TECHNOSOL

MAITRE D'OUVRAGE :

HOPITAL DE PÉDIATRIE ET DE RÉÉDUCATION

Rue de la Grouaille
78830 BULLION

SITE

Rue de la Grouaille
BULLION (78)

RECONNAISSANCE DE SOLS
CONSTRUCTION DE DEUX BATIMENTS

(Etude d'avant projet géotechnique – Mission G12)

Rédigé par : *Jacques-Jean TONDJI BIYO*	
Approuvé par : *Christel DROCHON*	
Contrôlé par : *Remi VIALARD*	

Rapport n°TEA120025

Pièce 001 - Version A

diffusion du 16 juillet 2012

Nombre de pages : 26

Route de la Grange aux Cercles - 91160 BALLAINVILLIERS - Tél : 01 69 09 14 51 - Fax : 01 64 48 23 56
contact@technosol.fr - www.technosol.fr
Rue de la Vigne - ZI Ouest - 14650 CARPIQUET - Tél. : 02 31 73 63 30 - Fax : 02 31 73 63 31
7 rue Andreï Sakharov - 76130 MONT SAINT AIGNAN - Tél : 02 35 66 66 52 - Fax : 02 35 66 22 76
normandie@technosol.fr - www.technosol.fr

SOMMAIRE

1. DEFINITION DE LA MISSION 3

2. PROJET 5

3. SITE 5

4. RESULTATS OBTENUS 6

4.1. Lithologie 6
4.2. Niveaux d'eau souterraine 7
4.3. Caractéristiques pressiométriques 8
4.4. Enregistrement des paramètres de forages 10

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 11

5.1. Contexte général 11
5.2. Contexte géotechnique in situ 11
5.3. Solution de fondation 12
5.4. Terrassement 14
5.5. Niveau bas du RDC 14
5.6. Drainage 15
5.7. Aléas et incertitudes 15

ANNEXES

- Plan de situation
- Plans d'implantation des sondages
- Sondages pressiométriques (SPA1 à SPA3) et diagraphies instantanées
- Sondages pressiométriques (SPB1 à SPB4) et diagraphies instantanées
- Tests de chute
- classification des missions d'ingénierie géotechnique types (NF P 94-500 de décembre 2006)
- schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

1. DEFINITION DE LA MISSION

A la demande Mme MC PEYRON agissant pour le compte de l'HOPITAL DE PEDIATRIE ET DE REEDUCATION, nous avons réalisé à **BULLION (91),** une reconnaissance de sols préalable à la construction de deux bâtiments**.**

La présente étude rentre dans le cadre de l'avant projet géotechnique (mission de type G12) selon la norme NFP 94-500 de Décembre 2006, sur la classification des missions géotechniques. Les travaux et essais géotechniques, anciennement G0, sont inclus dans la mission précitée qui devra permettre :

- d'établir une synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique sommaire du site,
- de définir le type de fondation envisageable au stade de l'avant-projet,
- de déterminer le type de plancher bas envisageable,
- de définir les éléments de pré dimensionnement,
- d'indiquer certains principes généraux et particuliers d'exécution des fondations (risques de déformation des terrains, terrassements, tenue des fouilles et soutènements éventuels, dispositions générales vis-à-vis de la nappe).

Il s'agit de travaux géotechniques dont l'objectif n'est ni de détecter, ni de quantifier la pollution des sols, ni même de dimensionner d'éventuelles voiries.

Conformément à la demande du client et au plan de positionnement des sondages placé en fin de ce rapport, le programme de la reconnaissance a comporté les travaux ci-dessous.

❖ Préparation du chantier et implantation des sondages sur le site.

❖ Sept sondages destructifs de reconnaissance géotechnique et de type pressiométriques réalisés en rotopercussion au taillant de diamètre 64 mm avec :

- Emplacement A,
  - *SPA1 descendu jusqu'à 8.20 m de profondeur,*
  - *SPA2 descendu jusqu'à 8.20 m de profondeur,*
  - *SPA3 descendu jusqu'à 10.46 m de profondeur.*

- Emplacement B,
  - *SPB1 descendu jusqu'à 10.01 m de profondeur,*
  - *SPB2 descendu jusqu'à 10.0 m de profondeur,*
  - *SPB3 descendu jusqu'à 11.0 m de profondeur.*
  - *SPB4 descendu jusqu'à 12.0 m de profondeur.*

- Enregistrement numérisé des paramètres de forage sur toute la hauteur au droit des sondages SP précédents.

- Quarante huit (2x6u+3x7u+1x8u) essais pressiométriques au total (tube lanterné/sonde nue), dans le but de mesurer les caractéristiques mécaniques in situ dans les sondages SP ci-dessus.

- Equipement des sondages SPA3 et SPB4 en tubes PVC respectivement d'environ 10 et 12 mètres de long et munis chacun d'une chaussette géosynthétique afin de déterminer immédiatement à l'issue de la reconnaissance de sol, un éventuel niveau d'eau dans le terrain.

- *Nivellement sommaire des différents points* de reconnaissance par rapport à un point de référence pris sur le site.

- Nettoyage sommaire du site.

Notre intervention sur le site s'est déroulée du 08 au 14 mars 2012.

A ce jour, pour la réalisation de la présente étude, Mme MC PEYRON nous a transmis un plan de masse de l'HPR avec délimitation des emplacements prévus pour les deux futurs bâtiments.

<u>Matériel utilisé pour cette intervention</u> :

- Sondeuse : machines hydrauliques de type SOCOMAFOR 35 et SEDIDRILL 205 montées sur chenillard,

- Enregistreur des paramètres de forage : Lutz,

- Essais in-situ : C.P.V. type APAGEO MENARD conforme à la norme NFP 94-110, relié à une sonde pressiométrique standard ∅ 63 mm (tube lanterné/sonde nue),

- Logiciel de traitement des données de sondage : GEOLOG 3.2.

2. PROJET

Le projet prévoit sur deux terrains situés au sein de l'HPR et correspondant aux emplacements A et B, la construction de deux structures avec :

- Emplacement A ; construction d'une maison des parents d'une emprise au sol de 500 à 600 m², de type RDC simple,
- Emplacement B ; construction d'une extension au pavillon Guérin. Il s'agira d'une construction traditionnelle de type RDC sur un sous sol général avec une emprise au sol d'environ 1000 à 1200 m².

A ce stade d'avant projet et en l'absence d'éléments plus précis sur le projet, notamment les plans et descentes de charge, notre étude gardera un caractère général avec principalement la détermination de la capacité portante théorique du sol.

3. SITE

✓ Les sites sur lesquels sont envisagés les projets correspondent, au moment de notre intervention, à des espaces boisés, vierges de toute construction. Ces parcelles présentent de très légères déclivités vers le Sud-Est.

✓ D'après l'Atlas géologique de RAMBOUILLET au 1/50000ème, les études déjà réalisées dans le secteur et les différents documents en notre possession, la géologie probable au droit du projet, au-delà des éventuels remblais d'aménagement du site, devait être la suivante :

- Recouvrements limoneux,
- Argiles à meulière de Montmorency,
- Sables et Grès de Fontainebleau.

✓ Pour le nivellement sommaire des têtes de sondages, nous avons utilisé comme point de nivellement, une grille sur la voie entre les deux parcelles. Ce point a été pris à la cote de 0 en système indépendant, il en découle les cotes relatives ci-dessous :

ZSPA1: ≈ - 1.15 **ZSPA2: ≈ - 0.54** **ZSPA3: ≈ - 1.17**
ZSPB1: ≈ 0.66 **ZSPB2: ≈ 1.41** **ZSPB3: ≈ 1.45** **ZSPB4: ≈ 1.16**

Ce nivellement sera à faire vérifier par le géomètre expert du projet et, si nécessaire, à caler en cote NGF.

Dans la suite de cette étude, les niveaux géologiques et géotechniques seront donnés en termes de profondeur par rapport à la tête des sondages réalisés depuis le terrain existant au moment de notre intervention du 08 au 14 mars 2012.

4. RESULTATS OBTENUS

4.1. Lithologie

Les coupes lithologiques plus ou moins précises données ci-dessous ont été établies à partir :

- des débris de terrain mélangés au fluide de forage et déstructurés par la technique des sondages destructifs (SP).

- de l'interprétation des diagraphies instantanées enregistrées au droit de ces sondages destructifs.

L'examen des matériaux remontés et observés au cours de l'exécution des sondages destructifs ainsi que l'interprétation des diagraphies instantanées ont permis d'établir comme suit la succession des sols reconnus.

