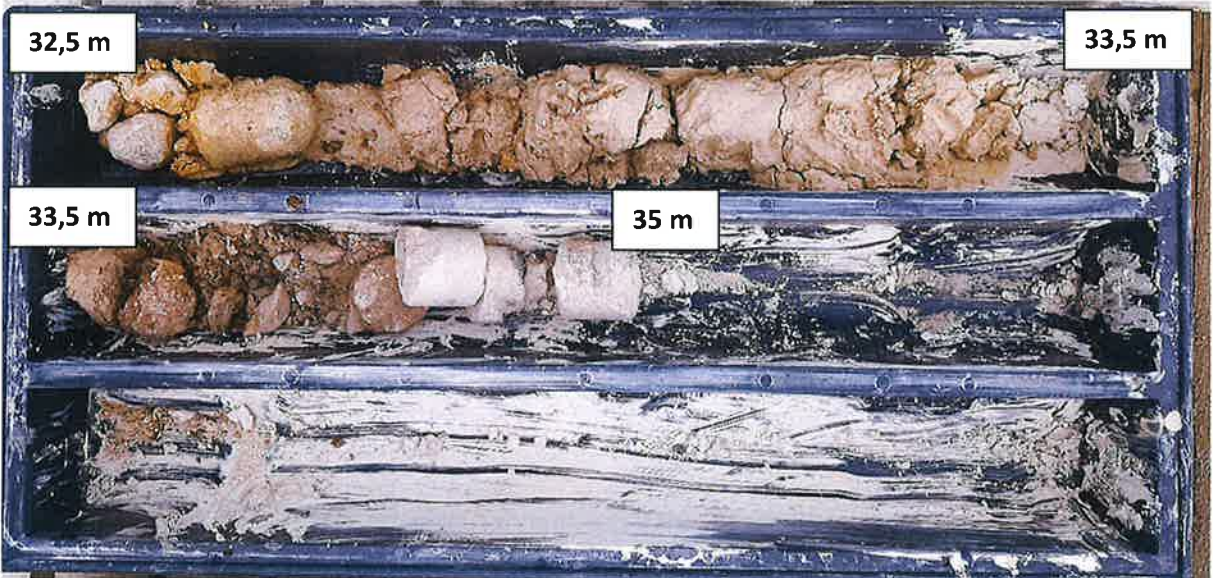
# BAGNEUX (92)

## Photos C1









## FORAGE : ET,S5

Type : Autre

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Machine : 300

Date : 06/07/2020

Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Outil : Autre

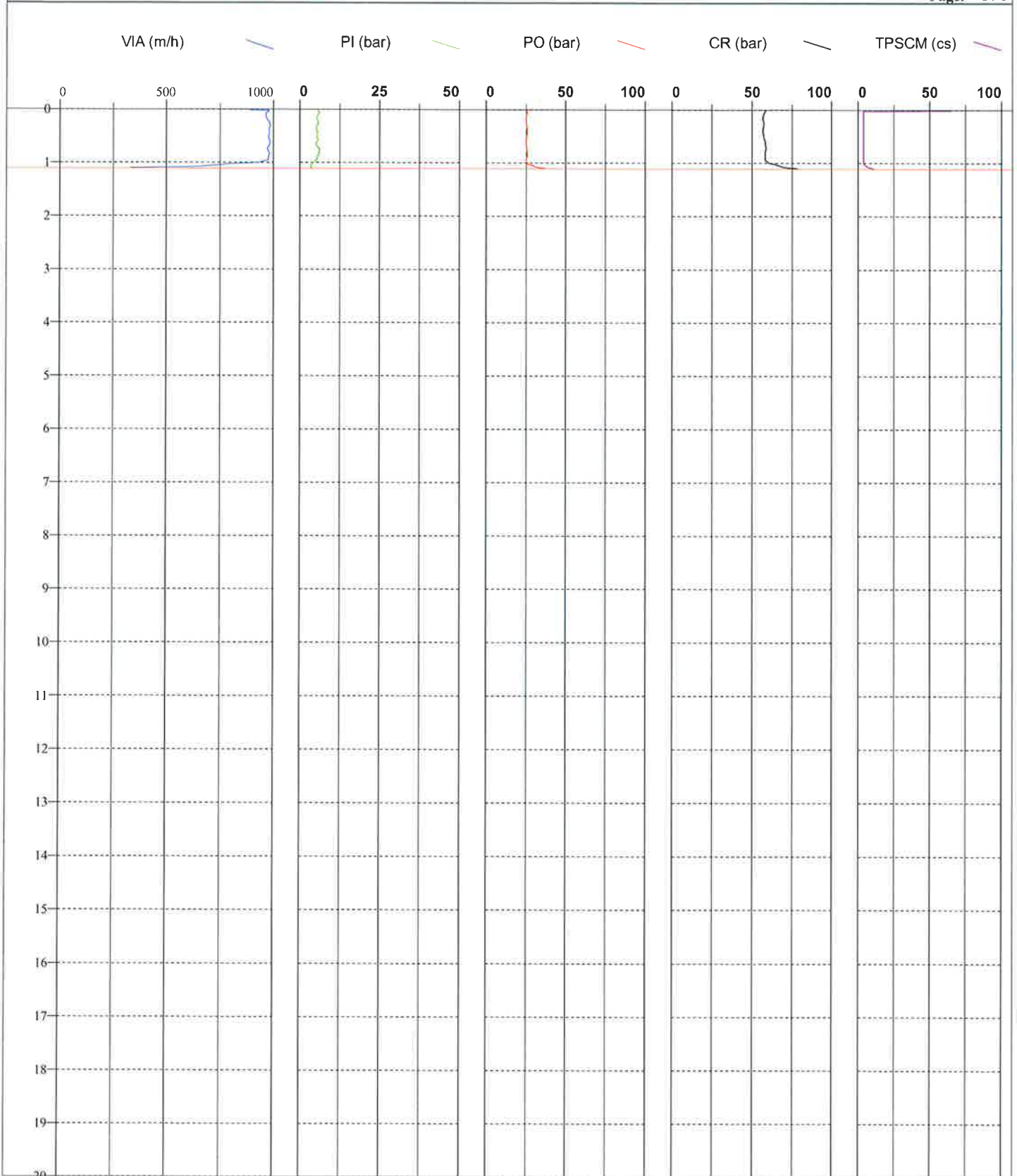
Longueur : 1,11 m

Altitude :

Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 1



## FORAGE : S10ETA

Type :

Machine : EMCI 4,50

Date : 05/08/2020

Client : Nexity Immobilier Résidentiel

Outil : DRLBIT\_STPCHS

Longueur : 2,56 m

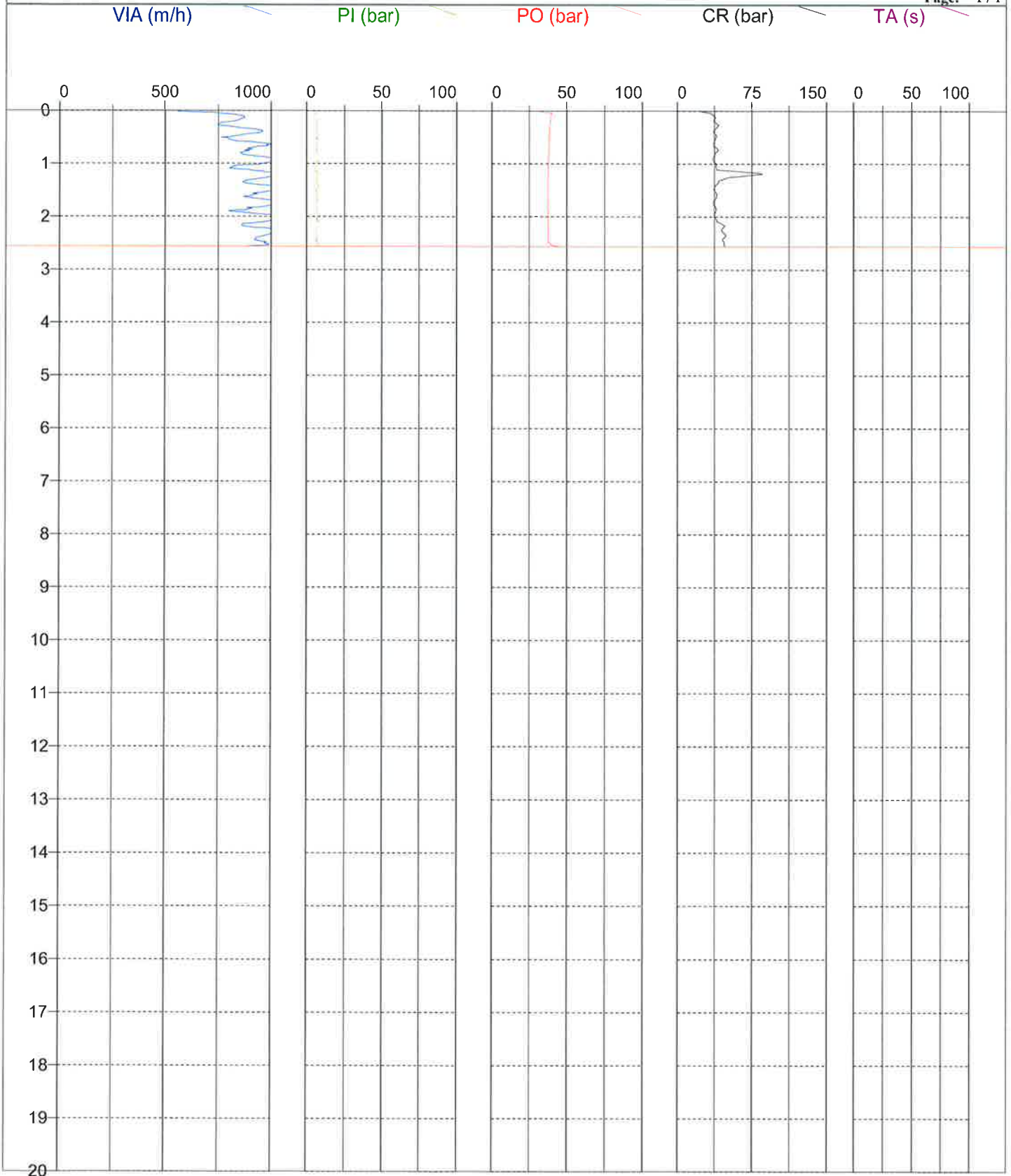
Etude : Zac Eco Quartier Victor Hugo lotG3  
BAGNEUX (92)

Altitude :

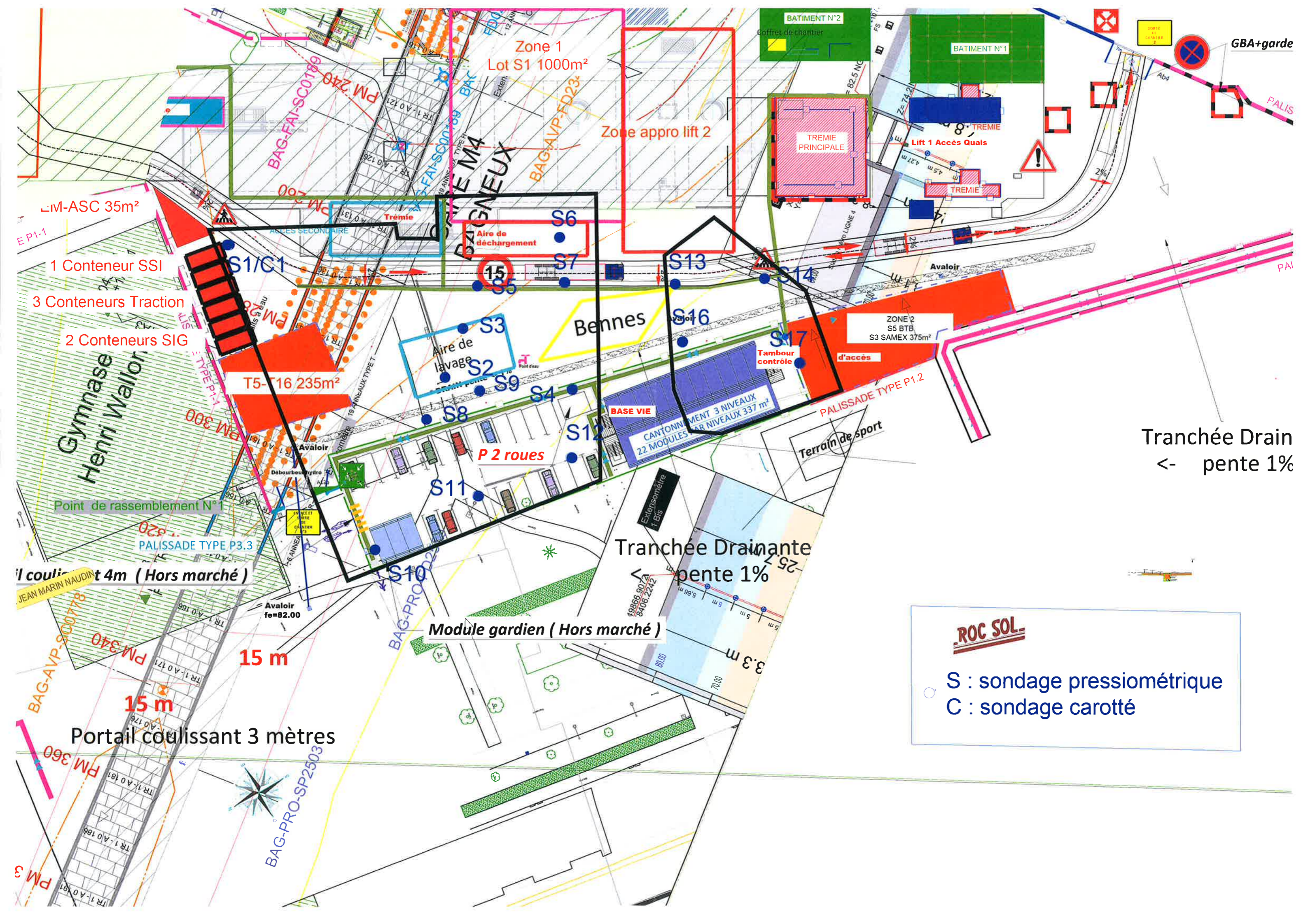
Echelle : 1 / 100

Remarque :

Page: 1 / 1







Zone 1  
Lot S1 1000m<sup>2</sup>

Zone appro lift 2

ZONE 2  
S5 BTB  
S3 SAMEX 375m<sup>2</sup>

CANTONNEMENT 3 NIVEAUX  
22 MODULES PAR NIVEAUX 337 m<sup>2</sup>

LM-ASC 35m<sup>2</sup>

- 1 Conteneur SSI
- 3 Conteneurs Traction
- 2 Conteneurs SIG

T5-16 235m<sup>2</sup>

Gymnase  
Henri Wallon

Bennes

BASE VIE

PALISSE TYPE P1.2

Terrain de sport

Tranchée Drain  
<- pente 1%

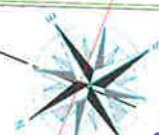
Tranchée Drainante  
pente 1%

Module gardien (Hors marché)

**ROC SOL**

- S : sondage pressiométrique
- C : sondage carotté

Portail coulissant 3 mètres





**OASIIS EXPERT EN PERFORMANCE  
ENVIRONNEMENTALE**

RAPPORT TECHNIQUE  
le 21/12/2020 à AUBAGNE

**PÔLE ÉTUDES**

## **ECO-QUARTIER VICTOR HUGO A BAGNEUX**

### **ETUDE AERAILIQUE EXTERIEURE**

#### **MAITRE D'OUVRAGE**

**SADEV 94**

31 rue Anatole France

**94 300 VINCENNES**

#### **OPERATION**

**ECO QUARTIER VICTOR HUGO A BAGNEUX**

<b>Affaire N°</b>	<b>Commercial</b>	<b>Ind</b>	<b>Date</b>	<b>Résumé des modifications</b>
A20 055	FSA	0	11/12/2020	Première émission
Version du	21/12/2020	1	21/12/2020	Optimisations
Réalisé par	PAI			
Vérifié par	MME			

#### **PÔLE ÉTUDES**

**Tél** : 04 42 84 43 43

**Fax** : 04 42 18 61 87

**Mail** : oasis@oasis.fr

391 avenue de Jouques

ZI Les Paluds - CS 71120

13782 AUBAGNE CEDEX

#### **SIÈGE**

**Tél** : 04 42 18 61 86

**Fax** : 04 42 18 61 87

**Mail** : oasis@oasis.fr

391, AVENUE DE JOUQUES

ZI les Paluds C.S. 71120

13782 AUBAGNE CEDEX

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

# ● SOMMAIRE

---

<b>A • AVANT-PROPOS</b> .....	<b>3</b>
<b>B • HYPOTHESES</b> .....	<b>4</b>
<b>B1 • HYPOTHESES GENERALES</b> .....	<b>4</b>
B1a. Données de vents .....	4
B1b. Modèle 3D réalisé .....	5
B1a. Correspondance des arbres avec le modèle 3D : .....	7
<b>B2 • HYPOTHESES POUR LE CONFORT PIETON</b> .....	<b>9</b>
B2a. Etape 1 : Etude du comportement du vent .....	9
B2b. Etape 2 : Etude du confort aéraulique piéton .....	9
B2c. Zones d'intérêt sur lesquelles sont observés les résultats .....	10
B2d. Directions de vent étudiées .....	11
<b>C • RESULTATS BASE</b> .....	<b>12</b>
<b>C1 • COMPORTEMENT DU VENT</b> .....	<b>12</b>
C1a. Coefficient de vitesse rafale .....	12
C1a. Vitesse rafale obtenue à partir des données météo (sur toutes les directions) .....	13
<b>C2 • CONFORT PIETONS</b> .....	<b>14</b>
<b>C3 • ANALYSE DE LA BASE</b> .....	<b>15</b>
<b>D • RESULTATS COMPARATIF OPTIMISATIONS</b> .....	<b>16</b>
<b>D1 • HYPOTHESES D'OPTIMISATION</b> .....	<b>16</b>
D1a. Projet environnant : .....	16
D1b. Zone 1et 2 : .....	17
D1c. Zone 3 : .....	18
<b>D2 • COMPORTEMENT DU VENT</b> .....	<b>19</b>
D2a. Coefficient de vitesse rafale .....	19
D2b. Vitesse rafale obtenue à partir des données météo (sur toutes les directions) .....	20
<b>D3 • CONFORT PIETONS</b> .....	<b>21</b>
<b>D4 • ANALYSE DU COMPARATIF</b> .....	<b>22</b>

## A • AVANT-PROPOS

Le projet de l'Eco Quartier Victor Hugo à BAGNEUX est actuellement au stade PRO. La maîtrise d'œuvre finalise actuellement les grandes lignes architecturales et paysagistes, sur la base de plusieurs études, dont une étude aéraulique urbaine réalisée par OASIS.

Cette étude aéraulique vise à répondre à la problématique suivante :

- Evaluer le **confort aéraulique piéton** dans les espaces extérieurs.
- Proposer des **pistes d'améliorations** du confort piéton

Dans un premier temps, un état des lieux est réalisé sur la base de la maquette 3D fournie par ARTE ET CHARPENTIER, et l'implantation des arbres fournie par le paysagiste.

Dans un second temps, des propositions d'améliorations ont été proposées et étudiées à partir des résultats de l'étude de base.

Cette étude est réalisée avec le logiciel Urbawind, développé par la société Meteodyn.

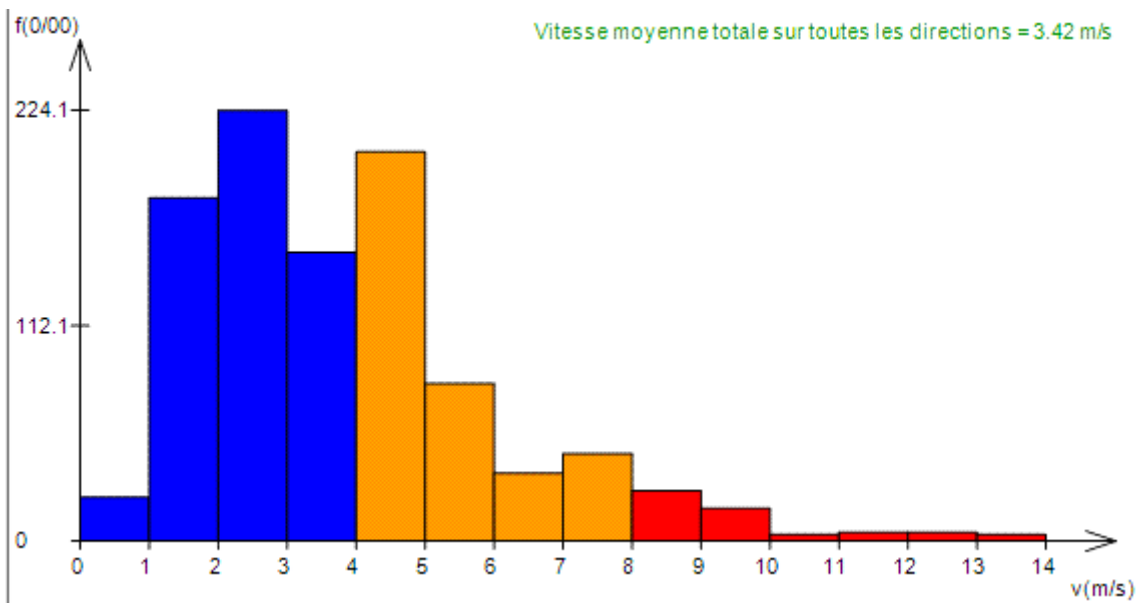
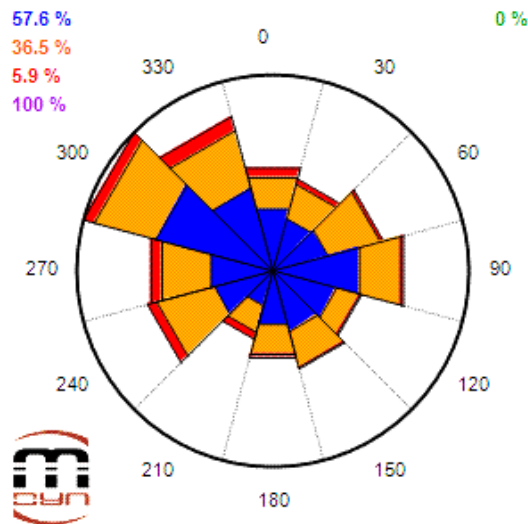


# B • HYPOTHESES

## B1 • HYPOTHESES GENERALES

### B1a. Données de vents

Les données utilisées sont issues de la BDD MeteoNorm, sur la période 2000-2009, pour la station de Paris-Montsouris.



**Rose des vents Paris- Montsouris (source : MN 2000-2009)**

Le vent provient principalement du Nord-Ouest : la direction principale est 300°, et les deux directions secondaires sont 330° et 90°. Les vitesses de vent sont la plupart du temps modérées : elles dépassent 8 m/s durant 5.9% du temps seulement.

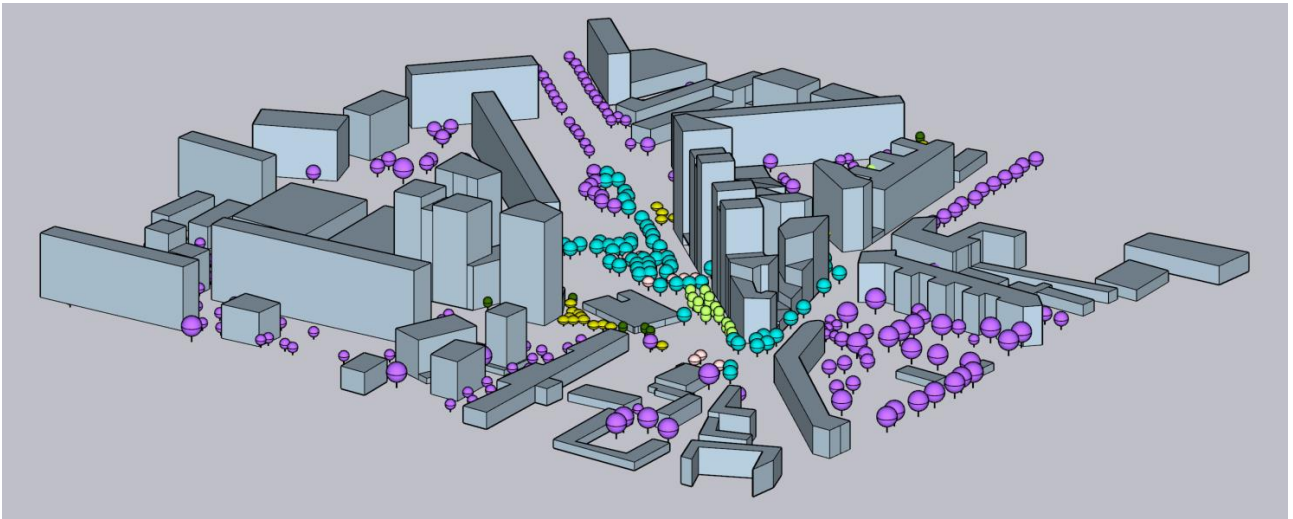
### B1b. Modèle 3D réalisé

Le modèle 3D réalisé pour l'étude aéraluque contient le projet, les bâtiments alentours, la topographie ainsi que les arbres.

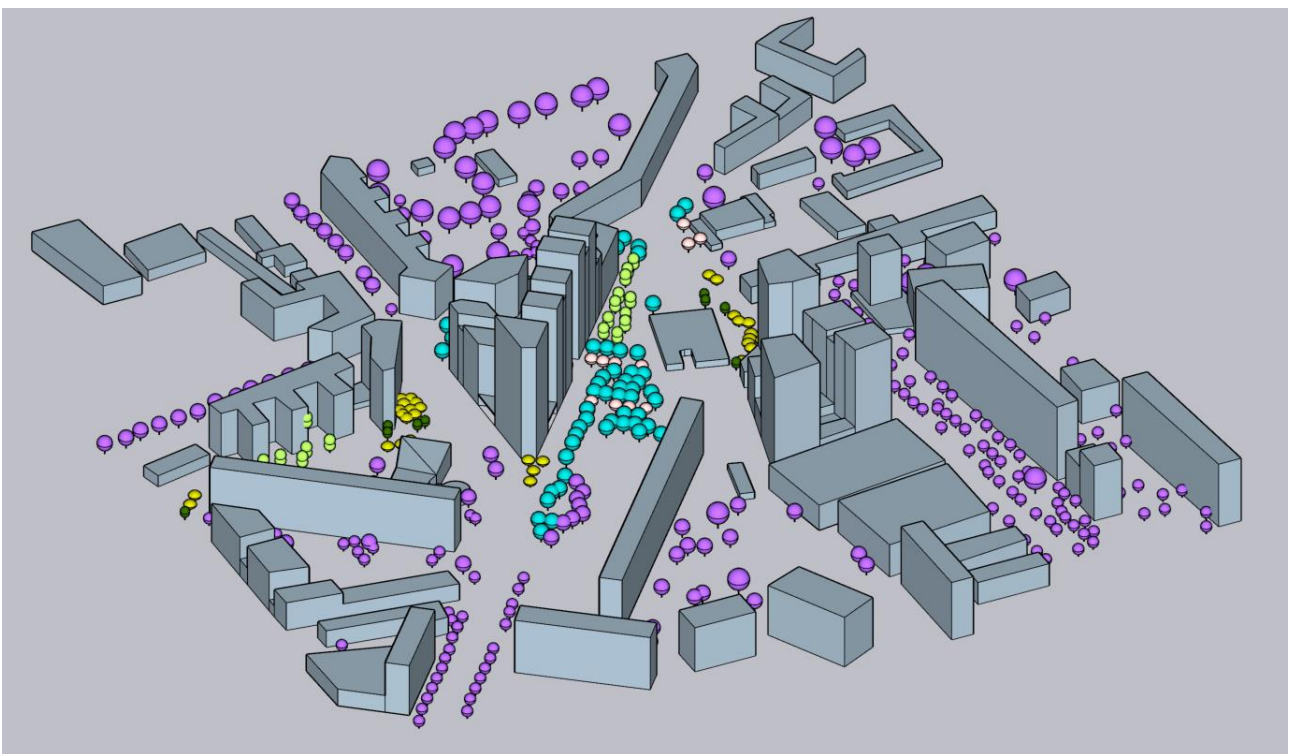
■ Modèle de BASE :



Vue d'ensemble de haut



Vue Sud-Ouest







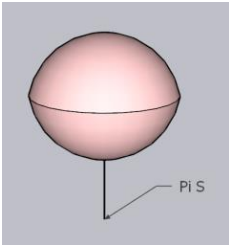
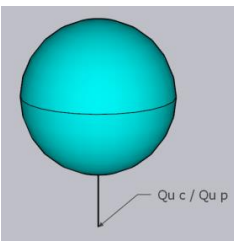
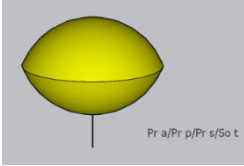
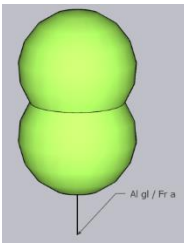
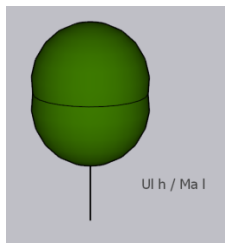
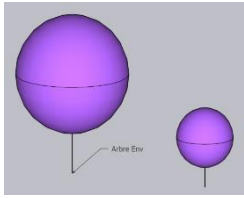


Vue Nord-Est






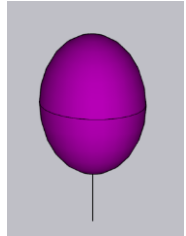
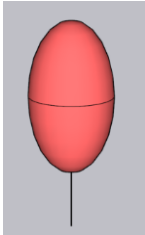
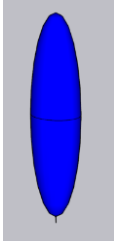
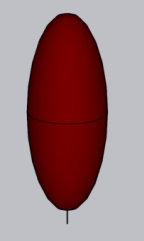
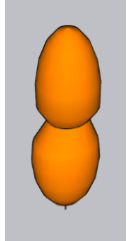
### B1a. Correspondance des arbres avec le modèle 3D :

Nous avons extrait différentes typologies d'arbres des plans paysagistes fournis. Cela nous a permis d'en distinguer 11. Chaque typologie regroupe différentes essences, classées par hauteur de tronc, hauteur de feuillage, diamètre du feuillage, ainsi que par la porosité associée.

Voici un tableau récapitulatif des typologies d'arbres prises en compte :

ARBRES	TYPLOGIE 1	TYPLOGIE 2	TYPLOGIE 3	TYPLOGIE 4	TYPLOGIE 5	TYPLOGIE 6
<b>Visuel</b>						
<b>Dénomination</b>	Pins sylvestre	Chene Chevelu	Prunus / Sorbus	Aulne GLutineux / FrêneBlanc	Orme de hollande / Pommier sauvage	Arbres lambda environnants
<b>Dénomination dans projet</b>	Pi S	Qu c / Qu p	Pr a/Pr p/Pr s/So t	Al gl / Fr a	UI h / MA l	Arbre Env
<b>Taille de tronc (m)</b>	2.5	2.5	1.5	1.8	2	x
<b>Hauteur de feuillage (m)</b>	5	7	4	8	5	x
<b>Diamètre feuillage (m)</b>	6	7	6	4	2	x
<b>Porosité</b>	30%	70%	30%	30%	50%	50%
<b>Couleur dans le modèle</b>	Rose pale	Bleu clair	Jaune	Vert Clair	Vert foncé	violet
<b>Modèle 3D</b>						



ARBRES	TYPOLOGIE 7	TYPOLOGIE 8	TYPOLOGIE 9	TYPOLOGIE 10	TYPOLOGIE 11
<b>Visuel</b>					
<b>Dénomination</b>	Tilleul	Ginkgo Biloba	Erable Champetre	quercus-palustris-fastigiata	Ulmus Columella
<b>Dénomination dans projet</b>	-	-	Acer Campestre	-	-
<b>Taille de tronc (m)</b>	3	3	0.5	0.5	0.5
<b>Hauteur de feuillage (m)</b>	9	9	13.5	7	12.5
<b>Diamètre feuillage (m)</b>	7	5	3	3	3.5
<b>Porosité</b>	50%	50%	50%	50%	70%
<b>Couleur dans le modèle</b>	Pourpre	Corail	Bleu	Bordeau	Orange
<b>Modèle 3D</b>					

La Typologie 6 représente les arbres contenus dans les zones plus éloignées que la zone qui nous intéresse. Nous n'avons pas eu d'informations exactes concernant ces arbres. Nous avons donc considéré des hauteurs arbitraires et une porosité de 50%.

Les typologies 1 à 6 font parties du modèle de Base. Les typologies 7 à 11 viennent se greffer aux des variantes d'optimisation.

## B2 • HYPOTHESES POUR LE CONFORT PIETON

### B2a. Etape 1 : Etude du comportement du vent

Nous observons comment se comporte le vent pour une direction donnée, par rapport à la géométrie du projet : où se situent sur le projet les zones d'accélération et les zones calmes.

Pour cela, nous utilisons le **coefficient de vitesse rafale**.

#### ■ La vitesse rafale

La vitesse rafale (en  $m.s^{-1}$ ) correspond à la vitesse moyenne du vent sur 10 minutes, augmentée des fluctuations rapides de la vitesse du vent (turbulences).

$$V_G = \sum_{idir} f_i \bar{u}_i (1 + I_i)$$

$f_i$  est une description statistique du vent local dans la direction de vent  $i$  et  $I_i$  est l'intensité turbulente associée à la direction de vent  $i$ .

#### ■ Le coefficient de vitesse rafale, sur une direction donnée

Le coefficient de vitesse rafale est le rapport entre la vitesse rafale calculée au point de résultat et la vitesse rafale du vent de référence (vent à 100m de haut).

### B2b. Etape 2 : Etude du confort aéraulique piéton

L'indice utilisé pour caractériser le confort aéraulique piéton est le seuil de vitesse rafale au-delà duquel les piétons ressentent de l'inconfort, et la fréquence de dépassement de ce seuil.

En France, le seuil de vitesse rafale est fixé à 3.6 m/s par le CSTB, il correspond à une « légère brise » sur l'échelle de Beaufort.







Les conditions de confort sont atteintes si la fréquence de dépassement de ce seuil «  $F(V>3.6)$  » n'excède pas une certaine valeur sur l'année, qui dépend de l'activité des piétons :

Activité	Critère de confort	Espaces concernés sur le projet
Assis / Debout	$F(V>3.6) < 5\%$	Jardins, parvis du hall
Marche normale	$F(V>3.6) < 10\%$	Espaces de circulation

**Nous considérons ainsi qu'entre 0 et 5% le piéton est en état de confort, entre 5 et 10% il y a risque d'inconfort selon l'activité, et au-delà de 10% le piéton est en inconfort.**

### B2c. Zones d'intérêt sur lesquelles sont observés les résultats

- Les zones que l'on souhaite étudier sont comprises **dans la zone du projet global**. Il s'agit des zones suivantes :

-  Zone du projet global
-  Restaurants
-  Arrêts de Bus
-  Manifestations culturelles ou commerciales
-  Bancs publics
-  Gradins



- **1 zone d'intérêt** pour le logiciel sur un plan horizontal : à 1.5m de hauteur, comprenant l'ensemble de la zone.



Les résultats seront visualisés sur la zone rouge qui englobe toutes les zones étudiées.

#### **B2d. Directions de vent étudiées**

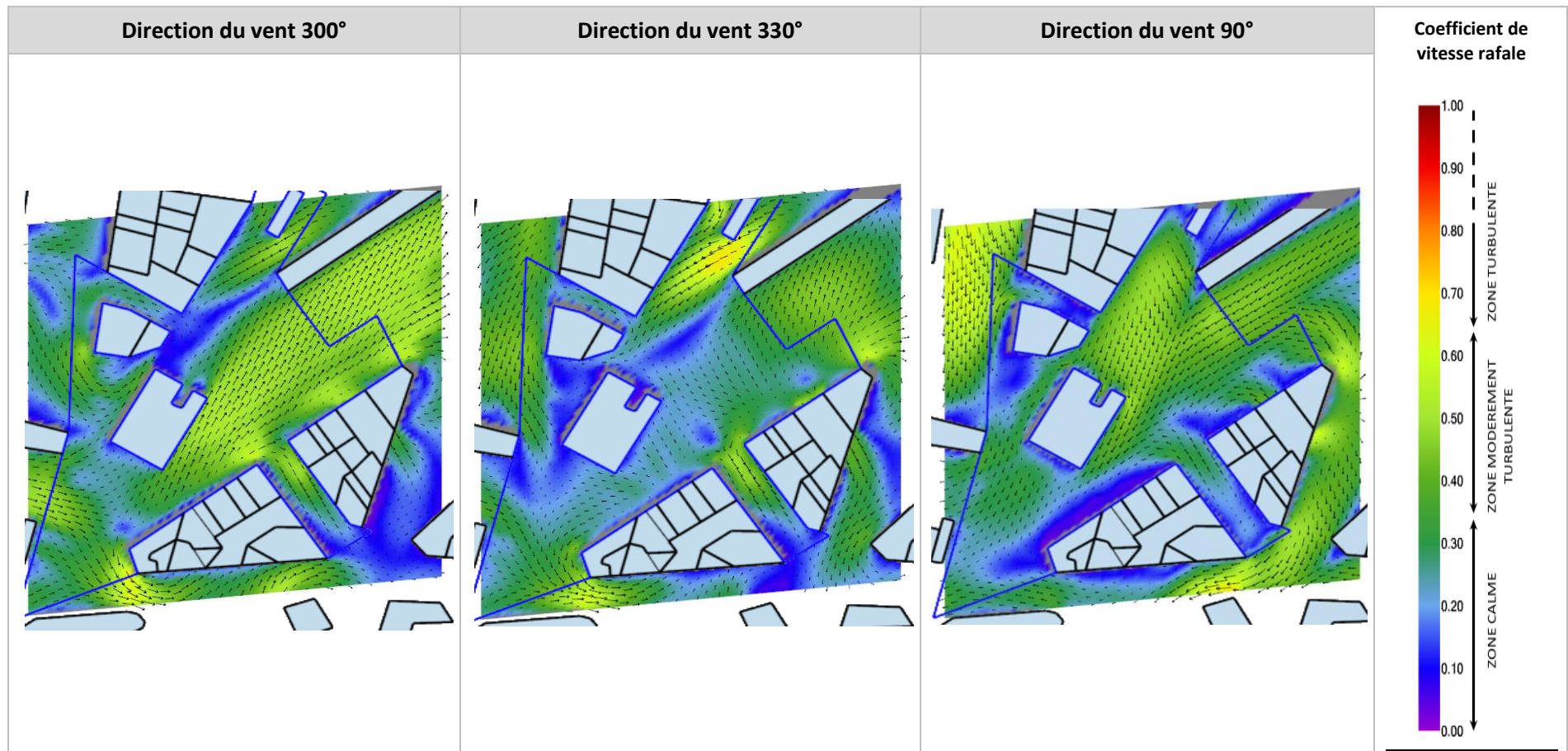
Pour les coefficients de vitesse rafale, nous observons la direction de vent principale et les deux directions de vent secondaires au regard de la rose des vents de Paris-Montsouris, soit 300°, 330° et 90°.

La vitesse rafale obtenue à partir des données météo tient compte de l'ensemble des directions de vent.

# C • RESULTATS BASE

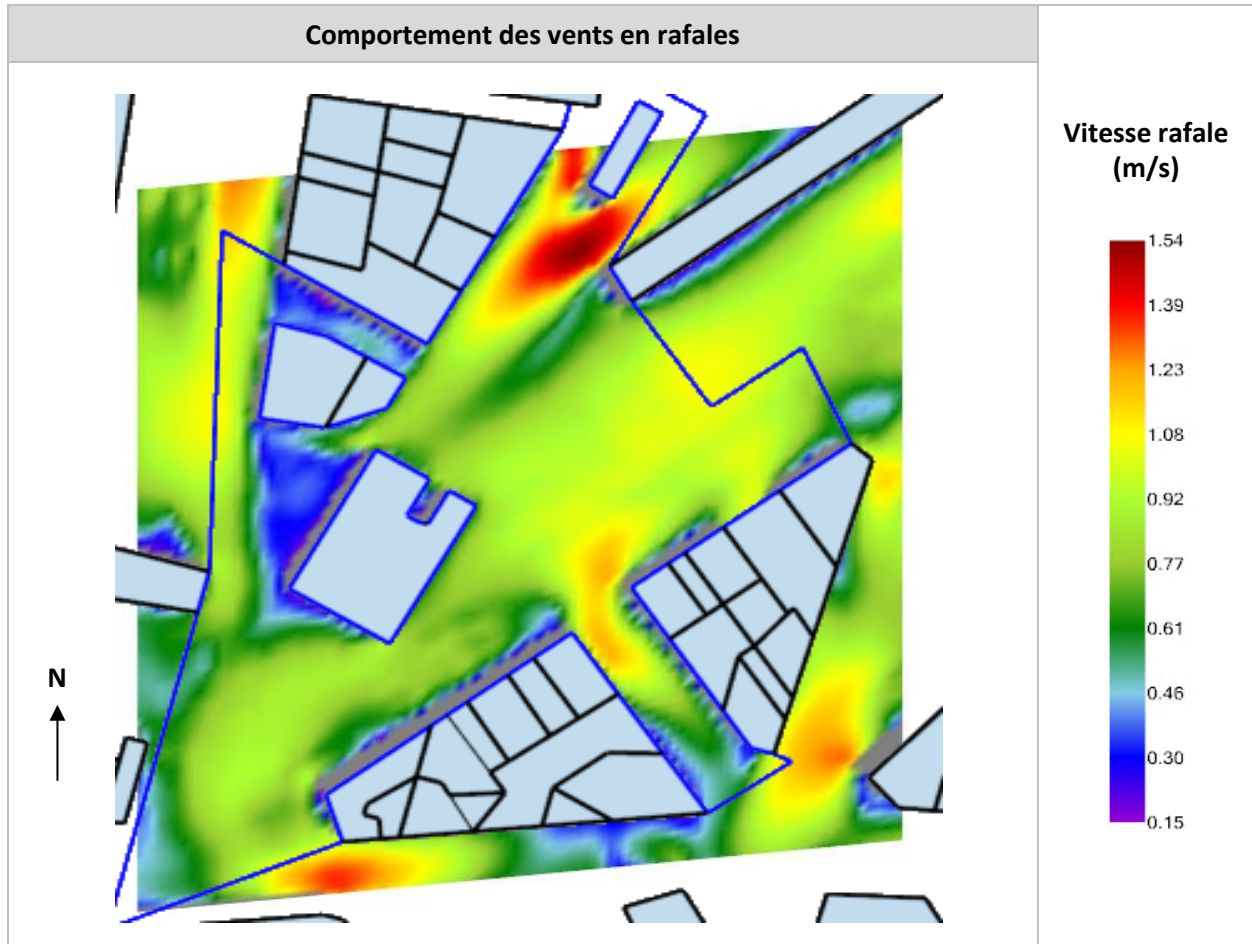
## C1 • COMPORTEMENT DU VENT

### C1a. Coefficient de vitesse rafale



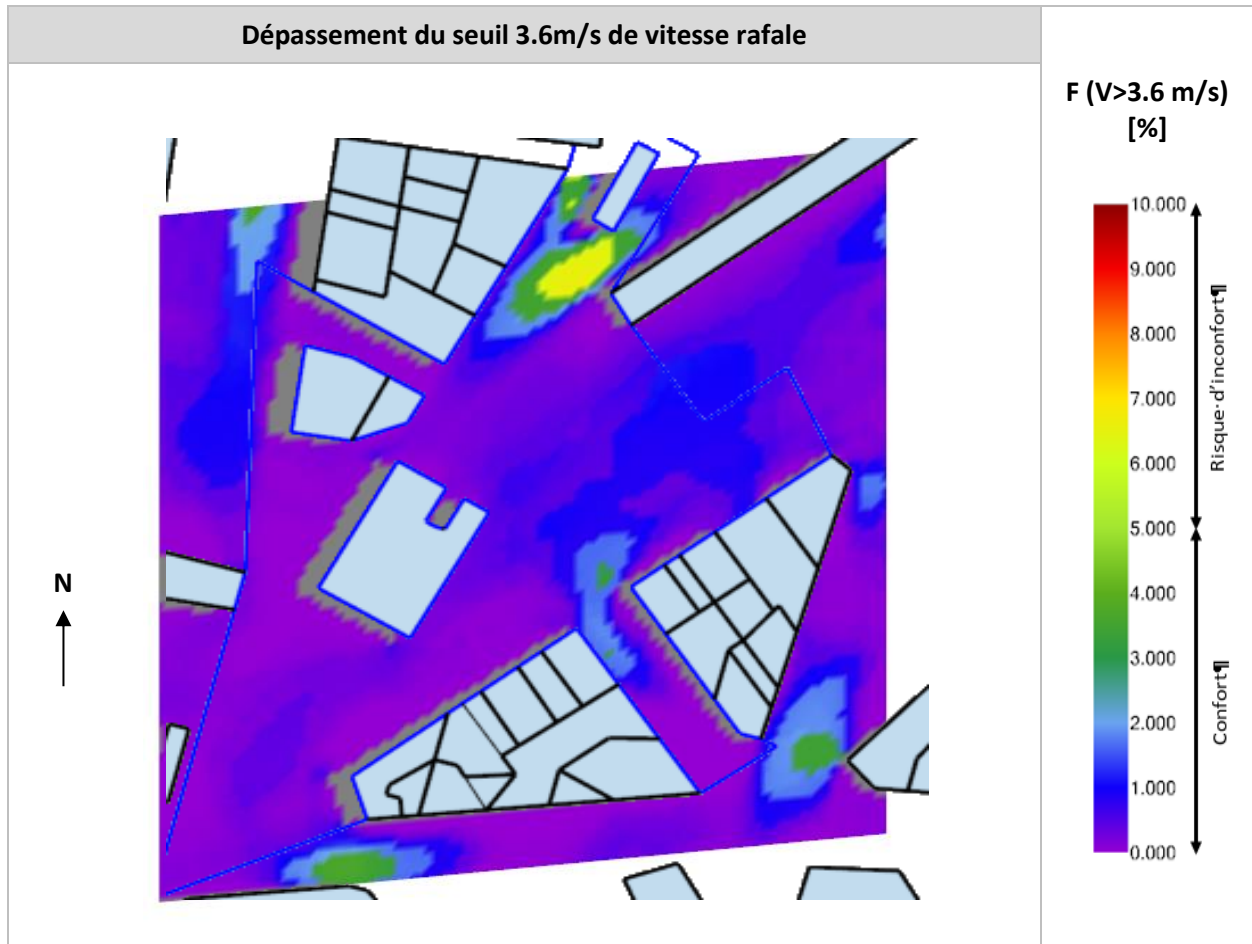
### C1a. Vitesse rafale obtenue à partir des données météo (sur toutes les directions)

L'analyse des rafales nous permet de localiser les **zones les plus exposées aux rafales** au sein de la parcelle. Cela nous donne un état des lieux de la vitesse du vent en chaque point du site, toutes directions confondues. Cela permet de localiser les espaces du site les plus sujets au vent.



## C2 • CONFORT PIETONS

Nous présentons les résultats de confort aéraulique obtenus sur la zone globale, sous la forme de **fréquences de dépassement du seuil 3.6 m/s de vitesse rafale «  $F(V>3.6\text{m/s})$  », exprimée en pourcentage de temps**, toutes directions confondues sur une année entière.



### C3 • ANALYSE DE LA BASE

L'analyse du confort piéton annuel nous permet de localiser les **zones inconfortables**, et celles présentant un **risque d'inconfort** selon l'activité du piéton (inconfort à l'état statique, confort en état de marche).

**Il apparaît qu'aucune zone semble inconfortable.** Cependant, certaines peuvent présenter un **risque d'inconfort modéré**.

Globalement la configuration des bâtiments et l'implantation des arbres permettent une bonne protection au vent des espaces extérieurs. Des zones présentent une légère accélération des vents (entourées en rouge sur la carte ci-dessous).

**Seule la zone de manifestations culturelles ou commerciales (Zones 1 et 2) ainsi que la Zone Arrêt de Bus (Zone 3) présentent un risque.** Il s'agit cependant de zones d'activités plus piétonnes que statiques.

L'inconfort ne devrait pas être très important. Une densification des arbres à des endroits stratégiques peu venir aisément à bout de ce désagrément. Nous allons étudier cela plus bas.



- Zone du projet global
- Restaurants
- Arrêts de Bus
- Manifestations culturelles ou commerciales
- Bancs publics
- Gradins



## D • RESULTATS COMPARATIF OPTIMISATIONS

### D1 • HYPOTHESES D'OPTIMISATION

Suite à l'étude des résultats du projet de BASE, des préconisations ont été apportées sur d'éventuelles améliorations paysagistes. Ces améliorations ont pour but d'éliminer les zones pouvant être considérées comme à risque au niveau de l'inconfort piéton.

Il s'agit d'une modification des essences d'arbres sur certains endroits afin de disposer d'une autre géométrie végétale et d'une proposition d'implantation d'arbres à certains endroits stratégiques.

Il a été décidé de changer les essences sur la Zone 3 afin de densifier la végétation au niveau du passage des piétons.

D'autre part, 2 Options d'optimisation ont été proposées pour les Zones 1 et 2 :

- une avec des chênes chevelus (en **bleu**) hors de la parcelle dédiée au projet
- une avec des prunus plantés en conteneurs temporaires (en **jaune**).

Des précisions ont été apportées sur les essences des arbres environnants (Ginkos en **Orange** et Tilleuls en **Pourpre**) et ont été prises en compte dans cette nouvelle simulation.

#### D1a. Projet environnant :



**D1b. Zone 1et 2 :**

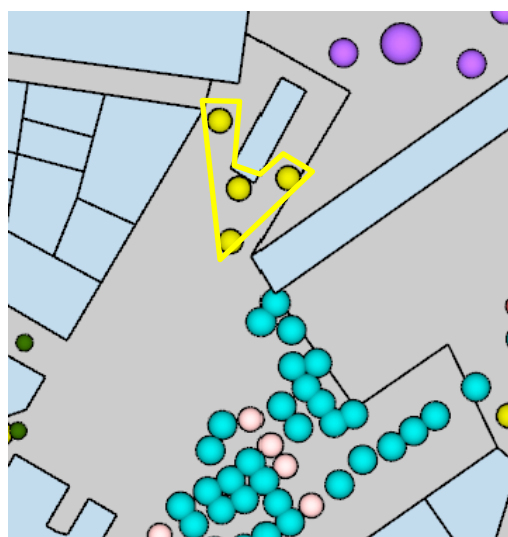
■ Base



■ Optimisation Option 1

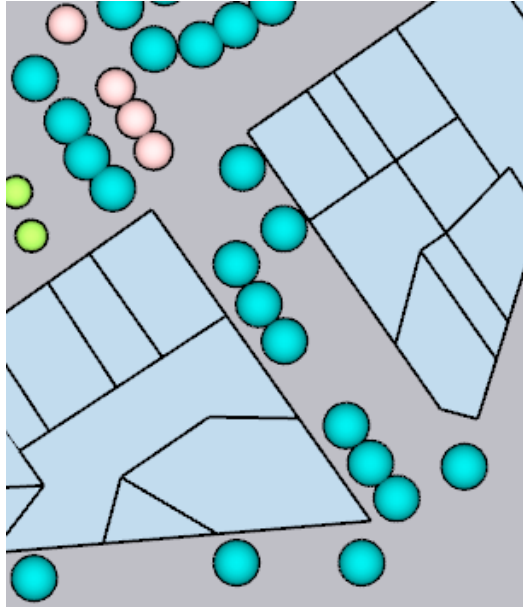


■ Optimisation Option 2

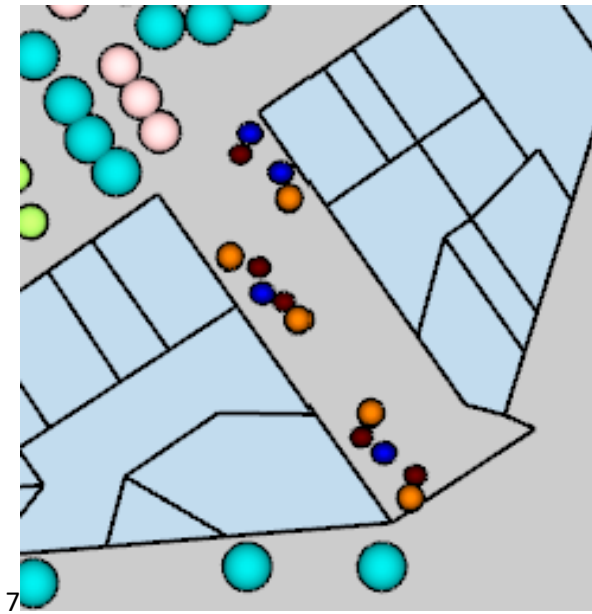


### D1c. Zone 3 :

■ Base

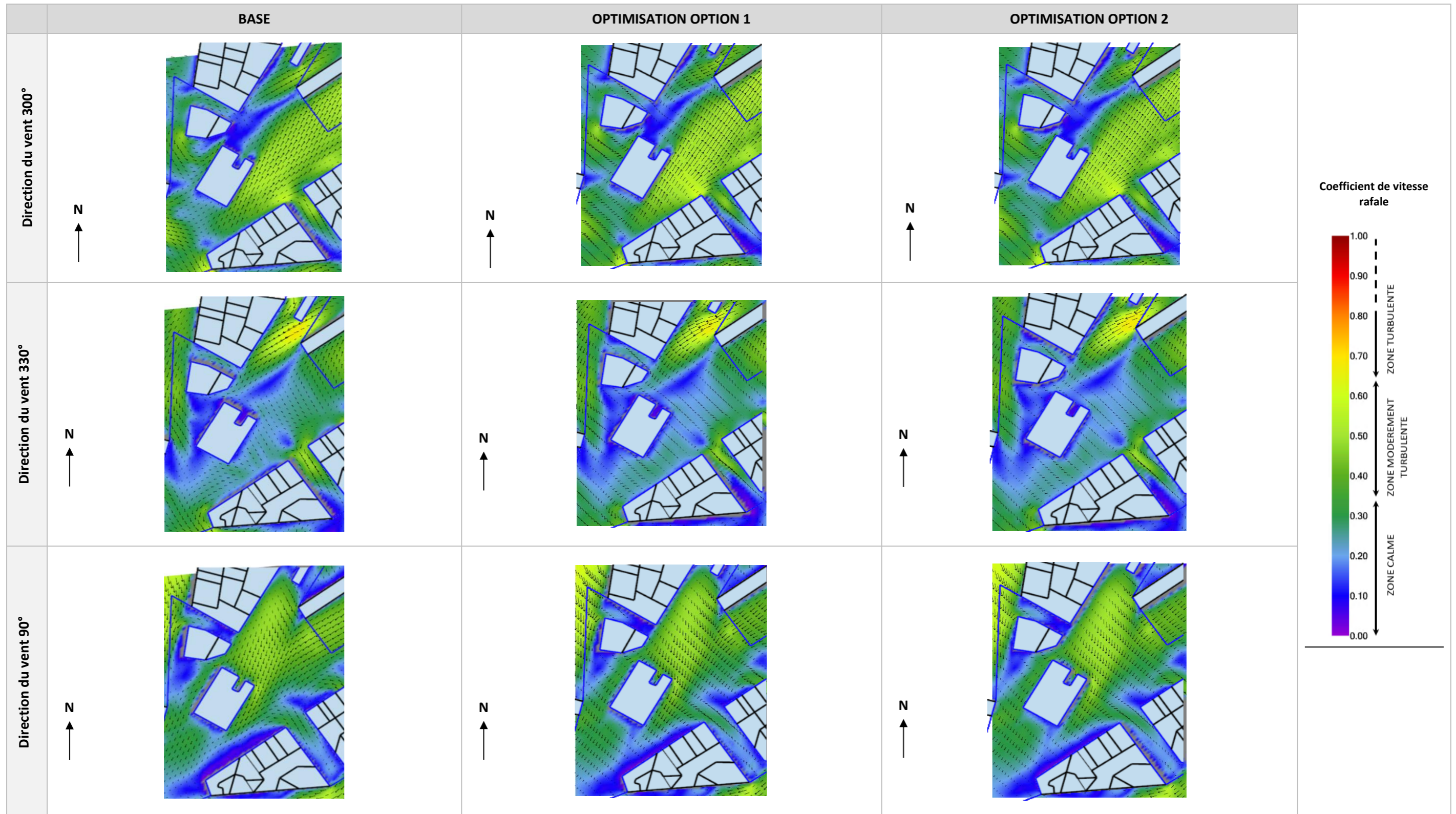


■ Optimisation



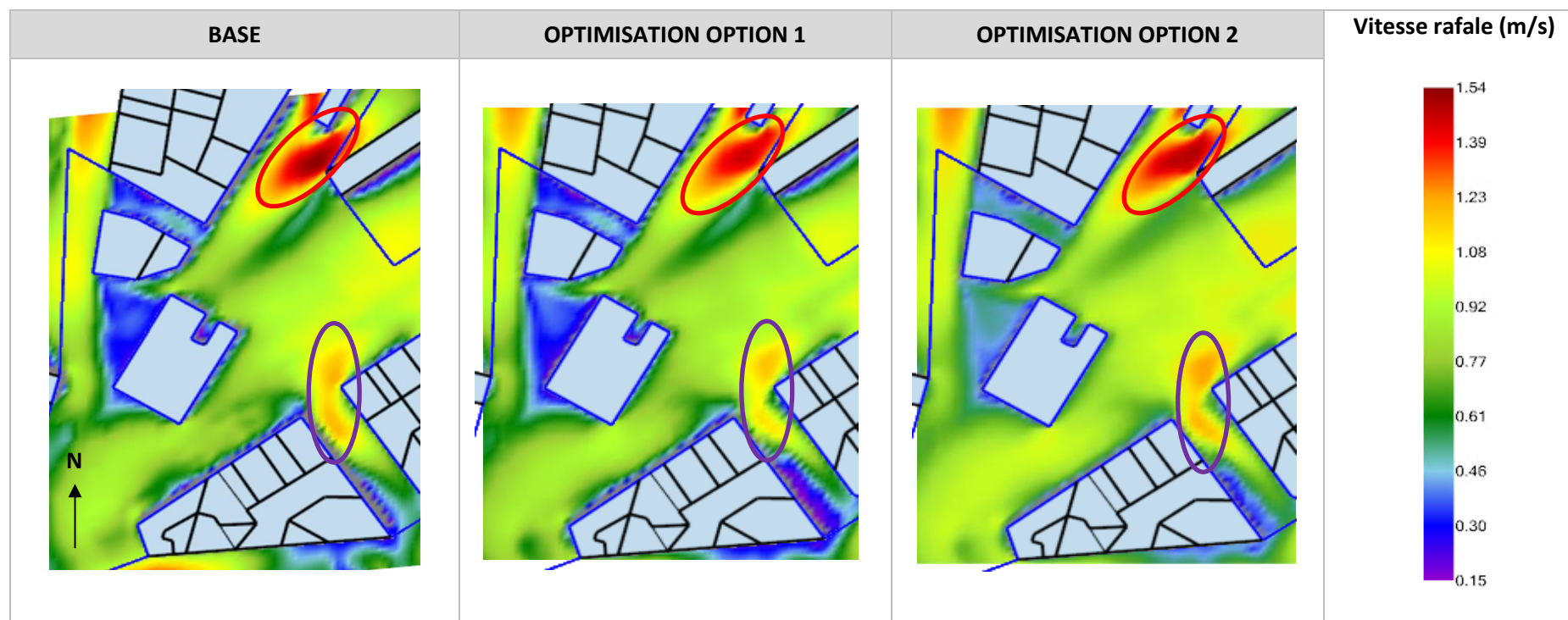
D2 • COMPORTEMENT DU VENT

D2a. Coefficient de vitesse rafale



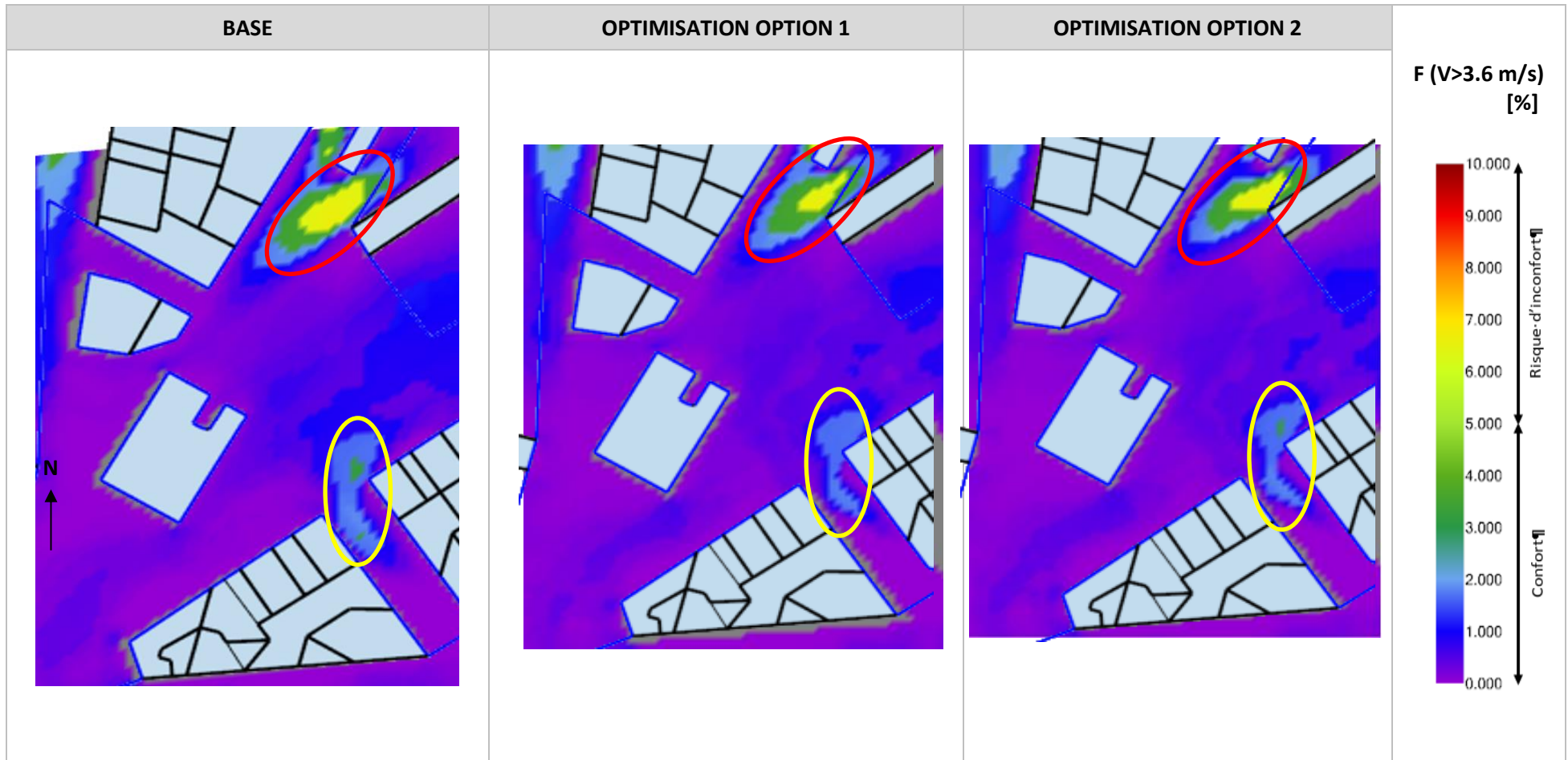
## D2b. Vitesse rafale obtenue à partir des données météo (sur toutes les directions)

L'analyse comparative des rafales nous permet de localiser les **zones les plus exposées aux rafales** au sein de la parcelle et de déterminer l'influence des optimisations mises en place.



### D3 • CONFORT PIETONS

Nous présentons les résultats de confort aéraulique obtenus sur la zone globale, sous la forme de **fréquences de dépassement du seuil 3.6 m/s de vitesse rafale** «  $F(V>3.6\text{m/s})$  », exprimée en **pourcentage de temps**, toutes **directions confondues sur une année entière**.



#### D4 • ANALYSE DU COMPARATIF

L'analyse des différentes pistes d'optimisation permet de valider une amélioration dans les 2 cas.

La modification des essences dans la Zone 3 (Arrêt de Bus) permet une atténuation de l'intensité des vents dans la ruelle. Elle permet d'amoindrir l'impact des vents sur ces zones d'attente piétonne. Le nombre d'arbres implantés a été choisi de manière arbitraire. Il est évident que plus la densification des arbres sera importante, plus les vents chuteront dans cette zone.

Au niveau des Zones 1 et 2, l'Optimisation 1 est une implantation de chênes chevelus de manière stratégiques en dehors de la zone dédiée au projet. Cette Optimisation permet une réduction significative de l'impact des vents à l'endroit du rétrécissement entre les immeubles. L'effet Venturi est ainsi atténué et le confort augmenté.

L'optimisation 2 quant à elle est moins probante. Les Prunus plantés en conteneurs semblent moins efficaces que les chênes chevelus de l'Optimisation 1. Une réduction de l'impact des vents est néanmoins remarquable.

Pour conclure, le Projet dispose d'une très bonne conception aéraulique de base. De simples modifications des essences d'arbres prévus ou de l'implantation des arbres permettent aisément de venir à bout des sources d'inconfort qui restent légères. L'Optimisation 1 est à privilégier.



# **ZAC ÉCOQUARTIER VICTOR HUGO À BAGNEUX**

**ÉTUDE DE CIRCULATION ACTUALISÉE**

**RAPPORT FINAL**

***MARS 2020***



# Ordre du jour

## **1. Diagnostic**

- 1.1. Enseignements des études antérieures
- 1.2. Projets à prendre en compte
- 1.2. Evolutions des pratiques de déplacements depuis 2011

## **2. Analyse des impacts du projet sur les déplacements**

- 2.1. Etat des lieux de la situation en 2030
- 2.2. Intégration du projet urbain
- 2.3. Estimations de trafic
- 2.4. Hypothèses d'affectation des trafics futurs

## **3. Préconisations**

- 3.1. Schéma des mobilités
- 3.2. Approfondissement des propositions
- 3.3. Zoom sur 6 carrefours

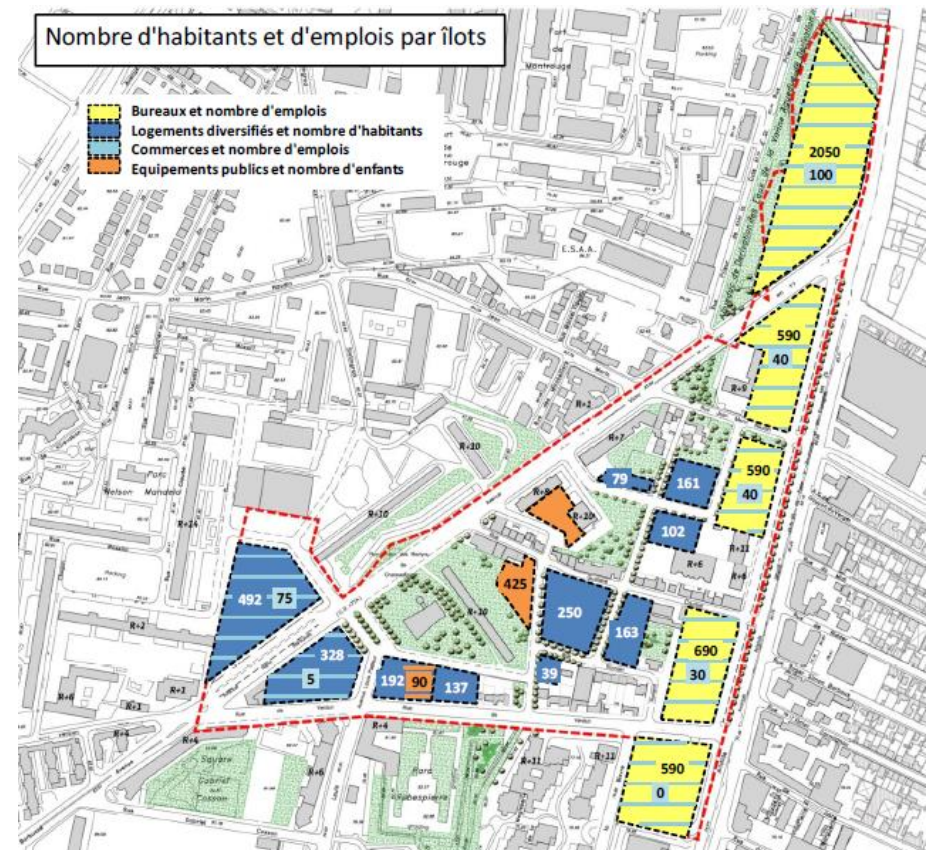
# 1. Diagnostic

## 1.1. Enseignements des études antérieures

# Étude CODRA de 2011

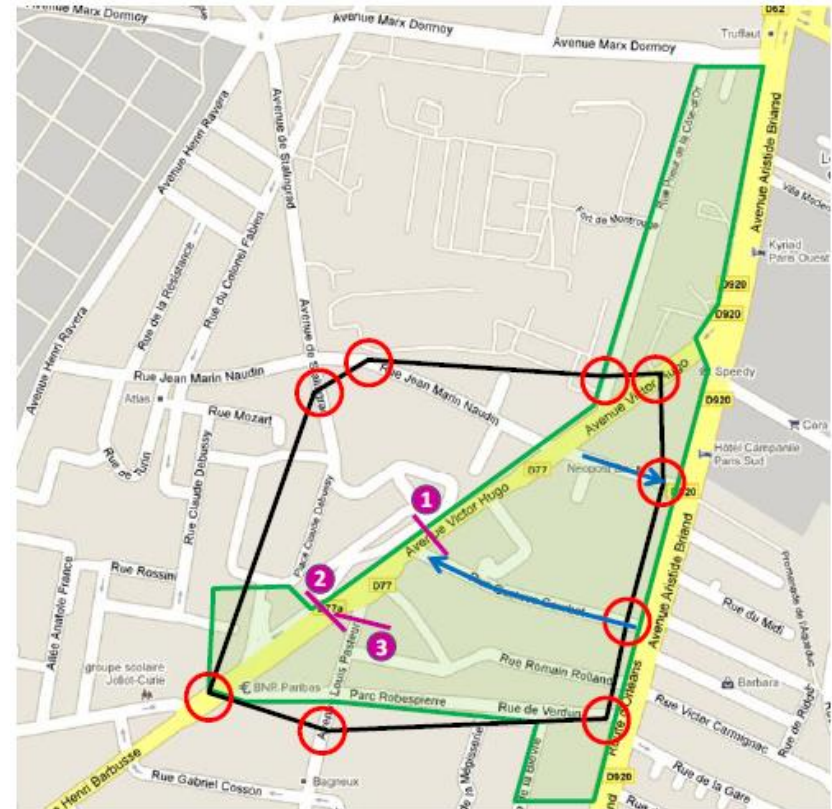
- Programmation prise en compte :

- 1 943 habitants, 850 logements  
(dont commerces : 290 et bureaux : 4 510)
- 4 800 emplois  
(dont commerces : 290 et bureaux : 4 510)
- Groupe scolaire :  
425 élèves
- Crèche :  
90 enfants



# Étude CODRA de 2011

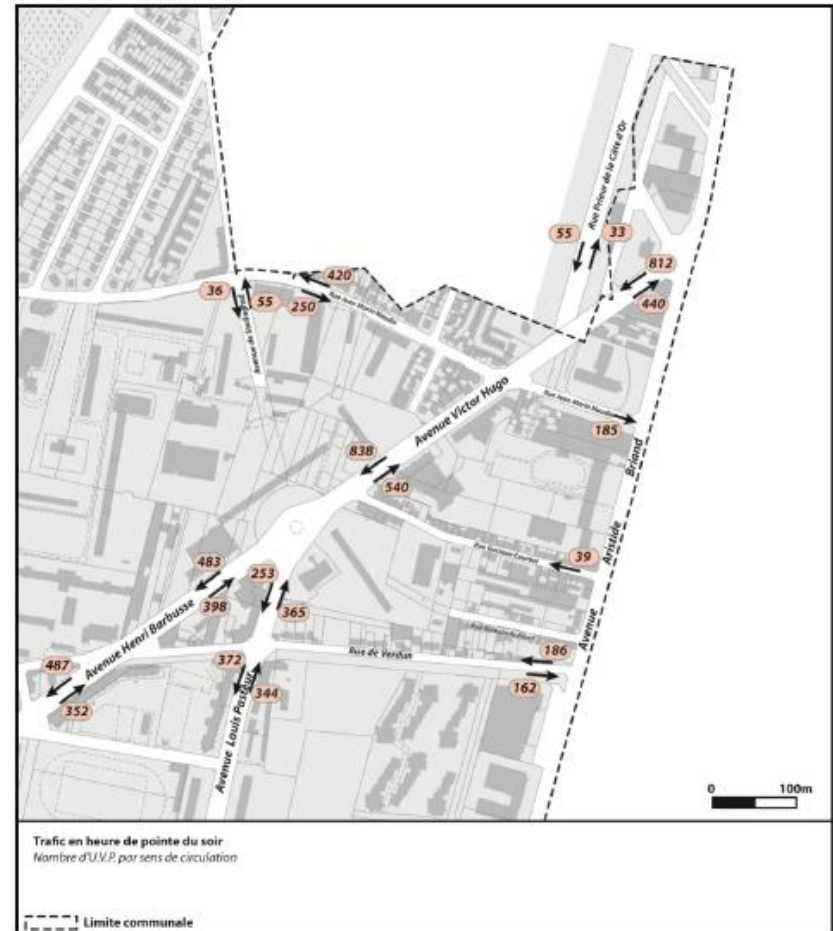
- En janvier 2011 :
  - Comptages automatiques
  - Enquête cordon
- Deux heures de pointe :
  - HPM (heure de pointe du matin) : 8h15 - 9h15
  - HPS (heure de pointe du soir) : 18h - 19h



- Périmètre de l'enquête cordon
- Périmètre de la ZAC Victor Hugo
- Point d'enquête
- Comptage en section courante
- Sens unique

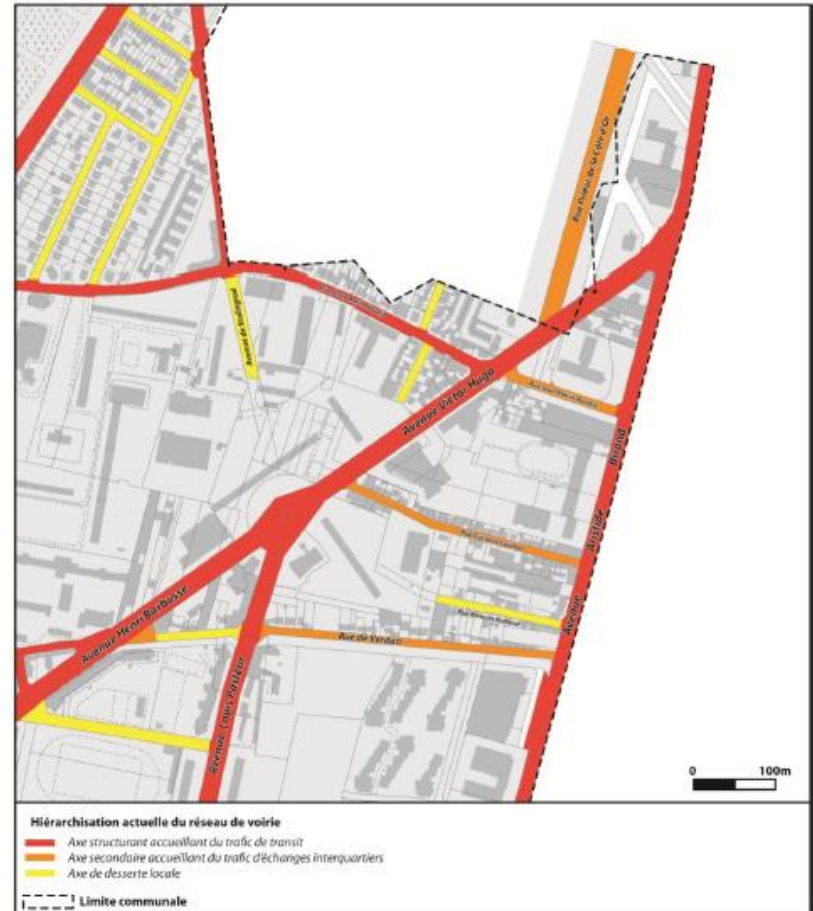
# Étude CODRA de 2011

- Heure de pointe du soir la plus chargée :
  - 2 074 entrées et 2 154 sorties
  - Contre 1 912 entrées et 1 688 sorties le matin
- Part élevée du trafic de transit :
  - 78% des entrées le soir
  - 66% le matin



# Étude CODRA de 2011

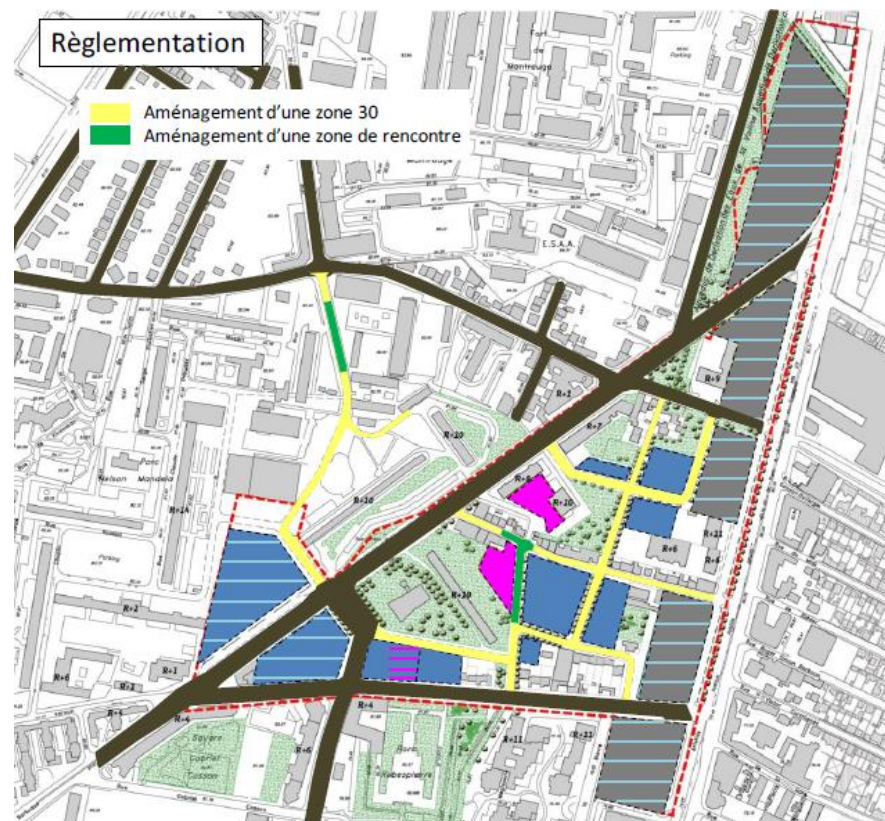
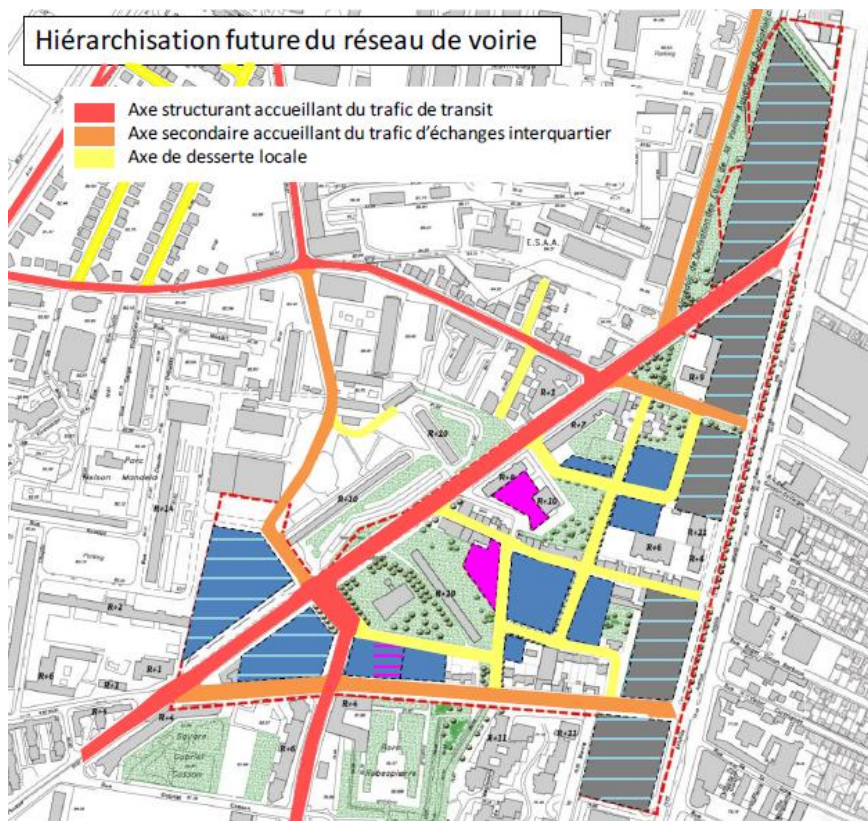
- Des axes très structurants à l'échelle de la commune et au-delà et accueillant une part importante de transit :
  - Av. Victor Hugo
  - Av. Henri Barbusse
  - Av. Louis Pasteur
  - Rue Jean Marin Naudin
- Des liaisons est-ouest qui accueillent du trafic d'échanges inter-quartiers





# Étude CODRA 2011

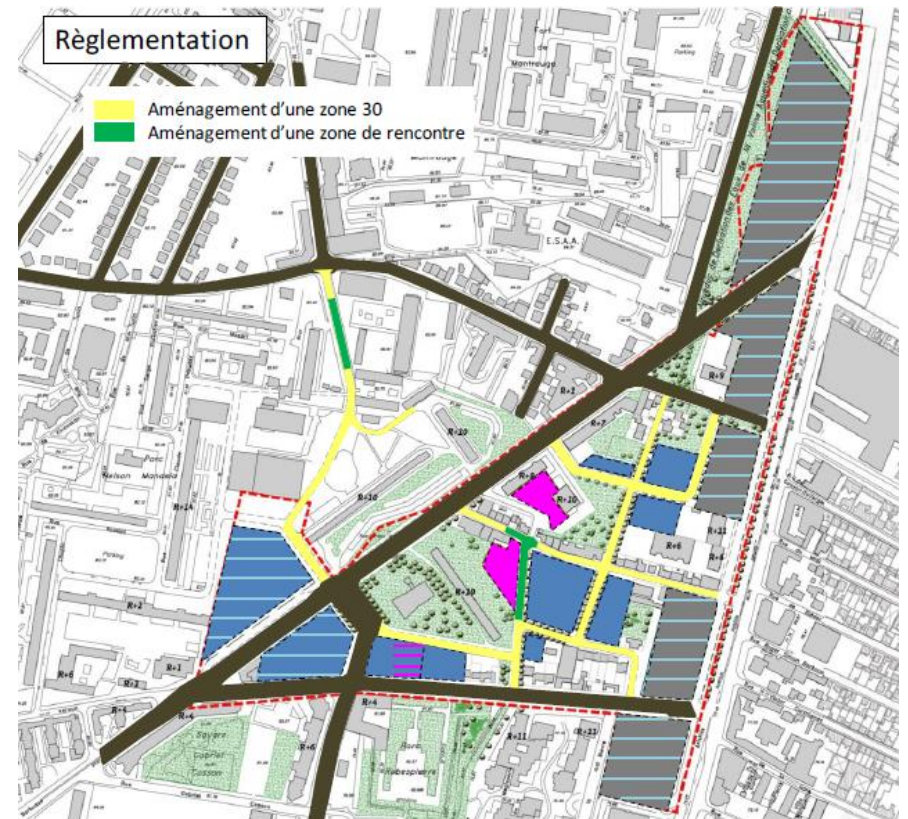
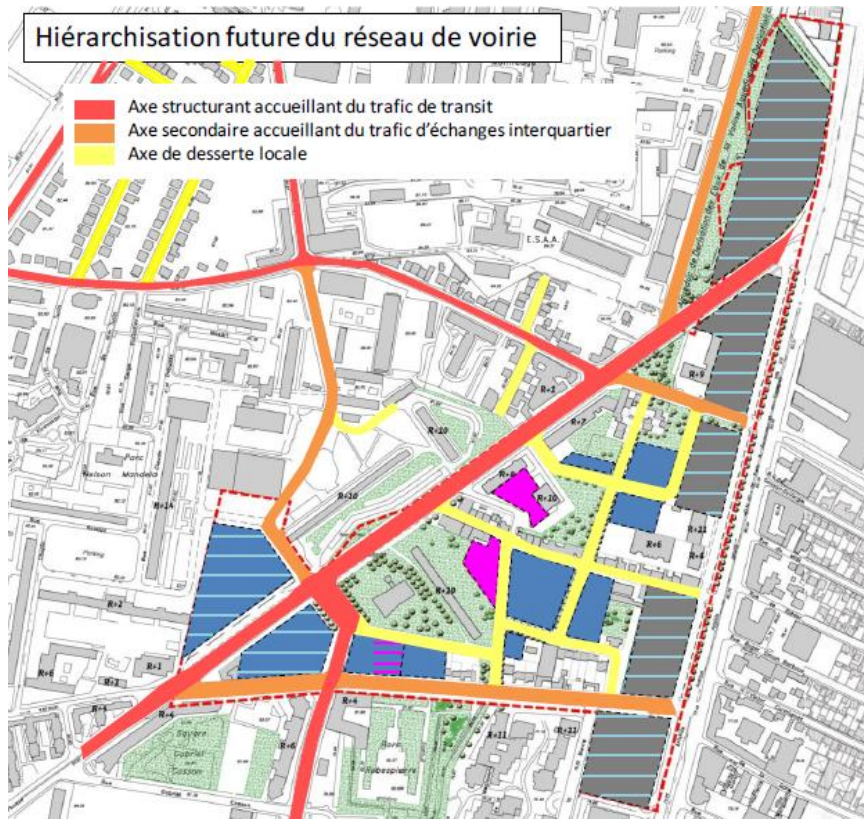
## Préconisations pour le projet





# Étude CODRA 2011

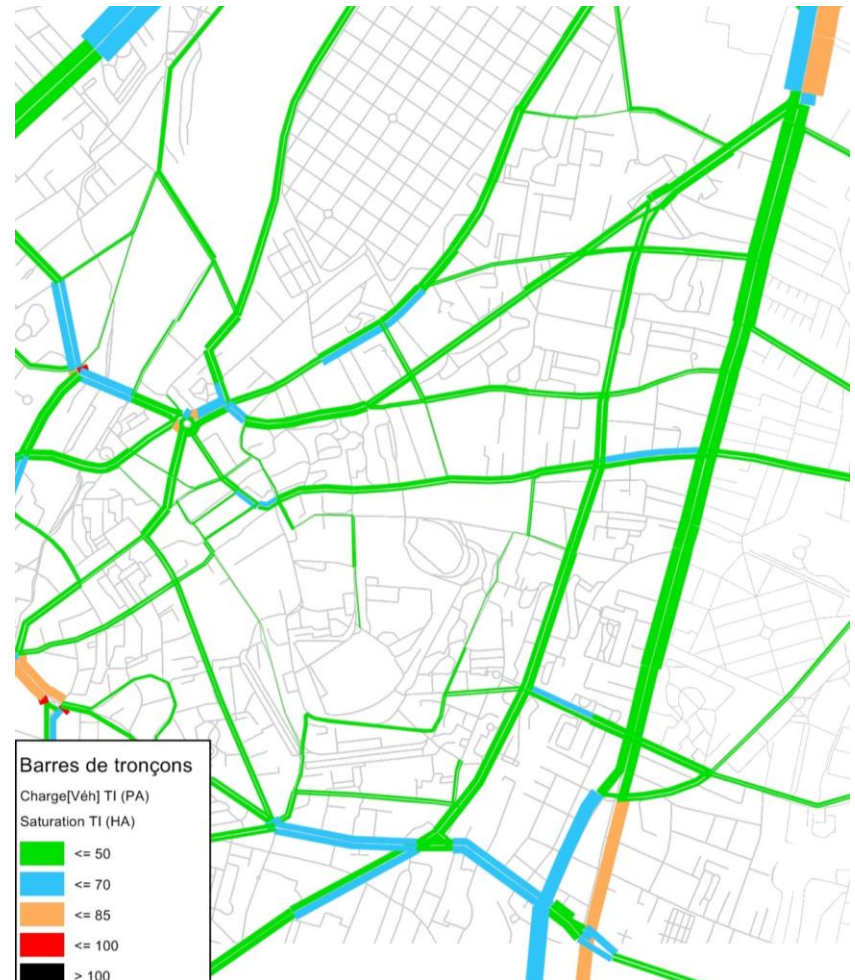
## Préconisations pour le projet



# Étude CODRA / EMTIS 2012-2013

- Nouveau programme d'enquête :
  - Enquête cordon 17h30-19h30
  - Comptages directionnels (dont Verdun x Aristide Briand et Jean Marin Naudin x Stalingrad)
  - Comptages automatiques
- Modélisation de plusieurs scénarios à l'horizon 2030 (dont TCSP sur Victor Hugo et Aristide Briand)
- Principales conclusions :
  - Impact limité des nouveaux tronçons de voirie sur la saturation
  - Nouvelle liaison nord-sud : risque de transit supplémentaire (+9%)
  - TCSP > réduction des volumes de trafic, augmentation de la saturation
  - Simulation dynamique essentielle pour préciser les conditions de circulation aux carrefours

Modélisation 2012 : niveaux de saturation en situation actuelle à l'HPS



# En synthèse

- ➔ Étudier les impacts du projet à l'heure de pointe du soir, la plus chargée
- ➔ Approfondir les impacts du projet sur le carrefour Victor Hugo x Jean Marin Naudin
- ➔ Approfondir les impacts du futur pôle gare
- ➔ Évaluer, en situation future, les évolutions de la demande mesurée en 2011
- ➔ Mettre à jour les projets pris en compte dans les études antérieures :
  - Prolongement de la ligne 4 et ligne 15 Grand Paris Express
  - Boulevard urbain sur la RD920 (y compris TCSP)
  - TCSP avenue Victor Hugo
  - Avenue Louis Pasteur à 2x1 voie avec piste cyclable

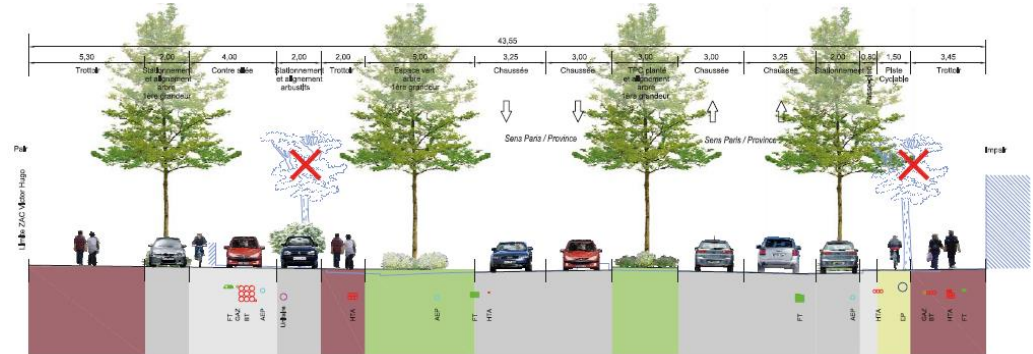
# 1. Diagnostic

## 1.2. Projets à prendre en compte

# Requalification de la RD920 en boulevard urbain

- 2 files par sens
- 1 contre-allée
- Stationnement
- Traversées piétonnes
- Continuité cyclable
- Suppression du couloir bus (plus de lignes de bus sur ce tronçon > desserte du futur pôle gare)
- Travaux : 2022-2024

Profil projeté au droit du périmètre de la ZAC

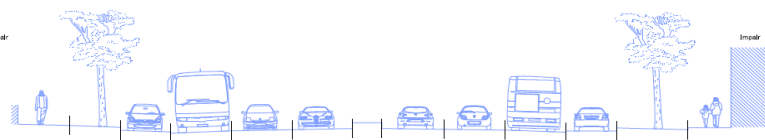


Décembre 2017

Ajustement après concertation



Janvier 2019



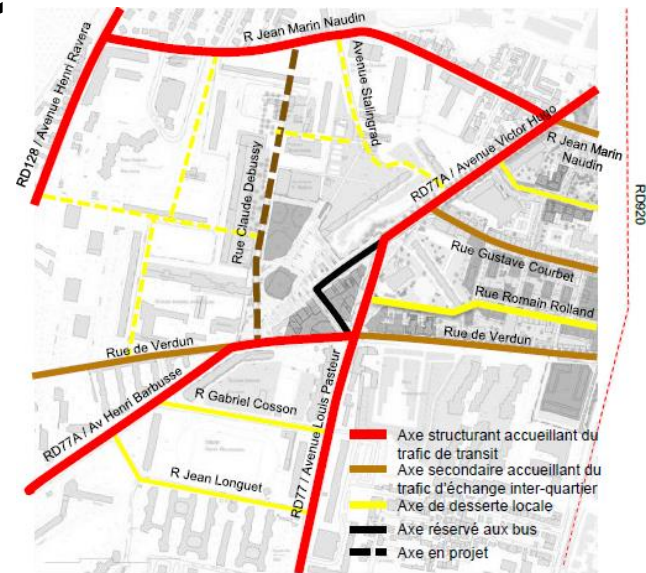
Profil actuel au droit du périmètre de la ZAC

Source : RD920 Aménagement de l'avenue Aristide Briand, Départements des Hauts-de-Seine et du Val-de-Marne, Iris Conseil, Paysage et Territoire

# Pôle gare Lucie Aubrac

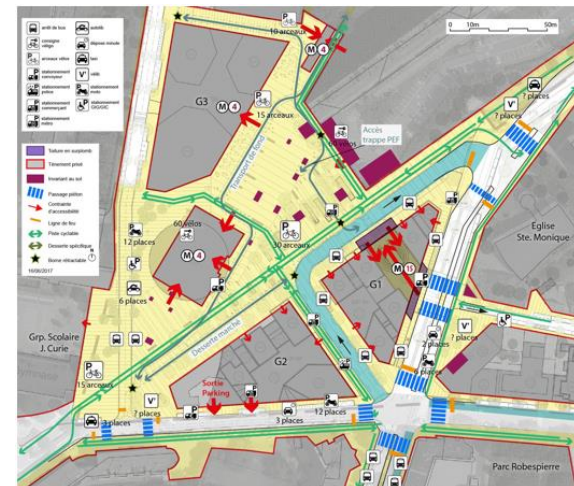
- Horizons :
  - Ligne 4 : mi-2021
  - Ligne 15 : 2024 ou 2025
- Prévisions de fréquentation :
  - 6700 voyageurs en rabattement sur le pôle à l'heure du pointe du matin
  - Environ 4 000 piétons en rabattement
  - Aucun rabattement en voiture
- Volet circulation du diagnostic début 2017 :
  - Réserves de capacité importantes en 2015 et en 2030
  - Saturation de l'avenue Aristide Briand au nord de son intersection avec l'avenue Victor Hugo sans augmentation du trafic

Réseau viarie : situation de référence et état en 2021/2023 (M4 + M15) et au-delà



Source :  
Etude Egis,  
février 2017

Situation à l'horizon de la ligne 15



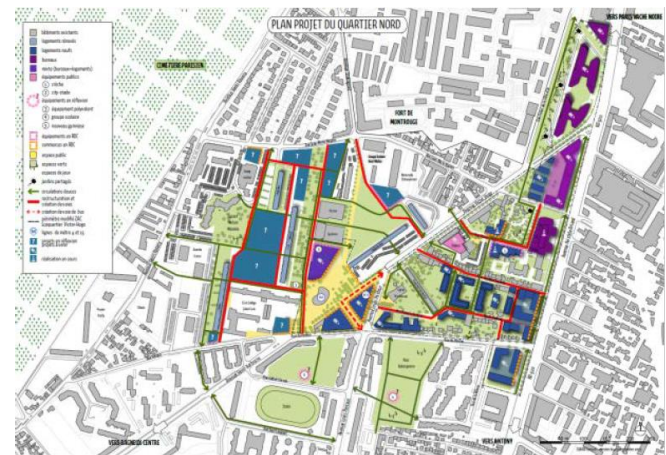
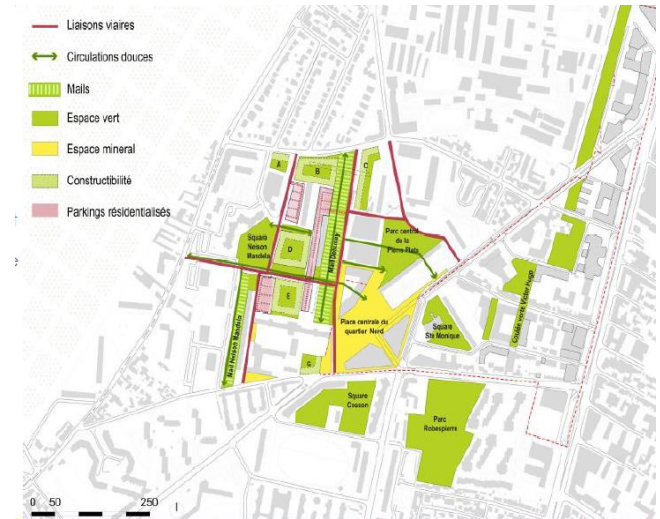
Source :  
Etude Egis,  
juillet 2019

# Renouvellement urbain de la Pierre Plate

- Démarrage des études en 2016
- Mise en œuvre du projet jusqu'en 2030
- Création de liaisons viaires :
  - Jean Marin Naudin x Stalingrad <> Victor Hugo x Gustave Courbet
  - Jean Marin Naudin <> Henri Barbusse x Victor Hugo



## Projet de renouvellement urbain de la Pierre Plate



Source : Etude Egis, février 2017

# En synthèse

- ➔ Estimation des pratiques de mobilité à l'horizon 2030 : l'ensemble des projets seront réalisés et auront produit leurs effets :
  - Requalification de la RD920 en boulevard urbain
  - Pôle gare Lucie Aubrac
  - Renouvellement urbain de la Pierre Plate
  
- ➔ Des enjeux d'articulation avec le projet de ZAC Ecoquartier Victor Hugo :
  - Intersections avec l'avenue Aristide Briand
  - Flux au droit du futur pôle gare Lucie Aubrac
  - Intersections avec les nouvelles liaisons viaires à travers la Pierre Plate
  
- ➔ Des approfondissements nécessaires :
  - Aménagement du carrefour Victor Hugo x Aristide Briand en cours d'étude par le Département
  - Connexions avec les nouvelles liaisons viaires du projet de renouvellement urbain de la Pierre Plate

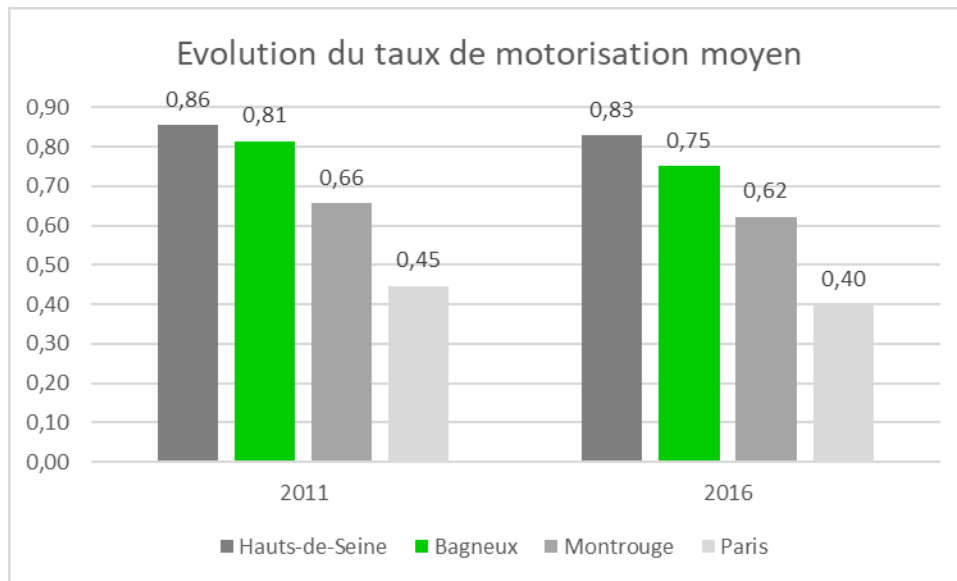


# 1. Diagnostic

1.3. Evolutions des pratiques de déplacements depuis 2011 et hypothèses à l'horizon 2030

# Évolutions de l'usage de la voiture

- -19% de véhicules avenue Aristide Briand entre 2004 et 2018 (de 39 800 véhicules / jour à 32 400)
- 15 500 véhicules / jour en 2013 avenue Victor Hugo
- Comptages en 2012 : très légère baisse par rapport à 2011

