

SNC COGEDIM PROVENCE

79, boulevard de Dunkerque

13 235 - MARSEILLE

Projet de démolition et création de nouveaux bâtiments

Place du Général Ferrié

13008 - MARSEILLE

ETUDE GEOTECHNIQUE – Mission G1/ES/PGC



NOTE TECHNIQUE n°1

Suivi des modifications et mises à jour :

Réf	Version	Mission	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	
						Rédaction	Contrôle
E20-03-129-13	NT1	G1/ES/PGC	11/06/2020	24	1 ^{ère} édition provisoire (attente laboratoire)	C. SAMSON	R. BOSCHEL

I. Présentation de notre mission	3
I.1 – OBJET DE LA MISSION	3
I.2 – DESTINATAIRE DU RAPPORT	3
I.3 – PROGRAMME DES SONDRAGES ET DES ESSAIS	3
I.4 – DOCUMENTS TRANSMIS POUR CETTE ETUDE	4
I.5 – NORMES ET DOCUMENTS CONSIDERES POUR CETTE ETUDE	4
II. Présentation du site	5
II.1 – DESCRIPTION VISUELLE DU SITE DANS SON ETAT ACTUEL	5
II.2 – CONTEXTE GEOLOGIQUE PREVISIBLE DU SITE	6
II.3 – RISQUES NATURELS ET ALEAS	7
II.3.1 – Risques naturels	7
II.3.2 – Classification vis-à-vis du risque sismique	7
II.3.3 – Liquéfaction des sols	8
III. Résultats des sondages réalisés à proximité	9
III.1 – SYNTHESES LITHOLOGIQUE ET GEOMECHANIQUE DES SOLS	9
III.2 – CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DU SITE	10
III.3 – DETERMINATION DE LA PERMEABILITE	11
III.4 – SYNTHESE DES ESSAIS EN LABORATOIRE	11
III.5 – RECONNAISSANCES DES FONDATIONS	12
IV. Applications au projet	14
IV.1 – PRESENTATION DU PROJET	14
IV.2 – PRECONISATIONS PRINCIPALES	15
PIECES ANNEXES	0
OBSERVATIONS IMPORTANTES	0
EXTRAIT DE LA NORME NF P94-500 DE FEVRIER 2014	1
PLAN DE SITUATION	2
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDRAGES	2
COUPE DES SONDRAGES	4

I. Présentation de notre mission

I.1 – OBJET DE LA MISSION

A la demande de la société ALTAREA COGEDIM, et pour leur propre compte, nous avons été missionnés pour la réalisation d'études géotechniques G1/ES/PGC, G5/G2AVP, G2PRO et G4 pour le projet de démolition et création de nouveaux bâtiments, sur un terrain situé à l'ouest de la place du Général Ferrié, sur la commune de MARSEILLE (13).

Cette étude a été confiée à *EXSOL GEOTECHNIQUE*, suite à la validation du devis E20.03.129, par le bon pour accord, daté du 14/04/2020.

Le présent rapport concerne une étude de type G1/ES/PGC suivant la normalisation des missions géotechniques NFP. 94-500 (voir annexe ci-jointe). Il a pour objet de définir un contexte géotechnique, au droit du projet de construction d'un lotissement.

Notre mission exclut à ce stade du projet :

- Les préconisations géotechniques (fondation, terrassement, drainage, et tassement),
- Le prédimensionnement du projet,
- L'analyse précise du risque de liquéfaction des sols en cas de séisme.

I.2 – DESTINATAIRE DU RAPPORT

Le présent rapport a été transmis par courriel à :

Directeur technique	O. GASTON	COGEDIM PROVENCE	ogaston@altareacogedim.com
---------------------	-----------	------------------	--

I.3 – PROGRAMME DES SONDAGES ET DES ESSAIS

Dans le cadre de notre intervention, nous avons réalisé :

- L'examen géologique et morphologique du site ;
- Deux sondages destructifs SP1 et SP2, à 6,0 m de profondeur, avec 5 essais pressiométriques par sondages ;
- Un sondage destructif SP3, à 9,0 m de profondeur, avec 7 essais pressiométriques ;
- Un sondage destructif SP4, à 12,0 m de profondeur, avec 10 essais pressiométriques, et la pose d'un piézomètre ;
- Trois essais Porchet ;
- Cinq reconnaissances de fondations manuelles ;
- Trois séries d'essais en laboratoire (VBS, Limite d'atterberg, granulométrie, teneur en eau) ;
- L'analyse des données, et la rédaction du présent rapport géotechnique.

L'implantation des sondages est conforme aux plans joints ; les coupes et les résultats des essais sont présentés en annexes.

I.4 – DOCUMENTS TRANSMIS POUR CETTE ETUDE

Pour la réalisation de notre mission, nous avons disposé des éléments suivants :

- L'ensemble des plans du permis de construire ;
- De l'ensemble des données issues des sites internet Infoterre du *BRGM*, PRIM.net, Géorisque, Géoportail, Google Earth, Inondation.nappes, ...

I.5 – NORMES ET DOCUMENTS CONSIDERES POUR CETTE ETUDE

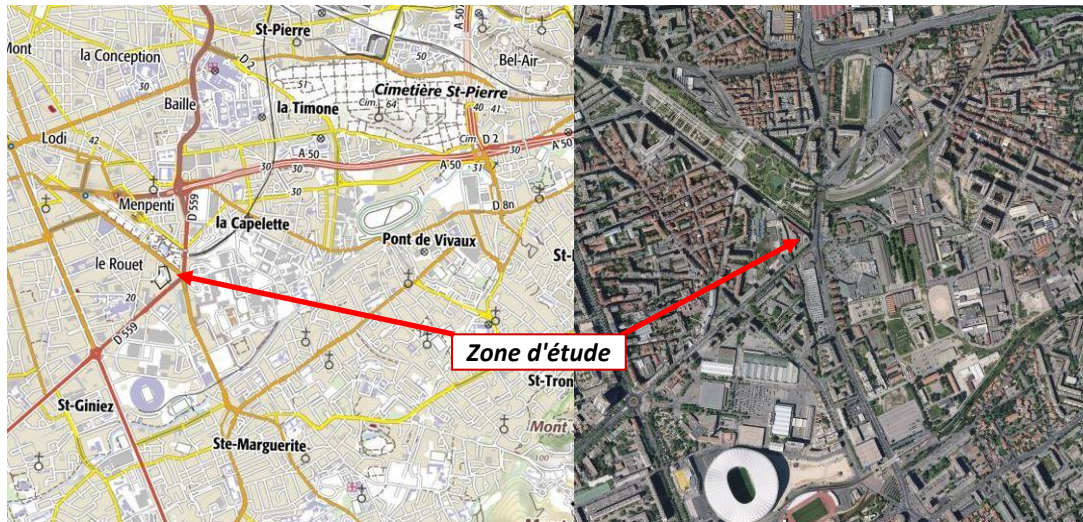
Pour la réalisation de cette étude, nous avons considéré les normes de références suivantes :

- Les normes d'application françaises de l'Eurocode 7 : NFP 94-261 pour les fondations superficielles, NFP 94-262 pour les fondations profondes, NFP 94-282 pour les ouvrages de soutènement de type écran, et NFP 94-270 pour les ouvrages de soutènement de type remblais renforcés et massifs en sol cloué.
- L'Eurocode 8 pour les éléments relatifs au contexte sismique.

