

Rectorat de l'académie de Créteil  
4 rue Georges-ENESCO  
94010 Créteil Cedex

Antony, le 21 mars 2024



RÉGION ACADÉMIQUE  
ÎLE-DE-FRANCE

MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION NATIONALE  
ET DE LA JEUNESSE

MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,  
DE LA RECHERCHE  
ET DE L'INNOVATION



N/REF : STO-23-228-RAPP-A-ACCRETEIL-G5-Bâtiments 3-6-7-13-14 - I.E.SOURDUN

Affaire suivie par :  
Vivien HARO  
[vivien.haro@structureo.fr](mailto:vivien.haro@structureo.fr)  
Tel : 06 47 42 92 73

## Bâtiments n° 3, 6, 7, 13 et 14 Diagnostic géotechnique G5

Edifice :

Internat d'Excellence de Sourdun  
Bâti n° 3, 6, 7, 13 et 14  
100, rue de Paris  
77487 SOURDUN

A la demande et  
pour le compte de :

Rectorat de l'académie de Créteil  
4 rue-Georges ENESCO  
94010 Créteil Cedex



## Sommaire

<b>1.</b>	<b>MISSION DE STRUCTUREO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>NORMES UTILISEES ET RECUEIL DES DONNEES.....</b>	<b>4</b>
2.1	NORMES UTILISEES.....	4
2.2	RECUEIL DES DONNEES .....	4
<b>3.</b>	<b>CONTEXTE .....</b>	<b>5</b>
3.1	DESCRIPTION DE L'EXISTANT .....	5
3.2	EVOLUTION DU SITE.....	6
3.3	PRINCIPES CONSTRUCTIFS .....	7
3.4	CLASSE DE CONSEQUENCE ET CATEGORIE GEOTECHNIQUE .....	8
3.5	ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE - ZIG .....	8
3.6	ALEAS ET RISQUES GEOTECHNIQUES.....	9
3.7	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE .....	11
<b>4.</b>	<b>DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES .....</b>	<b>13</b>
4.1	METHODOLOGIE D'INVESTIGATION IN-SITU .....	13
4.2	MATERIELS ET ENGINS UTILISES POUR LES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES .....	13
4.3	ANALYSES EN LABORATOIRE .....	14
4.4	IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU .....	15
<b>5.</b>	<b>RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU .....</b>	<b>21</b>
5.1	MODELE GEOTECHNIQUE DE TERRAIN .....	21
5.1.1	Bâtiments n°6 et 7.....	21
5.1.2	Bâtiment n°3.....	22
5.1.3	Bâtiments n°13 et 14.....	23
5.2	RECHERCHE D'ANOMALIE PAR BATTAGE AU PENETROMETRE.....	24
5.2.1	Bâtiment n°7.....	24
5.2.1	Bâtiment n°6.....	26
5.2.1	Bâtiment n°3.....	28
5.2.1	Bâtiment n°13.....	30
5.2.1	Bâtiment n°14.....	32
5.3	RECONNAISSANCE DES FONDATIONS .....	34
5.3.1	Bâtiment n°7 – Fouille F1.....	34
5.3.1	Bâtiment n°7 – Fouille F2.....	35
5.3.2	Bâtiment n°7 – Fouille F3.....	36
5.3.3	Bâtiment n°7 – Fouille F4.....	37
5.3.4	Bâtiment n°6 – Fouille F5.....	38
5.3.5	Bâtiment n°6 – Fouille F6.....	39
5.3.6	Bâtiment n°6 – Fouille F7.....	40
5.3.7	Bâtiment n°6 – Fouille F8.....	41
5.3.8	Bâtiment n°6 – Fouille F20 (extérieur) .....	42
5.3.9	Bâtiment n°3 – Fouille F17.....	43
5.3.10	Bâtiment n°3 – Fouille F18.....	44
5.3.11	Bâtiment n°3 – Fouille F19 (extérieur) .....	45
5.3.12	Bâtiment n°13 – Fouille F13.....	46
5.3.13	Bâtiment n°13 – Fouille F14.....	47
5.3.14	Bâtiment n°13 – Fouille F15.....	48
5.3.15	Bâtiment n°13 – Fouille F16.....	49
5.3.16	Bâtiment n°14 – Fouille F9.....	50
5.3.17	Bâtiment n°14 – Fouille F10.....	51
5.3.18	Bâtiment n°14 – Fouille F11.....	52
5.3.19	Bâtiment n°14 – Fouille F12.....	54

5.3.20	Bâtiment n°14 – Fouille F21 (extérieur) .....	55
<b>6.</b>	<b>RESULTATS DES ANALYSES EN LABORATOIRE .....</b>	<b>56</b>
<b>7.</b>	<b>HYPOTHESES GEOTECHNIQUES DE DIMENSIONNEMENT .....</b>	<b>57</b>
7.1	HORIZONS PORTEURS .....	57
7.2	FONDATIONS SUPERFICIELLES (NF P 94-261) – CONTRAINTES ADMISSIBLES .....	57
7.2.1	Bâtiments 6 et 7 (amont de la parcelle) .....	57
7.2.2	Bâtiment 3 (au centre de la parcelle) : .....	57
7.2.1	Bâtiments 13 et 14 (en aval de la parcelle) : .....	58
7.3	VERIFICATION DE LA CHARGE ADMISSIBLE .....	58
7.3.1	Bâtiments 6 et 7 (amont de la parcelle) .....	59
7.3.2	Bâtiment 3 (au centre de la parcelle) : .....	60
7.3.1	Bâtiments 13 et 14 (en aval de la parcelle) : .....	61
<b>8.</b>	<b>ORIGINE DES DESORDRES ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>62</b>
8.1	BATIMENTS 6 ET 7 .....	62
8.2	BATIMENT 3 .....	62
8.3	BATIMENTS 13 ET 14 .....	63
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>64</b>
<b>10.</b>	<b>LIMITES DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE .....</b>	<b>65</b>
<b>11.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>65</b>

## 1. MISSION DE STRUCTUREO

Dans le cadre du projet de réfection des toitures (charpentes et couvertures) de plusieurs bâtiments de l'Internat d'Excellence situé au 100 rue de Paris en périphérie de la commune de Sourdun 77487, le RECTORAT DE L'ACADEMIE DE CRETEIL, Maîtrise d'Ouvrage (MOA, représentée par M. PUCCI) a sollicité le BET STRUCTUREO afin de mener un diagnostic géotechnique (mission G5 de la norme NF P 94-500) pour l'étude des sols d'assise et fondations des ouvrages.

Ce diagnostic géotechnique fait suite au rapport de diagnostic structure et préconisations présentées dans la Notice Structure AVP réalisés par le BET STRUCTUREO dans le cadre de la maîtrise d'œuvre de reprise des toitures (STO-22-123- NT - A - ACCRETEIL- Réfection des toitures - I.E. SOURDUN - Notice structure AVP et STO-20-373 - RAPP - A - Académie Créteil - Diagnostic de toitures - Internat de Sourdun) transmis respectivement en date du 31/03/2023 et du 10/07/2021 et listant notamment les différents désordres observés sur les bâtiments, selon leur gravité.

Selon le rapport d'expertise rédigé par M. TAILLEBOIS (Chargé d'affaires STRUCTUREO), les désordres de types fissurations semblent affecter non seulement les voiles porteurs du sous-sol mais également les voiles de refends en maçonnerie parpaing des combles reprenant les charges de toitures.

Les missions d'ingénierie géotechnique ne couvrent pas les études relatives à la pollution des terrains qui relèvent de la série de normes NF X 31-620, Juin 2011, Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués.

## 2. NORMES UTILISEES ET RECUEIL DES DONNEES

### 2.1 Normes utilisées

- [1] Norme des missions d'ingénierie géotechnique (NF P 94-500 du 30/11/2013).
- [2] [Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles (NF P 94-261 de juin 2013).

### 2.2 Recueil des données

Les documents utilisés sont :

Référence du document	Auteur	Date
STO-22-123- NT - A - ACCRETEIL- Réfection des toitures - I.E. SOURDUN - Notice structure AVP	STRUCTUREO	
STO-20-373 - RAPP - A - Académie Créteil - Diagnostic de toitures - Internat de Sourdun	STRUCTUREO	
STO-23-184-RAPP-A-ACCRETEIL- Reconnaissance Structure - Bâtis 3,6,7,13,14,46 - I.E. SOURDUN	STRUCTUREO	12/02/2024



### 3. CONTEXTE

#### 3.1 Description de l'existant

Les terrains et ouvrages étudiés sont situés au sein de l'internat d'Excellence au n°10 rue de Paris à Sourdon (77487). Le diagnostic porte spécifiquement sur les bâtiments n°3, 6, 7, 13 et 14 représentés sur la Figure 1.



Figure 1 : Localisation des bâtis étudiés (en rouge), 100 rue de Paris I.E. SOURDUN 77487 (en rouge) ©IGN.

Les ouvrages étudiés sont composés de :

- Bâtiments n°3, 6 et 7 : 2 niveaux en superstructure (RdC, R+1) ainsi que d'un niveau en infrastructure (SS-1) ;
- Bâtiments n°13 et 14 : 3 niveaux en superstructure (RdC, R+1 et R+2) ainsi que d'un niveau en infrastructure (SS-1) ;

Ils sont exploités en tant que :

- Bâtiment administratif et scolaire pour les n°3, 13 et 14 ;
- Logement/chambres étudiantes pour les n°6 et 7.

L'internat est considéré comme étant un ERP (Etablissement Recevant du Public) de type R accueillant environ 500 élèves.

### 3.2 Evolution du site

L'évolution du site peut être appréhender à partir des photographies aérienne depuis le début des années 1960. Il apparait des époques de construction des bâtiments différentes après étude des vues aériennes IGN (source : <https://remonterletemps.ign.fr/> ). Les bâtis 6, 7, 13 et 14 auraient été construits entre 1961 et 1965, le bâti 3 daterait de 1967.

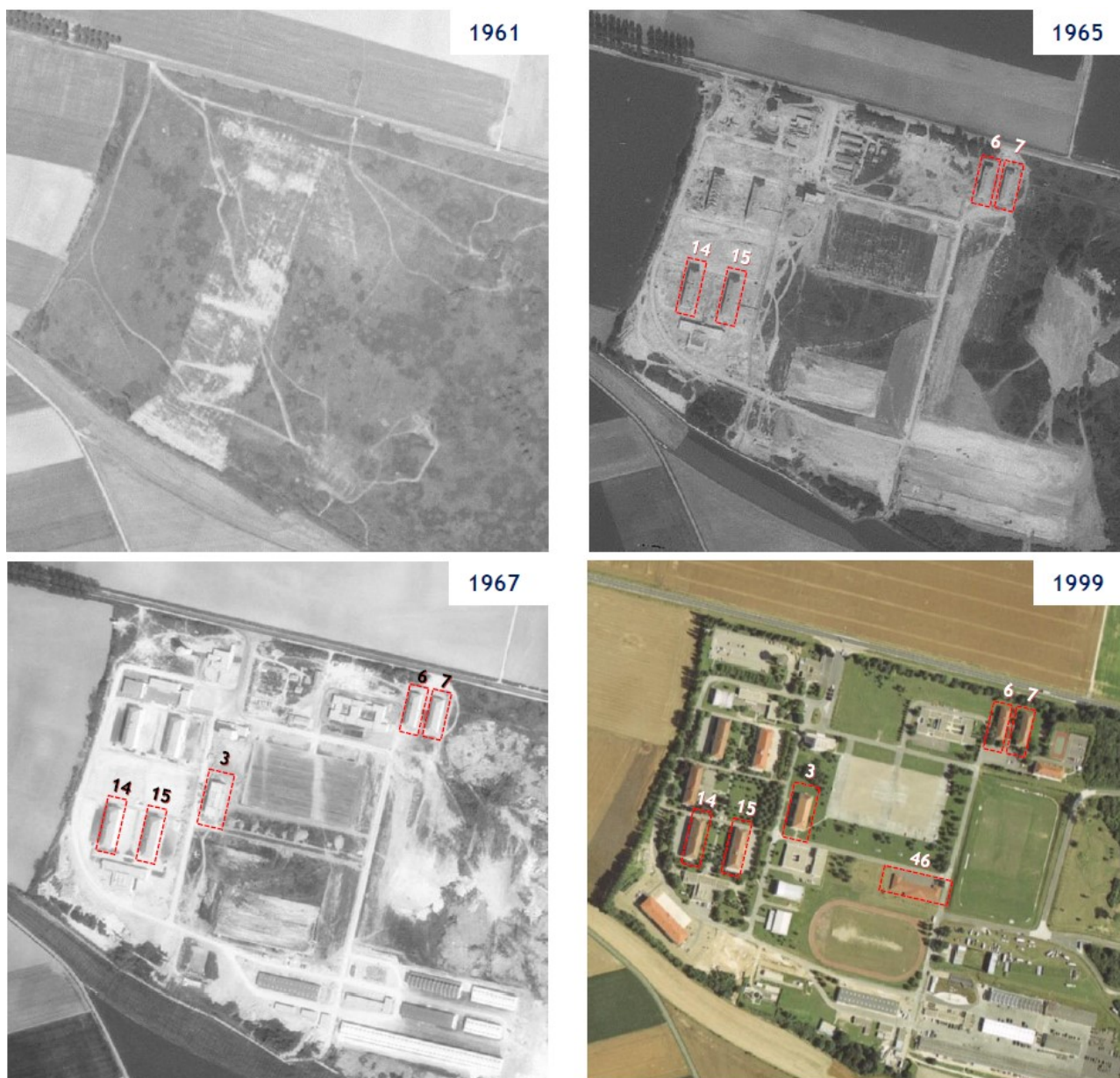


Figure 2 : Vue aérienne du site en 1961, 1965, 1967 et 1999 - 100 rue de Paris I.E. SOURDUN 77487 (en rouge) ©IGN.

### 3.3 Principes constructifs

Selon les derniers diagnostics structurels<sup>1</sup> réalisés par STRUCTUREO (dont les rapports finaux ont été transmis à la MOA en date du 10/07/2021 et 31/03/2023) et les investigations réalisées in situ en juillet, août et septembre 2023, les structures des bâtiments peuvent être caractérisées de la manière suivante :

#### **Bâtiment 3 :**

- R+1 avec un niveau en infrastructure (SS1) ;
- Fondations superficielles supposées en béton armé ;
- Voiles de façade supposées en maçonnerie brique creuse et planchers béton de type poutre en béton armé et hourdis béton avec dalle de compression en béton armé ;
- Charpente avec structure métallique (dont des fermes métalliques à entrails retroussés), exceptée les chevrons en bois ;
- La toiture se compose de quatre pans (deux croupes et deux longs pans) inclinés d'environ 29° par rapport à l'horizontale, soit une pente de 55 %.

#### **Bâtiments 6 et 7 :**

- R+1 avec un niveau en infrastructure (SS1) ;
- Fondations superficielles supposées en béton armé ;
- Voiles de façade supposées en maçonnerie brique creuse et planchers en béton armé supposés ;
- Voile de refends béton en maçonneries parpaing (visibles en toiture) et béton non-armé supposé pour les niveaux courants et sous-sol ;
- Charpente de la toiture composée de pannes en béton armée reposant sur des voiles en parpaing creux avec rampants chaînés et de chevrons bois ;
- La toiture se compose de quatre pans (deux croupes et deux longs pans) inclinés d'environ 30° par rapport à l'horizontale, soit une pente de 58 %.

#### **Bâtiments 13 et 14 :**

- R+2 avec un niveau en infrastructure (SS1) ;
- Fondations superficielles supposées en béton armé ;
- Voiles de façade supposées en maçonnerie brique creuse et planchers en béton armé supposés ;
- Voile de refends béton en maçonneries parpaing (visibles en toiture) et béton non-armé supposé pour les niveaux courants et sous-sol ;
- Charpente de la toiture composée de pannes en béton armée reposant sur des voiles en parpaing creux avec rampants chaînés et de chevrons bois ;
- La toiture se compose de quatre pans (deux croupes et deux longs pans) inclinés d'environ 32° par rapport à l'horizontale, soit une pente d'environ 62,5%.

---

<sup>1</sup> STO-20-373 et STO-22-123 - Pour rappel, le diagnostic structurel permet une reconnaissance de la structure sur des zones ponctuelles de l'édifice. Ces rapports sont complétés par le rapport STO-23-183 dont la mission d'instrumentation est en cours.

### 3.4 Classe de conséquence et catégorie géotechnique

Au stade du diagnostic, il est considéré une classe de conséquence moyenne (CC2), ayant des effets modérés sur les personnes, et/ou des effets importants sur l'ouvrage à construire ou les constructions avoisinantes, en termes sociaux, économiques ou d'environnement.

CLASSE DE CONSEQUENCE	CONDITIONS DE SITE	CATEGORIE GEOTECHNIQUE	BASES DES JUSTIFICATIONS
CC1	Simple et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative admises
	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires
CC2	Simple	2	
	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et calculs approfondis
CC3	Simple ou complexes	3	

Figure 3 : catégories géotechniques en fonction des classes de conséquence et des conditions de site et bases des justifications.

Il est considéré des conditions de site simples et une catégorie géotechnique 2 et la durée d'utilisation du projet ne nous a pas été indiquée.

### 3.5 Zone d'Influence Géotechnique - ZIG

La zone d'influence géotechnique est le volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre d'une part l'ouvrage ou l'aménagement de terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et d'autre part, l'environnement (sols, ouvrages, aménagements de terrains ou biens environnants).

En l'état des reconnaissances, la zone d'influence géotechniques des bâtiments est fonction de l'arase inférieure de leurs fondations selon une pente de  $34^\circ$  par rapport au plan horizontal.

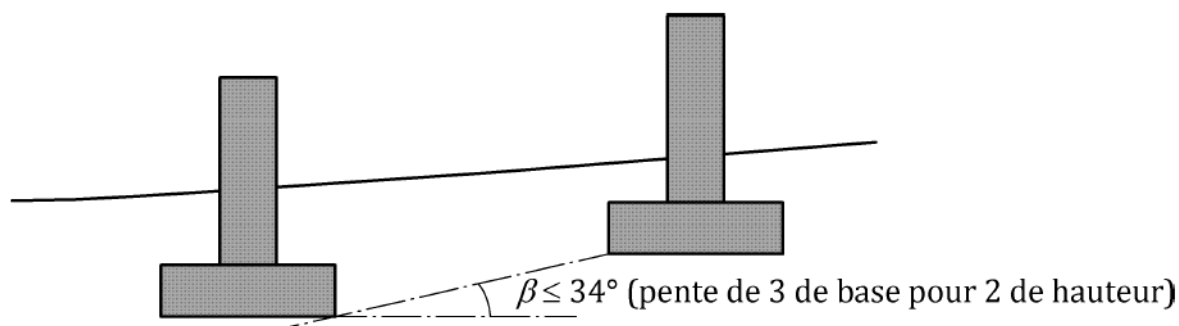
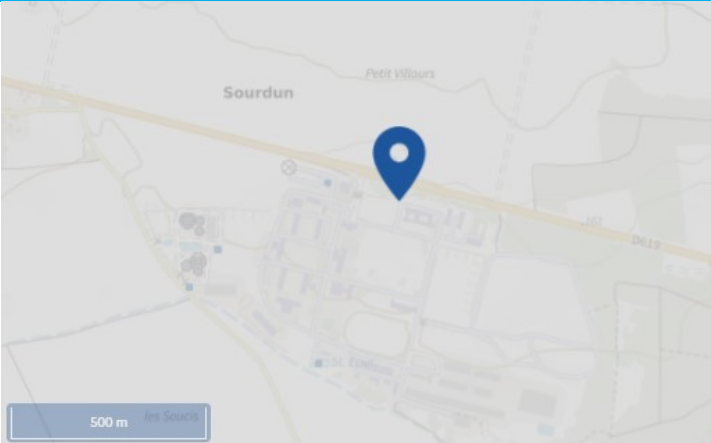
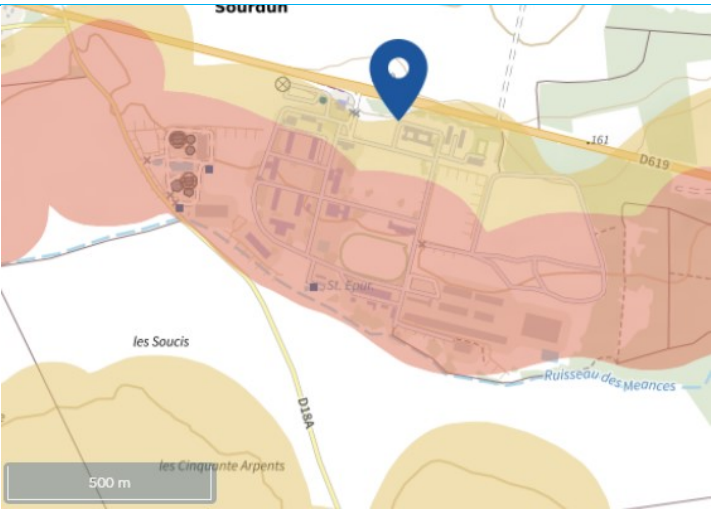
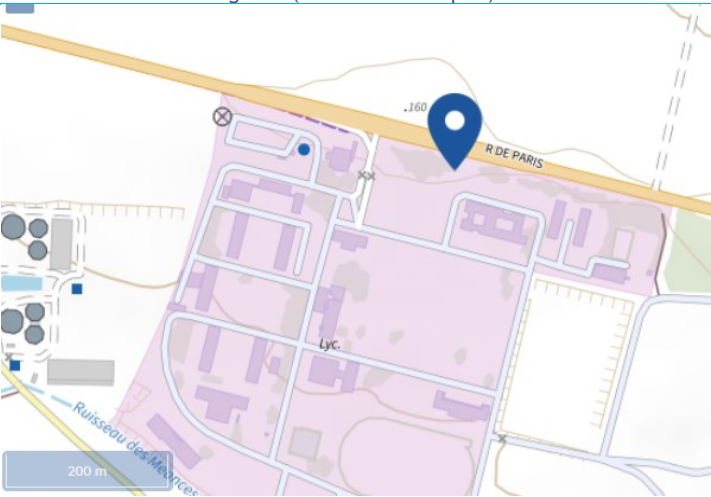


Figure 4 : Dispositions relatives à l'emplacement des fondations superficielles (NF P 94-261).



### 3.6 Aléas et risques géotechniques

Les aléas et risques recensés dans la zone du projet sont donnés dans le tableau suivant :

Carte d'aléa	Informations
 <p>Figure 5 : extrait de la carte du zonage sismique (source : Géorisques).</p>	<p><b><u>Sismique :</u></b></p> <p>L'aléa sismique est très faible dans la zone du projet (zone 1).</p> <p>La réglementation parasismique ne demande pas de prendre en compte des paramètres de dimensionnement particuliers dans cette zone.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 (très faible)</li> <li>2 (faible)</li> <li>3 (modérée)</li> <li>4 (moyenne)</li> <li>5 (forte)</li> </ul>
 <p>Figure 6 : extrait de la carte d'exposition au retrait-gonflement des sols argileux (source : Géorisques).</p>	<p><b><u>Aléa retrait-gonflement des argiles :</u></b></p> <p>L'aléa vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans la zone est référencé comme moyen à fort.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposition forte</li> <li>Exposition moyen</li> <li>Exposition faible</li> </ul>
 <p>Figure 7 : extrait de la carte de risque de mouvement de terrain (source : Géorisques).</p>	<p><b><u>Risque de mouvement de terrain :</u></b></p> <p>Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zone à risque entraînant une servitude d'utilité publique</li> <li>Cave</li> <li>Ouvrage Civil</li> <li>Glissement</li> <li>Carrière</li> <li>Ouvrage militaire</li> <li>Eboulement</li> <li>Naturelle</li> <li>Puits</li> <li>Coulée</li> <li>Indéterminée</li> <li>Souterrain</li> <li>Effondrement</li> <li>Galerie</li> <li>Erosion des berges</li> </ul>

## Carte d'aléa

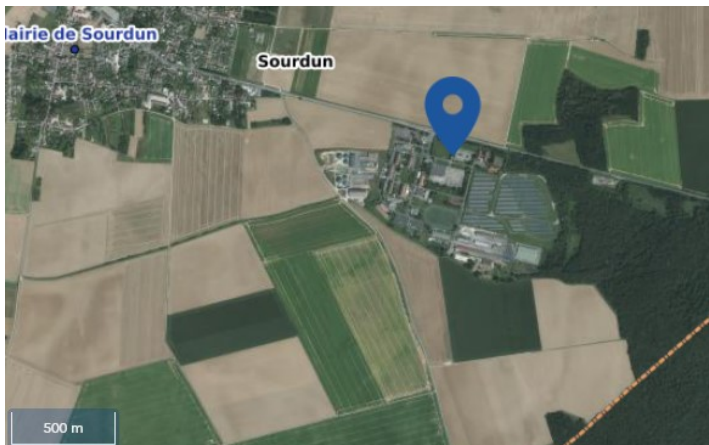


Figure 8 : extrait de la carte d'exposition au risque d'inondation  
(source : Géorisques).

## Informations

### Risque d'inondation :

Selon le PPRI, le site n'est pas concerné par le risque d'inondation par débordement d'un cours d'eau.

### 3.7 Contexte géologique et hydrogéologique

Le contexte géologique au droit de l'Internat d'Excellence de Sourdun est décrit par la carte géologique au 1/50000 de Provins.

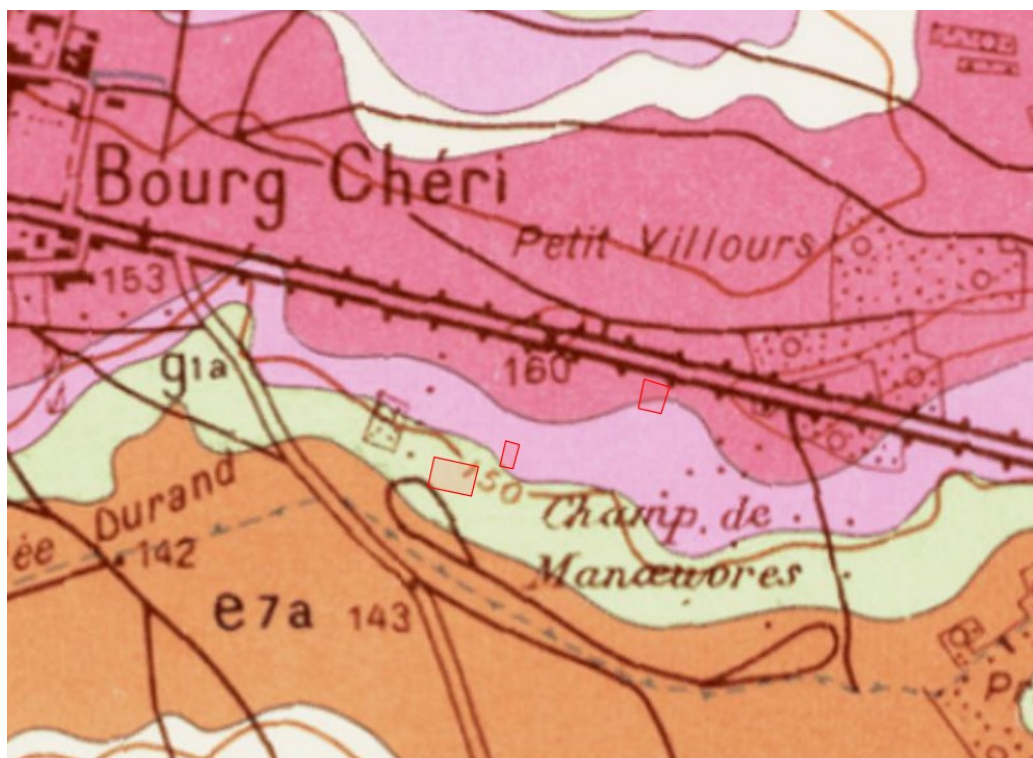







Figure 9 : extrait de la carte géologique de Provins au 1/50000.

#### Légende :

	LP Limons des plateaux
	g2 Sables et grès de Fontainebleau (Stampien)
	g1b Argile et meulière de Brie (Sannoisien supérieur)
	g1a Argiles vertes (Sannoisien inférieur)
	e7a Calcaire de Champigny (Ludien)

La géomorphologie du site montre une pente générale de direction nord-sud avec un point haut au niveau de la D619 au nord. L'altimétrie autour des bâtiments étudiés est d'environ :

- +149,5±1m NGF autour des bâtiments 13 et 14 ;
- 152 à 153,5 m NGF autour du bâtiment 3 ;
- +157 à +159 m NGF autour des bâtiments 6 et 7 ;

En l'absence d'un plan topographique, ces niveaux ont été estimées à partir des données du Géoportail de l'IGN et seront à préciser par un géomètre.

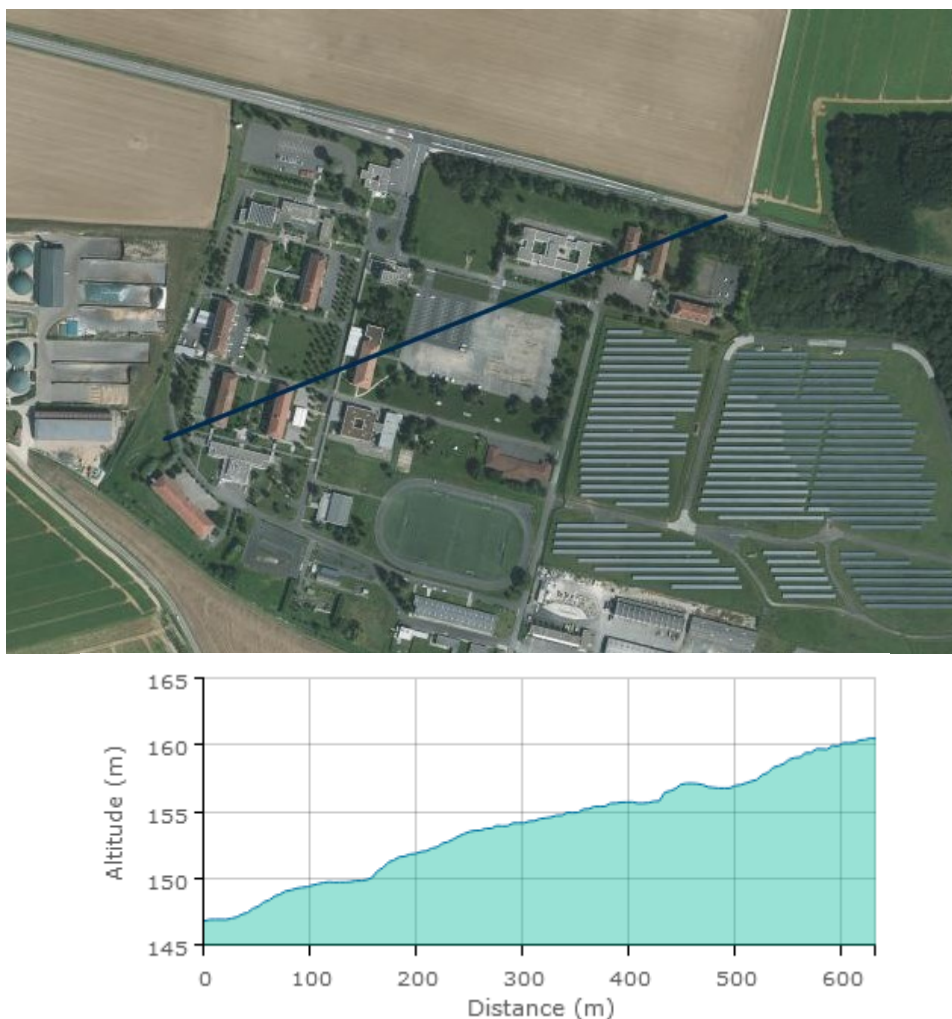


Figure 10 : vue aérienne et profil altimétrique nord-est/sud-ouest (source : Géoportail de l'IGN).

Selon les sondages référencés par le BRGM aux alentours du site présentent la coupe suivante :

- Recouvrement limoneux ;
- Argile à meulière et Calcaire de Brie sous la forme d'une argile rougeâtre ;
- Calcaires indifférenciés : calcaire de Champigny, de St-Ouen t de Provins ;

D'autre part, l'hydrogéologie locale est également référencée dans la zone. Les sondages d'archive indiquent les niveaux d'eau suivants :

- +149 NGF : nappe superficielle dans les argiles en 1967 sur la commune de Sourdun (INO : BSS000UEPB) ;
- +145,97 NGF au sein du Calcaire de Champigny en 1959 à 1,7 km à l'est du site (INO : BSS000UEKR) ;

Une nappe ou des poches d'eau captives peuvent être rencontrées dans les terrains superficiels que sont les argiles et le marno-calcaire de Brie.



#### 4. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

---

##### 4.1 Méthodologie d'investigation in-situ

Les investigations sur le site se sont déroulées en plusieurs phases :

❖ **Phase n° 1 :** investigations géotechniques in-situ

Une équipe constituée de 2 techniciens : chef sondeur et son aide est intervenu du 07/11/2023 au 20/11/2023 pour la réalisation des sondages suivants :

- 2 sondages carottés notés SC1 et SC2 jusqu'à 6 m avec prélèvement d'échantillon intacts et stockage des carottes en caisses ;
- 5 sondages pressiométriques, notés SP1 à SP5 jusqu'à environ 15 m de profondeur avec 10 essais pressiométriques par sondage.
- 8 battages au pénétromètre dynamique jusqu'à 6 m ou au refus à l'extérieur des bâtiments.

Les sondages ont été rebouchés à partir des terres extraites.

❖ **Phase n° 2 :** Reconnaissance des fondations et du système de drainage extérieur

Une équipe composée de 4 techniciens et d'un ingénieur géotechnicien est intervenu sur le site du 27/11/2023 au 04/12/2023 et le 20/12/2023 pour la réalisation de :

- 18 fouilles manuelles pour la reconnaissance des fondations réparties sur les 5 bâtiments comme suit :
  - Bâtiment 3 : 1 sur angle + 1 sur voile intérieur ;
  - Bâtiment 6 : 2 sur angle + 2 sur voile intérieur ;
  - Bâtiment 7 : 2 sur angle + 2 sur voile intérieur ;
  - Bâtiment 13 : 2 sur angle + 2 sur voile intérieur ;
  - Bâtiment 14 : 2 sur angle + 2 sur voile intérieur ;
- 3 fouilles pour la vérification des drains des bâtiments.
- 2 battages au pénétromètre dynamique jusqu'à 6 m ou au refus à l'intérieur des bâtiments.

A l'issue des relevés, ces fouilles ont été rebouchées avec compactage des terres et béton de propreté. Les terres et gravats excédentaires ont été évacués et la zone d'intervention nettoyée.

##### 4.2 Matériels et engins utilisés pour les investigations géotechniques

Pour la réalisation des investigations, le matériel utilisé était composé de :

- Foreuse sur chenilles caoutchouc de type EMCI 4.50 ;
- Sonde pressiométrique normale Ø44 mm toilée HP équipée d'un tube lanterné Ø60 mm ;
- Pénétromètre DPM 30 ;
- Pour les fouilles extérieures : Pelle mécanique ;
- Pour les fouilles intérieures : Pelle, pioche marteau-piqueur ;

#### **4.3 Analyses en laboratoire**

A partir des échantillons prélevés en sondage, les analyses en laboratoire suivantes ont été réalisées :

- 5 packs d'analyses pour classification GTR (1 par bâtiment) selon la nature du matériau comprenant :
  - Sur matériau sableux (W ; Gr ; VBS ; Classification)
  - Sur matériau argileux (W ; Gr ; IP ; Classification)
- 1 essai de gonflement à l'œdomètre avec caractérisation de la pression de gonflement à déformation nulle ;

#### 4.4 Implantation des investigations in-situ

L'implantation des points de sondages est la suivante :

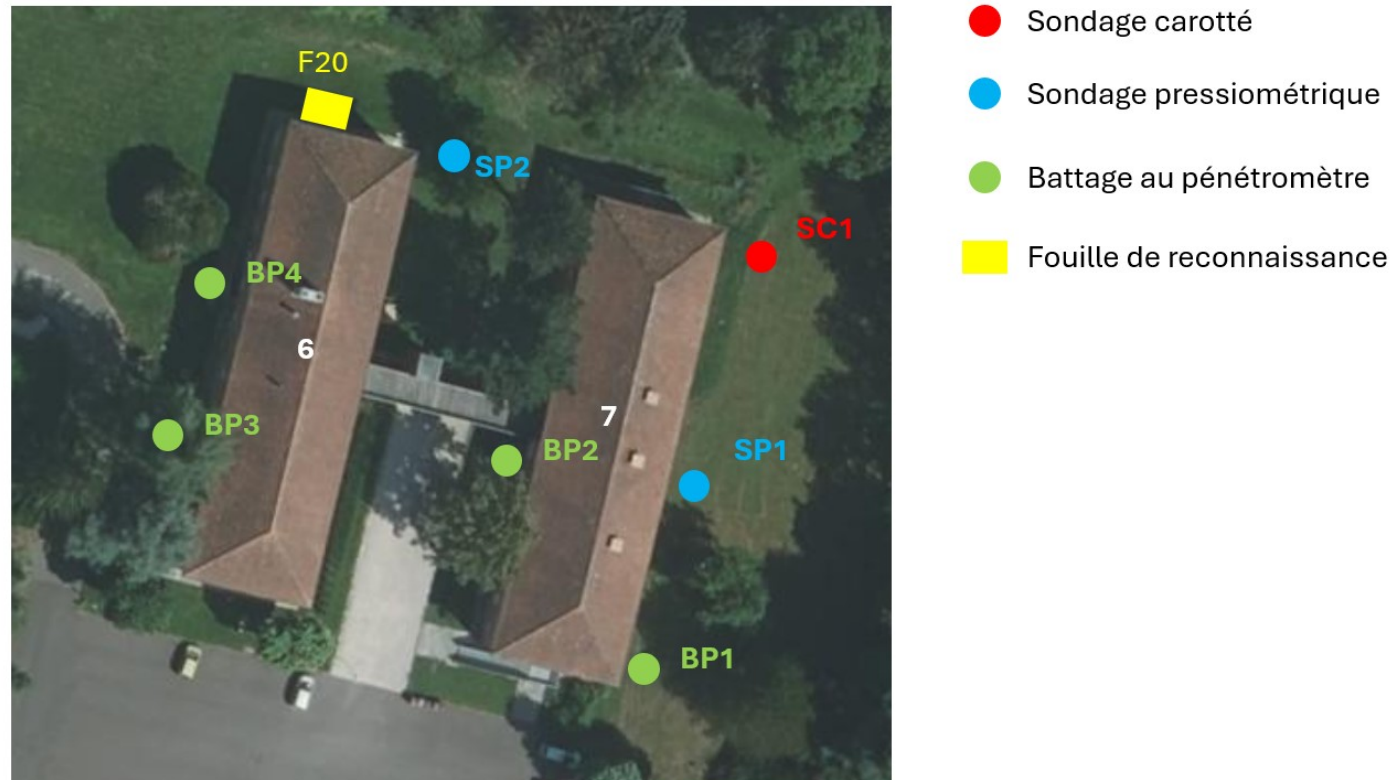


Figure 11 : implantation des sondages à l'extérieur des bâtiments n° 6 et 7.



Figure 12 : plan d'implantation des investigations géotechniques - Fouilles de reconnaissance de fondation des bâtiments n°6 et 7.

**F : fouille de reconnaissance de fondation**



- Sondage carotté
- Sondage pressiométrique
- Battage au pénétromètre
- Fouille de reconnaissance

Figure 13 : implantation des sondages à l'extérieur du bâtiment n°3.

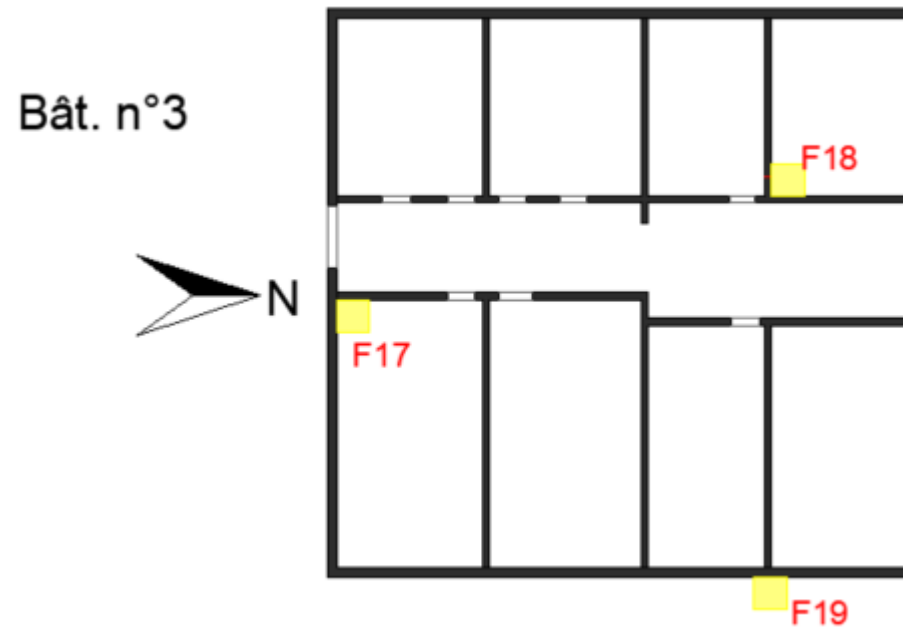


Figure 14 : plan d'implantation des investigations géotechniques - Fouilles de reconnaissance de fondation du bâtiment n°3 et 7.

**F : fouille de reconnaissance de fondation**



Figure 15 : implantation des sondages à l'extérieur des bâtiments n°6 et 7.



Figure 16 : plan d'implantation des investigations géotechniques - Fouilles de reconnaissance de fondation des bâtiments n°6 et 7.

**F : fouille de reconnaissance de fondation**



## 5. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU

### 5.1 Modèle géotechnique de terrain

Les sondages réalisés ont permis de préciser la géologie locale au droit des différents bâtiments étudiés. Le modèle géotechnique des terrains obtenu est le suivant :

- **Remblais superficiels :**

Les terrains rencontrés en recouvrement des terrains naturels sont des remblais d'aménagement limono-argileux marron, végétalisés (pelouse, arbustes, etc...), ils sont généralement peu épais, quelques décimètres et peuvent être confondus avec des limons des plateaux remaniés. Dans certaines zones et en particulier autour des réseaux enterrés, ils peuvent présenter des surépaisseurs de plus de 1 m.

Aucun essai pressiométrique n'a été réalisé dans cet horizon en raison de sa faible épaisseur.

#### 5.1.1 Bâtiments n° 6 et 7

- **Argile à Meulière de Brie :** d'environ +159 à +156 ±1m NGF-IGN69
- **Argile verte :** d'environ +156 à +154 ±1m NGF-IGN69
- **Marnes de Champigny altérées :** jusqu'à environ +152,5 ±1m NGF-IGN69

Sous les remblais, l'argile à meulière a été rencontrée sous la forme d'une argileux sableuse ou d'un sable argileux marron à orangé contenant des silex avec des traces d'oxydation. La formation est surtout présente dans la moitié nord du site et a été rencontrée sur les forages SC1, SP1 et SP2.

Autour des bâtiments 6 et 7, les sondages SC1 et SP2 ont permis de distinguer des passages d'argile verdâtre pouvant correspondre à la formation des Argiles vertes.

Les essais pressiométriques des sondages SP1 et SP2 ne permettent pas de distinguer les argiles entres elles. La partie supérieure des Marnes de Champigny est altérée jusqu'à 6/7 m de profondeur et présente des caractéristiques pressiométriques similaires à celles des argiles sus-jacentes. Le tableau suivant présente une synthèse des caractéristiques pressiométriques obtenues en SP1 et SP2 dans les terrains argileux et marneux jusqu'à 6,5 m de profondeur, soit environ +152,5 ±1 m NGF.

	EM (bars)	PI* (bars)	Pf*(bars)	Coefficient rhéologique
Minimum	30	5,5	2,9	2/3
Maximum	101	9,0	6,5	
Moyenne	53	7,5	4,2	

*Nota : le module pressiométrique est donné en moyenne harmonique et les moyennes des pressions sont géométriques.*

- **Calcaire de Champigny : d'environ +152,5 ±1m NGF à +143 m NGF-IGN69 (fin du sondage SP1)**

Le calcaire de Champigny a été rencontré sous la forme d'une marne compacte, puis d'un calcaire localement altéré. Les caractéristiques pressiométriques obtenues dans cette formation, sur le sondages SP1, sont élevées, alors que le sondage SP2 montre des terrains aux caractéristiques pressiométriques bien plus faibles, surtout en profondeur à 12 et 14 m de profondeur. La différence est significative et pourrait correspondre à un passage très altéré et/ou fracturé au sein de la formation.

