**MAITRE D'OUVRAGE**

**SPL TERRITOIRE 84 (Concessionnaire de la CCPAL)**
6 Passage de l'Oratoire
84 000 AVIGNON

**BUREAU D'ETUDES VRD**

**SARL Agence PLANISPHERE**
2B Avenue Saint-Quenin
84110 VAISON LA ROMAINE

# AMENAGEMENT DE LA ZONE D'ACTIVITES

# PIED ROUSSET - COMMUNE DE GOULT

## DOSSIER DE DECLARATION

CODE DE L'ENVIRONNEMENT
Articles L.214-1 et suivants

# RAPPORT GEOTECHNIQUE G2AVP
# SOL Technologie du 23/05/2023
# ST 066/23

SOL Technologie
La maîtrise de vos ouvrages

# ETUDE D'AVANT-PROJET POUR L'EXTENSION D'UNE ZONE D'ACTIVITES A GOULT (84220)

--- Mission géotechnique G2 AVP ---

*SAS SOL TECHNOLOGIE – 395 rue Pierre Seghers, 84000 AVIGNON*
*TEL : 04 90 22 31 28 - mail : contact@soltechnologie.fr*

## GUIDE DES MODIFICATIONS

| Affaire | Indice | Date | Rédacteur | Contrôleur |
|---|---|---|---|---|
| N°ST 066/23 | Ind. 0 | 23/05/23 | Hayaat TAIROU | Olivier FOUQUET |
| | | | | |
| 53 pages | | | | |

DESTINATAIRES :

- **SPL Territoire Vaucluse**
  6, Passage de l'Oratoire 84000 Avignon
  sneri@citadis.fr

# TABLE DES MATIERES



**TABLE DES MATIERES** ..... **2**

**1. PRESENTATION DE NOTRE MISSION** ..... **4**

1.1 MISSION G2 AVP SELON LA NORME NF P 94-500 ..... 4

1.2 LE PROGRAMME DES INVESTIGATIONS ..... 4

1.3 LES DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION ..... 4

1.4 LES DOCUMENTS DE REFERENCE ..... 5

**2. DESCRIPTION GENERALE DU SITE** ..... **6**

2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ..... 6

2.2 LE CONTEXTE DES RISQUES NATURELS SUR LA COMMUNE ..... 7

*2.2.1 Les risques répertoriés sur la commune* ..... *7*

*2.2.2 Le risque inondation* ..... *8*

*2.2.3 Le risque mouvement de terrain par retrait-gonflement des sols argileux* ..... *8*

*2.2.4 Les autres risques mouvements de terrain* ..... *8*

*2.2.5 Le risque sismique* ..... *9*

2.3 CONTEXTE LITHO-STRUCTURAL ..... 9

**3. SYNTHESE DES INVESTIGATIONS IN-SITU** ..... **11**

3.1 RESULTATS DES SONDAGES ..... 11

3.2 SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE ..... 23

3.3 L'IDENTIFICATION DES MATERIAUX ..... 23

3.4 PRESENTATION DE L'ESSAI PORCHET ..... 24

**4. ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT-PROJET** ..... **26**

4.1 ANALYSE DU PROJET ..... 26

4.2 LES CONTRAINTES DU SITE ..... 27

4.3 LES TERRASSEMENTS ..... 27

4.4 LA RESISTANCE ULTIME DU SOL (« CONTRAINTE ADMISSIBLE ») ..... 29

**5. LES VOIRIES** ..... **30**

5.1 GENERALITES SUR LES CDF ..... 30

5.2 DIMENSIONNEMENT DES COUCHES DE FORME ..... 30

5.3 SPECIFICATION DES GRAVES D'APPORT ..... 32

5.4 CRITERES DE RECEPTION ..... 32
5.5 LES MODULES DE DEFORMATIONS ..... 33
5.6 LA STRUCTURE DE VOIRIE ..... 34
5.7 GESTION DES EP ..... 34
**6. SISMICITE DU SITE ..... 36**
6.1 CALCUL DE L'ACCELERATION SISMIQUE ..... 36
6.2 LIQUEFACTION SOUS SEISME ..... 36
**7. LIMITES DE L'ETUDE ..... 37**
**ANNEXE 1 ..... 38**
**ANNEXE 2 ..... 43**
**ANNEXE 3 ..... 45**
**ANNEXE 4 ..... 50**

# 1. PRESENTATION DE NOTRE MISSION



## 1.1 MISSION G2 AVP SELON LA NORME NF P 94-500

Nous avons été missionnés par SPL Territoire Vaucluse dans le cadre d'une étude géotechnique G2 AVP pour l'extension d'une zone d'activité sur la commune de Goult (84220). L'étude G2 AVP est conforme au cadre des missions géotechniques normalisées, NF P94-500 – décembre 2006, révisé en novembre 2013.

L'étude a pour objectif de définir :

- le contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique
- les hypothèses de calculs géotechniques
- l'exposition aux aléas naturels
- les recommandations et sujétions d'exécution
- les risques géotechniques résiduels

## 1.2 LE PROGRAMME DES INVESTIGATIONS

L'étude est menée sur la base des investigations suivantes, réalisées le 17/03/23 :

- 10 carottages battus descendus au refus ;
- 4 sondages au pénétromètre dynamique descendus au refus
- 1 carottage ;
- 1 essai d'infiltration type Porchet
- 1 identification GTR (granulométrie, teneur en eau, VBS) ;

## 1.3 LES DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION

- Carte IGN au 1/25 000 ;
- Carte du BRGM au 1/50 000 ;
- Les données des sites internet suivants : www.infoterre.brgm.fr, www.geoportail.gouv.fr, www.georisques.gouv.fr

### 1.4 LES DOCUMENTS DE REFERENCE

Les ébauches dimensionnelles réalisées dans le cadre de l'étude, respectent l'ensemble des normes d'application de l'Eurocode 7, à l'exception de celle relative aux ouvrages en terre non disponible à la date de rédaction du présent rapport.