II. Présentation du site

II.1 – DESCRIPTION VISUELLE DU SITE DANS SON ETAT ACTUEL

Le terrain concerné se situe à l'ouest de la place du Général Ferrié, sur la parcelle n°22 de la section I, sur la commune de MARSEILLE.



Figures 1 et 2 : extrait de la carte IGN et vue aérienne de la zone d'étude

La zone du projet est actuellement occupée par le bâtiment existant, qui sera à terme démoli.



Figure 3 : vue du bâtiment existant

II.2 – CONTEXTE GEOLOGIQUE PREVISIBLE DU SITE



Figure 4 : carte géologique du secteur d'étude

D'après la carte géologique de MARSEILLE au 1/50000^{ème}, notre connaissance du contexte géotechnique local et des observations faites sur site, les formations géologiques que l'on rencontre dans l'environnement du projet sont représentées par :

- Alluvions récentes (limons et graviers)

II.3 – RISQUES NATURELS ET ALEAS

II.3.1 – Risques naturels

Sont répertoriés sur la commune les risques naturels suivants (www.georisque.fr) :

Risque	Aléa / sensibilité	Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle
Risque sismique	Zone de sismicité 2 (faible)	Aucun
Retrait-gonflement	Aléa moyen à fort	12 arrêtés entre 1993 et 2018
Inondations, remontées de nappe	Aléa faible à inexistante	24 arrêtés entre 1987 et 2019
Cavités	Pas de cavité répertoriée à proximité	Aucun
Mouvements de terrain	Pas de mouvement répertorié à proximité	5 arrêtés entre 1994 et 1996

La commune de MARSEILLE est concernée par les PPRn « inondations », « Cavités souterraines », « mouvements de terrain » et « retrait-gonflement des sols argileux ».

II.3.2 – Classification vis-à-vis du risque sismique

Les hypothèses relatives au séisme proposées sont, d'après l'Eurocode 8 et l'arrêté du 25 octobre 2012, les suivantes :

Classification de l'ouvrage (I à IV)	II ^{*(1)}	
Coefficient d'importance γ_1	1,0	
Zonage sismique (I à V)	Zone de sismicité II (faible)	
Accélération maximale de référence (m/s ²)	0,7	
Classification du sol (A à E) ^{*(2)}	D	S = 1,6

^{*(1)} : à préciser par le Maître d'œuvre.

^{*(2)} : la classification de sol est ici définie par les sondages réalisés par nos soins à proximité du site. Elle devra être confirmée par des sondages pressiométriques complémentaires. En toute rigueur, elle devrait être déterminée par corrélations entre les résultats d'essais pressiométriques et les vitesses sismiques, en extrapolant les profondeurs de ces essais à 30 m. Si une analyse plus précise doit être envisagée, il conviendra de réaliser une analyse spécifique basée sur un essai Cross-Hole réalisé dans deux sondages équipés descendus à au moins 30 m.

L'accélération maximale de surface se calcule selon l'expression : $a_{\max} = a_{gr} \times \gamma_I \times S$.

Ce qui nous donne ici :

Classe de bâtiment supposée	Coefficient d'importance associé γ_I	A_{\max} en surface (m/s ²)
II	1,0	1,12

D'après la classification du bâti neuf et de son zonage sismique, les recommandations exposées au Plan d'Exposition aux Risques (P.E.R) de la commune de MARSEILLE seront scrupuleusement respectées.

L'ingénieur structure vérifiera la tenue des ouvrages au séisme. Il réalisera un examen de l'interaction sol-structure qui permettra de définir si les structures sont susceptibles de supporter les accélérations dues au séisme sans dommage.

II.3.3 – Liquéfaction des sols

Dans le cadre de notre mission géotechnique G1/ES/PGC, aucune analyse en laboratoire ou sondage spécifique n'a été réalisé pour caractériser le risque associé à ce phénomène.

Cependant, au vu du risque sismique faible, le risque de liquéfaction est à exclure.

III. Résultats des sondages réalisés à proximité

III.1 – SYNTHÈSES LITHOLOGIQUE ET GEOMECANIQUE DES SOLS

L'ensemble des sondages réalisés a permis de mettre en évidence la coupe lithologique type suivante :

- De 0,0 m à 1,2/4,0 m de profondeur par rapport au niveau de terrain actuel :

Des **remblais** (briques, cailloux, limon argileux...).

Nous récapitulons dans le tableau ci-dessous, la profondeur de la base de cette couche de sol par sondage :

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4+PZ
Profondeur de la base de la couche	3,5 m	2,4 m	4,0 m	1,2 m

Les essais pressiométriques réalisés dans cette couche ont mis en évidence une **compacité très faible** de ces sols avec des zones ponctuelles plus compactes :

Module pressiométrique : $2,5 \text{ MPa} \leq E_M \leq 38,3 \text{ MPa}$ (9 valeurs mesurées)
Pression limite : $0,28 \text{ MPa} \leq pl^* \leq 2,26 \text{ MPa}$

- De 1,2/4,0 m et jusqu'à l'arrêt des sondages soit 6,0/12,0 m de profondeur:

Des **limons plus ou moins argileux** de couleur noire.

Nous récapitulons dans le tableau ci-dessous, la profondeur de la base de cette couche de sol par sondage :

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4+PZ
Profondeur de la base de la couche	6,0 m*	6,0 m*	9,0 m*	12,0 m*

Les essais pressiométriques réalisés dans cette couche ont mis en évidence une **compacité faible à moyenne** de ces sols augmentant avec la profondeur à partir de 8,0 m :

Module pressiométrique : $0,5 \text{ MPa} \leq E_M \leq 27,4 \text{ MPa}$ (18 valeurs mesurées)
Pression limite : $0,05 \text{ MPa} \leq pl^* \leq 2,13 \text{ MPa}$

III.2 – CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE DU SITE

Lors de notre investigation (juin 2020), nous avons observé une venue d'eau à 8,20 m de profondeur par rapport au terrain naturel au sein de SP4 en fin de forage.

Le site est classé par le *BRGM* en zone à aléa très faible à inexistante vis-à-vis du risque d'inondation.

Un piézomètre, crépiné toute hauteur, a été installé en SP4 jusque 10 m de profondeur (les terrains se sont affaissés sur les 2 derniers mètres).



