

# METEOFRANCE




# METEO FRANCE

---

## REMPLACEMENT D'UN PYLONE DE MESURES METEOROLOGIQUES PIC DU SOUM COUY – LÉES-ATHAS (64)

---

### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION MISSION G2-AVP

		<b>SOCIETE ALPINE DE GEOTECHNIQUE</b> 2, rue de la Condamine – B.P. 17 - 38610 GIERES ☎ 04.76.44.75.72				
n°RP	Ind.	Date	Commentaires	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
S64-14026	A	28/01/2025	Etablissement du rapport	N. GABORIT / A. BEL	G. DUCASSE	L. LORIER
	B					
	C					
	D					

# SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION .....	4
2.	CONTEXTE GENERAL .....	6
2.1.	DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET .....	6
2.2.	CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	7
2.3.	CONTEXTES HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	8
2.4.	CONTEXTE SISMIQUE.....	8
2.5.	RISQUES NATURELS .....	9
3.	PROJET .....	10
3.1.	DESCRIPTION DU PROJET .....	10
3.2.	ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE DU PROJET .....	10
4.	RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES.....	11
4.1.	OBSERVATIONS DE TERRAIN .....	11
4.2.	ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE LEGER (PANDA) .....	14
4.2.1.	Déroulement des sondages.....	14
4.2.2.	Résultats des sondages .....	14
4.3.	FOUILLE MANUELLE DE RECONNAISSANCE DE FONDATION.....	15
5.	SYNTHESE GEOTECHNIQUE .....	16
6.	DEFINITION ET PREDIMENSIONNEMENT GEOTECHNIQUE D'UN SYSTEME DE FONDATION....	17
6.1.	DESCENTES DE CHARGES DU PROJET .....	17
6.2.	CONTRAINTES DU PROJET.....	17
6.3.	CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL.....	17
6.4.	COTE HORS GEL .....	18
6.5.	CHOIX DU MODE DE FONDATION – SANS DEPLACEMENT DU PYLONE .....	18
6.5.1.	SOLUTION A – Solution de fondation superficielle.....	18
6.5.2.	SOLUTION B – Solution de fondation profonde.....	19
6.6.	CHOIX DU MODE DE FONDATION – AVEC DEPLACEMENT DU PYLONE .....	19
6.6.1.	SOLUTION C – Solution de semelle ancrée au rocher .....	19
6.7.	PREDIMENSIONNEMENTS DES SOLUTIONS DE FONDATIONS .....	20
6.7.1.	Prédimensionnement SOLUTION A – Fondations superficielles.....	20
6.7.1.1.	Assise de la fondation superficielle .....	20
6.7.1.2.	Contrainte admissible .....	21
6.7.1.3.	Résultats du prédimensionnement et tassements attendus .....	21
6.7.2.	Prédimensionnement SOLUTION B – Fondations profondes .....	21
6.7.2.1.	Géométrie des fondations.....	21
6.7.2.2.	Ancrages des fondations .....	21
6.7.2.3.	Résultats du prédimensionnement.....	22
6.7.3.	Prédimensionnement SOLUTION C – Semelle ancrée.....	22
7.	PRECONISATIONS TECHNIQUES.....	24
7.1.	PRECONISATIONS SPECIFIQUES A LA FONDATION SUPERFICIELLE ( <i>SOLUTION A</i> ) .....	24
7.1.1.	Terrassements .....	24
7.1.2.	Réalisation de la fondation superficielle.....	24
7.2.	PRECONISATIONS SPECIFIQUES AUX FONDATIONS PROFONDES ( <i>SOLUTIONS B ET C</i> ).....	24
7.2.1.	Terrassements .....	24
7.2.2.	Réalisation des fondations profondes .....	24
7.3.	PRECONISATIONS POUR LE DRAINAGE .....	25
7.4.	ESSAIS ET CONTROLES.....	25
8.	CONCLUSION .....	26

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Extrait de la carte IGN .....	6
Figure 2 – Extrait de la vue aérienne .....	6
Figure 3 – Extrait de la vue aérienne (zoom sur la zone d'étude) .....	7
Figure 4 – Extrait de la carte géologique du BRGM .....	8
Figure 5 – Vue en perspective axonométrique du pylône de mesures météorologiques. ....	10
Figure 6 – Extrait du PV de la fouille de reconnaissance F1 .....	15
Figure 7 – Schéma de principe de la solution A de fondation superficielle (en lieu et place du pylône existant) .....	18
Figure 8 – Schéma de principe de la solution B de fondation profonde (en lieu et place du pylône existant) .....	19
Figure 9 – Schéma de principe de la solution C de semelle ancrée (nouvel emplacement pylône sur rocher calcaire) ...	20
Figure 10 – Résultats du prédimensionnement de la solution C de semelle ancrée .....	23

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Plan d'implantation des sondages et des observations
Annexe 2 : Coupes géotechniques
Annexe 3 : PV des sondages
Annexe 4 : Résultats des calculs de prédimensionnement
Annexe 5 : Classification des missions géotechniques selon la NF P 94-500
Annexe 6 : Conditions générales de vente et d'utilisation de la SAGE

# 1. INTRODUCTION

## Client/demandeur :

### **MÉTÉOFRANCE**

42, Avenue Gaspard Coriolis  
31100 TOULOUSE

## Objet :

Dans le cadre du projet de remplacement du pylône de mesures météorologiques, au lieu-dit du Soum Couy, Météo-France a missionné la SAGE pour réaliser une étude géotechnique relative aux fondations de ce projet situé sur la commune de LÉES-ATHAS (64).

Cette étude a pour objectifs de :

- définir les contextes géotechnique et hydrogéologique du site sur la base des investigations géotechniques réalisées et des observations de terrain ;
- fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de constructions envisageables (*terrassements, soutènements, pente et talus, fondations, ...*), ainsi qu'une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique ;
- définir les premiers principes de préconisations techniques pour la réalisation des travaux.

En revanche, les aspects suivants ne font pas partie de notre mission :

- le diagnostic géotechnique et structurel du pylône existant ;
- l'impact sur les réseaux éventuels présents sur le site.

Il s'agit d'une mission de type **G2-AVP** selon la classification de l'Union Syndicale Géotechnique (Annexe 5 : Classification des missions géotechniques selon la NF P 94-500).

## Intervenants pour la conception du projet :

Maître d'ouvrage	<b>MÉTÉOFRANCE</b>
Bureau d'étude structure	<b>A.G.I - ADOUR GARONNE INGENIERIE</b>

## Lexique - abréviations

TA = cote du terrain actuel

TN = cote du terrain naturel

TF = cote du terrain fini après aménagement

ELS = état limite de service (terme Eurocodes)

ELU = état limite ultime (terme Eurocodes)

## **Documents consultés :**

- Banques de données générales :
  - Carte IGN du secteur étudié au 1/25 000ème,
  - Carte géologique du BRGM (feuille de LARRAU et LARUNS-SOMPORT, n°1068 et 1069) au 1/50 000ème,
  - Photographies aériennes de l'IGN : [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr),
  - Base de données géoscientifiques web du BRGM : <http://infoterre.brgm.fr>,
  - Base de données des risques sur le territoire : <http://www.georisques.gouv.fr>,
- Documents relatifs au projet :

Docs	Désignation	Origine	Référence	Date
[1]	Expression de besoin pour une étude géotechnique	MÉTÉOFRANCE	/	15/11/2024
[2]	Descentes de charges	ADOUR GARONNE INGENIERIE	Affaire : 24-07-020 AGI-EXE-DDC-SER-001-0	17/09/2024

- Référentiels normatifs et guides :

Désignation	Référence
Eurocodes 7 – Calcul géotechnique	NF EN 1997
Eurocodes 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes	NF EN 1998
Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles	NF P 94-261 de juin 2013 et son avenant A1 de février 2017

## **Conditions d'utilisation du rapport et annexes associées**

Cette étude est la propriété du client : **MeteoFrance**. Elle ne peut être ni reproduite ni diffusée en dehors du consentement de ce dernier. Le rapport et ses annexes sont indissociables.

Nos conditions d'utilisation du rapport sont rappelées en Annexe 6. En particulier :

- Ce document doit être transmis à l'ensemble des intervenants du projet. Toute modification apportée au projet ou à son environnement (aménagements de proximité, terrassements...) après l'étude nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission pour étudier son impact.
- L'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension.
- Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution et non détectés lors de la mission d'origine (failles, remblais anciens, karsts, venues d'eau, hétérogénéités localisées...), ainsi que tout incident survenu au cours des travaux (éboulements, glissement...), pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport géotechnique G2 ou G3, doivent immédiatement être signalés aux bureaux d'études géotechniques en charge du suivi géotechnique des travaux (missions G3 et G4) afin qu'ils en analysent les conséquences sur les conditions d'exécution et la conception de l'ouvrage.



## 2. CONTEXTE GENERAL

### 2.1. Description du site et du projet

La zone d'étude (*parcelle n°145 section D*) est localisée sur le versant nord-ouest du pic du Soum-Couy, à proximité du télésiège TSF du panoramique, situé sur la commune de LÉES-ATHAS. Le pylône actuel se trouve à une altitude de 2140 m NGF. D'après les documents transmis, le pylône a pour coordonnées (latitude ; longitude) : 42,961667° ; - 0,721333°. La topographie est globalement pentée de 15° vers le nord-ouest dans le secteur d'étude, et relativement plane au droit du pylône de mesure météorologiques.

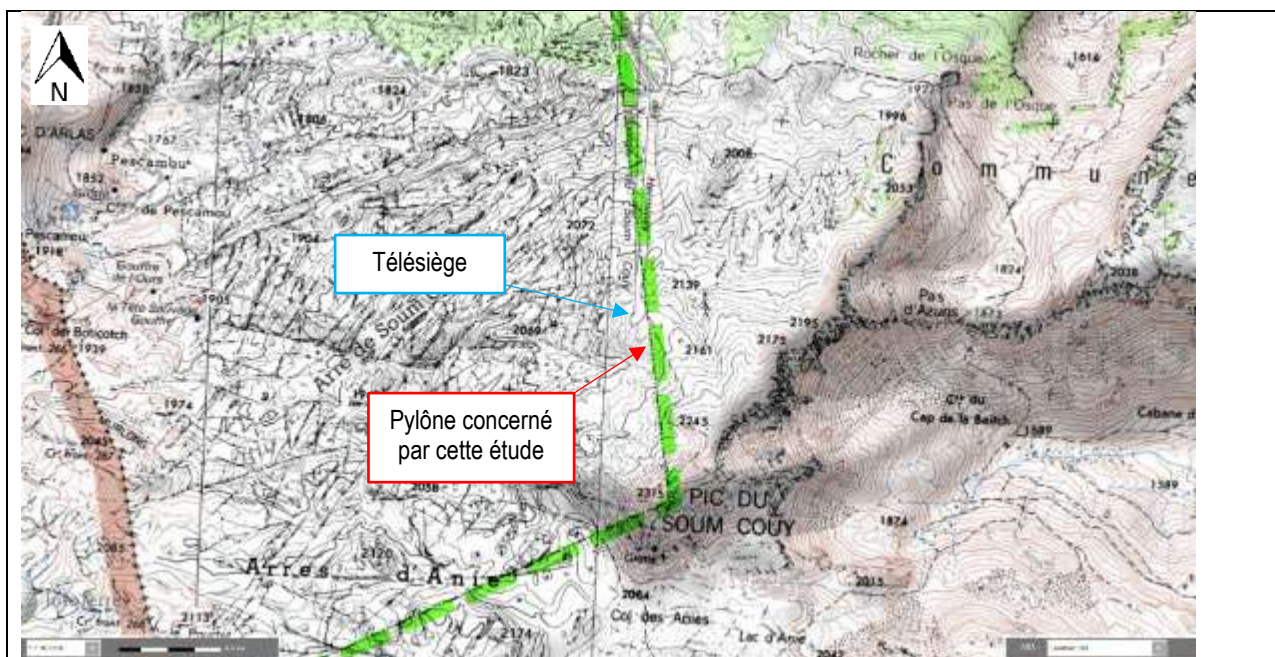


Figure 1 – Extrait de la carte IGN

Source – [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

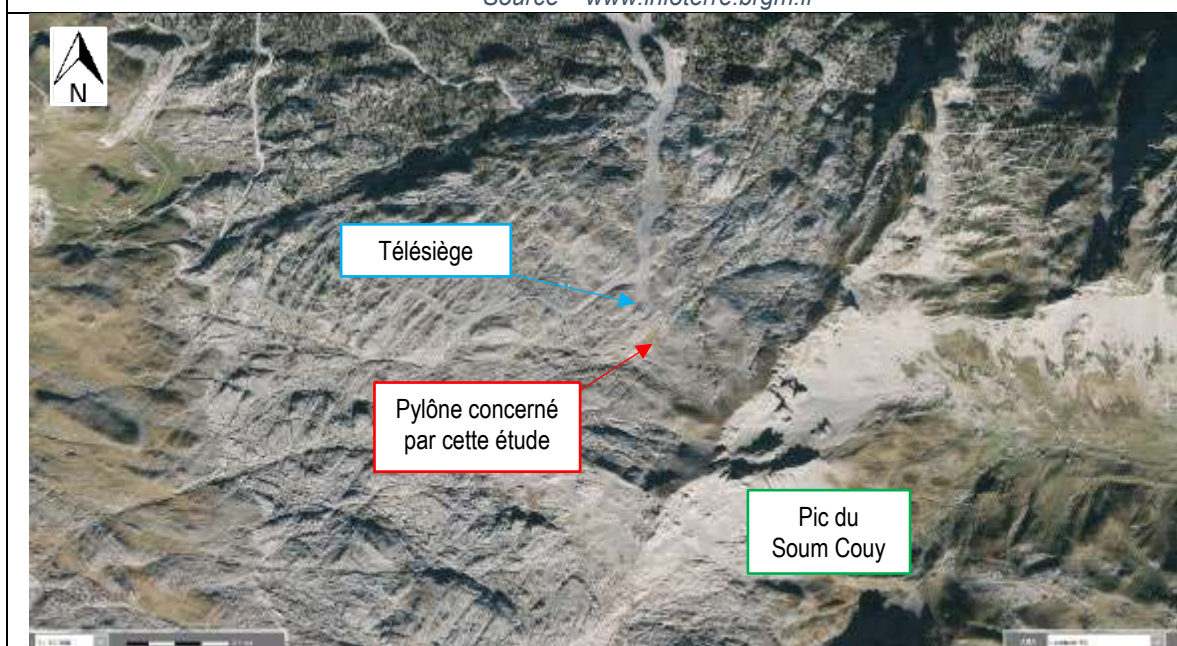
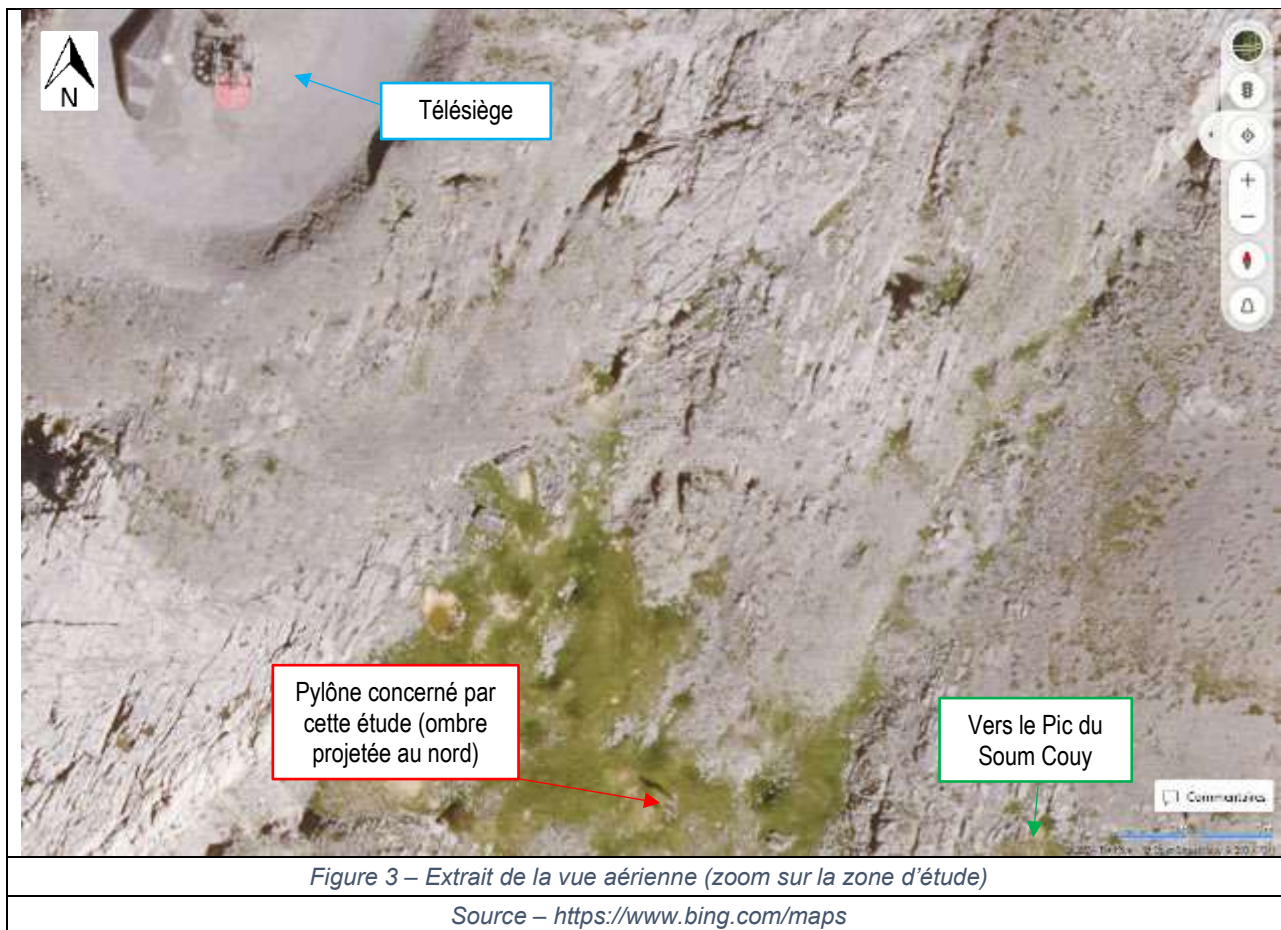


Figure 2 – Extrait de la vue aérienne

Source – [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)



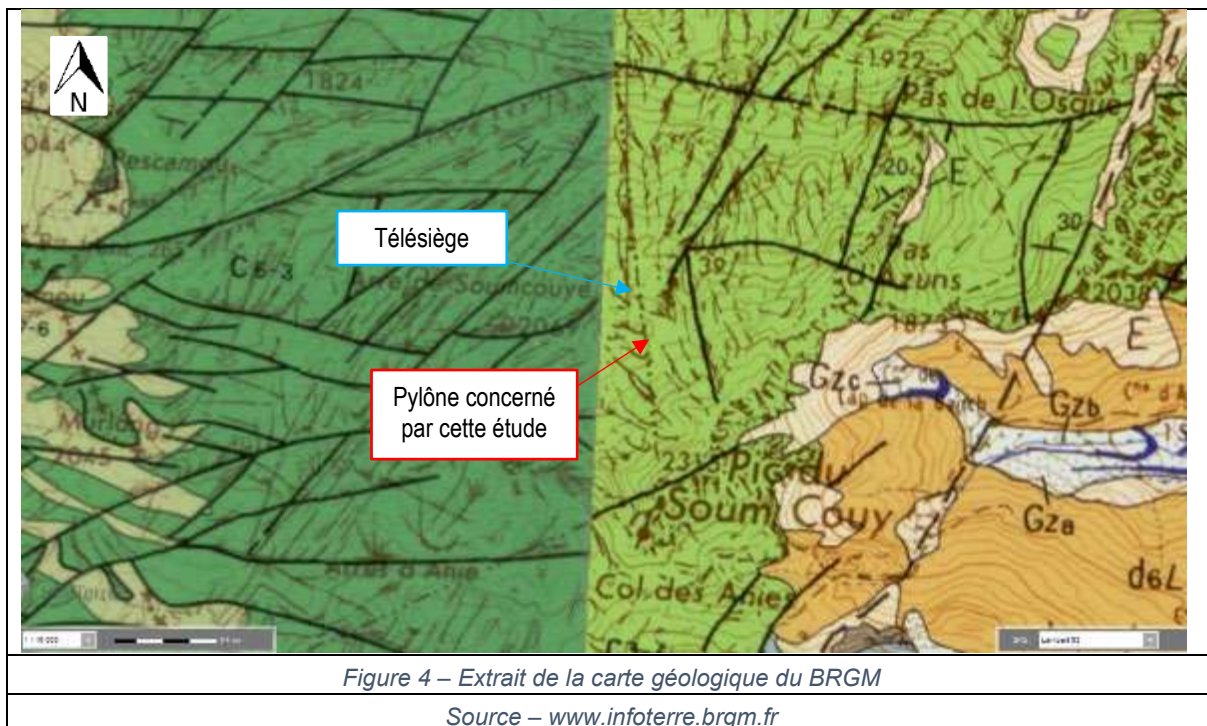
## 2.2. Contexte géologique

D'après les extraits des cartes géologiques du BRGM au 1/50000<sup>ème</sup> de LARRAU et LARUNS-SOMPORT, les terrains au droit de la zone d'étude sont constitués de :

- Calcaires des "cañons" en couverture et à foraminifères (Lacazines) vers les sommets (*Mésozoïque : Coniacien – Santonien ou Campanien à Turonien*), notés **c3-4 ou c6-3** ;
- Pélites, calcaires et grès de la série du pic Lariste au sud de la zone d'étude (*Paléozoïque : Frasnien*), notés **d6L**
- Éboulis actuels ou récents, cônes d'éboulis ou d'avalanches (Cénozoïque - Quaternaire) notés **E**.