- E7 : NF P94-261 : Application aux fondations superficielles – SETRA ;

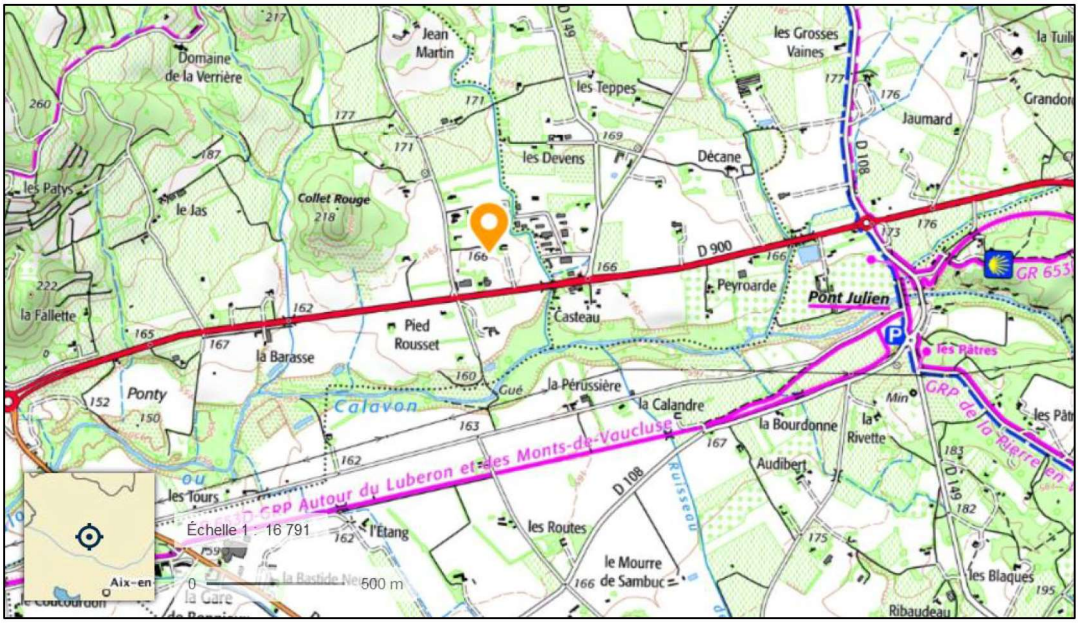
- E7 : NF P94-262 : Application aux fondations profondes – SETRA ;

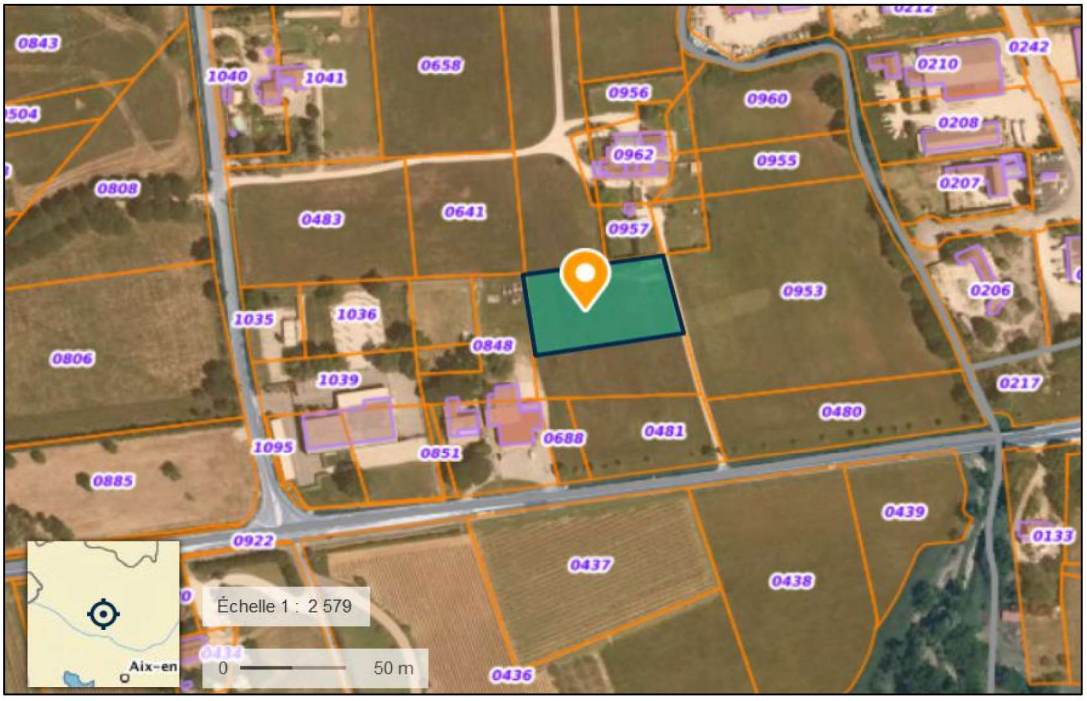
# 2. DESCRIPTION GENERALE DU SITE

## 2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le projet est localisé à la ZA de Pied Rousset 84220 Goult, comme l'indiquent les plans ci-dessous :

*Plan de situation et vue aérienne avec limites cadastrales (source : Géoportail et IGN)*






*Le contexte géomorphologique* : Le site étudié est situé au cœur de la vallée nord du Luberon, entre le « petit » Luberon et les monts de Vaucluse.