Figure 5 : photographie du piézomètre mis en place

Notons que le niveau de la nappe fluctue en fonction des saisons et des conditions pluviométriques, et qu'en périodes de pluies des circulations d'eau peuvent avoir lieu à différentes profondeurs selon des cheminements préférentiels.

Ainsi, des circulations passagères et une remontée du niveau d'eau ne sont pas à exclure, notamment lors d'épisodes pluvieux intenses.

Le suivi du piézomètre est en cours.

III.3 – DETERMINATION DE LA PERMEABILITE

Afin de vérifier la capacité d'absorption par le sol des effluents, nous avons procédé à des tests de percolation in situ (de type Porchet) sur un sondage.

Selon le protocole de mesure, la durée totale de l'imprégnation des terrains est de 4 heures afin d'atteindre la saturation du sol. A l'issue de ces quatre premières heures, sur un laps de temps de minimum 20 minutes (ici 60 minutes), on mesure soit le volume d'eau introduit pour maintenir constante la hauteur d'eau dans le trou (essai à niveau constant) ou soit la variation de niveau d'eau (essai à débit nul). Des essais à niveau constant ont été réalisés pour ce projet.

On calcule alors le volume d'eau absorbé par le terrain, la surface d'infiltration (totalité des surfaces du trou au contact avec l'eau), puis le coefficient de perméabilité K caractérisant le sol en place. K s'exprime en cm/sec ou en mm/h.

La vitesse apparente d'écoulement mesurée, à 0,70 m de profondeur, est alors d'environ **0,02 mm/h** en moyenne sur 3 essais réalisés ;

Porchet 1 : **6,5.E⁻⁰⁹ m/s**

Porchet 2 : **8,9.E⁻⁰⁹ m/s**

Porchet 3 : **5,3.E⁻⁰⁹ m/s**

Le sol argileux-limoneux de surface est donc considéré comme **très peu perméable**.

III.4 – SYNTHÈSE DES ESSAIS EN LABORATOIRE

Nous avons effectué des analyses en laboratoire sur des échantillons de sols afin de mesurer la sensibilité à la sécheresse des argiles plastiques de surface du site.

Ces essais sont en cours de réalisation.

III.5 – RECONNAISSANCES DES FONDATIONS

Cinq fouilles manuelles REC1 à REC5 ont été réalisées dans le but de mettre en évidence le système de fondation des bâtiments.

- REC 1 :

Elle permet de mettre en évidence un système de fondation de type semelles, en béton coulé pleine fouille, **ancrées au sein des remblais et limons noirs, à une profondeur minimum de 0,45 m par rapport au dallage intérieur.**

La semelle présente un débord de 0.60 m par rapport à la face interne du mur.

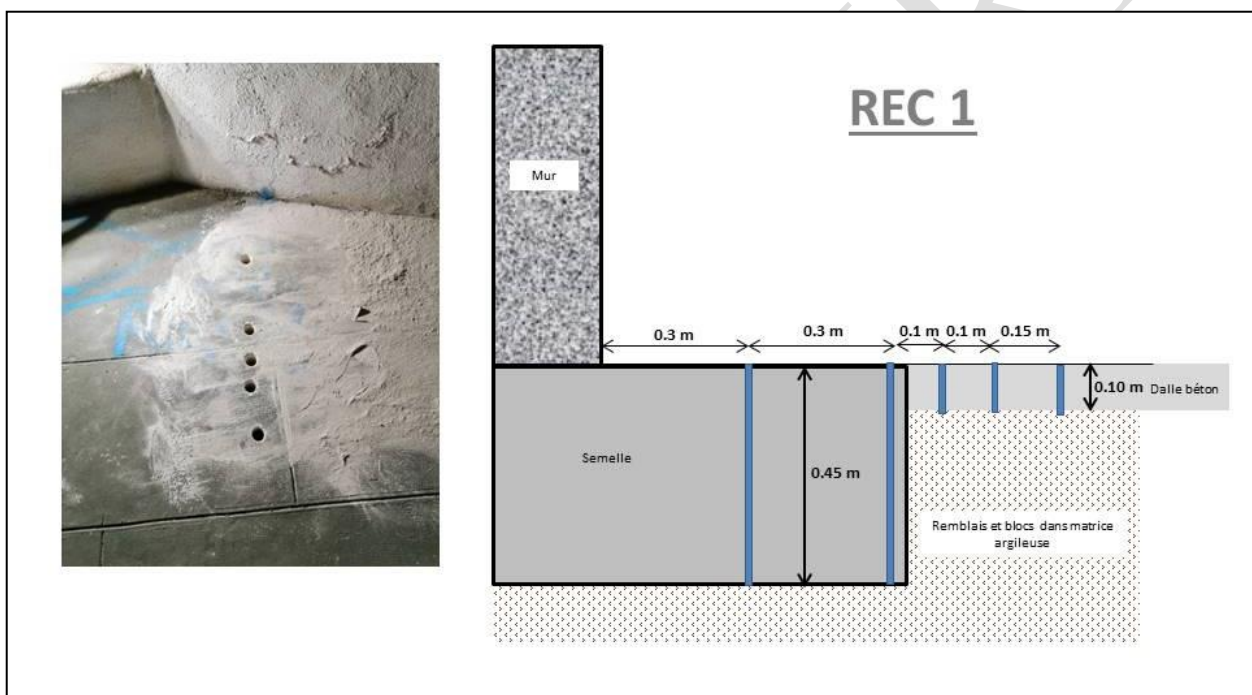


Figure 6 : Reconnaissance de fondations 1.

- REC 2 :

Elle permet de mettre en évidence un système de fondation de type semelles, en pierres et béton coulé pleine fouille, **ancrées au sein des remblais et limons noirs, à une profondeur de 0,60 m par rapport au dallage intérieur**. La semelle présente un débord de 0.10 m par rapport à la face interne du mur et une épaisseur de 0.35 m.

