



Centre Hospitalier de Lens

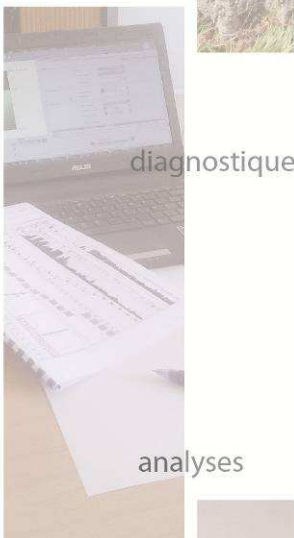
COMMUNES DE LENS ET LOOS-EN-GOHELLE (62)

Construction du « Nouvel Hôpital » de Lens

Etude géotechnique préalable G1 ES & PGC

Tranche ferme

Référence	Date	Version	Total p.	Rédacteur	Relacteur
15-010	13/02/2015	1	74	M. WUILBAUT	M. SOUQUIERE



Suivi des modifications

Version	Date	Chapitres modifiés	Commentaire
1	13/02/2015	-	-

- SOMMAIRE -

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION ET DU PROJET	6
1.1 Notre mission	6
1.2 Projet	6
2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	7
2.1 Données générales	7
2.2 Contexte géographique et description du site.....	8
2.3 Contexte géologique.....	10
2.4 Contexte Hydrogéologique.....	10
2.5 Données « Bases de données du Sous-Sol »	11
3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES.....	13
3.1 Programme de reconnaissance et essais in-situ.....	13
3.2 Analyses au laboratoire.....	13
3.3 Nivellement des points de sondage.....	13
4. ANALYSE DES RISQUES NATURELS DU SITE	15
4.1 Informations sismiques	15
4.2 Risques liés aux cavités souterraines.....	15
4.3 Aléa remontée de nappe	17
4.4 Aléa retrait-gonflement des argiles.....	18
5. ANALYSE DE PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES	19
6. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES.....	26
6.1 Géologie rencontrée	26
6.2 Hydrologie-Hydrogéologie	28
6.3 Résultats des analyses au laboratoire.....	29
6.3.1 Teneur en eau naturelle.....	29
6.3.2 Classification GTR	30
6.4 Résultats des essais in-situ :	31
6.4.1 Examen du pressiogramme.....	31
6.4.2 Commentaires.....	31
7. ANALYSE DES ESSAIS DE PERMEABILITE	33
7.1 Essai de perméabilité Nasberg	33
7.1.1 Principe de l'essai Nasberg.....	33
7.1.2 Résultats des essais	33
7.1.3 Commentaires	33
7.2 Essai de perméabilité Porchet	34
7.2.1 Principe de l'essai	34
7.2.2 Résultats des essais	34
7.2.3 Commentaires	34

8. ETUDE DES PARAMETRES SISMIQUES	35
8.1 <i>Classe de sol selon l'Eurocode 8 (NF EN 1998-5)</i>	35
8.2 <i>Données sismiques</i>	35
8.3 <i>Analyse du potentiel de liquéfaction des sols selon l'Eurocode 8 (NF EN 1998-5)</i>	35
9. SYNTHÈSE DES DONNÉES GEOTECHNIQUES	36
10. PRINCIPES GÉNÉRAUX D'ADAPTATION AU SITE.....	37
10.1 <i>Fondations et niveaux bas envisageables</i>	37
10.1.1 Types de fondations envisageables	37
10.1.2 Type de niveaux bas envisageables	37
10.2 <i>Parkings et voiries</i>	38
10.2.1 Terrassements	38
10.2.2 Couche de forme	38
10.2.1 Structure de voirie	38
11. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES GÉNÉRALES	39
12. ANNEXES.....	40
12.1 <i>Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique</i>	40
12.2 <i>Plan d'implantation des sondages</i>	44
12.3 <i>Coupes géologiques et essais pressiométriques.....</i>	45
12.4 <i>Reportage photographique</i>	63

-Liste des tableaux-

Tableau 1 : Données du forage nommé FH.....	11
Tableau 2 : Données du forage nommé F1	12
Tableau 3 : Données du forage nommé PH	12
Tableau 4 : Altimétrie des points de sondage rattachée au système NGF.....	14
Tableau 5 Données du BRGM sur les cavités géoréférencées à proximité du secteur d'étude	16
Tableau 6 : Liste des indices observés sur les photographies aériennes.....	25
Tableau 7 : Profondeur de la base des remblais rencontrés au droit des sondages géologiques	26
Tableau 8 : Profondeur de la base des remblais rencontrés au droit des sondages géologiques avec essais pressiométriques	27
Tableau 9 : Profondeur de la base des formations superficielles rencontrées au droit des sondages géologiques	27
Tableau 10 : Profondeur de la base des remblais rencontrés au droit des sondages géologiques avec essais pressiométriques	27
Tableau 11 : Profondeur du toit du substratum crayeux rencontré au droit des sondages géologiques	28
Tableau 12 : Profondeur du toit du substratum crayeux rencontré au droit des sondages géologiques avec essais pressiométriques	28
Tableau 13 : Résultats des mesures de teneur en eau naturelle.....	29
Tableau 14 : Résultats des classifications GTR.....	30
Tableau 15 : Susceptibilité d'une argile au retrait gonflement en fonction de son indice de plasticité (IP).....	30
Tableau 16 : Susceptibilité d'une argile au retrait gonflement en fonction de sa valeur au bleu.....	30
Tableau 17 : Résultats des essais de perméabilité type Nasberg	33
Tableau 18 : Résultat des essais de perméabilité type Porchet	34

-Liste des figures-

Figure 1 : Carte géologique du secteur d'étude au 1/25000 ^{ème} éditée par le BRGM.....	10
Figure 2 : Situation des forages sur fond de carte IGN	11
Figure 3 : Photographie aérienne situant les cavités souterraines référencées à proximité du secteur d'étude (source : georisque.gouv.fr).....	15
Figure 4 : Cartographie de l'aléa remontée de nappe au droit du secteur d'étude.....	17
Figure 5 : Cartographie de l'aléa retrait gonflement des argiles au droit du secteur d'étude.....	18
Figure 6 : Classification des sols fins sur le diagramme de Casagrande	31

-Liste des photographies-

Photographie 1 : Photographie aérienne situant le secteur d'étude (source : Infoterre).....	9
Photographie 2 : Photographie aérienne du secteur d'étude (source : Infoterre)	9
Photographie 3 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1933 (source : Géoportail) 19	
Photographie 4 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1947 (source : Géoportail) 20	
Photographie 5 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1951 (source : Géoportail) 21	
Photographie 6 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1957 (source : Géoportail) 21	
Photographie 7 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1964 (source : Géoportail) 22	
Photographie 8 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1970 (source : Géoportail) 22	
Photographie 9 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1979 (source : Géoportail) 23	
Photographie 10 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1986 (source : Géoportail)	23
Photographie 11 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1992 (source : Géoportail)	24
Photographie 12 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 2000 (source : Géoportail)	24

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION ET DU PROJET

1.1 Notre mission

Dans le cadre du projet de construction du « Nouvel Hôpital » de Lens, GEOMECA a été mandaté par le centre hospitalier de Lens afin de réaliser une étude géotechnique préalable, phases Étude de Site (ES) et Principes Généraux de Construction (PGC), type G1 au sens de la norme NF P94-500, révisée en novembre 2013.

Cette étude a pour but de :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site ;
- Déterminer la géologie générale et la nature des terrains en place et leurs caractéristiques géomécaniques ;
- Fournir et commenter les résultats des essais in-situ et en laboratoire ;
- Déterminer les spécificités géotechniques du site ;
- Déterminer les principes généraux de construction envisageables ;
- Donner des dispositions constructives générales.

Il est à noter que la présente mission s'articule autour de trois phases correspondant à la tranche ferme et aux 2 tranches conditionnelles pour des raisons foncières. Le rapport ci-présent correspond à la tranche ferme.

1.2 Projet

Le projet prévoit la construction du « Nouvel Hôpital » de Lens d'une surface comprise entre 70 000 et 80 000 m² (emprise au sol de 20 000 m²) répartie sur 6 niveaux (R+4 avec sous-sol).

« L'ouvrage sera composé de toutes les fonctions nécessaires au fonctionnement d'un établissement de santé contemporain : plateaux de consultations, services ambulatoires, services d'hospitalisation de courte durée, plateau technique (urgence, réanimation, soins intensifs de cardiologie et de neurologie, blocs opératoires, imagerie, laboratoires,...), soins de support ainsi que toutes les fonctions transversales administratives, techniques et logistiques. Une hélistation sera également intégrée au site. » (Source : Cahier des Clauses Particulières constitutif du dossier d'appel d'offre).

2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

2.1 Données générales





Les pièces qui nous ont été fournies pour cette étude sont les suivantes :

- Documents constitutifs du dossier d'appel d'offre ;
- Plan topographique à l'échelle 1/500^{ème} indice 1 en date du 09/02/2015.

Nous avons également consultés les bases de données et documents suivants :

- Bases de données publiques du Bureaux de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.) ;
- Carte géologique de la feuille de Béthune au 1/25000^{ème} éditée par le B.R.G.M.

Les intervenants sont :

Maîtrise d'Ouvrage :	 <p>CENTRE HOSPITALIER de Lens 99, route de la Bassée 62307 Lens Cedex</p> <p>Centre Hospitalier de Lens</p>
Assistant à Maîtrise d'Ouvrage :	 <p>SOCOFIT ZA les Godets 3 impasse de la noisette Bât A BP 438 91370 VERRIÈRES-LE-BUISSON</p>
Géomètre :	 <p>MICHEL BON GEOMETRE EXPERT 53 Boulevard Pater 59300 VALENCIENNES</p>
Bureau d'étude de sols et entreprise de sondages :	 <p>GEOMECA P.A. de la Broye 59 710 ENNEVELIN</p>

2.2 Contexte géographique et description du site

Le secteur d'étude est situé rue Louise Michel et rue Louis Faidherbe, à cheval sur les communes de Lens et Loos-en-Gohelle, dans le département du Pas-de-Calais (voir photographies page suivante). Le site d'étude est délimité par :

- La Rocade minière (autoroute A21) au Nord ;
- Des champs agricoles et des terrains de football du stade Albert Debeyre à l'Est;
- La rue Louise Michel et des terrains boisés au Sud ;
- Des terrains boisés à l'Ouest.

Le site est actuellement constitué de :

- Champs agricoles sur une majeure partie ;
- Terrains de sport du stade Albert Debeyre ;
- Terrains boisés ;
- Voiries (rue Louise Michel, rue Louis Faidherbe).

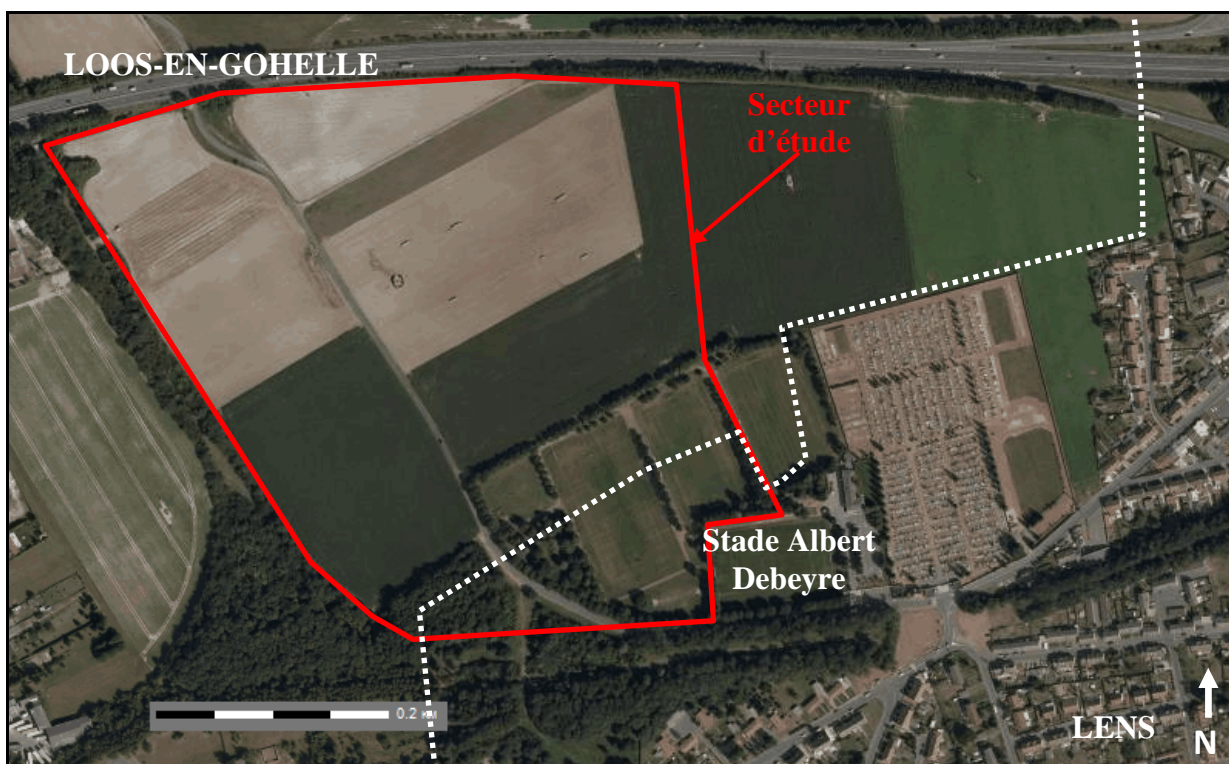
D'après le plan topographique, la topographie au droit du site varie d'environ 66,0 m NGF à environ 62,70 m NGF.

Il est à noter la présence d'une ligne haute tension qui traverse d'Est en Ouest le secteur d'étude.

Un reportage photographique du site d'étude est présenté en annexe p. 63.



Photographie 1 : Photographie aérienne situant le secteur d'étude (source : Infoterre)



Photographie 2 : Photographie aérienne du secteur d'étude (source : Infoterre)

2.3 Contexte géologique

D'après la carte géologique du secteur d'étude (feuille de Béthune) au 1/25 000^{ème} éditée par le BRGM, la géologie attendue au droit du site est la suivante :

- **LP1, Limon pléistocène (sur une partie du site)** : la composition de cette formation peut présenter de légères variations en fonction de la nature du terrain qu'elle recouvre ;
- **C₄, Craie sénonienne** : l'ensemble de cette craie atteint une cinquantaine de mètres. La partie supérieure est constituée d'une craie blanche très pure et fine et qui ne renferme pas de silex. La partie inférieure est constituée d'une craie blanche à silex. Les bancs inférieurs de cette craie sont plus gris, légèrement glauconieux et plus résistants.

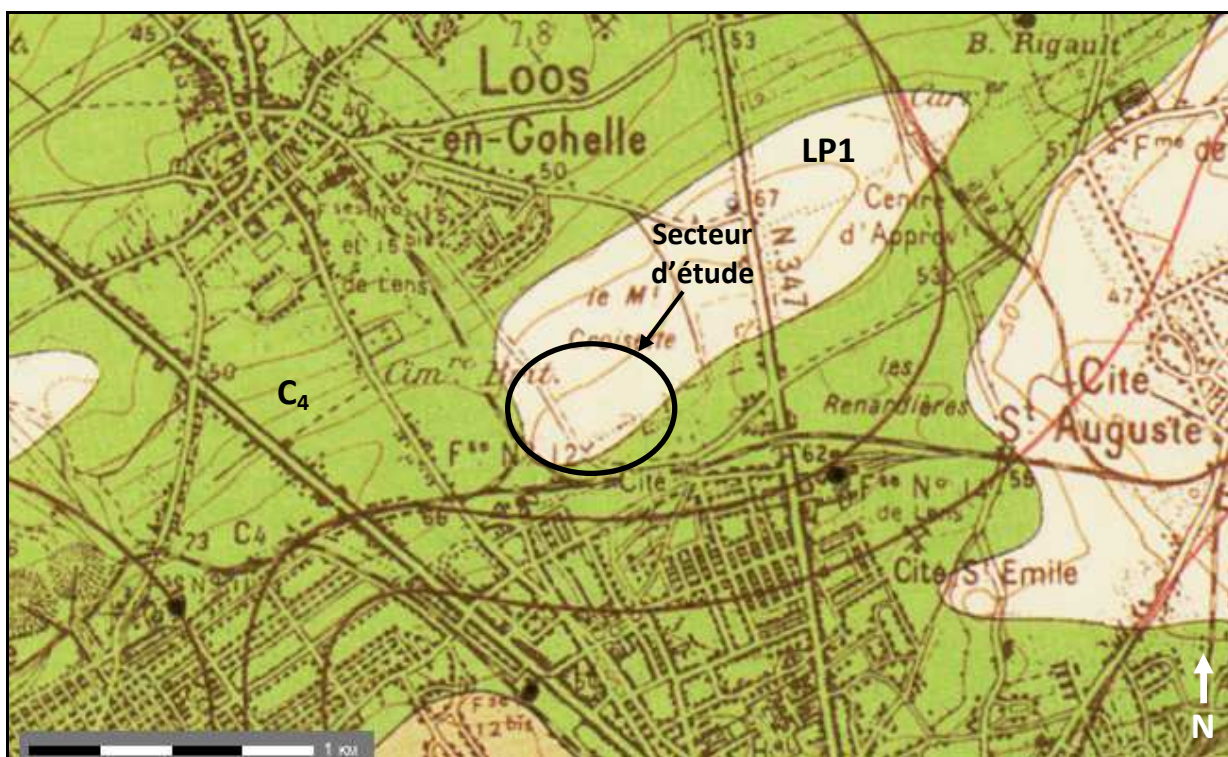


Figure 1 : Carte géologique du secteur d'étude au 1/25000^{ème} éditée par le BRGM

2.4 Contexte Hydrogéologique

L'hydrogéologie est un paramètre important dans le cadre de notre étude. La présence d'une nappe peu profonde au droit du projet peut avoir une influence importante sur le dimensionnement des fondations ainsi que sur la gestion des travaux.

D'après la lithologie attendue au droit du site, des circulations d'eau sont possibles dans les horizons superficiels en période pluvieuse.