*L'occupation du sol* : Zone agricole.

Altitude relative et topographie : Le terrain se situe à une altitude d'environ 165 mNGF et il présente une topographie relativement plane.

Hydrologie : Le site étudié est à 400 m au Nord de la rivière du Cavalon.

## 2.2 LE CONTEXTE DES RISQUES NATURELS SUR LA COMMUNE

### 2.2.1 LES RISQUES REPERTORIES SUR LA COMMUNE

| ALEAS DE LA COMMUNE | ALEAS DU SITE | PPR EXISTANTS |
|---|---|---|
| Mouvements de terrain par gonflement ou retrait des argiles | Moyen | *PPR « Argiles »* |
| Mouvements de terrain gravitaires (glissements, éboulements) | Non | - |
| Présence de cavité souterraine | Non | - |

| | | |
|---|---|---|
| Séisme | Zone 3 : Modérée | - |
| Inondation | Hors aléa | - |

### 2.2.2 LE RISQUE INONDATION

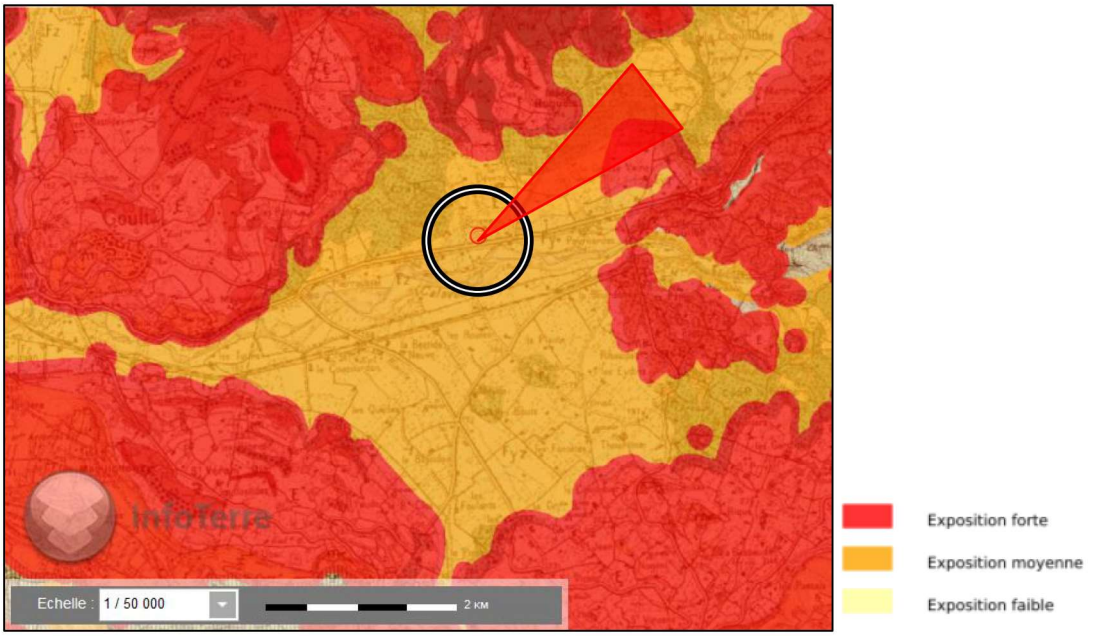
La commune de Goult est soumise au PPRI (Plan de Prévention des Risques Inondation) du Cavalon, qui place le site étudié hors zone d'aléa.

Les informations sur le risque inondation sont consultables en mairie ou en préfecture.

### 2.2.3 LE RISQUE MOUVEMENT DE TERRAIN PAR RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

D'après la cartographie du BRGM, la zone d'étude est classée en aléa moyen, en ce qui concerne le retrait-gonflement des argiles. Le projet est donc soumis à des prescriptions constructives.

*Zonage réglementaire du PPR Argiles (source : Géorisques)*




### 2.2.4 LES AUTRES RISQUES MOUVEMENTS DE TERRAIN

La commune de Goult n'est soumise à aucun PPR portant sur les mouvements de terrain liés.

#### 2.2.5 LE RISQUE SISMIQUE

La commune est classée en zone de sismicité modérée (zone 3), d'après le nouveau zonage sismique de la France, défini par le Décret 2010-1254 du 22/10/2010 relatif à la prévention du risque sismique et du Décret 2010 1255 du 22/10/2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité sur le territoire français.

Le coefficient d'accélération sismique ; $a_{gr}$ = 1,1 m/s².

En première approche la succession des sols rencontrés au droit des différents sondages, constitue un sol de **classe A1** d'où **S = 1 ;**

L'ouvrage de génie civil est de catégorie d'importance II, et de coefficient d'importance γI = 1,4 ;

Le coefficient d'amplification topographique τ = 1,0 (ruptures de pentes <15°) ;