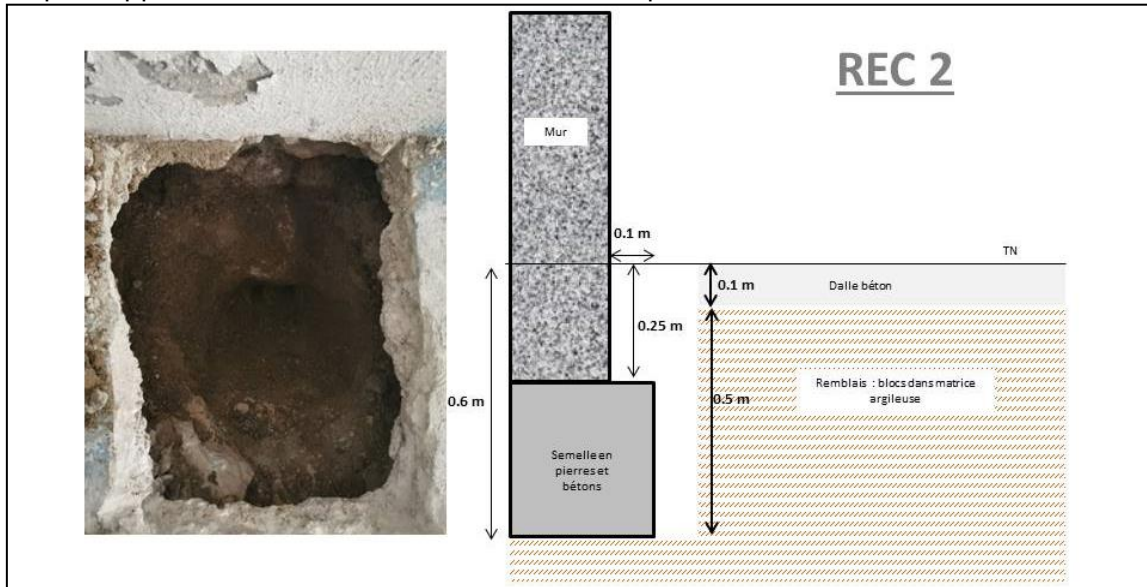


Figure 7 : Reconnaissance de fondations 2.

- REC 3-4-5 :

Elles ont mis en évidence une fondation descendant à au moins 1,30 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel (cour intérieure). La base des fondations n'a pas pu être rencontrée.

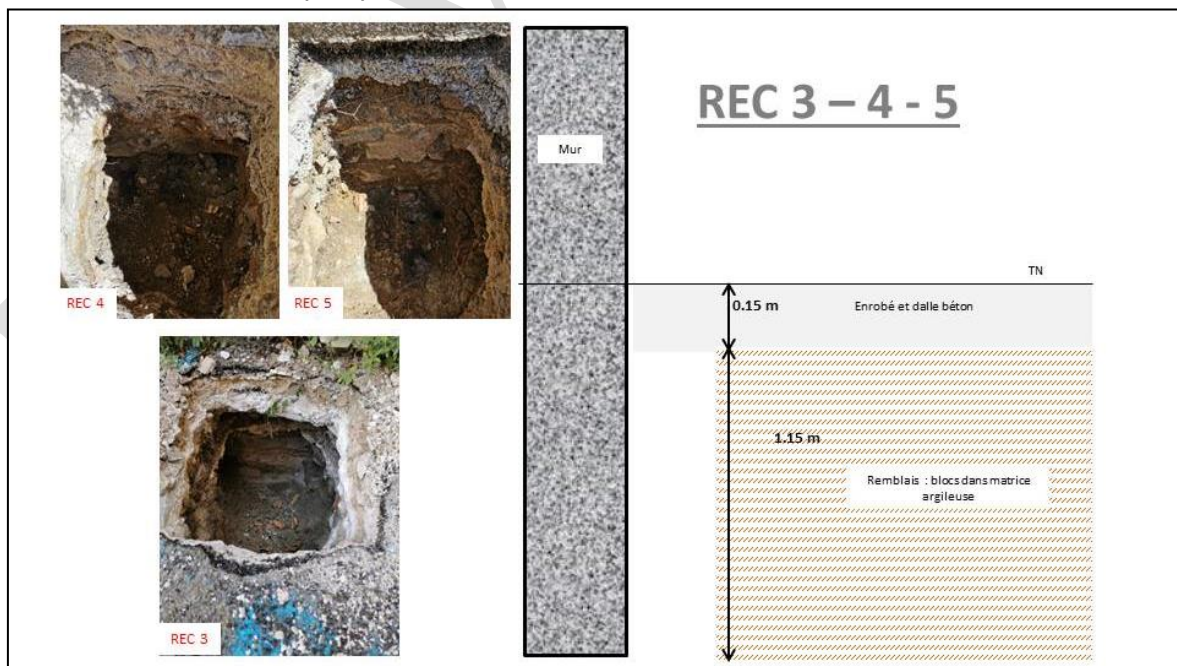


Figure 8 : Reconnaissance de fondations 3-4 et 5.

IV. Applications au projet

IV.1 – PRESENTATION DU PROJET

Le projet prévoit la démolition puis reconstruction de bâtiments allant de R+5 à R+7, avec deux niveaux de sous-sol.

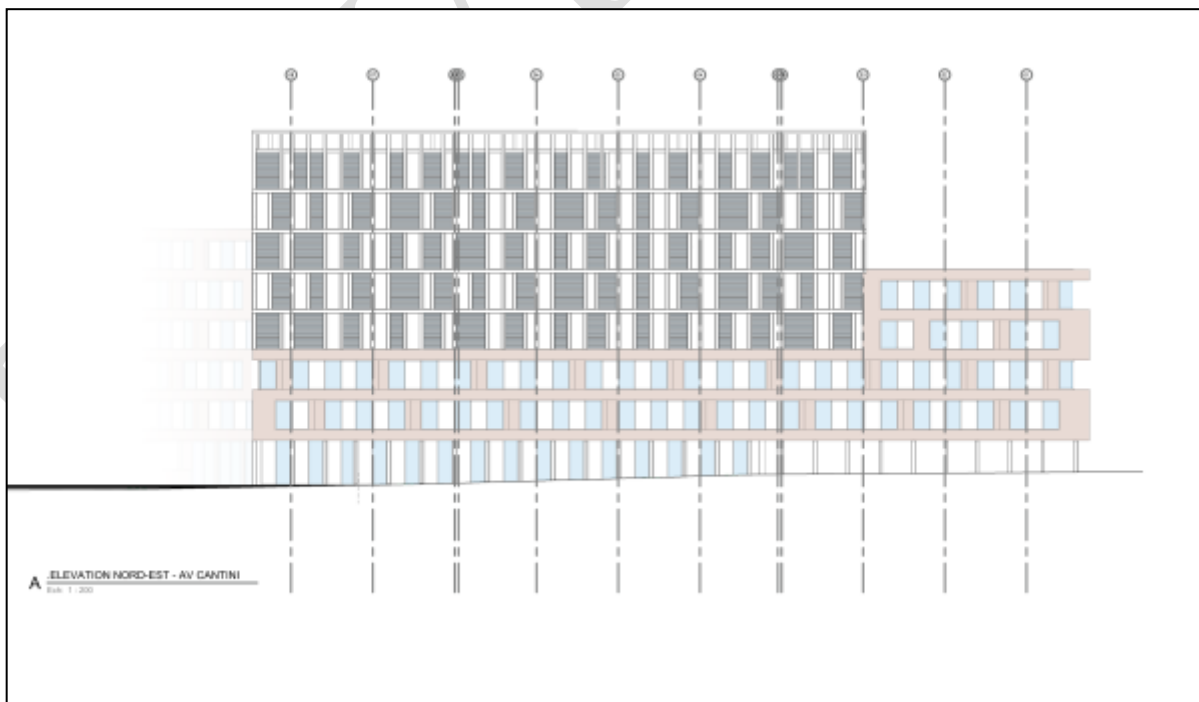


Figure 9 : Plan de masse général et façade du bâtiment

IV.2 – PRECONISATIONS PRINCIPALES

Compte tenu du contexte géotechnique mis en évidence par nos investigations, le bâtiment pourra être fondé sur **fondations profondes, ancrées au sein d'un terrain compact**, non reconnu lors de nos investigations (au moins 12,0 m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel).