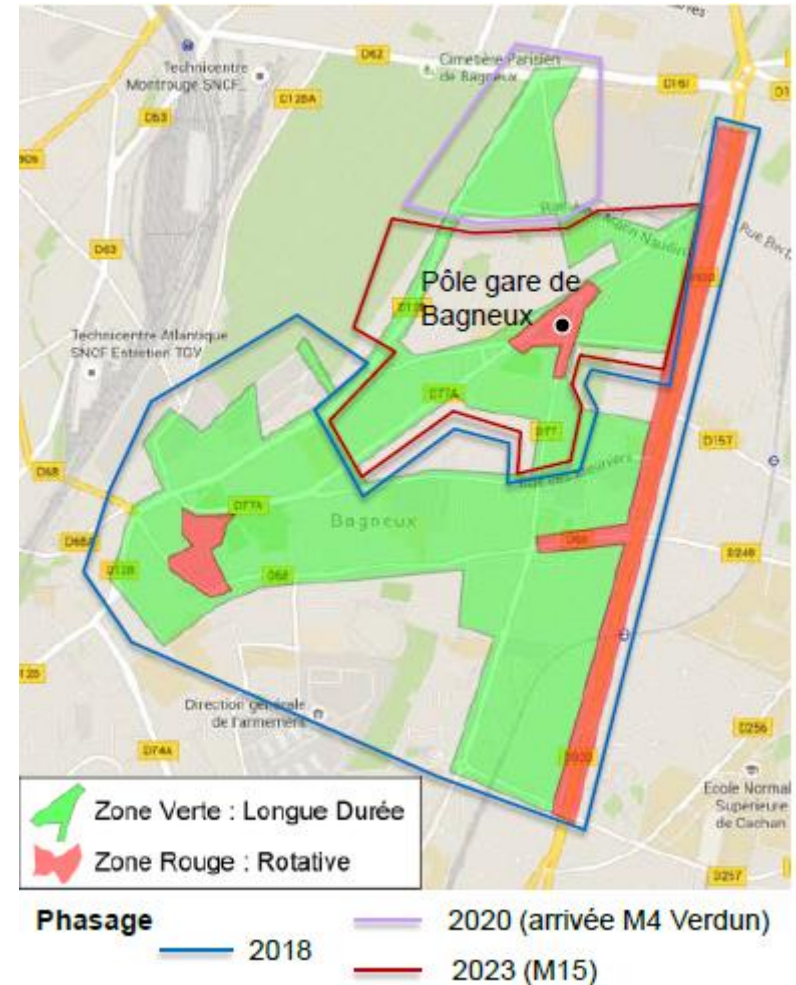


- Baisse du taux de motorisation à Bagneux
- 0,75 véhicule par ménage en 2016 avec la desserte actuelle
- Poursuite de la baisse dans les années à venir

Source : INSEE, RGP 2016

# Une offre en stationnement maîtrisée et réglementée

- Stationnement sur voirie :
  - Nombre de places limité
  - Extension du périmètre de stationnement payant : zone rouge (rotative) autour du pôle gare, zone verte (longue durée) sur le reste de l'écoquartier et au-delà
  - En 2030, stationnement payant étendu à toute la commune
- Un parking mutualisé commerces / logements sur l'îlot Gares
- 0,7 place par logement, soit la moyenne actuelle de véhicule par ménage



Source : Etude Esig, février 2017

# Évolutions des choix modaux pour les déplacements domicile-travail

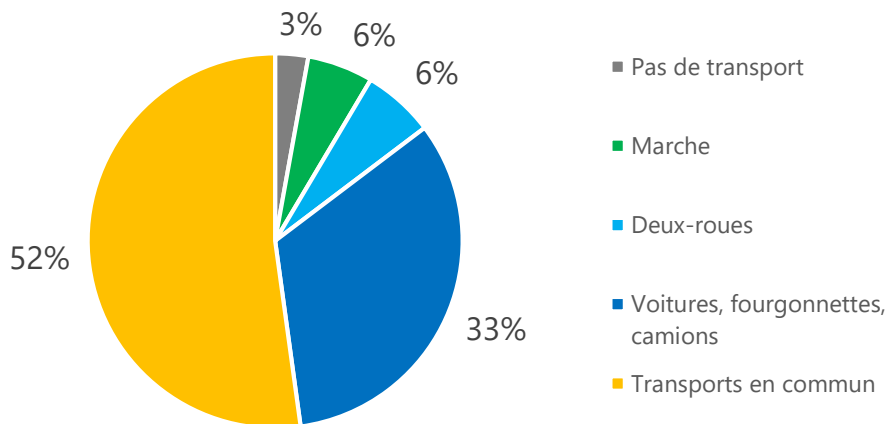
## Usage de la voiture pour les actifs résidant à Bagneux

En 2007, 36% des déplacements

En 2016, 33%

Soit – 3 points

Répartition modale des déplacements domicile-travail des résidents de Bagneux



Source : INSEE, RGP 2016

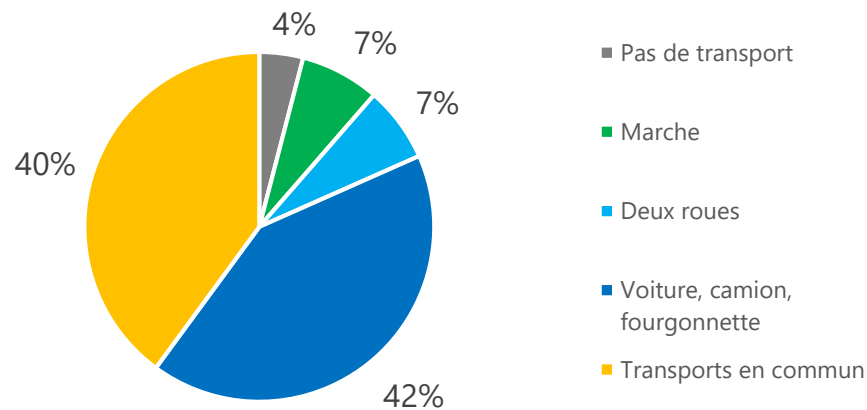
## Usage de la voiture pour les actifs travaillant à Bagneux

En 2007, 46% des déplacements

En 2016, 42%

Soit – 4 points

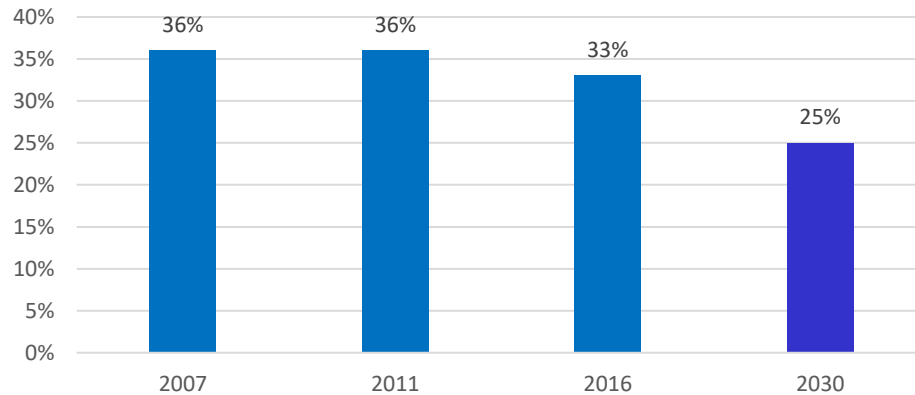
Répartition modale des déplacements domicile-travail des actifs travaillant à Bagneux



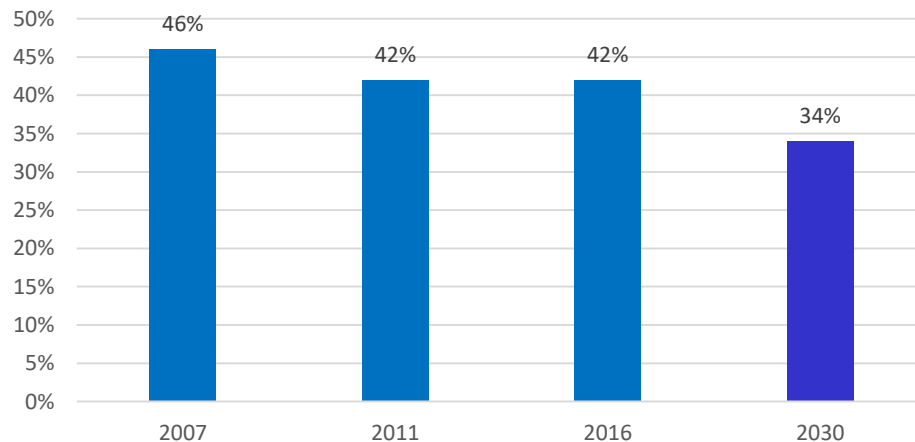
Source : INSEE, RGP 2016

# Hypothèses à l'horizon 2030

Evolution de l'usage de la voiture pour les actifs résidant dans le futur quartier



Evolution de l'usage de la voiture pour les actifs travaillant dans le futur quartier



## Déplacements des habitants :

- 25% vont travailler en voiture
- 1,1 personne par voiture (1,05 en 2011)
- Crèche : 20% des enfants accompagnés en voiture
- Groupe scolaire : 15% des enfants accompagnés en voiture

## Déplacements des actifs :

- 34% viennent travailler en voiture
- 1,1 personne par voiture (1,05 en 2011)

## Répartition horaire des flux :

- 66% des déplacements domicile-travail à l'HPM
- 41% des déplacements domicile-travail à l'HPS
- 5% des déplacements pour d'autres motifs (ex.: commerces) à l'HPM
- 33% des déplacements pour d'autres motifs à l'HPS

# Hypothèses à l'horizon 2030

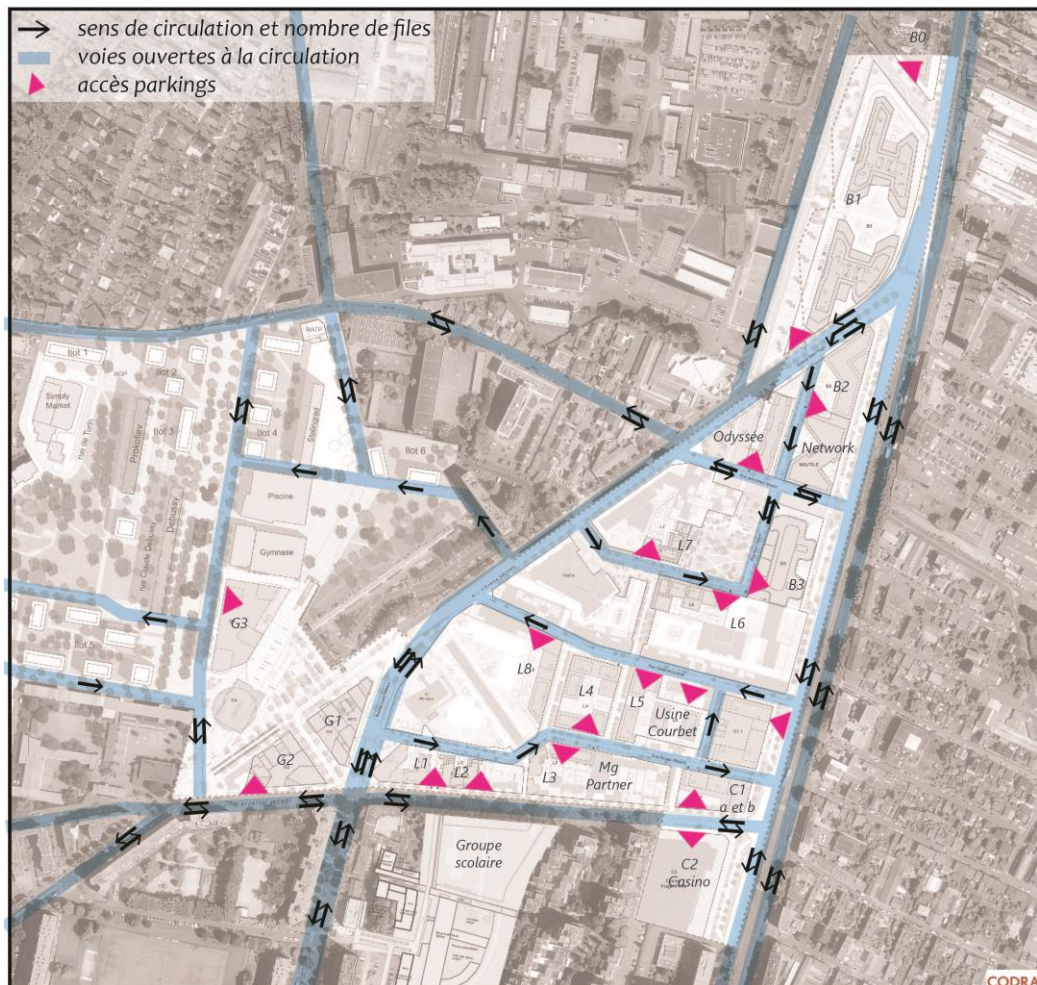
## Déplacements générés par les commerces

- Programmation commerciale : 16 500 m<sup>2</sup>
- Hypothèse de fréquentation :
  - 70 clients / m<sup>2</sup> / an
  - Soit 11 792 clients par jour de semaine
  - 20% des clients venant en voiture en 2030
  - 1,42 personne par voiture
  - Soit 1 661 véhicules par jour, dont :
    - 83 véhicules à l'HPM
    - 548 véhicules à l'HPS

# **2. Analyse des impacts du projet sur les déplacements**

## 2.1. Etat des lieux de la situation en 2030

# Voirie et plan de circulation en 2030

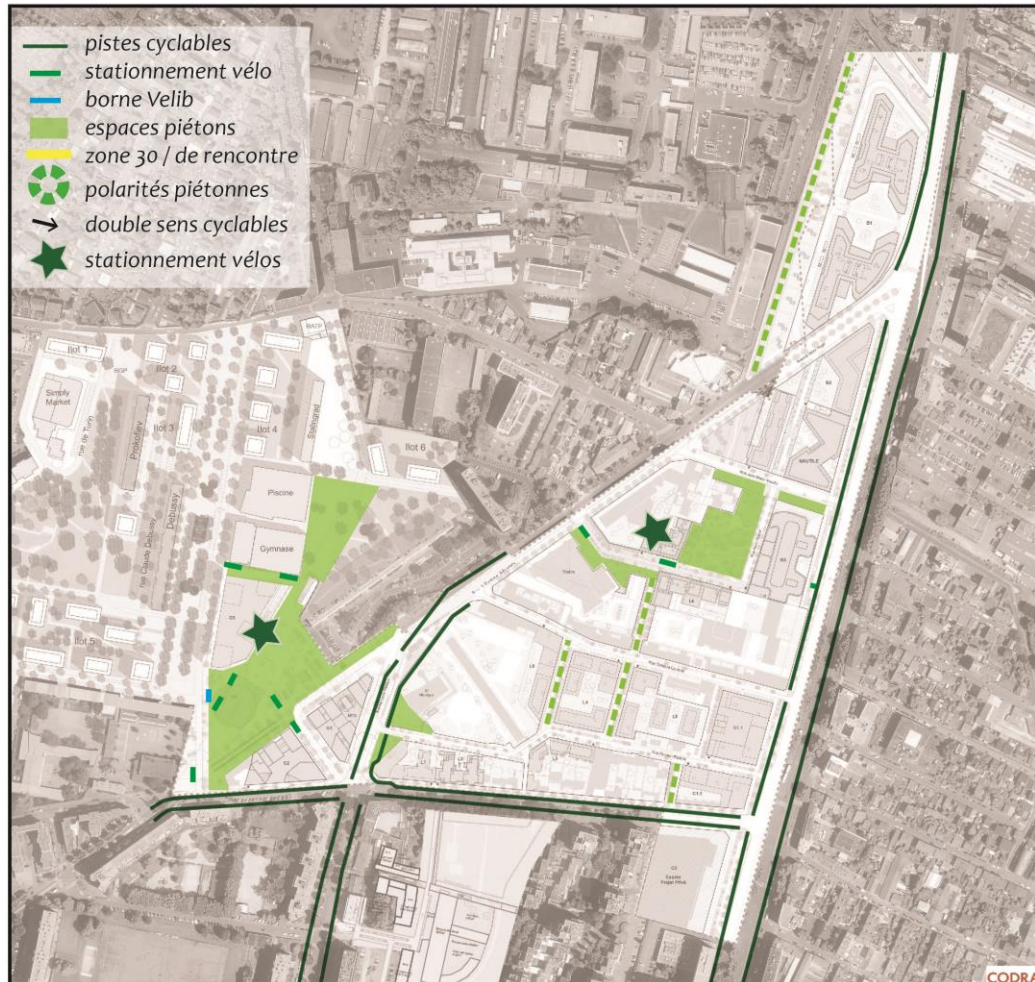


**Sens de circulation :**  
base de la réflexion pour déterminer l'affectation des flux générés par le projet

**Nombre de files :**  
à confronter aux flux futurs pour préciser le dimensionnement des voiries



# Aménagements piétons et cyclables en 2030

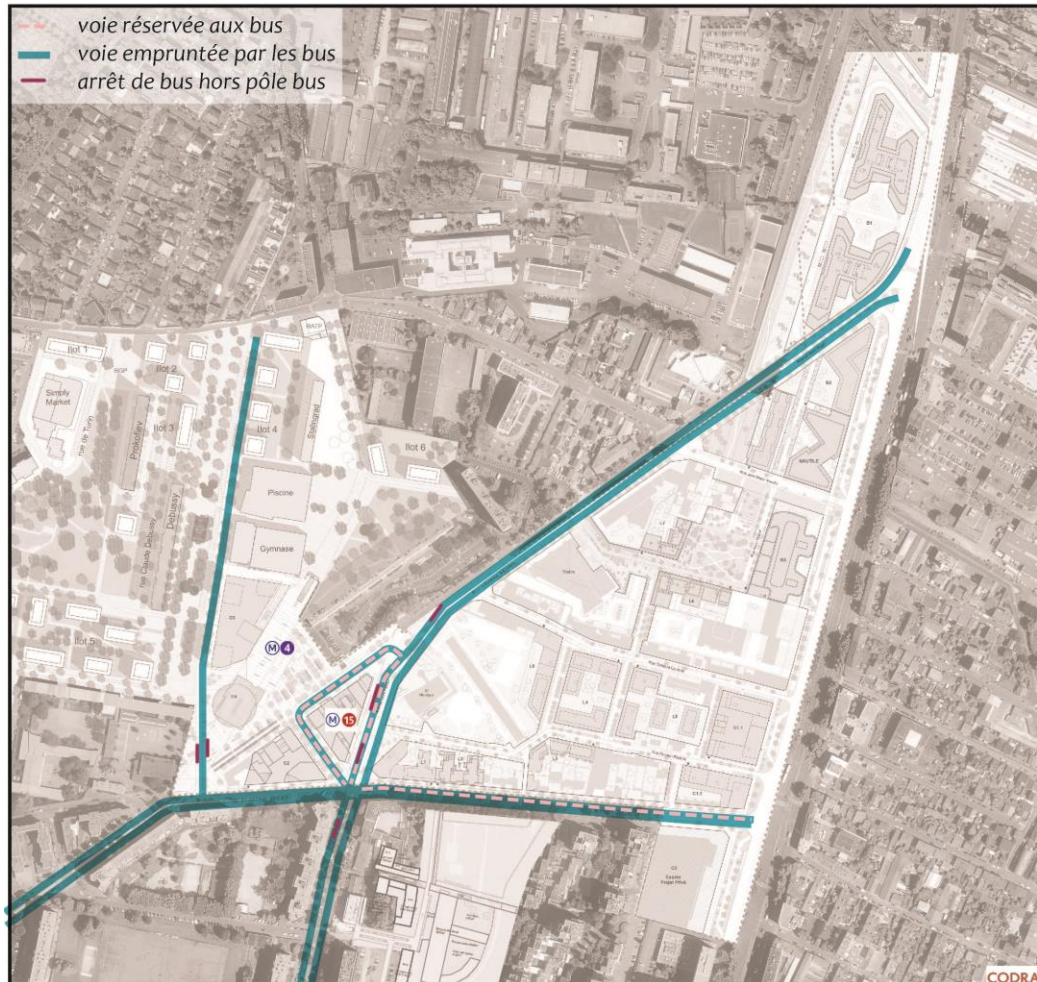


## Pistes cyclables prévues sur les principales voiries

Offre en stationnement pour les vélos concentrée autour du pôle d'échanges et rue Assia Djebar :

- **Pôle d'échanges :**
  - **260 emplacements :** 2 consignes Véligo (120 places), 70 arceaux (140 places)
  - **Vélib' :** nombre de vélos non défini
- **Rue Assia Djebar :** environ 20 arceaux

# Transports collectifs en 2030



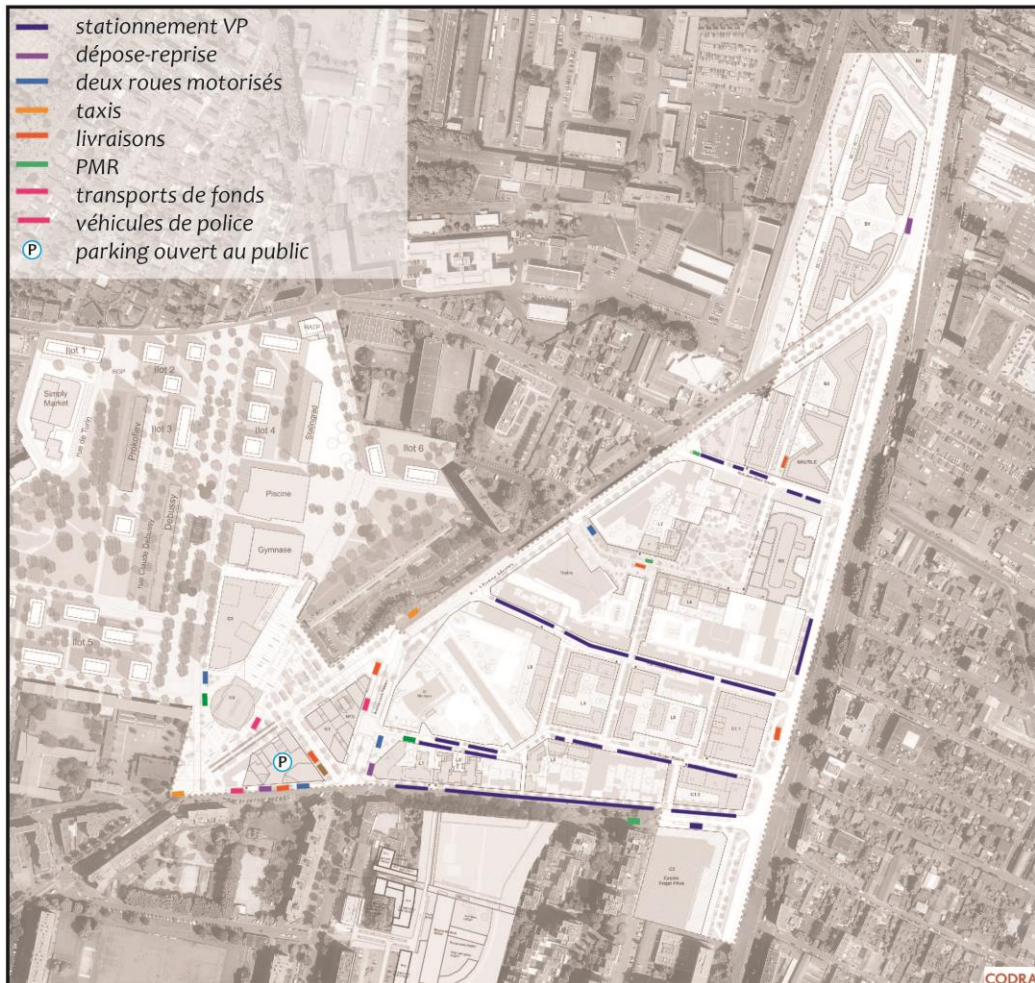
## Aménagements de voirie dédiés aux bus :

- Voie réservée aux bus autour du lot G1 pour le pôle bus
- Site propre axial dans les deux sens rue de Verdun pour améliorer la desserte du pôle gare

## Pôle bus :

- 3 lignes de bus en passage, 2 lignes de bus en terminus, 1 ligne en terminus partiel
- 13 à 17 postes à quais

# Offre en stationnement publique en 2030



**L'offre en stationnement sur voirie sera réduite.**

Comme indiqué précédemment, le stationnement sera payant sur l'ensemble de la commune.

**Un parking mutualisé** sera créé dans l'îlot G1/G2, pour les habitants et les commerces. Il pourra être utilisé également par les usagers du théâtre Victor Hugo, notamment en soirée.



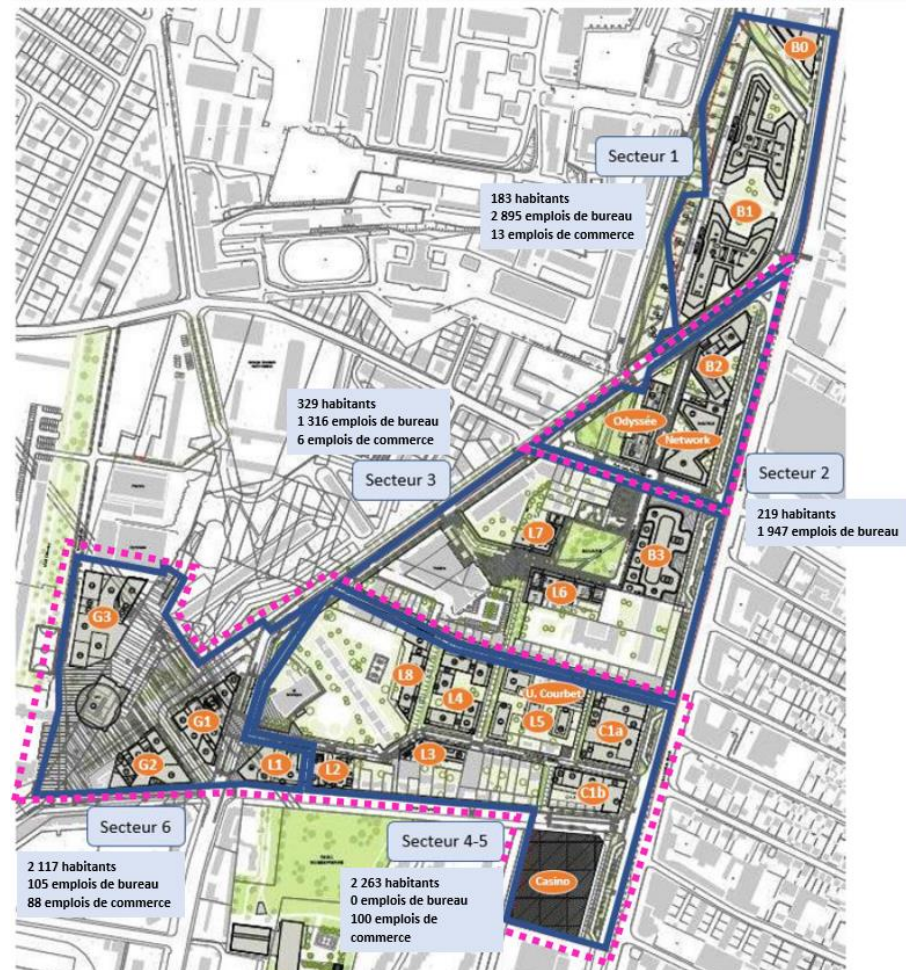
# **2. Analyse des impacts du projet sur les déplacements**

## 2.2. Intégration du projet urbain

# Nouvelle programmation : plus d'habitants et plus d'emplois

- 4 841 habitants (1 943 en 2011)
- 6 423 emplois (4 800 en 2011) dont commerces : 211 (290 en 2011) et bureaux : 6 213 (4 510 en 2011)
- **Equipements :**
  - *Dans le périmètre de la ZAC* : équipement polyvalent (îlot G3), crèche rue Assia Djebar
  - *En périphérie immédiate* : groupe scolaire rue de Verdun, démolition / reconstruction du collège Joliot Curie (capacité actuelle : 400 élèves, future : 600 élèves), équipement culturel dans le quartier de la Pierre Plate
- Surface moyenne des logements : 70 m<sup>2</sup>
- Nombre de personnes par ménage : 2,35 (INSEE RGP 2016)
- Surface pour un emploi dans le commerce : 80 m<sup>2</sup>
- Surface pour un emploi de bureau : 19 m<sup>2</sup>

Nombre d'habitants et d'emplois par secteur (programmation 2019)



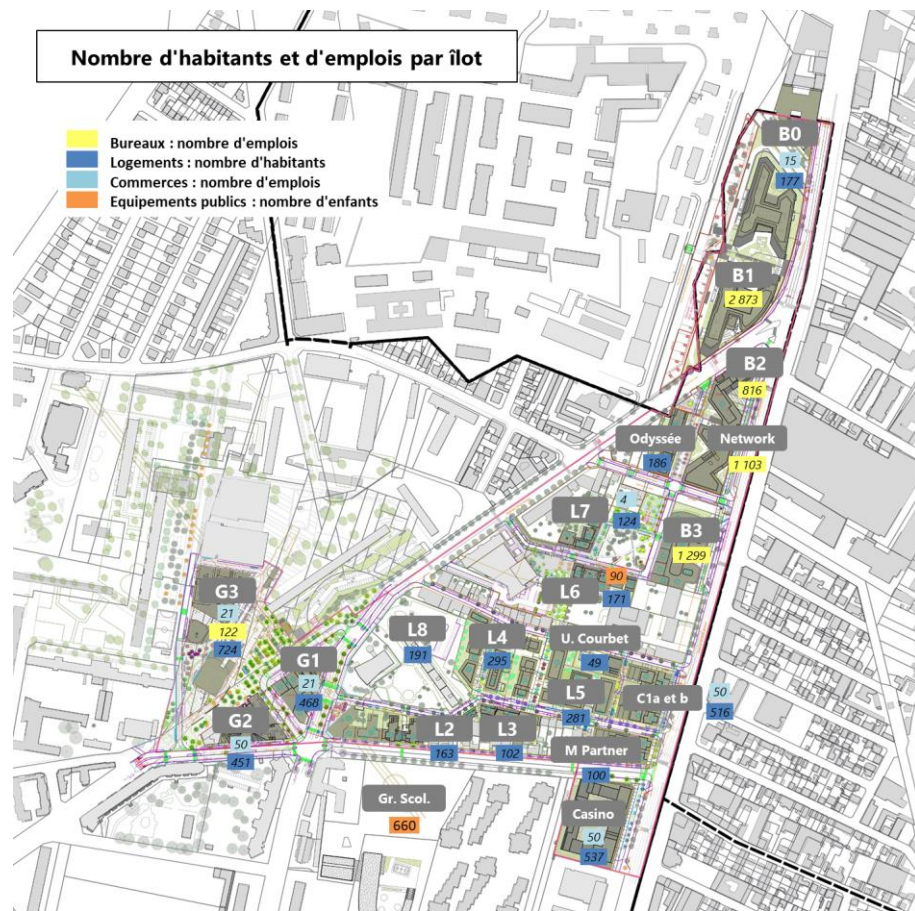
Source : SADEV 94, 2019

# Nouvelle programmation : plus d'habitants et plus d'emplois

## Nombre d'habitants et d'emplois par secteur et par îlot (programmation 2019)

Secteurs	SDP (en m <sup>2</sup> )				Nombre d'emplois estimé			Nombre d'habitants estimé
	Bureaux	Commerces	Logements	Total	Commerces	Bureaux	Total	
2	36 462	0	5 540	42 002	0	1 919	1 919	186
B2	15 500	0	0	15 500	0	816	816	0
Odysée	0	0	5 540	5 540	0	0	0	186
Network	20 962	0	0	20 962	0	1 103	1 103	0
4-5	0	8 000	66 568	74 568	100	0	100	2 235
C1a et C1b	0	4 000	15 365	19 365	50	0	50	516
Usine Courbet	0	0	1 462	1 462	0	0	0	49
L2	0	0	4 870	4 870	0	0	0	163
L3	0	0	3 033	3 033	0	0	0	102
L4	0	0	8 794	8 794	0	0	0	295
L5	0	0	8 372	8 372	0	0	0	281
L8	0	0	5 700	5 700	0	0	0	191
Mg Partner	0	0	2 972	2 972	0	0	0	100
C2 Casino	0	4 000	16 000	20 000	50	0	50	537
6	2 315	7 351	58 050	67 716	92	122	214	1 949
L1	0	0	9 109	9 109	0	0	0	306
G1	0	1 656	13 935	15 591	21	0	21	468
G2	0	3 998	13 438	17 436	50	0	50	451
G3	2 315	1 697	21 568	25 580	21	122	143	724
Total partiel	38 777	15 351	130 158	184 286	192	2 041	2 233	4 370
1	54 585	1 170	5 260	61 015	15	2 873	2 888	177
B0	0	1 170	5 260	6 430	15	0	15	177
B1	54 585	0	0	54 585	0	2 873	2 873	0
3	24 676	324	8 793	33 793	4	1 299	1 303	295
B3	24 676	0	0	24 676	0	1 299	1 299	0
L6	0	0	5 106	5 106	0	0	0	171
L7	0	324	3 687	4 011	4	0	4	124
Total partiel	79 261	1 494	14 053	94 808	19	4 172	4 190	472
Total	118 038	16 845	144 211	279 094	211	6 213	6 423	4 841

Source : SADEV 94, 2019



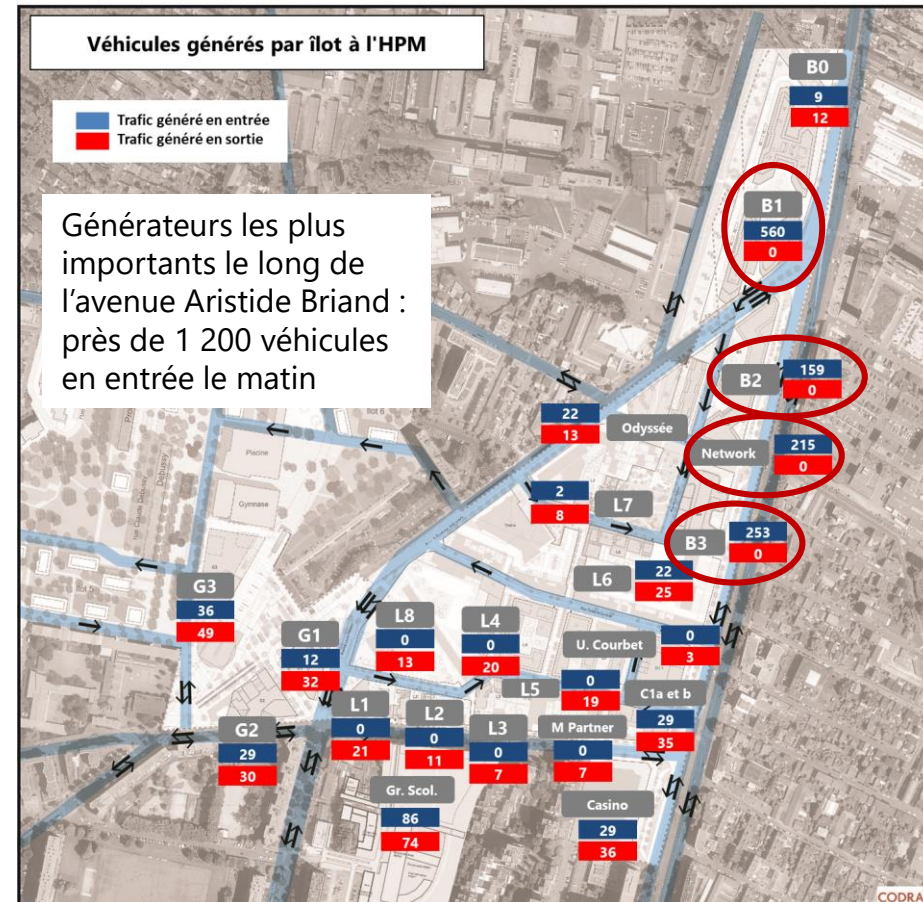
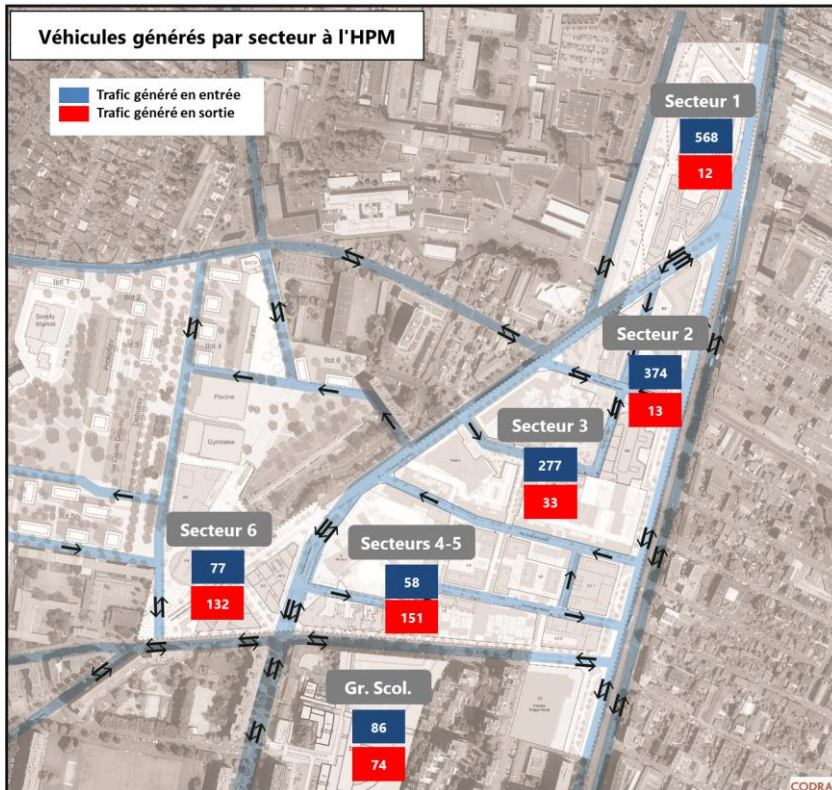
# **2. Analyse des impacts du projet sur les déplacements**

## 2.3. Estimations de trafic



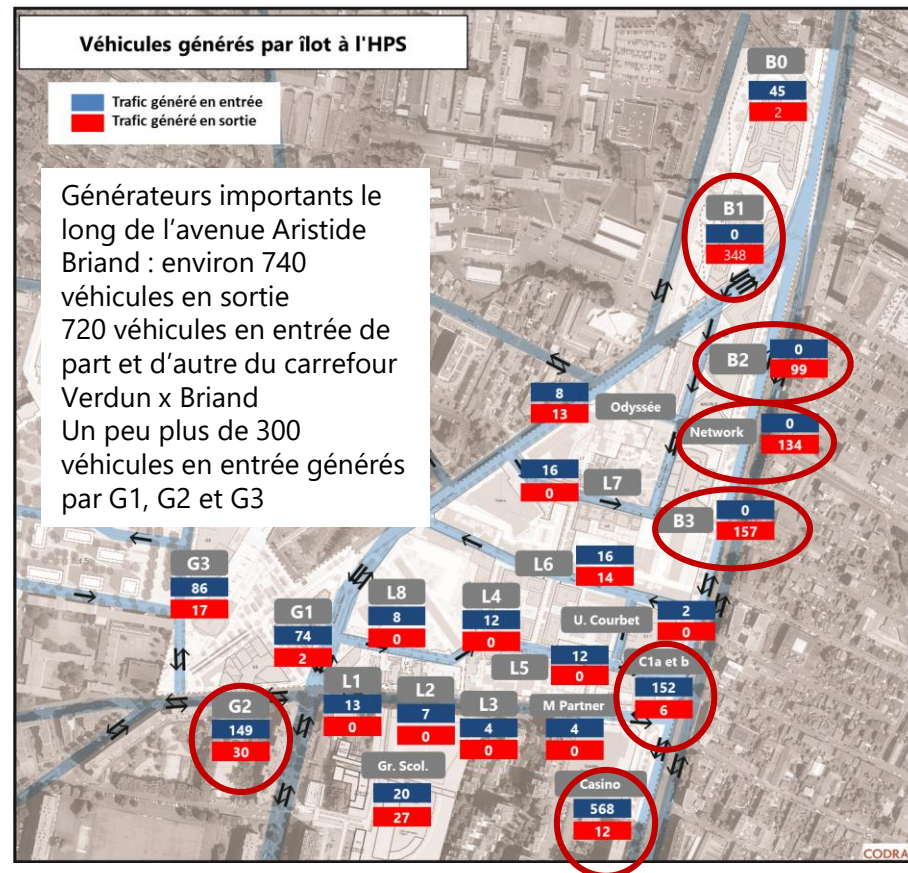
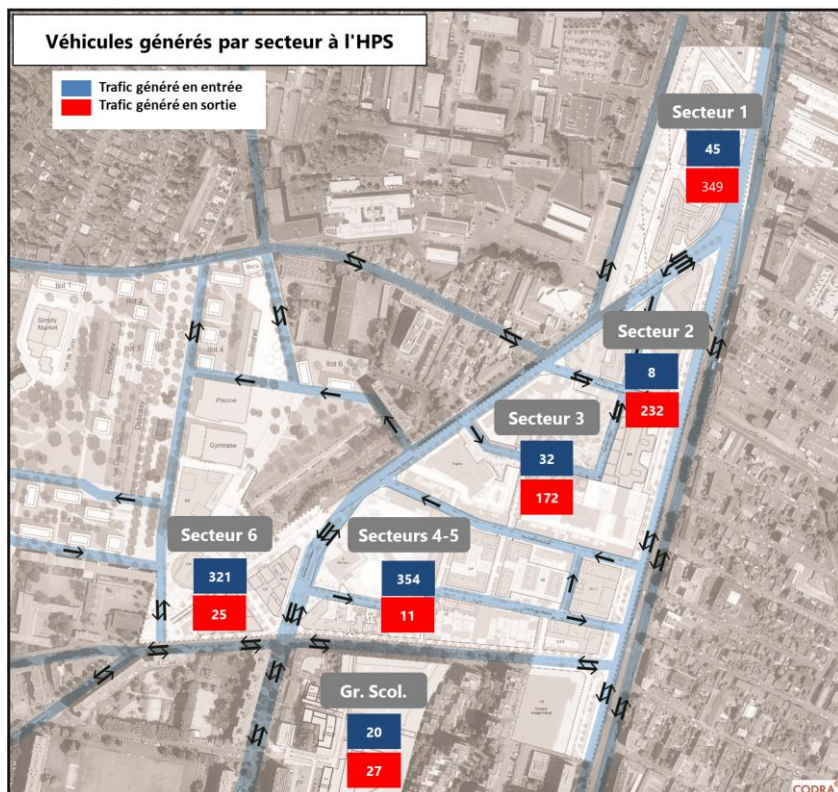
# Entrées et sorties générées à l'heure de pointe du matin

Matin	Nombre de véhicules générés par les 6 secteurs (+ groupe scolaire)
HPM entrées	1 445
HPM sorties	415
<b>HPM entrées + sorties</b>	<b>1 860</b>

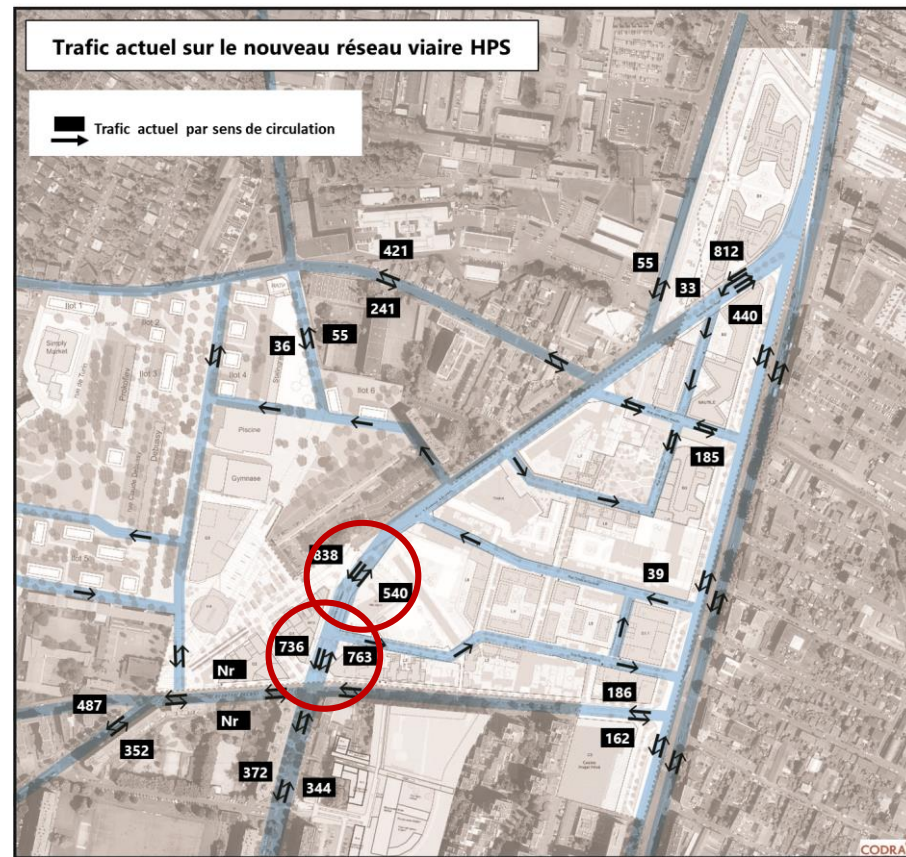
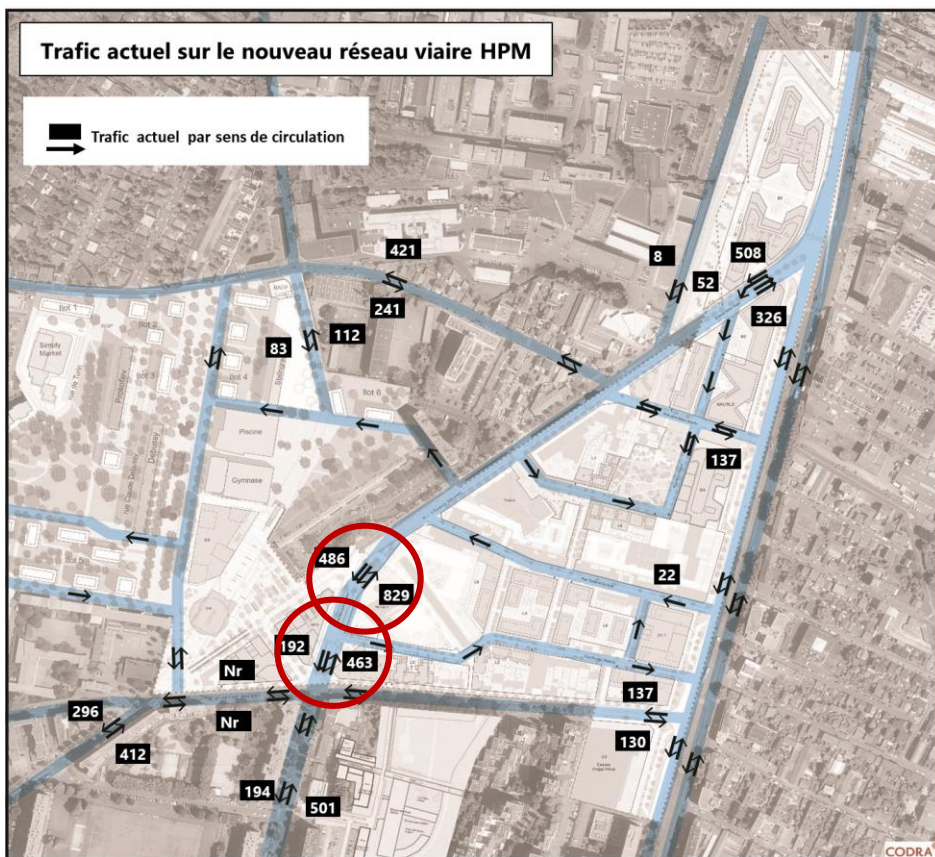


# Entrées et sorties générées à l'heure de pointe du soir

Soir	Nombre de véhicules générés par les 6 secteurs (+ groupe scolaire)
HPS entrées	780
HPS sorties	820
<b>HPS entrées et sorties</b>	<b>1 600</b>



# Projection des trafics actuels sur le réseau futur



La réaffectation des flux actuels sur les voiries futures fait apparaître des niveaux de trafic élevés, en particulier le matin vers Paris et le soir dans l'autre sens :

- **Avenue Louis Pasteur** entre la rue de Verdun et l'avenue Victor Hugo
- **Avenue Victor Hugo**

# **2. Analyse des impacts du projet sur les déplacements**

## 2.4. Hypothèses d'affectation des trafics futurs

# Hypothèses de répartition des flux

Pour les résidents et les actifs, reconstitution des origines / destinations sur la base des flux domicile-travail de l'INSEE :

Points d'entrée des actifs à l'HPM

Points d'entrée	Part du total des entrées
Nord	51%
Ouest (Jean Marin Naudin)	6%
Sud (RD920)	14%
Sud (Pasteur)	14%
Sud (Barbusse)	14%
<b>Total général</b>	<b>100%</b>

Points de sortie des actifs à l'HPS

Points de sortie	Part du total des sorties
Nord	45%
Ouest (Jean Marin Naudin)	10%
Sud (RD920)	16%
Sud (Pasteur)	14,5%
Sud (Barbusse)	14,5%
<b>Total général</b>	<b>100%</b>

Points de sortie des résidents à l'HPM

Points de sortie	Part du total des sorties
Nord	50%
Ouest (Jean Marin Naudin)	17%
Sud (RD920)	13%
Sud (Pasteur)	10%
Sud (Barbusse)	10%
<b>Total général</b>	<b>100%</b>

Points d'entrée des résidents à l'HPS

Points d'entrée	Part du total des entrées
Nord	62%
Ouest (Jean Marin Naudin)	6%
Sud (RD920)	9%
Sud (Pasteur)	11%
Sud (Barbusse)	11%
<b>Total général</b>	<b>100%</b>

Pour les commerces, la crèche et le groupe scolaire, au rayonnement local, hypothèse d'une répartition homogène entre les points d'entrée / sortie :

Points d'entrée à l'HPM et à l'HPS

Points d'entrée	Part du total des entrées
Nord	25%
Ouest (Jean Marin Naudin)	25%
Sud (RD920)	25%
Sud (Pasteur)	12,5%
Sud (Barbusse)	12,5%
<b>Total général</b>	<b>100%</b>

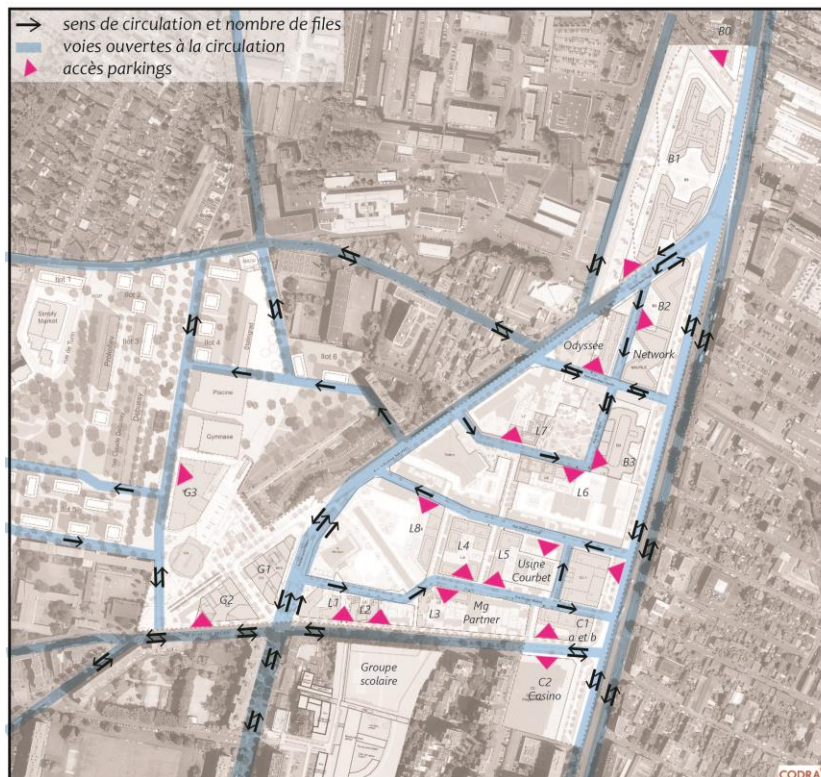
Points de sortie à l'HPM et à l'HPS

Points de sortie	Part du total des sorties
Nord	25%
Ouest (Jean Marin Naudin)	25%
Sud (RD920)	25%
Sud (Pasteur)	12,5%
Sud (Barbusse)	12,5%
<b>Total général</b>	<b>100%</b>

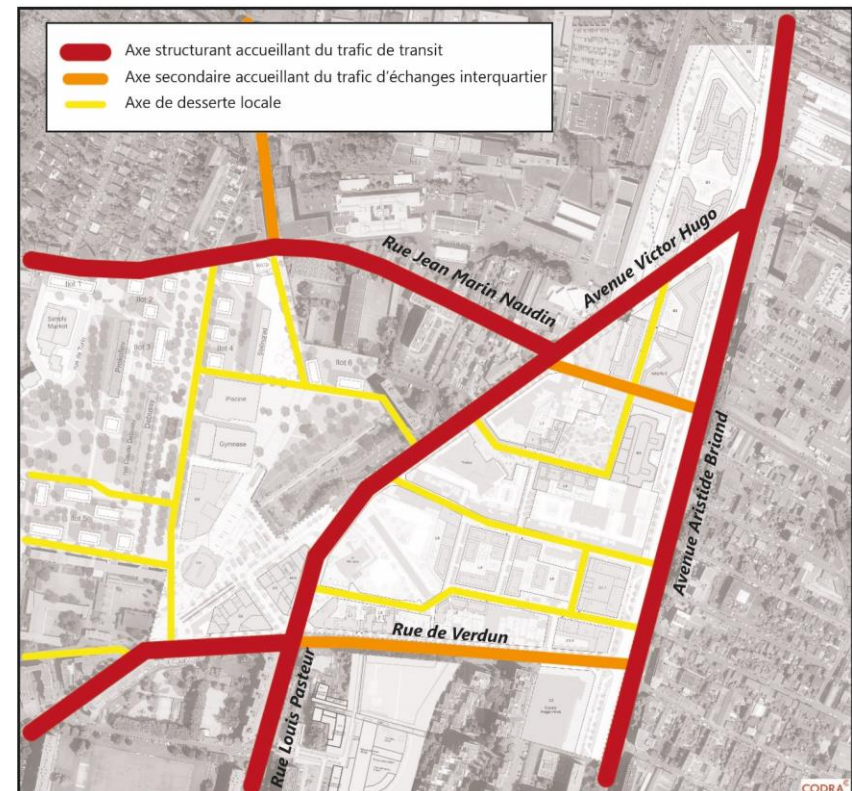
# Hiérarchisation de la voirie :

- Avenue Victor Hugo et rue Louis Pasteur : axes structurants accueillant du trafic de transit
- Rue de Verdun : axe secondaire accueillant du trafic d'échanges inter-quartiers
- Voie nouvelle nord-sud dans le quartier de la Pierre Plate : statut à préciser (plutôt axe secondaire accueillant du trafic d'échanges interquartiers ?)

Schéma de circulation à l'horizon 2030

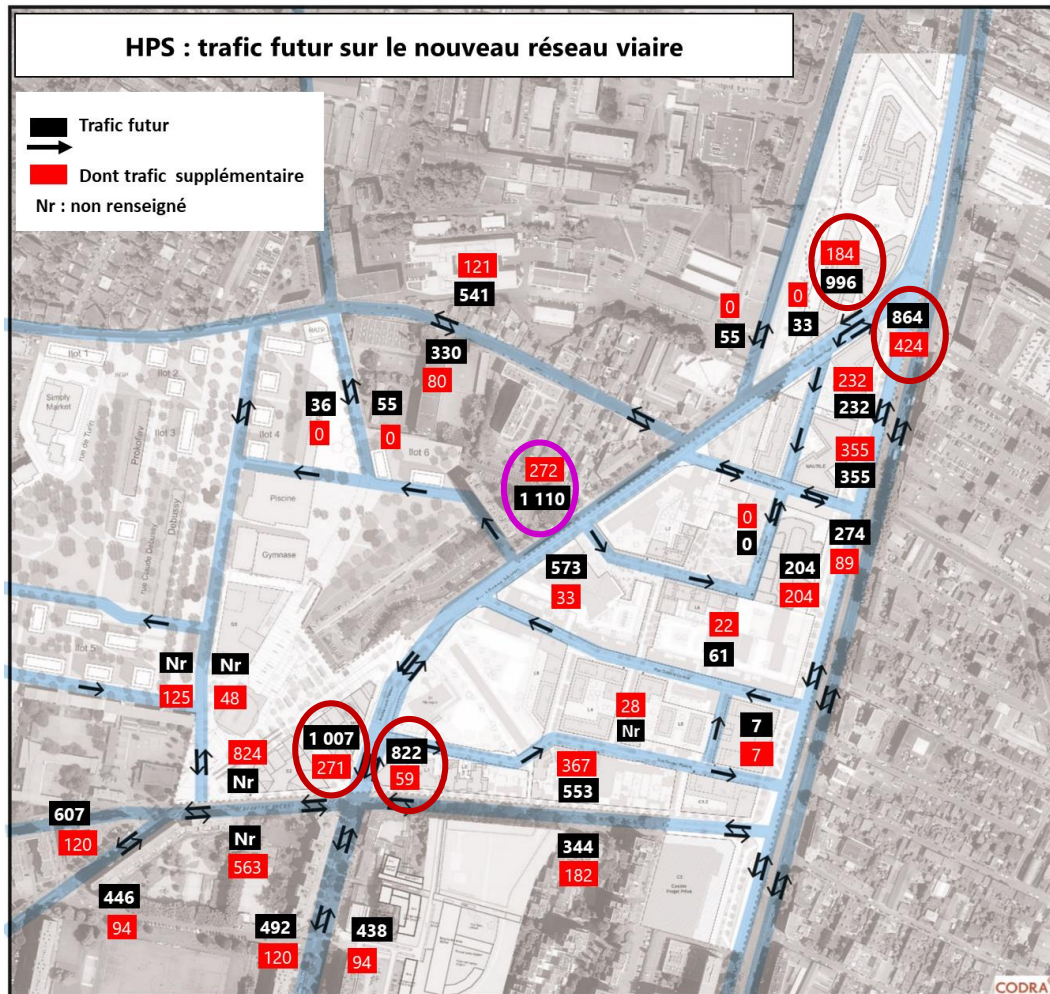


Scénario 1 : hiérarchisation de la voirie à l'horizon 2030





# Affectation des trafics futurs à l'HPS



- **Très fortes charges (> 1 000 véh.)** avenue Victor Hugo et rue Louis Pasteur vers le sud, mais qui sera absorbé par les 2 files de circulation prévues dans ce sens
- **Des flux importants** également à l'extrémité nord de l'avenue Victor Hugo, au croisement avec l'avenue Aristide Briand

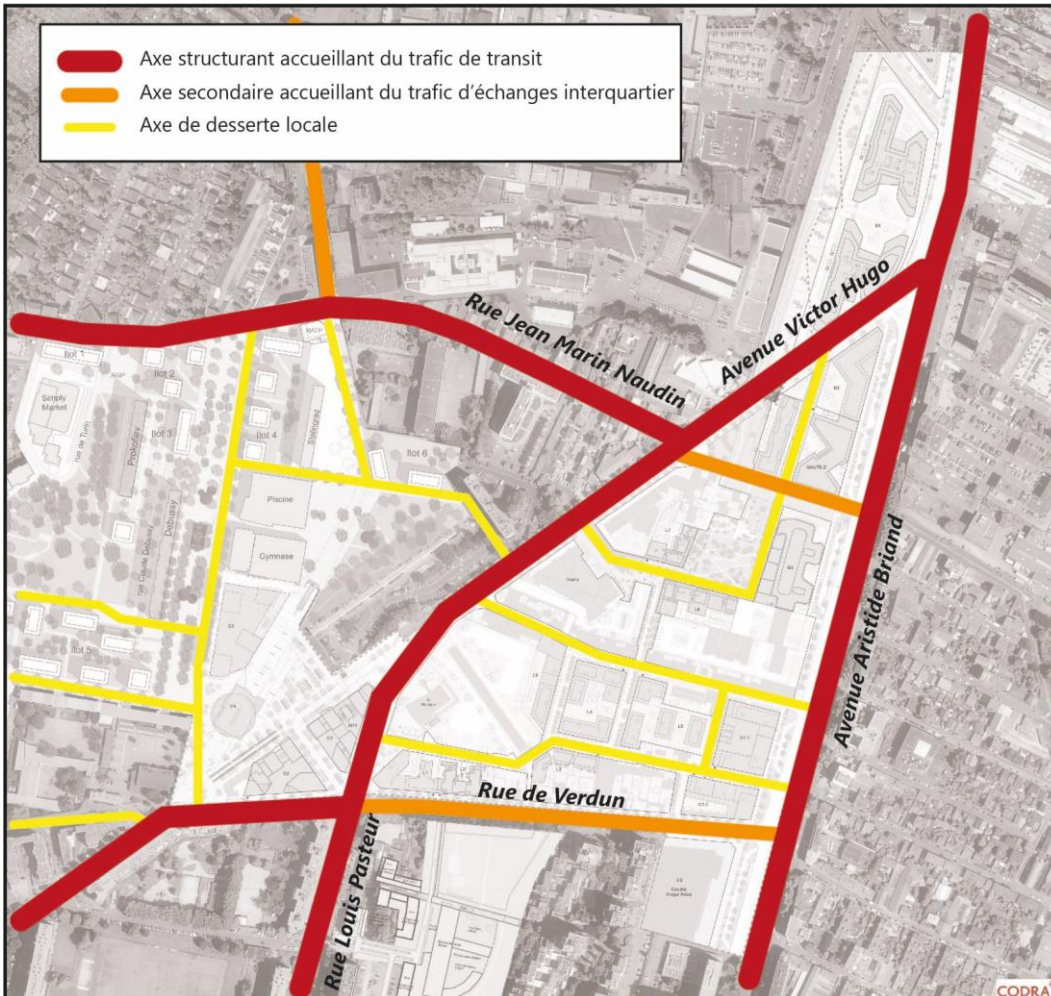


# 3. Préconisations

## 3.1. Schéma des mobilités

# Schéma des mobilités en 2030 : hiérarchisation de la voirie

## Hiérarchisation de la voirie en 2030

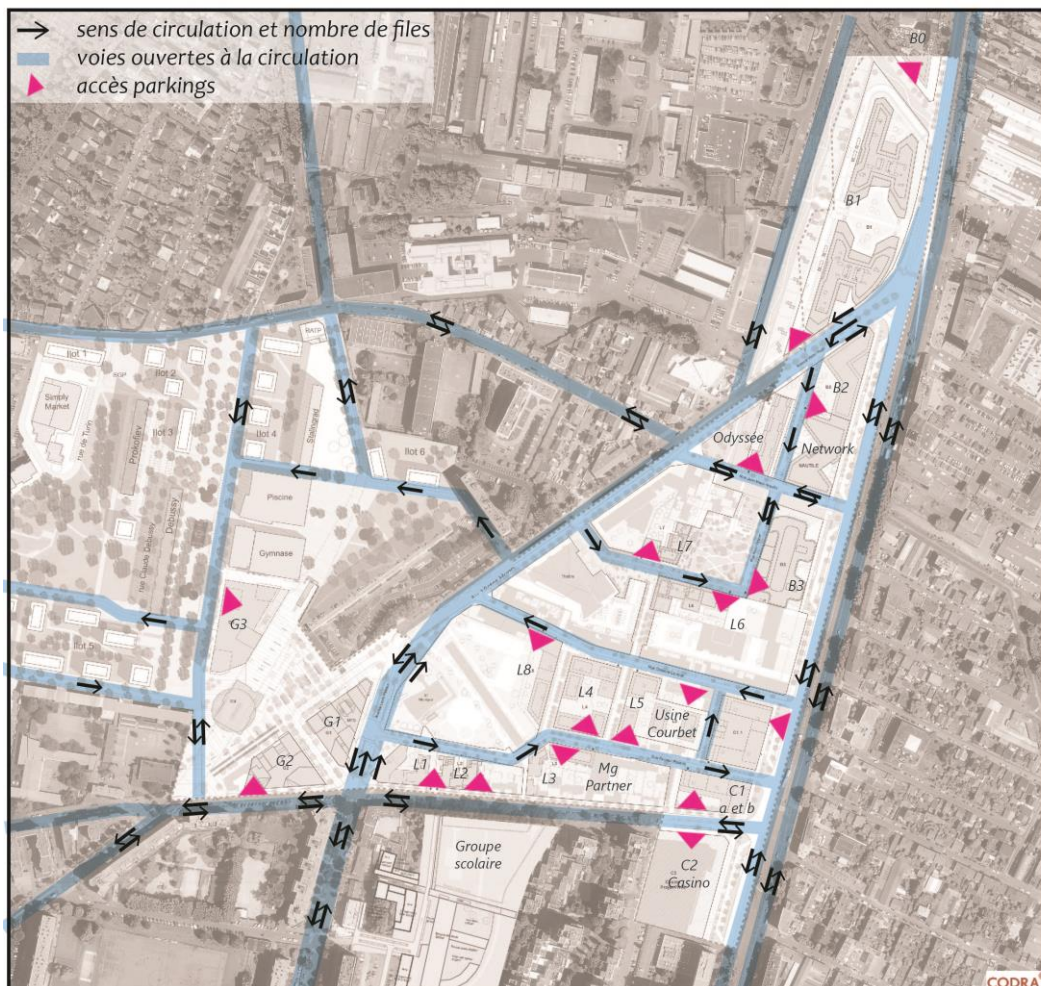


Afin de concrétiser la hiérarchisation de la voirie future, les principes d'aménagement suivants sont préconisés :

- **Axes structurants et axes secondaires :** double sens de circulation, vitesse limitée à 50 km/h, pistes ou bandes cyclables
- **Axes de desserte locale :** vitesse limitée à 30 km/h maximum, zones 30 voire zone de rencontre, doubles sens cyclables dans les rues en sens unique

# Schéma des mobilités en 2030 : voirie et plan de circulation

Schéma de circulation en 2030



Le plan de circulation envisagé pour le projet est adapté.

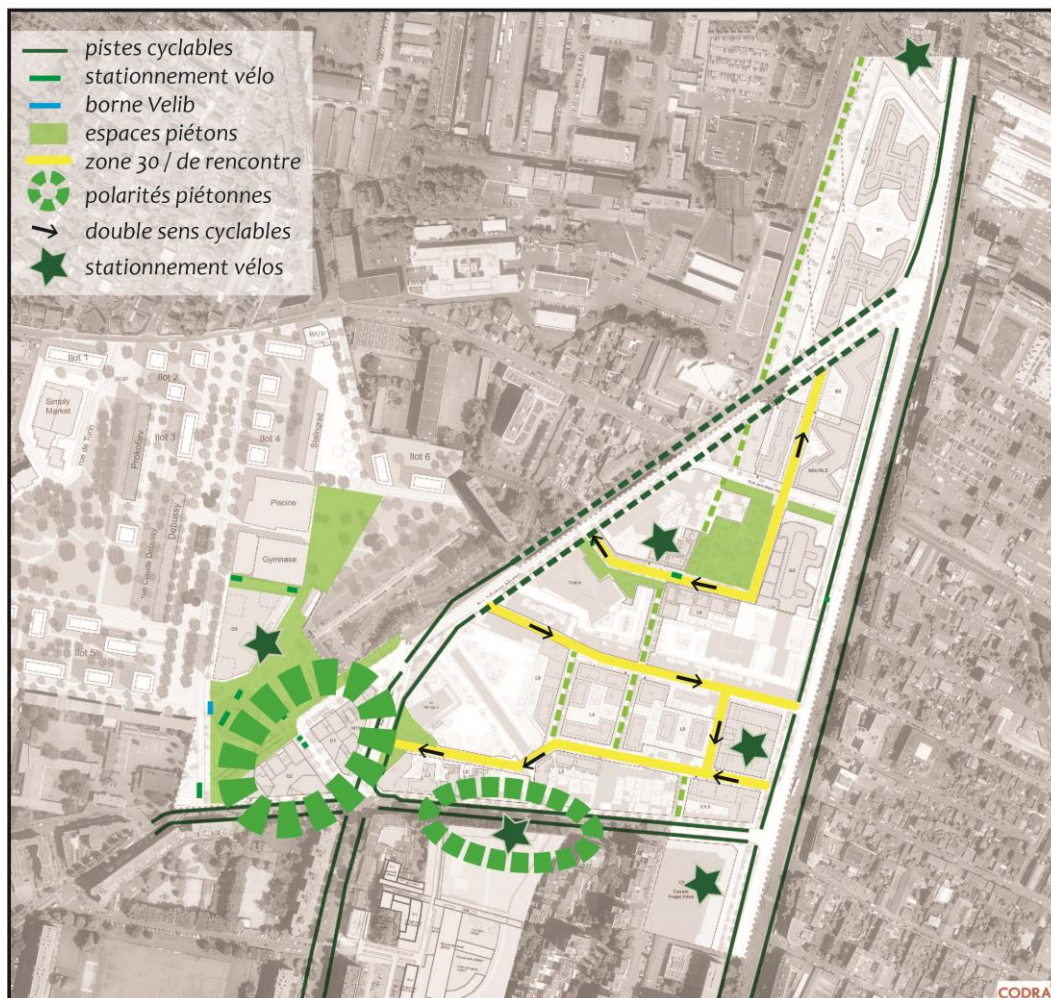
Les trafics futurs nécessitent cependant d'adapter le **profil de l'avenue Victor Hugo** :

- 2 files sud > nord et 1 file nord > sud entre la rue de Verdun et la rue Jean Marin Naudin
- 2 files nord > sud entre la rue Jean Marin Naudin et l'avenue Aristide Briand

**Le profil** de la rue de Verdun doit être étudié pour vérifier la faisabilité d'un site propre bus axial pour faciliter les accès au pôle Lucie Aubrac.

# Schéma des mobilités en 2030 : aménagement piétons et cyclables

## Schéma des modes actifs en 2030



### Des flux piétons particulièrement intenses aux abords :

- **Du pôle Lucie Aubrac** : environ 4 000 piétons en rabattement à l'heure de pointe du matin,
- **Du groupe scolaire** : sur 660 enfants, environ 560 viendront à pied, soit **plus de 1 100 piétons** en considérant que chaque enfant sera accompagné.
- De la **crèche rue Assia Djebar** : une centaine de piétons le matin.

> Confort, la sécurité et la continuité des cheminements piétons aux abords de ces équipements structurants.

> Insertion d'**aménagements cyclables** avenue Victor Hugo, rue de Verdun, rue Louis Pasteur et rue Henri Barbusse.

> Zone 30 ou zone de rencontre + double sens cyclable dans les **rues de desserte locale**

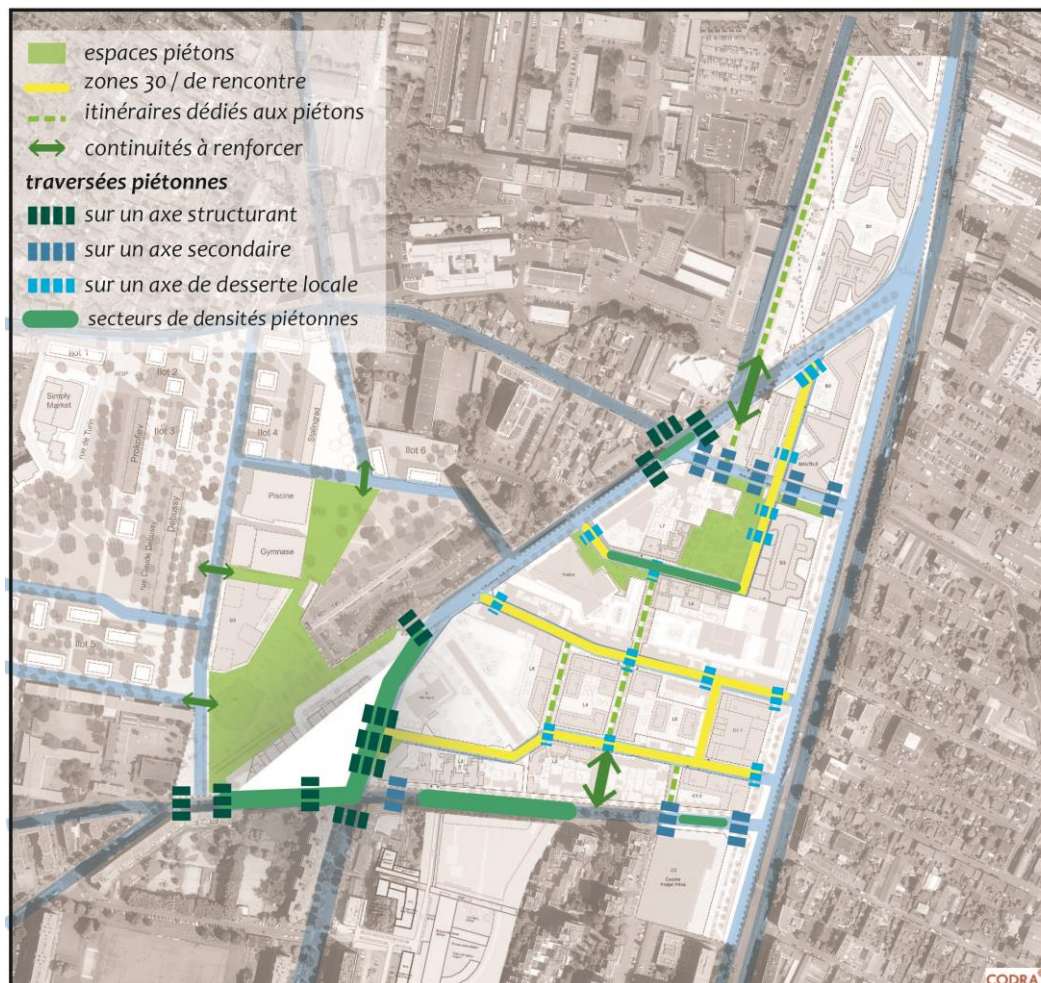
> **Offre en stationnement pour les vélos** (actuellement concentrée autour du pôle d'échanges et rue Assia Djebar) à renforcer aux abords du groupe scolaire, de la crèche et des commerces.

> Offre **Vélib'** à compléter également :

- En augmentant la capacité de la station prévue à côté du métro (30 places prévues pour le pôle d'échanges)
- En implantant une autre station dans le quartier

# Schéma des mobilités en 2030 : aménagement piétons et cyclables

## Zoom sur les flux piétons



Les traversées piétonnes identifiées ci-contre sont prévues dans les plans du projet (ZAC et étude pôle).

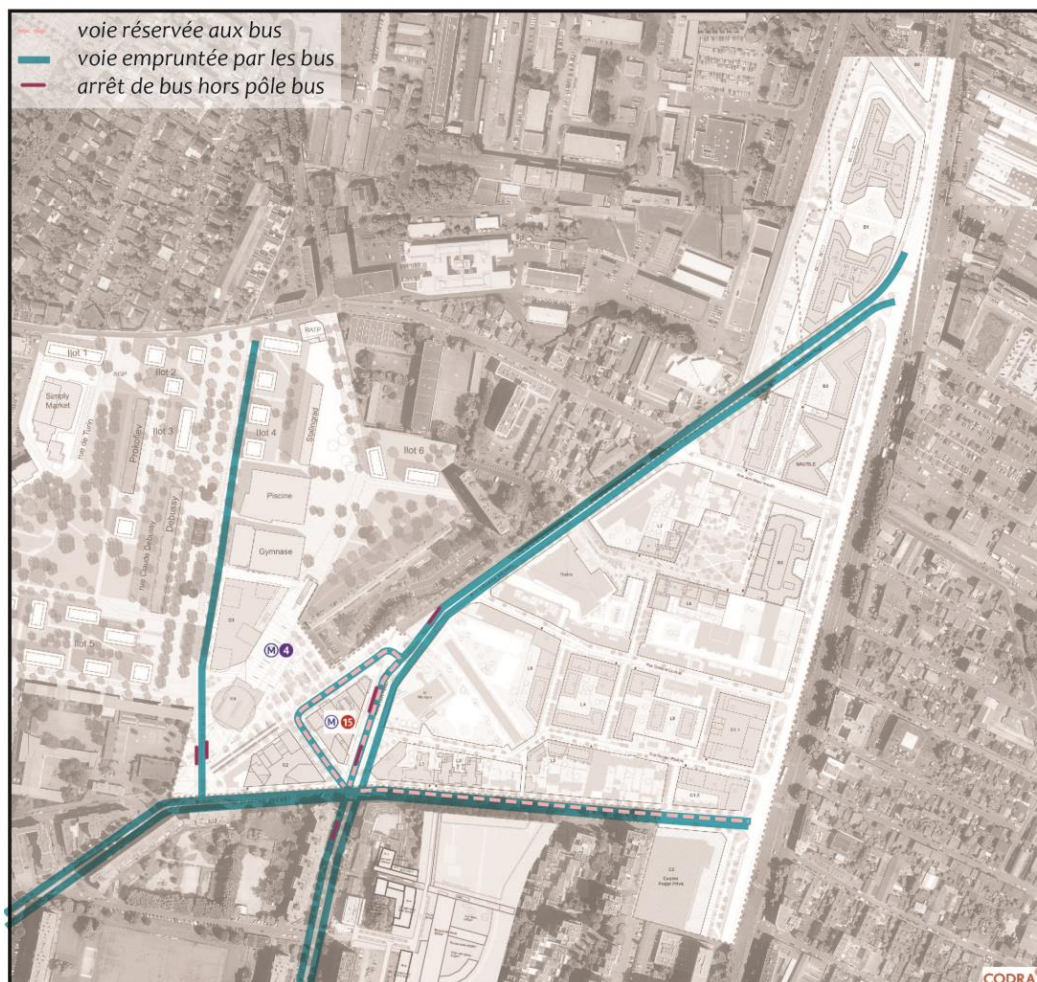
Leur configuration précise tiendra compte de la hiérarchisation des voiries et des flux en présence.

Certains secteurs méritent une attention particulière : abords du pôle d'échanges, du groupe scolaire, du supermarché Casino et des équipements publics rue Assia Djebar (crèche, théâtre, espace vert). Leur forte fréquentation justifie :

- Des traversées piétonnes directes vers les équipements concernés
- Des aménagements spécifiques (plateaux, revêtement différent) au droit du pôle d'échanges et du groupe scolaire

# Schéma des mobilités en 2030 : transports collectifs

## Schéma des transports collectifs en 2030



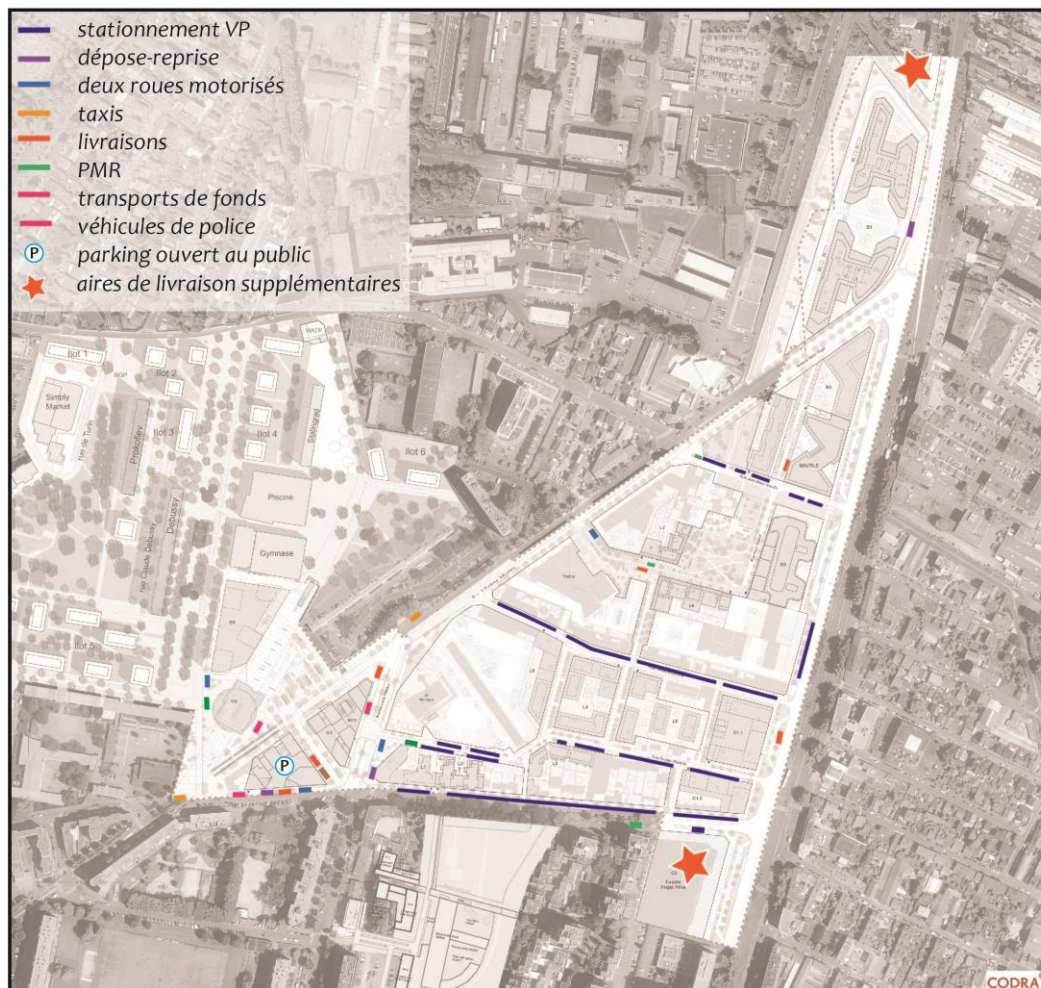
L'actualisation des estimations de trafic et les préconisations formulées sur son profil garantissent le **maintien d'une file réservée aux bus sur l'avenue Victor Hugo dans le sens nord > sud** le long du pôle Lucie Aubrac.

Afin de faciliter les accès au pôle Lucie Aubrac, l'insertion d'un **site propre bus axial rue de Verdun** doit être approfondie, en particulier sur les deux points suivants :

- Ce profil est-il envisageable sur tout le linéaire de la rue de Verdun, selon l'emprise disponible ?
- Comment circuleront les bus au niveau du carrefour Verdun x Louis Pasteur

# Schéma des mobilités en 2030 : stationnement

## Schéma du stationnement en 2030



L'organisation du stationnement sur voirie telle qu'envisagée dans le projet est compatible avec les trafics futurs.

Des **aires de livraison** devront être prévues à proximité des commerces. Par rapport à ce qui est prévu dans le projet à ce stade, il conviendrait d'ajouter des aires de livraison sur voirie au niveau de l'îlot B0 et du supermarché Casino (sous réserve des besoins).

Il convient d'étudier la possibilité de maintenir du stationnement longitudinal **rue de Verdun**, si un site propre bus axial y est aménagé.

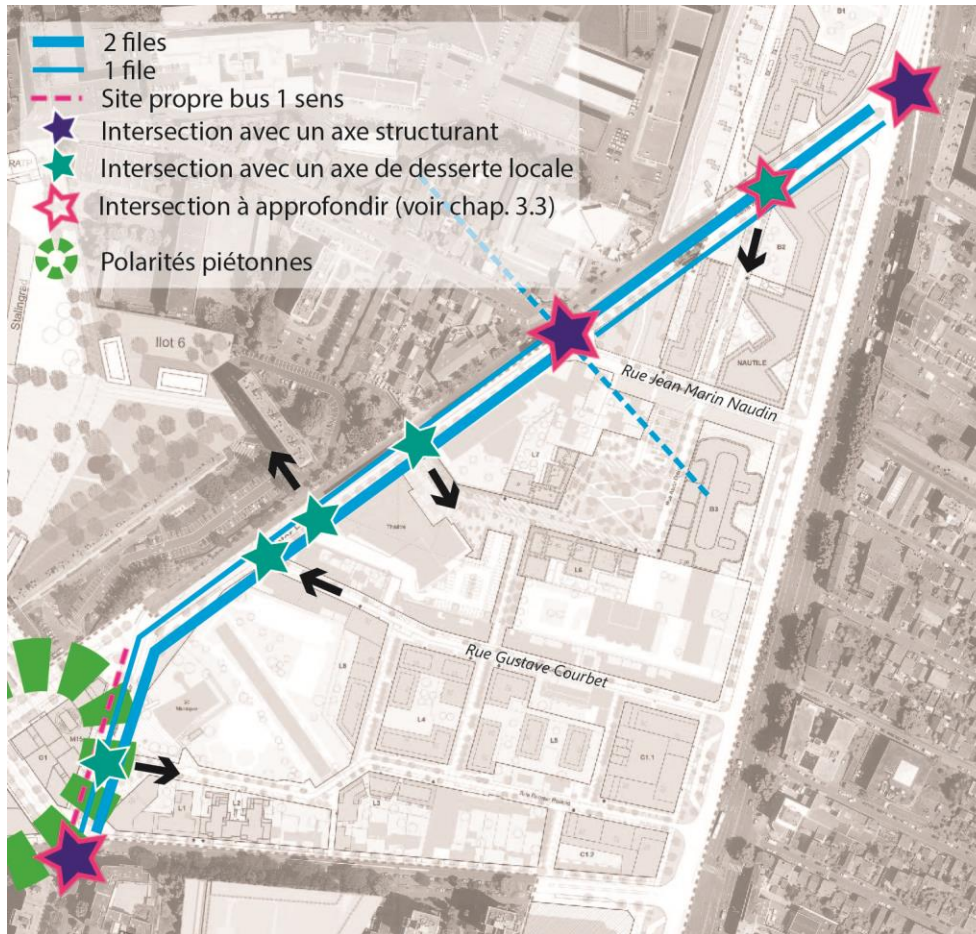
La place des **deux-roues motorisés sur le parvis** (place des Gares) mériterait d'être réinterrogée : les stationnements gagneraient à être localisés au moins sur la voirie dans le parking G1/G2, au même titre que les voitures.

# 3. Préconisations

## 3.2. Approfondissement des propositions



# Approfondissement des propositions : avenue Victor Hugo



Compte tenu des volumes de trafic futurs, il convient de concevoir le profil de l'avenue Victor Hugo de la façon suivante :

- **Entre l'avenue Aristide Briand et la rue Jean Marin Naudin :**  
2 files nord > sud  
(trafic max. : 1 175 véh. à l'HPM)  
1 file sud > nord  
(trafic max. : 856 véh. à l'HPS)
- **Entre la rue Jean Marin Naudin et la rue de Verdun :**  
1 site propre bus nord > sud  
1 file nord > sud  
(trafic max. : 1 126 véh. à l'HPS)  
2 files sud > nord  
(trafic max. : 1 373 véh. à l'HPM)

Le tronçon sud de l'avenue Victor Hugo (entre la rue Jean Marin Naudin et la rue de Verdun) est soumis à des charges de trafic élevées dans les 2 sens, qui pourraient justifier 2 files dans chaque sens, si la largeur de l'avenue le permet.

Dans le cas contraire, il convient de privilégier 2 files sud > nord, qui est le sens le plus chargé.

Les **intersections** avec les axes structurants seront gérées par des feux tricolores.

Les aménagements de la partie sud de l'avenue Victor Hugo devront tenir compte des **flux piétons importants générés par le pôle Lucie Aubrac** (4 000 piétons en rabattement sur le métro à l'HPM). Les autres fonctions des lots G1, G2 et G (notamment commerciales) sont de nature également à générer des flux piétons significatifs. Les espaces piétons devront être dimensionnés en adéquation avec l'intensité des flux, les cheminements directs et les traversées piétonnes sécurisées.

# Approfondissement des propositions : rue de Verdun



Entre l'avenue Aristide Briand et la rue Louis Pasteur, la rue de Verdun est suffisamment large pour comporter 2 files de circulation dans chaque sens et un site propre bus axial dans les deux sens à condition de supprimer au moins l'une des 2 files de stationnement longitudinal.

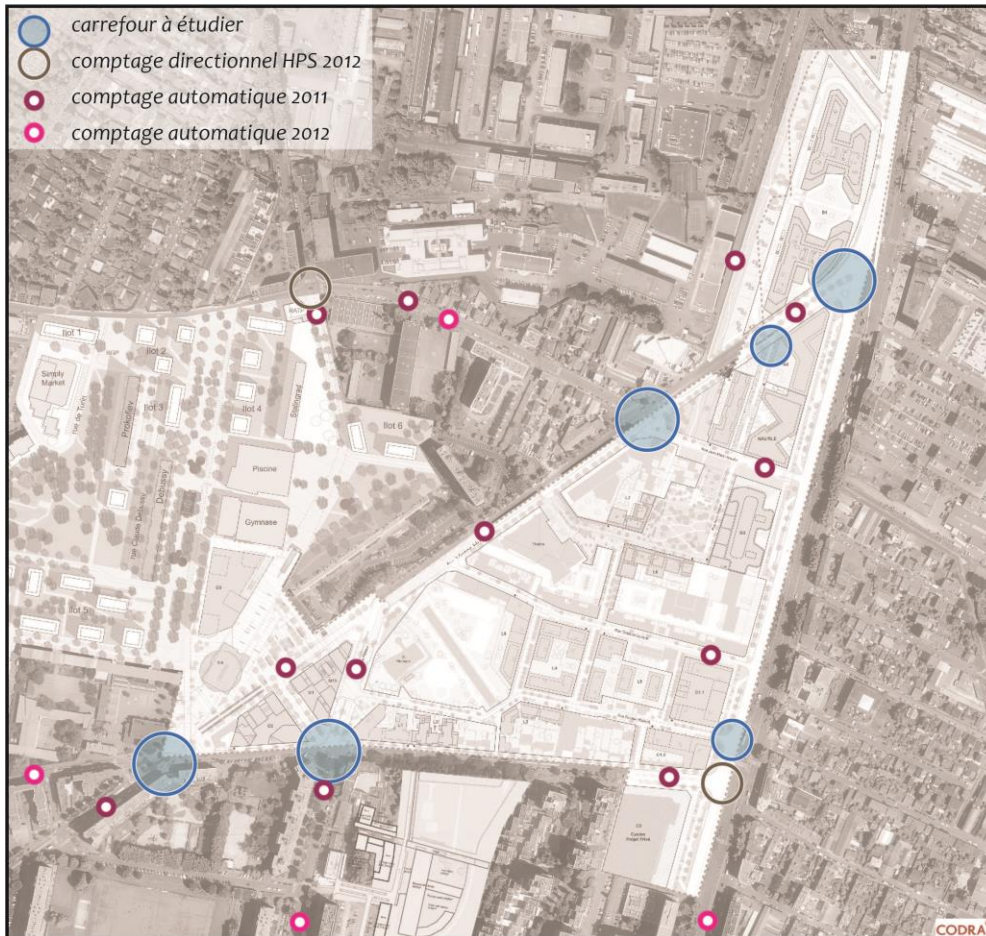
Sur la section comprise entre la rue Louis Pasteur et la rue Henri Barbusse, il est prévu 1 file de circulation dans chaque sens, complétée ponctuellement par une file de tourne à gauche ou tourne à droite au niveau des accès riverains.

# 3. Préconisations

## 3.3. Zoom sur des carrefours

# Zooms sur 6 carrefours

## Comptages



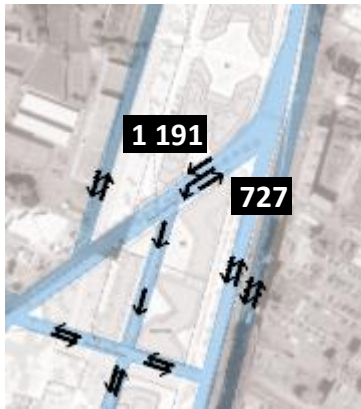
**6 carrefours ont été identifiés pour être étudiés plus en détail dans le cadre de cette actualisation.**

Aucun d'entre eux n'a fait l'objet de comptages directionnels. Or ce sont des comptages directionnels qui permettent de reconstituer les mouvements aux carrefours et de calculer rigoureusement leurs réserves de capacité

Un zoom par carrefour est néanmoins proposé.

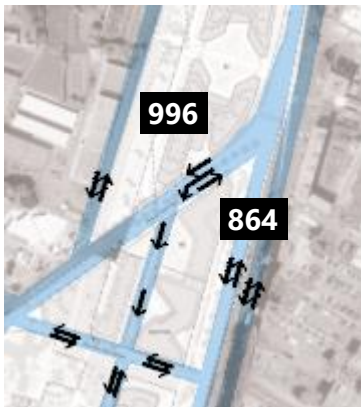
# Avenue Victor Hugo x avenue Aristide Briand

Trafics à l'HPM en 2030



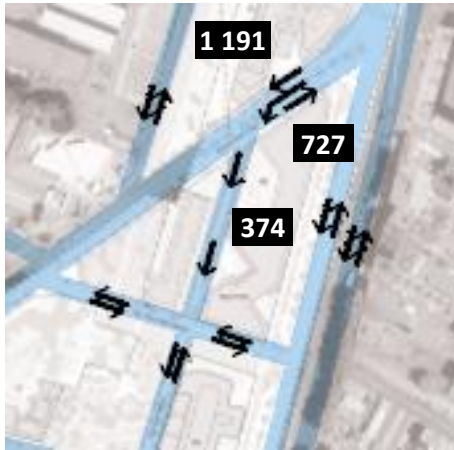
- L'aménagement de ce carrefour doit être conçu en articulation avec le projet du Département de requalification de l'avenue Aristide Briand (RD920).
- Les flux sont plus importants dans le sens nord > sud.
- Les flux entrants le matin nécessitent de prévoir 2 files dans le sens nord > sud.
- Cette intersection sera équipée de feux tricolores comme actuellement.

Trafics à l'HPS en 2030

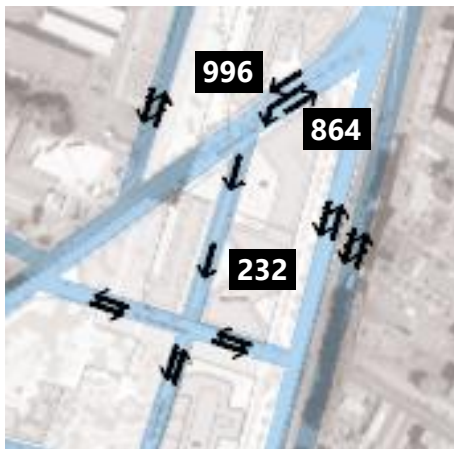


# Avenue Victor Hugo x rue Assia Djebar

Trafics à l'HPM en 2030



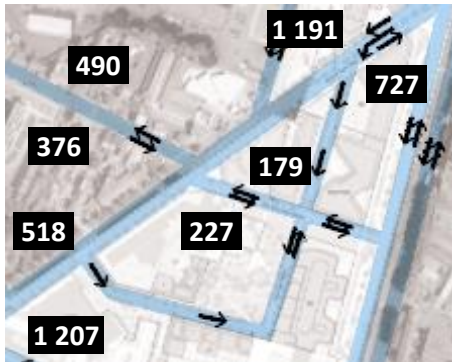
Trafics à l'HPS en 2030



- **À l'heure de pointe du matin :**
  - 246 véhicules tournent à gauche vers la rue Assia Djebar, soit 4 véhicules par minute. Compte tenu des autres flux, il convient de prévoir 1 file de tourne-à-gauche sur l'avenue Victor Hugo, d'une capacité de stockage suffisante.
  - 128 véhicules arrivent de l'avenue Victor Hugo sud et tournent à droite vers la rue Assia Djebar
- **À l'heure de pointe du soir :** aucun véhicule ne tourne de la rue Victor Hugo vers la rue Assia Djebar. Les flux estimés sur la rue Assia Djebar correspondent aux sorties des îlots B2 et Network qui partent vers la rue Jean Marin Naudin au sud.
- Au regard des flux estimés, **un carrefour sans feux est envisageable**. Le temps d'attente pour tourner à gauche de l'avenue Victor Hugo vers la rue Assia Djebar serait inférieur à 30 secondes à l'heure de pointe du matin. La file de tourne à gauche peut atteindre une longueur d'environ 30 m permettant de stocker 6 véhicules.

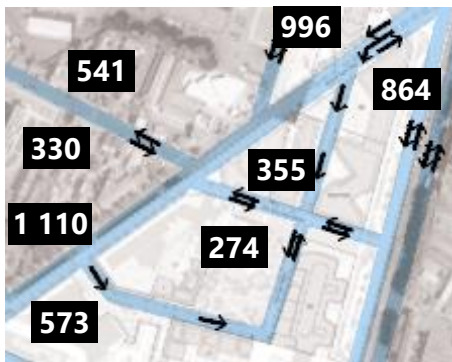
# Avenue Victor Hugo x rue Jean Marin Naudin

Trafics à l'HPM en 2030



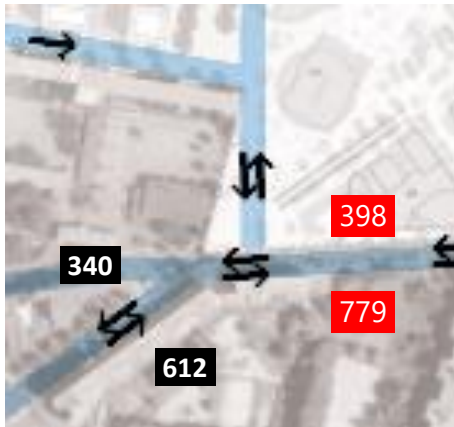
- Les flux sont importants rue Jean Marin Naudin à l'heure de pointe du matin et surtout à l'heure de pointe du soir. Ils sont toutefois compatibles avec le profil envisagé (1 file dans chaque sens).
- Cette intersection continuera d'être gérée par des feux tricolores, comme actuellement.

Trafics à l'HPS en 2030

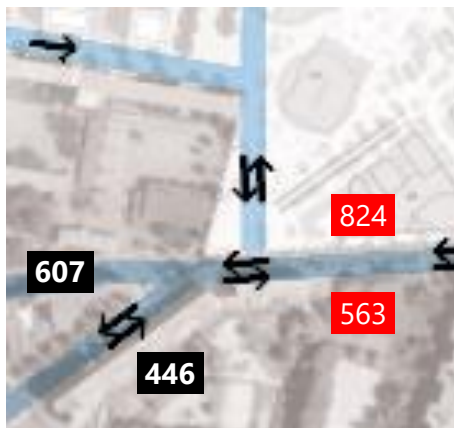


# Rue de Verdun x rue Henri Barbusse

Trafics à l'HPM en 2030



Trafics à l'HPS en 2030

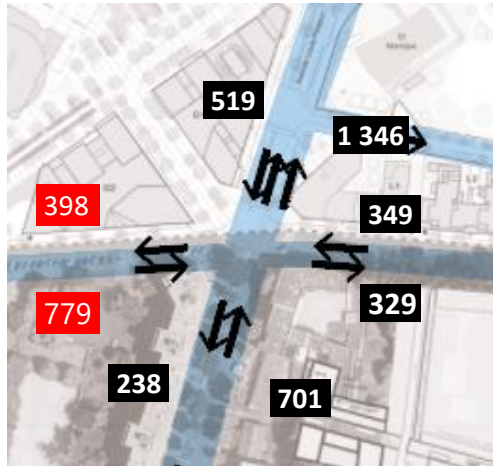


- Ce tronçon de la rue de Verdun n'a pas fait l'objet de comptages à l'occasion des études précédentes.
- Les flux indiqués ici en rouge correspondent donc uniquement aux flux générés par le projet et au report des flux qui empruntaient auparavant la voirie supprimée par G1, G2 et G3.
- En supposant que le trafic de 2011 est maintenu, les flux sur ce tronçon pourraient donc être plus élevés de 100 à 200 véhicules par sens par rapport aux estimations ci-contre.
- Il est proposé de prévoir 1 file dans chaque sens.
- La branche nord de ce carrefour sera créée dans le cadre de la ZAC des Musiciens. L'avancement des études à ce stade ne permet pas d'estimer les flux qui emprunteront cette voie nord <> sud mais son statut sera celui de voie de desserte locale.

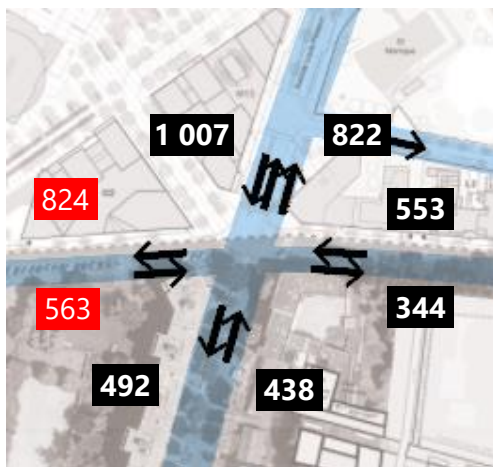


# Avenue Victor Hugo x rue de Verdun x rue Louis Pasteur

Trafics à l'HPM en 2030



Trafics à l'HPS en 2030



- **Avenue Victor Hugo**, les flux à l'heure de pointe du matin sont supérieurs à 1 300 véhicules du sud vers le nord.
- Ils sont légèrement supérieurs à 1 000 véhicules à l'heure de pointe du soir dans l'autre sens.
- Compte tenu des hypothèses retenues, les estimations des flux futurs correspondent à un seuil haut. Il est peu probable que les flux futurs soient supérieurs aux valeurs estimées.
- Il convient donc de prévoir 2 files dans le sens sud > nord et 1 file dans le sens nord > sud.
- Pour réaliser les affectations de trafic, il a été considéré que les véhicules venant du nord de l'avenue Victor Hugo pourront tourner à gauche vers la rue Romain Rolland. Ce mouvement pourrait être délicat compte tenu des flux venant du sud. Les flux correspondants sont très faibles. Il est préconisé de ne pas permettre ce mouvement de tourne-à-gauche : les véhicules concernés arriveront par la rue de Verdun.
- Sur les autres branches du carrefour, 1 file dans chaque sens permettra d'absorber les trafics futurs.