Selon la notice de la carte géologique, la nappe de la craie est la plus importante et la plus couramment utilisée. Le réseau aquifère est le plus riche là où la craie est fortement fissurée, c'est-à-dire dans les vallées et valons sec, alors qu'il l'est beaucoup moins sous les plateaux.

2.5 Données « Bases de données du Sous-Sol »

Nous avons collecté les informations de 3 forages situés à proximité du secteur d'étude et référencés sur la banque de données du sous-sol « BSS » du B.R.G.M.

La figure suivante situe les forages dont nous avons collecté les données.

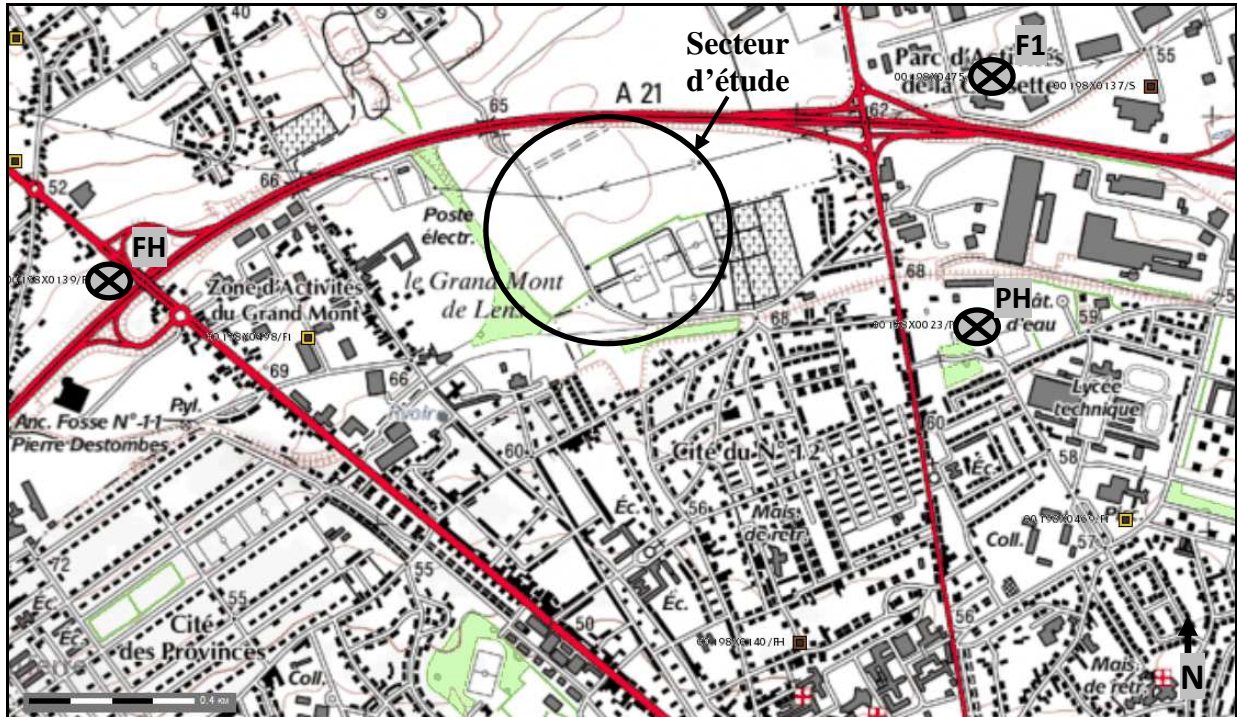


Figure 2 : Situation des forages sur fond de carte IGN

Les tableaux ci-dessous présentent les données récoltées (profondeur, formation, lithologie et altitude).

Tableau 1 : Données du forage nommé FH

Forage référencé 00198X139/FH (noté FH sur la figure)			
Profondeur (m/TN)	Formation	Lithologie	Altitude de la base (référentiel non renseigné à priori NGF)
0 – 65,00	Craie à silex	Craie blanche à grise à silex	-2,00
65,00 – 101,00	Craie marneuse à <i>Terebratula rigida</i>	Dièves bleues	- 38,00
101,00 – 132,50	Craie marneuse sans silex à <i>Inoceramus labiatus</i> (craie blanche)	Dièves vertes	- 69,50

Tableau 2 : Données du forage nommé F1

Forage référencé 00198X0475/F1 (noté F1 sur la figure)			
Profondeur (m/TN)	Formation	Lithologie	Altitude de la base (référentiel non renseigné à priori NGF)
0 – 2,00	Remblais	Remblais	57,00
2,00 – 10,10	Craie blanche	Craie tendre à passages indurés	48,90
2,00 – 36,00	Craie blanche	Craie tendre	23,00
36,00 – 51,50	Craie à <i>Micraster leskei</i>	Craie à silex	7,50
51,50 – 57,00	Craie à <i>Micraster leskei</i>	Craie grise	2,00
57,00 – 60,50	Craie marneuse à <i>Terebratula rigida</i>	Craie marneuse bleue	-1,50
60,50 – 66,40	Craie marneuse à <i>Terebratula rigida</i>	Marne bleue	-7,40

Tableau 3 : Données du forage nommé PH

Forage référencé 00198X0023 (noté PH sur la figure)			
Profondeur (m/TN)	Formation	Lithologie	Altitude de la base (référentiel non renseigné à priori NGF)
0 – 2,50	Terre végétale	Terre végétale	56,90
2,50 – 59,50	Craie blanche	Craie	-0,10
59,50 – 62,00	Tuns	Craie indurée (banc de meule sableuse)	-2,60
62,00 – 63,00	Craie à <i>Micraster leskei</i>	Craie indurée (banc de meule)	-3,60
63,00 – 69,50	Craie marneuse à <i>Terebratula rigida</i>	Craie	-10,10
69,50 – 99,50	Craie marneuse sans silex à <i>Inoceramus labiatus</i> (Craie blanche)	Dièves bleues	-40,10
99,50 – 132,00	Craie glauconieuse	Dièves vertes	-72,60

Les données récoltées confirment le contexte géologique attendu : présence du substratum crayeux à faible profondeur.

3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

3.1 Programme de reconnaissance et essais in-situ

Les investigations géotechniques ont été réalisées en semaine 5 et 6.

Les travaux ont consisté en la réalisation de :

- 8 sondages de reconnaissance lithologique en diamètre 64 mm (**PR1 à PR8**) descendus à 10,00 m/TN (par rapport au terrain naturel) avec prélèvements d'échantillons remaniés et essais pressiométriques tous les mètres jusque 3,00 m puis tous les 1,50 m jusqu'à la base du sondage ;
- 7 sondages de reconnaissance lithologique en diamètre 64 mm (**S1, S2 et S4 à S8**) descendus à 10,00 m/TN avec prélèvements d'échantillons remaniés ;
- 2 sondages de reconnaissance lithologique en diamètre 140 mm (**S3 et S9**) descendus à 10,00 m/TN avec prélèvements d'échantillons remaniés ;
- 4 essais de perméabilité type Lefranc et/ou Nasberg (**EP1 à EP4**) ;
- 1 piézomètre (**PZ1**) au sein du sondage **PR3** descendu à 50,00 m/TN avec relevé mensuel du niveau de la nappe sur une durée de 20 mois ;
- 3 essais de perméabilité type Porchet (**P1 à P3**).

Ces investigations sont reportées sur le plan d'implantation en annexe (p. 44).

Un relevé du niveau de nappe a également été réalisé dans l'ensemble des sondages.

3.2 Analyses au laboratoire

Les prélèvements d'échantillons ont fait l'objet d'identification en laboratoire, à savoir :

- des mesures de la teneur en eau naturelle ;
- 2 classifications GTR.

3.3 Nivellement des points de sondage

Le nivellement des points de sondage a été réalisé par le cabinet « GEOMETRE EXPERT » dans le cadre de l'établissement d'un plan topographique du secteur d'étude.

Les mesures réalisées sont présentées au sein du tableau situé page suivante.

Tableau 4 : Altimétrie des points de sondage rattachée au système NGF

Sondage	Altimétrie (système NGF-IGN 1969 rattachée au repère D.M.L3-37 altitude 60.987)
S1	65,56
S2	64,36
S3	63,96
S4	63,50
S5	63,47
S6	63,09
S7	63,55
S8	62,50
S9	63,55
PR1	64,51
PR2	64,83
PR3 + PZ1	64,01
PR4	65,83
PR5	63,15
PR6	63,80
PR7	62,83
PR8	63,04
P1	± 64,35
P2	± 63,00
P3	± 63,31

4. ANALYSE DES RISQUES NATURELS DU SITE

4.1 Informations sismiques

Nous informons que les communes de Lens et Loos-en-Gohelle sont situées dans une zone sismique de type **2**: aléa **FAIBLE** (Réf : www.planseisme.fr).

4.2 Risques liés aux cavités souterraines

D'après la base de données du BRGM, trente sept cavités souterraines sont recensées sur le territoire de la commune de Lens et quatre sur la commune de Loos-en-Gohelle. Parmi celles dont l'emplacement est connu, la plus proche du secteur d'étude est située sur la commune de Loos-en-Gohelle (voir photographie suivante).

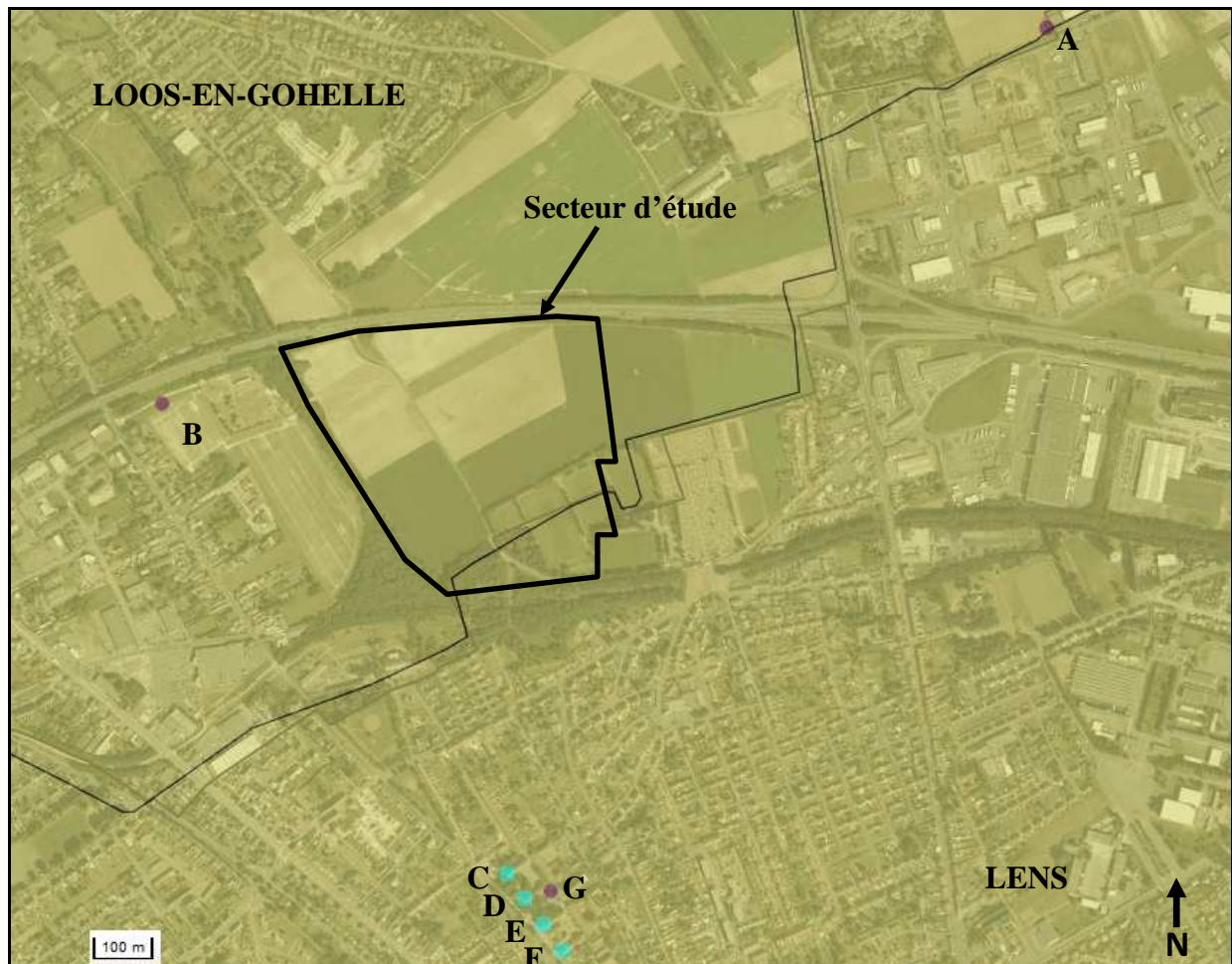


Figure 3 : Photographie aérienne situant les cavités souterraines référencées à proximité du secteur d'étude (source : georisque.gouv.fr)

Le tableau situé page suivante présente les données accessibles sur les cavités situées sur la photographie précédente.

Tableau 5 Données du BRGM sur les cavités géoréférencées à proximité du secteur d'étude

Référence de la cavité (sur photographie)	Identifiant de la cavité (BRGM)	Type de cavité	Commune(s)	Commentaire
A	NPCAW0013598 NPCAW0013441	Ouvrage militaire	LENS VENDIN-LE-VIEIL	-
B	NPCAW0014027	Ouvrage militaire	LOOS-EN-GOHELLE	<p>« Les tranchées, construites par les anglais lors de la première guerre, sont en parties édifiées sur une ancienne carrière située sur la rue Salengro. La galerie principale a une largeur de 50 à 80 cm sur une longueur de 1300m ; une salle de 250m² existe ainsi que des galeries d'écoutes creusées tous les 25m, elles mesurent entre 50 et 65m de long pour 1m30 de hauteur.</p> <p>ACCES : Il existe 2 puits et 5 descenderies pour la plupart remblayées de coordonnées (en Lambert 2 étendu; en m):</p> <p>1) X = 632 903.2 m Y = 2 606 178.8 m rue Roger Salengro 2) X = 632 925.8 m Y = 2 606 217.6 m rue Roger Salengro 1) X = 632 769.7 m Y = 2 606 100.4 m rue Bernard Palissy 2) X = 632 777.7 m Y = 2 606 065.5 m rue Henri Becquerel 3) X = 633 020.1 m Y = 2 606 399.6 m cimetière militaire des Anglais (rue R. Salengro) 4) X = 632 947.9 m Y = 2 606 310.2 m A21 (rue R. Salengro) 5) X = 632 944.2 m Y = 2 606 299.7 m A21 (rue R. Salengro) »</p>
C	NPCAW0013458	Cave	LENS	-
D	NPCAW0013457	Cave	LENS	-
E	NPCAW0013456	Cave	LENS	-
F	NPCAW0013455	Cave	LENS	-
G	NPCAW0010363	Ouvrage militaire	LENS	<p>« Présence de quatre accès à la surface (descenderies): 1) école des filles X = 633711.2m Y = 2605355.6m 2) église X = 633762.9m Y = 2605423.2m 3) école des garçons X = 633684.2m Y = 2605394.1m 4) cave dans l'école des filles X = 633671.4m Y = 2605347.8m PROFONDEUR DU TOIT: 12m »</p>

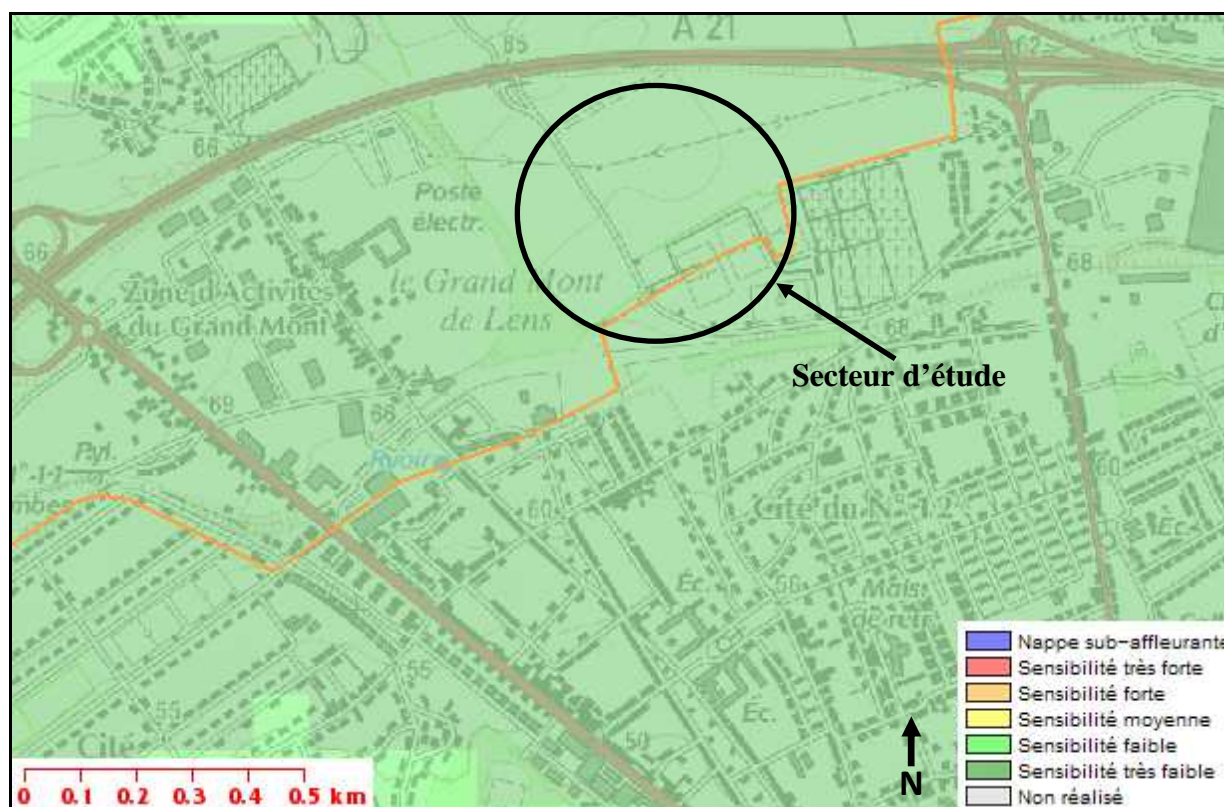
Il est à noter que la commune de Lens est située au sein du périmètre sapé lors de la première guerre mondiale. La cavité référencée NPCAW0013494 fait état de « sapes de guerre présentes sur toute la commune ».