**NB :** Les environs de la zone d'étude sont fortement accidentés par de nombreuses failles et plis. Par ailleurs, cette **formation calcaire abrite de nombreux réseaux karstiques**.





### 2.3. Contextes hydrologique et hydrogéologique

Aucun élément hydrologique n'est à signaler à proximité de la zone d'étude.

### 2.4. Contexte sismique

Au sens de l'Eurocode 8, la zone d'étude est située en zone 4 (*sismicité moyenne*).

On considère les hypothèses suivantes :

- un paramètre de sol S de 1,0 (avec une classe de sol de type A, voir « Chapitre 5 – Synthèse géotechnique »),
- un coefficient  $\alpha = 0,13$  ( $= (\gamma_i \cdot a_{gr} \cdot \tau) / g$ )  
avec :
  - $\gamma_i = 0,8$  (ouvrage de classe I) (**à valider par le MOA**),
  - $a_{gr} = 1,6$  (sismicité moyenne, niveau 4),
  - coefficient topographique  $\tau = 1,0$  (terrain plat au droit du pylône),
  - $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

On obtient donc, d'après l'Eurocode 8 – 5, pour l'étude des fondations de la structure, avec un facteur  $r = 1$ , les coefficients horizontaux et verticaux suivants :

$$k_h = \alpha \cdot (S/r) = 0,130$$

$$k_v = \pm 0,5 \ k_h = \pm 0,065$$



## 2.5. Risques naturels

Une recherche bibliographique sur les bases de données publiques permet de retenir les informations suivantes sur la zone d'étude :

Type de risque	Réf doc / organisme	Informations au droit de la zone d'étude
Affaissement/effondrement de cavités	Banque de données nationale (BRGM)	<b>Non-concerné</b> Absence de cavité dans un rayon de 500 m (ou non recensé). <i>Quelques cavités ont été recensé au sud de la zone d'étude à plus de 500m.</i>
Tassements de terrain provoqués par les alternances de sécheresse et de réhydratation des sols	Cartographie du BRGM : exposition aux retrait-gonflements des sols argileux	<b>Non concerné au droit de la zone d'étude</b> Aléa faible
Glissements de terrain	Géorisques.gouv.fr	<b>Non-concerné</b> Existant sur la commune
Chutes de pierres et éboulements	Géorisques.gouv.fr	<b>Non-concerné au droit de la zone d'étude</b> Zone plane dégagée
Avalanches	Géorisques.gouv.fr	<b>Concerné au droit de la zone d'étude</b> Existant sur la commune
Inondation	Géorisques.gouv.fr	<b>Non-concerné au droit de la zone d'étude</b>
Sismique	Géorisques.gouv.fr	Zone 4 (moyenne)
Potentiel radon	Carte de l'IRSN du potentiel radon des formations géologiques	<b>Concerné</b> Potentiel de catégorie 3 (aléa fort)

Pour rappel, bien qu'aucune cavité n'a été recensée au droit de la zone d'étude ou dans un rayon de 500 m, la formation des calcaires des « cañons » est propice à la formation de réseaux karstiques et à des dolines.

### 3. PROJET

### 3.1. Description du projet

Le projet porté par Météo-France consiste à remplacer un pylône de mesures météorologiques en haute montagne sur le site du pic de Soum Couy, de la commune de LÉES-ATHAS.

D'après les documents transmis par Météo-France, le nouveau modèle de pylône fabriqué par la société AMP (Atelier de Maintenance du Plateau) devrait être ancré sur ce site, idéalement en remplacement du pylône existant.

Le pylône étudié présente une hauteur de 6,0 m avec une plateforme d'une largeur d'environ 1,6 m x 1,6 m sur environ 2 m surmontant un poteau de 0,64 m de diamètre d'environ 4 m de haut.

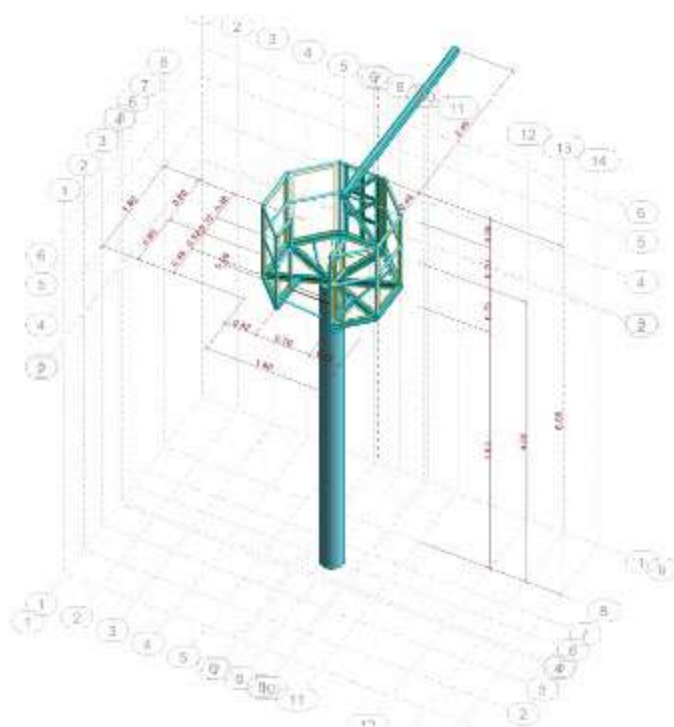


Figure 5 – Vue en perspective axonométrique du pylône de mesures météorologiques.

Source – AGI [2]

NB : Aucun autre plan ne nous ont été transmis dans le cadre de cette étude.

### 3.2. Zone d'Influence Géotechnique du projet

Définition de la ZIG selon la NF P 94-500 : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement du terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages environnants).

La Zone d'Influence Géotechnique de l'étude comprend le pylône de mesures météorologiques ainsi que la parcelle d'étude (D-145), les éventuels réseaux existants ainsi que ses environs proches (*terrains situés à l'amont et à l'aval de la zone d'étude*).

## 4. RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES

Dans ce cadre de ce projet, il a été mené le 5 décembre 2024, les investigations suivantes :

- des observations de terrain,
- 1 fouille de reconnaissances de fondation manuelle, notée F1,
- 10 sondages au pénétromètre dynamique léger (PANDA) jusqu'au refus mécanique, notés PDA1 à PDA9 (*sondage n°5 doublé*), en périphérie du pylône existant.

Un plan d'implantation de ces reconnaissances est joint en annexe N°1.

### 4.1. Observations de terrain

Les observations suivantes, reportées sur la vue en plan jointe en annexe N°1, ont pu être réalisées au cours de cette visite :

- La zone investiguée est légèrement pentée (*inférieure à 10°/hor*) vers le nord au niveau du pylône étudié. La topographie est assez irrégulière aux alentours de la zone d'étude avec notamment quelques zones en dépression. Au regard du contexte géologique du site, il pourrait s'agir de dolines ce qui signifieraient la présence de karsts plus ou moins importants.
- Le jour de l'intervention, la zone d'étude était enneigée (*environ 5 à 10 cm de neige*), limitant les observations. Une végétation rase à hautes herbes est perceptible à quelques endroits, également présente lors des photos prises et transmises par Météo-France de la même zone d'étude.
- Lors de notre visite, aucun signe d'instabilité n'a été observé dans le site étudié, que ce soit en amont ou en aval immédiat de l'emprise du projet.
- Quelques affleurements et blocs calcaires sont observables aux alentours de la zone d'étude. Les blocs sont de tailles variables allant jusqu'au mètre.
- On note la présence de dépression dans

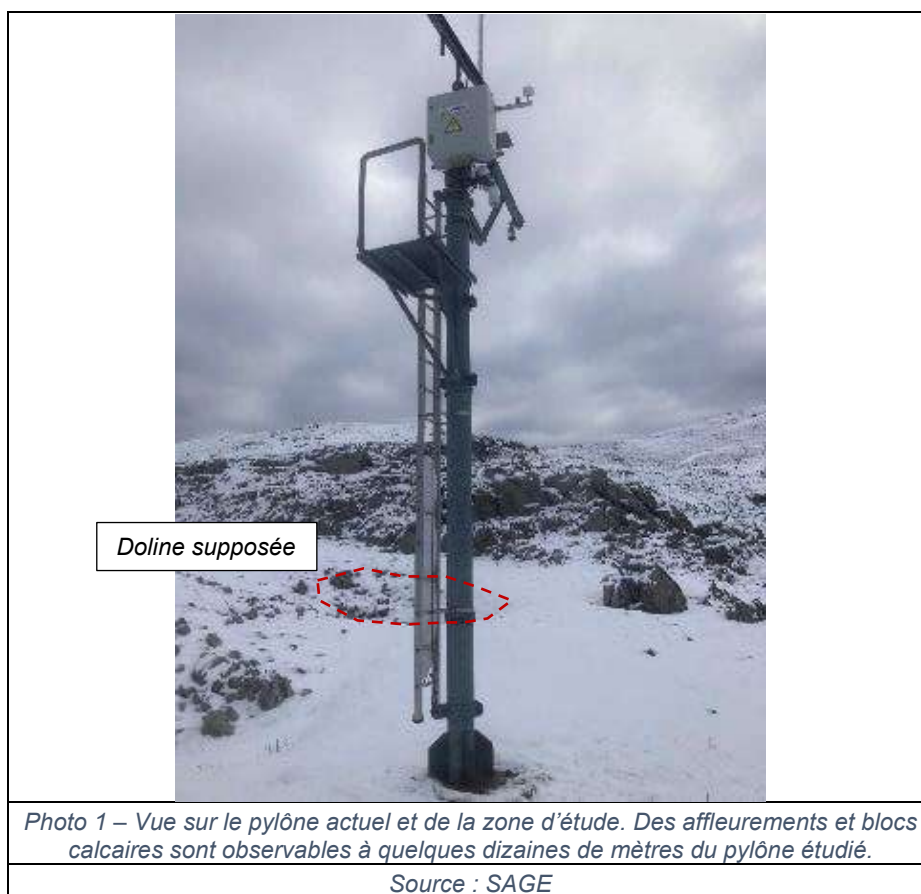
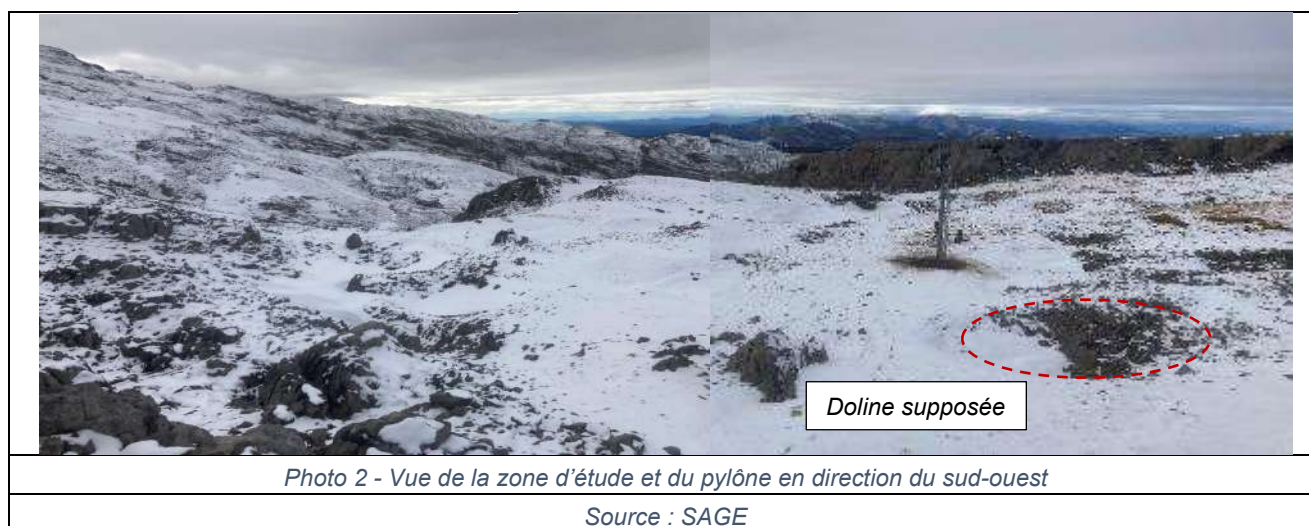


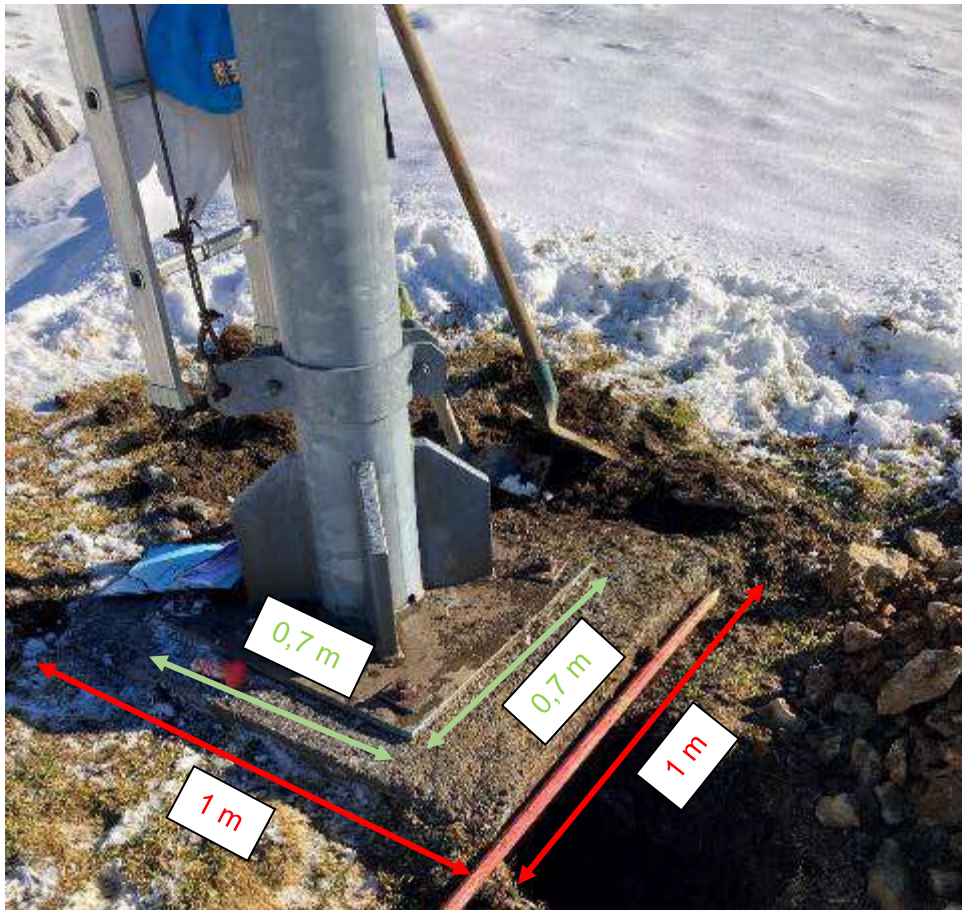
Photo 1 – Vue sur le pylône actuel et de la zone d'étude. Des affleurements et blocs calcaires sont observables à quelques dizaines de mètres du pylône étudié.

Source : SAGE



Le pylône repose sur une dalle béton de 1 x 1 m, fixé à l'aide d'une platine métallique de 0,7 x 0,7 m d'épaisseur 20 mm, reliés par 4 goujons de diamètre 22 mm avec un entraxe de 0,56 m.





*Photo 4 – Plaque d'appui du pylône de mesures météorologiques*

*Source : SAGE*

Remarque : Bien qu'hors de notre domaine de compétence, nous avons pu observer des désordres structurels au niveau de l'embase métallique du pylône.



*Photo 5 – Désordres structurels observés sur le pylône actuel.*

*Source : SAGE*

## 4.2. Essais au pénétromètre dynamique léger (PANDA)

### 4.2.1. Déroulement des sondages

Le 5 décembre 2024, la SAGE a réalisé 10 sondages au pénétromètre dynamique léger sur cordes, notés PA1 à PDA9 (PDA5 étant doublé). Ces sondages ont été menés en périphérie du pylône actuel.

L'implantation ainsi que les PV des sondages sont fournis en annexe.

### 4.2.2. Résultats des sondages

Les sondages pénétrométriques ont été menés jusqu'à :

	PDA1	PDA2	PDA3	PDA4	PDA5	PDA5bis	PDA6	PDA7	PDA8	PDA9
Profondeur d'arrêt	1,01 m/TA	0,31 m/TA	0,88 m/TA	0,28 m/TA	0,33 m/TA	0,60 m/TA	0,84 m/TA	1,09 m/TA	1,22 m/TA	0,68 m/TA
Critère d'arrêt	Refus (qd > 30 MPa)									

Ces investigations ont mis en évidence :

*Sondage PDA1* (sondage réalisé au fond de fouille F1, à -0,57m/TA) :

- De 0,57 à 1,01 m/TA :  $2 < q_d < 30$  MPa, moyenne = 10 MPa,
- Refus du sondage à 1,01 m/TA ( $q_d > 30$  MPa),

*Sondage PDA2* :

- De 0 à 0,25 m/TA :  $1 < q_d < 5$  MPa, moyenne = 3 MPa,
- De 0,25 à 0,31 m/TA :  $4 < q_d < 16$  MPa, moyenne = 9 MPa,
- Refus du sondage à 0,31 m/TA ( $q_d > 30$  MPa),

*Sondage PDA3* :

- De 0 à 0,25 m/TA :  $2 < q_d < 25$  MPa, moyenne = 4 MPa,
- De 0,25 à 0,88 m/TA :  $4 < q_d < 30$  MPa, moyenne = 12 MPa,
- Refus du sondage à 0,88 m/TA ( $q_d > 30$  MPa),

*Sondage PDA4* :

- De 0 à 0,1 m/TA :  $0,5 < q_d < 9$  MPa, moyenne = 2 MPa,
- De 0,1 à 0,28 m/TA :  $4 < q_d < 30$  MPa, moyenne = 9 MPa,
- Refus du sondage à 0,28 m/TA ( $q_d > 30$  MPa),

*Sondage PDA5* :

- De 0 à 0,12 m/TA :  $0,5 < q_d < 4$  MPa, moyenne = 2 MPa,
- De 0,12 à 0,33 m/TA :  $4 < q_d < 30$  MPa, moyenne = 10 MPa,
- Refus du sondage à 0,36 m/TA ( $q_d > 30$  MPa),

*Sondage PDA5bis* :

- De 0 à 0,1 m/TA :  $1 < q_d < 3$  MPa, moyenne = 2 MPa,
- De 0,1 à 0,6 m/TA :  $3 < q_d < 30$  MPa, moyenne = 9 MPa,
- Refus du sondage à 0,6 m/TA ( $q_d > 30$  MPa),

*Sondage PDA6* :

- De 0 à 0,22 m/TA :  $1 < q_d < 6$  MPa, moyenne = 2 MPa,
- De 0,22 à 0,84 m/TA :  $3 < q_d < 30$  MPa, moyenne = 8 MPa,
- Refus du sondage à 0,84 m/TA ( $q_d > 30$  MPa).