# Rue Romain Rolland x avenue Aristide Briand

Trafics à l'HPM en 2030



- L'aménagement de ce carrefour doit être conçu en articulation avec le projet du Département de requalification de l'avenue Aristide Briand.
- Les niveaux de trafic estimés sur cette voirie sont très faibles et ne nécessitent pas de recommandation particulière.

Trafics à l'HPS en 2030





**02 DC 03 - BA 11747**

**Bagneux Gare Lot G3**  
Etude de rayonnement vibro-acoustique

18 mai 2020

Préparé pour :  
**NEXITY**

Par :  
**Wouter REYNDERS**

Identification				
Références fichier : 02 DC 03 - BA 11747 Etude de rayonnement vibro- acoustique		Références client, n° de Cde :  Accord sur proposition 01 PR 01 – BA 11747		
Diffusion				
Noms		Société ou organisme		
M. G. LOT		NEXITY		
Evolution				
Date	Version	Modifications	Rédaction	Vérification
30/09/2019	01	Edition initiale	Wouter REYNDERS	Benoit SCHLECHT
29/11/2019	02	Mise à jour après mesures dans la gare terminus Ligne 4	Wouter REYNDERS	
18/05/2020	03	Mise à jour après reprise des études	Wouter REYNDERS	

---

## TABLE DES MATIERES

<b>A</b>	<b>CONTEXTE ET OBJET</b>	<b>4</b>
<b>B</b>	<b>RAPPEL DES PRINCIPALES SOURCES ET EFFETS DES VIBRATIONS</b>	<b>4</b>
<b>C</b>	<b>CONTEXTE REGLEMENTAIRE / CRITERES VIBRATOIRES ET ACOUSTIQUES</b>	<b>5</b>
<b>C.1</b>	<b>REGLEMENTATION ACOUSTIQUE (CODE DE LA CONSTRUCTION)</b>	<b>5</b>
C.1.1	ARRETES DU 30 JUIN 1999	5
C.1.2	L'ARRETE DU 30 MAI 1996 MODIFIE PAR L'ARRETE DU 23 JUILLET 2013	6
<b>C.2</b>	<b>PERCEPTION TACTILE : NORME ISO 2631-2</b>	<b>6</b>
<b>C.3</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>7</b>
<b>D</b>	<b>RESULTATS DE SIMULATIONS NUMERIQUES (LIGNE 15)</b>	<b>7</b>
<b>E</b>	<b>RESULTATS DE MESURES DANS LA GARE TERMINUS ACTUEL (LIGNE 4)</b>	<b>8</b>
<b>F</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>8</b>
<b>G</b>	<b>ANNEXE : ETUDE DU CSTB</b>	<b>9</b>

## A CONTEXTE ET OBJET

La société NEXITY a sollicité IMPEDANCE INGENIERIE pour la réalisation d'une étude de rayonnement vibro-acoustique.

L'étude est effectuée dans le cadre du projet BAGNEUX, ZAC écoquartier Victor Hugo LOT G3 en visant de caractériser le futur impact vibratoire et acoustique du passage des rames de métro de la future ligne 15 sur les logements du projet.

Aujourd'hui, la ligne 15 est en cours de construction. Les voies qui passent sous la ZAC du Canal ne sont pas encore en utilisation.

Le présent rapport se base sur la simulation numérique sous-traitée à notre partenaire le CSTB dont le rapport d'étude figure en **Annexe**.

L'étude présentée ci-après est réalisée en reprise de l'étude présentée dans le rapport 02 DC 02 – BA 11747 - NEXITY - LOT G3 Gare Bagneux - Etude de rayonnement vibro-acoustique du 29 novembre 2019, et intègre des fondations sur pieux sous les différents bâtiments projetés.

## B RAPPEL DES PRINCIPALES SOURCES ET EFFETS DES VIBRATIONS

Pour faciliter l'approche des sujets de vibrations, sont exposés ci-après quelques rappels sur les principales sources de vibrations rencontrées dans l'environnement et leurs effets dans les bâtiments (dommages aux structures et exposition des individus).

Les sources de vibrations les plus fréquemment citées pour leur impact sur l'environnement sont :

- le *trafic ferroviaire* en zone urbaine, voies de surface et voies souterraines (métro, RER, trains...);
- le *trafic routier* et plus particulièrement les poids lourds ;
- les *chantiers* de travaux publics et de construction des bâtiments : battage de pieux, BRH, tirs de mines, engins de chantier... ;
- les *installations industrielles* : presses, cisailles, marteau de forge, machines tournantes et alternatives...

On remarquera que la plupart de ces sources sont aussi considérées comme des sources de bruit importantes de l'environnement. À la différence des émissions sonores de ces sources souvent perçues comme une nuisance à l'extérieur des bâtiments, les effets des vibrations se manifestent la plupart du temps à l'intérieur des bâtiments.

Suivant l'intensité des perturbations et le type de locaux concernés, leurs effets peuvent être divers :

- *Dommages aux constructions*, plus particulièrement pour les ouvrages sensibles de type monuments ou bâtiments historiques.
- *Perturbations du fonctionnement de certains équipements sensibles* : équipements informatiques, appareillage de mesure de précision de type microscopes électroniques...

- *Perturbations des occupants des locaux exposés* qui peuvent être de deux ordres : perception directe des vibrations par les individus (perception tactile) et/ou perception du bruit rayonné par les structures excitées.

S'agissant de ce dernier point (exposition des individus), la perception du bruit rayonné par les structures excitées (effet indirect des vibrations sur l'environnement) constitue souvent le critère prépondérant dans l'exposition des individus aux vibrations à l'intérieur des bâtiments.

L'oreille est en effet comme un capteur plus sensible aux vibrations que le toucher. Ainsi pour des perturbations vibratoires situées dans la gamme de fréquences audibles (au-dessus de 20 Hz), une vibration sera systématiquement entendue (souvent sous la forme d'un grondement sourd provenant de la structure rayonnante vis-à-vis des sources précitées) avant d'être ressentie physiquement (d'un point de vue tactile) par l'individu exposé.

Pour chacun de ces effets, de nombreux auteurs ont tenté de déterminer des seuils limites ou des critères de gêne nécessaires à la caractérisation d'une situation existante ou projetée et à l'évaluation des risques de perturbations potentielles des ouvrages ou des individus (cf. principaux textes de référence au §C).

## C CONTEXTE REGLEMENTAIRE / CRITERES VIBRATOIRES ET ACOUSTIQUES

### C.1 REGLEMENTATION ACOUSTIQUE (CODE DE LA CONSTRUCTION)

#### C.1.1 ARRETES DU 30 JUIN 1999

Arrêtés du 30 juin 1999 relatifs aux caractéristiques acoustiques et aux modalités d'application de la réglementation acoustique dans les bâtiments d'habitation et circulaire d'application du 28 janvier 2000.

Ces textes fixent les seuils réglementaires à respecter en matière de performances acoustiques pour les projets de bâtiments d'habitation et notamment les niveaux de bruit de fond admissibles des équipements techniques suivants :

*Le niveau de pression acoustique normalisé des équipements individuels (chauffage, VMC, plomberie, électricité...) ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :*

- *Cuisine ouverte sur le séjour :  $L_{nAT} \leq 40$  dB(A) ;*
- *Cuisine fermée :  $L_{nAT} \leq 50$  dB(A) ;*
- *Pièce principale fermée :  $L_{nAT} \leq 35$  dB(A).*

*Le niveau de pression acoustique normalisé des équipements techniques collectifs et individuels d'un autre logement (chauffage, ventilation, plomberie, électricité...) ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :*

- *Cuisine :  $L_{nAT} \leq 35$  dB(A) ;*
- *Pièce principale :  $L_{nAT} \leq 30$  dB(A).*

L'article 7 de l'Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitations précise que l'isolement acoustique standardisé pondéré,  $D_{nT,A,tr}$  dans les pièces principales et cuisines contre les bruits de l'espace extérieur doit être au minimum de **30 dB**.

### C.1.2 L'ARRETE DU 30 MAI 1996 MODIEFIE PAR L'ARRETE DU 23 JUILLET 2013

L'arrêté du 30 mai 1996 modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013 concerne les modalités de classement des infrastructures de transport terrestres et l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

Cet arrêté national est complété par l'arrêté préfectoral de classement des infrastructures du département recensant les infrastructures « classées ». Il y est notamment prescrit que [...] *l'isolement acoustique des façades et toitures des bâtiments d'habitations doit être calculé de telle sorte que le niveau de bruit à l'intérieur des pièces principales soit égal ou inférieur à 35 dB(A) en période diurne et 30 dB(A) en période nocturne, ces valeurs étant exprimées en niveau de pression continu équivalent pondéré A de 6h à 22h pour la période diurne et de 22h à 6h pour la période nocturne.*

### C.2 PERCEPTION TACTILE : NORME ISO 2631-2

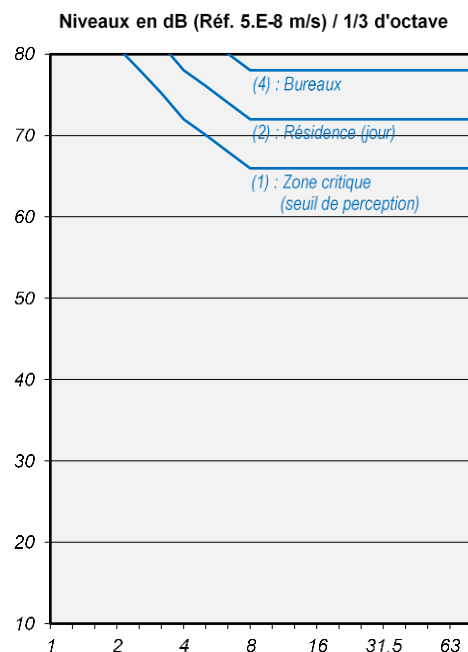
Les critères vibrations de perception tactile utilisés habituellement sont ceux définis dans la norme ISO 2631-2 : « *Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps - Vibrations continues et induites par les chocs dans les bâtiments* ». Son *Annexe A* donne des indications quant aux amplitudes de vibrations dans les bâtiments jugées acceptables vis-à-vis de la réponse humaine (perception tactile).

Les courbes reprises sur les figures dans la suite du rapport sont explicitées ci-dessous :

- la courbe (1) représente le critère jugé acceptable dans les zones critiques de travail (par exemple salles d'opération d'hôpital, laboratoires de précision....) **ou dans les zones de sommeil**. Celui-ci correspond également en moyenne au seuil de perception tactile des individus ;
- la courbe (2) représente le critère jugé acceptable pour les bâtiments d'habitation (résidences) **de jour**, et correspond également au critère habituellement retenu pour les espaces de travail équipés de systèmes informatiques (sources bibliographiques sur ce dernier aspect) ;
- la courbe (4) représente le critère pour les locaux à usage de bureaux.

**Nota :** Ces critères conduisent à des amplitudes de vibrations au-dessous desquelles la probabilité de réaction est faible. Cela n'implique pas a contrario que des plaintes ou des commentaires défavorables n'apparaîtront pas pour des amplitudes plus faibles.

**Remarque :** Notons que la norme allemande DIN 4150 partie 2 : « Erschütterungen im Bauwesen » traite du même sujet et recommande les mêmes critères que l'ISO 2631 partie 2.





### C.3 CONCLUSIONS

Voici quelques conclusions que l'on peut tirer de cette analyse « réglementaire » :

1. Il n'y a pas d'exigence réglementaire **directement** applicable aux niveaux sonores dus au rayonnement vibro-acoustique généré par les lignes de transport ferroviaire.
2. Le code de la construction demande de calculer l'isolement des façades pour obtenir un niveau **moyen** sur la période de 30 dB(A) de nuit et 35 dB(A) de jour dans les pièces principales et cuisines des logements.
3. Le niveau de pression acoustique normalisé des équipements techniques extérieurs au logement ne doit pas dépasser 30 dB(A) dans les pièces principales. Ce niveau peut servir de référence pour le bruit de fond habituel dans ce type de pièces, dans la présente étude.
4. La courbe (1) de la norme ISO 2631-2 constitue le seuil de perception tactile qu'il conviendrait de ne pas dépasser dans les zones de sommeil.

### D RESULTATS DE SIMULATIONS NUMERIQUES (LIGNE 15)

Les principaux résultats de l'étude réalisée par le CSTB sont présentés ici. Le rapport complet est disponible en **Annexe**.

L'étude a été réalisée avec :

- ✓ MEFISSTO logiciel de modélisation numérique 2.5 D, développé par le CSTB : pour étudier la propagation de l'excitation vibratoire depuis le tunnel du métro, jusqu'au bâtiment en passant par les différentes couches de sols

L'ensemble des hypothèses de l'étude sont rappelées dans le rapport disponible en **Annexe**, les hypothèses principales sont les suivantes (confirmées par Mme, H. TESTARD de la société ARTEMIS, COP Secteur Bagneux – Ligne 15 Sud – Tronçon 3) :

- ✓ La vitesse des trains : 55 km/h
- ✓ Pas d'équipements spécifiques à la voie ferrée pouvant générer du bruit/vibration supplémentaire (Pas d'appareils de voie/aiguillages de part et d'autre de la gare)
- ✓ Type de voie : Voie avec roulement fer
- ✓ Type de pose : Voie ferrée sur traverses béton équipées de semelles résilientes avec des performances de niveau N2.

Les différents types de fondations sur pieux ont été pris en compte pour les différents bâtiments.

**Pour l'ensemble des étages des bâtiments, le niveau de bruit rayonné calculé à l'intérieur des logements est inférieur à 30 dB(A) au passage d'un train, valeur qui constitue l'objectif à ne pas dépasser.**

Les simulations vibratoires ont montré l'intérêt de séparer les structures des bâtiments au moyen des joints de dilatation structurel (y compris la fondation). Le gain de cette coupure est significatif, environ 10 à 15 dB sur les niveaux de vitesse verticales engendrés par les vibrations.

## E RESULTATS DE MESURES DANS LA GARE TERMINUS ACTUEL (LIGNE 4)

Des mesures de niveau vibratoire ont été réalisées dans la gare terminus actuelle de la ligne 4, le 24 octobre 2019. Les résultats sont présentés dans le rapport « 03 DE 01 - BA 11747- Gare terminus ligne 4 - Diagnostic vibro-acoustique », daté le 29 novembre 2019.

Les niveaux mesurés, proche de la source, sont faibles et ne sont pas susceptibles de générer un niveau de bruit réémis à l'intérieur des logements, supérieur à 30 dB(A) au passage d'un métro, valeur qui constitue l'objectif à ne pas dépasser.

Au vu de ces niveaux vibratoires mesurés, il n'a pas été considéré comme nécessaire de modéliser la ligne 4 du métro dans la présente étude vibro-acoustique.

## F CONCLUSION

L'étude menée par le CSTB nous amène aux conclusions suivantes :

Les niveaux sonores calculés dans les logements du projet sont faibles (inférieurs à 30 dB(A)) lorsque l'on simule le rayonnement vibro-acoustique d'un passage de métro de la ligne 15, avec voie ferrée sur traverses béton équipées de semelles résilientes avec des performances de niveau N2.

Les niveaux mesurés sont faibles et ne sont pas susceptibles d'introduire un niveau de bruit rayonné à l'intérieur des logements, supérieur à 30 dB(A) au passage d'un train, valeur qui constitue l'objectif à ne pas dépasser.

Pour des locaux très sensibles situés au sous-sol, rez-de-chaussée et premier étage. Des traitements à envisager par les preneurs pourraient être nécessaires en fonction de la sensibilité des locaux (par exemple boîte dans la boîte pour des locaux de musique).

Les simulations vibratoires ont montré l'intérêt de séparer les structures des bâtiments au moyen des joints de dilatation structurel (y compris la fondation). Le gain de cette coupure est significatif, environ 10 à 15 dB sur les niveaux de vitesse verticales engendrés par les vibrations.

**A la vue de ces éléments, nous pouvons conclure avec un indice de confiance élevé qu'une coupure vibratoire n'est pas nécessaire sur la structure du projet.**

## **G ANNEXE : ETUDE DU CSTB**



**ÉVALUATION DU NIVEAU VIBRATOIRE  
ET DU NIVEAU DE BRUIT SOLIDIEN  
VIS-A-VIS D'UNE VOIE FERROVIAIRE DANS UN ENSEMBLE  
DE BATIMENTS A VENIR SITUE A BAGNEUX  
EFFET DES MICROPIEUX**

**Rapport final**

**Version 3**

**Demandeur de l'étude**

Benoît Schlecht  
Directeur Pôle Bâtiment  
Impédance Ingénierie  
Agence de Paris  
33 rue Godot de Mauroy  
75009 PARIS

N/Réf. SC-ACS-2020-082

Auteur(s)	Approbation	Vérificatrice
Philippe JEAN Catherine GUIGOU-CARTER	-	Mathilde ERNEST

***Toute reproduction partielle susceptible de dénaturer le contenu du présent document, qu'il s'agisse d'une omission, d'une modification ou d'une adaptation engage la responsabilité du client vis-à-vis du CSTB ainsi que des tiers concernés.***



**ÉVALUATION DU NIVEAU VIBRATOIRE  
ET DU NIVEAU DE BRUIT SOLIDIEN  
VIS-À-VIS D'UNE VOIE FERROVIAIRE DANS UN ENSEMBLE  
DE BÂTIMENTS À VENIR SITUÉ À BAGNEUX  
EFFET DES MICROPIEUX**

**Rapport final**

**Version 3**

Philippe JEAN

Catherine GUIGOU-CARTER

N/Réf. DSC-ACS-2020-082

**Centre Scientifique et Technique du Bâtiment**

24 Rue Joseph Fourier 38400 SAINT-MARTIN-D'HERES

Tél. : +33 (0)4 76 76 25 25 – [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

---

## SOMMAIRE

---

<b>1 - INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
1.1 - LOGICIEL MEFISSTO .....	4
1.2 - LOGICIEL VIBRA-FER .....	5
1.3 - NIVEAUX CIBLES DANS LES BATIMENTS.....	5
<b>2 - MODELISATION .....</b>	<b>6</b>
2.1 - EXCITATION .....	7
2.2 - COUPE LONGITUDINALE DU TUNNEL .....	7
2.3 - COMPOSITION DU SOL .....	9
2.4 - COMPOSITION DU BATIMENT .....	9
<b>3 - RESULTATS .....</b>	<b>13</b>
3.1 - NIVEAUX DE VITESSE .....	13
3.2 - NIVEAUX DE PRESSION ACOUSTIQUE : APPROCHE MODALE .....	22
<b>4 - CONCLUSIONS .....</b>	<b>26</b>
<b>5 - ANNEXE 1- VISUALISATION DES NIVEAUX DE VITESSE VERTICALE .....</b>	<b>27</b>
<b>6 - ANNEXE A2- DEUX MODELISATIONS DES PIEUX .....</b>	<b>30</b>

---

## 1 - INTRODUCTION

---

Cette étude concerne l'effet d'une ligne ferroviaire en termes de niveau vibratoire et de bruit solidien, sur un projet de construction d'un ensemble de bâtiments jusqu'à R+18 situé à Bagneux. La future ligne ferroviaire L15 de la SGP passe sous l'un des bâtiments de l'opération et en proximité des autres.

De plus dans la même zone, une nouvelle gare du prolongement de la ligne 4 de la RATP est aussi prévue ; on notera que la ligne 4 du métro est une voie sur pneu et la problématique de vibration vis-à-vis de cette ligne n'est pas considérée dans cette étude. En effet, il est généralement supposé que ce type de ligne ne génère pas de problématique de bruit solidien.

L'évaluation des niveaux vibratoires et du bruit solidien dans ces nouveaux bâtiments comportant 2 niveaux de parking souterrain est donc primordiale pour savoir si un système de découplage vibratoire doit être mis en œuvre dans les futurs bâtiments.

Les éléments fournis par Impédance Ingénierie ont dans un premier temps été analysés. Ces éléments ont concerné les plans du bâtiment avec l'implantation du tunnel du métro, et le rapport géotechnique. Sur la base du rapport géotechnique, une composition simplifiée du sol avec les paramètres physiques associés a été déduite, ainsi que la profondeur des fondations.

Les coupes des bâtiments prises en compte pour la modélisation avec le logiciel MEFISSTO ainsi que les niveaux de gêne pour les occupants (vibratoire et bruit solidien) ont été définis d'un commun accord entre le CSTB et Impédance Ingénierie.

Cette étude fait suite à une première étude dans laquelle la présence de pieux sous les bâtiments avait été négligés. Le logiciel MEFISSTO repose sur une approximation 2D des géométries, impropre a priori à la modélisation de pieux. Toutefois, sur la base de précédentes recherches, on remplace les pieux par des murs. Le critère d'équivalence est le taux de remplissage structure/sol d'une coupe horizontale entre le cas avec pieux et le cas avec murs.

Ce rapport est donc une version amendée du précédent rapport.

### 1.1 - Logiciel MEFISSTO

Pour prendre en compte la transmission vibratoire du tunnel vers le sol et le bâtiment, la modélisation est basée sur le logiciel MEFISSTO du CSTB (<http://www.cstb.fr/dae/fr/nos-produits/outils-de-calcul/mefisstto.html>),

MEFISSTO est un logiciel de calcul de la propagation des vibrations dans les sols et les structures. Il est basé sur les techniques des éléments finis (FEM) pour modéliser les domaines bornés (fondations de bâtiments, structures...), et d'éléments finis de frontière (BEM) pour la propagation dans le sol. Il permet par exemple de dimensionner des systèmes de réductions des vibrations transmises aux bâtiments ou de prévoir les vibrations en surface dues au passage d'un train dans un tunnel.

Dans le cadre de cette étude, ce logiciel a été utilisé pour évaluer la propagation vibratoire entre le radier du tunnel et le bâtiment. Les niveaux de vitesse vibratoire des planchers ainsi que les niveaux de bruit solidien aux différents étages du bâtiment ont ainsi pu être évalués.

### 1.2 - Logiciel Vibra-Fer

Le logiciel VIBRA-FER correspond à un modèle d'ingénierie permettant d'accéder à l'effet sur le niveau vibratoire du radier béton du tunnel de différents types de pose de voie, ainsi qu'au niveau d'excitation sur le radier béton en fonction de la rugosité des rails<sup>1</sup>.

Dans le cadre de cette étude, cet outil de calcul a permis de définir les forces injectées dans le radier béton du tunnel par la circulation des trains considérés, sur la base des mobilités du radier béton du tunnel évaluées par le logiciel MEFISSTO.

### 1.3 - Niveaux cibles dans les bâtiments

En termes de niveau vibratoire et de bruit solidien à l'intérieur des bâtiments de logement, les cibles suivantes peuvent être appliquées :

- Cible vibratoire :  $L_{vS_{max}}=66$  dBv (référence à 50 nm/s) sur la bande de fréquence 8-80 Hz, au centre du plancher
- Cible acoustique :  $L_{pAS_{max,nT}}=30$  dB(A) (référence à 20  $\mu$ Pa) sur la bande de fréquence 16-160 Hz, (niveau moyen dans le local)

D'après les résultats du projet européen CARGOVIBES<sup>2</sup>, ce niveau d'exposition vibratoire de 0.1 mm/s (66 dBv) correspond à 5% de personnes qui se disent fortement gênées et 10% en plus se déclarant moyennement gênées.

La Réglementation Acoustique 2000 qui s'applique pour tous les logements construits après janvier 2000 fixe un niveau sonore acceptable dans les logements à 30 dB(A) dans les pièces principales. Il semble donc cohérent que ce seuil soit respecté pour les bruits solidiens. Il peut être noté qu'avec la limite de 30 dB(A) :

- de l'ordre de 15% des habitants de bâtiments réglementaires sur le plan acoustique, en France, se disent moyennement gênés.
- le bruit solidien (concentré en basses fréquences) peut émerger du bruit de fond à quelques fréquences, et donc être perçu.

Dans le cas présent, les niveaux globaux ont été évalués sur la bande de fréquence 8 à 250 Hz.

---

<sup>1</sup> M. Villot, E. Augis, C. Guigou-Carter, P. Jean, P. Ropars, S. Bailhache and C. Gallais, Vibration emission from railway lines in tunnel – Characterization and prediction, International Journal of Rail Transportation, (2016) ; <https://doi.org/10.1080/23248378.2016.1220267>

<sup>2</sup> CARGOVIBES, Deliverable D1.5 « Guidance document for the evaluation of railway vibration » (2014)



---

## 2 - MODELISATION

---

Pour rappel, le modèle 2.5D utilisé dans le logiciel MEFISSTO considère des géométries extrudées selon une direction et donc une description du bâtiment dans le plan perpendiculaire. La notion de 2.5D est plus riche qu'un simple 2D puisqu'elle considère une propagation en 3D (dans une géométrie de longueur infinie selon une direction  $z$ ) avec le caractère fini de la source vibratoire. Une approche originale permet de considérer des volumes finis en 3D (locaux de réception) pour la partie acoustique. Cette méthode exclut donc les constructions de type poteau-poutre avec remplissage léger. De plus les bâtiments considérés sont supposés parallèles aux voies.



Figure 2.1 : Projet de bâtiments – Vues d'artiste.

## 2.1 - Excitation

En l'absence de données spécifiques fournies par Impédance Ingénierie, des données issues d'un travail du CSTB et de SYSTRA<sup>1</sup> ont été prises en compte pour évaluer la force injectée dans le radier béton du tunnel.

Les paramètres suivants ont été utilisés

- La vitesse des trains : 55 km/h
- Pas d'équipements spécifiques à la voie ferrée pouvant générer du bruit/vibrations supplémentaires (Pas d'appareils de voie/aiguillages de part et d'autre de la gare)
- Type de voie : Voie avec roulement fer
- Type de pose : Voie ferrée sur traverses béton équipées de semelles résilientes avec des performances de niveau N2.

La Figure 2.1 montre le spectre de densité linéique d'effort appliqué au radier béton du tunnel sans et avec semelles résilientes.

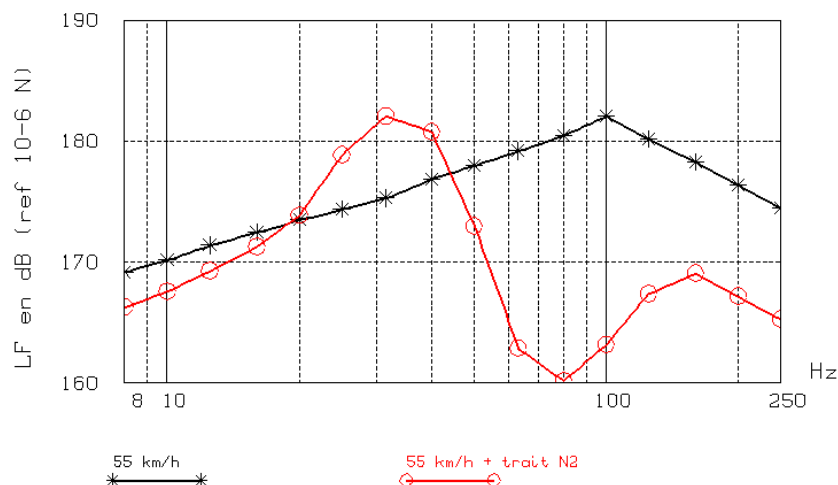


Figure 2.2 : Spectre de densité linéique d'effort (dB réf.  $1 \mu\text{N}/\text{m}^{1/2}$ ).

## 2.2 - Coupe longitudinale du tunnel

Le centre tunnel est placé à la position NGF 47.5 et le haut de la plateforme est en NGF 44.75.

On notera que 2 systèmes de coordonnées verticales sont employés : NGF et la position rapportée à la surface libre (soit  $y = \text{NGF } 83.1$ )

Le tunnel a un rayon extérieur de 4.65 m et une épaisseur de 40 cm. La plateforme de circulation comprend un remplissage béton d'une hauteur de 1.5 m. Des caractéristiques différentes pour le béton du tunnel et de la plateforme ont été utilisées ; elles sont données au Tableau 2.1.

La Figure 2.3 montre la coupe utilisée pour le positionnement du tunnel.

Tableau 2.1 : Propriétés du béton pour le tunnel et la plateforme.

	Densité (kg/m <sup>3</sup> )	Module d'Young (GPa)	Coefficient Poisson (-)	Perte (%)
Tunnel	2500	25	0.15	1%
Plateforme	2500	50	0.15	1%

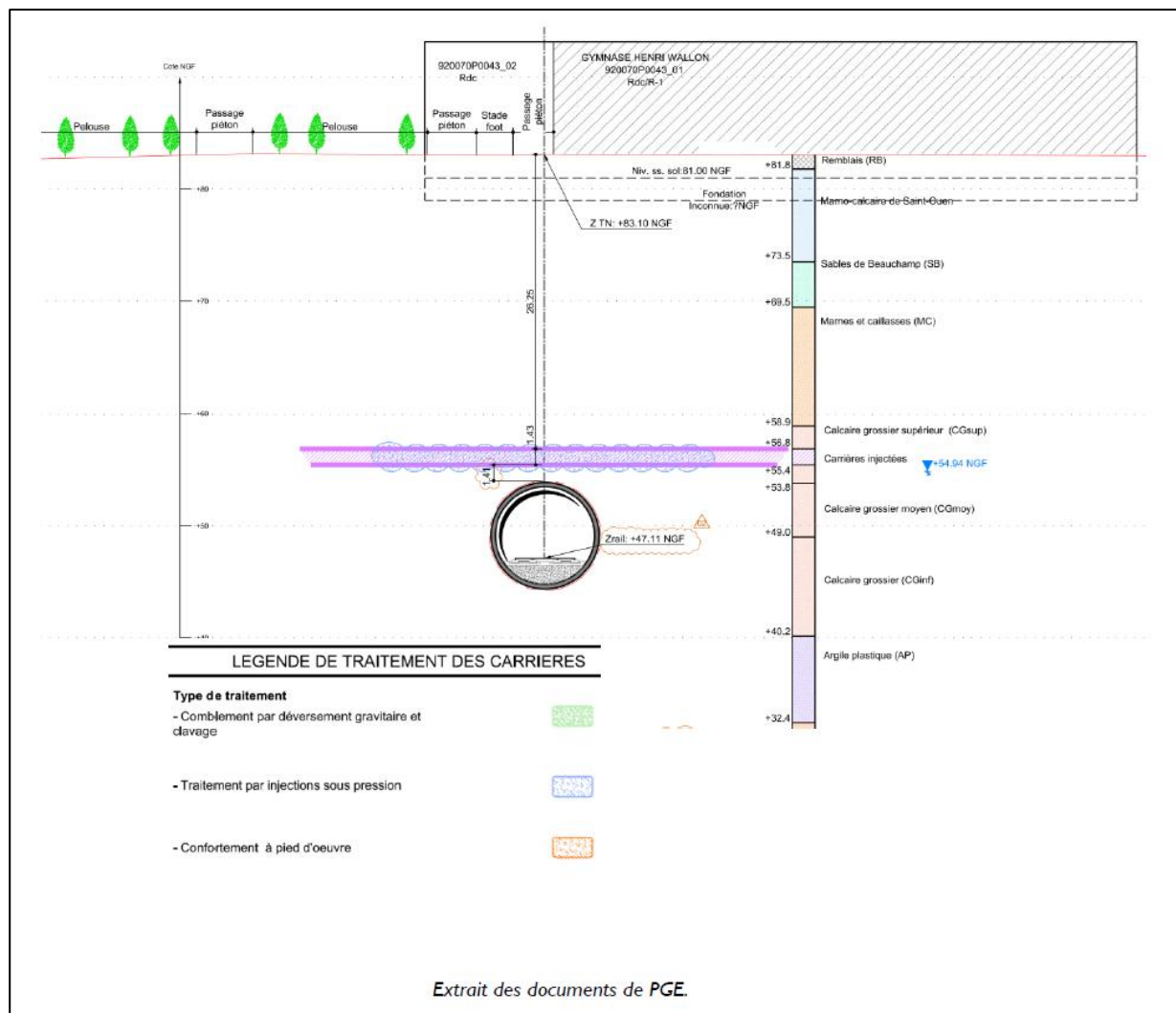


Figure 2.3 : Coupe utilisée pour le positionnement du tunnel.

### 2.3 - Composition du sol

Sur la base du rapport géotechnique<sup>3</sup> et de la coupe de la Figure 2.3, une composition de sol a été proposée et est donnée au Tableau 2.2.

Tableau 2.2 : Propriétés du sol.

	Profondeur y (m)	NGF	Densité (kg/m <sup>3</sup> )	Module d'Young (MPa)	Coefficient Poisson (-)	Perte (%)
Remblais	0/-1.2	83.1/-81.8	1800	1000	0.30	5%
Calcaire St Ouen	-1.2/-9.5	81.8/73.5	1900	6500	0.35	5%
Sable de Beauchamp	-9.5/-13.5	73.5/69.5	2000	1250	0.30	5%
Marne et Caillasses	-13.5/-24.1	69.5/58.9	2000	4900	0.35	5%
Calcaire grossier	-24.1/-26.2	58.9/56.8	2200	7500	0.35	5%
Béton remplissage	-26.2/-27.6	56.8/55.4	2500	25000	0.15	1%
Calcaire grossier	-27.6/-∞	55.4/-∞	2200	7500	0.35	5%

### 2.4 - Composition des bâtiments

Les deux niveaux en sous-sol ont une hauteur de 2.5 m, et des épaisseurs de parois et de dalles de 23 cm (suite à échange téléphonique avec Impédance Ingénierie). Les poteaux ne pouvant être modélisés en 2D, un prolongement des parois externes des bâtiment a été supposé en sous-sol (afin de maintenir un transfert solidien réaliste).

Quatre bâtiments ont été simulés (Figures 2.4a et 2.4b). Ils comportent 2 niveaux inférieurs de 3.8 m (RdC et R+1) de hauteur et des niveaux supérieurs de 2.6 m de hauteur. Les dalles et parois ont une épaisseur de 20 cm. La vue d'artiste indique 2+16, 2+5 et 2+16 étages pour les 3 bâtiments (Gauche, Centre et Droite). Le tunnel passe sous le bâtiment de Droite comme montré à la Figure 2.4.

Ces bâtiments sont dénommés : Gauche, Centre, Droite et Arrière ; ce dernier ne figurant pas dans la précédente étude.

Les Figures 2.5 (a,b,c,d) montrent une vue 2D de la chaque bâtiment avec en rouge un repérage des dalles et volumes particularisés pour les représentations des spectres de vitesse de dalle

<sup>3</sup> Rapport Fondasol IP.16.0136 – Pièce n° 001 du 05/07/2017 à 16h13

et de niveaux de pression acoustique. Les bandes roses et bleues désignent les colonnes gauches et droites. La Figure 2.5e superpose ces 4 géométries.



Figure 2.4a : Vue réelle et 4 zones modélisées. Axe rouge : ligne ferroviaire L15.

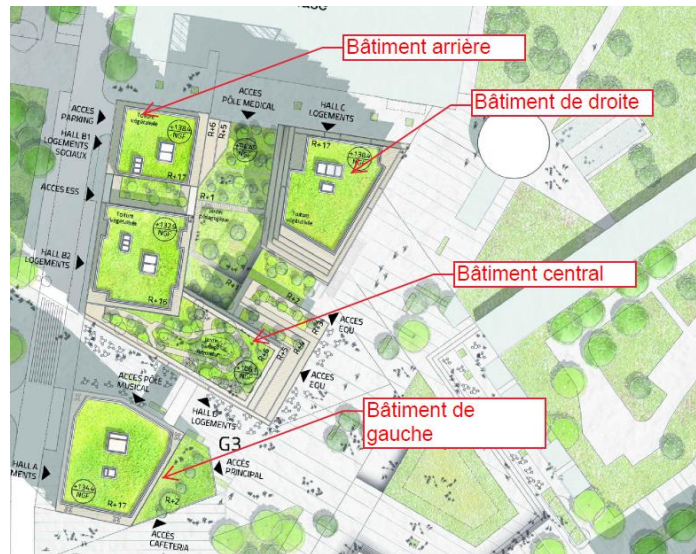


Figure 2.4b : Vue d'ensemble

Contrairement à la précédente étude, les 4 bâtiments ont dû être modélisés séparément, d'une part pour des raisons de temps de calcul, et d'autre part le bâtiment arrière fait partie d'un autre plan de coupe perpendiculaire à la voie (modèle 2D).

La présence de pieux de tailles variables a été moyennée par des pieux de 85 cm de diamètre (1 pieu tous les 18 m<sup>2</sup>) ce qui crée un taux d'occupation de 3.15%.

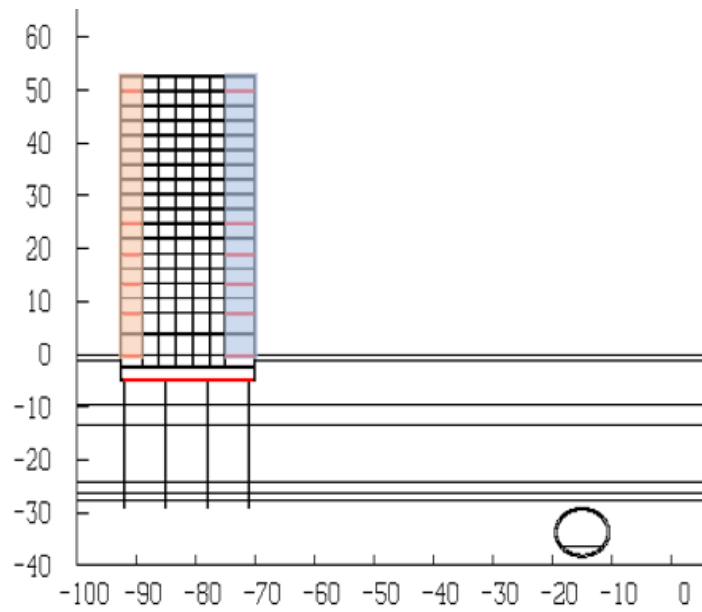


Figure 2.5a – Bâtiment de gauche : 4 murs de 18 cm pour 22,8 m (taux : 3.16%)  
Profondeur de pieux 29 m

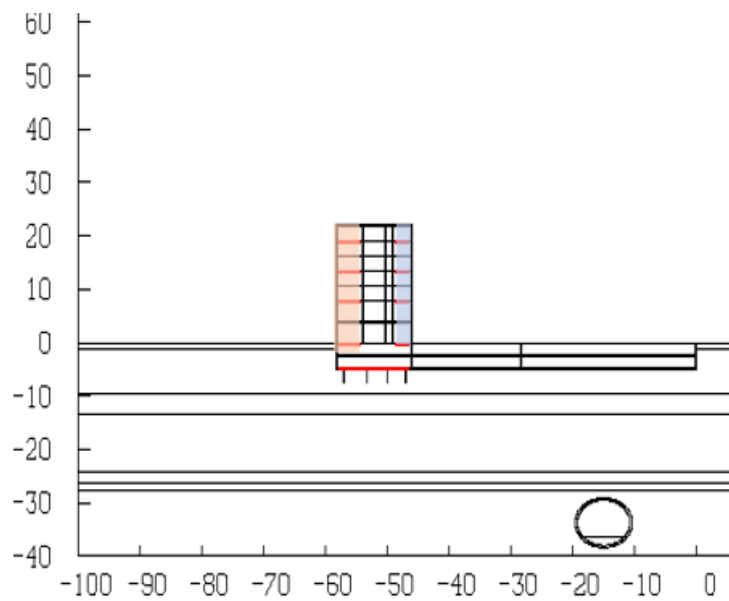


Figure 2.5b – Bâtiment central : 4 murs de 10 cm pour 12,4 m (taux : 3.22%)  
Profondeur de pieux 7,5 m

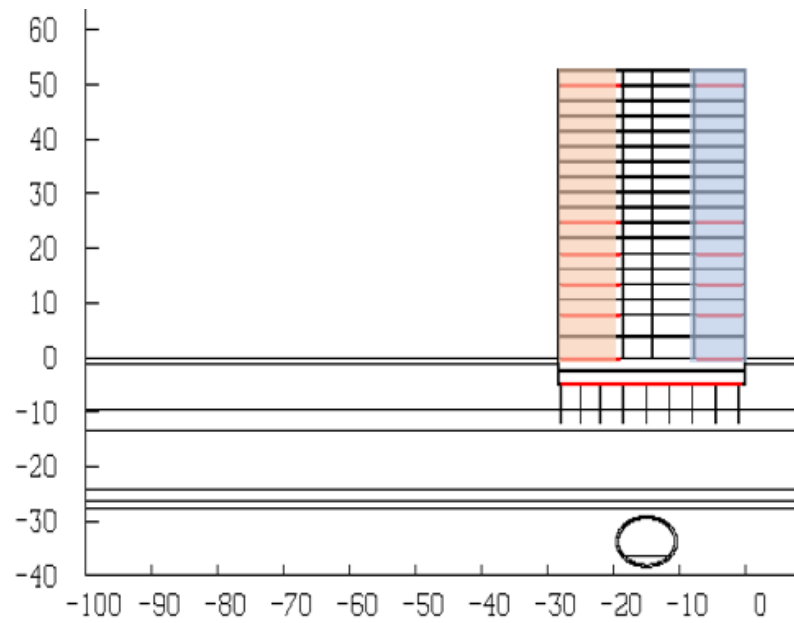


Figure 2.5c – Bâtiment de Droite : 9 murs de 10 cm pour 28,4 m (taux : 3.17 %)  
Profondeur des pieux 9,5 m

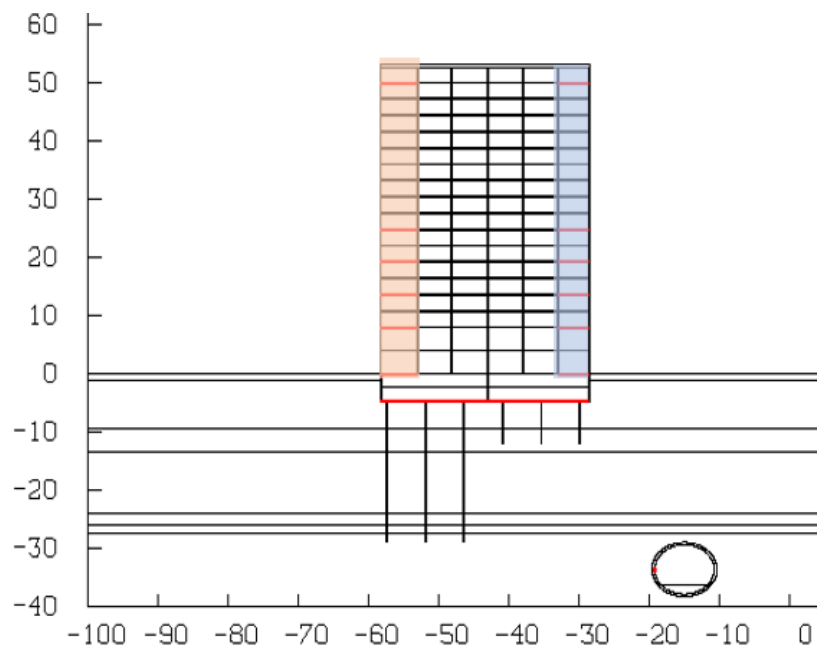


Figure 2.5d – Bâtiment Arrière : 6 murs de 16cm pour 30 m (taux : 3.20%)  
Profondeur de pieux 29 m et 7.5 m

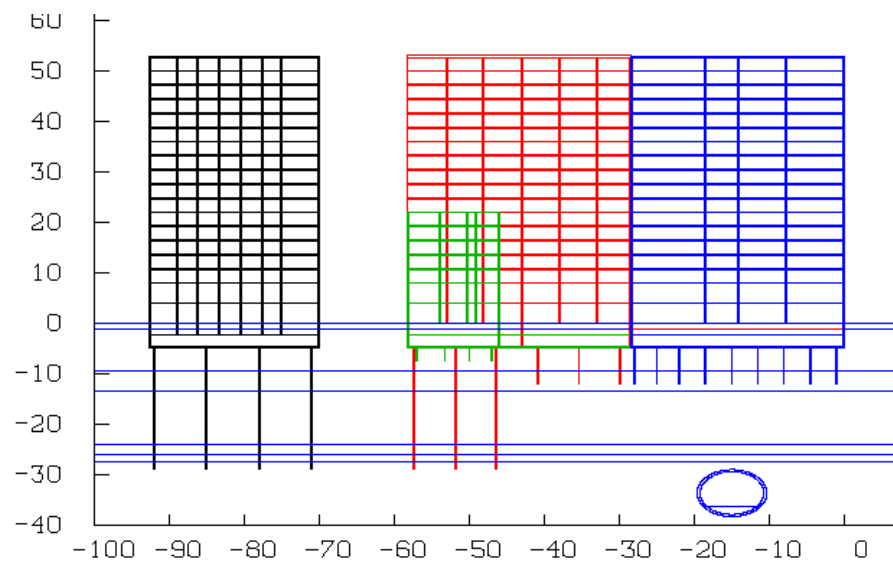


Figure 2.5e – Vue combinée des 4 bâtiments

### 3 - RESULTATS

Les résultats détaillés sont donnés pour un train circulant à 55 km/h. avec traitement des voies (N2). L'effet du traitement de la voie est illustré sur un bâtiment.

#### 3.1 - Niveaux de vitesse

Dans la précédente étude, sans pieux, il avait été possible de calculer globalement les 3 bâtiments Gauche, Centre et Droite, reliés par un parking souterrain commun. L'ajout des pieux nous a obligé à séparer ces bâtiments en 3.

Dans premier temps nous cherchons à répondre à deux questions :

Q1 : quelle est l'influence de cette séparation

Q2 : quelle est l'importance de l'ajout des pieux.

Les Figures 3.1 à 3.3 comparent donc les vitesses au centre de quelques dalles pour ces 3 calculs :

- i) 3 bâtiments simultanés sans pieux,
- ii) 3 bâtiments séparés sans pieux,
- iii) 3 bâtiments séparés avec pieux). La Figure 3.4, pour le bâtiment Arrière compare les calculs ii et iii.



Les Figures 3.1b à 3.4b donnent les écarts LV(avec pieux)-LV(sans pieux) (échelle amplifiée pour le bâtiment central).

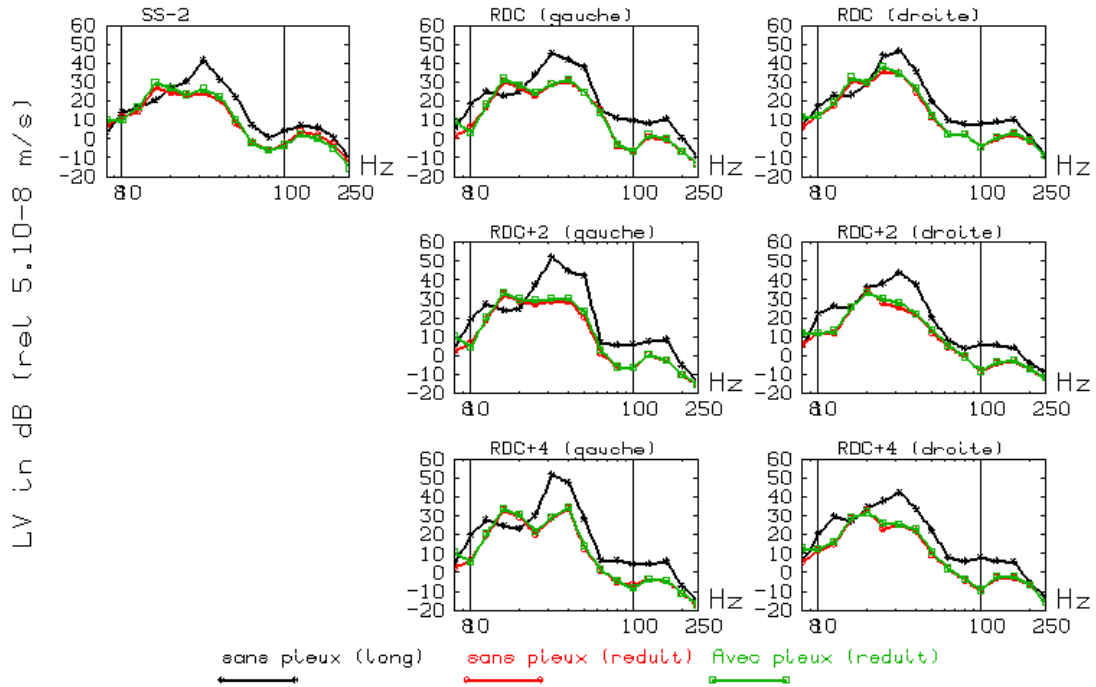


Figure 3.1 – Bâtiment Gauche – effet de la séparation des bâtiments et de l'ajout des pieux. Traitement N2 des voies.

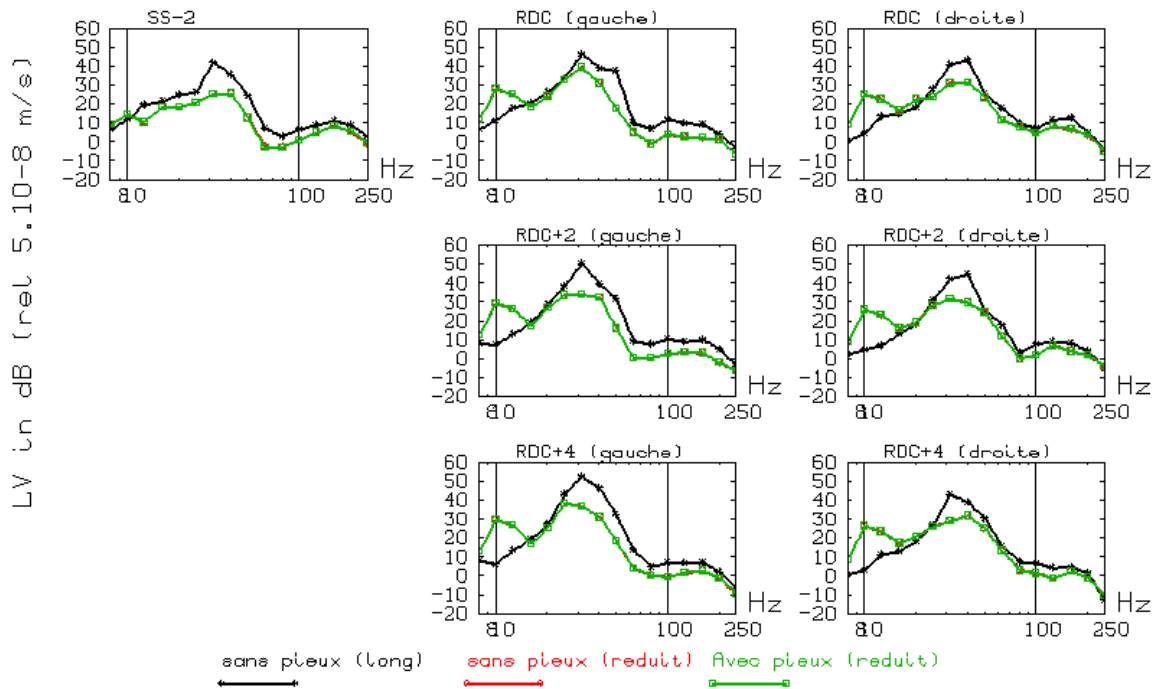


Figure 3.2 – Bâtiment Central – effet de la séparation des bâtiments et de l'ajout des pieux. Traitement N2 des voies.

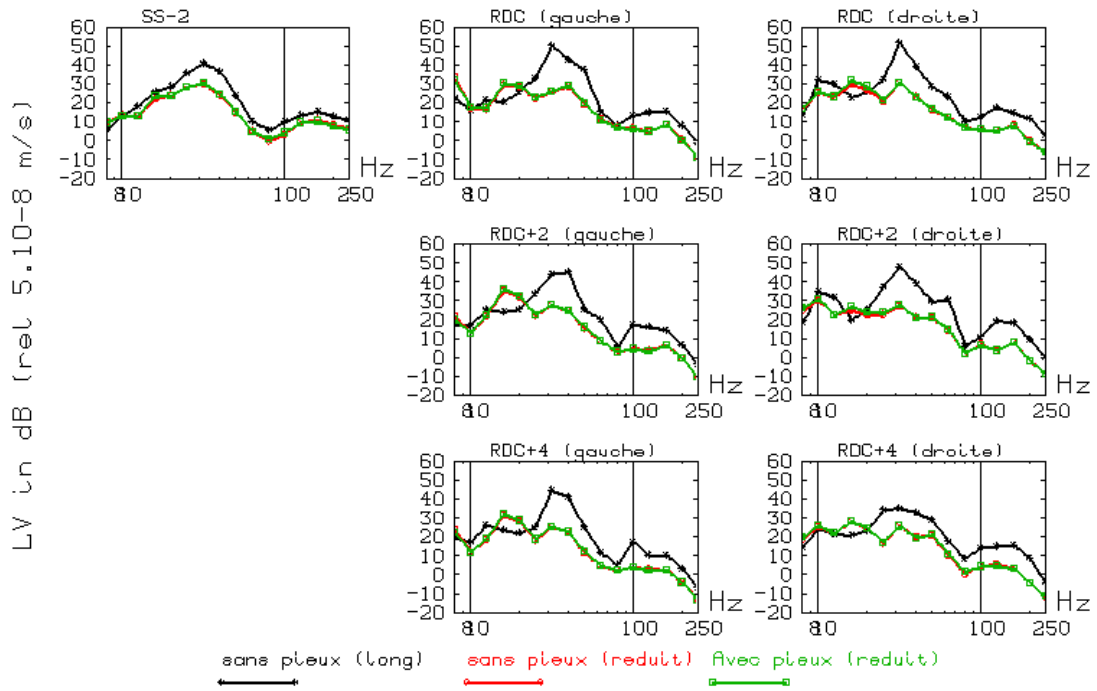


Figure 3.3 – Bâtiment de Droite – effet de la séparation des bâtiments et de l'ajout des pieux. Traitement N2 des voies.

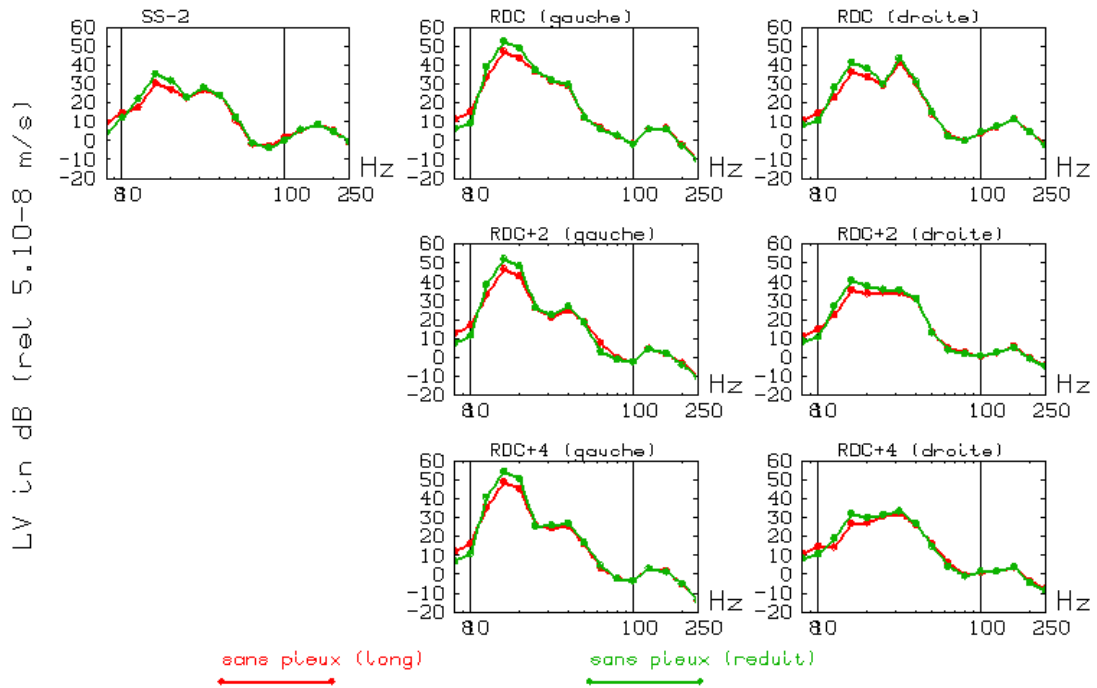


Figure 3.4 – Bâtiment Arrière – effet l'ajout des pieux. Traitement N2 des voies.

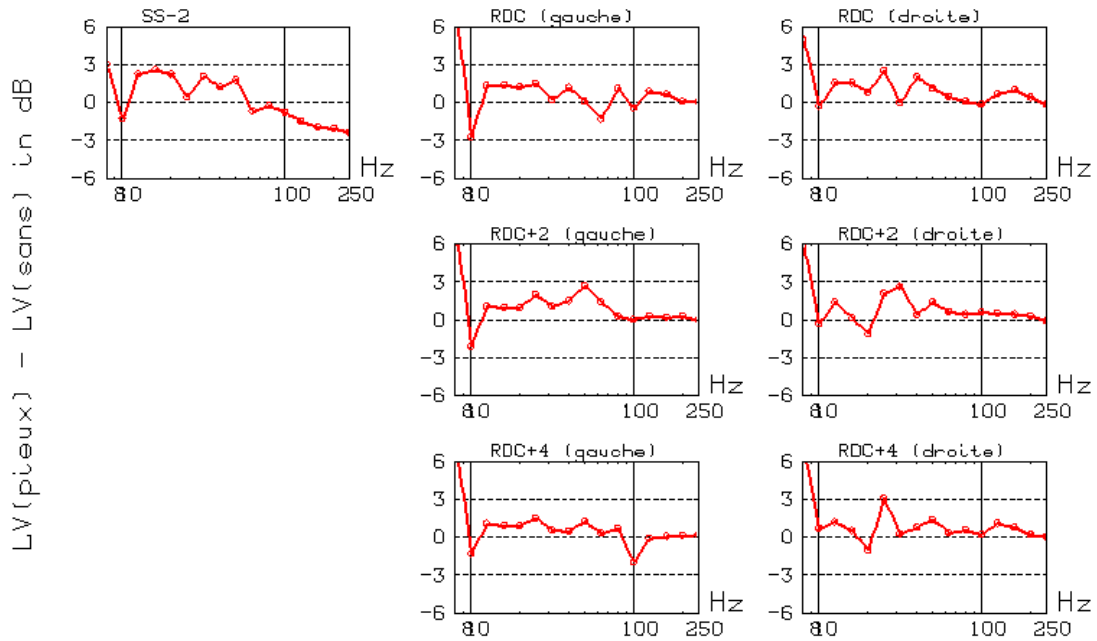


Figure 3.1b Bâtiment Gauche - : LV(avec) – LV(sans pieux)

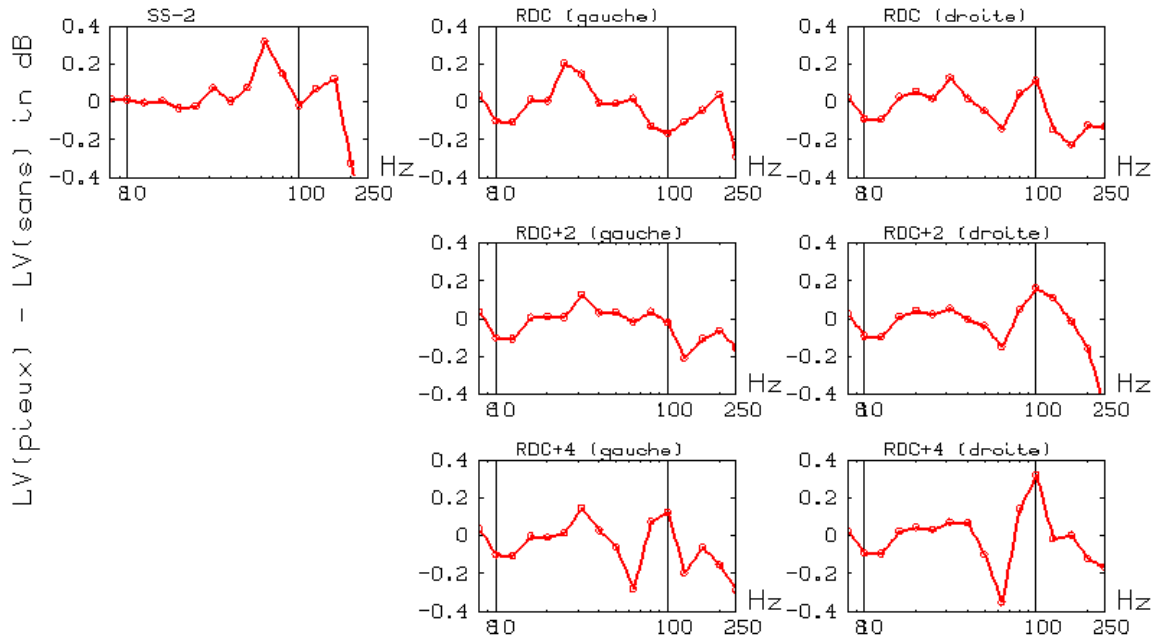


Figure 3.2b Bâtiment du Centre - : LV(avec) – LV(sans pieux)

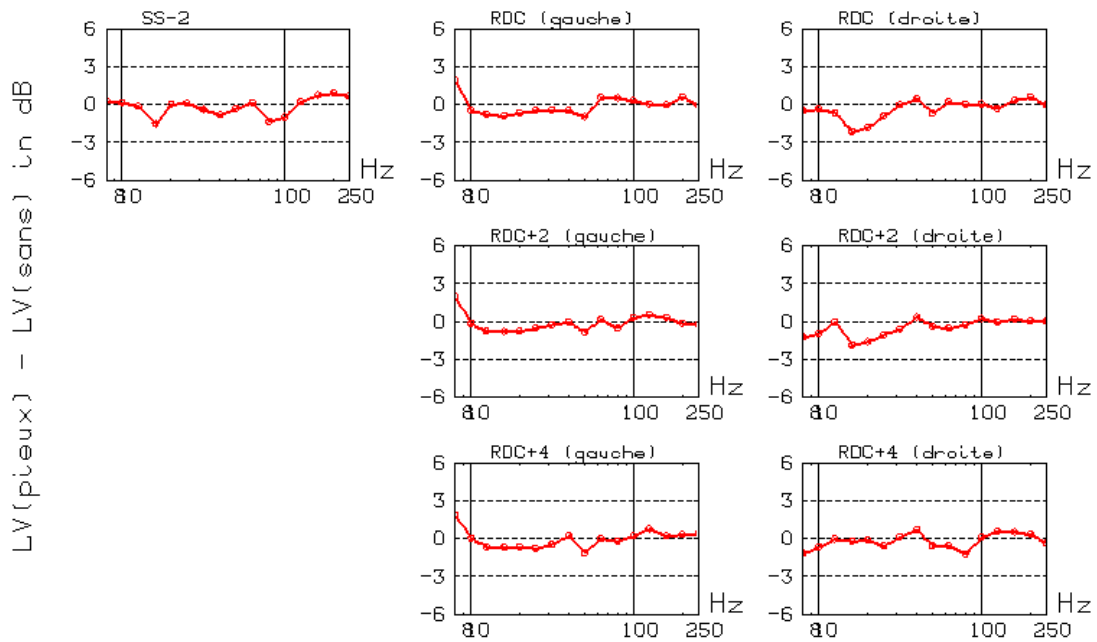


Figure 3.3b Bâtiment Droite - : LV(avec) – LV(sans pieux)

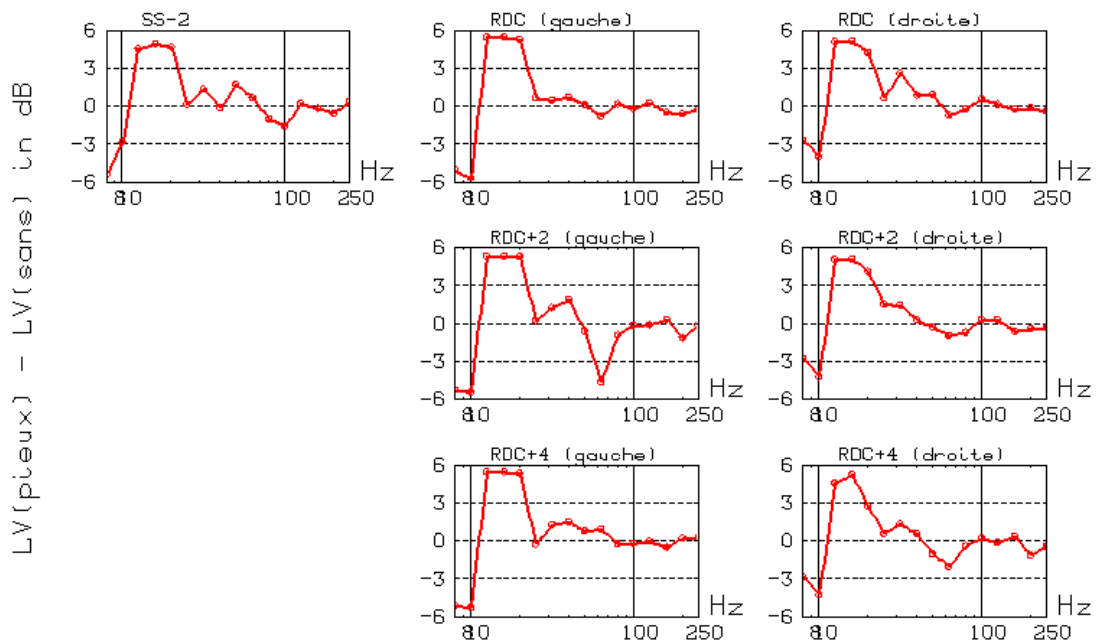


Figure 3.4b Bâtiment Arrière - : LV(avec) – LV(sans pieux)

**On constate que la présence des pieux a un faible effet.**

L'effet des pieux est apparent aux basses fréquences surtout pour le bâtiment arrière et peut atteindre un accroissement de vitesse de 5 dB vers 20 Hz (Figure 3.4b).

**On remarque aussi que la séparation de la géométrie en 3 cas distincts (gauche, central, droite) conduit à des niveaux de vitesse plus faibles (de l'ordre de -10 à -15 dB).**

La conclusion combinée de ces deux remarques est que les résultats du précédent rapport sont les plus proches de la réalité et que les pieux peuvent être négligés.

On pourra aussi remarquer qu'une façon de réduire les niveaux (vitesse et pression) serait d'ajouter des joints entre bâtiments ce qui reviendrait à partiellement les isoler.

Les Figures 3.5 à 3.8 donnent les spectres de vitesse des planchers des différents bâtiments (Gauche, Centre, Droit, Arrière) aux différents étages pour un train circulant à 55 km/h avec traitement des voies (Pdrt signifie Pied Droit du tunnel).

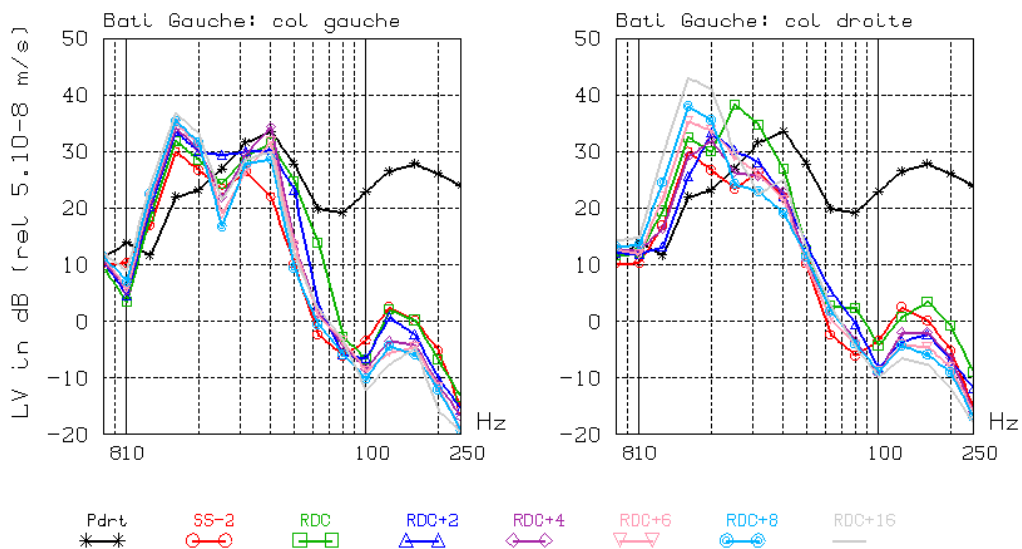


Figure 3.5 : Niveaux de vitesse verticale au centre des planchers (dB réf. 50 nm/s) – **Bâtiment de gauche** (graphe à gauche : colonne de gauche, et à droite : colonne de droite du bâtiment). Train à 55 km/h avec traitement des voies.

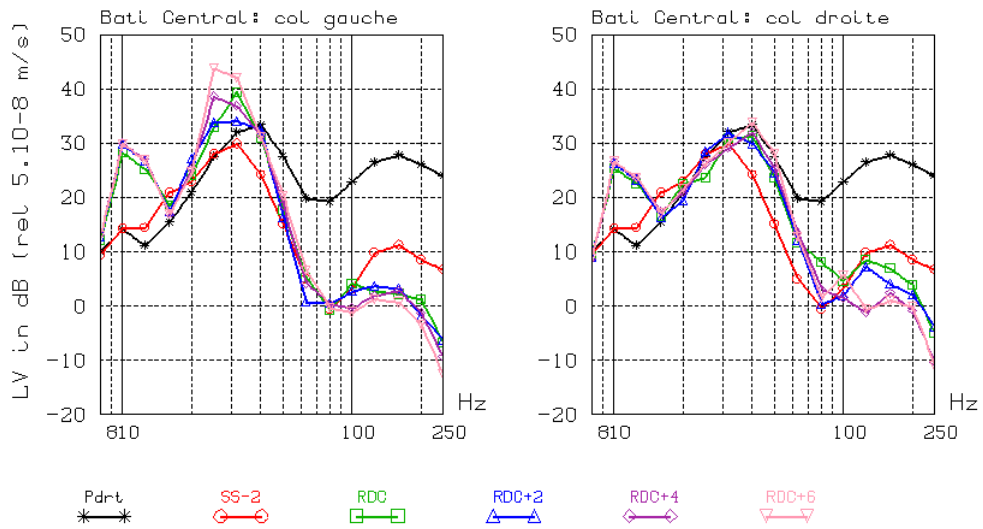


Figure 3.6 : Niveaux de vitesse verticale au centre des planchers (dB réf. 50 nm/s) – **Bâtiment central** (graphe à gauche : colonne de gauche, et à droite : colonne de droite du bâtiment). Train à 55 km/h avec traitement des voies.

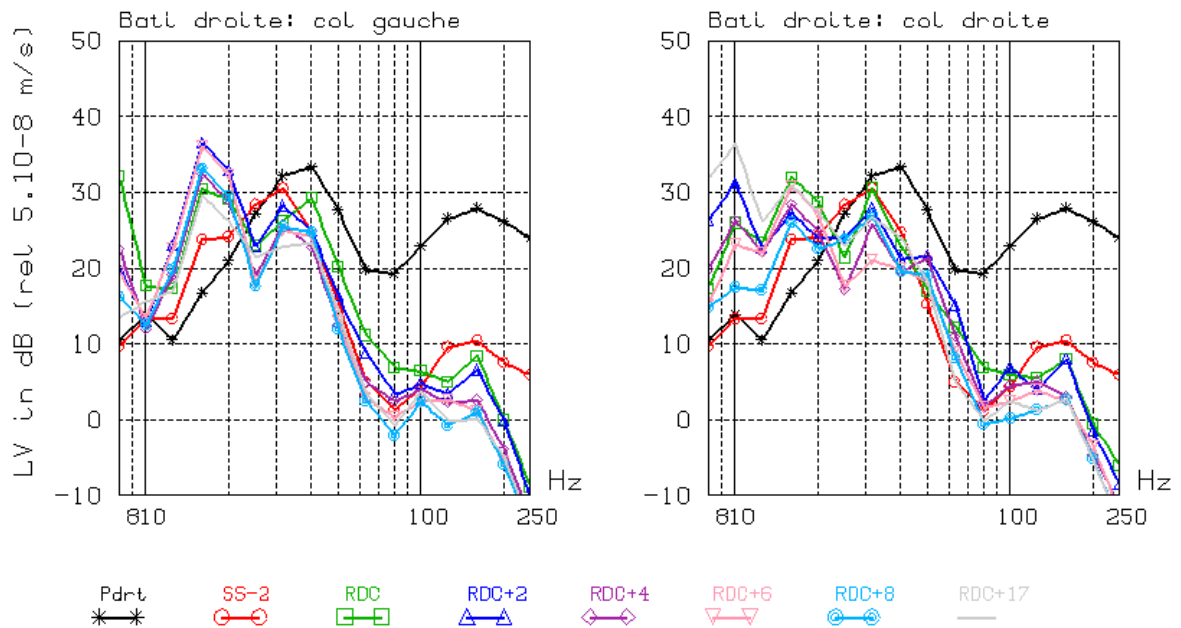


Figure 3.7 : Niveaux de vitesse verticale au centre des planchers (dB réf. 50 nm/s) – **Bâtiment de droite** (graphe à gauche : colonne de gauche, et à droite : colonne de droite du bâtiment). Train à 55 km/h avec traitement des voies.

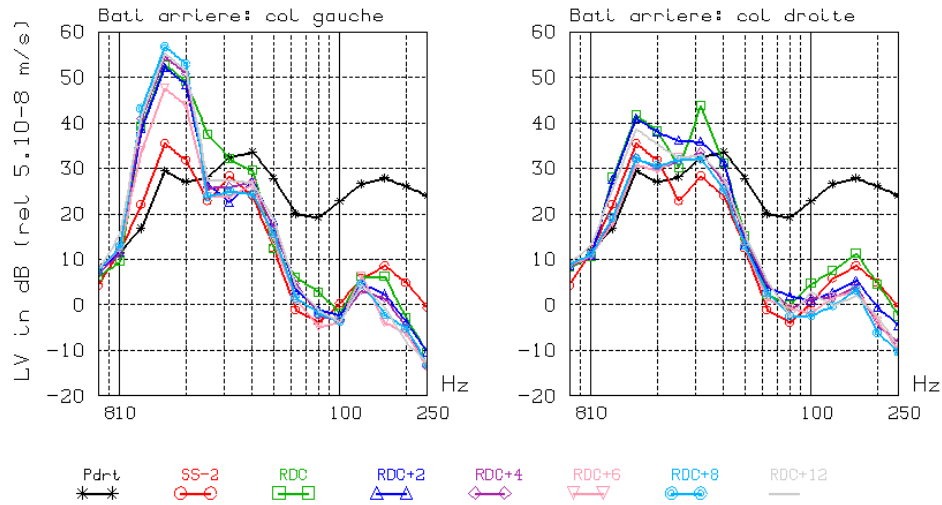


Figure 3.8 : Niveaux de vitesse verticale au centre des planchers (dB réf. 50 nm/s) – **Bâtiment arrière** (graphe à gauche : colonne de gauche, et à droite : colonne de droite du bâtiment).  
Train à 55 km/h avec traitement des voies.

*On observe sur la partie gauche du bâtiment Arrière de forts niveaux vibratoires autour de 16 Hz.*

L'effet d'un traitement des voies est illustré à la Figure 3.9 dans le cas du bâtiment central (vitesse de circulation de 55 km/h). Le traitement anti-vibratile permet de réduire les niveaux de vitesse verticale dans le bâtiment à partir du tiers d'octave 50 Hz ; cependant on note une augmentation importante du niveau vibratoire au tiers d'octave 31.5 Hz.

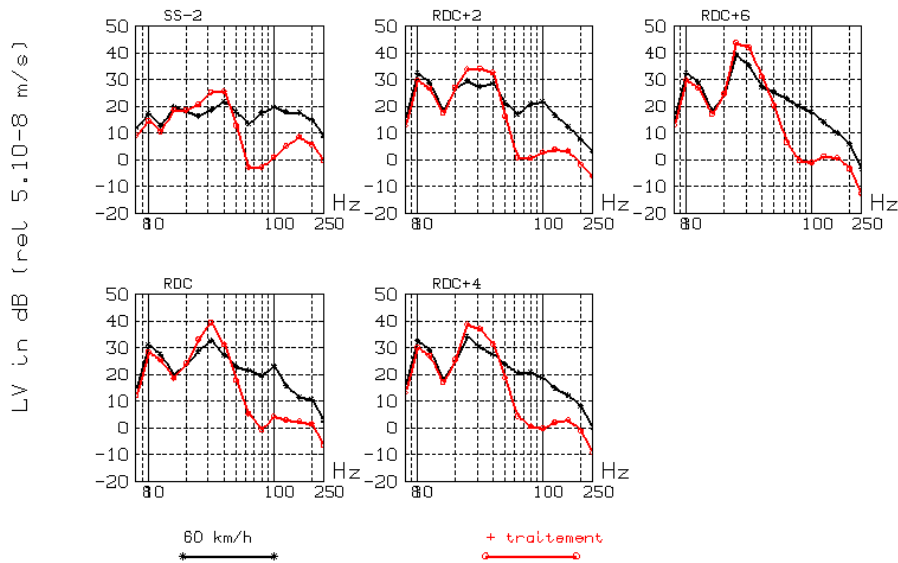


Figure 3.9 : Effet du traitement de la voie sur les niveaux de vitesse verticale au centre des planchers (dB réf. 50 nm/s) – Bâtiment central (avec pieux)

Ainsi le niveau global de vitesse verticale est augmenté par le traitement au niveau de la voie, comme montré en Figure 3.10. Cependant ce niveau vibratoire reste limité et en dessous de la cible de 66 dB.

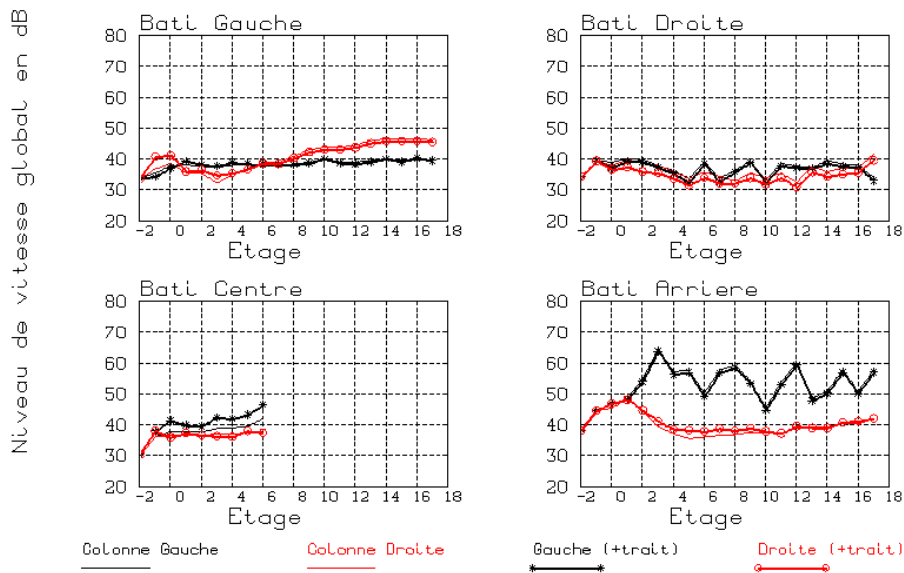


Figure 3.10 : Effet du traitement de la voie sur les niveaux globaux de vitesse au centre des planchers (dB réf. 50 nm/s) – Vitesse de circulation 55 km/h.



### 3.2 - Niveaux de pression acoustique : approche modale

Cette approche originale couple la représentation 2.5D pour la propagation solidienne et la modélisation 3D des volumes par approche modale (approche publiée sous le nom de formulation 2.75D<sup>4</sup>). Elle est plus précise que l'approche SEA mais plus coûteuse en temps de calcul. Contrairement à l'approche énergétique, le rayonnement acoustique est effectué en gardant la phase et donc les relations entre parois rayonnantes d'un même volume.

Les niveaux de pression acoustique sont donnés dans les Figures 3.11 à 3.14 pour les 4 bâtiments.

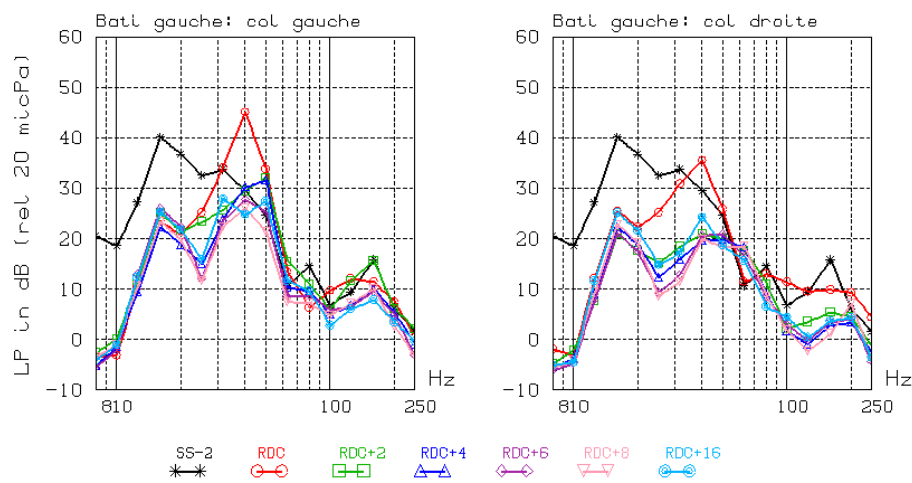


Figure 3.11 : Spectres de pression acoustique par approche modale – Bâtiment de Gauche – Circulation 55 km/h, avec traitement de la voie.

<sup>4</sup> P. Jean, A 2.75D model for the prediction of noise inside buildings due to train traffic, Acta Acustica united with Acustica, Volume 104, Number 6, November/December 2018, pp. 1009-1018.

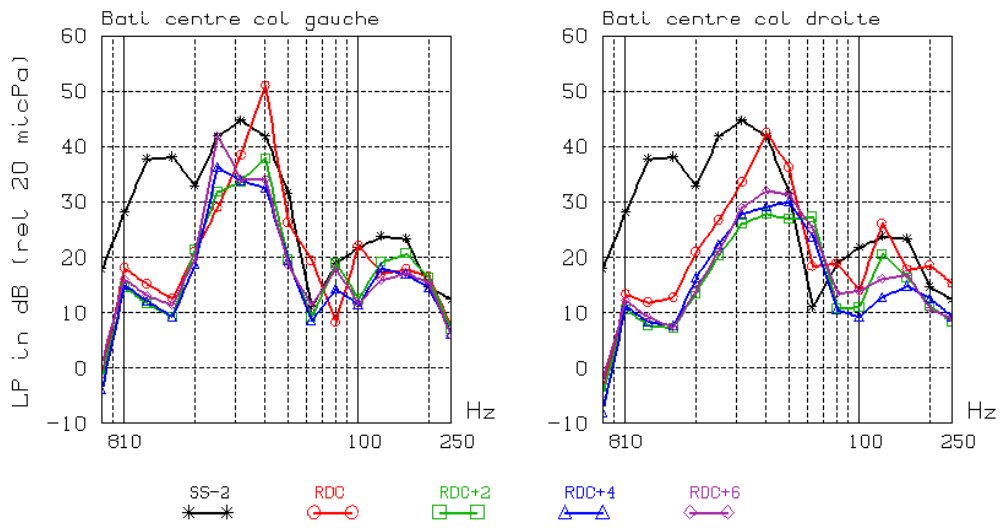


Figure 3.12 : Spectres de pression acoustique par approche modale – Bâtiment central – Circulation 55 km/h, avec traitement de la voie.

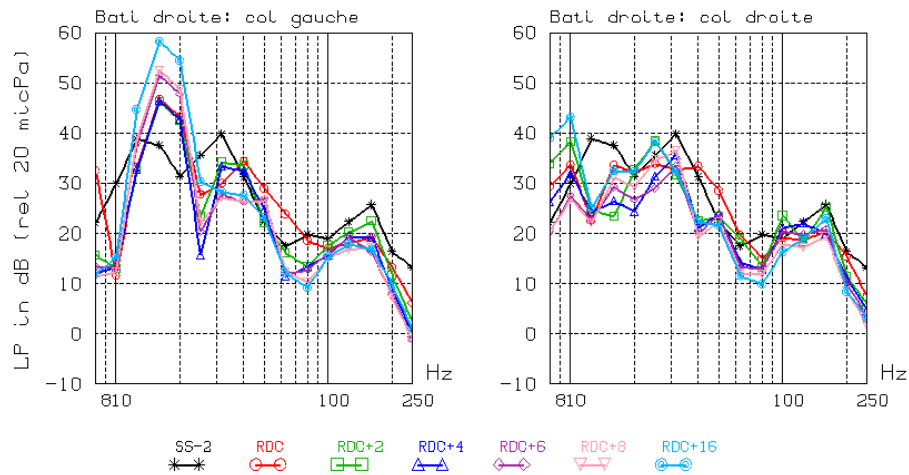


Figure 3.13 : Spectres de pression acoustique par approche modale – Bâtiment de Droite – Circulation 55 km/h, avec traitement de la voie.

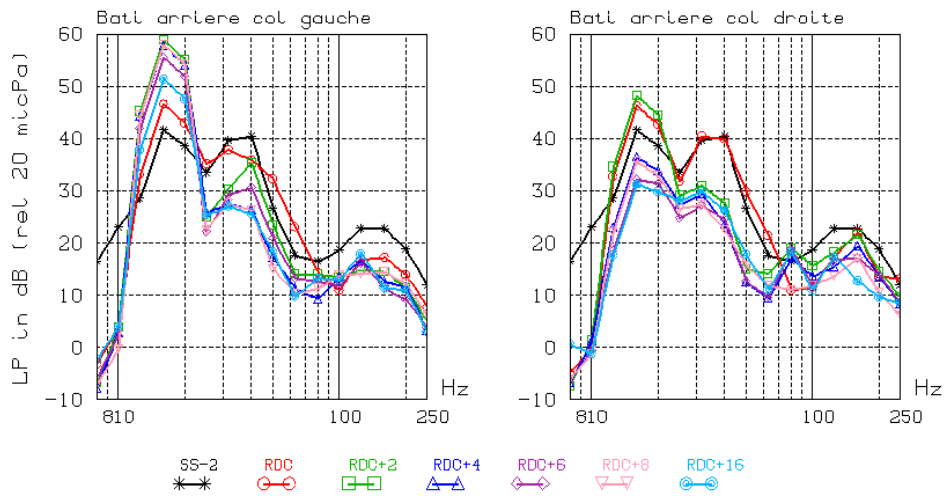


Figure 3.14 : Spectres de pression acoustique par approche modale – Bâtiment Arrière  
Circulation 55 km/h, avec traitement de la voie.

La Figure 3.15 donne les niveaux acoustiques globaux en dB(A) (intégration de 8 Hz à 250 Hz) en fonction des étages pour les deux colonnes (gauche et droite) dans chaque bâtiment.

Les niveaux acoustiques sont inférieurs à la valeur cible de 30 dB(A).

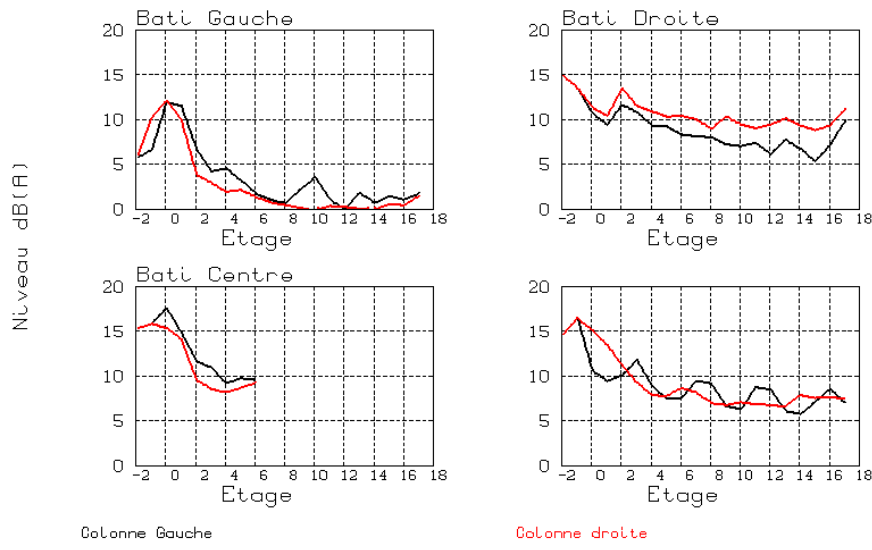


Figure 3.15 : Niveaux globaux acoustique en dB(A) –  
Circulation 55 km/h, avec traitement de la voie.

La Figure 3.16 donne une représentation globale plus parlante des niveaux dB(A), avec traitement des voies.

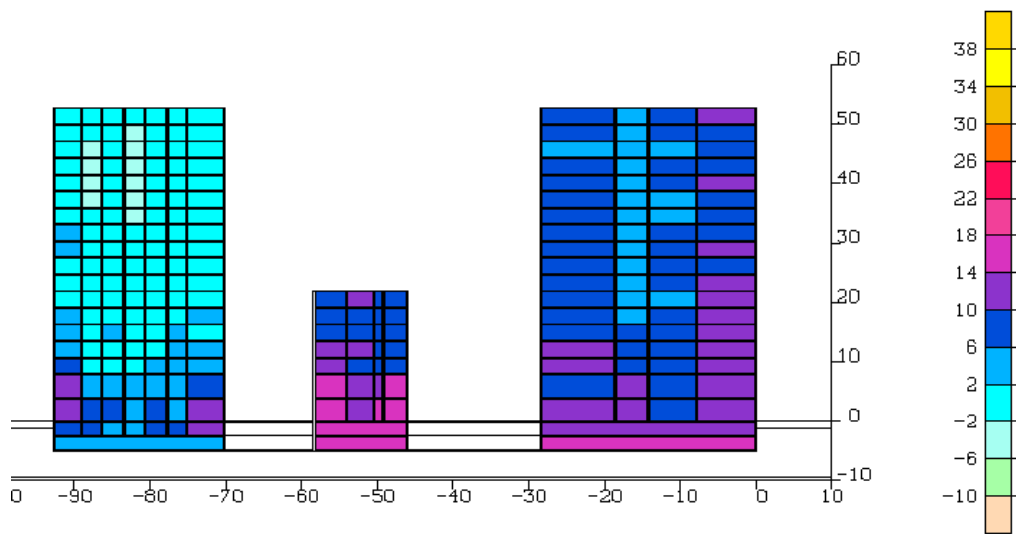


Figure 3.16 : Niveaux acoustiques dB(A) par volume avec traitement des voies.  
Bâtiments Gauche, Centre et Droite

---

## 4 - CONCLUSIONS

---

L'effet de la circulation de train sur la future ligne L15 a été étudié sur un projet d'ensemble de bâtiments. Cette étude fait suite à une précédente étude en introduisant des murs minces dans le sol, équivalents à la densité de pieux 3D non représentables directement en 2.5D.

L'ajout des pieux a un effet faible et limité aux basses fréquences (surtout le bâtiment arrière).

Le calcul a dû être mené en séparant les 3 bâtiments avant (Gauche, Centre et Droite) ce qui se traduit par une baisse des niveaux vibratoires. Mener un calcul simultané avec les 3 bâtiments avant (alors reliés par un parking commun) et avec les pieux est trop lourd.

En résumé, les résultats (pour les 3 bâtiments avant) du précédent rapport restent valables et doivent être ceux à prendre en compte.

Les résultats ici obtenus avec bâtiments séparés pourraient être approchés en désolidarisant les différents bâtiments au niveau des parkings.

Les résultats avec bâtiments séparés indiquent que le niveau cible de 30 dB(A) n'est pas dépassé.

## 5 - ANNEXE 1- VISUALISATION DES NIVEAUX DE VITESSE VERTICALE

Un calcul a été effectué à 100 Hz en 2D (ligne de forces infinie incohérente) afin d'avoir une appréciation de la propagation vibratoire sur l'ensemble du problème. Les Figures A1.1 à A1.4 représentent les niveaux de vitesse verticale des 4 bâtiments (non référencés : seule la dynamique a donc un intérêt).

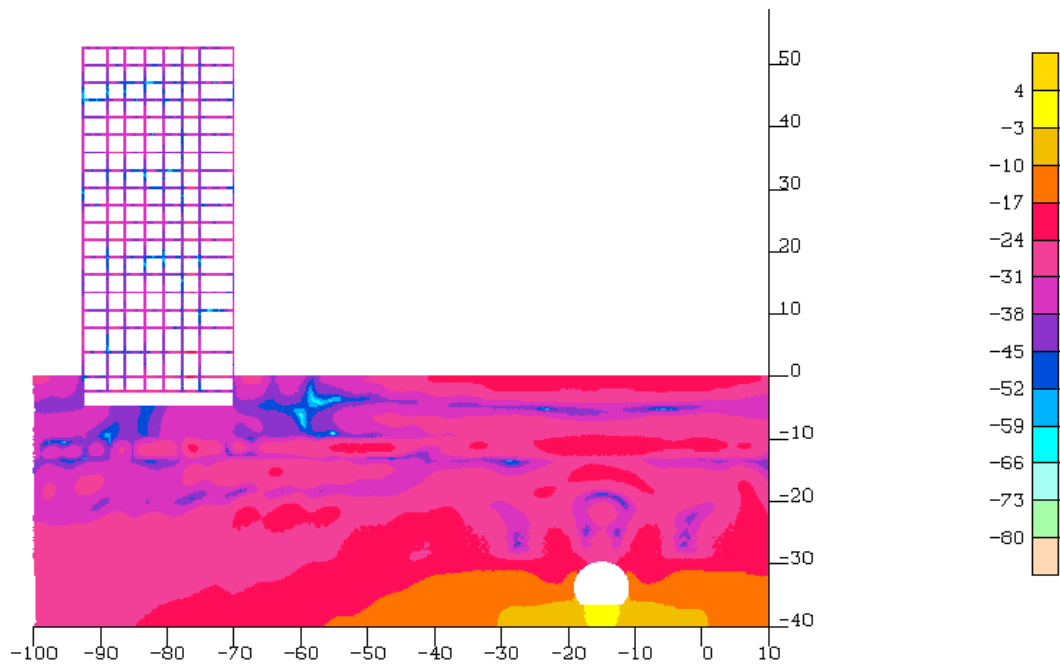


Figure A1.1 : Vue d'un calcul 2D (ligne de sources cohérentes) à 100 Hz – Niveau de vitesse non référencé. Bâtiment Gauche

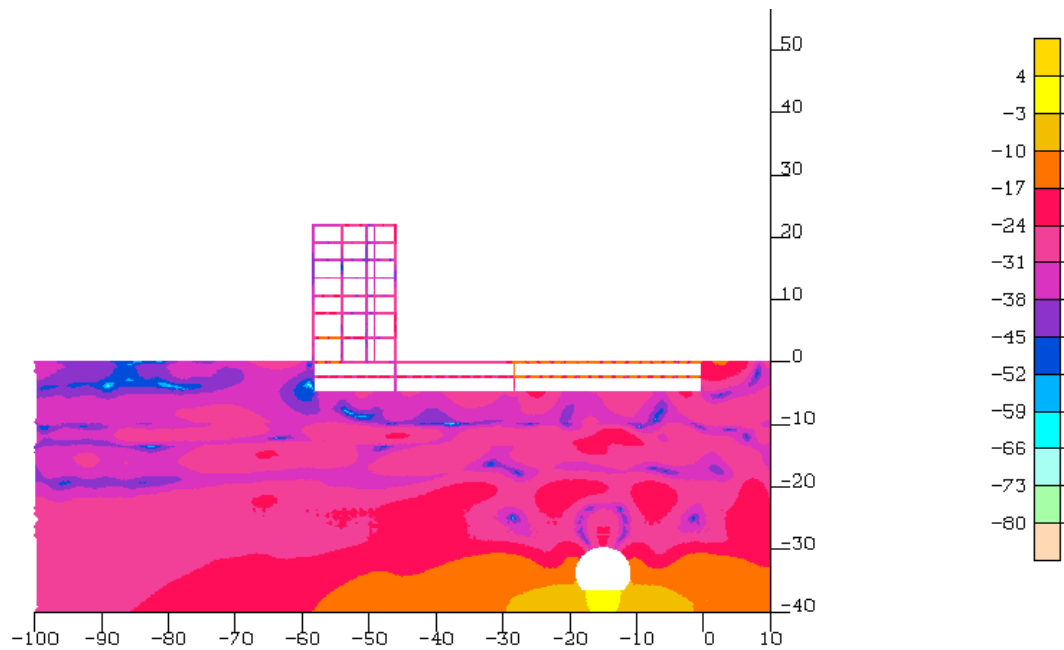


Figure A1.2 : Vue d'un calcul 2D (ligne de sources cohérentes) à 100 Hz – Niveau de vitesse non référencé. Bâtiment Central

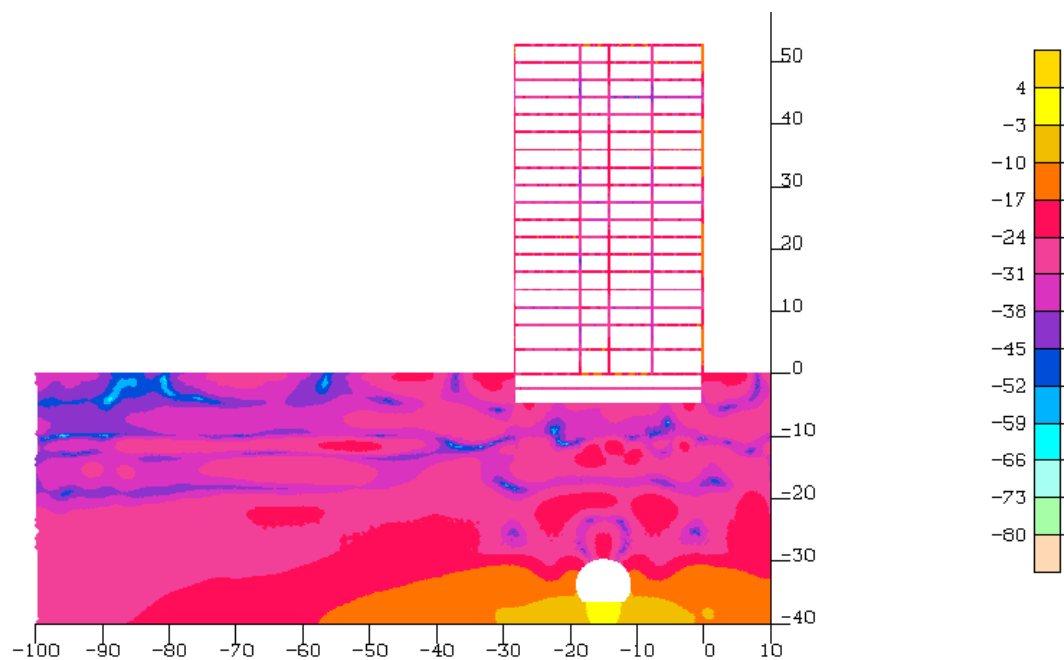


Figure A1.3 : Vue d'un calcul 2D (ligne de sources cohérentes) à 100 Hz – Niveau de vitesse non référencé. Bâtiment Droite

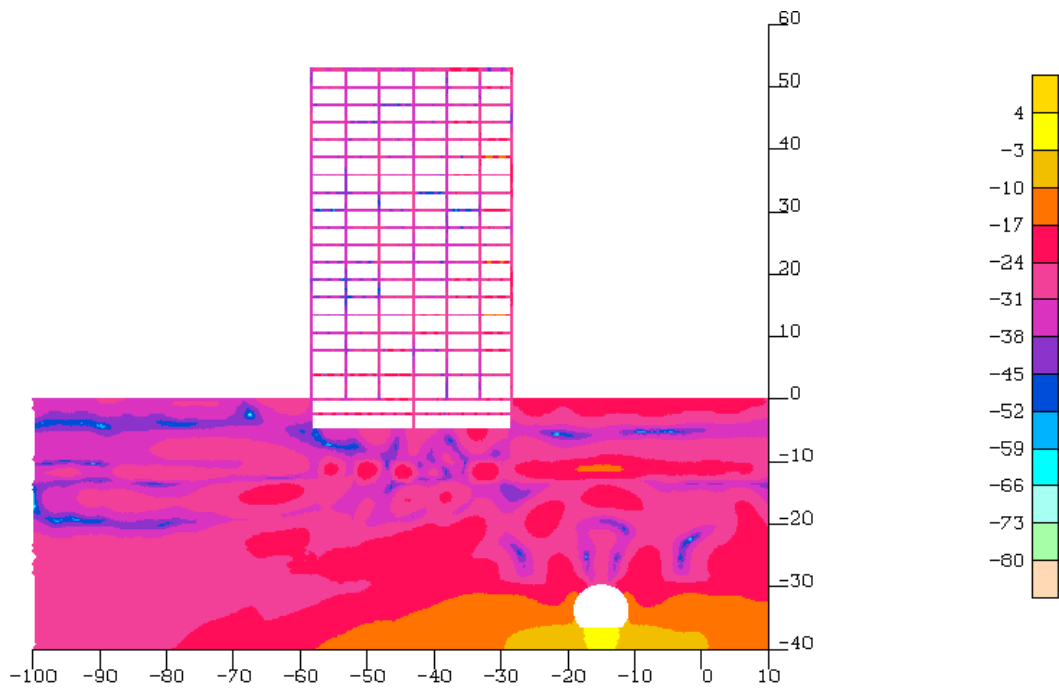


Figure A1.4 : Vue d'un calcul 2D (ligne de sources cohérentes) à 100 Hz – Niveau de vitesse non référencé. Bâtiment Arrière



## 6 - ANNEXE A2- DEUX MODELISATIONS DES PIEUX

La façon standard de modéliser les pieux est illustrée (bâtiment Arrière) par la Figure A2.1.