A priori, les remblais et limons pourront être extraits à l'aide d'engins de terrassements classiques (pelle hydraulique par exemple).

Des terrassements importants auront lieu afin de créer les 2 niveaux de sous-sol.

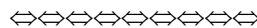
Les talutages provisoires devront respecter, en l'absence de venues d'eau :

- un pendage de **3H/2V au sein des limons argileux noirs lâches**.

En raison de manque de place, le talutage ne pourra pas être respecté, des ouvrages de soutènement provisoires ou définitifs semblent nécessaires.

Les ouvrages seront réalisés sur dalle portée.

Nous rappelons que le présent rapport devra être complété par les missions géotechniques G2/AVP, G2/PRO, G3 et G4, conformément à la norme en vigueur.



Rédaction
C. SAMSON
(Ingénieure Géotechnicienne)



Vérification/Contrôle
R. BOSCHEL
(Ingénieur Géotechnicien)



PIECES ANNEXES

OBSERVATIONS IMPORTANTES

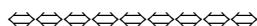
1. Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle sans l'accord écrit d'**EXSOL GEOTECHNIQUE** dégagerait totalement sa responsabilité.

2. Il est rappelé que cette étude repose sur une reconnaissance par points, dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas, toujours possibles en milieu naturel. Les interpolations/extrapolations faites entre les points de reconnaissance ne sauraient engager la responsabilité d'**EXSOL GEOTECHNIQUE** sur des quantités contractuelles au moment des travaux.

3. Des changements dans l'implantation, la conception ou l'importance du projet par rapport aux données de l'étude, ou même un décalage important dans la date de réalisation des travaux, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du rapport et doivent, par conséquent, être portés à la connaissance d'**EXSOL GEOTECHNIQUE**.

De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance (par exemple : karst, gravières comblées, remblais, hétérogénéités localisées, venues d'eau etc...) peuvent rendre caduque tout ou partie des conclusions du rapport. Ces éléments nouveaux, ainsi que tout incident important survenu en cours de travaux (glissement de talus, éboulements de fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes etc...) doivent immédiatement être signalés à **EXSOL GEOTECHNIQUE** pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions préconisées.

EXSOL GEOTECHNIQUE ne saurait être rendu responsable des modifications apportées au dimensionnement et aux dispositifs constructifs préconisés dans son étude que dans la mesure où il aurait donné, par écrit, son accord sur lesdites modifications.