#### Sondage PDA7 :

- De 0 à 0,62 m/TA :  $0,5 < q_d < 16$  MPa, moyenne = 2 MPa,
- De 0,62 à 1,09 m/TA :  $3 < q_d < 30$  MPa, moyenne = 8 MPa,
- Refus du sondage à 1,09 m/TA ( $q_d > 30$  MPa).

#### Sondage PDA8 :

- De 0 à 0,5 m/TA :  $1 < q_d < 17$  MPa, moyenne = 2,5 MPa,
- De 0,5 à 1,22 m/TA :  $3 < q_d < 30$  MPa, moyenne = 10 MPa,
- Refus du sondage à 1,22 m/TA ( $q_d > 30$  MPa).

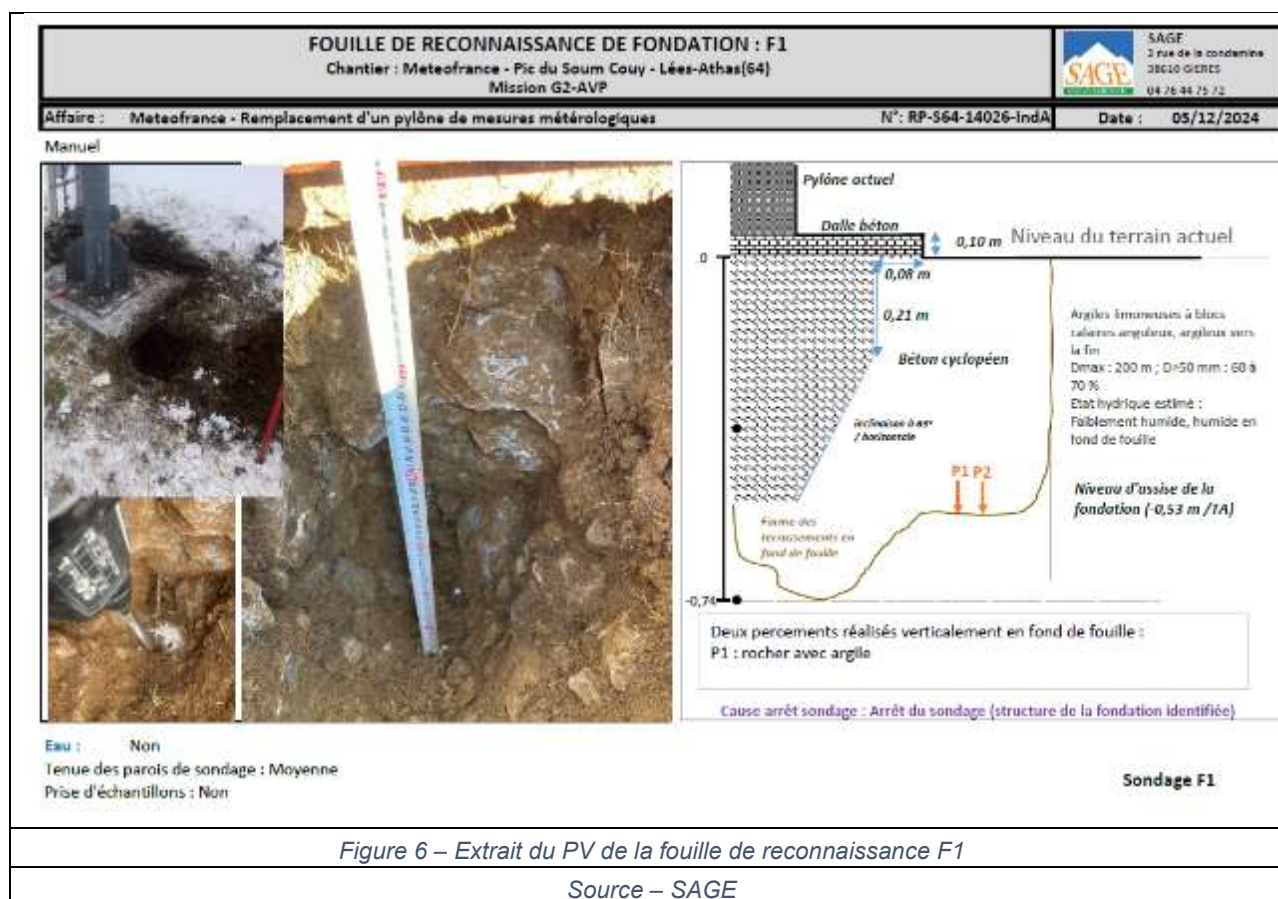
#### Sondage PDA9 :

- De 0 à 0,2 m/TA :  $1 < q_d < 10$  MPa, moyenne = 2 MPa,
- De 0,2 à 0,68 m/TA :  $3 < q_d < 29$  MPa, moyenne = 8 MPa,
- Refus du sondage à 0,68 m/TA ( $q_d > 30$  MPa).

Remarque : Aucune humidité significative des tiges n'a été observée lors de la réalisation des sondages (remontée du train de tiges post sondage).

### 4.3. Fouille manuelle de reconnaissance de fondation

Le 5 décembre 2024, une fouille manuelle de reconnaissance de fondation a été effectuée au droit du pylône afin de mettre à jour les fondations de l'ouvrage. Le sondage est détaillé ci-après :



Les reconnaissances n'ont pas recoupé de niveau d'eau des terrains que ce soit dans les terrains de surface ou en profondeur. Le fond de fouille est toutefois légèrement humide.

## 5. SYNTHESE GEOTECHNIQUE

Les reconnaissances géotechniques réalisées à ce jour au niveau de la zone d'étude permettent de mettre en évidence la structure géologique suivante :

	Horizon N°1a	Horizon N°1b	Horizon N°2
Nature	Terre végétale, radicules puis argiles limoneuses à blocs calcaires anguleux	Argiles limoneuses à blocs calcaires anguleux	Nature non-identifiée avec ces sondages ( <i>substratum calcaire +/- altéré ?</i> )
Épaisseur moyenne	0,3 m (prof. max 0,62 m/TA en PDA8)	0,5 m (prof. max 1,22 m/TA en PDA8)	Non-déterminée
Résistance de pointe moyenne	<b>2,5 MPa</b>	<b>9 MPa</b>	<b>&gt; 30 MPa</b>

### Remarques :

- Certains sondages s'arrêtent superficiellement (à 0,2 - 0,3 m/TA). L'hypothèse faite ici étant que ces sondages ont rencontré des blocs donnant un refus prématuré (qd > 30 MPa), ne correspondant pas au substratum rocheux (horizon n°2). De plus, les percements réalisés à -0,57m/TA, l'un à côté de l'autre, à partir de la fouille F1, montrent que localement le terrain est très hétérogène (un bloc a été identifié pour le premier percement, et des blocs et argiles ont été obtenus pour le second).
- Lors de notre intervention, aucun niveau d'eau et/ou humidité significative des terrains n'a été observé y compris dans les sondages.
- Pour rappel, bien qu'aucune cavité n'a été recensée au droit de la zone d'étude ou dans un rayon de 500 m, la formation des calcaires des « cañons » est propice à la formation de réseaux karstiques et à des dolines.

La synthèse géotechnique est illustrée sur les coupes géotechniques jointes en annexe N°2.



## 6. DEFINITION ET PREDIMENSIONNEMENT GEOTECHNIQUE D'UN SYSTEME DE FONDATION

Pour rappel, le projet consiste à remplacer le pylône de mesures météorologiques existant, y compris sa fondation en lieu et place par une nouvelle structure avec une nouvelle fondation.

### 6.1. Descentes de charges du projet

D'après le BET structure A.G.I, les descentes de charges combinées du pylône sont les suivantes :

Noeud/Cas/Mode	Nom du cas	FX [daN]	FY [daN]	FZ [daN]	MX [daNm]	MY [daNm]	MZ [daNm]
1/ ELS:CAR+/-	ELS:CAR+	1677	1621	1815	7205	7278	206
1/ ELS:CAR+/-	ELS:CAR-	-1677	-1621	-158	-7021	-7260	-206
1/ ELS:FRE+/-	ELS:FRE+	335	324	610	1496	1440	41
1/ ELS:FRE+/-	ELS:FRE-	-335	-324	328	-1325	-1440	-41
1/ ACC+/-	ACC+	875	803	754	4991	4700	382
1/ ACC+/-	ACC-	-875	-803	151	-4813	-4700	-382
1/ ACC:ACC+/-	ACC:ACC+	0	0	595	105	-0	-0
1/ ACC:ACC+/-	ACC:ACC-	0	0	452	85	-0	-0
1/ ACC:SEI+/-	ACC:SEI+	875	803	754	4991	4700	382
1/ ACC:SEI+/-	ACC:SEI-	-875	-803	151	-4813	-4700	-382
1/ FEU+/-	FEU+	335	324	753	1512	1440	41
1/ FEU+/-	FEU-	-335	-324	328	-1325	-1440	-41

Remarque : On note que les moments selon les axes X et Y sont très importants. Suite aux échanges avec le BE structure, les valeurs importantes sont dues aux efforts dus au vent.

### 6.2. Contraintes du projet

Le système de fondation du projet devra être en mesure de reprendre des descentes de charge. Il doit être conçu en prenant en compte les contraintes d'accès du site de haute montagne ce qui :

- nécessite des matériels adaptés aux travaux d'accès difficiles (*type pelle araignée, châssis léger équipé d'une glissière de forage, etc*) ;
- complexifie la réalisation de terrassements importants ;
- l'altitude élevée et l'accès au site particulièrement isolée nécessitant l'utilisation de moyens légers et l'hélicoptage du matériel (*pas d'accès possible pour des engins de chantier*), impactant également l'acheminement de béton sur site.

Au regard de ces contraintes, et à la demande du maître d'ouvrage, il sera nécessaire de trouver une solution permettant de limiter au maximum les quantités de béton employées.

### 6.3. Caractéristiques des couches de sol

La campagne de reconnaissances géotechniques et les observations de terrain ont montré que :

- la profondeur du rocher sain n'a pas été identifiée au droit du pylône existant jusqu'à 1,22 m/TA,
- le sol reste tout de même très compact (*résistance de pointe moyenne de 9 MPa au niveau de l'horizon 1b*) et est constitué de blocs calcaires dans une matrice argilo-limoneuse,
- des affleurements de rocher calcaire massifs sont observables à proximité du pylône existant.

#### 6.4. Cote hors gel

La profondeur minimale hors-gel à respecter devra être égale à - 1,00 m/niveau extérieur fini (zone d'étude située à environ 2150 m d'altitude).

Remarque : Pour les fondations qui seront ancrées au sein du substratum rocheux (*terrain insensible au gel/dégel*), ces profondeurs ne doivent pas obligatoirement être respectées.

#### 6.5. Choix du mode de fondation – Sans déplacement du pylône

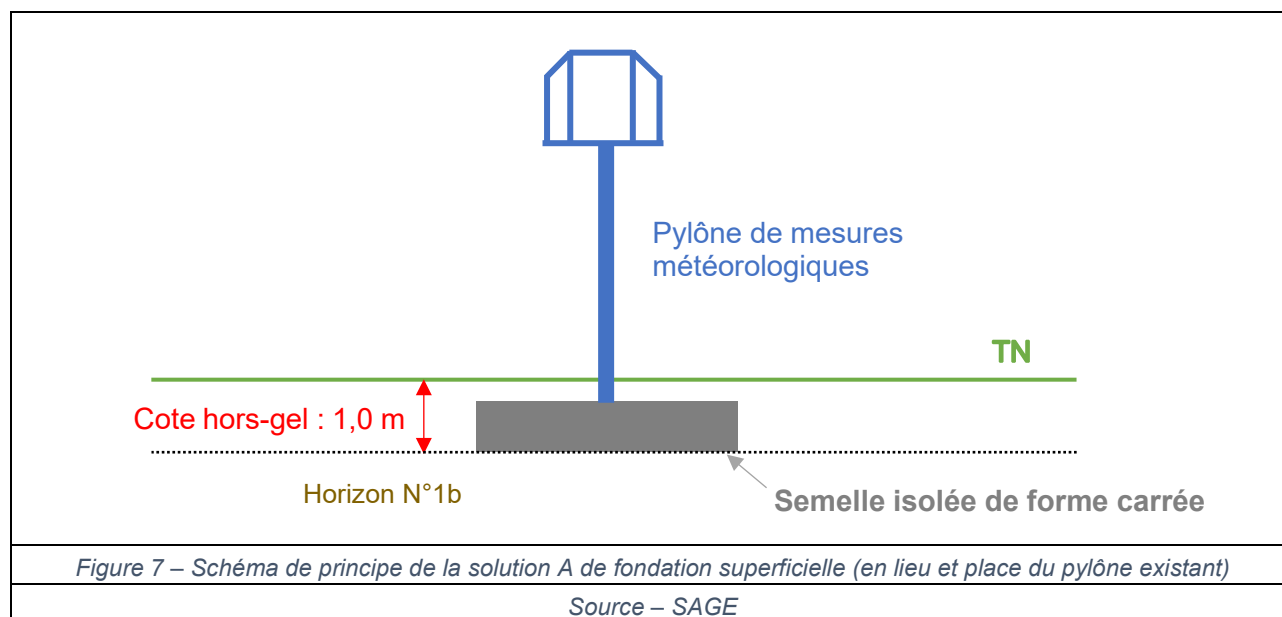
Au vu des éléments précédents et notamment des contraintes du site, le système de fondation du projet dans son emplacement actuel peut s'orienter vers :

##### 6.5.1. SOLUTION A – Solution de fondation superficielle

D'après les contraintes du projet, il est possible de réaliser une fondation superficielle de type semelle carrée avec une assise respectant la cote hors-gel (*soit 1 m/TF*). La fondation reposera alors sur les sols de l'horizon N°1b, à savoir les argiles limoneuses à blocs calcaires anguleux, avec un  $q_{d,moy}$  de 9 MPa.

Dans le cas présent vu de la configuration du site et de la difficulté de réaliser des travaux de terrassements lourds (*mise en œuvre de remblais sans création de déblais*), il sera nécessaire de descendre l'assise de la fondation au niveau de la cote hors-gel à -1m/TA.

Le principe est illustré ci-dessous :

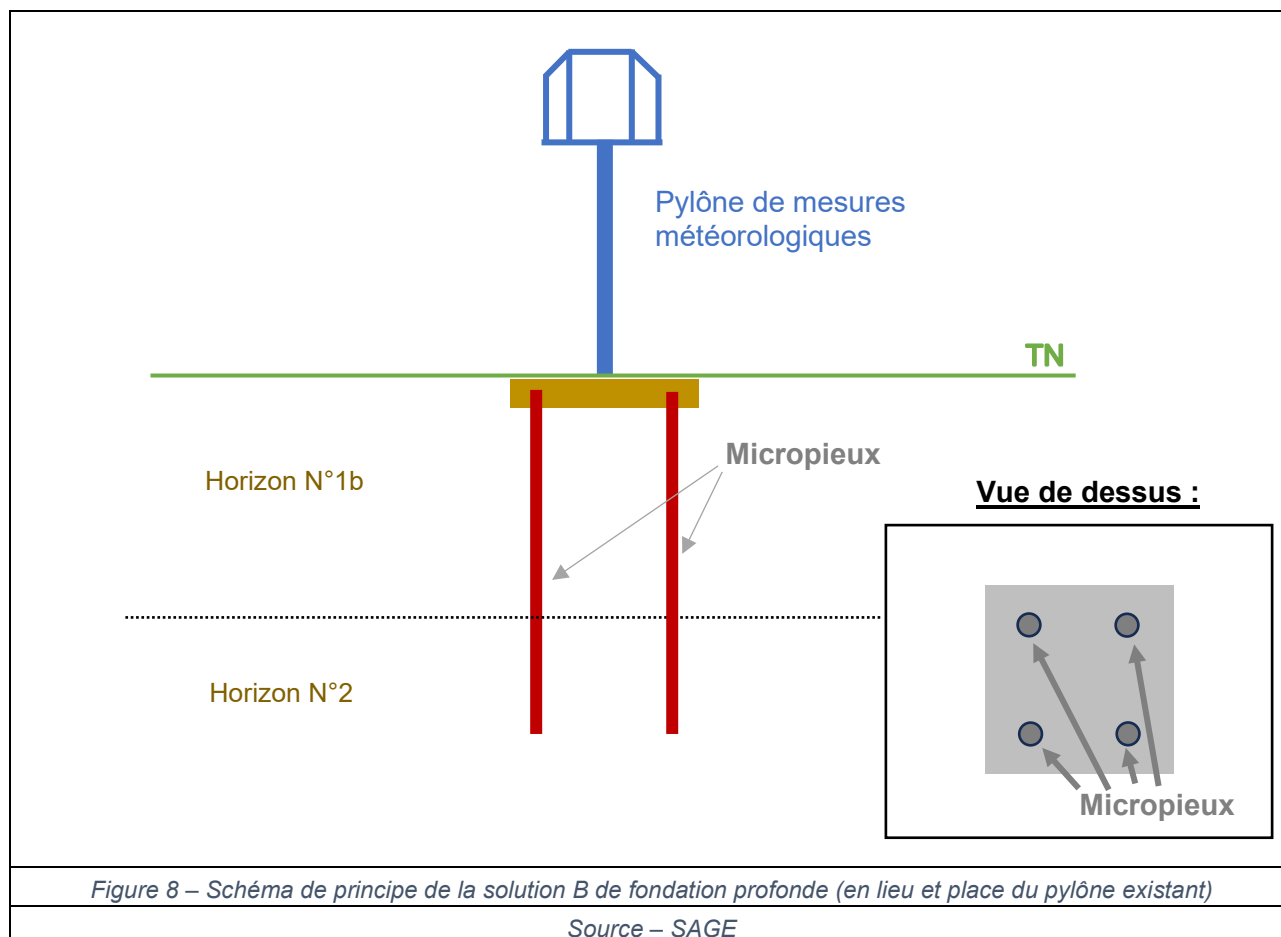


### 6.5.2. SOLUTION B – Solution de fondation profonde

Afin de limiter le volume béton de la semelle, il est possible de réaliser une semelle portée par des micropieux. Les charges ne sont plus reprises par l'assise de la fondation mais par frottement le long des micropieux (*sans prise en compte du terme de pointe pour les micropieux  $\varnothing < 300\text{mm}$* ).

Les fondations profondes travailleront ainsi soit dans l'horizon N°1b des argiles limoneuses à blocs calcaires anguleux et/ou soit dans l'horizon N°2 du substratum calcaire +/- altéré. Ce point sera à préciser par la réalisation d'essais d'arrachement le cas échéant.