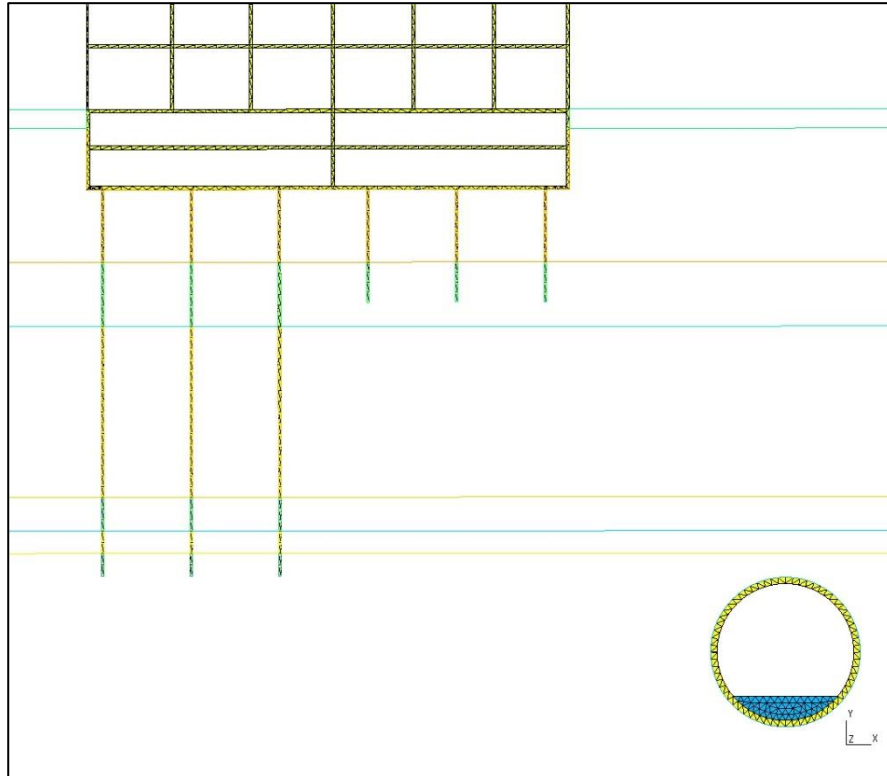


Figure A2.1 – Maillage FEM/BEM de tous les contours de pieux.

Dans ce cas seules les structures sont maillées par FEM.

Au vu des temps de calcul importants dus à la présence de longs contours (interface FEM/BEM) des pieux, une alternative a été testée, consistant à mailler en FEM une partie du sol englobant les pieux (Figure A2.2).

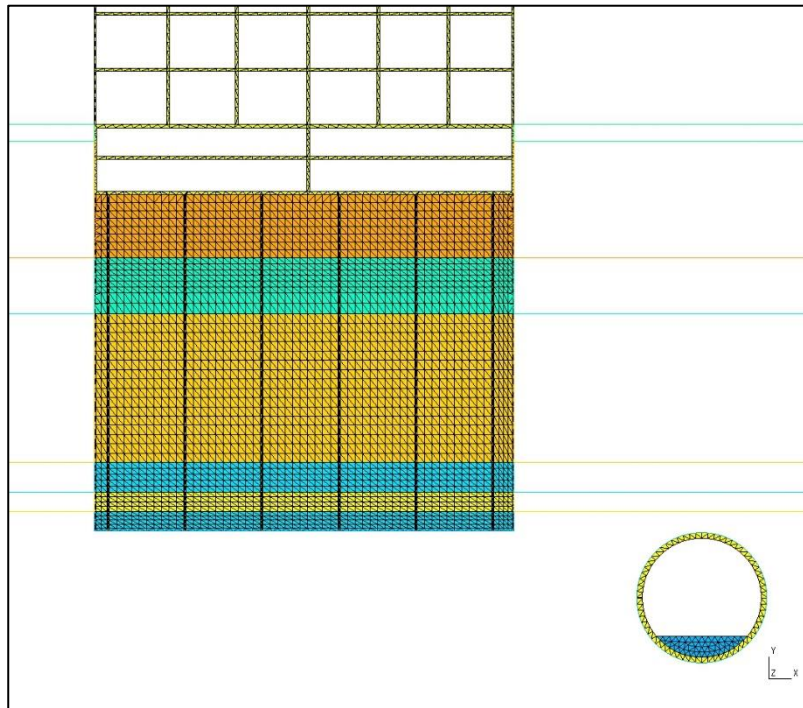


Figure A2.2 – Pieux englobés dans une zone du sol maillée par FEM.

La Figure A2.3 compare, dans le cas du Bâtiment Arrière/colonne gauche, les niveaux de pression obtenus avec les 2 approches. Les résultats sont quasi identiques.

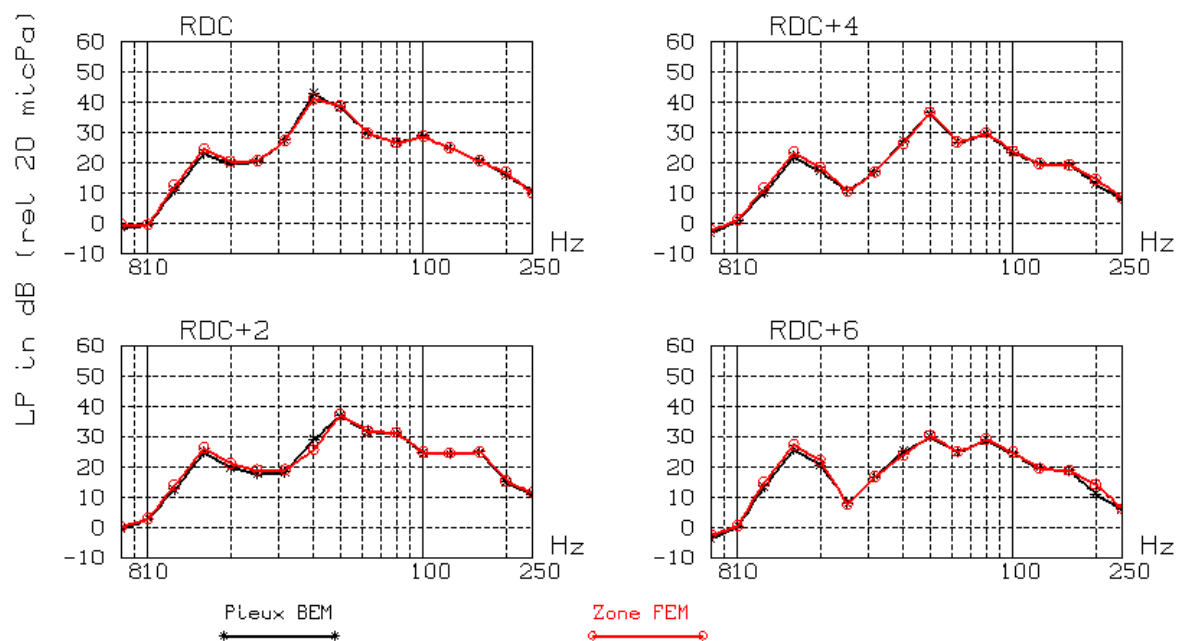


Figure A2.3 - Niveaux de pression– 2 types de maillage des pieux.

La Figure A2.4 compare les temps de calculs obtenus à 160 Hz (en fonction de kz) des 2 approches. La seconde approche est 2 à 3 fois plus rapide et a été employée pour les résultats montrés dans ce rapport.

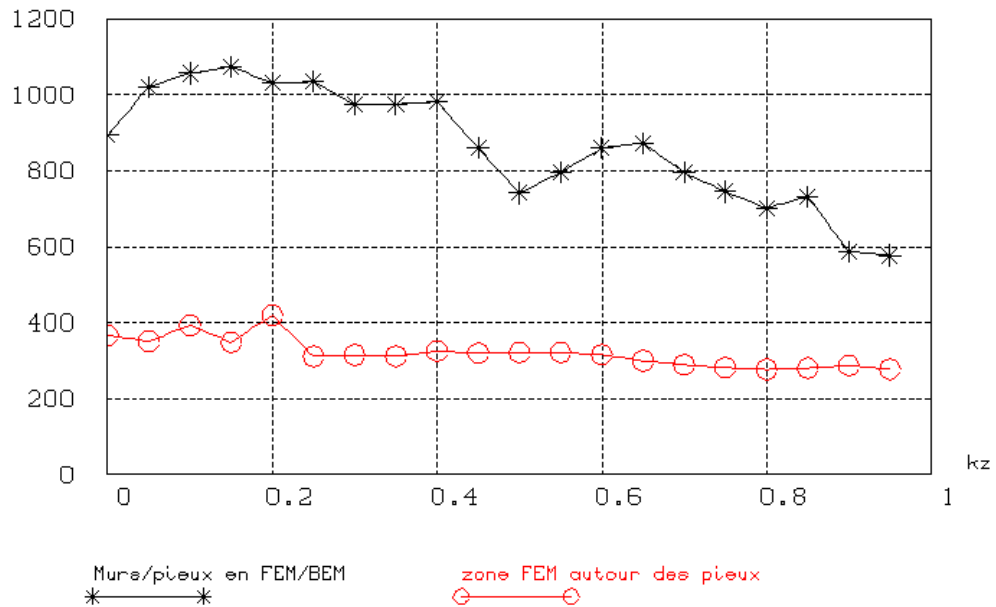


Figure A2.4 – Comparaison des temps de calculs à 160 Hz (en fonction de kz)



## Le futur en construction

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche et expertise, l'évaluation, la certification et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétence couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.



Siège social :  
80, Domaine de Montvoisin  
91 400 Gometz-la-Ville  
tél. : +33 1 69 35 15 25  
fax : +33 1 69 35 15 26

Agence Paris :  
33, rue Godot de Mauroy  
75 009 Paris  
tél. : +33 1 53 30 04 80  
fax : +33 1 53 30 04 79

Agence Sud :  
6, rue de l'Oumède  
31 621 Eurocentre Cedex  
tél. / fax : +33 5 62 40 14 10

Agence Belgique :  
29, rue des Pierres  
1 000 Bruxelles  
tél. : +32 484 243 242

[contact-ingenierie@impedance.fr](mailto:contact-ingenierie@impedance.fr)  
[www.impedance.fr](http://www.impedance.fr)

DÉPARTEMENT DES HAUTS DE SEINE

## VILLE DE BAGNEUX

**ZAC VICTOR HUGO – LOT G3**

**PC**  
**PERMIS DE CONSTRUIRE**

**NOTE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES**

### MAITRE D'OUVRAGE

**LINKCITY**

1, avenue E. Freyssinet  
78280 GUYANCOURT

**NEXITY**

19, rue de Vienne  
75008 PARIS  
☎ 01 85 55 14 51

**IMESTIA**

10 RUE JAMES WATT  
93200 SAINT-DENIS  
☎ 01 53 56 66 82

### MAITRISE D'ŒUVRE

#### ARCHITECTE

**AMELLER DUBOIS**

8, impasse Druinot  
75012 PARIS  
☎ 01 53 17 17 19

**MOOTZPELÉ**

15, rue Martel  
75010 PARIS  
☎ 01 40 02 03 32

### BUREAU D'ÉTUDES

**BERIM**

149, avenue Jean Lolive  
93695 PANTIN CEDEX  
☎ 01 41 83 36 36

JUIN 2021

**SOMMAIRE**

	<b>PAGES</b>
<b>1 VOIRIE ET AMÉNAGEMENT DES SOLS.....</b>	<b>1</b>
<b>2 ASSAINISSEMENT .....</b>	<b>3</b>
2.1 PRINCIPE GÉNÉRAL DE L'ASSAINISSEMENT .....	3
2.2 TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES .....	3
2.3 FAISABILITÉ DE GESTION À 0 REJETS .....	3
2.3.1 DISPOSITIONS ENVISAGÉES.....	4
2.3.2 GESTION DE LA PLUIE COURANTE – ABATTEMENT DE LA PLUIE 08MM.....	6
2.3.3 CALCUL DES VOLUMES DE RÉTENTION .....	11
2.4 RACCORDEMENT DES EAUX PLUVIALES .....	13
2.5 TRAITEMENT DES EAUX USÉES .....	13
<b>3 ANNEXES – FEUILLES DE CALCULS – VOLUMES DE RÉTENTION DES EAUX DE PLUIES .....</b>	<b>14</b>
3.1 VOLUME DE STOCKAGE DU BV1 – ENSEMBLE ILOT.....	14
3.2 VOLUME DE STOCKAGE DU BV2 – ENSEMBLE TOUR.....	15
3.3 VOLUME DE STOCKAGE DU BV3 – VENELLE .....	16

## 1 VOIRIE ET AMÉNAGEMENT DES SOLS

L'opération consiste en la construction d'un ensemble immobilier comprenant des logements, des équipements publics communaux, des commerces, de l'activité et un parking en deux niveaux de sous-sols.

Le terrain de l'opération est situé sur la commune de Bagneux (92), dans la ZAC Ecoquartier Victor Hugo, et correspond au LOT G3.

La future emprise du LOT G3 est occupée actuellement par le chantier des travaux de construction de la gare RATP Lucie Aubrac, prolongement de la ligne métro 4.

Le LOT G3 est composé d'un bâtiment avec une venelle surplombée d'une passerelle qui relie la tour Signal (cage 01) à l'îlot (cages 02, 03, 04 et 05). Cette venelle sera ouverte au public :

- ensemble « Îlot » : situé au nord de la venelle, est constitué de :
  - un parking en deux niveaux de sous-sols,
    - ✓ 1 émergence de logements sociaux
      - du R+2 au R+17 sur la « Cage 3 »
    - ✓ 2 émergences de logements accession
      - du R+2 au R+17 sur la « Cage 4 »
      - du R+2 au R+6 sur la « Cage 5 »
    - ✓ 1 émergence de logements intermédiaires
      - du R+2 au R+16 sur la « Cage 2 »
    - ✓ des commerces en RDC
    - ✓ un R+1 constituant le socle qui a vocation à accueillir :
      - 1. une partie de l'équipement public - ERP n°3
      - 2. un pôle médical
      - 3. des plateaux d'activité
- la Tour (cage 01) : située au sud de la venelle, elle est constituée de :
  - un niveau de sous-sol comprenant des locaux techniques et une partie d'un équipement polyvalent en ERP :
    - ✓ équipement polyvalent en RDC et R+1
    - ✓ 1 émergence de logements accession
      - du R+2 au R+17 sur la « Cage 1 »

Auparavant accessible depuis l'avenue Henri BARBUSSE (avant démarrage travaux de la ligne métro 4 et la ligne 15), le quartier sera totalement modifié, et la parcelle sera à l'avenir accessible depuis des aménagements créés dans le cadre de la ZAC Ecoquartier Victor Hugo par son aménageur la SADEV 94 :

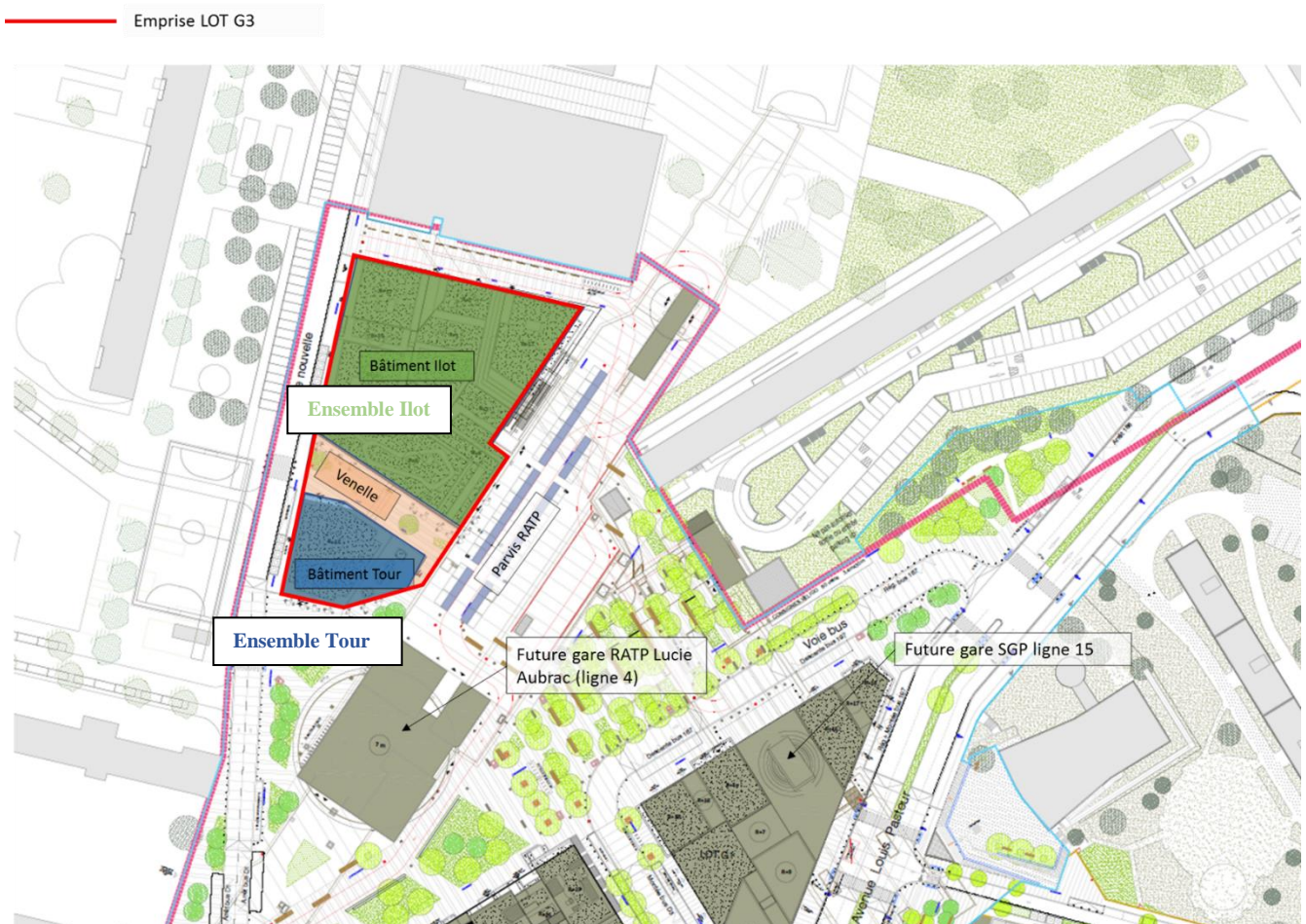
- à l'Ouest, depuis une voie nouvelle ;
- à l'Est, depuis le parvis place des Gares



Les différents accès actuellement prévus sont :

- des accès piétons depuis la future place des Gares ;
- un accès véhicule vers le parking souterrain de la cage 03 à l'angle nord-ouest de la parcelle ;
- une voie nouvelle le long de la parcelle côté Ouest.

La venelle sera en pleine terre avec une partie de revêtement par pavage semi-imperméable et une partie de revêtement par dallage.



## 2 ASSAINISSEMENT

### 2.1 PRINCIPE GÉNÉRAL DE L'ASSAINISSEMENT

L'ensemble de la parcelle doit respecter le règlement d'assainissement du département des Hauts-de-Seine (SEVESC), le règlement d'assainissement de Vallée Sud Grand Paris et le PLU de la ville de Bagneux (Article 4 & – Zone UNg – article UN 4) ainsi que les préconisations de l'aménageur SADEV 94, dans le cadre de la ZAC Victor Hugo – Secteur Gare.

Dans ces différents règlements, il est demandé de privilégier les méthodes alternatives et l'infiltration des eaux de pluie, soit :

- la déconnexion de la pluie 8 mm, c'est-à-dire une gestion à la parcelle sans rejet vers le réseau d'eau pluviale ;
- l'infiltration de la pluie annuelle, voire de la pluie décennale, en vue d'atteindre le zéro rejet pour les pluies d'occurrences plus importantes si le projet le permet.
- une gestion des ruissellements en surface à la source, avec notamment la mise en œuvre d'un bassin de rétention à ciel ouvert qui favorise l'infiltration.

Le règlement d'assainissement du Département des Hauts-de-Seine ainsi que le règlement le règlement d'assainissement de Vallée Sud Grand Paris privilégient de chercher dans un premier temps de gérer les eaux pluviales autant que possible sur le site sans rejet dans le réseau d'assainissement. Lorsque la gestion totale à la parcelle n'est pas envisageable, le propriétaire peut solliciter l'autorisation de se raccorder au réseau public d'assainissement avec un rejet à débit limité :

- 2 l/s/ha dans le cas d'un rejet dans un réseau unitaire ;
- 10 l/s/ha dans le cas d'un rejet dans un réseau d'eaux pluviales ou le cas de rejet dans les eaux superficielles.

Ainsi, à défaut de pouvoir appliquer le zéro rejet de la pluie d'occurrence décennale, une rétention avec limitation des rejets à 2 l/s/ha sera réalisée. L'assainissement du projet sera réalisé en système séparatif (séparation des eaux pluviales et des eaux usées). Les rejets seront réalisés dans le futur réseau d'assainissement de la ZAC qui sera ensuite rétrocédé par l'aménageur à **l'Etablissement Public Territorial Vallée Sud – Grand Paris**.

La gestion de la pluie courante sera réalisée à la parcelle, par infiltration et évapotranspiration.

### 2.2 TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES

### 2.3 FAISABILITÉ DE GESTION À 0 REJETS

Le projet prévoit la réalisation d'un bâtiment composé de 5 cages avec des niveaux de sous-sol, la seule surface en plein terre dans la parcelle est la venelle.

Comme indiqué précédemment, cette venelle sera ouverte au public. La conception du projet doit séparer le système de gestion des eaux pluviales des bâtiments de celui de la venelle.

Vu ce qui précède et vu l'absence de surface en pleine terre pour infiltrer la pluie interceptée par les toitures des bâtiments :

- la gestion des eaux pluviales avec 0 rejets n'est pas possible ;
- la rétention à ciel ouvert avec infiltration des eaux pluviales n'est pas envisageable.

Dans la présente opération, une demande de dérogation pour se raccorder au réseau d'assainissement est à prévoir.

### 2.3.1

#### **DISPOSITIONS ENVISAGÉES**

Dans le cadre du présent projet, des méthodes alternatives seront mises en œuvre en vue de privilégier l'évapotranspiration, via les végétaux, et ainsi de limiter le rejet au réseau des pluies courantes :

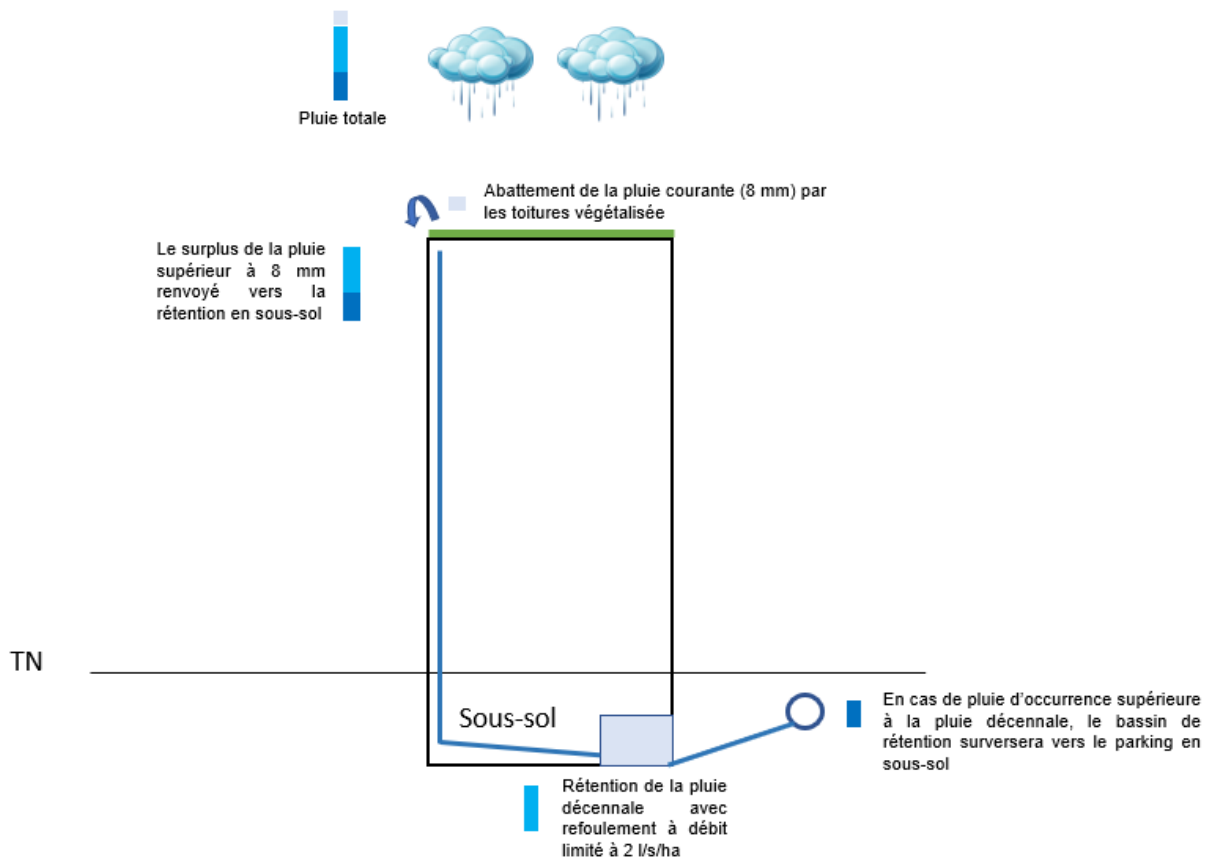
- des toitures végétalisées seront mises en œuvre. La végétalisation permettra d'abattre la pluie courante ;
- pour la venelle : un revêtement de sol piétonnier semi-perméable sur 60 % de la surface, fondé sur une structure en mélange terre-pierre, permettant également la plantation d'arbres, et la création d'un sol semi-perméable qui permettra d'abattre la pluie 8mm. Également, Une tranchée drainante qui permettra de recevoir les eaux de pluie des cheminements au niveau de la venelle. Cette tranchée est prévue dans le cadre de l'aménagement de la ZAC, et sera dimensionnée en vue de retenir la pluie décennale avec un rejet à débit régulé vers le réseau d'assainissement.
- Les terrasses et toitures imperméables ne pouvant être équipées de dispositif de végétalisation, en vue de maintenir leurs accessibilités, seront collectés vers les parties des toitures végétalisées soit de façon gravitaire en surface ou via des descentes en façade, et renvoyées dans la mesure du possible vers les espaces verts en toitures basses.

Les bassins de rétention sont dimensionnés sur la base d'une pluie d'occurrence décennale, et d'un débit de fuite de 2 l/s/ha. Les ouvrages de rétention seront situés au niveau du sous-sol.

Le projet sera ainsi décomposé en trois bassins versants :

- BV1 : correspondant à l'ensemble « llot » ;
- BV2 : correspondant à l'ensemble « Tour ».
- BV3 : correspondant à la venelle.

Le plan des branchements réseaux permet de comprendre le fonctionnement de ces bassins de collectes, ainsi que le plan schéma ci-après.



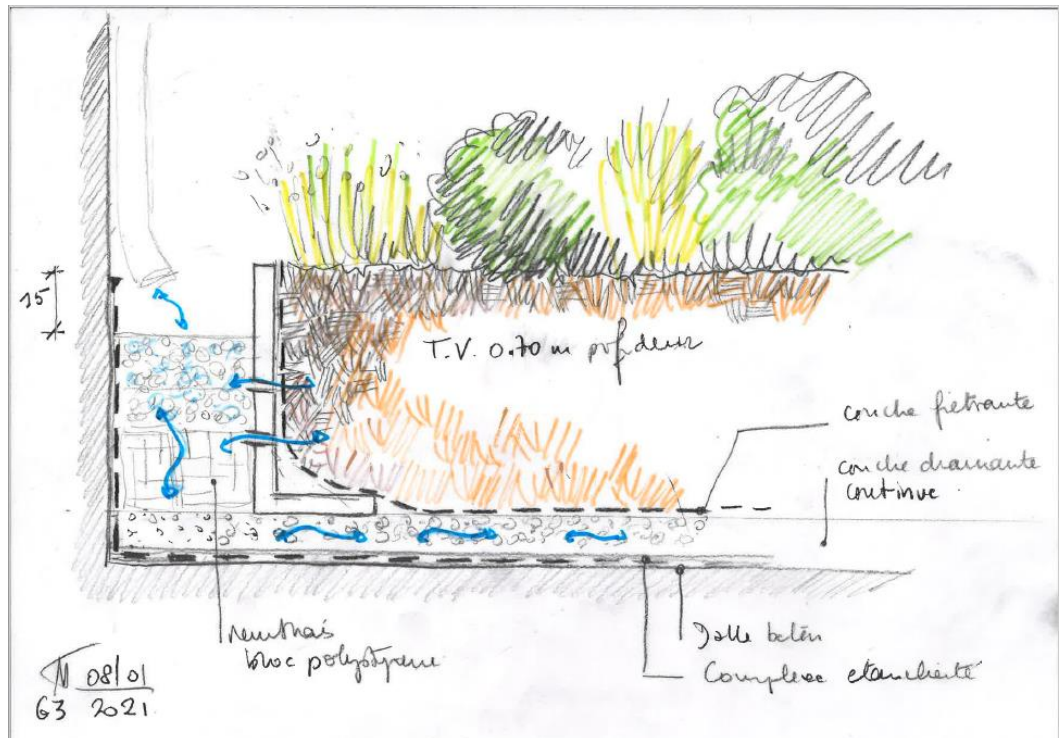
### 2.3.2

#### GESTION DE LA PLUIE COURANTE – ABATTEMENT DE LA PLUIE 08MM

Dans le cadre des recommandations Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Île-de-France (DRIEE Ile De France), il est demandé une gestion à la parcelle de la pluie 8 mm à minima. Cette recommandation est bien prise en compte par le projet.

Pour abattre la pluie courante sur les zones imperméables, il est prévu :

- sur les espaces extérieurs en pleine-terre, les cheminements imperméables seront pentés en dévers vers une tranchée drainante, et permettrons ainsi d'abattre la pluie courante (réalisé par l'aménageur) ;
- sur les toitures, les surfaces imperméables seront :
- soit orientées en dévers vers les espaces végétalisés sur dalle, et permettrons ainsi d'abattre, par évapotranspiration, la pluie courante,
- ou présenteront une couche drainante commune (lit de gravillon par exemple) entre les cheminements perméables et les espaces verts sur dalle, comme illustré sur le schéma ci-dessous.



Pour certaines terrasses, les eaux pluviales seront collectées à travers des descentes en façade, et seront ainsi rejetées vers des espaces verts de pleine-terre ou sur dalle à des niveaux inférieurs.

Une partie de la pluie courante ne pourra être abattue. En effet, certaines zones imperméables, notamment les balcons côté rue, ne pourront pas être végétalisés pour des raisons d'usages car ils seront accessibles et gérés par les futurs acquéreurs. De même, ces balcons étant côté rue, le rejet vers les espaces végétalisées sur dalle est difficilement envisageable, car nécessiterait la traversée des bâtiments pour accéder au cœur d'îlot.

Pour la venelle, la pluie 8mm sera totalement abattue à travers le revêtement en pavage semi-perméable.

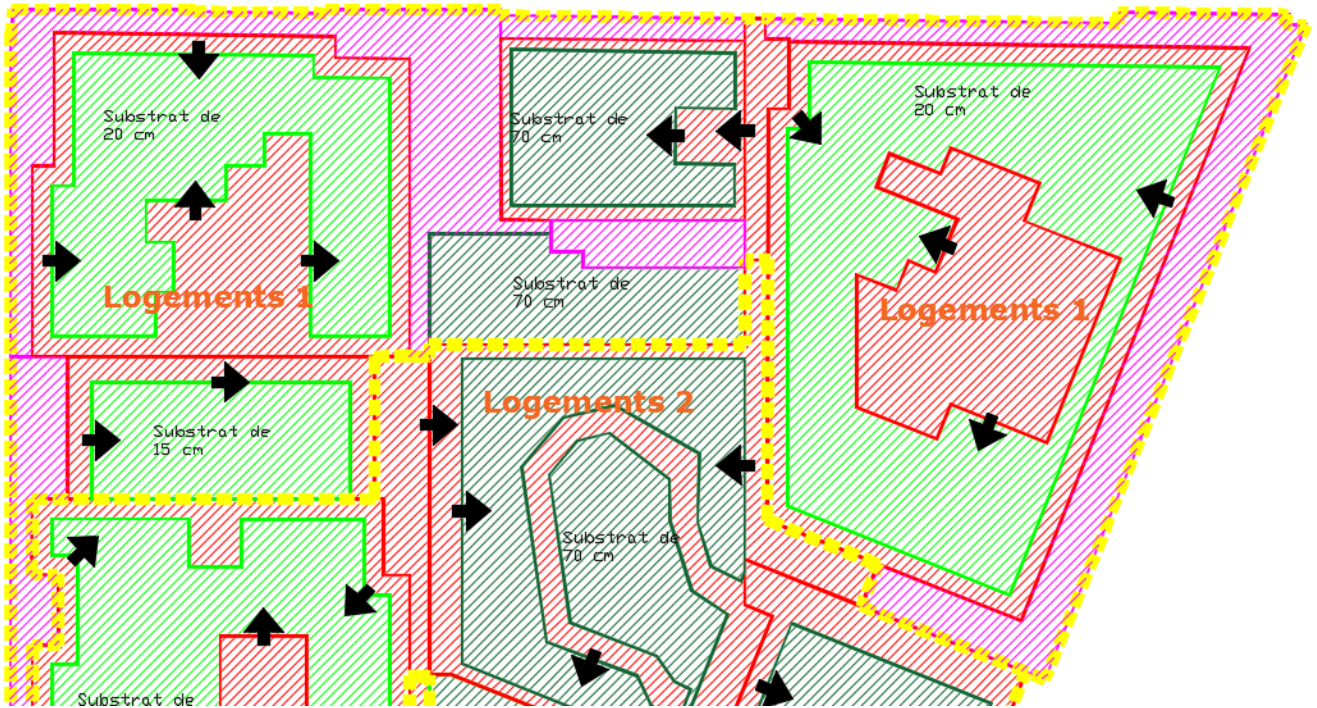
Les dispositions présentées ci-après correspondent donc au maximum possible à mettre en œuvre aux vues des contraintes foncières et des choix architecturaux.

**2.3.2.1 Calcul de l'abattement de la pluie courante – tableau des surfaces**

Les tableaux suivants permettent de calculer l'abattement réalisé.

**Bassin de collecte BV1 : correspondant à l'ensemble « Ilot »**

- Ce BV1 sera découpé en trois sous bassins : logements 1, logements 2 et logements 3.



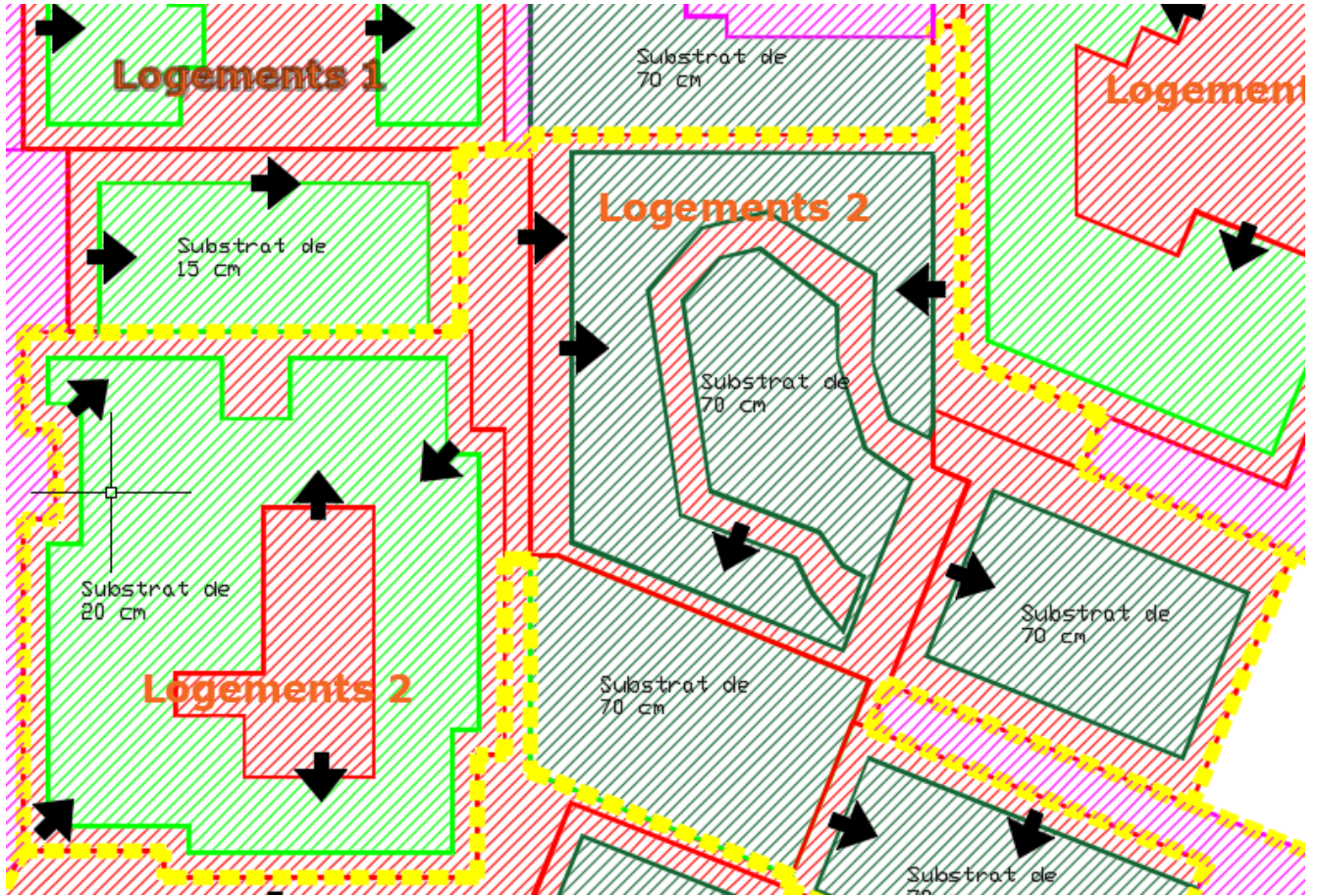
**1 - ESTIMATION DE LA PERFORMANCE D'UN BATIMENT EN MATIERE D'ABATTEMENT DE L'EAU PLUVIALE - TOUR LOGEMENTS 1**

Objectif donné  
 8 mm (pluie objectif)  
 Abattement maximum  
 9,61 m<sup>3</sup>

Surface totale  
 1227 m<sup>2</sup> dont  
 0 m<sup>2</sup> en pleine terre

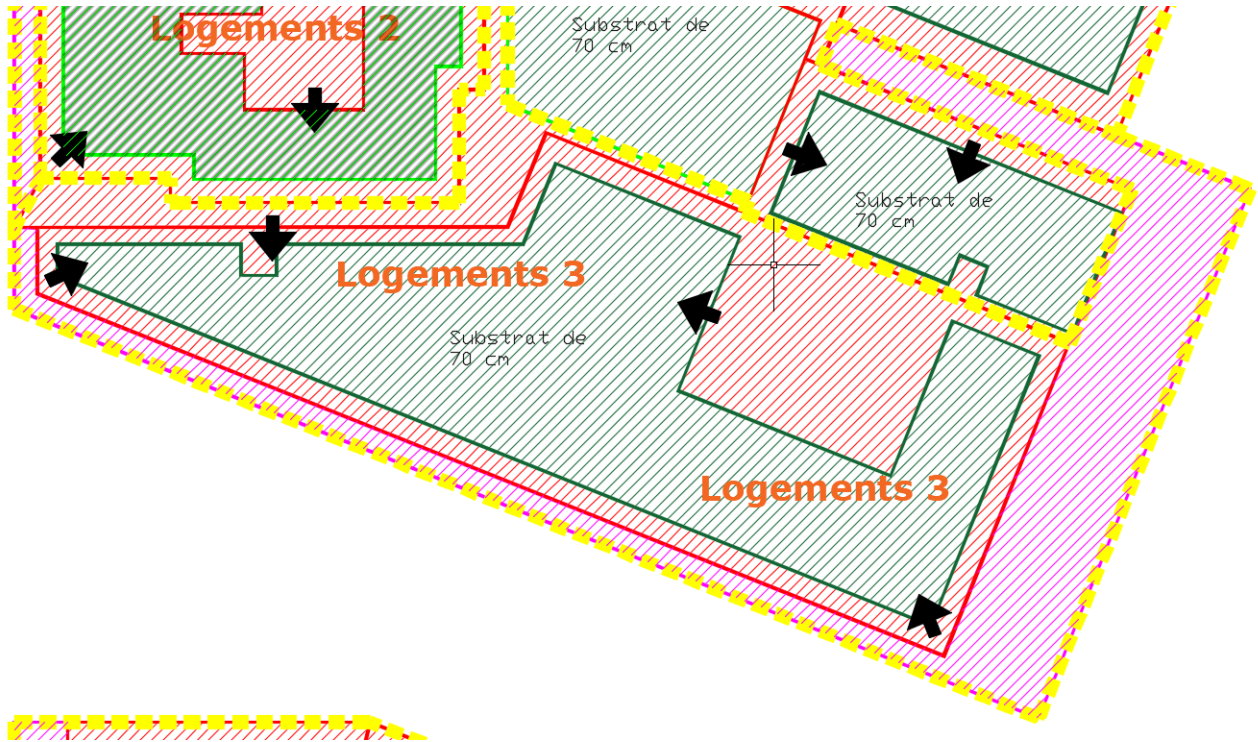
Volume à abattre sur pluie objectif  
 9,8 m<sup>3</sup>  
 pluie 8 mm

N°	Description	Surface (m <sup>2</sup> )	Épaisseur substrat végétal (cm) "P" pour pleine terre	Abattement maximum substrat (mm)	Abattement maximum substrat (m <sup>3</sup> )	Destination du surplus (n° de surface de destination, "X" pour égout ou "Y" pour un dispositif de rétention)	Apport pluie objectif (m <sup>3</sup> )	Apport amont (m <sup>3</sup> )	Surplus (m <sup>3</sup> )
1	Toiture végétalisées - 15 cm	142	15	12	1,704	Y	1,136	0,88	0,312
2	Surface gravillonnée	110	0	0	0	1	0,88	0	0,88
3	Toiture végétalisées - 15 cm	65	15	12	0,78	Y	0,52	0,24	0
4	Surface gravillonnée	30	0	0	0	3	0,24	0	0,24
5	Toiture végétalisées - 15 cm	247	15	12	2,964	Y	1,976	1,456	0,468
6	Surface gravillonnée	182	0	0	0	5	1,456	0	1,456
7	Toiture végétalisées - 70 cm	67	70	32	2,144	Y	0,536	0,344	0
8	Surface gravillonnée	28	0	0	0	7	0,224	0	0,224
9	Balcons	15	0	0	0	7	0,12	0	0,12
10	Toiture végétalisées - 70 cm	63	70	32	2,016	Y	0,504	0	0
11	Balcons	278	0	0	0	Y	2,224	0	2,224
Y	Volume de la rétention en sous-sol ici =>				71	X		3,004	0
X	Egout							0,0	



1 - ESTIMATION DE LA PERFORMANCE D'UN BATIMENT EN MATIERE D'ABATTEMENT DE L'EAU PLUVIALE - TOUR LOGEMENTS 2

Objectif donné		Surface totale				Volume à abattre sur pluie objectif			
8 mm (pluie objectif)		921 m <sup>2</sup> dont 0 m <sup>2</sup> en pleine terre				7,4 m <sup>3</sup>			
Abattement maximum		pluie 8 mm							
14,90 m <sup>3</sup>									
N°	Description	Surface (m <sup>2</sup> )	Épaisseur substrat végétal (cm) "P" pour pleine terre	Abattement maximum substrat (mm)	Abattement maximum substrat (m <sup>3</sup> )	Destination du surplus (n° de surface de destination, "X" pour égout ou "Y" pour un dispositif de rétention)	Apport pluie objectif (m <sup>3</sup> )	Apport amont (m <sup>3</sup> )	Surplus (m <sup>3</sup> )
1	Toiture végétalisées - 15 cm	212	15	12	2,544	Y	1,696	0,952	0,104
2	Surface gravillonnée	119	0	0	0	1	0,952	0	0,952
3	Toiture végétalisées - 70 cm	65	70	32	2,08	Y	0,52	0,208	0
4	Surface gravillonnée	26	0	0	0	3	0,208	0	0,208
5	Toiture végétalisées - 70 cm	166	70	32	5,312	Y	1,328	1,2	0
6	Surface gravillonnée - Balcons	150	0	0	0	5	1,2	0	1,2
7	Toiture végétalisées - 70 cm	65	70	32	2,08	Y	0,52	0,224	0
8	Surface gravillonnée - Balcons	28	0	0	0	7	0,224	0	0,224
9	Toiture végétalisées - 70 cm	90	70	32	2,88	Y	0,72	0	0
Y	Volume de la rétention en sous-sol ici =>				71	X		0,104	0
X	Egout							0,0	

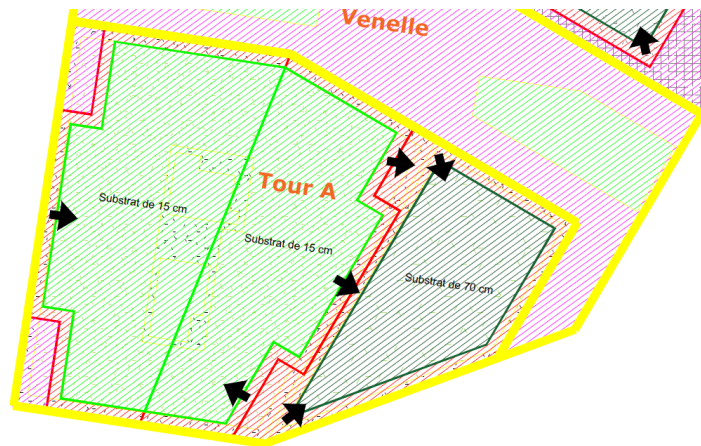


1 - ESTIMATION DE LA PERFORMANCE D'UN BATIMENT EN MATIERE D'ABATTEMENT DE L'EAU PLUVIALE - TOUR LOGEMENTS 3

<b>Objectif donné</b> 8 mm (pluie objectif)		<b>Surface totale</b> 605 m <sup>2</sup> dont 0 m <sup>2</sup> en pleine terre				<b>Volume à abattre sur pluie objectif</b> 4,8 m <sup>3</sup>			
<b>Abattement maximum</b> 8,13 m <sup>3</sup>		pluie 8 mm							
N°	Description	Surface (m <sup>2</sup> )	Épaisseur substrat végétal (cm) "P" pour pleine terre	Abattement maximum substrat (mm)	Abattement maximum substrat (m <sup>3</sup> )	Destination du surplus (n° de surface de destination, "X" pour égout ou "Y" pour un dispositif de rétention)	Apport pluie objectif (m <sup>3</sup> )	Apport amont (m <sup>3</sup> )	Surplus (m <sup>3</sup> )
1	Toiture végétalisées - 70 cm	254	70	32	8,128	Y	2,032	1,536	0
2	Surface gravillonnée	145	0	0	0	1	1,16	0	1,16
3	Balcons	47	0	0	0	1	0,376	0	0,376
4	Balcons	159	0	0	0	Y	1,272	0	1,272
Y	Volume de la rétention en sous-sol ici =>				71	X		1,272	0
X	Egout							0,0	



**Bassin de collecte BV2 : correspondant à l'ensemble « Tour »**



1 - ESTIMATION DE LA PERFORMANCE D'UN BATIMENT EN MATIERE D'ABATTEMENT DE L'EAU PLUVIALE - TOUR A

<b>Objectif donné</b> 8 mm (pluie objectif)		<b>Surface totale</b> 659 m <sup>2</sup> dont 0 m <sup>2</sup> en pleine terre				<b>Volume à abattre sur pluie objectif</b> 5,3 m <sup>3</sup>			
<b>Abattement maximum</b> 8,26 m <sup>3</sup>									
pluie 8 mm									
N°	Description	Surface (m <sup>2</sup> )	Épaisseur substrat végétal (cm) "P" pour pleine terre	Abattement maximum substrat (mm)	Abattement maximum substrat (m <sup>3</sup> )	Destination du surplus (n° de surface de destination, "X" pour égout ou "Y" pour un dispositif de rétention)	Apport pluie objectif (m <sup>3</sup> )	Apport amont (m <sup>3</sup> )	Surplus (m <sup>3</sup> )
1	Toiture végétalisées - 15 cm	211	15	12	2,532	Y	1,688	0,312	0
2	Surface gravillonnée	39	0	0	0	1	0,312	0	0,312
3	Balcons	24	0	0	0	Y	0,192	0	0,192
4	Toiture végétalisées - 15 cm	168	15	12	2,016	6	1,344	0,272	0
5	Surface gravillonnée	34	0	0	0	4	0,272	0	0,272
6	Surface gravillonnée - Balcons	67	0	0	0	7	0,536	0	0,536
7	Toiture végétalisées - 70 cm	116	70	32	3,712	Y	0,928	0,536	0
Y	Volume de la rétention en sous-sol =>				15	X		0,192	0
X	Egout							0,0	

**Bassin de collecte BV3 : correspondant à la venelle**

1 - ESTIMATION DE LA PERFORMANCE D'UN BATIMENT EN MATIERE D'ABATTEMENT DE L'EAU PLUVIALE - Venelle

<b>Objectif donné</b> 8 mm (pluie objectif)		<b>Surface totale</b> 475 m <sup>2</sup> dont 0 m <sup>2</sup> en pleine terre				<b>Volume à abattre sur pluie objectif</b> 3,8 m <sup>3</sup>			
<b>Abattement maximum</b> 2,31 m <sup>3</sup>									
pluie 8 mm									
N°	Description	Surface (m <sup>2</sup> )	Épaisseur substrat végétal (cm) "P" pour pleine terre	Abattement maximum substrat (mm)	Abattement maximum substrat (m <sup>3</sup> )	Destination du surplus (n° de surface de destination, "X" pour égout ou "Y" pour un dispositif de rétention)	Apport pluie objectif (m <sup>3</sup> )	Apport amont (m <sup>3</sup> )	Surplus (m <sup>3</sup> )
1	Pavés semi-perméables	289	10	8	2,312	Y	2,312	1,488	1,488
2	Surface imperméable	186	0	0	0	1	1,488	0	1,488
Y	Volume de la rétention en sous-sol =>				13	X		1,488	0
X	Egout							0,0	
							<b>Abattement sur pluie objectif</b> 3,8 m <sup>3</sup> soit 100,0% C		
<b>ABATTEMENT CONFORME</b>									

### 2.3.3 CALCUL DES VOLUMES DE RÉTENTION

Le volume de rétention du projet est calculé suivant la méthode des pluies pour une période de retour de 10 ans et un débit de fuite de 2 l/s/ha.

#### 2.3.3.1 Volume de stockage du premier bassin versant : correspondant à l'ensemble « Ilot »

Le premier bassin versant présente une superficie totale de **2 664 m<sup>2</sup>**. La décomposition des surfaces figure dans le tableau ci-dessous :

Surface du bassin versant	(ha)	C
Bâtiments - surfaces imperméables	0,0588	1
Balcons sur emprise publique	0,0089	1
Toitures végétalisées ép>20cm	0,077	0,4
Toitures végétalisées ép<20cm	0,0666	0,7
Surface gravillonnée	0,064	0,7

Les hypothèses prises pour le calcul des bassins de rétention figure dans le tableau ci-dessous :

Pluie	
Coefficients Montana - station météo	Orly
Fréquence de retour	10 ans
Vitesse d'infiltration	SO
Surface d'infiltration	SO
Débit de fuite d'infiltration	SO
Débit de fuite autorisé	2 l/s/ha
Débit de fuite du limiteur	0,5328 l/s

Le bassin de rétention étant sur dalle, aucune infiltration n'a été comptée dans le cas d'une pluie d'occurrence décennale.

Le volume de rétention calculé est de 71 m<sup>3</sup>, il est stocké dans les bassins de rétention situé au niveau des sous-sol avec un rejet à débit limité dans le réseau via des pompes de relevage.

Se référer au plan des branchements réseaux pour la localisation des sous-bassins et aux annexes pour détails des calculs.

#### 2.3.3.2 Volume de stockage du deuxième bassin versant : correspondant à l'ensemble « Tour »

Le bassin versant 2 présente une superficie de **659 m<sup>2</sup>**. La décomposition des surfaces figure dans le tableau ci-dessous :

Surface du bassin versant	(ha)	C
Bâtiments - Surface imperméable	0,0091	1
Toitures végétalisées < 20cm	0,0379	0,4
Toitures végétalisées > 20cm	0,0116	0,7
Surface gravillonnée	0,0073	0,95

Les hypothèses prises pour le calcul des bassins de rétention figure dans le tableau ci-dessous :

Pluie	
Coefficients Montana - station météo	Orly
Fréquence de retour	10 ans
Vitesse d'infiltration	SO
Surface d'infiltration	SO
Débit de fuite d'infiltration	SO
Débit de fuite autorisé	2 l/s/ha
Débit de fuite du limiteur	0,1318 l/s

Le bassin de rétention étant sur dalle, aucune infiltration n'a été comptée dans le cas d'une pluie d'occurrence décennale.

Le volume de rétention calculé est de 15 m<sup>3</sup>, il est stocké dans les bassins de rétention situé au niveau des sous-sol avec un rejet à débit limité dans le réseau via des pompes de relevage.

Se référer au plan des branchements réseaux pour la localisation des sous-bassins et aux annexes pour détails des calculs.

### 2.3.3.3

#### **Volume de stockage du troisième bassin versant : correspondant à la venelle**

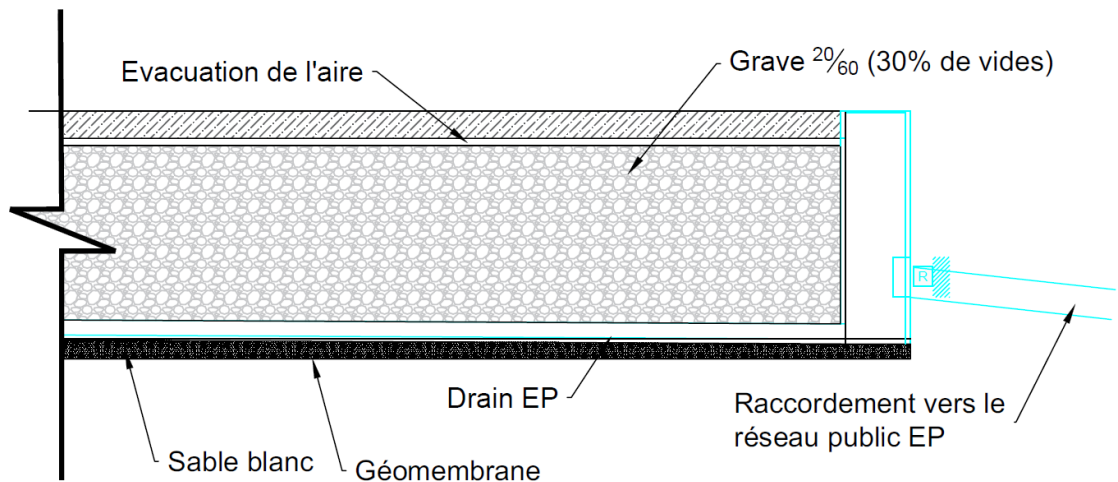
Le bassin versant 3 présente une superficie de **475 m<sup>2</sup>**. La décomposition des surfaces figure dans le tableau ci-dessous :

Surface du bassin versant	(ha)	C
Revêtements en pavage semi-imperméables	0.0289	0.6
Revêtement dallage	0.0186	0.95

Les hypothèses prises pour le calcul des bassins de rétention figure dans le tableau ci-dessous :

Pluie	
Coefficients Montana - station météo	Orly
Fréquence de retour	10 ans
Vitesse d'infiltration	SO
Surface d'infiltration	SO
Débit de fuite d'infiltration	SO
Débit de fuite autorisé	2 l/s/ha
Débit de fuite du limiteur	0,095 l/s

Le volume de rétention calculé est de 13 m<sup>3</sup>. Il sera stocké dans la tranchée drainante imperméabilisée par une géomembrane. La tranchée drainante sera de 25ml en longueur, 1.8m de largeur et 1m de profondeur. Elle sera constituée d'une couche de grave 20/60 avec un indice de vide de 30%, ainsi qu'une couche de sable blanc insensible à l'eau pour protéger la géomembrane.



Se référer au plan des branchements réseaux pour la localisation des sous-bassins et aux annexes pour détails des calculs.

**2.4 RACCORDEMENT DES EAUX PLUVIALES**

Le rejet des eaux pluviales du site se fera sur le réseau d'assainissement de la ZAC qui sera ensuite rétrocedé par l'aménageur à l'**Etablissement Public Territorial Vallée Sud – Grand Paris**.

Le rejet se fera à débit limité (soit pour 2 l/s/ha, un rejet de 0,132 l/s pour la tour A , 0.533 l/s pour l'ensemble « Ilôt » et 0.095 l/s pour la venelle).

**2.5 TRAITEMENT DES EAUX USÉES**

Concernant le rejet des effluents EU, quatre raccordements branchement seront prévus sur le réseau d'eaux usées de la voie nouvelle.

### 3 ANNEXES – FEUILLES DE CALCULS – VOLUMES DE RÉTENTION DES EAUX DE PLUIES

#### 3.1 VOLUME DE STOCKAGE DU BV1 – ENSEMBLE ILOT



149 avenue Jean Lolive  
93500 PANTIN

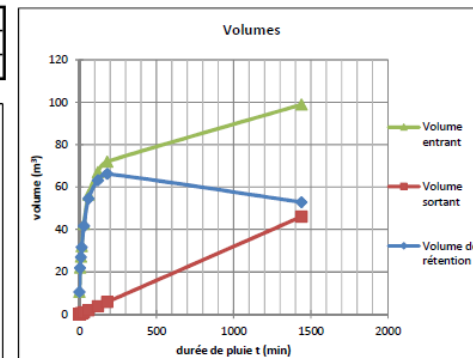
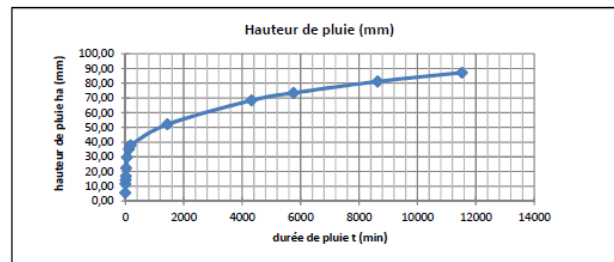
Bagneux (92) - ZAC Victor Hugo

13/04/2021

Volume de rétention - Bâtiment logement

surface du bassin versant	(ha)	C
bâtiments - surfaces imperméables	0,0588	1
Balcons sur emprise publique	0,0089	1
toitures végétalisées ép>20	0,077	0,4
toitures végétalisées ép<20	0,0666	0,7
Surface gravillonnée	0,064	0,7
apport des autres surfaces	0	0,6
apport des autres surfaces	0	0,6
Vitesse d'infiltration	0	m/s
Surface d'infiltration	0	m²
débit de fuite d'infiltration	0	(l/s)
débit de fuite autorisé	2	(l/s/ha)
débit de fuite limiteur de débit	0,5328	(l/s)
débit de fuite total	0,5328	(l/s)

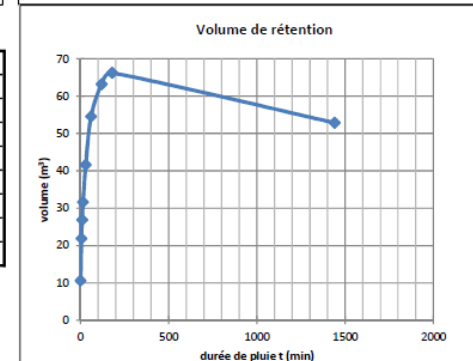
pluie		
coefficients Montana - station météo	Orly	
fréquence de retour	10	ans



	temps (min)	hauteur de pluie (mm)	a	b
	1	5,60	5,5960	0,5920
	6	11,62	5,5960	0,5920
	10	14,32	5,5960	0,5920
	15	16,89	5,5960	0,5920
	30	22,42	5,5960	0,5920
1h	60	29,74	5,5960	0,5920
2h	120	35,29	15,2690	0,8250
3h	180	37,89	15,2690	0,8250
24h	1440	52,06	8,5750	0,7520
3j	4320	68,37	8,5750	0,7520
4j	5760	73,42	8,5750	0,7520
6j	8640	81,19	8,5750	0,7520
8j	11520	87,19	8,5750	0,7520

Calculs	équations	résultats	unités
surface totale S	somme(Si)	0,2664	ha
surface active Sa	somme(Si*Ca)	0,18992	ha
coefficient d'apport Ca	Ca = Sa/S	0,71	
débit de fuite du bassin Qf	Qf = Qu*S	0,5328	l/s
durée de pluie t pour V max	$T = (A(F)/1000 * Ca * S^2 (1+B(F)) / Qf)^{1/(1-B(F))}$	120	min
volume de rétention	$V = Sa * 10^4 * a(f) * t^{1+B(f)} - Qf * t$	71,1	m³
temps de vidange du bassin	$t = V / Qf$	37,1	heures
		1,5	jours

résultat de la méthode :  
 volume de rétention (en m3)  
 71



3.2 **VOLUME DE STOCKAGE DU BV2 – ENSEMBLE TOUR**



149 avenue Jean Lolive  
93500 PANTIN

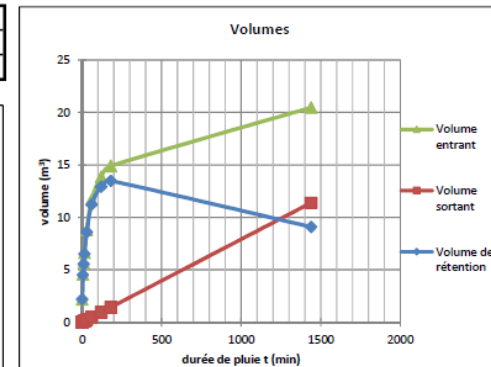
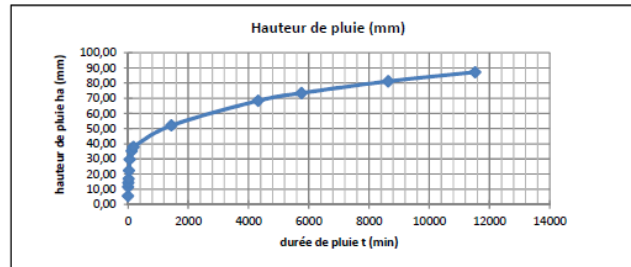
**Bagneux (92) - ZAC Victor Hugo**

13/04/2021

Calculs du volume de rétention - Bâtiment Tour

surface du bassin versant	(ha)	C
batiments - Surface imperméable	0,0091	1
Toitures végétalisées < 20cm	0,0379	0,4
Toitures végétalisées > 20cm	0,0116	0,7
Surface gravillonnée	0,0073	0,95
apport des autres surfaces	0	0,6
apport des autres surfaces	0	0,6
apport des autres surfaces	0	0,6
Vitesse d'infiltration	0	m/s
Surface d'infiltration	0	m²
débit de fuite d'infiltration	0	(l/s)
débit de fuite autorisé	2	(l/s/ha)
débit de fuite limiteur de débit	0,1318	(l/s)
débit de fuite total	0,1318	(l/s)

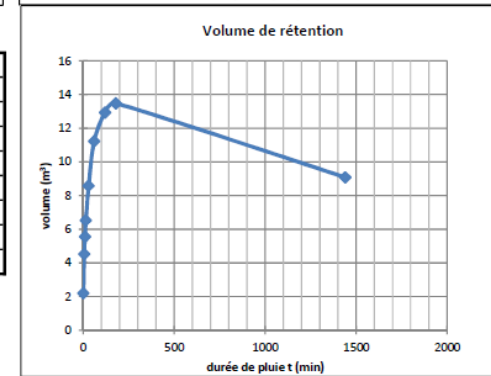
pluie		
coefficients Montana - station météo	Orly	
fréquence de retour	10	ans



	temps (min)	hauteur de pluie (mm)	a	b
	1	5,60	5,5960	0,5920
	6	11,62	5,5960	0,5920
	10	14,32	5,5960	0,5920
	15	16,89	5,5960	0,5920
	30	22,42	5,5960	0,5920
1h	60	29,74	5,5960	0,5920
2h	120	35,29	15,2690	0,8250
3h	180	37,89	15,2690	0,8250
24h	1440	52,06	8,5750	0,7520
3j	4320	68,37	8,5750	0,7520
4j	5760	73,42	8,5750	0,7520
6j	8640	81,19	8,5750	0,7520
8j	11520	87,19	8,5750	0,7520

Calculs	équations	résultats	unités
surface totale S	somme(Si)	0,0659	ha
surface active Sa	somme(Si*Ca)	0,039315	ha
coefficient d'apport Ca	Ca = Sa/S	0,60	
débit de fuite du bassin Qf	Qf = Qu*S	0,1318	l/s
durée de pluie t pour V max	$T = (A(F)/1000 * Ca * S * (1+B(F)) / Qf)^{-1} / B(F)$	120	min
volume de rétention	$V = Sa * 10 * a(f) * t^{1+bi(f)} - Qf * t$	14,6	m³
temps de vidange du bassin	t=V/Qf	1,3	jours

résultat de la méthode :  
 volume de rétention (en m3)  
 15



3.3 **VOLUME DE STOCKAGE DU BV3 – VENELLE**



149 avenue Jean Lolive  
93500 PANTIN

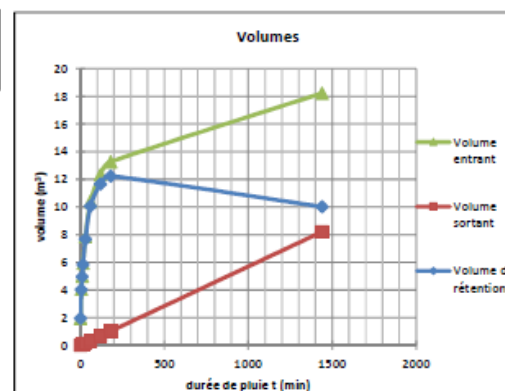
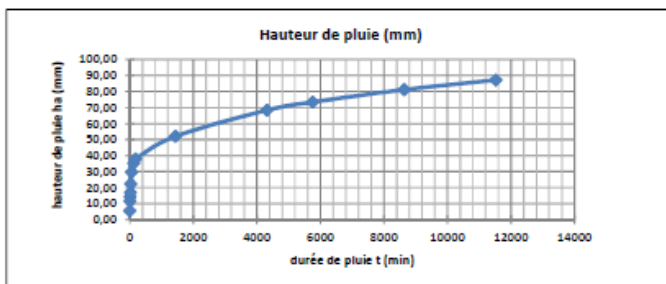
Bagneux (92) - ZAC Victor Hugo

25/06/2021

Volume de rétention - Venelle

surface du bassin versant	(ha)	C
batiments	0	1
espaces verts	0	0,2
Revêtements semi-imperméables	0,0289	0,6
Revetement dallage	0,0186	0,95
apport des autres surfaces	0	0,6
apport des autres surfaces	0	0,6
apport des autres surfaces	0	0,6
Vitesse d'infiltration	0,000000	m/s
Surface d'infiltration	0	m <sup>2</sup>
débit de fuite d'infiltration	0,000000	(l/s)
débit de fuite autorisé	2	(l/s/ha)
débit de fuite limiteur de débit	0,095	(l/s)
débit de fuite total	0,095	(l/s)

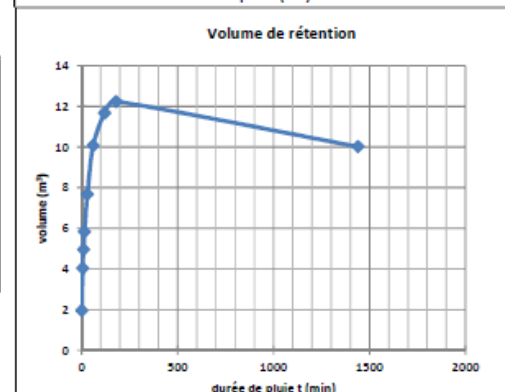
pluie		
coefficients Montana - station météo	Orly	
fréquence de retour	10	ans



	temps (min)	hauteur de pluie (mm)	a	b
	1	5,60	5,5960	0,5920
	6	11,62	5,5960	0,5920
	10	14,32	5,5960	0,5920
	15	16,89	5,5960	0,5920
	30	22,42	5,5960	0,5920
1h	60	29,74	5,5960	0,5920
2h	120	35,29	15,2690	0,8250
3h	180	37,89	15,2690	0,8250
24h	1440	52,06	8,5750	0,7520
3j	4320	68,37	8,5750	0,7520
4j	5760	73,42	8,5750	0,7520
6j	8640	81,19	8,5750	0,7520
8j	11520	87,19	8,5750	0,7520

Calculs	équations	résultats	unités
surface totale S	somme(Si)	0,0475	ha
surface active Sa	somme(Si*Ca)	0,03501	ha
coefficient d'apport Ca	Ca = Sa/S	0,74	
débit de fuite du bassin Qf	Qf = Qu*S	0,095	l/s
durée de pluie t pour V max	$T = (A(F)/1000*Ca*S*(1+(B(F)/Qf)^{-1}/B(F)))$	120	min
volume de rétention	$V = Sa*10^6*(f)^{-1,49(1/L)} - Qf*t$	12,7	m <sup>3</sup>
temps de vidange du bassin	t=V/Qf	37,1	heures
		1,5	jours

**résultat de la méthode :**  
**volume de rétention (en m3)**  
**13**





Habitat Résidentiel

L'innovation partagée

# LINKCITY

## Bagneux G3, ZAC Victor Hugo

346 Logements

### Etude de Faisabilité Energétique

Indice	Date	Rédacteur	Libellés
X	03/03/2021	T. Pedrono	Première diffusion
A	29/04/2021	T. Pedrono	Mise à jour des surfaces
C	25/06/2021	T. Pedrono	Mise à jour des surfaces

#### BOUYGUES BATIMENT ILE-DE-FRANCE

Habitat Résidentiel

Challenger - 1, avenue Eugène Freyssinet - Guyancourt - 78061 Saint-Quentin-en-Yvelines Cedex

☎ +33 (0)1 30 60 34 00 - 📠 +33 (0)1 30 60 48 61 - [bouygues-batiment-ile-de-france.com](http://bouygues-batiment-ile-de-france.com)

Bouygues Bâtiment Ile-de-France S.A. au capital de 13 123 650 € - 433 900 834 R.C.S Versailles - I.E. FR 53 433 900 834



HAR001



## OBJET DU DOCUMENT

La présente étude vise à répondre aux exigences de l'arrêté du 18 décembre 2007 modifié, à savoir l'examen, en phase PC, de variantes énergétiques contenant des EnR par rapport au projet initial.

Cet examen porte sur les critères suivants :

- Consommations conventionnelle en kWh ep/m<sup>2</sup> SRT (RT 2012)
- Emissions de GES en kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.SRT/an
- Classes énergie et classe climat du DPE construction
- Cout annuel d'exploitation : cout énergétique (P1) + cout de maintenance (P2), hors coûts de remplacements des produits ou équipements, et en déduisant les recettes de revente d'énergie.
- Cout d'investissement
- Temps de retour
- Avantages et inconvénients

## VARIANTES EXAMINEES / RETENUES

Systèmes	Retenu	Commentaires
Solaire thermique	Non	Coût de Maintenance trop élevé – faible performance dans le temps
Chaudière condensation	Non	Lorsque prévu en gaz initialement
Solaire photovoltaïque	Non	Surcout important
Chauffage bois ou biomasse	Non	Implantation d'un silo obligatoire (place et surcoût important)
Eolien	Non	Difficulté d'insertion
Pompe à chaleur géothermique	Non	Surcoût important
Réseau de chaleur	Oui	Prévu en base

## PRESENTATION DE L'OPERATION

### EXIGENCES

RT 2012	RT 2012 -20% (Bbio et Cep)
---------	----------------------------

### DONNÉES GÉNÉRALES

Pièces examinées en date du 28.01.2020

Super	Bat Th	Unités	Sha	SRT
R+6 / R+17	2	346 lgts	20 888 m <sup>2</sup>	26 297

### DONNÉES D'ENTRÉE

Bâtiments	Tour 1	Tours 2-3-4-5
Compacité (Sfac/Sha)	0,594	0,583
Nbre d'étage	R+17	R+6 - R+17
SHA / SU	5386,5	15 501,8
Nbre de lgts	77	269
SHA moyenne	70,06 m <sup>2</sup>	57,63 m <sup>2</sup>

Façades	Béton 15 cm
Plancher	Béton 20 cm
Toitures	Toitures terrasses
Menuiseries	PVC / Alu
Occultations	Volet Roulants
Isolation	Isolation par l'intérieur
Chauffage / ECS	Réseau de Chaleur Bagéops – 70g CO <sub>2</sub> / kWh (Titre V du 20 avril 2016) Part d'EnR (pour le niveau Energie E2) > 50%

### GARDES FOUS A RESPECTER POUR LA RT

Catégorie	Commentaires
Surface vitrée $\geq 1/6^{\text{ème}}$ de la SHA	Tour 1 : 17,76 % Tours 2-3-4-5 : 17,83 %
Pont thermique d'étage courant $< 0,6 \text{ W/m.K}$	Tour 1 : 60% de rupteurs SLABE Tours 2-3-4-5 : 65% de rupteurs SLABE
Pont thermique moyen du bâtiment $< 0,28 \text{ W/K.m}^2\text{SRT}$	Pas de traitement supplémentaire

## DESCRIPTIF DE L'ENVELOPPE

Façade	Béton 15 cm + 8 cm de ThA30 + BA13	
Mur sur local non chauffé	Béton + 8 cm de ThA30 + BA13 → Logements et paliers/escaliers contre VH commerces et PK → Escaliers et Ascenseurs contre locaux du socle	
Mur Logement contre ascenseur	Béton 18 cm + 8 cm de ThA30 + BA13	
Mur entre ascenseur et escalier	Béton 18 cm + 8 cm de Laine minérale + parement M0	
Rupteurs	Etage courant	Tour 1 : 60% de rupteurs SLABE Tours 2-3-4-5 : 65% de rupteurs SLABE
	Acrotères	Non
	Voiles	Non
Menuiseries extérieures	PVC / Alu Uw 1,30 - 4/16/4 Planitherm XN + intercalaire swiss spacer V Occultations par volets roulants	
Toiture	8 / 12 cm de polyuréthane sur terrasses (accessible / inaccessible)	
Plancher bas R+1 sur locaux non chauffés	13,5 cm de Fibrastyrène Ultra FC + Béton 20 cm	
Plancher bas RDC logements sur parking R-1	Chape sur PUR 56 mm sans flocage des poutres	
Plancher bas sur équipements et bureaux	RockFeu 130 mm + Flocage des poutres (5cm latéral, 2cm en sous face)  NB : ces locaux une fois aménagés sont « chauds » - Si installés à la livraison, un RockFeu de 100mm sans flocage des poutres est possible	
Perméabilité à l'air	0,6 m3/h/m <sup>2</sup> (engagement HAR depuis 2013)	

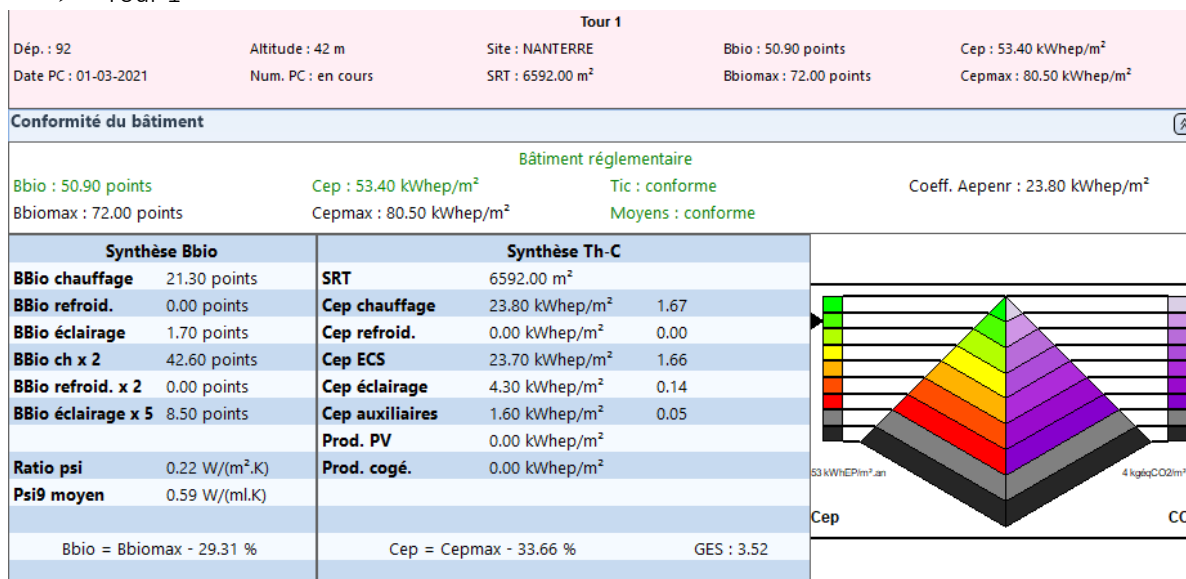
## DESCRIPTIF DES SYSTEMES

Chauffage	Réseau de Chaleur Radiateurs Basse T° dT = 30K (Régime secondaire 60 Aller – 40 Retour) Robinets thermostatiques certifiés (variation temporelle de l'émetteur = 0,30 °C)	
ECS	Via chaufferie - Ballon de stockage de type Corhydro 2000 L (Tour 1) et 2x3000 L (Tours 2-3-4-5)	
Conduits CH ECS	Sous-sol / LNC	Isolation par 50mm de laine de verre en sous-sol
	Colonnes	Chauffage (Gaine palière) : 25mm Armaflex (Th40) ECS (Gaine logement) : 19 d'Armaflex <b>autour des deux tuyaux (Aller/Retour)</b> dans les gaines logements (IsoDuo)
	Distribution étages	CH : Distribution sous fourreaux incorporé à la dalle ECS : idem Chauffage, depuis la gaine logement
Ventilation	Simple flux Hygro B / Conduits à joints – perméabilité B	
EnR	Pas d'exigence // 50% via réseau Bagéops sur le chauffage et l'ECS	

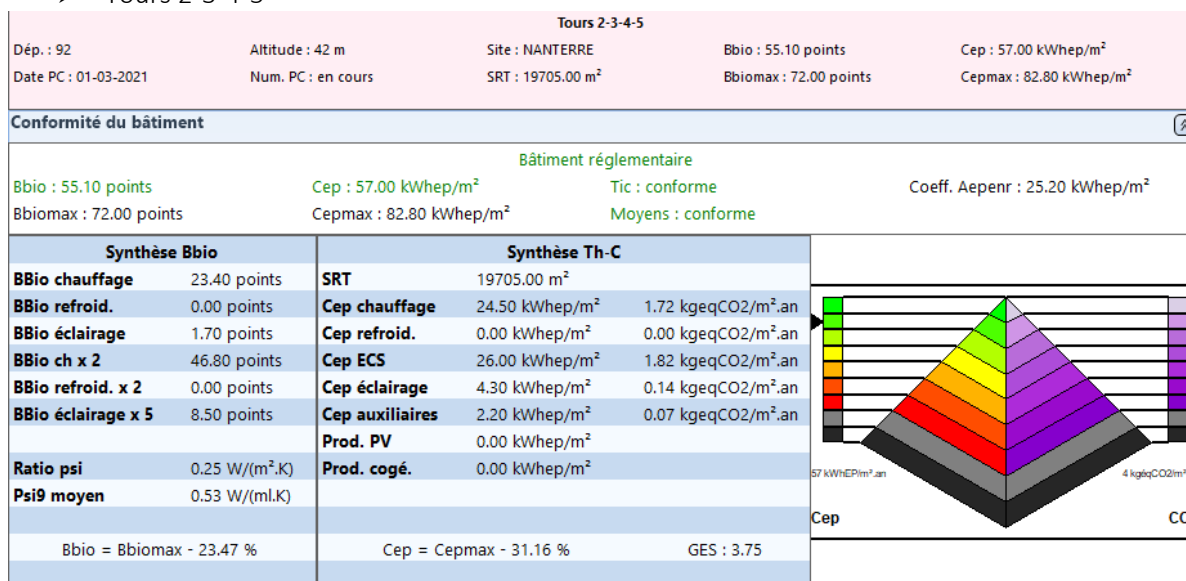
## RESULTATS RT 2012

Logiciel de calcul : Climawin, version 4.8.11.3

### ➤ Tour 1



### ➤ Tours 2-3-4-5



## CONCLUSION

L'utilité d'une étude d'approvisionnement est d'identifier la meilleure solution d'approvisionnement pour le projet.

Le réseau de chaleur urbain de Bagéops comportant une faible émission de CO<sub>2</sub> et une proportion importante d'énergies renouvelables, prévu par défaut par la ville, permet de respecter les exigences thermiques requises sur l'opération.



PRÉFET DE LA RÉGION D'ÎLE-DE-FRANCE

Direction régionale et interdépartementale de  
l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France

**Décision n° DRIEE-SDDTE-2019-183 du 20 août 2019**  
**Portant obligation de réaliser une évaluation environnementale**  
**en application de l'article R. 122-3 du code de l'environnement**

Le Préfet de la région d'Île-de-France  
Préfet de Paris  
Commandeur de la légion d'honneur  
Commandeur de l'ordre national du mérite

Vu la directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, notamment son annexe III ;

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 122-1, R. 122-2 et R. 122-3 ;

Vu l'arrêté préfectoral du 19 juin 2017 de monsieur le Préfet de la région Île-de-France portant délégation de signature en matière administrative à Monsieur Jérôme Goellner, directeur régional et interdépartemental de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France ;

Vu l'arrêté n° 2019-DRIEE-IdF-018 du 20 juin 2019 portant subdélégation de signature en matière administrative de Monsieur Jérôme Goellner, ingénieur général des mines, directeur régional et interdépartemental de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France à ses collaborateurs ;

Vu l'arrêté de la ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer, chargée des relations internationales sur le climat du 12 janvier 2017 fixant le modèle du formulaire de la « demande d'examen au cas par cas » en application de l'article R. 122-3 du code de l'environnement ;

Vu la demande d'examen au cas par cas n° F01119P0161 relative au **projet de construction d'un ensemble immobilier de logements, équipements et commerces, sur l'îlot G3 de la Zone d'aménagement concerté (ZAC) Victor Hugo, situé avenue Henri Barbusse à Bagneux dans le département des Hauts-de-Seine**, reçue complète le 16 juillet 2019 ;

Vu l'avis de l'agence régionale de la santé d'Île-de-France daté du 02 août 2019 ;

Considérant que le projet consiste, sur une emprise de 0,37 ha, en la construction d'un ensemble immobilier développant 27 600 m<sup>2</sup> de surface de plancher totale, sous la forme de trois bâtiments de 18 étages et d'un bâtiment de 6 étages, destiné à accueillir 330 logements, des équipements, des commerces, ainsi que 160 places de stationnement sur deux niveaux de sous-sol ;

Considérant que le projet, soumis à permis de construire, crée une surface de plancher comprise entre 10 000 m<sup>2</sup> et 40 000 m<sup>2</sup> et qu'il relève donc de la rubrique 39°a) « Projets soumis à la procédure de cas par cas » du tableau annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement ;

Considérant que le projet s'implante au sein du secteur 6 de la ZAC Victor Hugo, notamment constitué des îlots G1, G2 et G3, d'une nouvelle station de métro en prolongement de la ligne 4, d'une station de la future ligne 15 du Grand Paris Express, d'une esplanade piétonne et de nouvelles voies ;

1/4

Considérant que l'aménagement de la ZAC Victor Hugo a fait l'objet d'une étude d'impact dont la dernière version disponible (jointe en annexe de la présente demande) est datée de novembre 2015, ainsi que d'un avis de l'autorité environnementale en date du 23 février 2016 ;

Considérant que l'avis de l'autorité environnementale daté du 23 février 2016 recommande notamment d'approfondir l'analyse des impacts du projet d'aménagement sur le paysage (en particulier sur le secteur 6 comprenant les deux gares et le présent projet), le trafic routier, les nuisances sonores, la pollution de l'air, ainsi que les réseaux d'alimentation en eau potable et de rejet des eaux usées ;

Considérant que la programmation de l'îlot G3 a évolué significativement, dans la mesure où l'étude d'impact datée de novembre 2015 prévoyait des hauteurs ne dépassant pas 8 étages, ainsi qu'une surface de plancher totale de 24 600 m<sup>2</sup>, dont 9 900 m<sup>2</sup> de bureaux ;

Considérant que le projet s'implante sur un site soumis au risque de mouvements de terrain lié à la présence d'anciennes carrières ;

Considérant que les études jointes à la présente demande montrent que le projet est susceptible d'engendrer une perte importante d'ensoleillement pour les logements voisins et la future esplanade ;

Considérant que l'évolution du projet est par ailleurs susceptible d'impacts :

- sur le paysage proche et lointain, sur la circulation des vents et sur l'effet d'îlot de chaleur urbain ;
- sur les conditions de déplacement, ainsi que sur l'exposition des populations aux nuisances sonores et à la pollution de l'air ;
- sur la consommation d'eau potable, les rejets d'eaux usées et les consommations énergétiques ;

Considérant que les travaux, d'une durée prévisionnelle de trois ans, sont susceptibles d'impacts, notamment sur les nuisances et la gestion des déblais, dont certains sont pollués ;

Considérant que la construction d'un ensemble immobilier sur l'îlot G1, qui comprend notamment deux tours de 19 étages, a fait l'objet d'un avis de la Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) en date du 14 décembre 2018 ;

Considérant que les projets de prolongement de la ligne 4 du métro et de création du tronçon sud de la ligne 15 du Grand Paris Express ont fait l'objet d'avis du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), respectivement datés du 23 novembre 2011 et du 23 septembre 2015 ;

Considérant que les impacts du présent projet sont susceptibles de se cumuler avec ceux des autres projets en cours sur le secteur 6 de la ZAC Victor Hugo et qu'il est nécessaire d'identifier les mesures pour éviter, réduire et compenser ces impacts potentiels ;

Considérant qu'au regard de l'ensemble des éléments fournis par le maître d'ouvrage, le projet est susceptible d'avoir des impacts notables sur l'environnement et sur la santé ;

**Décide :**

### **Article 1er**

**Le projet de construction d'un ensemble immobilier de logements, équipements et commerces, sur l'îlot G3 de la ZAC Victor Hugo à Bagneux dans le département des Hauts-de-Seine** nécessite la réalisation d'une évaluation environnementale, devant se conformer aux dispositions des articles L. 122-1, R. 122-1 et R. 122-5 à R. 122-8 du code de l'environnement.

Les objectifs spécifiques poursuivis par la réalisation de l'évaluation environnementale du projet sont explicités dans la motivation de la présente décision. Ces derniers s'expriment sans préjudice de l'obligation pour le maître d'ouvrage de respecter le contenu de l'étude d'impact, tel que prévu par l'article R. 122-5 du code de l'environnement.

Ils concernent notamment :

- l'évolution du projet de réalisation de la ZAC Victor Hugo au droit du secteur 6, dit « pôle intermodal », et la justification, eu égard à des critères environnementaux et à l'étude d'impact de novembre 2015, de ces évolutions ;
- l'articulation du présent projet avec l'aménagement du secteur 6 et les impacts cumulés des différents projets en cours sur le secteur 6 ;
- la mise à jour des études paysagères menées à l'échelle de la ZAC Victor Hugo et l'insertion visuelle du présent projet dans son environnement proche et lointain ;
- la mise à jour des études de déplacement, de bruit et de qualité de l'air menées à l'échelle de la ZAC Victor Hugo et la protection des futurs habitants face aux nuisances ;
- l'analyse des effets du projet sur l'ensoleillement des logements voisins et sur le confort des futurs espaces publics – ensoleillement, circulation des vents et effet d'îlot de chaleur urbain – en tenant compte de l'ensemble des projets prévus sur le secteur 6 ;
- la mise à jour des impacts du projet de ZAC sur les réseaux d'alimentation en eau potable et de rejet des eaux usées, ainsi que sur les consommations énergétiques ;
- l'analyse des effets engendrés par les différents chantiers en cours sur le secteur ;
- la protection des biens et des personnes au regard du risque de mouvement de terrain ;

### **Article 2**

La présente décision, délivrée en application de l'article R. 122-3 du code de l'environnement, ne dispense pas des autorisations administratives auxquelles le projet peut être soumis.

### **Article 3**

En application de l'article R. 122-3 (IV) précité, la présente décision sera publiée sur le site Internet de la préfecture de région et de la direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France. Elle devra également figurer dans les dossiers soumis à enquête publique ou mis à disposition du public conformément à l'article L. 122-1-1.

Pour le préfet de la région d'Île-de-France et par délégation, le  
directeur régional et interdépartemental de l'environnement et de  
l'énergie de la région d'Île-de-France  
Pour le directeur régional et interdépartemental de l'environnement  
et de l'énergie, et par délégation,

Adjoint au directeur  
  
Pascal HERITIER

## Voies et délais de recours

**S'agissant d'une décision portant obligation de réaliser une étude d'impact, un recours administratif préalable gracieux est obligatoire, sous peine d'irrecevabilité du recours contentieux, conformément en cela aux dispositions de l'article R. 122-3 V du code de l'environnement.**

- **Recours administratif gracieux :**

Le recours gracieux obligatoire doit être formé dans le délai de 2 mois à compter de la notification ou publication de la décision ; il a pour effet de suspendre et proroger le délai de recours contentieux.

Le recours est adressé à :

Monsieur le préfet de la région d'Ile-de-France

Adresse postale : DRIEE IF – 12 Cours Louis Lumière – CS 70027 – 94307 VINCENNES CEDEX

- **Recours administratif hiérarchique :**

Le recours hiérarchique, qui peut être formé auprès de la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, dans le délai de deux mois à compter de la notification ou publication de la décision, n'a pas pour effet de suspendre et proroger le délai du recours contentieux.

Le recours est adressé à :

Monsieur le ministre de la transition écologique et solidaire

Ministère de la transition écologique et solidaire

92055 Paris La Défense Cedex

- **Recours contentieux :**

Tribunal administratif compétent

(Délai de deux mois à compter du rejet du recours gracieux).



SADEV 94

# Rapport

N°IDFP170432-V2 du 28//06/2017  
EVAL Phases I et II  
49 avenue Henri Barbusse  
92220 BAGNEUX



ICF Environnement



## FICHE SIGNALÉTIQUE

### CLIENT

Raison Sociale : SADEV 94  
Coordonnées : 31, rue Anatole France  
94306, VINCENNES CEDEX  
Contact : Mme Elsa SAUTTER  
01 43 98 42 09  
  
sautter@sadev94.fr

### SITE D'INTERVENTION

Raison Sociale :  
Coordonnées : 49 avenue Henri Barbusse  
92220 BAGNEUX

### DOCUMENT

Type : Rapport  
Référence : IDFP170432  
Suivant proposition ICF : IDFA170432  
Code prestation ICF : IB  
Code prestation selon Norme NF X 31-620-2 A100; A110; A120; A200  
d'août 2016 :

Numéro de version	Date	Observations/Modifications
V1	21/06/2017	Etablissement du rapport
V2	28/06/2017	Modification du rapport

	Nom	Fonction	Signature
Rédaction	Adélaïde RENIER 01 46 88 39 81	Ingénieur de projet Pôle Environnement Région IdF – Centre - Normandie	
Vérification	Edouard DELCROIX 01 46 88 99 18	Chef de projet Pôle Environnement Région IdF – Centre - Normandie	
Validation	Lello MANICHINO 01 46 88 99 99	Superviseur Pôle Environnement Région IdF – Centre - Normandie	



## Résumé

Dans le cadre des études préalables à la vente d'un terrain correspondant au futur lot G3 de la ZAC Ecoquartier Victor Hugo à BAGNEUX (94), la **SADEV 94** a mandaté ICF Environnement pour la réalisation d'une étude documentaire (EVAL Phase I) et d'un diagnostic de la qualité environnementale des sols (EVAL Phase II) au droit du lot en projet, conformément aux exigences de la Norme NF X 31-620-2 d'Août 2016.

Le site à l'étude est actuellement occupé par l'emprise chantier de la RATP pour le prolongement de la ligne 4 du métro. L'étude historique a révélé la présence de bâtiments sur la zone d'étude entre 1921 et 2014. Le site à l'étude n'est référencé dans aucune base de données (BASIAS, BASOL, ICPE), et aucune installation potentiellement polluante n'est recensée à moins de 200 m autour de la zone d'étude.

D'après l'étude documentaire, le site repose sur des éboulis surplombant la formation des Calcaires de Saint-Ouen. La première nappe souterraine est attendue à plus de 20 m de profondeur et correspond à la nappe des Calcaires de Saint-Ouen qui s'écoule globalement en direction de l'Est. Au vu de la profondeur attendue, cette nappe n'est pas considérée comme vulnérable vis-à-vis d'une contamination en provenance du site d'étude. Un captage pour l'alimentation en eau industrielle est situé à 340 m en aval hydraulique du site d'étude ; le niveau d'eau y est mesuré à plus de 40 m de profondeur. Etant donnée la profondeur de la nappe captée, cet ouvrage n'apparaît pas vulnérable/sensible à une éventuelle contamination en provenance du site d'étude.

Le projet d'aménagement, non défini à ce stade, prévoit la construction d'un ensemble de 4 bâtiments (au maximum de type R+18) reposant sur 2 ou 3 niveaux de sous-sol. Les usages projetés correspondent à des habitations, des commerces, des équipements (gymnase et piscine) et un espace social et solidaire.

Les investigations menées par ICF Environnement ont consisté en la réalisation de 7 sondages de sol descendus à 10 mètres de profondeur. Les sondages ont montré que le terrain au droit du site est constitué d'une couche de remblais d'épaisseur variable entre 1,8 et 3,6 m surplombant un horizon marneux. Une couche de limon est localement présente entre les remblais et les marnes.

Les résultats analytiques ont révélé une anomalie ponctuelle en mercure et plomb dans les remblais et des dépassements des critères d'acceptation des terres en ISDI fixés par l'arrêté ministériel du 12/12/2014. Les terres non inertes devront faire l'objet d'une gestion particulière et être orientées vers des installations spécialisées.



## Table des illustrations

1	Contexte et objectif de l'étude.....	6
2	Présentation et analyse de l'existant .....	6
2.1	Descriptif de la zone d'étude .....	6
2.2	Documents et informations transmis par le client.....	7
3	Méthodologie générale .....	8
3.1	Textes de références .....	8
4	Visite de site (A100).....	9
5	Etude de vulnérabilité (A120).....	10
5.1	Sources de renseignement.....	10
5.2	Contexte géologique .....	10
5.3	Contexte hydraulique.....	12
5.4	Contexte météorologique .....	13
5.5	Cibles potentielles .....	14
6	Etude historique, documentaire et mémorielle (A110) .....	16
6.1	Sources de renseignement.....	16
6.2	Inventaire des sites et sols potentiellement pollués.....	16
6.3	Consultation et interprétation des photographies aériennes de l'IGN.....	18
6.4	Consultation du service des archives de la ville de Bagneux .....	23
6.5	Synthèse de l'étude historique .....	23
7	Investigations sur site.....	24
7.1	Sécurité de l'intervention.....	24
7.2	Investigations sur les sols (A200) .....	24
7.3	Limites de la méthode d'investigation .....	25
8	Résultats des investigations .....	26
8.1	Résultats obtenus dans les sols.....	26
8.1	Valeurs de comparaison.....	27
9	Conclusions.....	33
10	Recommandations.....	33

### **Annexes**

- Annexe I : Abréviations générales (2 pages)
- Annexe II : Normes de prélèvements et d'échantillonnage (1 page)
- Annexe III : Interprétation et valeur de référence ou de comparaison (1 page)
- Annexe IV : Fiches de suivi de sondages (7 pages)
- Annexe V : Bulletins d'analyses (36 pages)

## Figures

Figure 1 : Plan de l'emprise du projet sur vue aérienne .....	6
Figure 2 : Plan de l'emprise du projet sur l'emprise chantier RATP .....	7
Figure 3 : Plan de masse du projet (source : SADEV 94) .....	8
Figure 4 : Carte géologique n° 183 de Paris du BRGM au 1/50 000 <sup>ème</sup> .....	11
Figure 5 : carte hydrogéologique de Paris (source : SIGES Seine-Normandie) .....	12
Figure 6 : Risque inondation au droit du site .....	15
Figure 7 : Localisation des sites BASIAS dans un rayon de 300 m autour du site d'étude .....	17
Figure 8 : Localisation des sondages réalisés .....	24
Figure 9 : Plan de maillage .....	30

## Tableaux

Tableau 1 : Coupe géologique du forage BSS000NWLX (au droit du site) .....	11
Tableau 2 : caractéristiques du captage AEI le plus proche de la zone d'étude .....	14
Tableau 3 : activités recensées sur BASIAS à proximité de la zone d'étude .....	17
Tableau 4 : Liste des photographies consultées pour l'étude historique .....	18
Tableau 5 : Descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sols .....	26
Tableau 6 : Valeurs de référence ou de comparaison .....	27
Tableau 7 : Résultats d'analyses obtenus sur les sols .....	28
Tableau 8 : Première estimation des volumes – Option 2 niveaux de sous-sol .....	31
Tableau 9 : Première estimation des volumes – Option 3 niveaux de sous-sol .....	32

# 1 Contexte et objectif de l'étude

Dans le cadre des études préalables à la vente d'un terrain correspondant au futur lot G3 de la ZAC Ecoquartier Victor Hugo à BAGNEUX, la SADEV 94 a mandaté ICF Environnement pour la réalisation d'un diagnostic de la qualité environnementale des sols au droit du lot en projet (mission EVAL Phases I et II), conformément aux exigences de la Norme NF X 31-620-2 d'Août 2016.

L'étude a été réalisée afin de :

- disposer d'un bilan précis sur le passé administratif et, éventuellement, industriel du terrain et la vulnérabilité environnementale du site et de son environnement (EVAL Phase I) ;
- disposer d'une caractérisation environnementale des terres (EVAL Phase II) destinées à être gérées dans le cadre du projet d'aménagement (détermination des filières d'évacuation des terres à excaver, caractérisation des terres destinées à rester *in situ*).

## 2 Présentation et analyse de l'existant

### 2.1 Descriptif de la zone d'étude

Le site étudié, d'une superficie d'environ 3700 m<sup>2</sup>, est localisé au 49 avenue Henri Barbusse à BAGNEUX (92).

Il est aujourd'hui occupé par l'emprise chantier de la RATP pour le prolongement de la ligne 4 du métro.

6

Le projet concerne l'aménagement du lot G3 de la ZAC Ecoquartier Victor Hugo. L'emprise du projet est présentée sur les figures ci-après, sur une vue aérienne d'une part, et sur le plan de l'emprise chantier de la RATP d'autre part.