	EM (bars)	PI* (bars)	Pf*(bars)	Coefficient rhéologique
Minimum	47	6,0	2,7	2/3
Maximum	2348	49,0	49,0	
Moyenne	154	24,8	16,1	

Nota : le module pressiométrique est donné en moyenne harmonique et les moyennes des pressions sont géométriques.

### 5.1.2 Bâtiment n°3

En aval du bâtiment n°3, le sondage SP3 a permis d'obtenir une coupe sommaire des terrains jusqu'à 15 m de profondeur.

- **Recouvrement :**

Les terrains superficiels sont des limons argileux marron rencontrés jusqu'à 40 cm de profondeur en SP3. En raison des aménagements antérieurs du site, des surépaisseurs de remblais peuvent être rencontrées.

- **Faciès d'altération superficiel des Marnes de Champigny : de 151,6±1m NGF à 148,5±1m NGF-IGN69**

Outre le recouvrement en limon argileux superficiel, les terrains rencontrés jusqu'à 3,5 m, soit environ +148,5 NGF sont des argiles marron sableuses à marneuses, puis des marnes à grains blancs. Ces terrains peuvent résulter d'une altération des marnes de Champigny. On note des caractéristiques pressiométriques faibles en partie superficielle, mais en augmentation avec la profondeur.

	EM (bars)	PI* (bars)	Pf*(bars)	Coefficient rhéologique
Minimum	54	5,5	2,8	2/3
Maximum	117	12,0	6,0	
Moyenne	68	8,1	3,9	

Nota : le module pressiométrique est donné en moyenne harmonique et les moyennes des pressions sont géométriques.

- **Calcaire de Champigny : d'environ +152,5 ±1m NGF à +143 m NGF-IGN69 (fin du sondage SP1)**

Le calcaire de Champigny a été rencontré sous la forme d'un marno-calcaire compact avec des passages facturés ou altérés (essais pressiométriques plus faibles à 6 et 7,5 m de profondeur). Les caractéristiques pressiométriques de cette formation sont au droit du sondage SP3 :

	EM (bars)	PI* (bars)	Pf*(bars)	Coefficient rhéologique
Minimum	75*	8,5*	11,5*	2/3
Maximum	445	47,5	19,0	
Moyenne	161	25,1	10,2	

Nota : le module pressiométrique est donné en moyenne harmonique et les moyennes des pressions sont géométriques.

(\*) parois de forage possiblement remaniées.

### 5.1.3 Bâtiments n° 13 et 14

Les sondages pressiométriques SP4 et P5 réalisés respectivement en aval du terrain à l'ouest du bâtiment 13 et en amont du terrain à l'ouest du bâtiment 14, ainsi que le carottage SC2 entre les bâtiment ont permis d'établir la modèle de terrain suivant :

- **Recouvrement :**

Les terrains superficiels sont constitués de remblais limono-argileux, d'argile à grains, puis d'une marne argileuse sur au moins 1 à 2 m selon les sondages. Un seul essai pressiométrique a été réalisé en SP4 à 1 m de profondeur dans l'argile marron. Les caractéristiques pressiométriques obtenues sont : EM = 69 bars ; PI\* = 7 bars ; Pf\* = 5 bars.

- **Calcaire de Champigny : d'environ + ±146±1m NGF à la fin des sondages vers +131 NGF-IGN69**

Le calcaire de Champigny a été rencontré sous la forme d'un marno-calcaire compact ponctuellement facturé ou altéré. Les caractéristiques pressiométriques de cette formation sont au droit des sondages SP4 et SP5 :

	EM (bars)	PI* (bars)	Pf*(bars)	Coefficient rhéologique
Minimum	41*	9,0*	5,5*	2/3
Maximum	2112	49,0	49,0	
Moyenne	331	38,6	30,1	

Nota : le module pressiométrique est donné en moyenne harmonique et les moyennes des pressions sont géométriques.

(\*) parois de forage possiblement remaniées.

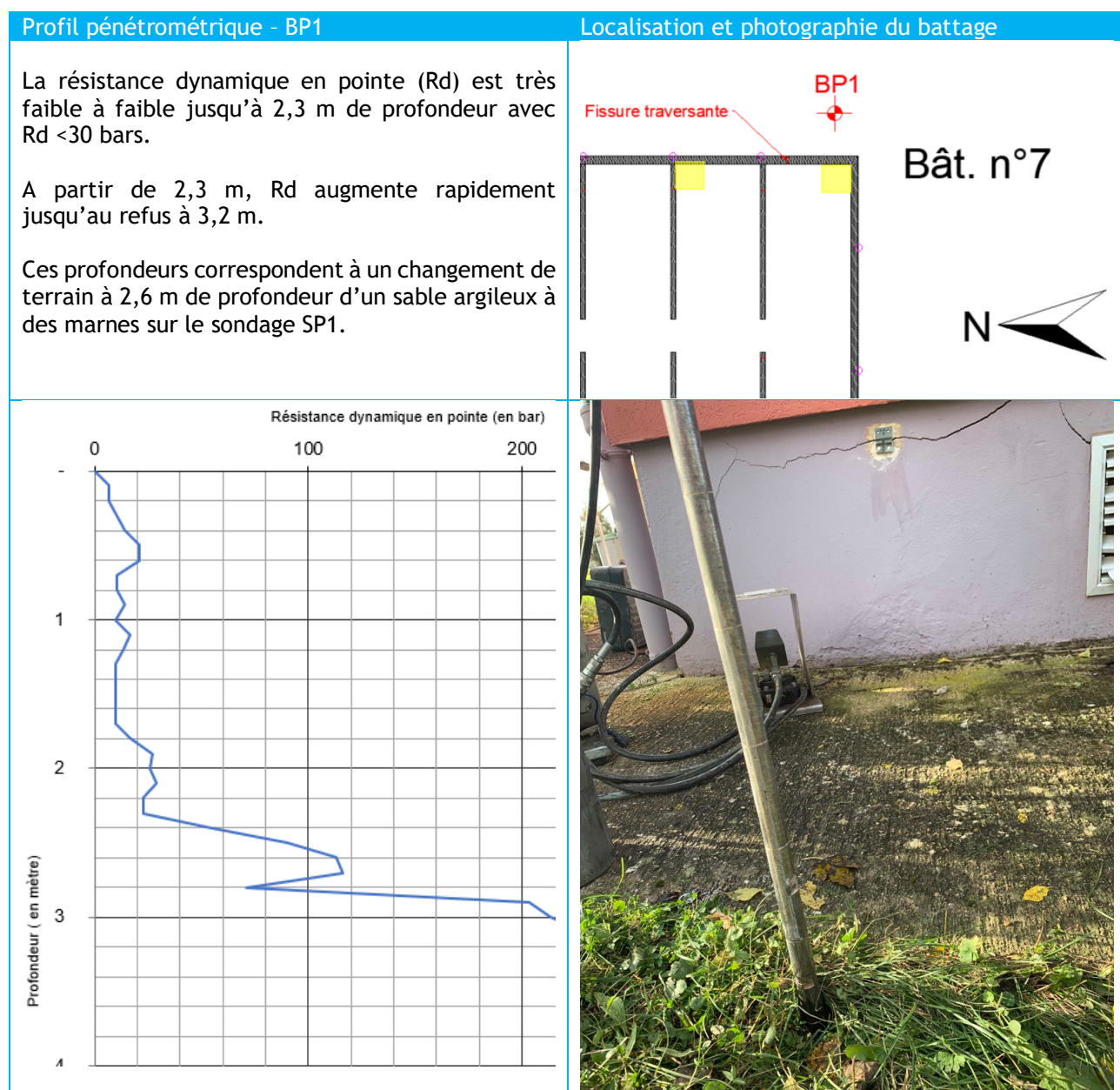
## 5.2 Recherche d'anomalie par battage au pénétromètre

En complément des sondages pressiométriques et carottage, il a été réalisé des battages au pénétromètre dynamique à proximité des fissures à l'extérieur des bâtiments et de certaines fondations en intérieur (sous-sol).

Les résultats obtenus par bâtiment sont synthétisés ci-dessous et les fiches complètes sont consultables en annexes.

### 5.2.1 Bâtiment n°7

Les battages pénétrométriques BP1 et BP2 ont été réalisés à l'extérieur, de part et d'autre du bâtiment n°7 au droit de zones affaissées et/ou présentant des fissures.

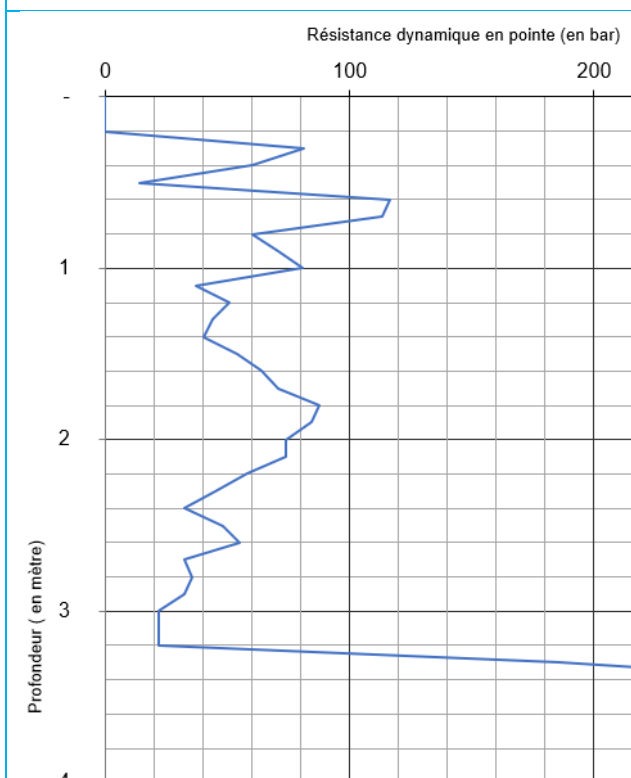
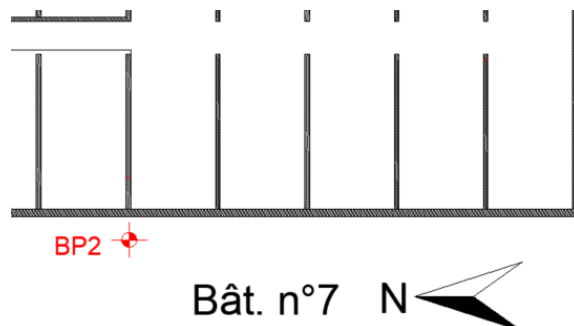


### Profil pénétrométrique - BP2

La résistance dynamique en pointe ( $R_d$ ) est moyenne à forte jusqu'à 2,5 m de profondeur.

A partir de 2,5 à 3,2 m,  $R_d$  diminue et devient faible ( $20 < R_d < 55$  bars), puis augmente rapidement jusqu'au refus à 3,4 m.

### Localisation et photographie du battage



### Conclusion :

Le profil pénétrométrique en BP1 montre une forte dégradation des terrains au moins jusqu'à 2,3 m au droit de l'affaissement du chemin bétonné et de la fissure traversante à l'extrémité sud-est du bâtiment n°7.

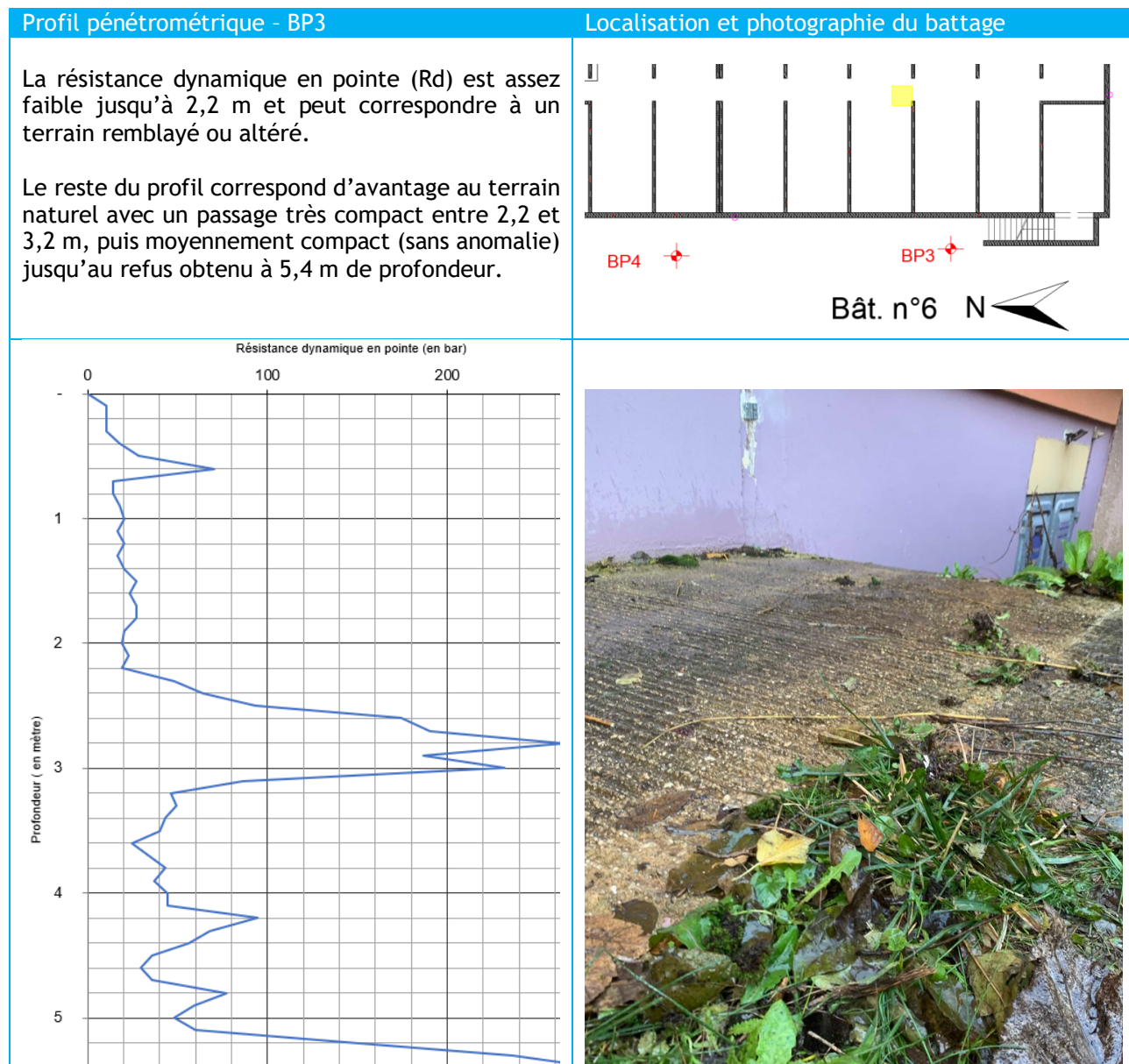
A l'inverse, le profil pénétrométrique en BP2 est ne présente pas d'anomalie significative sur les premiers 2,5 m et simplement un passage de résistance un peu plus faible, notamment vers 3 m de profondeur.

Les refus ont été obtenus à des profondeurs similaires traduisant un passage plus compact ou un changement vers un terrain plus résistant.



### 5.2.1 Bâtiment n° 6

Les battages pénétrométriques BP3 et BP4 ont été réalisés à l'extérieur, en façade ouest du bâtiment n°6 au droit de zones affaissées et/ou présentant des fissures.

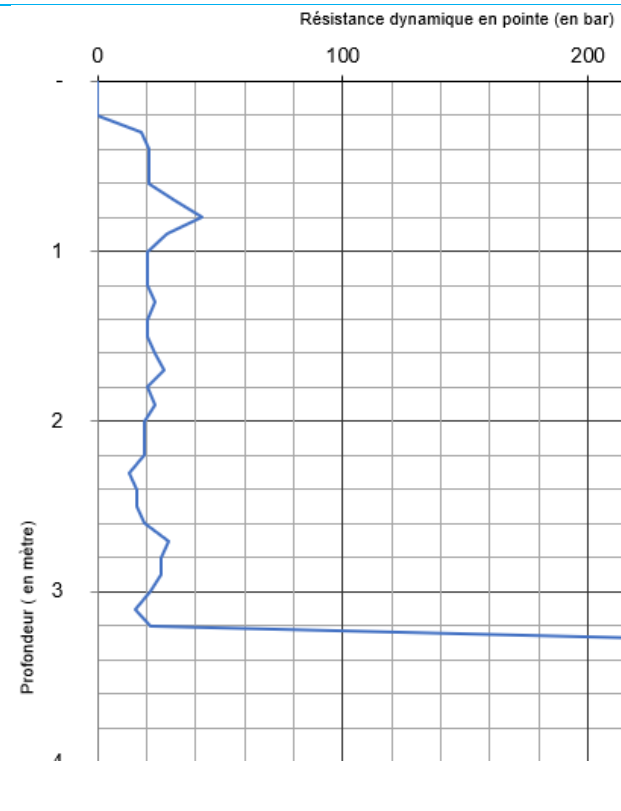
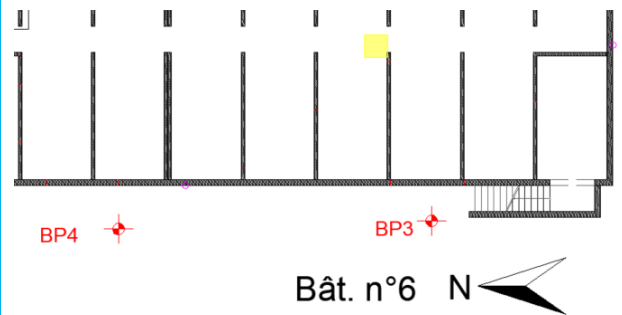


### Profil pénétrométrique - BP4

La résistance dynamique en pointe ( $R_d$ ) est assez faible jusqu'à 3,2 m et peut correspondre à un terrain remblayé ou altéré.

Un refus rapide a été obtenu à 3,3 m de profondeur. Il est cohérent avec les fortes valeurs obtenues sur le profil BP3.

### Localisation et photographie du battage



### Conclusion :

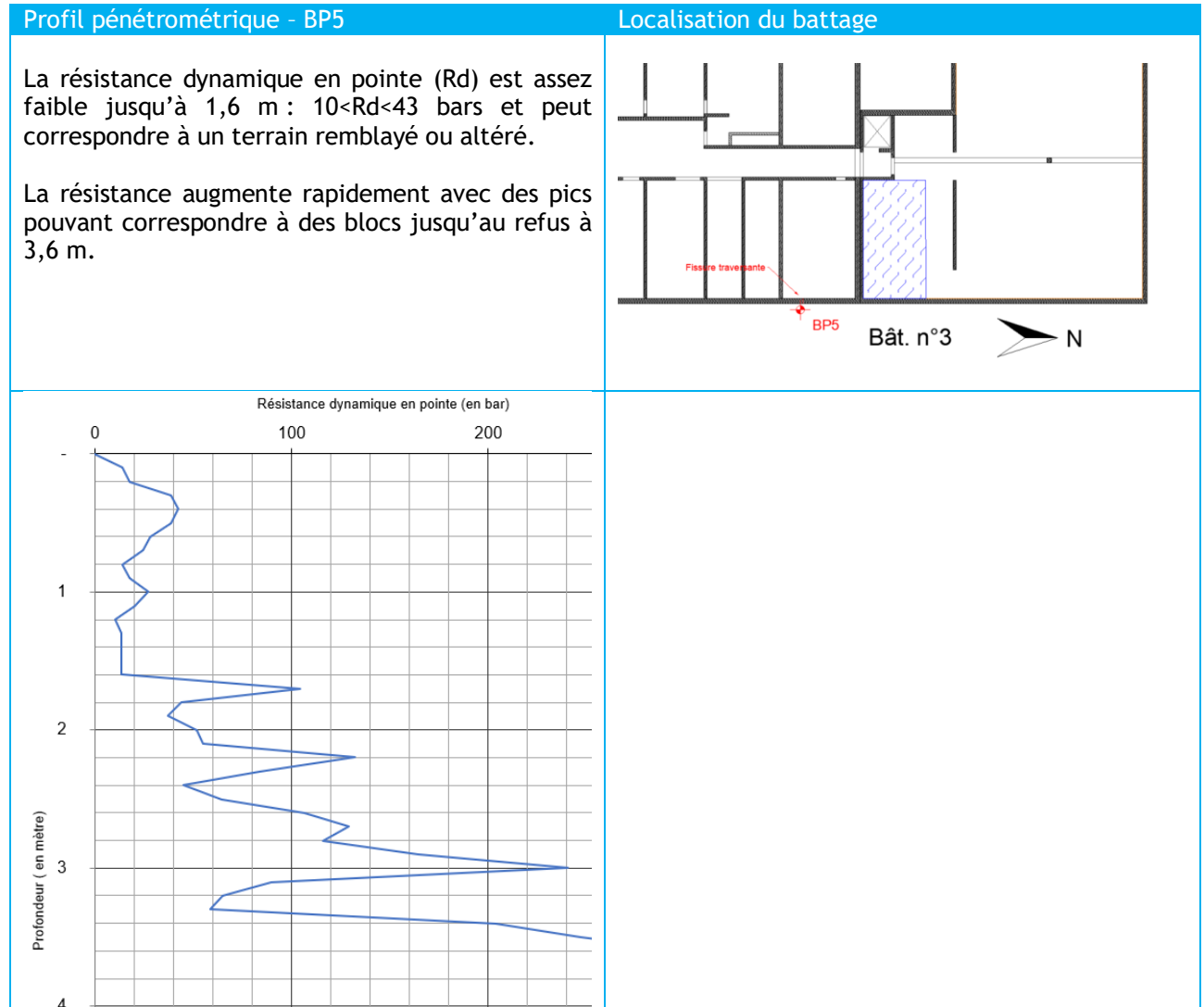
Les profils sont similaires sur les 2 premiers mètres avec des valeurs de résistance dynamique assez faibles  $R_d \approx 20$  bars. Cette profondeur peut correspondre aux terrassements pour la création du sous-sol.

On note toutefois qu'en BP4, ces faibles caractéristiques ont été obtenues jusqu'à 3,2 m de profondeur.

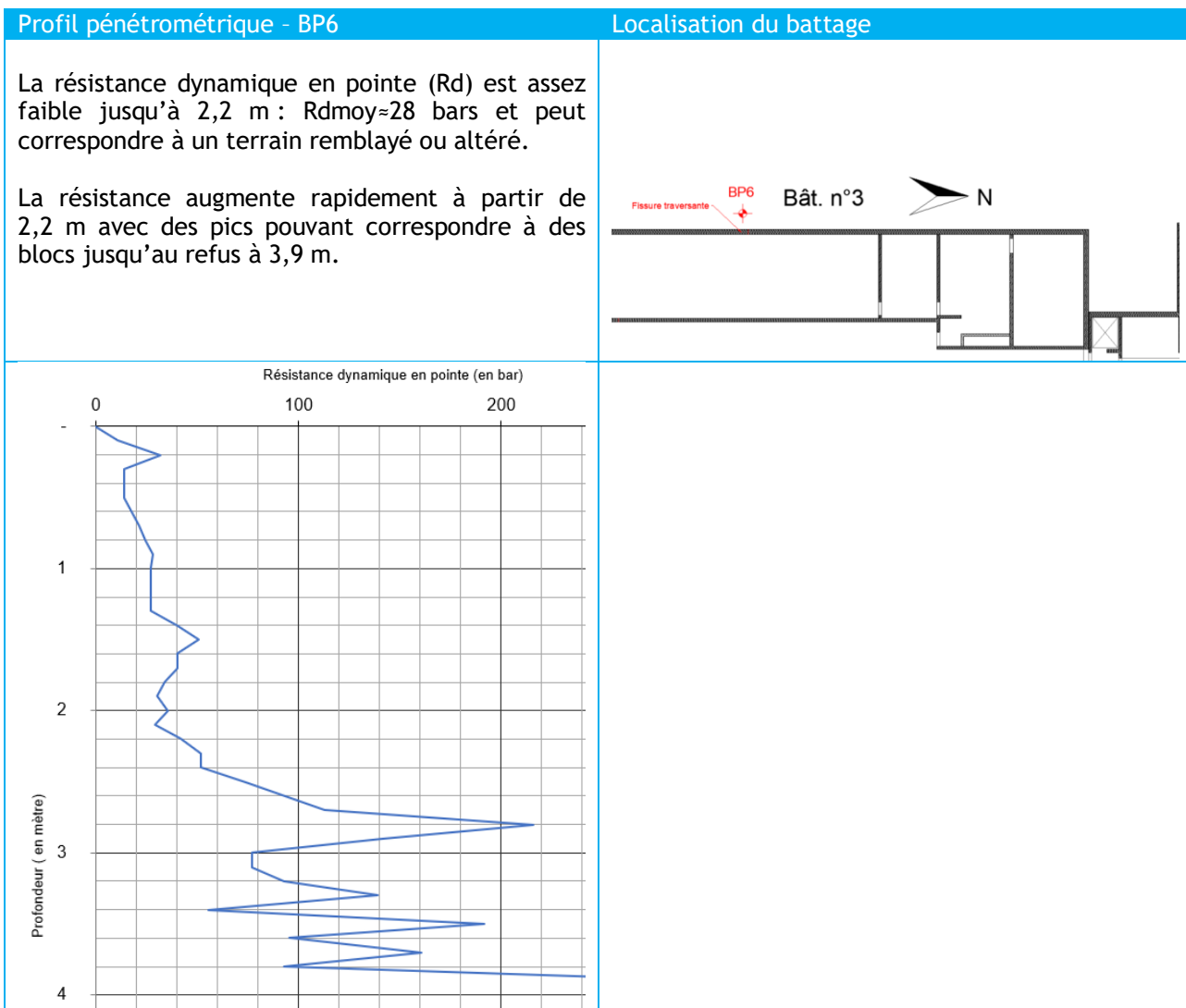
Les deux profils montrent un passage plus résistant vers 2,5 m en BP3 et 3,2 m en BP4 (refus).

### 5.2.1 Bâtiment n°3

Les battages pénétrométriques BP5 et BP6 ont été réalisés à l'extérieur, de part et d'autre du bâtiment n°3 au droit de zones affaissées et/ou présentant des fissures.







### Conclusion :

Les profils sont similaires avec des valeurs de résistance dynamique assez faibles  $R_d \approx 22$  bars. Cette profondeur peut correspondre aux terrassements pour la création du sous-sol.

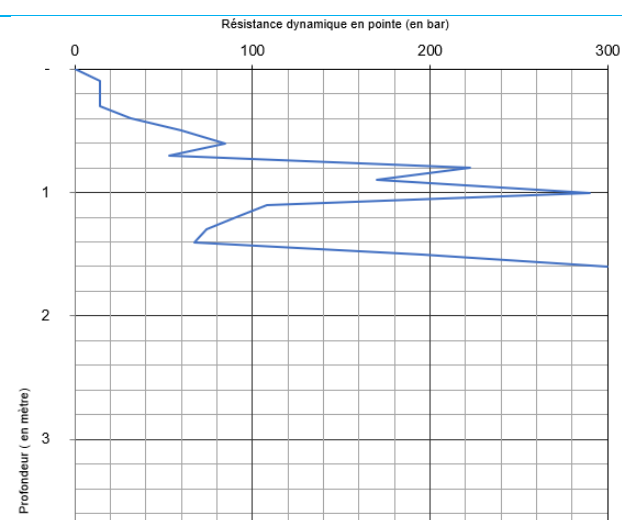
### 5.2.1 Bâtiment n° 13

Les battages pénétrométriques BP7 et BP8 ont été réalisés respectivement à l'extérieur et à l'intérieur en sous-sol du bâtiment n° 13.

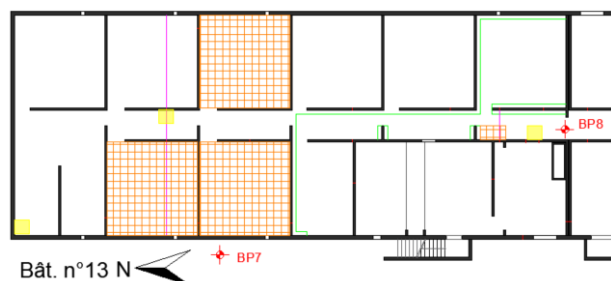
#### Profil pénétrométrique - BP7

La résistance dynamique en pointe (Rd) augmente très rapidement avec la profondeur et est très élevée.

Aucune anomalie n'a été constatée jusqu'au refus à 1,6 m de profondeur.



#### Localisation et photographie du battage

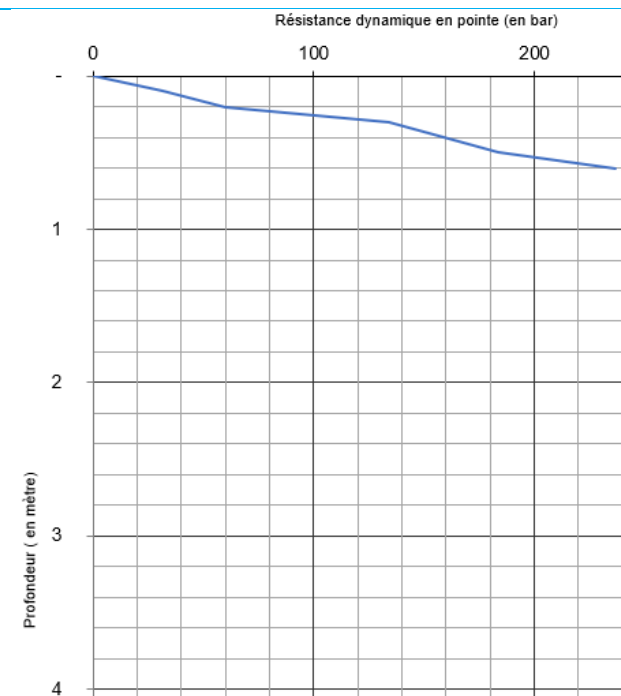
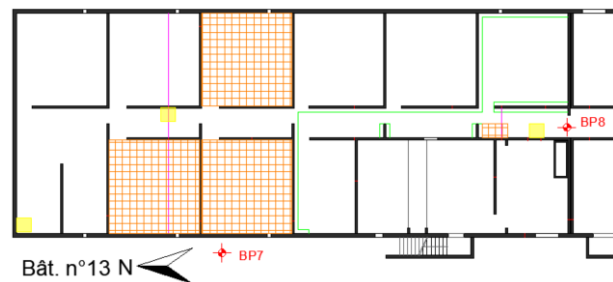


**Profil pénétrométrique - BP8**

La résistance dynamique en pointe (Rd) augmente très rapidement avec la profondeur et est très élevée.

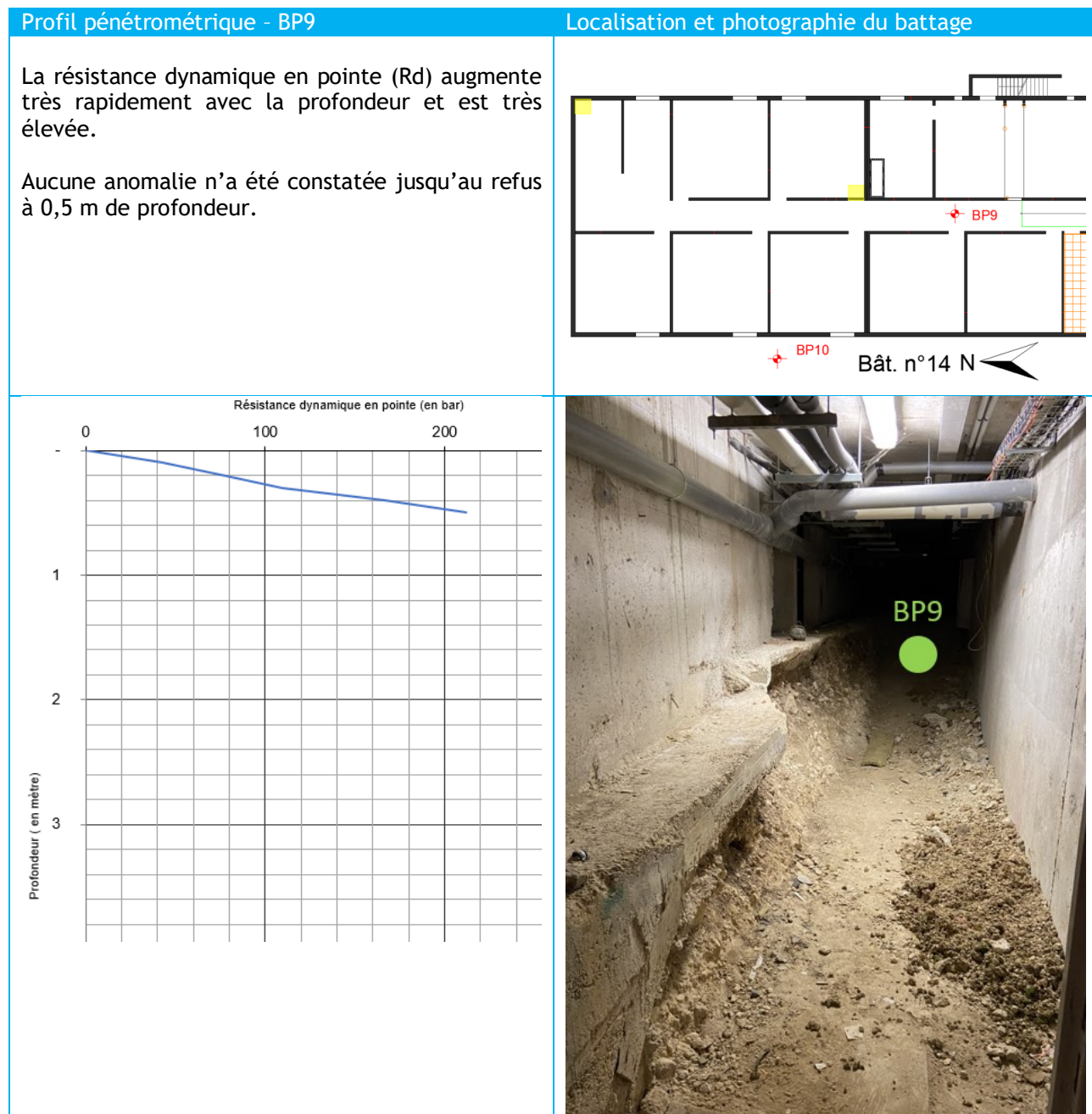
Aucune anomalie n'a été constatée jusqu'au refus à 0,6 m de profondeur.

**Localisation et photographie du battage**



### 5.2.1 Bâtiment n° 14

Les battages pénétrométriques BP10 et BP9 ont été réalisés respectivement à l'extérieur et à l'intérieur en sous-sol du bâtiment n° 13.

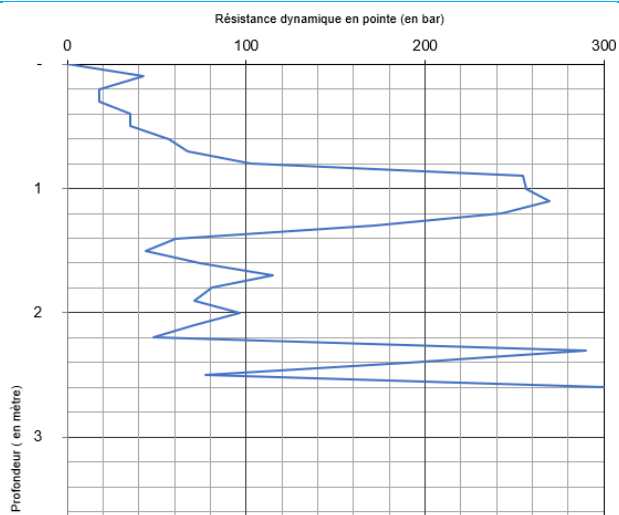




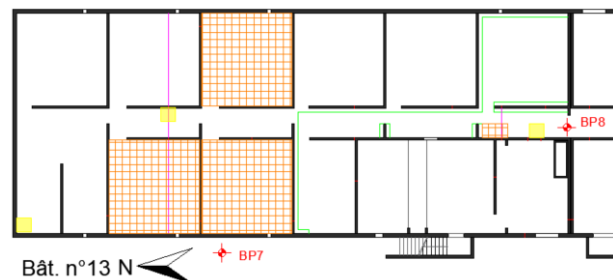
**Profil pénétrométrique - BP10**

La résistance dynamique en pointe (Rd) est assez faible jusqu'à 0,5 m, puis augmente rapidement avec des passages très compacts jusqu'au refus à 2,6 m de profondeur.

Aucune anomalie n'a été constatée jusqu'au refus.



**Localisation et photographie du battage**





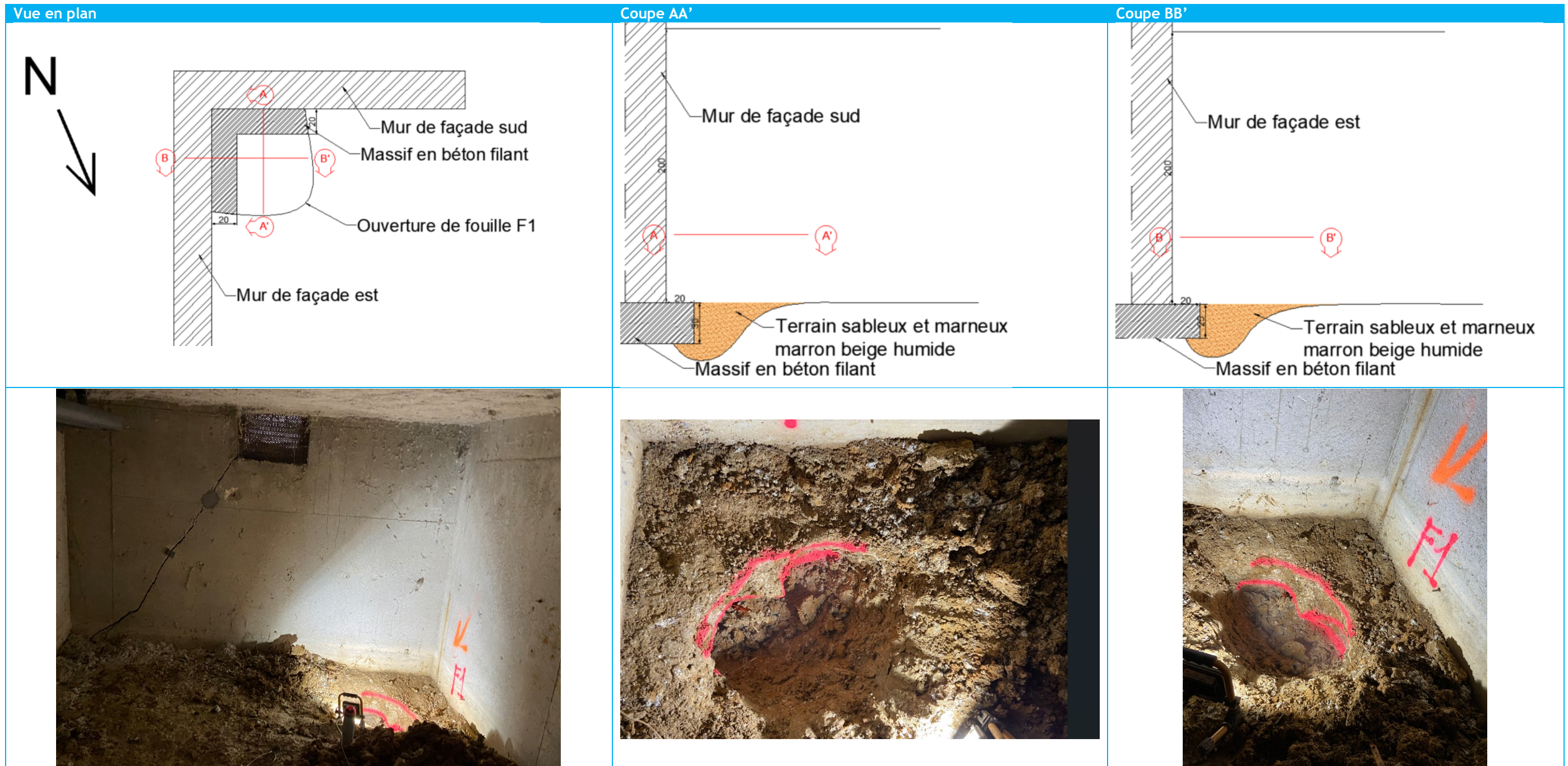
### 5.3 Reconnaissance des fondations

Dans le cadre de la reconnaissance des systèmes de fondations des bâtiments, les fouilles ont permis d'établir les relevés ci-dessous :

#### 5.3.1 Bâtiment n°7 - Fouille F1

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à l'angle sud-est (murs de façade et pignon).