Le principe est illustré ci-dessous :



### 6.6. Choix du mode de fondation – Avec déplacement du pylône

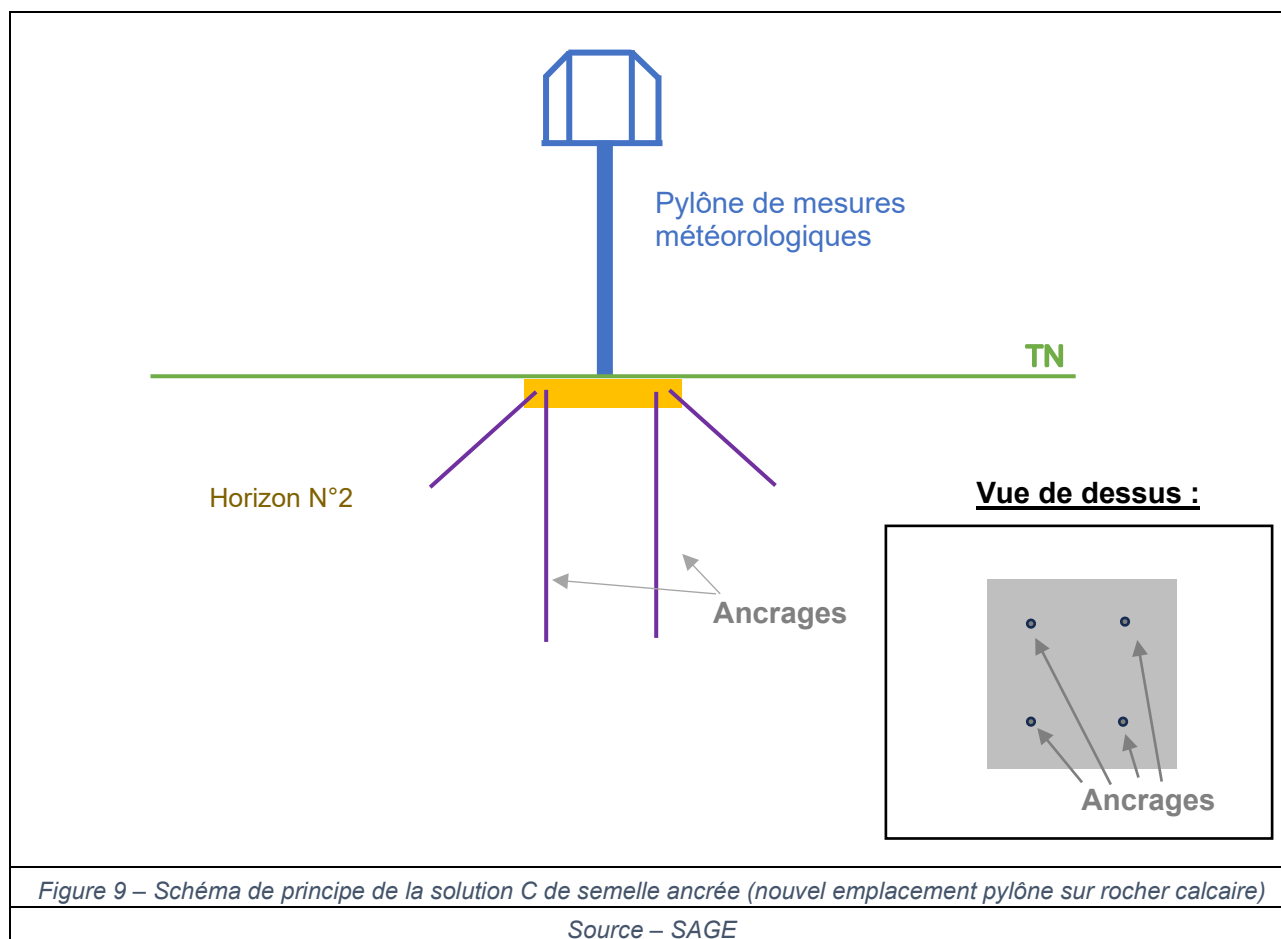
Une autre solution de fondation pour le projet est envisageable sous réserve de déplacer l'emplacement actuel du pylône au droit d'un affleurement de rocher calcaire massif peu fracturé. Dans ce cas, le système de fondation du projet dans son nouvel emplacement pourra s'orienter vers :

#### 6.6.1. SOLUTION C – Solution de semelle ancrée au rocher

De manière analogue à la solution B, le nouveau système de fondation du pylône pourra s'orienter vers une semelle ancrée au rocher. Cette solution permet de réduire le volume de béton de la semelle tout en allégeant le type d'armatures à mettre en œuvre par rapport aux micropieux. En effet, cette solution utilise des barres d'ancrages type GEWI au lieu des tubes d'acier de la solution B.

L'inconvénient de cette solution est qu'elle nécessite des déblais au rocher avec des moyens adaptés (pelle arignée équipée d'un BRH voire de microminage).

Le principe est illustré ci-dessous :



## 6.7. Prédimensionnements des solutions de fondations

Les ouvrages seront prédimensionnés en situation définitive statique selon l'Eurocode 7, et également en situation définition dynamique, c'est-à-dire sous sollicitations sismiques, selon l'Eurocode 8, avec les hypothèses indiquées dans ce rapport.

### 6.7.1. Prédimensionnement SOLUTION A – Fondations superficielles

Suite aux échanges avec le BE structure AGI, nous présenterons le prédimensionnement d'une fondation superficielle de type semelle isolée de forme carrée.

#### 6.7.1.1. Assise de la fondation superficielle

La semelle carrée sera ancrée dans la couche N°1b des argiles limoneuses à blocs calcaires anguleux à partir d'une profondeur minimale de 1,0 m/TA (*respect de la cote hors-gel*).

Les caractéristiques mécaniques de l'horizon N°1b sont les suivantes :

Paramètres mécaniques	Horizon N°1b
Angle de frottement effectif $\varphi'$	30°
Cohésion effective $c'$	0 kPa
Poids volumique $\gamma$	19 kN/m <sup>3</sup>



### 6.7.1.2. Contrainte admissible

La contrainte admissible de sol pour un ancrage dans cet horizon N°1b est estimée à, d'après la formule des Hollandais :

- À l'Etat Limite de Service :  $Q_{aELS} = 0,25$  MPa, soit 2,5 bars ELS ;
- À l'Etat Limite Ultime :  $Q_{aELU} = 0,37$  MPa, soit 3,75 bars ELU.

Remarque : Bien que la résistance de pointe dans cette couche soit de 9 MPa, il a été décidé de limiter la contrainte de sol admissible à 2,5 bars ELS compte-tenu de la nature des terrains. En effet, la résistance de pointe moyenne a pu être surévaluée si la pointe a tapé sur des blocs, ce qui n'est pas forcément représentatif que la résistance de pointe moyenne du sol en tenant compte de sa matrice.

### 6.7.1.3. Résultats du prédimensionnement et tassements attendus

Avec les paramètres mécaniques définis ci-dessus et descentes de charges transmises par le BET (cf. [2]), les calculs menés avec le logiciel FOXTA v4, disponibles en annexe 4, imposent une semelle carrée de dimensions minimales de 3 m de côté pour 1,0 m d'épaisseur.

Au regard des caractéristiques de la couche N°1b, ainsi que des descentes de charges transmises, les éventuels tassements devraient être faibles, de l'ordre du centimètre dans le cas étudié (voir annexe 4).

Le MOE et le MOA devront alors s'assurer que ces tassements sont acceptables vis-à-vis du projet. Dans le cas contraire, il conviendra de s'orienter sur la solution des fondations profondes.

#### Remarques :

- Une optimisation du volume de béton de la fondation pourra être effectuée par le BET structure en lestant certaines parties spécifiques et en tenant compte du poids des remblais.
- Un contrôle des terrains d'assises devra être réalisé après ouverture des fouilles par un ingénieur géotechnicien afin de s'assurer de la bonne portance des terrains (*mission G3 et/ou G4*).

## 6.7.2. Prédimensionnement SOLUTION B – Fondations profondes

### 6.7.2.1. Géométrie des fondations

Les fondations profondes pourront être de type micropieux.

Pour la suite du prédimensionnement, on prendra en compte comme hypothèse des micropieux en diamètre de forage Ø110mm, type II, avec injection gravitaire, travaillant uniquement en compression, de classe 1 et de catégorie 18 selon la norme NF P 94-262 et ses amendements relatifs aux fondations profondes.

NB : La technique de forage prise en compte dans les prédimensionnements est : pieux foré simple (classe 1, catégorie 1) ou micropieux foré simple (type II) (classe 1, catégorie 18).

### 6.7.2.2. Ancrages des fondations

Les fondations profondes devront être ancrées soit au sein de l'horizon très compact (*couche N°1b*), et/ou soit au sein de l'horizon N°2 (à préciser en mission G2-PRO avec les reconnaissances complémentaires).

Afin de fournir un prédimensionnement de ces fondations, il a été considéré en première approche et par notre expérience du site, les caractéristiques mécaniques des sols sécuritaires suivantes :

	Horizon N°1b	Horizon N°2
Nature	Argiles limoneuses à blocs calcaires anguleux	Nature non-identifiée avec ces sondages (socle calcaire +/- altéré ?)

Résistance de pointe moyenne qd,moy	9 MPa	> 30 MPa
Compacité	Matériaux compacts	Matériaux très compacts
Valeur de frottement latérale unitaire qs	100 kPa (*)	500 kPa (*)

(\*) Ces valeurs de frottement latérales unitaires qs seront à confirmer avec la réalisation d'essais d'arrachements.

### 6.7.2.3. Résultats du prédimensionnement

Pour des micropieux type II en diamètre Ø110 mm, le prédimensionnement donne en fonction de leur ancrage (cf. détail des calculs en annexe) :

PREDIMENSIONNEMENT DES MP EN PORTANCE	Effort admissible par frottement latéral du micropieu pour une longueur L=4m au sein de l'horizon N°1b	Effort admissible par frottement latéral du micropieu pour une longueur L=2m au sein de l'horizon N°2
ELS Quasi-Permanent	62,8 kN	157,0 kN
ELS Caractéristique	76,8 kN	192,0 kN
ELU Fondamental	89,8 kN	224,4 kN
ELU Accidentel (sismique)	98,7 kN	246,8 kN

Les résultats des calculs menés avec le logiciel FOXTA v4 sont joints en annexe.

Avec les hypothèses suivantes :

- des micropieux en diamètre de forage Ø110mm, type II, injection gravitaire, travaillant uniquement en compression, de classe 1 et de catégorie 18 selon la norme NF P 94-262 et ses amendements relatifs aux fondations profondes ;
- l'entraxe entre les fondations a été considéré supérieur à 3xB de sorte à pouvoir négliger les effets de groupe. Dans le cas contraire, les effets de groupe devront être pris en compte ;
- il n'y a pas de frottement négatif à considérer.

Ce prédimensionnement devra être précisé en mission G2-PRO avec la fourniture du plan des fondations et des descentes de charges pondérées aux combinaisons d'actions transmises par le BET structure. Les problématiques de flambement devront plus spécifiquement être étudiées.

Également, si les efforts horizontaux transmis sont trop importants, des dispositions spécifiques pourront être envisagées comme : le doublement des micropieux, le chemisage en tête des micropieux, la réalisation de pieux au lieu des micropieux, etc.

### 6.7.3. Prédimensionnement SOLUTION C – Semelle ancrée

Les hypothèses géotechniques prises en compte en première approche pour le dimensionnement de la semelle ancrée sont :

- Optimisation de la contrainte de sol admissible au sein du substratum rocheux peu fracturé : qa,ELS = 0,40MPa (à confirmer à l'ouverture des fouilles),
- n = 500 à 1000,
- Frottement latéral unitaire à prendre en hypothèse au sein du rocher calcaire : 800 kPa (valeur brute non-pondérée) (essais d'arrachement à réaliser pour confirmer cette valeur),
- Diamètre de forage minimum : 90 mm,
- Barres HA Fe=500 MPa type GEWI avec Ø32 mm au minimum,
- Ancrages verticaux pour optimisation des dimensions de la semelle,
- Ancrages latéraux pour reprise des efforts transversaux horizontaux + mobilisation de la butée si possible/nécessaire,

- Coulage pleine fouille sur toutes les faces du massif (si possible),
- Prévoir exutoire gravitaire pour éviter toute stagnation d'eau.

Avec ces hypothèses et les descentes de charges transmises, le prédimensionnement donne une semelle carrée de 1,2m x 1,2 m avec 4 ancres verticales et 4 ancres inclinées au droit de chaque face de la semelle afin de reprendre les efforts horizontaux estimés à 40 kN selon les axes X et Y (total : 8 ancres).

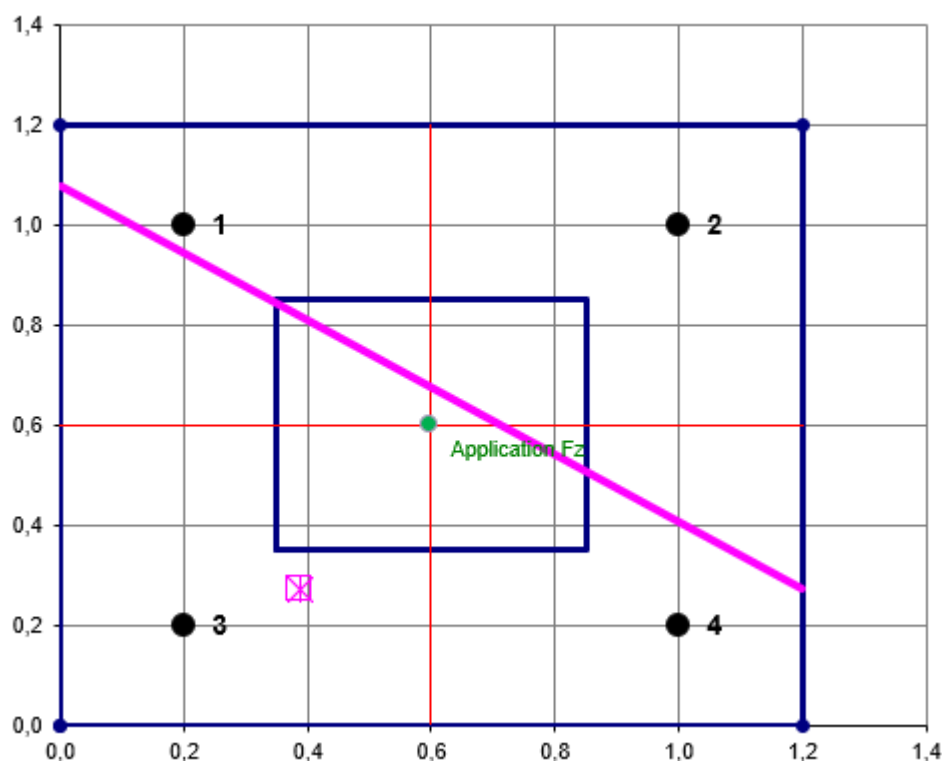


Figure 10 – Résultats du prédimensionnement de la solution C de semelle ancrée

Source – SAGE

## 7. PRECONISATIONS TECHNIQUES

### 7.1. Préconisations spécifiques à la fondation superficielle (solution A)

#### 7.1.1. Terrassements

Les terrassements à mener se feront au sein de l'horizon n°1, composé d'un horizon de terre végétale (**horizon n°1a**) puis d'un horizon d'argiles limoneuses à blocs calcaires (**horizon n°1b**). Ils correspondront à la réalisation des déblais pour l'ouverture des fouilles de la fondation superficielle du nouveau pylône.

Les talus pour la réalisation des fouilles de fondations ne devront pas dépasser une pente de 1H/1V en phase provisoire (*phase d'ouverture précédant la pose de la fondation*). La pente de ces talus devra être validée par les missions G3 et/ou G4 à l'ouverture des terrassements.

Les terrassements nécessiteront l'utilisation d'engins puissants. Un brise roche hydraulique (BRH) sera nécessaire pour les terrassements au sein de la couche N°2.

On évitera de surcharger la tête des talus de déblais avec des engins de chantier ou des stocks de matériaux.

En cas d'intempéries, les talus devront être immédiatement protégés par des bâches plastiques (type polyane), notamment pour les weekends et les jours fériés.

#### 7.1.2. Réalisation de la fondation superficielle

Le fond de fouille devra être curé et nettoyé avant le coulage du béton.

Le coulage du béton est à réaliser dans la même journée que la réalisation des fouilles.

Nous préconisons un contrôle du fond de fouille par un géotechnicien dans le cadre de la mission G3 et/ou G4 avant la mise en place du béton. Ce contrôle permettra une vérification de la nature des matériaux du fond de fouille ainsi qu'une meilleure estimation de la compacité des terrains.

### 7.2. Préconisations spécifiques aux fondations profondes (solutions B et C)

#### 7.2.1. Terrassements

Les terrassements seront limités, ils correspondront à la réalisation de la semelle qui englobera la tête des micropieux.

Un brise roche hydraulique (BRH) sera nécessaire pour les terrassements au sein de la couche N°2. Le procédé d'extraction du rocher par minage pourra également être utilisé sous réserve des autorisations nécessaires préalables.

Pour la solution C, les terrassements devront permettre l'obtention d'une surface plane et parfaitement propre (*sans particules fines notamment*) au sein du rocher massif et peu fracturé.

#### 7.2.2. Réalisation des fondations profondes

La technique de forage prise en compte dans les prédimensionnements est micropieux foré simple (type II) (*classe 1, catégorie 18*).

L'exécution des micropieux, les comptes rendus, contrôles et essais devront être conformes à la norme NF EN 14199.

En cas de mise en évidence d'un réseau karstique ou d'une cavité lors des forages, il conviendra dans la mesure du possible de combler la cavité / le réseau avec un gros béton et d'ancrer les fondations au-delà de la zone comblée.

Si cette opération n'est pas possible, l'emplacement du pylône et sa fondation devront être décalés (*à préciser le cas échéant par un ingénieur géotechnicien avec la réalisation de forages complémentaires*).



### **7.3. Préconisations pour le drainage**

Pour rappel, aucune venue d'eau et/ou humidité significative des terrains n'ont été rencontrés lors de la réalisation des reconnaissances. Si toutefois des venues d'eaux sont constatés à l'ouverture de la fouille, un drainage périphérique des fondations devra être réalisé. Ce drain sera constitué d'un drain routier ( $\varnothing_{min,intérieur}=100mm$ ) entouré de géotextile et de matériaux drainants type gravette roulée 10/30 mm sur 20 cm autour puis d'un 20/40mm. Le drain devra être rejeté vers un exutoire adapté à définir en phase chantier.

### **7.4. Essais et contrôles**

Lors de la réalisation des travaux, on prévoira à minima les essais et contrôles suivants pour cet ouvrage :

- Pour la solution A (*fondation superficielle*) :
  - Le fond de fouille devra être validé par un géotechnicien en phase de travaux (*mission G3 et/ou G4*). La nature des matériaux du fond de fouille sera vérifiée ainsi que la compacité des terrains si besoin par des sondages au pénétromètre dynamique,
  - Essais de contrôle sur éprouvettes béton.
- Pour les solutions B et C (*fondation profonde et semelle ancrée*) :
  - Essais de convenance afin de valider voire optimiser les valeurs prises en hypothèses et adapter ainsi les calculs. On prévoira a minima 2 essais (*1 essai par couche de sol au minium*).
  - Fiches de forage pour les micropieux et les ancrages,
  - Enregistrement des paramètres de forage pour les micropieux,
  - Essais de contrôle sur les coulis de scellement et le béton,
  - Essais de contrôle sur micropieux et les ancrages.

## 8. CONCLUSION

La présente étude géotechnique de conception phase avant-projet (*mission G2 - phase Avant-Projet*), réalisée pour le compte de MétéoFrance, concerne le projet de remplacement d'un pylône de mesures météorologiques, proche du pic de Soum Couy, sur la commune de LÉES-ATHAS (64).

Les reconnaissances géotechniques ont permis d'établir un modèle géologique de terrain permettant de déterminer les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour le prédimensionnement de 3 solutions de fondation.

Des préconisations techniques ont été proposées dans le cadre de cette mission. Ces préconisations devront être respectées, ou si elles se trouvent modifiées, devront être justifiées à l'aide d'une étude géotechnique spécifique.

Pour rappel, les aspects suivants ne font pas partie de notre mission :

- le diagnostic géotechnique et structurel du pylône existant ;
- l'impact sur les réseaux éventuels présents sur le site.

\*\*\*\*\*

La Société SAGE se tient à votre disposition pour tout renseignement complémentaire ou assistance technique relative à cette étude.