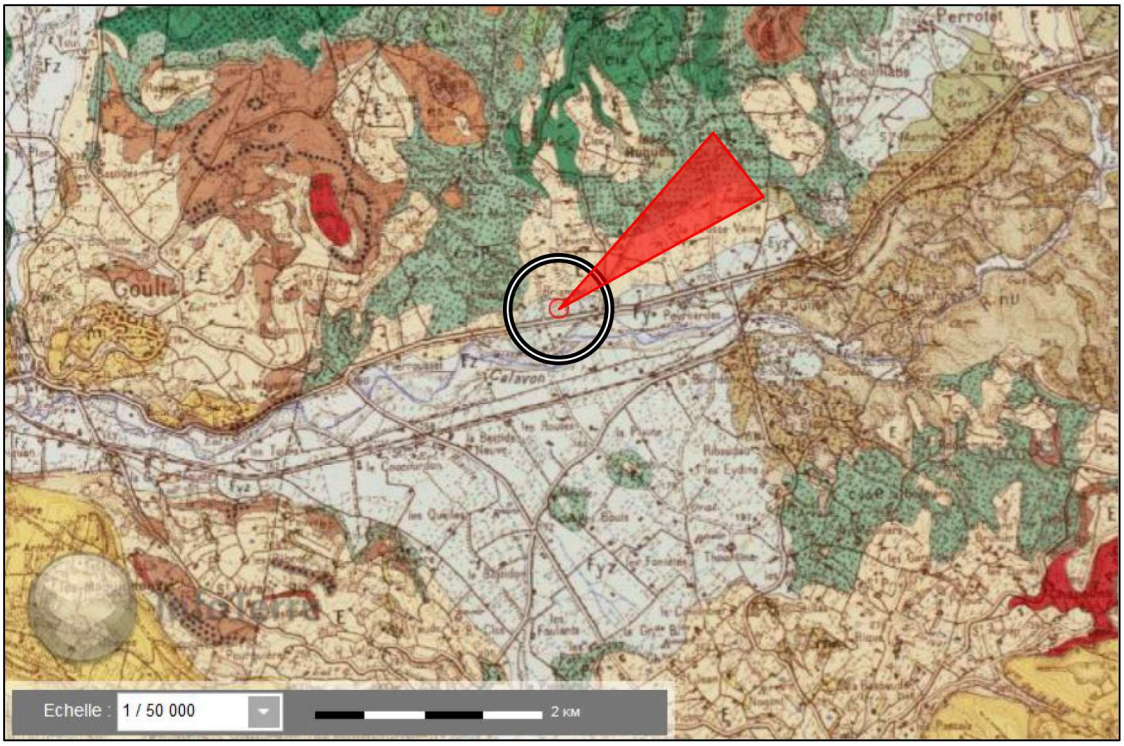
***Les règles parasismiques s'appliquent pour les nouvelles structures et dans ce contexte géologique, suivant les consignes des Eurocodes 8.***

### 2.3 CONTEXTE LITHO-STRUCTURAL

D'après la carte géologique de Cavaillon (n° 967) à l'échelle 1/50 000, le site est caractérisé par des **alluvions anciennes du quaternaire (Fy), entrecoupées de casiers de colluvions sableuses**. Cette formation est assise sur un substratum gréseux datant du Cénomanien. Les faciès peuvent ressembler à : a des sables bruns à jaunâtres à litages graveleux (de nature calcaire provenant des niveaux Urgonien supérieurs) ; et des grès tendres, jaunes, tachés de rouge ou de lie-de-vin, en bancs massifs aux contours arrondis, ou bien sables rouges à stratifications entrecroisées (dans le substratum molassique).

Il n'existe, à proximité du site d'étude, aucun sondage de la BSS (Base du Sous-Sol) du BRGM permettant d'établir une coupe lithologique prévisionnelles, des faciès attendus.

*Carte géologique du BRGM au 1/50000*



# 3. SYNTHESE DES INVESTIGATIONS IN-SITU



## 3.1 RESULTATS DES SONDAGES

Les sondages de pénétration dynamique (SPD) associés au carottage (SPT) permettent d'établir des coupes stratigraphiques des formations superficielles. Les sondages permettent de déduire :

- $R_d$ : coefficient de résistance dynamique en MPa ;
- Coefficient rhéologique (a) ;
- Pl* : pression limite nette par corrélation ;
- Le positionnement des joints stratigraphiques ;
- Les données hydrogéologiques ;
- La stabilité de la formation (cohésion, teneur en eau, présence d'eau, etc.)

L'implantation des sondages et les pénétrogrammes sont présentés en *Annexe 3*.

### A Description des carottages

***Description du carottage SPT01***

**De 0 à 0,75 m :** Sables bruns jaunâtres comportant des graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

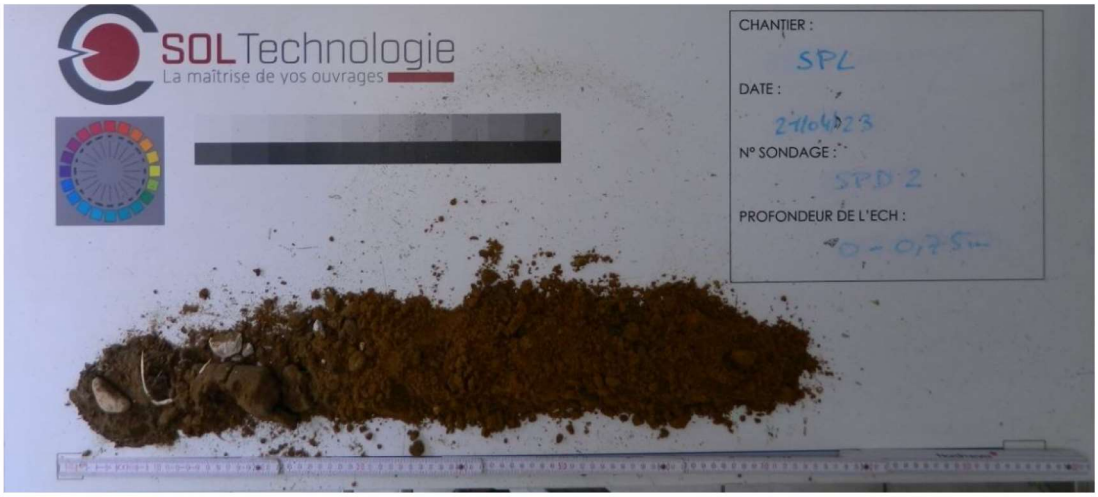
**De 0,75 à 0,85 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

**De 0,85 à 1,25 m :** Sables bruns jaunâtres légèrement argileux comportant de rares graviers de tailles millimétriques et de la matière organique en putréfaction. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.