❖ ***De 0 m jusqu'à 0.4/0.8 m de profondeur environ voire 1.2 m de profondeur localement.***

Il s'agit de la terre végétale limoneuse marron-foncé à brunâtre surmontant localement une alternance argilo-sableuse jaunâtre à ocre pouvant contenir des fragments rocheux. Il s'agirait essentiellement là de ***Terrains de recouvrements.***
Toutefois, on ne peut pas exclure la présence de passages plus ou moins remaniés pouvant contenir des débris hétérogènes. Dans cette configuration, il s'agirait de ***Remblais*** hétérogènes qui peuvent présenter des surépaisseurs en fonction des aménagements antérieurs notamment aux abords de la route et des constructions voisines. De part leur nature, ils peuvent contenir d'éventuels vestiges, des niveaux indurés ou blocs de toute dimension ainsi que des éventuels passages décomprimés.

❖ ***De 0.4/1.2 m jusqu'à 1.6/2.4 m de profondeur.***

Il s'agit d'une **argile gravelo-sableuse** jaunâtre, ocre, rougeâtre à grisâtre avec des rognons et bloc de meulière traversées jusqu'à environ 1.6/2.4 m de profondeur et dont la limite avec la formation sous jacente (argilo-sableuse) est difficile à déterminer. Il pourrait s'agir de la formation géologique des ***argiles à meulière de Montmorency***.

❖ ***De 1.6/2.4 m jusqu'à 3.3/6.1 m de profondeur.***

Il s'agit d'une **argile sablo-graveleuse** voire de **sable argilo-graveleux** jaunâtre, ocre, rougeâtre à grisâtre avec des rognons et bloc de meulière traversés jusqu'à environ 3.3/6.1 m de profondeur qui pourrait appartenir soit à la formation géologique des ***argiles à meulière de Montmorency*** *soit à celle des* ***Sables et Grès de Fontainebleau.***

- ***De 3.3/6.1 m jusqu'à l'arrêt volontaire de nos différents sondage (soit 8.20/12.0 m de profondeur).***

  Nous avons traversé des ***sables et sables fins plus ou moins compacts*** pouvant présenter quelques passages graveleux voire légèrement argileux.

  Au niveau de l'emplacement B sauf au droit de SP_{B1}, cette formation semble reconnue à partir de 3.3/4.0 m de profondeur alors qu'à l'emplacement A elle n'est rencontrée qu'au-delà de 5.8 m de profondeur. Cet ensemble pourrait correspondre à la formation géologique des ***Sables et grès de Fontainebleau***.

Nous rappelons que seul un sondage carotté permet de définir avec précision la nature et les limites entre les différentes formations.

4.2. Niveaux d'eau souterraine

Pour cette intervention, les différents sondages destructifs ont été exécutés en rotation avec utilisation d'un fluide de forage.

Seuls les sondages SP_{A3} et SP_{B4} ont été équipés de tubes en PVC d'une longueur respective de 10 et 12 m et crépinés à partir de 2 m de profondeur. Chaque tube PVC a été protégé par une chaussette géosynthétique.

Dans les sondages équipés ou non, nous avons mesuré les niveaux d'eau **non stabilisés** ci-dessous par rapport au sol extérieur actuel:

- SP_{A1} du 12/03/2012 pas d'eau ce jour jusqu'à 8.2 m de profondeur,
- SP_{A2} du 12/03/2012 pas d'eau jusqu'à 8.2 m de profondeur le 13/03/2012,
- SP_{A3} du 13/03/2012 (avec PVC) eau à 7.37 m de profondeur immédiatement après le forage,
- SP_{B1} du 12/03/2012 pas d'eau ce jour jusqu'à 10.0 m de profondeur,
- SP_{B2} du 12/03/2012 pas d'eau ce jour jusqu'à 10.0 m de profondeur,
- SP_{B3} du 09/03/2012 pas d'eau ce jour jusqu'à 11.0 m de profondeur,
- SP_{B4} du 08/03/2012 (avec PVC) pas d'eau jusqu'à 12.0 m de profondeur le 13/03/2012

Le niveau d'eau relevé en SP_{A3} l'a été immédiatement après la réalisation des forages et donc fortement influencés par le fluide de forage.

Pour tous les autres forages jusqu'à 8/12 m de profondeur, aucun niveau d'eau statique n'a été mis en évidence. Le niveau statique de la nappe généralement recelée au sein de l'aquifère des sables de Fontainebleau n'a pas été relevé à ce stade.

Toutefois, en période pluvieuse prolongée et compte tenu du contexte topographique, des circulations épisodiques et erratiques sont susceptibles de se produire dans les terrains de subsurface à la faveur des contrastes de perméabilité en leur sein. Des nappes perchées peuvent aussi être rencontrées au sein de tels terrains, les argiles à meulière ayant une perméabilité assez variable, mais généralement faible.

4.3. Caractéristiques pressiométriques

Au droit des différents sondages (emplacements A et B), les caractéristiques mécaniques des terrains rencontrés ont été mesurées in situ par le biais d'essais pressiométriques effectués à partir de 0.8 m de profondeur, selon un espacement de 1 à 1.5 m et jusqu'à environ 12 mètres de profondeur au maximum. L'analyse statistique des résultats obtenus est présentée ci-dessous comme suit.

- *Terrains de recouvrement et Remblais divers de 0 jusqu'à 0.4/1.2 m de profondeur environ*.

Dans ces terrains plus ou moins hétérogènes, aucun essai pressiométrique n'a été réalisé.

Nous rappelons que dans le cas des remblais, de part leur nature, ils peuvent contenir indifféremment des niveaux fortement indurés ou totalement décomprimés.

- *Argiles à meulière de Montmorency de 0.4/1.2 m jusqu'à 1.6/2.4 m de profondeur environ.*

Dans ces terrains nous avons réalisé 10 essais pressiométriques dont les résultats sont synthétisés ci-dessous :

	Pl* mini	Pl* maxi	Pl* moyen (a)	Pl* moyen (c)	Ecart-type	Dispersion
Pl* (MPa)	0.70	2.57	1.35	1.24	0.56	0.42

	E_M mini	E_M maxi	E_M moyen (a)	E_M moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
E_M (MPa)	6.8	35.6	22.31	15.86	10.29	0.46

(a) moyenne arithmétique (b) moyenne harmonique (c) moyenne géométrique.

Ces résultats pressiométriques plus ou moins hétérogènes sont caractéristiques d'un terrain de bonne compacité générale avec localement des passages de compacité moyenne ou élevée.

❖ *Argile sableuse et/ou sable argileux de 1.6/2.4 m jusqu'à 3.3/6.1 m de profondeur environ.*

Dans ces terrains nous avons réalisé 16 essais pressiométriques dont les résultats sont synthétisés ci-dessous :

	Pl* mini	Pl* maxi	Pl* moyen (a)	Pl* moyen (c)	Ecart-type	Dispersion
Pl* (MPa)	1.21	4.34	2.58	2.41	0.88	0.34

	E_M mini	E_M maxi	E_M moyen (a)	E_M moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
E_M (MPa)	14.0	98.6	43.06	32.66	20.87	0.48

(a) moyenne arithmétique (b) moyenne harmonique (c) moyenne géométrique.

Ces résultats pressiométriques sont caractéristiques d'un terrain *de compacité générale élevée à très élevée avec des passages de bonne compacité*.

❖ *Sables et Grès de Fontainebleau de 3.3/6.1 m jusqu'à l'arrêt volontaire de nos sondages (soit 8.2/12.0 m de profondeur).*

Dans cette formation sableuse sensu stricto, nous avons réalisé 22 essais pressiométriques dont uniquement les résultats de 18 essais sont synthétisés ci-dessous :

	Pl* mini	Pl* maxi	Pl* moyen (a)	Pl* moyen (c)	Ecart-type	Dispersion
Pl* (MPa)	1.49	5.10	3.02	2.89	0.87	0.29

	E_M mini	E_M maxi	E_M moyen (a)	E_M moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
E_M (MPa)	16.0	103.7	47.16	37.07	23.95	0.51

(a) moyenne arithmétique (b) moyenne harmonique (c) moyenne géométrique.

Ces résultats pressiométriques sont caractéristiques d'un terrain *de compacité générale très élevée*.

Nota : Au droit de SP_{B4}, entre 6.5 m et 11.5 m de profondeur, au sein de la formation des sables et grès de Fontainebleau, nous avons réalisé 4 essais pressiométriques dont les résultats sont anormalement faibles avec successivement :
Pl (MPa) ≈* ***0.45 ; 0.46 ; 0.56 ; 0.48***
E_M (MPa) ≈ ***6.4 ; 7.4 ; 10.7 ; 11.5.***

Ces résultats sont caractéristiques d'un terrain de compacité faible. Ce qui ne semble pas représentatif de la formation.

Avec :

Em = Module pressiométrique

Pl* = Pression limite nette

1 MPa = 10 kg/cm² ou 10 bars

Dans les formations traversées au droit du site, les modules pressiométriques élevés (>80 MPa) correspondent à des niveaux indurés à très indurés.

Notons que des variations horizontales et /ou verticales inhérentes au passage d'un faciès à un autre sont toujours possibles, mais difficiles à détecter compte tenu du faible rapport entre la surface testée par un sondage et la surface à étudier ou à construire. Ainsi, les valeurs pressiométriques obtenues gardent un caractère assez représentatif mais jamais absolu.