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu des murs : 20 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 2 m ;



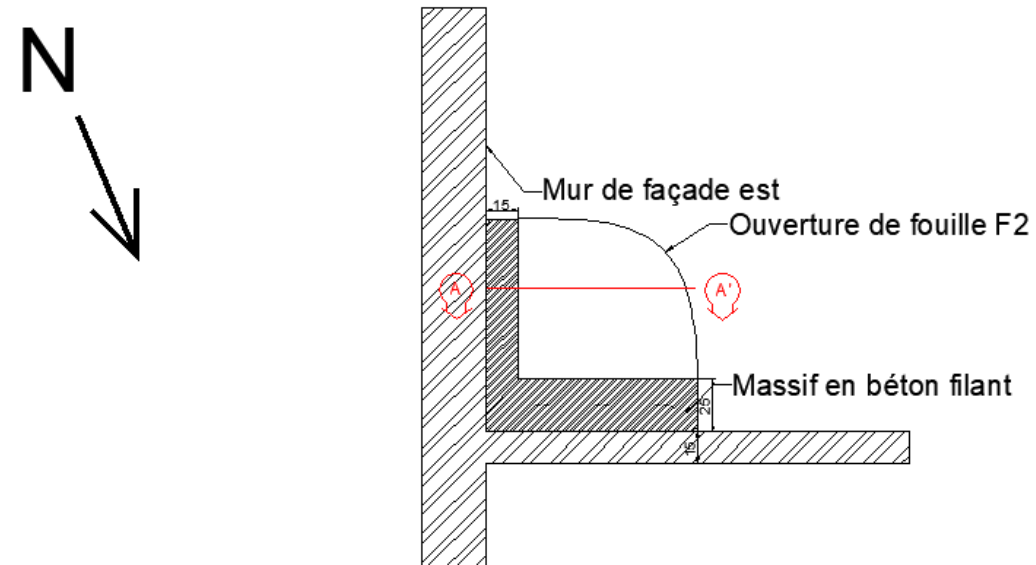


### 5.3.1 Bâtiment n° 7 - Fouille F2

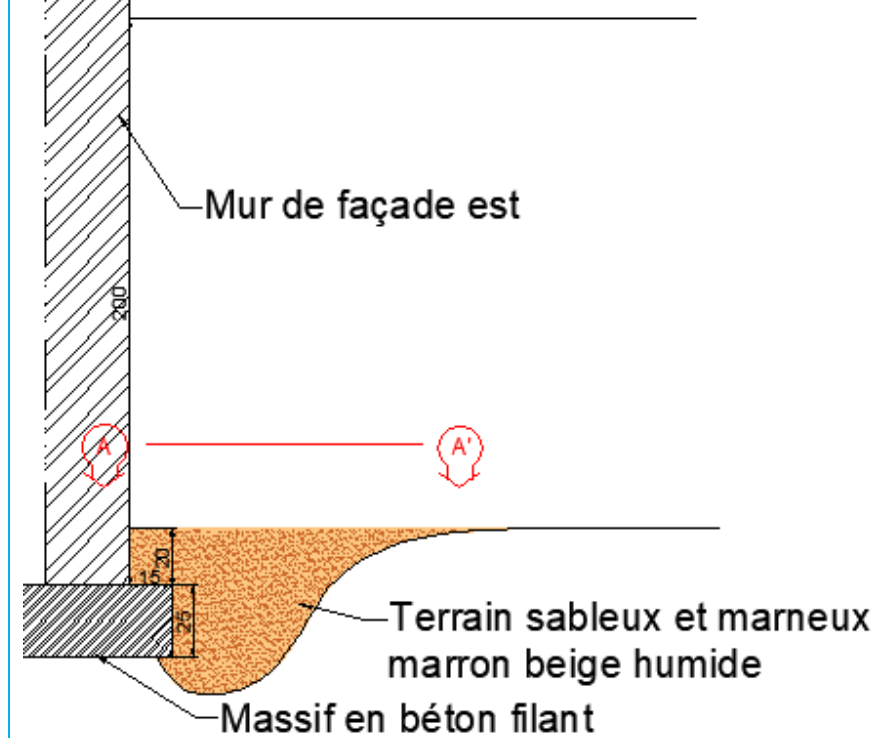
Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction d'un mur de refend et de façade est.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade est : 15 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de refend : 25 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 2 m ;

Vue en plan



Coupe AA'

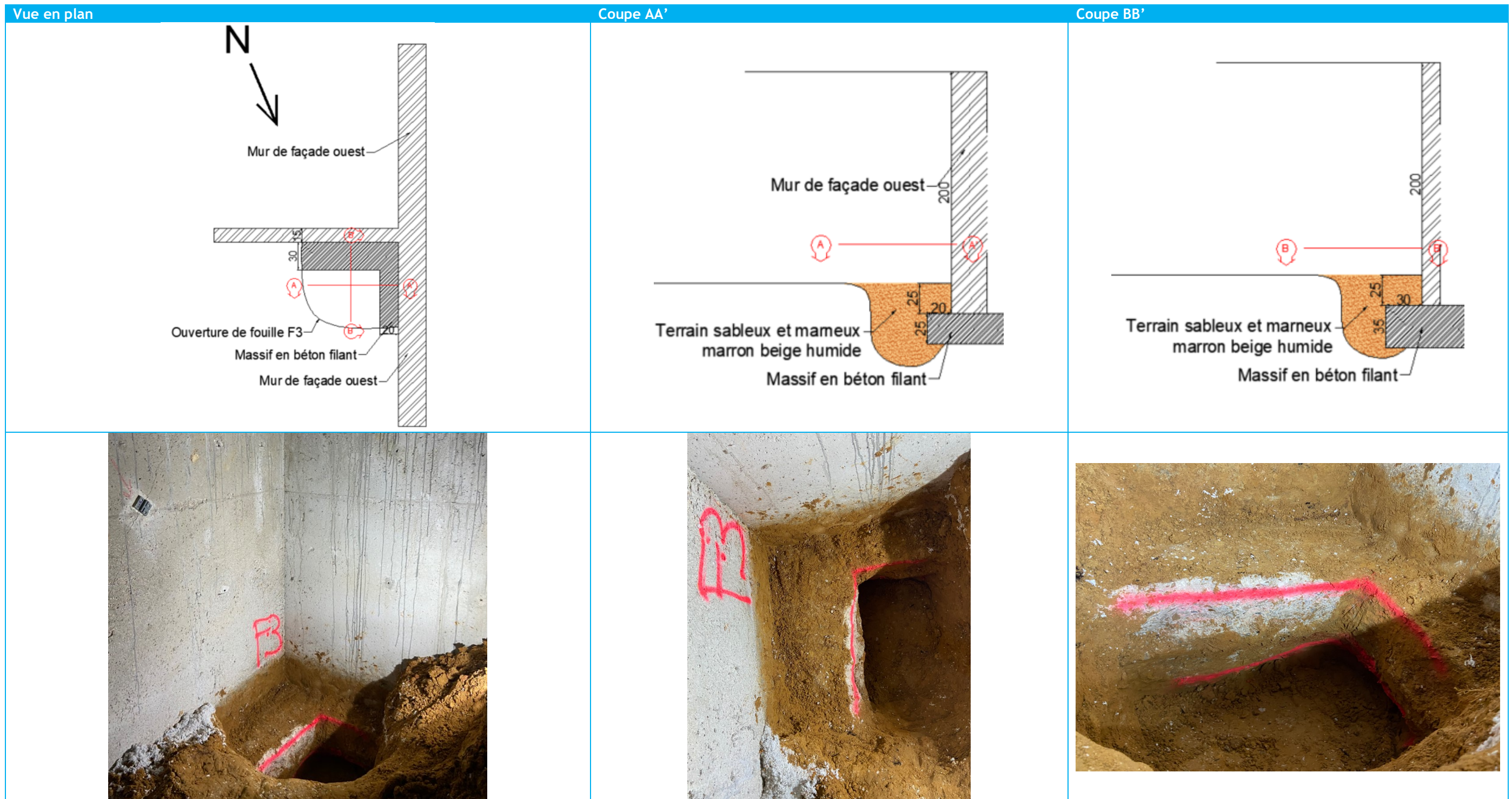




### 5.3.2 Bâtiment n° 7 - Fouille F3

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction d'un mur de refend et de façade ouest.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade ouest : 20 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de refend : 30 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 2 m ;

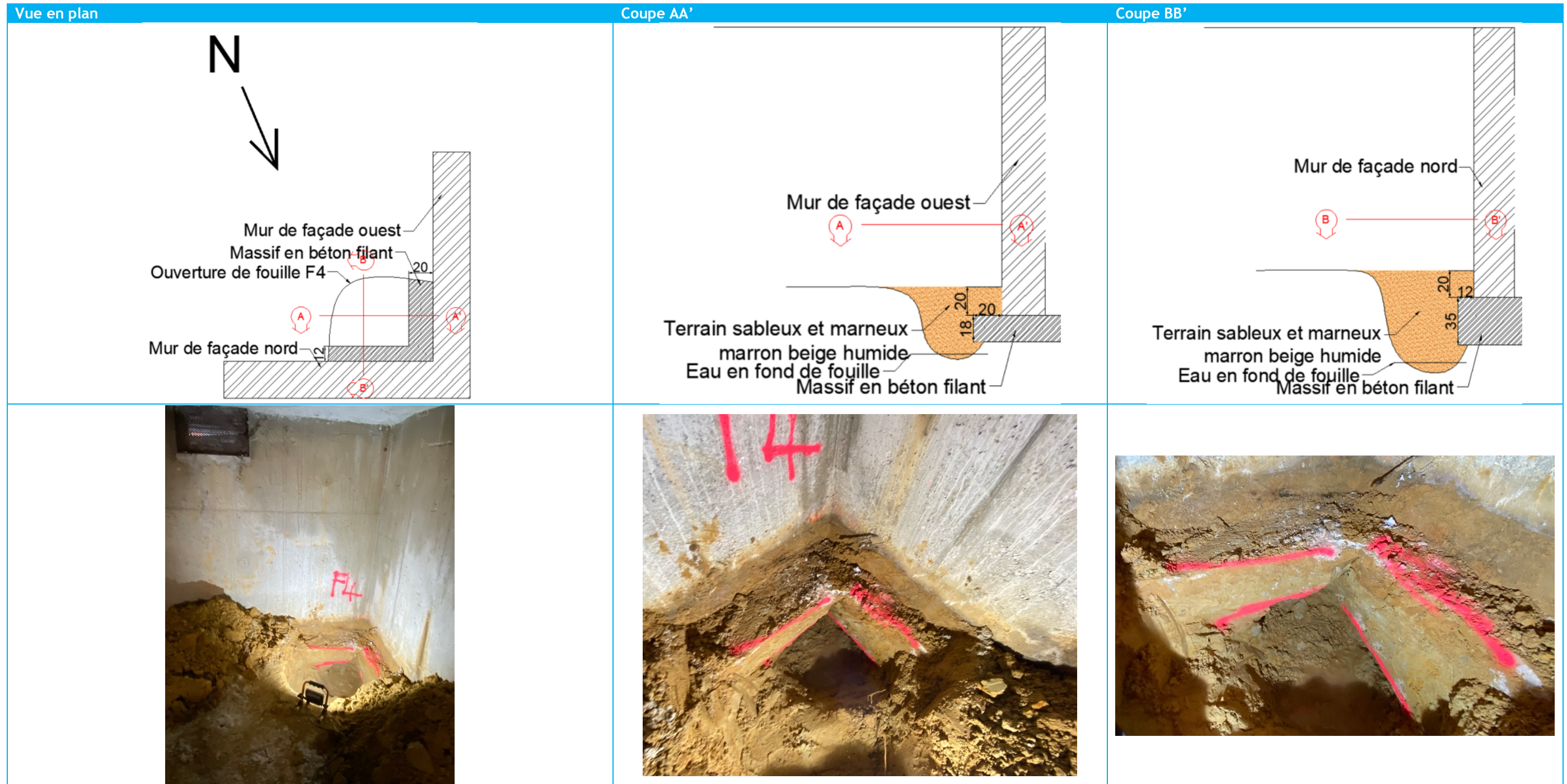




### 5.3.3 Bâtiment n° 7 - Fouille F4

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de façade nord et ouest.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade ouest : 20 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade nord : 12 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : non mesuré ;
- Traces d'écoulement d'eau sur les murs et humidité ;
- Arrivée d'eau en fond de fouille ;

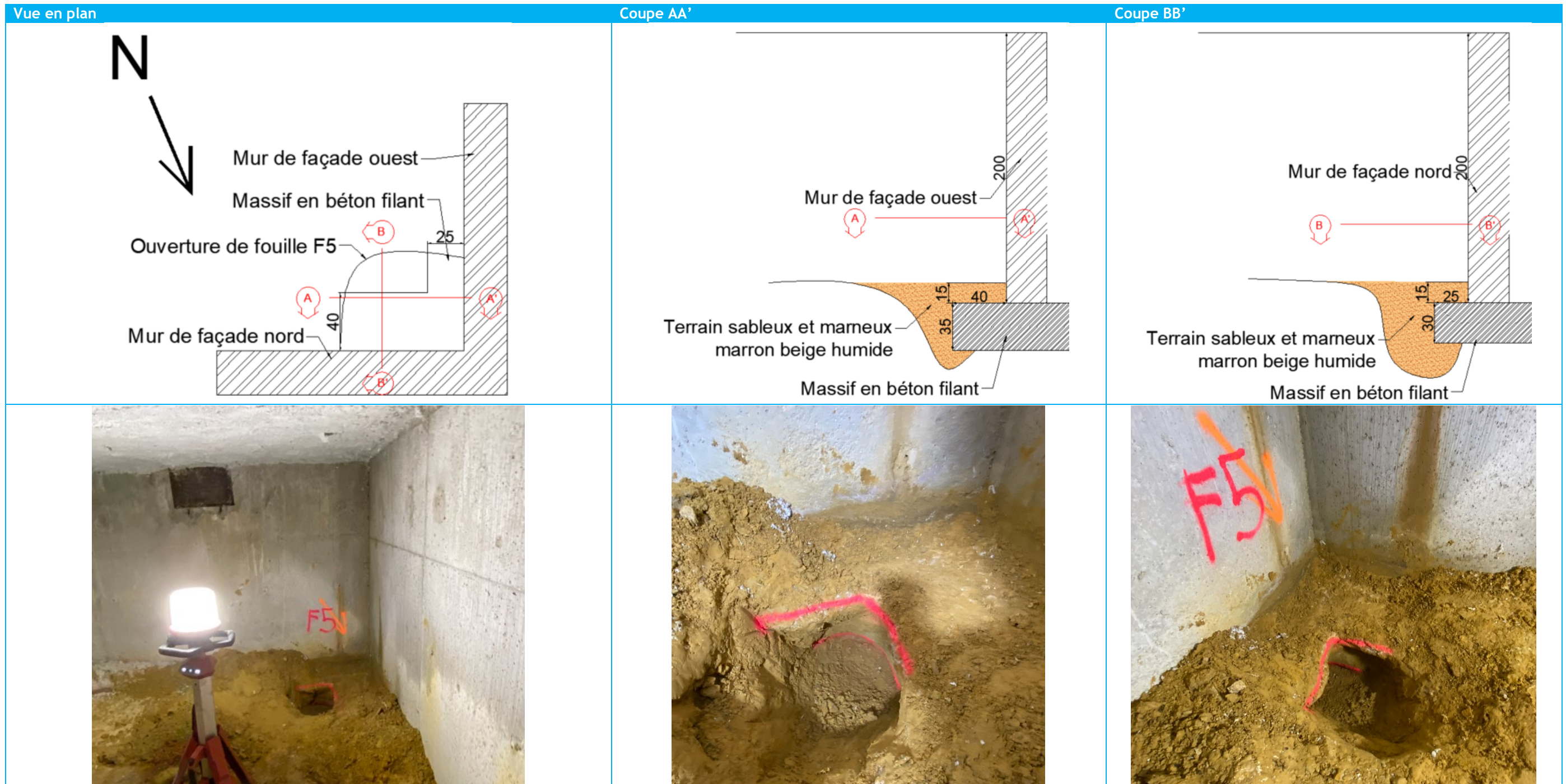




#### 5.3.4 Bâtiment n° 6 - Fouille F5

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de façade nord et ouest.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade ouest : 40 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade nord : 25 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 2 m ;
- Traces d'écoulement d'eau sur les murs et humidité ;

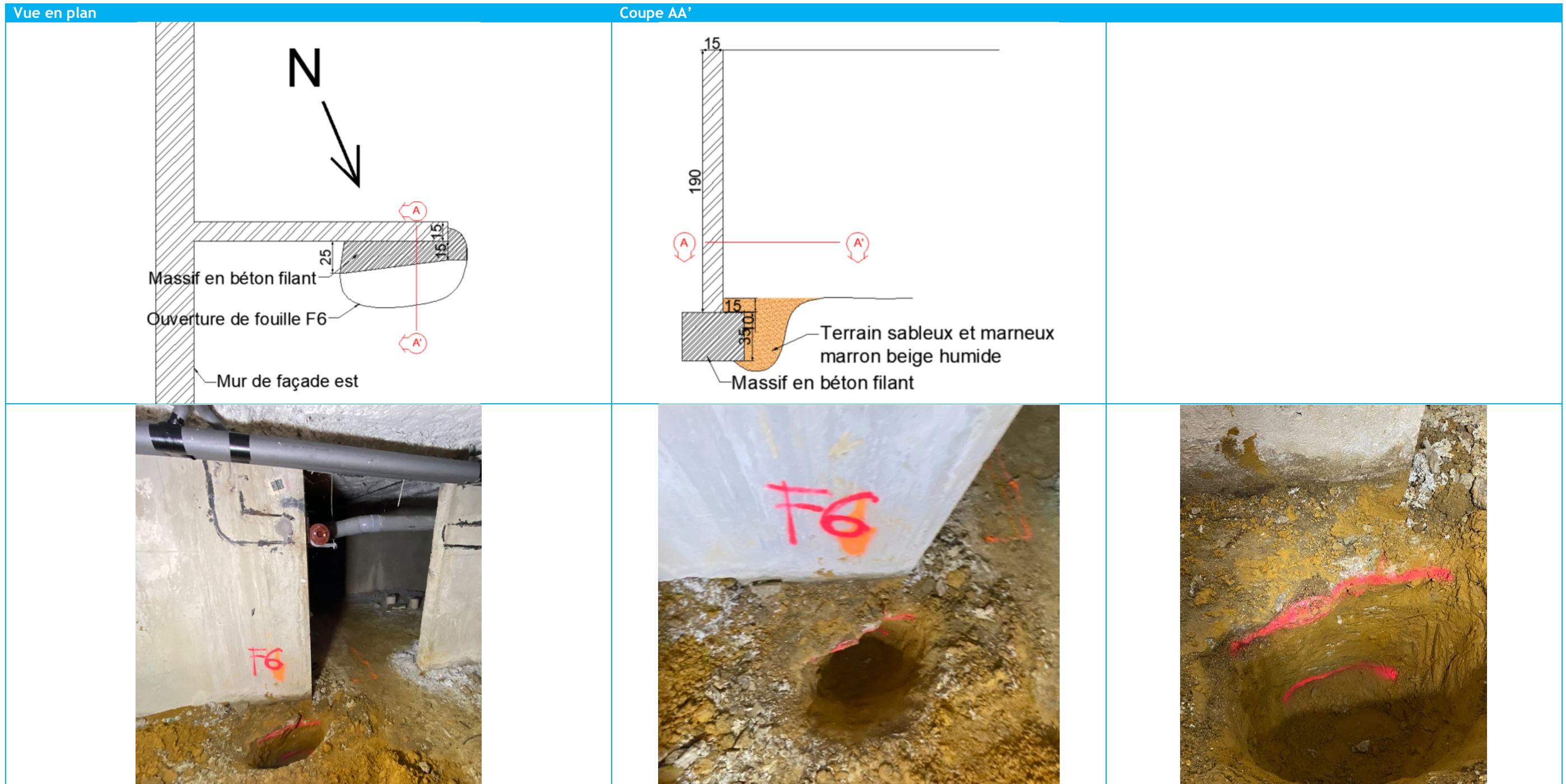




### 5.3.5 Bâtiment n° 6 - Fouille F6

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment au niveau d'un mur de refend.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur : 15 à 25 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 1,9 m ;

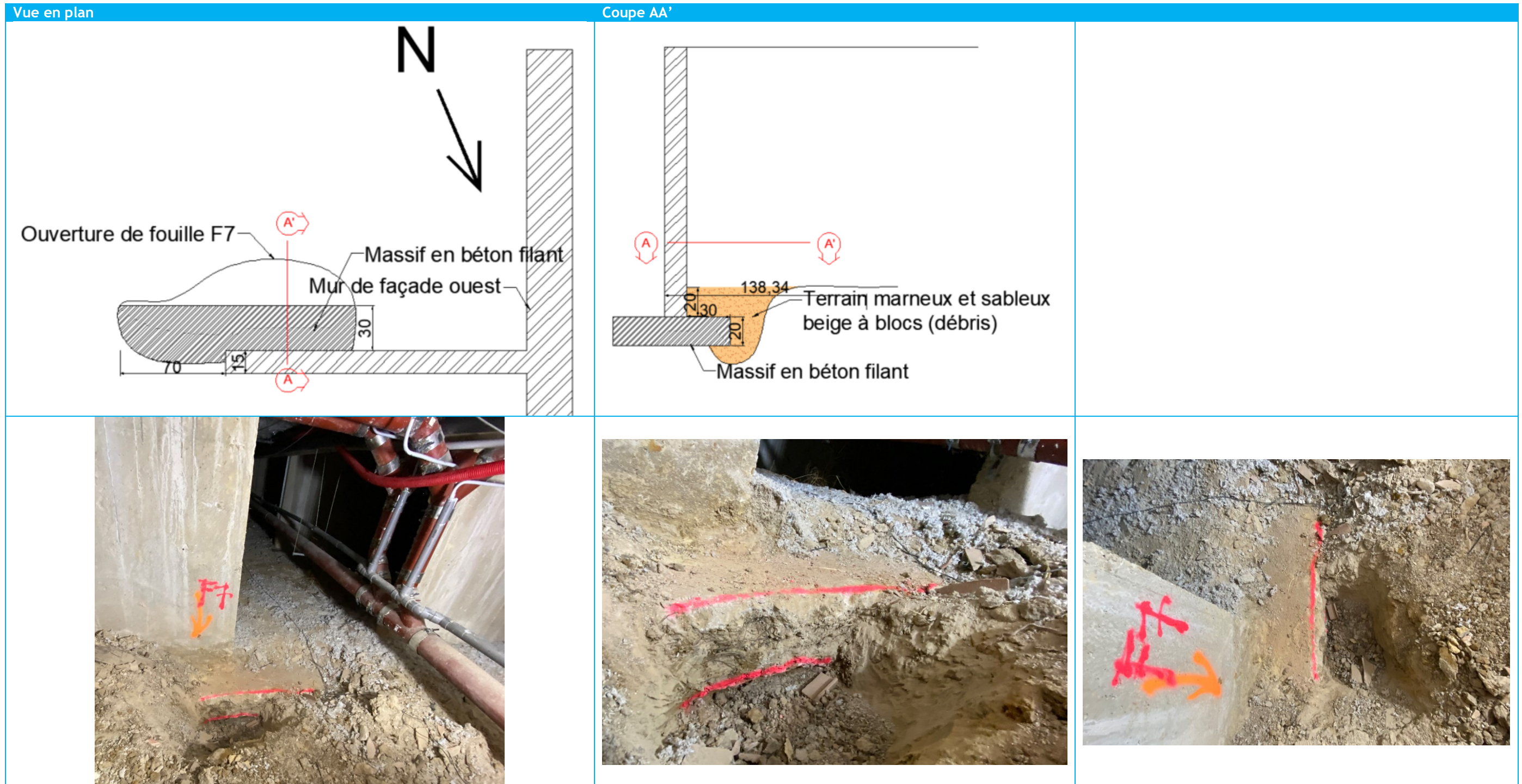




### 5.3.6 Bâtiment n° 6 - Fouille F7

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment au niveau d'un mur de refend.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur : 30 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : non mesuré ;

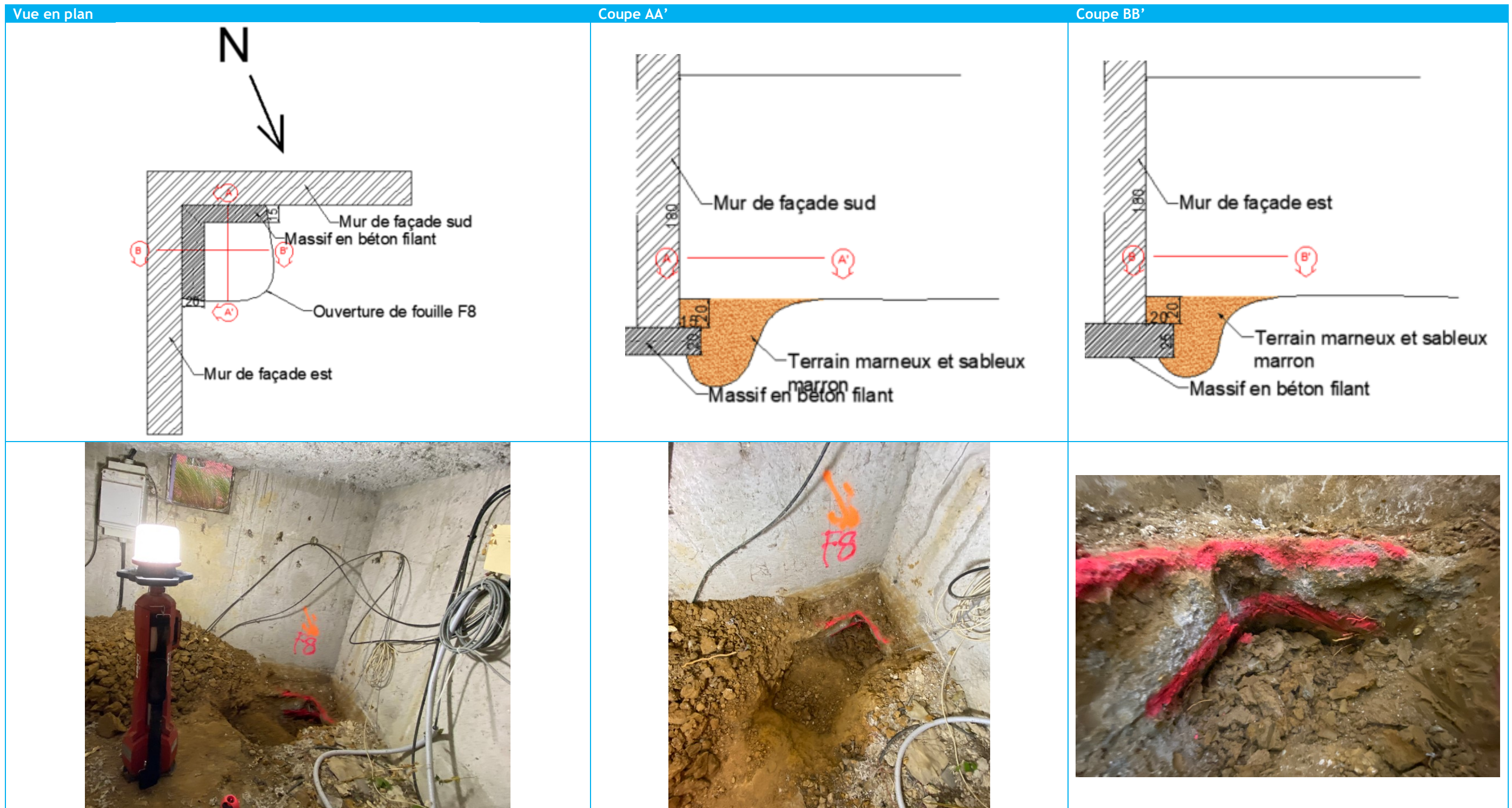




### 5.3.7 Bâtiment n° 6 - Fouille F8

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de façade sud et est.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade est : 20 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade sud : 15 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 1,8 m ;

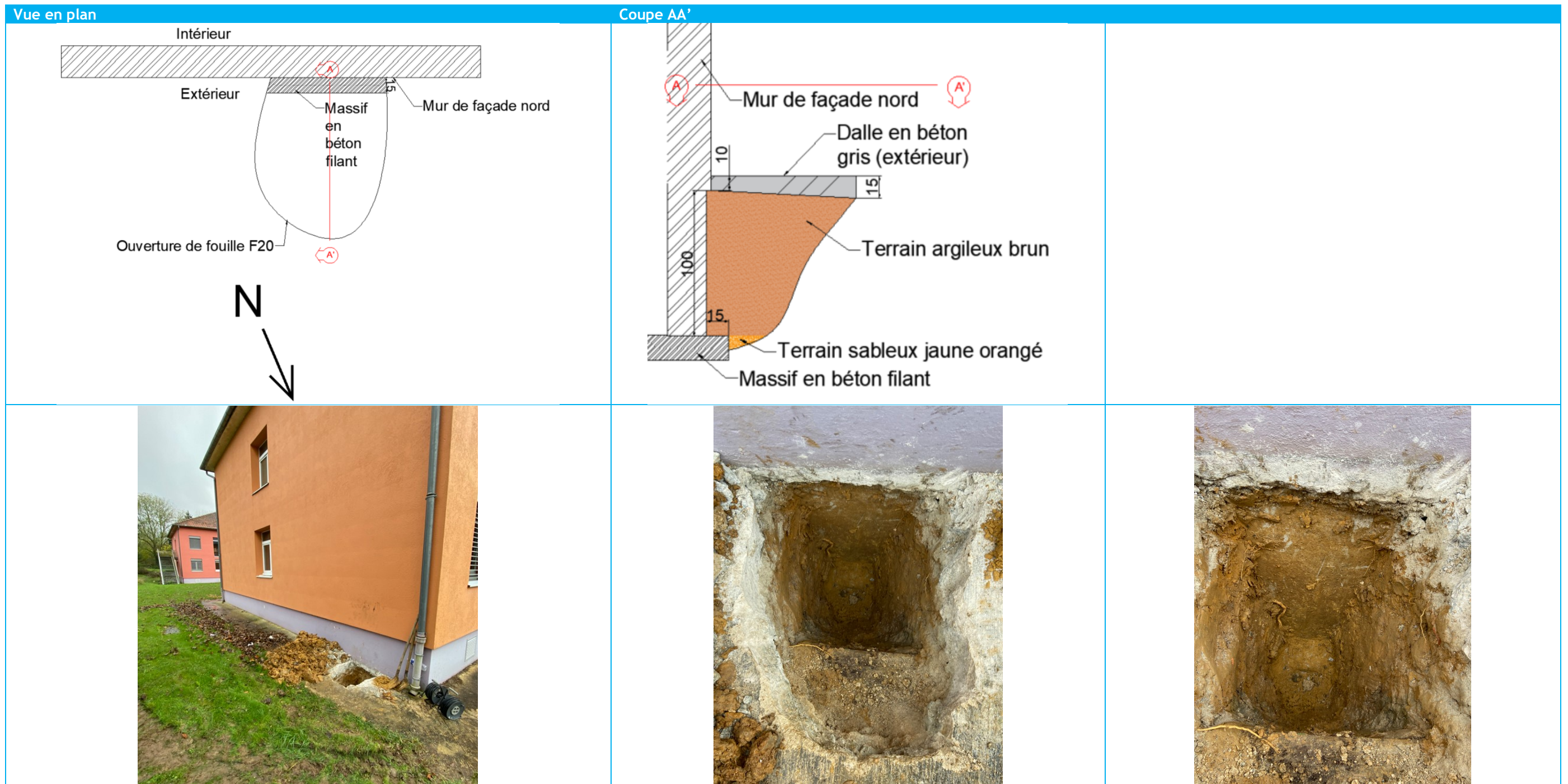




### 5.3.8 Bâtiment n° 6 - Fouille F20 (extérieur)

Cette fouille a été réalisée à l'extérieur du bâtiment en façade nord.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade nord : 15 cm ;
- Profondeur de l'arase supérieure de la fondation : 1,1 m ;
- Aucun système de drainage, dalle béton le long du mur ;

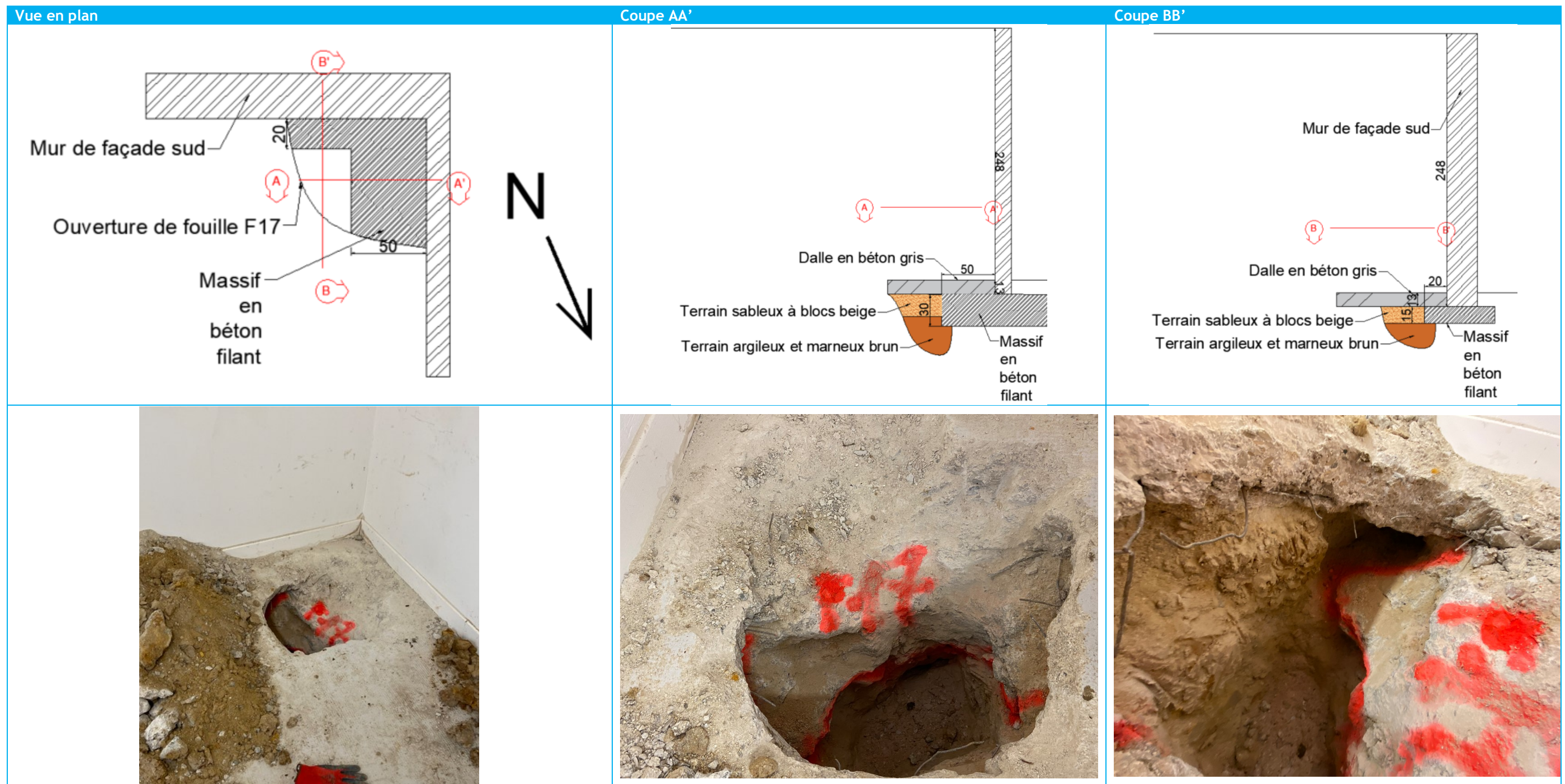




### 5.3.9 Bâtiment n°3 - Fouille F17

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de façade sud et de refend du couloir.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de refend : 50 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade sud : 20 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 2,48 m ;

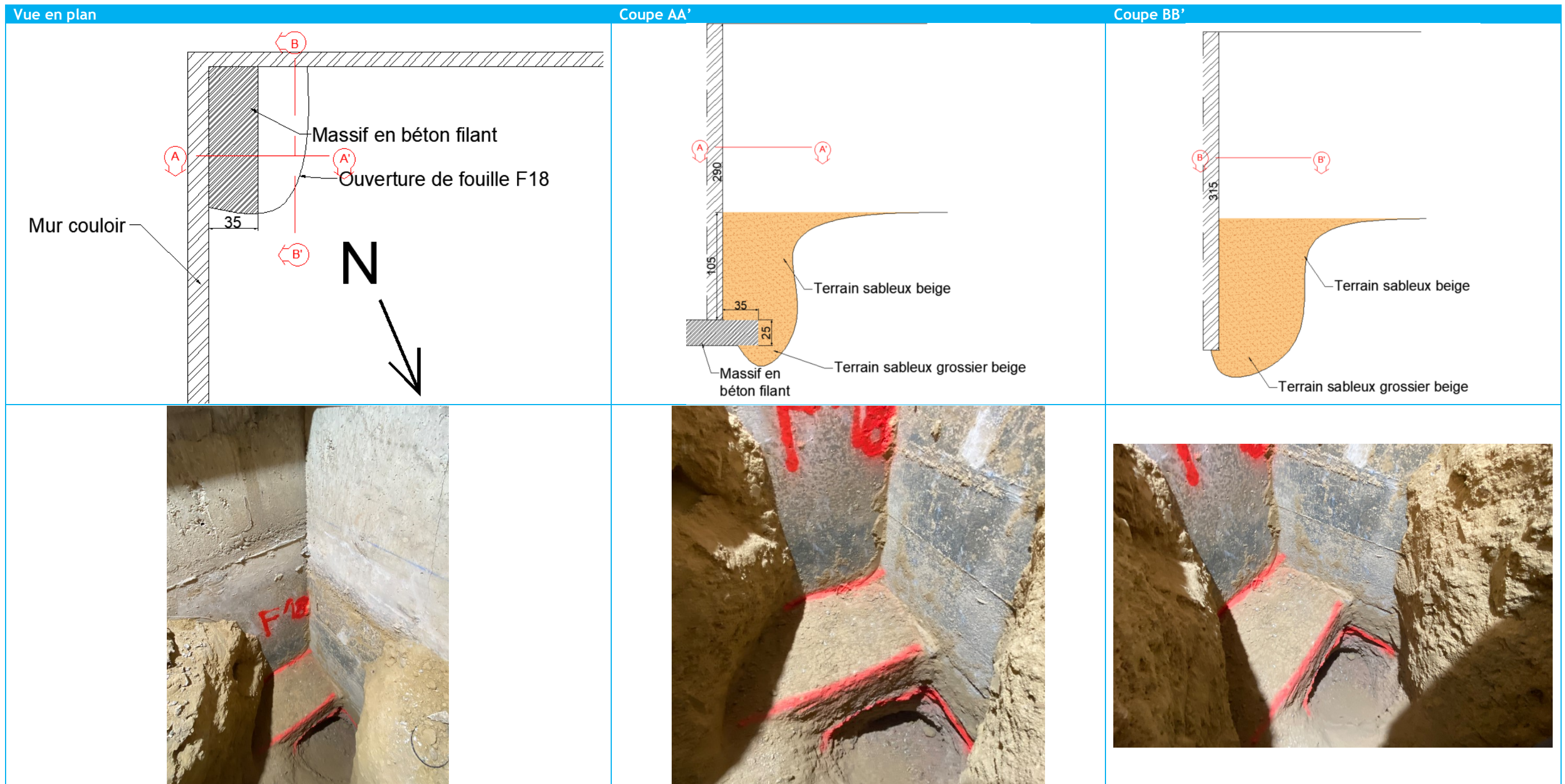




### 5.3.10 Bâtiment n°3 - Fouille F18

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de refend du couloir et d'une salle.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de refend du couloir : 35 cm ;
- Le mur de refend de la salle n'a pas montré de débord de semelle au droit de la fouille. A priori, le mur s'appuie sur la semelle du mur du couloir ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 2,90 m ;

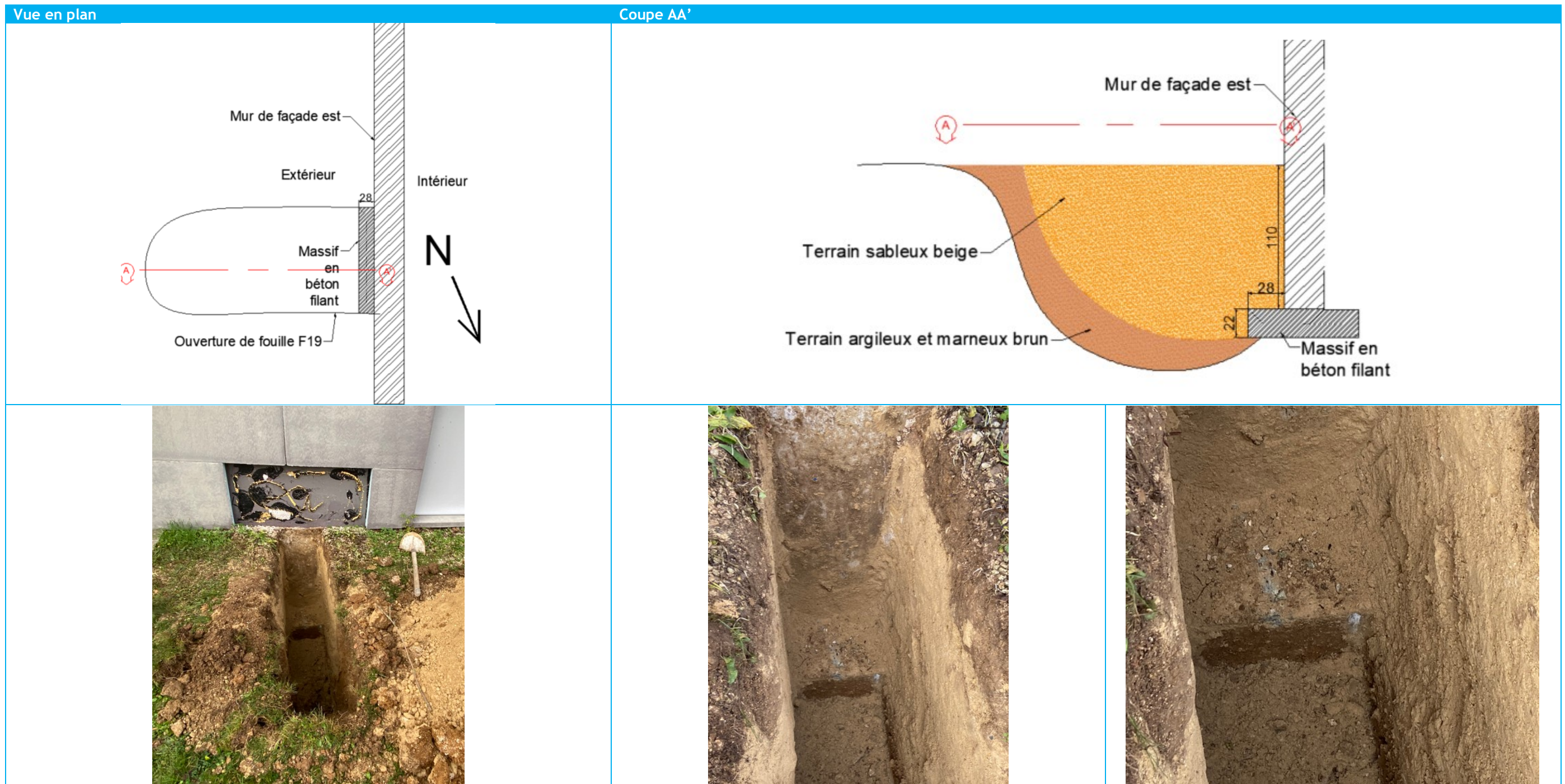




### 5.3.11 Bâtiment n°3 - Fouille F19 (extérieur)

Cette fouille a été réalisée à l'extérieur du bâtiment en façade est.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade est : 28 cm ;
- Profondeur de l'arase supérieure de la fondation : 1,1 m ;
- Aucun système de drainage, dalle béton le long du mur ;

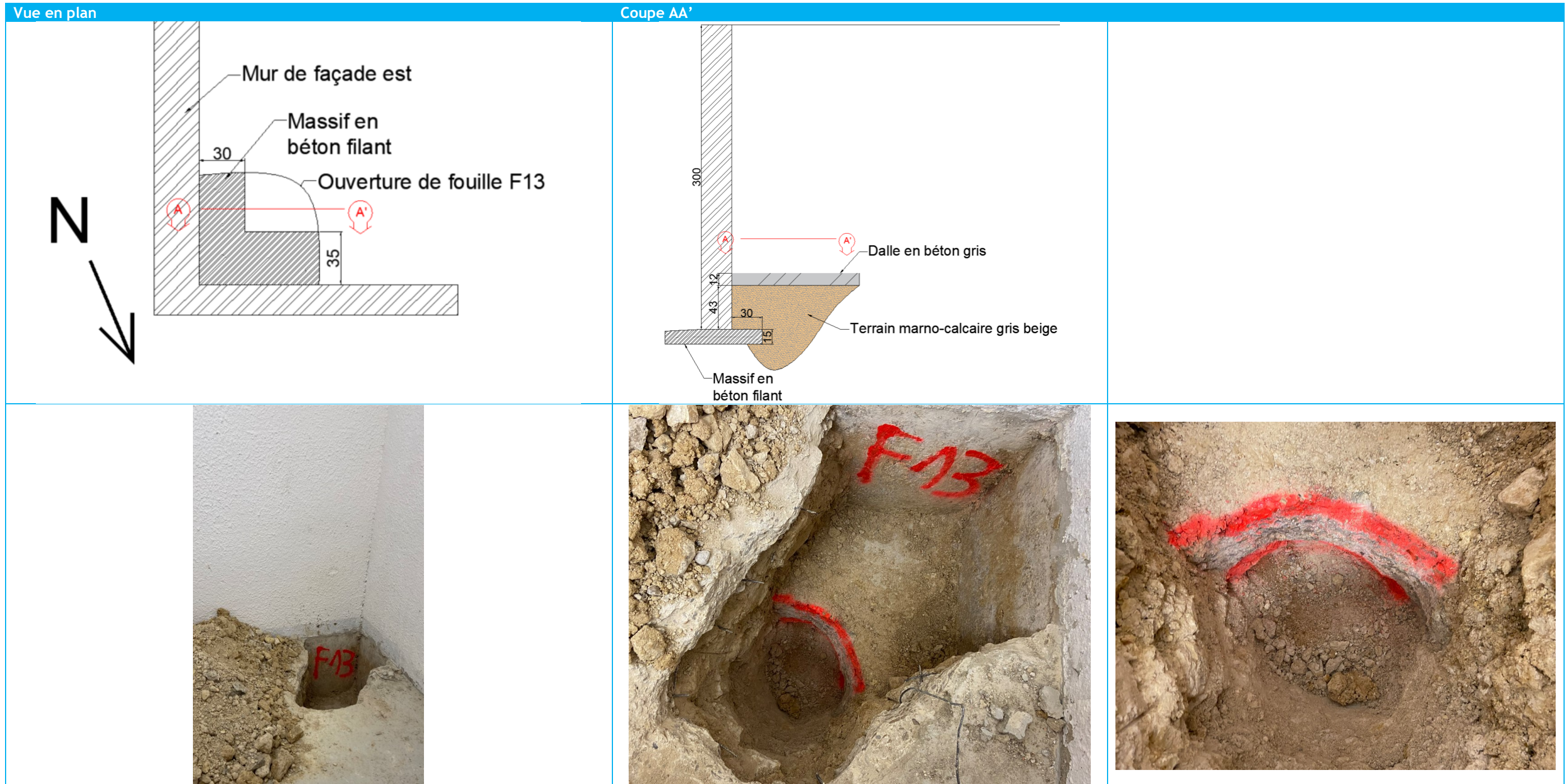




### 5.3.12 Bâtiment n° 13 - Fouille F13

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de façade est et de refend.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade est : 30 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de refend : 35 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 3 m ;

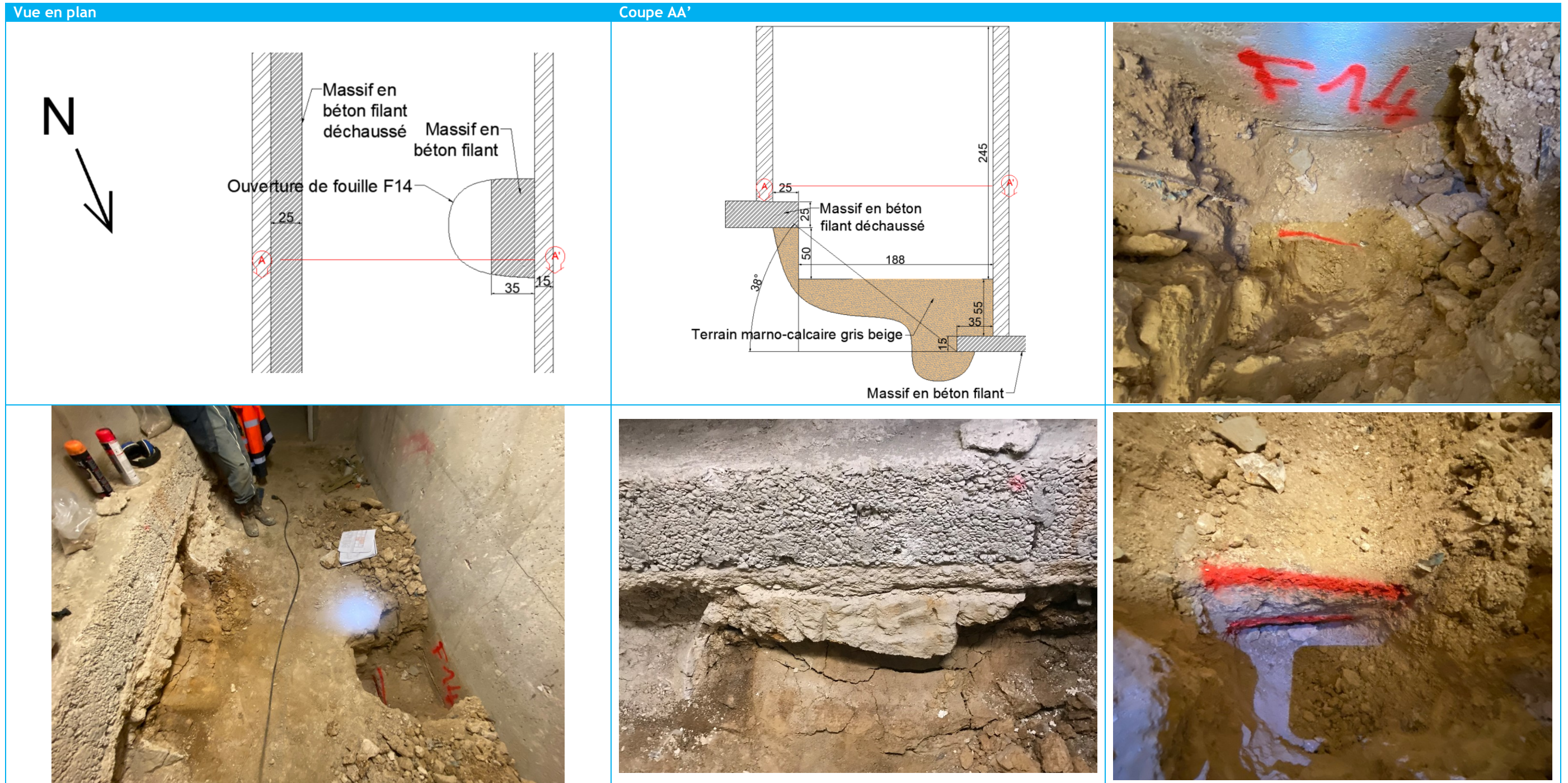




### 5.3.13 Bâtiment n° 13 - Fouille F14

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment au niveau du couloir central.