**L'ingénieur en charge du dossier,**

**N. GABORIT / A. BEL**

**Le président,**

**L. LORIER**

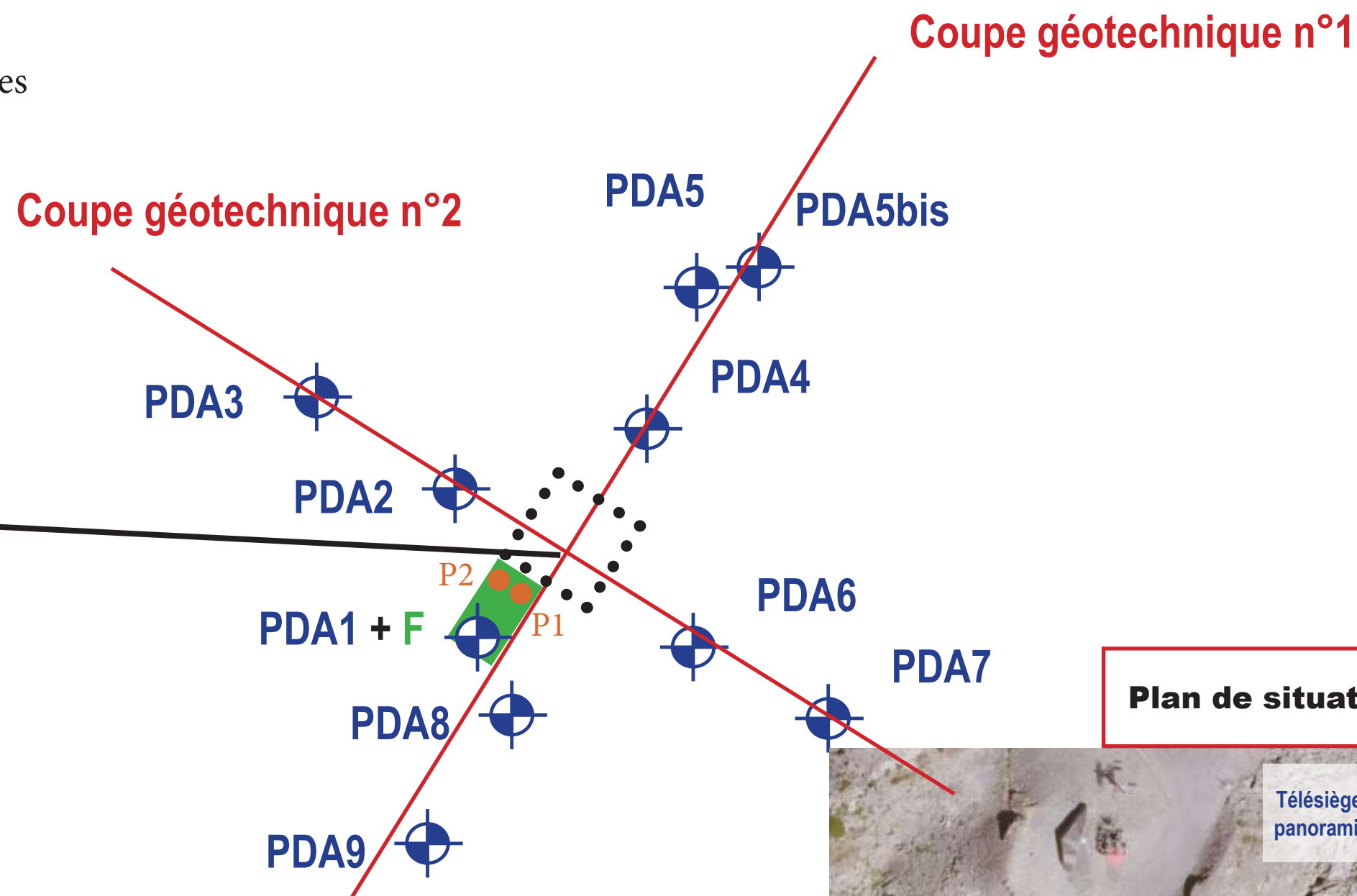
## **Annexe 1 : Plan d'implantation des sondages et des observations**



# METEOFRANCE - PIC DU SOUM COUY

## Remplacement d'un pylône de mesures météorologiques

Pylône de mesures météorologiques  
existant



**Plan de situation au 1-2000e**



### LEGENDE

- F Fouille de reconnaissance de fondation
- ⊕ PDA Sondage au pénétromètre dynamique léger (PANDA)
- P Percement
- Limite du béton à la base du pylône existant



LA PIERRE SAINT MARTIN - LIEU DIT DU SOUM COUY - LÉES-ATHAS (64)

METEOFRANCE - Remplacement d'un pylône de mesures météorologiques - Mission G2-AVP

Annexe N°1 - Plan d'implantation des sondages et des observations

Échelle : 1/50e (A3)

Janvier 2025

RP-S64-14026-IndA





# METEOFRANCE - PIC DU SOUM COUY

## Remplacement d'un pylône de mesures météorologiques

Télesiège du  
panoramique

Plan de situation au 1-1000e

Pylône actuel  
et sondages

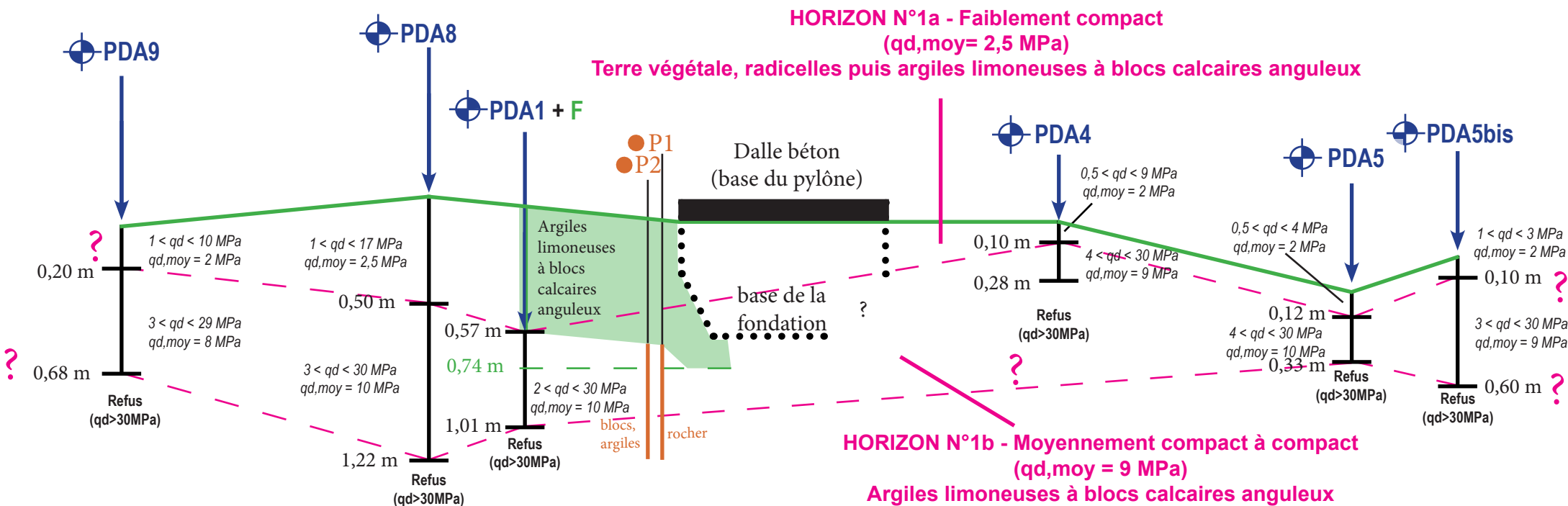


## **Annexe 2 : Coupes géotechniques**


# COUPE GEOTECHNIQUE N°1

SUD-OUEST

NORD-EST



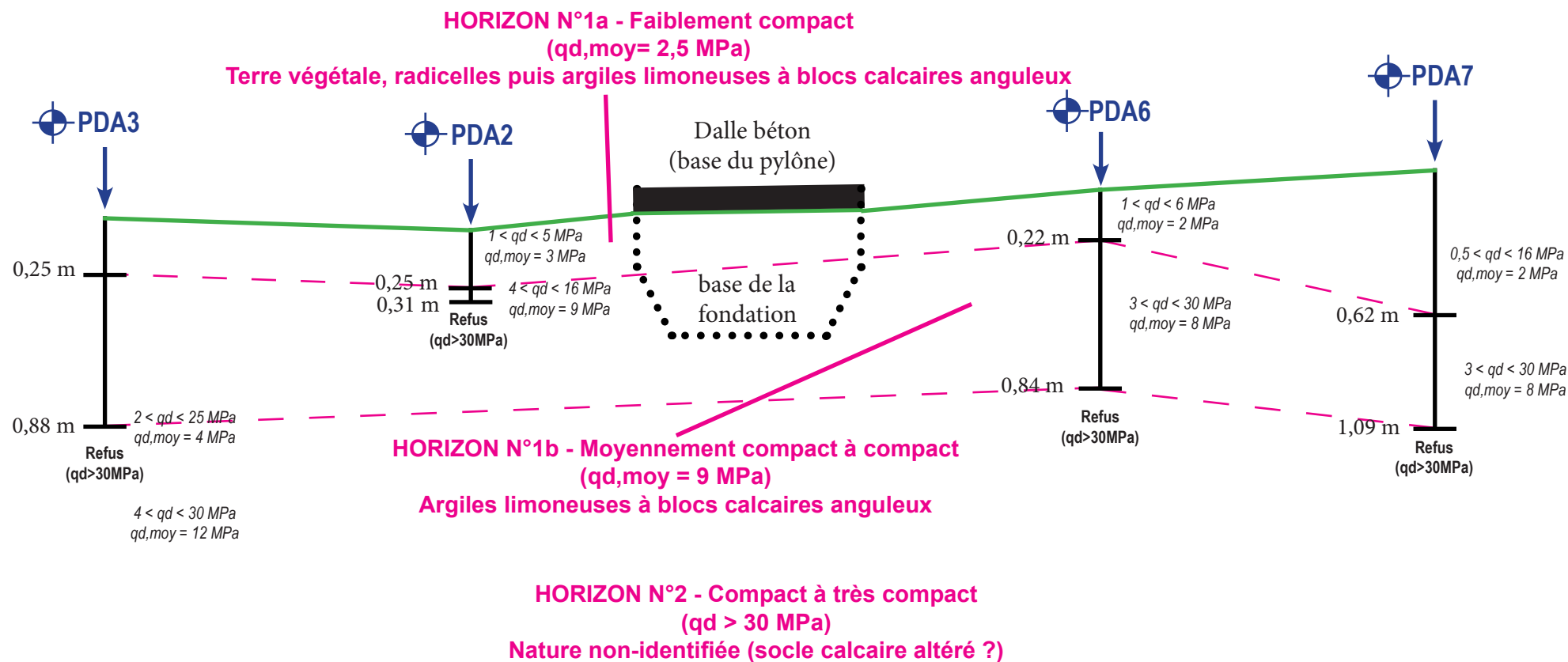
PC : 2140,00 m NGF

	LA PIERRE SAINT MARTIN - LIEU DIT DU SOUM COUY - LÉES-ATHAS (64)		
	METEOFRANCE - Remplacement d'un pylône de mesures météorologiques - Mission G2-AVP		
	Annexe N°2 - Coupes géotechniques		
	Échelle : 1/25e (A4)	Janvier 2025	RP-S64-14026-IndA


# COUPE GEOTECHNIQUE N°2

NORD- OUEST

SUD-EST



PC : 2140,00 m NGF

	LA PIERRE SAINT MARTIN - LIEU DIT DU SOUM COUY - LÉES-ATHAS (64)		
	METEOFRANCE - Remplacement d'un pylône de mesures météorologiques - Mission G2-AVP		
	Annexe N°2 - Coupes géotechniques		
	Échelle : 1/25e (A4)	Janvier 2025	RP-S64-14026-IndA

## **Annexe 3 : PV des sondages**



## Sondage\_1



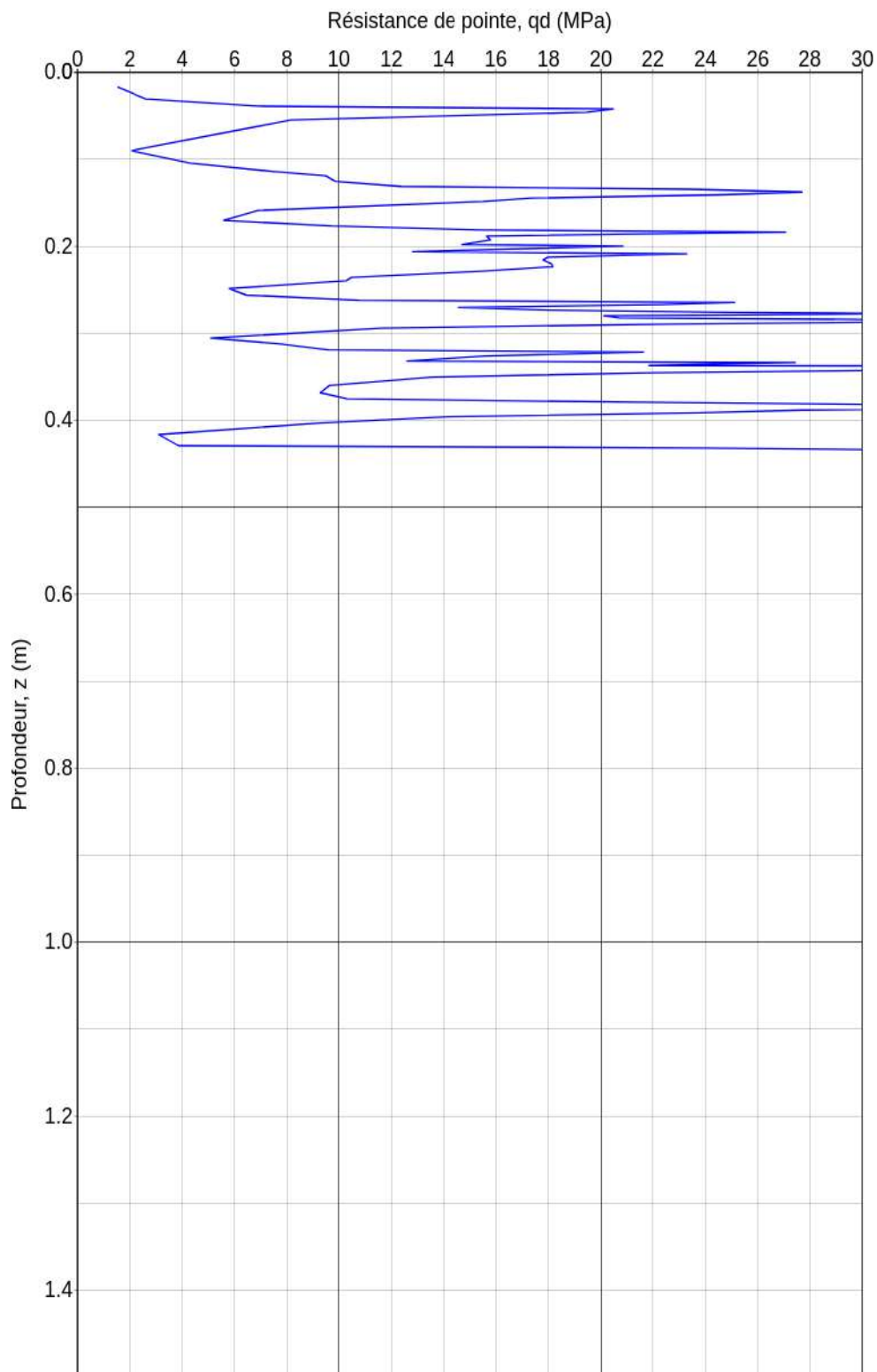
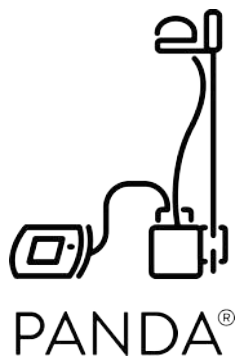
Sondage : Sondage\_1  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 12:48  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961735 N  
Long. : -0.721313 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 0.44 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation





## Sondage\_2



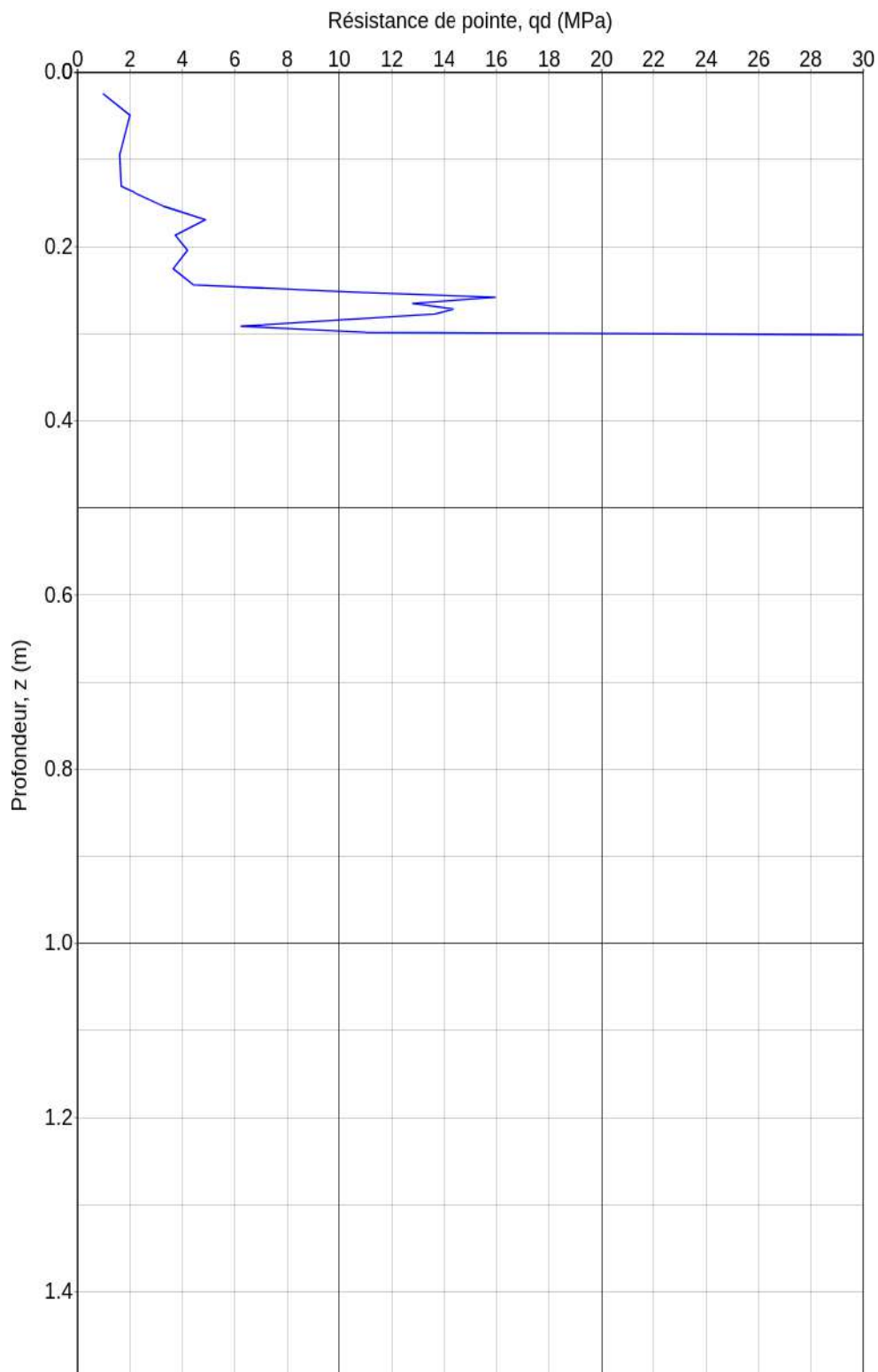
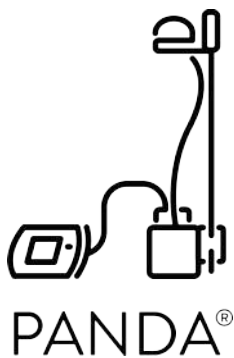
Sondage : Sondage\_2  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 12:54  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961735 N  
Long. : -0.721302 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 0.31 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation



## Sondage\_3



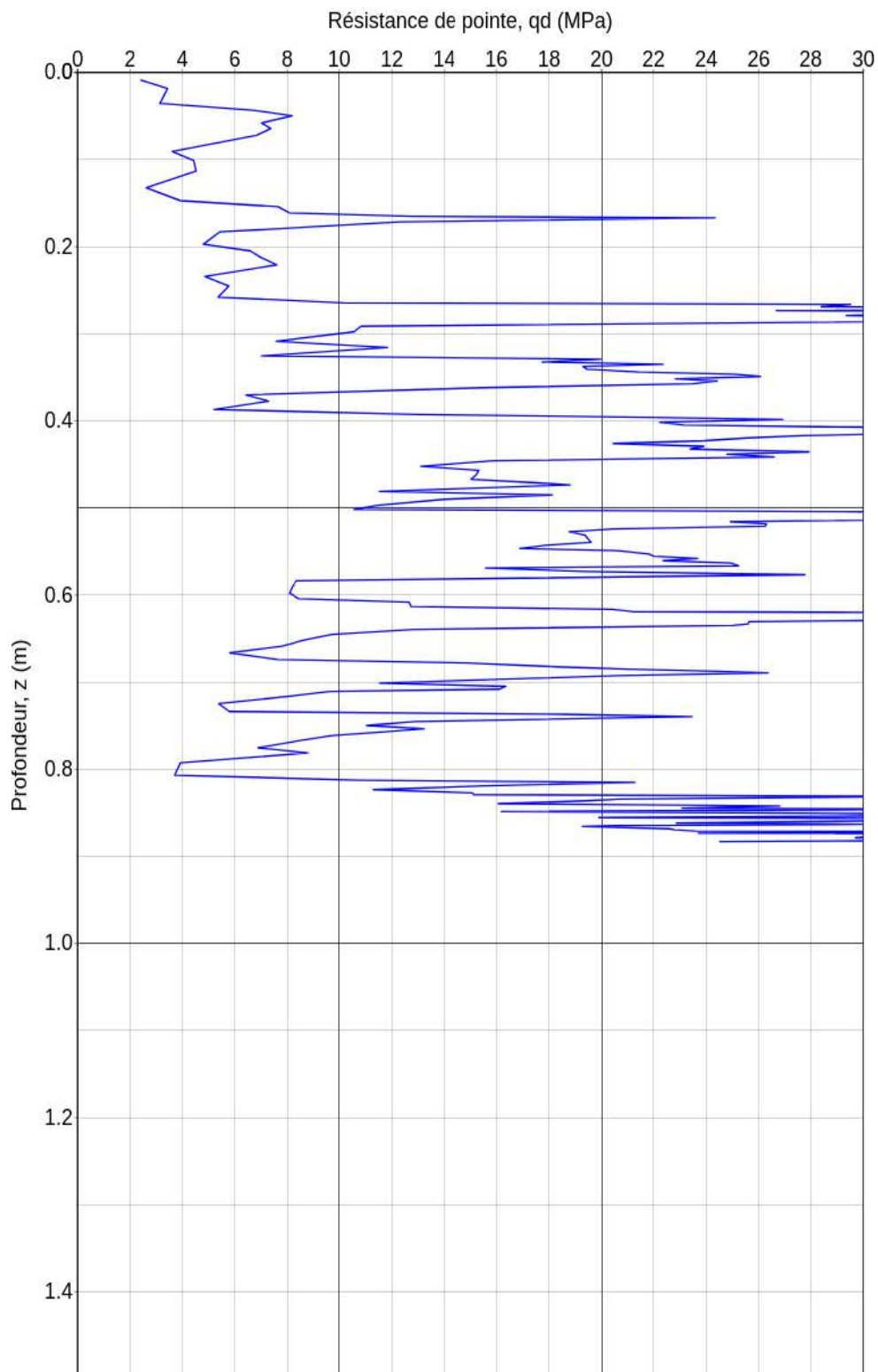
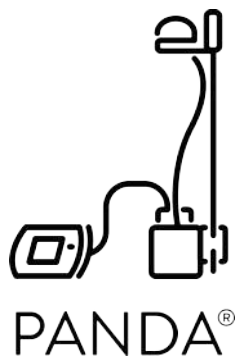
Sondage : Sondage\_3  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 12:57  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961750 N  
Long. : -0.721303 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 0.88 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation



## Sondage\_4



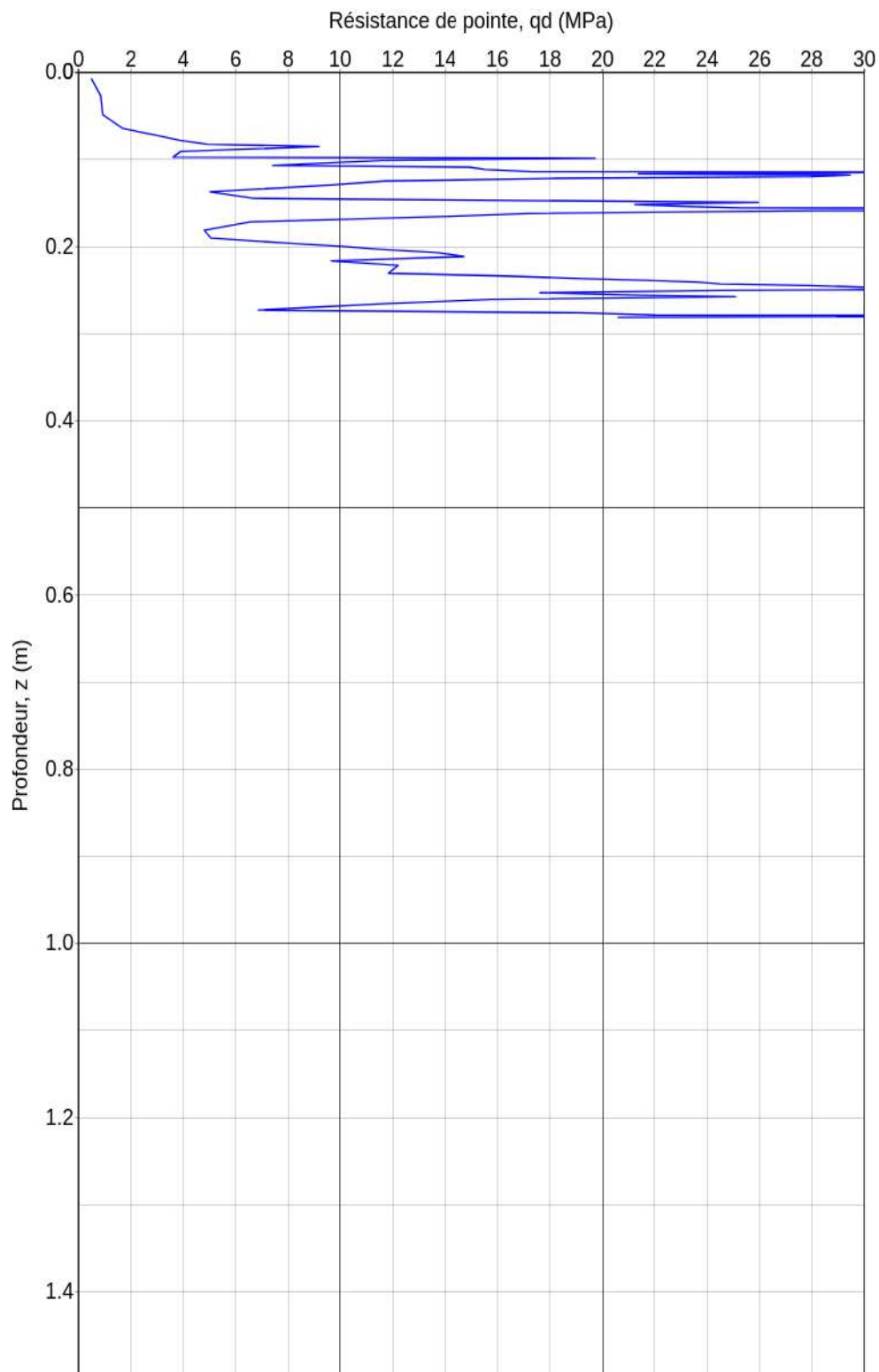
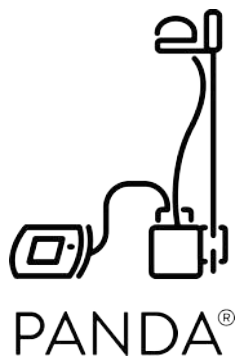
Sondage : Sondage\_4  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 13:03  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961731 N  
Long. : -0.721295 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 0.28 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation



## Sondage\_5



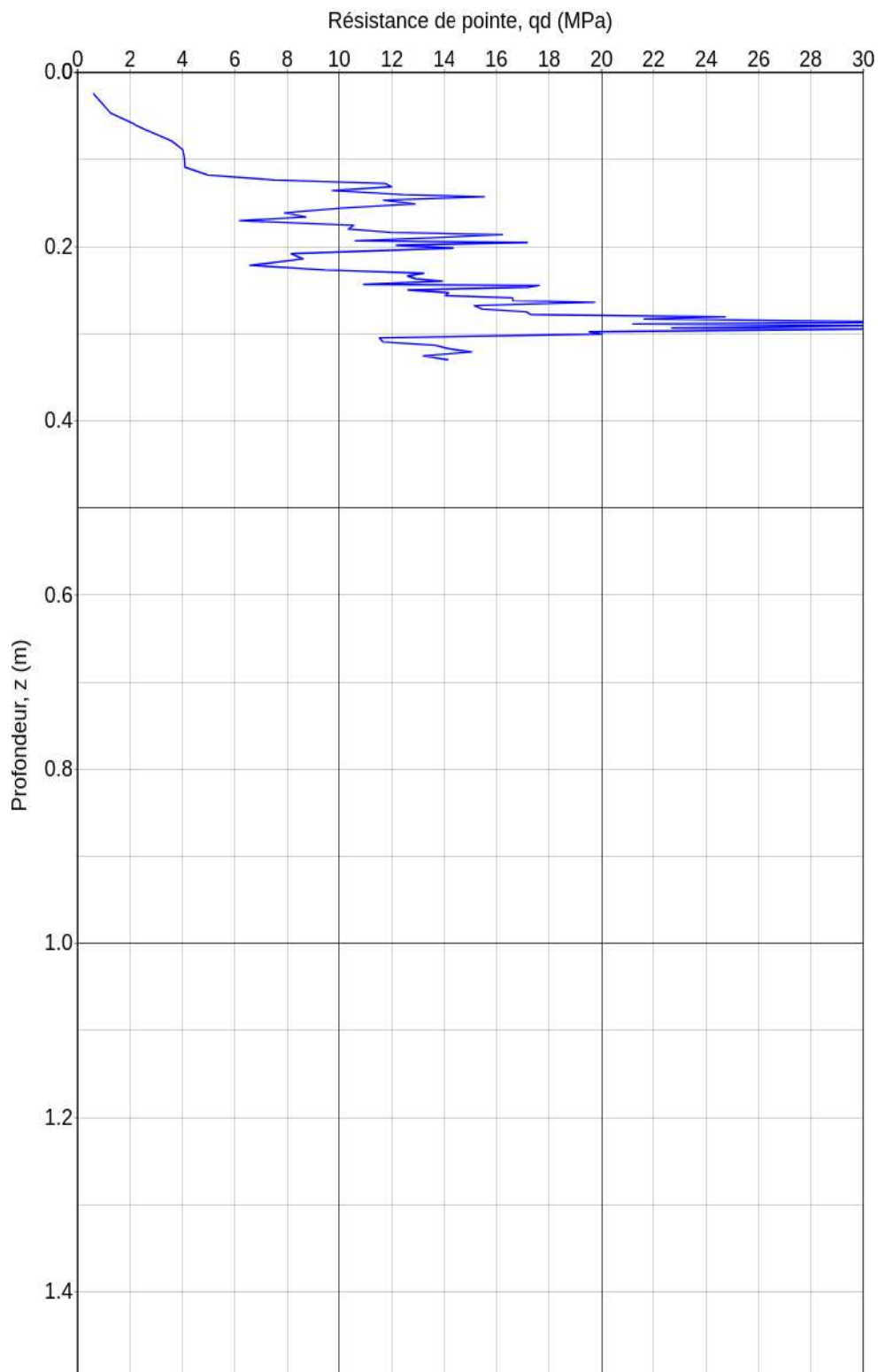
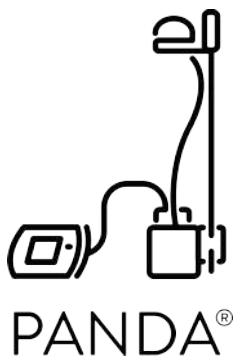
Sondage : Sondage\_5  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 13:07  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961708 N  
Long. : -0.721250 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 0.33 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation



## Sondage\_5bis



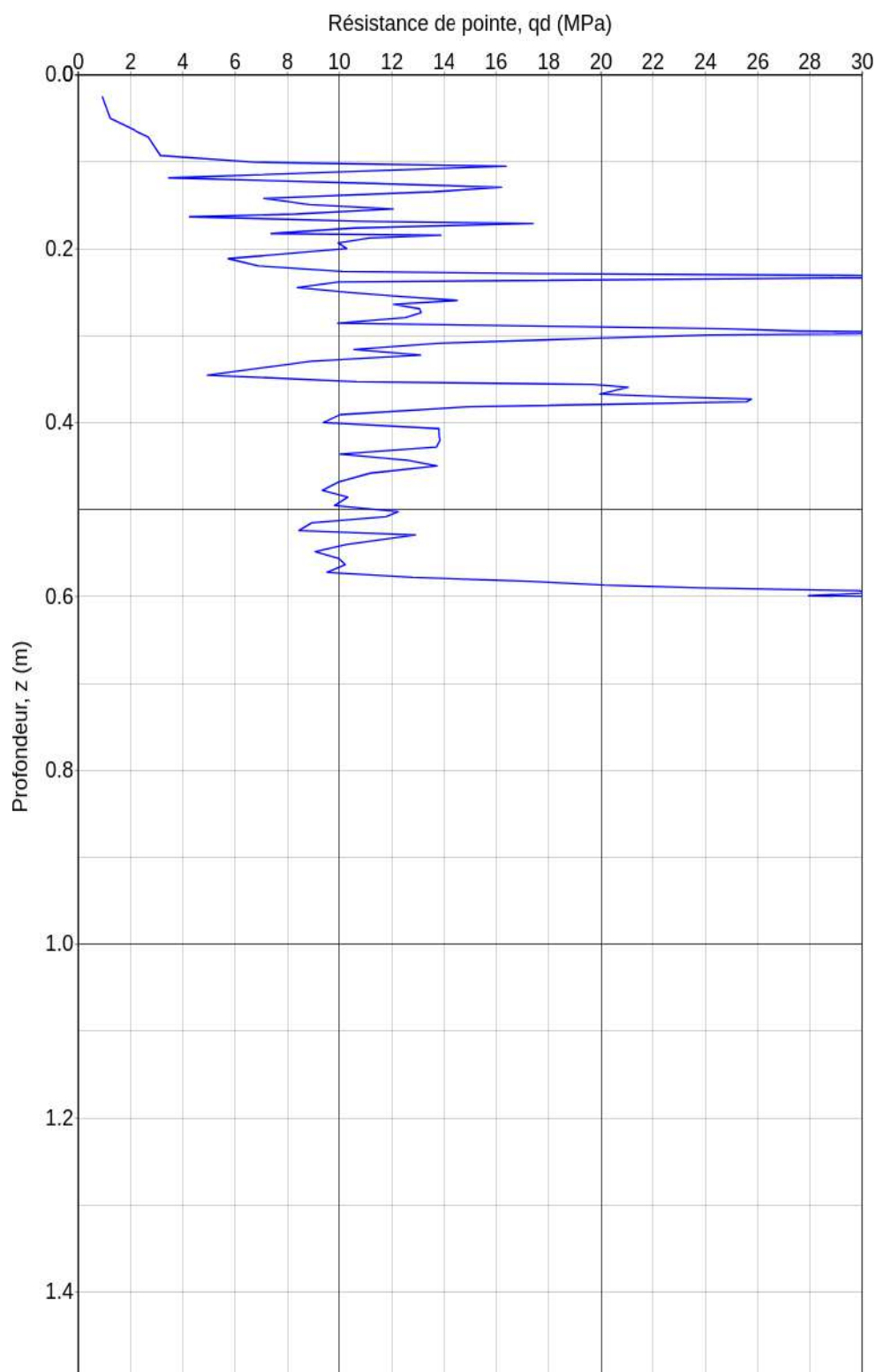
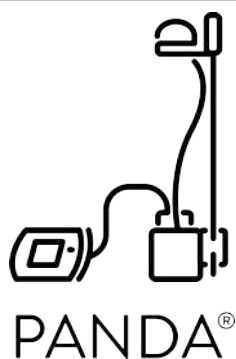
Sondage : Sondage\_5bis  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 13:11  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961720 N  
Long. : -0.721212 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 0.6 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation





## Sondage\_6



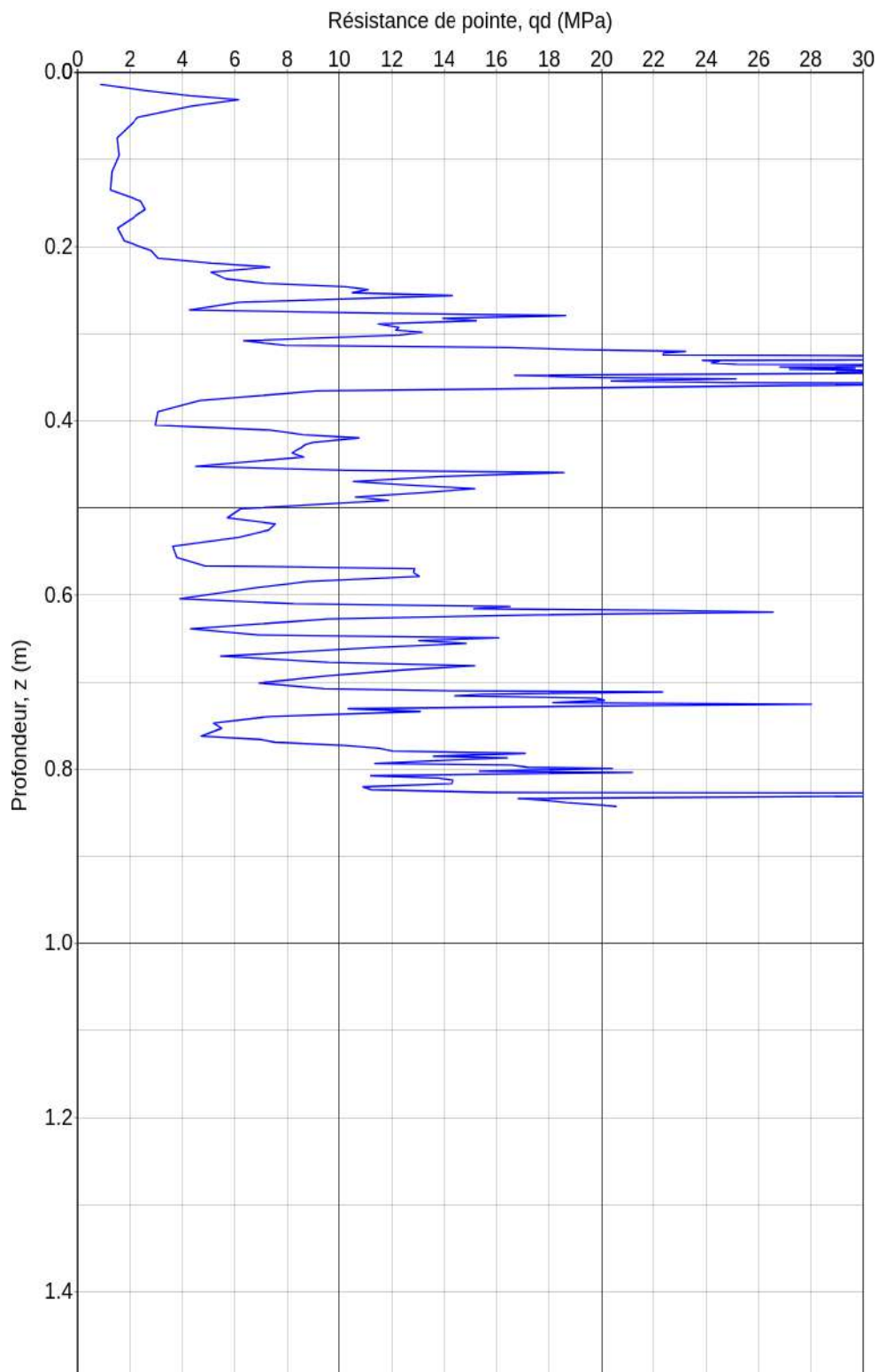
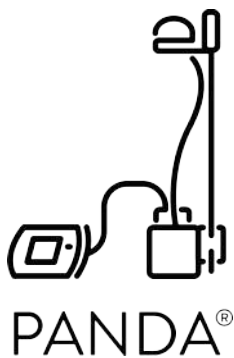
Sondage : Sondage\_6  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 13:21  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961662 N  
Long. : -0.721272 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 0.84 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation



## Sondage\_7



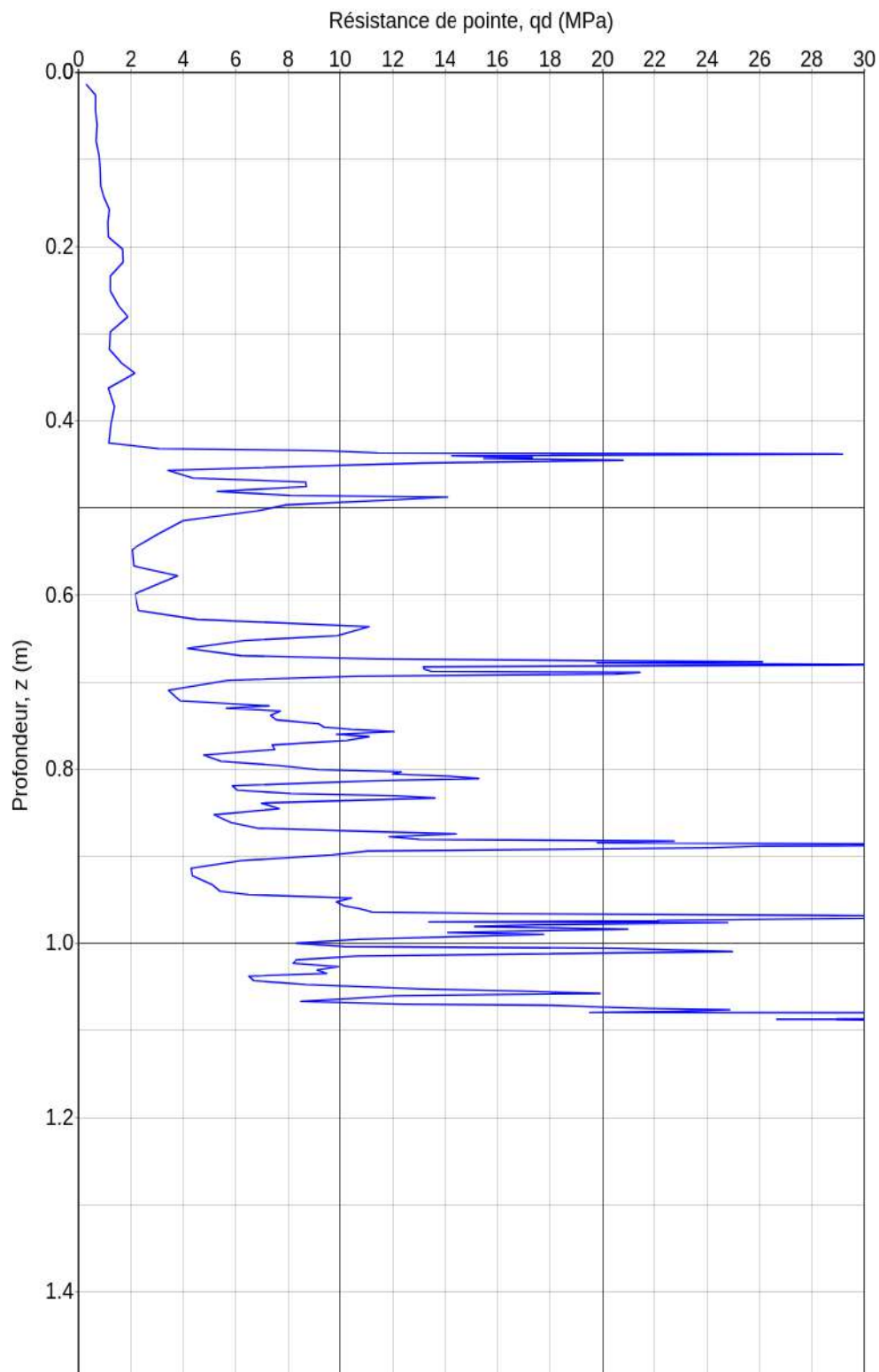
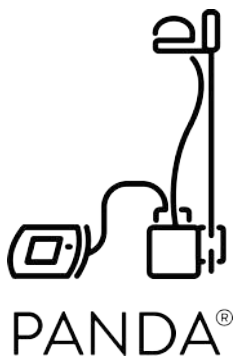
Sondage : Sondage\_7  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 13:26  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961689 N  
Long. : -0.721205 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 1.09 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation



## Sondage\_8



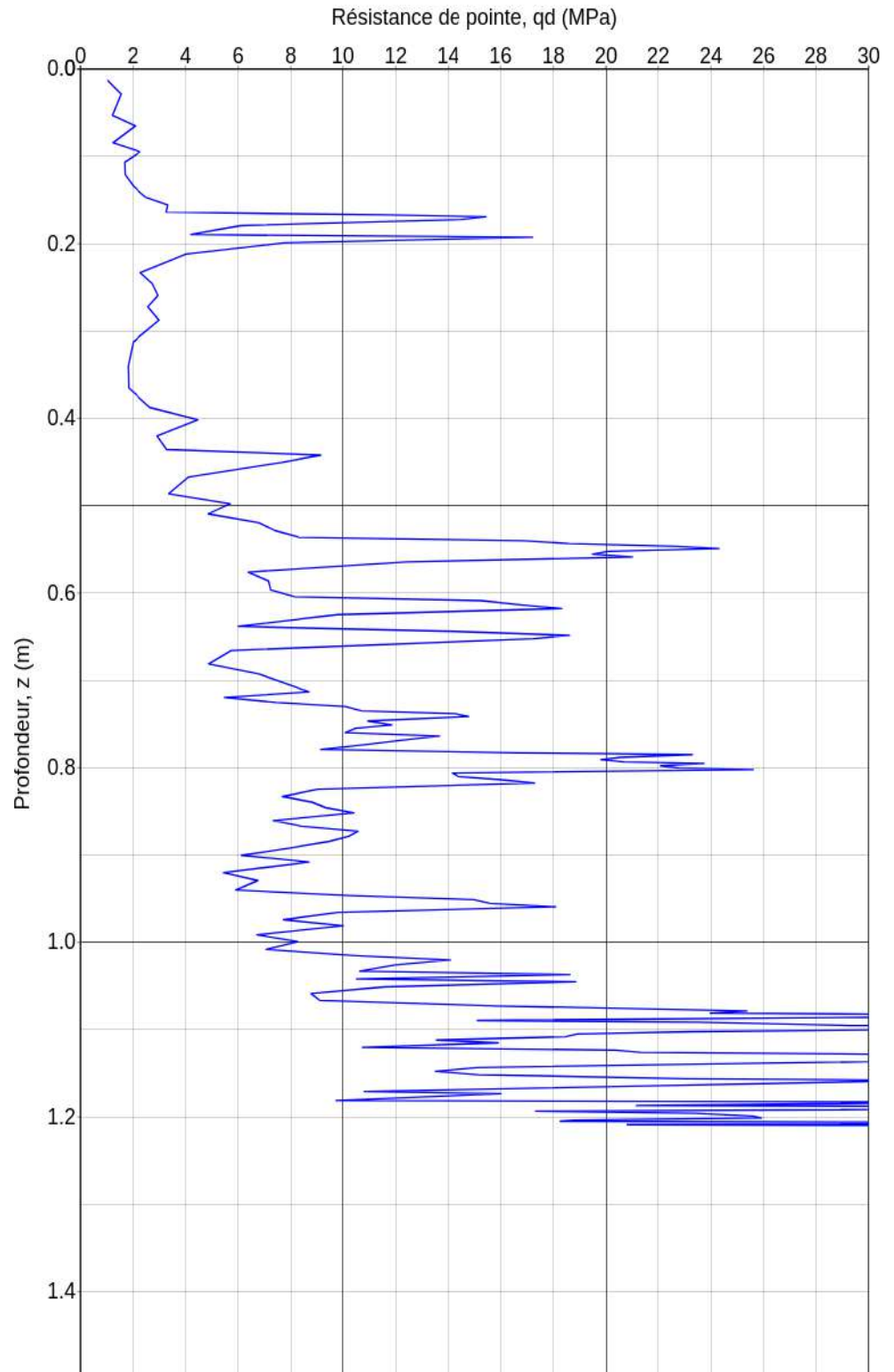
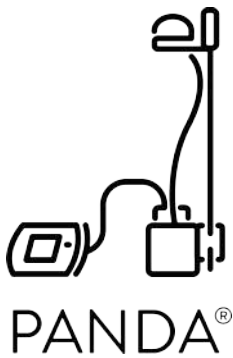
Sondage : Sondage\_8  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 13:42  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961674 N  
Long. : -0.721255 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 1.22 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation



## Sondage\_9



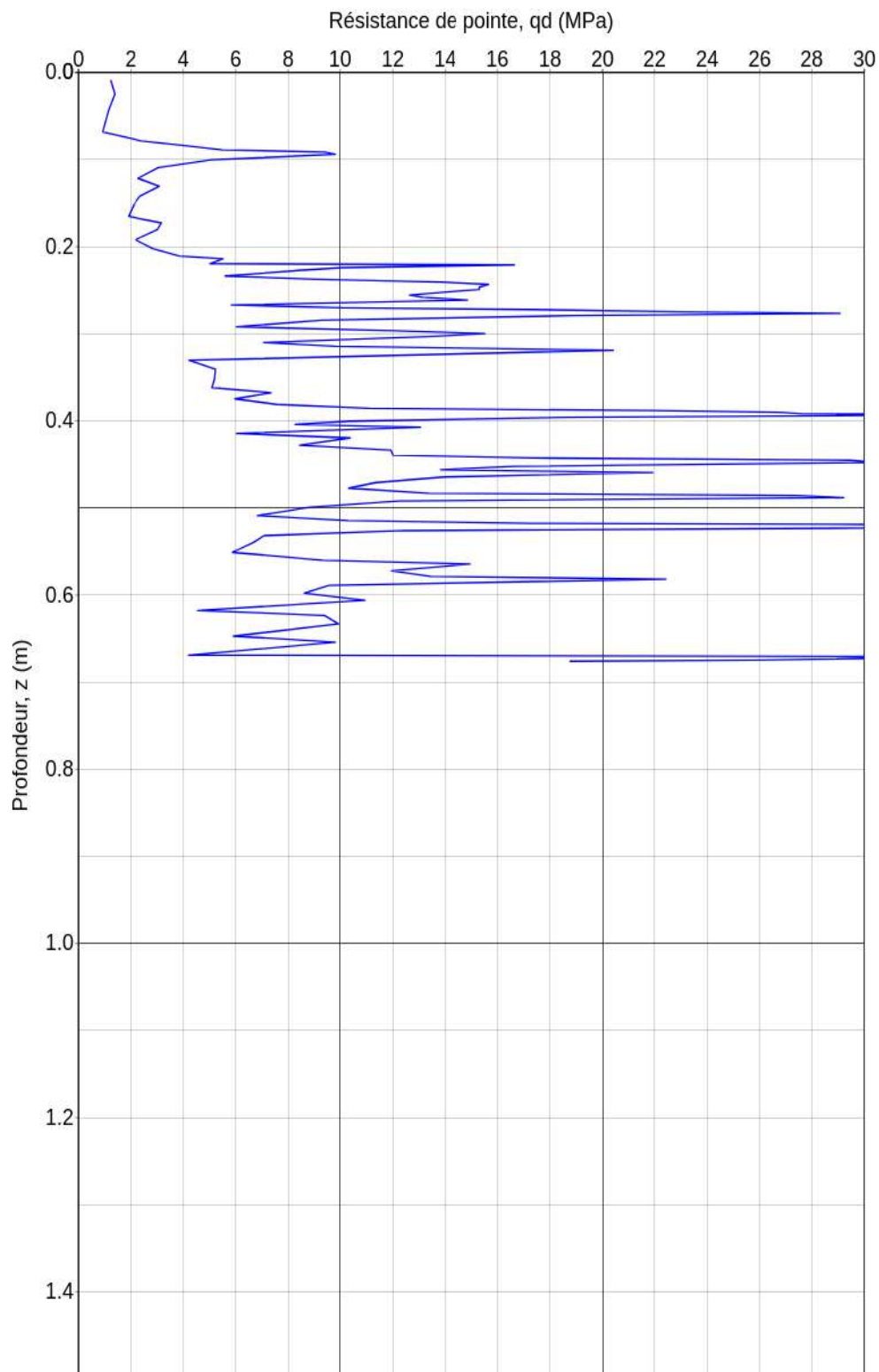
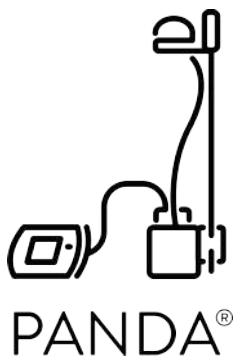
Sondage : Sondage\_9  
Site : lpsm meteo  
Date : 05/12/2024 13:49  
Société :  
Opérateur :  
Responsable :  
Lat. : 42.961762 N  
Long. : -0.721337 E  
Altitude : 0.0 m  
Repérage :

### Essai

Prof. visée : 5.0 m  
Prof. préforage :  
Cond. d'arrêt : Volontaire  
Prof. atteinte : 0.68 m  
Nappe :  
Niv. stable :  
Niv. non stable :

### Caractéristiques

Type d'appareil : Panda  
Mode de battage : Manuel  
Section de pointe : 4 cm<sup>2</sup>



### Observation

# FOUILLE DE RECONNAISSANCE DE FONDATION : F1

Chantier : MeteoFrance - Pic du Soum Couy - Lées-Athas(64)

Mission G2-AVP



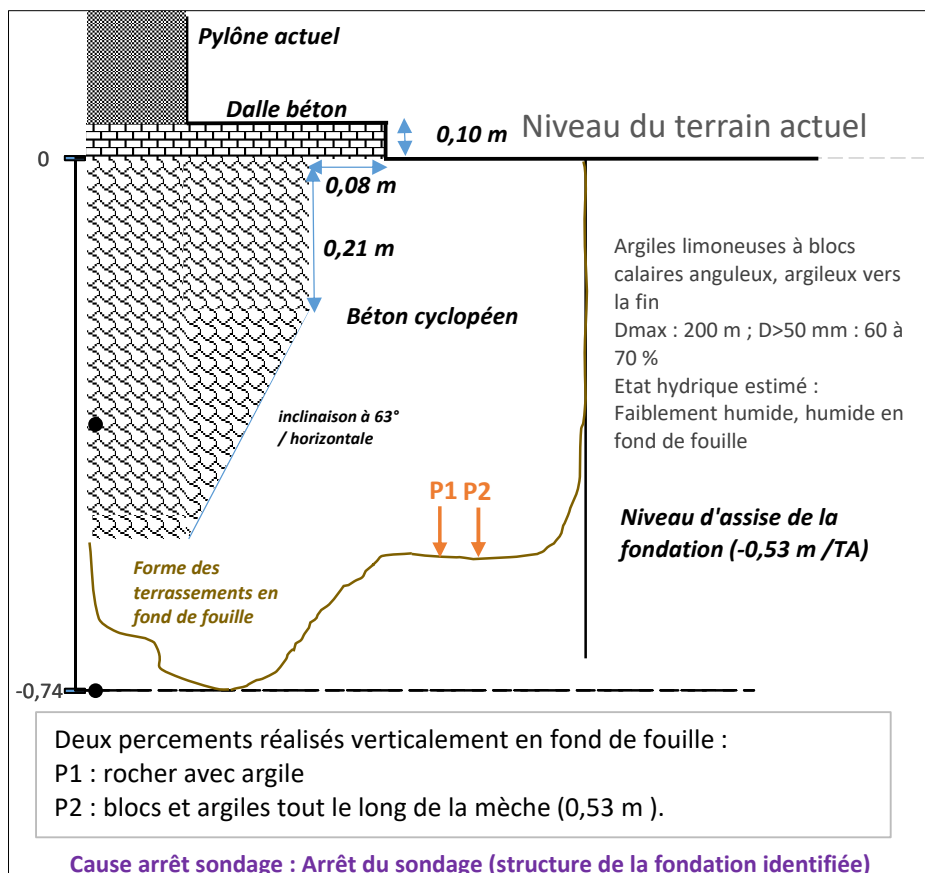
SAGE  
2 rue de la condamine  
38610 GIERES  
04 76 44 75 72

Affaire : MeteoFrance - Remplacement d'un pylône de mesures météorologiques

N°: RP-S64-14026-IndA

Date : 05/12/2024

Manuel



Eau : Non

Tenue des parois de sondage : Moyenne

Prise d'échantillons : Non

Sondage F1



## **Annexe 4 : Résultats des calculs de prédimensionnement**



# **SOLUTION A**

## **FONDATION SUPERFICIELLE**

# Données

Titre du projet : Remplacement d'un pylône de mesures météorologiques

Numéro d'affaire : RP-S64-14026-IndAf

Commentaires : METEOFRANCE LEES-ATHAS (64) Mission G2-AVP

Titre du calcul : Prédimensionnement fondation superficielle SC 3x3x1m (Cas1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 3,00

Cote du TN initial Zini (m) : 2142,00

Cote du TN final Zfin (m) : 2142,00

Cote de base fondation Zd (m) : 2141,00

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 30,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Couche 1		2120,00	750,00	7500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 225,00

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 2142,00

## Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	18,2	16,8	16,2	72,1	72,8	1,00	ELS-Caractéristiques
2	-1,7	-16,8	-16,2	-70,2	-72,6	1,00	ELS-Caractéristiques
3	6,1	3,4	3,2	15,0	14,4	1,00	ELS-Quasi-permanentes
4	3,3	-3,4	-3,2	-13,3	-14,4	1,00	ELS-Quasi-permanentes
5	26,6	25,2	24,3	107,9	109,2	1,35	ELU-Fondamentales
6	-4,8	-25,2	-24,3	-105,8	-108,9	1,35	ELU-Fondamentales
7	6,0	0,0	0,0	1,1	0,0	1,00	ELU-Accidentelles
8	4,5	0,0	0,0	0,9	0,0	1,00	ELU-Accidentelles
9	7,5	3,4	3,2	7,5	15,1	1,00	ELU-Sismiques
10	3,3	-3,4	-3,2	3,3	-13,3	1,00	ELU-Sismiques
11	7,5	8,8	9,0	49,9	47,0	1,00	ELU-Accidentelles
12	1,5	-8,8	-9,0	-48,1	-47,0	1,00	ELU-Accidentelles

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	243,20	23,34	171,00	0,57	1377,20	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Caractéristiques	223,30	-23,34	171,00	0,54	1283,60	-	Ok	Ok	-	-
3	ELS-Quasi-permanentes	231,10	4,67	171,00	0,90	2579,80	-	Ok	Ok	-	0,03
4	ELS-Quasi-permanentes	228,30	-4,67	171,00	0,90	2588,40	-	Ok	Ok	-	0,03
5	ELU-Fondamentales	330,35	35,01	171,00	0,53	2064,10	157,63	Ok	Ok	Ok	-
6	ELU-Fondamentales	298,95	-35,01	171,00	0,50	1870,90	142,64	Ok	Ok	Ok	-
7	ELU-Accidentelles	231,00	0,00	171,00	1,00	5733,80	121,24	Ok	Ok	Ok	-
8	ELU-Accidentelles	229,50	0,00	171,00	1,00	5737,10	120,46	Ok	Ok	Ok	-
9	ELU-Sismiques	232,50	4,67	171,00	0,92	4329,40	107,39	Ok	Ok	Ok	-
10	ELU-Sismiques	228,30	-4,67	171,00	0,95	4484,30	105,45	Ok	Ok	Ok	-
11	ELU-Accidentelles	232,50	12,59	171,00	0,70	3556,10	122,03	Ok	Ok	Ok	-
12	ELU-Accidentelles	226,50	-12,59	171,00	0,70	3529,90	118,88	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4  
v4.1.16