D'après les informations récoltées, il existe un risque non négligeable lié à l'éventuelle présence de cavités souterraines au droit du site.

Il est à noter qu'à l'heure de rédaction du présent rapport, nous sommes dans l'attente d'un retour de la part de la DREAL et du BRGM concernant l'existence d'éventuel plan de cavités souterraines au droit du site.

4.3 Aléa remontée de nappe

D'après la cartographie « aléa remontée de nappe » établie par le BRGM, le secteur d'étude est situé dans une zone classée « sensibilité très faible » (voir figure suivante).



(Source : <http://www.inondationsnappes.fr>)

4.4 Aléa retrait-gonflement des argiles

D'après la cartographie « aléa retrait gonflement des argiles », le secteur d'étude est situé dans une zone classée « aléa faible » à « aléa à priori nul » (voir figure située page suivante).

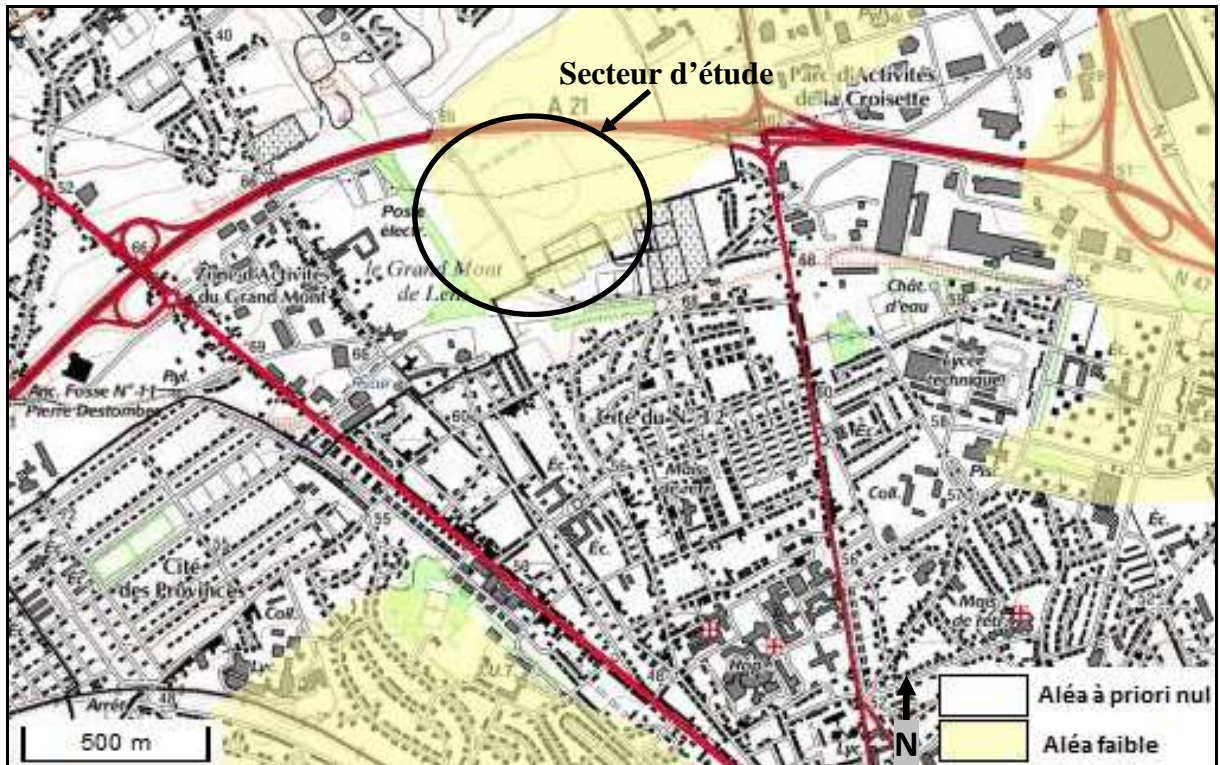


Figure 5 : Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles au droit du secteur d'étude

(Source : <http://www.argiles.fr/>)

5. ANALYSE DE PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES

Nous avons analysé une série de photographies aérienne du secteur d'étude afin de détecter tout éventuel indice pouvant supposer la présence d'anomalies au droit du site. Les anomalies recherchées sont diverses : constructions ou aménagements spécifiques, fosses, tranchées, ancien cours d'eau, puits de cavités souterraines etc.

Les photographies analysées sont présentées ci-après. Les indices (formes, couleurs etc.) pouvant supposer la présence d'une anomalie sont entourés par un cercle en pointillés blanc. Le tableau situé p.24 récapitule l'ensemble des indices détectés et les probables anomalies liées.



Photographie 3 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1933 (source : Géoportail)



Photographie 4 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1947 (source : Géoportail)



Photographie 5 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1951 (source : Géoportail)



Photographie 6 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1957 (source : Géoportail)



Photographie 7 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1964 (source : Géoportail)



Photographie 8 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1970 (source : Géoportail)



Photographie 9 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1979 (source : Géoportail)



Photographie 10 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1986 (source : Géoportail)



Photographie 11 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 1992 (source : Géoportail)



Photographie 12 : Photographie aérienne du secteur d'étude en 2000 (source : Géoportail)

Tableau 6 : Liste des indices observés sur les photographies aériennes

Photographie – année	Indice	Observation	Commentaires
1 - 1933	A	Nombreuses taches dans les champs regroupées	Présence d'une hétérogénéité au sein du sol ? lien avec des sapes de guerre ?
	B	Tache circulaire noirâtre au Sud-ouest du site à proximité de ce qui semble être une ligne de chemin de fer	Présence d'une fosse ou citerne enterrée ?
2 – 1947	C	Forme rectangulaire au Sud-ouest du site	Aménagement de terrain, bassin de rétention ?
3 - 1951	D	Forme rectangulaire au Sud-ouest du site	Aménagement de terrain, bassin de rétention ?
	E	Nombreuses traces rectilignes blanches dans les champs	Présence d'une hétérogénéité au sein du sol, éventuellement en lien avec des tranchées remblayées ?
4 - 1957	F	Tache dans champs	Traces de terrassements ?
	G	Taches au Sud-ouest du site	Aménagements de terrain, bassins de rétention ?
7 - 1964	H	Taches au Sud-ouest du site	Aménagements de terrain, bassins de rétention ?
8 - 1970	I	Taches au Sud-ouest du site	Travaux de terrassements ?
9 - 1979	J	Taches au Sud-ouest du site	Travaux de terrassements ?
10 - 1986	K	Taches au Sud-ouest du site	Travaux de terrassements ?

Il ressort de l'analyse des photographies aériennes les points suivants :

- La partie Sud-Ouest du secteur d'étude semble avoir été marquée par la réalisation de travaux d'aménagement (à priori des bassins de rétention aujourd'hui remblayés). Des remblais potentiellement épais sont susceptibles d'être rencontrés dans ce secteur ;
- Les terrains agricoles situés entre la rue Louis Michel et l'A21 sont susceptibles de receler des sapes de guerre.

Il est à noter que l'analyse des photographies aériennes présentées au sein du présent chapitre constitue un examen sommaire des photographies aériennes et non de la « photo-interprétation ». Par ailleurs la qualité des analyses dépend fortement de la qualité des photographies. Les photographies consultées sont disponible sur le site « Geoportail » du gouvernement (www.geoportail.gouv.fr/accueil).

6. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

6.1 Géologie rencontrée

Les investigations géotechniques ont permis de rencontrer les formations suivantes :

Terre végétale / Remblais

Une couche de terre végétale a été rencontrée au droit des sondages S1, S2, S4, S6, PR1 et PR4 sur une épaisseur variant de 20 cm à 40 cm.

Une couche de remblais a été rencontrée au droit des sondages S2 à S9, PR2 à PR5 et PR7 à PR8 jusque 0,50 m/TN à 4,00 M/TN.

La composition des remblais rencontrés est relativement très variable : Limon argileux, sableux à graveleux, sable, grave, ballast, associés à des éléments divers tels que des cailloutis crayeux et débris de brique.

Il est à noter la présence de câbles entre 3,50 m/TN et 4,00 m/TN au droit du sondage PR4.

Les sondages S1, PR1 et PR6 n'ont pas rencontrés de remblais.

Remarque :

- **Les résultats donnés par les sondages sont ponctuels et ce type de dépôts est susceptible de présenter des variations latérales et verticales, tant du point de vue de la nature que de l'épaisseur ;**
- **Les sondages n'ont pas rencontrés de remblais. Toutefois, la présence d'éventuels remblais au droit du site n'est pas à exclure ;**
- Pour tout arbre dessouché au droit du projet, il faudra remblayer avec un matériau sain, inerte et insensible à l'eau et compacter selon les règles de l'art. Les futures fondations seront ancrées de 30 cm dans le sol en place par rapport au niveau bas de l'ancien enracinement et de manière à respecter les profondeurs minimum préconisées dans la partie spécifique aux fondations.

Les tableaux ci-après indiquent la profondeur (en m/TN et en m NGF) de la base des remblais rencontrés au droit des forages.

Tableau 7 : Profondeur de la base des remblais rencontrés au droit des sondages géologiques

Sondage	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Profondeur de la base (m/TN)	-	0,50	1,30	0,50	1,50	0,50	0,60	1,00	0,70
Profondeur de la base (m NGF)	-	63,86	62,66	63,0	61,97	62,59	62,95	61,5	62,85

Tableau 8 : Profondeur de la base des remblais rencontrés au droit des sondages géologiques avec essais pressiométriques

Sondage	PR1	PR2	PR3+PZ1	PR4	PR5	PR6	PR7	PR8
Profondeur de la base (m/TN)	-	1,80	0,60	4,00	0,80	-	1,50	1,50
Profondeur de la base (m NGF)	-	63,03	63,41	61,83	62,35	-	61,33	61,54

Formations superficielles

Les formations superficielles, lorsqu'elles existent, sont constituées de limons et d'argiles de teinte marron et constituée de cailloutis crayeux.

Tableau 9 : Profondeur de la base des formations superficielles rencontrées au droit des sondages géologiques

Sondage	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Profondeur de la base (m/TN)	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Profondeur de la base (m NGF)	65,06	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 10 : Profondeur de la base des remblais rencontrés au droit des sondages géologiques avec essais pressiométriques

Sondage	PR1	PR2	PR3+PZ1	PR4	PR5	PR6	PR7	PR8
Profondeur de la base (m/TN)	0,50	-	2,10	-	-	-	-	2,1
Profondeur de la base (m NGF)	64,01	-	61,91	-	-	-	-	60,94

Substratum crayeux

Le substratum crayeux a été rencontré au droit de l'ensemble des sondages à une profondeur variant de 0,50 m/TN à 4,00 m/TN. Il est constitué d'une craie blanche jusqu'en fin de forage. En tête il peut être constitué d'une craie beige à grisâtre très altérée (cailloutis crayeux dans une matrice limono-crayeuse) pouvant présenter des passages limoneux.

Tableau 11 : Profondeur du toit du substratum crayeux rencontré au droit des sondages géologiques

Sondage	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Profondeur de la base (m/TN)	0,50	0,50	1,30	0,50	1,50	0,50	0,60	1,00	0,70
Profondeur de la base (m NGF)	65,06	63,86	62,66	63,0	61,97	62,59	62,95	61,50	62,85

Tableau 12 : Profondeur du toit du substratum crayeux rencontré au droit des sondages géologiques avec essais pressiométriques

Sondage	PR1	PR2	PR3+PZ1	PR4	PR5	PR6	PR7	PR8
Profondeur de la base (m/TN)	0,50	1,80	2,10	4,00	0,80	0,40	1,50	2,10
Profondeur de la base (m NGF)	64,01	63,03	61,91	61,83	62,35	63,40	61,33	60,94

Les sondages ont donné lieu à l'établissement de coupes géologiques jointes en annexe (p. 45).

Remarque :

Les sondages ont mis en évidence un contexte géologique conforme aux données régionales, toutefois il est à signaler qu'une variabilité importante de la profondeur du toit de la craie d'un point à un autre du site est possible.

6.2 Hydrologie-Hydrogéologie

Aucun niveau d'eau n'a été relevé au droit des sondages S1 à S9 et PR1 à PR8 jusque 10,00 m/TN environ.

Au droit du piézomètre PZ1, descendu à 50,00 m/TN, un niveau d'eau stabilisé a été observé vers 35,70 m/TN (soit 28,31 m NGF) le 05/02/2015. Il est à noter qu'un suivi mensuel du niveau piézométrique est prévu sur une durée de 20 mois. Ce suivi permettra à son terme, de déterminer les niveaux caractéristiques de la nappe de la craie au droit du projet.

Notre intervention étant ponctuelle, elle ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes pour apprécier la variation des nappes et circulation d'eau.

Il est à noter que la nature des horizons rencontrés en tête de forage pourra être à l'origine d'une accumulation d'eau en période pluvieuse.

Il y aura donc éventuellement lieu de mettre en œuvre une barrière anti-capillarité afin de limiter les remontées d'humidités et collecter ces eaux avant tout coulage des bétons.

Compte tenu des lithologies rencontrées et vis-à-vis de problématiques éventuelles liées au ruissèlement et à la rétention d'eau, la mise en place d'un drainage périphérique devra être envisagée, son exécution devra être soignée afin de ne pas entraîner de venue d'eau en direction de la construction, l'entretien devra être suivi afin d'éviter tout colmatage et son exutoire devra être adapté (cf. DTU 20 .1). Les volumes d'eau collectés seront dirigés aussi loin que possible des fondations du projet ou de tout autre ouvrage.

Il conviendra éventuellement de mettre en œuvre un rabattement temporaire des eaux superficielles pour l'exécution des fondations. L'importance de ce rabattement sera fonction d'une part de la période de réalisation des travaux et d'autre part de la rétention d'eau dans les éventuels remblais.

6.3 Résultats des analyses au laboratoire

6.3.1 Teneur en eau naturelle

Les résultats des teneurs en eau naturelle sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Résultats des mesures de teneur en eau naturelle

Nom du forage	Profondeur (m/TN)	Géologie	Teneur en eau (%)
S1	0,50 – 1,50	Craie	27,9
S1	3,00 – 6,00	Craie	22,9
S1	8,00 – 10,00	Craie	20,6
S2	0,50 – 1,50	Craie	27,9
S2	3,00 – 6,00	Craie	25,0
S4	0,50 – 1,50	Craie	23,9
S4	3,00 – 6,00	Craie	21,5
S5	0,25 – 0,50	Remblais	22,8
S5	0,50 – 1,00	Remblais	26,2
S5	1,00 – 1,50	Remblais	22,2
S5	1,50 – 2,00	Craie	31,9
S6	0,50 – 1,50	Craie	25,6
S6	3,00 – 6,00	Craie	21,1
S7	0,60 – 1,50	Craie	22,3
S7	3,00 – 6,00	Craie	22,2
S8	1,00 – 1,50	Craie	25,2
S8	3,00 – 6,00	Craie	23,7
PR1	0,50 – 3,00	Craie	24,5
PR2	2,00 – 3,00	Craie	22,7
PR5	0,80 – 1,30	Craie	31,4

6.3.2 Classification GTR

Le tableau suivant présente les résultats des analyses :

Tableau 14 : Résultats des classifications GTR

Sondage	Profondeur de prélèvement (m/TN)	IDENTIFICATION GTR										
		Teneur en eau en % (fraction 0/20 mm)	Teneur en eau en % (fraction 0/5 mm)	Lithologie	Granulométrie					VBS	I.P.	GTR
					Tamisé à 50 mm (%)	Tamisé à 20 mm (%)	Tamisé à 5 mm (%)	Tamisé à 2 mm (%)	Tamisé à 0,08 mm (%)			
PR1	0,20 – 0,50	24,2	24,2	Argile limoneuse à cailloutis crayeux	100	100	95,7	94,0	89,8	6,6	36	A ₃
PR8	1,50 – 2,10	50,0	50,0	Argile à cailloutis crayeux	100	100	100	100	98,1	11,4	58	A ₄

Remarque :

- On considère généralement que la susceptibilité d'une argile au retrait-gonflement varie en fonction de l'indice de plasticité de la manière suivante :

Tableau 15 : Susceptibilité d'une argile au retrait gonflement en fonction de son indice de plasticité (IP)

Indice de plasticité	Susceptibilité	Note géotechnique
IP < 12	Faible	1
12 < IP < 25	Moyenne	2
25 < IP < 40	Forte	3
IP > 40	Très forte	4

- On considère généralement (Chassagneux et al., 1996) que la sensibilité d'un matériau argileux varie de manière suivante en fonction de la valeur de bleu (VBS) :

Tableau 16 : Susceptibilité d'une argile au retrait gonflement en fonction de sa valeur au bleu

Valeur de bleu	Susceptibilité	Note géotechnique
< 2,5	Faible	1
2,6 à 6	Moyenne	2
6 à 8	Forte	3
> 8	Très forte	4

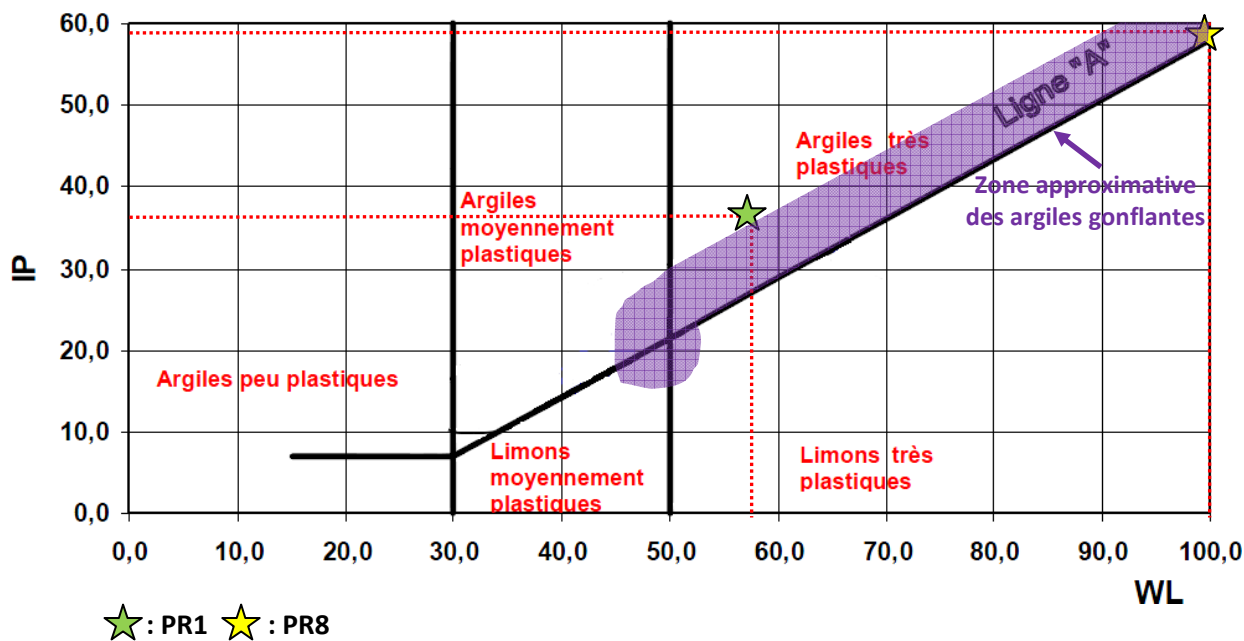


Figure 6 : Classification des sols fins sur le diagramme de Casagrande

D'après le diagramme de Casagrande (figure ci-dessus) et les résultats de l'essai en laboratoire, les sols échantillonnés se situent au sein des argiles très plastiques voire gonflantes.