- Fondation de type : semelle filante en béton coffré en partie supérieure et coulé pleine fouille. ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur est du couloir : 25 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur ouest : 35 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle la plus profonde : 3 m ;
- **L'une des fondations est déchaussée le long du couloir sur une hauteur de 50 cm sous la base de la fondation et la pente entre la base des fondations est supérieure au 34° réglementaire.**

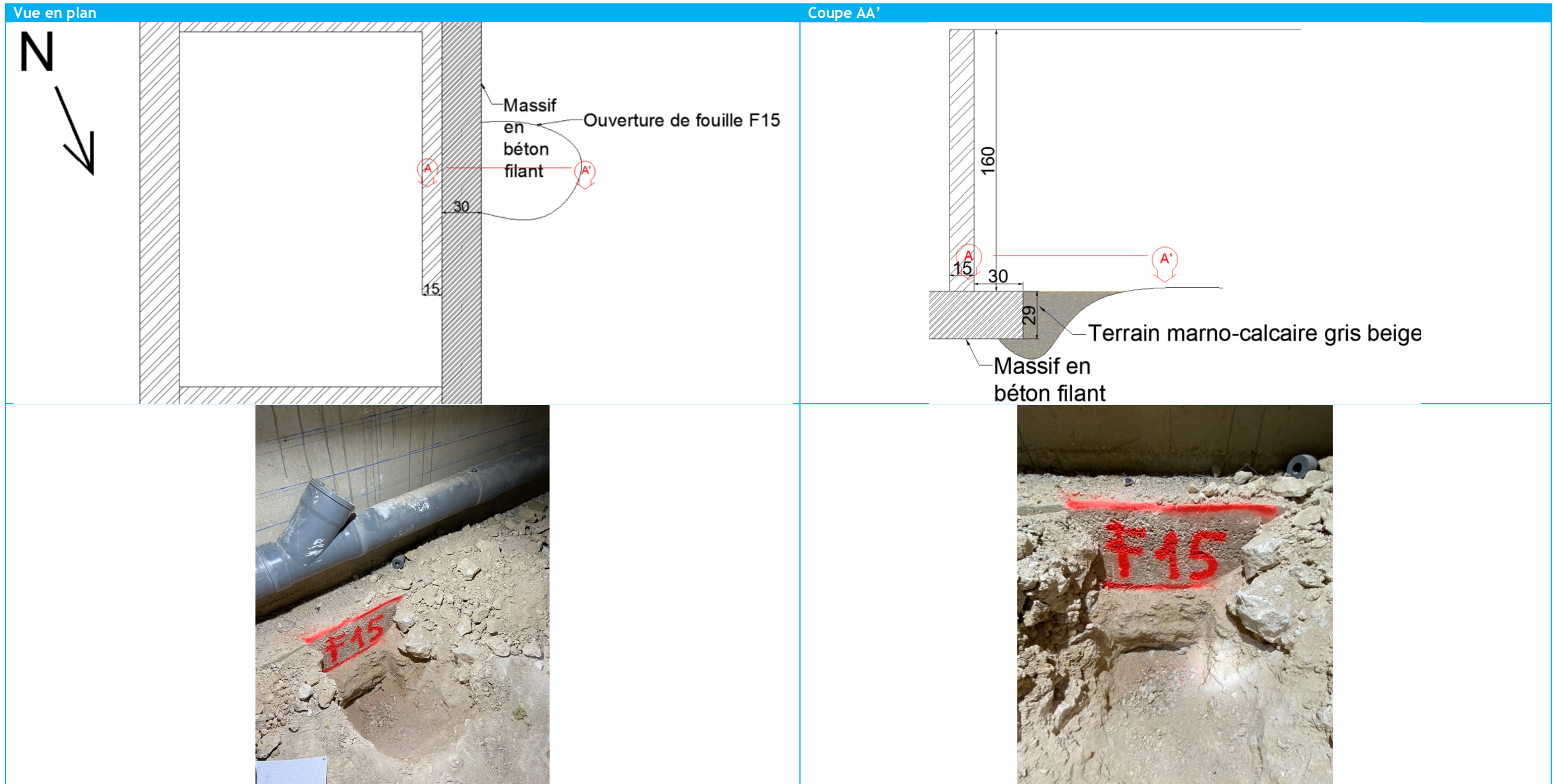




### 5.3.14 Bâtiment n° 13 - Fouille F15

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment au niveau du couloir central.

- Fondation de type : semelle filante en béton coffré et coulé pleine fouille. ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur est du couloir : 30 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle la plus profonde : 1,6 m ;

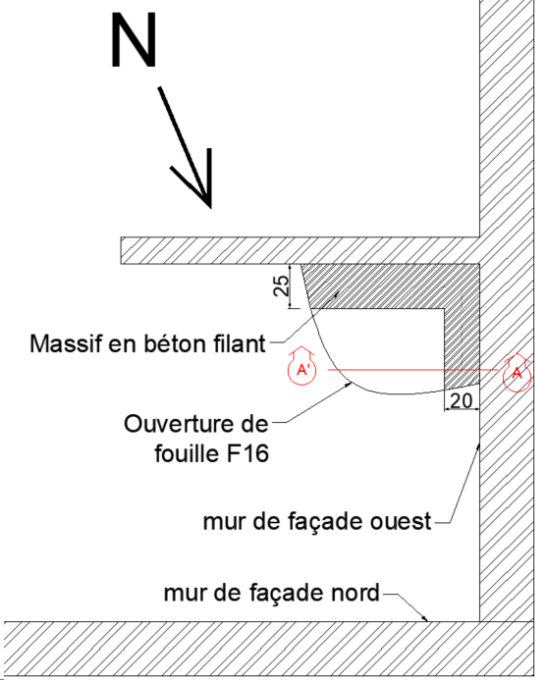
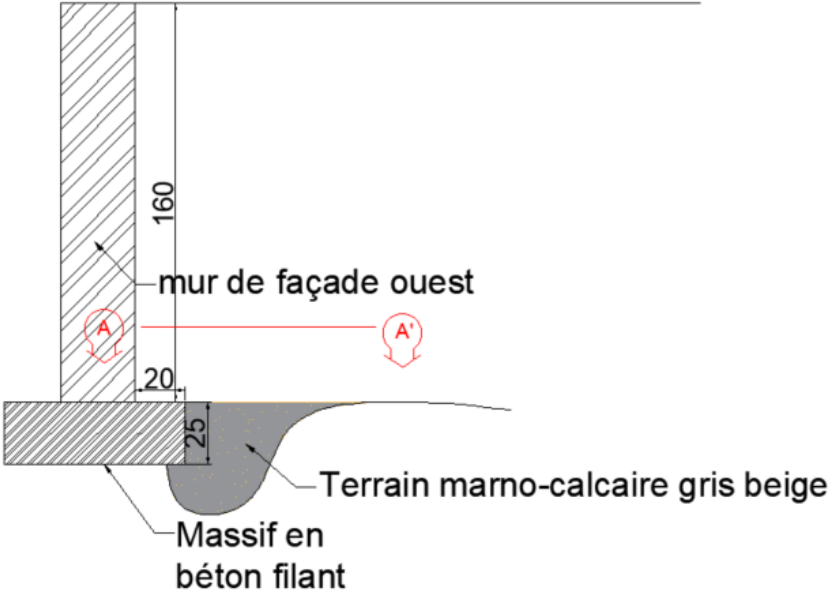







### 5.3.15 Bâtiment n° 13 - Fouille F16

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de façade ouest et de refend.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade ouest : 20 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de refend : 25 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 1,6 m ;

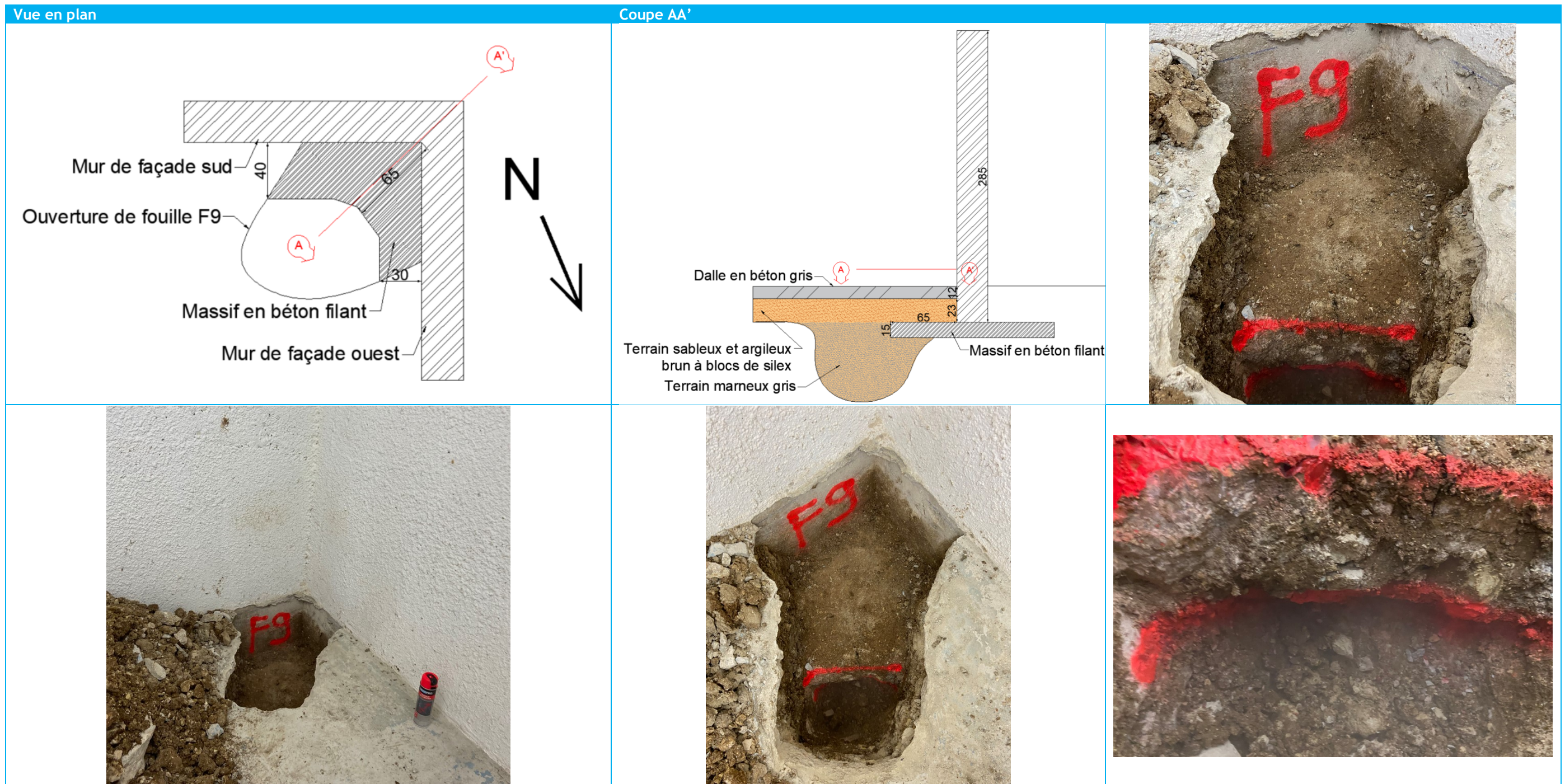
Vue en plan	Coupe AA'	
		
		



### 5.3.16 Bâtiment n° 14 - Fouille F9

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de façade sud et ouest.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade sud : 40 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade ouest : 30 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 2,85 m ;

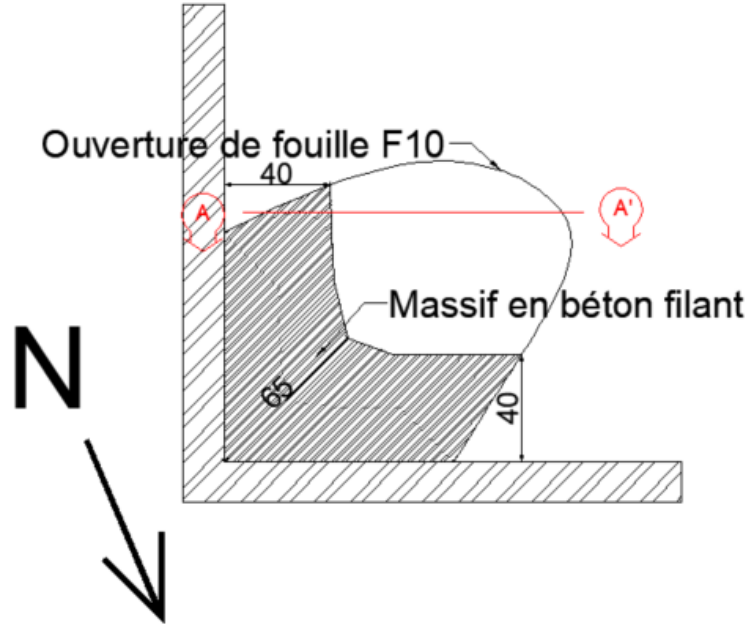
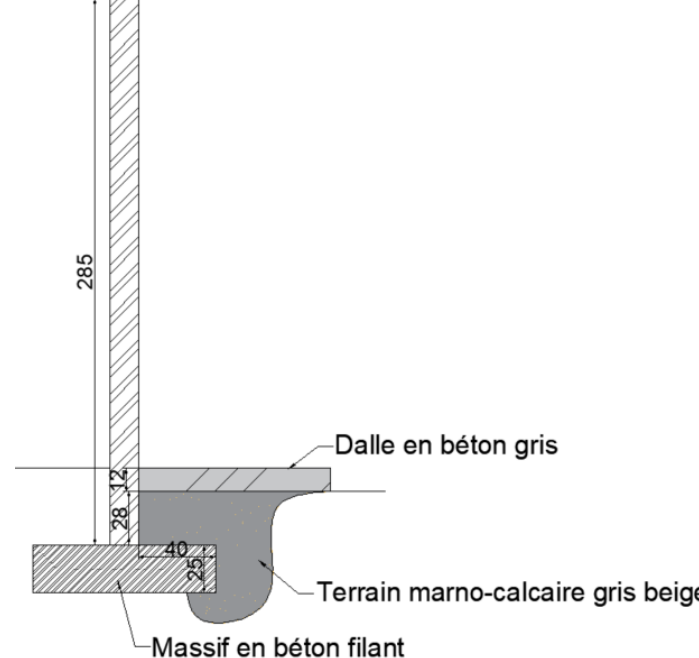







### 5.3.17 Bâtiment n° 14 - Fouille F10

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction de murs de refend.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débords de la fondation par rapport au nu des murs de refend : 40 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 2,85 m ;

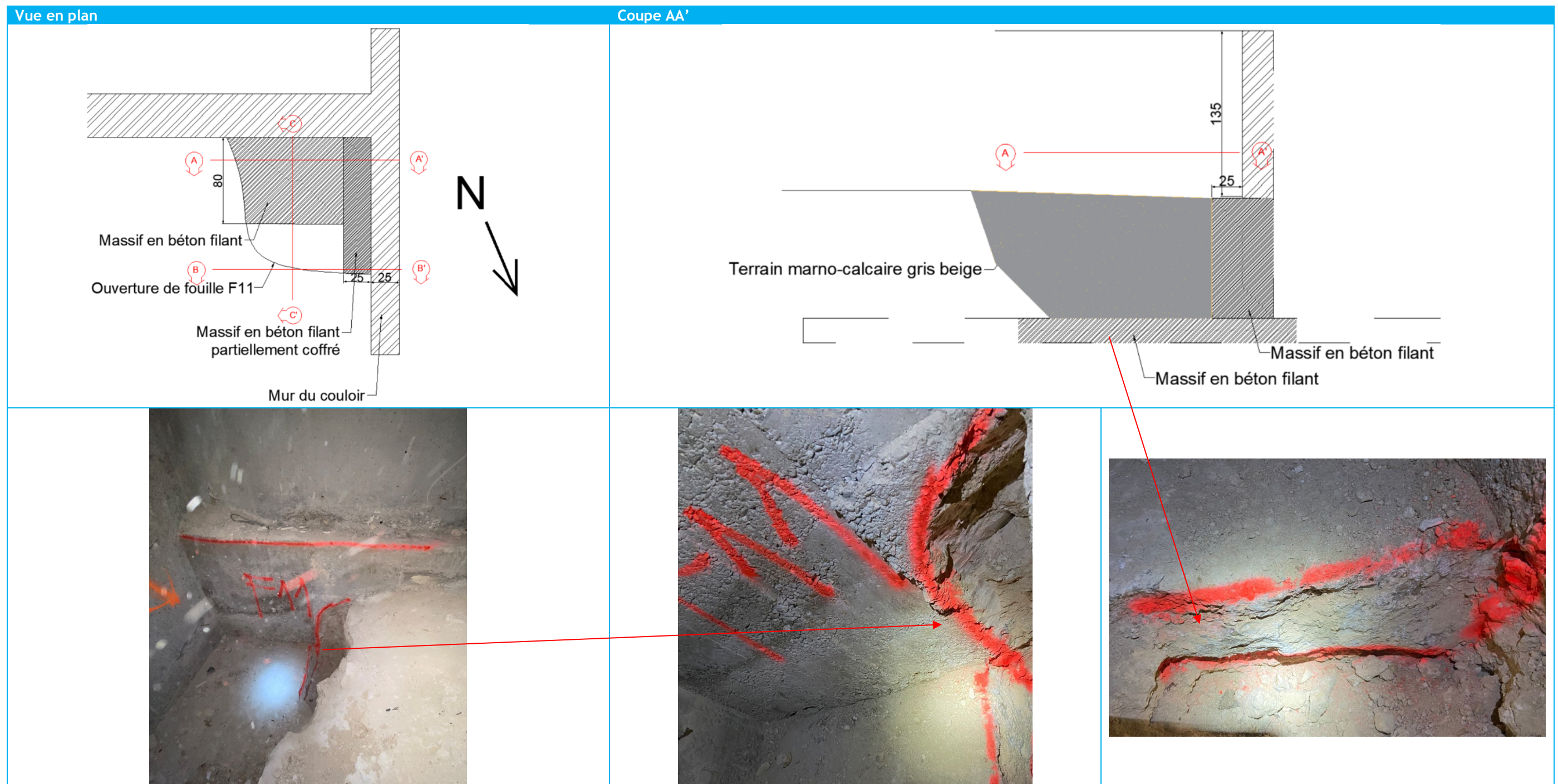
Vue en plan	Coupe AA'	
		
		



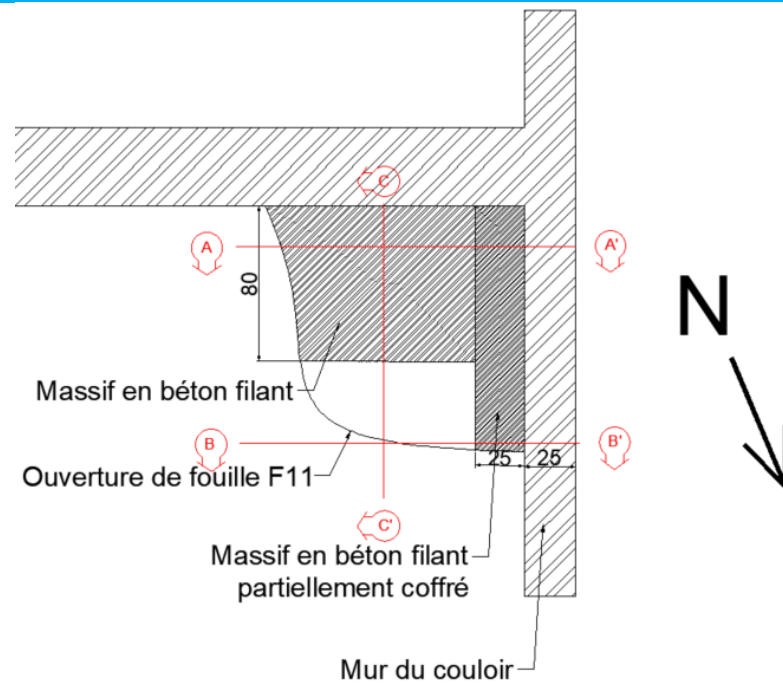
### 5.3.18 Bâtiment n° 14 - Fouille F11

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de refend.

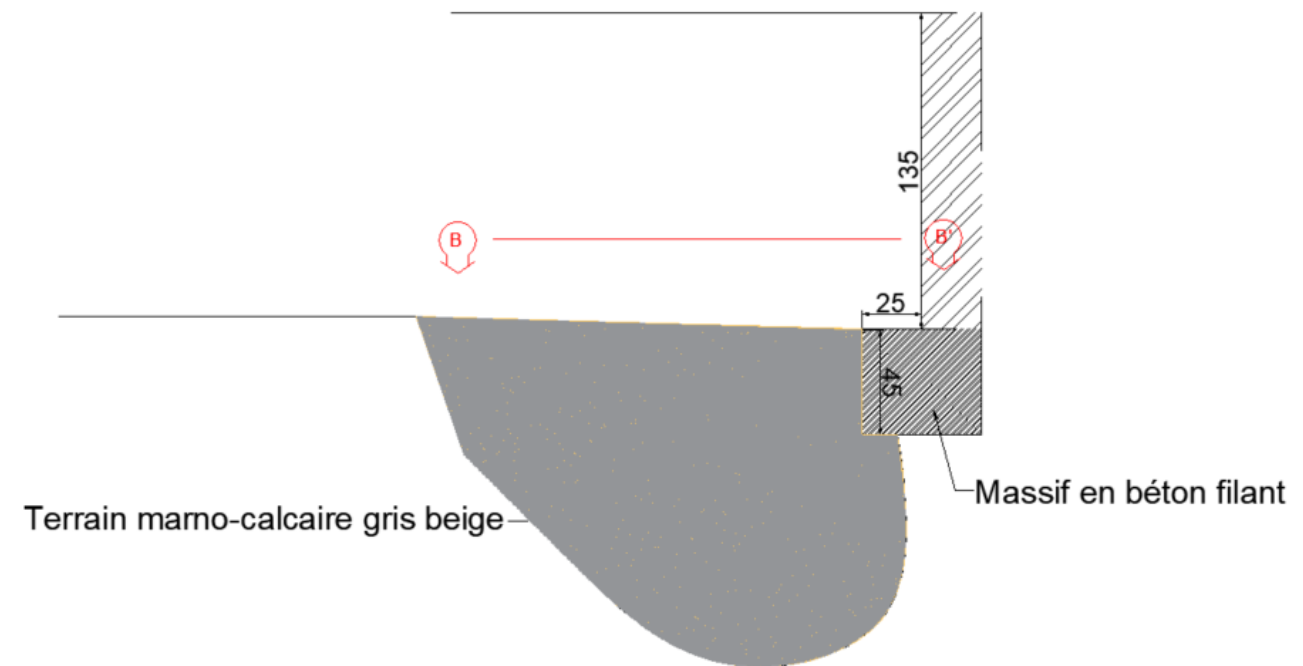
- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille partiellement coffré ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de refend du couloir : 25 cm ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de refend de la salle : 80 cm ;
- Le mur de refend de la salle est a priori séparé par un joint de la salle mitoyenne. La semelle pourrait être excentrée associée à une semelle/longrine au droit du mur du couloir.



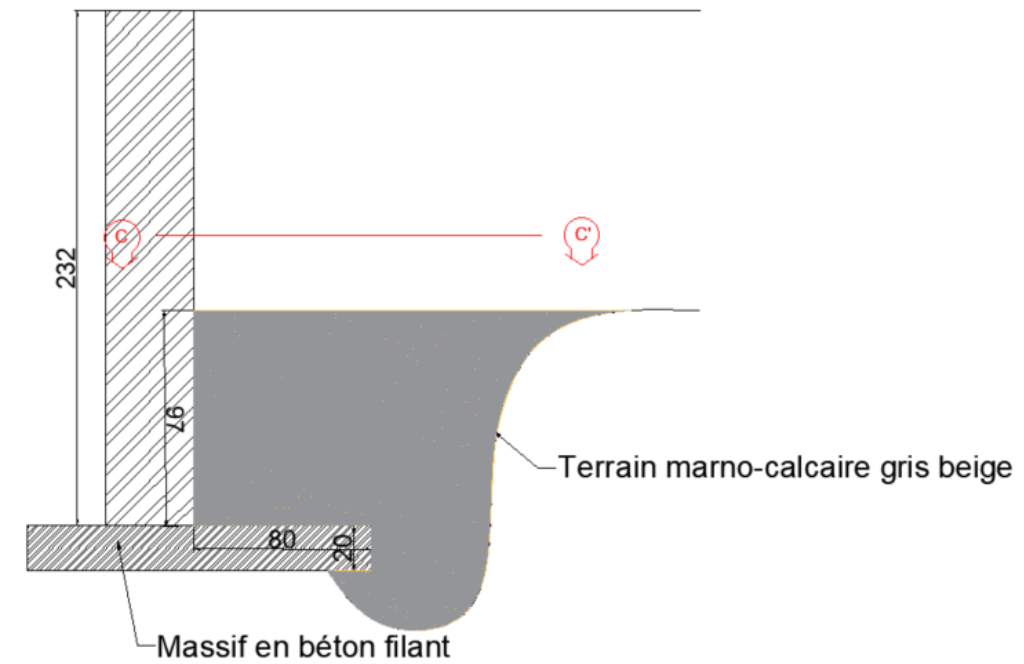
Vue en plan



Coupe BB'



Coupe CC'

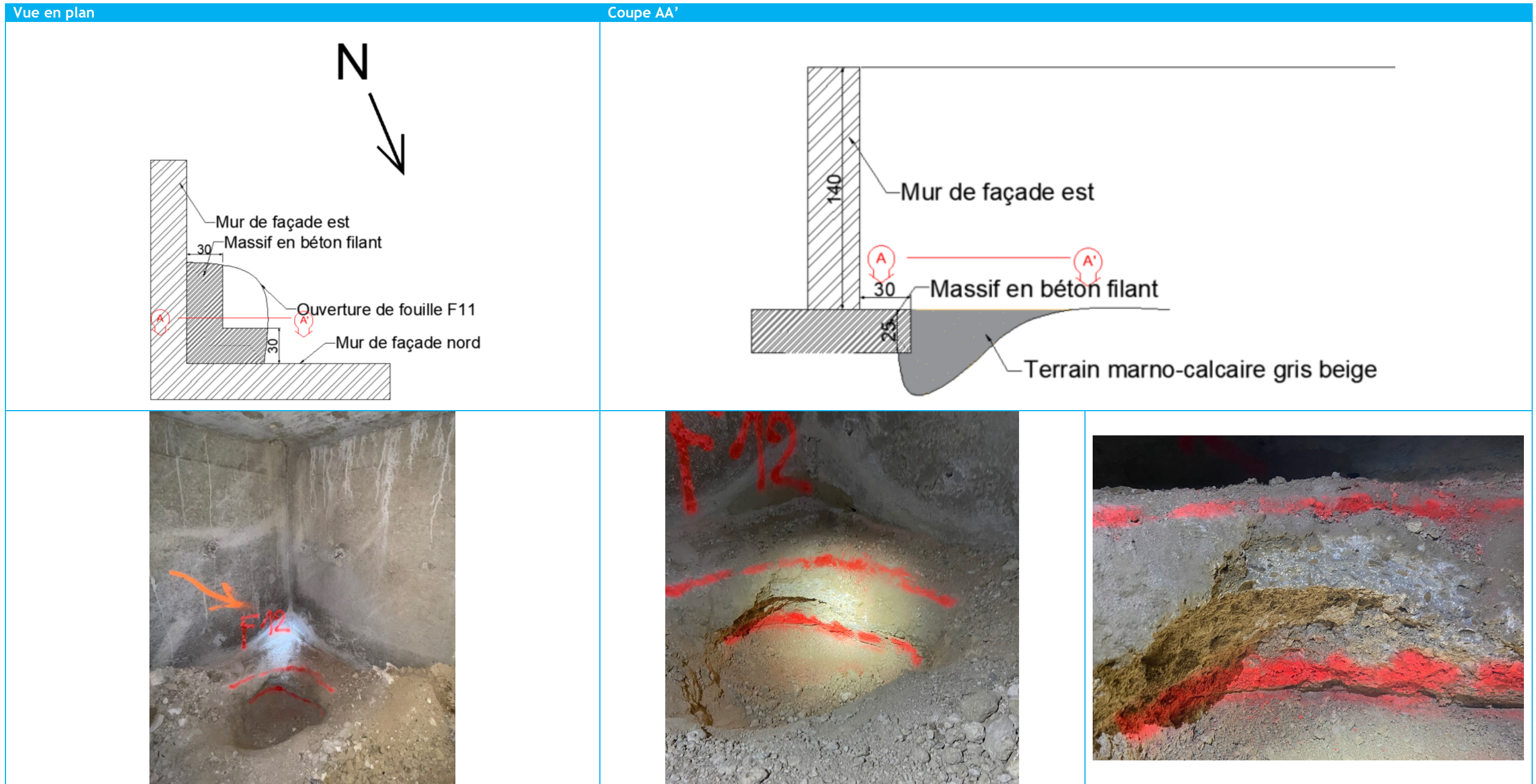




### 5.3.19 Bâtiment n° 14 - Fouille F12

Cette fouille a été réalisée dans le sous-sol du bâtiment à la jonction des murs de façade est et nord.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débords de la fondation par rapport au nu des murs de façade : 30 cm ;
- Hauteur entre la sous-face du plancher haut du sous-sol et l'arase supérieure de la semelle : 1,4 m ;

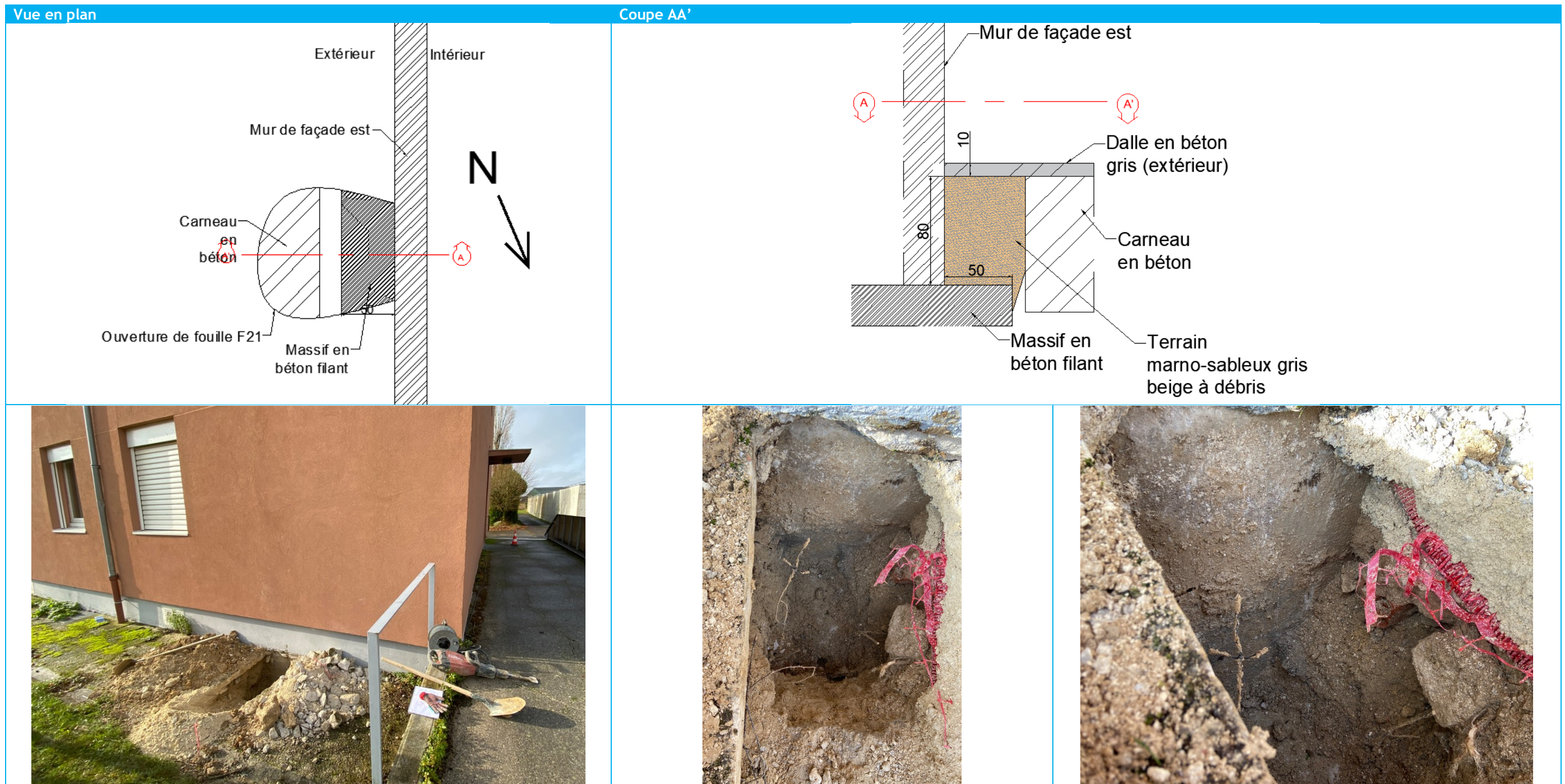




### 5.3.20 Bâtiment n° 14 - Fouille F21 (extérieur)

Cette fouille a été réalisée à l'extérieur du bâtiment en façade est.

- Fondation de type : semelle filante en béton coulé pleine fouille ;
- Débord de la fondation par rapport au nu du mur de façade est : 50 cm ;
- Profondeur de l'arase supérieure de la fondation : 0,9 m ;
- Aucun système de drainage, dalle béton le long du mur, mais présence de remblais et réseau électrique ;





## 6. RESULTATS DES ANALYSES EN LABORATOIRE

En complément des données obtenues in-situ, il a été réalisé des analyses en laboratoire sur les prélèvements issus des sondages. Les résultats obtenus sont synthétisés ci-dessous. Les fiches des essais sont jointes en annexes.

Sondage	Prof (m)	Nature du matériau	Teneur en eau (%)	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	IP (%)	IC	VBS	Classe GTR
SP1	1,8/2,6	Argile panachée grise, brun-beige et orangée, carbonatée avec quelques grains calcaires	28,2	57	22	35	0,82		A3
SP2	1,5/3,7	Argile finement sableuse rousse	18,7					3,7	A2
SP3	1,5/3,5	Marne beige à petits grains calcaires	21,8	48	17	31	0,84		A3
SP4	1,5/1,9	Marne beige à petits grains calcaires	18,9	41	18	23	0,96		A2
SP5	1,1/15,0	Marne crayeuse beige-blanchâtre à grains calcaires	13,9					1,3	A1

IC :	0	0.25	0.5	0.75	1	→
Constistance :	Liquide	Pâteuse	Molle	Ferme	Très ferme	Dure

VBS :	0,2	2,5	6	8	→
Argilosité :	Sableux	Sableux à limoneux	Limono-argileux	Argileux	Très argileux

Les terrains rencontrés sur les premiers mètres autour des bâtiments et constituant leur assise sont différents entre l'amont et l'aval de la parcelle.

En effet, on note au droit des sondages SP1 et SP2 réalisés autour des bâtiments 6 et 7, un terrain constitué d'une argile très plastique à finement sableuse et légèrement carbonatée. A partir d'un échantillon intact prélevé dans le sondage carotté SC1 entre 2,5 et 2,6 m, il a été effectué un essai de gonflement l'œdomètre. La pression de gonflement à déformation nulle obtenue est de 6 kPa.

Au centre du site, autour du bâtiment 3, le prélèvement du sondage SP3 la présence comme terrain d'assise une argile peu plastique traduisant une transition vers des terrains marneux.

En aval du site, on note au droit des sondages SP4 et SP5 réalisés autour des bâtiments 13 et 14, une assise dans des terrains marneux très fermes.

Sur la base de ces données, les terrains d'assise en amont du site au droit des bâtiments 6 et 7 sont susceptibles d'induire un déplacement lié au phénomène de retrait gonflement des argiles lié à leur nature très argileuse et très plastique. En revanche, au droit des bâtiments 3, 13 et 14, les terrains sont principalement marneux et peu plastiques, l'aléa est donc plus modéré pour ces bâtiments.

## 7. HYPOTHESES GEOTECHNIQUES DE DIMENSIONNEMENT

### 7.1 Horizons porteurs

Selon les données disponibles, les terrains d'assise des ouvrages sont :

L'argile à meulière de Brie pour les bâtiments 6 et 7 ;  
Un faciès d'altération du marno-calcaire de Champigny pour le bâtiment 3 ;  
Le marno-calcaire de Champigny pour les bâtiments 13 et 14 ;

### 7.2 Fondations superficielles (NF P 94-261) - contraintes admissibles

Le système de fondation des bâtiments 3, 6, 7, 13 et 14 est superficiel. Il est constitué de semelles filantes à des profondeurs et terrain d'ancrage variables selon la position du bâtiment sur le site.

#### 7.2.1 Bâtiments 6 et 7 (amont de la parcelle)

Les fondations des bâtiments 6 et 7 sont ancrées à environ 1,5 m par rapport au niveau du terrain dans les argiles et marno-calcaire de Brie. Ces terrains présentent des caractéristiques pressiométriques assez faibles, au stade actuel du diagnostic les contraintes admissibles retenues sont :

$$R_{v;d} / A' = q_{ELS} = 2 \text{ bars aux ELS quasi permanent et caractéristiques}$$

$$R_{v;d} / A' = q_{ELU} = 3,3 \text{ bars à l'ELU fondamentale}$$

Pour une charge verticale centrée sur la fondation :  $k_p = 0,8$  et  $i_\delta = i_\beta = 1$  ;

$P_{le}^* = 6,9$  bars.

$R_{v;d}$  : valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

$A'$  : surface effective comprimée de la semelle ( $m^2$ ).

$k_p$  : facteur de portance pressiométrique (sans unité).

$i_\delta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (sans unité).

$i_\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus (sans unité).

#### 7.2.2 Bâtiment 3 (au centre de la parcelle) :

Les fondations du bâtiment 3 sont ancrées à des profondeurs variables, en effet en aval du bâtiment l'accès est se fait de plain-pied dans le sous-sol alors qu'en amont du bâtiment, le sous-sol est presque entièrement enterré. Dans une approche sécuritaire, il est conseillé de retenir les caractéristiques des essais du sondage SP3 réalisé à 1 et 2 m de profondeur pour la définition de la contrainte admissible. A cette profondeur, le terrain d'assise est constitué d'une argile limoneuse marron reposant sur une marne sableuse à partir de 1,5 m. Au stade actuel du diagnostic les contraintes admissibles retenues sont :

$$R_{v;d} / A' = q_{ELS} = 1,9 \text{ bars aux ELS quasi permanent et caractéristiques}$$

$$R_{v;d} / A' = q_{ELU} = 3,2 \text{ bars à l'ELU fondamentale}$$

Pour une charge verticale centrée sur la fondation :  $k_p = 0,8$  et  $i_\delta = i_\beta = 1$  ;

$P_{le}^* = 6,6$  bars.

$R_{v;d}$  : valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

$A'$  : surface effective comprimée de la semelle ( $m^2$ ).

$k_p$  : facteur de portance pressiométrique (sans unité).

$i_\delta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (sans unité).

$i_\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus (sans unité).

### 7.2.1 Bâtiments 13 et 14 (en aval de la parcelle) :

Les fondations des bâtiments 13 et 14 sont ancrées à des profondeurs variables (1,5 à 2,5 m / TN), en effet il a été constaté la présence de redans au niveau du système de fondation. Il est également rappelé que des semelles fondations partiellement déchaussées avec des terrassements plus profonds que l'assise des fondations. Sur ces bâtiments, le terrain d'assise est le marno-calcaire de Champigny présentant globalement de bonnes caractéristiques pressiométriques, mais localement des passages fracturés et altérés aux caractéristiques bien plus faibles.