**De 1,25 à 1,50 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

## *Description du carottage SPT02*

**De 0 à 0,75 m :** Sables bruns jaunâtres comportant des graviers de tailles millimétriques, de rares radicelles et morceaux de calcaire. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.




**De 0,75 à 1,35 m :** Sables bruns jaunâtres comportant des graviers de tailles millimétriques et de la matière organique en putréfaction. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

**De 1,35 à 1,50 m :** Sables bruns jaunâtres comportant des graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

## *Description du carottage SPT03*

**De 0 à 0,75 m :** Sables bruns jaunâtres comportant des graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

**De 0,75 à 0,9 m :** Sables bruns jaunâtres comportant des graviers de tailles millimétriques et de la matière organique en putréfaction. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

**De 0,9 à 1 m :** Sables bruns jaunâtres légèrement argileux comportant de rares radicelles. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.

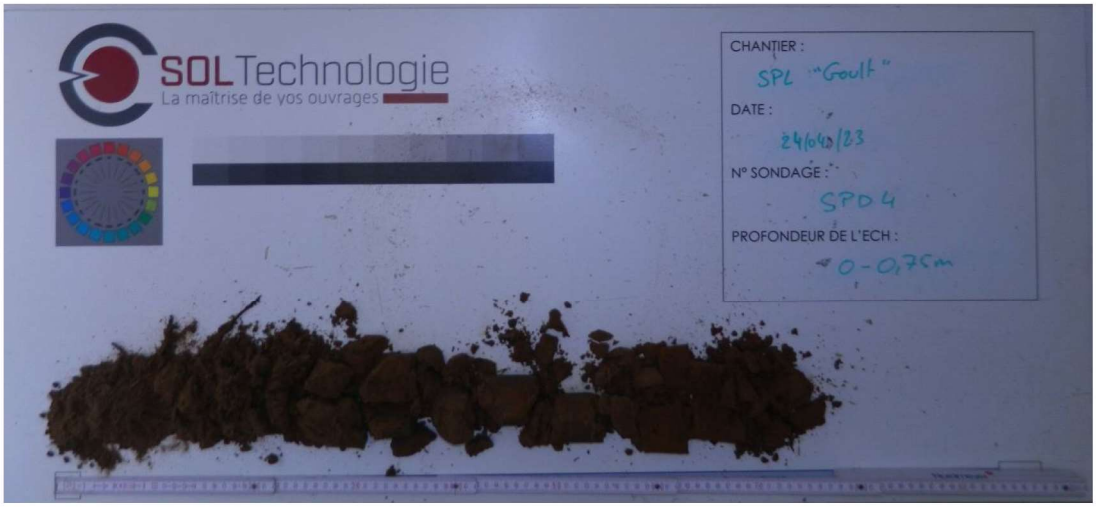
**De 1 à 1.25 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de rares graviers de tailles millimétriques. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

**De 1,25 à 1,4 m :** Sables bruns jaunâtres légèrement argileux. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.

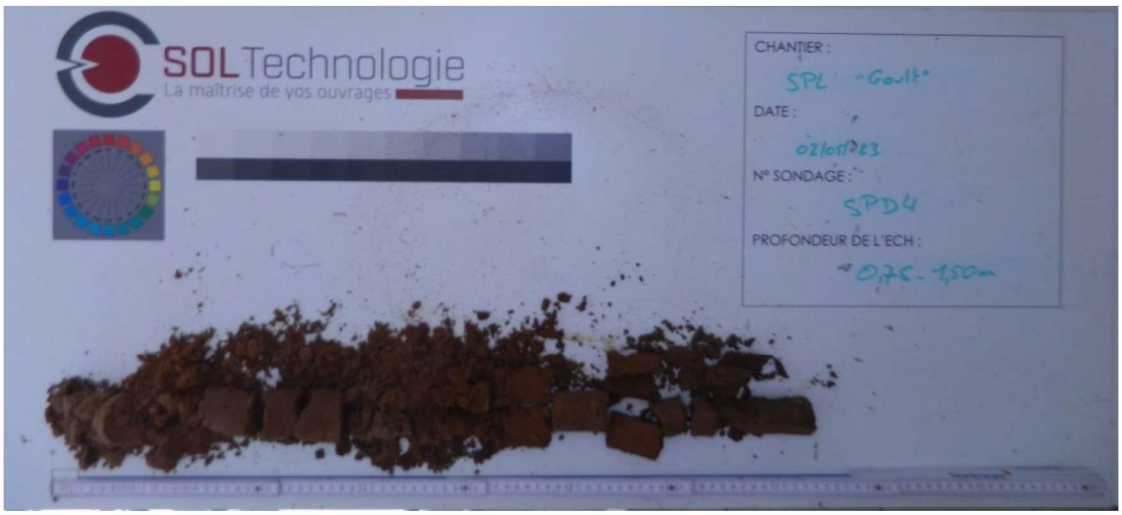
**De 1,4 à 1,5 m :** Graviers de tailles millimétriques présentant une faible cohésion.