L'ensemble des résultats pressiométriques obtenus est consigné sur les fiches analytiques en annexe de ce rapport.

4.4. Enregistrement des paramètres de forages

Les paramètres instantanés de forage mesurés, notamment la pression de poussée ou pression sur l'outil (PO), la pression d'injection (PI), le couple de rotation (CR) et la vitesse d'avancement (VA) ou la vitesse instantanée d'avancement (VIA), sont conformes aux valeurs usuelles pour les différents horizons traversés au droit de nos sondages.

Nous rappelons qu'en règle générale, avec les matériels de forage utilisés, on considère être en présence d'un vide franc pour une VA/VIA de l'ordre de 800/1000 m/h avec une PO constante autour de 50/60 bars.

Au droit de nos différents sondages, on peut résumer ainsi les VA :

- Dans les remblais/recouvrement, VA/VIA peuvent atteindre 150 à 250 m/h,
- Au-delà de ces terrains de subsurface, si l'on néglige les pic de hauteur inférieure à 20 centimètre, les VA restent globalement inférieures à 125/150 m/h.

Il n'est donc pas à noter d'anomalies significatives dans les formations testées.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1. Contexte général

Le projet prévoit sur deux terrains situés au sein de l'HPR et correspondant aux emplacements A et B, la construction de deux structures avec :

- Emplacement A ; construction d'une maison des parents d'une emprise au sol de 500 à 600 m², de type RDC simple,
- Emplacement B ; construction d'une extension au pavillon Guérin. Il s'agira d'une construction traditionnelle de type RDC sur un sous sol général avec une emprise au sol d'environ 1000 à 1200 m².

Dans tous les cas, à ce stade d'avant projet (mission géotechnique de type G12) et en l'absence d'éléments plus précis sur le projet, notamment les plans et descentes de charge, notre étude gardera un caractère général avec principalement la détermination de la capacité portante théorique du sol et des conditions générales d'adaptation au sol.

5.2. Contexte géotechnique in situ

Cette étude géotechnique n'a pas pour objectif de détecter, ni de quantifier la pollution des sols, ni même de dimensionner d'éventuelles voiries.
Les différents travaux géotechniques réalisés du 08 au 14 mars 2012 dans le but d'envisager l'adaptation au sol de ce projet, permettent d'établir la synthèse ci-dessous.

Lithologie et caractéristiques mécaniques

- *Des Terrains de couverture et/ou remblais* d'une épaisseur d'environ 0.4 à 1.2 m dont les caractéristiques mécaniques n'ont pas été mesurées. Dans le cas des remblais, de part leur nature, ils peuvent présenter des épaisseurs variables (particulièrement le long des voies, des parkings ou des constructions existantes – pavillon GUERIN par exemple) pouvant contenir des niveaux indurés, des blocs de toute dimension, des vestiges divers ainsi que des éventuels passages décomprimés.

- *Des argiles à meulière de Montmorency* traversées jusqu'à 1.6/2.4 m de profondeur environ de *compacité générale élevée à très élevée avec des passages de bonne compacité.*

- Des argiles sableuses et/ou sables argileux plus ou moins graveleux *de compacité générale élevée à très élevée avec des passages de bonne compacité*.

- *Des sables et grès de Fontainebleau (SS)* traversés jusqu'à la fin de nos sondages (soit 8.2/12.0. m de profondeur environ) de *compacité générale très élevée*.

Eau

- Immédiatement à l'issue de cette intervention sur site, nous avons observé une quasi absence d'eau jusqu'à 8/12 m de profondeur environ, hormis quelques niveaux non stabilisés fortement influencé par le fluide de forage.
  Toutefois, en période pluvieuse prolongée et compte tenu du contexte topographique, des circulations épisodiques et erratiques sont susceptibles de se produire dans les terrains de subsurface à la faveur des contrastes de perméabilité en leur sein. Des nappes perchées peuvent aussi être rencontrées au sein de tels terrains.

Aléas de retrait/gonflement

- D'après les données du BRGM, le projet se situerait en **zone d'aléa à priori moyen** vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement.

5.3. Solution de fondation

Au niveau de l'emplacement A, avec un projet sans sous sol, les terrassements seront en principe très modestes.
Pour le projet au droit de l'emplacement B avec un niveau de sous sol on peut estimer en première approximation, des terrassements de l'ordre de 2 à 3 m (à confirmer).

Dans ce contexte, l'adaptation au sol des projets devra tenir compte des résultats de nos sondages, des caractéristiques mécaniques mesurées (moyenne à bonne) et du risque moyen de retrait/gonflement d'après les données du BRGM.

❖ Dans un contexte **d'aléa à priori moyen**, nous rappelons qu'il s'agit généralement de sols argileux sensibles aux phénomènes de retrait/gonflement liés aux variations des conditions hydriques. Ces mouvements ne sont pas quantifiables, mais l'expérience montre qu'ils peuvent être pluri centimétriques. *Dans ce contexte, seul un système de fondations ancrées dans les horizons insensibles au moyen de pieux ou mini pieux permettra de s'affranchir complètement de ces mouvements*.
Un dimensionnement pourra être fourni si nécessaire.

❖ Nos différents sondages ont traversé des terrains de plus en plus sableux en profondeur. Les phénomènes de retrait/gonflement peuvent être pondérés par la proportion de la fraction sablo-graveleuse. Sous réserve de vérifier l'activité des futures sols d'assise et afin de tenir compte d'une relative hétérogénéité des caractéristiques des sols en place, on peut envisager, ***pour les deux constructions***, la possibilité de se fonder superficiellement sur semelles filantes croisées et rigidifiées descendues obligatoirement en dessous des remblais/recouvrements et ancrées dans un sol d'assise en place correspondant à des ***argiles à meulière*** (emplacement A) ou à des **argiles sableuses voire sables argileux** (emplacement B).

On veillera à assurer aux fondations :

- un ancrage d'au moins 0,50 mètre dans le sol d'assise en place,
- un coulage en pleine fouille immédiatement après terrassement afin d'éviter tout risque d'altération de leurs parois et du sol d'assise sous l'effet des venues d'eau ou de l'action des agents météoriques,
- le rattrapage de l'ancrage requis, le cas échéant, par du gros béton,
- Une garde hors intempéries minimale de 0.80 m par rapport au niveau fini.

Sous réserve d'une exécution soignée, on pourra envisager pour le dimensionnement des fondations, des contraintes de calcul limitées à l'ELS et à l'ELU telle que :

Bâtiment A à partir de 1.3 m de profondeur par rapport à SP_{A3} soit vers la cote relative de – 2.47 m dans les argiles à meulière.

q'_{ELS} ≈ 0.25 MPa.

q'_{ELU} ≈ 0.37 MPa.

Bâtiment B vers 2.5 m de profondeur par rapport à SP_{B3} soit vers la cote relative de – 1.05 m dans les argiles sableuses.

q'_{ELS} ≈ 0.40 MPa.

q'_{ELU} ≈ 0.60 MPa.

On veillera à assurer aux différentes fondations les dimensions minimales requises. On ne descendra pas en dessous d'une largeur de 0.50 mètre pour des semelles filantes.

A titre d'exemple :

Pour des semelles filantes larges de 0.60 m, travaillant à 0.25/0.40 MPa (soit la reprise d'une charge linéaire de l'ordre de 15/24 t/ml) et fondées vers la cote relative de – 1.1 m/- 2.5 m dans les argiles à meulière et/ou argiles sableuse, les tassements théoriques absolus prévisionnels sont compris entre 2 et 6 millimètres pour les deux bâtiments (sans prise en compte de la décharge des terres), soit donc des tassements différentiels de l'ordre 4 millimètres.

Les chiffres ci-dessus ne sont pas à considérer dans toute leur rigueur mathématique, mais plutôt comme un ordre de grandeur des phénomènes. De plus, les calculs ci-dessus devront être vérifiés en fonction du niveau retenu pour l'assise des fondations, avec les plans de fondation et descentes de charges réelles du projet dans le cadre d'une mission **G_2** phase projet afin de valider ces hypothèses.

Une mission de contrôle de fond de fouille pourra être confiée à un géotechnicien (mission G4) afin de s'assurer de la nature du sol d'assise et du bon ancrage des fondations.

5.4. Terrassement

Pour le bâtiment A, les terrassements de la fouille générale ne devraient pas atteindre 1.5 m de profondeur (max). Au droit du bâtiment B, on pourrait être amené à terrasser jusqu'à 2 à 3.5 m de profondeur environ.

A ce stade, les différents travaux de terrassement devraient se faire hors nappe (**dans les conditions actuelles**).

Pour les différentes parties enterrées, il conviendra d'adopter un mode de terrassement adapté à la nature des terrains au droit du site :

- Recouvrement et/ou remblais (faible cohésion),
- Argile à meulière et argile sableuse ou sable (cohésion non négligeable en générale en fonction de la proportion argileuse),
- Sables (cohésion négligeable).