A ces profondeurs, le terrain d'assise est constitué d'une marne calcareuse compacte. Dans une approche sécuritaire, au stade actuel du diagnostic les contraintes admissibles retenues sont :

$$R_{v,d} / A' = q_{ELS} = 5,9 \text{ bars aux ELS quasi permanent et caractéristiques}$$

$$R_{v,d} / A' = q_{ELU} = 9,8 \text{ bars à l'ELU fondamentale}$$

Pour une charge verticale centrée sur la fondation :  $k_p = 0,8$  et  $i_\delta = i_\beta = 1$  ;

$P_{le}^* = 20,5$  bars correspondant à l'essai à 1,5 m de profondeur en SP5.

$R_{v,d}$  : valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

$A'$  : surface effective comprimée de la semelle ( $m^2$ ).

$k_p$  : facteur de portance pressiométrique (sans unité).

$i_\delta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (sans unité).

$i_\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus (sans unité).

### 7.3 Vérification de la charge admissible

La capacité portance d'une fondation superficielle doit vérifier l'inégalité suivante (NF P 94 261) :

$$V_d - R_0 \leq R_{v,d}$$

Avec :

$V_d$  : est la valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain ;

$R_0$  : est la valeur du poids du volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;

$R_{v,d}$  : est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

Les valeurs de  $R_0$  et  $R_{v,d}$  s'obtiennent à partir des formules suivantes :

$$R_0 = A \cdot q_0 \quad R_{v,d} = A' \frac{q_{net}}{F_s}$$

Avec :

$F_s$  : facteur partiel « combiné » =  $\gamma_{R,d,v} \times \gamma_{R,v}$ .

$A'$  : surface d'assise effective de la fondation sur le sol ;

$q_0$  : est la contrainte totale verticale que l'on obtiendrait à la fin de travaux à la base de la fondation superficielle en l'absence de celle-ci (ici  $q_0$  est considéré nul).

$q_{net}$  : est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

Sur la base des reconnaissances des fondations et des interprétations, il a été estimé les charges admissibles au droit des fondations reconnues. Il a été considéré pour les estimations de largeur de fondations une symétrie par rapport à l'axe des murs et des épaisseurs de mur de 15 cm pour les refends et 25 cm pour les façades.

Quelques fondations présentant une géométrie incohérente avec le système de fondation global n'ont pas été prises en compte, car elles nécessiteraient des sondages complémentaires pour préciser obtenir une géométrie pertinente.



### 7.3.1 Bâtiments 6 et 7 (amont de la parcelle)

Les estimations de charges admissibles pour les bâtiments 6 et 7 sont synthétisées dans le tableau suivant :

Bâtiment	Fouille	Mur	Débord (cm)	Largeur B' estimée (cm)	qels (bar)	qelu (bar)	Charge ELS (kN/ml)	Charge ELU (kN/ml)
6	6	Refend	25	65	2	3,3	130	214,5
6	7	Refend	30	75	2	3,3	150	247,5
7	2	Refend	25	65	2	3,3	130	214,5
7	3	Refend	30	75	2	3,3	150	247,5
6	8	Façade sud	15	55	2	3,3	110	181,5
7	1	Façade sud	20	65	2	3,3	130	214,5
6	5	Façade ouest	40	105	2	3,3	210	346,5
7	3	Façade ouest	20	65	2	3,3	130	214,5
7	4	Façade ouest	20	65	2	3,3	130	214,5
6	5	Façade nord int	25	55	2	3,3	110	181,5
6	20	Façade nord ext	15	55	2	3,3	110	181,5
7	4	Façade nord	12	49	2	3,3	98	161,7
6	8	Façade est	20	65	2	3,3	130	214,5
7	1	Façade est	20	65	2	3,3	130	214,5
7	2	Façade est	15	55	2	3,3	110	181,5

Nota : Valeurs en rouge -> dépassement de la charge admissible

Valeurs en vert -> largeur effective corrigée de l'excentrement (mesuré)

Selon les estimations de descentes de charge pour les bâtiments 6 et 7, les charges seraient selon la répartition au droit :

- Des façades de 35 kN/ml à l'ELS et de 48 kN/ml à l'ELU ;
- Des refends de 139 kN/ml à l'ELS et de 191 kN/ml à l'ELU ;

Les dimensionnements des fondations reconnues sont a priori cohérents avec les descentes de charge estimées. On notera toutefois que selon la descente de charge, les charges appliquées au sol au droit des murs de refend seraient pour certains légèrement supérieures à la contrainte admissible. La marge d'erreur étant centimétrique, les dimensions estimées des fondations restent dans des limites acceptables.

On notera également que des fondations peuvent être excentrées comme celle de la façade nord qui a été reconnue de part et d'autre du mur et la largeur effective recalculée selon les relevés.

### 7.3.2 Bâtiment 3 (au centre de la parcelle) :

Les estimations de charges admissibles pour le bâtiment 3 sont synthétisées dans le tableau suivant :

Bâtiment	Fouille	Mur	Débord (cm)	Largeur B' estimée (cm)	qels (bar)	qelu (bar)	Charge ELS (kN/ml)	Charge ELU (kN/ml)
<b>3</b>	17	Façade sud	20	65	1,8	3,2	117	208
3	19	Façade est	28	81	1,8	3,2	145,8	259,2
3	17	Refend couloir	50	115	1,8	3,2	207	368
3	18	Refend salle	0					
<b>3</b>	18	Refend couloir	35	85	1,8	3,2	153	272

Selon les estimations de descentes de charge pour le bâtiment 3, les charges seraient selon la répartition au droit :

- Des façades de 113 kN/ml à l'ELS et de 156 kN/ml à l'ELU ;
- Des refends de 149 kN/ml à l'ELS et de 206 kN/ml à l'ELU ;

Les dimensionnements des fondations reconnues sont a priori cohérents avec les descentes de charge estimées.

On notera toutefois que le système de fondation de l'un des murs de refend au niveau de la fouille F18 n'est pas linéaire ou est excentré, car il n'a pas montré de débord par rapport au mur au droit de la fouille. Compte tenu de sa configuration, il viendrait se reposer sur la semelle filante du mur du couloir.



### 7.3.1 Bâtiments 13 et 14 (en aval de la parcelle) :

Les estimations de charges admissibles pour les bâtiments 13 et 14 sont synthétisées dans le tableau suivant :

Bâtiment	Fouille	Mur	Débord (cm)	Dimension estimée (cm)	qels (bar)	qelu (bar)	Charge adm ELS (kN/ml)	Charge adm ELU (kN/ml)
14	11	Refend salle	80					
13	14	Refend couloir	35	85	5,9	9,8	501,5	833
13	15	Refend couloir	30	75	5,9	9,8	442,5	735
14	11	Refend couloir	25	65	5,9	9,8	383,5	637
13	13	Refend	35	85	5,9	9,8	501,5	833
13	16	Refend	25	65	5,9	9,8	383,5	637
14	10	Refend	40	95	5,9	9,8	560,5	931
14	9	Façade sud	40	105	5,9	9,8	619,5	1029
13	16	Façade ouest	20	65	5,9	9,8	383,5	637
14	9	Façade ouest	30	85	5,9	9,8	501,5	833
14	12	Façade nord	30	85	5,9	9,8	501,5	833
13	13	Façade est	30	85	5,9	9,8	501,5	833
14	12	Façade est	30	85	5,9	9,8	501,5	833
14	21	Façade est	50	125	5,9	9,8	737,5	1225

Selon les estimations de descentes de charge pour les bâtiments 13 et 14, les charges seraient selon la répartition au droit :

- Des façades de 97 kN/ml à l'ELS et de 133 kN/ml à l'ELU ;
- Des refends de 187 kN/ml à l'ELS et de 256 kN/ml à l'ELU ;

Les très bonnes caractéristiques pressiométriques du terrain permettent de reprendre largement les charges appliquées. Il est rappelé que dans le sous-sol une partie des fondations a été déchaussée et détruite. Les bonnes caractéristiques du terrain ont permis de compenser au moins partiellement ces malfaçons toutefois il est conseillé de procéder à minima à des confortations afin de stabiliser les terrains d'assise au droit des fondations partiellement déchaussées.

## 8. ORIGINE DES DESORDRES ET RECOMMANDATIONS

Le diagnostic géotechnique a permis d'établir que selon les bâtiments, les causes des fissures et des affaissements sont variables.

### 8.1 Bâtiments 6 et 7

En amont de la parcelle, les bâtiments 6 et 7 sont implantés sur des sols argileux hautement sensibles aux fluctuations hydriques, les exposant ainsi à un risque significatif de retrait-gonflement des argiles. Des traces d'écoulement des eaux pluviales et d'infiltrations à travers les murs du vide sanitaire ainsi que des affaissements de la dalle périmétrique autour des bâtiments ont été observés. De plus, les évaluations de la capacité portante ont révélé que le dimensionnement de certaines fondations se situe à la limite, voire présente un léger sous-dimensionnement, par rapport aux charges imposées par la structure et les caractéristiques du sol selon les critères de la norme de la NF P 94-261 relative aux fondations superficielles.

En conséquence, les désordres sur ces ouvrages ont a priori des origines multiples. Dans une optique de remise en conformité de l'ouvrage, il est recommandé de prévoir les dispositions constructives suivantes :

- ✓ Reprise en sous-œuvre de l'ensemble du bâtiment, au stade du diagnostic, il est envisagé deux méthodes possibles :
  - Par micropieux et longrines ;
  - Par jet-grouting ;
- ✓ Mise en place d'un drainage en amont et un reprofilage du terrain afin de rediriger les eaux pluviales et d'infiltrations à proximité des bâtiments ;
- ✓ Inspection des réseaux enterrés autour du bâtiment et réparation ou modification si nécessaire après travaux de reprise en sous-œuvre ;

Ces travaux nécessiteront la réalisation d'une étude géotechnique de conception qui pourra nécessiter des investigations et analyses complémentaires dans le cadre d'une mission G2 conformément à la norme des missions d'ingénierie géotechnique NF P 94-500.

### 8.2 Bâtiment 3

Au centre de la parcelle, le bâtiment 3 bien qu'ancré superficiellement dans des terrains avec des caractéristiques pressiométriques relativement faibles, les terrains sont moins argileux et plastiques qu'en amont de la parcelle, l'aléa lié au phénomène de retrait-gonflement n'est pas significatif au droit de ce bâtiment. De plus, les caractéristiques pressiométriques augmentent régulièrement avec la profondeur liée à une transition vers des terrains marno-calcaire en profondeur.

Le système de fondation présente ponctuellement des hétérogénéités avec des concentrations de charge (F18). Cette répartition peut être l'un des facteurs responsables de quelques fissures observées en sous-sol.

Par ailleurs dans le sous-sol en partie nord du bâtiment, l'humidité est importante. Comme pour les bâtiments 6 et 7, aucun système de drainage périmétrique n'a été observé sur la fouille réalisée à l'extérieur (F9). Il est conseillé de mettre en place un système de drainage éloigné de quelques mètres en amont du bâtiment afin de limiter les accumulations d'eau contre le voile du sous-sol. Un reprofilage du terrain et l'imperméabilisation des sols (dalle béton sur le pourtour du bâtiment) peuvent être mis en œuvre pour limiter les infiltrations contre les murs du sous-sol.



### 8.3 Bâtiments 13 et 14

Les terrains d'assise de ces bâtiments sont de bonne qualité, les désordres observés sont a priori liés aux malfaçons (défaut de ferrailage) et déchaussement des fondations tel qu'observable sur les photos ci-dessous.



Figure 17 : photos des semelles déchaussées (bâtiments 13/14).

Au stade du diagnostic, il peut être envisagé les solutions de confortation ou réparation :

- La reprise en sous-œuvre des fondations par passes alternées (en fouille blindée) ;
- Ou
- La stabilisation de l'assise par mise en place d'une structure bloquante en U et remplissage des vides résiduels au coulis de ciment ;
- Le remblaiement d'une partie du sous-sol avec compactage des terres ou en grave-ciment ;

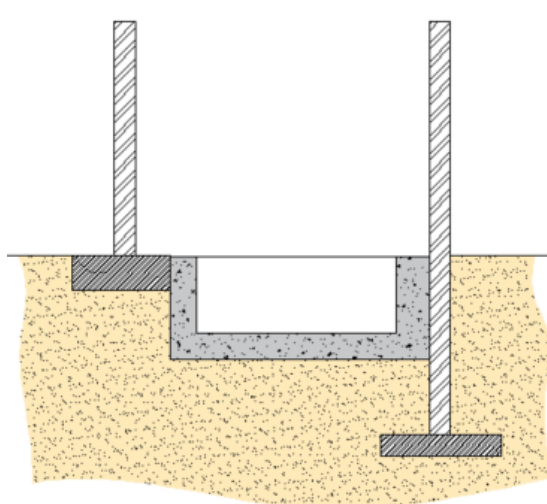


Figure 18 : coupe de structure bloquante en U.

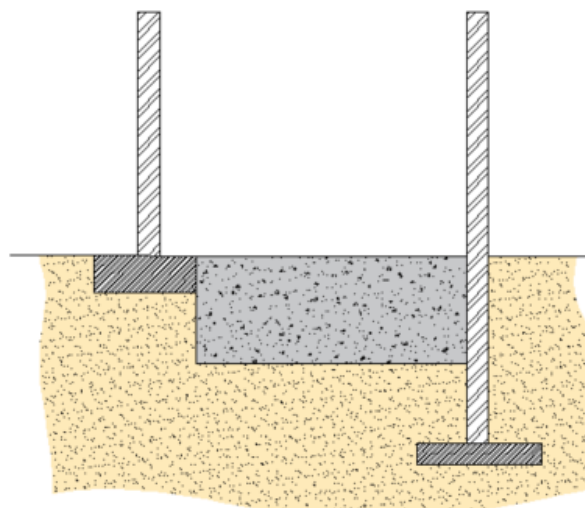


Figure 19 : remplissage en grave-ciment.

Ces travaux nécessiteront une étude géotechnique de conception G2.

## 9. CONCLUSIONS

---

Le présente diagnostic géotechnique a permis de préciser et d'obtenir les données suivantes :

- ✓ La géologie et l'hydrogéologie du site ;
- ✓ Les caractéristiques géotechniques des différentes formations ;
- ✓ Les paramètres géotechniques à prendre en considération pour le calcul et le dimensionnement des ouvrages de fondation ;
- ✓ Reconnaître des fondations existantes avec les dimensions et caractéristiques à prendre en considération pour le calcul de leur capacité portance ;
- ✓ Déterminer de la capacité portante des fondations existantes ;
- ✓ Vérifier de la capacité portante des fondations existantes sous les descentes des charges estimées à la suite du diagnostic structurel ;
- ✓ Préconiser des solutions de renforcement en fonction des terrains et des ouvrages.

Ainsi, les désordres observables liés aux problématiques géotechniques sur les ouvrages ont des origines diverses.

Pour les bâtiments 6 et 7, les sols argileux impliquent un fort aléa lié au phénomène de retrait-gonflement et présentent une faible capacité portante, parfois insuffisante au vu du dimensionnement de certaines fondations. De plus, des altérations locales à proximité des réseaux ont pu réduire la portance des sols.

Ainsi, il devra être envisagé pour ces bâtiments une refonte du système de fondation selon l'une des méthodes suivantes :

- Reprise en sous-œuvre par micropieux associés à des longrines ;
- Jet-grouting ;

Pour le bâtiment 3, les désordres étant limités, aucun travaux lourds n'est à prévoir au droit des fondation. Les critères de portances sont a priori satisfaits pour les charges estimées à ce stade des études. Il pourra idéalement être mis en œuvre un système de tranchée drainante en amont du bâtiment pour réduire les accumulations d'eau et l'humidité en sous-sol et des dispositions autour du bâtiment afin de réduire les infiltrations d'eau.

Enfin pour les bâtiments 13 et 14, outre les malfaçons et déchaussements observés les terrains d'assise sont de bonne qualité. Il pourrait être envisagé de remblayer partiellement le sous-sol ou la mise en œuvre d'une structure en U afin de bloquer les terres au droit des fondations déchaussées.



## 10. LIMITES DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE

Le présent rapport forme un tout indissociable des annexes et donne les paramètres propres au site étudié. Toute exploitation partielle de ce rapport peut conduire à des erreurs d'interprétation dont Structureo ne pourrait être tenu pour responsable.

En cas d'évolution du projet, il conviendra de consulter Structureo pour assurer la bonne adaptation du projet en fonction des modifications apportées. Cette étape peut nécessiter la réalisation d'une étude complémentaire si les données actuelles s'avèrent insuffisantes.

L'étude est basée sur la réalisation d'un nombre limité de sondages donnant des informations ponctuelles. Les variations des caractéristiques géologiques et géotechniques peuvent exister entre les sondages (anomalies naturelles ou d'origine anthropique). Ces variations ne pourront être imputées au bureau d'étude géotechnique, cependant elles devront être signalées au géotechnicien en charge du dossier afin de prévoir l'adaptation des ouvrages aux nouveaux paramètres.

Structureo ne pourra être tenu pour responsable en cas de modification du système constructif qui n'aurait pas été validé par nos soins. Rappelons que l'optimisation des ouvrages géotechniques suppose l'exécution des différentes phases des missions de la norme NF P 94-500.

La présente étude de diagnostic géotechnique pourra servir de base aux phases suivantes du projet, mais ne constitue pas un document d'exécution. En cas de travaux sur les fondations, une étude géotechnique de conception G2 devra être menée. Il également appartiendra à l'entreprise de produire ses propres notes de calculs dans le cadre de la mission d'étude d'exécution G3. Cette dernière devra faire l'objet d'une validation préalablement à l'exécution par le bureau d'étude en charge de la mission de supervision géotechnique d'exécution G4, conformément succession des missions d'ingénierie géotechnique donnée par la norme NF P 94-500 de novembre 2013.

## 11. ANNEXES

N°	Document	Version
1	Fiches des sondages géotechniques	1
2	Analyses en laboratoire	1
3	Conditions générales de vente	-
4	Classification et enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique	-

## SONDAGE CAROTTÉ

SC1

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil

SITE : SOURDUN

ATS : +159±1m NGF-IGN69


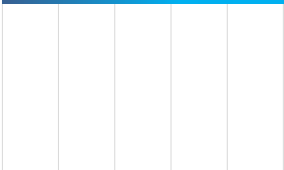
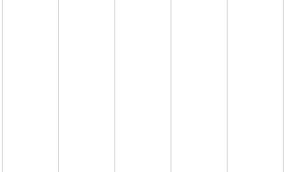
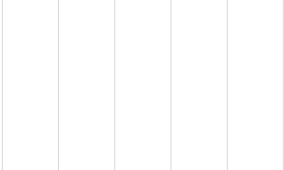

Inclinaison : 0°

Machine de forage : EMCI 450

Exécutant : FGEO

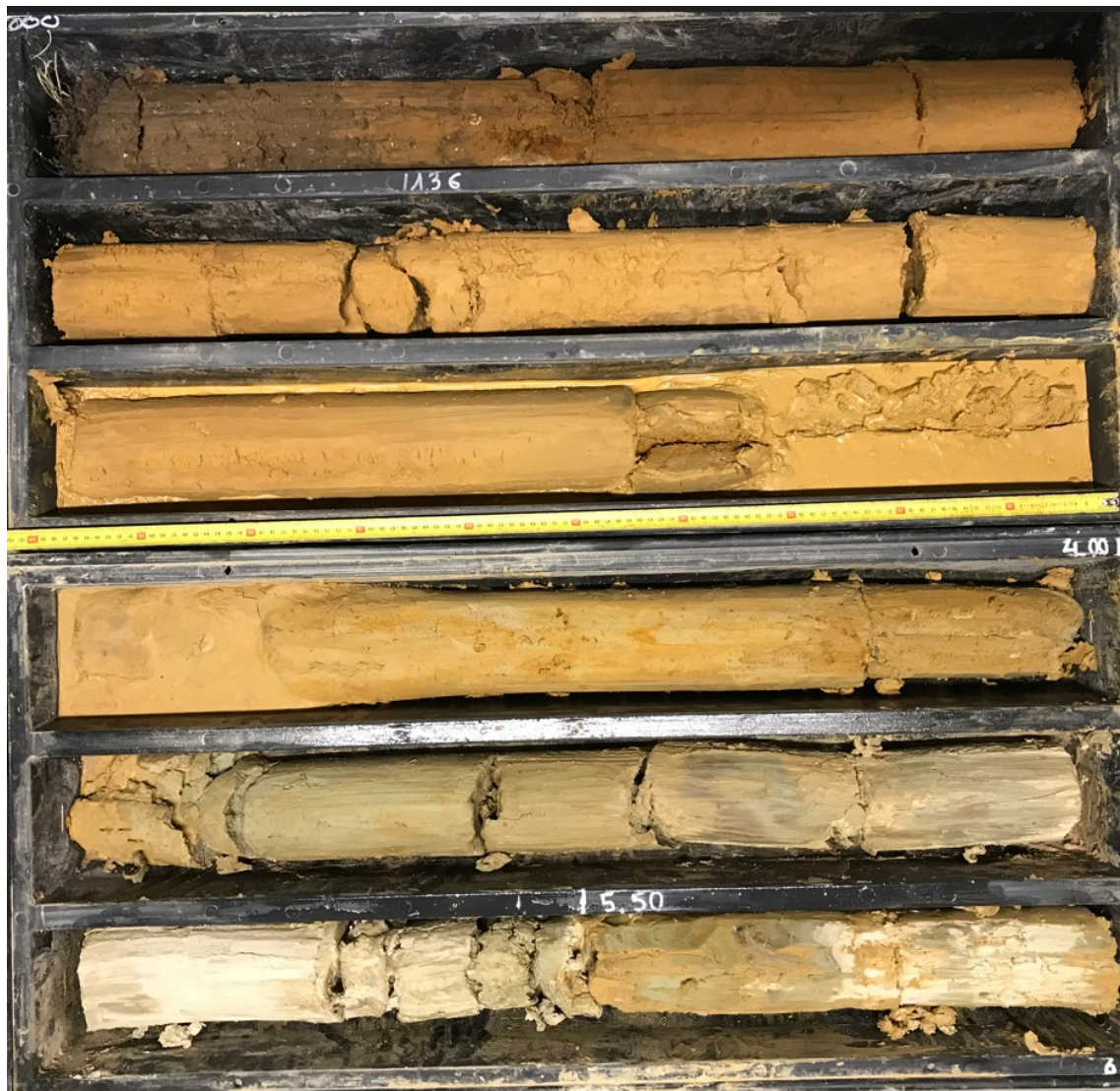
Profondeur du sondage : 6,00 m

Date : 16/11/2023

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Interprétation géologique	Technique de forage	Niveau d'eau	RQD														
						0%	20%	40%	60%	80%	100%									
+159,00	0,0	Argile limoneuse marron brune à graviers, grains de silex et racines	ARGILE A MEULIERE DE BRIE	Carottier battu LS Ø114 mm	Aucune mesure															
+158,70	0,1																			
	0,2																			
	0,3																			
	0,4																			
	0,5																			
	0,6																			
	0,7																			
	0,8																			
	0,9																			
	1,0																			
	1,1																			
	1,2																			
	1,3																			
	1,4																			
	1,5																			
	1,6																			
	1,7																			
1,8																				
1,9																				
2,0																				
2,1																				
2,2																				
2,3																				
2,4																				
2,5																				
2,6																				
+156,30	2,7	Argile sableuse ou sable argileux marron clair à orangé saturé d'eau avec quelques graviers et cailloux de silex (traces d'oxydation)	ARGILE VERTE																	
+155,80	2,8																			
	2,9																			
	3,0																			
	3,1																			
+154,90	3,2	Argile sableuse marron clair à tendance gris-verdâtre et orangée																		
	3,3																			
	3,4																			
	3,5																			
	3,6																			
	3,7																			
	3,8																			
	3,9																			
+154,00	4,0	Argile marneuse grise à verdâtre avec des passages blancs																		
	4,1																			
	4,2																			
	4,3																			
	4,4																			
	4,5																			
	4,6																			
	4,7																			
+153,00	4,8	Fin du forage																		
	4,9																			
	5,0																			
	5,1																			
	5,2																			
	5,3																			
	5,4																			
	5,5																			
	5,6																			
	5,7																			
5,8																				
5,9																				
6,0																				
6,1																				
6,2																				
6,3																				
6,4																				
6,5																				
6,6																				
6,7																				
6,8																				
6,9																				
7,0																				
7,1																				
7,2																				
7,3																				
7,4																				
7,5																				
7,6																				
7,7																				
7,8																				
7,9																				
8,0																				
8,1																				
8,2																				
8,3																				
8,4																				
8,5																				
8,6																				
8,7																				
8,8																				
8,9																				
9,0																				
9,1																				
9,2																				
9,3																				
9,4																				
9,5																				
9,6																				
9,7																				
9,8																				
9,9																				
10,0																				



**SC1**




SONDAGE CAROTTÉ SC2

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
SITE : SOURDUN  
ATS : +149,3±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
Machine de forage : EMCI 450  
Exécutant : FGEO  
Date : 15/11/2023

Profondeur du sondage : 6,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Interprétation géologique	Technique de forage	Niveau d'eau	RQD					
						0%	20%	40%	60%	80%	100%
+149,30	0,0	Remblai de limon argileux brun avec débris calcaire, traces noires et racines	REMBLAIS	Carottier battu LS Ø114 mm	Aucune mesure						
+149,00	0,1										
	0,2										
	0,3										
	0,4										
	0,5										
	0,6										
+147,95	0,7	Remblai d'argile limoneuse marron compacte avec graviers, cailloux calcaires et traces noires									
	0,8										
	0,9										
	1,0										
	1,1										
	1,2										
	1,3										
	1,4										
	1,5										
	1,6										
+146,70	1,7	Marno-calcaire marron clair à beige-blanc compact									
	1,8										
	1,9										
	2,0										
	2,1										
	2,2										
	2,3										
	2,4										
	2,5										
	2,6										
+146,70	2,7	Marno-calcaire marron clair à beige-blanc compact avec blocs siliceux									
	2,8										
	2,9										
	3,0										
+146,30	3,1	Marno-calcaire blanc-beige avec blocs de calcaire et silice									
	3,2										
	3,3										
	3,4										
	3,5										
	3,6										
	3,7										
	3,8										
	3,9										
	4,0										
	4,1										
	4,2										
	4,3										
	4,4										
+144,80	4,5	Calcaire siliceux gris très dur									
	4,6										
	4,7										
	4,8										
	4,9										
	5,0										
	5,1										
	5,2										
	5,3										
	5,4										
+143,70	5,5	Marno-calcaire blanc compact									
	5,6										
	5,7										
	5,8										
+143,30	5,9	Fin du forage									
	6,0										
	6,1										
	6,2										
	6,3										
	6,4										
	6,5										
	6,6										
	6,7										
	6,8										
	6,9										
	7,0										
	7,1										
	7,2										
	7,3										
	7,4										
	7,5										
	7,6										
	7,7										
	7,8										
	7,9										
	8,0										
8,1											
8,2											
8,3											
8,4											
8,5											
8,6											
8,7											
8,8											
8,9											
9,0											
9,1											
9,2											
9,3											
9,4											
9,5											
9,6											
9,7											
9,8											
9,9											
10,0											



SC2



## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

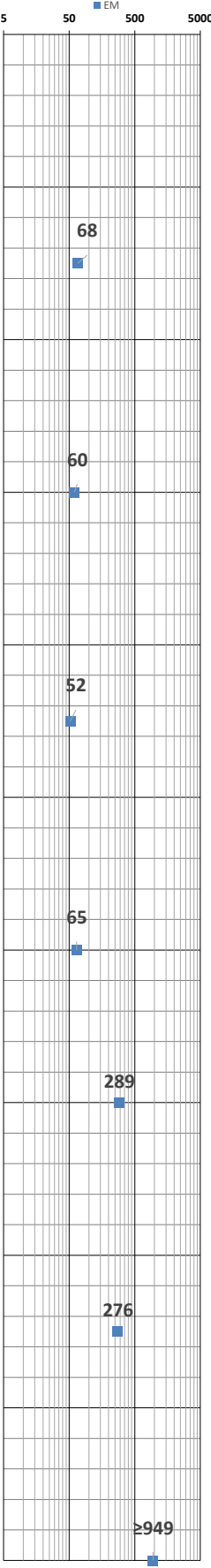
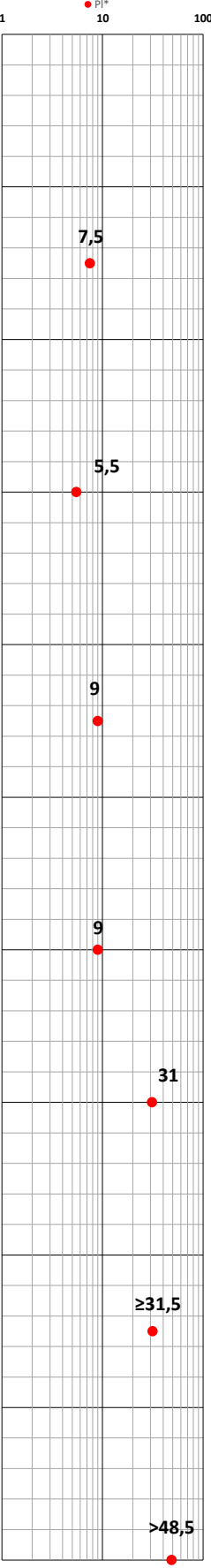
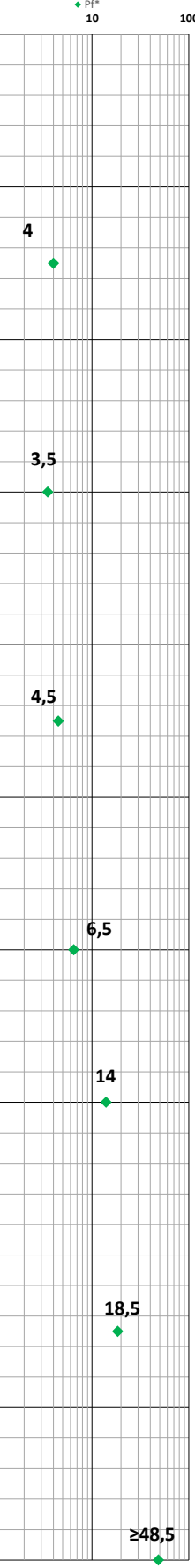
SP1

Dossier : STO-23-228

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
ADRESSE : SOURDUN  
ATS : +158±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
Machine de forage : EMCI 450  
Exécutant : FGEO  
Date : 08/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique $E_M$ (bars)	Pression limite $Pl^*$ (bars)	Pression de fluage $Pf^*$ (bars)	
+158,00	0,0	Remblai limoneux marron foncé	Foré à la tarière hélicoïdale Ø63 mm de 0 à 15 m	Aucun niveau d'eau observé jusqu'à 14,7 m, le 08/11/2023				
+157,80	0,1							
	0,2							
	0,3							
	0,4							
	0,5							
	0,6							
	0,7							
	0,8							
	0,9							
+156,90	1,0	Sable fin jaune						
+156,70	1,1							
	1,2							
	1,3							
	1,4							
	1,5							
	1,6							
	1,7							
+156,20	1,8	Sable argileux marron						
	1,9							
	2,0							
	2,1							
	2,2							
	2,3							
	2,4							
	2,5							
	2,6							
	2,7							
+155,40	2,8	Marne marron crème						
	2,9							
	3,0							
	3,1							
	3,2							
	3,3							
	3,4							
	3,5							
	3,6							
	3,7							
	3,8							
	3,9							
	4,0							
	4,1							
	4,2							
	4,3							
	4,4							
	4,5							
	4,6							
	4,7							
	4,8							
	4,9							
	5,0							
	5,1							
	5,2							
	5,3							
	5,4							
	5,5							
	5,6							
	5,7							
	5,8							
	5,9							
	6,0							
	6,1							
	6,2							
	6,3							
	6,4							
	6,5							
	6,6							
	6,7							
	6,8							
	6,9							
	7,0							
	7,1							
	7,2							
	7,3							
	7,4							
	7,5							
	7,6							
	7,7							
	7,8							
	7,9							
+150,00	8,0							Marno-calcaire crème blanchâtre à blocs
	8,1							
	8,2							
	8,3							
	8,4							
	8,5							
	8,6							
	8,7							
	8,8							
	8,9							
	9,0							
	9,1							
	9,2							
	9,3							
	9,4							
	9,5							
	9,6							
	9,7							
	9,8							
	9,9							
	10,0							

\* : parois de forage remaniées

\* : parois de forage remaniées



## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

SP1

Dossier : STO-23-228

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
ADRESSE : SOURDUN  
ATS : +158±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
Machine de forage : EMCI 450  
Exécutant : FGEO  
Date : 08/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique EM (bars)	Pression limite Pl* (bars)	Pression de fluage Pf* (bars)
+148,00	10,0	Marno-calcaire crème blanchâtre à blocs	Foré à la tarière hélicoïdale Ø63 mm de 0 à 15 m	Aucun niveau d'eau observé jusqu'à 14,7 m, le 08/11/2023	≥949	>48,5	≥48,5
	10,1						
	10,2						
	10,3						
	10,4						
	10,5						
	10,6						
	10,7						
	10,8						
	10,9						
	11,0						
	11,1						
	11,2						
	11,3						
	11,4						
	11,5				≥1368	≥48,5	≥48,5
	11,6						
	11,7						
	11,8						
	11,9						
	12,0						
	12,1						
	12,2						
	12,3						
	12,4						
	12,5						
	12,6						
	12,7				≥1817	>48,5	≥48,5
	12,8						
	12,9						
	13,0						
	13,1						
	13,2						
	13,3						
	13,4						
	13,5						
	13,6						
	13,7						
	13,8						
	13,9						
	14,0						
	14,1						
	14,2						
	14,3				≥2348	>49	≥49
	14,4						
	14,5						
	14,6						
	14,7						
	14,8						
	14,9						
+143,00	15,0	Fin du forage					
	15,1						
	15,2						
	15,3						
	15,4						
	15,5						
	15,6						
	15,7						
	15,8						
	15,9						
	16,0						
	16,1						
	16,2						
	16,3						
	16,4						
	16,5						
	16,6						
	16,7						
	16,8						
	16,9						
	17,0						
	17,1						
	17,2						
	17,3						
	17,4						
	17,5						
	17,6						
	17,7						
	17,8						
	17,9						
	18,0						
	18,1						
	18,2						
	18,3						
	18,4						
	18,5						
	18,6						
	18,7						
	18,8						
	18,9						
	19,0						
	19,1						
	19,2						
	19,3						
	19,4						
	19,5						
	19,6						
	19,7						
	19,8						
	19,9						
	20,0						

## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

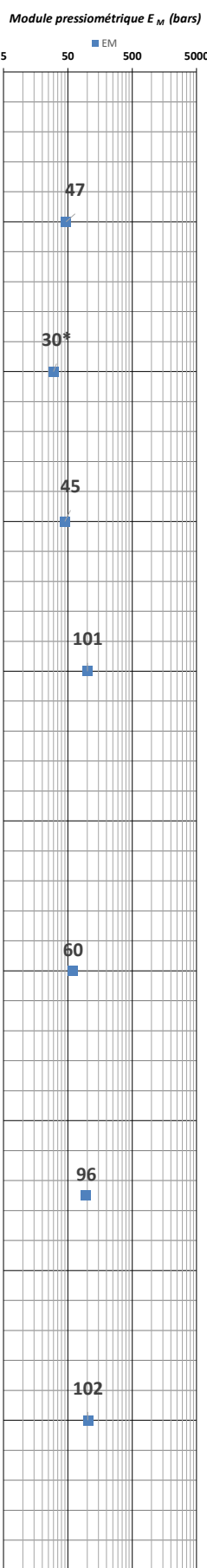
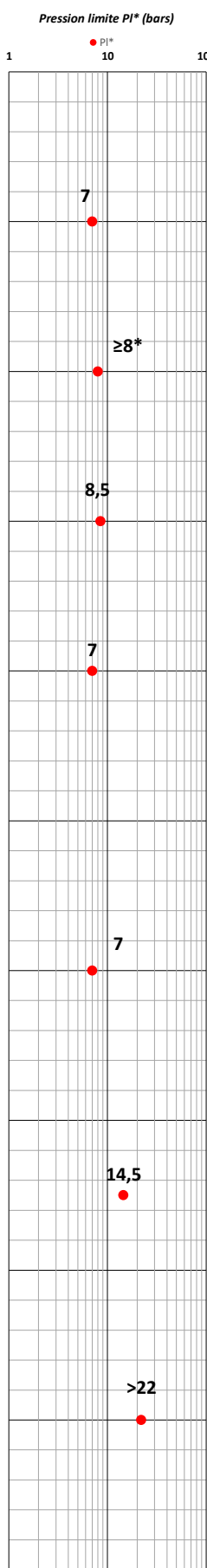
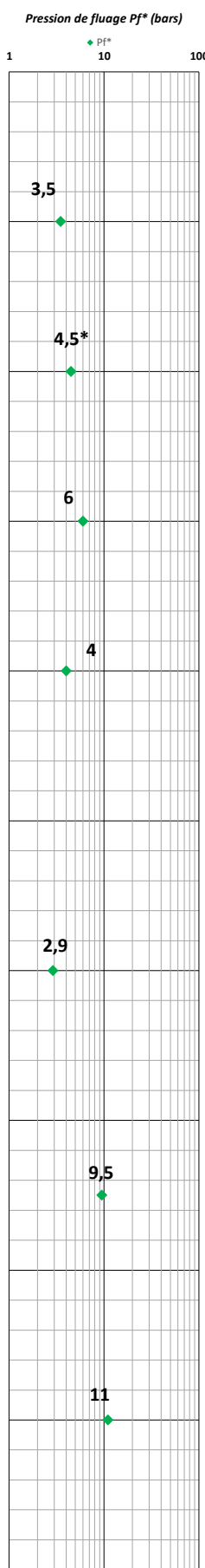
## SP2

Dossier : STO-23-228

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
 ADRESSE : SOURDUN  
 ATS : +159±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
 Machine de forage : EMCI 450  
 Exécutant : FGEO  
 Date : 09/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique $E_M$ (bars)	Pression limite $Pl^*$ (bars)	Pression de fluage $Pf^*$ (bars)
+159,00	0,0	Limon marron foncé	Foré à la tarière hélicoïdale Ø63 mm de 0 à 15 m	Aucun niveau d'eau observé le 08/11/2023			
+158,85	0,1	Limon légèrement argileux marron					
+158,85	0,2						
+158,85	0,3						
+158,60	0,4	Argile marron					
	0,5						
	0,6						
	0,7						
	0,8						
	0,9						
	1,0						
	1,1						
	1,2						
	1,3						
+157,50	1,4	Sable argileux marron					
	1,5						
	1,6						
	1,7						
	1,8						
	1,9						
	2,0						
	2,1						
	2,2						
	2,3						
	2,4						
	2,5						
	2,6						
	2,7						
	2,8						
	2,9						
	3,0						
	3,1						
	3,2						
	3,3						
	3,4						
	3,5						
	3,6						
+155,30	3,7	Argile verte					
	3,8						
	3,9						
	4,0						
	4,1						
	4,2						
	4,3						
	4,4						
	4,5						
	4,6						
	4,7						
	4,8						
	4,9						
+154,00	5,0	Marne crème blanchâtre à blocs					
	5,1						
	5,2						
	5,3						
	5,4						
	5,5						
	5,6						
	5,7						
	5,8						
	5,9						
	6,0						
	6,1						
	6,2						
	6,3						
	6,4						
	6,5						
	6,6						
	6,7						
	6,8						
	6,9						
	7,0						
	7,1						
	7,2						
	7,3						
	7,4						
	7,5						
	7,6						
	7,7						
	7,8						
	7,9						
	8,0						
	8,1						
	8,2						
	8,3						
	8,4						
	8,5						
	8,6						
	8,7						
	8,8						
	8,9						
	9,0						
	9,1						
	9,2						
	9,3						
	9,4						
	9,5						
	9,6						
	9,7						
	9,8						
	9,9						
	10,0						

\* : parois de forage remaniées

\* : parois de forage remaniées



## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

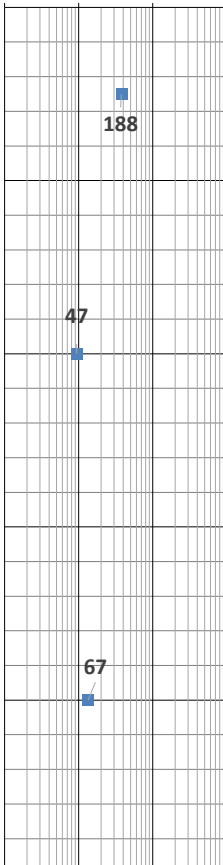
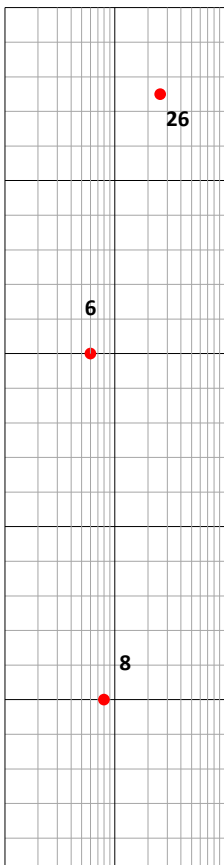
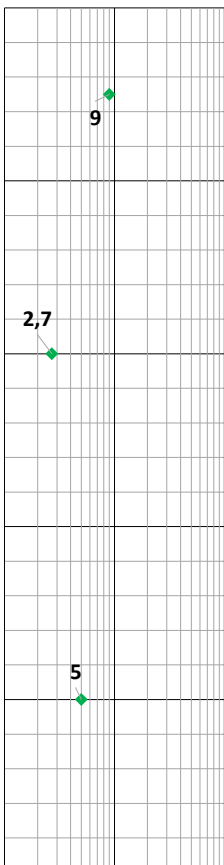
SP2

**Dossier : STO-23-228**

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
ADRESSE : SOURDUN  
ATS : +159±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
Machine de forage : EMCI 450  
Exécutant : FGEO  
Date : 09/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique EM (bars)	Pression limite PI* (bars)	Pression de fluage Pf* (bars)
+149,00	10,0	Marne crème blanchâtre à blocs	Foré en rotation au tricône Ø63 mm avec injection de fluide de forage	Aucun niveau d'eau observé le 08/11/2023			
	10,1						
	10,2						
	10,3						
	10,4						
	10,5						
	10,6						
	10,7						
	10,8						
	10,9						
	11,0						
	11,1						
	11,2						
	11,3						
	11,4						
	11,5						
	11,6						
	11,7						
	11,8						
	11,9						
	12,0						
	12,1						
	12,2						
	12,3						
	12,4						
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
+144,00	15,0	Fin du forage					
	15,1						
	15,2						
	15,3						
	15,4						
	15,5						
	15,6						
	15,7						
	15,8						
	15,9						
	16,0						
	16,1						
	16,2						
	16,3						
	16,4						
	16,5						
	16,6						
	16,7						
	16,8						
	16,9						
	17,0						
	17,1						
	17,2						
	17,3						
	17,4						
17,5							
17,6							
17,7							
17,8							
17,9							
18,0							
18,1							
18,2							
18,3							
18,4							
18,5							
18,6							
18,7							
18,8							
18,9							
19,0							
19,1							
19,2							
19,3							
19,4							
19,5							
19,6							
19,7							
19,8							
19,9							
20,0							

## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

## SP3

Dossier : STO-23-228

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
ADRESSE : SOURDUN  
ATS : +152±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
Machine de forage : EMCI 450  
Exécutant : FGEO  
Date : 10/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique $E_M$ (bars)	Pression limite $Pl^*$ (bars)	Pression de fluage $Pf^*$ (bars)		
+152,00	0,0	Limon argileux marron	Foré à la tarière hélicoïdale Ø63 mm de 0 à 15 m	Niveau d'eau non mesurable (terrain éboulé à partir de 8.6 m)					
	0,1								
	0,2								
	0,3								
	0,4								
+151,60	0,5	Argile limoneuse et sableuse marron					54	5,5	2,8
	0,6								
	0,7								
	0,8								
	0,9								
+150,80	1,0	Argile marneuse marron à filets blancs							
	1,1								
	1,2								
	1,3								
	1,4								
+150,50	1,5	Marne légèrement sableuse marron à grains blancs					58	8	3,5
	1,6								
	1,7								
	1,8								
	1,9								
	2,0								
	2,1								
	2,2								
	2,3								
	2,4								
	2,5								
	2,6								
	2,7								
	2,8								
	2,9								
	3,0								
	3,1								
	3,2								
	3,3								
	+148,50								
3,5									
3,6									
3,7									
3,8									
3,9									
4,0									
4,1									
4,2									
4,3									
4,4									
4,5									
4,6									
4,7									
4,8									
4,9									
5,0									
5,1									
5,2									
5,3									
5,4									
5,5									
5,6									
5,7									
5,8									
5,9									
6,0									
6,1									
6,2									
6,3									
6,4									
6,5									
6,6									
6,7									
6,8									
6,9									
7,0									
7,1									
7,2									
7,3									
7,4									
7,5									
7,6									
7,7									
7,8									
7,9									
8,0									
8,1									
8,2									
8,3									
8,4									
8,5									
8,6									
8,7									
8,8									
8,9									
9,0									
9,1									
9,2									
9,3									
9,4									
9,5									
9,6									
9,7									
9,8									
9,9									
10,0									