6.4 Résultats des essais in-situ :

6.4.1 Examen du pressiogramme

Chaque essai pressiométrique détermine deux caractéristiques mécaniques essentielles du sol :

- la pression limite (PI^* en MPa) qui correspond à l'état limite de rupture et qui permet le calcul de la capacité portante.
- le module pressiométrique (E_M en MPa) qui caractérise le comportement contraintes déformations dans la phase pseudo-élastique de l'essai et permet ainsi l'estimation des tassements.

On trouvera les pressiogrammes en annexe (p. 45) avec, en regard des valeurs de PI^* et E_M , les coupes géologiques correspondantes.

6.4.2 Commentaires

Remblais

Six essais pressiométriques ont été réalisés au sein des remblais.

La compacité des remblais s'avère très hétérogène :

$$0,21 \text{ MPa} < PI^* < 1,58 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ MPa} < E_M < 14 \text{ MPa}$$

Formations superficielles

Trois essais pressiométriques ont été réalisés au sein des formations superficielles

La compacité de ces formations s'avère moyenne :

$$0,97 \text{ MPa} < \mathbf{PI}^* < 2,40 \text{ MPa}$$
$$8 \text{ MPa} < \mathbf{E}_M < 26 \text{ MPa}$$

Substratum crayeux

Quarante sept essais pressiométriques ont été réalisés au sein du substratum crayeux

La compacité de cette formation s'avère faible à excellente selon son état d'altération :

$$0,21 \text{ MPa} < \mathbf{PI}^* < 4,91 \text{ MPa}$$
$$2 \text{ MPa} < \mathbf{E}_M < 233 \text{ MPa}$$

7. ANALYSE DES ESSAIS DE PERMEABILITE

7.1 Essai de perméabilité Nasberg

7.1.1 Principe de l'essai Nasberg

Compte tenu de l'absence de nappe jusque 10,00 m/TN au droit des sondages S3 et S9, les essais de perméabilités réalisés sont de type « Nasberg ».

L'essai de perméabilité type Nasberg consiste à remplir d'eau un forage préalablement réalisé et à mesurer en fonction du temps, l'abaissement du niveau d'eau après saturation préalable.

7.1.2 Résultats des essais

Les résultats des essais de perméabilité sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 17 : Résultats des essais de perméabilité type Nasberg

Sondage	Essai	Profondeur (m/TN)	Nature du sol	Perméabilité K (m/s)
S3	EP1	2,00 – 3,00	Craie	5.10^{-07}
S3	EP2	7,00 – 8,00	Craie	9.10^{-08}
S9	EP3	2,00 – 3,00	Craie	1.10^{-07}
S9	EP4	4,00 – 5,00	Craie	2.10^{-07}

7.1.3 Commentaires

Les résultats des essais de perméabilité indiquent une perméabilité qui varie de 9.10^{-08} m/s à 5.10^{-07} m/s au sein du substratum crayeux.

Ces résultats indiquent un degré de perméabilité « faible » à « très faible » selon G. Philipponnat et B. Hubert (« Fondations et ouvrages en terre », 1979).

Remarque :

Il est important de préciser que la craie constitue un milieu hydrauliquement hétérogène, sa perméabilité pouvant subir de forte variation selon sa fissuration, leur ouverture et leur connectivité. Ainsi, les résultats obtenus ne sont pas représentatifs des valeurs moyennes attendues dans la craie. Il est également à noter que ce type d'essais engendre une incertitude bien supérieure à 50 % selon la littérature.

7.2 Essai de perméabilité Porchet

7.2.1 Principe de l'essai

L'essai de perméabilité type Porchet est un essai à charge constante qui consiste à saturer en eau un forage préalablement réalisé à l'aide d'une tarière manuelle, puis à mesurer la quantité d'eau nécessaire afin de maintenir constant le niveau d'eau au sein du forage.

7.2.2 Résultats des essais

Les résultats des essais de perméabilité sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 18 : Résultat des essais de perméabilité type Porchet

Sondage	Essai	Profondeur (m/TN)	Nature du sol	Perméabilité K (m/s)
P1	P1	0,70	Limon argileux à granules de craie	3.10^{-06}
P2	P2	0,70	Remblais (terre végétale, limon remanié, granules de craie)	1.10^{-06}
P3	P3	0,70	Remblais (terre végétale, limon remanié, granules de craie)	3.10^{-05}

7.2.3 Commentaires

Les résultats des essais de perméabilité indiquent

- une perméabilité d'environ 3.10^{-06} m/s au sein des limons argileux ;
- une perméabilité qui varie de 1.10^{-06} m/s à 3.10^{-05} m/s au sein des remblais.

Ces résultats indiquent un degré de perméabilité « faible » à « très faible » au sein des limons argileux selon G. Philipponnat et B. Hubert (« Fondations et ouvrages en terre », 1979).

Les perméabilités mesurées au sein des remblais ne peuvent être jugées significative en raison de leur caractère hétérogène.

8. ETUDE DES PARAMETRES SISMIQUES

8.1 Classe de sol selon l'Eurocode 8 (NF EN 1998-5)

La géologie du secteur d'étude étant composée de dépôts de sol sans cohésion de densité faible sur le substratum crayeux, on pourra retenir en première approche une classe de sol de type C.

8.2 Données sismiques

Les communes de Lens et Loos-en-Gohelle sont situées en **zone sismique de type 2** : aléa faible, ce qui correspond à une accélération au niveau d'un sol de type rocheux (de classe A selon la norme NF EN 1998-1) de **$a_{gr} = 1,1 \text{ m/s}^2$** .

D'après les éléments transmis par la maîtrise d'ouvrage et l'article 2.I de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique, le bâtiment projeté se classe parmi les bâtiments abritant les moyens de secours en personnels et matériels et présentant un caractère opérationnel (au sens des articles R. 123-2 et R. 123-19 du Code de la construction et de l'habitation), soit une **catégorie d'importance IV** et donc un coefficient d'importance **$\gamma_I = 1,4$** .

Remarque : il appartient au maître d'ouvrage de confirmer les hypothèses de la catégorie d'importance considérée pour les futurs bâtiments.

Considérant une classe de sol de type C et une zone sismique de type 2, le paramètre de sol à appliquer est **$S = 1,5$** .

8.3 Analyse du potentiel de liquéfaction des sols selon l'Eurocode 8 (NF EN 1998-5)

D'après l'article 4.II – f de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique, **l'analyse de liquéfaction n'est pas requise en zone de sismicité 1 et 2.**

9. SYNTHÈSE DES DONNÉES GEOTECHNIQUES

Il ressort de notre enquête documentaire et de la campagne de sondage les points suivants :

- La géologie au droit du secteur d'étude est principalement constituée en tête de remblais et de formations superficielles limono-argileuses reposant sur le substratum crayeux ;
- La principale nappe du secteur d'étude est celle de la craie. Celle-ci a été rencontrée à une profondeur d'environ 37,50 m/TN au sein du piézomètre. Compte tenu de la nature du projet à ce stade d'étude (à priori un seul niveau de sous-sol), la nappe de la craie ne devrait pas interférer avec le projet ;
- Les terrains superficiels (remblais et formations superficielles limono-argileuses) sont susceptibles de receler une nappe superficielle en période pluvieuse ;
- D'après les analyses en laboratoire, les formations superficielles sont potentiellement sensibles au phénomène de retrait-gonflement ;
- L'éventuelle présence de cavités souterraines (notamment des sapes) au droit du secteur d'étude est à considérer avec précaution. Des investigations spécifiques s'avèrent nécessaires ;
- Les caractéristiques mécaniques du substratum crayeux s'avèrent globalement bonnes mais restent très variables.

10. PRINCIPES GENERAUX D'ADAPTATION AU SITE

Compte tenu de la synthèse des données géotechniques, quelques principes généraux d'adaptation au site peuvent être émis.

Cette étude devra toutefois être complétée par une étude géotechnique de conception phase avant-projet type G2 AVP afin de définir la faisabilité géotechnique des principes généraux d'adaptation émis au sein du présent chapitre.

Il conviendra également de mener des investigations spécifiques afin de limiter les risques liés aux cavités souterraines. Ces investigations pourront consister en la réalisation d'une campagne de prospection géophysique par microgravimétrie couplée à des forages de contrôle ou en la réalisation d'une campagne de sondages destructifs dans le but de détecter d'éventuelles cavités souterraines.

10.1 Fondations et niveaux bas envisageables

10.1.1 Types de fondations envisageables

Dans le cadre de projet amenant de faibles descentes de charges (cas d'éventuelles annexes, jusque R+2), on pourra envisager une solution de fondations superficielles par semelles filantes et/ou isolées. Ces fondations devront solliciter le substratum crayeux, y être ancrées d'au moins 30 cm et être descendues au minimum à 0,80 m/TN (**minimum hors-gel**). Ces fondations devront éventuellement être dimensionnées aux conditions de fontis.

Dans le cadre de projet générant de fortes descentes de charges (cas du bâtiment principal, R+4 avec sous-sol), on pourra envisager une solution de fondations profondes par pieux forés éventuellement tubés (si présence de cavités souterraines) ancrés d'au moins 3 diamètres dans le substratum crayeux.

Il est à préciser que selon les recommandations de l'Union Syndicale Géotechnique (U.S.G.), les sondages dimensionnant des fondations profondes devront descendre à 10 diamètres avec un minimum de 6 m sous la base des pieux. Les sondages dimensionnant des fondations superficielles devront descendre à 3 fois la largeur de la fondation avec un minimum de 6 m sous le niveau d'assise.

10.1.2 Type de niveaux bas envisageables

A ce stade d'étude, la réalisation d'un dallage sur terre plein reposant sur une couche de forme constituée d'un matériau granulaire, insensible à l'eau, sain et inerte, semble envisageable. Cette solution ne sera valable que dans le cas où :

- La totalité des remblais et formations superficielles limono-argileuses soient purgées ;
- Les risques liés à la présence d'éventuelles cavités souterraines soient jugés nuls dans le cadre d'une étude spécifique.

Le cas échéant, on s'orientera vers une solution de plancher porté par les fondations par l'intermédiaire de réseaux de longrines.

10.2 Parkings et voiries

10.2.1 Terrassements

D'après les investigations géotechniques, la plateforme supérieure de terrassement (PST) sera constituée de craie plus ou moins altérée.

Les remblais et formations superficielles limono-argileuses devront être purgés.

Il est à noter que la craie possède un caractère évolutif et se comporte différemment en fonction de son état de fracturation et d'altération.

Les travaux par temps de pluie sont à proscrire. Par ailleurs on évitera tout terrassement après de fortes intempéries ou une période de dégel.

Pour la phase travaux, l'entreprise devra éventuellement prévoir un assainissement provisoire visant à limiter les effets des intempéries (pentes, fossés, etc...).

La réalisation des terrassements en période estivale est recommandée.

10.2.2 Couche de forme

La couche de forme sera constituée par un matériau granulaire insensible à l'eau, sain et inerte et compactée dans les règles de l'art.

On prévoira la mise en place d'un géotextile non tissé remontant sur les parois du sol encaissant afin d'éviter la contamination du remblai d'apport le sol sous-jacent.

En première approche, l'épaisseur minimale de la couche de forme sera de 30 cm dans le cas de voiries légères et 50 cm dans le cadre de voiries lourdes.

Toutes les dispositions nécessaires devront être prises afin d'obtenir un module EV2 supérieur à 35 MPa pour la réalisation de voiries légères et 50 MPa pour la réalisation de voiries lourdes par essais de chargement à la plaque (procédure du LCPC).

10.2.1 Structure de voirie

La structure de chaussée sera adaptée à la circulation prévisible sur la voirie via une étude spécifique par un bureau d'études VRD.

11. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES GÉNÉRALES

- Il conviendra éventuellement de mettre en œuvre un rabattement temporaire des eaux superficielles pour l'exécution des fondations. L'importance de ce rabattement sera fonction d'une part de la période de réalisation des travaux et d'autre part de la rétention d'eau dans les éventuels remblais.
- Lors de la phase terrassement, tout les éventuels points durs ou poches molles présents sur le fond de fouille devront être substitués par un gros béton.
- La stabilité des parois lors de la réalisation des fouilles n'est pas assurée du fait de la présence de sols peu cohérents. Cela impose la disposition de blindage conformément à la norme en vigueur.
- Il sera indispensable d'éliminer tout risque d'infiltration ponctuelle préférentielle des eaux météoriques ou autres à la périphérie et sous la construction.
- Nous avons supposé qu'il n'y aura pas d'apport de remblais ou tout apport de charges à la périphérie et sous la construction. Dans le cas contraire, ils pourraient entraîner des tassements différentiels complémentaires.
- L'infiltration sur site des eaux pluviales et usées est à proscrire tant que les doutes concernant la présence de cavités souterraines ne seront pas levés et écartés.
- **Une règle communément admise consiste à planter des arbres et arbustes à une distance des constructions égale ou supérieure à une fois et demi leur hauteur adulte afin d'éviter les désordres résultant de la dessiccation ou de la poussée des racines.**
- Dans le cas de fondations situées à des profondeurs différentes, les niveaux de fondations successives devront être tels qu'une pente maximale de 3 de base pour 2 de hauteur relie les arrêtes des semelles les plus voisines.
- **Les investigations réalisées sur le site pour cette étude ayant un caractère ponctuel, les recommandations exposées dans ce rapport seront mises en œuvre en tenant compte des conditions réelles du terrain mis à jour au cours des travaux. Par ailleurs, la découverte de toute anomalie (massifs de fondation, caves, galeries, fosses, etc...) devra nous être signalée afin d'affiner nos conclusions.**
- **Selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NF P 94-500, une étude de conception type G2 doit être envisagée, les études géotechniques d'exécutions doivent être établies dans le cadre d'une mission G3 et une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution des travaux doit être réalisée.**

12. ANNEXES

12.1 Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1, 2 et 3. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 1 à 3) doit suivre les étapes d'élaboration 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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Cette mission exclue toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une 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 Etude 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'avoisnants 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 de l'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.

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (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 avoisnants), 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 avoisnants), 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 :

- Etablir 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, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE REALISATION (G3 et G4, 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 Etude

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Etudier 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 contrôle à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Elaborer 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 de l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.

— 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).

— Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents géotechniques 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 du 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 de suivi d'exécution

— Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).

— Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

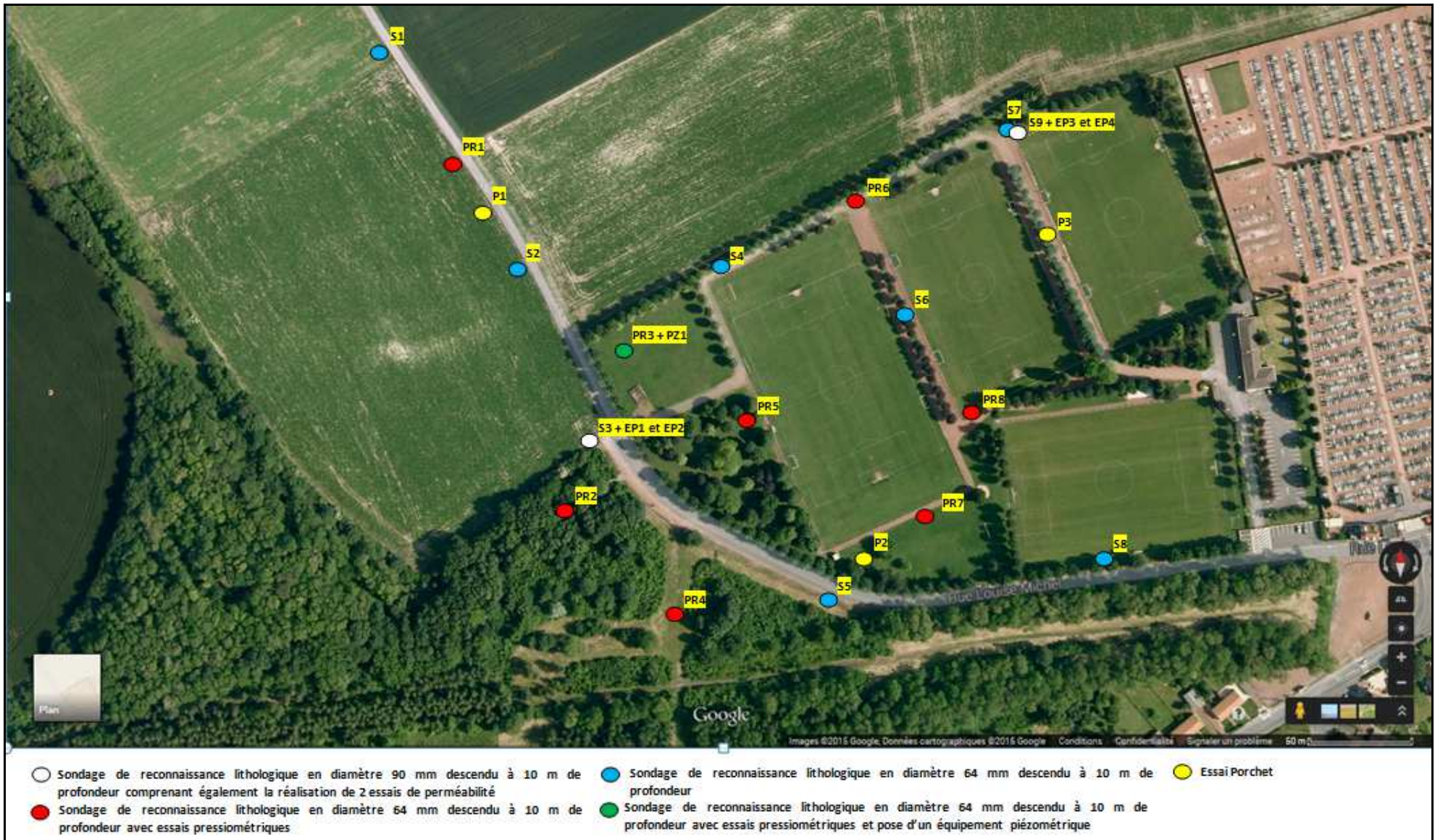
— Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).


Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

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

12.2 Plan d'implantation des sondages



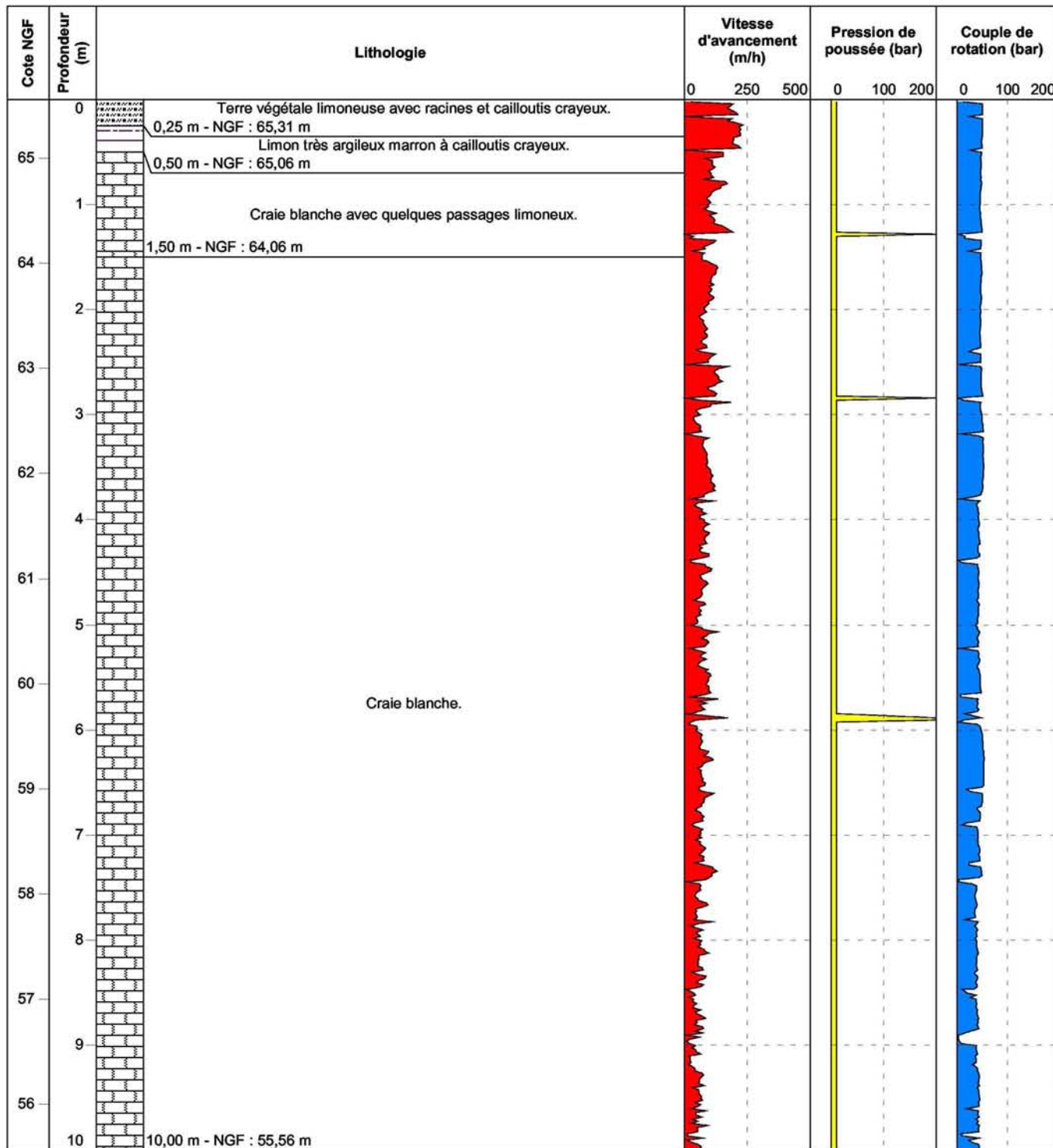
12.3 Coupes géologiques et essais pressiométriques

	LENS		Contrat 15-010
	Construction du "Nouvel Hôpital"		
Date : 29/01/2015	Cote NGF : 65.56	Profondeur : 0,00 - 10,00 m	

1/50

Forage : S1

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 29/01/2015

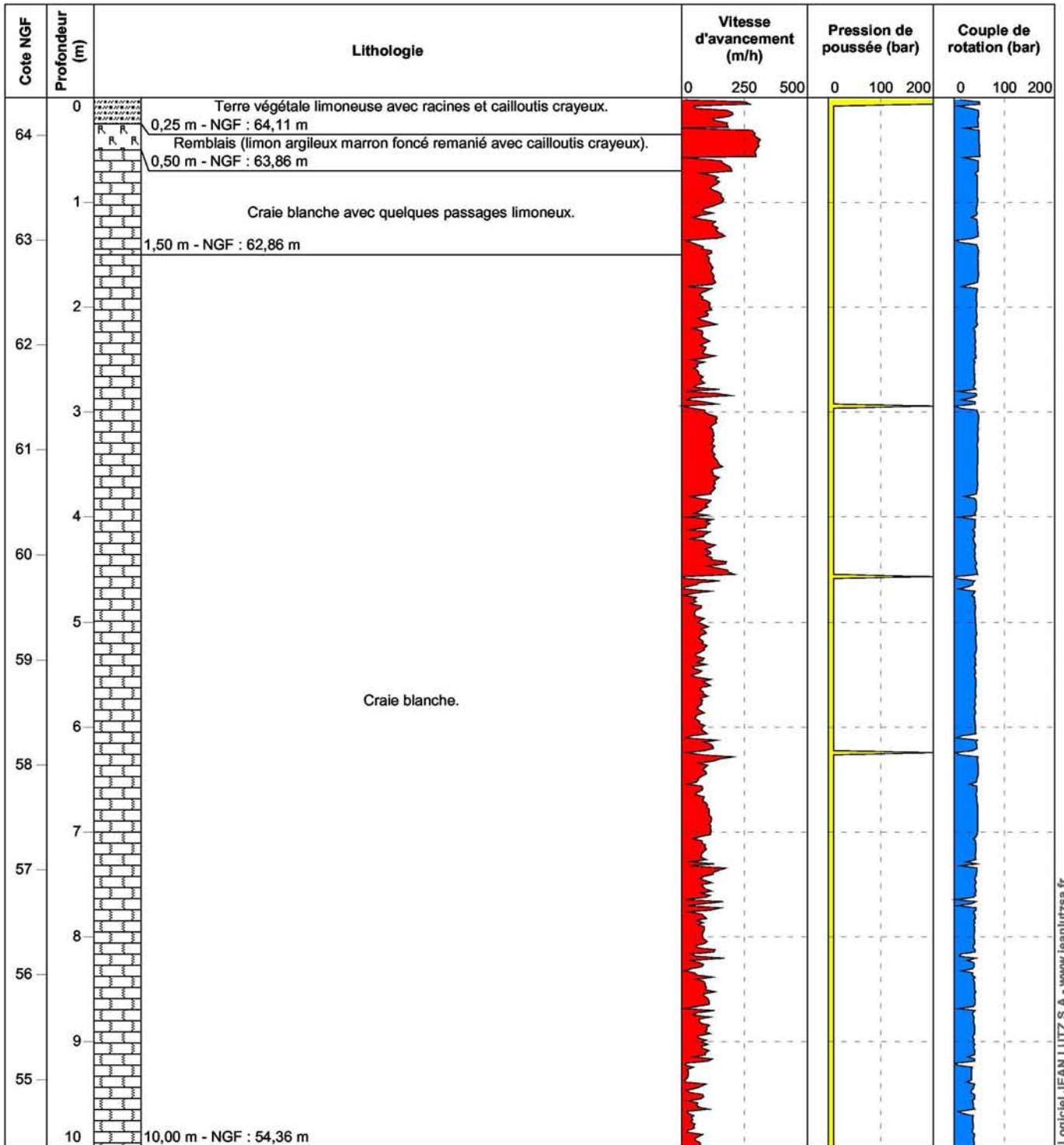
Cote NGF : 64.36

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : S2

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



Contrat 15-010

LENS
Construction du "Nouvel Hôpital"

Date : 29/01/2015

Cote NGF : 63.96

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : S3

EXGTE 3.16/GTE

Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie
0		
		Remblais (limon sablo-graveleux marron avec terre végétale, racines et débris de brique).
63	0,80 m - NGF : 63,16 m	
		Remblais (Limon argileux marron sombre remanié avec cailloutis crayeux).
	1,30 m - NGF : 62,66 m	
62	2	
61	3	
60	4	
59	5	
58	6	Craie blanche.
57	7	
56	8	
55	9	
10	10,00 m - NGF : 53,96 m	

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



Contrat 15-010

LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Date : 30/01/2015

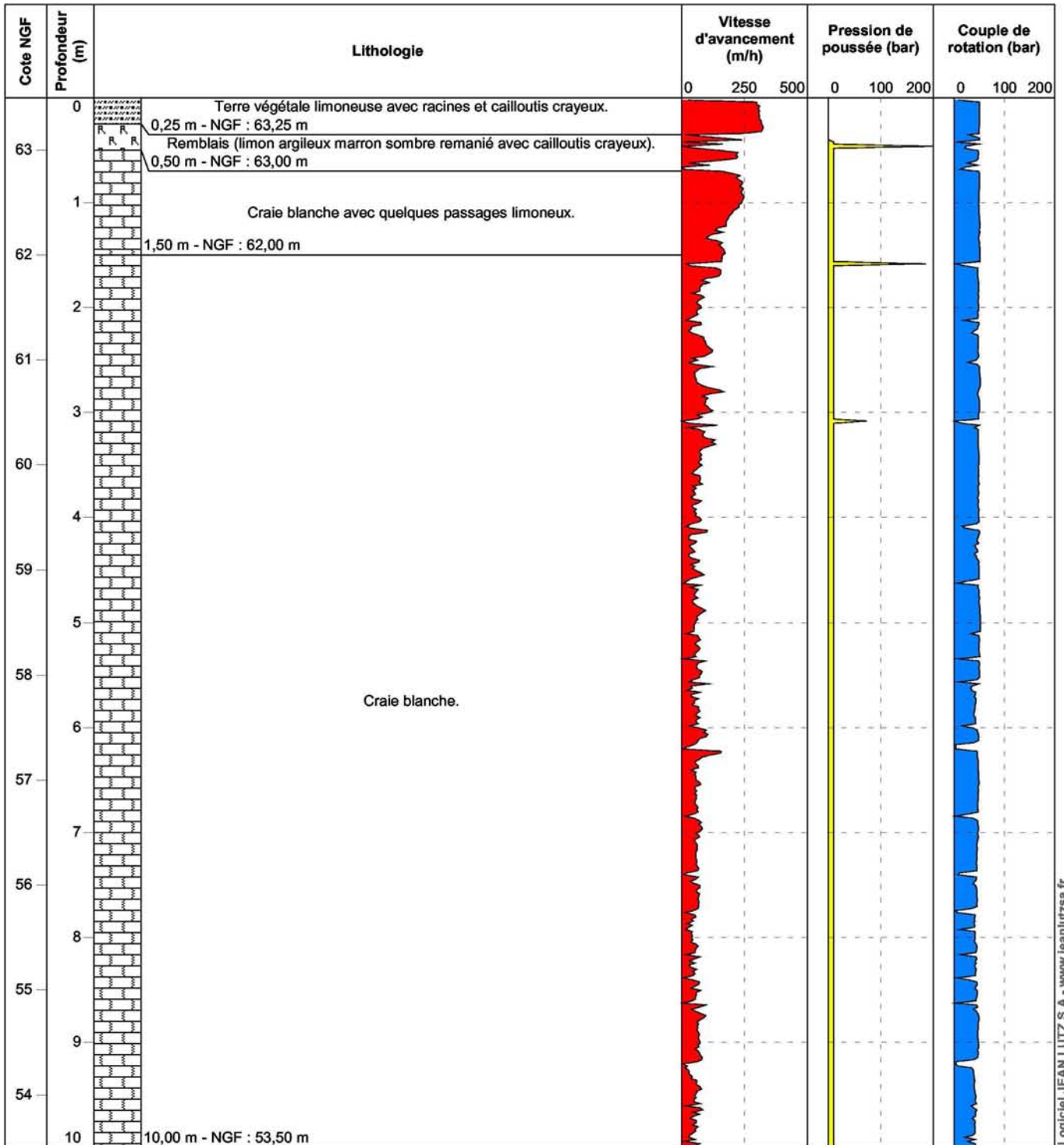
Cote NGF : 63.5

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : S4

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 29/01/2015

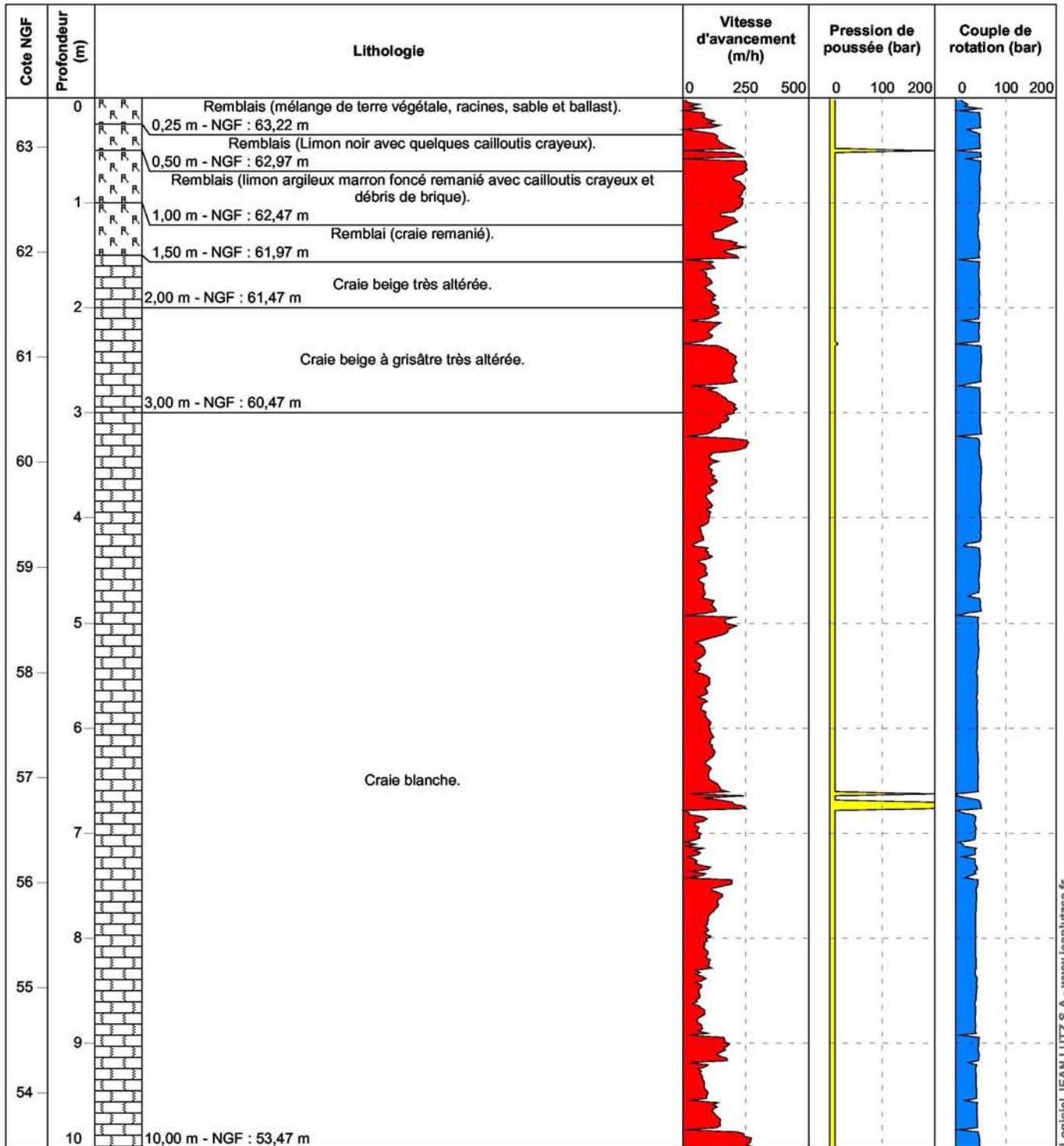
Cote NGF : 63.47

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : S5

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS
Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 30/01/2015