La stabilité des parois de fouilles (fouille générale et rigole de fondation) devrait être assez moyenne à bonne dans l'ensemble.

En première approche et en absence de mitoyenneté notable, dans les zones où l'on dispose d'un recul suffisant vis-à-vis de l'emprise foncière, la pente des talus en déblais ne devrait pas excéder 3H/2V dans les remblais/recouvrement et 1/1 ensuite jusqu'à environ 3 m de profondeur au droit du site.

Le voile périmétrique sera réalisé dans les règles de l'art.

En cas d'intempéries durant les travaux de terrassement, les parois des fouilles devront être efficacement protégées. A la reprise des travaux, les matériaux saturés ou déstructurés seront purgés.

Il faudra aussi veiller à utiliser des outils (engins de type BRH) en adéquation avec un terrain pouvant présenter des passages très indurés (meulière, autres blocs indurés …) dans les formations reconnues au droit du site.

5.5. Niveau bas du RDC

Concernant les niveaux bas des différentes constructions et compte tenu du risque de retrait/gonflement, ils seront portés par les fondations et coulé sur vide technique ou sanitaire afin de s'affranchir de tout risque d'éventuelles microfissures.

Pendant les travaux, l'ensemble des plates formes devra être adapté aux conditions de praticabilité pendant la durée du chantier, aux conditions météorologiques et enfin aux descentes de charges prévues (Phases travaux et définitives).

5.6. Drainage

Lors de notre intervention sur site en mars 2012, immédiatement après la réalisation des sondages, aucun niveau d'eau stable n'a été mesuré jusqu'à 8/12 m de profondeur.

On prendra toutes les dispositions pour éviter les stagnations d'eau à proximité des différentes fondations (aussi bien au niveau de l'emplacement A que de l'emplacement B).

Afin de se prémunir contre les infiltrations et les remontées d'humidité, on prévoira pour les différentes parties enterrées, un drainage vertical et horizontal soigné avec un drain en pied de voile qui sera relié à un exutoire efficace.

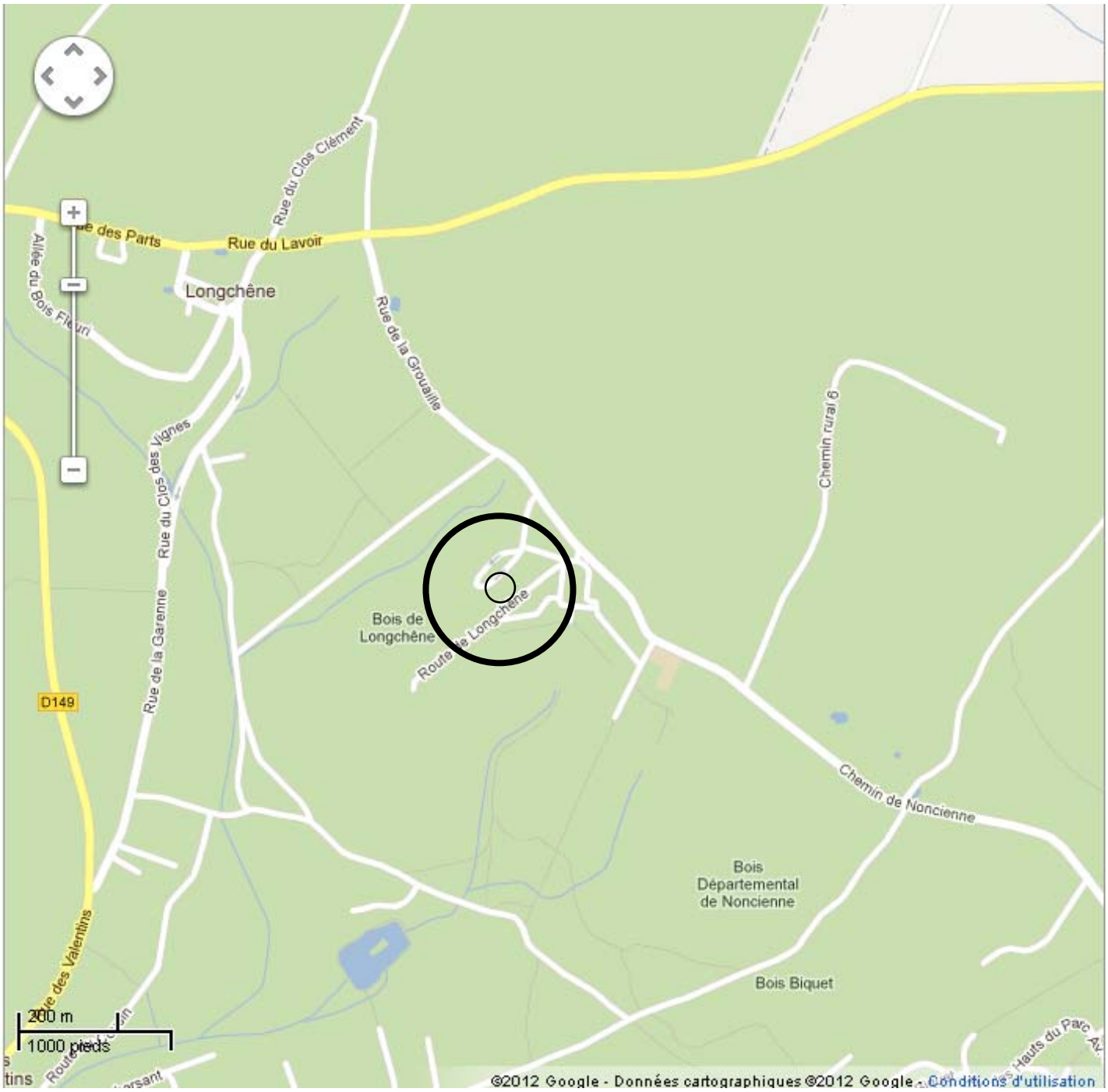
5.7. Aléas et incertitudes

Nous rappelons qu'en première approximation, d'après les données du BRGM, le projet se situe dans une **zone d'aléa à priori moyen** vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement. Ainsi, la construction sur sols argileux et sur semelles linéarisées d'après les recommandations du B.R.G.M. n'est acceptable que moyennant les adaptations suivantes :

- Un renforcement des semelles (semelles filantes croisées et rigidifiées).
- Chaînages verticaux et horizontaux soignés afin de limiter les tassements différentiels qui peuvent être liés à la dessiccation des argiles,
- Joints souples au niveau des canalisations,
- Plantation des arbres à une distance supérieure à une fois et demi leur hauteur adulte,
- Végétation hydrophile ou à racines traçantes proscrite sur le contour de l'ouvrage,
- Suppression de toutes arrivées d'eau intempestive par l'aménagement de trottoirs périphériques.

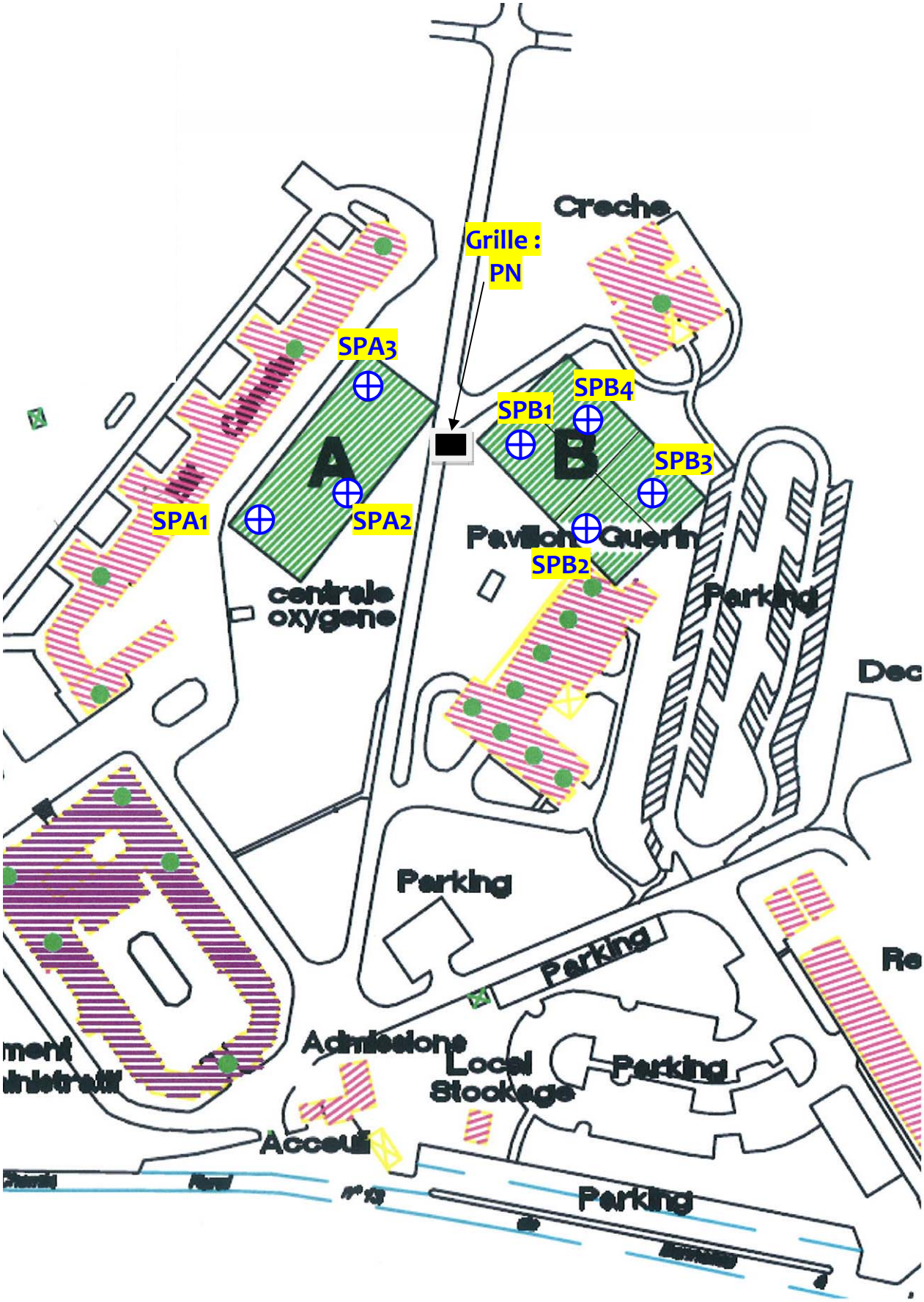
Nous restons à la disposition Mr DANIS Roger, de Mme LIN Fanny et des différents intervenants pour toute information ou étude complémentaire dans le cadre de missions spécifiques (missions de type G_2 à G_4 de la Norme NF P 94-500 de décembre 2006), et particulièrement pour le contrôle des fonds de fouilles au moment où celles ci seront ouvertes.