\* : parois de forage remaniées

\* : parois de forage remaniées



## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

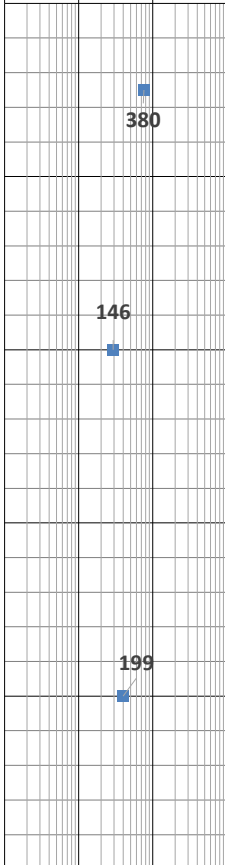
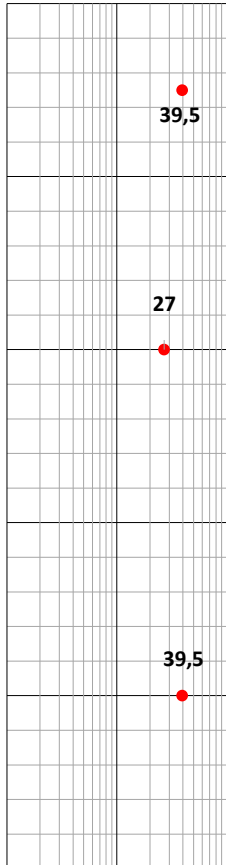
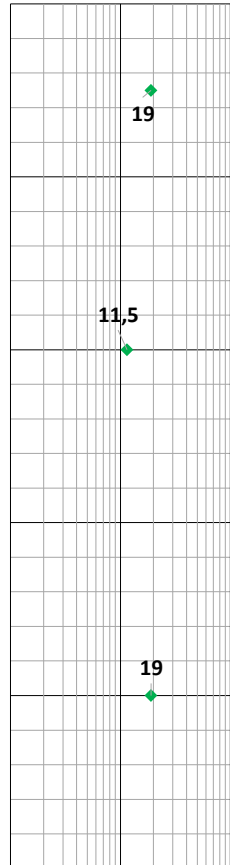
SP3

**Dossier : STO-23-228**

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
ADRESSE : SOURDUN  
ATS : +152±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
Machine de forage : EMCI 450  
Exécutant : FGEO  
Date : 10/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique EM (bars)	Pression limite Pl* (bars)	Pression de fluage Pf* (bars)
+142,00	10,0	Marno-calcaire crème à blocs	Foré en rotation au tricône Ø63 mm avec injection de fluide de forage	Niveau d'eau non mesurable (terrain éboulé à partir de 8,6 m)			
	10,1						
	10,2						
	10,3						
	10,4						
	10,5						
	10,6						
	10,7						
	10,8						
	10,9						
	11,0						
	11,1						
	11,2						
	11,3						
	11,4						
	11,5						
	11,6						
	11,7						
	11,8						
	11,9						
	12,0						
	12,1						
	12,2						
	12,3						
	12,4						
12,5							
12,6							
12,7							
12,8							
12,9							
13,0							
13,1							
13,2							
13,3							
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
+137,00	15,0	Fin du forage					
	15,1						
	15,2						
	15,3						
	15,4						
	15,5						
	15,6						
	15,7						
	15,8						
	15,9						
	16,0						
	16,1						
	16,2						
	16,3						
	16,4						
	16,5						
	16,6						
	16,7						
	16,8						
	16,9						
	17,0						
	17,1						
	17,2						
	17,3						
	17,4						
17,5							
17,6							
17,7							
17,8							
17,9							
18,0							
18,1							
18,2							
18,3							
18,4							
18,5							
18,6							
18,7							
18,8							
18,9							
19,0							
19,1							
19,2							
19,3							
19,4							
19,5							
19,6							
19,7							
19,8							
19,9							
20,0							

## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

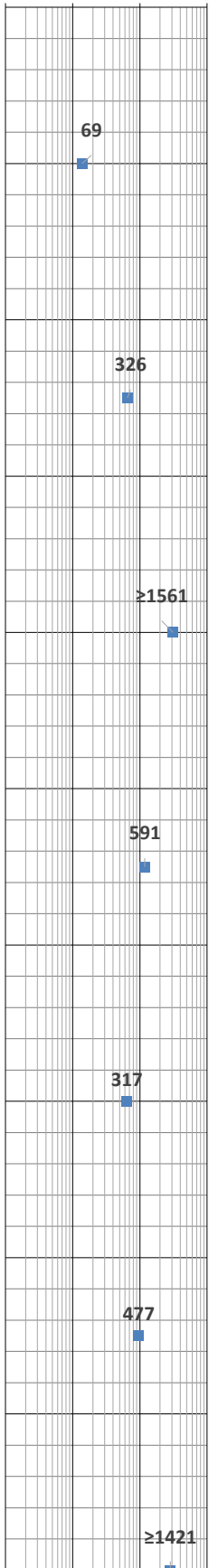
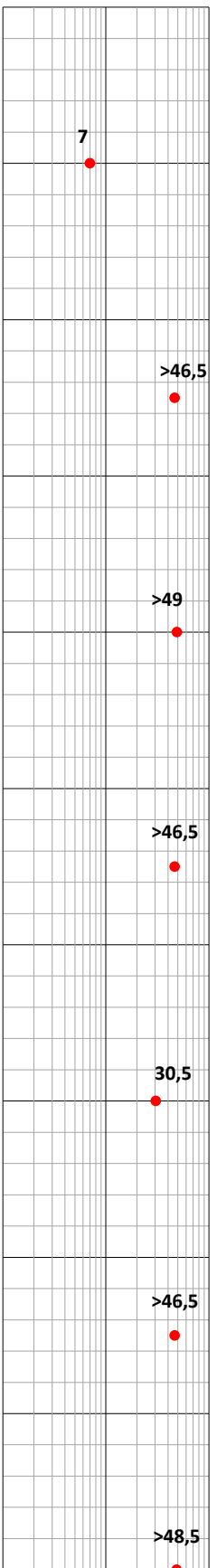
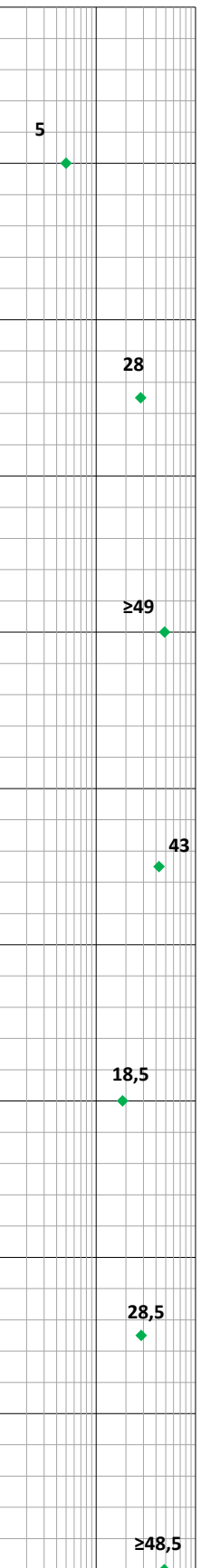
SP4

Dossier : STO-23-228

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
ADRESSE : SOURDUN  
ATS : +148,5±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
Machine de forage : EMCI 450  
Exécutant : FGEO  
Date : 13/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique $E_M$ (bars)	Pression limite $Pl^*$ (bars)	Pression de fluage $Pf^*$ (bars)					
+148,50	0,0	Remblai limoneux marron avec briques et cailloux	Foré à la tarière hélicoïdale Ø63 mm de 0 à 15 m	Sec sur toute hauteur le 13/11/2023								
+148,20	0,1											
	0,2											
	0,3	Remblai limono argileux à graviers										
	0,4											
	0,5											
	0,6	Argile marron à fines passées calcaire										
+147,80	0,7											
	0,8											
	0,9	Argile marron-jaune à graviers et grains de calcaire										
+147,30	1,0											
	1,1											
	1,2	Marne argileuse marron-crème à grains de calcaire										
+147,00	1,3											
	1,4											
	1,5	Marno-calcaire crème blanchâtre à blocs										
	1,6											
	1,7											
+146,60	1,8											
	1,9											
	2,0											
	2,1											
	2,2											
	2,3											
	2,4											
	2,5											
	2,6											
	2,7											
	2,8											
	2,9											
	3,0											
	3,1											
	3,2											
	3,3											
	3,4											
	3,5											
	3,6											
	3,7											
	3,8											
	3,9											
	4,0											
	4,1											
	4,2											
	4,3											
	4,4											
	4,5											
	4,6											
	4,7											
	4,8											
	4,9											
	5,0											
	5,1											
	5,2											
	5,3											
	5,4											
	5,5											
	5,6											
	5,7											
	5,8											
	5,9											
	6,0											
	6,1											
	6,2											
	6,3											
	6,4											
	6,5											
	6,6											
	6,7											
	6,8											
	6,9											
	7,0											
	7,1											
	7,2											
	7,3											
	7,4											
	7,5											
	7,6											
	7,7											
	7,8											
	7,9											
	8,0											
	8,1											
	8,2											
	8,3											
	8,4											
	8,5											
	8,6											
	8,7											
	8,8											
	8,9											
	9,0											
	9,1											
	9,2											
	9,3											
	9,4											
	9,5											
	9,6											
	9,7											
	9,8											
	9,9											
	10,0											

\* : nœuds de forage remaniés

\* : parois de forage remaniées

## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

SP4

Dossier : STO-23-228

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
 ADRESSE : SOURDUN  
 ATS : +148,5±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
 Machine de forage : EMCI 450  
 Exécutant : FGEO  
 Date : 13/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique EM (bars)	Pression limite Pl* (bars)	Pression de fluage Pf* (bars)
+138,50	10,0	Marno-calcaire crème blanchâtre à blocs	Foré à la tarière hélicoïdale Ø63 mm de 0 à 15 m	Sec sur toute hauteur le 13/11/2023	≥1421	>48,5	≥48,5
	10,1						
	10,2						
	10,3						
	10,4						
	10,5						
	10,6						
	10,7						
	10,8						
	10,9						
	11,0						
	11,1						
	11,2						
	11,3						
	11,4						
	11,5						
	11,6				≥1656	>49	≥49
	11,7						
	11,8						
	11,9						
	12,0						
	12,1						
	12,2						
	12,3						
	12,4						
	12,5						
	12,6				≥1488	>49	≥49
	12,7						
	12,8						
	12,9						
	13,0						
	13,1						
	13,2						
	13,3						
	13,4						
	13,5						
	13,6						
	13,7						
	13,8						
	13,9						
	14,0						
	14,1						
	14,2						
	14,3				≥1227	>49	≥49
	14,4						
	14,5						
	14,6						
	14,7						
	14,8						
	14,9						
+133,50	15,0	Fin du forage					
	15,1						
	15,2						
	15,3						
	15,4						
	15,5						
	15,6						
	15,7						
	15,8						
	15,9						
	16,0						
	16,1						
	16,2						
	16,3						
	16,4						
	16,5						
	16,6						
	16,7						
	16,8						
	16,9						
	17,0						
	17,1						
	17,2						
	17,3						
	17,4						
	17,5						
	17,6						
	17,7						
	17,8						
	17,9						
	18,0						
	18,1						
	18,2						
	18,3						
	18,4						
	18,5						
	18,6						
	18,7						
	18,8						
	18,9						
	19,0						
	19,1						
	19,2						
	19,3						
	19,4						
	19,5						
	19,6						
	19,7						
	19,8						
	19,9						
	20,0						



## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

## SP5

Dossier : STO-23-228

CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil  
 ADRESSE : SOURDUN  
 ATS : +148,5±1m NGF-IGN69

Inclinaison : 0°  
 Machine de forage : EMCI 450  
 Exécutant : FGEO  
 Date : 14/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique $E_M$ (bars)	Pression limite $Pl^*$ (bars)	Pression de fluage $Pf^*$ (bars)		
+148,50	0,0	Remblai limoneux marron	Foré à la tarière hélicoïdale Ø63 mm de 0 à 15 m	Sec sur toute hauteur le 14/11/2023					
+148,30	0,1								
	0,2								
	0,3								
	0,4								
	0,5								
+147,90	0,6	Marne argileuse marron à grains de calcaire							
	0,7								
	0,8								
	0,9								
	1,0								
+147,40	1,1	Marno-calcaire crème avec passages de blocs					231	20,5	8,5
	1,2								
	1,3								
	1,4								
	1,5								
	1,6								
	1,7								
	1,8								
	1,9								
	2,0								
	2,1								
	2,2								
	2,3								
	2,4								
	2,5								
	2,6								
	2,7								
	2,8								
	2,9								
	3,0								
	3,1								
	3,2								
	3,3								
	3,4								
	3,5								
	3,6								
	3,7								
	3,8								
	3,9								
	4,0								
	4,1								
	4,2								
	4,3								
	4,4								
	4,5								
	4,6								
	4,7								
	4,8								
	4,9								
	5,0								
	5,1								
	5,2								
	5,3								
	5,4								
	5,5								
	5,6								
	5,7								
	5,8								
	5,9								
	6,0								
	6,1								
	6,2								
	6,3								
	6,4								
	6,5								
	6,6								
	6,7								
	6,8								
	6,9								
	7,0								
	7,1								
	7,2								
	7,3								
	7,4								
	7,5								
	7,6								
	7,7								
	7,8								
	7,9								
	8,0								
	8,1								
	8,2								
	8,3								
	8,4								
	8,5								
	8,6								
	8,7								
	8,8								
	8,9								
	9,0								
	9,1								
	9,2								
	9,3								
	9,4								
	9,5								
	9,6								
	9,7								
	9,8								
	9,9								
	10,0								

\* : parois de forage remaniées

\* : parois de forage remaniées

## SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

SP5

**Dossier : STO-23-228**

**CLIENT : Rectorat de l'académie de Créteil**

**ADRESSE : SOURDUN**

**ATS : +148,5±1m NGF-IGN69**

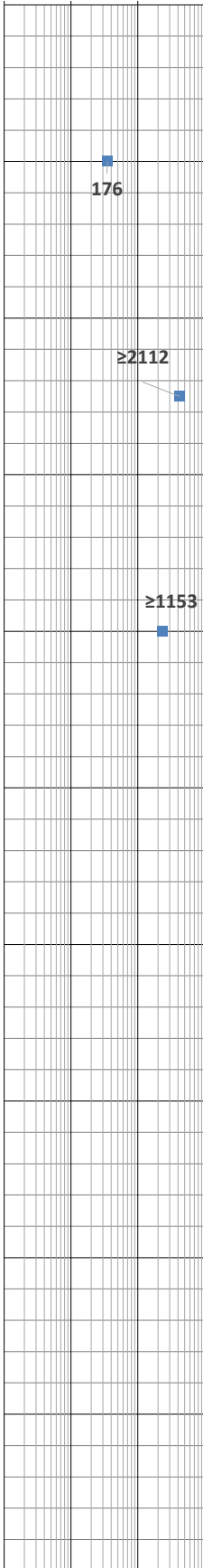
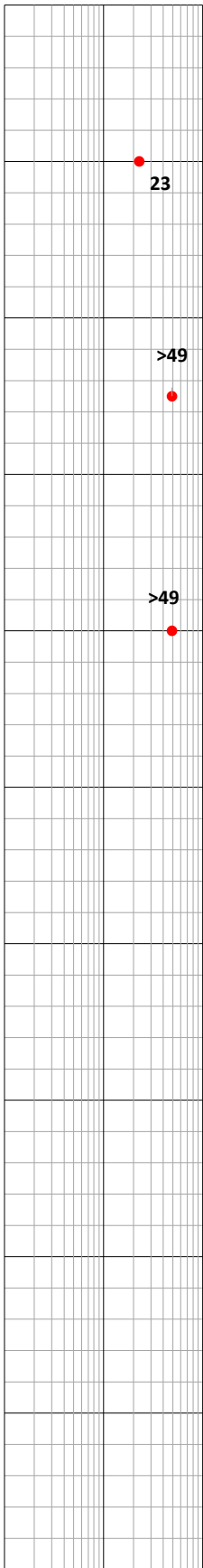
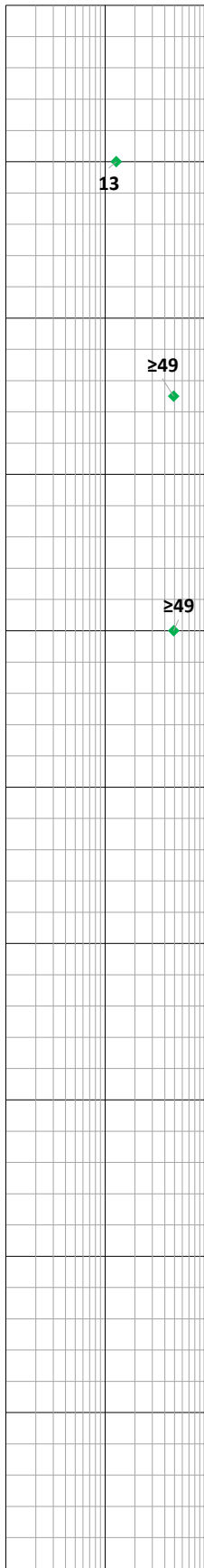
Inclinaison : 0°

Machine de forage : EMCI 450

Exécutant : FGEO

Date : 14/11/2023

Profondeur du sondage : 15,00 m

Cote altimétrique	Profondeur (m)	Description du terrain (nature et couleur)	Technique de forage	Niveau d'eau	Module pressiométrique EM (bars)	Pression limite PI* (bars)	Pression de fluage Pf* (bars)
+138,50	10,0	Marno-calcaire crème avec passages de blocs	Foré à la tarière hélicoïdale Ø63 mm de 0 à 15 m	Sec sur toute hauteur le 14/11/2023			
	10,1						
	10,2						
	10,3						
	10,4						
	10,5						
	10,6						
	10,7						
	10,8						
	10,9						
	11,0						
	11,1						
	11,2						
	11,3						
	11,4						
	11,5						
	11,6						
	11,7						
	11,8						
	11,9						
	12,0						
	12,1						
	12,2						
	12,3						
	12,4						
	12,5						
	12,6						
	12,7						
	12,8						
	12,9						
	13,0						
	13,1						
	13,2						
	13,3						
13,4							
13,5							
13,6							
13,7							
13,8							
13,9							
14,0							
14,1							
14,2							
14,3							
14,4							
14,5							
14,6							
14,7							
14,8							
14,9							
+133,50	15,0	Fin du forage					
	15,1						
	15,2						
	15,3						
	15,4						
	15,5						
	15,6						
	15,7						
	15,8						
	15,9						
	16,0						
	16,1						
	16,2						
	16,3						
	16,4						
	16,5						
	16,6						
	16,7						
	16,8						
	16,9						
	17,0						
	17,1						
	17,2						
	17,3						
	17,4						
	17,5						
	17,6						
	17,7						
	17,8						
	17,9						
	18,0						
	18,1						
	18,2						
	18,3						
18,4							
18,5							
18,6							
18,7							
18,8							
18,9							
19,0							
19,1							
19,2							
19,3							
19,4							
19,5							
19,6							
19,7							
19,8							
19,9							
20,0							

**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourdun

**Battage :** BP1

**Date :** 17/11/2023

**Z :** Extérieur bât 7

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** FGEO

### Caractéristiques du pénétromètre :

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

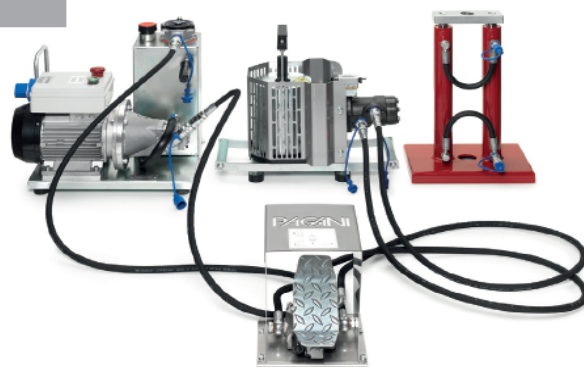
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

### POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound



N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84



Adresse : Sourdun

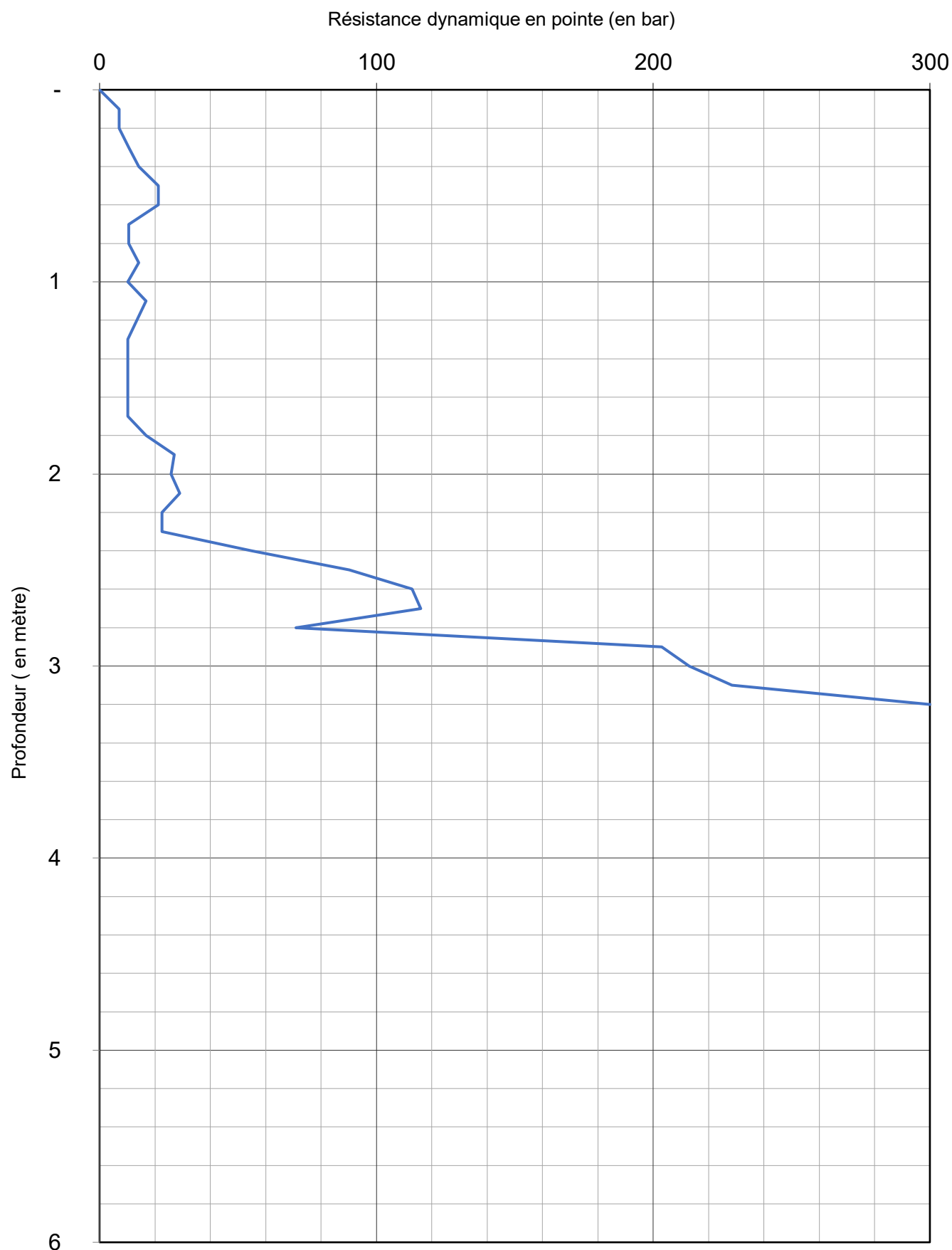
Date : 17/11/2023

Pénétromètre (modèle) : DPM30

Battage : BP1

Z : Extérieur bât 7

Opérateur : FGEO



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg

Masse du mouton : 30,0 kg

Longueur des tiges : 1 m

Surface des points : 10 cm²

Masse tige : 2,422 kg

Hauteur de chute : 0,2 m

Enfoncement unitaire : 0,1 m

**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourdun

**Battage :** BP2

**Date :** 17/11/2023

**Z :** Extérieur bât 7

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** FGEO

**Caractéristiques du pénétromètre :**

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

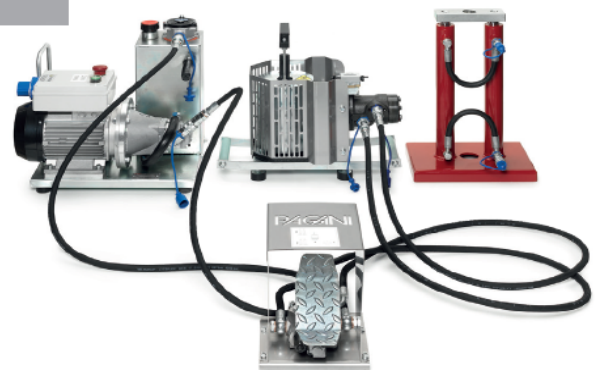
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

**POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE**

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound



N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84

Adresse : Sourdun

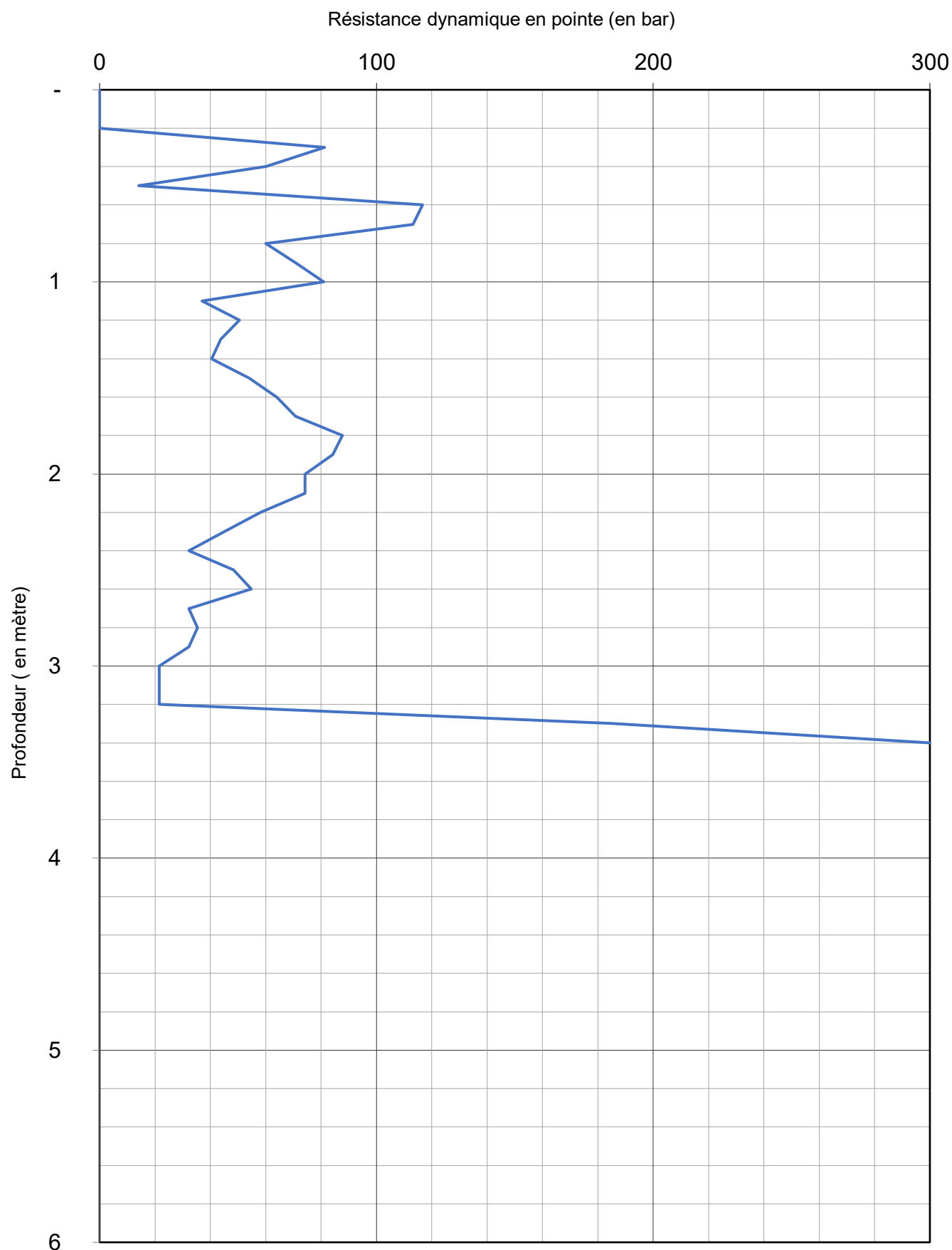
Date : 17/11/2023

Pénétromètre (modèle) : DPM30

Battage : BP2

Z : Extérieur bât 7

Opérateur : FGEO



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg

Masse du mouton : 30,0 kg

Longueur des tiges : 1 m

Surface des points : 10 cm²

Masse tige : 2,422 kg

Hauteur de chute : 0,2 m

Enfoncement unitaire : 0,1 m



**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourdun

**Battage :** BP3

**Date :** 17/11/2023

**Z :** Extérieur bât 6

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** FGEO

**Caractéristiques du pénétromètre :**

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

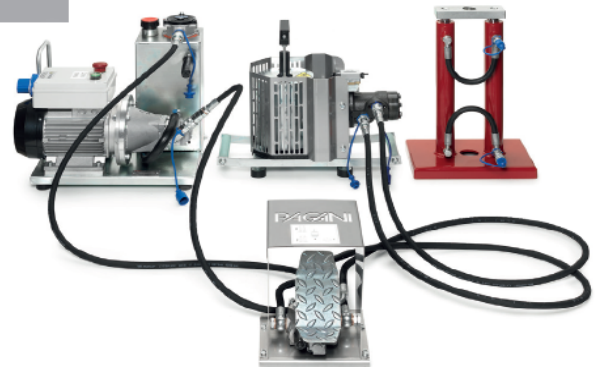
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

**POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE**

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound



N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84

Adresse : Sourdun

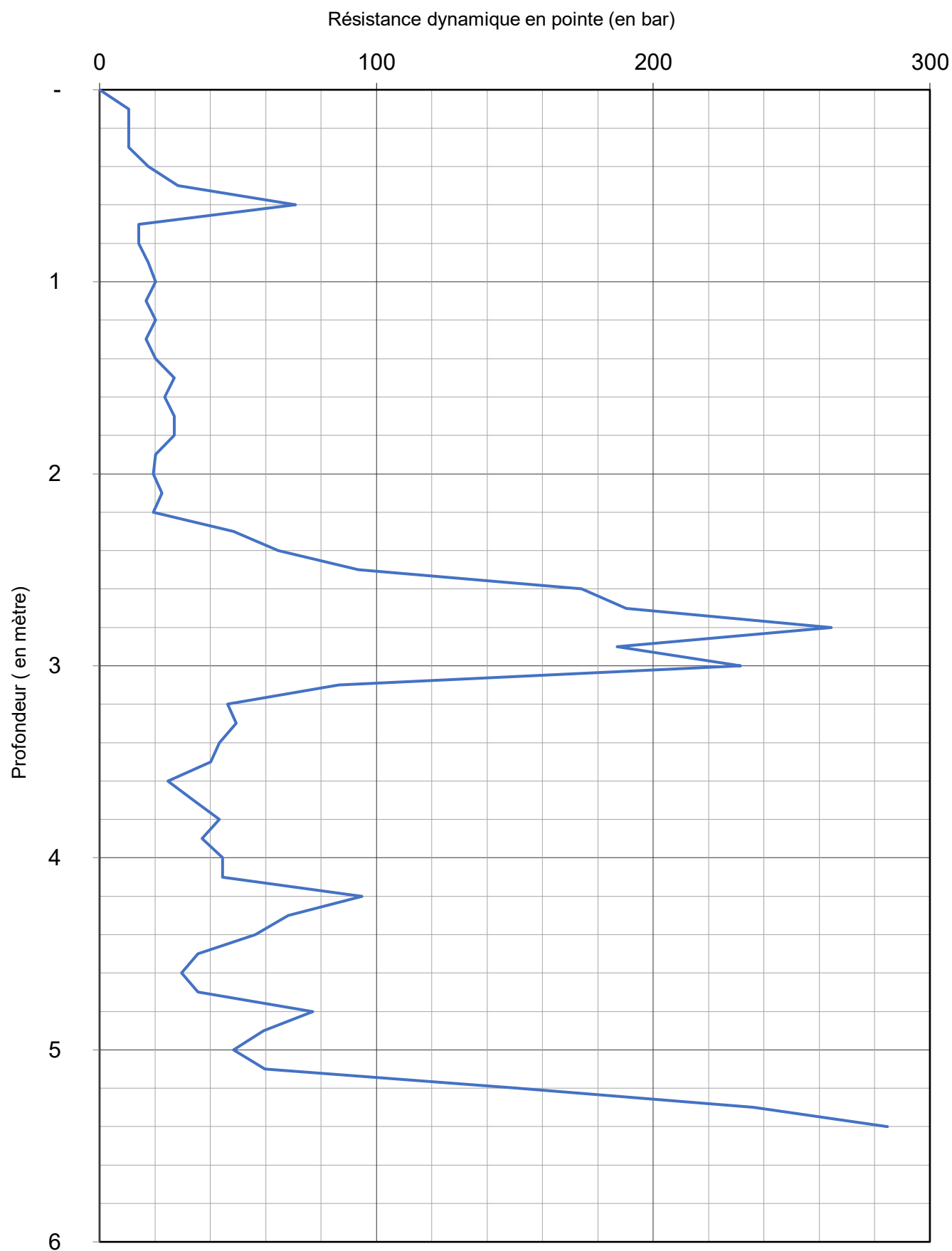
Date : 17/11/2023

Pénétromètre (modèle) : DPM30

Battage : BP3

Z : Extérieur bât 6

Opérateur : FGEO



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg

Masse du mouton : 30,0 kg

Longueur des tiges : 1 m

Surface des points : 10 cm²

Masse tige : 2,422 kg

Hauteur de chute : 0,2 m

Enfoncement unitaire : 0,1 m

**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourdun

**Battage :** BP4

**Date :** 20/11/2023

**Z :** Extérieur bât 6

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** FGEO

**Caractéristiques du pénétromètre :**

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

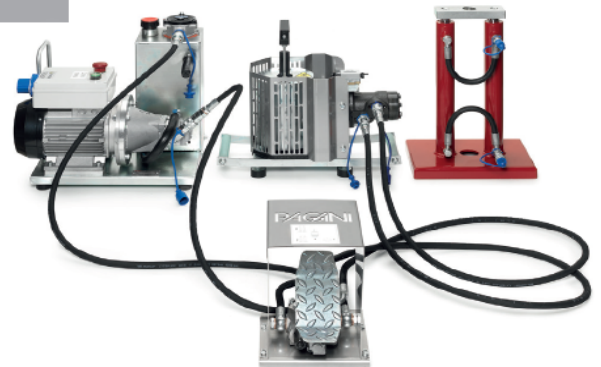
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

**POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE**

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound



N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84



Adresse : Sourdun

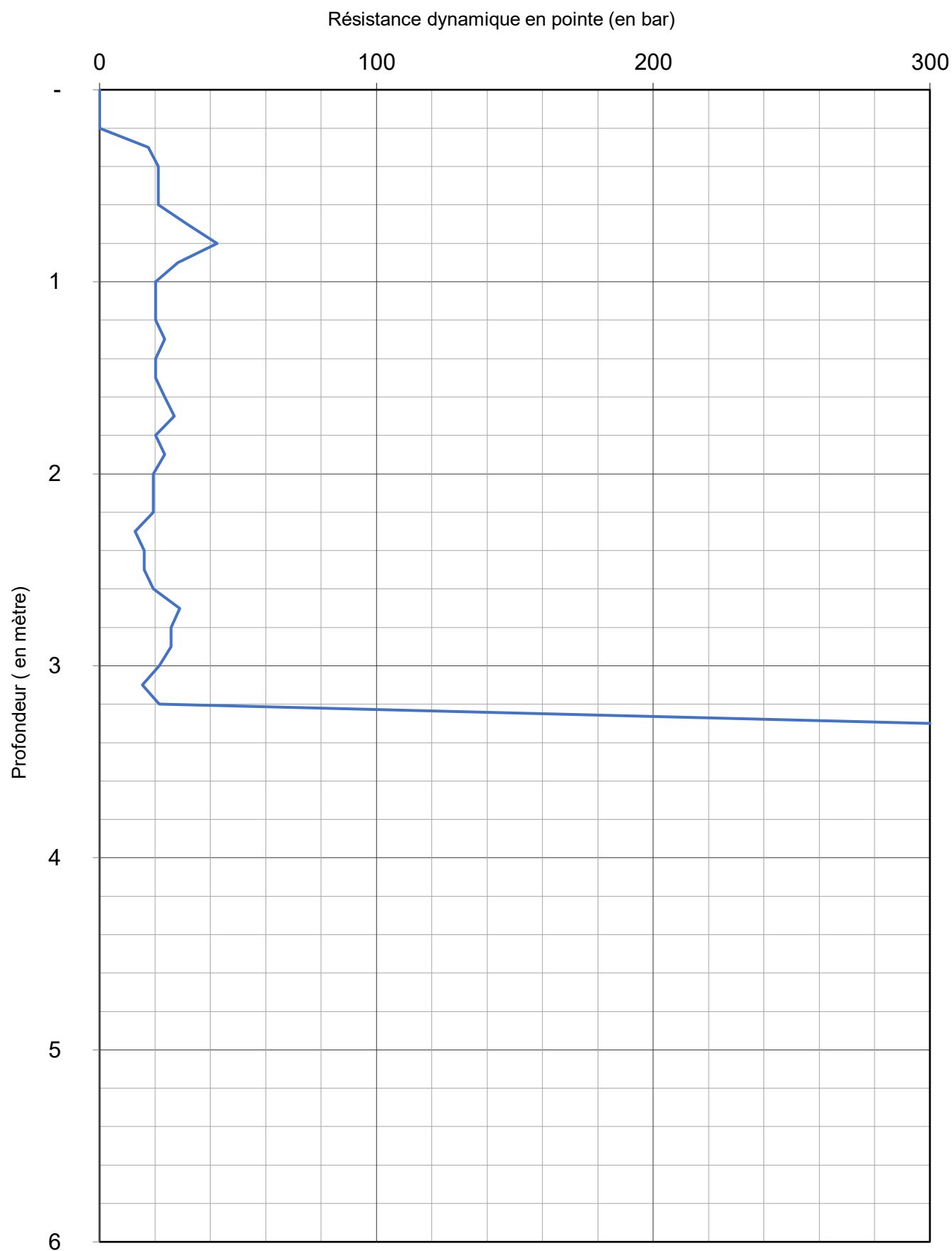
Date : 20/11/2023

Pénétromètre (modèle) : DPM30

Battage : BP4

Z : Extérieur bât 6

Opérateur : FGEO



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg

Masse du mouton : 30,0 kg

Longueur des tiges : 1 m

Surface des points : 10 cm²

Masse tige : 2,422 kg

Hauteur de chute : 0,2 m

Enfoncement unitaire : 0,1 m

**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourdun

**Battage :** BP5

**Date :** 20/11/2023

**Z :** Extérieur bât 3

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** FGEO

**Caractéristiques du pénétromètre :**

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

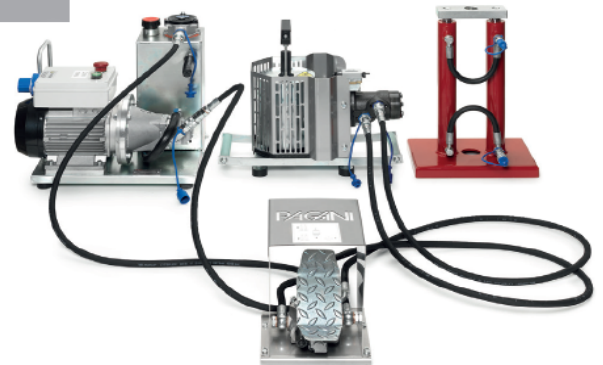
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

**POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE**

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound

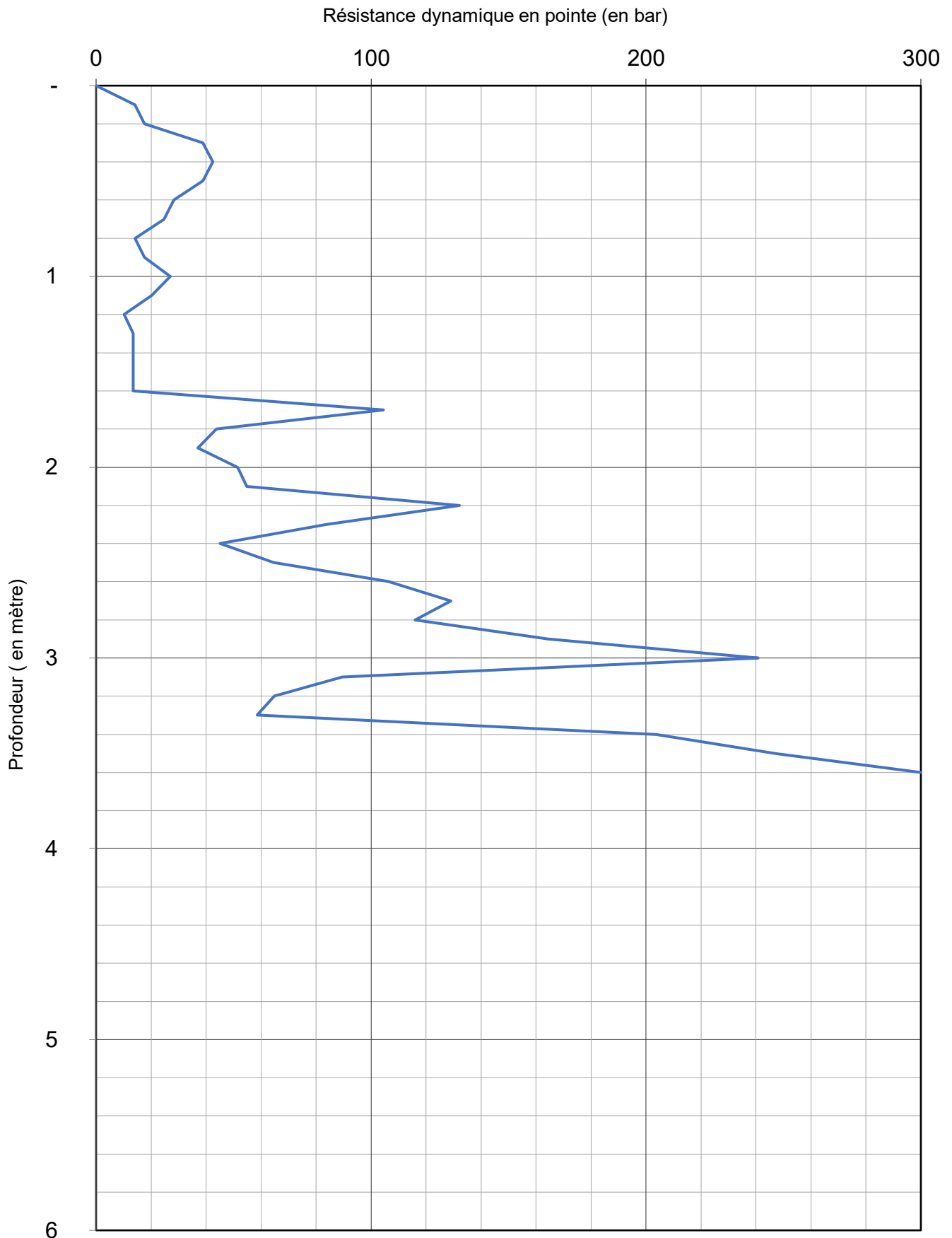


N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84

**Adresse :** Sourdun  
**Battage :** BP5

**Date :** 20/11/2023  
**Z :** Extérieur bât 3

**Pénétromètre (modèle) :** DPM30  
**Opérateur :** FGEO



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg	Masse du mouton : 30,0 kg	Longueur des tiges : 1 m	Surface des points : 10 cm²
Masse tige : 2,422 kg		Hauteur de chute : 0,2 m	Enfoncement unitaire : 0,1 m