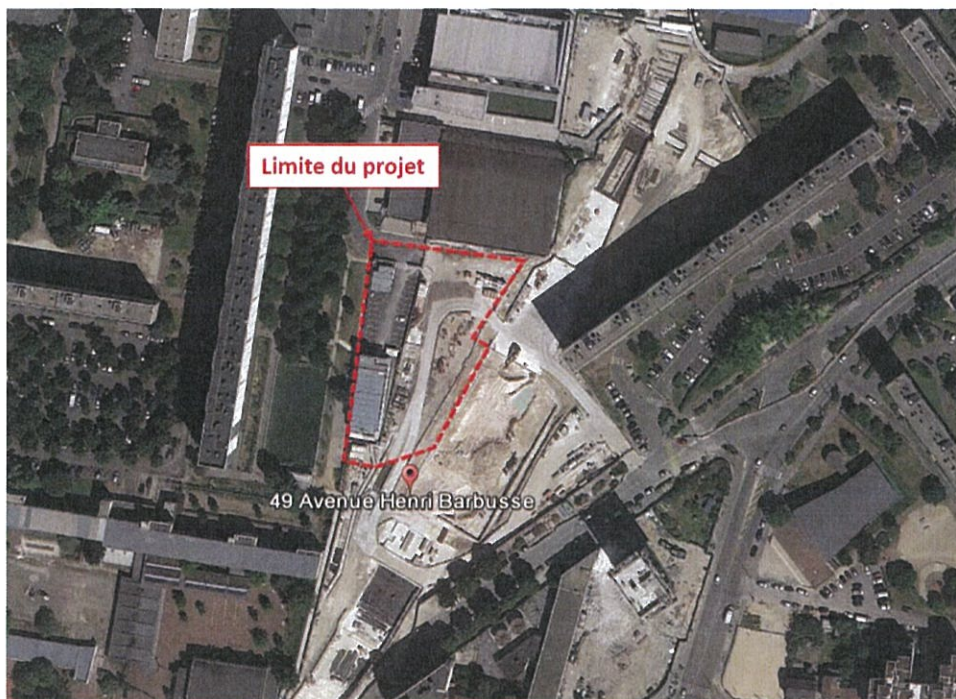


Figure 1 : Plan de l'emprise du projet sur vue aérienne

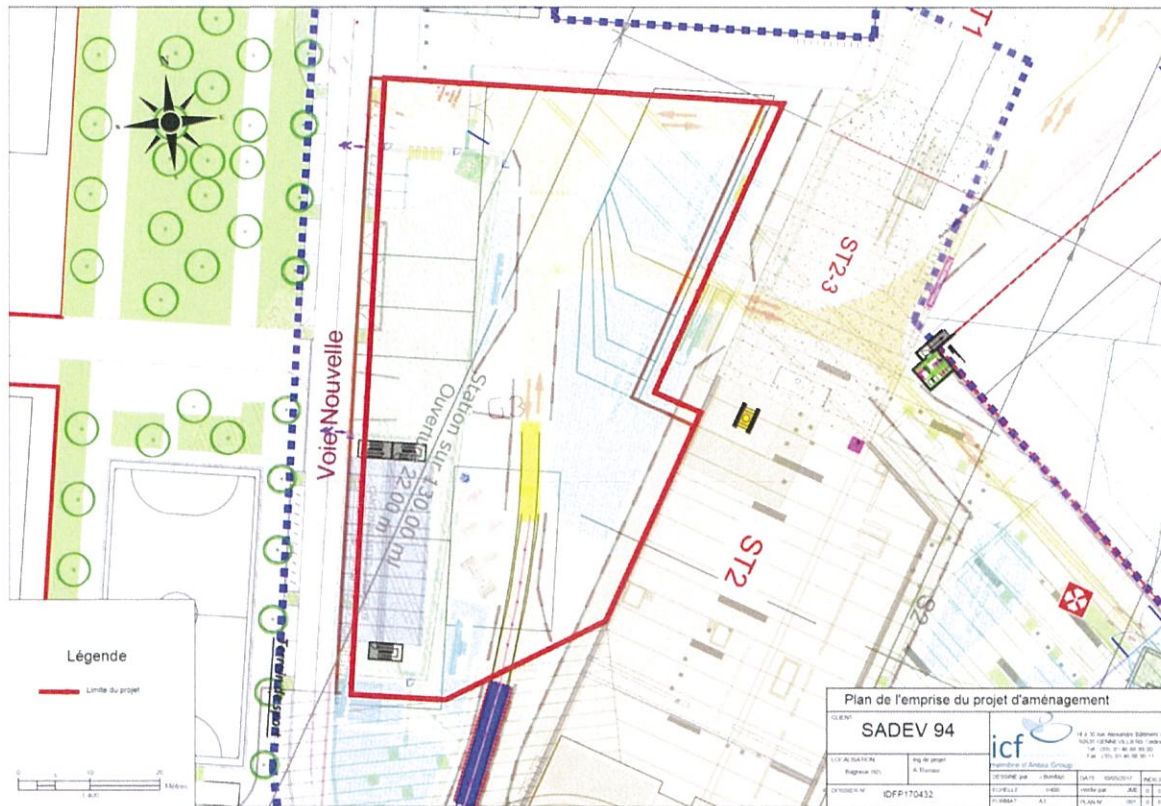


Figure 2 : Plan de l'emprise du projet sur l'emprise chantier RATP

7

## 2.2 Documents et informations transmis par le client

### 2.2.1 Synthèse des études réalisées

Aucune étude antérieure concernant le site n'a transmise par la SADEV 94 à ICF Environnement.

### 2.2.2 Projet et usage futur

Le projet d'aménagement, non défini à ce stade, prévoit la construction d'un ensemble de 4 bâtiments reposant sur 2 ou 3 niveaux de sous-sol. Les usages projetés correspondent à des habitations, des commerces, des équipements (gymnase et piscine) et un espace social et solidaire.

Le plan masse du projet est présenté ci-après.



Figure 3 : Plan de masse du projet (source : SADEV 94)

## 3 Méthodologie générale

### 3.1 Textes de références

La méthodologie appliquée pour la réalisation de la mission est conforme :

- aux recommandations relatives aux Sites et Sols Pollués inscrites dans la Note du 19 avril 2017 et la Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués.
- aux exigences et préconisations des normes NF X31-620-1 de juin 2011 et NF X31-620-2 d'août 2016 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués ».
- aux exigences du référentiel de certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués.

Les normes techniques de prélèvements et d'échantillonnage applicables sont mentionnées en Annexe II.



## 4 Visite de site (A100)

Une visite de site a été effectuée le 9 mai 2017 par un ingénieur d'ICF Environnement, de façon à effectuer une reconnaissance du site et à repérer d'éventuelles sources potentielles de pollution.

Le site, clôturé, est intégré dans l'emprise chantier de la RATP pour le prolongement de la ligne 4 du métro. Il comprend la base vie du chantier ainsi que des aires de stockage (non accessibles) et une voie de circulation. Aucun stockage de matière potentiellement polluante n'a été identifié lors de notre visite.

Quelques photographies du site sont présentées ci-après.

Parking de la base vie



Vue vers le coin Nord-Est



Vue vers le coin Sud-Est



Vue vers le Nord



Le site d'étude est implanté dans un environnement à dominante résidentielle. On trouve dans les environs proches du site des immeubles d'habitation, quelques commerces, la piscine municipale de Bagneux et un collège.

## 5 Etude de vulnérabilité (A120)

### 5.1 Sources de renseignement

Les informations ci-après ont été recueillies au moyen des consultations :

- de la carte géologique de Paris du BRGM au 1/50 000<sup>ème</sup> numérotée 183,
- des bases de données du BRGM InfoTerre (« Dossiers de la banque de données du sous-sol et logs géologiques » et « Dossiers des eaux souterraines »), <http://www.infoterre.brgm.fr/>,
- des bases de données du site Geoportail, <http://www.geoportail.gouv.fr/>,
- de l'Agence Régionale de Santé (ARS) des Hauts de Seine, consultée le 10/05/2017,
- des bases de données Prim (répertoriant les risques naturels et technologiques), <http://www.prim.net/>,
- du site internet de Météo France, station météo de Mont Souris.

### 5.2 Contexte géologique

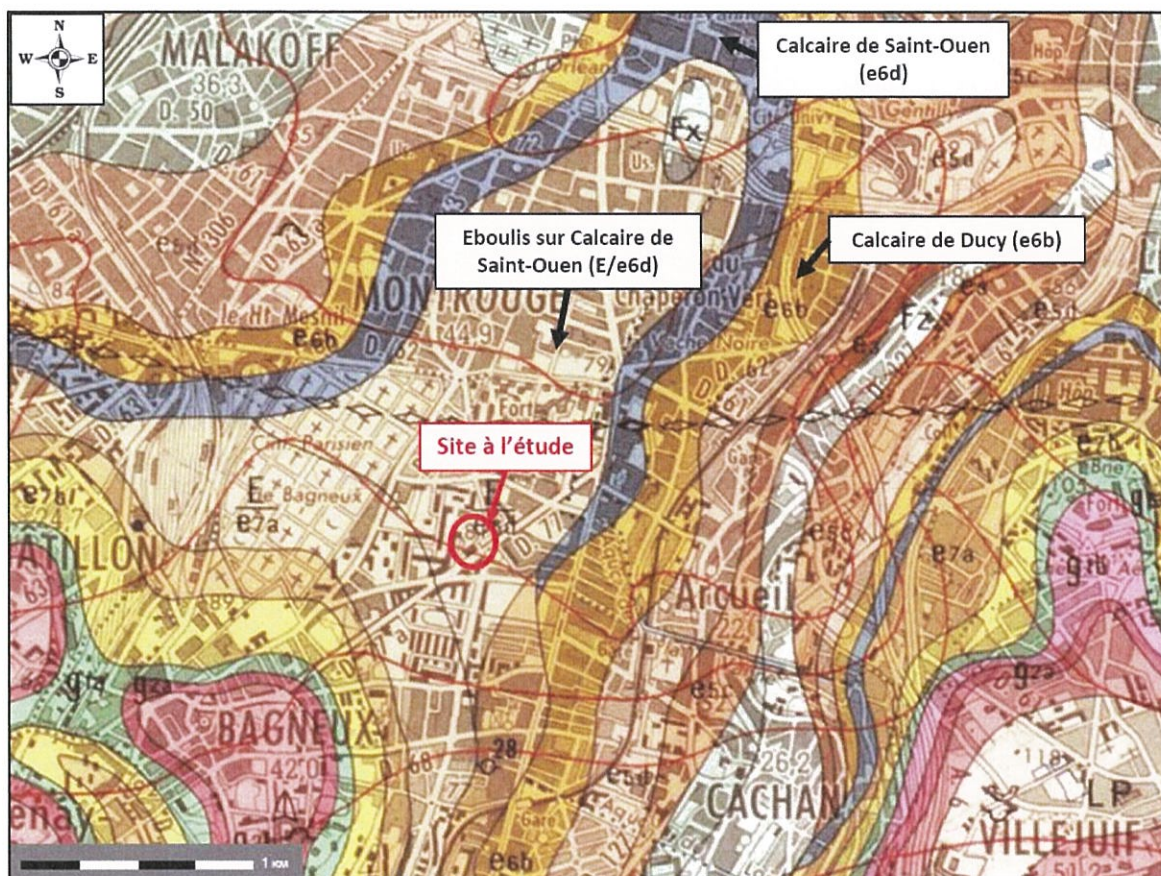
#### 5.2.1 Contexte géologique régional

D'après la notice de la carte géologique Paris et les informations recueillies sur le site Infoterre du BRGM, le site d'étude repose sur :

- des éboulis (**E**) : de puissants amas naturels occupent le fond des vallées et le pied des collines. Ils sont constitués surtout par des roches reposant sur la première Masse du Gypse, dont la dissolution facile a déterminé la chute de la couverture meuble. Dans certains cas, l'érosion des calcaires tendres du Lutétien inférieur peut déterminer des éboulis ;
- le Calcaire de Saint-Ouen (**e6d**) : il est constitué par une série de marnes crème et de bancs calcaireux, parfois silicifiés, où s'intercalent des feuillets argileux, magnésiens, à silex nectiques. La puissance moyenne du Calcaire de Saint-Ouen est de 10 mètres mais peut s'élever à 15 mètres dans les zones gypsifères.

10

Un extrait de la carte géologique de Paris est présenté en page suivante :


 Figure 4 : Carte géologique n° 183 de Paris du BRGM au 1/50 000<sup>ème</sup>

11

### 5.2.2 Contexte géologique local

Le forage référencé BSS000NWLX (01836D0312/SC1) dans la base de données Infoterre du BRGM a été réalisé au droit-même de la zone d'étude et descendu à une profondeur de 30 m. La succession lithologique rencontrée est la suivante.

Tableau 1 : Coupe géologique du forage BSS000NWLX (au droit du site)

Profondeur (m)	Formation	Stratigraphie
0 – 0.5	Remblais	Holocène
0.5 – 2.3	Limon des plateaux	Quaternaire
2.3 – 9.1	Calcaires de Saint-Ouen	Bartonien supérieur
9.1 – 13.7	Marnes sableuses auversiennes	Auversien
13.7 – 24.9	Marnes et caillasses lutétiennes	Lutézien supérieur
24.9 - 30	Calcaire grossier supérieur d'Ile-de-France	

## 5.3 Contexte hydraulique

### 5.3.1 Contexte hydrologique

Le cours d'eau le plus proche de la zone d'étude est la Seine, située à plus de 5 km du site. Compte-tenu de sa distance, la vulnérabilité de la Seine à un potentiel impact polluant en provenance du site étudié est très faible.

### 5.3.2 Contexte hydrogéologique

D'après les informations répertoriées dans la Banque de données du Sous-Sol du BRGM, la première nappe rencontrée au droit du site correspond à la nappe des Calcaires de Saint-Ouen, attendue à plus de 20 m de profondeur. L'écoulement global moyen théorique de la nappe des Calcaires de Saint-Ouen est orienté vers l'Est.

La carte hydrogéologique de Paris centrée sur la zone d'étude est présentée ci-après.

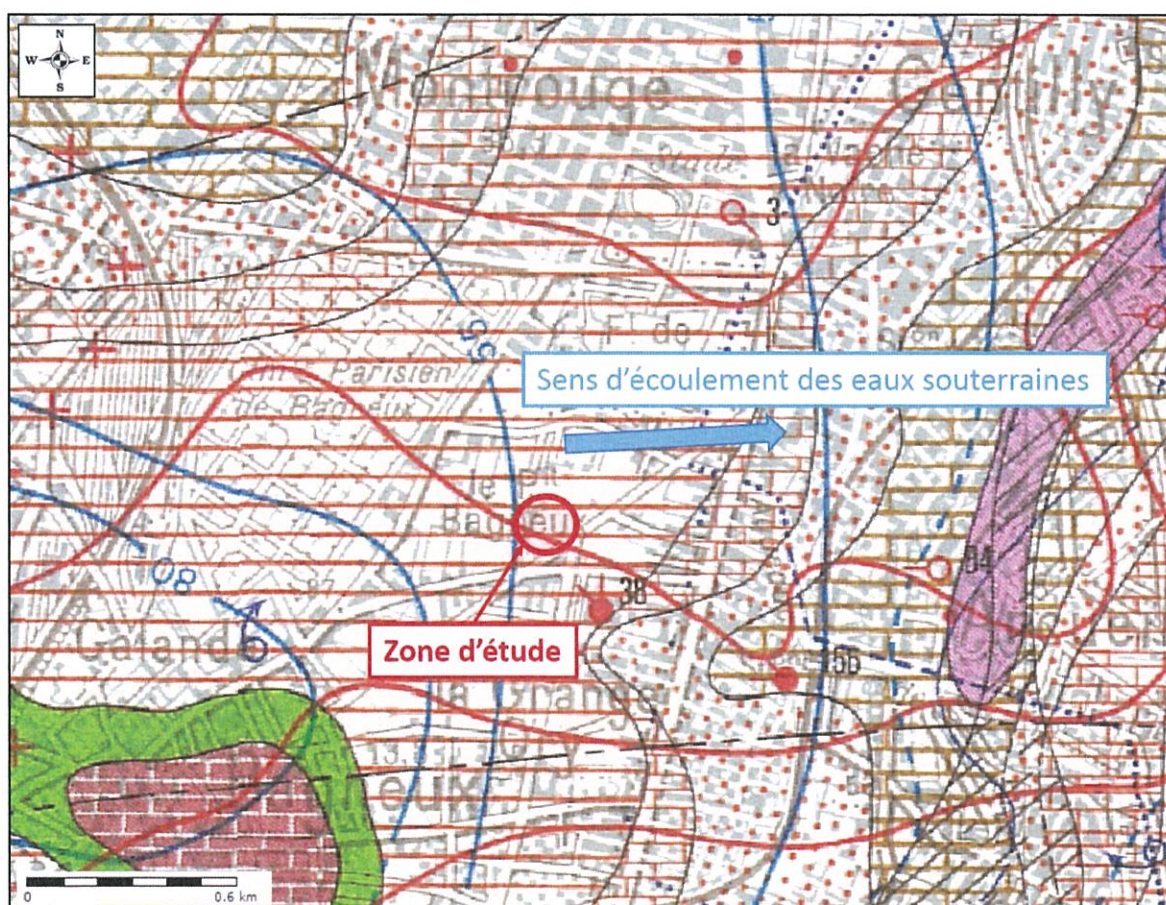


Figure 5 : carte hydrogéologique de Paris (source : SIGES Seine-Normandie)

Compte tenu de la profondeur de la nappe, elle apparaît faiblement vulnérable à une éventuelle contamination issue du site.

## 5.4 Contexte météorologique

Les données météorologiques présentées ci-dessous correspondent à des moyennes sur la période de janvier 1971 à décembre 2000 (station météorologique du parc Montsouris).

### Précipitations

Les cumuls mensuels moyens sont compris entre 43 et 65 mm (ou litres d'eau au m<sup>2</sup>), ce qui donne une pluviométrie moyenne annuelle de 649,8 mm d'eau. La moyenne mensuelle est de 54,15 mm/mois. Le minimum se situe en août et le maximum en mai. Les pluies sont assez fréquentes (111,4 jours par an).

### Températures

L'**ensoleillement** est moyen avec une durée annuelle d'insolation d'environ 1 630,2 heures, avec un minimum en décembre (45,8 heures) et un maximum en août (228,8 heures)

Les **températures** varient, en moyennes mensuelles, de 4,7°C à 20°C avec une température moyenne annuelle de 12,1°C. Les valeurs maximales sont atteintes durant les mois de juillet et août (maximum absolu : +40,4°C le 28 juillet 1947), tandis que les valeurs minimales sont durant les mois de décembre, janvier et février (minimum absolu : -23,9°C le 10 décembre 1879).

Les jours chauds (maximum journalier supérieur à 25°C) s'étendent sur une période de 7 mois, d'avril à octobre.

### Vents

L'examen des données météorologiques au cours de la période de 1991-2010 révèle que la répartition des vents est assez homogène avec des vents dominants provenant du Sud-ouest ou du Nord-est. 82 % des vitesses sont comprises entre 1,5 et 4,5 m/s.

13

- Secteur Sud-ouest (direction 180° à 280°), toutes vitesses confondues ( $v \geq 1,5$  m/s), leur pourcentage est de 45,1%. En revanche, le pourcentage de vents forts est quasi-nul ( $v \geq 8$  m/s). ;
- secteur Nord (direction 380° à 80°), toutes vitesses confondues ( $v \geq 1,5$  m/s), ils constituent 24,1 % des cas. En revanche, le pourcentage de vents forts est nul ( $v \geq 8$  m/s).

### Synthèse des données météorologiques

Etant donnée l'absence de couverture sur certaines zones du site, le voisinage du site apparaît vulnérable à un éventuel envol de poussières potentiellement contaminées en provenance du site.

## 5.5 Cibles potentielles

### 5.5.1 Exploitation des eaux souterraines

Les cibles potentielles pour l'exploitation des nappes souterraines, recensées dans un rayon d'un kilomètre autour du site par l'ARS des Hauts de Seine et dans les bases de données Infoterre du BRGM, sont décrites dans les paragraphes ci-après.

#### Captages pour l'Alimentation en Eau Potables (AEP)

L'ARS des Hauts de Seine a été contactée le 10/05/2017 pour connaître la localisation des captages AEP à proximité du site d'étude et leurs périmètres de protection. Aucune réponse n'a été obtenue à ce jour.

#### Captages pour l'Alimentation en Eau Industrielle (AEI)

D'après les données BSS, un captage AEI est localisé à proximité de la zone d'étude, à 340 m en aval hydraulique de celle-ci. Les caractéristiques de l'ouvrage sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : caractéristiques du captage AEI le plus proche de la zone d'étude

Référence de l'ouvrage	Profondeur de l'ouvrage (m)	Altitude NGF de l'ouvrage (NGF)	Niveau d'eau mesuré (NGF)	Aquifère capté	Distance et position hydraulique par rapport au site	Utilisation	Vulnérabilité et sensibilité
BSS000NVZN	626	77	41,78	-	340 m en Aval Hydraulique	Eau Industrielle	Faiblement vulnérable et sensible

14

En conclusion, compte tenu de la profondeur de la nappe captée, cet ouvrage n'apparaît pas vulnérable/sensible à une potentielle contamination en provenance du site à l'étude.

### 5.5.2 Zones naturelles d'intérêt soumises à protection

Selon la base de données Infoterre, aucune zone d'intérêt écologique (ZNIEFF ou NATURA 2000) n'est présente dans un rayon de 3 km autour de la zone d'étude.

### 5.5.3 Risques d'inondations

Le site est localisé en zone d'aléa faible vis-à-vis du risque d'inondations.



15

Figure 6 : Risque inondation au droit du site

### 5.5.4 Synthèse de l'étude de vulnérabilité

D'après l'étude de la carte géologique de Paris, le site repose sur des éboulis surplombant la formation des Calcaires de Saint-Ouen.

Le cours d'eau le plus proche de la zone d'étude est la Seine, située à plus de 5 km du site. Il n'apparaît donc pas vulnérable à une éventuelle contamination en provenance du site d'étude.

D'un point de vue hydrogéologique, la première nappe souterraine est attendue à plus de 20 m de profondeur et correspond à la nappe des Calcaires de Saint-Ouen qui s'écoule globalement en direction de l'Est. Au vu de la profondeur attendue, cette nappe n'est pas considérée comme vulnérable vis-à-vis d'une contamination en provenance du site d'étude. Par ailleurs, la zone d'étude est située dans une zone d'aléas faible vis-à-vis du risque d'inondation.

Un captage pour l'alimentation en eau industrielle est situé à 340 m en aval hydraulique du site d'étude ; le niveau d'eau y est mesuré à plus de 40 m de profondeur. Etant donnée la profondeur de la nappe captée, cet ouvrage n'apparaît pas vulnérable/sensible à une éventuelle contamination en provenance du site d'étude.

Aucune zone d'intérêt écologique n'est référencée dans un rayon de 3 km autour de la zone d'étude.

## 6 Etude historique, documentaire et mémorielle (A110)

### 6.1 Sources de renseignement

La collecte des informations a été réalisée sur la base des consultations :

- des photographies aériennes de l'Institut Géographique National (IGN), <http://www.ign.fr/>,
- des bases de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service (BASIAS) du BRGM et des bases de données des sites et sol pollués ou potentiellement pollués (BASOL) du Ministère en charge de l'Environnement (<http://basias.brgm.fr/> et <http://basol.ecologie.gouv.fr/>),
- de la base de données des installations classées, <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr/>,
- du service des archives municipales de Bagneux ;
- du Bureau de l'Environnement et des Installations Classées de la préfecture des Hauts-de-Seine.

### 6.2 Inventaire des sites et sols potentiellement pollués

#### 6.2.1 Recherche sur BASOL

16

L'inventaire national des sites pollués ou potentiellement pollués (base de données BASOL du Ministère en charge de l'Environnement) répertorie les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif.

La base de données BASOL a été consulté afin de connaître si un tel site est, ou était, localisé sur ou à proximité du site étudié.

Aucun site BASOL n'est répertorié au droit du terrain ainsi que dans un rayon d'un kilomètre autour de celui-ci. Le site BASOL le plus proche est situé à 1,3 km à l'Est du site, soit en aval hydraulique supposé. Il n'est donc pas susceptible d'impacter la qualité des milieux au droit du site étudié.

#### 6.2.2 Recherche sur BASIAS

La base de données BASIAS (Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service), développée par le bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) pour le Ministère en charge de l'Environnement, recense les sites industriels, en activité ou non, susceptibles d'engendrer une pollution de l'environnement.

Cet inventaire des anciens sites industriels et activités de services a été consulté afin de déterminer et de localiser les dits sites et activités sur ou à proximité du site étudié.

Aucun site répertorié BASIAS n'est référencé au droit du terrain. Plusieurs sites BASIAS sont recensés dans un rayon de 300 m autour du site étudié. Ils sont localisés sur la carte en page suivante et détaillés dans le tableau ci-après.



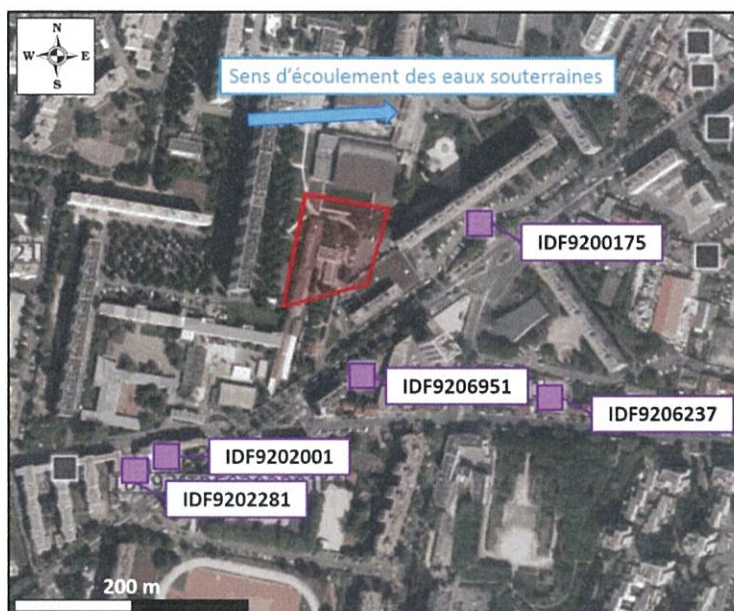


Figure 7 : Localisation des sites BASIAS dans un rayon de 300 m autour du site d'étude

Tableau 3 : activités recensées sur BASIAS à proximité de la zone d'étude

17

Référence	Distance au site d'étude	Position hydraulique	Raison sociale	Début d'activité	Fin d'activité	Libellé d'activité
IDF9206951	118	Latéral	Station B.P	09/06/2000	En activité	Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station service de toute capacité de stockage)
IDF9200175	130	Aval	Garage Meuniers	08/12/1961	30/08/2005	Chaudronnerie, tonnellerie;Garages, ateliers, mécanique et soudure
IDF9206237	234	Latéral Aval	Sigmakalon EURIDEP ; ex : établissement P.H. BAYVET	27/05/1963	En activité	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)
IDF9202001	241	Latéral Amont	SARL Erca	25/01/1971	23/03/1987	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.);Compression, réfrigération
IDF9202281	263	Latéral Amont	Laverie du chant des oiseaux	06/08/1958	29/08/1990	Blanchisserie-teinturerie (gros, ou détail lorsque les pressings de quartier sont retenus par le Comité de pilotage de l'IHR) ; blanchissement et traitement des pailles, fibres textiles, chiffons

Aucun site BASIAS n'est localisé en amont immédiat du site à l'étude.

### 6.2.3 Situation ICPE

▪ **BASE DE DONNEES DES ICPE :**

La base de données des ICPE du Ministère de l'Environnement recense les installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ou à enregistrement.

Quatre installations de ce type sont recensées sur la commune de Bagneux, et aucune n'a été répertoriée sur le site étudiée ni dans un rayon de 500 m autour du site.

▪ **BUREAU DE L'ENVIRONNEMENT DE LA PREFECTURE DU 92 :**

Par mail le 10/05/2017, le Bureau de l'Environnement et des Installations Classées de la préfecture des Hauts-de-Seine a été consulté pour connaître l'existence d'éventuelles ICPE sur la parcelle d'étude, notamment celles soumises à déclaration.

En réponse le 18/05/2017, la préfecture informe qu'aucune ICPE n'est recensée au droit du site à l'étude.

## 6.3 Consultation et interprétation des photographies aériennes de l'IGN

La consultation des photographies aériennes a permis d'analyser les évolutions majeures du site et de ses environs sur une période de 95 ans, de 1921 à 2016.




18

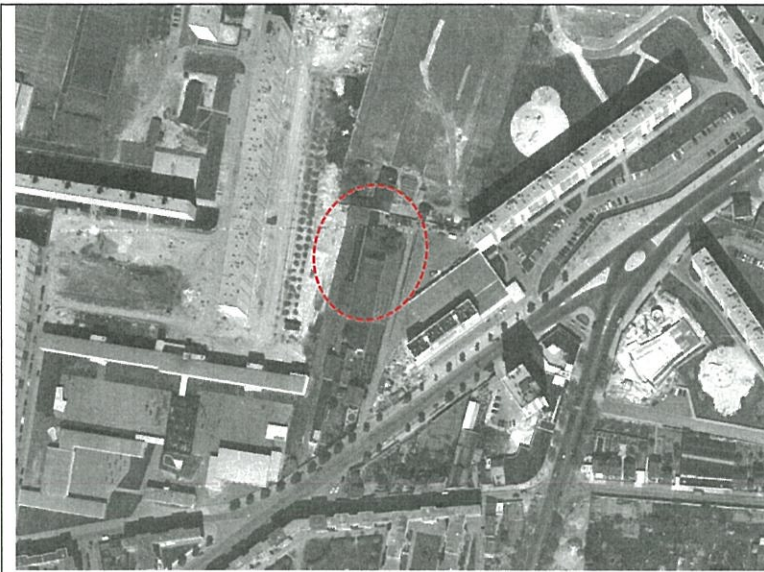
Les observations ont été réalisées à partir des clichés présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 4 : Liste des photographies consultées pour l'étude historique**

Année	Référence d'image IGN
1921	IGNF_PVA_1-0_1921_CCF00H-401_1921_CAF_H-40_0115
1950	IGNF_PVA_1-0_1950-05-30_C2314-1851_1950_CDP3505_0319
1956	IGNF_PVA_1-0_1956-05-07_C2214-0591_1956_CDP1108_1779
1960	IGNF_PVA_1-0_1960-04-24_C2314-1691_1960_CDP1570_1293
1976	IGNF_PVA_1-0_1976-11-04_C93PHQ6281_1976_CDP8253_0498
1982	IGNF_PVA_1-0_1982-04-16_C93PHQ7871_1982_CDP8707_0673
1990	IGNF_PVA_1-0_1990-07-25_C90SAA2321_1990_FR4605_0905
2004	Source : Géoportail
2014	Source : Géoportail
2015	Source : Géoportail
2016	Source : Géoportail

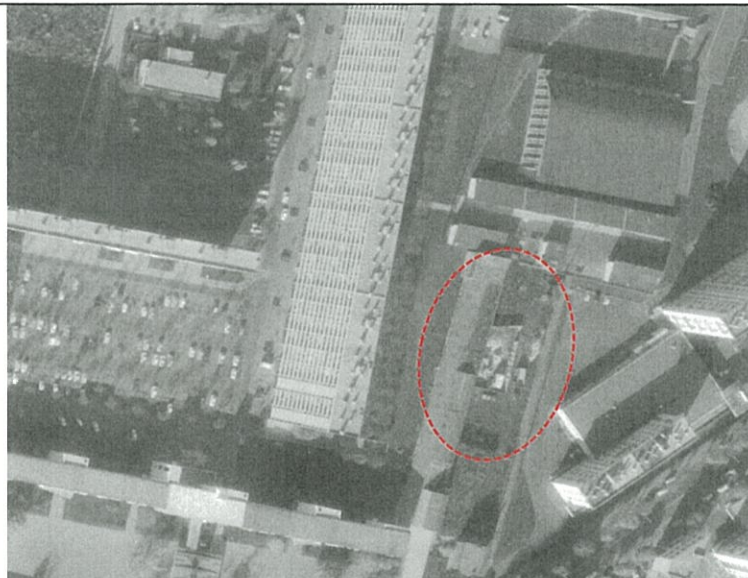
La description des photographies aériennes historiques est présentée ci-après.

	<p><b>1921 :</b>          La zone d'étude semble en grande partie inoccupée et faire l'objet d'une exploitation agricole, au même titre que les environs immédiats.          Un bâtiment semble présent en limite Ouest du site étudié.          La qualité de l'image ne permet pas d'en dire davantage.</p>
	<p><b>1950 :</b>          Pas d'évolution visible au droit de la zone d'étude et aux alentours.</p>
	<p><b>1956 :</b>          La partie Est de la zone d'étude semble occupée mais la qualité de l'image ne permet de pas de statuer.          L'urbanisation de la zone à l'Est du site se développe. On note sur la photographie des constructions en cours.</p>



**1960 :**

Pas d'évolution notable au droit de la zone d'étude.  
L'urbanisation des environs s'est accélérée et plusieurs bâtiments ont été construits, notamment le collège au Sud-Ouest.



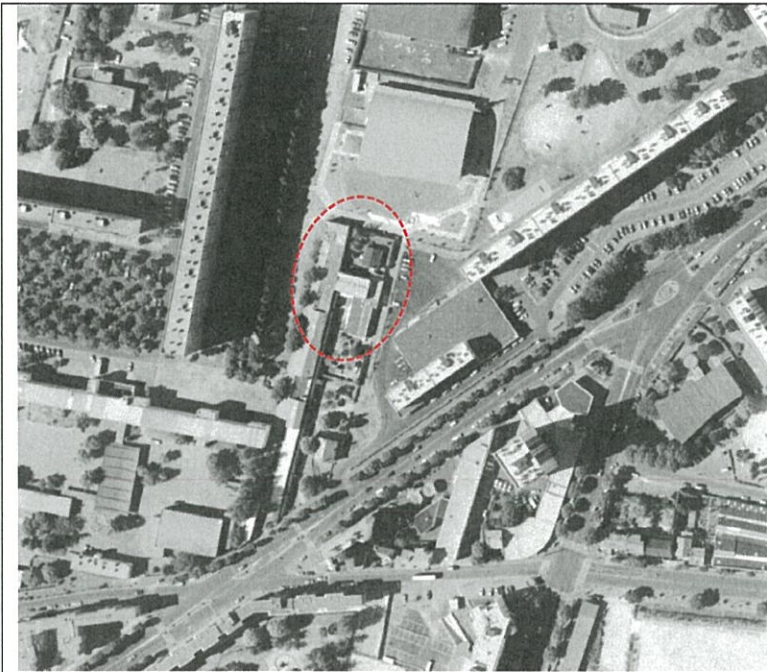
**1976 :**

Au droit de la zone d'étude, le long bâtiment à l'Ouest est toujours présent. Il semble qu'une construction soit en cours en zone centrale.  
Aux alentours, les constructions se poursuivent. La piscine municipale au Nord est désormais construite.



**1982 :**

Au droit de la zone d'étude, un bâtiment a été construit en zone centrale. On repère également une structure au Nord du site qui pourrait correspondre à une habitation.

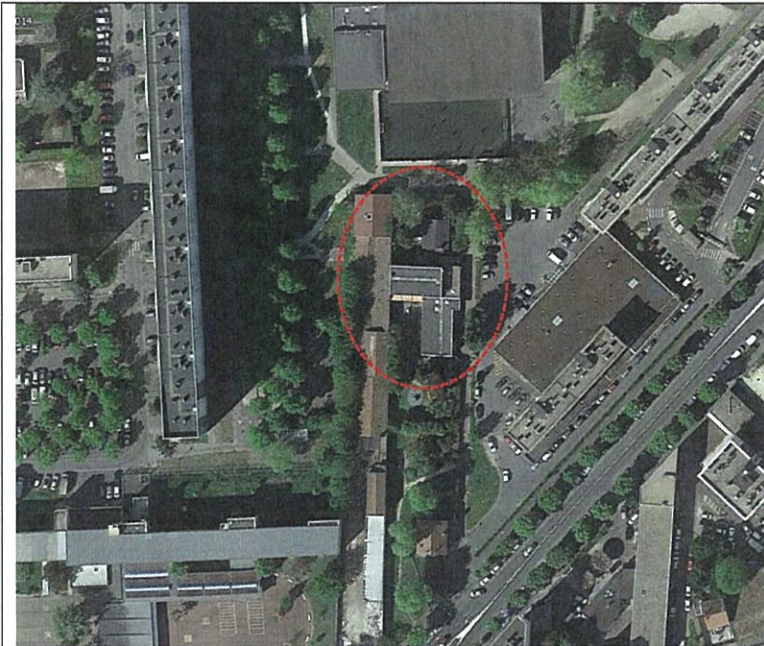


**1990 :**  
Pas d'évolution notable au droit  
du site.

21



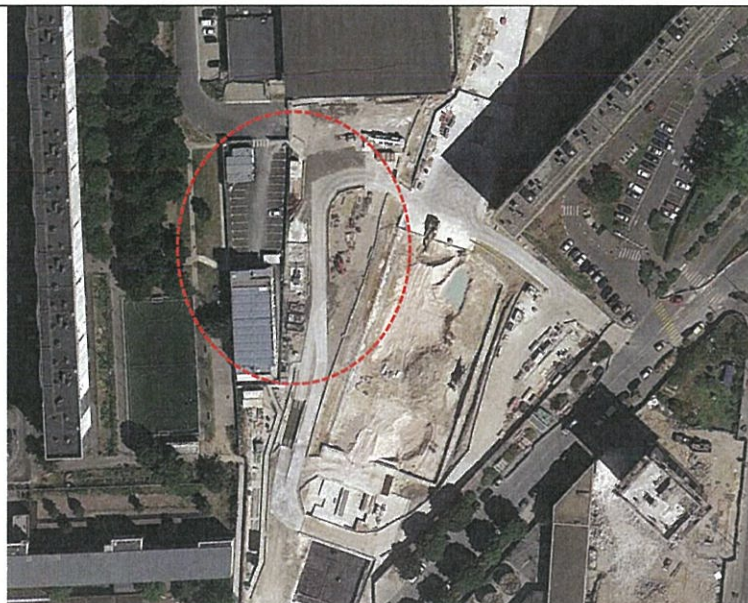
**2004 :**  
Pas d'évolution notable au droit  
du site étudié.



**2014 :**  
Pas d'évolution au droit de la zone d'étude.



**2015 :**  
Tous les bâtiments au droit de la zone d'étude ont été démolis et une base vie est présente au droit du site. On note la présence de différents stockages en partie Est du site d'étude.



**2016 :**  
La zone d'étude est dans sa configuration actuelle (emprise chantier).

L'étude des photographies aériennes historiques indique que des bâtiments ont été présents sur la zone d'étude entre le début des années 1920 et 2014. Un long bâtiment côté Ouest du site, vraisemblablement présent dès 1921, semble correspondre à un hangar où a potentiellement été exercée une activité industrielle. Au début des années 1980, un second bâtiment et une maison ont été construits en zone centrale. Tous ces bâtiments ont été démolis entre 2014 et 2015 pour laisser place au chantier de prolongement de la ligne 4 du métro et à l'installation de la base vie de la RATP.

## 6.4 Consultation du service des archives de la ville de Bagneux

Le service des archives municipales de Bagneux a été consulté en date du 10/05/2017 pour tenter de remonter dans l'historique du site à l'étude. Aucun dossier n'est recensé à cette adresse.

## 6.5 Synthèse de l'étude historique

L'analyse des photographies historiques aériennes a révélé la présence de bâtiments sur la zone d'étude entre 1921 et 2014. Les informations récoltées lors de l'étude historique n'ont pas permis de mettre en évidence la présence de sources potentielles de pollution au droit du site.

Le site à l'étude n'est référencé dans aucune base de données (BASIAS, BASOL, ICPE), et aucune installation potentiellement polluante n'est recensée à moins de 200 m autour de la zone d'étude.

## 7 Investigations sur site

### 7.1 Sécurité de l'intervention

#### 7.1.1 Sécurisation vis-à-vis des réseaux enterrés

##### 7.1.1.1 DT/DICT

Conformément à la réglementation en vigueur, les DT/DICT conjointes (Déclaration de Travaux et Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux) ont été établies et traitées préalablement aux travaux sur site.

##### 7.1.1.2 Détecteur de réseau

Une inspection au détecteur de réseaux a été réalisée au droit de chacun des sondages afin de valider l'absence de réseaux en complément des plans et réponses obtenues suite aux DICT.

Les inspections au détecteur de réseaux ont été réalisées par un ingénieur d'ICF Environnement.

### 7.2 Investigations sur les sols (A200)

#### 7.2.1 Réalisation des sondages sur site

7 sondages (nommés SX, où X correspond au numéro de sondage) descendus à 10 m de profondeur ont été réalisés à la tarière mécanique les 1<sup>er</sup> et 2 juin 2017.

24

La tarière mécanique a été mise à disposition par l'entreprise Avenir Forage, sous la supervision d'ICF Environnement.

L'ensemble des sondages a été immédiatement rebouché avec les matériaux extraits directement après l'observation organoleptique et la prise d'échantillons. Les sondages sur enrobé ont été rebouchés via un enrobé à froid compacté.

La localisation des sondages réalisés est présentée sur le plan suivant (il s'agit du plan des installations de l'emprise chantier de la RATP sur lequel est indiquée la limite du lot G3 de la ZAC en projet) :

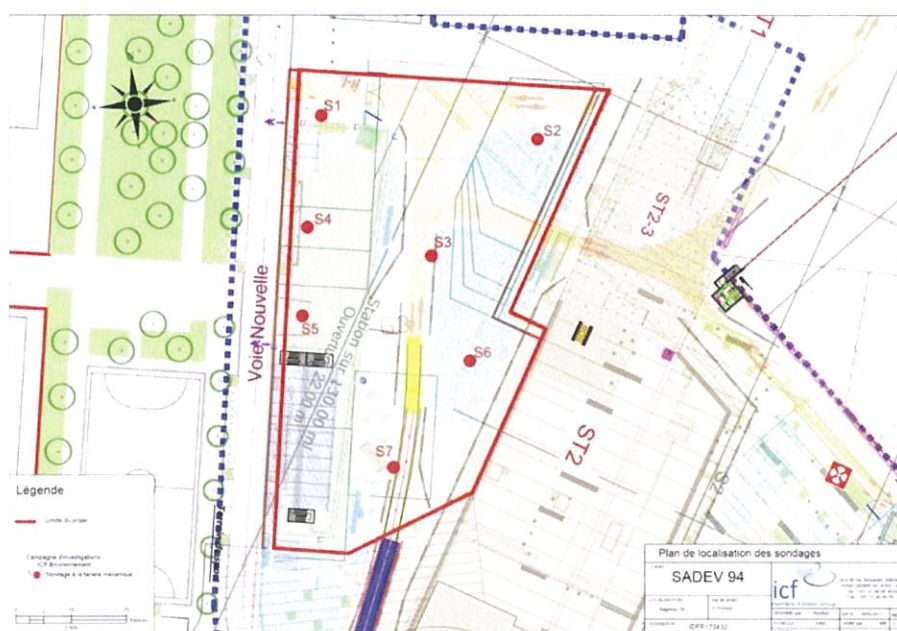


Figure 8 : Localisation des sondages réalisés



*N.B. L'implantation des sondages a été réalisée par un ingénieur d'ICF Environnement lors de la visite d'inspection commune effectuée le 23/05/2017. Les sondages ont été implantés en fonction des contraintes d'accès aux zones de chantier et équitablement répartis sur toute la surface du projet.*

### 7.2.2 Suivi des travaux et prélèvements des échantillons sur site

L'intervenant d'ICF Environnement, présent constamment lors des investigations, a assuré le respect du Plan de Prévention, dirigé les sondages, noté les coupes techniques, choisi et constitué les échantillons nécessaires à la caractérisation analytique des sols traversés.

Les coupes des sondages sont présentées en Annexe IV et précisent notamment la technique de foration, les lithologies observées et les échantillons prélevés.

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons en verre étanches neufs de qualité laboratoire, soigneusement étiquetés dès leur conditionnement, conservés dans des glacières limitant le risque d'altération et expédiés au laboratoire.

Les échantillons de sol ont été envoyés au laboratoire Alcontrol le 02/06/2017 et réceptionnés le lendemain.

## 7.3 Limites de la méthode d'investigation

Les sondages ponctuels ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains du site.

25 — Leur implantation et leur densité permettent d'avoir une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure l'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux sondages et/ou à plus grande profondeur, qui pourrait échapper à nos investigations.

Par ailleurs, le diagnostic rend compte de l'état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs anthropiques ou naturels (exemple : variation du niveau de la nappe liée à une saisonnalité) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

Enfin, un diagnostic de pollution éventuelle du sous-sol a pour seule fonction de renseigner sur l'état chimique de contamination éventuelle du sous-sol et des éventuelles contraintes engendrées par cette contamination pour le projet d'aménagement. Toute utilisation en dehors de ce contexte (dans un but géotechnique par exemple pour déterminer des assises de fondation) ne saurait engager la responsabilité d'ICF Environnement.

## 8 Résultats des investigations

### 8.1 Résultats obtenus dans les sols

#### 8.1.1 Observations de terrain

##### 8.1.1.1 Lithologie

Sous les revêtements de surface (enrobé, dalle béton) les terrains rencontrés au droit du site sont les suivants :

- Remblais à dominante limoneuse, sur une épaisseur variant de 1,8 à 3,6 m. Les remblais renferment localement des débris de briques ou polystyrène et présentent une couleur ou des traces noires (remblais des sondages S1, S3, S4 et S6) ;
- Sur trois points de sondages (S1, S4 et S7), une couche de limons d'épaisseur variant de 1 à 1,6 m.
- Une couche de marnes sableuses, tantôt argileuses, tantôt calcaires, humide en fond de sondages.
- Uniquement sur le sondage S2, entre 9 et 10 m de profondeur, un horizon argilo-sableux verdâtre.

##### 8.1.1.2 Observations organoleptiques, mesures in-situ

Hormis la couleur et les traces noires mises en évidence dans les remblais des sondages S1, S3, S4 et S6, aucun autre indice organoleptique de pollution n'a été observé sur les terrains.

Les mesures de PID réalisées sont toutes inférieures à la limite de détection de l'appareil (<5 ppm).

#### 8.1.2 Programme analytique des sols

Le programme analytique a été établi en fonction des deux options d'aménagement (excavation pour la création de 2 ou 3 niveaux de sous-sol).

Le programme analytique général est synthétisé dans le tableau ci-après :

Tableau 5 : Descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sols

Sondages	Echantillons analysés (profondeur d'échantillonnage)	Analyses réalisées
S1	0.5 – 1.5 m	Bilan ISDI + cyanures totaux sur éluât
	2 – 3 m	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
	3.5 – 4 m	
	9 – 10 m	
S2	0.5 – 1.5 m	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
	2.5 – 3 m	Bilan ISDI + cyanures totaux sur éluât
	9 – 10 m	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
S3	0.5 – 1.5	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
	6.5 – 7.5	Bilan ISDI + cyanures totaux sur éluât
	9.5 – 10	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
S4	0.5 – 1.5	Bilan ISDI + cyanures totaux sur éluât
	1.6 – 2.4	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
	6.5 – 7.5	Bilan ISDI + cyanures totaux sur éluât
S5	0.5 – 1.5	Bilan ISDI + cyanures totaux sur éluât
	9 – 10	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
S6	0.5 – 1.5	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
	4 – 5	Bilan ISDI + cyanures totaux sur éluât
	9 – 10	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
S7	0.7 – 1.5	Bilan ISDI + cyanures totaux sur éluât
	2 – 3	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut
	6.5 – 7.5	Bilan ISDI + cyanures totaux sur éluât
	9 – 10	HCT (C5 – C40) + HAP + BTEX + PCB + COHV + 8 métaux sur brut

*Bilan ISDI : Bilan d'admissibilité des terres en ISDI selon l'arrêté du 12/12/14 : analyses sur sol sec (matière sèche, HAP, BTEX, PCB, COT, HCT), analyses sur éluats (test de lixiviation avec recherche de 12 métaux lourds, fluorures, sulfates, chlorures, fraction soluble indice phénol, Carbone Organique Total)  
 HCT : Hydrocarbures totaux (C10-C40) ; HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques ; BTEX : Hydrocarbures monoaromatiques (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes) ; COHV : Composés Organohalogénés Volatils ; PCB : Polychlorobiphényles*

## 8.1 Valeurs de comparaison

Le tableau suivant présente les valeurs de comparaison utilisées dans le cadre de cette étude :

Tableau 6 : Valeurs de référence ou de comparaison

Milieu	Valeurs de référence ou de comparaison
Sol	Les valeurs analytiques en métaux lourds mesurées sont comparées à titre indicatif aux seuils de sélection CIRE-IDF : seuils au-delà desquels la CIRE-IDF considère que les substances doivent être sélectionnées pour un calcul de risque. La valeur de fond géochimique national : la valeur de fond géochimique national « Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français – Gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries » - Résultats généraux du programme ASPITET (INRA, 2000).
Sol (terres excavées)	Afin de mettre en évidence la présence ou l'absence de contraintes en termes de gestion des déblais issus des micropieux, les résultats d'analyses relatifs aux échantillons de sols ont également été comparés aux valeurs présentes dans l'arrêté du 12 décembre 2014 fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes.

### 8.1.1 Résultats d'analyses en laboratoire

Le tableau de résultats présenté page suivante fait apparaître des valeurs de référence présentées précédemment.

27

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire Alcontrol France à Gennevilliers. Ce laboratoire a obtenu l'équivalent COFRAC et un agrément du Ministère de l'Environnement.

La dénomination des échantillons analysés fait référence au nom du sondage et à la profondeur échantillonnée. Par exemple l'échantillon S1 (2-3) est représentatif des sols échantillonnés entre 2 et 3 m au droit du sondage S1.

Les valeurs précédées du sigle « < » sont inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (substance non quantifiée).

Les résultats sont présentés dans le tableau de la manière suivante :

- Surlignage jaune pour les paramètres dépassant les critères d'acceptations des terres en ISDI (selon l'arrêté du 12/12/2014),
- Surlignage vert pour les paramètres dépassant le bruit de fond géologique en métaux lourds.

Les bulletins d'analyse sont présentés en Annexe V.



### 8.1.2 Description des résultats sur les sols

Les résultats analytiques mettent en évidence :

- Au niveau des remblais :
  - Un **dépassement ponctuel** du bruit de fond géochimique pour le mercure et le plomb sur l'échantillon de remblais prélevé au droit du sondage S3.
  - Des **dépassements** des critères fixés par l'arrêté ministériel du 12/12/2014 fixant les conditions d'admissibilité des terres en ISDI pour le **COT/brut** sur les remblais du sondage S5, les **Hydrocarbures Totaux (HCT)** sur l'échantillon prélevé au droit du sondage S1, pour l'antimoine sur éluât sur les échantillons de remblais des sondages S4 et S5, et pour le **sulfate** et la **fraction soluble** au droit du sondage S4.
  - Aucune anomalie en BTEX, HAP, COHV et PCB n'a été identifiée.
  
- Au niveau du terrain naturel :
  - Les échantillons analysés dans la couche de limon ne montrent aucune anomalie et l'échantillon analysé selon les critères de l'arrêté ministériel du 12/12/2014 est admissible en ISDI.
  - Dans la couche de marnes, sur les 5 échantillons analysés selon les critères de l'arrêté ministériel du 12/12/2014, un **dépassement** sur éluât en **sulfate** et **fraction soluble** a été mis en évidence sur l'échantillon prélevé au droit du sondage S6 entre 4 et 5 m de profondeur. Des dépassements en **COT/brut** sont également identifiés sur trois échantillons de marnes mais ne sont pas discriminants pour l'admissibilité de ces terres en ISDI car les valeurs de COT/éluât sur ces échantillons respectent la valeur seuil de l'arrêté ministériel du 12/12/2014.
  - Aucune anomalie en métaux lourds, hydrocarbures, BTEX, COHV et PCB n'a été identifiée.
  - Quatre échantillons sur les cinq analysés selon les critères de l'arrêté ministériel du 12/12/2014 peuvent être considérés comme inertes et sont admissibles en ISDI.
  - Les analyses effectuées sur les échantillons prélevés entre 9 et 10 m de profondeur (correspondant au fond de fouille en prenant l'hypothèse du projet avec 3 niveaux de sous-sols) ne révèlent aucune trace de contamination. Les terres en fond de fouille du projet ne présentent donc pas de problématique sanitaire.

### 8.1.3 Filières d'évacuation des terres à excaver

Le projet d'aménagement n'est pas défini à ce stade. Une évaluation des volumes de terres à excaver a été réalisée à partir du plan de maillage suivant :

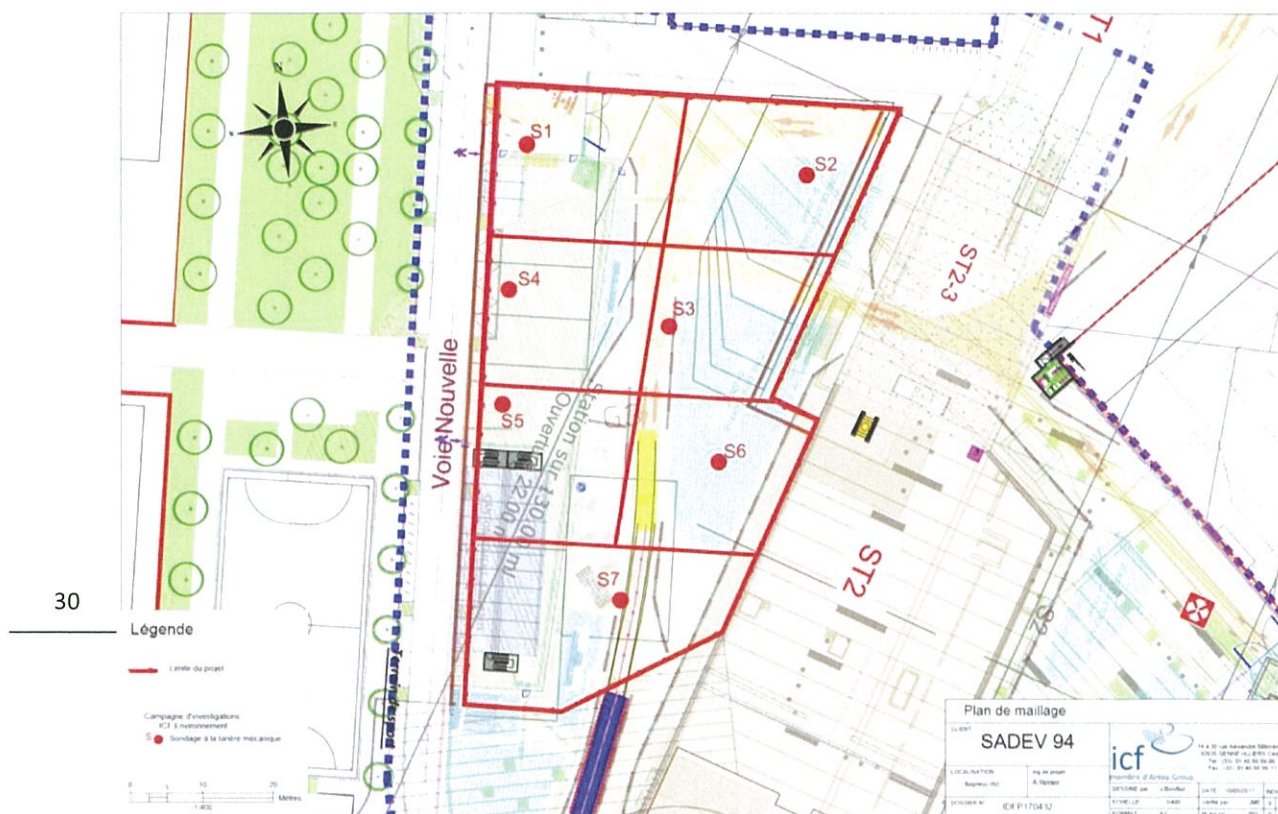


Figure 9 : Plan de maillage

#### 8.1.3.1 Hypothèses de travail

Les hypothèses suivantes ont été retenues dans le cadre de notre évaluation :

- Excavation d'une surface de 3740 m<sup>2</sup> (correspondant à la totalité de la surface du site) ;
- Le projet prévoyant 2 ou 3 niveaux de sous-sol, nous évaluons les hypothèses de 6 ou 9 m de profondeur d'excavation ;
- L'estimation présentée dans ce rapport est basée sur le fait que les terres devant être excavées seront évacuées vers des installations de stockage adaptées sans étudier la possibilité de réutiliser ces terres sur site ;
- Densité des terres excavées égale : 1 m<sup>3</sup> = 1,8 tonne ;
- Malgré le respect des seuils fixés dans l'arrêté du 12/12/2014, l'aspect des terres (terres odorantes et/ou traces noirâtres) peut être un critère de refus d'un ISDI, critère subjectif sur lequel la décharge est seule à pouvoir se prononcer.

Nous attirons également votre attention sur le fait que certains exploitants de décharge exigent des résultats d'analyses à moins d'un an de la date de démarrage des travaux d'excavation.

### 8.1.3.2 Estimation des volumes et filières d'évacuation

Compte tenu des résultats analytiques :

- L'anomalie en HCT mise en évidence dans les remblais du sondage S1 implique une évacuation des remblais de la maille en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) ;
- Les anomalies sur éluât en antimoine, sulfate et fraction soluble dans les remblais des sondages S4 et S5 et dans les marnes du sondage S6 impliquent l'évacuation des remblais de ces mailles en ISDI+ acceptant des dépassements de ces critères.

N.B. Compte tenu de la stratégie d'échantillonnage/d'analyse initiale et des options d'aménagement considérées, des analyses systématiques sur chaque couche de remblais et terrain naturel n'ont pas pu être effectuées. Des extrapolations sont ici réalisées sur la base des résultats de terrain et d'analyses en laboratoire obtenus.

Tableau 8 : Première estimation des volumes – Option 2 niveaux de sous-sol

Maille	Cote haute (m)	Cote basse (m)	Lithologie	Critère discriminant selon AM du 12/12/2014 - sur brut	Critère discriminant selon AM du 12/12/2014 - sur éluat	Filière d'élimination possible (optimiste)	Filière d'élimination possible (pessimiste)	Epaisseur estimée (m)	Surface estimée (m <sup>2</sup> )	Volume estimé (m <sup>3</sup> )	Tonnage estimé (t)
S1	0	1,8	Remblais	HCT		ISDND	ISDND	1,8	530	954	1717
	1,8	3,4	Limon			ISDI	ISDI	1,6	530	848	1526
	3,4	6	Marne			ISDI	ISDI	2,6	530	1378	2480
S2	0	2,4	Remblais		Extrapolation	ISDI	ISDI+	2,4	570	1368	2462
	2,4	6	Marne			ISDI	ISDI	3,6	570	2052	3694
S3	0	2,6	Remblais		Extrapolation	ISDI	ISDI+	2,6	445	1157	2083
	2,6	6	Marne			ISDI	ISDI	3,4	445	1513	2723
S4	0	1,6	Remblais		Sulfate - FS - Sb	ISDI+	ISDI+	1,6	480	768	1382
	1,6	2,6	Limon			ISDI	ISDI	1	480	480	864
	2,6	6	Marne			ISDI	ISDI	3,4	480	1632	2938
S5	0	2	Remblais		Sb	ISDI+	ISDI+	2	460	920	1656
	2	6	Marne			ISDI	ISDI	4	460	1840	3312
S6	0	3,6	Remblais		Extrapolation	ISDI	ISDI+	3,6	490	1764	3175
	3,6	6	Marne		Sulfate - FS	ISDI+	ISDI+	2,4	490	1176	2117
S7	0	2	Limon			ISDI	ISDI	2	720	1440	2592
	2	6	Marne			ISDI	ISDI	4	720	2880	5184

31

Dans le cas de la réalisation de deux niveaux de sous-sol, environ 40 000 tonnes de terres seront excavées. Les pourcentages de répartition des terres par filière d'évacuation sont présentés dans le tableau suivant.

#### OPTION 2 NIVEAUX DE SOUS-SOL

Répartition par filière	Solution optimiste	% ISDI	% ISDI+	% ISDND
	Solution pessimiste	% ISDI	% ISDI+	% ISDND
		83	13	4
		63	32	4

Tableau 9 : Première estimation des volumes – Option 3 niveaux de sous-sol

Maille	Cote haute (m)	Cote basse (m)	Lithologie	Critère discriminant selon AM du 12/12/2014 - sur brut	Critère discriminant selon AM du 12/12/2014 - sur éluat	Filière d'élimination possible (optimiste)	Filière d'élimination possible (pessimiste)	Epaisseur estimée (m)	Surface estimée (m <sup>2</sup> )	Volume estimé (m <sup>3</sup> )	Tonnage estimé (t)
S1	0	1,8	Remblais	HCT		ISDND	ISDND	1,8	530	954	1717
	1,8	3,4	Limon			ISDI	ISDI	1,6	530	848	1526
	3,4	9	Marne			ISDI	ISDI	5,6	530	2968	5342
S2	0	2,4	Remblais		Extrapolation	ISDI	ISDI+	2,4	570	1368	2462
	2,4	9	Marne			ISDI	ISDI	6,6	570	3762	6772
S3	0	2,6	Remblais		Extrapolation	ISDI	ISDI+	2,6	445	1157	2083
	2,6	9	Marne			ISDI	ISDI	6,4	445	2848	5126
S4	0	1,6	Remblais		Sulfate - FS - Sb	ISDI+	ISDI+	1,6	480	768	1382
	1,6	2,6	Limon			ISDI	ISDI	1	480	480	864
	2,6	9	Marne			ISDI	ISDI	6,4	480	3072	5530
S5	0	2	Remblais		Sb	ISDI+	ISDI+	2	460	920	1656
	2	9	Marne			ISDI	ISDI	7	460	3220	5796
S6	0	3,6	Remblais		Extrapolation	ISDI	ISDI+	3,6	490	1764	3175
	3,6	9	Marne		Sulfate - FS	ISDI+	ISDI+	5,4	490	2646	4763
S7	0	2	Limon			ISDI	ISDI	2	720	1440	2592
	2	9	Marne			ISDI	ISDI	7	720	5040	9072

Dans le cas de la réalisation de trois niveaux de sous-sol, environ 60 000 tonnes de terres seront excavées. Les pourcentages de répartition des terres par filière d'évacuation sont présentés dans le tableau suivant.

**OPTION 3 NIVEAUX DE SOUS-SOL**

Répartition par filière	Solution optimiste	% ISDI	% ISDI+	% ISDND
			84	13
Répartition par filière	Solution pessimiste	% ISDI	% ISDI+	% ISDND
			71	26

N.B. Hormis les remblais de la maille S1 à évacuer en ISDND, les terres destinées à être excavées dans le cadre du projet ne représentent pas de risque sanitaire et pourront faire l'objet d'un réemploi sur site (remblais contre voile par exemple), sous réserve de validation des propriétés géotechniques des matériaux par un bureau d'étude spécialisé.



## 9 Conclusions

Dans le cadre des études préalables à la vente d'un terrain correspondant au futur lot G3 de la ZAC Ecoquartier Victor Hugo à BAGNEUX (94), la **SADEV 94** a mandaté ICF Environnement pour la réalisation d'une étude documentaire (EVAL Phase I) et d'un diagnostic de la qualité environnementale des sols (EVAL Phase II) au droit du lot en projet, conformément aux exigences de la Norme NF X 31-620-2 d'Août 2016.

Le site à l'étude est actuellement occupé par l'emprise chantier de la RATP pour le prolongement de la ligne 4 du métro. Le site à l'étude n'est référencé dans aucune base de données (BASIAS, BASOL, ICPE), et aucune installation potentiellement polluante n'est recensée à moins de 200 m autour de la zone d'étude.

D'après l'étude documentaire, le site repose sur des éboulis surplombant la formation des Calcaires de Saint-Ouen. La première nappe souterraine est attendue à plus de 20 m de profondeur et correspond à la nappe des Calcaires de Saint-Ouen qui s'écoule globalement en direction de l'Est. Au vu de la profondeur attendue, cette nappe n'est pas considérée comme vulnérable vis-à-vis d'une contamination en provenance du site d'étude. Un captage pour l'alimentation en eau industrielle est situé à 340 m en aval hydraulique du site d'étude ; le niveau d'eau y est mesuré à plus de 40 m de profondeur. Etant donnée la profondeur de la nappe captée, cet ouvrage n'apparaît pas vulnérable/sensible à une éventuelle contamination en provenance du site d'étude.

Le projet d'aménagement, non défini à ce stade, prévoit la construction d'un ensemble de 4 bâtiments reposant sur 2 ou 3 niveaux de sous-sol. Les usages projetés correspondent à des habitations, des commerces, des équipements (gymnase et piscine) et un espace social et solidaire.

- 33 Les investigations menées par ICF Environnement ont consisté en la réalisation de 7 sondages de sol descendus à 10 mètres de profondeur. Les sondages ont montré que le terrain au droit du site est constitué d'une couche de remblais d'épaisseur variable entre 1,8 et 3,6 m surplombant un horizon marneux. Une couche de limon est localement présente entre les remblais et les marnes.

Les résultats analytiques ont révélé une anomalie ponctuelle en mercure et plomb dans les remblais et des dépassements des critères d'acceptation des terres en ISDI fixés par l'arrêté ministériel du 12/12/2014. Les terres non inertes devront faire l'objet d'une gestion particulière et être orientées vers des installations spécialisées.

Les résultats des analyses sur les terres résiduelles ne remettent pas en cause la compatibilité du site avec l'usage envisagé au titre du projet étudié ici (absence de composés organiques et volatils). Sur cette base, la réalisation d'une Analyse des Risques Résiduels (ARR) ne semble pas nécessaire.

## 10 Recommandations

Compte tenu des résultats de cette étude, ICF Environnement recommande :

- La réalisation de sondages complémentaires en phase travaux, d'une part pour évaluer l'extension de la contamination en HCT mise en évidence au droit des remblais du sondage S1 et ainsi affiner le maillage, d'autre part pour investiguer les remblais n'ayant pas fait l'objet d'analyses selon les critères d'acceptation en ISDI définis dans l'arrêté ministériel du 12/12/2014 ;
- L'actualisation de l'étude une fois le projet défini ;
- Le suivi des travaux par un bureau d'étude spécialisé et certifié.



## Annexes

---

- Annexe I : Abréviations générales (2 pages)
- Annexe II : Normes de prélèvements et d'échantillonnage (1 page)
- Annexe III : Interprétation et valeur de référence ou de comparaison (1 page)
- Annexe IV : Fiches de suivi de sondages (7 pages)
- Annexe V : Bulletins d'analyses (36 pages)

## Annexe I : Abréviations générales (2 pages)

ENVIRONNEMENT	
AEI	Alimentation en Eau Industrielle
AEP	Alimentation en Eau Potable
FT	Flore Totale
ICPE	Installation Classée Pour l'Environnement
NGF	Nivellement Général de la France
NPHE	Niveau des Plus Hautes Eaux
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
ZNS	Zone Non Saturée
ZS	Zone Saturée

INSTITUTIONS	
ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AFNOR	Association Française de Normalisation
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
COFRAC	COMité FRançais d'ACcréditation
DRIEE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie (spécifique IDF)
DREAL	Direction Régionales de l'Environnement, de L'Aménagement et du Logement
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
UE	Union Européenne
UPDS	Union des Professionnels des entreprises de Dépollution de sites
USEPA	United States Environmental Protection Agency

ETUDES DE RISQUES	
ARR	Analyse des Risques Résiduels
BW	Body Weight (Poids corporel)
CE	Concentration d'Exposition
DJA	Dose Journalière Admissible
DJE	Dose Journalière d'Exposition
ED	Durée d'Exposition
EDR	Evaluation Détaillées de Risques
EQRS	Etude Quantitative de Risques Sanitaires
EF	Fréquence d'Exposition
ERI	Excès de Risque Individuel de cancer
ERS	Evaluation des Risques Sanitaires
ERU	Excès de Risque Unitaire
ESR	Evaluation Simplifiée des Risques
ET	Temps d'Exposition
F	Fraction du temps d'exposition
GMS	Groundwater Modeling System
IR	Indice de Risque
JE	Johnson & Ettinger (Modèle)
LOAEL	Lowest-Observed-Adverse-Effect-Level
NAF	Facteur d'Atténuation Naturelle
NOAEL	No-Observed-Adverse-Effect-Level
RAIS	Risk Assessment Information System

ETUDES DE RISQUES	
<i>RBCA</i>	Risk-Based Corrective Action
<i>RfC</i>	Reference Concentration
<i>SF</i>	Slope Factor
<i>TPHCWG</i>	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group
<i>VF</i>	Facteur de Volatilisation
<i>VLE</i>	Valeur Limite d'Exposition
<i>VME</i>	Valeur Moyenne d'Exposition
<i>VTR</i>	Valeurs Toxicologiques de Référence

SUBSTANCES, ELEMENTS & COMPOSES	
<i>As</i>	Arsenic
<i>BTEX</i>	Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes
<i>CA</i>	Charbon Actif
<i>CAV</i>	Composé Aromatique Volatil
<i>Cd</i>	Cadmium
<i>CN</i>	Cyanures
<i>COHV</i>	Composés Organo-Halogénés Volatils
<i>Cr</i>	Chrome
<i>Cu</i>	Cuivre
<i>Foc</i>	Fraction de carbone organique
<i>FOD</i>	fioul domestique (fuel oil domestic)
<i>GO</i>	GasOil
<i>H2S</i>	hydrogène sulfuré
<i>HAP</i>	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
<i>HCT</i>	Hydrocarbures Totaux
<i>Hg</i>	Mercure
<i>LQ</i>	Limite de quantification
<i>MS</i>	Matière Sèche
<i>Ni</i>	Nickel
<i>OHV</i>	Composés Halogénés volatils
<i>Pb</i>	Plomb
<i>PCB</i>	Polychlorobiphényles
<i>PEHD</i>	Polyéthylène haute densité
<i>PP</i>	Polypropylène
<i>Ppm</i>	Partie par million
<i>PVC</i>	Polychlorure de vinyle
<i>Zn</i>	Zinc

## Annexe II : Normes de prélèvements et d'échantillonnage (1 page)

<b>MATRICE SOLS</b>	<p><b>Les prélèvements d'échantillons de sol seront réalisés selon les normes suivantes :</b></p> <p><b>NF ISO 10381-1</b> « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 1: Lignes directrices pour l'établissement des programmes d'échantillonnage », Mai 2003</p> <p><b>NF ISO 10381-2</b> « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 2 : Lignes directrices pour les techniques d'échantillonnage », Mars 2003</p> <p><b>NF ISO 10381-3</b> « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 3 : Lignes directrices relatives à la sécurité », Mars 2002</p> <p><b>NF ISO 10381-5</b> « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 5 : Lignes directrices pour la procédure d'investigation des sols pollués en sites urbains et industriels », Décembre 2005</p> <p><b>NF ISO 10381-8</b> « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 8 : lignes directrices pour l'échantillonnage des stocks de réserve», Septembre 2008</p> <p><b>NF ISO 18512</b> « Qualité du sol : Lignes directrices relatives au stockage des échantillons de sol à long et à court termes », Octobre 2007</p>
---------------------	--

### Annexe III : Interprétation et valeur de référence ou de comparaison (1 page)

MATRICE	INTERPRETATION DANS LE CADRE DE L'ETUDE	VALEURS DE REFERENCE OU DE COMPARAISON
Sol	<p>Définir les sources-sol</p> <p>La notion de contamination sera basée sur la définition suivante : « <i>présence de substances non présentes naturellement dans un milieu environnemental sans présupposer des risques engendrés par cette substance</i> ».</p> <p>Des valeurs de fonds géochimiques nationaux ou régionaux seront ainsi utilisées pour caractériser des éventuelles contaminations (issues de la bibliographie dans un premier temps).</p>	<p>Pour les métaux : données de bruit de fond disponibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Programme ASPITET</li> <li>▪ Données issues de l'Atlas Géochimique Européen</li> <li>▪ INDIQUASOL</li> </ul>
Sol (Terres excavées)	<p>Définir l'existence de futures contraintes en termes de gestion des déblais</p>	<p>L'arrêté du 12 décembre 2014 définissant les seuils d'acceptation des terres en ISDI.</p>

Annexe IV : Fiches de suivi de sondages (7 pages)



# FICHE DE SUIVI DE SONDAGE ET PRELEVEMENT DE SOL

## S1

N° du projet : IDFP170432	Coordonnées : X : 649836,4 m
Client : SADEV 94	Lambert 93 Y : 6856184,53 m
Commune : Bagneux	Z sol : 83,10 m NGF
Responsable projet : ZMIJEWSKI Julie	Conditions météo : soleil
Opérateur(s) : GUIZIEN Antoine	

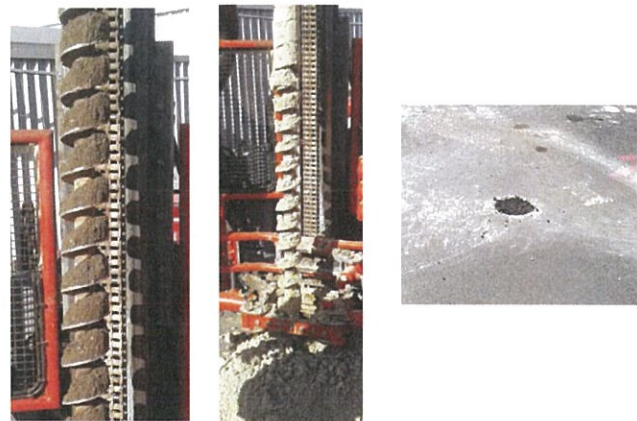
Matériel/outil de sondage	Tarrière mécanique	Date / heure	01/06/2017 - 9h
Diamètre sondage	102 mm	Prestataire	Avenir forage
Rebouchage du sondage	avec cutting	Gestion cuttings	remis en place
Remarques / problèmes rencontrés	-		
Numéro/Référence du matériel utilisé	-		

Profondeur (m)	Description lithologique	Observations	PID (ppm)	Profondeur prélevée (m)	Heure prélèvement
0 - 0,05	Enrobé	-	-	-	-
0,05 - 1,8	Remblais limono-graveleux noir à cailloux	-	0	0,5 - 1,5	9h03
1,8 - 3,4	Limon marron clair	-	0	2 - 3	9h10
3,4 - 10	Marnes sableuses beiges à cailloutis calcaire (+ humide vers 8,8m)	-	0	3,5 - 4	9h16
		-	0	5 - 6	9h22
		-	0	9 - 10	9h40

Photographies/Plan/schéma de la zone de sondage



Photographies des carottes/tarières/gouges



### Conditionnement des échantillons / analyses / Laboratoire

Type de flacottage (fourni par le laboratoire)	ALU 210	Laboratoire:	Alcontrol
		Expédiés le :	02/06/2017
		Conditionnement :	Glacière
Echantillons Analysés	Analyses effectuées	Echantillons Analysés	Analyses effectuées
S1 (0,5 - 1,5)	pack ISDI + cyan tot eluat	S1 (2 - 3) S1 (3,5 - 4) S1 (9 - 10)	MS H0540 BTEX COH14 ML8 HAP16 PCB7

Autres observations :





# FICHE DE SUIVI DE SONDAGE ET PRELEVEMENT DE SOL

## S2

N° du projet : IDFP170432	Coordonnées : X : 649893,1 m
Client : SADEV 94	Lambert 93 Y : 6856180,51 m
Commune : Bagneux	Z sol : 82,59 m NGF
Responsable projet : ZMIJEWSKI Julie	Conditions météo : soleil
Opérateur(s) : GUIZIEN Antoine	

Matériel/outil de sondage	Tarrière mécanique	Date / heure	01/06/2017 - 13h
Diamètre sondage	102 mm	Prestataire	Avenir forage
Rebouchage du sondage	avec cutting	Gestion cuttings	remis en place
Remarques / problèmes rencontrés	-		
Numéro/Référence du matériel utilisé	-		

Profondeur (m)	Description lithologique	Observations	PID (ppm)	Profondeur prélevée (m)	Heure prélèvement
0 - 0,25	Fragments béton	-	-	-	-
0,25 - 2,4	Remblais limoneux marron clair	-	0	0,5 - 1,5	13h05
		-	0	2,5 - 3	13h09
2,4 - 9	Marnes sableuses beiges compact	-	0	6,5 - 7,5	13h35
		-	0	8 - 9	13h50
9 - 10	Argiles sableuses verdâtres	-	0	9 - 10	14h

Photographies/Plan/schéma de la zone de sondage



Photographies des carottes/tarières/gouges



### Conditionnement des échantillons / analyses / Laboratoire

Type de flaconnage (fourni par le laboratoire)	ALU 210	Laboratoire:	Alcontrol
		Expédiés le :	02/06/2017
		Conditionnement :	Glacière
Echantillons Analysés	Analyses effectuées	Echantillons Analysés	Analyses effectuées
S2 (2,5 - 3)	pack ISDI + cyan tot eluat	S2 (0,5 - 1,5) S2 (9 - 10)	MS H0540 BTEX COH14 ML8 HAP16 PCB7

Autres observations :



# FICHE DE SUIVI DE SONDAGE ET PRELEVEMENT DE SOL

## S3

<b>N° du projet :</b> IDFP170432 <b>Client :</b> SADEV 94 <b>Commune :</b> Bagneux <b>Responsable projet :</b> ZMIJEWSKI Julie <b>Opérateur(s) :</b> GUIZIEN Antoine	<b>Coordonnées :</b> X : 649864,97 m Y : 6856162,68 m Lambert 93 Z sol : 82,74 m NGF <b>Conditions météo :</b> soleil
--	--

Matériel/outil de sondage	Tarrière mécanique	Date / heure	02/06/2017 - 8h30
Diamètre sondage	102 mm	Prestataire	Avenir forage
Rebouchage du sondage	avec cutting	Gestion cuttings	remis en place
Remarques / problèmes rencontrés	-		
Numéro/Référence du matériel utilisé	-		

Profondeur (m)	Description lithologique	Observations	PID (ppm)	Profondeur prélevée (m)	Heure prélèvement
0 - 2,6	Remblais sablo-limoneux noir gris avec morceaux de polystyrène et briques rouge	-	0	0,5 - 1,5	8h35
		-	0	2,6 - 3	8h45
2,6 - 10	Marnes sableuses jaune pâle (+plus argileuses à partir de 6m) avec quelques traces noires passage plus calcaire vers 7,8m et humide à partir de 9m	-	0	6,5 - 7,5	9h
		-	0	8,5 - 9	9h13
		-	0	9,5 - 10	9h22

Photographies/Plan/schéma de la zone de sondage



Photographies des carottes/tarières/gouges



### Conditionnement des échantillons / analyses / Laboratoire

Type de flaconnage (fourni par le laboratoire)	ALU 210	Laboratoire:	Alcontrol
		Expédiés le :	02/06/2017
Echantillons Analysés	Analyses effectuées	Conditionnement :	Glacière
		Echantillons Analysés	Analyses effectuées
S3 (6,5 - 7,5)	pack ISDI + cyan tot eluat	S3 (0,5 - 1,5) S3 (9,5 - 10)	MS H0540 BTEX COH14 ML8 HAP16 PCB7

Autres observations :



# FICHE DE SUIVI DE SONDAGE ET PRELEVEMENT DE SOL

## S4

N° du projet : IDFP170432	Coordonnées : X : 649835 m
Client : SADEV 94	Lambert 93 Y : 6856159,79 m
Commune : Bagneux	Z sol : 83,00 m NGF
Responsable projet : ZMIJEWSKI Julie	Conditions météo : soleil
Opérateur(s) : GUIZIEN Antoine	

Matériel/outil de sondage	Tarrière mécanique	Date / heure	01/06/2017 - 9h50
Diamètre sondage	102 mm	Prestataire	Avenir forage
Rebouchage du sondage	avec cutting	Gestion cuttings	remis en place
Remarques / problèmes rencontrés	-		
Numéro/Référence du matériel utilisé	-		

Profondeur (m)	Description lithologique	Observations	PID (ppm)	Profondeur prélevée (m)	Heure prélèvement
0 - 0,05	Enrobé	-	-	-	-
0,05 - 1,6	Remblais limono-graveleux	noir	0	0,5 - 1,5	9h55
1,6 - 2,6	Limon marron clair	-	0	1,6 - 2,4	10h05
2,6 - 10	Marnes sableuses beiges (plus argileuses vers 7m et humides à partir de 8,8m)	-	0	3 - 4	10h15
		-	0	6,5 - 7,5	10h30
		-	0	9 - 10	10h45

Photographies/Plan/schéma de la zone de sondage



Photographies des carottes/tarières/gouges



### Conditionnement des échantillons / analyses / Laboratoire

Type de flaconnage (fourni par le laboratoire)	ALU 210	Laboratoire:	Alcontrol
		Expédiés le :	02/06/2017
		Conditionnement :	Glacière
Echantillons Analysés	Analyses effectuées	Echantillons Analysés	Analyses effectuées
S4 (0,5 - 1,5) S4 (6,5 - 7,5)	pack ISDI + cyan tot eluat	S4 (1,6 - 2,4)	MS H0540 BTEX COH14 ML8 HAP16 PCB7

Autres observations :



# FICHE DE SUIVI DE SONDAGE ET PRELEVEMENT DE SOL

## S5

<b>N° du projet :</b> IDFP170432	<b>Coordonnées :</b>	<b>X :</b> 649822,69 m
<b>Client :</b> SADEV 94	<b>Lambert 93</b>	<b>Y :</b> 6856148,51 m
<b>Commune :</b> Bagneux		<b>Z sol :</b> 83,10 m NGF
<b>Responsable projet :</b> ZMIJEWSKI Julie	<b>Conditions météo :</b> soleil	
<b>Opérateur(s) :</b> GUIZIEN Antoine		

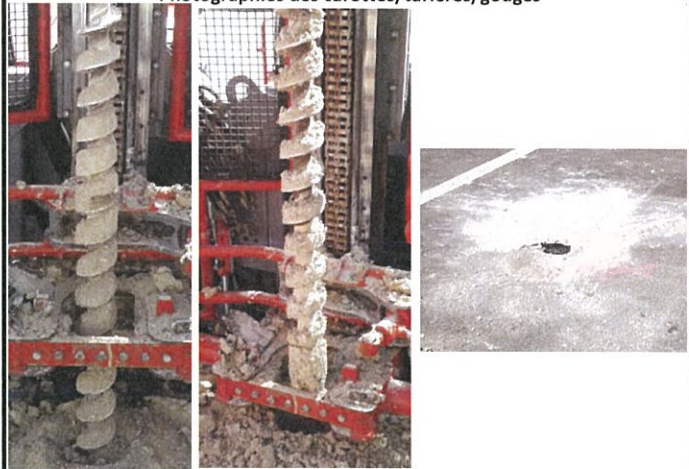
<b>Matériel/outil de sondage</b>	Tarrière mécanique	<b>Date / heure</b>	01/06/2017 - 10h55
<b>Diamètre sondage</b>	102 mm	<b>Prestataire</b>	Avenir forage
<b>Rebouchage du sondage</b>	avec cutting	<b>Gestion cuttings</b>	remis en place
<b>Remarques / problèmes rencontrés</b>	-		
<b>Numéro/Référence du matériel utilisé</b>	-		

Profondeur (m)	Description lithologique	Observations	PID (ppm)	Profondeur prélevée (m)	Heure prélèvement
0 - 0,05	Enrobé	-	-	-	-
0,05 - 2	Remblais limoneux	noir/gris	0	0,5 - 1,5	10h58
		-	0	2 - 3	11h02
2 - 10	Marnes sableuses beiges (humide vers 8,8m)	-	0	6,5 - 7,5	11h25
		-	0	9 - 10	11h40

Photographies/Plan/schéma de la zone de sondage



Photographies des carottes/tarières/gouges



### Conditionnement des échantillons / analyses / Laboratoire

<b>Type de flaconnage (fourni par le laboratoire)</b>	ALU 210	<b>Laboratoire:</b>	Alcontrol
		<b>Expédiés le :</b>	02/06/2017
		<b>Conditionnement :</b>	Glacière
<b>Echantillons Analysés</b>	<b>Analyses effectuées</b>	<b>Echantillons Analysés</b>	<b>Analyses effectuées</b>
S5 (0,5 - 1,5)	pack ISDI + cyan tot eluat	S5 (9 - 10)	MS H0540 BTEX COH14 ML8 HAP16 PCB7

**Autres observations :**



# FICHE DE SUIVI DE SONDAGE ET PRELEVEMENT DE SOL

## S6

<b>N° du projet :</b> IDFP170432 <b>Client :</b> SADEV 94 <b>Commune :</b> Bagneux <b>Responsable projet :</b> ZMIJEWSKI Julie <b>Opérateur(s) :</b> GUIZIEN Antoine	<b>Coordonnées :</b> X : 649857,19 m Y : 6856128,17 m Lambert 93 Z sol : 82,77 m NGF <b>Conditions météo :</b> soleil
--	--

Matériel/outil de sondage	Tarrière mécanique	Date / heure	02/06/2017 - 10h20
Diamètre sondage	102 mm	Prestataire	Avenir forage
Rebouchage du sondage	avec cutting	Gestion cuttings	remis en place
Remarques / problèmes rencontrés	-		
Numéro/Référence du matériel utilisé	-		

Profondeur (m)	Description lithologique	Observations	PID (ppm)	Profondeur prélevée (m)	Heure prélèvement
0 - 3,6	Remblais limono-graveleux avec cailloux (silex/briques)	traces noires	0,1	0,5 - 1,5	11h24
			2	2,3 - 3	10h31
3,6 - 10	Marnes sableuses d'abord brúnatre puis jaune pâle	traces noires	0,1	4 - 5	10h37
			0	6,5 - 7,5	10h55
			0	9 - 10	11h15

Photographies/Plan/schéma de la zone de sondage



Photographies des carottes/tarières/gouges



### Conditionnement des échantillons / analyses / Laboratoire

Type de flaconnage (fourni par le laboratoire)	ALU 210	Laboratoire:	Alcontrol
		Expédiés le :	02/06/2017
		Conditionnement :	Glacière
Echantillons Analysés	Analyses effectuées	Echantillons Analysés	Analyses effectuées
S6 (4 - 5)	pack ISDI + cyan tot eluat	S6 (0,5 - 1,5) S6 (9 - 10)	MS H0540 BTEX COH14 ML8 HAP16 PCB7

Autres observations :



# FICHE DE SUIVI DE SONDAGE ET PRELEVEMENT DE SOL

## S7

N° du projet : IDFP170432

Client : SADEV 94

Commune : Bagneux

Responsable projet : ZMIJEWSKI Julie

Opérateur(s) : GUIZIEN Antoine

Coordonnées : X : 649842,35 m  
Y : 6856098,05 m  
Lambert 93 Z sol : 82,88 m NGF

Conditions météo : soleil

Matériel/outil de sondage  Date / heure   
Diamètre sondage  Prestataire   
Rebouchage du sondage  Gestion cuttings Remarques / problèmes rencontrés Numéro/Référence du matériel utilisé 

Profondeur (m)	Description lithologique	Observations	PID (ppm)	Profondeur prélevée (m)	Heure prélèvement
0 - 0,3	Dalle béton	-	-	-	-
0,3 - 2	Limon marron clair	-	0	0,7 - 1,5	9h35
		-	0	2 - 3	9h40
2 - 10	Marnes sablo-graveleuses compact	-	0	6,5 - 7,5	10h
		-	0	9 - 10	10h15

Photographies/Plan/schéma de la zone de sondage



Photographies des carottes/tarières/gouges



## Conditionnement des échantillons / analyses / Laboratoire

Type de flaconnage (fourni par le laboratoire)	ALU 210	Laboratoire:	Alcontrol
		Expédiés le :	02/06/2017
		Conditionnement :	Glacière
Echantillons Analysés	Analyses effectuées	Echantillons Analysés	Analyses effectuées
S7 (0,7 - 1,5) S7 (6,5 - 7,5)	pack ISDI + cyan tot eluat	S7 (2 - 3) S7 (9 - 10)	MS H0540 BTEX COH14 ML8 HAP16 PCB7

Autres observations :

ICF Environnement est une société d'ingénierie et de conseil en environnement française, créée en 1991, filiale d'Antea Group et dont le siège est situé au 14-30 rue Alexandre - 92635 Gennevilliers Cedex.

Expert de la **maîtrise des risques environnementaux**, ICF Environnement offre une approche globale aux industriels ainsi qu'aux acteurs publics et de l'immobilier souhaitant sécuriser leurs investissements, via trois grands types d'activités :

- **Conseil** : montage de dossiers ICPE et loi sur l'eau, étude de danger et d'impact, audit environnemental de cessions et acquisitions...
- **Etude et ingénierie** : dans le domaine des sites et sols pollués (diagnostics de pollution, Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires, plan de gestion...) et dans les domaines de la géothermie et de l'hydrogéologie (modélisation de transport de polluants, étude BAC, hydrogéologie du génie civil...).
- **Travaux** : mise en œuvre des techniques de dépollution adaptées au site en entreprise générale.
- **Maîtrise d'œuvre** : maître d'œuvre de dépollution et de désamiantage/déconstruction.

Une équipe pluridisciplinaire constituée d'une centaine de spécialistes, chimistes, agronomes, géologues, toxicologues, ingénieurs process, spécialistes de la modélisation, répartie sur 11 sites en France, se tient à votre écoute pour tous vos besoins.

Système de Management de la Qualité certifié ISO 9001



Entreprise certifiée



Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués



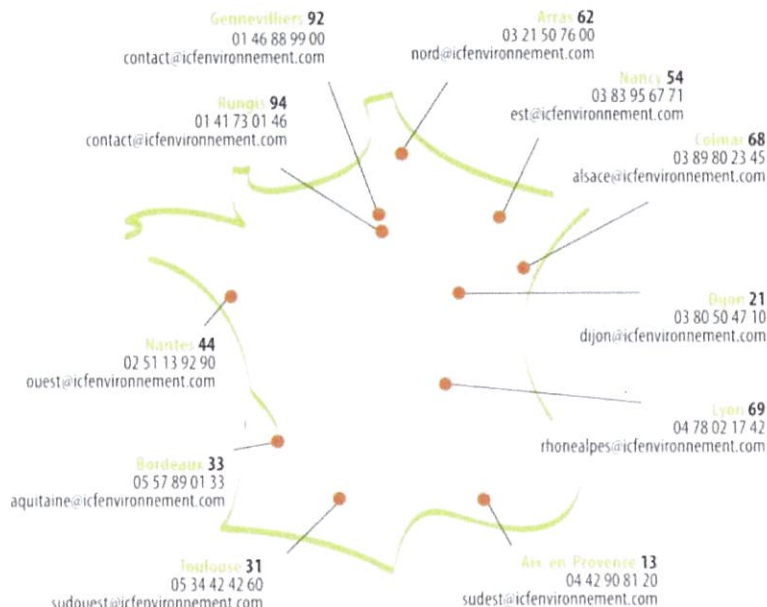
Membre de :



#### LES RAISONS DE FAIRE CONFIANCE A ICF ENVIRONNEMENT :

- **Expérience** de près de 25 ans
- Plus de 10000 **références** en ingénierie et réhabilitation des sites
- **Synergie** de compétences pluridisciplinaires
- **Proximité et réactivité** sur tout le territoire national
- **Indépendance** vis-à-vis des acteurs du marché
- **Sécurité** des interventions, attention particulière à l'impact environnemental des prestations
- **Accompagnement** du client tout au long du projet
- **Reconnaissance** de notre organisation et de nos savoirs faire au travers de nos certifications ISO 9001, MASE et LNE Service Sites et Sols pollués domaines A, B et C).