La description des missions normées et obligations ainsi que leur enchainement sont présentées à la fin de ce rapport



Ind.	Libellé	Date	Dessin	Etabli	Approuvé
A	*PLAN DE SITUATION*				
N° de dossier : TEA120025			AA	JJTB	MR
		Format du fichier : word			Echelle : sans
Chantier : 91-BULLION Adresse : Rue de la Grouaille					

TECHNOSOL
Tél 01 69 09 14 51
Fax 01 64 48 23 56
Route de la Grange aux Cercles
91160 Ballainvilliers



Ind.	Libellé	Date	Dessin	Etabli	Approuvé
A	*PLAN D'IMPLANTATION*				
N° de dossier : TEA120025			AA	JJTB	MR
		Format du fichier : word			Echelle : sans
Chantier : 91-BULLION Adresse : Rue de la Grouaille					

TECHNOSOL
Tél 01 69 09 14 51
Fax 01 64 48 23 56
Route de la Grange aux Cercles
91160 Ballainvilliers

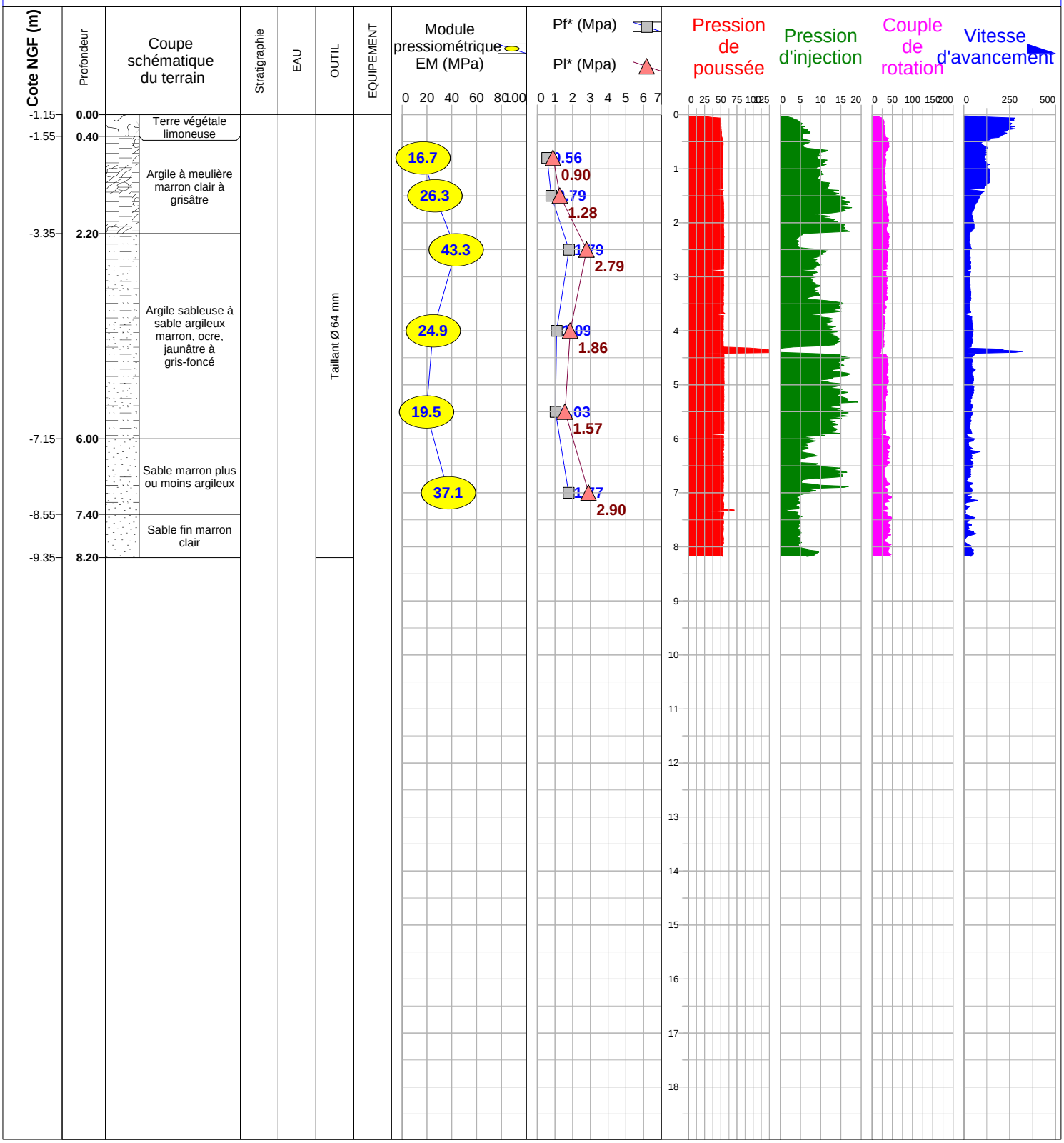
Dossier: TEA120025 **Site :** 91-BULLION
Rue de la Grouaille

Forage : SPA1

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : Hôpital de Pédiatrie et de rééducation
Etude : mission de type G12
Machine : SOCOMAFOR 35R

Echelle : 1 / 100 **date début de forage :** 12/03/2012
x : **date fin de forage :** 12/03/2012
Y :
Z : -1,15 m **Longueur :** 8,2 m



NOTA :