**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourdun

**Battage :** BP6

**Date :** 20/11/2023

**Z :** Extérieur bât 3

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** FGEO

**Caractéristiques du pénétromètre :**

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

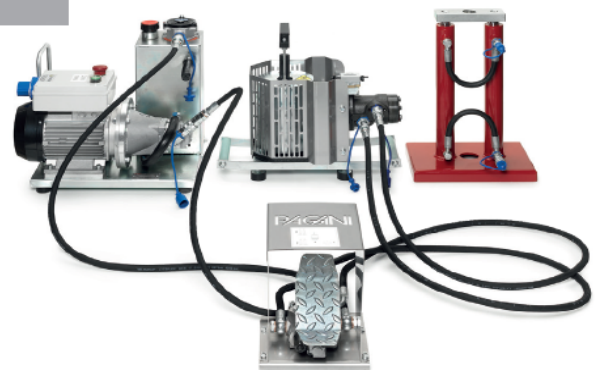
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

**POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE**

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound



N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84

Adresse : Sourdun

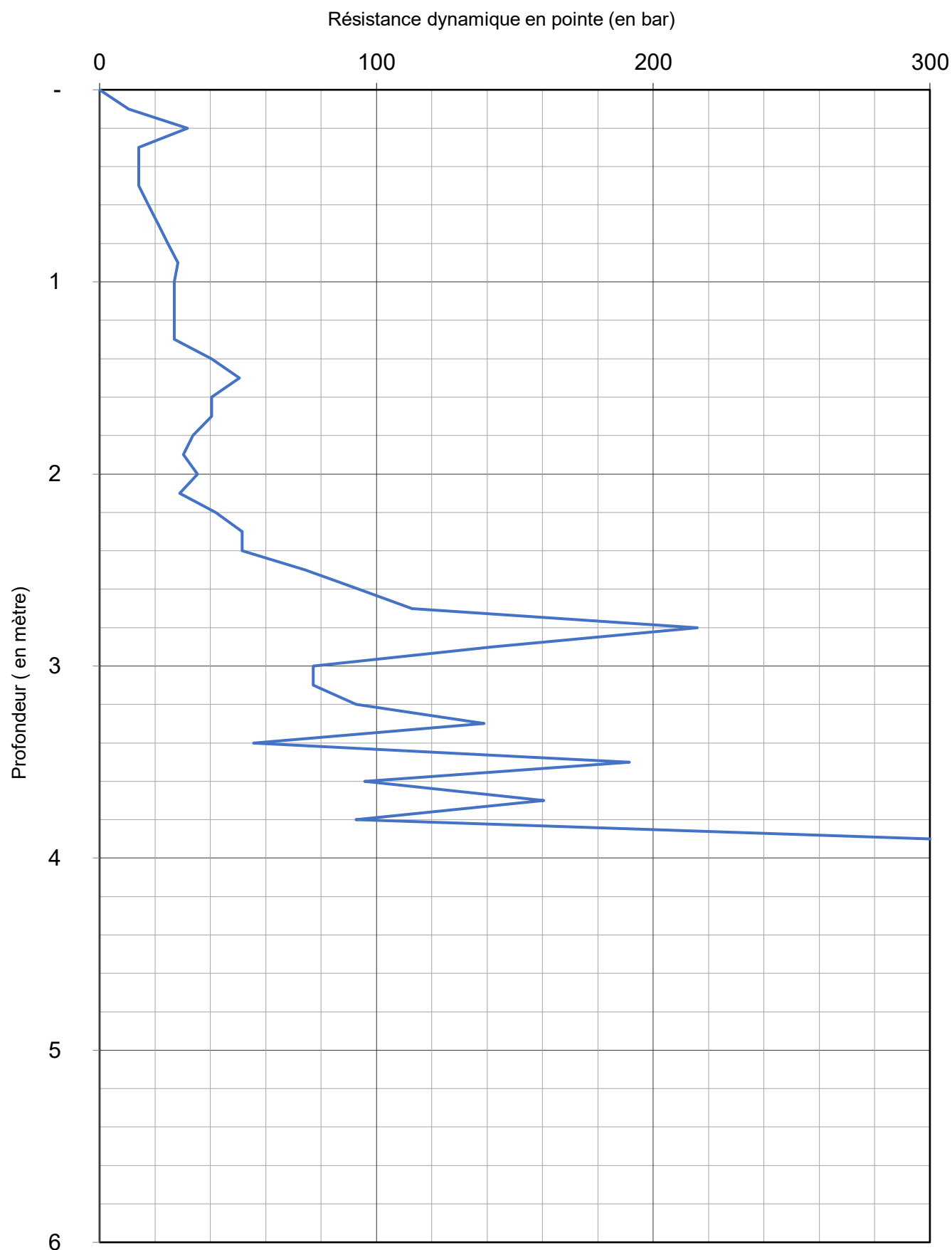
Date : 20/11/2023

Pénétromètre (modèle) : DPM30

Battage : BP6

Z : Extérieur bât 3

Opérateur : FGEO



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg

Masse du mouton : 30,0 kg

Longueur des tiges : 1 m

Surface des points : 10 cm²

Masse tige : 2,422 kg

Hauteur de chute : 0,2 m

Enfoncement unitaire : 0,1 m

**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourduin

**Battage :** BP7

**Date :** 20/11/2023

**Z :** Extérieur bât 13

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** FGEO

**Caractéristiques du pénétromètre :**

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

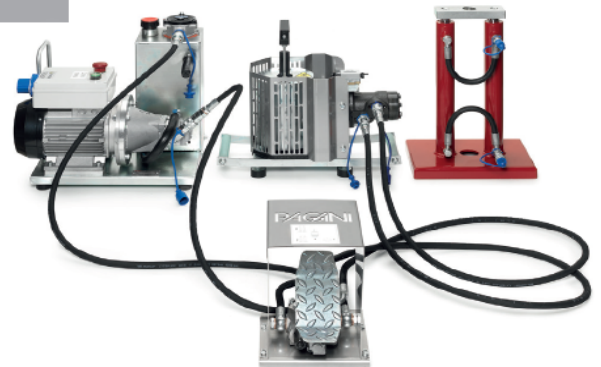
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

**POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE**

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound



N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84



Adresse : Sourdun

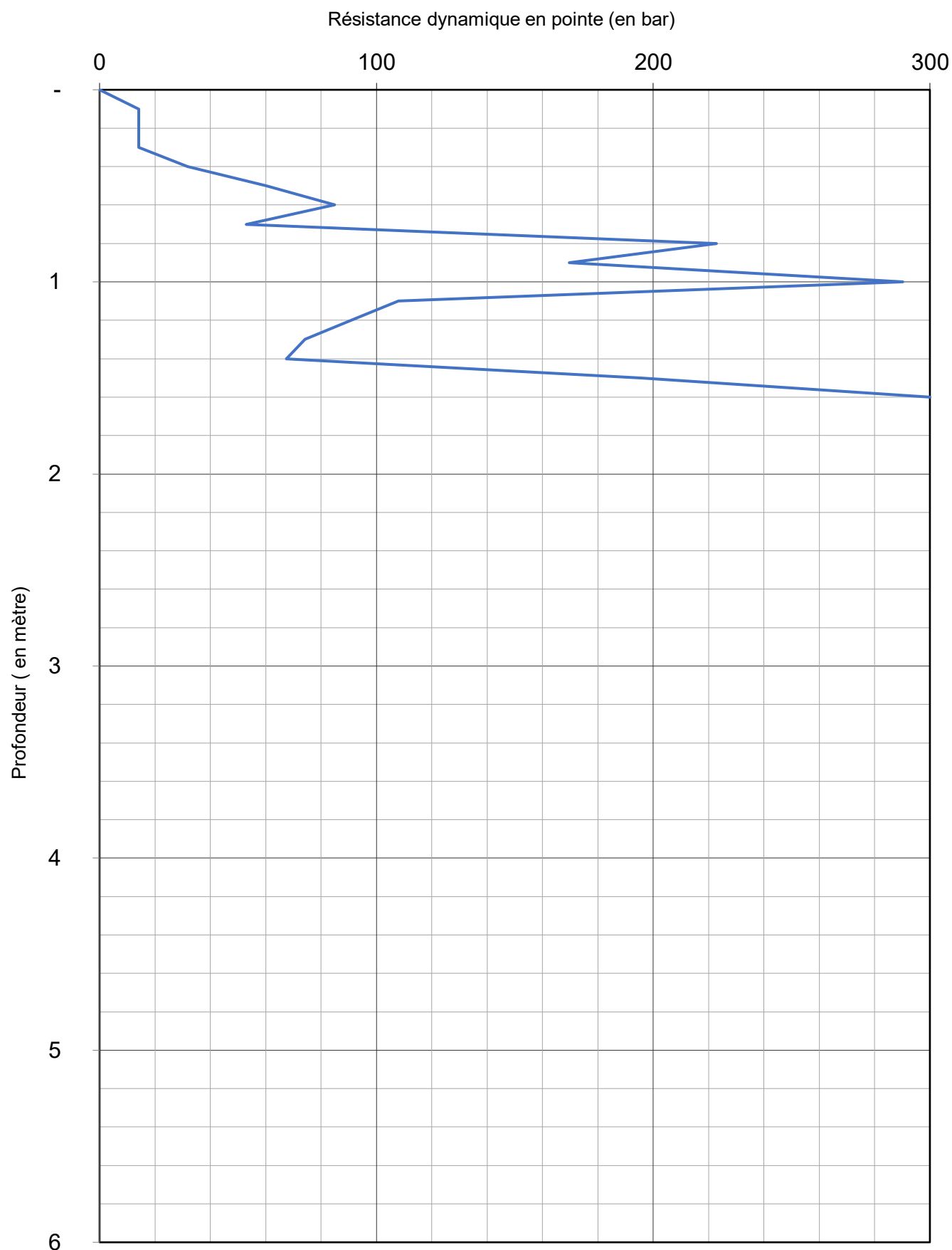
Date : 20/11/2023

Pénétromètre (modèle) : DPM30

Battage : BP7

Z : Extérieur bât 13

Opérateur : FGEO



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg

Masse du mouton : 30,0 kg

Longueur des tiges : 1 m

Surface des points : 10 cm²

Masse tige : 2,422 kg

Hauteur de chute : 0,2 m

Enfoncement unitaire : 0,1 m

**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourdun

**Battage :** BP8

**Date :** 20/12/2023

**Z :** Sous-sol bât 13

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** RSF

### Caractéristiques du pénétromètre :

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

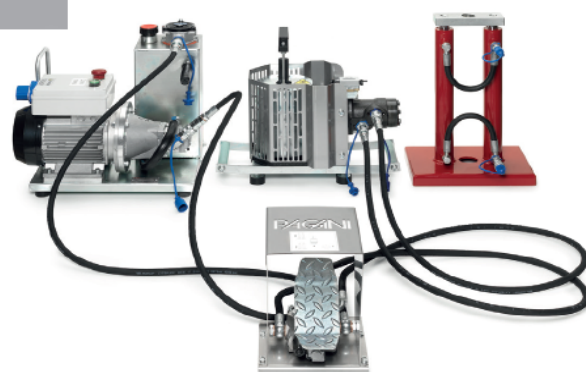
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

### POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound



N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84

Adresse : Sourdun

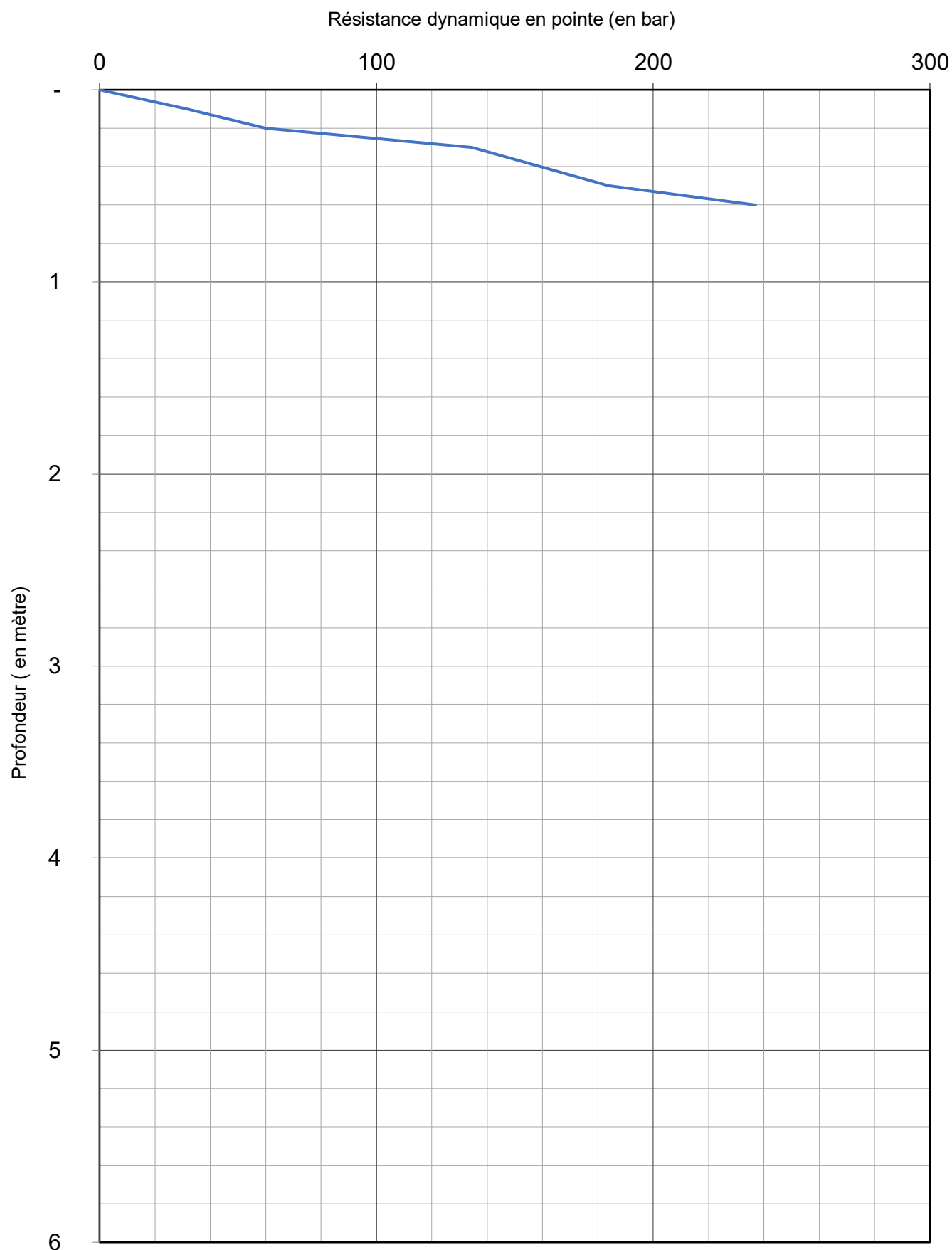
Date : 20/12/2023

Pénétromètre (modèle) : DPM30

Battage : BP8

Z : Sous-sol bât 13

Opérateur : RSF



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg

Masse du mouton : 30,0 kg

Longueur des tiges : 1 m

Surface des points : 10 cm²

Masse tige : 2,422 kg

Hauteur de chute : 0,2 m

Enfoncement unitaire : 0,1 m



**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourdun

**Battage :** BP9

**Date :** 20/12/2023

**Z :** Sous-sol bât 14

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** RSF

**Caractéristiques du pénétromètre :**

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

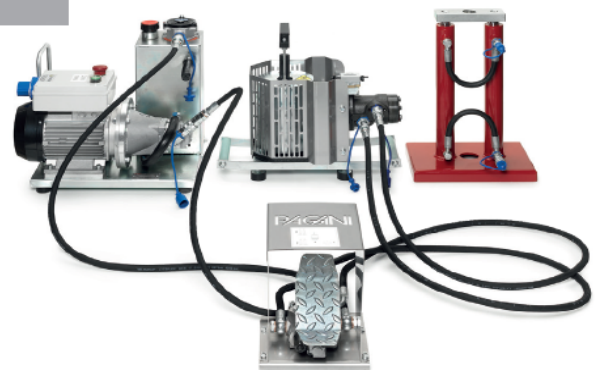
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

**POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE**

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound



N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84

Adresse : Sourdun

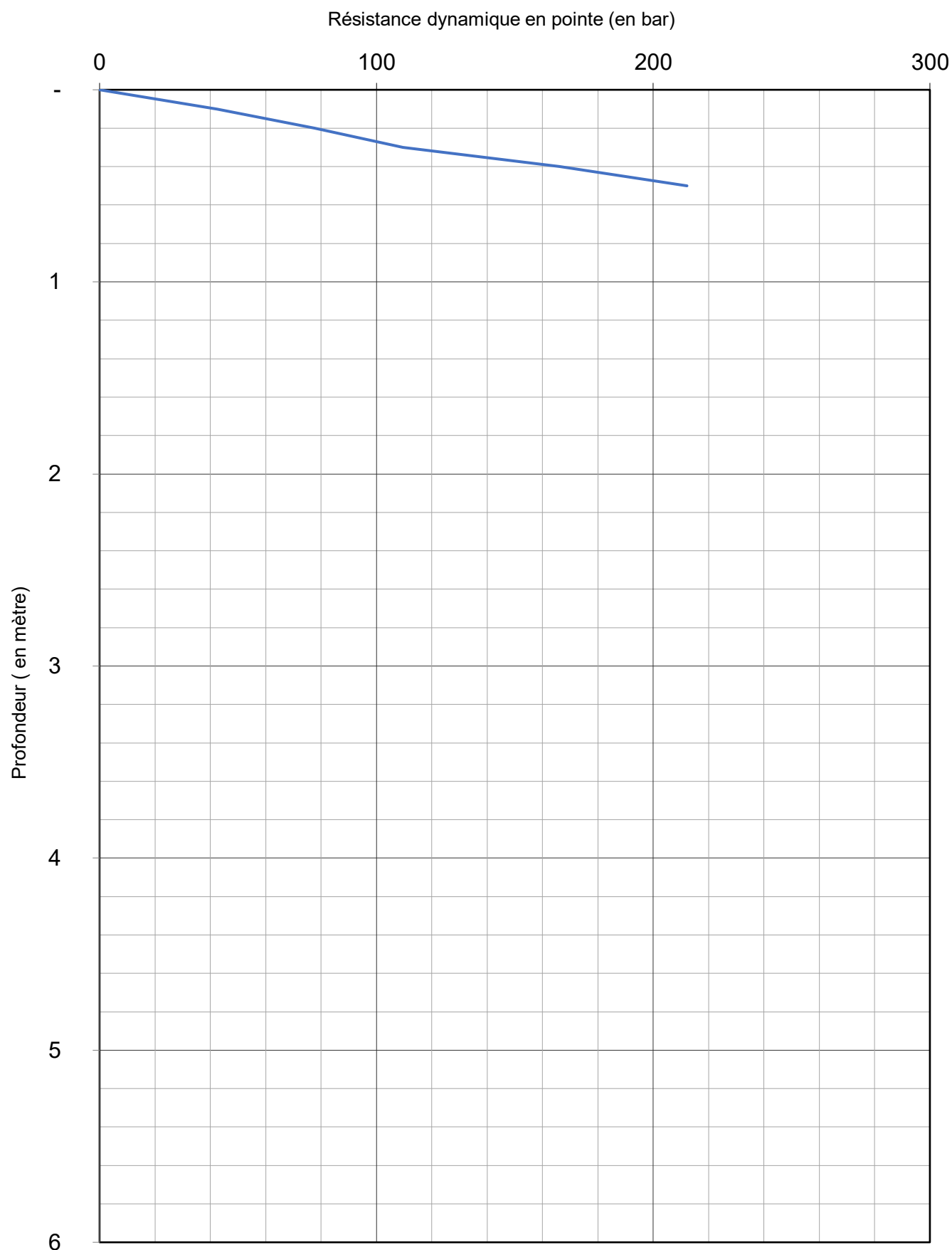
Date : 20/12/2023

Pénétromètre (modèle) : DPM30

Battage : BP9

Z : Sous-sol bât 14

Opérateur : RSF



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg

Masse du mouton : 30,0 kg

Longueur des tiges : 1 m

Surface des points : 10 cm²

Masse tige : 2,422 kg

Hauteur de chute : 0,2 m

Enfoncement unitaire : 0,1 m

**Dossier :** STO-23-228

**Adresse :** Sourdun

**Battage :** BP10

**Date :** 20/11/2023

**Z :** Extérieur bât 14

**Pénétromètre :** PAGANI

**Modèle :** DPM30

**Opérateur :** FGEO

**Caractéristiques du pénétromètre :**

Masse active 30 kg

Masse passive 17,5 kg

Masse d'une tige 2,422 kg

Surface de la pointe 10 cm<sup>2</sup>

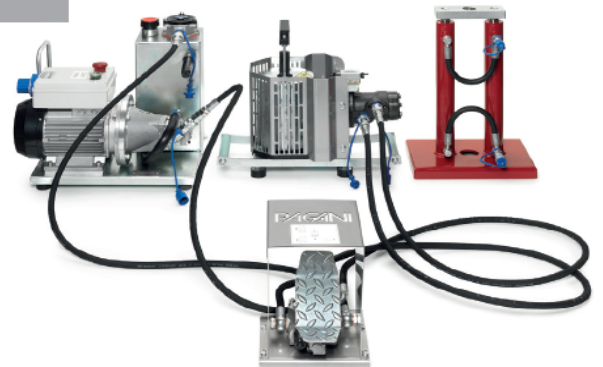
Hauteur de chute 0,2 m

Longueur des tiges 1 m

Diamètre des tiges 20 mm

**POIDS AVEC GROUPE MOTO-POMPE ÉLECTRIQUE**

	Poids	
Groupe moto-pompe électrique	38,5 kg	84,9 pound
Système de battage	47,5 kg	104,7 pound
Extracteur hydraulique	16 kg	35,3 pound
Distributeur à pédale	9,7 kg	21,4 pound
Total	111,7 kg	264,3 pound



N° tige	Coefficient multiplicateur
1	3,54
2	3,37
3	3,22
4	3,09
5	2,96
6	2,85
7	2,74
8	2,64
9	2,55
10	2,46
11	2,38
12	2,31
13	2,24
14	2,17
15	2,11
16	2,05
17	1,99
18	1,94
19	1,89
20	1,84



Adresse : Sourdun

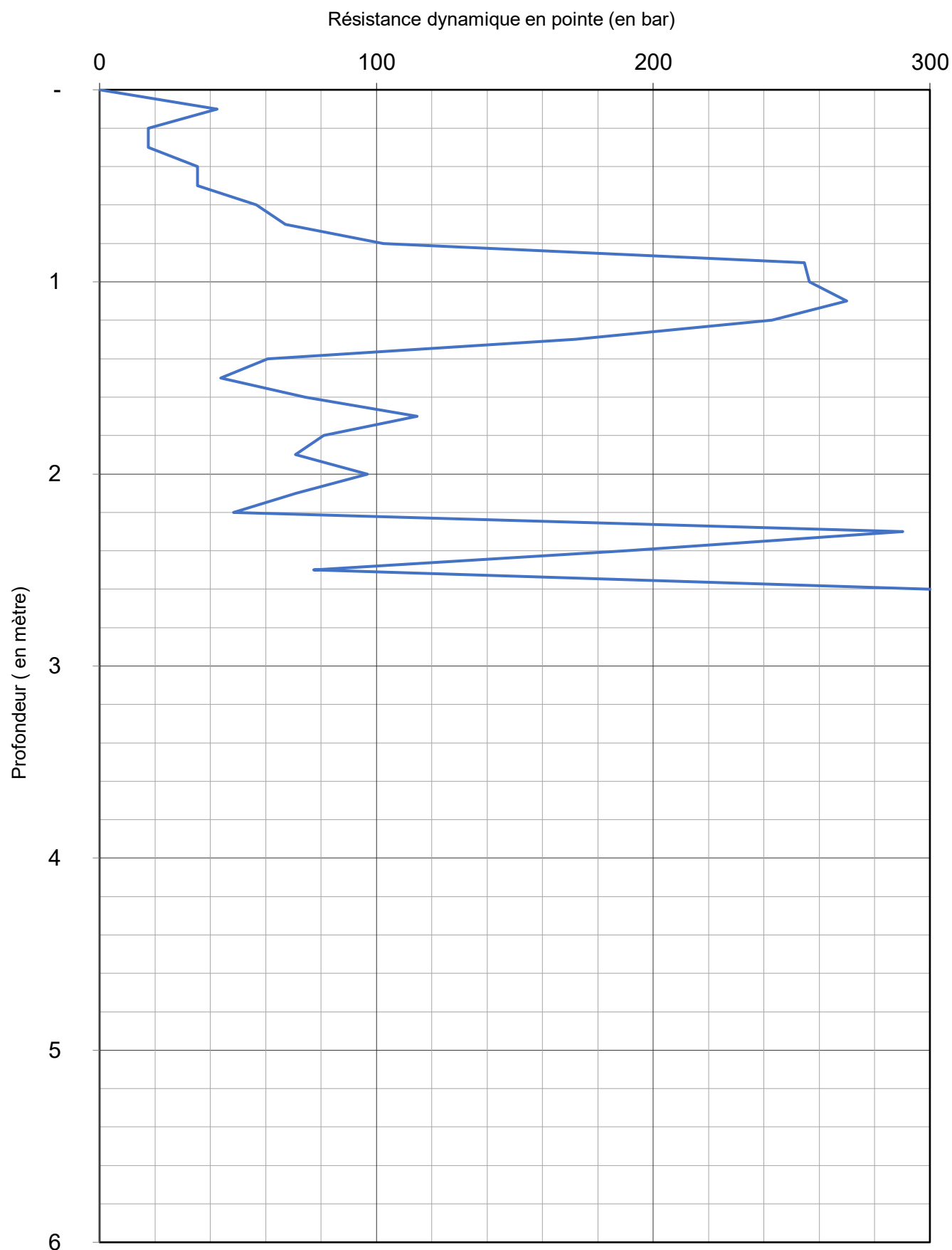
Date : 20/11/2023

Pénétromètre (modèle) : DPM30

Battage : BP10

Z : Extérieur bât 14

Opérateur : FGEO



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PAGANI DPM30

Masse passive : 17,5 kg

Masse du mouton : 30,0 kg

Longueur des tiges : 1 m

Surface des points : 10 cm<sup>2</sup>

Masse tige : 2,422 kg

Hauteur de chute : 0,2 m

Enfoncement unitaire : 0,1 m

**Dossier : SOURDUN****ESSAIS EN LABORATOIRE DE MECANIQUE  
DES SOLS**

Le 08 Février 2024

**N°d'Affaire : 24 01 0053****Responsable Laboratoire : C.ATENCIA****Société UNISOL - 41 rue Fourny - BP 104 - 78531 BUC Cedex**

Tel: 01.39.56.22.86 - Fax: 01.39.56.16.23 - info@unisol.fr

SAS au capital de 140 000 €

RCS Versailles – SIRET 478 040 561 00027

APE 7112B - TVA FR72478040561





**TENEUR EN EAU**  
Essai conforme à la norme NF P 94-050

**Prélèvements :**  
Date : **du 07/11/23 au 14/11/23**      Mode de prélèvement : **Tarière Ø 63 mm**  
Conditions de conservation : **Sac fermé**

**Résultats :**  
Date d'essai : **23 janvier 2024**  
Température d'étuvage : **105,0 °C**

Sondage	Prof (m)	Nature du matériau	Teneur en eau (%)	Classe GTR
SP1	1,80/2,60	Argile panachée grise, brun-beige et orangée, carbonatée avec quelques grains calcaires	28,2	A3
SP2	1,50/3,70	Argile finement sableuse rousse	18,7	A2
SP3	1,50/3,50	Marne beige à petits grains calcaires	21,8	A3
SP4	1,50/1,90	Marne beige à petits grains calcaires	18,9	A2
SP5	1,10/15,00	Marne crayeuse beige-blanchâtre à grains calcaires	13,9	A1

<b>Date de vérification :</b> 08/02/2024	
<b>Opérateur</b> Guy Briand Cadre de laboratoire	<b>Vérificateur</b> Christophe Atencia Responsable du laboratoire
Signature : 	Signature : 



## ANALYSE GRANULOMETRIQUE

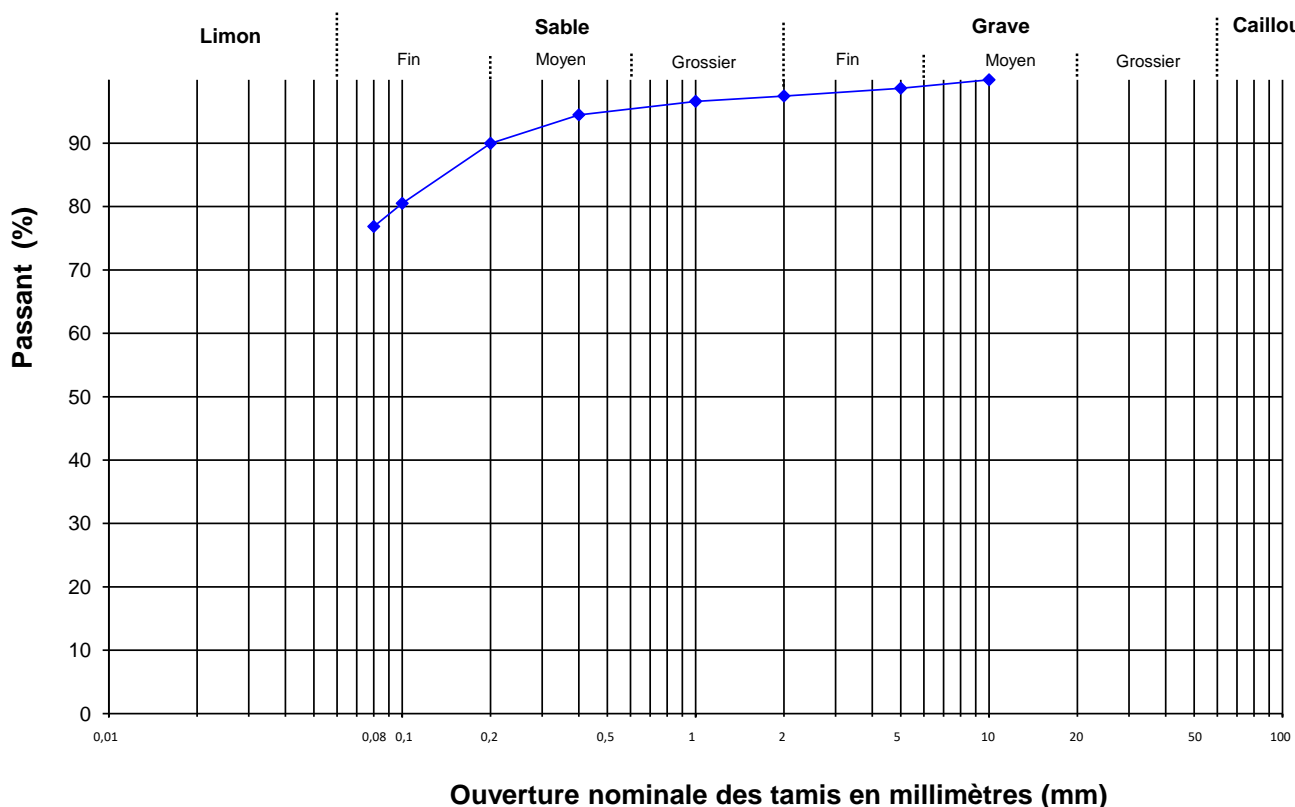
Méthode par tamisage à sec

Essai conforme aux normes NF P 94-056

Echantillon n°	Date de prélèvement	7 novembre 2023	Température d'etuvage	105,0 °C	
Sondage n°	SP1	Mode de prélèvement	Tarière Ø 63 mm	Diamètre nominal dm	5 mm
Profondeur (m)	1,80/2,60	Date du début de l'essai	25 janvier 2024	Masse de tamisat nécessaire	300 g
Nature du matériau	Argile panachée grise, brun-beige et orangée, carbonatée avec quelques grains calcaires			Masse sèche utilisée	353 g
Observations	—			Diamètre maximal dmax	10 mm

Ø tamis (mm) :	100	80	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08				
Passant (%) :								100,0	98,7	97,4	96,6	94,5	90,0	80,5	76,9				

### COURBE GRANULOMETRIQUE



Date de vérification : **08/02/2024**

**Opérateur**  
**Guy Briand**  
**Cadre de laboratoire**

Signature :

**Vérificateur**  
**Christophe Atencia**  
**Responsable du laboratoire**

Signature :

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE

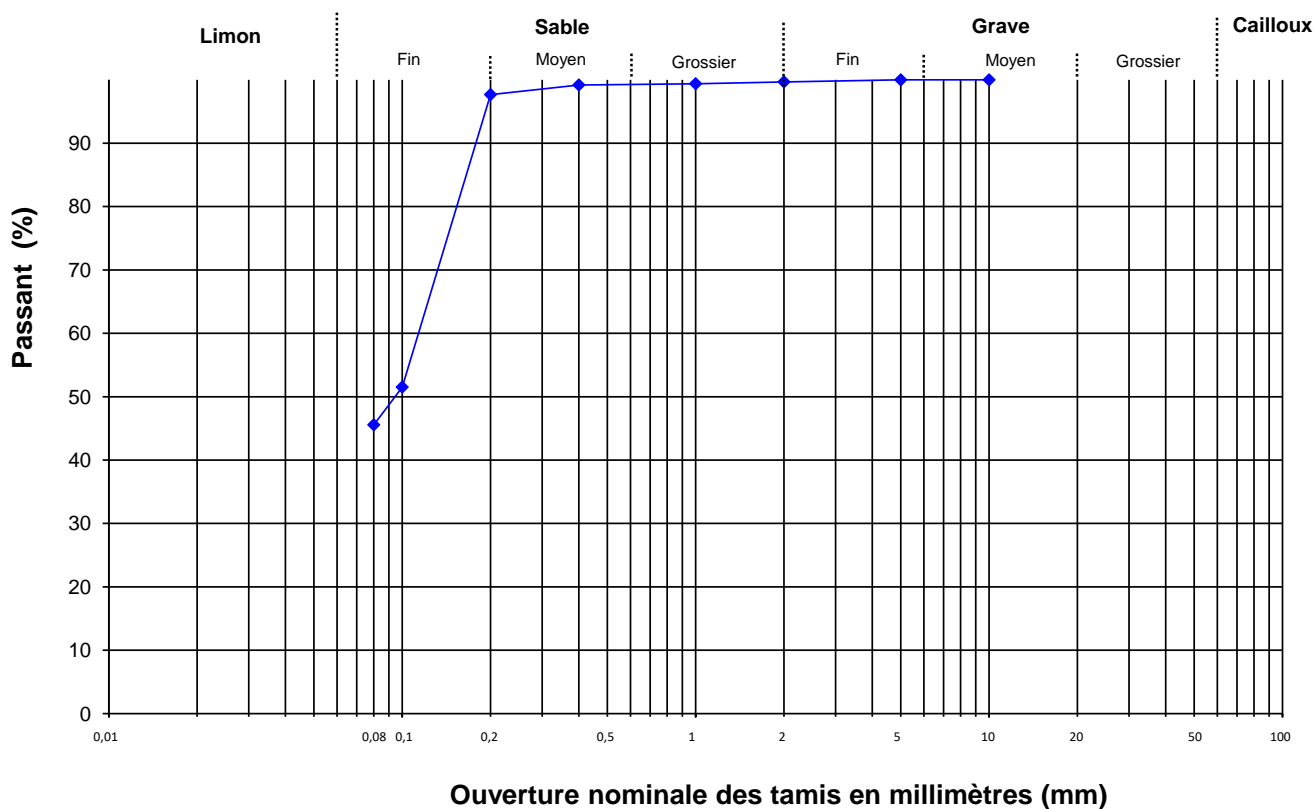
Méthode par tamisage à sec

Essai conforme aux normes NF P 94-056

Echantillon n°	Date de prélèvement	7 novembre 2023	Température d'etuvage	105,0 °C	
Sondage n°	SP2	Mode de prélèvement	Tarière Ø 63 mm	Diamètre nominal dm	2 mm
Profondeur (m)	1,50/3,70	Date du début de l'essai	25 janvier 2024	Masse de tamisat nécessaire	250 g
Nature du matériau	Argile finement sableuse rousse			Masse sèche utilisée	303 g
Observations	—			Diamètre maximal dmax	4 mm

Ø tamis (mm) :	100	80	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08				
Passant (%) :								100,0	100,0	99,7	99,4	99,2	97,6	51,5	45,6				

### COURBE GRANULOMETRIQUE



Date de vérification : **08/02/2024**

**Opérateur**  
**Guy Briand**  
**Cadre de laboratoire**

Signature :

**Vérificateur**  
**Christophe Atencia**  
**Responsable du laboratoire**

Signature :

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE

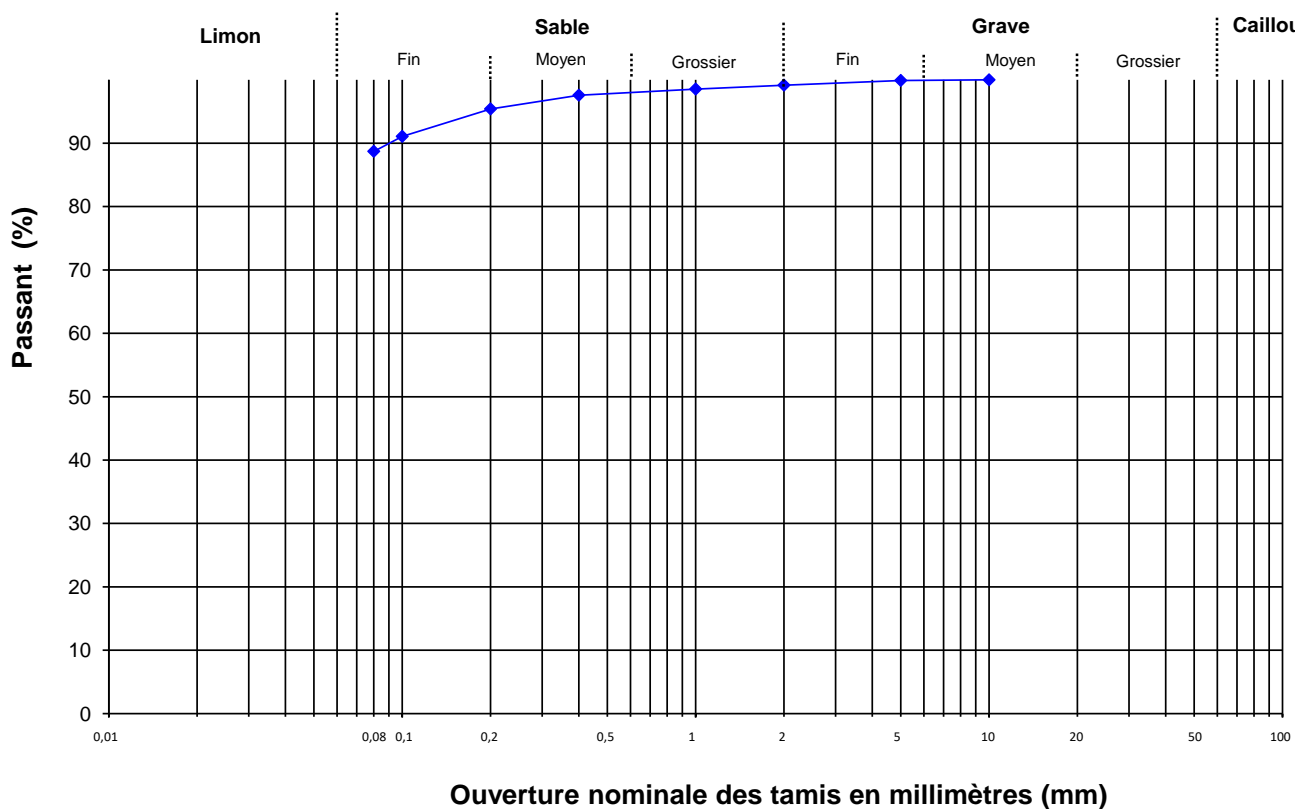
Méthode par tamisage à sec

Essai conforme aux normes NF P 94-056

Echantillon n°	Date de prélèvement	<b>10 novembre 2023</b>	Température d'etuvage	<b>105,0 °C</b>
Sondage n° <b>SP3</b>	Mode de prélèvement	<b>Tarière Ø 63 mm</b>	Diamètre nominal dm	<b>5 mm</b>
Profondeur (m) <b>1,50/3,50</b>	Date du début de l'essai	<b>25 janvier 2024</b>	Masse de tamisat nécessaire	<b>300 g</b>
Nature du matériau	<b>Marne beige à petits grains calcaires</b>		Masse sèche utilisée	<b>302 g</b>
Observations	—		Diamètre maximal dmax	<b>6 mm</b>

Ø tamis (mm) :	100	80	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08				
Passant (%) :								100,0	99,9	99,1	98,5	97,6	95,4	91,1	88,7				

### COURBE GRANULOMETRIQUE



Date de vérification : **08/02/2024**

**Opérateur**  
**Guy Briand**  
**Cadre de laboratoire**

Signature :

**Vérificateur**  
**Christophe Atencia**  
**Responsable du laboratoire**

Signature :



## ANALYSE GRANULOMETRIQUE

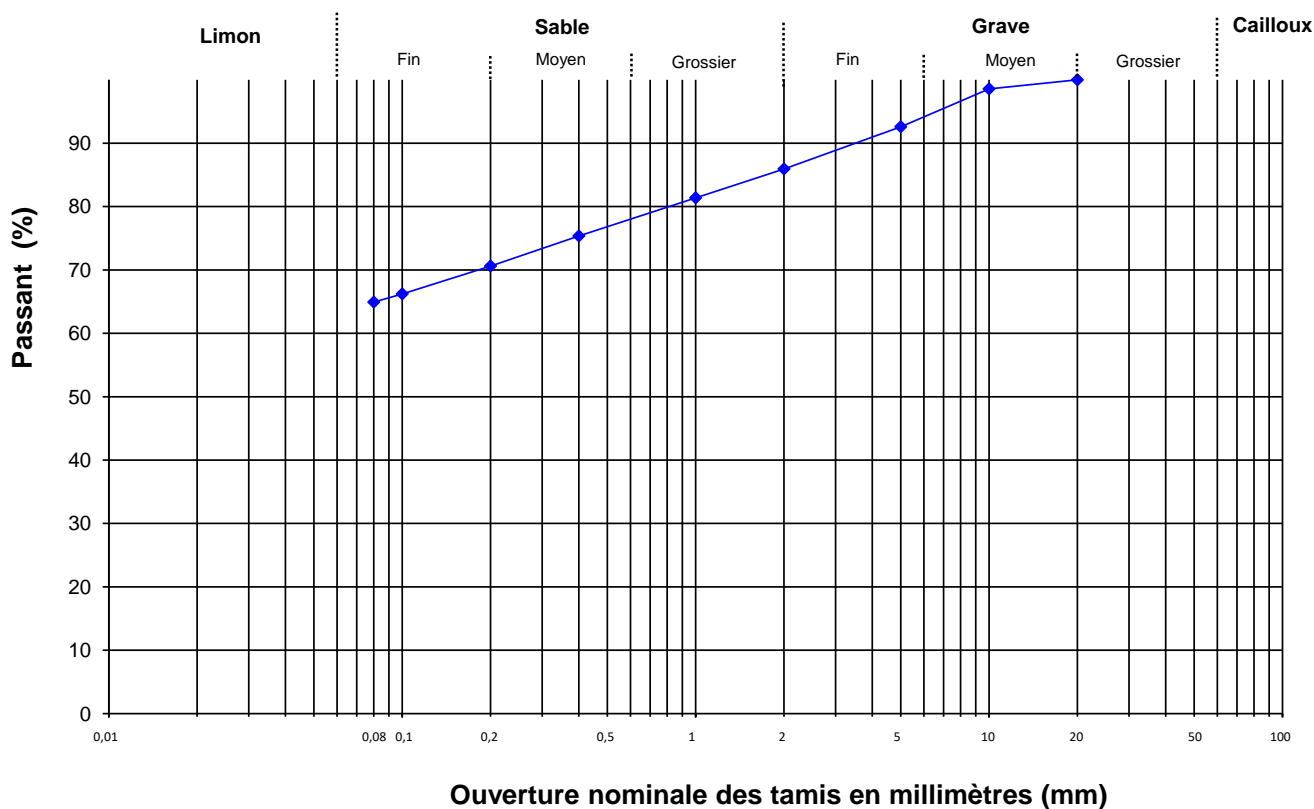
Méthode par tamisage à sec

Essai conforme aux normes NF P 94-056

Echantillon n°	Date de prélèvement	13 novembre 2023	Température d'etuvage	105,0 °C
Sondage n° <b>SP4</b>	Mode de prélèvement	Tarière Ø 63 mm	Diamètre nominal dm	10 mm
Profondeur (m) <b>1,50/1,90</b>	Date du début de l'essai	25 janvier 2024	Masse de tamisat nécessaire	800 g
Nature du matériau	<b>Marne beige à petits grains calcaires</b>		Masse sèche utilisée	406 g
Observations	—		Diamètre maximal dmax	15 mm