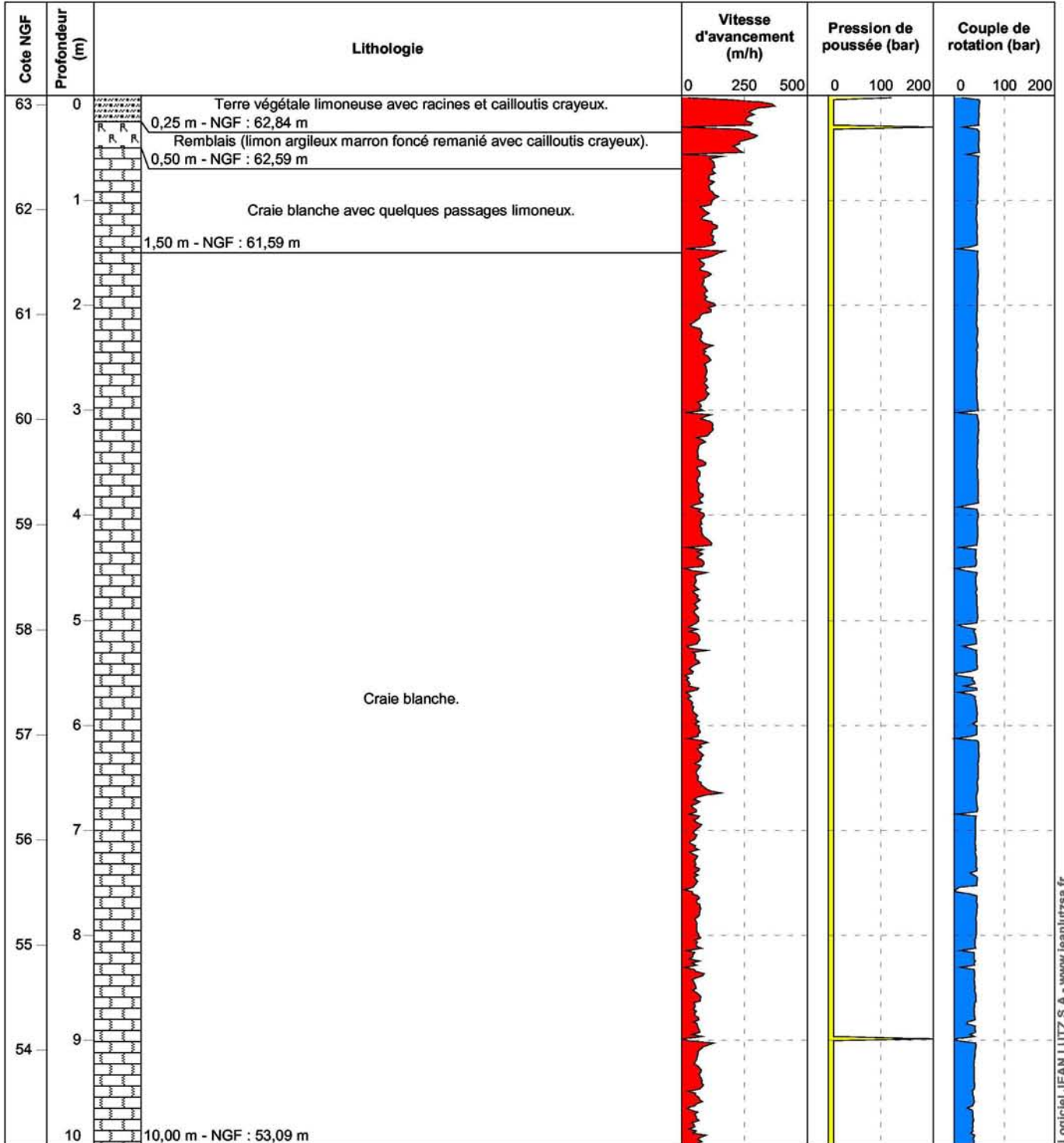
Cote NGF : 63.09

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : S6

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



Contrat 15-010

LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Date : 29/01/2015

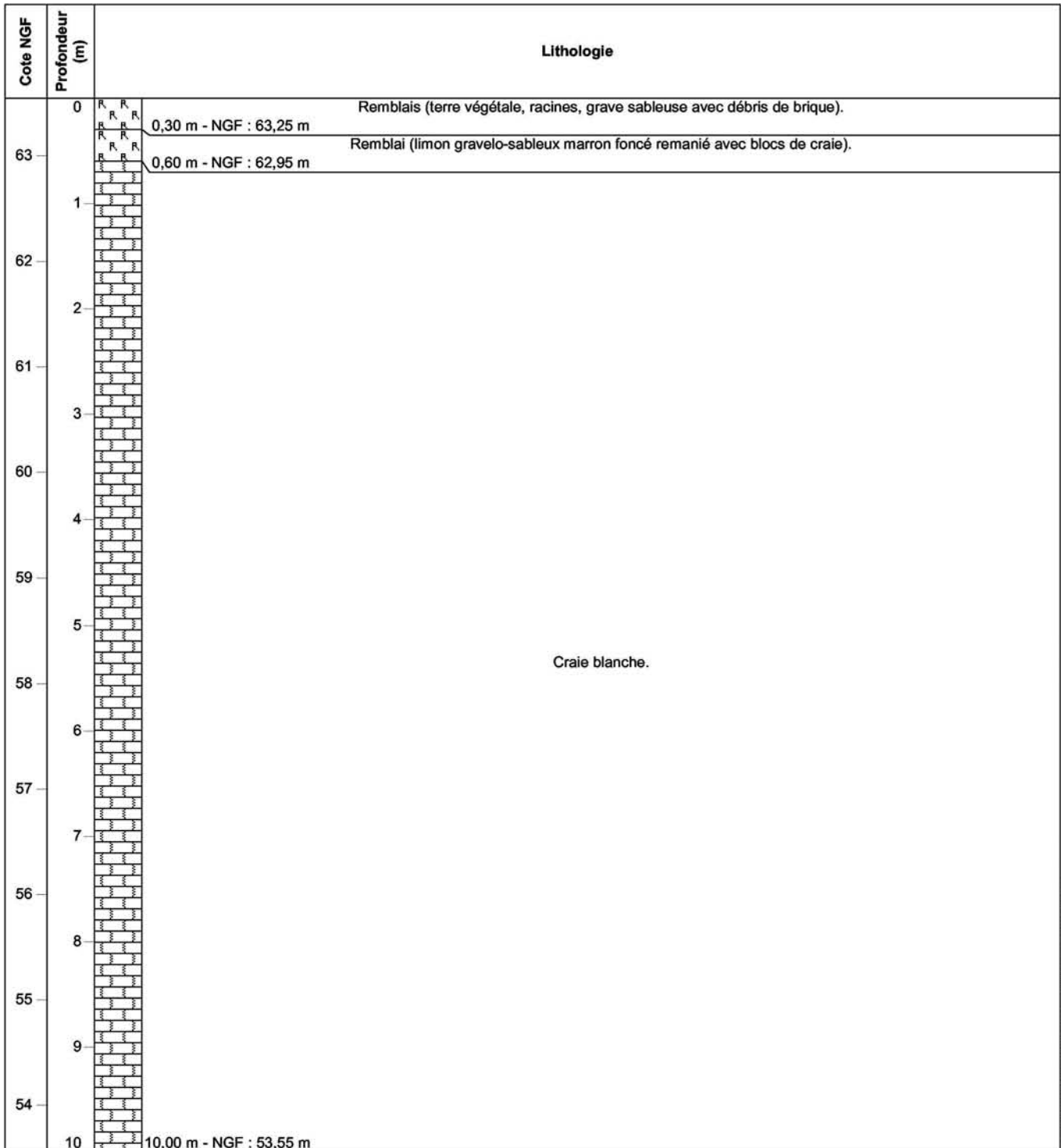
Cote NGF : 63.55

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : S7

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 30/01/2015

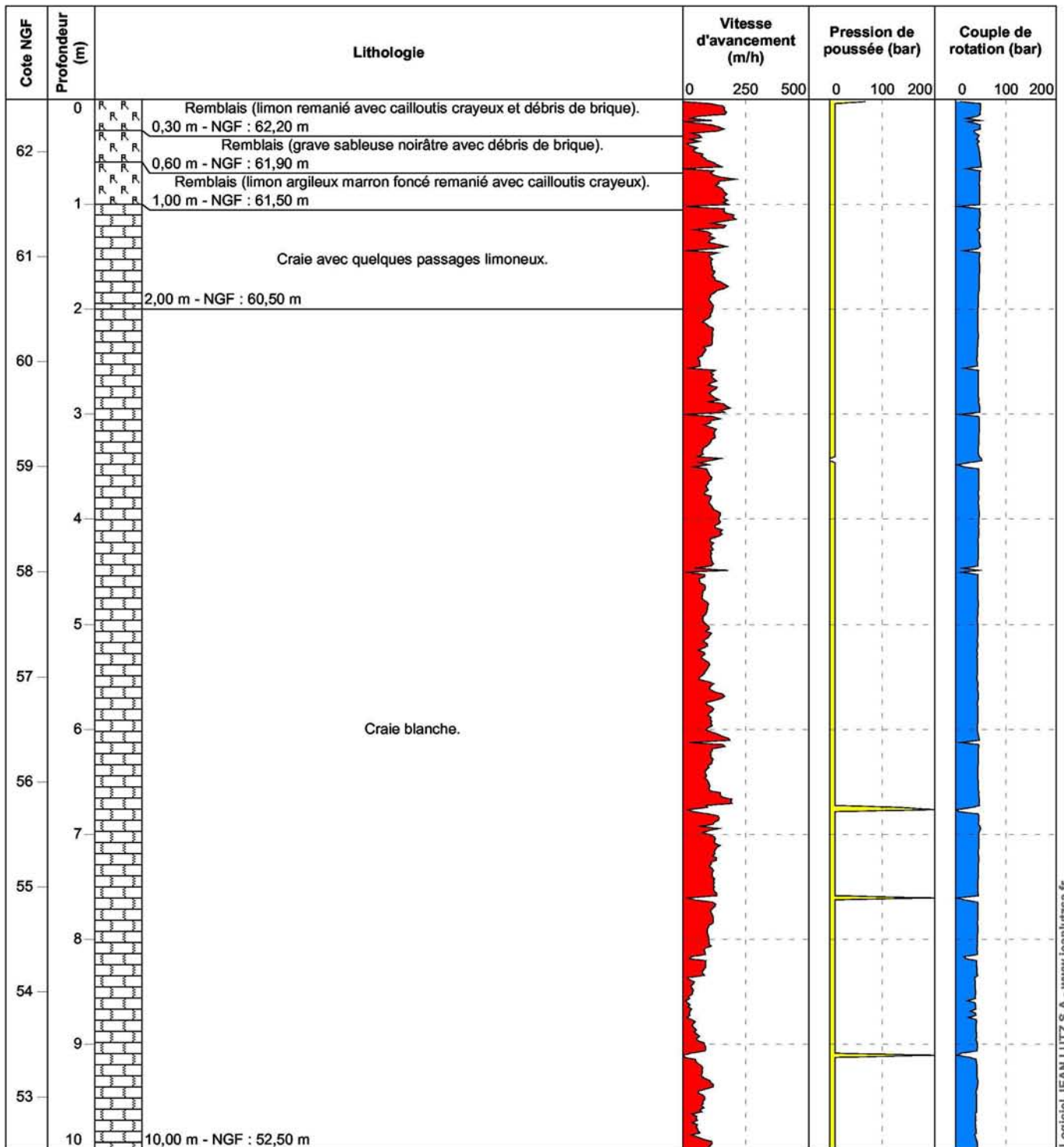
Cote NGF : 62.5

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : S8

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



Contrat 15-010

LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Date : 29/01/2015

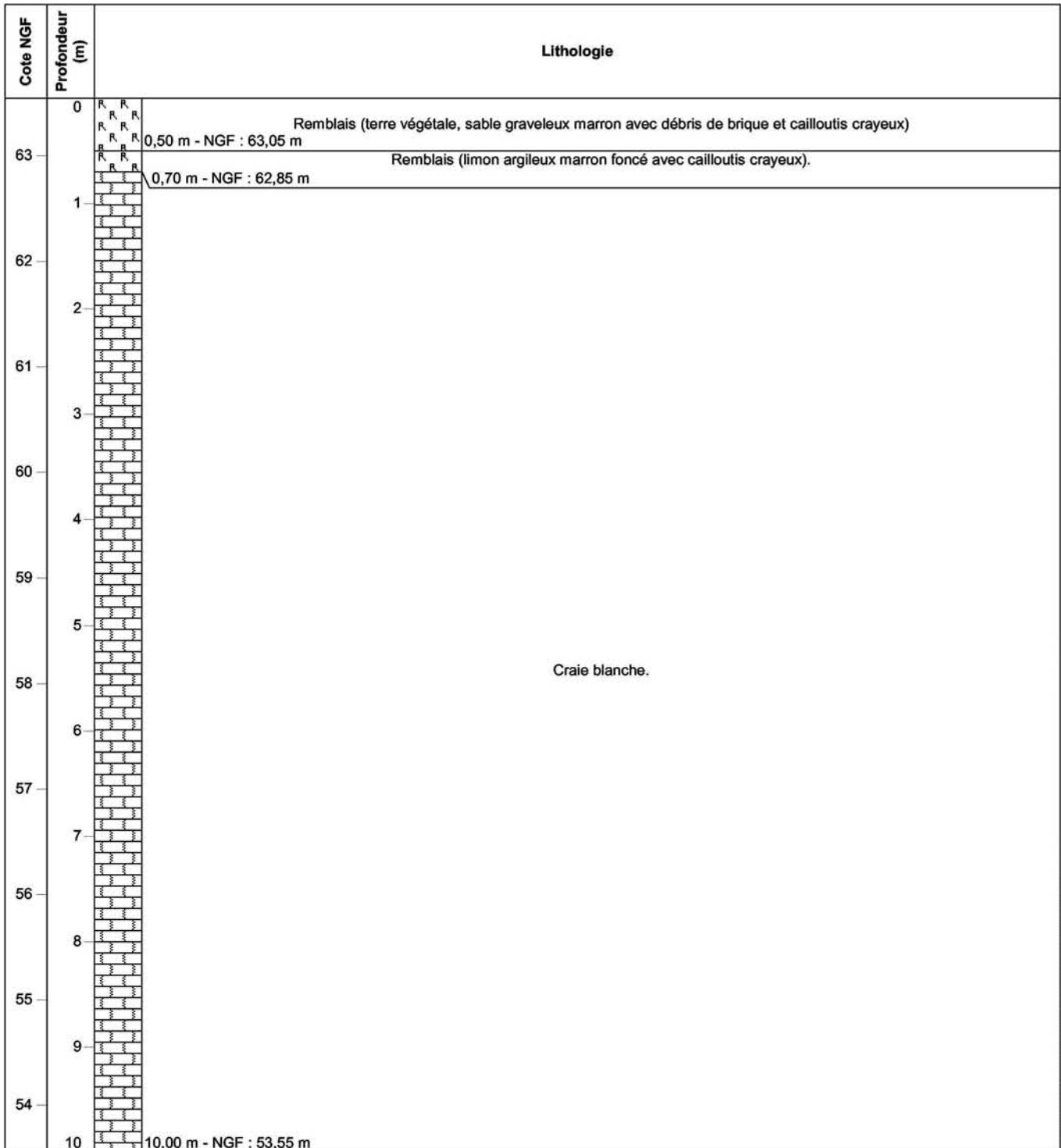
Cote NGF : 63.55

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : S9

EXGTE 3.16/GTE



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 06/02/2015

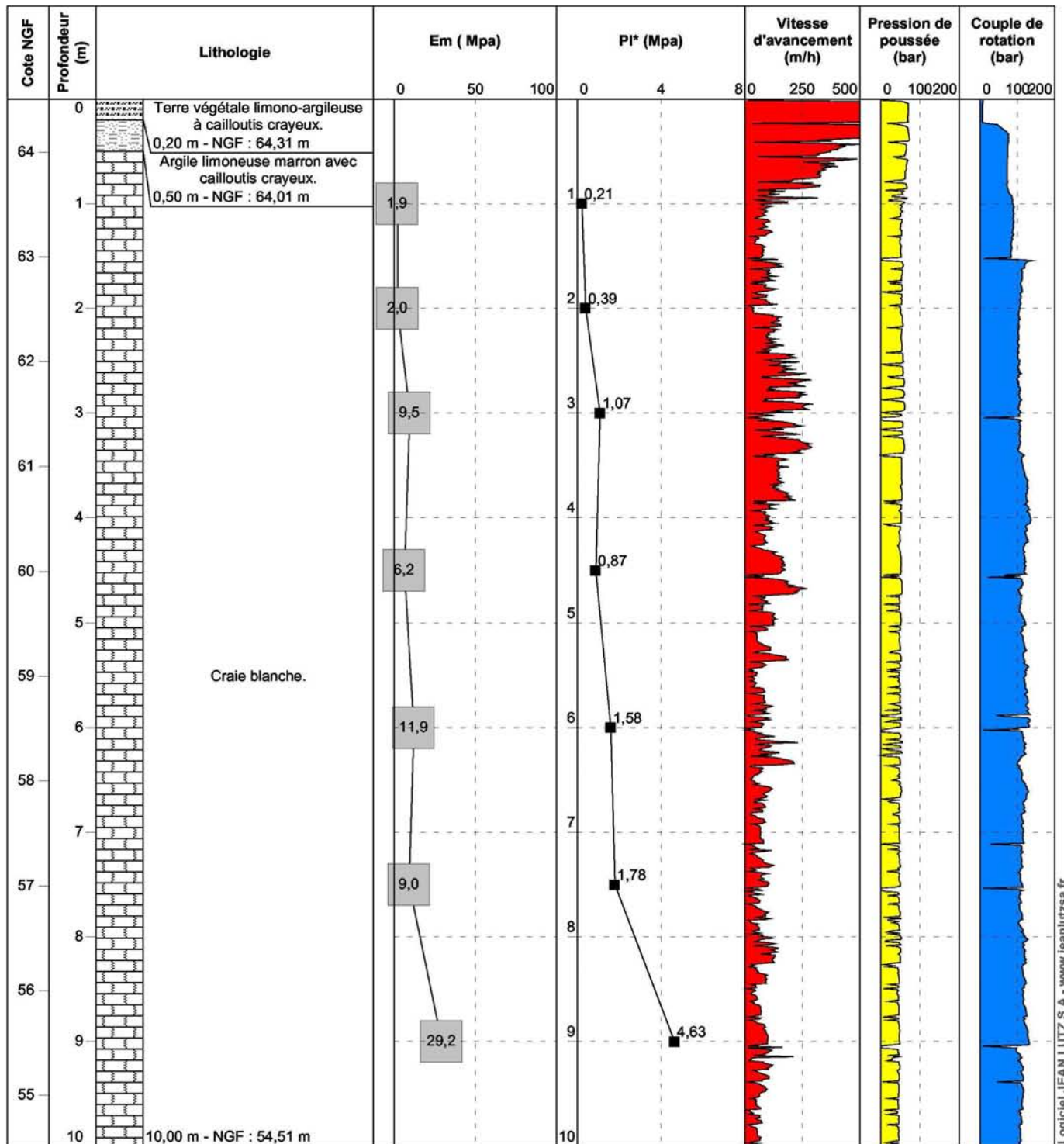
Cote NGF : 64.51

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : PR1

EXGTE 3.16/LB2EPF538FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 04/02/2015