MODELE PRESENTATION : T PRESSIO + LUTZ via500 EQUIPE

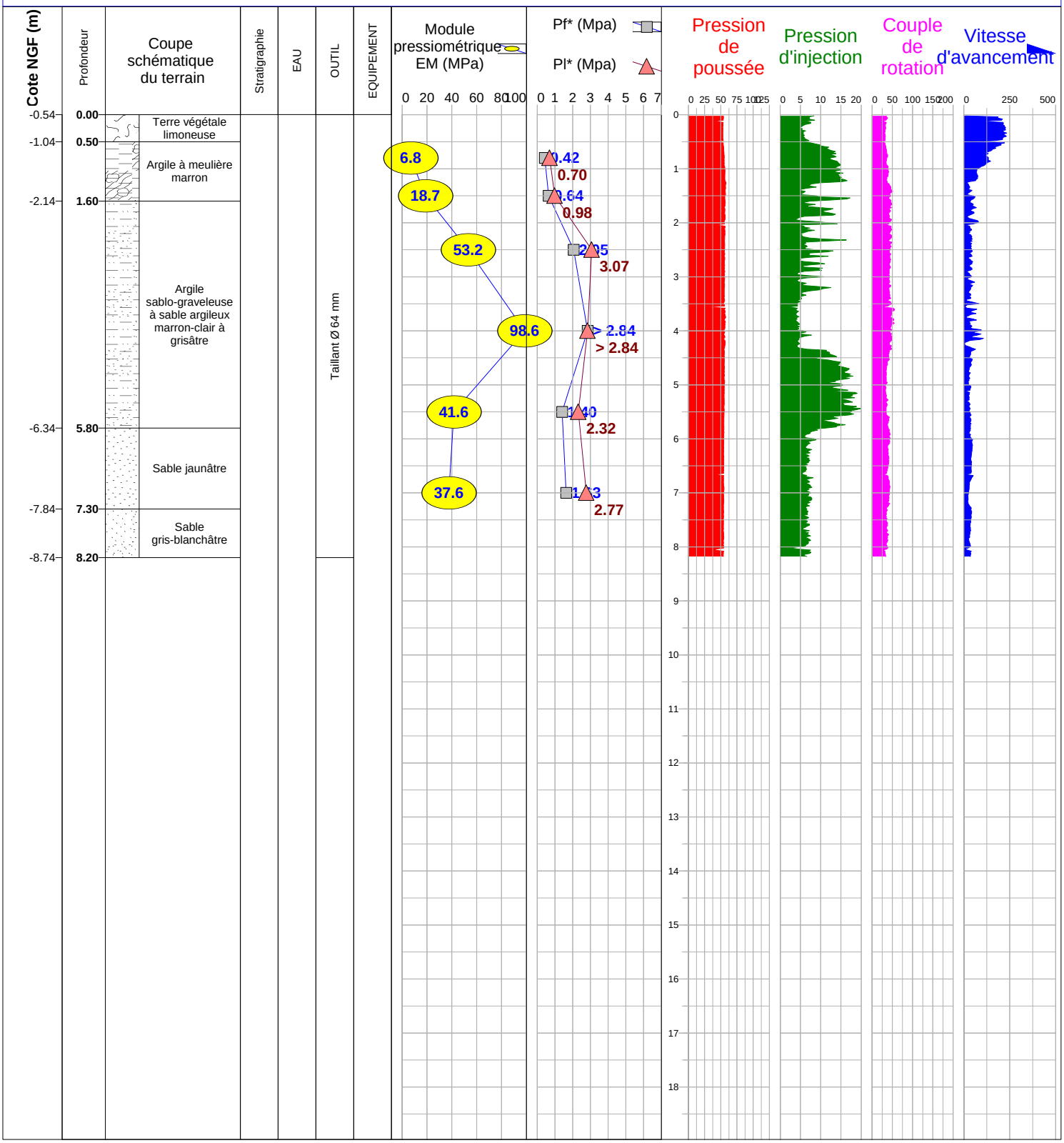
Dossier: TEA120025 **Site :** 91-BULLION
Rue de la Grouaille

Forage : SPA2

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : Hôpital de Pédiatrie et de rééducation
Etude : mission de type G12
Machine : SOCOMAFOR 35R

Echelle : 1 / 100 **date début de forage :** 12/03/2012
x : **date fin de forage :** 12/03/2012
Y :
Z : -0,54 m **Longueur :** 8,2 m



NOTA :

MODELE PRESENTATION : T PRESSIO + LUTZ via500 EQUIPE

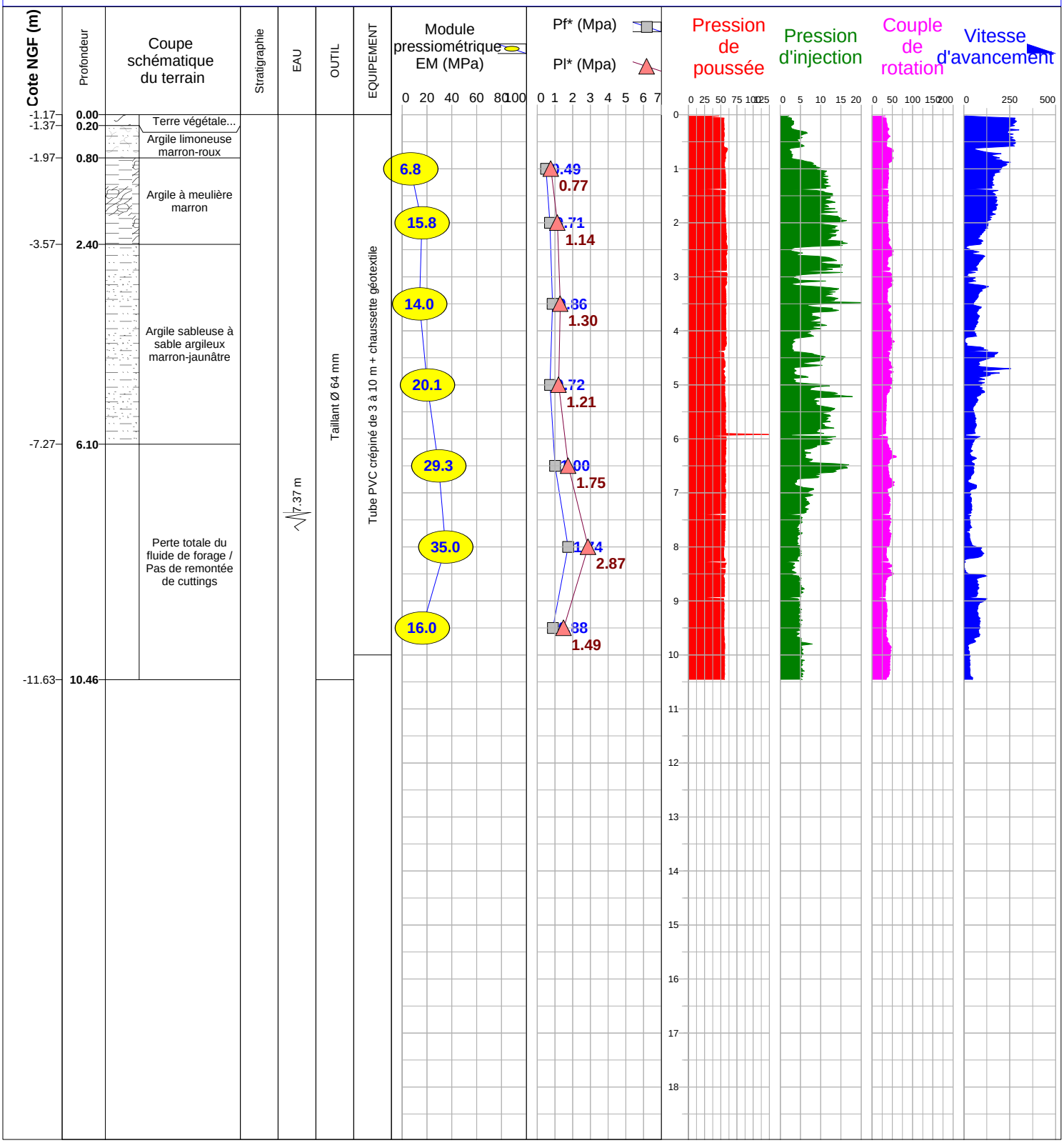
Dossier: TEA120025 **Site :** 91-BULLION
Rue de la Grouaille

Forage : SPA3

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : Hôpital de Pédiatrie et de rééducation
Etude : mission de type G12
Machine : SOCOMAFOR 35R

Echelle : 1 / 100 **date début de forage :** 13/03/2012
x :
Y :
Z : -1,17 m **date fin de forage :** 13/03/2012
Longueur : 10,46 m



NOTA :