Ø tamis (mm) :	100	80	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08				
Passant (%) :							100,0	98,6	92,6	85,9	81,4	75,4	70,6	66,2	64,9				

### COURBE GRANULOMETRIQUE



Date de vérification : 08/02/2024

**Opérateur**  
**Guy Briand**  
**Cadre de laboratoire**

Signature :

**Vérificateur**  
**Christophe Atencia**  
**Responsable du laboratoire**

Signature :

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE

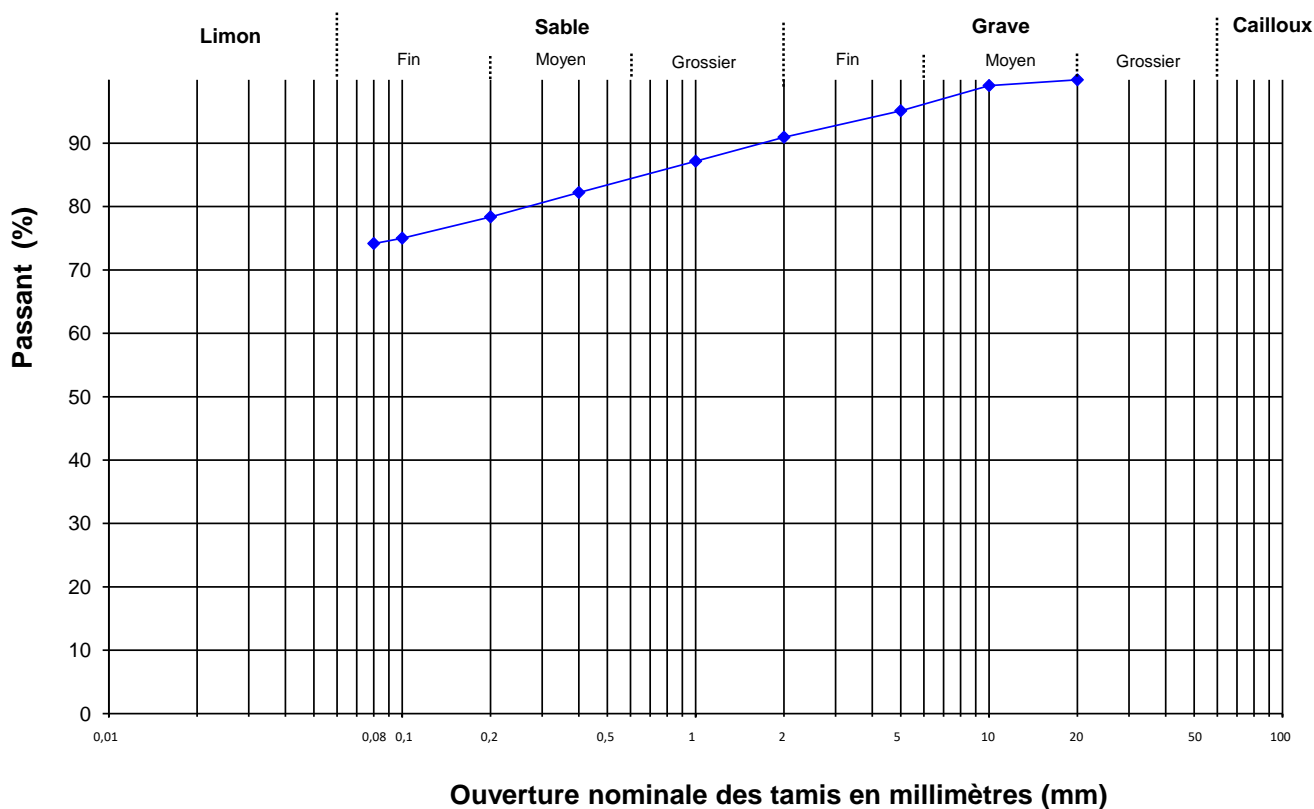
Méthode par tamisage à sec

Essai conforme aux normes NF P 94-056

Echantillon n°	Date de prélèvement	14 novembre 2023	Température d'etuvage	105,0 °C	
Sondage n°	SP5	Mode de prélèvement	Tarière Ø 63 mm	Diamètre nominal dm	10 mm
Profondeur (m)	1,10/15,00	Date du début de l'essai	25 janvier 2024	Masse de tamisat nécessaire	800 g
Nature du matériau	Marne crayeuse beige-blanchâtre à grains calcaires			Masse sèche utilisée	509 g
Observations	—			Diamètre maximal dmax	13 mm

Ø tamis (mm) :	100	80	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08				
Passant (%) :							100,0	99,1	95,1	90,9	87,1	82,2	78,4	75,0	74,2				

### COURBE GRANULOMETRIQUE



Date de vérification : **08/02/2024**

**Opérateur**  
**Guy Briand**  
**Cadre de laboratoire**

Signature :

*[Signature of Guy Briand]*

**Vérificateur**  
**Christophe Atencia**  
**Responsable du laboratoire**

Signature :

*[Signature of Christophe Atencia]*

## LIMITES D'ATTERBERG

### Méthode au Cône

Essai conforme aux norme NF P 94-052-1 et NF P 94-051

Echantillon n°	:		Date de prélèvement	:	<b>7 novembre 2023</b>
Sondage n°	:	<b>SP1</b>	Mode de prélèvement	:	<b>Tarière Ø 63 mm</b>
Profondeur	:	<b>1,80/2,60</b>	Date d'essai	:	<b>24 janvier 2024</b>
Nature du matériau	:	<b>Argile panachée grise, brun-beige et orangée, carbonatée avec quelques grains calcaires</b>			
Observation	:	—			

Température d'étuvage : **105,0 °C**

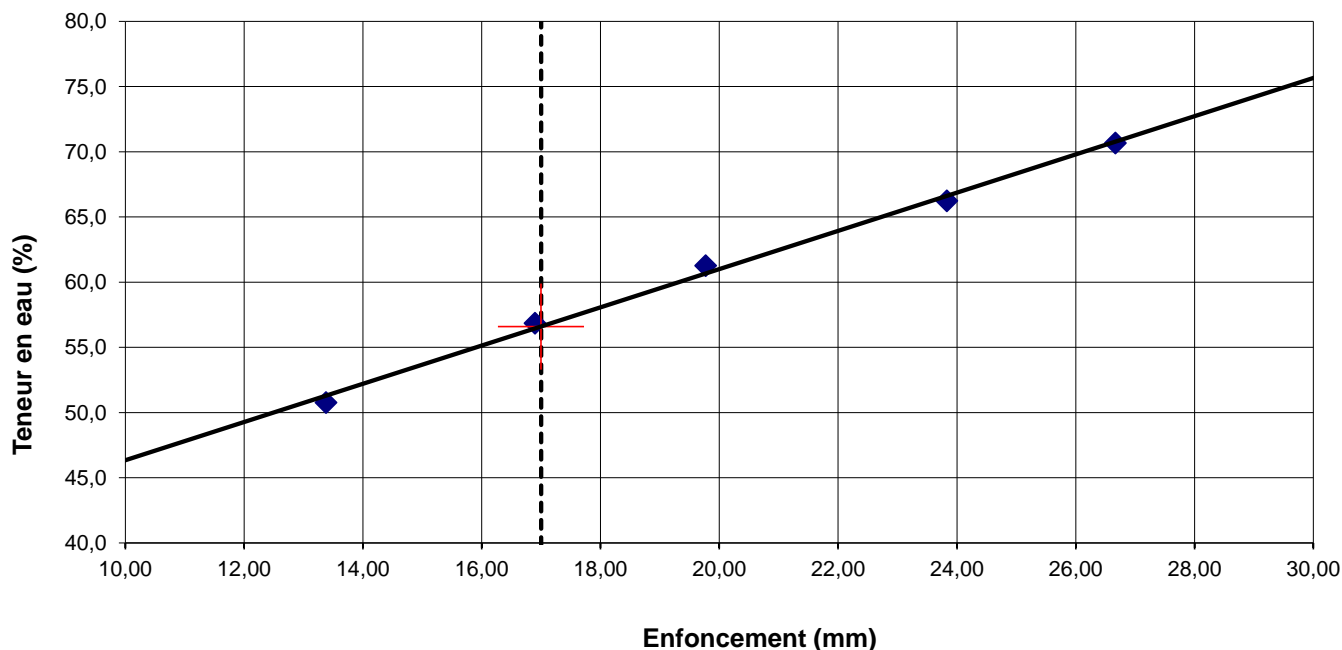
Teneur en eau Naturelle : **28,2 %**

Passant à 0,400 mm : **94,5 %**

Mesure n°	LIMITE DE LIQUIDITE					LIMITE DE PLASTICITE		
	1	2	3	4	5	1	2	
Enfoncement (mm)	26,67	23,83	19,77	16,90	13,38			
Teneur en eau (%)	70,7	66,2	61,3	56,9	50,8	22,4	22,4	

LIMITE DE LIQUIDITE	$W_L$	<b>57</b>
LIMITE DE PLASTICITE	$W_P$	<b>22</b>

INDICE DE PLASTICITE	IP	<b>35</b>
----------------------	----	-----------





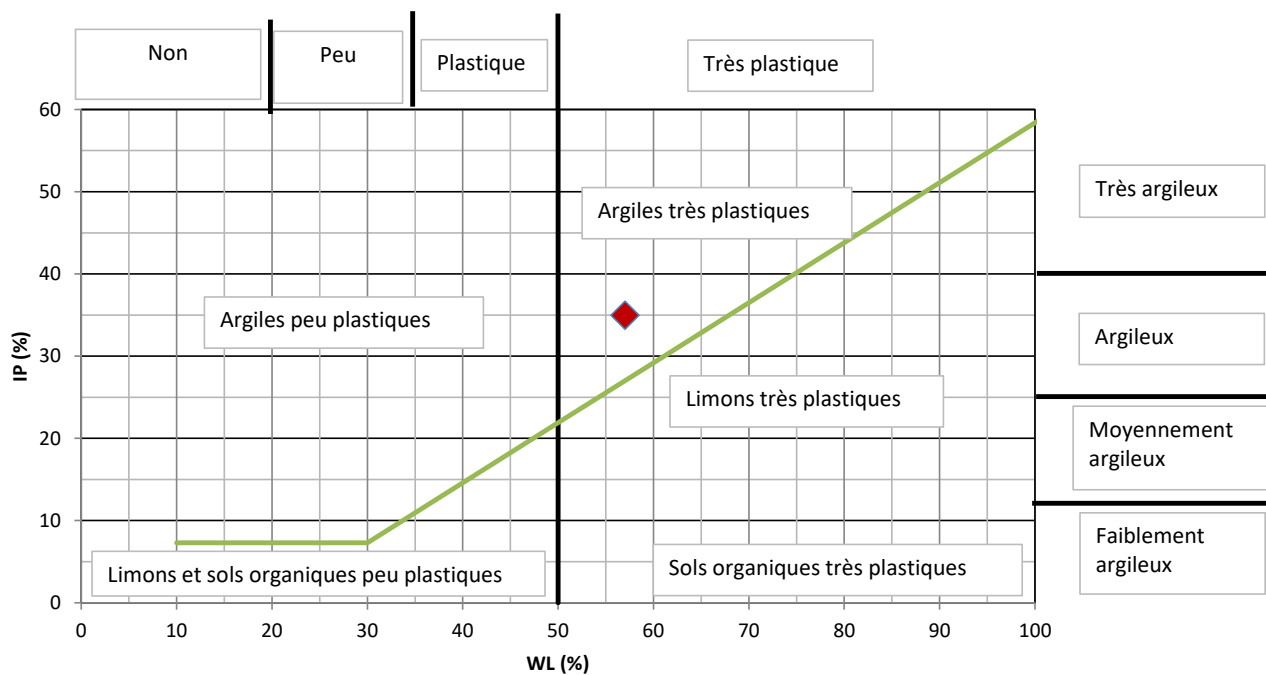
## LIMITES D'ATTERBERG

Méthode au Cône

Essai conforme aux normes NF P 94-052-1 et NF P 94-051

Echantillon n°	:		Date de prélèvement	:	<b>7 novembre 2023</b>
Sondage n°	:	<b>SP1</b>	Mode de prélèvement	:	<b>Tarière Ø 63 mm</b>
Profondeur	:	<b>1,80/2,60</b>	Date d'essai	:	<b>24 janvier 2024</b>
Nature du matériau	:	<b>Argile panachée grise, brun-beige et orangée, carbonatée avec quelques grains calcaires</b>			
Observation	:	—			

Diagramme de Casagrande



◆ Echantillon

INDICE DE CONSISTANCE

IC

**0,82**

IC : 0 0.25 0.5 0.75 1 →

Consistance : Liquide Pâteuse Molle Ferme Très ferme Dure

Date de vérification : **08/02/2024**

**Opérateur**  
**Guy Briand**  
Cadre de laboratoire

**Vérificateur**  
**Christophe Atencia**  
Responsable du laboratoire

Signature :

Signature :

## LIMITES D'ATTERBERG

### Méthode au Cône

Essai conforme aux norme NF P 94-052-1 et NF P 94-051

Echantillon n°	:		Date de prélèvement	:	<b>7 novembre 2023</b>
Sondage n°	:	<b>SP3</b>	Mode de prélèvement	:	<b>Tarière Ø 63 mm</b>
Profondeur	:	<b>1,50/3,50</b>	Date d'essai	:	<b>24 janvier 2024</b>
Nature du matériau	:	<b>Marne beige à petits grains calcaires</b>			
Observation	:	—			

Température d'étuvage : **105,0 °C**

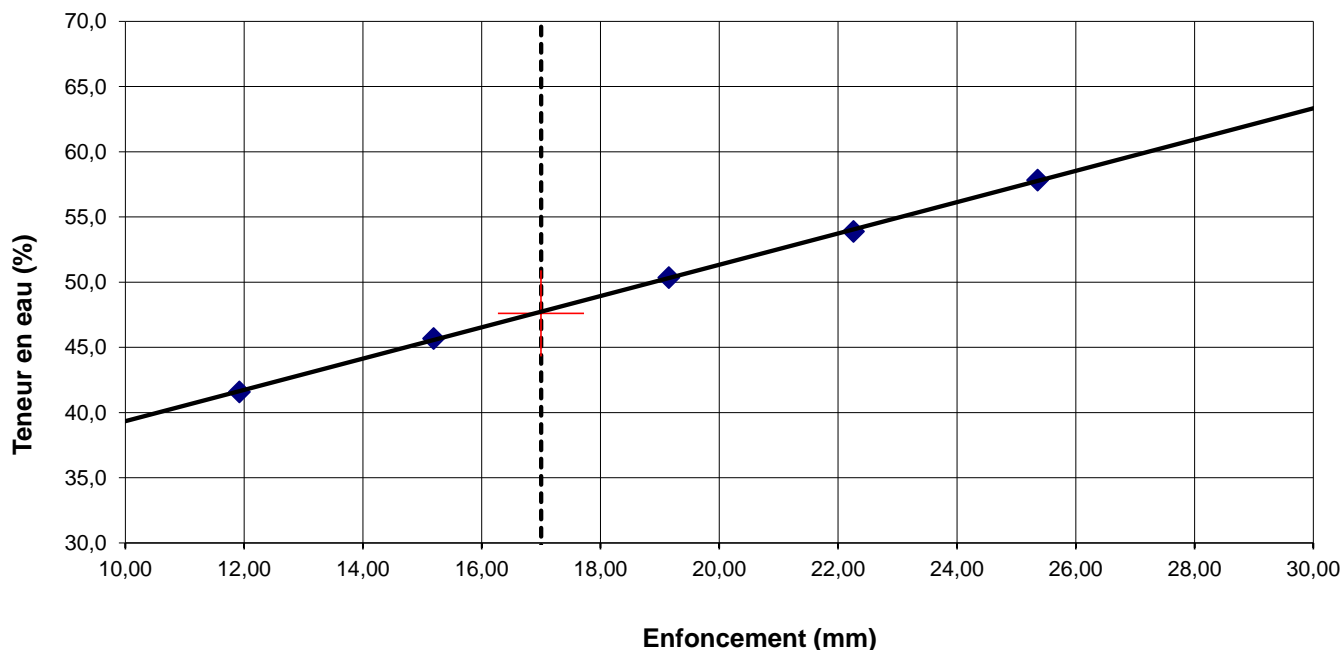
Teneur en eau Naturelle : **21,8 %**

Passant à 0,400 mm : **99,2 %**

	LIMITE DE LIQUIDITE					LIMITE DE PLASTICITE		
Mesure n°	1	2	3	4	5	1	2	
Enfoncement (mm)	25,36	22,26	19,15	15,19	11,92			
Teneur en eau (%)	57,8	53,9	50,4	45,7	41,6	17,4	17,4	

LIMITE DE LIQUIDITE	$W_L$	<b>48</b>
LIMITE DE PLASTICITE	$W_P$	<b>17</b>

INDICE DE PLASTICITE	IP	<b>31</b>
----------------------	----	-----------



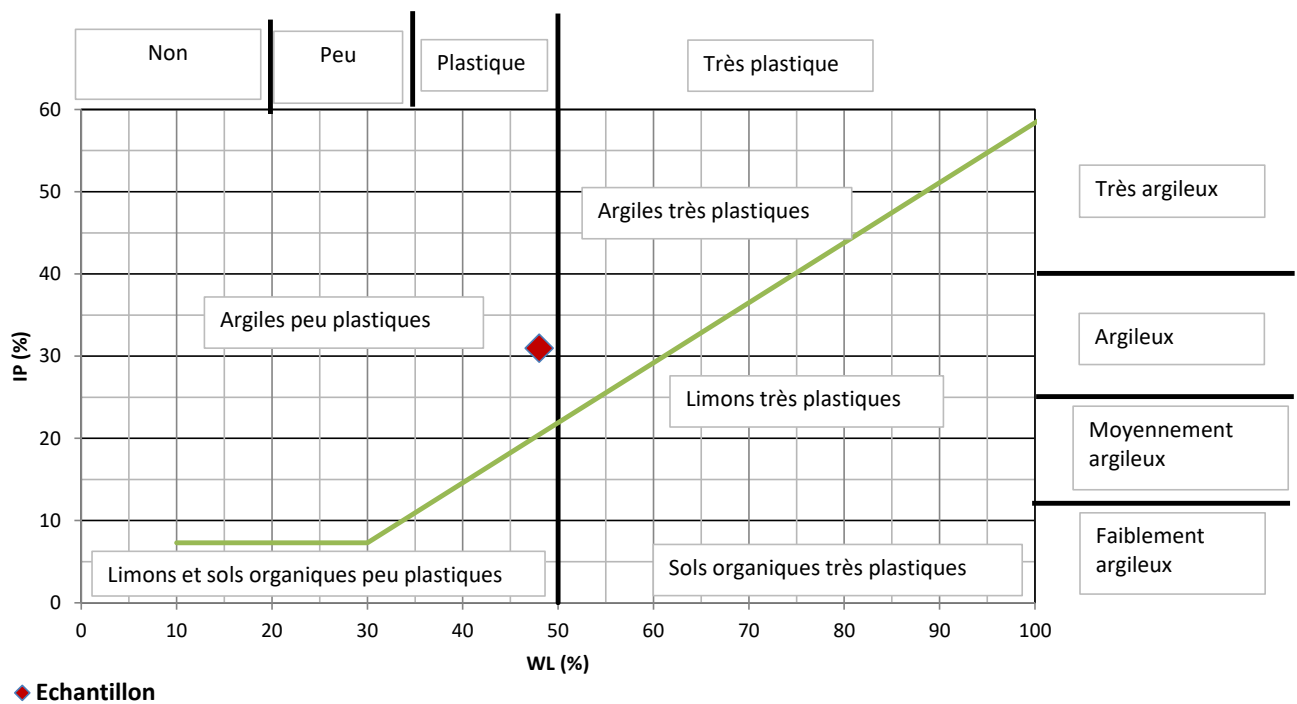
## LIMITES D'ATTERBERG

Méthode au Cône

Essai conforme aux normes NF P 94-052-1 et NF P 94-051

Echantillon n°	:		Date de prélèvement	:	<b>7 novembre 2023</b>
Sondage n°	:	<b>SP3</b>	Mode de prélèvement	:	<b>Tarière Ø 63 mm</b>
Profondeur	:	<b>1,50/3,50</b>	Date d'essai	:	<b>24 janvier 2024</b>
Nature du matériau	:	<b>Marne beige à petits grains calcaires</b>			
Observation	:	—			

Diagramme de Casagrande



INDICE DE CONSISTANCE

IC

**0,84**

IC : 0 0.25 0.5 0.75 1 →

Consistance : Liquide Pâteuse Molle Ferme Très ferme Dure

Date de vérification : **08/02/2024**

**Opérateur**  
**Guy Briand**  
Cadre de laboratoire

**Vérificateur**  
**Christophe Atencia**  
Responsable du laboratoire

Signature :

Signature :



## LIMITES D'ATTERBERG

### Méthode au Cône

Essai conforme aux norme NF P 94-052-1 et NF P 94-051

Echantillon n°	:		Date de prélèvement	:	<b>10 novembre 2023</b>
Sondage n°	:	<b>SP4</b>	Mode de prélèvement	:	<b>Tarière Ø 63 mm</b>
Profondeur	:	<b>1,50/1,90</b>	Date d'essai	:	<b>24 janvier 2024</b>
Nature du matériau	:	<b>Marne beige à petits grains calcaires</b>			
Observation	:	—			

Température d'étuvage : **105,0 °C**

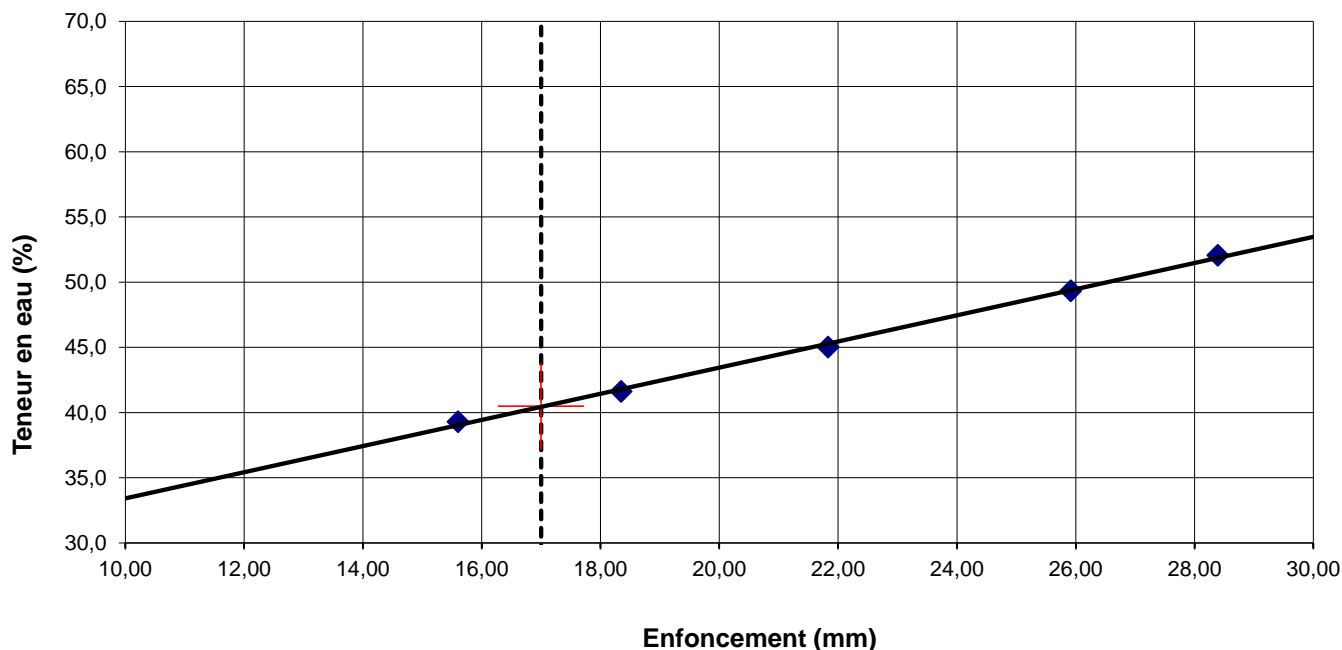
Teneur en eau Naturelle : **18,9 %**

Passant à 0,400 mm : **75,4 %**

Mesure n°	LIMITE DE LIQUIDITE					LIMITE DE PLASTICITE		
	1	2	3	4	5	1	2	
Enfoncement (mm)	28,40	25,92	21,83	18,35	15,60			
Teneur en eau (%)	52,1	49,3	45,0	41,6	39,3	17,8	17,9	

LIMITE DE LIQUIDITE	$W_L$	<b>41</b>
LIMITE DE PLASTICITE	$W_P$	<b>18</b>

INDICE DE PLASTICITE	IP	<b>23</b>
----------------------	----	-----------



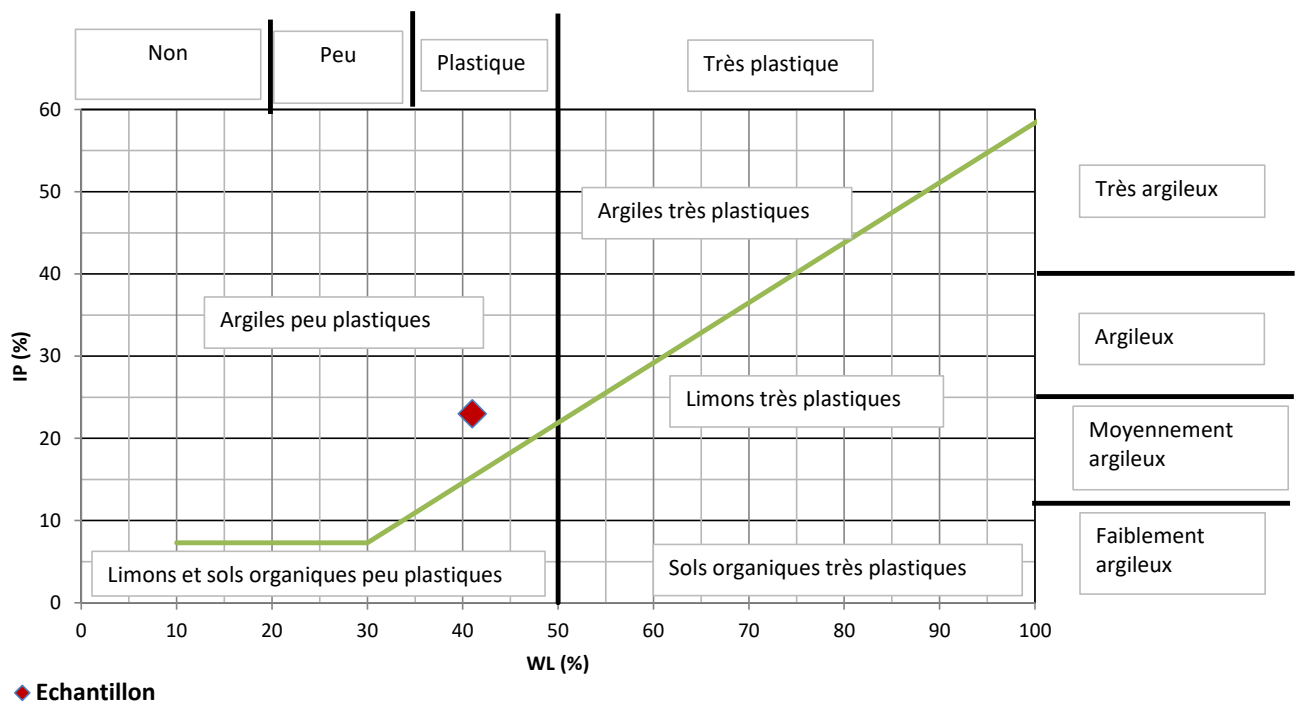
## LIMITES D'ATTERBERG

Méthode au Cône

Essai conforme aux normes NF P 94-052-1 et NF P 94-051

Echantillon n°	:		Date de prélèvement	:	<b>10 novembre 2023</b>
Sondage n°	:	<b>SP4</b>	Mode de prélèvement	:	<b>Tarière Ø 63 mm</b>
Profondeur	:	<b>1,50/1,90</b>	Date d'essai	:	<b>24 janvier 2024</b>
Nature du matériau	:	<b>Marne beige à petits grains calcaires</b>			
Observation	:	—			

Diagramme de Casagrande



INDICE DE CONSISTANCE

IC

**0,96**

IC : 0 0.25 0.5 0.75 1 →

Consistance : Liquide Pâteuse Molle Ferme Très ferme Dure

Date de vérification : **08/02/2024**

**Opérateur**  
**Guy Briand**  
Cadre de laboratoire

**Vérificateur**  
**Christophe Atencia**  
Responsable du laboratoire

Signature :

Signature :

**Christophe Atencia**  
Responsable du laboratoire

## ESSAI DE GONFLEMENT

Méthode de l'essai à déformation nulle

Echantillon n°	:		Date de prélèvement	:	<b>nc</b>
Sondage n°	:	<b>SC1</b>	Mode de prélèvement	:	<b>anneau oedo</b>
Profondeur (m)	:	<b>2/3 (2,5/2,6)</b>	Date d'essai	:	<b>1 février 2024</b>
Nature du matériau	:	<b>Craie blanchâtre marneuse avec des nodules calcaires</b>			
Observation	:	—			

### Mesures :

Teneur en eau initiale	Wi =	15,2	%
Teneur en eau finale	Wf =	22,1	%
Masse volumique sèche	$\rho_d =$	1,70	g/cm <sup>3</sup>

### Résultats :

**Pression de Gonflement à Déformation nulle = 0,006 MPa**

**Opérateur**  
**Guy Briand**  
**Cadre de laboratoire**

Signature :



**Date de vérification :** **08/02/2024**

**Vérificateur**  
**Christophe Atencia**  
**Responsable du laboratoire**

Signature :





## CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE STRUCTUREO

### 1. GENERALITES

Les présentes Conditions générales de vente s'appliquent à toutes les prestations de la société Structureo / Stonevox, sauf conditions particulières spécifiées dans ses offres. Le service de Structureo / Stonevox France comprend exclusivement les prestations spécifiées dans ses offres. Toutes les ventes conclues par Structureo / Stonevox sont soumises exclusivement à la loi française.

### 2. VALIDITE DES OFFRES

Sauf stipulation contraire, les offres de Structureo / Stonevox sont valables pendant les trois mois qui suivent leur établissement.

Si lors de précédentes commandes, le client s'est soustrait à l'une de ses obligations (retard de règlement par ex.), un refus de vente pourra lui être opposé, à moins que ce client ne fournisse des garanties bancaires satisfaisantes ou un paiement comptant.

: Conformément à la législation française (décrets 2001-97 du 1er février 2001 [dit "décret CMR"] et 2003-1254 du 23 décembre 2003 ainsi que les articles R 231-56 et suivants et R 231-54 et suivants du Code du Travail), le client doit communiquer à Structureo / Stonevox la liste des agents CMR (Cancérogènes, Mutagènes et toxiques pour la Reproduction) et autres agents chimiques dangereux susceptibles de se dégager des éléments à tester ou diagnostiquer au cours de la mission. Au vu des éléments fournis, Structureo / Stonevox se réserve la possibilité de modifier son offre ou de refuser la commande pour raison de sécurité.

### 3. GARANTIES BANCAIRES

À tout moment, Structureo / Stonevox se réserve le droit de demander au client toute caution ou garantie bancaire nécessaire. La charge financière en est supportée par le client sans que celui-ci puisse s'en prévaloir pour prétendre à modification du prix de la prestation.

### 4. CONTRAT DE PRESTATION

Structureo / Stonevox n'est tenue par ses offres qu'après réception, d'une part des présentes conditions générales de vente signées par le client, et d'autre part de son offre contresignée par le client ou d'une commande du client portant acceptation de l'offre. Cet accord peut faire l'objet d'un accusé de réception de commande de la part de Structureo / Stonevox. Ces documents constituent le contrat qui lie le client et Structureo / Stonevox. Aucune modification des termes du contrat n'est recevable, sauf délivrance d'un accord écrit par Structureo / Stonevox.

Le client s'engage à fournir toutes informations écrites ainsi que les plans, produits, éléments ou toutes autres fournitures nécessaires à la réalisation des travaux projetés, ainsi qu'à remplir tout questionnaire que pourrait lui envoyer Structureo / Stonevox. Il se conformera aux délais de fourniture stipulés dans le contrat. Structureo / Stonevox ne saurait être responsable pour toute erreur ou manquement dans ces pièces fournies par le client. Le client s'engage à informer immédiatement Structureo / Stonevox de tout retard pouvant affecter la fourniture de ces pièces.

À tout moment, Structureo / Stonevox peut subordonner l'exécution d'une prestation ou la délivrance d'un document au paiement préalable du prix total de la prestation, ou d'une provision dont elle fixe le montant, lorsque le client est débiteur de sommes déjà échues ou lorsqu'il ne présente pas les garanties financières suffisantes lui permettant de régler les factures dues à leur échéance.

Le client s'engage à notifier immédiatement à Structureo / Stonevox tout changement dans ses coordonnées (adresses, téléphone...).

### 5. PRIX ET CONDITIONS DE REALISATION DES PRESTATIONS

Les prix figurant dans le contrat s'entendent hors taxes. Tous droits et taxes applicables à ces prix sont facturés en sus, en application des règles fiscales européennes en vigueur. Les prestations de Structureo / Stonevox sont exclusivement limitées à celles décrites dans le contrat. Le client accepte implicitement que toute modification résultant de son propre fait (qu'elle ait des conséquences sur les documents, produits ou matériaux à fournir par Structureo / Stonevox, l'ordonnement du planning des travaux, etc...) lui soit facturée en supplément.

Toutes formalités et frais de dédouanement éventuels sont à la charge du client.

Tous frais de banque liés à des paiements en devise étrangère ainsi que tous autres frais liés aux paiements effectués par le client, sont à la charge du client.

Le contrat de prestation prend effet à la date de la réception de l'acompte éventuel précisé dans l'offre.

Autorisations et garantie : Si nécessaire, le client déclare et garantit avoir obtenu de la part du tiers concerné les autorisations nécessaires permettant l'intervention de Structureo / Stonevox. Le client garantit Structureo / Stonevox contre toute réclamation ou action judiciaire qui pourrait être diligentée par un tiers qui n'aurait pas donné les autorisations suscitées.

### 6. REVISION DE PRIX

Les prix des prestations de Structureo / Stonevox sont révisibles tous les 6 mois suivant la formule (hors mentions spécifiques dans l'offre) :  $P = P_0 \times [0,9 (I / I_0) + 0,1]$ , avec  $P$  = prix révisé,  $P_0$  = prix initial,  $I$  = indice Syntec à la date de révision,  $I_0$  = indice Syntec à la commande.

### 7. REPORT, DESISTEMENT OU ANNULATION DU FAIT DU CLIENT

Si, du fait du client, un retard compromet le plan de réalisation des travaux ou le plan de charge de Structureo / Stonevox, cette dernière reportera la date de la prestation à sa convenance.

La rémunération de Structureo / Stonevox et les frais associés sont fixés en considération des éléments d'information fournis par le client. Si, au cours du déroulement de la mission, ces éléments se révèlent incomplets ou inexacts et qu'il en résulte des modifications du programme de prestation de Structureo / Stonevox, un avenant peut être réclamé portant sur les conditions de sa rémunération et les délais d'achèvement de sa mission. Le délai final sera augmenté du temps nécessaire à la rédaction de la nouvelle offre et à l'obtention de l'accord du client.

En cas de report ou d'annulation du fait du client de la date d'intervention convenue, l'indemnité minimum de dédit suivante pourra être facturée, sans pouvoir être inférieure aux sommes engagées par Structureo / Stonevox :

- Jusqu'à 25 % du montant de la commande si le report ou l'annulation intervient entre le 7<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> jour précédant la date prévue pour le début des prestations ;
- Jusqu'à 50 % du montant de la commande si celle-ci est reportée ou annulée moins de 7 jours avant.

### 8. REPORT, ANNULATION, DESISTEMENT DU FAIT DE STRUCTUREO / STONEVOX

Aucun retard d'exécution dont l'origine serait indépendante de la volonté de Structureo / Stonevox ne pourra donner lieu à un versement de dommages et intérêts, ni justifier l'annulation d'une commande.

Structureo / Stonevox s'engage à tout mettre en œuvre pour satisfaire ses obligations, sans que sa responsabilité puisse être mise en cause, notamment du fait de l'inexécution totale ou partielle de sa prestation, ou du retard pris dans ses engagements en cas de force majeure ou d'événements tels que guerres, grèves, troubles politiques, incendie, séisme, inondation, épidémies, accident dans les installations, bris de machine, interruptions ou perturbations dans les transports et les communications, retards dans les approvisionnements ou toute autre cause amenant un chômage partiel ou total, tant pour lui-même que pour ses fournisseurs. Le cas échéant, Structureo / Stonevox tiendra le client informé des difficultés d'exploitation résultant des circonstances énoncées ci-dessus en temps opportun.

Les pénalités de retard ne pourront s'appliquer que dans la stricte limite des pénalités prévues et ne pourront excéder 1 % de la rémunération de Structureo / Stonevox pour l'étude ou la partie d'étude concernée par semaine de retard, moyennant une franchise d'une semaine, et avec un maximum de 5 % de pénalité totale.

### 9. RESULTATS DES PRESTATIONS

Sauf disposition contraire, la reproduction par le client des documents éventuels établis par Structureo / Stonevox n'est autorisée qu'à condition qu'ils soient reproduits dans leur intégralité. La mention « duplicata » doit être portée de façon apparente sur chaque page du document reproduit.

Sauf dispositions particulières, il n'appartient pas à Structureo / Stonevox de s'assurer que les conclusions ou avis qu'il formule dans ses comptes rendus soient suivis d'effet par le client, ni de prendre ou de faire prendre les mesures nécessaires pour la suppression de déficiences qu'il aurait signalées dans le cadre de ses prestations.

Structureo / Stonevox se réserve le droit d'utiliser les résultats des prestations à des fins scientifiques lors d'échanges nationaux ou internationaux, ou en vue de publications d'intérêt général. L'usage de ces résultats se fait de façon anonyme. Sauf refus explicite sur cet aspect consigné par le client sur le bon de commande, son accord est considéré comme acquis.

Les prestations d'études n'incluent pas la fourniture des codes-source, ni des circuits des diagrammes, ni des composants.

### 10. CONFIDENTIALITE

L'ensemble du personnel de Structureo / Stonevox est soumis contractuellement au secret professionnel. Structureo / Stonevox assure la protection des renseignements concernant l'ensemble de ses prestations. Toutefois, il ne pourrait être tenu pour responsable de la divulgation de ces renseignements si ceux-ci étaient du domaine public, s'il en avait déjà connaissance, ou s'il les avait obtenus régulièrement d'autres sources.

### 11. PAIEMENT

Les factures sont adressées à l'(aux) entité(s) qui commande(nt) la prestation. Sauf dispositions contraires précisées dans l'offre de service, elles sont payables comptant, net, sans escompte, exclusivement par chèque bancaire ou virement bancaire à l'ordre de Structureo / Stonevox : à réception de facture pour le 1<sup>er</sup> terme ; à 30 jours fin de mois de date de facture pour les autres termes.

L'obligation de payer les factures émises par Structureo / Stonevox est inconditionnelle ; le paiement ne peut en être différé en raison d'une divergence sur les points de vue techniques exprimés par Structureo / Stonevox ou d'un différend, quel qu'il soit.

L'absence du paiement huit jours après une mise en demeure par lettre recommandée entraîne la suspension immédiate de tous les travaux en cours. Cette suspension ne réduit pas la créance de Structureo / Stonevox que celui-ci peut réclamer par toute voie de droit. Conformément à l'article L.441-6 du code du commerce, des pénalités de retard sont dues à défaut de règlement le jour suivant la date de paiement figurant sur la facture. Le taux d'intérêt de ces pénalités de retard est de trois fois le taux d'intérêt légal de l'année d'échéance de la facture.

### 12. NON-RESPECT DES CLAUSES

Par simple notification écrite, chaque partie peut mettre immédiatement fin à ses engagements dans le cas d'inobservation caractérisée par l'autre partie d'une des clauses énumérées dans les présentes conditions générales de vente.

### 13. RESPONSABILITES

Quelles que soient les circonstances, la responsabilité de Structureo / Stonevox ne saurait être engagée au-delà des montants de garantie précisés dans le contrat d'assurance professionnelle GLOBAL INGENIERIE, n°H10170F7302000 / 001 567317 souscrit auprès de SMABTP (fourni sur demande). Toute extension de garantie souhaitée par le client doit être demandée avant la signature de la commande et fera l'objet d'une révision de l'offre financière. Cette clause s'applique également pour les dégâts qui pourraient être occasionnés par le personnel de Structureo / Stonevox, directement ou indirectement, dans les locaux du client.

Sauf dispositions contraires, la responsabilité de Structureo / Stonevox ne saurait être engagée si les ouvrages dont il a réalisé tout ou partie de l'étude sont utilisés dans des conditions qui diffèrent de celles définies lors de la commande, ni pour un retard de livraison des documents concluant sa mission.

Le personnel de Structureo / Stonevox n'assume en aucune façon et à aucun moment la garde des ouvrages objet de la prestation, et des engins ou installations mis à disposition par le client.

### 14. LITIGES

Pour toutes les contestations relatives aux prestations réalisées par Structureo / Stonevox et à l'application ou à l'interprétation des présentes conditions générales de vente, seul sera compétent le tribunal de commerce d'Evry (Essonne), même en cas de référé, de demande incidente, d'appel en garantie ou de pluralité des défendeurs. Ces conditions générales de vente ont été établies en français.

### 15. PUBLICITE - USAGE DU LOGO STRUCTUREO / STONEVOX

Il ne peut être fait état - vis-à-vis de tiers ou à titre publicitaire - ni de la prestation de Structureo / Stonevox ni de l'utilisation de ses logotypes, sans avoir recueilli au préalable l'autorisation écrite de Structureo / Stonevox sur le principe et la définition de ladite communication.

### 16. SANTE - SECURITE - ENVIRONNEMENT

Avant de commencer toute activité, les personnes (client, sous-traitant du client ou invités du client) amenées à travailler sur le site de Structureo / Stonevox se conformeront aux exigences du site. En particulier elles prendront connaissance des "Consignes générales de travail" qui régiront leur séjour sur le site.

Lorsque la prestation comporte une intervention hors des locaux de Structureo / Stonevox, le client doit en garantir l'accès et le travail en toute sécurité.

Les frais résultants de la mise en œuvre des moyens d'accès (nacelle, etc.) au site d'intervention sont à la charge du client.

## CLASSIFICATION ET ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : 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

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES) : Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC) : Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

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

### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

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

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

Phase Projet (PRO) : Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

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

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

Tableau 2 (suite) – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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