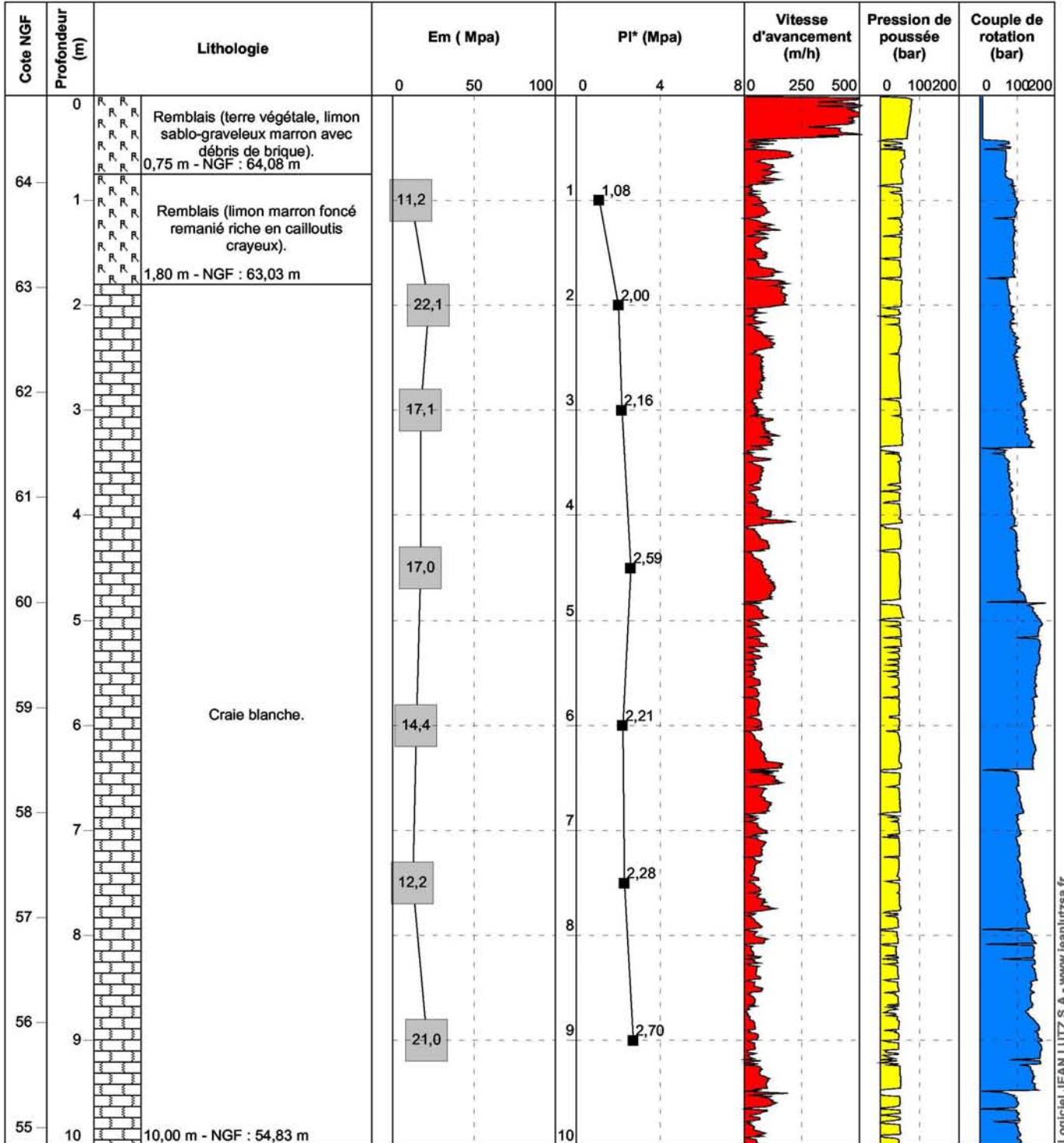
Cote NGF : 64.83

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : PR2

EXGTE 3.16/LB2EPF538FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 02/02/2015