MODELE PRESENTATION : T PRESSIO + LUTZ via500 EQUIPE

Dossier: TEA120025 **Site :** 91-BULLION
Rue de la Grouaille

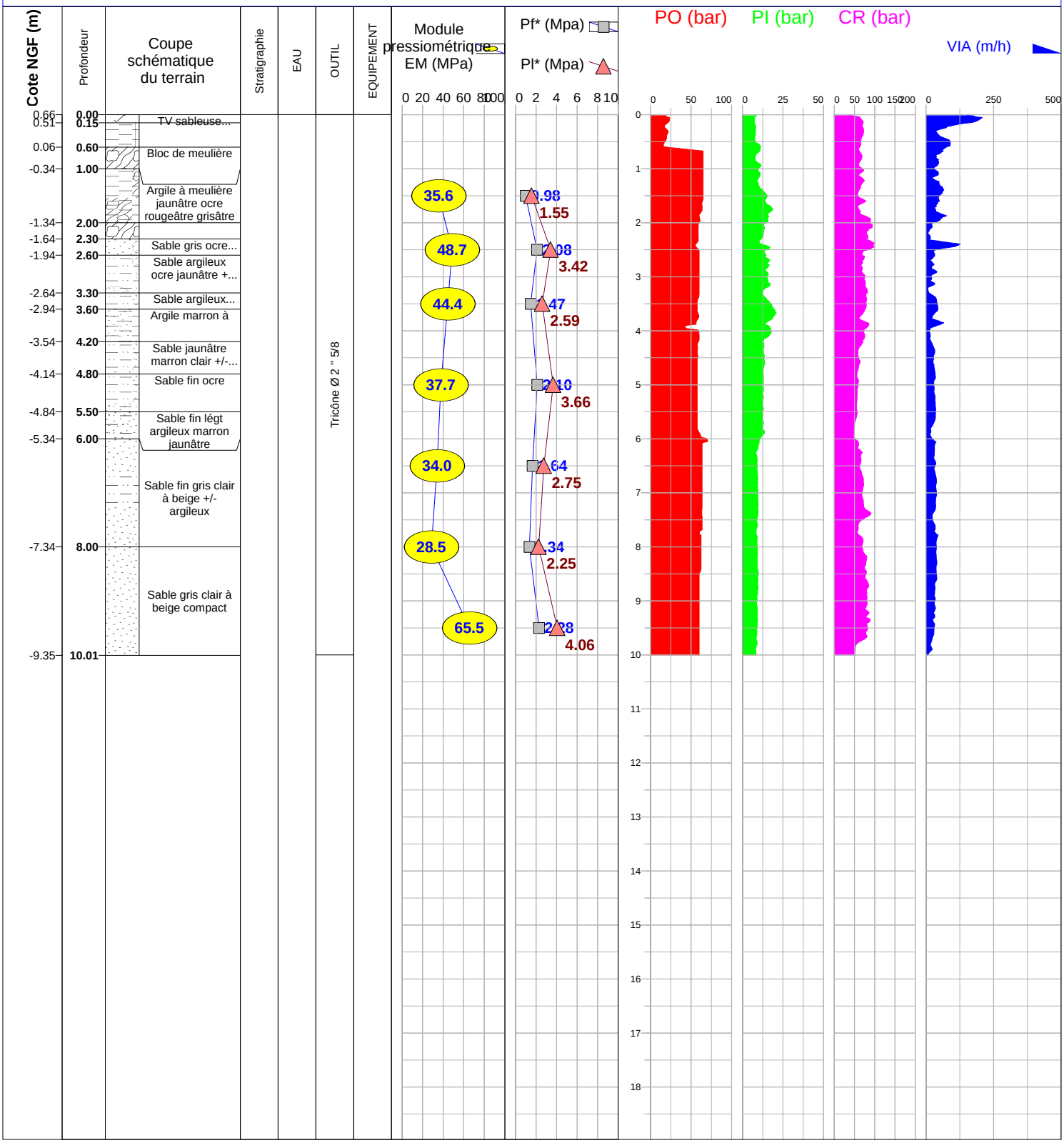
Forage : SPB1

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : Hôpital de Pédiatrie et de rééducation
Etude : mission de type G12
Machine : SEDIDRILL250

Echelle : 1 / 100
x :
Y :
Z : 0,66 m

date début de forage : 12/03/2012 10:48:00
date fin de forage : 12/03/2012 12:31:00
Longueur : 10,01 m



NOTA :

MODELE PRESENTATION : T PRESSIO + FORALIM4 VIA500

Dossier: TEA120025 **Site :** 91-BULLION
Rue de la Grouaille

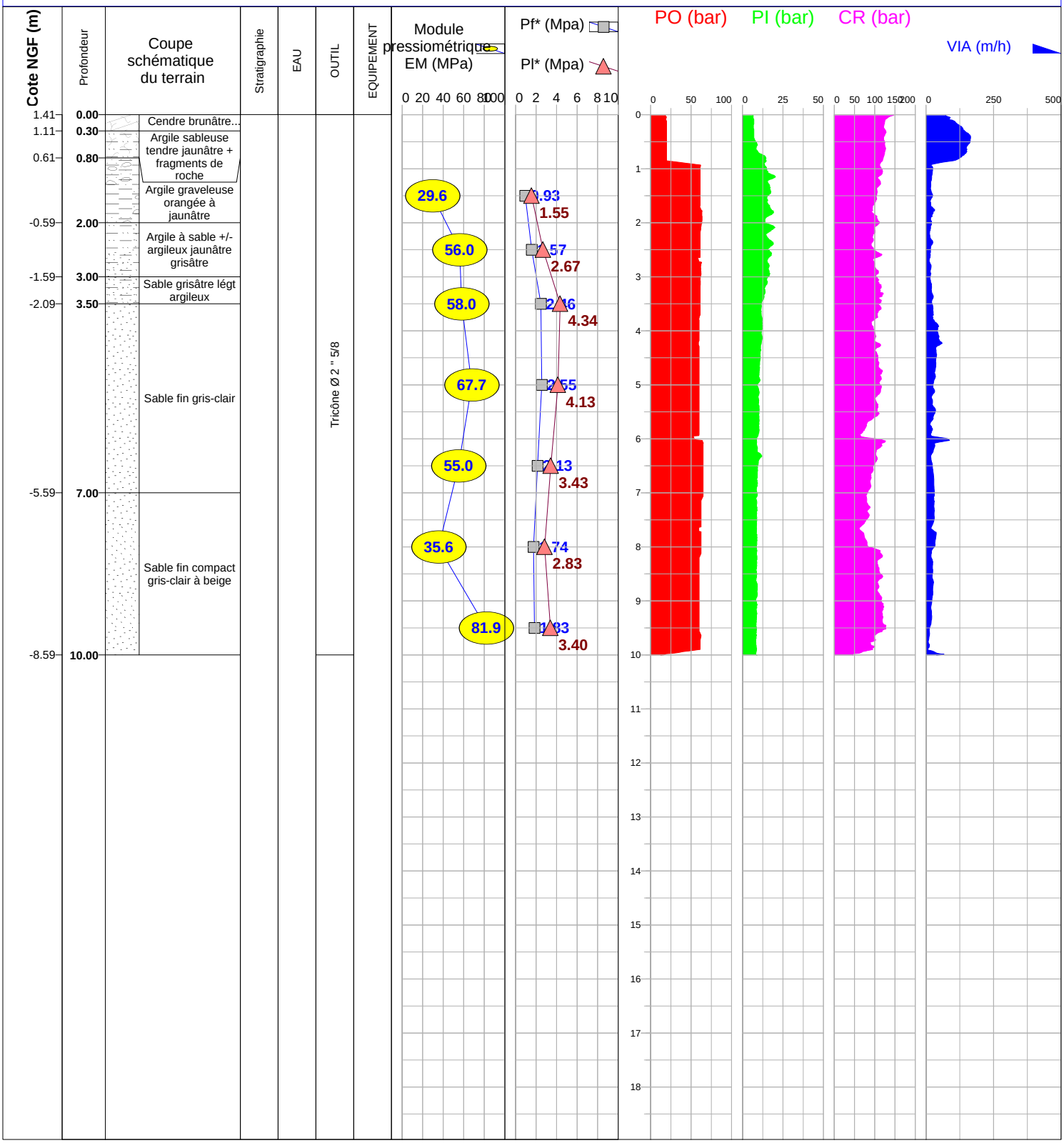
Forage : SPB2

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : Hôpital de Pédiatrie et de rééducation
Etude : mission de type G12
Machine : SEDIDRILL250

Echelle : 1 / 100
x :
Y :
Z : 1,41 m

date début de forage : 12/03/2012 10:21:00
date fin de forage : 12/03/2012 10:33:00
Longueur : 10 m



NOTA :

MODELE PRESENTATION : T PRESSIO + FORALIM4 VIA500

Dossier: TEA120025

Site : 91-BULLION
Rue de la Grouaille

Forage : SPB3

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : Hôpital de Pédiatrie et de rééducation