## *Description du carottage SPT04*

**De 0 à 0,75 m** : Sables bruns jaunâtres comportant des radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

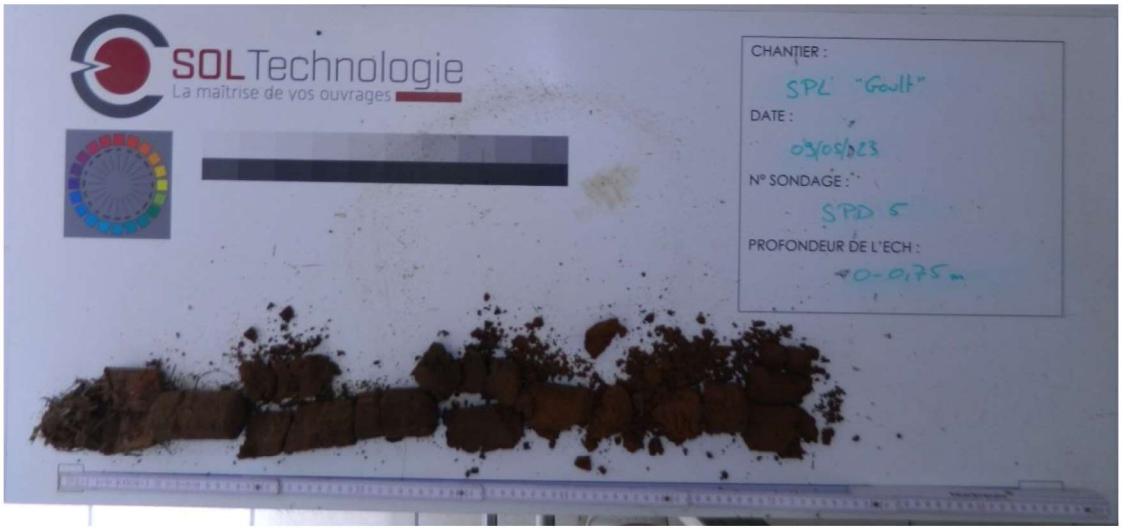



**De 0,75 à 1,5 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de rares graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

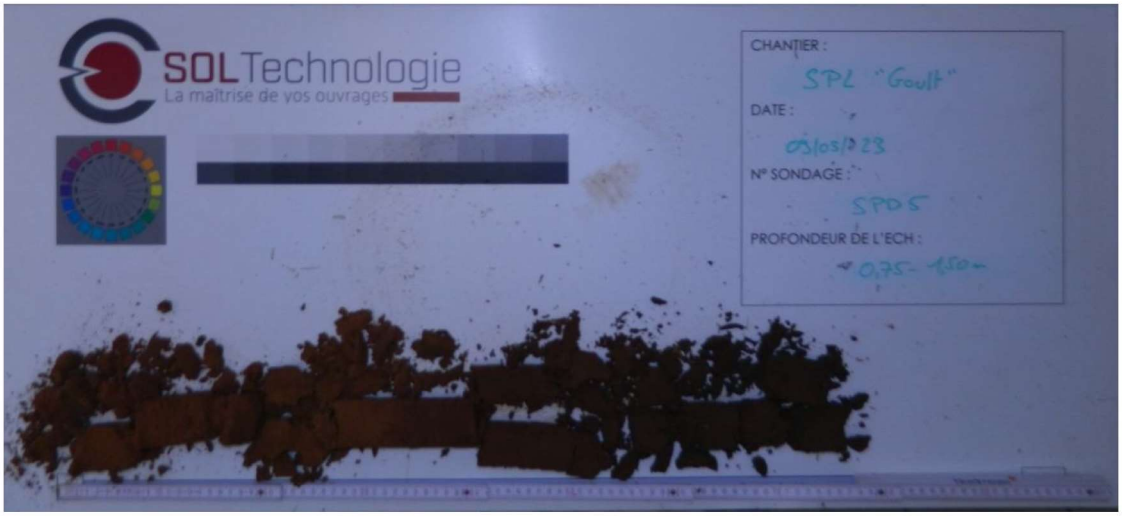



## *Description du carottage SPT05*

**De 0 à 0,75 m** : Sables légèrement argileux bruns jaunâtres comportant des radicelles et de rares graviers. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.



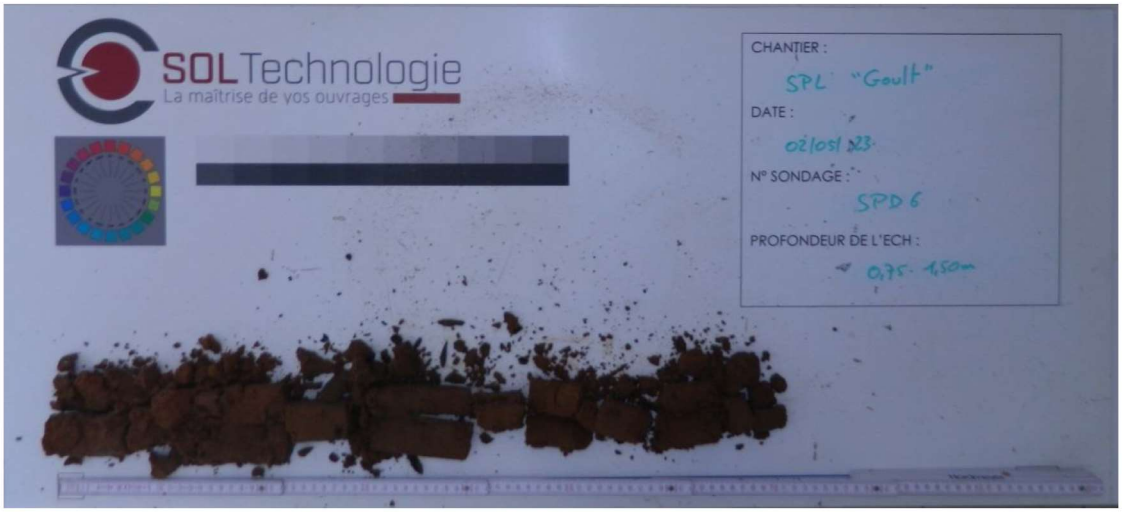

**De 0,75 à 1,5 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de rares graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.