**ICF Environnement – Siège social**  
14-30 rue Alexandre Bât. C  
92635 Gennevilliers Cedex  
Tél. : +33 (0)1 46 88 99 00  
Fax : +33 (0)1 46 88 99 11  
[www.groupeirhvironnement.com](http://www.groupeirhvironnement.com)





**Étude Ensoleillement**  
Projet G3  
ZAC Victor Hugo  
Bagneux



# Sommaire

## Grille de lecture

Face Nord – Printemps – Matin  
Face Nord – Printemps – Midi  
Face Nord – Printemps – Soir  
Face Nord – Été – Matin  
Face Nord – Été – Midi  
Face Nord – Été – Soir  
Face Nord – Automne – Matin  
Face Nord – Automne – Midi  
Face Nord – Automne – Soir  
Face Nord – Hiver – Matin  
Face Nord – Hiver – Midi  
Face Nord – Hiver – Soir

Face Sud – Printemps – Matin  
Face Sud – Printemps – Midi  
Face Sud – Printemps – Soir  
Face Sud – Été – Matin  
Face Sud – Été – Midi  
Face Sud – Été – Soir  
Face Sud – Automne – Matin  
Face Sud – Automne – Midi  
Face Sud – Automne – Soir  
Face Sud – Hiver – Matin  
Face Sud – Hiver – Midi  
Face Sud – Hiver – Soir



# Grille de lecture

Printemps : 20 Avril

Eté : 20 Juillet

Automne : 20 Novembre

Hiver : 20 Janvier

Matin



Midi

Soir



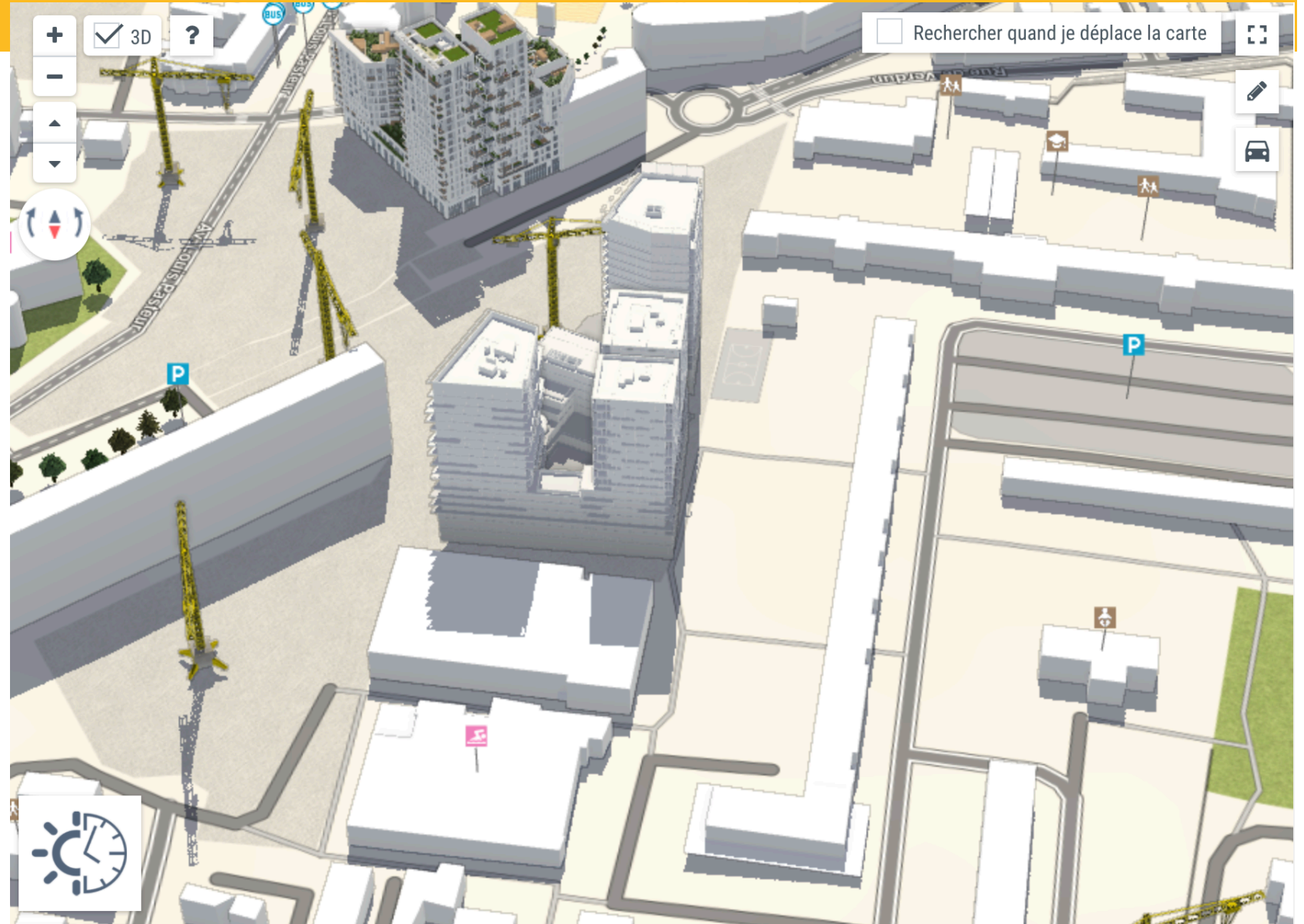


Face Nord

# Face Nord – Printemps – Matin



# Face Nord – Printemps – Midi

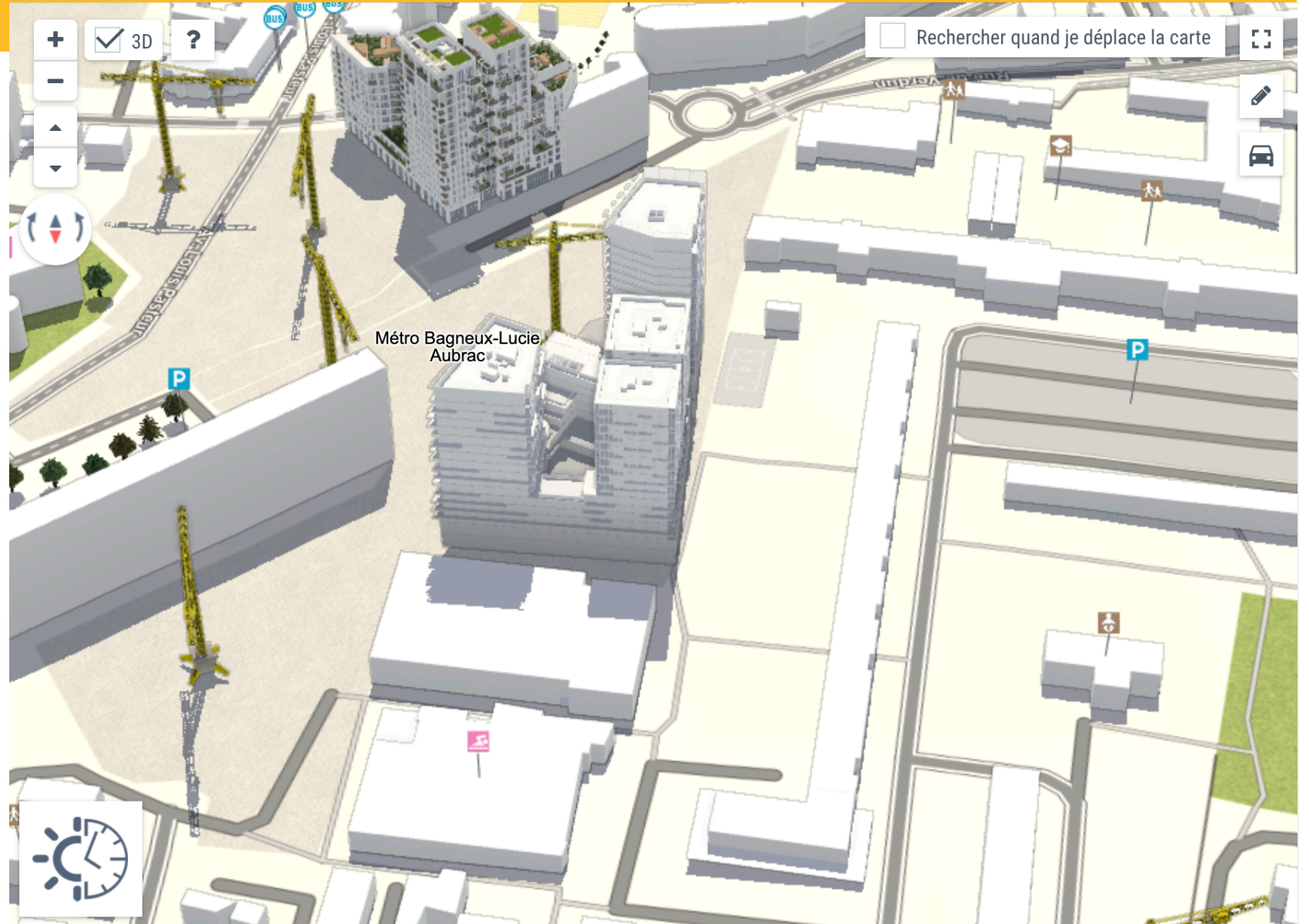




# Face Nord – Eté – Matin

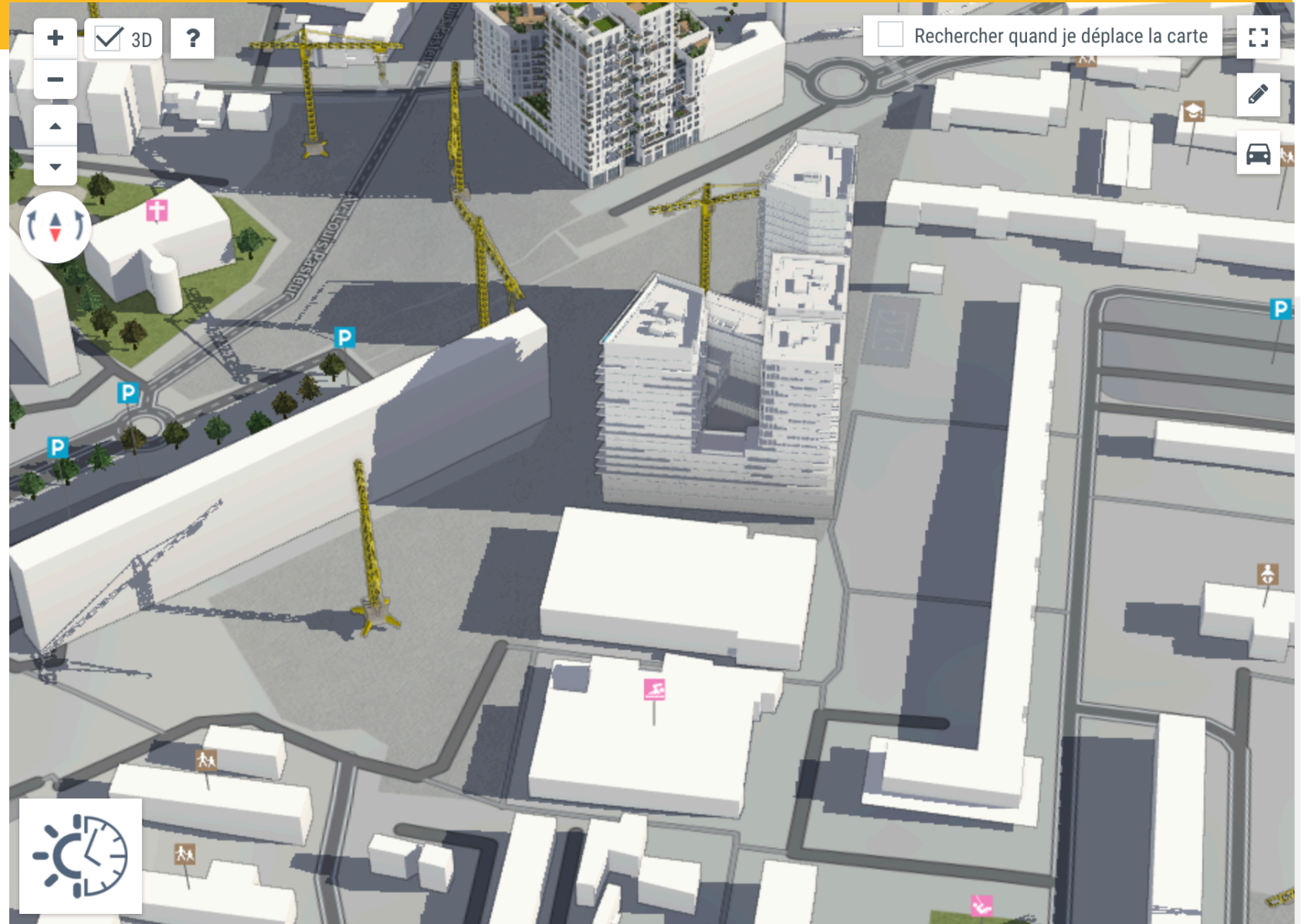


# Face Nord – Eté – Midi

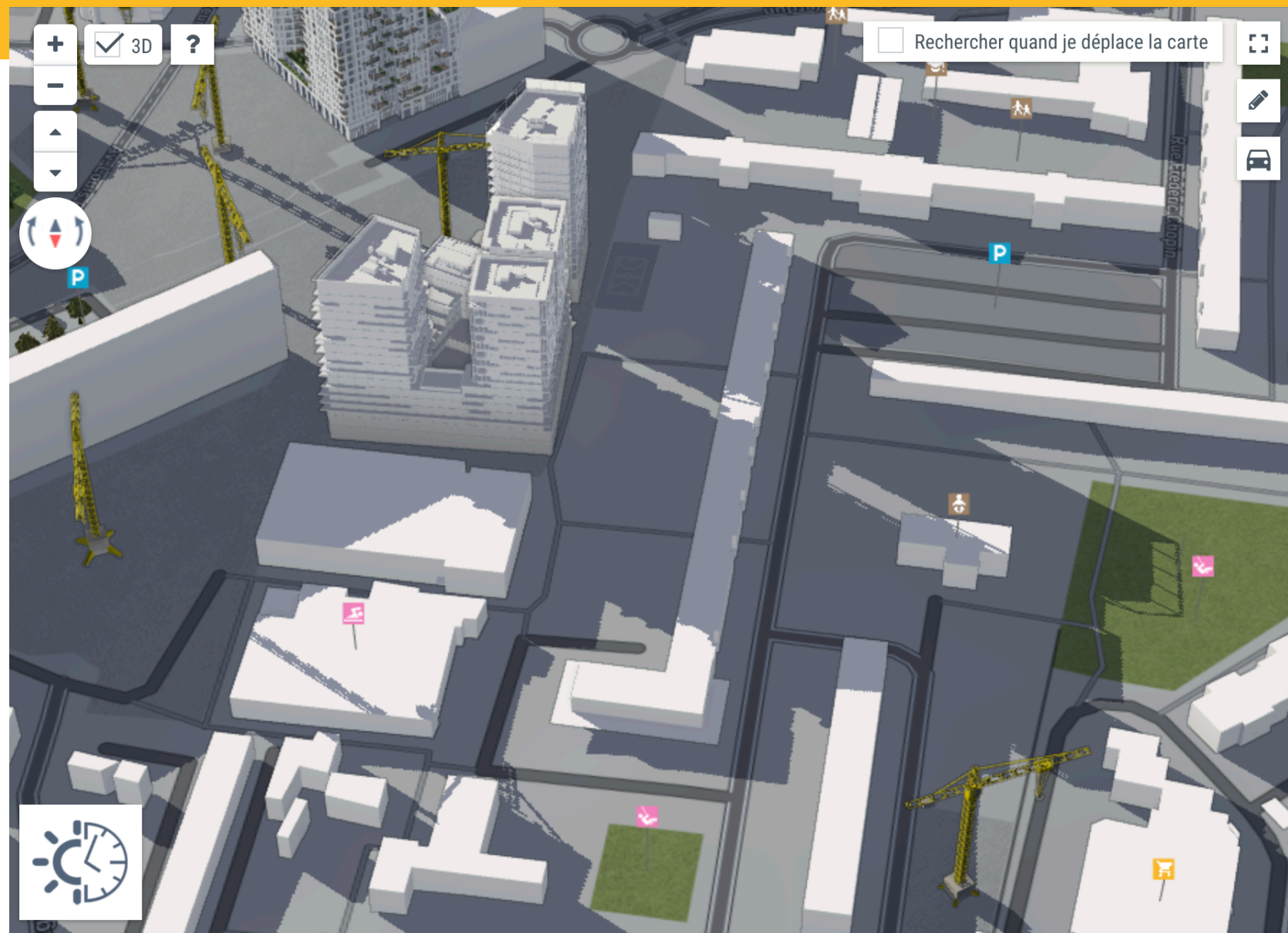




# Face Nord – Eté – Soir



# Face Nord – Automne – Matin



# Face Nord – Automne – Midi





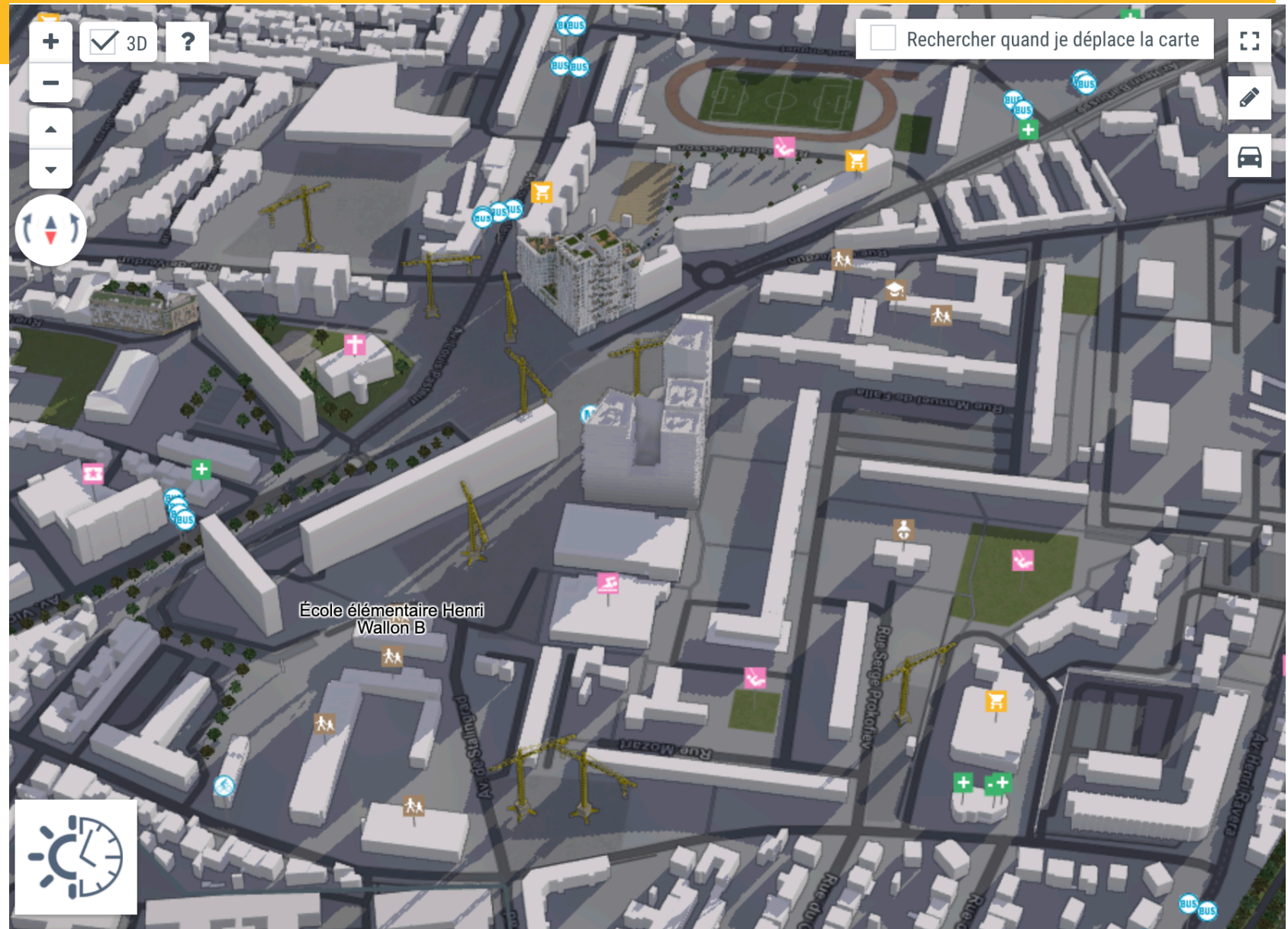
# Face Nord – Hiver – Matin



# Face Nord – Hiver – Midi



# Face Nord – Hiver – Soir





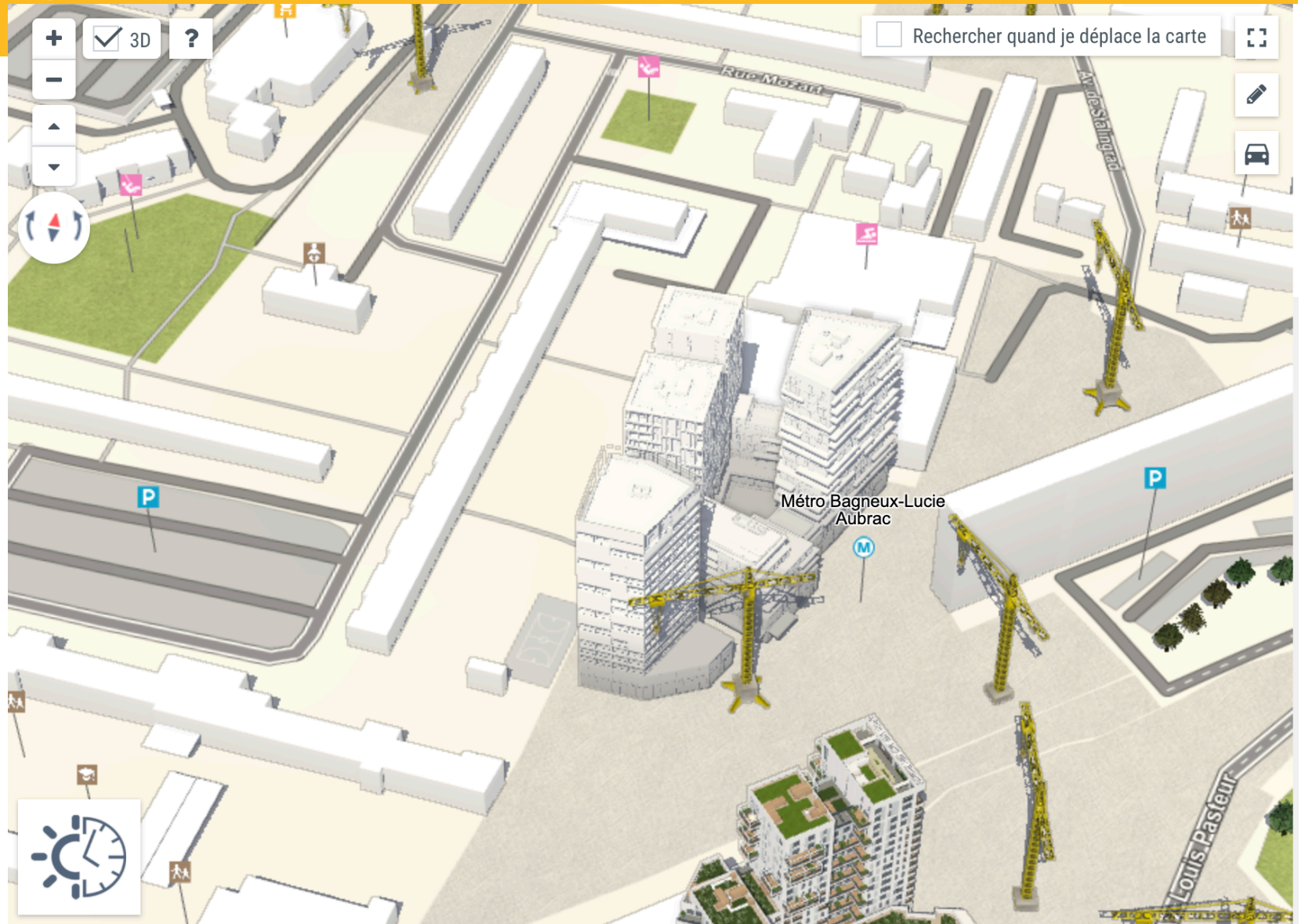
Face Sud



# Face Sud – Printemps – Matin



# Face Sud – Printemps – Midi



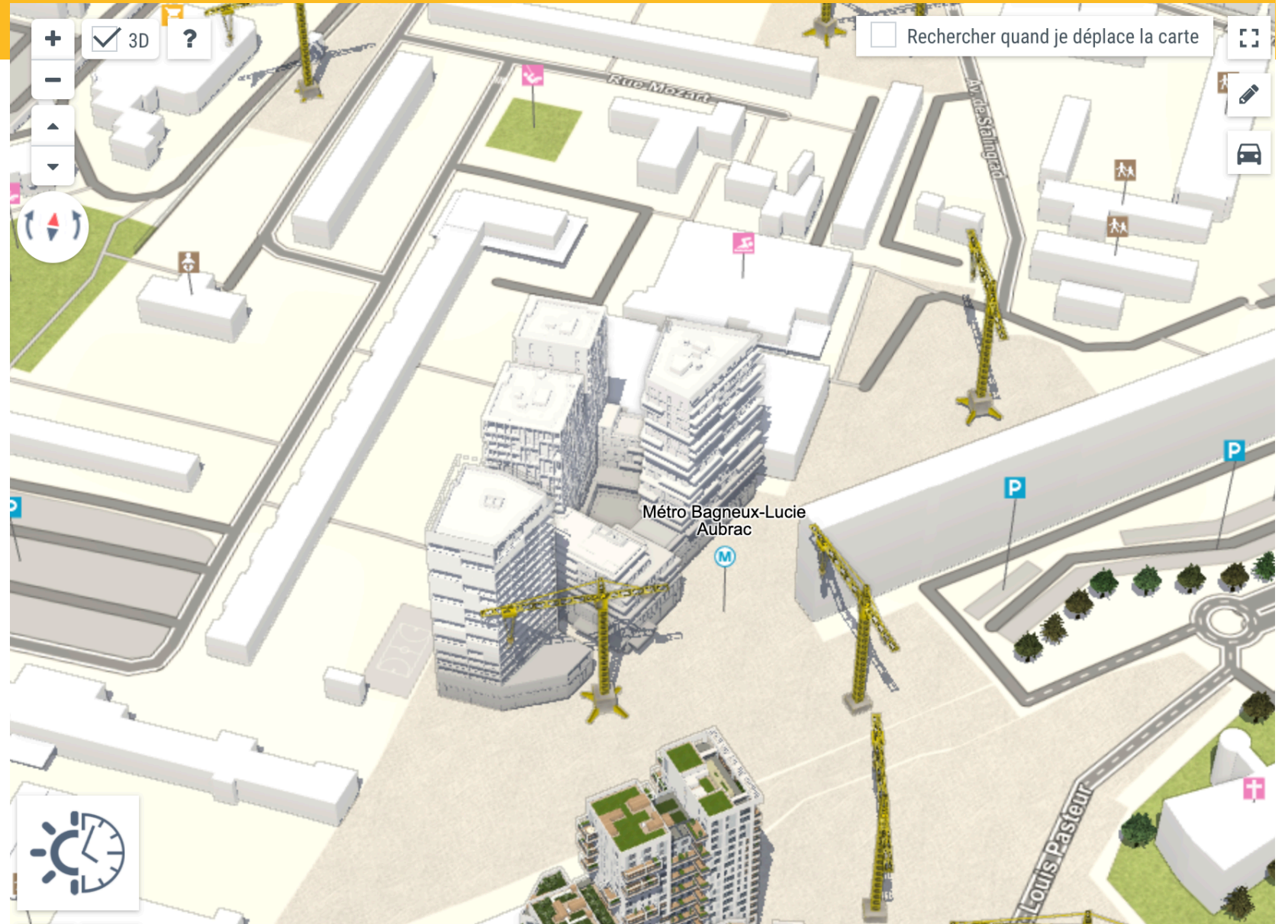
# Face Sud – Printemps – Soir



# Face Sud – Eté – Matin



# Face Sud – Eté – Midi



# Face Sud – Eté – Soir



# Face Sud – Automne – Matin



# Face Sud – Automne – Midi





# Face Sud – Automne – Soir



# Face Sud – Hiver – Matin



# Face Sud – Hiver – Midi







[pro.bienici.com](http://pro.bienici.com) • [support@bienici.com](mailto:support@bienici.com)

Construction impactée	Parvis piéton (future gare Ligne 4)				Collège J. Curie				Bâtiment cité des Martyrs de Châteaubriant				Bâtiments futurs (lot G1)				Bâtiments futurs (lot G2)				Église sainte-Monique				Pavillons à l'est				Piscine Bagueux							
	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver				
% Perte d'ensoleillement par jour (sur une période de 12h)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	25%	17%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	33%

Ensoleillement par jour sans le lot G3 (sur une période de 12h)	83%	83%	42%	33%	83%	92%	67%	50%	100%	100%	92%	58%	75%	50%	67%	67%	92%	92%	83%	58%	75%	75%	58%	50%	58%	58%	67%	67%	100%	100%	75%	67%
Relevé ensoleillement Horaire																																
08h-09h	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09h-10h	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10h-11h	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
11h-12h	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
12h-13h	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13h-14h	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14h-15h	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15h-16h	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16h-17h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17h-18h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
18h-19h	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
19h-20h	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Ensoleillement par jour avec le lot G3 (sur une période de 12h)	83%	83%	42%	33%	83%	92%	67%	50%	67%	75%	75%	50%	75%	50%	67%	67%	92%	92%	83%	58%	58%	67%	58%	50%	58%	58%	67%	67%	100%	100%	50%	33%
Relevé Horaire																																
08h-09h	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
09h-10h	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
10h-11h	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
11h-12h	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
12h-13h	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
13h-14h	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
14h-15h	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
15h-16h	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
16h-17h	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
17h-18h	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
18h-19h	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
19h-20h	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Légende : 1 oui / 0 non

# fondasol

TERRITOIRES D'EXIGENCE



IP.16.0136 – Pièce n° 001

**BAGNEUX (92)**  
**Construction d'un immeuble**  
**Etude géotechnique G5 + G1 PGC**

## Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	30/06/16	56	1 <sup>ère</sup> diffusion	L. GALLI	M. BAKAYOKO
A					
B					
C					

PAGE	REV	A	B	C	PAGE	REV	A	B	C
1	X				41	X			
2	X				42	X			
3	X				43	X			
4	X				44	X			
5	X				45	X			
6	X				46	X			
7	X				47	X			
8	X				48	X			
9	X				49	X			
10	X				50	X			
11	X				51	X			
12	X				52	X			
13	X				53	X			
14	X				54	X			
15	X				55	X			
16	X				56	X			
17	X				57				
18	X				58				
19	X				59				
20	X				60				
21	X				61				
22	X				62				
23	X				63				
24	X				64				
25	X				65				
26	X				66				
27	X				67				
28	X				68				
29	X				69				
30	X				70				
31	X				71				
32	X				72				
33	X				73				
34	X				74				
35	X				75				
36	X				76				
37	X				77				
38	X				78				
39	X				79				
40	X				80				





## Sommaire

<b>Présentation de notre mission</b>	<b>4</b>
1 – Mission selon la norme NF P 94-500	4
2 – Programme d’investigations	4
<b>Descriptif général du site et approche documentaire</b>	<b>6</b>
1 – Description du site	6
2 – Contexte géologique	7
3 – Enquête documentaire	7
4 – Documents à notre disposition pour cette étude	8
<b>Résultats des investigations in situ</b>	<b>9</b>
1 – Résultats des sondages	9
2 – Aspects géomécaniques	10
2.1 – Essais in situ	10
2.2 – Enregistrement des paramètres de forage	11
3 – Niveaux d’eau	12
<b>Application au projet</b>	<b>13</b>
1 – Description générale du projet	13
2 – Rappel des contraintes du site	13
3 – Principes généraux d’adaptation du projet au terrain	14
4 – Points particuliers – Suite à donner à ce rapport	17
<b>Conditions Générales</b>	<b>18</b>
<b>Enchaînement des missions types d’ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>20</b>
<b>Missions types d’ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>21</b>
<b>Annexes</b>	<b>22</b>
<b>Plan de situation</b>	<b>23</b>
<b>Plan d’implantation des sondages</b>	<b>24</b>
<b>Coupes géotechniques et résultats</b>	<b>26</b>
<b>des essais pressiométriques</b>	<b>26</b>
<b>Enregistrements des paramètres de forages</b>	<b>33</b>



## Présentation de notre mission

La société SEMABA, représentée par Monsieur Ugo CORNILLE, et assistée par BERIM, représentée par M. ROUAN, envisage la construction d'un immeuble dans la commune de BAGNEUX (92).

L'étude géotechnique a été confiée à FONDASOL suite à l'acceptation du devis DE.IP.16.04.036-ind.A par le bon de commande n° 2016 889 du 25-05-2016.

### I – Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission de type G5 + G1 PGC au sens de la norme NFP 94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision Novembre 2013).

Les objectifs de notre rapport sont les suivants :

- Définir le contexte géotechnique et les niveaux d'eau du site au moment de l'intervention ;
- Donner les conclusions quant à la présence de carrières souterraines et leur état le cas échéant ;
- Donner les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs ;
- Donner certains principes généraux de construction envisageables (notamment : nécessité de traitement des terrains vis-à-vis de la présence de carrières, fondations, terrassements, soutènements).

### 2 – Programme d'investigations

Pour mener à bien cette mission, nous avons réalisé courant mai 2016, les sondages et essais suivants :

- 2 sondages pressiométriques, notés SPI et SP2 de 40 m de profondeur avec 26 essais par sondage,
- 2 sondages pressiométriques, notés SP3 et SP4 de 35 m de profondeur avec 19 essais par sondage,
- 2 sondages destructifs référencés SD5 et SD6, descendus à 35 m de profondeur,
- enregistrement en continu des paramètres de forage,
- équipement en piézomètre du sondage SD5 avec protection de tête par bouche à clé.

Le programme de reconnaissance ainsi que l'implantation des sondages ont été définis par nos soins en regard du projet, et des possibilités offertes par l'accessibilité du site (occupation d'une partie du terrain du projet).

Les profondeurs sont comptées à partir du niveau du terrain lors de la reconnaissance.

Les sondages n'ayant pas fait l'objet d'un relevé par un géomètre, et en l'absence d'un plan topographique, les têtes de sondages n'ont pas pu être rattachées aux cotes NGF. Toutefois, dans ce présent rapport, nous avons retenu la cote 83 NGF, estimée à partir des documents fournis et de l'Atlas des Carrières (feuille 23-59) pour l'interprétation des sondages.

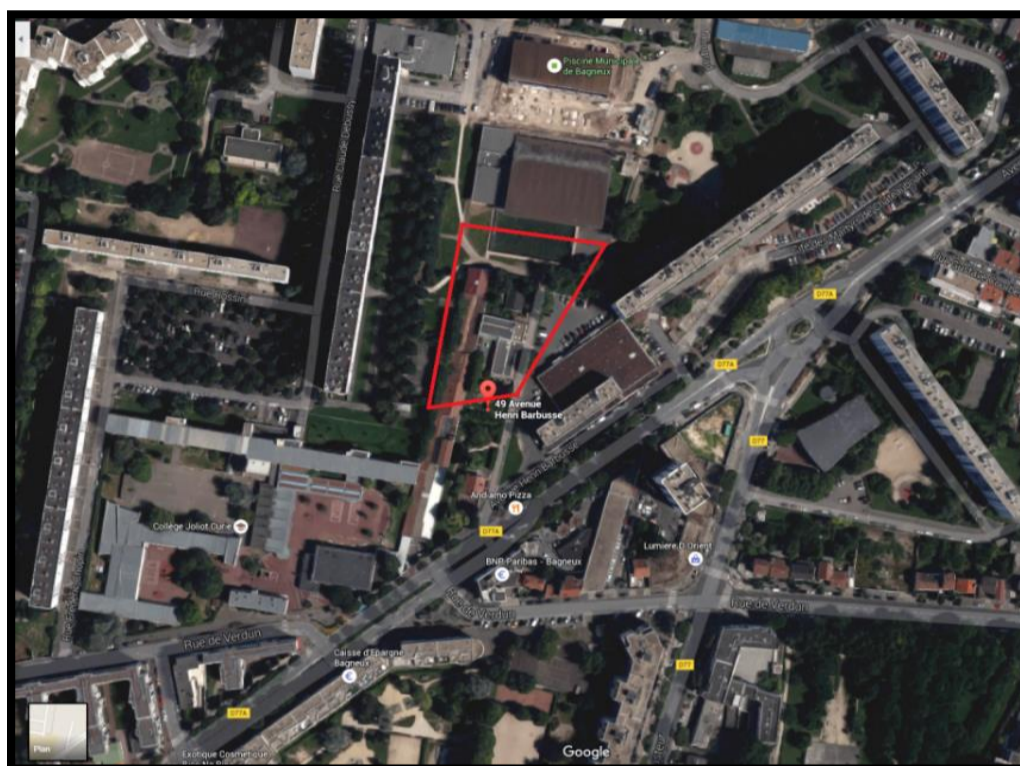
Les résultats des sondages et essais, ainsi que les plans de situation et d'implantation sont présentés en annexe du présent rapport.



## Descriptif général du site et approche documentaire

### I – Description du site

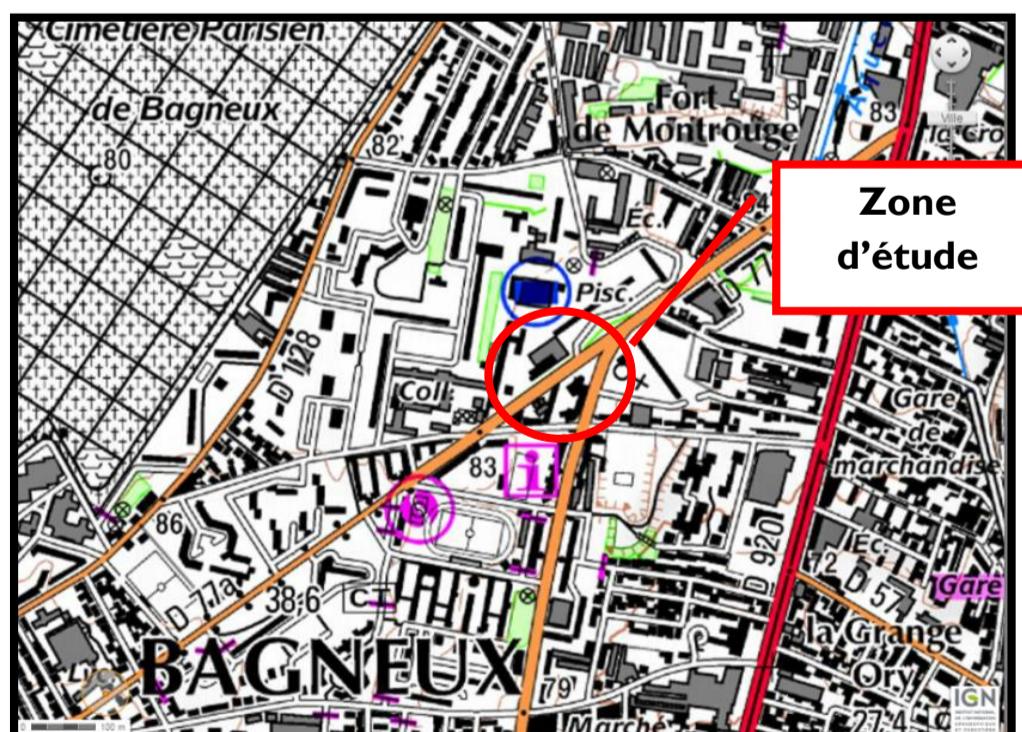
Le terrain est situé 47/49 avenue Henri Barbusse à BAGNEUX (92).



Vue aérienne du secteur (fournie par M. CORNILLE de SEMABA)

Lors de notre intervention (mai/juin 2016), le site était partiellement occupé par des installations de la RATP.

Du point de vue topographique, ce terrain est pratiquement plat, et se situe vers 83 NGF d'après l'IGN et l'Atlas des Carrières (feuille 23-59).



Extrait de la carte IGN du secteur (source : geoportail.fr)

## 2 – Contexte géologique

D'après notre connaissance du secteur et la carte géologique de Paris au 1/25.000<sup>ème</sup>, la succession lithostratigraphique prévisible était la suivante :

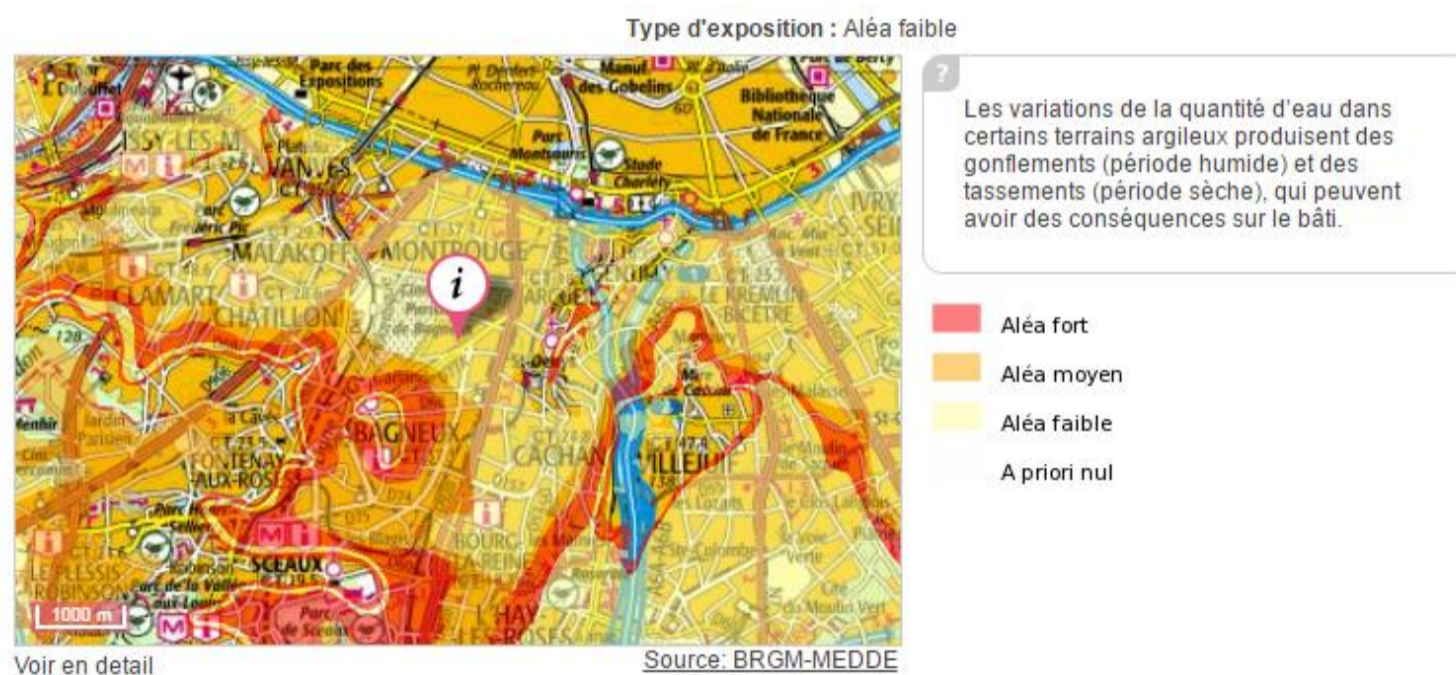
- Remblais, limons superficiels,
- Calcaire de Saint-Ouen,
- Sables de Beauchamp,
- Marnes et Caillasses,
- Calcaire Grossier.

## 3 – Enquête documentaire

D'après l'Atlas des carrières (feuille 23-59), la formation du Calcaire Grossier a fait l'objet d'exploitations souterraines. Le sol du niveau bas de l'exploitation serait situé vers 27/30 m de profondeur.

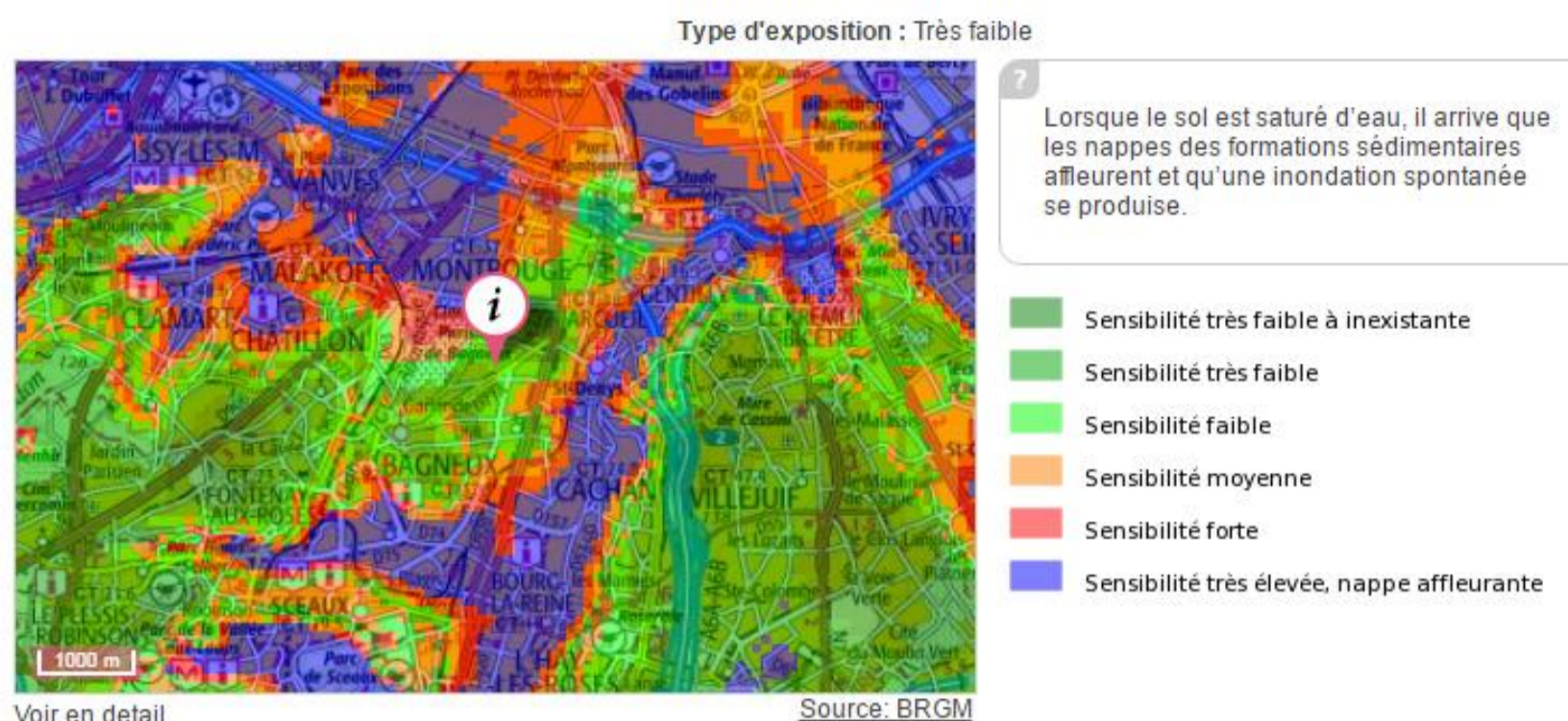
Ce secteur n'est pas concerné par l'Arrêté Interpréfectoral du 25/02/1977 relatif aux problèmes de dissolution du gypse antéludien.

Le site se trouve en zone d'aléa faible vis-à-vis des risques de retrait - gonflement des argiles d'après le BRGM.



Extrait de la carte d'aléa retrait gonflement des sols argileux du secteur (source : georisques.fr)

Le site se trouve en zone d'aléa très faible vis-à-vis du risque d'inondation par remontée de nappe dans les sédiments d'après le BRGM.



Extrait de la carte d'aléa inondation du secteur (source : [georisques.fr](http://georisques.fr))

La commune a été déclarée comme sinistrée suite à des inondations et coulées de boue, mouvements de terrain, mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et la réhydratation des sols (arrêté ministériel).

La région Ile-de-France est classée en zone I vis-à-vis du risque sismique selon le décret du 22/10/2010 (risque très faible).

#### 4 – Documents à notre disposition pour cette étude

Les documents à notre disposition pour mener à bien cette étude sont les suivants :

- le plan masse (non définitif) du lot concerné,
- le plan parcellaire,
- le plan des installations de chantier de la RATP,
- une vue aérienne schématique de la zone de sondages à réaliser,
- vos mails du 18/04/2016 et du 20/04/2016 comprenant :
  - Vos remarques vis-à-vis de l'étude à réaliser,
  - Plans et profil en long du tracé du Grand Paris Express.
- « Etude d'insertion escalier de sortie » daté du 26/04/2016,
- Volumétrie de principe annoté du projet au 1/200<sup>ème</sup> et daté du 27/04/2016,
- Coupe de principe annotée au 1/200<sup>ème</sup> et datée du 27/04/2016,
- Plan de tir des injections relatives au GPE zone ST2-2/ST2-3 indice B du 07/07/2015, à proximité du projet,
- Procédure d'Exécution des Forages et des Injections indice C du 16/06/2015.



## Résultats des investigations in situ

### I – Résultats des sondages

Les sondages ont traversé les formations suivantes, de haut en bas :

- **Des remblais** sur des épaisseurs variant de 3 à 4 m environ. Ils sont composés de limons caillouteux, de sables limono-caillouteux marron avec des blocs de calcaire, de couleur marron à marron clair.

Ces matériaux d'origine anthropique peuvent être très hétérogènes et d'épaisseurs variables. En particulier, ils peuvent contenir des éléments de toute nature et de toute taille (blocs, débris de démolition, éléments évolutifs).

Par ailleurs, leur hétérogénéité favorise l'apparition d'écoulements d'eau, lesquels peuvent provoquer leur remaniement (apparition de tassements, entraînement des fines,...).

- **Des marnes** beige à légèrement marron, argileuses en SPI, reconnues jusqu'à 9.0 à 11.0 m de profondeur environ. Cette couche peut être rattachée à la formation du **Calcaire de Saint-Ouen**.
- Puis des **marnes sableuses, sables marneux et marnes** de couleur verdâtres reconnus jusqu'à 16.0 à 17.0 m de profondeur suivant nos sondages.

Du fait de la perte totale du fluide d'injection ne permettant pas les remontées de cuttings de forages, à 12.0 m de profondeur en SD6, les terrains n'ont pas pu être observés au-delà de cette profondeur au droit de ce sondage.

- Au-delà, nous avons observé des **marnes calcaires** beige, blanchâtre jusqu'à 24.8 à 27.0 m de profondeur suivant nos sondages. La perte totale du fluide d'injection au droit des sondages ne nous a pas permis d'observer la nature des terrains au-delà de ces profondeurs. Toutefois, d'après la carte géologique de Paris au 1/25000<sup>ème</sup>, notre connaissance du secteur, et notre retour d'expérience, les terrains sont composés des **formations du Lutétien représentées par les Marnes et Caillasses** jusqu'à 58/59 NGF (soit 24/25 m de profondeur environ) puis le **Calcaire Grossier** au-delà.

#### Remarques :

- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif.
- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement entre les sondages. Dans le cas des terrains superficiels (remblais), les variations d'épaisseur et hétérogénéités sont très fréquentes.
- Les sables, marnes, argiles peuvent contenir des blocs durs (grès, calcaire, silex, meulière).

- L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes.
- Nos études ne concernent pas les projets géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.)

## 2 – Aspects géomécaniques

### 2.1 – Essais in situ

Les essais pressiométriques réalisés dans les 4 sondages permettent de caractériser mécaniquement les formations identifiées précédemment.

Le tableau qui suit résume pour chaque faciès testé les principaux résultats des essais pressiométriques.

Horizon	Cote de la base (NGF)	Nbre d'essais	Pression Limite $p_l^*$ (MPa)				Module Pressiométrique $E_M$ (MPa)		
			Min	Max	Moy arith	$\sigma$	Min	Max	Moy harm
Remblais	79/80	6	0.28	2.34	1.06	0.8	0.8	21.8	3.6
Calcaire de Saint-Ouen	71/74	19	1.21	3.84	2.12	0.8	6.2	29.3	13.7
Sables de Beauchamp	65.9/67	16	1.20	5.14	3.6	1.2	7.9	133.5	25.3
Calcaire Lutétien	<43	43	2.70	5.70	4.75	0.56	21.2	298	78.2
Exploitation souterraine	56/58	4	0.39	1.69	0.6	0.7	3.3	12.4	4.9

**Moy** : Moyenne arithmétique

$\sigma$  : Ecart type

**Moy harm** : Moyenne harmonique

Ces valeurs caractérisent des terrains :

- Relativement hétérogènes au sein des remblais avec des valeurs caractérisant des terrains lâches à denses suivant l'Eurocode 7 ;
- Globalement raides dans la formation du Calcaire de Saint-Ouen ;
- Très denses en ce qui concerne la formation des Sables de Beauchamp ;
- Raides à très raides au sein des formations calcaires du Lutétien ;
- Tendres à raides au sein de l'ancienne exploitation souterraine.



## 2.2 – Enregistrement des paramètres de forage

Les paramètres de forage disponibles suivant ont été enregistrés en continu :

- **VIA : Vitesse instantanée d'avancement de l'outil de forage (en m/h)** – elle est inversement proportionnelle à la résistance opposée par le terrain. Elle augmente dans les terrains plus tendres et diminue dans les terrains plus durs ;
- **PO : pression sur l'outil ou pression de poussée (en bar)** – elle représente la pression que la machine exerce sur l'outil de forage. Elle dépend de la compacité des sols rencontrés.
- **PI : pression d'injection (en bar)** – la pression d'injection du fluide de forage donne des indications sur la nature des terrains traversés. Elle augmente à la traversée des terrains argileux peu perméables et diminue dans les terrains sableux et plus perméables ;
- **PR : pression de rotation (en bar)** – elle représente la pression liée au couple de rotation créé par le contact de l'outil de forage avec les terrains. Elle augmente avec la force de poussée appliquée.

Pour chaque sondage, un étalonnage de chute du système de forage a été réalisé en haut du sondage (EH) et en fin de sondage (EB).

Lors de la traversée de zones très décomprimées ou de vides francs, on observe une augmentation de la vitesse d'avancement associée à une chute des pressions d'injection et de rotation.

Avec la machine ayant réalisé les sondages, le vide franc se caractérise – entre autres – par une vitesse d'avancement élevée de l'outil atteignant 600 à 1000 m/h.

La réalisation d'avant-trous de recherches d'éventuels réseaux enterrés préalables au forage au droit des sondages jusqu'à 1.3 m de profondeur est représentée par des vitesses d'avancement élevées en tête.

Sur cette base, l'analyse conjointe des paramètres de forage des sondages met en évidence les faits suivants :

- **Les remblais** reconnus jusqu'à 79/80 NGF (soit 3 à 4 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel) présentent des vitesses d'avancement relativement élevées, notamment en SP2 à SD6 avec des valeurs comprises entre 250 et 650 m/h. Ce qui caractérise l'aspect peu compact des remblais. Nous notons toutefois des vitesses d'avancement faibles uniquement en SPI présentant des terrains assez compacts.
- **Le Calcaire de Saint-Ouen** présente des vitesses moyennes à faible avec des valeurs globalement comprises entre 150 et 400 m/h. Ces valeurs caractérisent des terrains de plutôt bonne compacité.
- Au sein de l'horizon des **Sables de Beauchamp**, les vitesses d'avancement sont globalement faibles en tête jusqu'à 67/68 NGF (soit 15 à 16 m de profondeur environ) avec des valeurs inférieures à 200 m/h) correspondant à des terrains compacts au droit des sondages. Nous observons cependant une légère augmentation des vitesses d'avancement à la base de l'horizon sur 1 m d'épaisseur environ avec des valeurs de 300 à 400 m/h environ. Des pics de vitesses élevés sont constatés sur de faibles épaisseurs (de l'ordre de 0.1 m). Ce

passage correspond probablement à l'interface entre la formation des Sables de Beauchamp et les Marnes et Caillasses sous-jacentes.

- **Les marno-calcaires du Lutétien (Marnes et Caillasse et Calcaire Grossier)**, présentent des vitesses d'avancement faibles globalement inférieures à 250 m/h, jusqu'à correspondant à des terrains de bonne compacité.

Nous avons détecté une anomalie récurrente suivant nos sondages, associée à la perte du fluide d'injection à partir de 57/58.5 NGF (soit 24.5 à 26 m de profondeur environ) ainsi qu'une augmentation de la pression de retenue, avec des vitesses comprises entre 350 et 500 m/h, et atteignant les 700 m/h en SPI, ce qui correspond à un passage décomprimé et non vide franc. **D'après les renseignements obtenus auprès de l'Atlas des carrières feuille (23-59) cette anomalie correspond vraisemblablement aux anciennes exploitations souterraines du Calcaire Grossier partiellement remblayées.**

### 3 – Niveaux d'eau

Il n'a pas été observé d'eau dans les forages lors de la reconnaissance (mai/juin 2016). Nous rappelons que l'injection d'un fluide de forage rend difficile la détection d'éventuelles venues d'eau en cours de forage. De plus, aucun niveau d'eau n'a été relevé dans le piézomètre placé dans le sondage SD5 à la date du 29/06/2016.

D'autre part, les formations du Calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp sont réputées pour accueillir une nappe phréatique (non observée lors de notre intervention).

Nous rappelons que des circulations et/ou rétention d'eau sont possibles dans les terrains superficiels.

Nous rappelons également que l'intervention ponctuelle du géotechnicien ne permet qu'une approche du niveau d'eau à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations qui dépend notamment des conditions météorologiques.

Pour obtenir des indications plus précises, un suivi du piézomètre pourra être commandé par le maître d'ouvrage, et une étude hydrogéologique pourra nous être confiée le cas échéant.



## I – Description générale du projet

D'après les informations fournies, le projet prévu sur la parcelle d'étude concerne la construction d'un immeuble de 15 à 18 étages sur 3 niveaux de sous-sols d'une emprise au sol de 3 650 m<sup>2</sup> environ.

Au stade actuel de la présente étude et d'après les informations orales fournies, le projet et son emplacement sur le terrain n'est pas encore entièrement défini.

Toutefois, des installations de la RATP, sont susceptibles de se trouver dans des conditions de mitoyenneté par rapport au projet de construction.

D'autre part, le tracé du futur GPE (Grand Paris Express) est situé sous l'emprise du futur projet. La cote prévisionnelle du toit du tunnel serait située vers 50 NGF.

De plus, un escalier de sortie d'un futur bâtiment RATP, sera implanté au niveau du projet. La construction de l'escalier sera accompagnée d'un voile périphérique. Au stade actuel de notre étude, nous ne disposons pas d'information précise sur le type et les cotes de ces structures.

La présente étude entre dans le cadre des études géotechniques préalables.

## 2 – Rappel des contraintes du site

L'investigation géotechnique a mis en évidence les principaux points suivants :

- Des remblais lâches à denses sur une épaisseur de 3 m environ ;
- Des marnes raides correspondant à la formation du Calcaire de Saint-Ouen reconnues jusqu'à 71/74 NGF environ ;
- Des sables de Beauchamp très denses jusqu'à 65.9/67 NGF environ ;
- Des marnes calcaires appartenant aux Calcaire Lutétien observés au-delà et jusqu'à 56/58.2 NGF avec la perte d'injection du fluide de forage à ces profondeurs ;
- Des anciennes exploitations partiellement remblayées reconnues à partir de 56/58 NGF (soit 25/27 m de profondeur environ) ;
- Les installations RATP potentiellement en mitoyenneté du projet ;
- Le tracé du GPE situé vers la cote 47/48 NGF sous le projet,
- L'implantation future d'un escalier RATP potentiellement en mitoyenneté du projet.

### 3 – Principes généraux d'adaptation du projet au terrain

#### Traitement des anomalies

Avant tout travaux, il faut prévoir le traitement des passages décomprimés liés à la présence d'exploitations souterraines au droit du projet.

Les travaux de traitement consisteront à :

- Comblent gravitairement et par clavage les carrières souterraines et les zones remblayées,
- Injecter par traitement sous pression les anomalies de type fontis éventuels (non rencontrées lors de notre intervention de mai/juin 2016).

Les travaux de confortement devront être réalisés sous le projet et ses abords immédiats dans la limite de propriété (5 m au minimum), avec un maillage de 7 x 7 m au minimum (maillage qui concerne les zones non bâties).

En limite de parcelle, le maillage des forages devra être conçu selon un espacement maximum de 2.5 m, seulement si le bâtiment est en limite de parcelle voisine n'a pas été traitée.

La ligne de forage resserrée à 2.5 m sera placée à 1.25 m maximum de la limite de la parcelle.

Les travaux seront adaptés en cours de chantier en fonction des données des forages d'injection qui feront l'objet d'enregistrement de paramètres.

Les travaux de confortement devront être réalisés conformément à la notice technique de l'IGC « Notice technique de travaux de consolidations souterraines exécutés par injection pour les carrières de Calcaire Grossier, de gypse, de craie et les marnières ».

Les travaux de confortement par injection et traitement devront être vérifiés pas des opérations de contrôle rigoureuses au moyen de sondages destructifs ainsi que d'essais pressiométriques pour les éventuels fontis. Ces forages de contrôle devront être réalisés au minimum 28 jours après la fin des injections.

Les fondations ne pourront être exécutées qu'après résultat positif des forages de contrôle.

Les modalités de traitement seront déterminées de manières définitives au stade de la mission G2 phase Projet.

#### Terrassement - soutènement

Le projet prévoit la réalisation de 3 niveaux de sous-sol, les terrassements se feront soit avec un talutage provisoire avec une pente de 2V/3H, soit avec un blindage provisoire si l'emprise ne permet pas de taluter. Notamment en mitoyenneté des existants.

Le dimensionnement des voiles enterrés devra prendre en compte la poussée due aux terrains en place (Calcaire de Saint-Ouen, Sables de Beauchamp). Des sondages complémentaires avec prélèvement d'échantillons intacts pour essais en laboratoire devront être réalisés afin de déterminer les paramètres intrinsèques des terrains en place ( $C'$  et  $\phi'$ ).

Le dimensionnement des voiles enterrés fera l'objet d'une mission spécifique de type G2 PRO ou G5.

En cas d'arrivée d'eau dans la fouille, il faudra prévoir un dispositif de rabattement. En effet, des circulations et/ou rétention sont possibles dans les terrains superficiels.

La rencontre de blocs durs au sein des remblais (blocs et éléments de toute nature) et des terrains en places (bancs ou blocs calcaires, grès) pourra gêner les terrassements et nécessiter l'emploi d'un BRH.

### Fondations

Au vu du contexte géotechnique et des éléments connus du projet, nous pouvons envisager, après le traitement des anomalies observés et compte-tenu du recouvrement supérieur à 20 m, un système de fondations superficielles ancrées au-delà des remblais, sous réserve que les contraintes proposées soient suffisantes et que les tassements à calculer en regard des descentes de charges du projet soient admissibles.

Les surépaisseurs éventuelles de remblais ou terrains superficiels devront conduire à un approfondissement des fouilles des fondations afin de garantir l'ancrage requis dans la couche.

La rencontre de blocs ou niveaux indurés de toute nature au sein des remblais ou des sols en place, pourra gêner les terrassements et nécessiter l'utilisation d'un BRH.

Avant de couler les fondations, l'homogénéité des fonds de fouille sera soigneusement contrôlée. Les terrains remaniés ou altérés par les engins ou les intempéries devront être soigneusement purgés. On procédera alors immédiatement au coulage des fondations ou à la protection du fond de fouille par un béton de propreté.

En cas d'arrivée d'eau dans les fouilles des fondations, il faudra prévoir un dispositif de rabattement. En effet, des circulations et/ou rétentions d'eau sont possibles dans les terrains superficiels.

Si les fondations doivent être fondées à des niveaux différents, on respectera la règle des 2V/3H entre arêtes de fondations voisines.

D'après les informations qui nous ont été communiquées, le niveau bas des sous-sols serait situé vers 73 NGF. Les terrains d'assises des fondations seront donc composés de Calcaire de Saint-Ouen ou Sables de Beauchamp.

Dans le cas où les fondations seraient ancrées au sein de la formation du Saint-Ouen, les contraintes admissibles de sols à prendre en compte seraient de l'ordre de 0.5 à 0.7 MPa à l'ELS.

Dans le cas où les fondations seraient ancrées au sein de la formation des Sables de Beauchamp, les contraintes admissibles de sols seraient de l'ordre de 0.9 à 1.1 MPa à l'ELS.

### Niveau bas

Un dallage sur terre-plein est envisageable, à condition de procéder au décapage préalable de tous terrains médiocres (sols mous, évolutifs, ou détériorés par les engins ou les intempéries).

Le dallage reposera sur une couche de forme constituée de matériaux insensibles à l'eau et non dégradables lors de leur mise en œuvre. Nous conseillons l'installation d'un géotextile anticontaminant entre l'arase des terrassements et la couche de forme.

La granulométrie du matériau retenu devra être adaptée à l'épaisseur de la couche de forme.

### Protection contre les eaux

Il conviendra de protéger le sous-sol contre les venues d'eau en réalisant une étanchéité des voiles périmétriques et un drainage périphérique.

Les formations du Calcaire de Saint-Ouen et les Sables de Beauchamp sont réputées pour accueillir une nappe phréatique (non observée lors de notre intervention).

Cette nappe phréatique pourrait être susceptible de remonter plus haut que le niveau bas du projet qui comporte jusqu'à 3 niveaux de sous-sol. En conséquence, il est nécessaire de prévoir un dallage avec événements reposant sur une couche de forme drainante et la mise en place de barbacanes dans les murs périphériques avec récupération des eaux par des cunettes périphériques.

Les eaux devront être collectées et évacuées vers un exutoire.

### Mitoyenneté

Dans le cas où le projet sera implanté en mitoyenneté de bâtiments existants, les futures fondations seront descendues au minimum au même niveau que celles des ouvrages mitoyens afin d'éviter tout effort sur celles-ci. La mise en place de la nouvelle fondation provoquera une surcharge des terrains et est susceptible de provoquer un léger tassement.

Dans le cas où les nouvelles fondations seraient descendues à un niveau inférieur à celui des fondations mitoyennes, il conviendrait de réaliser la reprise en sous-œuvre de ces dernières pour les amener au même niveau. Une étude spécifique de reprise en sous-œuvre devra alors être confiée à un bureau d'étude compétent en la matière.

### Joints de construction

Des joints de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage y compris les fondations devront être réalisés dans les cas suivants :

- deux parties de bâtiment fondées à des profondeurs différentes,
- deux parties de bâtiment à structure ou nombre de niveaux différents,
- bâtiment de grande longueur ou possédant géométrie irrégulière (ailes... ).

## 4 – Points particuliers – Suite à donner à ce rapport

Cette étude a été menée à partir d'un nombre de sondages limité compte tenu de l'occupation actuelle du site. Les reconnaissances à réaliser lors des études ultérieures devront couvrir l'ensemble du site et permettre de compléter la caractérisation des risques mis en évidence lors de la présente étude

Ce rapport conclut la mission G5 + GI PGC qui nous a été confiée pour cette affaire.

Il définit le modèle géologique, identifie les risques géotechniques majeurs et propose certains principes généraux de construction pour les ouvrages géotechniques afin d'en réduire les conséquences.

Des variations ou hétérogénéités locales, non mises en évidence lors de la reconnaissance, peuvent apparaître en cours de travaux et nécessiter des adaptations constructives.

Selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NFP 94-500, l'élaboration d'un projet nécessite une mission géotechnique de type G2 (AVP puis PRO) avec des reconnaissances complémentaires adaptées au projet. Les études géotechniques d'exécution doivent être établies dans le cadre d'une mission G3 et une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution des travaux doit être réalisée. FONDASOL est à la disposition de tous les intervenants pour réaliser toutes ou parties de ces missions.



## Conditions Générales

### 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

### 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

### 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

### 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

### 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les

documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

### 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. 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 avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

### 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

### 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

### 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

### 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

IP.16.0136

Construction d'un immeuble – BAGNEUX (92)

PAGE 18



## 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

## 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

## 14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge, une indemnité fixée à 15% du montant en principal TTC de la créance avec un minimum de 150 euros et ce, à titre de dommages et intérêts conventionnels et forfaitaires. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

## 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

## 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de

dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

## Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier). Dans le cas où le prestataire intervient en tant que sous-traitant, si le sinistre est supérieur à 3 M€, le client traitant direct et ses assureurs renoncent à tous recours contre le Prestataire et ses assureurs.

## Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

## 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

## 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

Juillet 2014



## Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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 ci-après. 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 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)		<b>Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)</b>		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	<b>Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		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	<b>Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)</b>		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 ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	<b>Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	<b>Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT</b>		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	<b>Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)</b>	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 ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	<b>Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)</b>	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
<b>A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant</b>	Diagnostic	<b>Diagnostic géotechnique (G5)</b>		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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante



## Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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.

IP.16.0136

Construction d'un immeuble – BAGNEUX (92)

### 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.

#### **A TOUTES ETAPES : 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'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).

PAGE 21



## Annexes



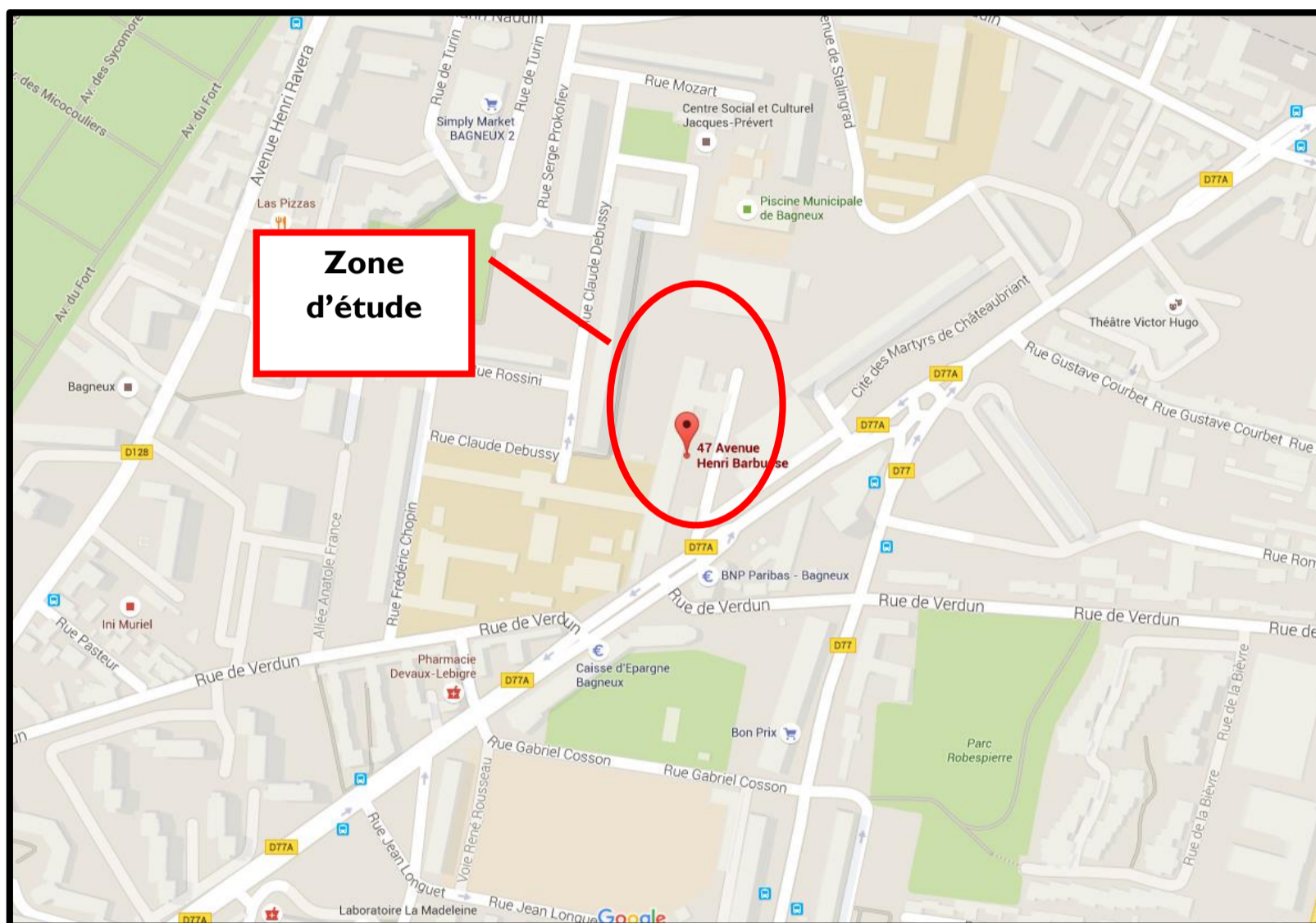
espace notarial

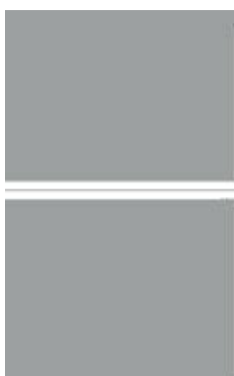
espace notarial



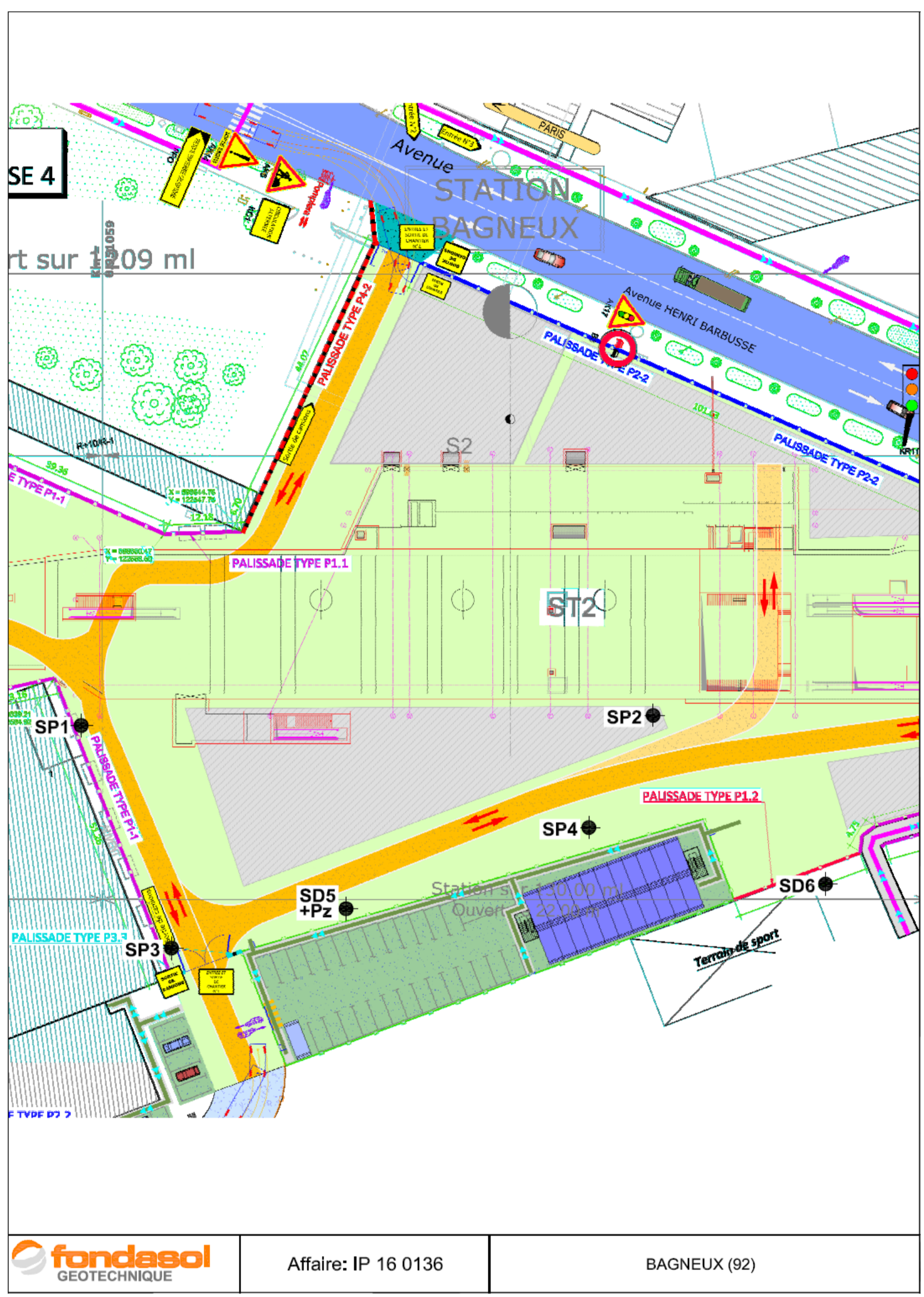
## Plan de situation

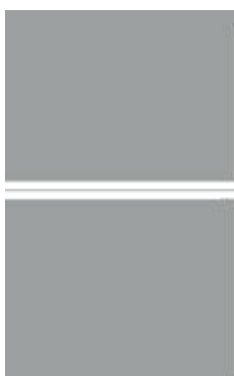
47/49 avenue Henri Barbusse, BAGNEUX (92)






## Plan d'implantation des sondages





## Coupes géotechniques et résultats des essais pressiométriques

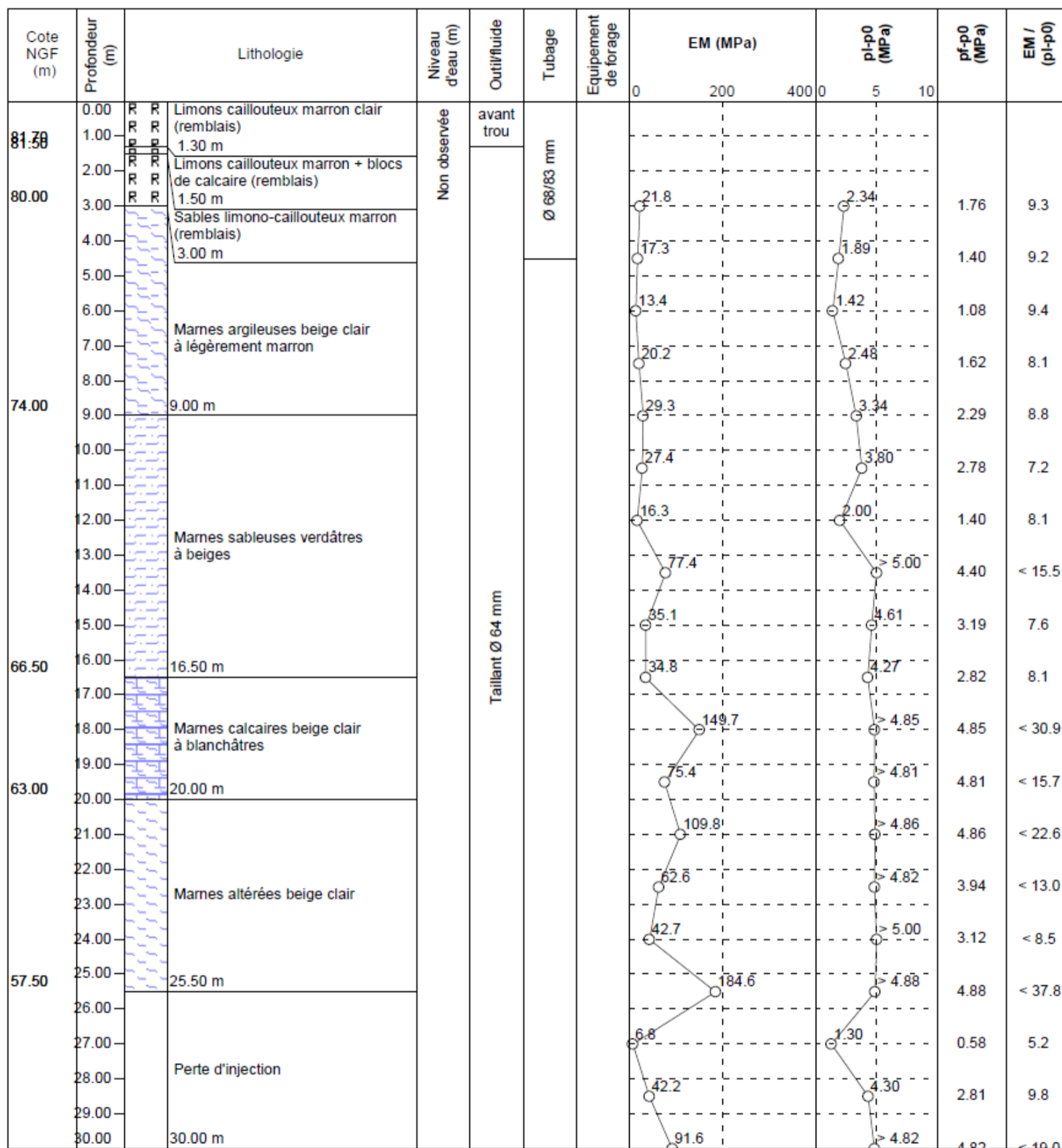


 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 03/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 40.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP1**

EXGTE B3.17.17/GTE



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

**SP1**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Equipement de forage	EM (MPa)		pl-p0 (MPa)	pf-p0 (MPa)	EM / (pl-p0)
							0	400			
	30.00						91.6	200	4.82	4.82	< 19.0
	31.00							183.2	4.87	4.87	< 37.6
	32.00										
	33.00							206.9	4.88	4.88	< 42.4
	34.00										
	35.00	Perte d'injection					91.4		4.81	4.81	< 19.0
	36.00							264.2	4.89	4.89	< 54.0
	37.00										
	38.00							267.6	4.89	4.89	< 54.7
	39.00						103.1		4.79	4.79	< 21.5
43.00	40.00	40.00 m									
	41.00										
	42.00										
	43.00										
	44.00										
	45.00										
	46.00										
	47.00										
	48.00										
	49.00										
	50.00										
	51.00										
	52.00										
	53.00										
	54.00										
	55.00										
	56.00										
	57.00										
	58.00										
	59.00										
	60.00										
	61.00										
	62.00										
	63.00										

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

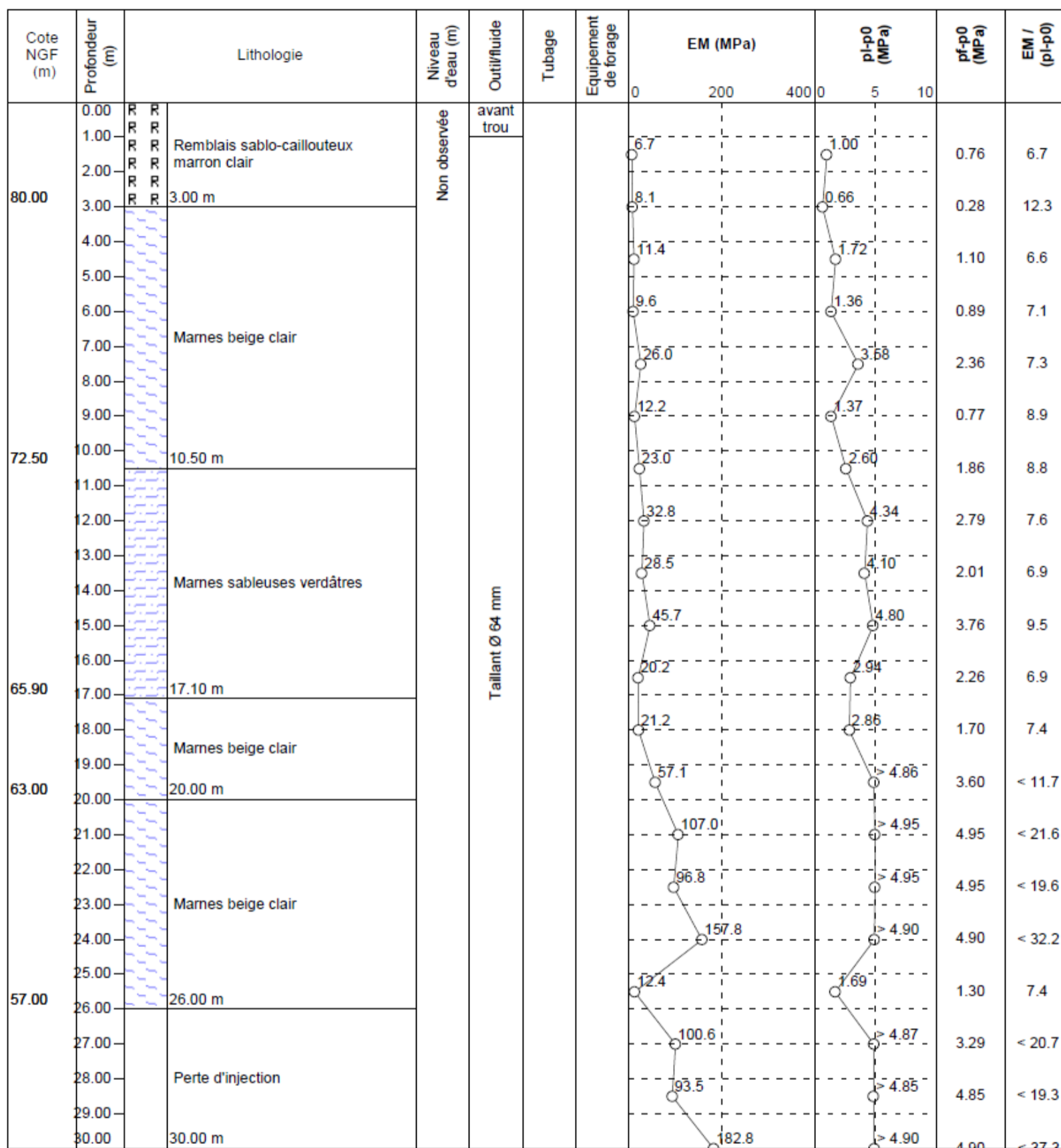
Page 2/2

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 10/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 40.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP2**

EXGTE B3.17.17/GTE



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutzsa.fr

47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

**SP2**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Equipement de forage	EM (MPa)		pl-p0 (MPa)	pf-p0 (MPa)	EM / (pl-p0)	
							0	400				
	30.00	Perte d'injection		Tailant Ø 64 mm			2082.8	4.9010	4.90	< 37.3		
	31.00				189.9	4.90	< 38.8					
	32.00				230.0	4.91	< 46.8					
	33.00				210.4	4.90	< 42.9					
	34.00				276.3	4.99	< 55.4					
	35.00				298.0	4.99	< 59.7					
	36.00				146.4	5.00	< 29.3					
43.00	40.00		40.00 m									
	41.00											
	42.00											
	43.00											
	44.00											
	45.00											
	46.00											
	47.00											
	48.00											
	49.00											
	50.00											
	51.00											
	52.00											
	53.00											
	54.00											
	55.00											
	56.00											
	57.00											
	58.00											
	59.00											
	60.00											
	61.00											
	62.00											
	63.00											

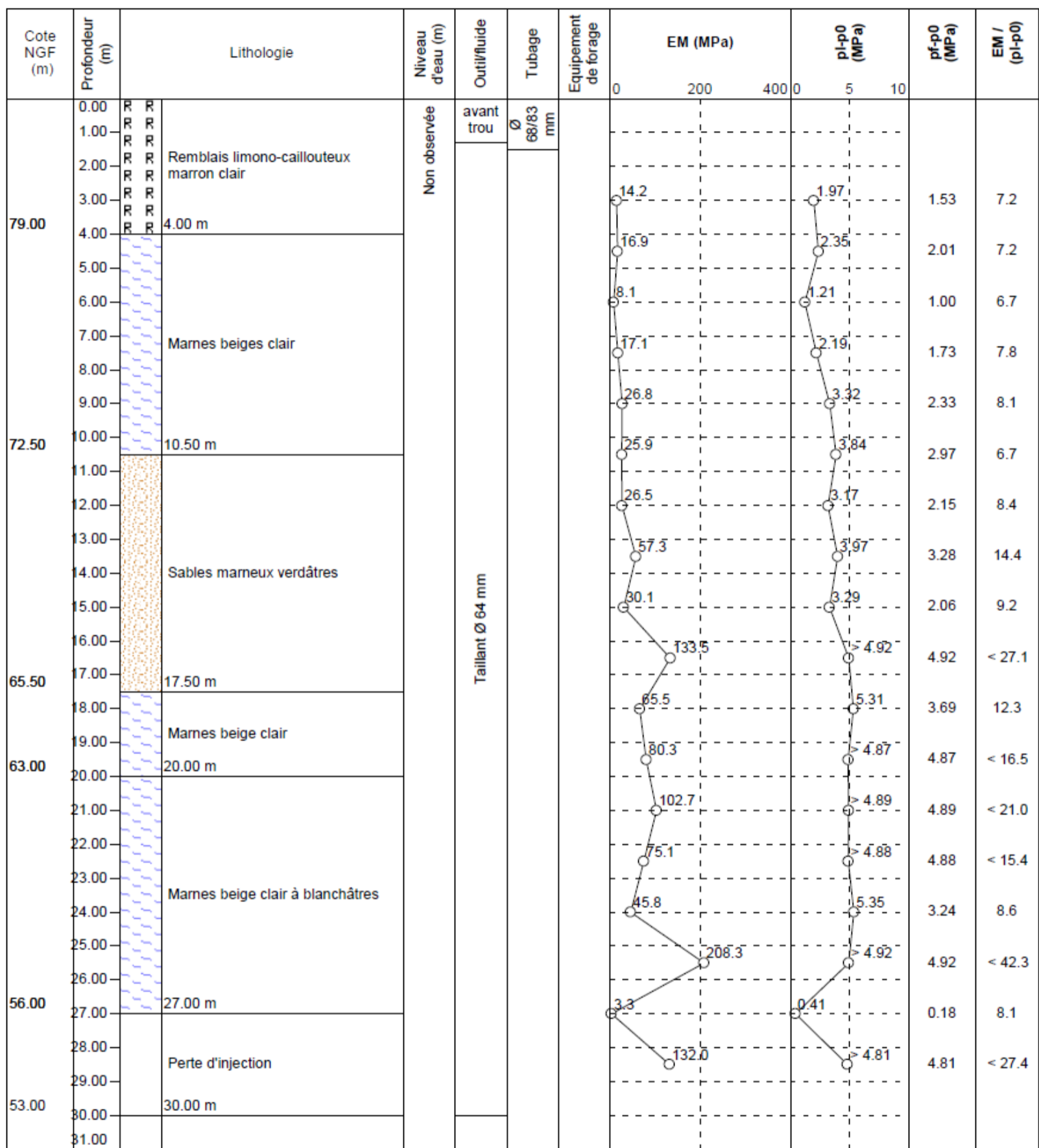
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 03/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 30.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP3**

EXGTE B3.17.17/GTE



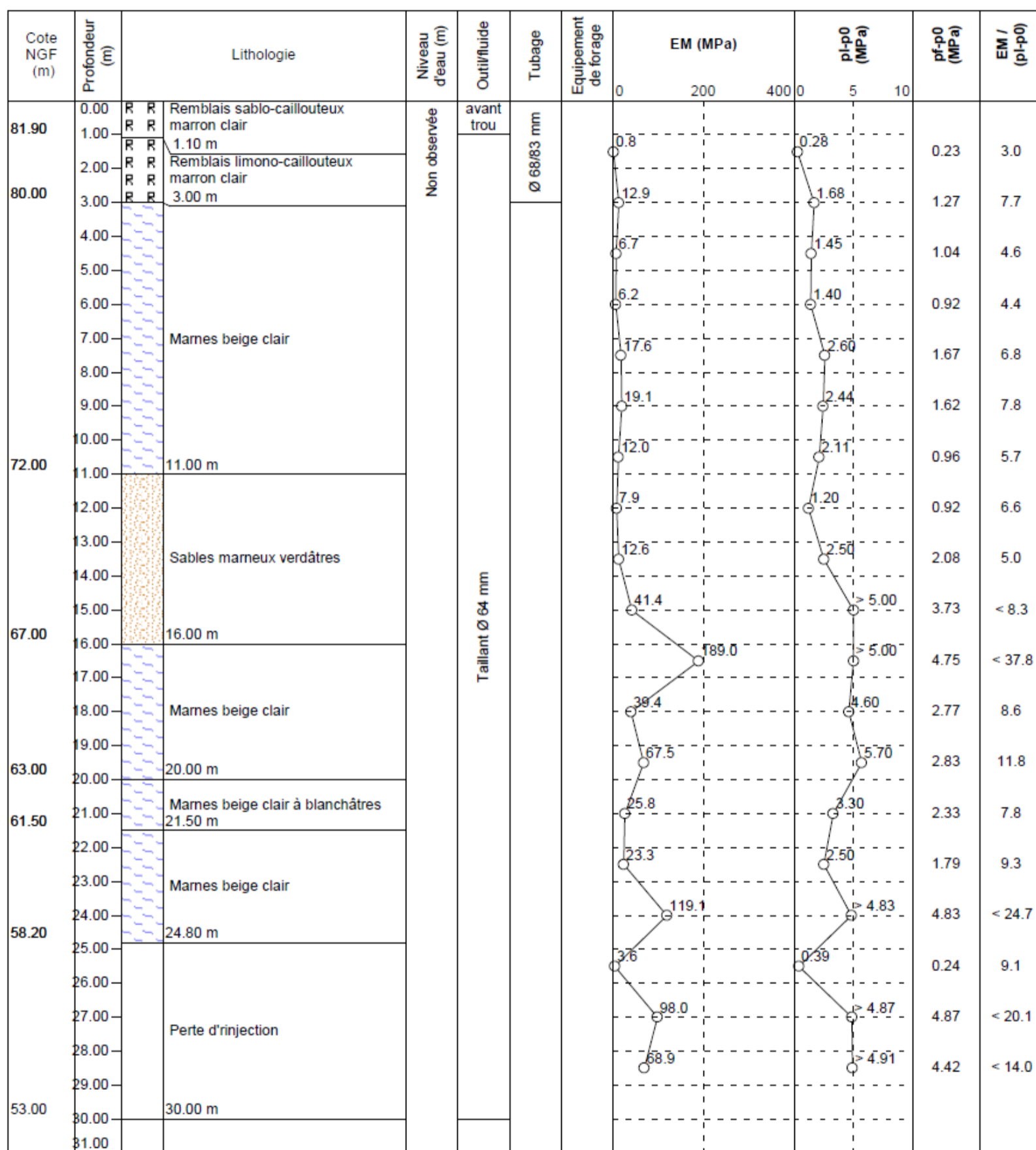
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 03/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 30.00 m
		Machine : SOCO65.3	

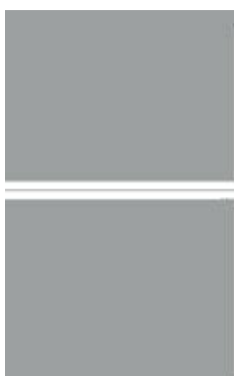
1/150

**Sondage : SP4**


EXGTE B3.17.17/GTE



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



## Enregistrements des paramètres de forages

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>	n° affaire IP.16.0136
	Date : 07/06/2016	Cote NGF (m) :
		Machine : SOCO65.3

1/150


Sondage : SD5H

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0
	0.00					0.00											
	1.00					1.00											
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

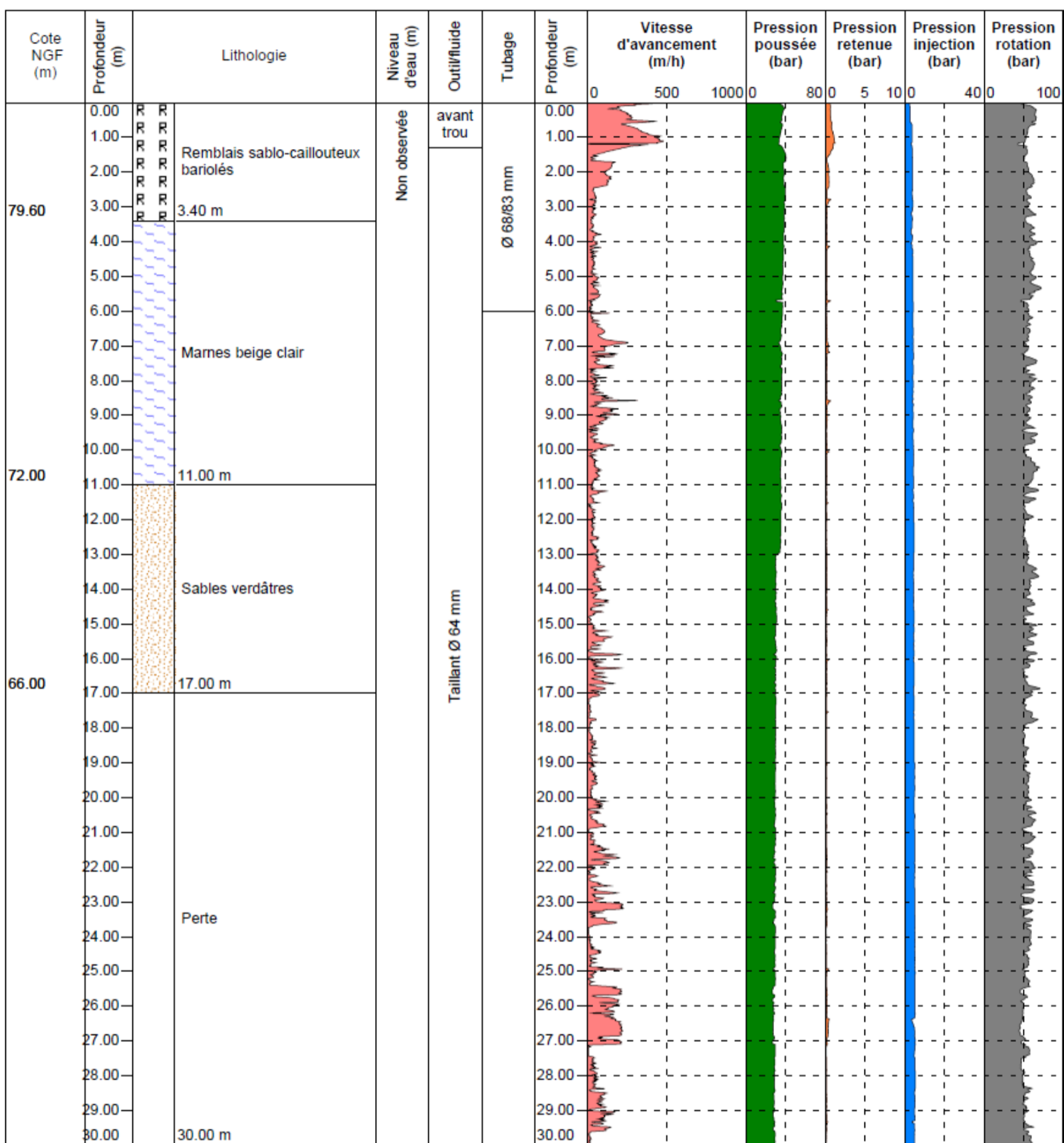


 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 07/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SD5**

EXGTE 83.17.17/LB2EPF542FR



Page 1/2

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

**SD5**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression (bar)					
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0
48.00	30.00	Perte		Taillant Ø 64 mm		30.00									
	31.00														
	32.00					32.00									
	33.00					33.00									
	34.00					34.00									
	35.00	35.00 m				35.00									
	36.00					36.00									
	37.00					37.00									
	38.00					38.00									
	39.00					39.00									
	40.00					40.00									
	41.00					41.00									
	42.00					42.00									
	43.00					43.00									
	44.00					44.00									
	45.00					45.00									
	46.00					46.00									
	47.00					47.00									
	48.00					48.00									
	49.00					49.00									
	50.00					50.00									
	51.00					51.00									
	52.00					52.00									
	53.00					53.00									
	54.00					54.00									
	55.00					55.00									
	56.00					56.00									
	57.00					57.00									
	58.00					58.00									
	59.00					59.00									
	60.00					60.00									
	61.00					61.00									
	62.00					62.00									
	63.00					63.00									

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 07/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 2.61 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

Sondage : SD5B

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
							0	500	1000	0	80	0	5
	0.00					0.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	1.00					1.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	2.00					2.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	3.00					3.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	4.00					4.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	5.00					5.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	6.00					6.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	7.00					7.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	8.00					8.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	9.00					9.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	10.00					10.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	11.00					11.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	12.00					12.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	13.00					13.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	14.00					14.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	15.00					15.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	16.00					16.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	17.00					17.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	18.00					18.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	19.00					19.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	20.00					20.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	21.00					21.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	22.00					22.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	23.00					23.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	24.00					24.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	25.00					25.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	26.00					26.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	27.00					27.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	28.00					28.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	29.00					29.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	30.00					30.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	31.00					31.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 08/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.38 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

Sondage : SD6H

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
							0	500	1000	0	80	0	5
	0.00					0.00							
	1.00					1.00							
	2.00					2.00							
	3.00					3.00							
	4.00					4.00							
	5.00					5.00							
	6.00					6.00							
	7.00					7.00							
	8.00					8.00							
	9.00					9.00							
	10.00					10.00							
	11.00					11.00							
	12.00					12.00							
	13.00					13.00							
	14.00					14.00							
	15.00					15.00							
	16.00					16.00							
	17.00					17.00							
	18.00					18.00							
	19.00					19.00							
	20.00					20.00							
	21.00					21.00							
	22.00					22.00							
	23.00					23.00							
	24.00					24.00							
	25.00					25.00							
	26.00					26.00							
	27.00					27.00							
	28.00					28.00							
	29.00					29.00							
	30.00					30.00							
	31.00					31.00							

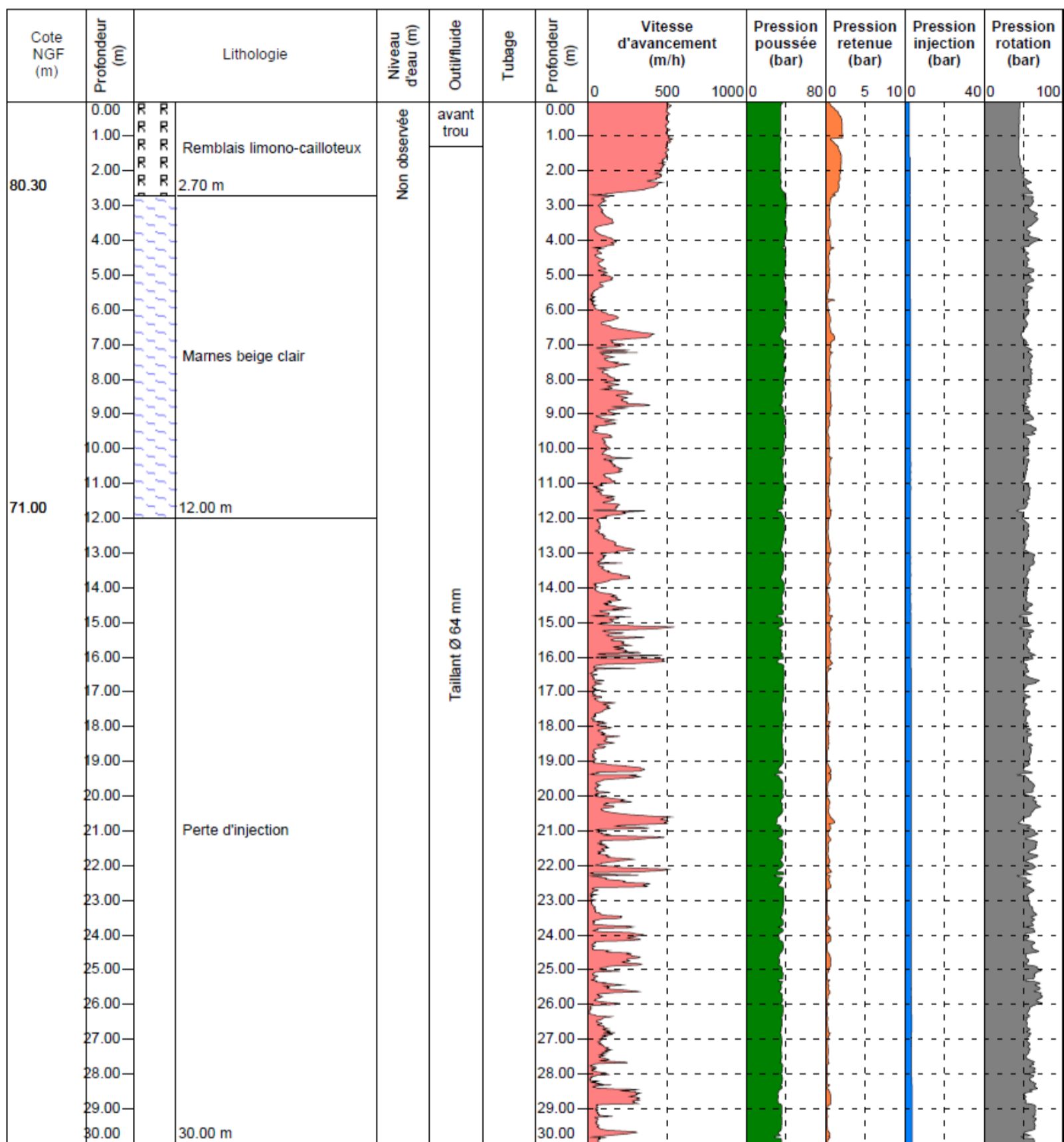
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>			n° affaire IP.16.0136
	Date : 08/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m	
		Machine : SOCO65.3		

1/150

**Sondage : SD6**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR



Page 1/2


47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

**SD6**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)		Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)				
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0	100	
48.00	30.00	Perte d'injection 35.00 m		Tailant Ø 64 mm		30.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]				
	31.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]					
	32.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	33.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	34.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	35.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	36.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	37.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	38.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	39.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	40.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	41.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	42.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	43.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	44.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	45.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	46.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	47.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	48.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	49.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
50.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
51.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
52.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
53.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
54.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
55.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
56.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
57.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
58.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
59.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
60.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
61.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
62.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
63.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 08/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 2.65 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

Sondage : SD6B

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)			Pression retenue (bar)			Pression injection (bar)			Pression rotation (bar)		
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0	100			
	0.00					0.00															
	1.00					1.00															
	2.00					2.00															
	3.00					3.00															
	4.00					4.00															
	5.00					5.00															
	6.00					6.00															
	7.00					7.00															
	8.00					8.00															
	9.00					9.00															
	10.00					10.00															
	11.00					11.00															
	12.00					12.00															
	13.00					13.00															
	14.00					14.00															
	15.00					15.00															
	16.00					16.00															
	17.00					17.00															
	18.00					18.00															
	19.00					19.00															
	20.00					20.00															
	21.00					21.00															
	22.00					22.00															
	23.00					23.00															
	24.00					24.00															
	25.00					25.00															
	26.00					26.00															
	27.00					27.00															
	28.00					28.00															
	29.00					29.00															
	30.00					30.00															
	31.00					31.00															

Logiciel JEAN LÜTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 26/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.56 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150


Sondage : SP1H

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	10	0
	0.00					0.00											
	1.00					1.00											
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutzsa.fr

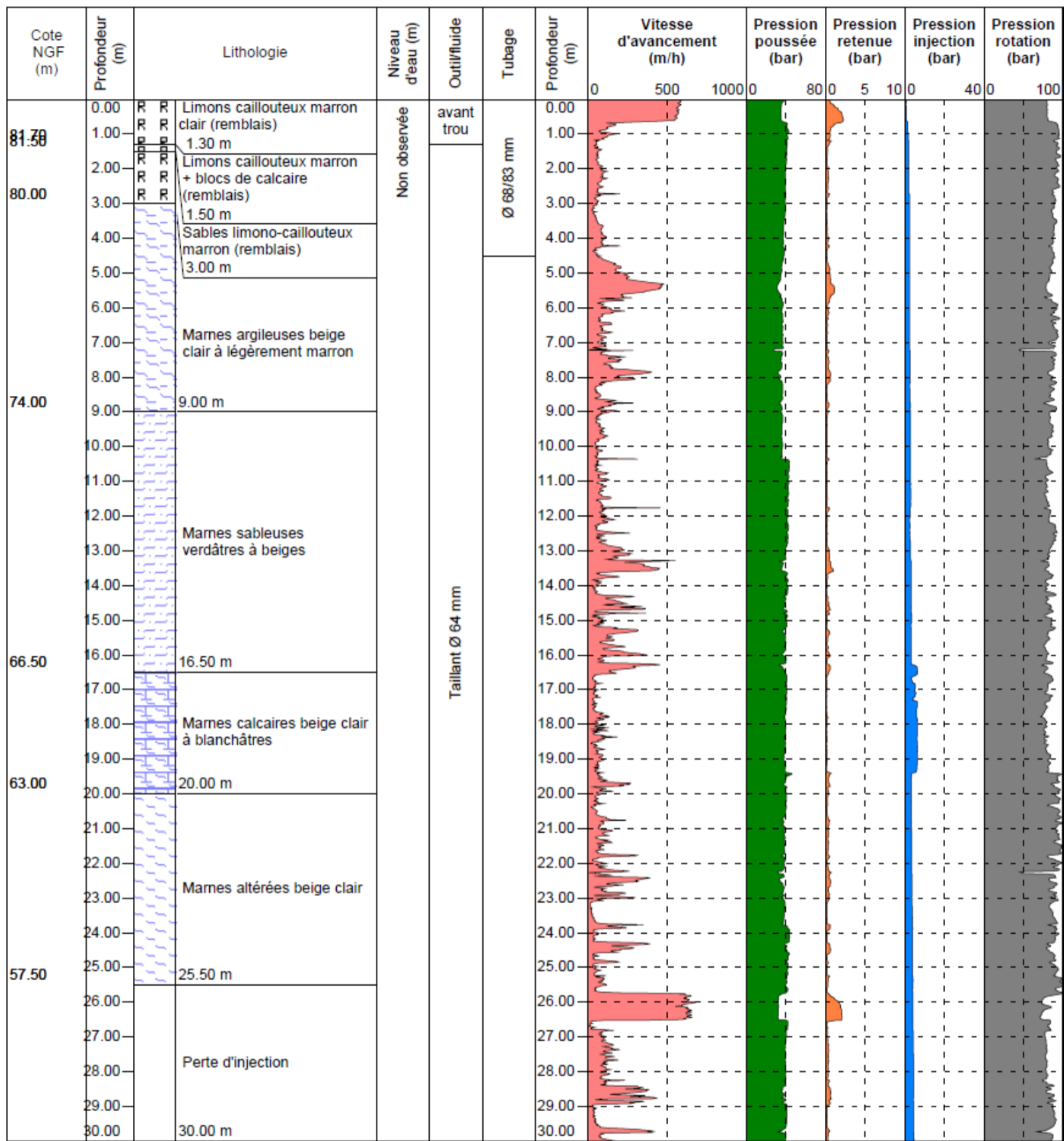


 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 26/05/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 40.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP1**

EXGTE 83.17.17/LB2EPF542FR



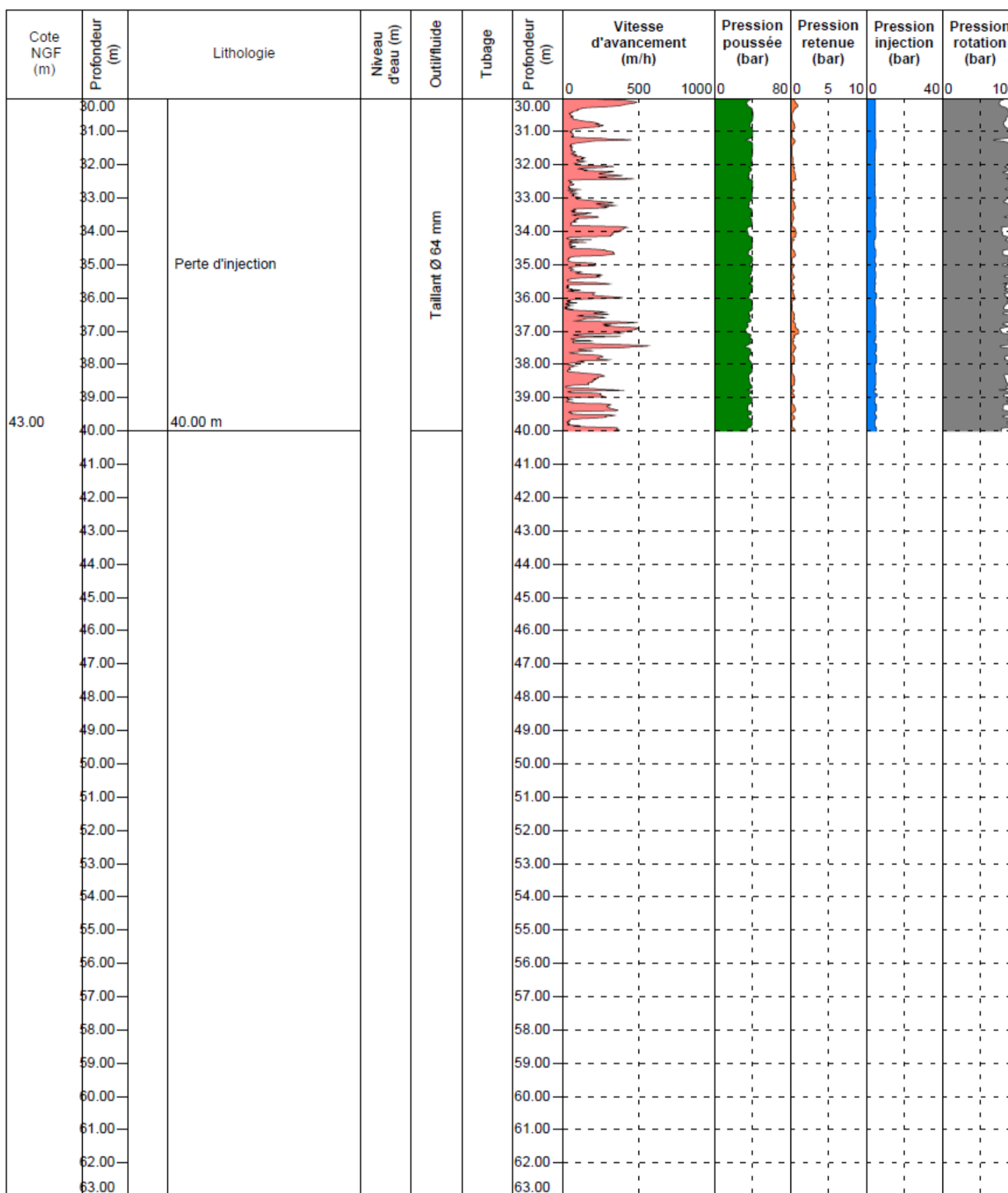
Page 1/2

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)