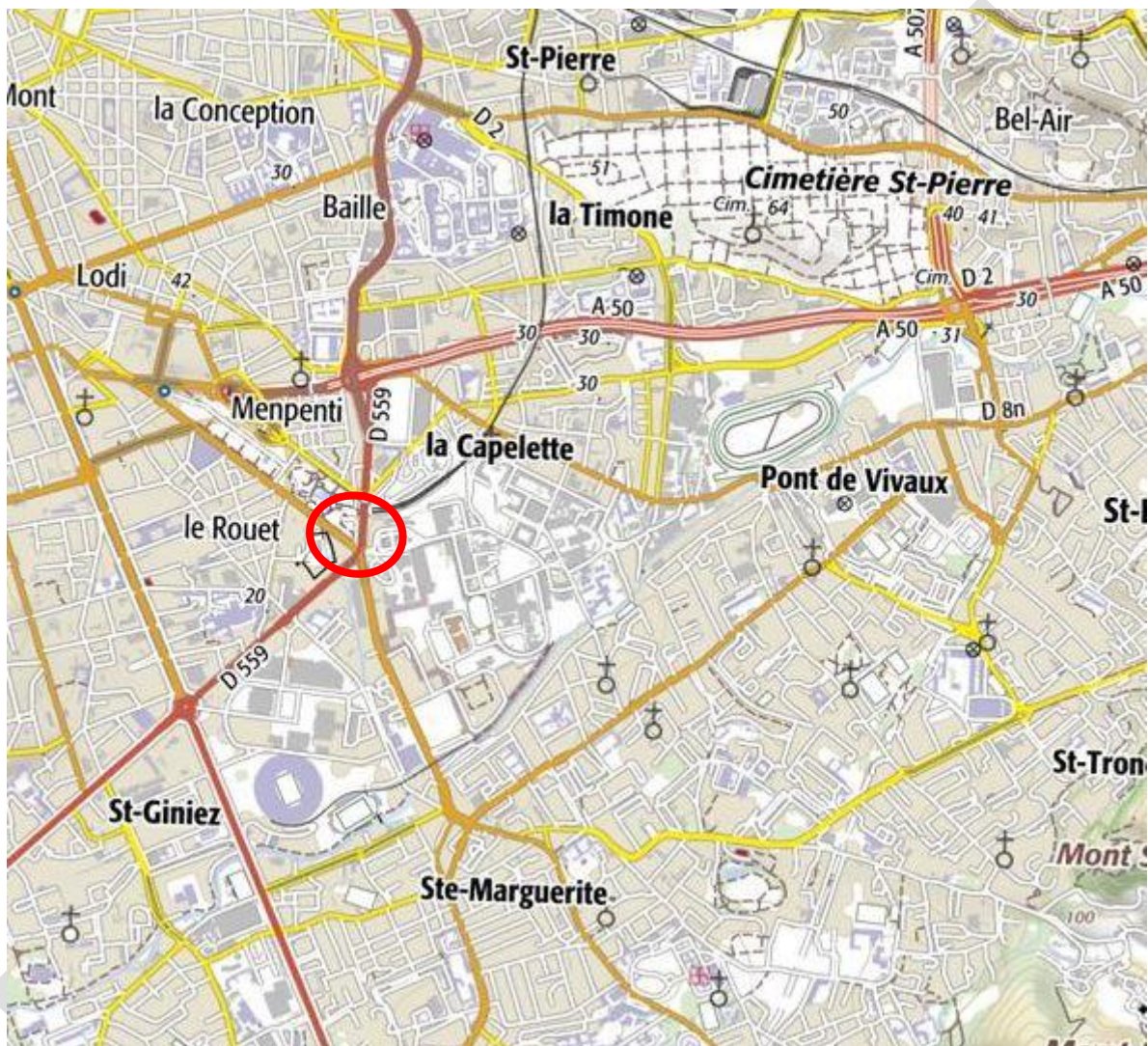


EXTRAIT DE LA NORME NF P94-500 DE FEVRIER 2014

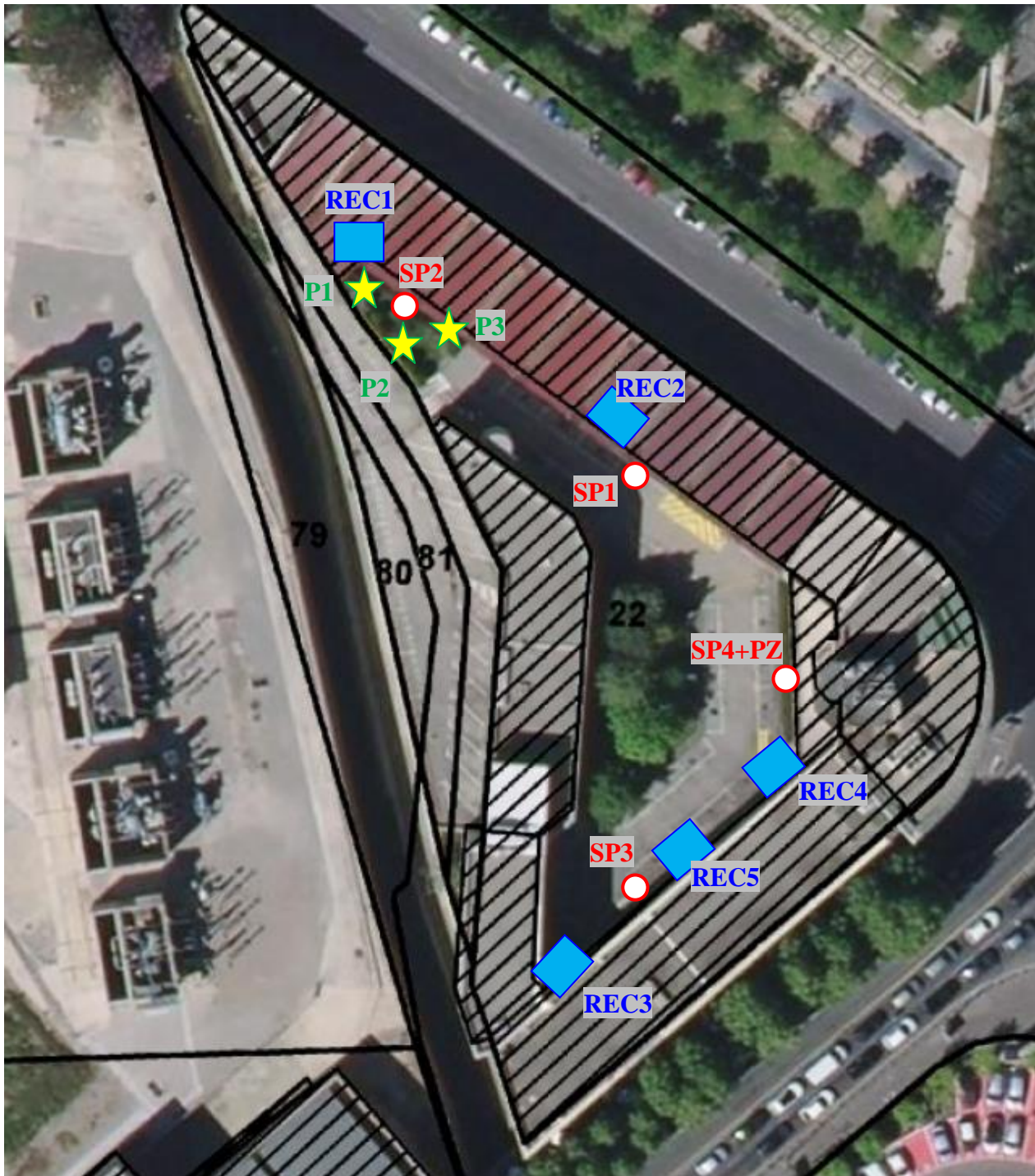
Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude 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
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude 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	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude 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	Étude 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		
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié


PLAN DE SITUATION



PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

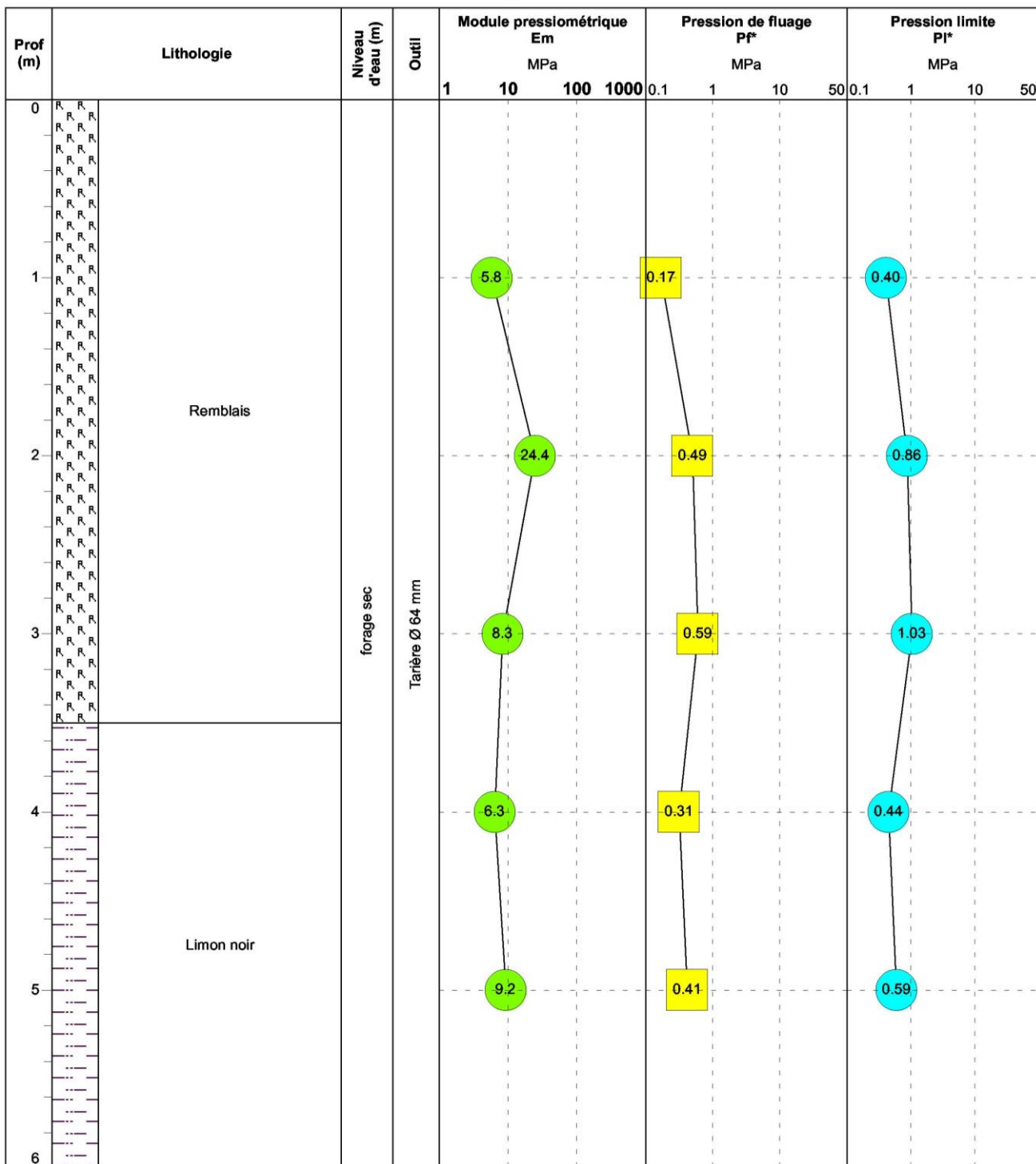



COUPE DES SONDAGES

	Contrat E20-03-129/13		
	COGEDIM MARSEILLE - ASSEDIC		
Date : 02/06/2020	Machine : GEO 305	Profondeur : 0.00 - 6.00 m	

Forage : SP1

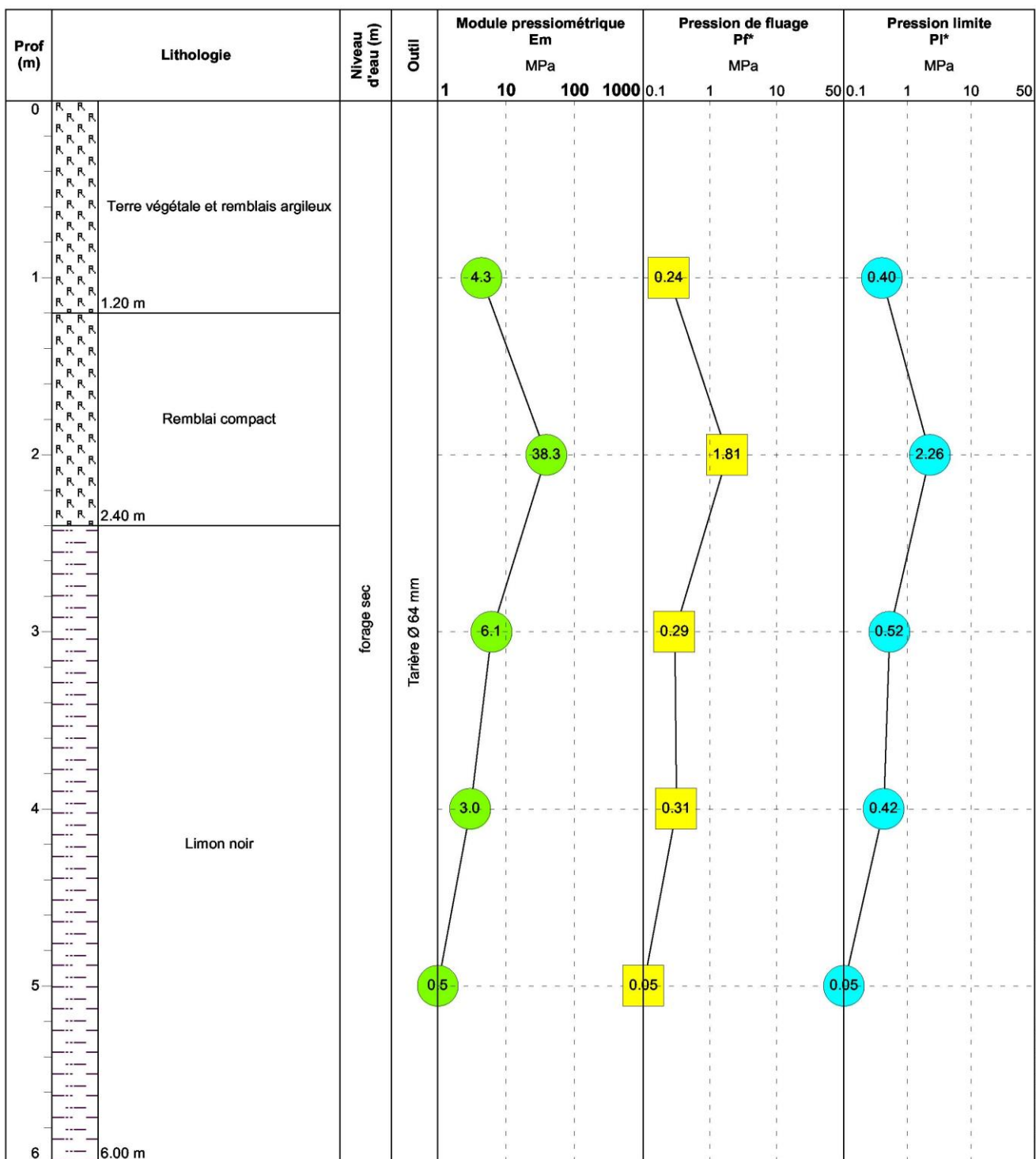
EXGTE 3.20/GTE




	COGEDIM MARSEILLE - ASSEDIC			Contrat E20-03-129/13
	Date : 03/06/2020	Machine : GEO 305	Profondeur : 0.00 - 6.00 m	