Imprimé le : 28/01/2025 - 14:29:42  
Calcul réalisé par : SAGE INGENIERIE

Projet : Prédim fondation  
Module : Fondsup (Cas 1/1)  
Titre du calcul : Prédimensionnement fondation superficielle SC 3x3x1m

Vérifiation additionnelle de la portance sismique selon l'annexe F de l'EC8-5

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Vmax [kN] : Résistance verticale nette du terrain sous charge sismique
- Fbarre : Facteur addimentionnel liés aux forces d'inertie dans le terrain
- Vbarre : Effort vertical normalisé
- Hbarre : Effort horizontal normalisé
- Mbarre : Moment de renversement normalisé
- Gcritère : Valeur du critère G(N, H, M, F) devant être inférieur ou égal à 1
- Vérification : Vérification de la portance sismique

Vérifiation additionnelle de la portance sismique selon l'annexe F de l'EC8-5

N° cas de charge	Vmax	Fbarre	Vbarre	Hbarre	Mbarre	Gcritère	Vérification
9	4930,40	0,06	0,05	0,00	0,00	0,06	Ok
10	4930,40	0,06	0,05	0,00	0,00	0,02	Ok



FoXta v4  
v4.1.16

Imprimé le : 28/01/2025 - 14:29:42  
Calcul réalisé par : SAGE INGENIERIE

Projet : Prédim fondation  
Module : Fondsup (Cas 1/1)  
Titre du calcul : Prédimensionnement fondation superficielle SC 3x3x1m



# **SOLUTION B**

## **FONDATIONS PROFONDES**



# Données

**Titre du projet :** Remplacement d'un pylône de mesures météorologiques

**Numéro d'affaire :** RP-S64-14026-IndAf

**Commentaires :** METEOFRANCE LEES-ATHAS (64) Mission G2-AVP

**Titre du calcul :** Portance MPØ110mm - Terrain meuble (pieu n°1)

**Cadre réglementaire :** EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

**Méthode de dimensionnement :** A partir des résultats pressiométriques

**Traitement des données :** Traitement par couches

**Pas du calcul (m) :** 0,50

**Section de calcul :** Section de calcul circulaire

**Diamètre de calcul (m) :** 0,11

**Classe du pieu :** 1 - Pieu/micropieu foré

**Catégorie du pieu :** 18 [M2] - Micropieu type II

**Mode de chargement :** Travail en compression

**Combinaisons**

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

**Cote de référence (m) :** 0,00

**Définition des couches de sol**

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche 1		Sables, graves	-15,00	0,00	100,00	0,00	1,400

**Critère de calcul :** Longueur imposée

**Longueur du pieu (m) :** 4,00

**Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe :** Non

**Contrôle de la résistance structurale de la section :** Non



FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 24/01/2025 - 16:41:10  
Calcul réalisé par : SAGE INGENIERIE

Projet : Prédim fondation  
Module : Fondprof (Pieu 1/1)  
Titre du calcul : Portance MPØ110mm - Terrain meuble

File : C:\Users\A.bel\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\2004\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 24/01/2025 à 16h40  
 par : SAGE INGENIERIE

## Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl\* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 18
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.010  
 Périmètre : 0.346

## Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-15.00	0.0	100.00	1.00	0.00	1.40

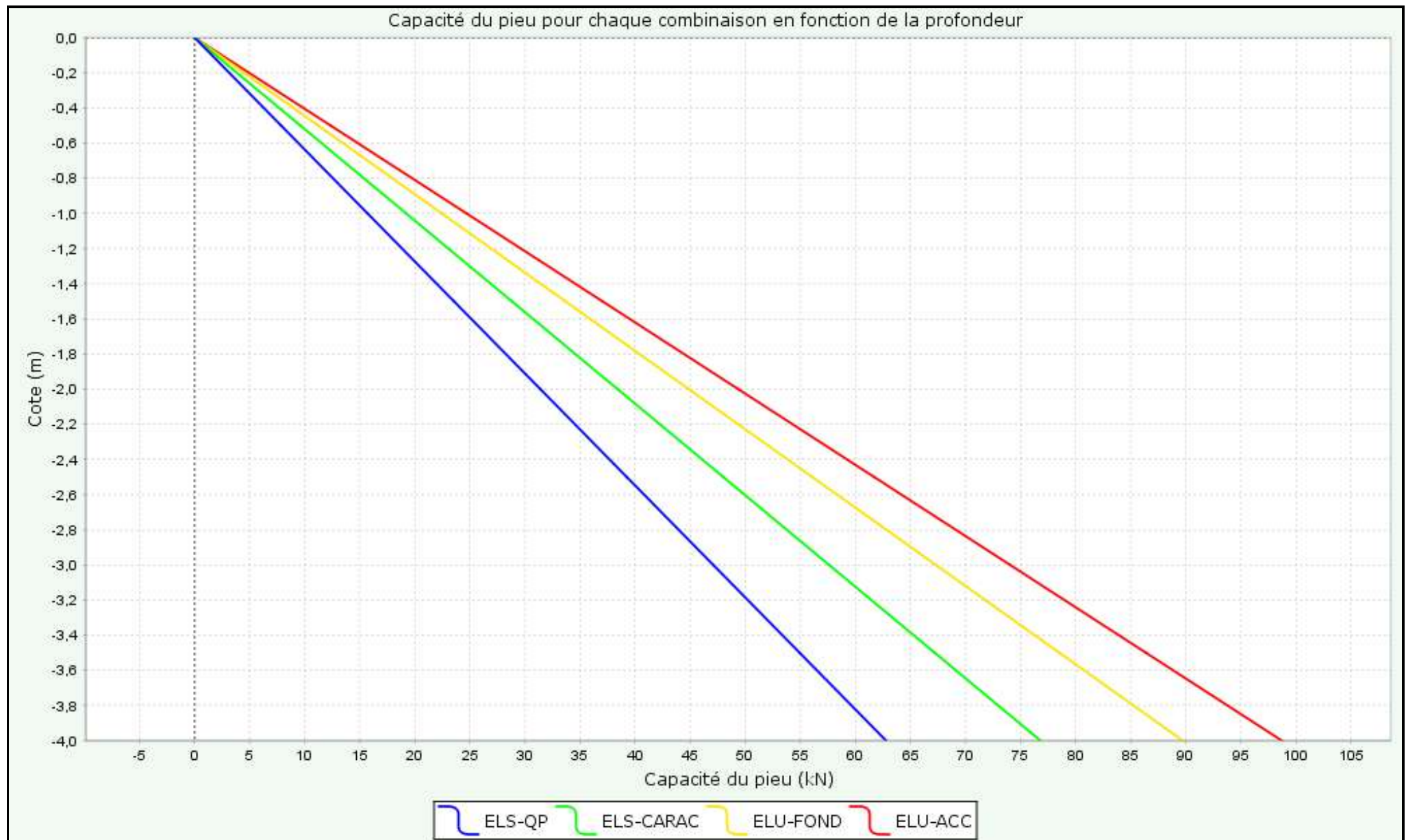
Pas du calcul : 0.50

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*SOLUTION\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Calcul à longueur imposée : L = 4.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	100.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	100.00	0.0	0.000	17.3	0.0	7.8	9.6	11.2	12.3
01	-1.00	100.00	0.0	0.000	34.6	0.0	15.7	19.2	22.4	24.7
01	-1.50	100.00	0.0	0.000	51.8	0.0	23.5	28.8	33.7	37.0
01	-2.00	100.00	0.0	0.000	69.1	0.0	31.4	38.4	44.9	49.4
01	-2.50	100.00	0.0	0.000	86.4	0.0	39.2	48.0	56.1	61.7
01	-3.00	100.00	0.0	0.000	103.7	0.0	47.1	57.6	67.3	74.1
01	-3.50	100.00	0.0	0.000	121.0	0.0	54.9	67.2	78.5	86.4
01	-4.00	100.00	0.0	0.000	138.2	0.0	62.8	76.8	89.8	98.7

# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Données

Titre du projet : Remplacement d'un pylône de mesures météorologiques

Numéro d'affaire : RP-S64-14026-IndAf

Commentaires : METEOFRANCE LEES-ATHAS (64) Mission G2-AVP

Titre du calcul : Portance MPØ110mm - Rocher (pieu n°2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,11

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 18 [M2] - Micropieu type II

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche 1		Sables, graves	-15,00	0,00	500,00	0,00	1,400

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 2,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 24/01/2025 - 16:42:54  
Calcul réalisé par : SAGE INGENIERIE

Projet : Prédim fondation  
Module : Fondprof (Pieu 2/2)  
Titre du calcul : Portance MPØ110mm - Rocher

File : C:\Users\A.bel\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\2004\FP.1.resu

Calcul réalisé le : 24/01/2025 à 16h42  
par : SAGE INGENIERIE

## Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl\* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 18
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.010  
Périmètre : 0.346

## Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-15.00	0.0	500.00	1.00	0.00	1.40

Pas du calcul : 0.50

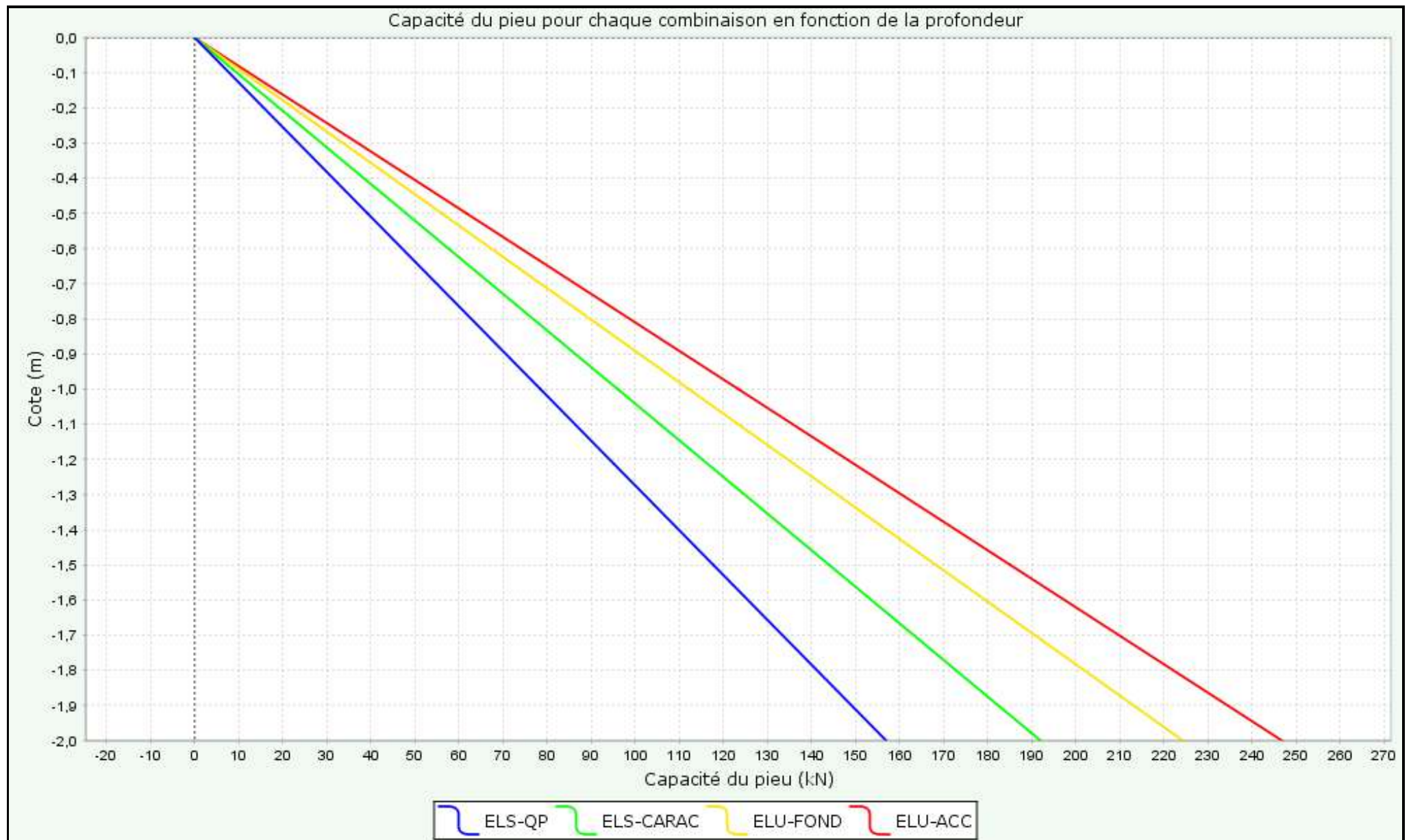
\*\*\*\*\*  
\*\*\*SOLUTION\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Calcul à longueur imposée : L = 2.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	500.00	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	500.00	0.0	0.000	86.4	0.0	39.2	48.0	56.1	61.7
01	-1.00	500.00	0.0	0.000	172.8	0.0	78.5	96.0	112.2	123.4
01	-1.50	500.00	0.0	0.000	259.2	0.0	117.7	144.0	168.3	185.1
01	-2.00	500.00	0.0	0.000	345.6	0.0	157.0	192.0	224.4	246.8



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Annexe 5 : Classification des missions géotechniques selon la NF P 94-500

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les	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	risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	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



# Annexe 6 : Conditions générales de vente et d'utilisation de la SAGE

## 1. Régime général et cadre des missions

CGVU MAI 01/2020. Page 1/2

Les présentes Conditions Générales de Vente et d'utilisation (CGVU) s'appliquent sous réserve des conditions particulières figurant sur les devis établis par la SAGE pour chaque prestation demandée. L'acceptation de l'offre forme contrat et entraîne l'acceptation automatique des présentes CGVU.

La commande sera effectivement prise en compte à la réception de l'offre datée et signée (devis ou commande datée, signée et cachet pour une entreprise ou une collectivité).

La SAGE réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement) et confirmée par le bon de commande signé du Client. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'une demande spécifique et éventuellement d'une négociation.

Les missions géotechniques sont réglementées et normalisées selon la Norme NFP 94-500, réactualisée en 2013, dont un extrait est joint à l'offre et au rapport que le client déclare connaître et accepter. Par référence à cette norme, il appartient au Maître d'Ouvrage, au Maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet.

L'obligation de la SAGE est une obligation de moyens et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Il est donc entendu que la SAGE s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Pour mener à bien ses missions, la SAGE est membre de l'USG (Union Syndicale Géotechnique), de l'AGAP (agrément obtenu pour la Sismique Réfraction et le Radar) et de MASE. Elle détient les qualifications géotechniques de l'OPQIBI et les agréments (n°26) pour les études, l'auscultation et le suivi de travaux pour les digues et barrages de classe C.

## 2. Limites des missions

Si une mission d'investigations est commandée seule (hors prestation d'ingénierie), elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil.

La mission G1 (phases ES et PGC) est une étude géotechnique préliminaire, permettant d'identifier les risques et de donner les principes généraux de construction destinés à réduire les conséquences des risques. Cette mission exclut tout dimensionnement et toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entrent dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (G2).

La mission G2 (phases AVP, PRO et DCE/ACT) est une mission de conception qui permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Nous rappelons qu'une mission G2 AVP ne peut servir directement à l'établissement d'un DCE et que les notes de calcul de dimensionnement ainsi que l'estimation des quantités et coûts des ouvrages géotechniques font partie de la mission G2 phase PRO.

La mission G3 est une mission d'étude et de suivi géotechniques d'exécution qui permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre 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 fournie par la Maîtrise d'Ouvrage.

La mission G4, de supervision d'exécution, permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission G3. Elle est à la charge du Maître d'Ouvrage et est réalisée en collaboration avec la Maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Nous rappelons que les missions G2 doivent être suivies d'une mission G4 en phase travaux. Si la SAGE n'est pas mandatée pour la mission G4, les documents établis au cours des travaux ne lui seront pas opposables, ainsi que les éventuels désordres survenus sur les ouvrages en cours de chantier.

La mission de diagnostic géotechnique G5 est ponctuelle et limitée à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage. Elle engage la SAGE uniquement dans le cadre strict des objectifs fixés dans le devis.

La mission et les investigations éventuelles réalisées par la SAGE sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

## 3. Plans et documents contractuels

La SAGE réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, la SAGE ne peut en être tenue responsable.

Par ailleurs, toute modification apportée au projet ou à son environnement (aménagements de proximité, terrassements, déboisement...) au cours ou après l'étude nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

## 4. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'obtenir et de communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires à la SAGE en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public. Par ailleurs, il devra fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes.

Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui de la SAGE, entrant dans ses domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée à la SAGE avant toutes interventions. En cas de coactivité sur site, le Client se doit ainsi d'avertir la SAGE.

Sauf spécifications particulières, la SAGE ne pourra intervenir, faire des observations géologiques et donner un avis géotechnique que sur les zones ayant fait l'objet d'un débroussaillage et/ou d'un dégagement préalable à la charge du client. Les zones non expertisées du fait d'une non accessibilité ne pourraient être opposables à la SAGE.

Toute modification des conditions d'accès connues au moment de l'établissement du devis devra être discutée avec le Client et pourra faire l'objet d'une facturation complémentaire.

Les investigations peuvent entraîner des dommages sur le site, en particulier sur la végétation et les cultures, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du personnel de la SAGE. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes seront discutées avec le Client et pourront faire l'objet d'une facturation complémentaire.

## **5. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)**

CGVU MAI 01/2020 Page 2/2

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité des ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux et des ouvrages souterrains privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre à la SAGE l'établissement des DICT (le délai de réponse est de 10 jours ouvrés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer.

En l'absence de DT effectuée par le Maître d'Ouvrage, la SAGE réalisera une DT/DICT conjointe, démarche considérée comme acceptée par le client à la signature du bon de commande.

La responsabilité de la SAGE ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit par le client préalablement à sa mission.

## **6. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux**

Si, en l'absence de plans ou documents précis concernant des ouvrages projetés, la SAGE a été amenée à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de les valider par écrit ou de notifier ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions. Cette validation devra être réalisée dans les 15 jours après la remise du rapport.

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension.

Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution et non détectés lors de la mission d'origine (failles, remblais anciens, karsts, venues d'eau, hétérogénéités localisées...), ainsi que tout incident survenu au cours des travaux (éboulements, glissement...), pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport géotechnique G2 ou G3, doivent immédiatement être signalés aux bureaux d'études géotechniques en charge du suivi géotechnique des travaux (missions G3 et G4) afin qu'ils en analysent les conséquences sur les conditions d'exécution et la conception de l'ouvrage.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en évidence lors d'une phase d'étude (notamment glissement, érosion, dissolution, matériaux évolutifs, ...), les recommandations et conclusions du rapport doivent être réactualisées à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, ce caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations et rendre caduques les conclusions notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

## **7. Hydrogéologie**

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport géotechnique correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude, la SAGE ne peut être tenue responsable de la non connaissance de la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

## **8. Réception des études, fin de mission, délais de validation des documents par le client**

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

## **9. Conditions d'utilisation du rapport**

Le rapport constitue une synthèse de la mission géotechnique définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre Maître d'Ouvrage, un autre constructeur ou Maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité de la SAGE et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

Rappel : Toute modification apportée au projet et à son environnement, ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, ainsi que tout incident survenu au cours des travaux, doit être signalé à la SAGE et nécessite une adaptation/mise à jour du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Il en va de même pour toute modification du cadre normatif.

## **10. Réserve de propriété, confidentialité, propriétés intellectuelles**

Les coupes de sondages, plans et documents établis par la SAGE dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par la SAGE qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire de la SAGE, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable de la SAGE.

## **11. Conditions d'établissement des prix**

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois.

Nos montants intègrent les frais d'assurances professionnelles présentées ci-après.

## **12. Assurances**

La SAGE est couverte par un contrat d'assurance professionnelle souscrit auprès de SMA SA, garantissant les responsabilités décennale et civile professionnelle pour des constructions dont le coût total HT est inférieur à 26 000 000 € et dans le cadre des missions professionnelles G1 à G5 et/ou de Maîtrise d'œuvre conception-réalisation et/ou d'expertises.