1/150

SP1



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

Page 2/2

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 30/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.66 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP1B**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0
	0.00					0.00											
	1.00				1.00												
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 02/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.42 m
	Machine :	SOCO65.3	


1/150

Sondage : SP2H

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression (bar)					
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0
	0.00					0.00									
	1.00					1.00									
	2.00					2.00									
	3.00					3.00									
	4.00					4.00									
	5.00					5.00									
	6.00					6.00									
	7.00					7.00									
	8.00					8.00									
	9.00					9.00									
	10.00					10.00									
	11.00					11.00									
	12.00					12.00									
	13.00					13.00									
	14.00					14.00									
	15.00					15.00									
	16.00					16.00									
	17.00					17.00									
	18.00					18.00									
	19.00					19.00									
	20.00					20.00									
	21.00					21.00									
	22.00					22.00									
	23.00					23.00									
	24.00					24.00									
	25.00					25.00									
	26.00					26.00									
	27.00					27.00									
	28.00					28.00									
	29.00					29.00									
	30.00					30.00									
	31.00					31.00									

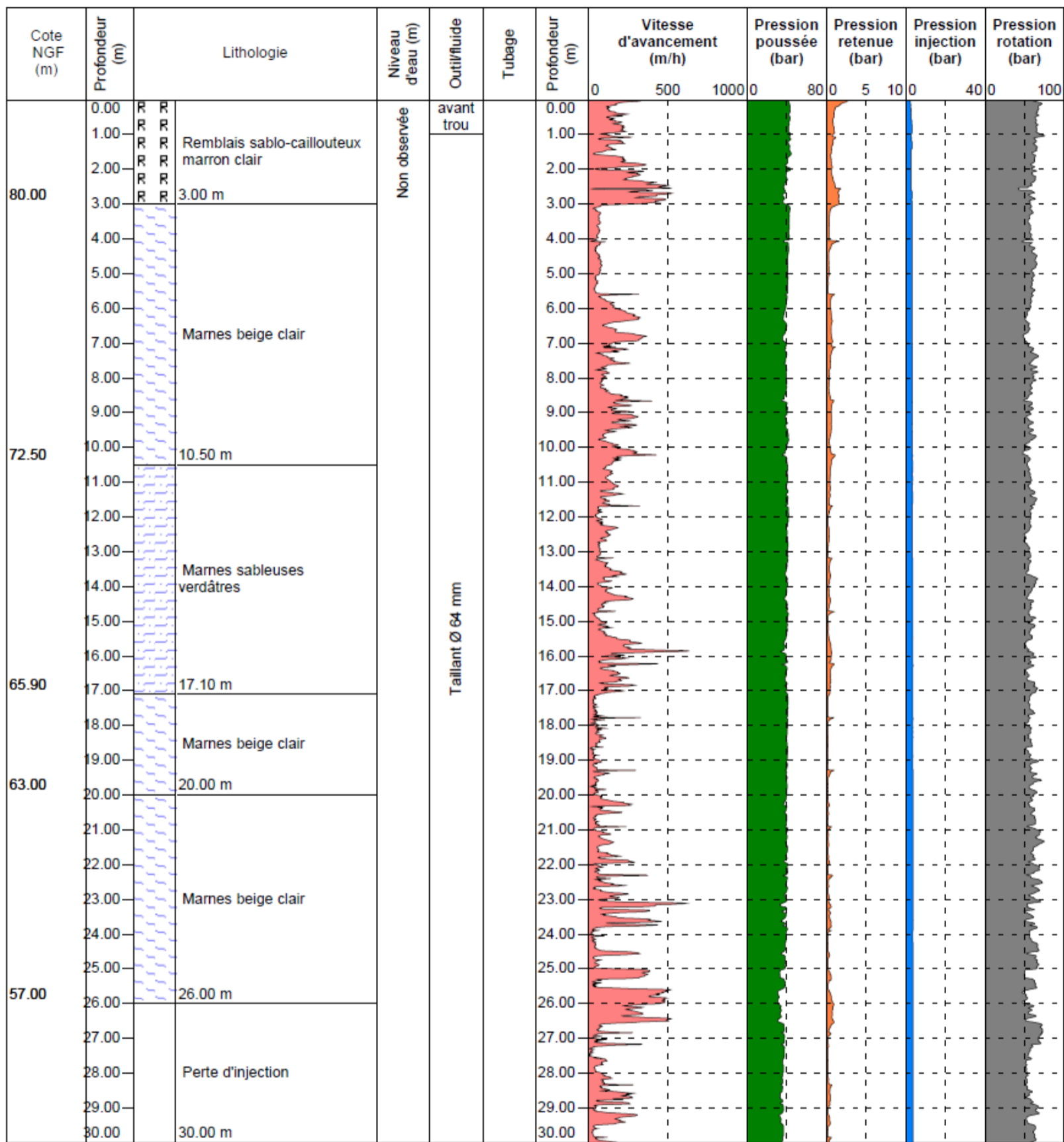
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 02/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 40.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP2**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR




Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150 **SP2**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)		Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40
43.00	30.00	Perte d'injection		Tailant Ø 64 mm		30.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	31.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
32.00	[Graphique]					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
33.00	[Graphique]					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
34.00	[Graphique]					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
35.00	[Graphique]					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
36.00	[Graphique]					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
37.00	[Graphique]					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
38.00	[Graphique]					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
39.00	[Graphique]					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
40.00	40.00 m					40.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	41.00					41.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	42.00					42.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	43.00					43.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	44.00					44.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	45.00					45.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	46.00					46.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	47.00					47.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	48.00					48.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	49.00					49.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	50.00					50.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	51.00					51.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	52.00					52.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	53.00					53.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	54.00					54.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	55.00					55.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	56.00					56.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	57.00					57.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	58.00					58.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	59.00					59.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	60.00					60.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	61.00					61.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	62.00					62.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	63.00					63.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 06/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.47 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP2B**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)			Pression retenue (bar)			Pression injection (bar)			Pression rotation (bar)			
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0	100				
	0.00					0.00																
	1.00					1.00																
	2.00					2.00																
	3.00					3.00																
	4.00					4.00																
	5.00					5.00																
	6.00					6.00																
	7.00					7.00																
	8.00					8.00																
	9.00					9.00																
	10.00					10.00																
	11.00					11.00																
	12.00					12.00																
	13.00					13.00																
	14.00					14.00																
	15.00					15.00																
	16.00					16.00																
	17.00					17.00																
	18.00					18.00																
	19.00					19.00																
	20.00					20.00																
	21.00					21.00																
	22.00					22.00																
	23.00					23.00																
	24.00					24.00																
	25.00					25.00																
	26.00					26.00																
	27.00					27.00																
	28.00					28.00																
	29.00					29.00																
	30.00					30.00																
	31.00					31.00																

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 23/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.54 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150


**Sondage : SP3H**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

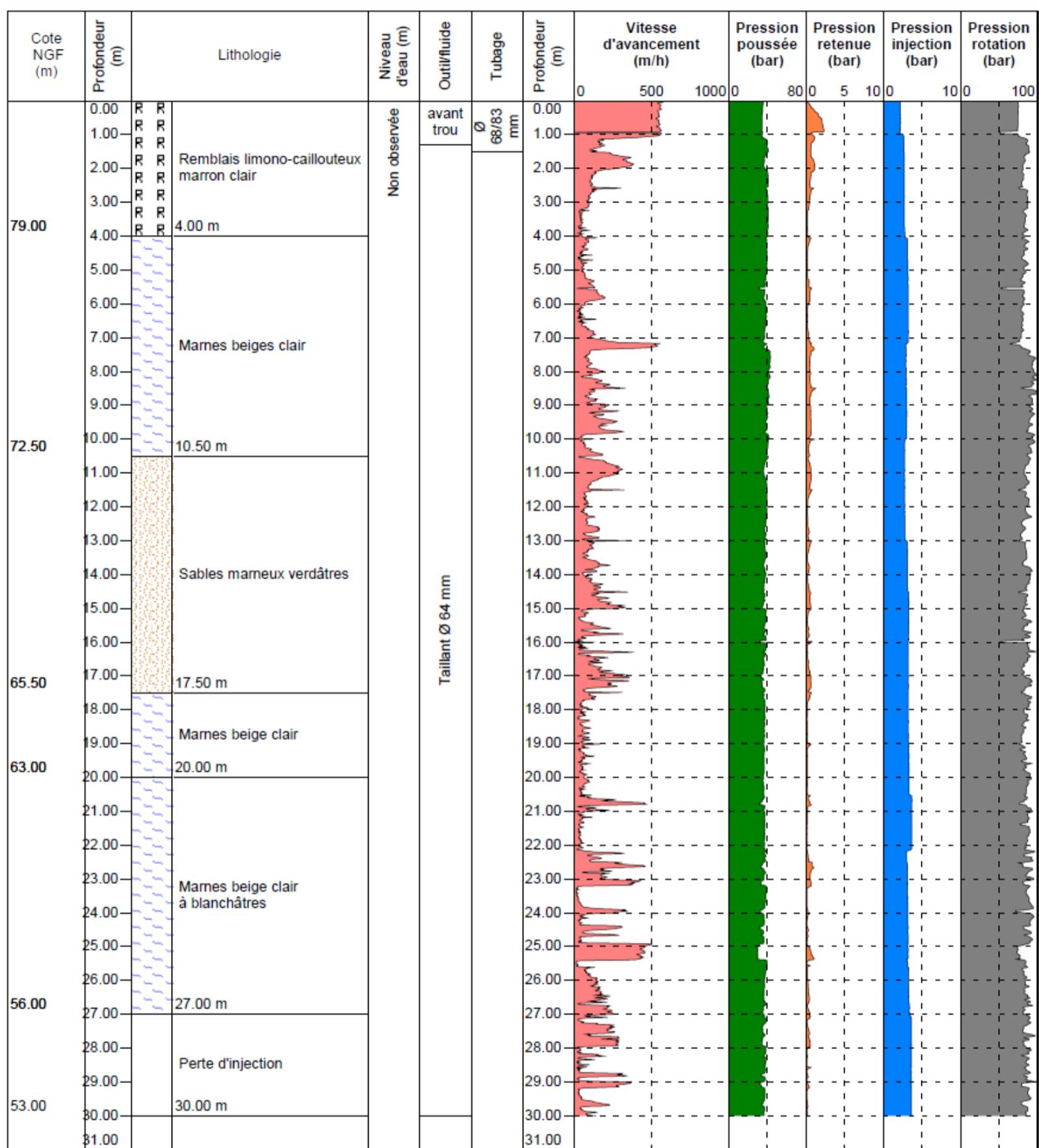
Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	10	0
	0.00					0.00											
	1.00					1.00											
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											


Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 23/05/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 30.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150 Sondage : SP3 EXGTE 83.17.17/LB2EPF542FR



 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 25/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.73 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

Sondage : SP3B

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression (bar)									
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	10	0	100	
	0.00					0.00													
	1.00					1.00													
	2.00					2.00													
	3.00					3.00													
	4.00					4.00													
	5.00					5.00													
	6.00					6.00													
	7.00					7.00													
	8.00					8.00													
	9.00					9.00													
	10.00					10.00													
	11.00					11.00													
	12.00					12.00													
	13.00					13.00													
	14.00					14.00													
	15.00					15.00													
	16.00					16.00													
	17.00					17.00													
	18.00					18.00													
	19.00					19.00													
	20.00					20.00													
	21.00					21.00													
	22.00					22.00													
	23.00					23.00													
	24.00					24.00													
	25.00					25.00													
	26.00					26.00													
	27.00					27.00													
	28.00					28.00													
	29.00					29.00													
	30.00					30.00													
	31.00					31.00													

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 31/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.74 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

Sondage : SP4H

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0
	0.00					0.00											
	1.00					1.00											
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

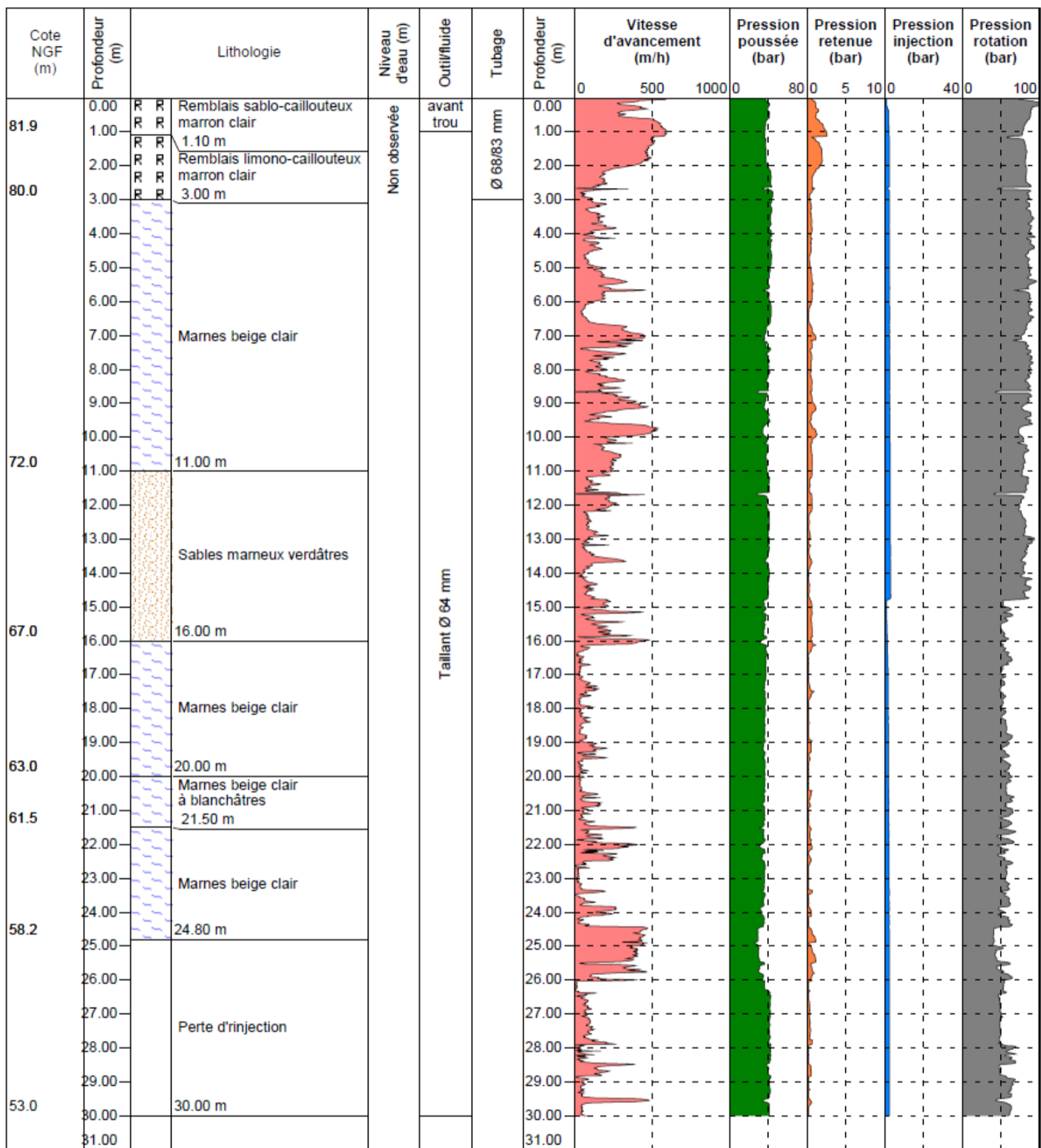
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 31/05/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 30.00 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP4**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 01/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 2.89 m
		Machine : SOCO65.3	

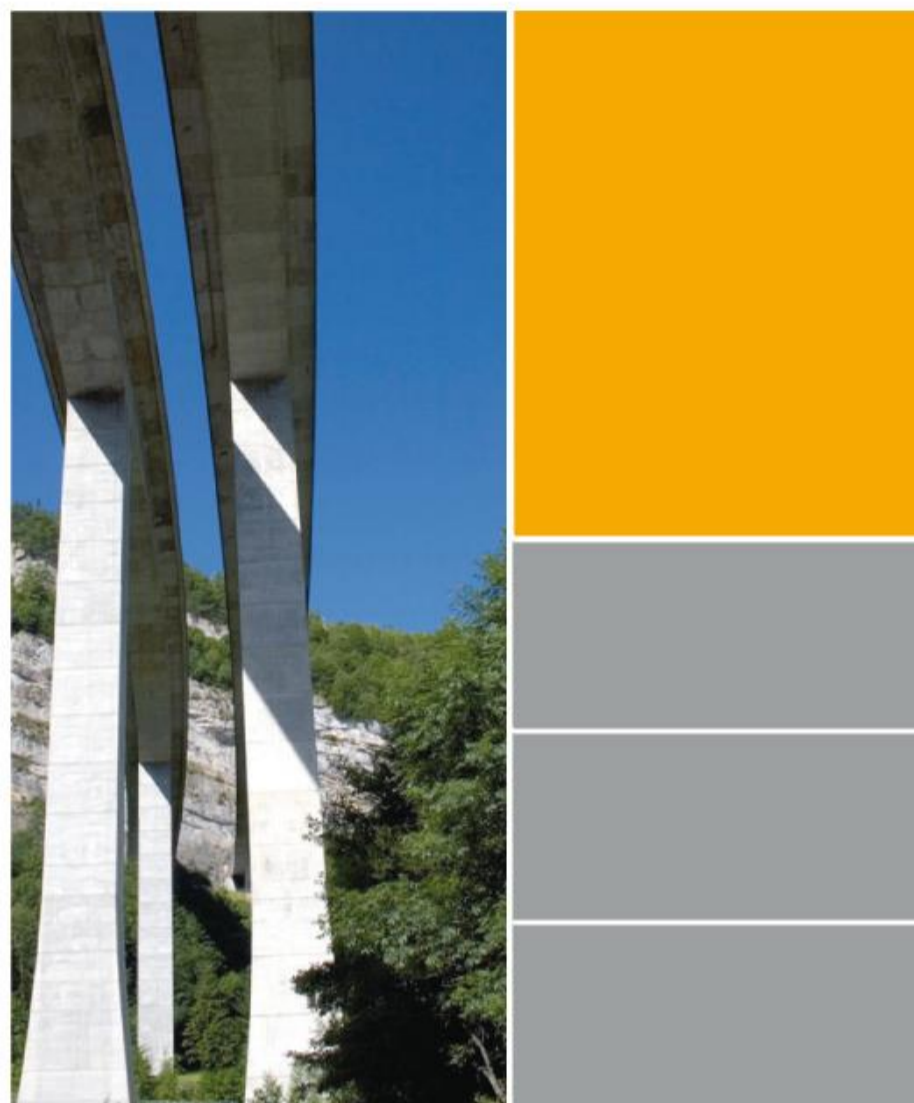
1/150

Sondage : SP4B

EXGTE 83.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression (bar)								
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	100	
	0.00					0.00												
	1.00					1.00												
	2.00					2.00												
	3.00					3.00												
	4.00					4.00												
	5.00					5.00												
	6.00					6.00												
	7.00					7.00												
	8.00					8.00												
	9.00					9.00												
	10.00					10.00												
	11.00					11.00												
	12.00					12.00												
	13.00					13.00												
	14.00					14.00												
	15.00					15.00												
	16.00					16.00												
	17.00					17.00												
	18.00					18.00												
	19.00					19.00												
	20.00					20.00												
	21.00					21.00												
	22.00					22.00												
	23.00					23.00												
	24.00					24.00												
	25.00					25.00												
	26.00					26.00												
	27.00					27.00												
	28.00					28.00												
	29.00					29.00												
	30.00					30.00												
	31.00					31.00												

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutzsa.fr



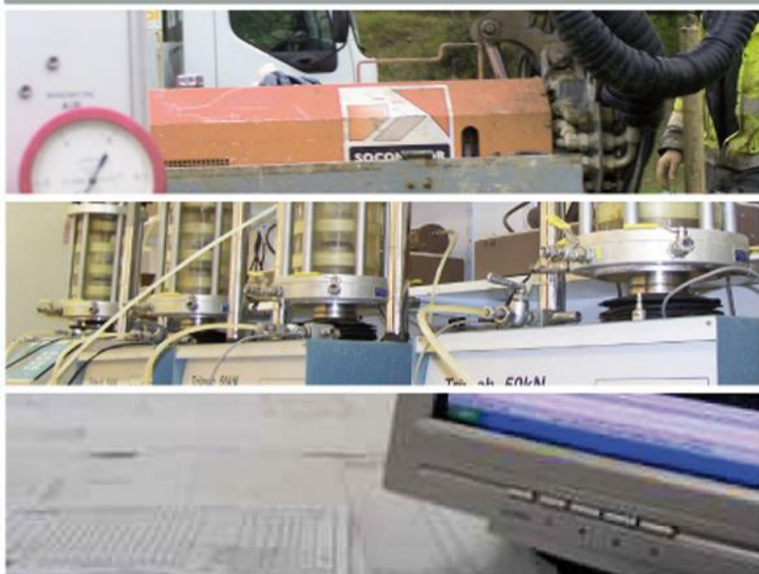
**fondasol**

TERRITOIRE(S) D'EXIGENCE

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

# fondasol

TERRITOIRES D'EXIGENCE



IP.16.0291 – Pièce n° 001

**BAGNEUX (92)**  
**Carrières souterraines**

**Etude géotechnique G2 PRO**

## Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	30/01/17	83	1 <sup>ère</sup> diffusion	M. ARIS	A. FINIASZ
A					
B					
C					

PAGE	REV	A	B	C	PAGE	REV	A	B	C
1	X				41	X			
2	X				42	X			
3	X				43	X			
4	X				44	X			
5	X				45	X			
6	X				46	X			
7	X				47	X			
8	X				48	X			
9	X				49	X			
10	X				50	X			
11	X				51	X			
12	X				52	X			
13	X				53	X			
14	X				54	X			
15	X				55	X			
16	X				56	X			
17	X				57	X			
18	X				58	X			
19	X				59	X			
20	X				60	X			
21	X				61	X			
22	X				62	X			
23	X				63	X			
24	X				64	X			
25	X				65	X			
26	X				66	X			
27	X				67	X			
28	X				68	X			
29	X				69	X			
30	X				70	X			
31	X				71	X			
32	X				72	X			
33	X				73	X			
34	X				74	X			
35	X				.				
36	X				.				
37	X				.				
38	X				80	X			
39	X				81	X			
40	X				82	X			
					83	X			





## Sommaire

<b>Présentation de notre mission</b>	<b>5</b>
1 – Mission selon la norme NF P 94-500	5
2 – Programme d'investigations	6
<b>Descriptif général du site et approche documentaire</b>	<b>7</b>
1 – Description du site	7
2 – Contexte géologique	8
3 – Enquête documentaire	8
4 – Documents à notre disposition pour cette étude	9
<b>Résultats des investigations in situ</b>	<b>10</b>
1 – Résultats des sondages	10
2 – Aspects géomécaniques	11
2.1 – Essais in situ	11
2.2 – Enregistrement des paramètres de forage	12
3 – Niveaux d'eau	13
<b>Application au projet</b>	<b>14</b>
1 – Description générale du projet	14
2 – Rappel des contraintes du site	16
<b>Travaux d'injection des carrières</b>	<b>17</b>
1 – ZONE 1 (hors zone traitée lors des travaux PGE)	17
2 – Implantation des forages	17
3 – Technique de l'injection pour la ZONE n°1	20
4 – Composition du coulis d'injection	20
5 – Fabrication et contrôle du coulis d'injection	21
6 – Exécution des travaux	22
7 – ZONE 2 (zone traitée lors des travaux PGE)	23
8 – Coût et durée des travaux	25
9 – Points particuliers – Suite à donner à ce rapport	27
<b>Conditions Générales</b>	<b>28</b>
<b>Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>30</b>
<b>Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>31</b>

<b>Annexes</b>	<b>32</b>
<b>Plan de situation</b>	<b>33</b>
<b>Plan d'implantation des sondages</b>	<b>34</b>
<b>Coupes géotechniques et résultats</b>	<b>35</b>
<b>des essais pressiométriques</b>	<b>35</b>
<b>Enregistrements des paramètres de forages</b>	<b>42</b>



## Présentation de notre mission

La société SADEV 94, représentée par Monsieur Ugo CORNILLE de la SEMABA, et assistée par BERIM, représentée par M. ROUAN, envisage la construction d'un immeuble dans la commune de BAGNEUX (92).

L'étude géotechnique a été confiée à FONDASOL suite à l'acceptation du devis DE.IP.16.06.138-ind.B par le bon de commande n° I3953-411-350 du 24/10/2016.

Conformément à notre devis, cette étude concerne uniquement le lot de traitement de carrière.

### I – Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission de type G2PRO au sens de la norme NFP 94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision Novembre 2013).

Les objectifs de notre rapport sont les suivants :

- Résultats des investigations complémentaires
  - Plans d'implantation
  - Coupes géologiques et diagrammes des essais in-situ
- Analyse des données disponibles, et mise à jour du modèle géotechnique
- Définition des sujétions spécifiques d'exécution pour le traitement des anomalies liées aux carrières souterraines et éventuel fontis :
  - Définir les techniques adaptées et de la méthodologie d'exécution en adéquation avec le contexte géologique et géotechnique du site et du projet
  - Choisir des traitements généralisés ou localisés
  - Définir le nombre de forages d'injection qui seront nécessaire
  - Optimiser les profondeurs de traitements
  - Définition des critères de comblement et d'injection
  - Fournir une estimation des quantités de coulis à injecter, coûts et délais d'exécution.
- Coupes et schémas de principe.

## 2 – Programme d'investigations

FONDASOL a réalisé courant juin 2016, les sondages suivants :

- 2 sondages pressiométriques, notés SP1 et SP2 de 40 m de profondeur avec 26 essais par sondage,
- 2 sondages pressiométriques, notés SP3 et SP4 de 35 m de profondeur avec 19 essais par sondage,
- 2 sondages destructifs référencés SD5 et SD6, descendus à 35 m de profondeur,
- enregistrement en continu des paramètres de forage,
- équipement en piézomètre du sondage SD5 avec protection de tête par bouche à clé.

Dans le cadre de la présente mission géotechnique de conception G2-PRO, les investigations complémentaires suivantes, ont été réalisées :

- 6 sondages destructifs référencés SD7 à SD11, descendus à 35 m de profondeur,
- enregistrement en continu des paramètres de forage,

Soit un total de 12 points de reconnaissance pour une surface de 2000m<sup>2</sup> (6+6). Les sondages réalisés lors de ces deux campagnes, nous permettent de répondre aux exigences de l'IGC.

Le programme de reconnaissance ainsi que l'implantation des sondages ont été définis par nos soins en regard du projet, et des possibilités offertes par l'accessibilité du site (occupation d'une partie du terrain du projet).

Les sondages n'ayant pas fait l'objet d'un relevé par un géomètre, et en l'absence d'un plan topographique, les têtes de sondages n'ont pas pu être rattachées aux cotes NGF. Toutefois, dans ce présent rapport, nous avons retenu la cote 83 NGF, estimée à partir des documents fournis et de l'Atlas des Carrières (feuille 23-59) pour l'interprétation des sondages. Les cotes altimétriques des sondages sont donc à traiter avec prudence.

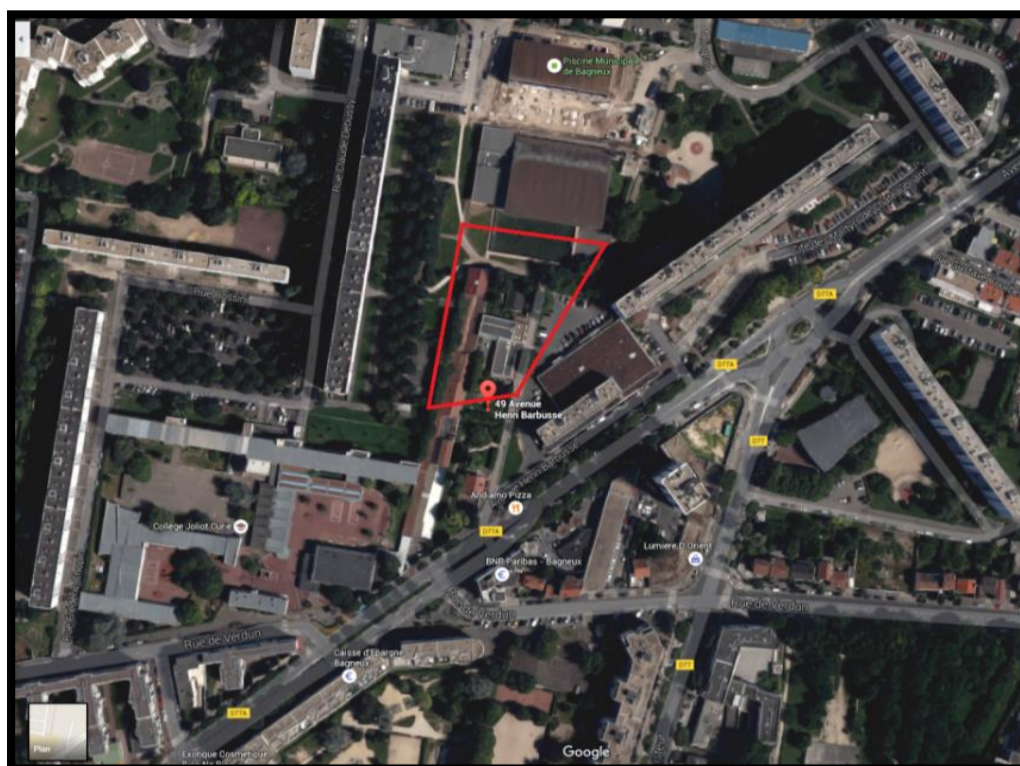
Les résultats des sondages et essais, ainsi que les plans de situation et d'implantation sont présentés en annexe du présent rapport.



## Descriptif général du site et approche documentaire

### I – Description du site

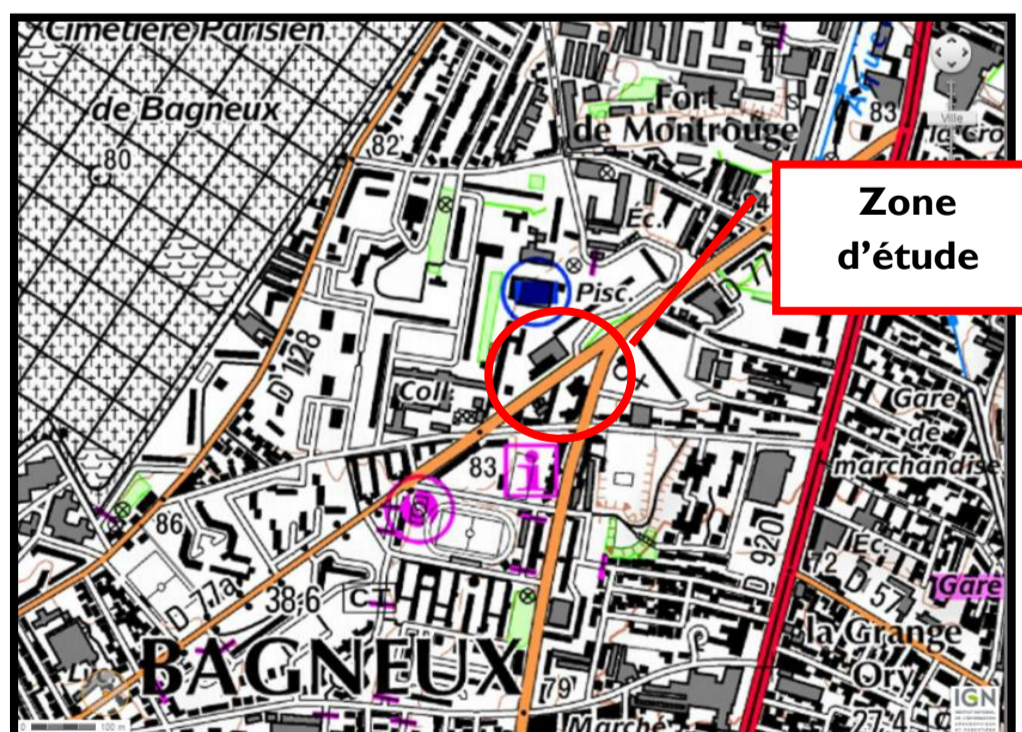
Le terrain est situé 47/49 avenue Henri Barbusse à BAGNEUX (92).



*Vue aérienne du secteur (fournie par M. CORNILLE de SEMABA)*

Lors de notre intervention (mai/juin 2016), le site était partiellement occupé par des installations de la RATP.

Du point de vue topographique, ce terrain est pratiquement plat, et se situe vers 83 NGF d'après l'IGN et l'Atlas des Carrières (feuille 23-59).



*Extrait de la carte IGN du secteur (source : geoportail.fr)*

## 2 – Contexte géologique

D'après notre connaissance du secteur et la carte géologique de Paris au 1/25.000<sup>ème</sup>, la succession lithostratigraphique prévisible était la suivante :

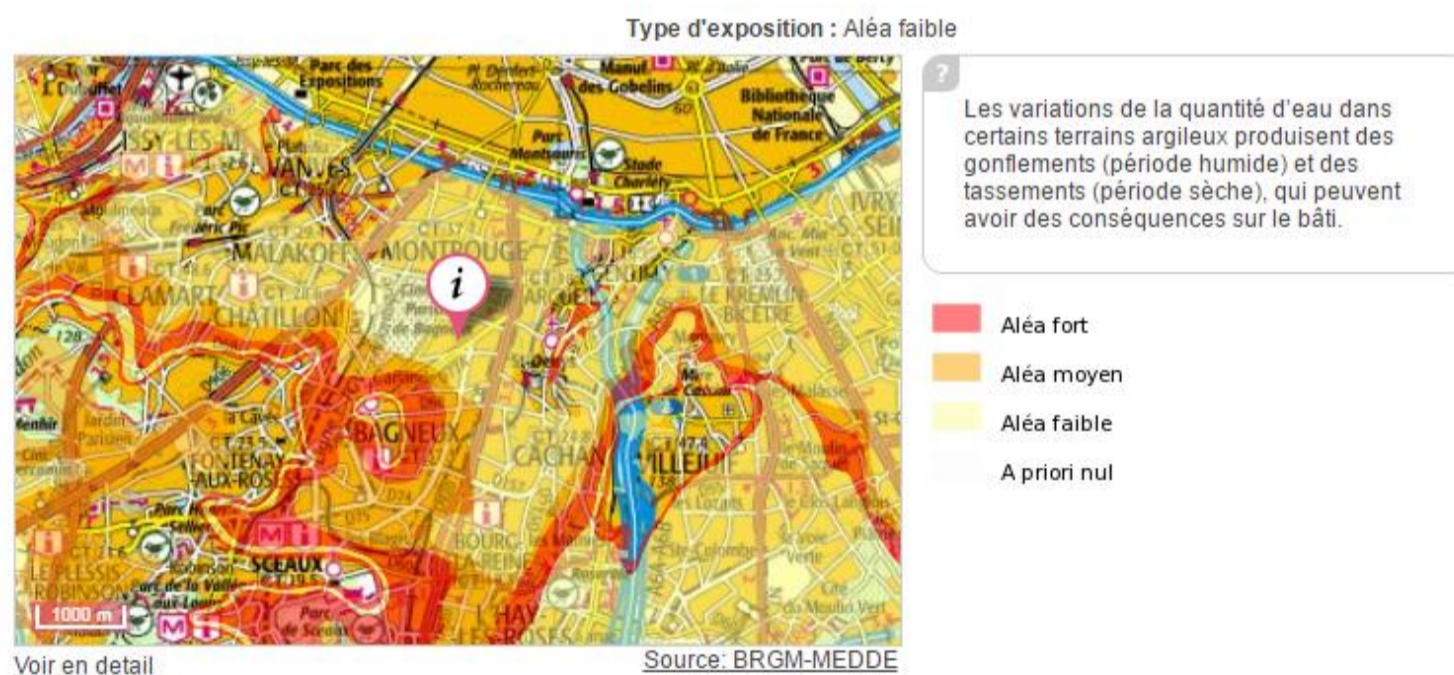
- Remblais, limons superficiels,
- Calcaire de Saint-Ouen,
- Sables de Beauchamp,
- Marnes et Caillasses,
- Calcaire Grossier.

## 3 – Enquête documentaire

D'après l'Atlas des carrières (feuille 23-59), la formation du Calcaire Grossier a fait l'objet d'exploitations souterraines. Le sol du niveau bas de l'exploitation serait situé vers 27/30 m de profondeur.

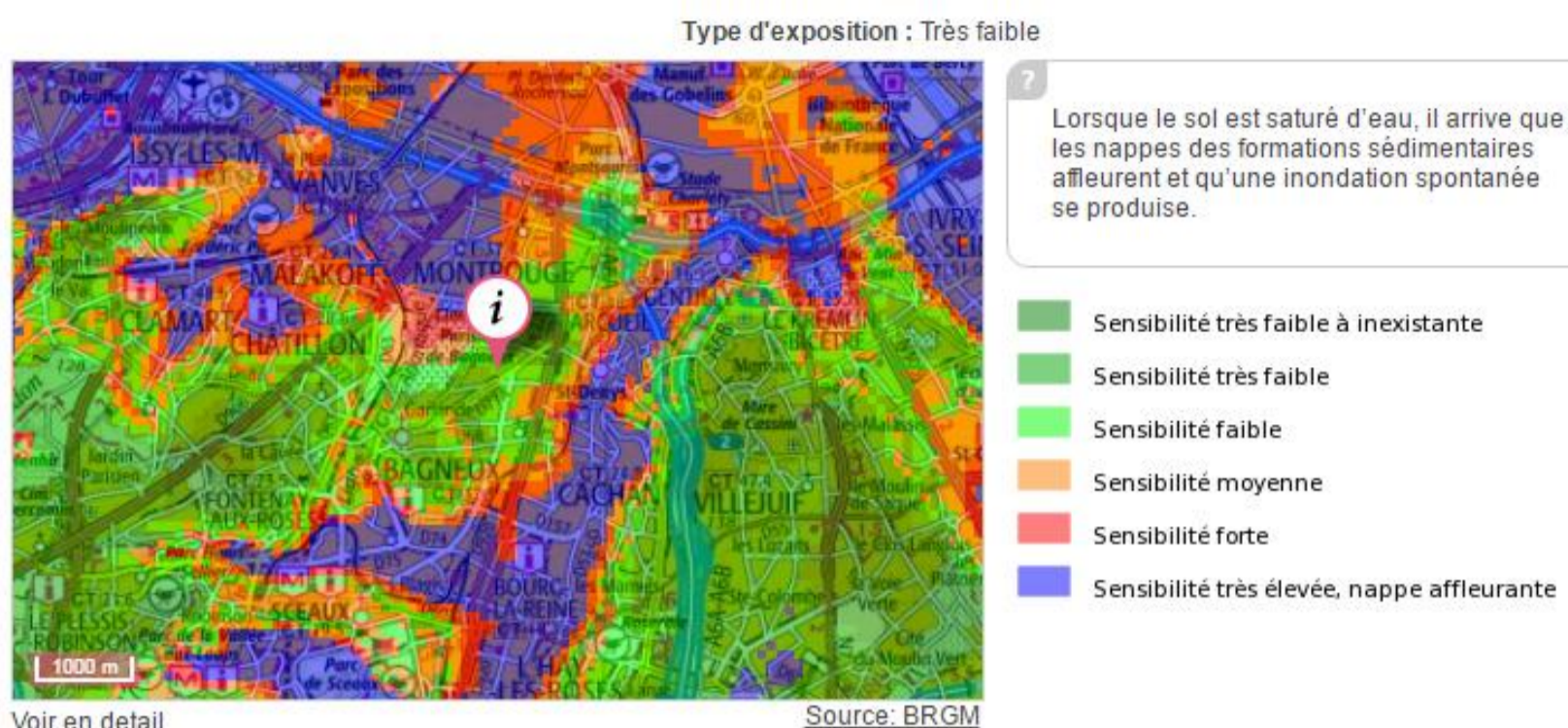
Ce secteur n'est pas concerné par l'Arrêté Interpréfectoral du 25/02/1977 relatif aux problèmes de dissolution du gypse antéludien.

Le site se trouve en zone d'aléa faible vis-à-vis des risques de retrait - gonflement des argiles d'après le BRGM.



Extrait de la carte d'aléa retrait gonflement des sols argileux du secteur (source : georisques.fr)

Le site se trouve en zone d'aléa très faible vis-à-vis du risque d'inondation par remontée de nappe dans les sédiments d'après le BRGM.



Extrait de la carte d'aléa inondation du secteur (source : [georisques.fr](http://georisques.fr))

La commune a été déclarée comme sinistrée suite à des inondations et coulées de boue, mouvements de terrain, mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et la réhydratation des sols (arrêté ministériel).

La région Ile-de-France est classée en zone I vis-à-vis du risque sismique selon le décret du 22/10/2010 (risque très faible).

#### 4 – Documents à notre disposition pour cette étude

Les documents à notre disposition pour mener à bien cette étude sont les suivants :

- Rapport d'étude G5/GIPGC de Fondasol, réf. IP.16.0136 – Pièce n° 001 du 30/06/2016,
- le plan masse (non définitif) du lot concerné,
- le plan parcellaire,
- le plan des installations de chantier de la RATP,
- vos mails du 29/06/2016, du 29/07/2016 et 03/10/2016.



## Résultats des investigations in situ

### I – Résultats des sondages

Les sondages réalisés dans les deux campagnes ont traversé les formations suivantes, de haut en bas :

- **Des remblais** sur des épaisseurs variant de 3 à 4 m environ. Ils sont composés de limons caillouteux, de sables limono-caillouteux marron avec des blocs de calcaire, de couleur marron à marron clair.

Ces matériaux d'origine anthropique peuvent être très hétérogènes et d'épaisseurs variables. En particulier, ils peuvent contenir des éléments de toute nature et de toute taille (blocs, débris de démolition, éléments évolutifs).

Par ailleurs, leur hétérogénéité favorise l'apparition d'écoulements d'eau, lesquels peuvent provoquer leur remaniement (apparition de tassements, entraînement des fines,...).

- **Des marnes** beige à légèrement marron, argileuses en SPI, reconnues jusqu'à 9.0 à 12.0 m de profondeur environ. Cette couche peut être rattachée à la formation du **Calcaire de Saint-Ouen**.
- Puis des **marnes sableuses, sables marneux et marnes** de couleur verdâtres reconnus jusqu'à 16.0 à 17.0 m de profondeur suivant nos sondages ; correspond au Sables de Beauchamp.
- Ensuite, nous avons observé des **marnes calcaires** beige, blanchâtre jusqu'à 25 à 27.0 m de profondeur environ suivant nos sondages. Nous avons observé la perte totale du fluide d'injection sur la moitié de nos sondages. correspond au Calcaire de Lutétien.
- Des remblais de carrière de nature argileux, ils ont été observés dans quelques sondages tels que SD7, SD9, SD11 ...etc. Puis **le Calcaire Grossier** au-delà.

#### Remarques :

- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif.
- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement entre les sondages. Dans le cas des terrains superficiels (remblais), les variations d'épaisseur et hétérogénéités sont très fréquentes.
- Les sables, marnes, argiles peuvent contenir des blocs durs (grès, calcaire, silex).
- L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes.
- Nos études ne concernent pas les projets géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés



(notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.)

## 2 – Aspects géomécaniques

### 2.1 – Essais in situ

Les essais pressiométriques réalisés en juin 2016 dans les 4 sondages, permettent de caractériser mécaniquement les formations identifiées précédemment.

Le tableau qui suit résume pour chaque faciès testé les principaux résultats des essais pressiométriques.

Horizon	Cote de la base (NGF)	Nbre d'essais	Pression Limite $p_l^*$ (MPa)				Module Pressiométrique $E_M$ (MPa)		
			Min	Max	Moy arith	$\sigma$	Min	Max	Moy harm
Remblais	79/80	6	0.28	2.34	1.06	0.8	0.8	21.8	3.6
Calcaire de Saint-Ouen	71/74	19	1.21	3.84	2.12	0.8	6.2	29.3	13.7
Sables de Beauchamp	65.9/67	16	1.20	5.14	3.6	1.2	7.9	133.5	25.3
Calcaire Lutétien	<43	43	2.70	5.70	4.75	0.56	21.2	298	78.2
Exploitation souterraine	56/58	4	0.39	1.69	0.6	0.7	3.3	12.4	4.9

**Moy** : Moyenne arithmétique

$\sigma$  : Ecart type

**Moy harm** : Moyenne harmonique

Ces valeurs caractérisent des terrains :

- Relativement hétérogènes au sein des remblais avec des valeurs caractérisant des terrains lâches à denses suivant l'Eurocode 7 ;
- Globalement raides dans la formation du Calcaire de Saint-Ouen ;
- Très denses en ce qui concerne la formation des Sables de Beauchamp ;
- Raides à très raides au sein des formations Marno- calcaires du Lutétien ;
- Molles à raides au sein de l'ancienne exploitation souterraine.

## 2.2 – Enregistrement des paramètres de forage

Les paramètres de forage suivant ont été enregistrés en continu :

- **VIA : Vitesse instantanée d'avancement de l'outil de forage (en m/h)** – elle est inversement proportionnelle à la résistance opposée par le terrain. Elle augmente dans les terrains plus tendres et diminue dans les terrains plus durs ;
- **PO : pression sur l'outil ou pression de poussée (en bar)** – elle représente la pression que la machine exerce sur l'outil de forage. Elle dépend de la compacité des sols rencontrés.
- **PI : pression d'injection (en bar)** – la pression d'injection du fluide de forage donne des indications sur la nature des terrains traversés. Elle augmente à la traversée des terrains argileux peu perméables et diminue dans les terrains sableux et plus perméables ;
- **PR : pression de rotation (en bar)** – elle représente la pression liée au couple de rotation créé par le contact de l'outil de forage avec les terrains. Elle augmente avec la force de poussée appliquée.

Pour chaque sondage, un étalonnage de chute du système de forage a été réalisé en haut du sondage (EH) et en fin de sondage (EB).

Lors de la traversée de zones très décomprimées ou de vides francs, on observe une augmentation de la vitesse d'avancement associée à une chute des pressions d'injection et de rotation.

1<sup>ère</sup> campagne d'investigation, avec la machine ayant réalisé les sondages, le vide franc se caractérise – entre autres – par une vitesse d'avancement élevée de l'outil atteignant 600 à 1000 m/h.

2<sup>ème</sup> campagne d'investigation, avec la machine ayant réalisé les sondages, le vide franc se caractérise – entre autres – par une vitesse d'avancement élevée de l'outil atteignant 1000 à 1500 m/h.

La réalisation d'avant-trous de recherches d'éventuels réseaux enterrés préalables au forage au droit des sondages jusqu'à 1.3 m de profondeur est représentée par des vitesses d'avancement élevées en tête.

Sur cette base, l'analyse conjointe des paramètres de forage des sondages met en évidence les faits suivants :

- **Les remblais** reconnus jusqu'à 79/80 NGF (soit 3 à 4 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel) présentent des vitesses d'avancement relativement élevées, notamment en SP2, SD6 à SD10, et SD12. Ce qui caractérise l'aspect peu compact des remblais. Nous notons toutefois des vitesses d'avancement faibles uniquement en SP1 présentant des terrains assez compacts.
- **Le Calcaire de Saint-Ouen** présente des vitesses moyennes à faible. Ces vitesses caractérisent des terrains de plutôt bonne compacité.
- Au sein de l'horizon des **Sables de Beauchamp**, les vitesses d'avancement sont globalement faibles en tête jusqu'à 67/68 NGF (soit 15 à 16 m de profondeur environ), correspondant à des terrains compacts au droit des sondages. Nous observons cependant

une légère augmentation des vitesses d'avancement à la base de l'horizon sur 1 m d'épaisseur environ. Des pics de vitesses élevées sont constatés sur de faibles épaisseurs (de l'ordre de 0.1 m). Ce passage correspond probablement à l'interface entre la formation des Sables de Beauchamp et les Marnes et Caillasses sous-jacentes.

- **Les marno-calcaires du Lutétien (Marnes et Caillasse et Calcaire Grossier),** présentent des vitesses d'avancement faibles, correspondant à des terrains de bonne compacité.

Nous avons détecté une anomalie récurrente dans la plupart des sondages, associée à la perte du fluide d'injection à partir de 57/58.5 NGF (soit 24.5 à 26 m de profondeur environ) ainsi qu'une augmentation de la pression de retenue, avec des vitesses atteignant les 1000 m/h en SD12, ce qui correspond à un passage décomprimé et non vide franc. **D'après les renseignements obtenus auprès de l'Atlas des carrières feuille (23-59) cette anomalie correspond aux anciennes exploitations souterraines du Calcaire Grossier partiellement remblayées.**

### 3 – Niveaux d'eau

Il n'a pas été observé d'eau dans les forages lors de la reconnaissance (mai/juin 2016). Nous rappelons que l'injection d'un fluide de forage rend difficile la détection d'éventuelles venues d'eau en cours de forage. De plus, aucun niveau d'eau n'a été relevé dans le piézomètre placé dans le sondage SD5 à la date du 29/06/2016.

Les formations du Calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp sont réputées pour accueillir une nappe phréatique (non observée lors de notre intervention).

Nous rappelons que des circulations et/ou rétention d'eau sont possibles dans les terrains superficiels.

Nous rappelons également que l'intervention ponctuelle du géotechnicien ne permet qu'une approche du niveau d'eau à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations qui dépend notamment des conditions météorologiques.

Pour obtenir des indications plus précises, un suivi du piézomètre pourra être commandé par le maître d'ouvrage, et une étude hydrogéologique pourra nous être confiée le cas échéant.

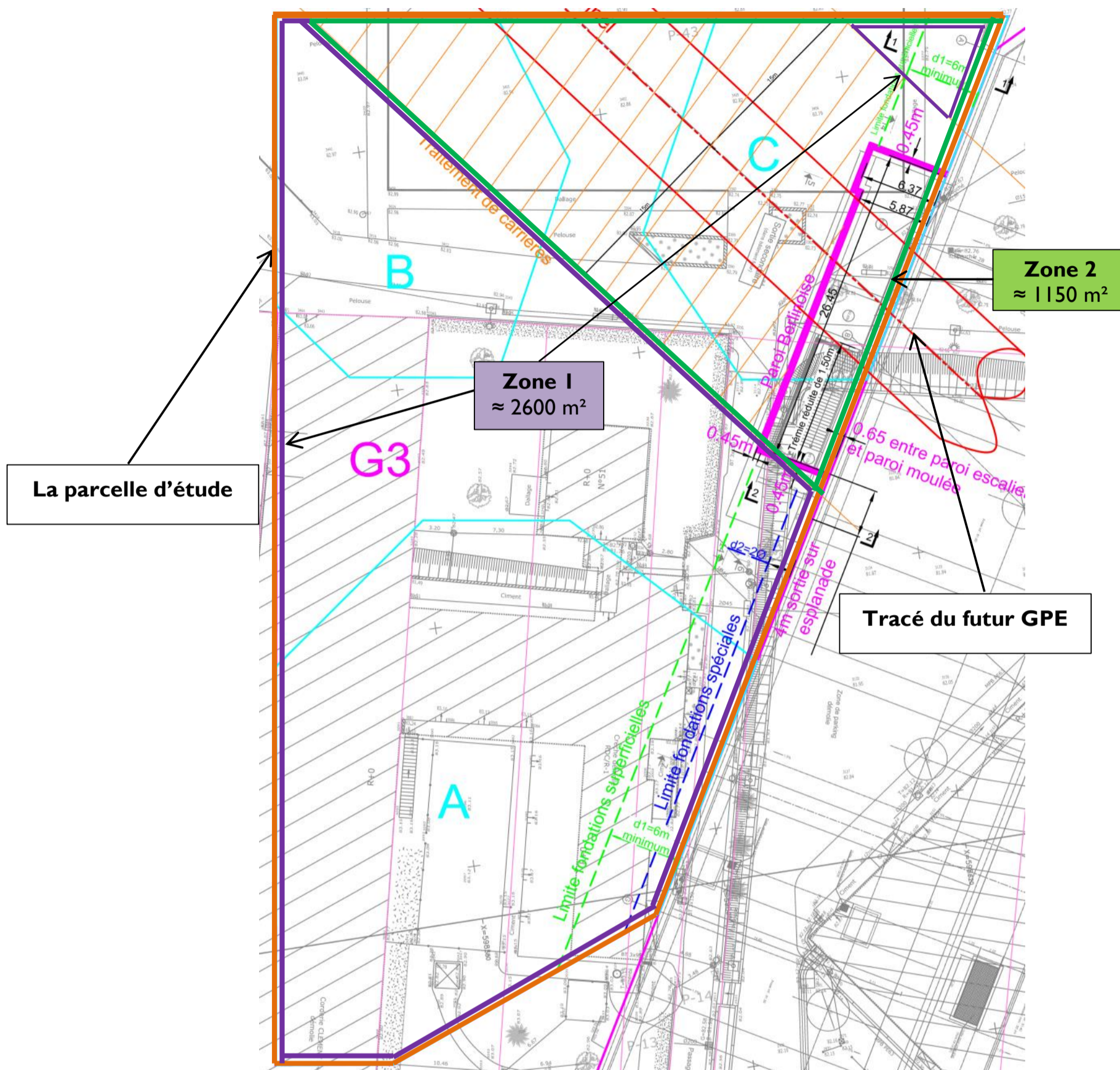


## I – Description générale du projet

D'après les informations fournies, le projet prévu sur la parcelle d'étude concerne la construction d'un immeuble de 15 à 18 étages sur 3 niveaux de sous-sols d'une emprise au sol de **3 650 m<sup>2</sup>** environ. Le niveau le plus bas se situe vers la cote **73 NGF**.

Des installations de la RATP, sont susceptibles de se trouver dans des conditions de mitoyenneté par rapport au projet de construction. De plus, un escalier de sortie d'un futur bâtiment RATP, sera implanté au niveau du projet. La construction de l'escalier sera accompagnée d'un voile périphérique. Au stade actuel de notre étude, nous ne disposons pas d'information précise sur le type et les cotes de ces structures.

Le tracé du futur **GPE (Grand Paris Express)** est situé sous l'emprise du futur projet. La cote prévisionnelle du toit du tunnel serait située vers **50 NGF** (voir le plan ci-dessous). D'après les informations orales fournies, des travaux d'injection pour la réalisation du GPE sont prévus avant la construction du bâtiment.



Emplacement du futur GPE dans la parcelle d'étude

D'après l'Atlas des carrières (feuille 23-59), la formation du Calcaire Grossier a fait l'objet d'exploitations souterraines dans le secteur du projet. Le sol du niveau bas de l'exploitation serait situé vers **27/30 m** de profondeur.

Lors de la mission géotechnique G5/GIPGC réalisée par FONDASOL, il a été détecté une anomalie récurrente, associée à la perte du fluide d'injection à partir de 57/58.5 NGF (soit **24.5 à 26 m** de profondeur environ) ainsi qu'une augmentation de la pression de retenue, ce qui correspond à un passage décomprimé. Cette anomalie correspond vraisemblablement aux anciennes exploitations souterraines du Calcaire Grossier partiellement remblayées.

Compte tenu du contexte géotechnique et des éléments connus du projet, il a été proposé, après le traitement des anomalies observées, un système de fondations superficielles.

Les travaux de confortement consisteront en :

- Comblement gravitaire et le clavage des éventuels vides résiduels,
- Injections sous pression de traitement des terrains de remblaiement et étendus aux terrains de recouvrement décomprimés si nécessaire.

Ces travaux seront réalisés selon le principe des techniques en vigueur pour le traitement des carrières, conformément à la notice technique de l'Inspection Générale des Carrières du 15/01/03 « Notice technique concernant les travaux de consolidations souterraines exécutés par injection pour les carrières de Calcaire Grossier, de gypse, de craie et les marnières ».

## 2 – Rappel des contraintes du site

L'investigation géotechnique a mis en évidence les principaux points suivants :

- Des remblais lâches à denses sur une épaisseur de 3 à 4 m environ ;
- Des marnes raides correspondant à la formation du Calcaire de Saint-Ouen reconnues jusqu'à 71/74 NGF environ ;
- Des sables de Beauchamp très denses jusqu'à 65.9/67 NGF environ ;
- Des marnes calcaires appartenant aux Calcaire Lutétien observés au-delà et jusqu'à 56/58.2 NGF avec la perte d'injection du fluide de forage à ces profondeurs ;
- Des anciennes exploitations partiellement remblayées reconnues à partir de 56/58 NGF (soit 25/27 m de profondeur environ) ;
- Les installations RATP potentiellement en mitoyenneté du projet ;
- Le tracé du GPE situé vers la cote 47/48 NGF sous le projet,
- L'implantation future d'un escalier RATP potentiellement en mitoyenneté du projet.



## Travaux d'injection des carrières

### I – ZONE I (hors zone traitée lors des travaux PGE)

La stabilité des terrains au-dessus de la carrière est susceptible d'évoluer dans le temps, et de conduire à des remontées de fontis jusqu'à la surface.

Les travaux de traitement consisteront à :

- Combler gravitairement et par clavage les carrières souterraines et les zones remblayées,
- Injecter par traitement sous pression les remblais de carrière, les anomalies de type fontis éventuels (non rencontrées lors de nos interventions).

Ces travaux seront réalisés selon le principe des techniques en vigueur pour le traitement des carrières, conformément à la notice technique de l'Inspection Générale des Carrières du :

- 15/01/03 « Notice technique concernant les travaux de consolidations souterraines exécutés par injection pour les carrières de Calcaire Grossier, de gypse, de craie et les marnières ».

Par conséquent, un traitement des terrains est nécessaire préalablement à tous travaux de fondations, conformément aux notices techniques de l'Inspection Générale des Carrières.

### 2 – Implantation des forages

Le traitement des anomalies se fera par injections depuis des forages réalisés dans l'emprise du projet et ses abords immédiats. Compte tenu de la hauteur de recouvrement (supérieure à 10m), le maillage initial devra être réalisé comme suivant :

#### **Zone bâtie :**

Maillage de **4 m x 4 m**.

#### **NOTA.**

En limite de parcelle, le maillage des forages barrages devra être conçu selon un espacement maximum de 2.5 m, si la parcelle voisine n'a pas été traitée. La ligne de forage resserrée à 2.5 m sera placée à 1.25 m maximum de la limite de la parcelle.





L'implantation des forages d'injection des anomalies en phase d'exécution devra être établie en tenant compte de la présence des réseaux enterrés (caniveaux, fibres optiques, ligne électrique ... etc.), ce qui suppose une localisation précise et la plus complète possible (plans de l'existant).

Le positionnement des forages sera marqué de manière visible sur site (avec lever géomètre) et constituera un point d'arrêt à lever par le maître d'œuvre.

Les forages devront être systématiquement enregistrés.

Au stade actuel de la présente mission G2 – phase PROJET et sur la base des sondages FONDASOL de juin et décembre 2016, nous avons **estimé** en première approche un volume d'injection :

N° de la zone	Type de traitement	Evaluation basse (m <sup>3</sup> )	Evaluation haute (m <sup>3</sup> )
ZONE I (≈2600 m <sup>2</sup> )	Barrage	130	250
	Gravitaire	230	360
	Clavage	70	150
	Traitement sous pression	120	250
TOTAL		≈ 550	≈ 1000
Moyenne par forage de barrage		≈ 1.5	≈ 3
Moyenne par forage de gravitaire et clavage		≈ 2.0	≈ 4

**Nous rappelons, que ces valeurs sont données à titre indicatif, elles sont fortement variables en fonction du taux de remblaiement des galeries, difficilement quantifiable par des sondages ponctuels. Ces travaux seront impérativement rémunérés au bordereau.**

### 3 – Technique de l'injection pour la ZONE n° I

Le procédé retenu pour le traitement des sols est celui de l'injection gravitaire suivi de clavage, et injection de traitement sous pression, conformément à l'esprit de la notice technique de l'Inspection Générale des Carrières de janvier 2003, pour les travaux d'injection des carrières.

La première phase des injections concerne la réalisation des **barrages** en limite de parcelle, avec un espacement resserré entre les forages (maximum de 2,50 m).

Puis dans un seconde temps, un remplissage qui sera réalisée en **gravitaire**, par envois du coulis par la base du forage (au niveau du ciel de carrière) par le biais d'une pompe. Afin d'obtenir la résistance suffisante des barrages. Il conviendra d'attendre 24 heures minimum pour commencer cette phase. Les volumes déversés dans chaque forage seront mesurés et enregistrés par des appareillages spécifiques.

Dans la troisième phase, l'entreprise réalisera des injections de **clavage**, cette phase sera réalisée après 7 jours de séchage du mortier de remplissage. Les travaux consiste à injecter via un obturateur simple positionne en tête de forage, un mortier avec une pression de 8 bar environ.

Enfin, l'injection sous pression d'un coulis dans une série de forages préalables par passes remontantes de 1,00 m via des tubes à manchettes. La viscosité du coulis et la pression d'injection sont choisies de telle manière que ce dernier pénètre dans les vides francs et repousse les terrains dans les zones décomprimées.

Le but est de permettre le comblement de tous les vides et les décompressions, autour de chaque forage, afin de garantir la stabilité et la pérennité des ouvrages. Et la recompression des remblais de carrière.

### 4 – Composition du coulis d'injection

Le coulis injecté sera réalisé à partir de ciment CLK CEM III/C 32,5 PM-ES, conformément à la notice de l'IGC. A titre indicatif et compte tenu de la nature des terrains à traiter, on pourra retenir la formulation suivante pour le coulis (pour 1 m<sup>3</sup>) :

#### **Mortier de barrage :**

Béton maigre dosé à 150 kg de ciment.

#### **Coulis gravitaire :**

150 kg de ciment, 1000 kg de sablon, 15 kg de Bentonite CV15 (ajusté selon nécessité) et QSP/m<sup>3</sup> d'eau ( $R_{C28} > 1.5$  MPa).

#### **Coulis de clavage :**

250 kg de ciment, 500 kg de sablon, 15 kg de Bentonite CV15 (ajusté selon nécessité) et QSP/m<sup>3</sup> d'eau ( $R_{C28} > 3$  MPa).

## **Coulis sous pression**

350 kg de ciment, 30 kg de Bentonite CV15 (ajusté selon nécessité), et QSP/m<sup>3</sup> d'eau ( $R_{C28} > 3$  MPa).

La charge pour le coulis sera préférentiellement du sablon d'une granulométrie de 0 à 1 mm maximum, afin de limiter l'émission de poussière que provoquerait l'utilisation de cendres volantes. Toutefois, l'entreprise pourra proposer une formulation légèrement différente en fonction de ses moyens de mise en œuvre (type de presse, diamètre des conduites...).

Dans tous les cas, les composants (adjuvants, etc.) seront soumis à l'agrément du maître d'œuvre, et les quantités ajustées lors d'essais de convenance.

## **5 – Fabrication et contrôle du coulis d'injection**

Le coulis sera amené depuis une centrale extérieure, ou fabriqué sur place.

Des contrôles seront mis en œuvre pour assurer la régularité de la composition et des caractéristiques du coulis, en particulier pour corriger les variations éventuelles de la teneur en eau du sable.

La consistance minimale des contrôles sur coulis sera :

- mesure de viscosité au cône Marsh ;
- densité (sur chaque gâchée) ;
- résistance à la compression simple ;
- temps de prise et de fausse prise (pendant les essais de convenance).
- décantation

Le temps de prise du coulis ne devra pas être supérieur à 24 heures, la décantation inférieure à 5%.

La résistance à la compression sera mesurée sur éprouvettes normalisées et ne devra pas être inférieure à 1.5 MPa pour le coulis gravitaire, et 3 MPa pour les injections de clavage et sous pression à 28 jours.

## 6 – Exécution des travaux

Les forages de barrages en limite de parcelle seront de gros diamètres (150 mm minimum), ils seront réalisés avec un espacement resserré (maximum de 2,50 m), de telle manière à éviter la divagation, des mortiers et coulis, hors de la zone à traiter.

Le coulis gravitaire sera envoyé dans les forages de façon gravitaire ou sous une faible pression par le fond, ce coulis assurera le rôle du coulis de gaine et permettra de remplir les vides si les forages les traversent. L'injection s'arrête lorsque le coulis résurge en tête.

Le clavage consiste à injecter via un obturateur simple positionné en tête de forage, un mortier avec une pression de 8 bars environ.

L'injection de traitement sous pression se fera dans les forages équipés de tubes à manchette, sur toute la hauteur au moyen d'un obturateur, par passes remontantes de 1 m au minimum. Les critères d'arrêt seront doubles : critère de volume et critère de pression. En cas d'arrêt sur volume, les injections seront reprise le lendemain sur les forages concernés.

Les tubes d'injection (PVC ou métal) devront comporter trois manchettes au mètre, de taille adaptée pour permettre l'écoulement du coulis.

Les injections de traitement seront réalisées au minimum sur 1 m au-dessus et au-dessous des carrières.

En fin de traitement et après un temps de séchage de 28 jours, les travaux d'injection devront être validés par des sondages destructifs de contrôle, enregistrés, visant à s'assurer du bon niveau de consolidation des terrains traités.

Quelques essais pressiométriques seront réalisés à l'emplacement des anciennes zones décomprimées ; **on visera un objectif minimum de pression limite  $p_l = 0,6$  MPa.**

Dans les zones où les sondages de contrôles montreraient un défaut de traitement, une deuxième phase d'injection devra être effectuée entre les points du maillage primaire.

## 7 – ZONE 2 (zone traitée lors des travaux PGE)

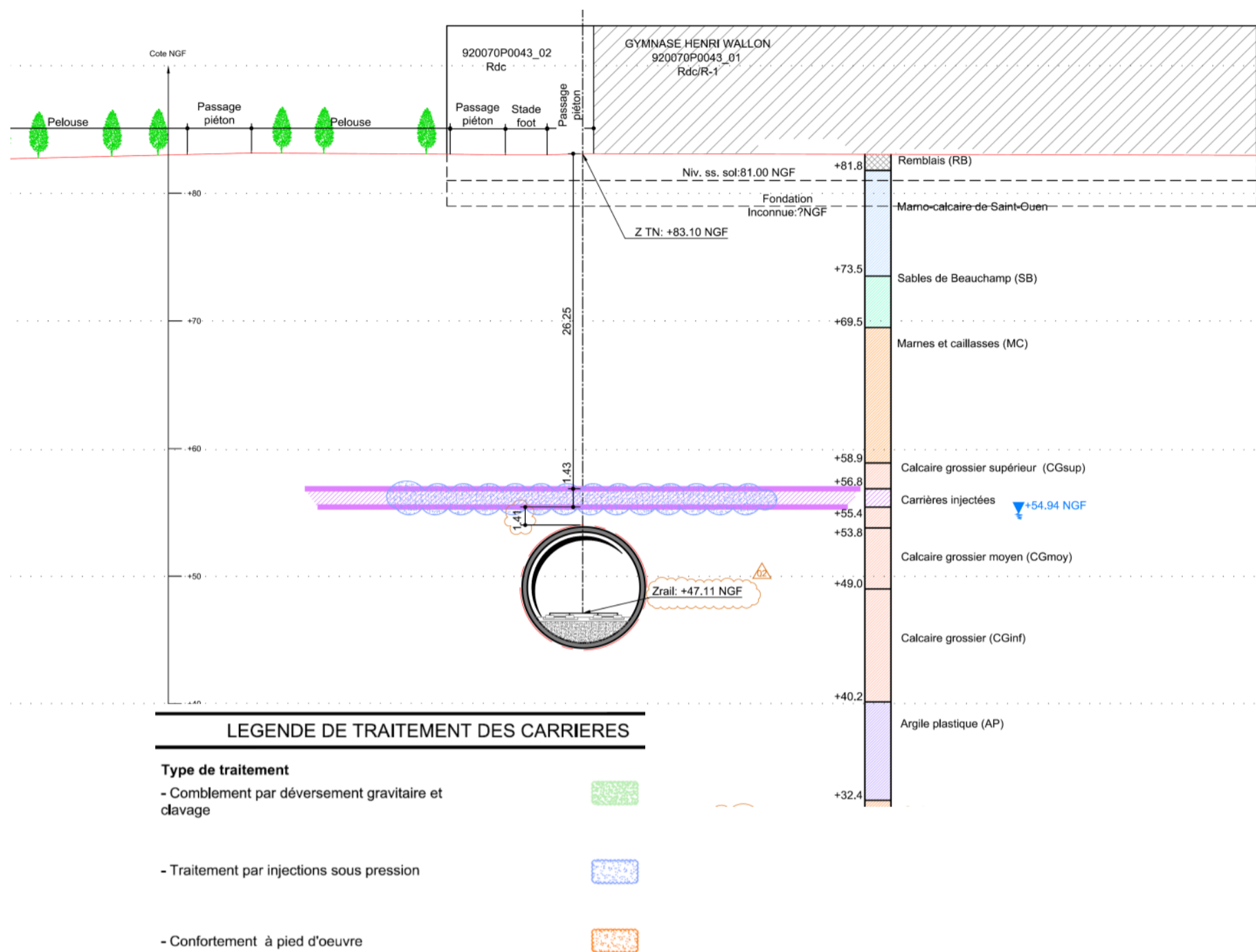
D'après les informations fournies, des travaux d'injection (gravitaire, comblement et traitement sous pression) seront effectués au préalable des travaux du projet PGE (voir la coupe ci-après). Fondasol assurera dans le cadre de la présente étude, une mission de diagnostic G5, cette mission comportera la réalisation des sondages de contrôle à la fin de cette campagne d'injection, afin de s'assurer de l'atteinte des objectifs de traitement. Ces sondages sont à réaliser après un temps de séchage minimum de 28 jours après la fin des traitements.

Il faut noter, que la consolidation souterraine de la carrière n'est complète que sous réserve de l'obtention, in fine, de caractéristiques pressiométriques correspondant à une pression limite minimale de **0,6 Mpa** dans les remblais de la carrière traités.

Dans les zones où les sondages de contrôles montreraient un défaut de traitement, une deuxième phase d'injection devra être effectuée entre les points du maillage primaire (voir le chapitre précédent).

Si les sondages de contrôle montrent :

- Des grands vides, les phases suivantes devront être réalisées (idem que le chapitre précédent) :
  - Gravitaire
  - Clavage
  - Traitement sous pression
  
- Des vides au toit de la carrière, les phases suivantes devront être réalisées (idem que le chapitre précédent) :
  - Clavage
  - Traitement sous pression
  
- Des passages décomprimés, la phase suivante devra être réalisée (idem que le chapitre précédent) :
  - Traitement sous pression



Extrait des documents de PGE.

## 8 – Coût et durée des travaux

Le tableau ci-dessous présente une **estimation** sommaire des coûts relatifs à la solution évoquée ci-avant pour la zone I (hors zone traitée « PGE »).

**Avec les valeurs de la fourchette basse.**

Désignation	Unités	Quantités	Prix unitaire (H.T.)	Prix total (H.T.)
<b>1. AMENEE ET REPLI DU MATERIEL</b>				
Ensemble (pompes, ateliers de forage et d'injection, etc.), et y compris l'installation de chantier (centrale de comblement gravitaire + centrale d'injection sous pression)	FT	1	35 000.00 €	35 000.00 €
<b>2. FRAIS DE CHANTIER</b>				
Encadrement d'exécution – Etudes d'exécution – Plans d'exécution – Frais de laboratoire – Essais sur chantier	FT	1	5 000.00 €	5 000.00 €
<b>3. LEVER GEOMETRE</b>				
Implantation / Positionnement des forages par un géomètre	FT	1	2 500.00 €	2 500.00 €
<b>4. INJECTION DU SOL PAR MAILLAGE REGULIER</b>				
Mise en station de l'atelier de forage	U	206	75.00 €	15 450.00 €
Forage des points d'injection de 0 à 29 de profondeur, y compris tubage provisoire, équipement des points d'injection en tubes PVC plein, crépinés et à manchette, y compris fourniture des tubes	ML	5974	40.00 €	238 960.00 €
Injection et fourniture du mortier barrage	M <sup>3</sup>	100	150.00 €	15 000.00 €
Injection et fourniture du coulis gravitaire	M <sup>3</sup>	200	125.00 €	25 000.00 €
Injection et fourniture du coulis clavage	M <sup>3</sup>	60	175.00 €	10 500.00 €
Injection et fourniture du coulis de traitement sous pression	M <sup>3</sup>	120	225.00 €	27 000.00 €
<b>5. EVACUATION DES DECHETS</b>				
Evacuation des produits de forage en décharge	FT	1	6 000.00 €	6 000.00 €
Montant total de la prestation en Euros				<b>380 410.00 €</b>
T.V.A. 20 %				76 082.00 €
Montant total toutes taxes comprises en Euros				456 492.00 €

Les quantités de coulis réellement injectées seront rémunérées au bordereau. Celles indiquées dans le tableau ci-dessus sont données à titre indicatif.

### Pour un volume de coulis maximal.

Désignation	Unités	Quantités	Prix unitaire (H.T.)	Prix total (H.T.)
<b>1. AMENEE ET REPLI DU MATERIEL</b>				
Ensemble (pompes, ateliers de forage et d'injection, etc.), et y compris l'installation de chantier (centrale de comblement gravitaire + centrale d'injection sous pression)	FT	1	35 000.00 €	35 000.00 €
<b>2. FRAIS DE CHANTIER</b>				
Encadrement d'exécution – Etudes d'exécution – Plans d'exécution – Frais de laboratoire – Essais sur chantier	FT	1	5 000.00 €	5 000.00 €
<b>3. LEVER GEOMETRE</b>				
Implantation / Positionnement des forages par un géomètre	FT	1	2 500.00 €	2 500.00 €
<b>4. INJECTION DU SOL PAR MAILLAGE REGULIER</b>				
Mise en station de l'atelier de forage	U	206	75.00 €	15 450.00 €
Forage des points d'injection de 0 à 29 de profondeur, y compris tubage provisoire, équipement des points d'injection en tubes PVC plein, crépinés et à manchette, y compris fourniture des tubes	ML	5974	40.00 €	238 960.00 €
Injection et fourniture du mortier barrage	M <sup>3</sup>	250	150.00 €	37 500.00 €
Injection et fourniture du coulis gravitaire	M <sup>3</sup>	360	125.00 €	45 000.00 €
Injection et fourniture du coulis clavage	M <sup>3</sup>	150	175.00 €	26 250.00 €
Injection et fourniture du coulis de traitement sous pression	M <sup>3</sup>	250	225.00 €	56 250.00 €
<b>5. EVACUATION DES DECHETS</b>				
Evacuation des produits de forage en décharge	FT	1	6 000.00 €	6 000.00 €
Montant total de la prestation en Euros				<b>467 910.00 €</b>
T.V.A. 20 %				93 582.00 €
Montant total toutes taxes comprises en Euros				561 492.00 €

Les quantités de coulis réellement injectées seront rémunérées au bordereau. Celles indiquées dans le tableau ci-dessus sont données à titre indicatif.

### Délais

En tenant compte de deux ateliers de forage, la durée effective des travaux :

- Forage et injection (hors période préparatoire et travaux annexes) devrait être de l'ordre de 8 à 10 semaines.
- Un temps de séchage de 28 jours,
- Une à deux semaines pour les sondages destructifs de contrôle.

### NOTA.

A ce stade d'étude, nous ne pouvons pas estimer ni le cout ni les délais pour réaliser les travaux d'injection pour la zone 2 (s'il y aura), en effet, ils dépendront des résultats d'essais de contrôle (mission G5 de contrôle).



## 9 – Points particuliers – Suite à donner à ce rapport

Toute modification du projet (importance, implantation, niveau, conception ...) peut rendre les conclusions de cette étude inadaptées. Il convient de se reporter aux conditions générales d'exploitation du rapport figurant à la fin de ce document.

Par ailleurs, des variations ou hétérogénéités locales, non mises en évidence lors de la reconnaissance, peuvent apparaître en cours de travaux et nécessiter des adaptations constructives.

Ce rapport conclut la mission G2PRO qui nous a été confiée pour cette affaire.

Selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NFP 94-500, les études géotechniques d'exécution doivent être établies dans le cadre d'une mission G3.

FONDASOL est missionné par le MOA pour réaliser les missions géotechniques G4 et G5 relatives aux travaux d'injection.



## Conditions Générales

### 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

### 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

### 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

### 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

### 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les

documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

### 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. 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 avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

### 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

### 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

### 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

### 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

## 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

## 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

## 14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge, une indemnité fixée à 15% du montant en principal TTC de la créance avec un minimum de 150 euros et ce, à titre de dommages et intérêts conventionnels et forfaitaires. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

## 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

## 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de

dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

## Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier). Dans le cas où le prestataire intervient en tant que sous-traitant, si le sinistre est supérieur à 3 M€, le client traitant direct et ses assureurs renoncent à tous recours contre le Prestataire et ses assureurs.

## Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défektivité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

## 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

## 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

Juillet 2014



## Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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 ci-après. 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 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)		<b>Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)</b>		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	<b>Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		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	<b>Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)</b>		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 ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	<b>Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	<b>Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT</b>		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	<b>Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)</b>	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 ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	<b>Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)</b>	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
<b>A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant</b>	Diagnostic	<b>Diagnostic géotechnique (G5)</b>		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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante



## Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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.

IP.16.0291

Carrières souterraines – BAGNEUX (92)

### 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.

#### A TOUTES ETAPES : 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'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).

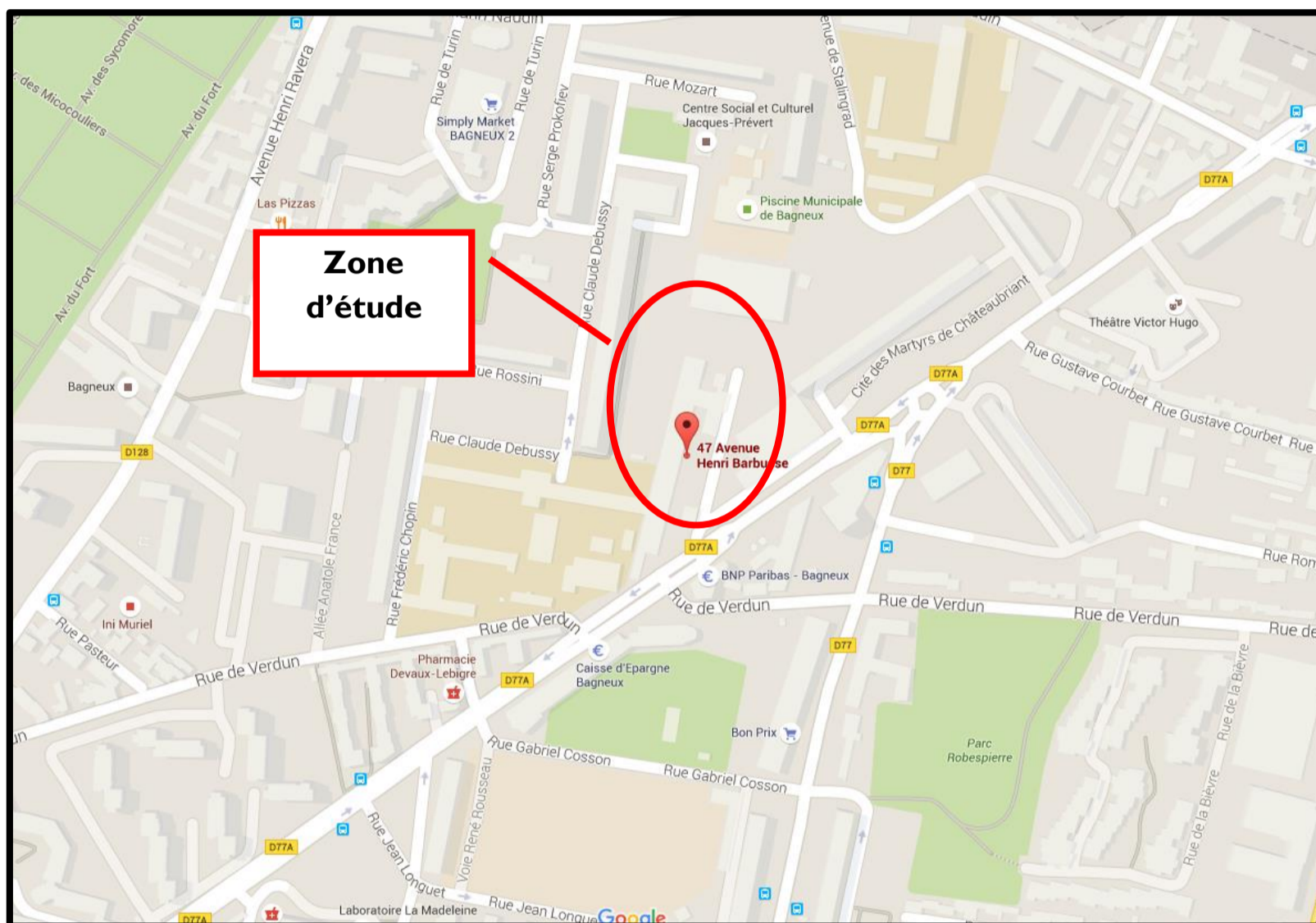
PAGE 31





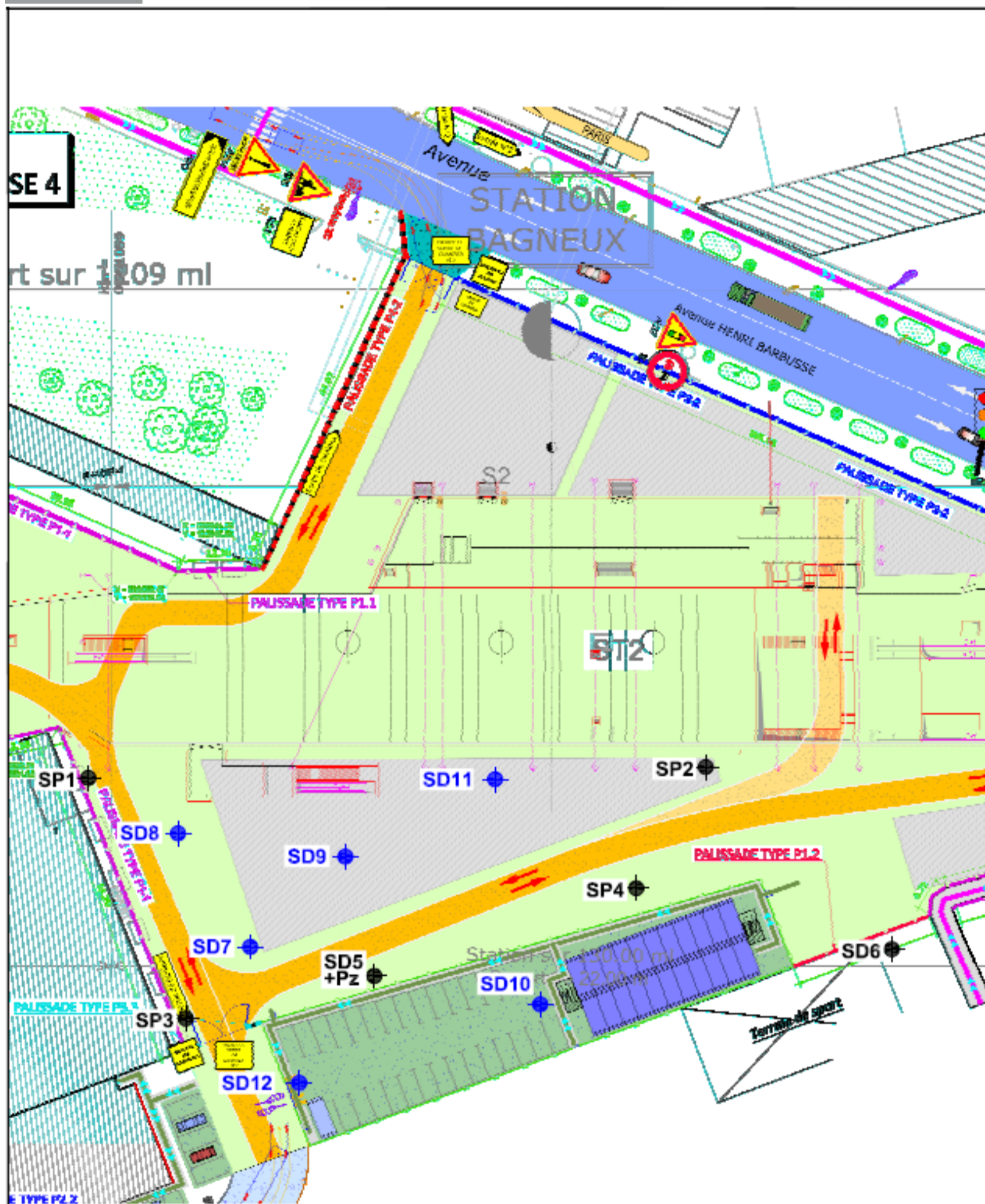
## Plan de situation

47/49 avenue Henri Barbusse, BAGNEUX (92)





# Plan d'implantation des sondages



**Légende :**  
SD7 ● Campagne Décembre 2016  
SD7 ● Campagne Mai/ Juin 2016

	Affaire; IP 16 0136	BAGNEUX (92)
--	---------------------	--------------





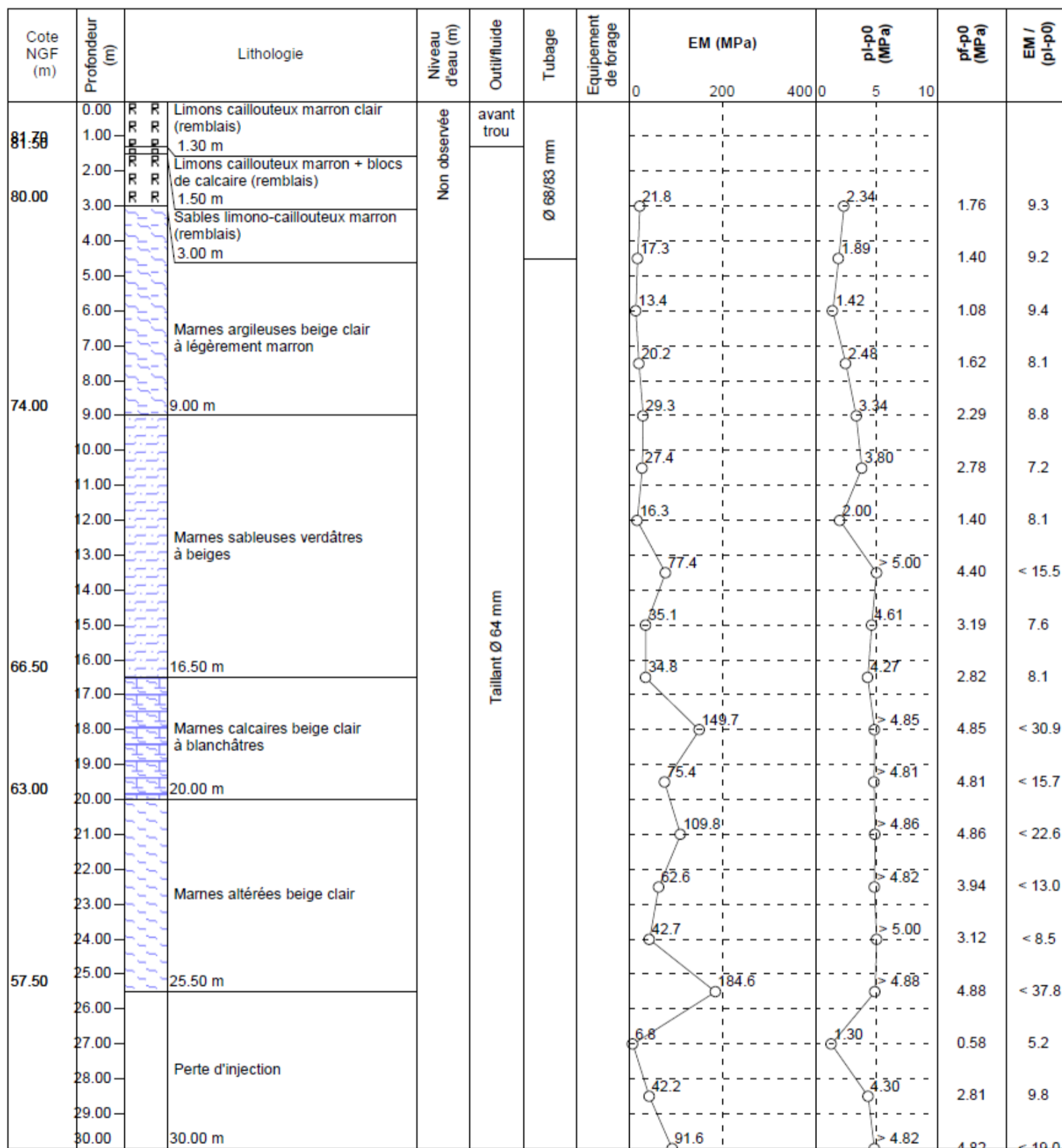
## Coupes géotechniques et résultats des essais pressiométriques

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 03/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 40.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP1**

EXGTE B3.17.17/GTE



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

**SP1**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Equipement de forage	EM (MPa)		pl-p0 (MPa)	pf-p0 (MPa)	EM / (pl-p0)
							0	400			
	30.00	Perte d'injection		Taillant Ø 64 mm			91.6	4.8210	4.82	< 19.0	
	31.00				183.2	4.87	4.87	< 37.6			
	32.00										
	33.00				206.9	4.88	4.88	< 42.4			
	34.00										
	35.00				91.4	4.81	4.81	< 19.0			
	36.00				264.2	4.89	4.89	< 54.0			
	37.00										
	38.00				267.6	4.89	4.89	< 54.7			
	39.00				103.1	4.79	4.79	< 21.5			
43.00	40.00	40.00 m									
	41.00										
	42.00										
	43.00										
	44.00										
	45.00										
	46.00										
	47.00										
	48.00										
	49.00										
	50.00										
	51.00										
	52.00										
	53.00										
	54.00										
	55.00										
	56.00										
	57.00										
	58.00										
	59.00										
	60.00										
	61.00										
	62.00										
	63.00										

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

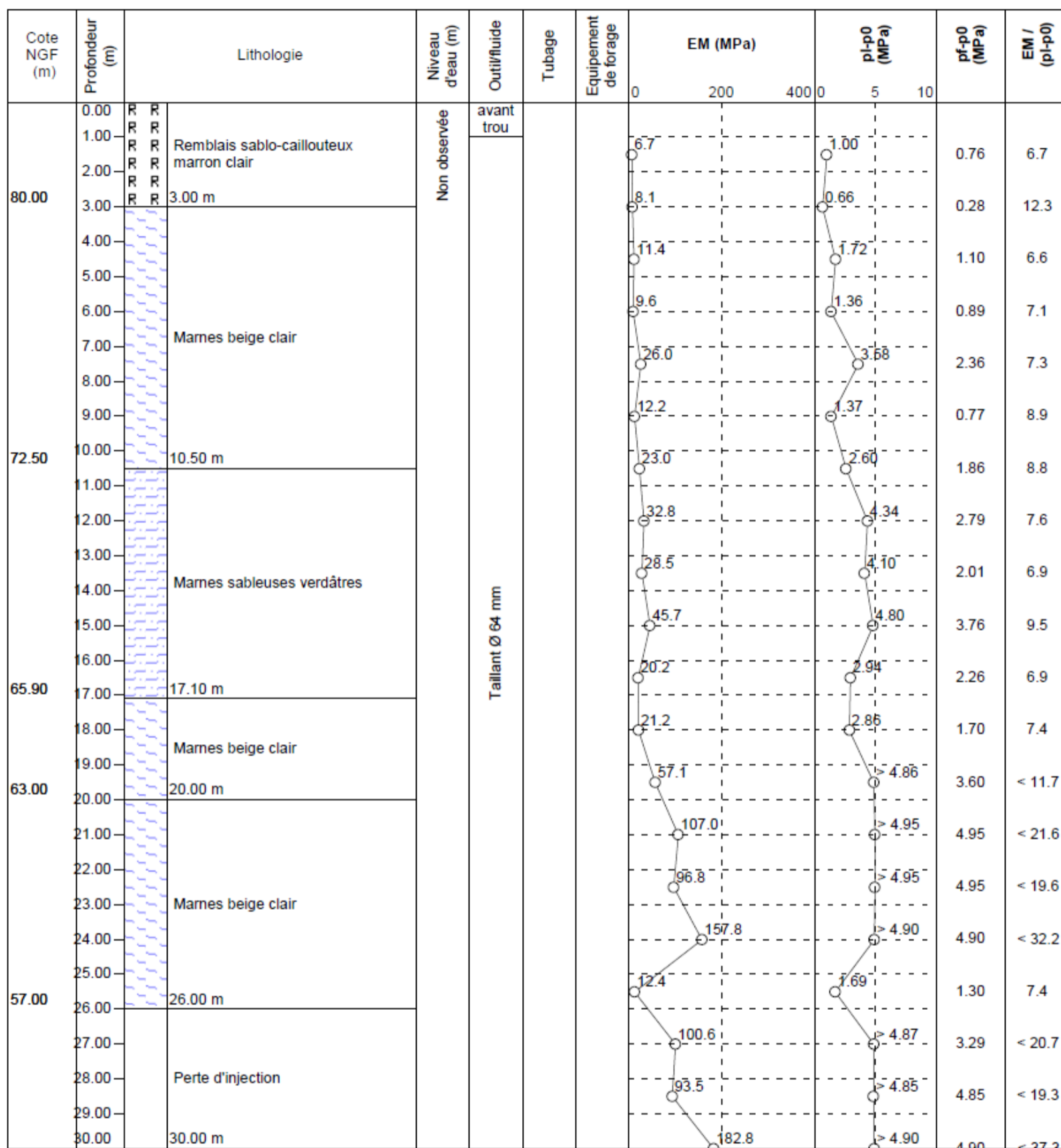
Page 2/2

<p># GÉOTECHNIQUE</p>	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 10/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 40.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP2**

EXGTE B3.17.17/GTE



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutzsa.fr

47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

**SP2**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Equipement de forage	EM (MPa)		pl-p0 (MPa)	pf-p0 (MPa)	EM / (pl-p0)	
							0	400				
	30.00	Perte d'injection		Tailant Ø 64 mm			2082.8	4.9010	4.90	< 37.3		
	31.00				189.9	4.90	< 38.8					
	32.00				230.0	4.91	< 46.8					
	33.00				210.4	4.90	< 42.9					
	34.00				276.3	4.99	< 55.4					
	35.00				298.0	4.99	< 59.7					
	36.00				146.4	5.00	< 29.3					
43.00	40.00		40.00 m									
	41.00											
	42.00											
	43.00											
	44.00											
	45.00											
	46.00											
	47.00											
	48.00											
	49.00											
	50.00											
	51.00											
	52.00											
	53.00											
	54.00											
	55.00											
	56.00											
	57.00											
	58.00											
	59.00											
	60.00											
	61.00											
	62.00											
	63.00											

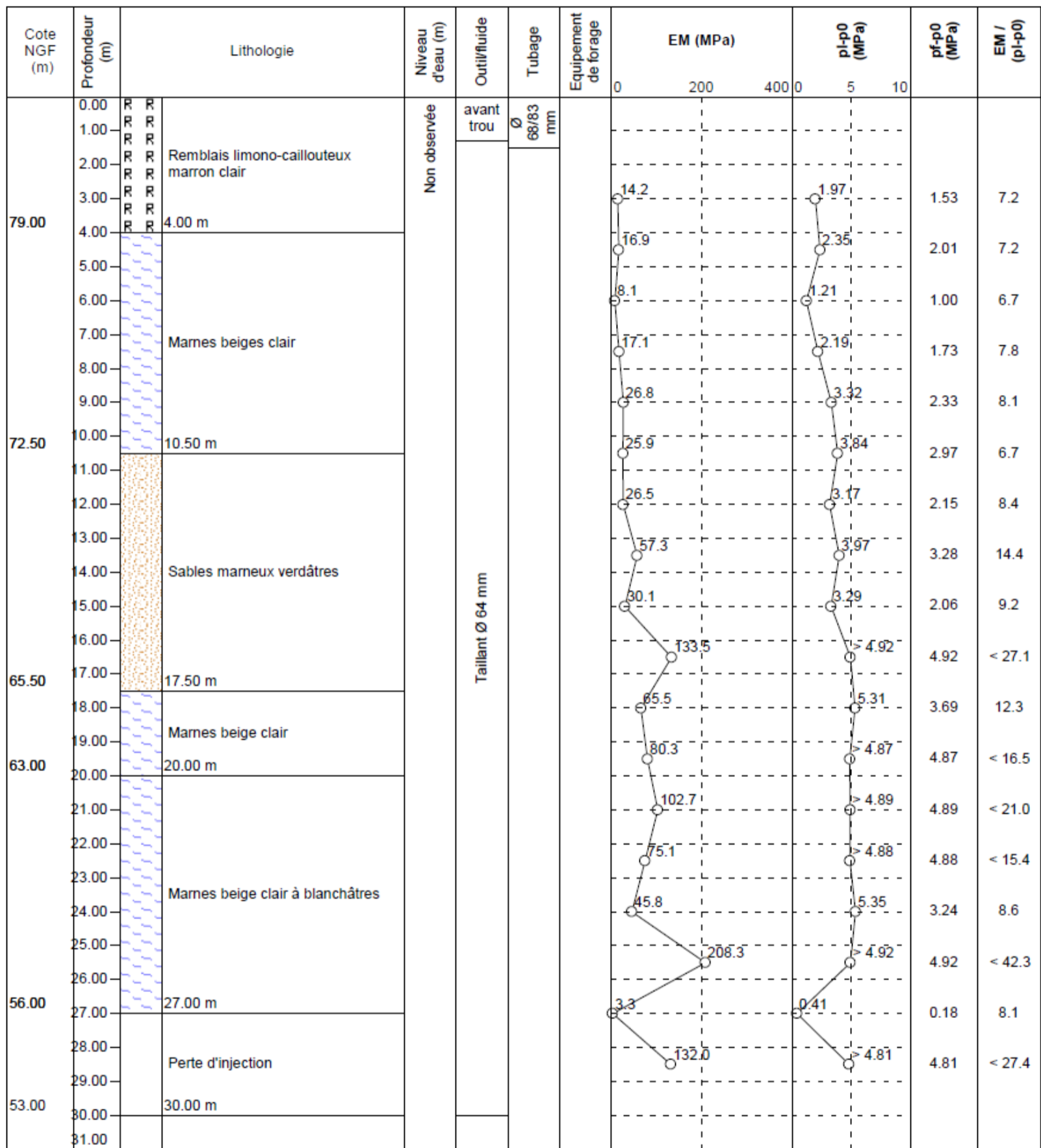
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 03/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 30.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP3**

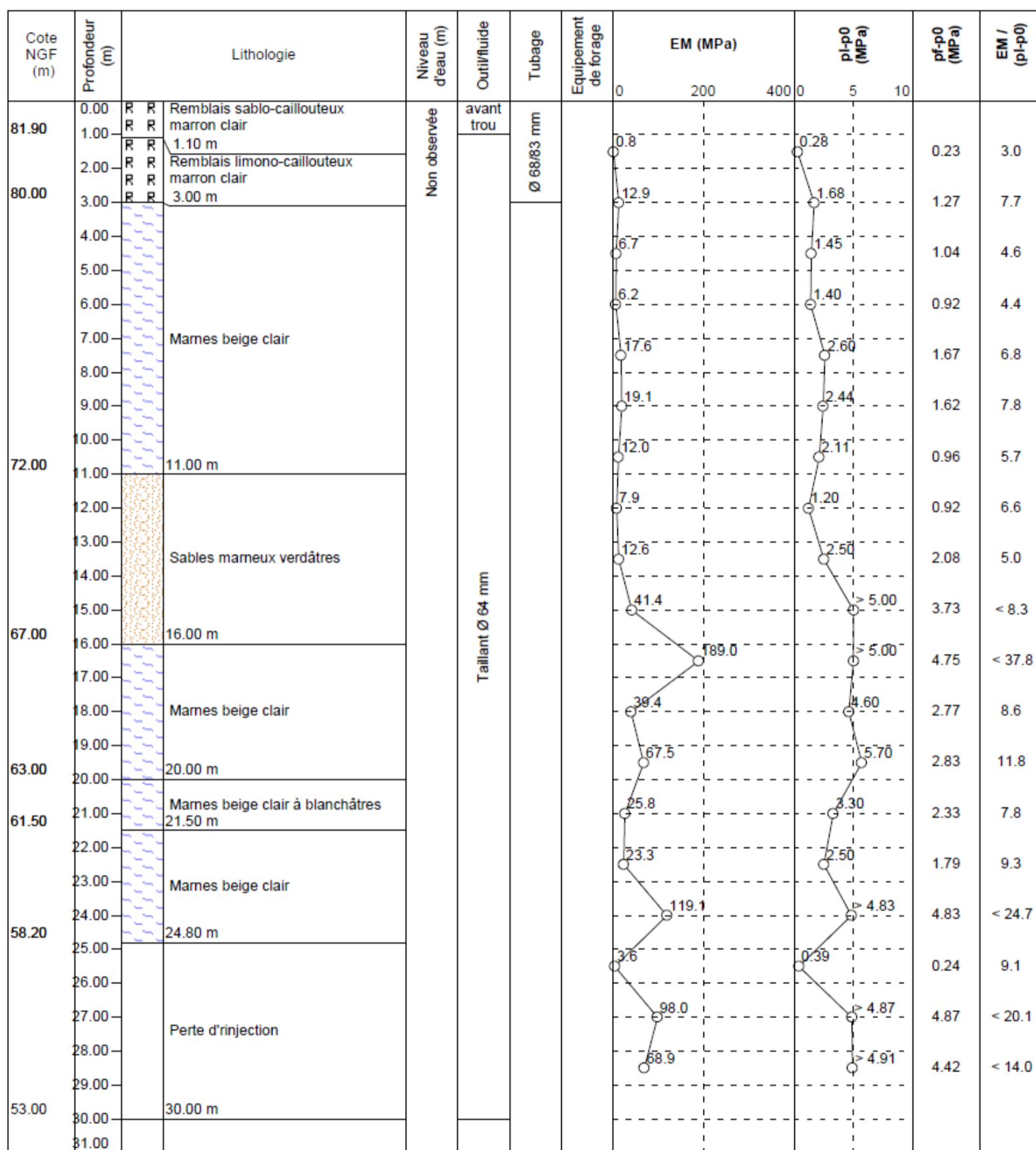
EXGTE B3.17.17/GTE



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 03/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 30.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150 Sondage : SP4 EXGTE B3.17.17/GTE




Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



## Enregistrements des paramètres de forages



 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 07/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.51 m
	Machine : SOCO65.3		


1/150

Sondage : SD5H

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0
	0.00					0.00											
	1.00					1.00											
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

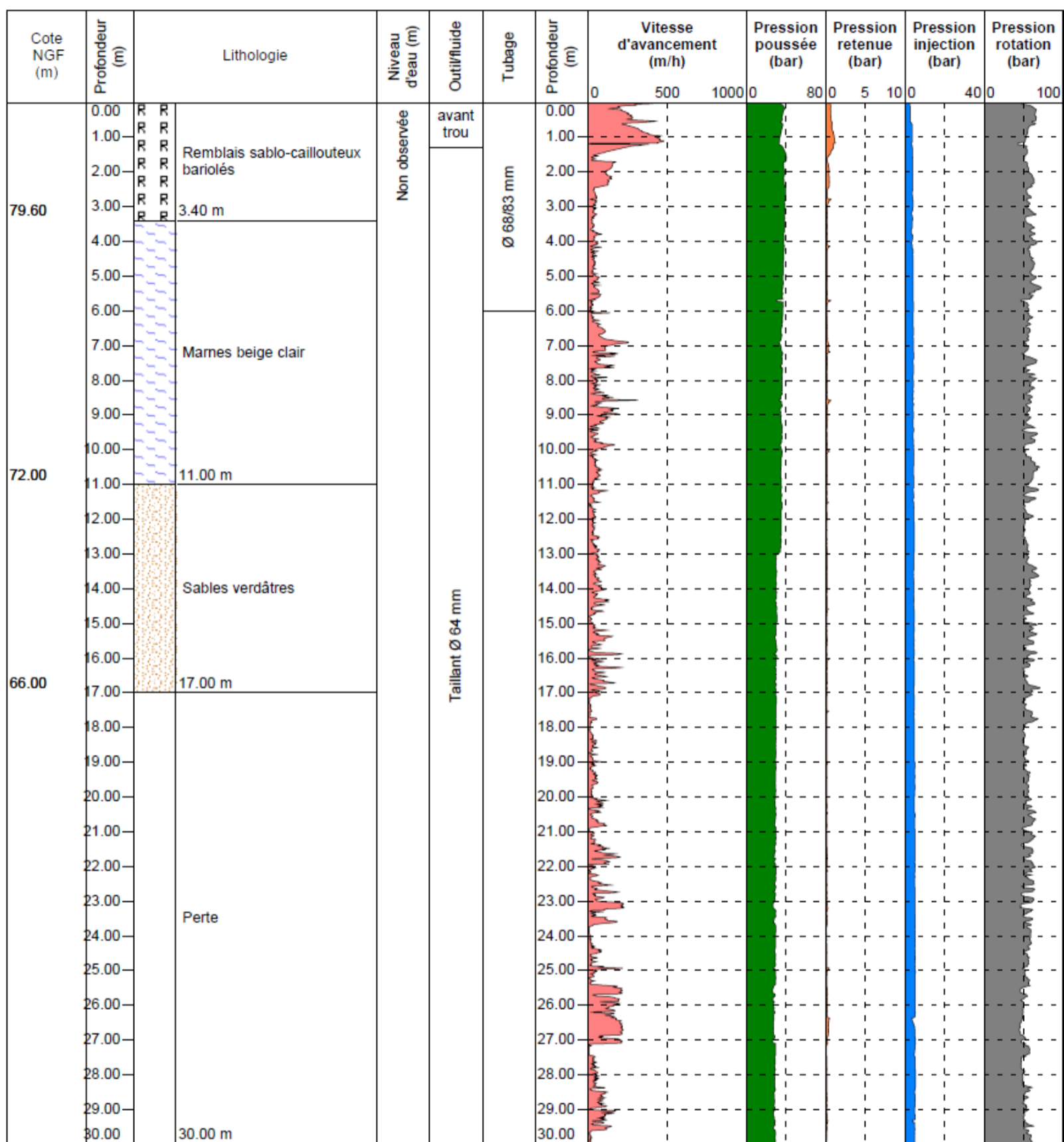
Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 07/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SD5**

EXGTE 83.17.17/LB2EPF542FR



Page 1/2

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

**SD5**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression (bar)					
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0
48.00	30.00	Perte		Taillant Ø 64 mm		30.00									
	31.00														
	32.00					32.00									
	33.00					33.00									
	34.00					34.00									
	35.00	35.00 m				35.00									
	36.00					36.00									
	37.00					37.00									
	38.00					38.00									
	39.00					39.00									
	40.00					40.00									
	41.00					41.00									
	42.00					42.00									
	43.00					43.00									
	44.00					44.00									
	45.00					45.00									
	46.00					46.00									
	47.00					47.00									
	48.00					48.00									
	49.00					49.00									
	50.00					50.00									
	51.00					51.00									
	52.00					52.00									
	53.00					53.00									
	54.00					54.00									
	55.00					55.00									
	56.00					56.00									
	57.00					57.00									
	58.00					58.00									
	59.00					59.00									
	60.00					60.00									
	61.00					61.00									
	62.00					62.00									
	63.00					63.00									

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 07/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 2.61 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

Sondage : SD5B

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
							0	500	1000	0	80	0	5
	0.00					0.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	1.00					1.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	2.00					2.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	3.00					3.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	4.00					4.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	5.00					5.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	6.00					6.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	7.00					7.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	8.00					8.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	9.00					9.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	10.00					10.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	11.00					11.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	12.00					12.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	13.00					13.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	14.00					14.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	15.00					15.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	16.00					16.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	17.00					17.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	18.00					18.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	19.00					19.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	20.00					20.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	21.00					21.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	22.00					22.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	23.00					23.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	24.00					24.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	25.00					25.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	26.00					26.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	27.00					27.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	28.00					28.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	29.00					29.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	30.00					30.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]
	31.00					31.00	[Red bar]			[Green bar]	[Orange bar]	[Blue bar]	[Grey bar]

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 08/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.38 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

Sondage : SD6H

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
							0	500	1000	0	80	0	5
	0.00					0.00							
	1.00					1.00							
	2.00					2.00							
	3.00					3.00							
	4.00					4.00							
	5.00					5.00							
	6.00					6.00							
	7.00					7.00							
	8.00					8.00							
	9.00					9.00							
	10.00					10.00							
	11.00					11.00							
	12.00					12.00							
	13.00					13.00							
	14.00					14.00							
	15.00					15.00							
	16.00					16.00							
	17.00					17.00							
	18.00					18.00							
	19.00					19.00							
	20.00					20.00							
	21.00					21.00							
	22.00					22.00							
	23.00					23.00							
	24.00					24.00							
	25.00					25.00							
	26.00					26.00							
	27.00					27.00							
	28.00					28.00							
	29.00					29.00							
	30.00					30.00							
	31.00					31.00							

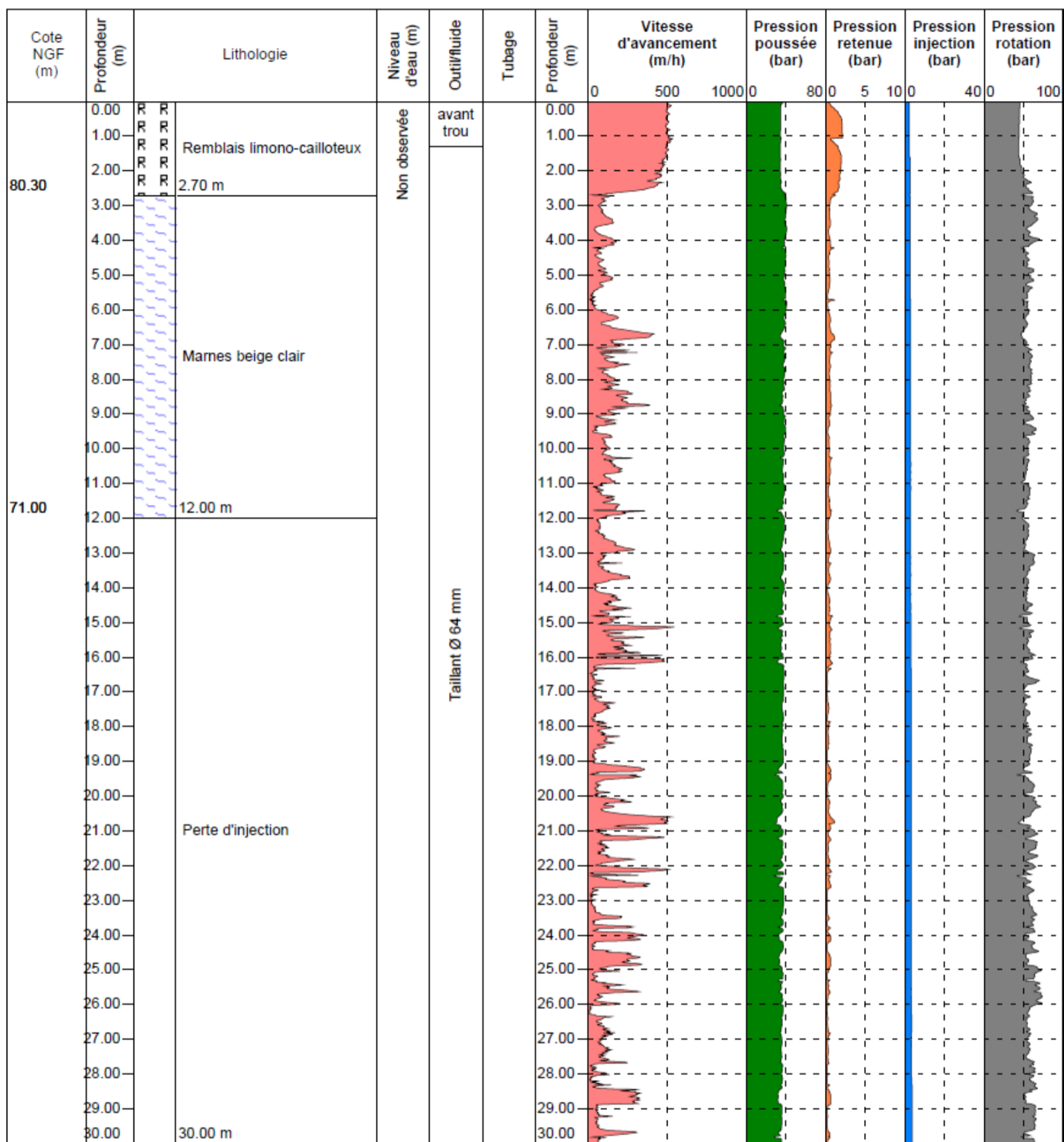
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 08/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SD6**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR



Page 1/2

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

**SD6**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)		Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)		
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0
48.00	30.00	Perte d'injection 35.00 m		Tailant Ø 64 mm		30.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		
	31.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]			
	32.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	33.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	34.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	35.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	36.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	37.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	38.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	39.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	40.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	41.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	42.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	43.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	44.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	45.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	46.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	47.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	48.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
	49.00					[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]	
50.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
51.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
52.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
53.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
54.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
55.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
56.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
57.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
58.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
59.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
60.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
61.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
62.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						
63.00	[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]		[Graphique]						

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 08/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 2.65 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150


Sondage : SD6B

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)			Pression retenue (bar)			Pression injection (bar)			Pression rotation (bar)		
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0	100			
	0.00					0.00															
	1.00					1.00															
	2.00					2.00															
	3.00					3.00															
	4.00					4.00															
	5.00					5.00															
	6.00					6.00															
	7.00					7.00															
	8.00					8.00															
	9.00					9.00															
	10.00					10.00															
	11.00					11.00															
	12.00					12.00															
	13.00					13.00															
	14.00					14.00															
	15.00					15.00															
	16.00					16.00															
	17.00					17.00															
	18.00					18.00															
	19.00					19.00															
	20.00					20.00															
	21.00					21.00															
	22.00					22.00															
	23.00					23.00															
	24.00					24.00															
	25.00					25.00															
	26.00					26.00															
	27.00					27.00															
	28.00					28.00															
	29.00					29.00															
	30.00					30.00															
	31.00					31.00															

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 26/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.56 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP1H**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	10	0
	0.00					0.00											
	1.00					1.00											
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

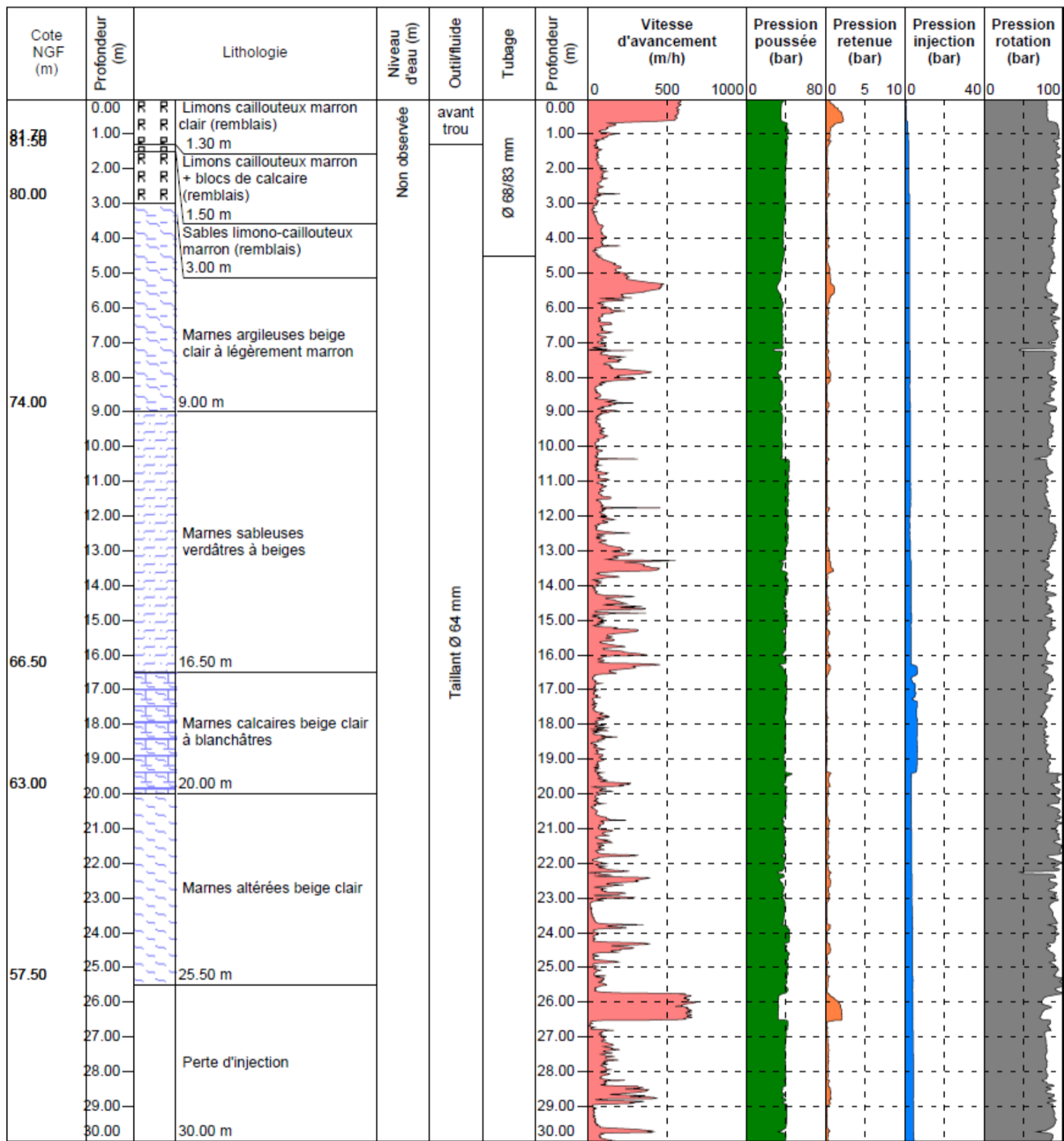
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 26/05/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 40.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP1**

EXGTE 83.17.17/LB2EPF542FR



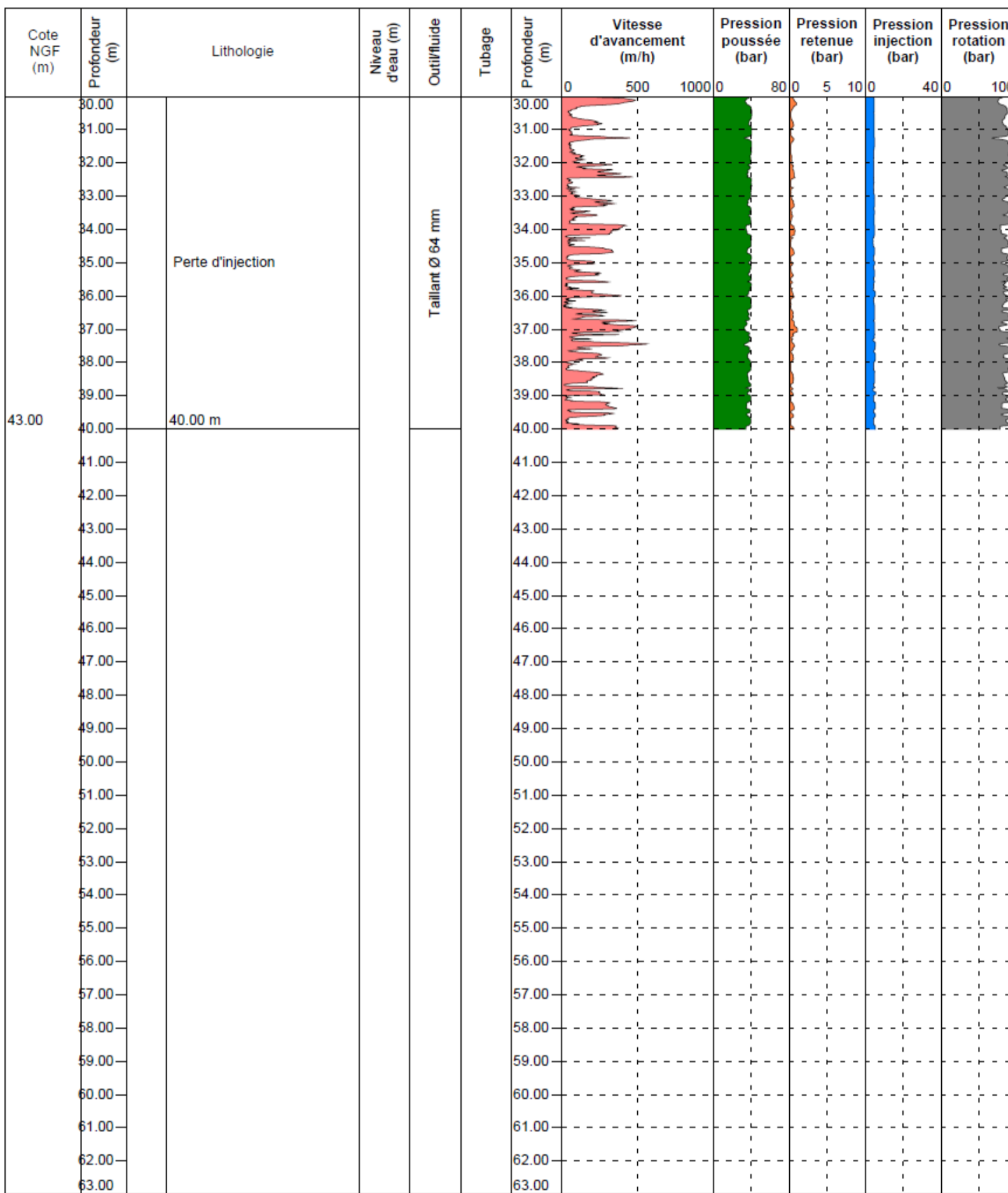
Page 1/2

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

SP1



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeantutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 30/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.66 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP1B**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0
	0.00					0.00											
	1.00				1.00												
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 02/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.42 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

Sondage : SP2H

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression (bar)					
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0
	0.00					0.00									
	1.00					1.00									
	2.00					2.00									
	3.00					3.00									
	4.00					4.00									
	5.00					5.00									
	6.00					6.00									
	7.00					7.00									
	8.00					8.00									
	9.00					9.00									
	10.00					10.00									
	11.00					11.00									
	12.00					12.00									
	13.00					13.00									
	14.00					14.00									
	15.00					15.00									
	16.00					16.00									
	17.00					17.00									
	18.00					18.00									
	19.00					19.00									
	20.00					20.00									
	21.00					21.00									
	22.00					22.00									
	23.00					23.00									
	24.00					24.00									
	25.00					25.00									
	26.00					26.00									
	27.00					27.00									
	28.00					28.00									
	29.00					29.00									
	30.00					30.00									
	31.00					31.00									

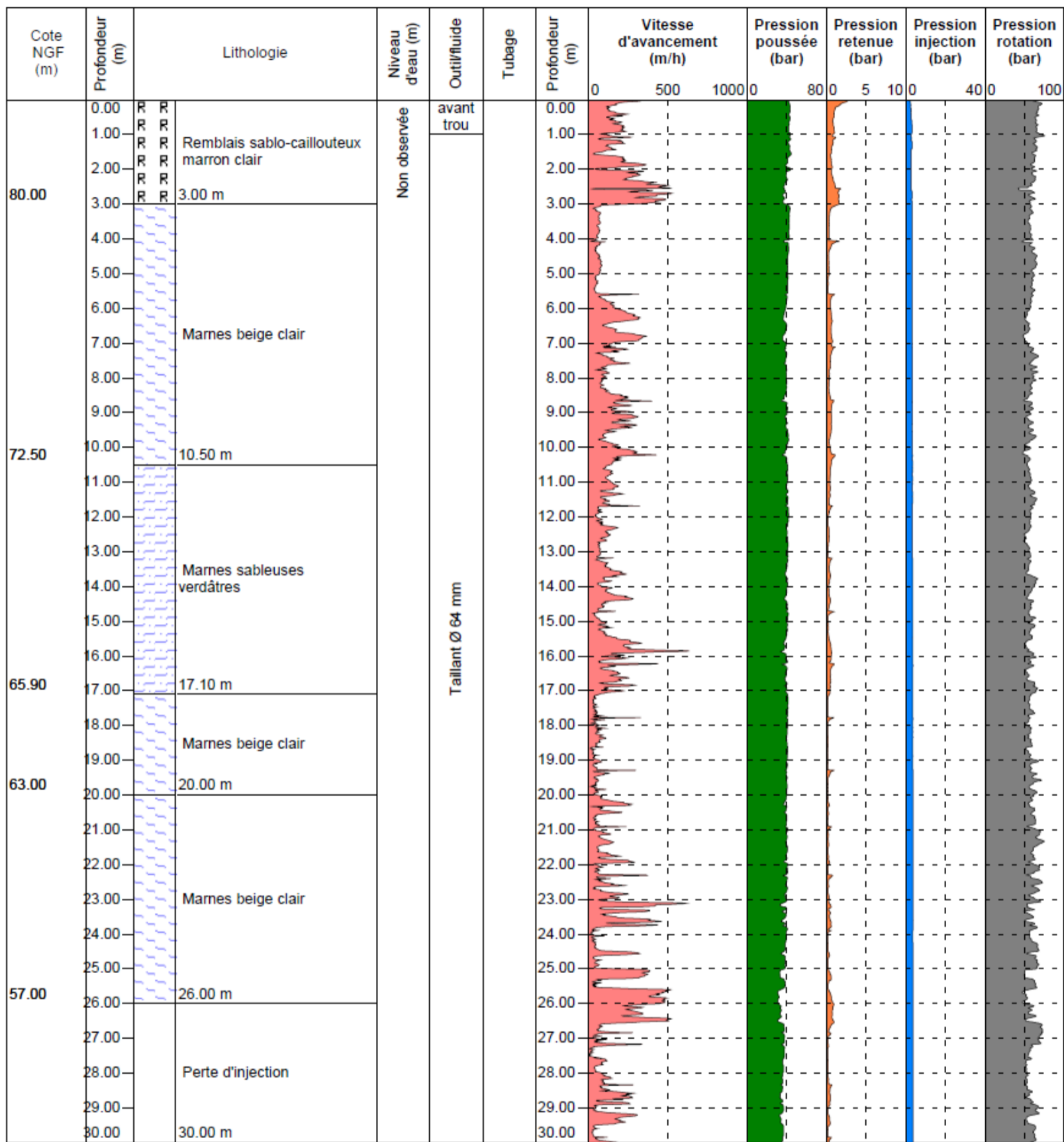
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 02/06/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 40.00 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150

**Sondage : SP2**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

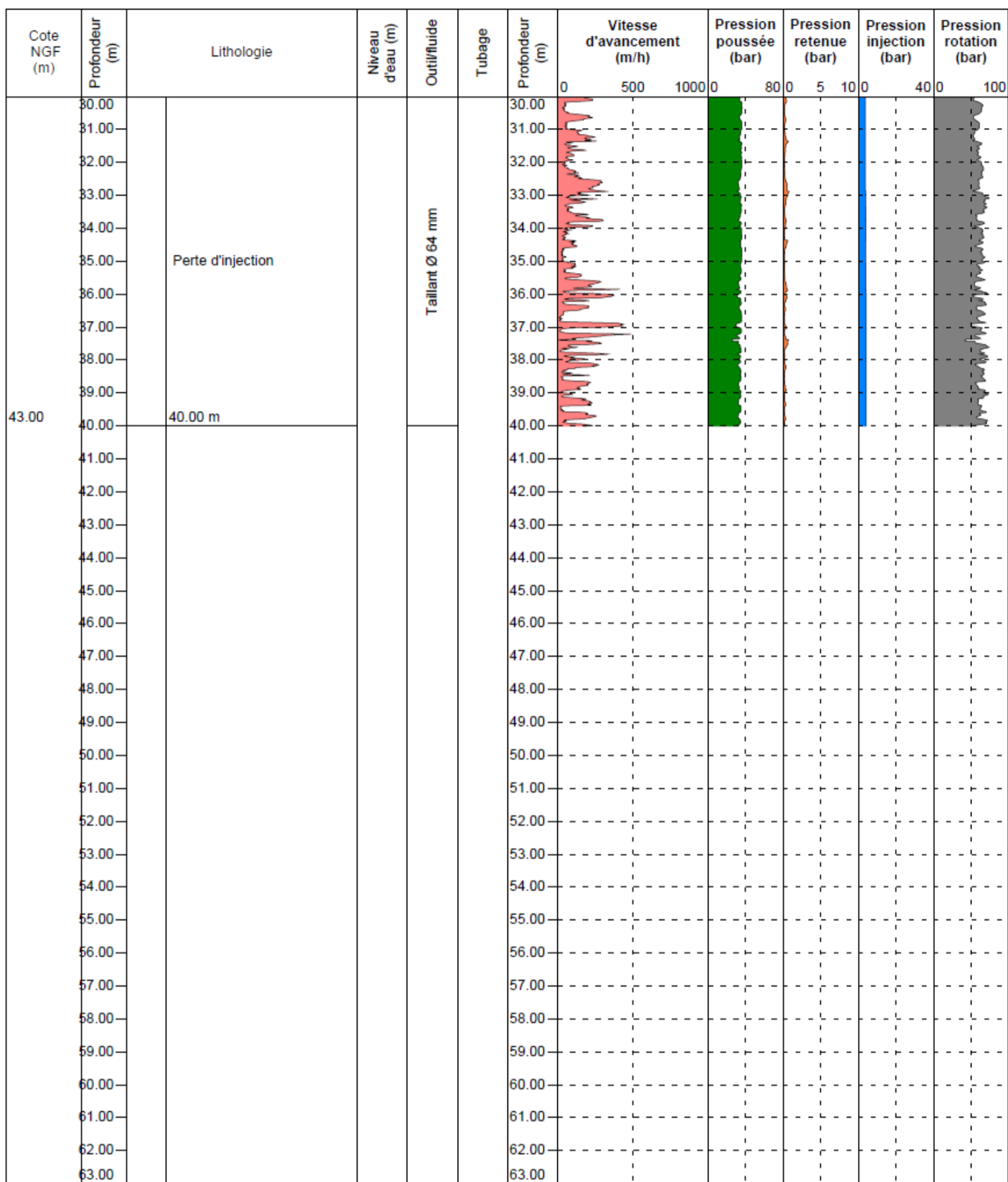


Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)

1/150

**SP2**



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 06/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.47 m
		Machine : SOCO65.3	

1/150


**Sondage : SP2B**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)			Pression retenue (bar)			Pression injection (bar)			Pression rotation (bar)		
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0	100			
	0.00					0.00															
	1.00					1.00															
	2.00					2.00															
	3.00					3.00															
	4.00					4.00															
	5.00					5.00															
	6.00					6.00															
	7.00					7.00															
	8.00					8.00															
	9.00					9.00															
	10.00					10.00															
	11.00					11.00															
	12.00					12.00															
	13.00					13.00															
	14.00					14.00															
	15.00					15.00															
	16.00					16.00															
	17.00					17.00															
	18.00					18.00															
	19.00					19.00															
	20.00					20.00															
	21.00					21.00															
	22.00					22.00															
	23.00					23.00															
	24.00					24.00															
	25.00					25.00															
	26.00					26.00															
	27.00					27.00															
	28.00					28.00															
	29.00					29.00															
	30.00					30.00															
	31.00					31.00															

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 23/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.54 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP3H**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	10	0
	0.00					0.00											
	1.00					1.00											
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

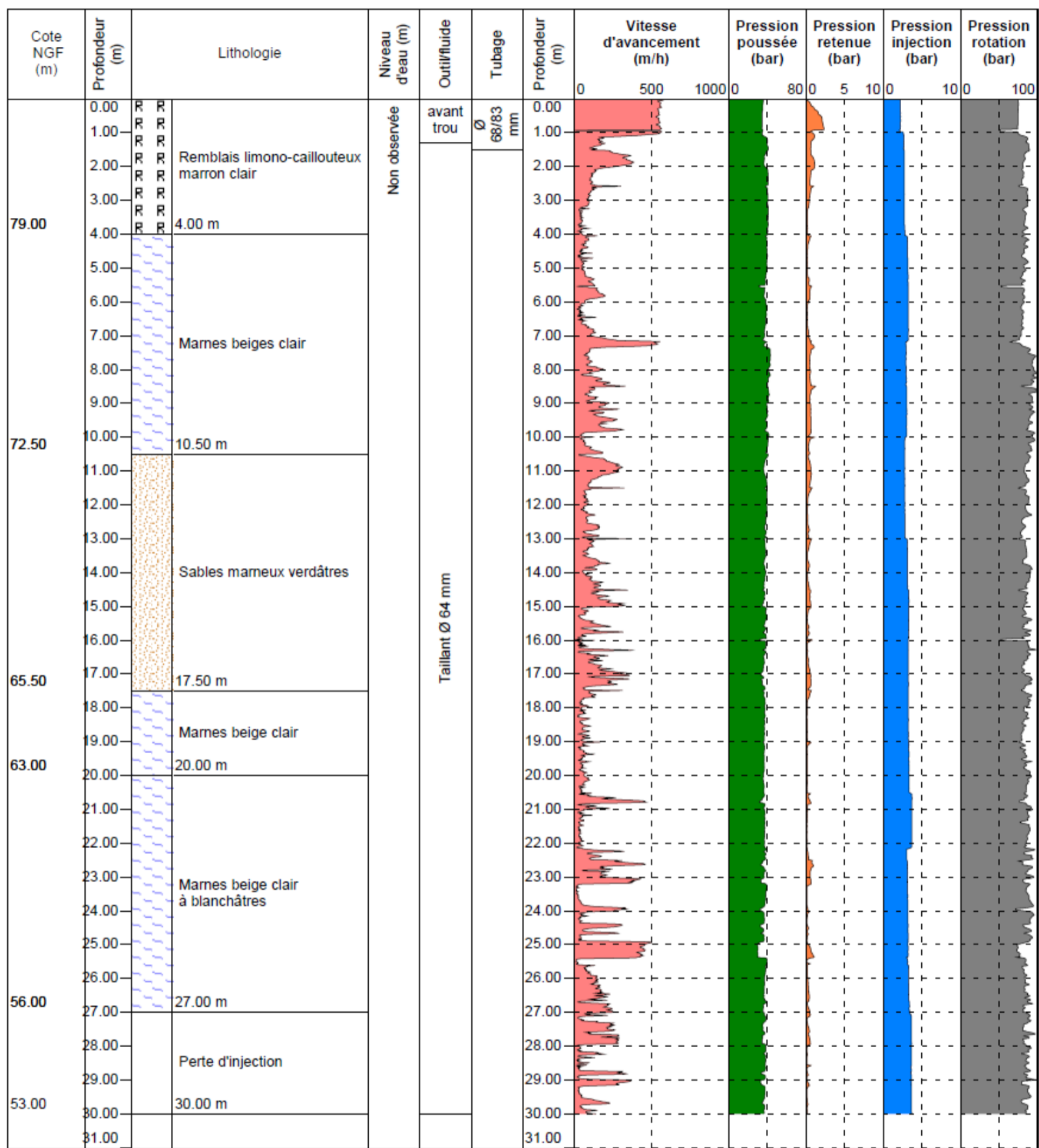
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 23/05/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 30.00 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP3**

EXGTE 83.17.17/LB2EPF542FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 25/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.73 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP3B**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression (bar)							
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	10	0
	0.00					0.00											
	1.00					1.00											
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 31/05/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 1.74 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP4H**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)		Pression retenue (bar)		Pression injection (bar)		Pression rotation (bar)	
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0
	0.00					0.00											
	1.00					1.00											
	2.00					2.00											
	3.00					3.00											
	4.00					4.00											
	5.00					5.00											
	6.00					6.00											
	7.00					7.00											
	8.00					8.00											
	9.00					9.00											
	10.00					10.00											
	11.00					11.00											
	12.00					12.00											
	13.00					13.00											
	14.00					14.00											
	15.00					15.00											
	16.00					16.00											
	17.00					17.00											
	18.00					18.00											
	19.00					19.00											
	20.00					20.00											
	21.00					21.00											
	22.00					22.00											
	23.00					23.00											
	24.00					24.00											
	25.00					25.00											
	26.00					26.00											
	27.00					27.00											
	28.00					28.00											
	29.00					29.00											
	30.00					30.00											
	31.00					31.00											

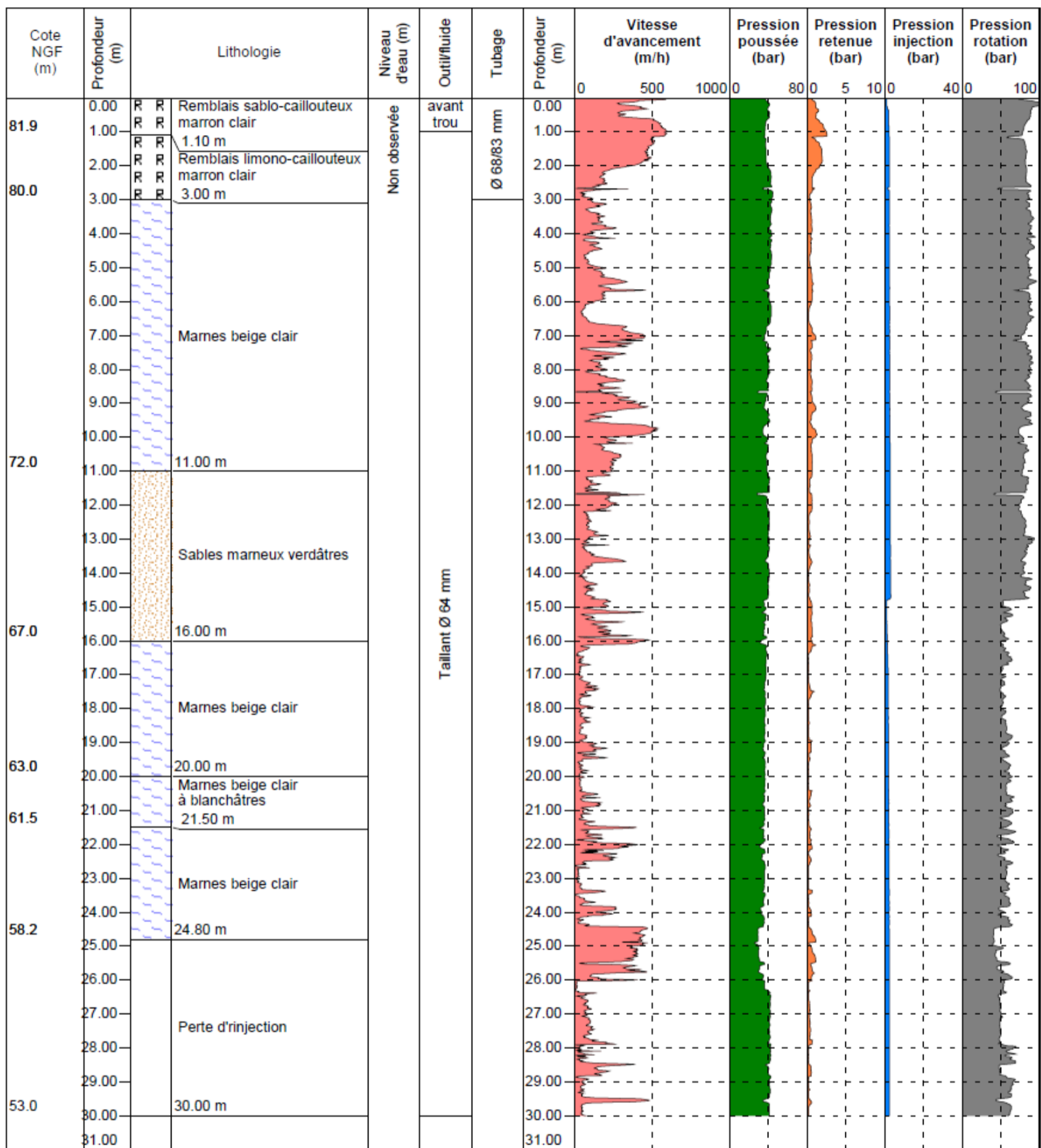
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 31/05/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 30.00 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

**Sondage : SP4**

EXGTE B3.17.17/LB2EPF542FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>47/49, avenue Henri Barbusse BAGNEUX (92)</b>		n° affaire IP.16.0136
	Date : 01/06/2016	Cote NGF (m) :	Profondeur : 0.00 - 2.89 m
		Machine : SOCO65.3	


1/150

Sondage : SP4B

EXGTE 83.17.17/LB2EPF542FR

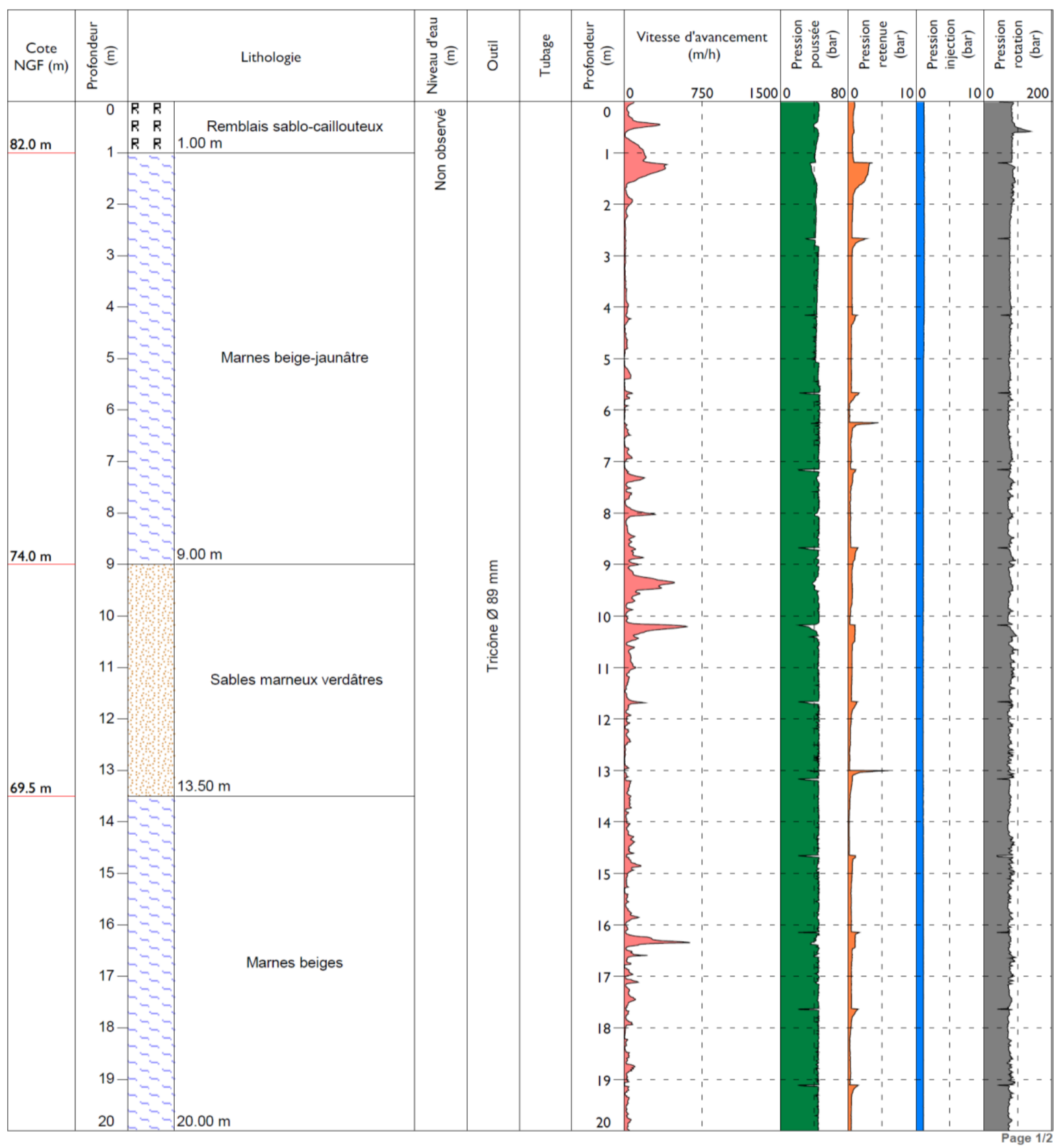
Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)			Pression retenue (bar)			Pression injection (bar)			Pression rotation (bar)			
							0	500	1000	0	80	0	5	10	0	40	0	100				
	0.00					0.00																
	1.00				1.00																	
	2.00				2.00																	
	3.00					3.00																
	4.00					4.00																
	5.00					5.00																
	6.00					6.00																
	7.00					7.00																
	8.00					8.00																
	9.00					9.00																
	10.00					10.00																
	11.00					11.00																
	12.00					12.00																
	13.00					13.00																
	14.00					14.00																
	15.00					15.00																
	16.00					16.00																
	17.00					17.00																
	18.00					18.00																
	19.00					19.00																
	20.00					20.00																
	21.00					21.00																
	22.00					22.00																
	23.00					23.00																
	24.00					24.00																
	25.00					25.00																
	26.00					26.00																
	27.00					27.00																
	28.00					28.00																
	29.00					29.00																
	30.00					30.00																
	31.00					31.00																

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>			N° affaire IP160291
	Date : 26/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m	

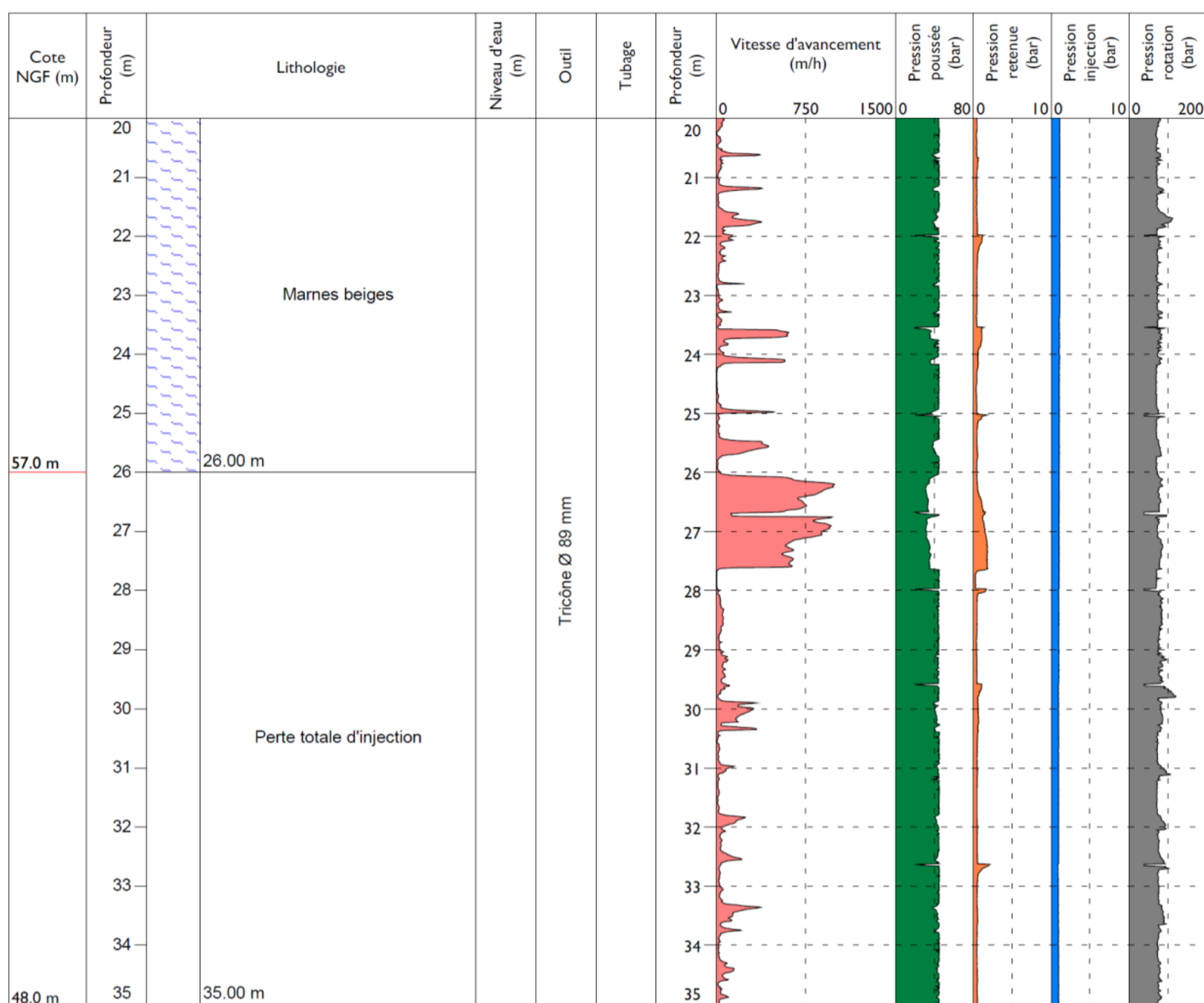
**Sondage : SD7**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR




Carrières souterraines BAGNEUX (92)

**SD7**



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr




 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>			N° affaire IP160291
	Date : 26/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 2.33 m	

**Sondage : SD7 - EB**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
							0	750	1500				
	0					0							
	1					1							
	2					2							

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>			N° affaire IP160291
	Date : 26/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 1.66 m	

**Sondage : SD7 - EH**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

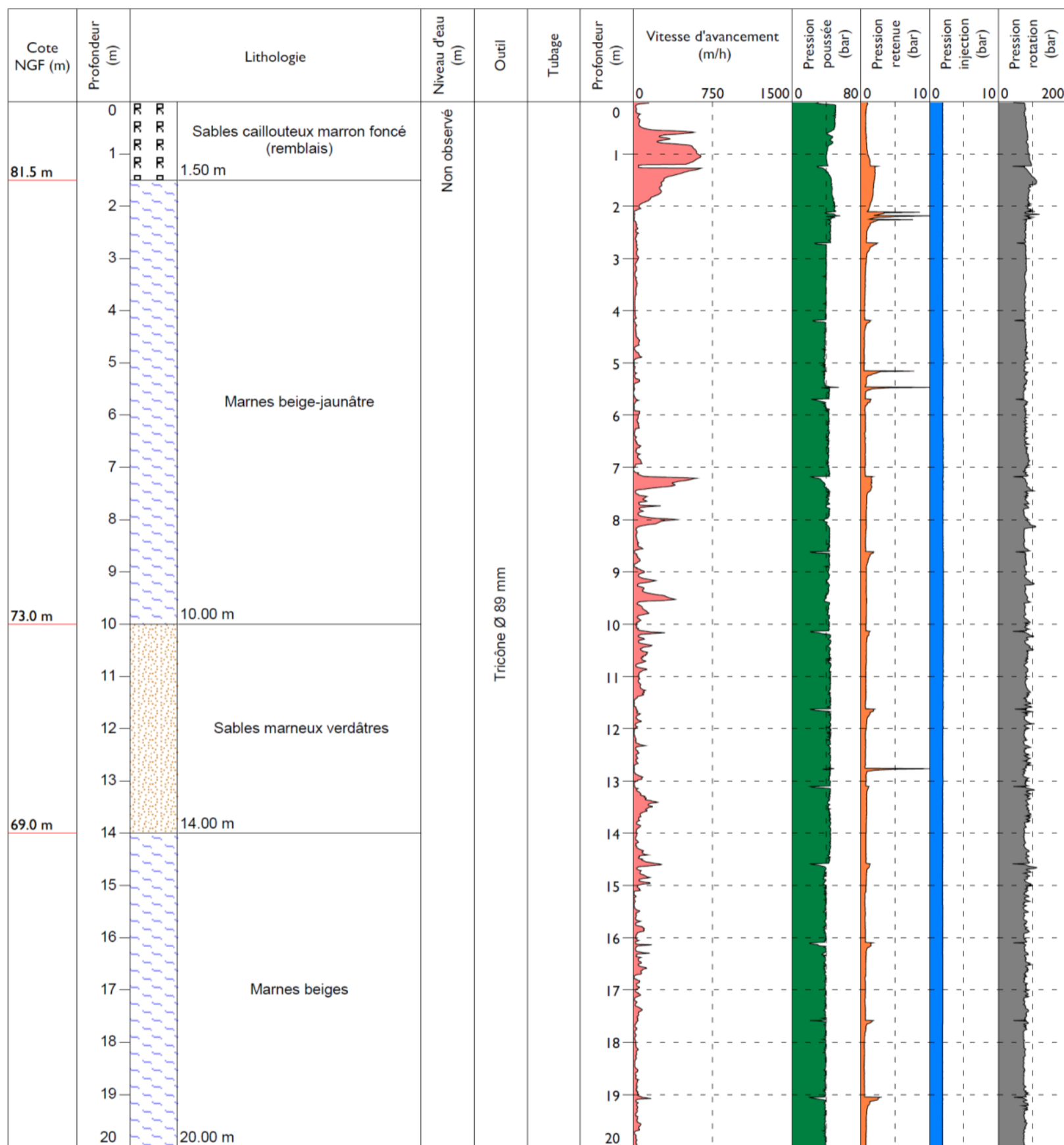
Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
							0	750	1500				
	0					0							
	1					1							

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 27/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m

**Sondage : SD8**

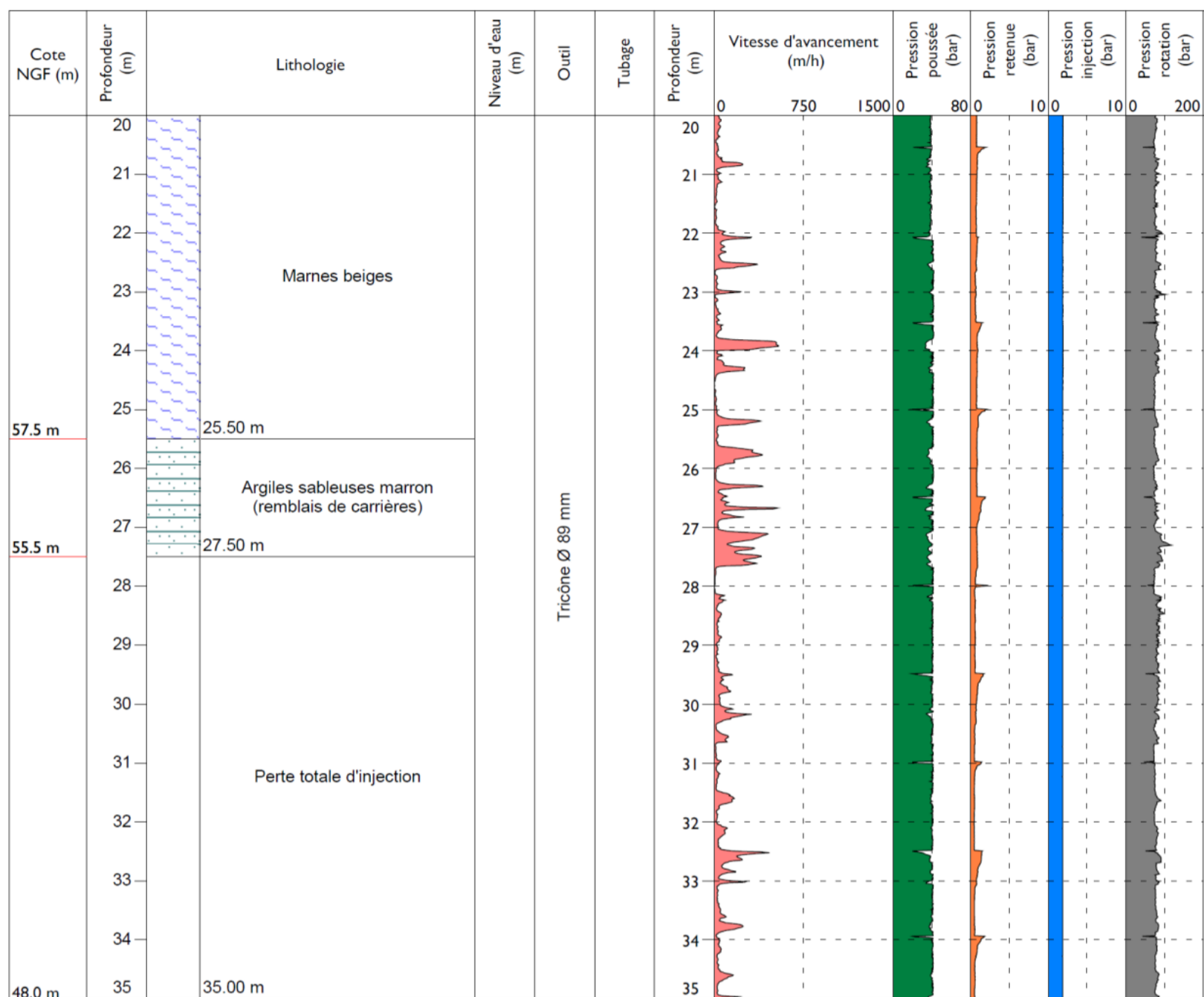
EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


Carrières souterraines BAGNEUX (92)

**SD8**



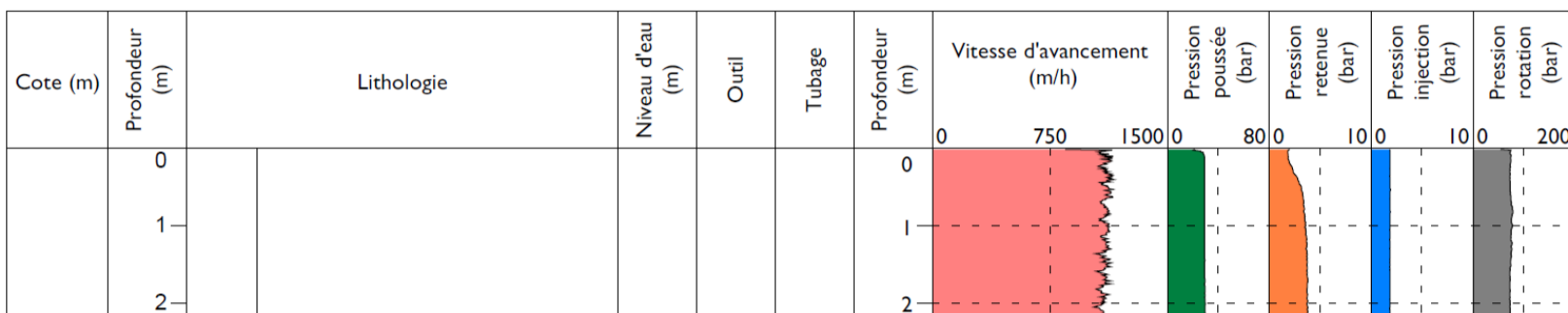
Page 2/2

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 27/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 2.24 m

**Sondage : SD8 - EB**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

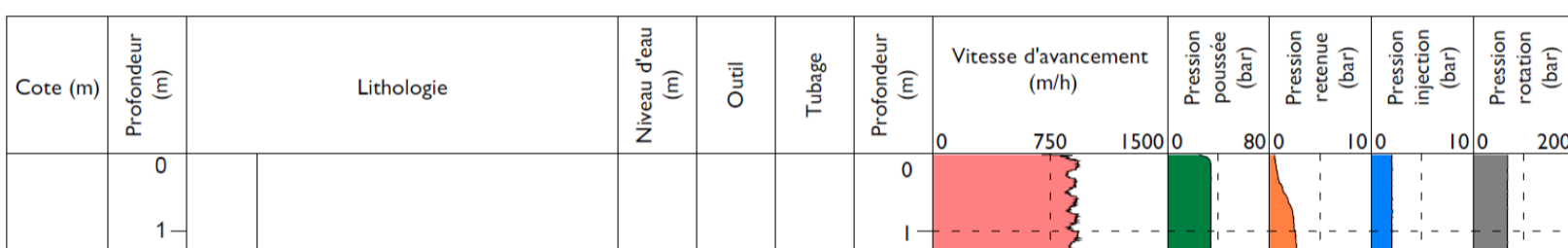


Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 27/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 1.36 m

**Sondage : SD8 - EH**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

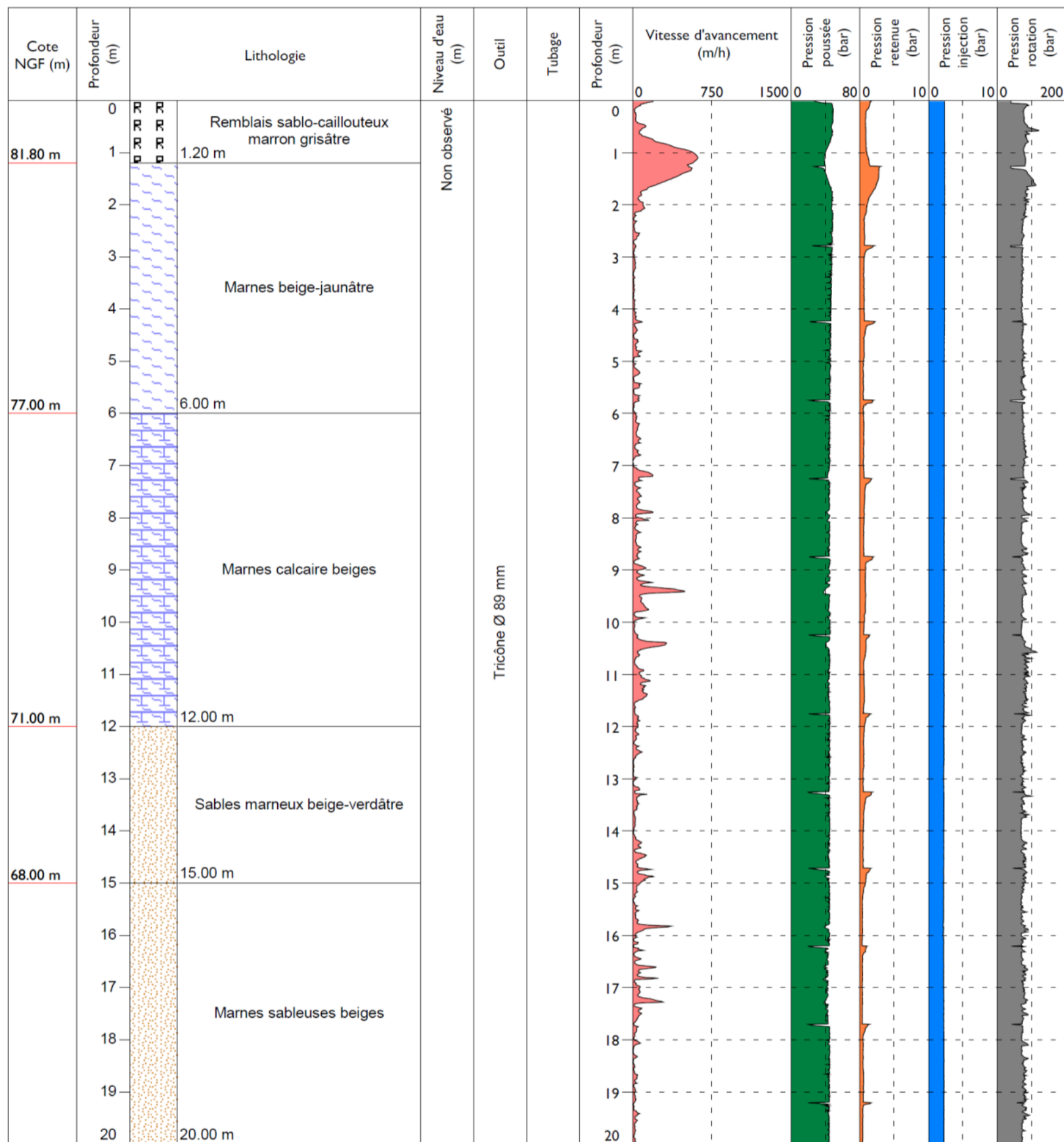


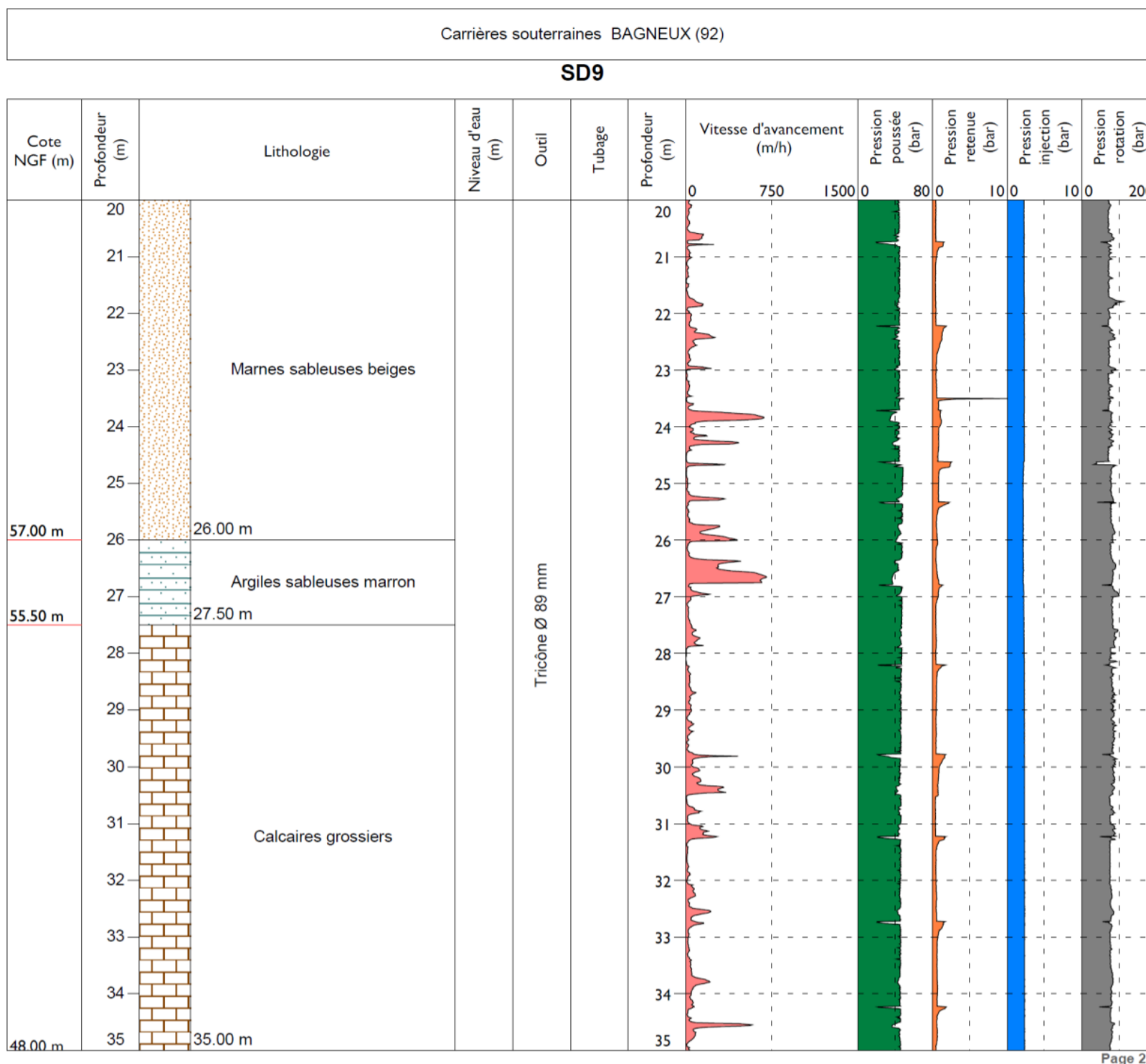
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 26/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m

**Sondage : SD9**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

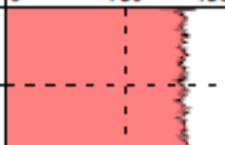
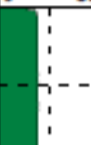
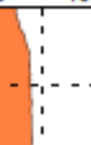

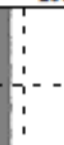





 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 26/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 1.90 m

**Sondage : SD9 - EB**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

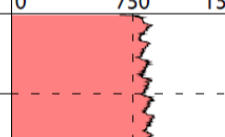
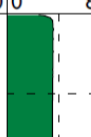
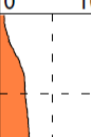
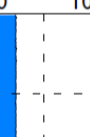
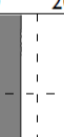
Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
							0	750	1500	0	80	0	10
	0					0							
	1				1								

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr


 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 26/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 1.62 m

**Sondage : SD9 - EH**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

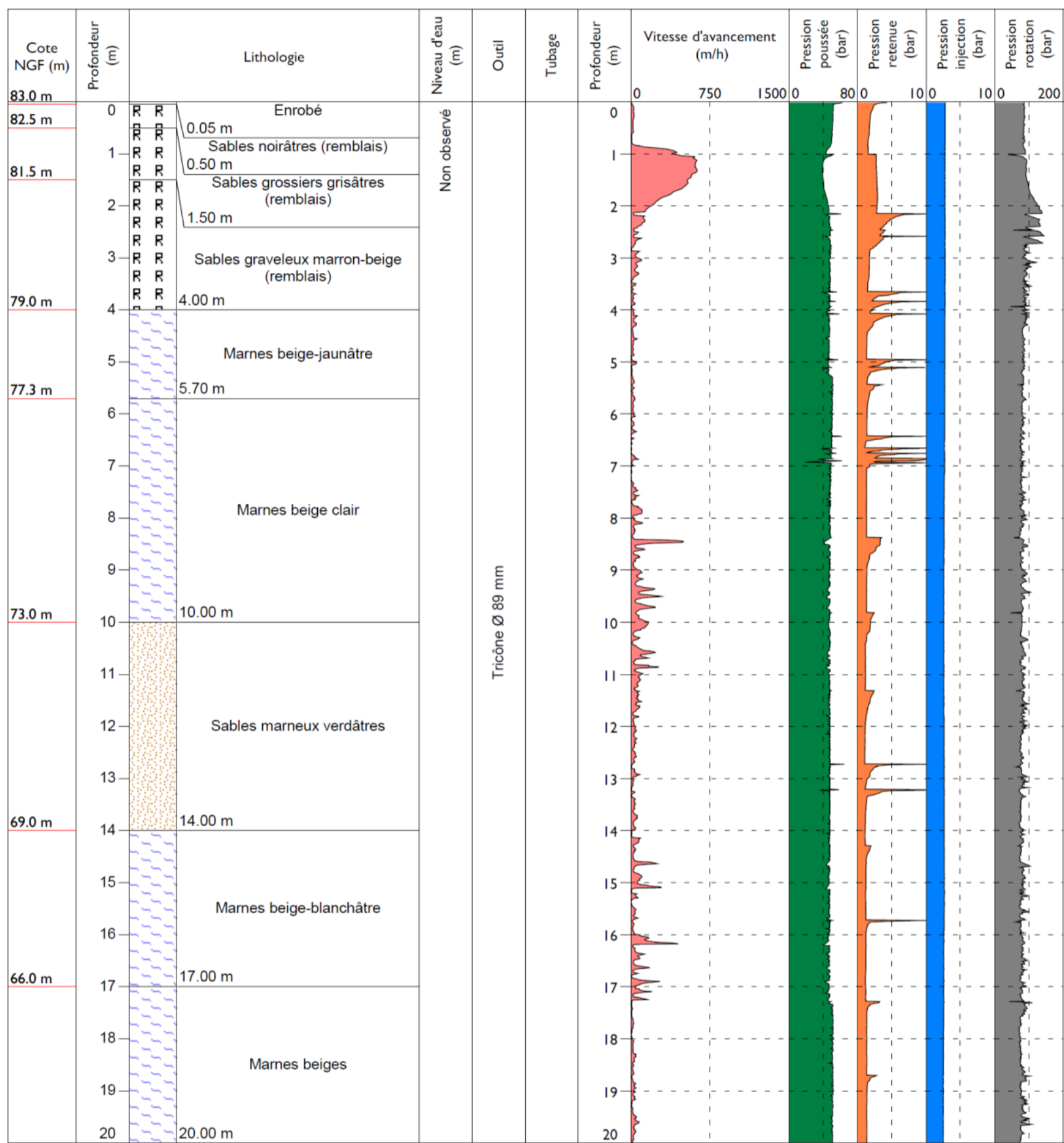
Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)			Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
							0	750	1500	0	80	0	10
	0					0							
	1				1								

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 29/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m

**Sondage : SD10**

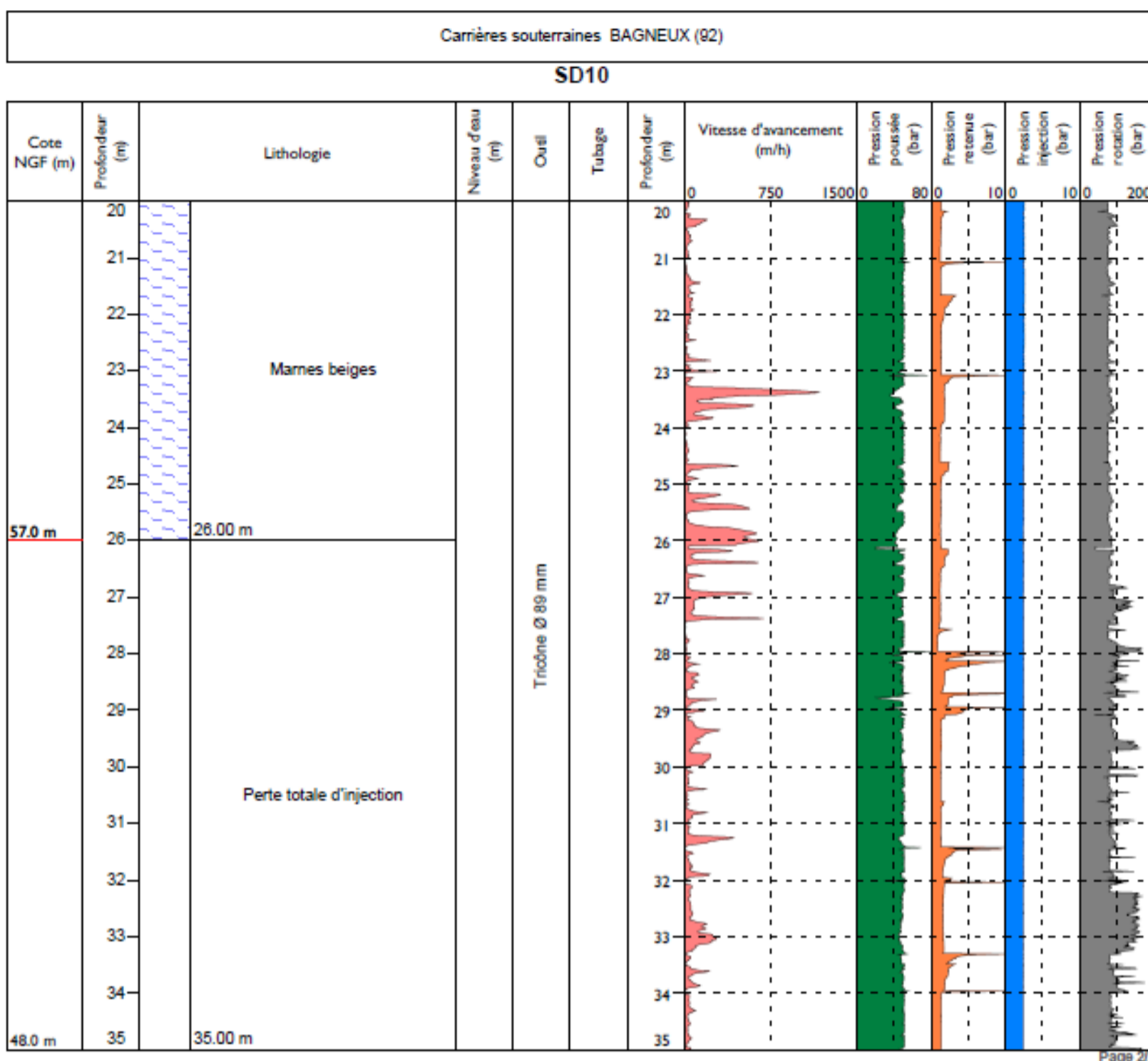
EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR




Tricône Ø 89 mm

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

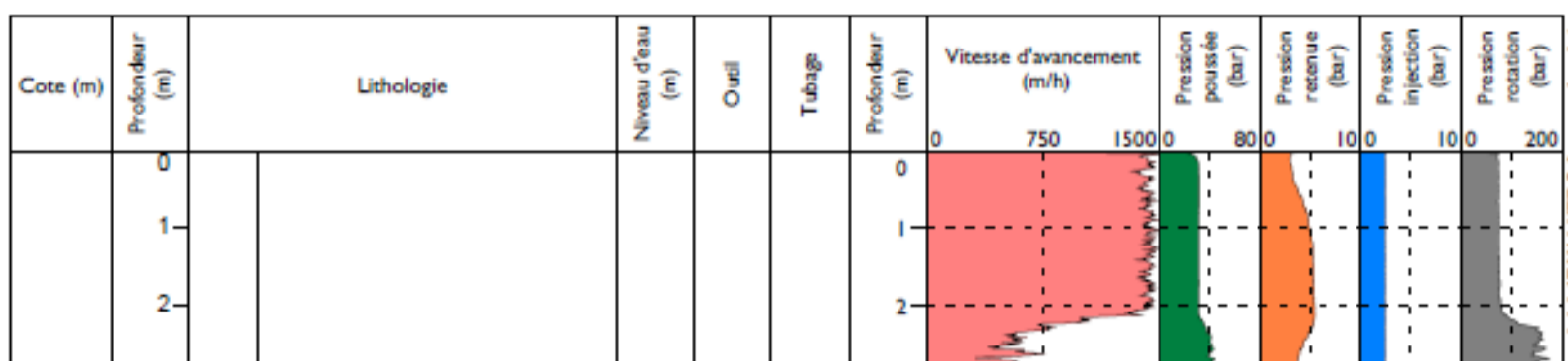





 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>			N° affaire IP160291
	Date : 29/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 2.86 m	

**Sondage : SD10 - EB**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

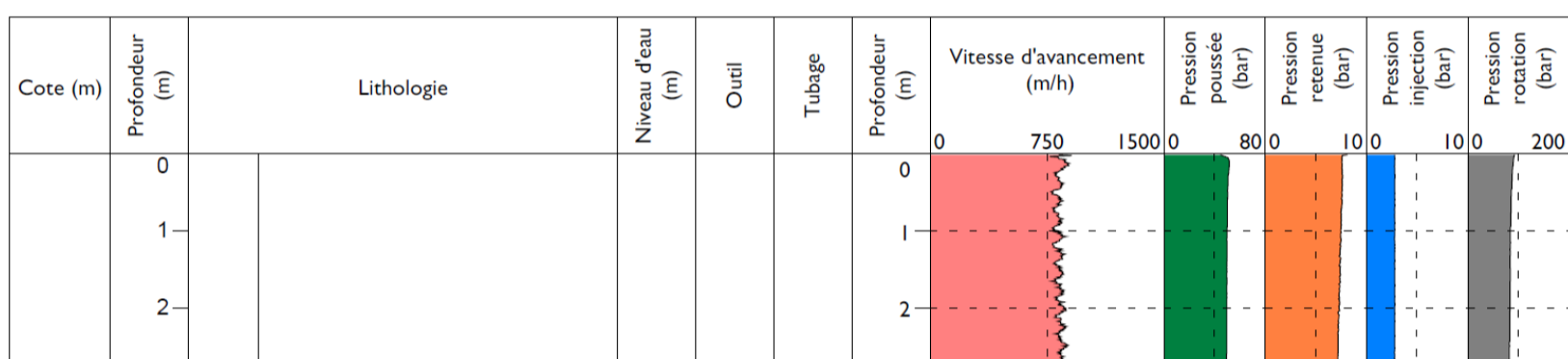


Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>			N° affaire IP160291
	Date : 29/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 2.77 m	

**Sondage : SD10 - EH**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

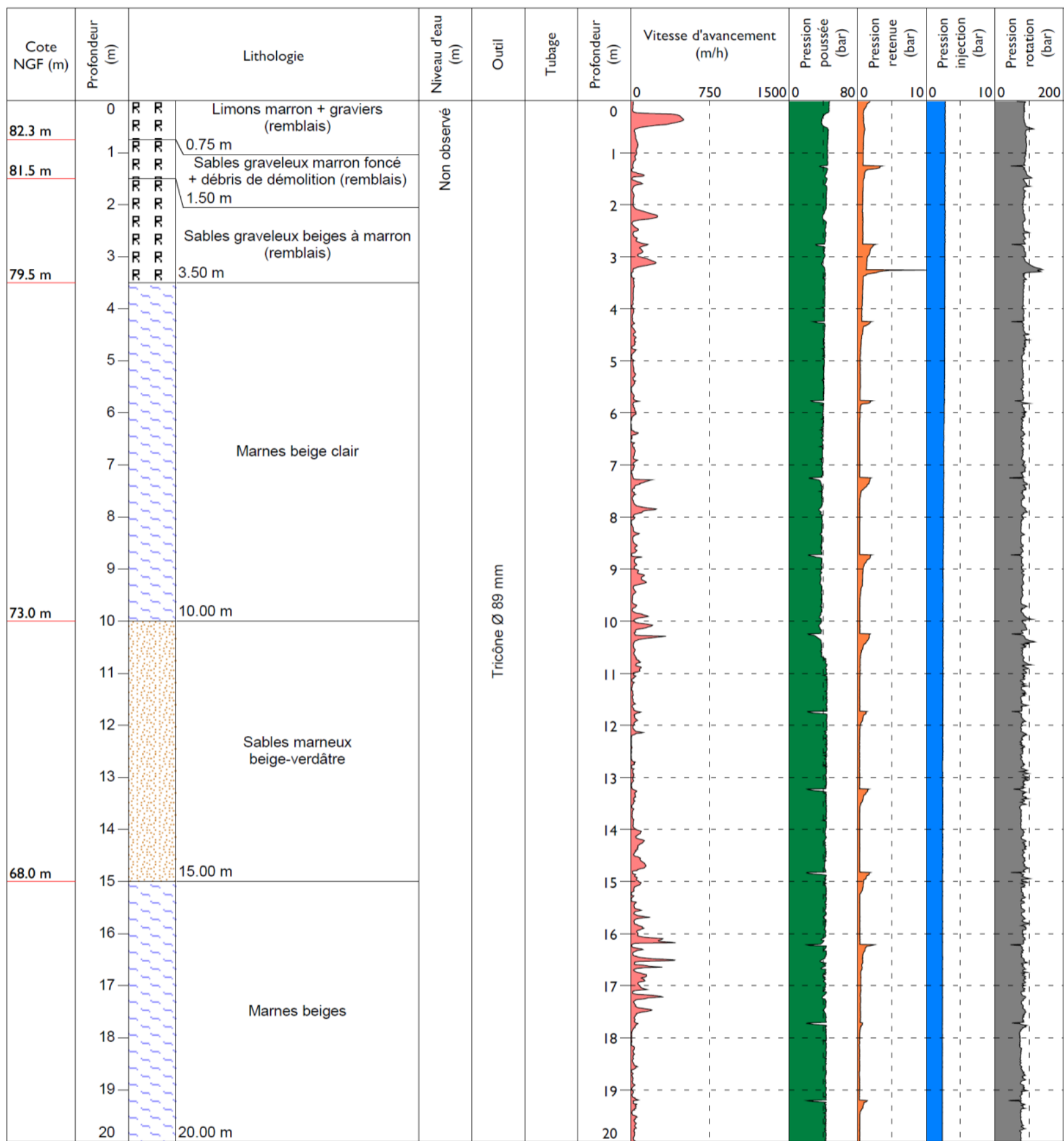


Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 27/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m

**Sondage : SD11**

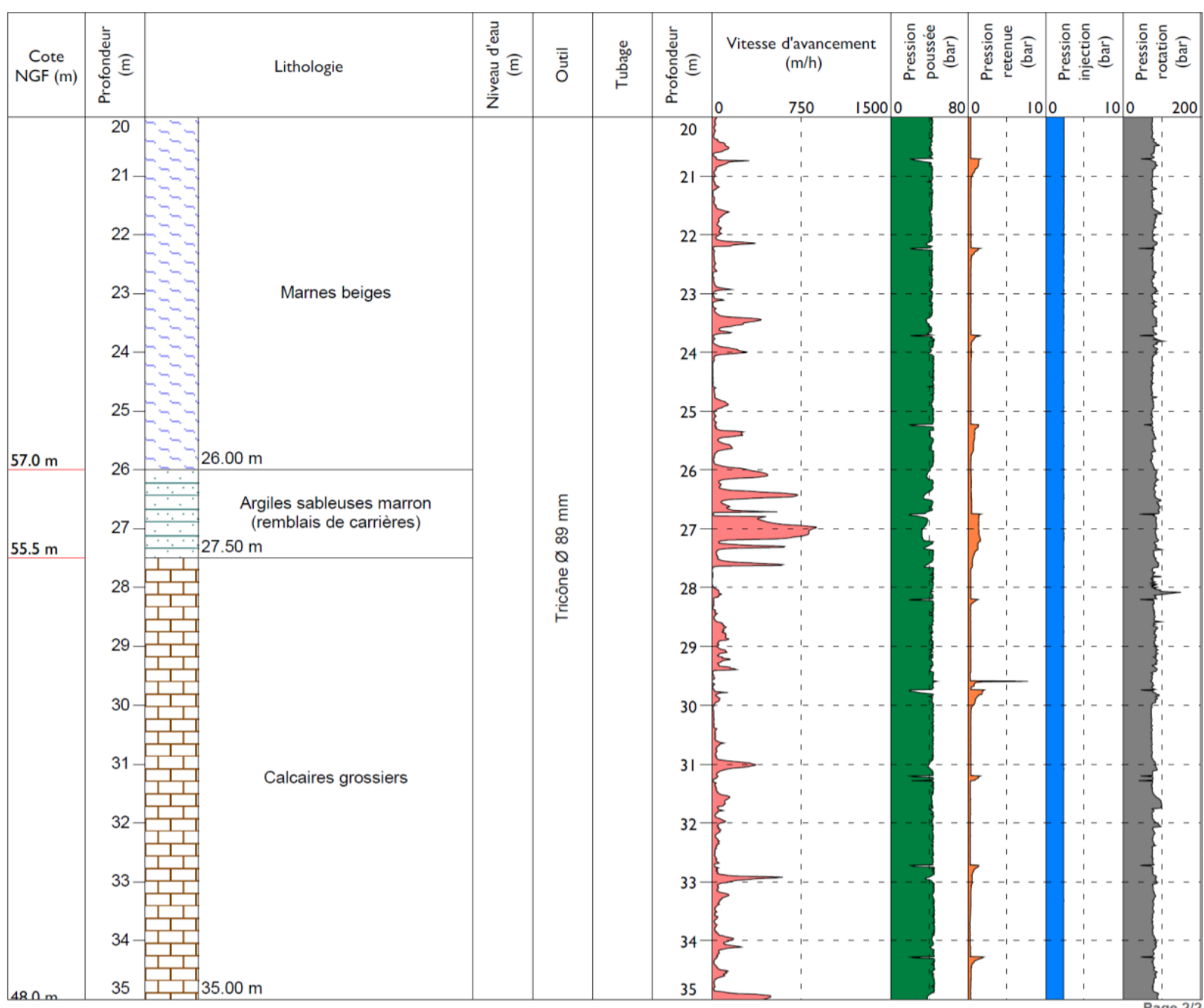
EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR




Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

Carrières souterraines BAGNEUX (92)

**SD11**




 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 27/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 2.84 m

**Sondage : SD11 - EB**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
	0					0	0 750 1500	0 80	0 10	0 10	0 200
	1					1					
	2					2					

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr


 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 27/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 1.93 m

**Sondage : SD11 - EH**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

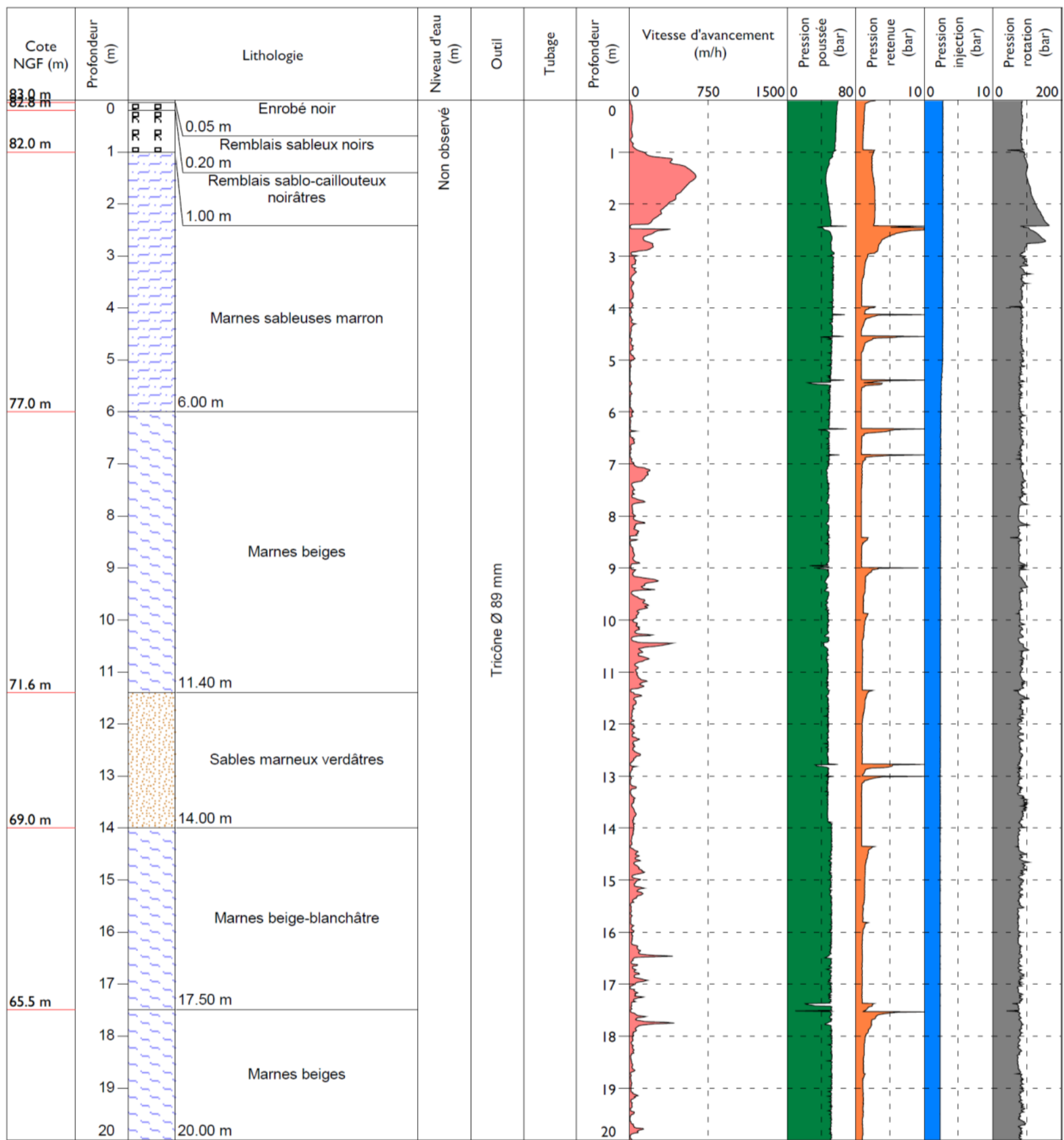
Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Profondeur (m)	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression poussée (bar)	Pression retenue (bar)	Pression injection (bar)	Pression rotation (bar)
	0					0	0 750 1500	0 80	0 10	0 10	0 200
	1					1					

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>		N° affaire IP160291
	Date : 28/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 35.00 m

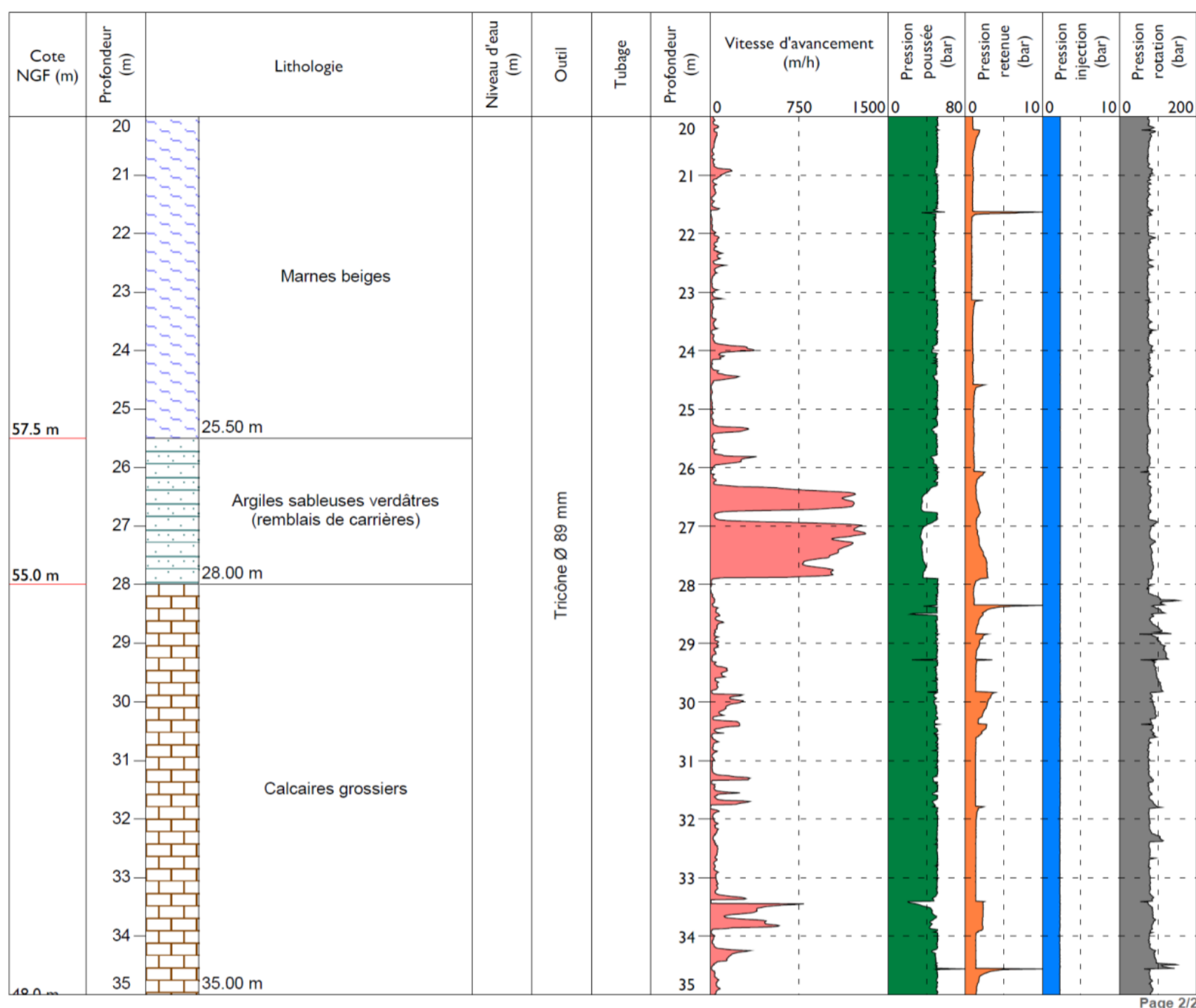
**Sondage : SD12**


EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR



Carrières souterraines BAGNEUX (92)

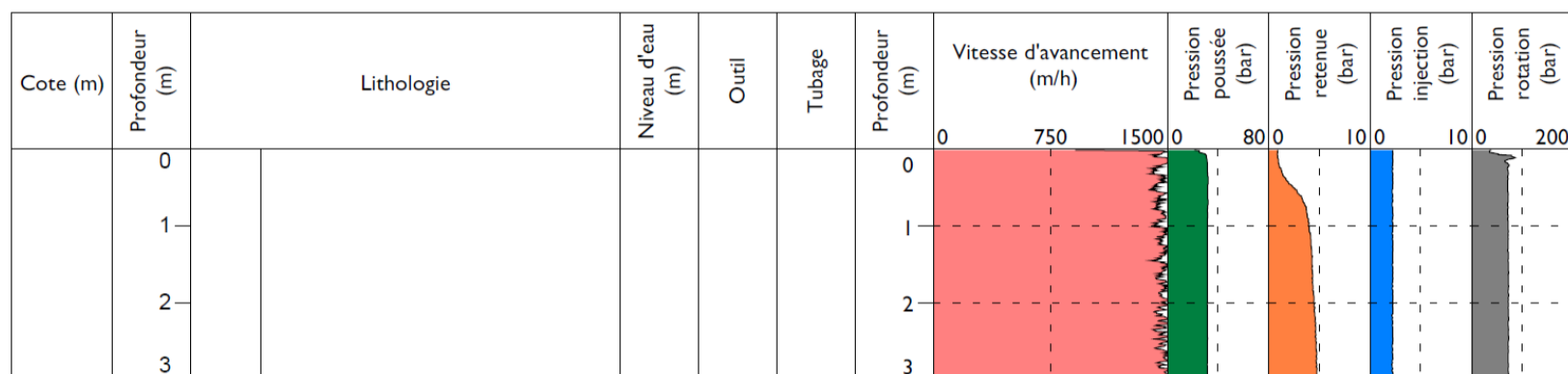
**SD12**




 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>			N° affaire IP160291
	Date : 28/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 3.03 m	

**Sondage : SD12 - EB**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR

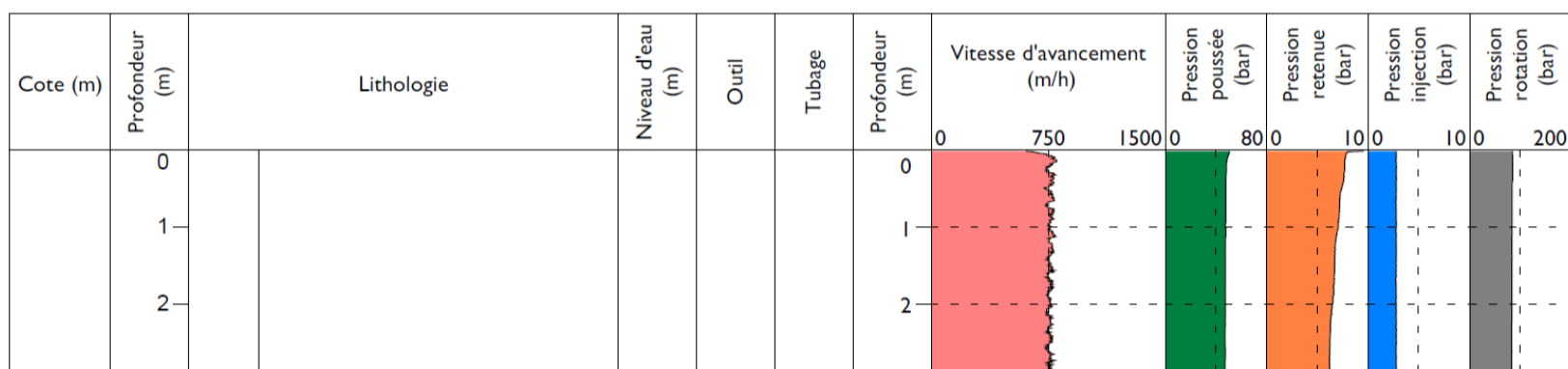


Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 # GÉOTECHNIQUE	<b>Carrières souterraines BAGNEUX (92)</b>			N° affaire IP160291
	Date : 28/12/2016	Cote NGF (m) : 83.0	Profondeur : 0.00 - 2.93 m	

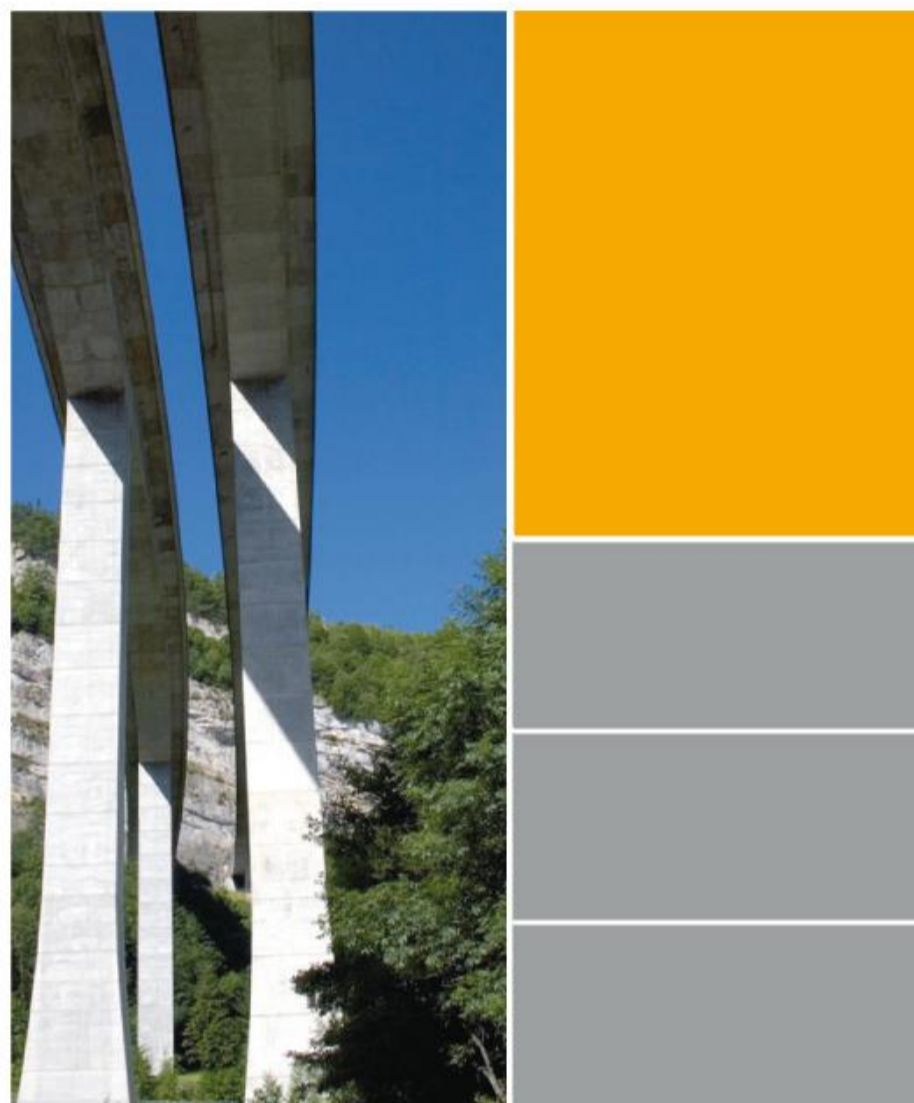
**Sondage : SD12 - EH**

EXGTE B3.17.17/BP6EPF428FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr





**fondasol**

TERRITOIRE(S) D'EXIGENCE

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