***Description du carottage SPT06***

**De 0 à 0,75 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de rares graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles et trace de matière organique. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

**De 0,75 à 1,5 m :** Sables bruns jaunâtres légèrement argileux comportant de rares graviers, de la matière organique et de rares radicelles. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.



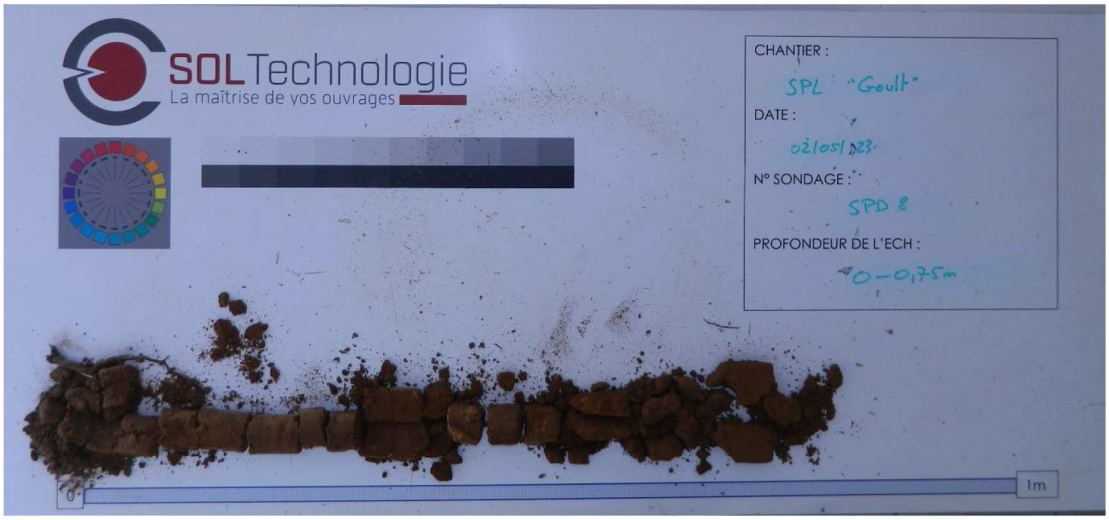

***Description du carottage SPT07***

**De 0 à 0,75 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de rares graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est sec.

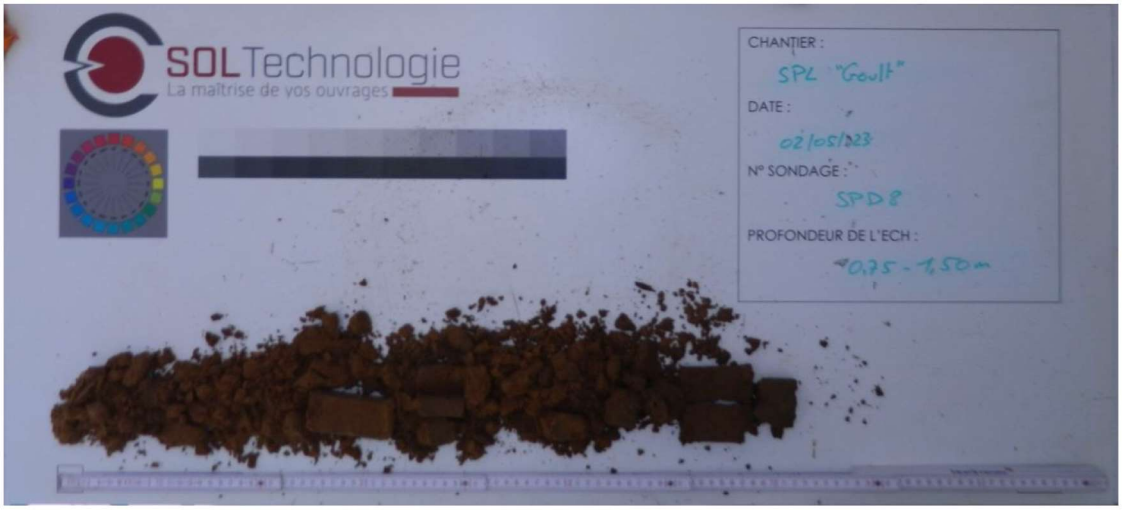
**De 0,75 à 1,35 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de rares radicelles et trace de matière organique. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

## *Description du carottage SPT08*

**De 0 à 0,75 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de rares graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.




**De 0,75 à 1,5 m :** Sables bruns jaunâtres légèrement argileux comportant de rares morceaux de coquilles et traces de matière organique. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.




***Description du carottage SPT09***

**De 0 à 0,85 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de rares graviers de tailles millimétriques et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

**De 0,85 à 1,05 m :** Sables bruns jaunâtres légèrement argileux comportant de rares graviers. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.

**De 1,05 à 1,5 m :** argile sableuse bruns jaunâtres comportant de rares graviers. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.

***Description du carottage SPT10***

**De 0 à 0,75 m :** Sables bruns jaunâtres comportant de rares graviers de tailles millimétriques, quelques traces de matière organique et de rares radicelles. Le matériau ne présente aucune cohésion et est légèrement humide.

**De 0,75 à 1,05 m :** Sables bruns jaunâtres légèrement argileux comportant de rares graviers. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.