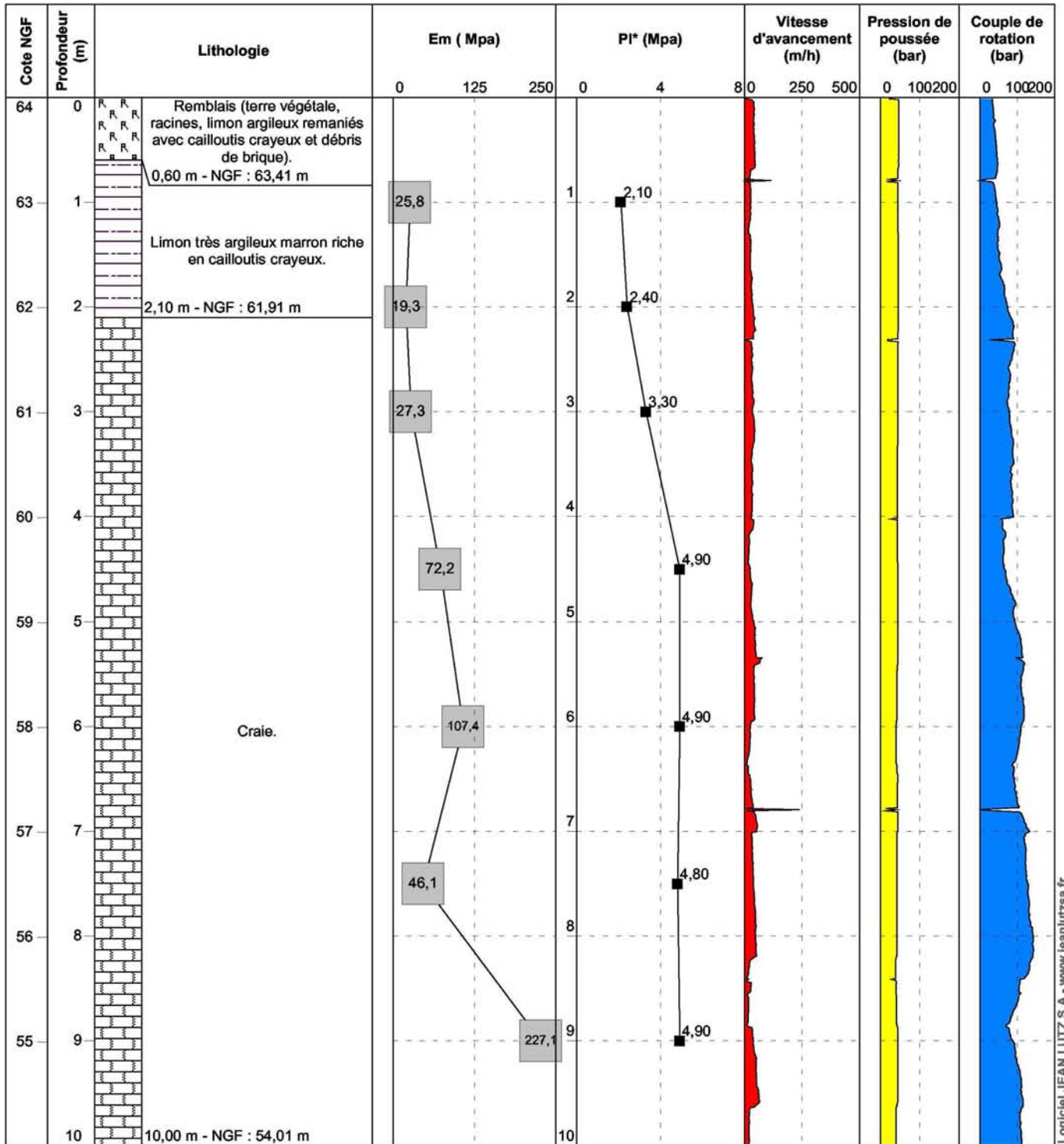
Cote NGF : 64.01

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : PR3

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 04/02/2015

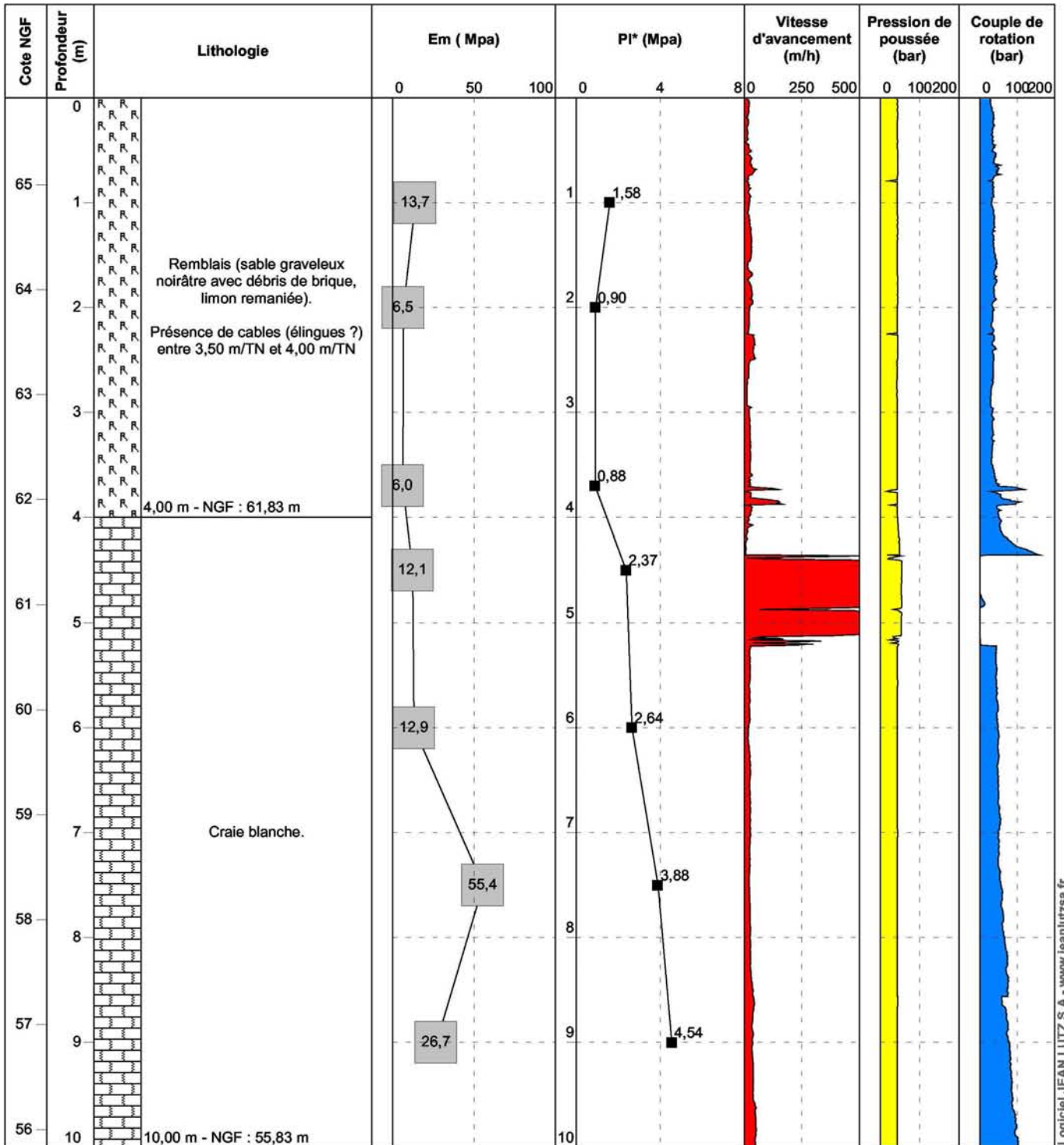
Cote NGF : 65,83

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : PR4

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 30/01/2015

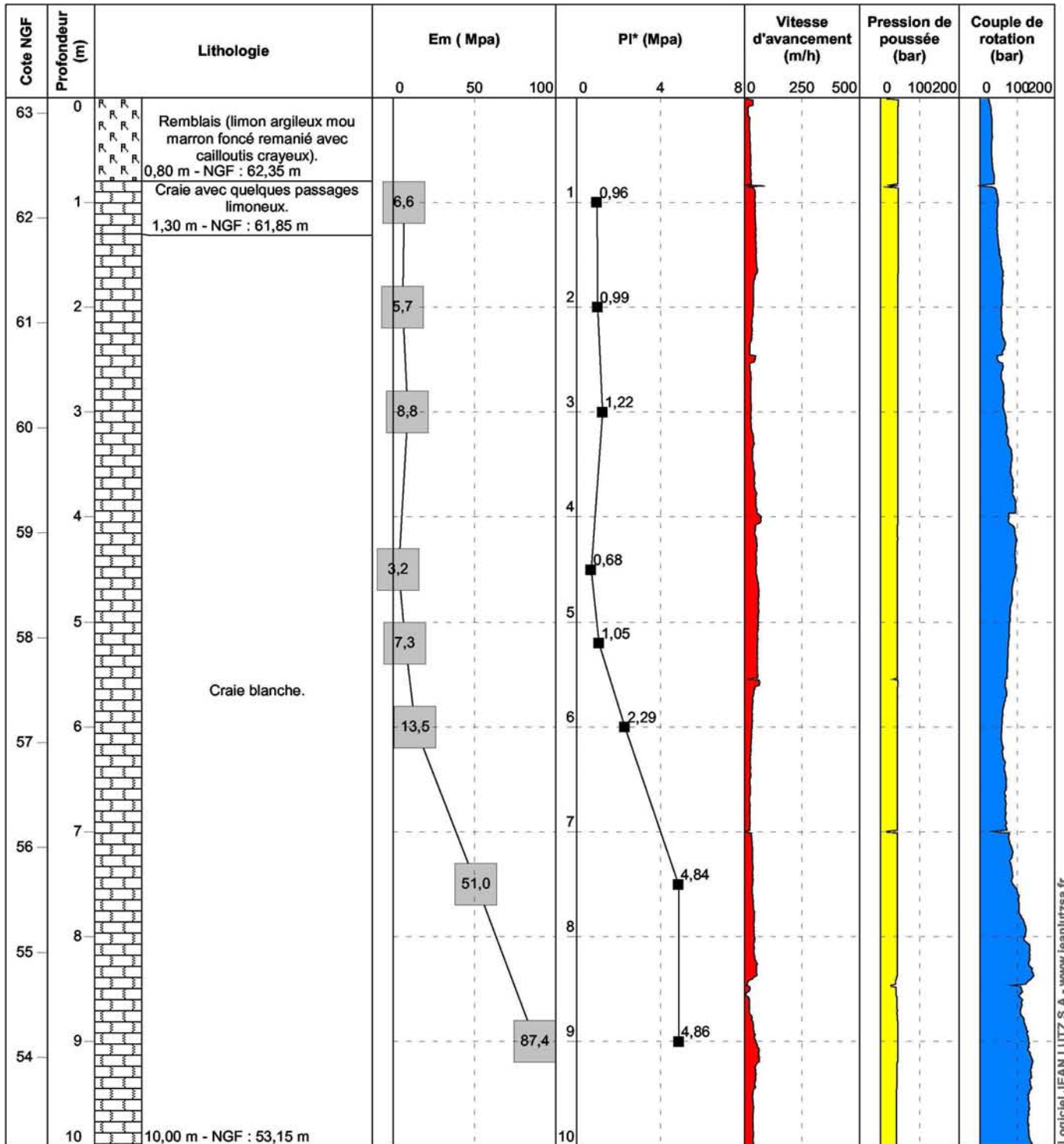
Cote NGF : 63,15

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : PR5

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 29/01/2015

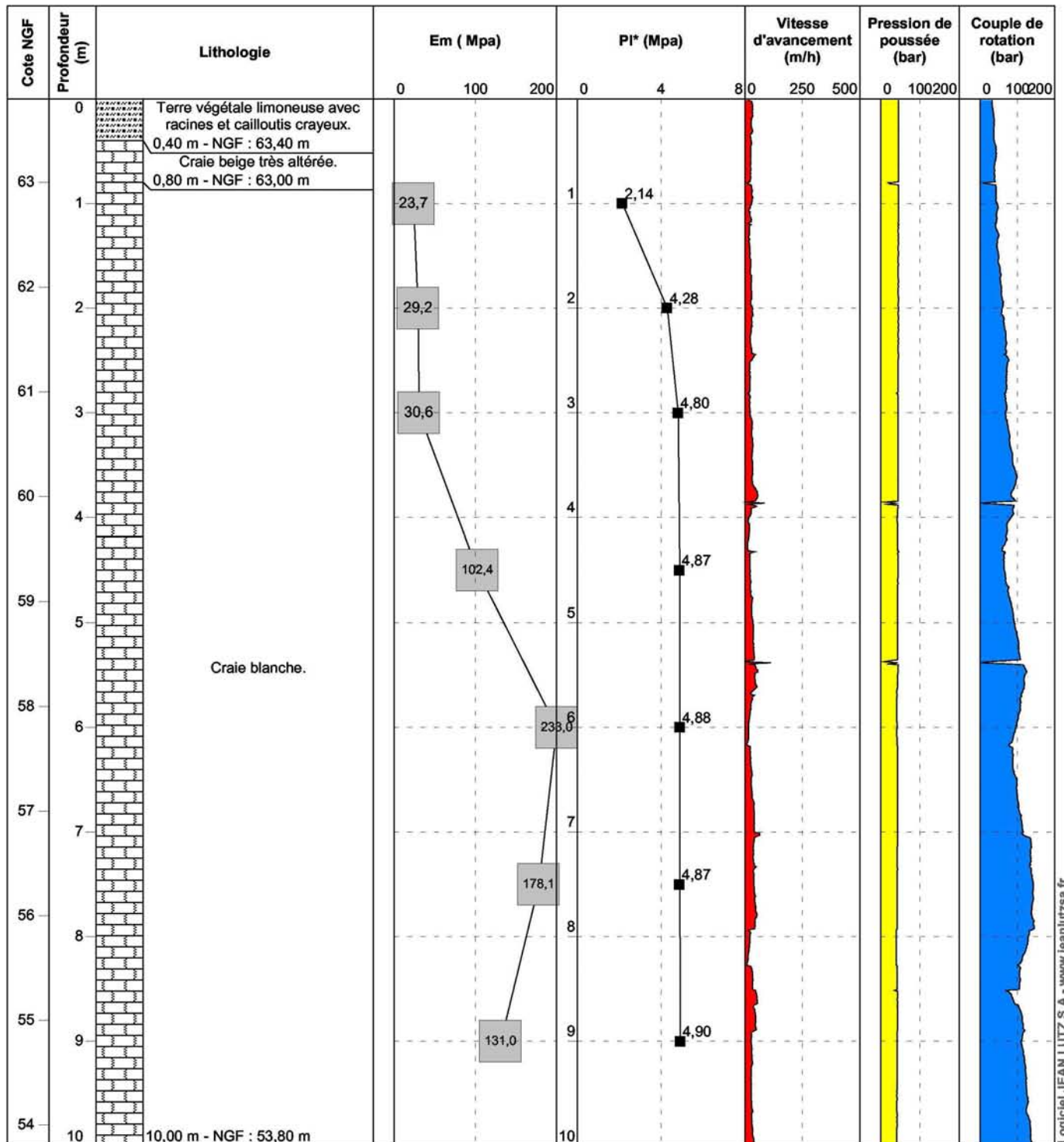
Cote NGF : 63.8

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : PR6

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 30/01/2015

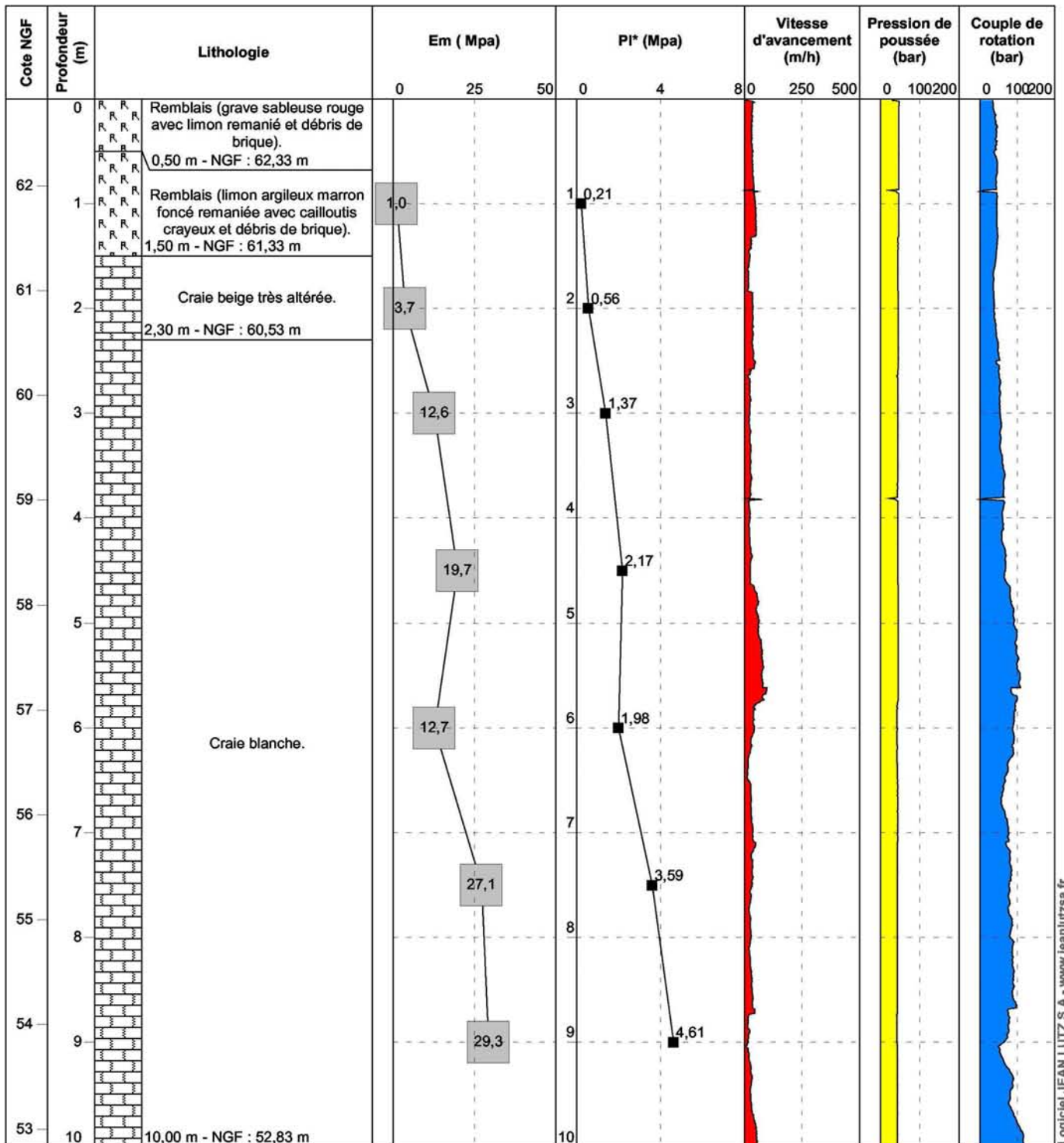
Cote NGF : 62.83

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : PR7

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 29/01/2015

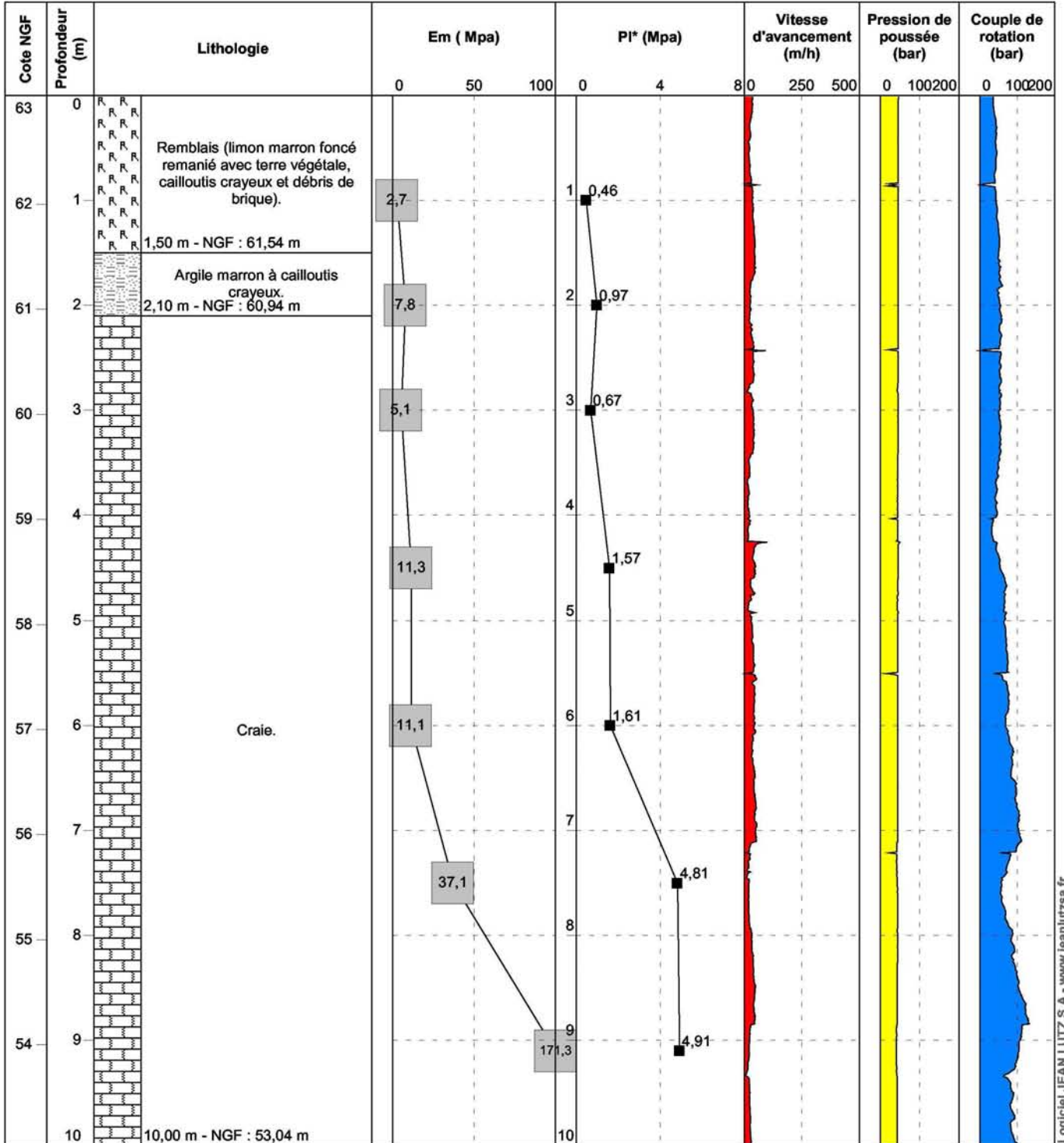
Cote NGF : 63.04

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/50

Forage : PR8

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR





LENS Construction du "Nouvel Hôpital"

Contrat 15-010

Date : 02/02/2015

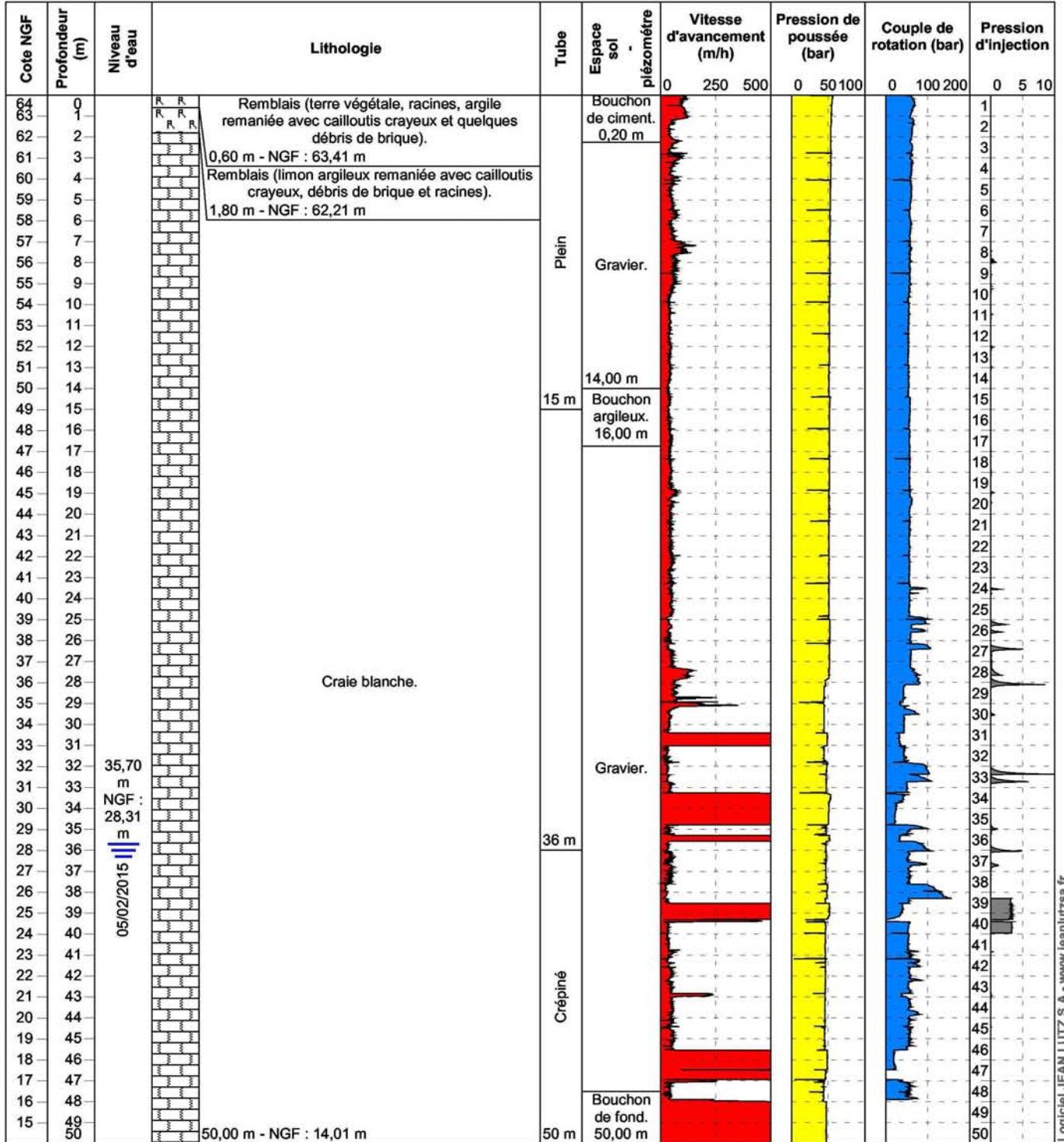
Cote NGF : 64.01

Profondeur : 0,00 - 50,00 m

1/250

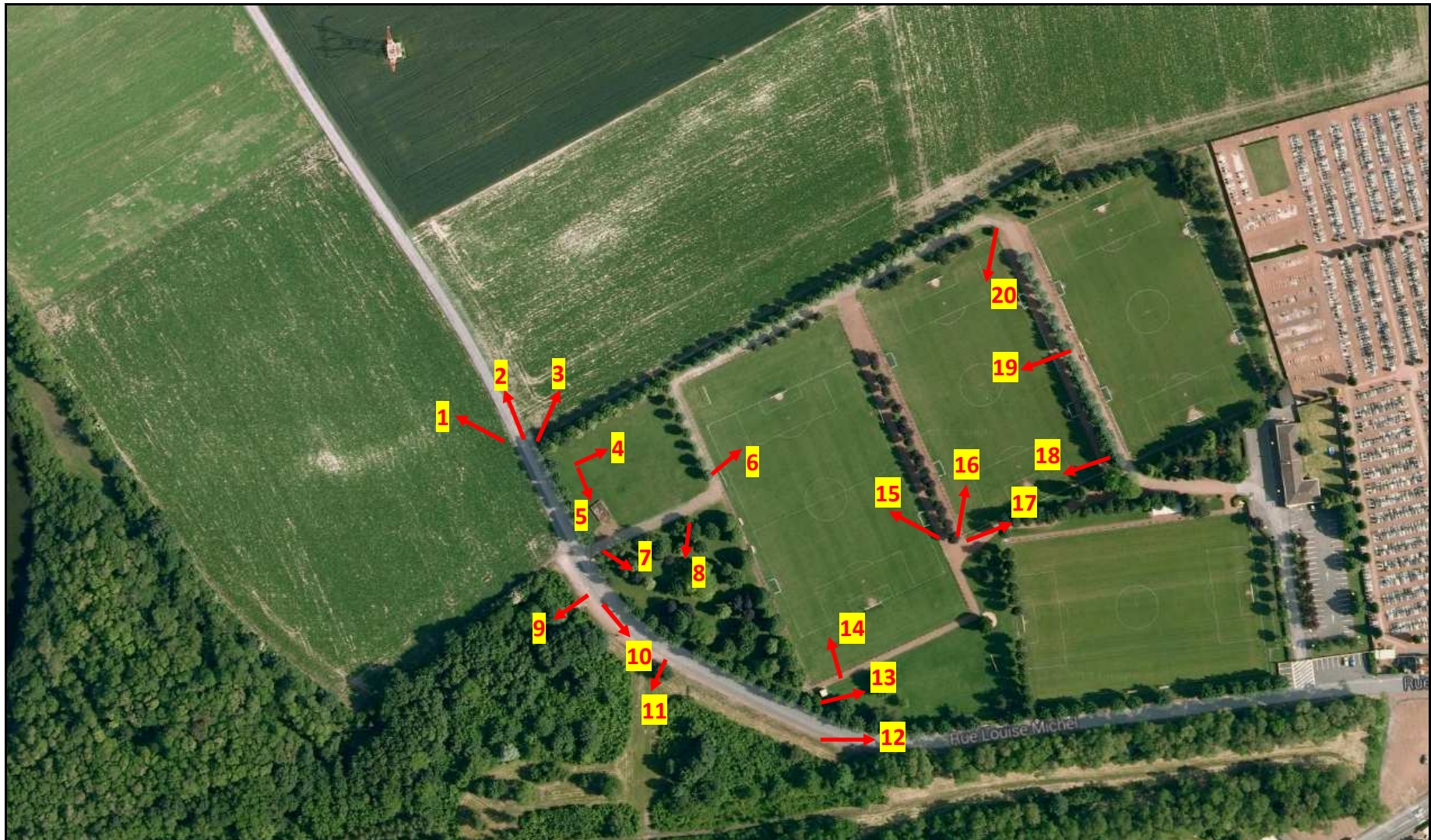
Forage : PZ1

EXGTE 3.16/LB2EPF560FR



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

12.4 Reportage photographique



Photographie aérienne du secteur d'étude situant les prises de photographies ainsi que leur direction



Photographie 1



Photographie 2



Photographie 3



Photographie 4



Photographie 5



Photographie 6



Photographie 7



Photographie 8



Photographie 9



Photographie 10



Photographie 11



Photographie 12



Photographie 13



Photographie 14



Photographie 15



Photographie 16



Photographie 17



Photographie 18



Photographie 19



Photographie 20