Etude : mission de type G12

Machine : SEDIDRILL250

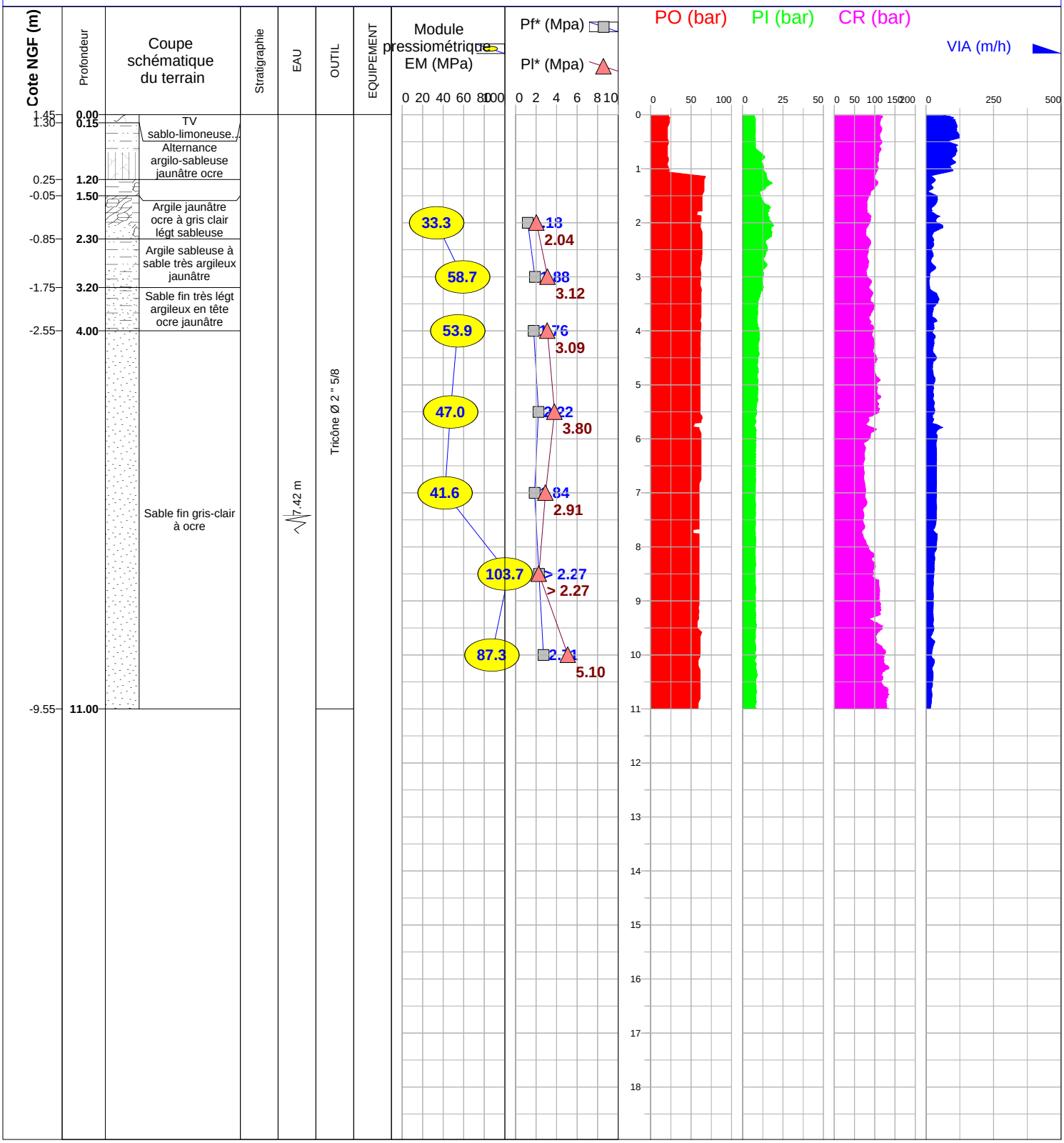
Echelle : 1 / 100

x :
Y :
Z : 1,45 m

date début de forage : 09/03/2012 12:22:00

date fin de forage : 09/03/2012 12:34:00

Longueur : 11 m



NOTA :

MODELE PRESENTATION : T PRESSIO + FORALIM4 VIA500

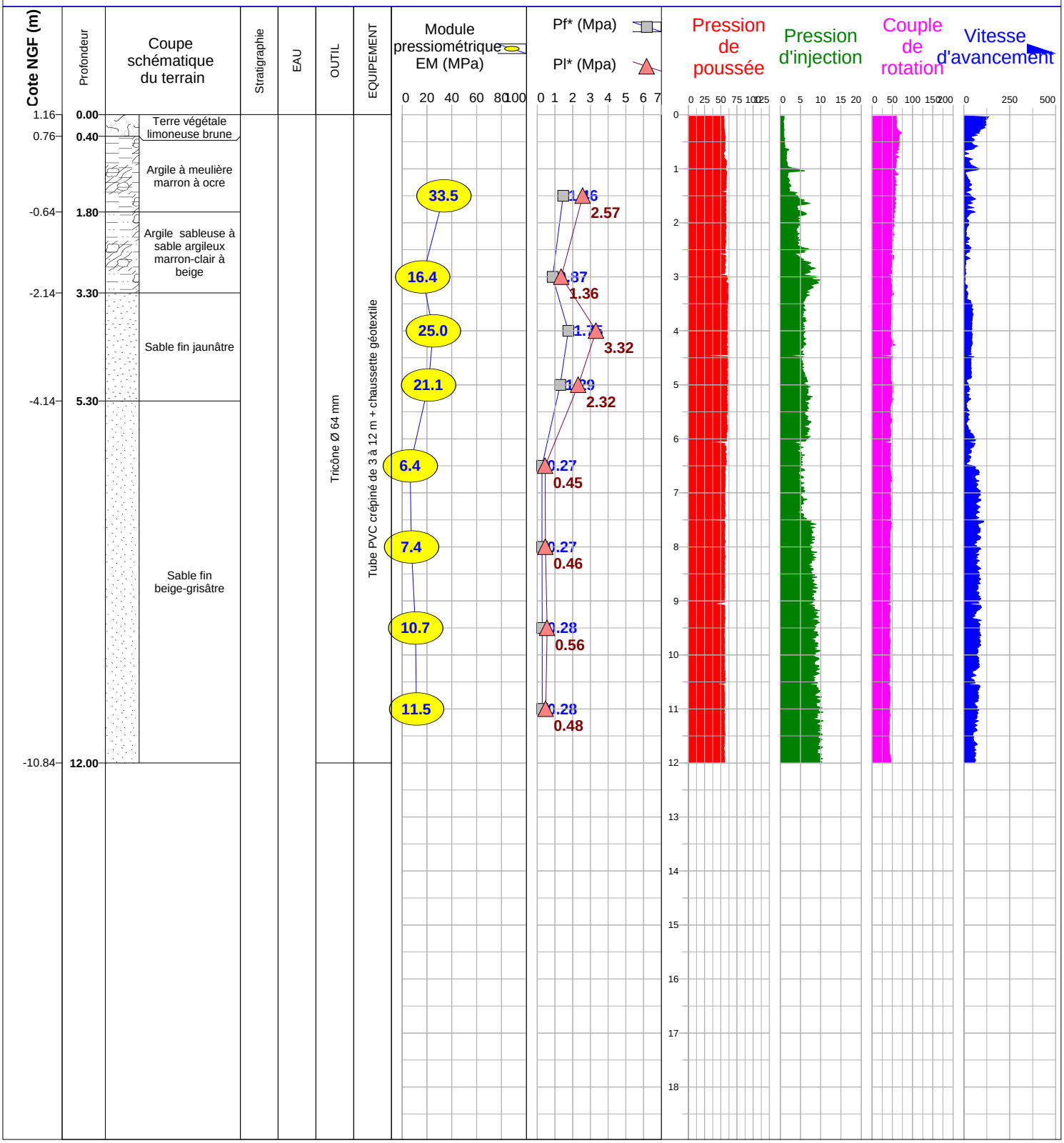
Dossier: TEA120025 **Site :** 91-BULLION
Rue de la Grouaille

Forage : SPB4

Type : SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Client : Hôpital de Pédiatrie et de rééducation
Etude : mission de type G12
Machine : SOCOMAFOR 35R

Echelle : 1 / 100 **date début de forage :** 08/03/2012
x :
Y : **date fin de forage :** 08/03/2012
Z : 1,16 m **Longueur :** 12 m



NOTA :

MODELE PRESENTATION : T PRESSIO + LUTZ via500 EQUIPE

ANNEXE EXTRAIT DE LA NORME AFNOR
SUR LES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE :

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE TYPES

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques définies au chapitre 7.
Il appartient au maître d'ouvrage de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

ETAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). *Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.*

ETUDE GEOTECHNIQUE PRELIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est nécessaire au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site.
- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants ;
- Définir si nécessaire, un programme d'investigations géotechniques, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats ;
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation d'un projet au site et une première identification des risques.

ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est nécessaire au stade d'avant projet et permet de réduire les risques majeurs.
- Définir un programme d'investigations géotechniques détaillé, 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, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

ETAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est nécessaire pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les risques importants. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et doit être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

Phase Projet :
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats ;
- Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution retenues pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants), certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet ;
- Fournir une approche des quantités / délais / coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des risques géologiques résiduels.

Phase Assistance aux Contrats de Travaux :
- Etablir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel) ;
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

ETAPE 3 : EXECUTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement à la charge de l'entrepreneur.

Phase Etude
- Définir si nécessaire un programme d'investigations géotechniques complémentaire, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats ;
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations et valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

Phase Suivi
- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude ;
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (en assurer le suivi et l'exploitation des résultats) ;
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité de l'étude et suivi géotechniques d'exécution aux objectifs du projet. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

Phase Supervision de l'étude d'exécution
- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées ;

Phase Supervision du suivi d'exécution
- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder à une étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Il a pour objet d'étudier de façon strictement limitative un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques dans le cadre d'une mission ponctuelle.
- Définir si nécessaire, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats ;
- Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, suivi et supervision doivent être réalisées ultérieurement conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.

Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Etape	PHASE DE REALISATION DE L'OUVRAGE	MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	OBJECTIFS en terme de gestion des risques géologiques	Prestations d'investigations géotechniques
1	**Étude préliminaire Étude d'esquisse**	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Si nécessaire
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant projet (G12)	Réduction des risques majeurs	obligatoire
2	**Projet Assistance Contrat Travaux**	Étude géotechnique de projet (G2)	Réduction des risques importants	Si nécessaire
3	**Exécution**	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Réduction des risques résiduels	Si nécessaire
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		
	Etude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ce ou ces éléments géotechniques	obligatoire