**De 1,05 à 1,5 m :** argile sableuse brune à jaunâtre comportant de rares graviers et de la matière organique en début de putréfaction. Le matériau présente une faible cohésion et est légèrement humide.

## B Sondages pénétrométriques

| N° Sondage | Lithologie | Profondeurs (m/TN) | $R_d$ (MPa) | a |
|---|---|---|---|---|
| SPD01 | **Sables graveleux** | 0,0 à 1 m | 2,2 MPa | 0,5 |
| | **Sables argileux** | 1 à 2,4 m | 5,3 MPa | 0,25 |
| | **Sables grésifiés** | 2.4 à 3,7 m | 10 MPa | 0,33 |
| **FIN DU SONDAGE** | | **3,7 m** | | |
| SPD02 | **Sables graveleux** | 0,0 à 0,5 m | 1,7 MPa | 0,5 |
| | **Sables argileux** | 0,5 à 2,6 m | 4,6 MPa | 0,25 |
| | **Sables grésifiés** | 1,25 à 4,5 m | 10,3 MPa | 0,33 |
| **FIN DU SONDAGE** | | **4,5 m** | | |
| SPD03 | **Sables graveleux** | 0,0 à 1,2 m | 3,7 MPa | 0,5 |
| | **Sables argileux** | 1,2 à 2,4 m | 2,4 MPa | 0,25 |
| | **Sables grésifiés** | 1,25 à 2,8 m | 21,7 MPa | 0,33 |
| **FIN DU SONDAGE** | | **2,8m** | | |
| SPD04 | **Sables graveleux** | 0,0 à 1,2 m | 3,7 MPa | 0,5 |
| | **Sables argileux** | 1,2 à 2,4 m | 2,7 MPa | 0,25 |
| | **Sables grésifiés** | 2,4 à 3 m | 4 MPa | 0,33 |
| **FIN DU SONDAGE** | | **3,0 m** | | |

Les sondages ont été réalisés par un PR530. Les critères d'arrêts sont de 8 m de profondeur ou le refus de pénétration. Les sondages SPD01 à SPD04 se sont arrêtés sur le toit du substratum gréseux appartenant au Cénomanien entre 2,8m de profondeur et 4,5m.

### 3.2 SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE

Lors de notre intervention du 12/05/2023, aucun niveau d'eau n'a été rencontré aux profondeurs atteintes par nos sondages.

L'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne lui permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport d'étude correspond nécessairement à celui relevé à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

### 3.3 L'IDENTIFICATION DES MATERIAUX

Les échantillons prélevés sur le sondage SPD1, ont permis de réaliser une granulométrie, une mesure de VBS ainsi qu'une teneur en eau des sols compris entre 0,75 et 1,05 m de profondeur (échantillon ER1).

| PARAMETRES GEOMECANIQUES | ER1 – 0,75 à 1,5 m |
|---|---|
| ***W% (teneur en eau naturelle)*** | 9,55 % |
| ***VBS (valeur au bleu de méthylène)*** | 1,56 |
| ***Passant à 25 mm*** | 100% |
| ***Passant à 2 mm*** | 97,83% |
| ***Passant à 0,063 mm*** | 30,15% |
| ***CLASSE GTR*** | **A1** |

| Tranches de valeurs de référence | |
|---|---|
| VBS < 0,1 | sol insensible à l'eau |
| 0,2 ≤ VBS < 1,5 | sol sablo limoneux, sensible à l'eau |
| 1,5 ≤ VBS < 2,5 | sol sablo argileux, peu plastiques |
| 2,5 ≤ VBS < 6 | sol limoneux de plasticité moyenne. |
| 6 ≤ VBS < 8 | sol argileux. |
| VBS > 8 | sol très argileux. |

**Conclusion :** les sols analysés sont des **Sables argileux** de classe GTR **A1**. Ils possèdent les caractéristiques suivantes :

- Indice de plasticité : faible ;
- Sensibilité hydrique : faible ;
- Comportement aux phénomènes de gonflements : inactif ;
- Comportement aux phénomènes de retrait : inactif ;

### 3.4 PRESENTATION DE L'ESSAI PORCHET

**Principe**

L'essai Porchet permet la détermination in-situ du coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique K) d'un sol et donc sa capacité d'infiltration, par application d'une charge hydraulique constante dans un forage réalisé à la tarière manuelle et via un tube gradué.

En fonction du résultat obtenu, il sera possible de connaître le mode de gestion pluviale à retenir mais aussi de vérifier la bonne mise en œuvre du ou des ouvrages de gestion EP.

Le principe consiste à suivre la variation du niveau de l'eau dans le récipient gradué après son remplissage. Cette variation permet de calculer le coefficient de perméabilité (K) en suivant la différence de charge dans le récipient gradué durant l'essai.

**Calcul et expression des résultats**

Nous avons réalisé sur le site un essai Porchet d'infiltration en SP02 entre 0m et 2,25m de profondeur.

L'équation utilisée pour cet essai est :

$$K = \frac{di^2}{4DH + D^2} \times \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

Avec : K= Perméabilité en m/s

di = Diamètre du tube en m

D = Diamètre de la cavité en m

H = Hauteur d'eau dans la cavité en m

Δh/Δt = Baisse du niveau d'eau dans le tube pendant le temps Δt en m/s

Les essais présentent des valeurs caractéristiques d'une gamme de sols sable-argile-limono. Les principaux résultats sont récapitulés ci-dessous

| Essai | Horizon | Perméabilité |
|---|---|---|
| SP2 | 0 à 2.25 m | $1.923\ 10^{-4}$ m/s |