Forage : SP2

EXGTE 3.20/GTE

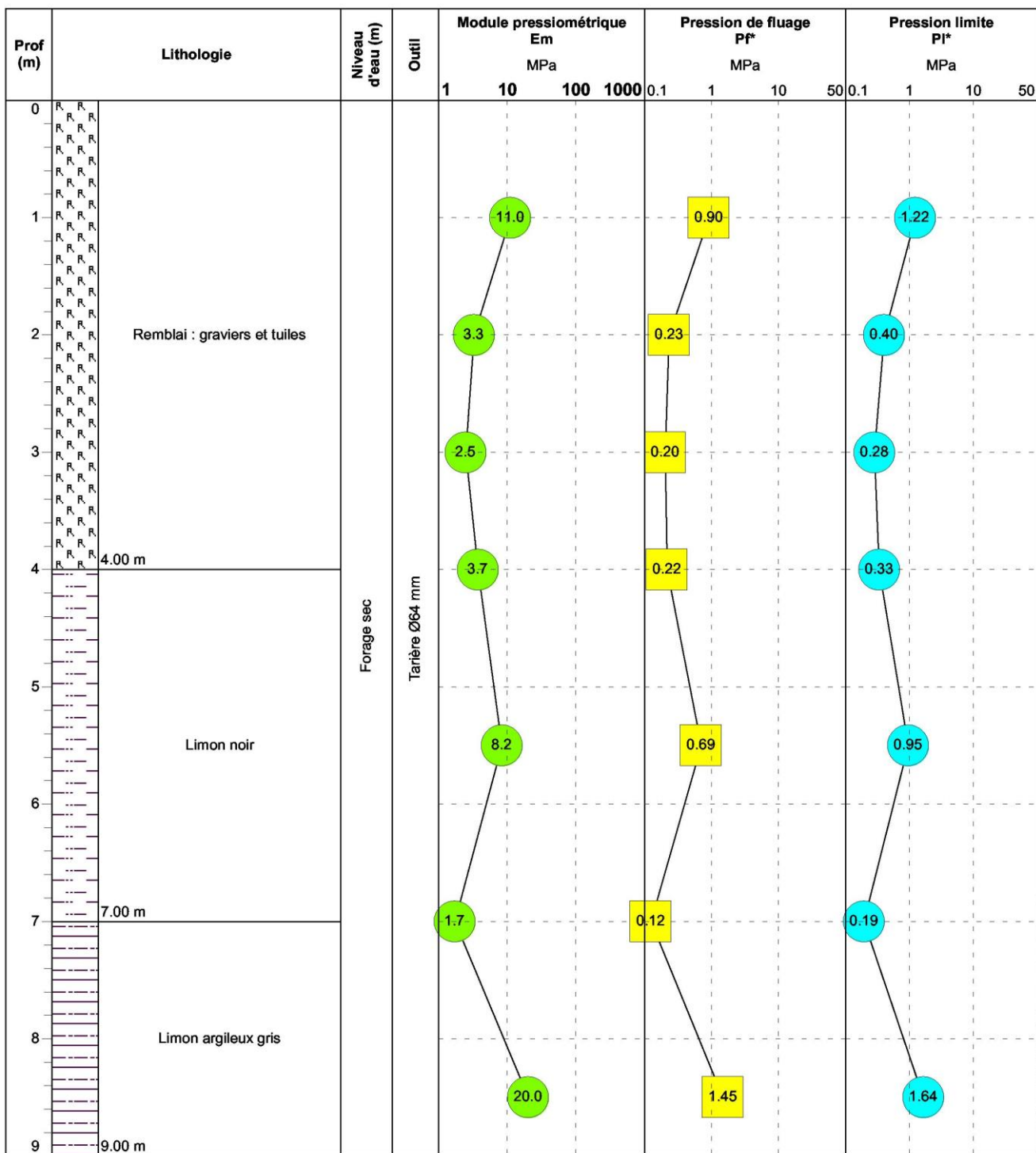


Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr


	Contrat E20-03-129/13		
	COGEDIM MARSEILLE - ASSEDIC		
Date : 04/06/2020	Machine : GEO 305	Profondeur : 0.00 - 9.00 m	

Forage : SP3

EXGTE 3.20/GTE

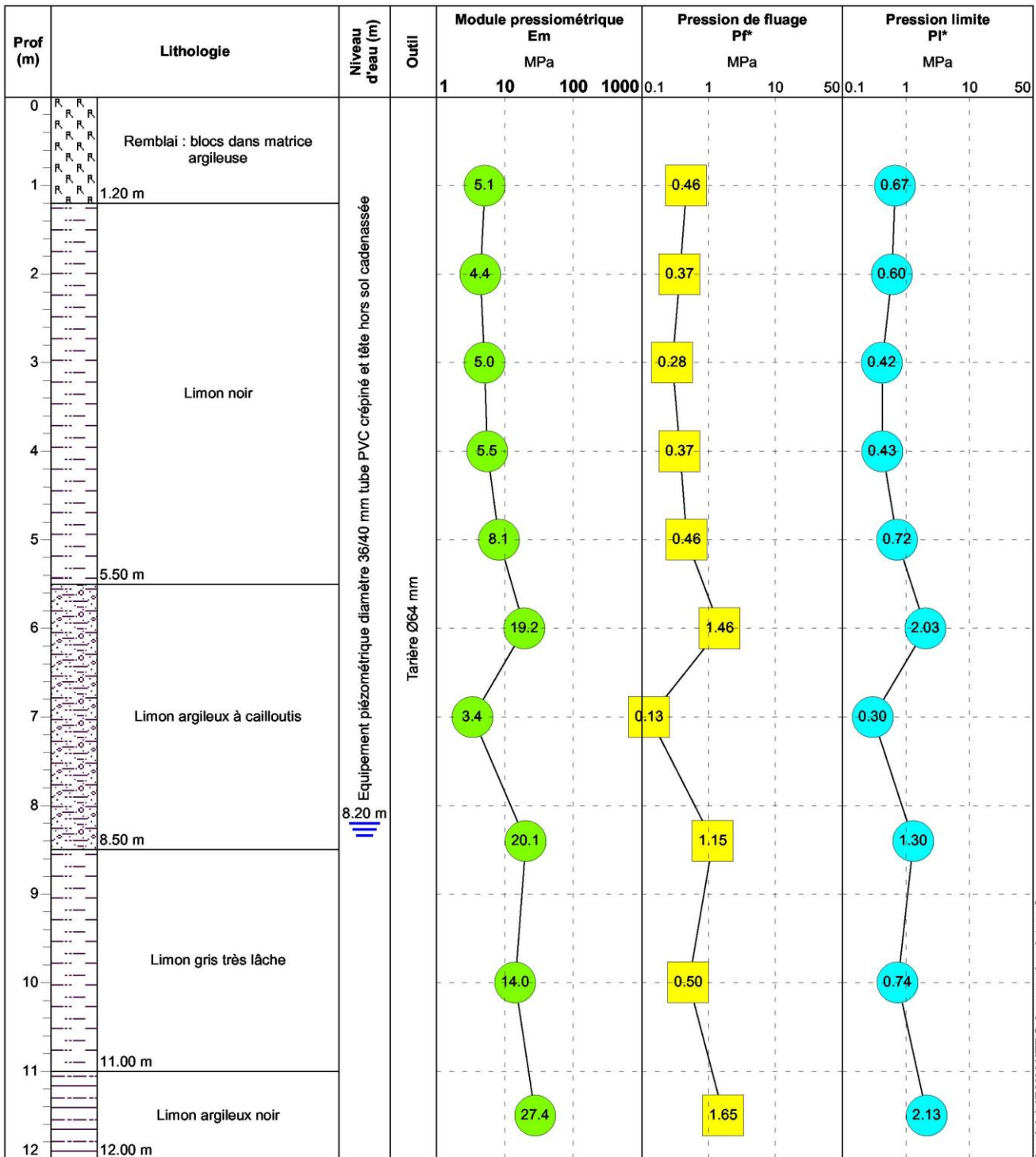


Logiciel JEAN LUTZ SA - www.jeanlutzsa.fr

	COGEDIM MARSEILLE - ASSEDIC			Contrat E20-03-129/13
	Date : 05/06/2020	Machine : GEO 305	Profondeur : 0.00 - 12.00 m	

Forage : SP4 + PZ

EXGTE 3.20/GTE



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