

**PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL  
COMMUNE DE SAINT-DENIS  
DÉPARTEMENT DE LA RÉUNION**

**CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DE SOL**

**MAÎTRE D'OUVRAGE : RÉGION RÉUNION**

**RAPPORT N : GE225040**

**INDICE : 2**

**MISSION : Investigation géotechnique+G1+G2 (phase AVP)**

**DATE DE RÉDACTION : 02/08/2023**

*Sondages • Forages • Carottages • Pressiomètre • Pénétrromètre • Laboratoire • Contrôle • Ingénierie  
Assainissement • Diagnostic Environnemental • Dossier Loi sur l'Eau • Etude d'impact • Suivi Piézométrique*

SAS au capital de 75 000€ - RCS Saint Denis 2013 B 242 – SIRET : 790 188 569 00012 - APE 7112B  
Compte BNP PARIBAS Saint Denis : 41919 09401 01504782291 96 – Compte BFC Saint Denis : 18719 00080 0000695850012  
Siège Social : 11, rue des Lataniers 97400 Saint Denis – Tél : 02 62 94 33 64 - Fax : 02 62 94 33 77 - [sarlgeiser@geiser.re](mailto:sarlgeiser@geiser.re)

# SOMMAIRE

<b>I/ INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1/ CONTEXTE DE L'ÉTUDE	1
2/ SITUATION GÉOGRAPHIQUE	1
3/ LE PROJET	1
4/ DOCUMENTS ET RÉFÉRENCES	1
5/ LE CHOIX DE LA TECHNIQUE DE RECONNAISSANCE	2
6/ DESCRIPTION DU SITE ET DES AVOISINANTS	3
<b>II/ DONNÉES EXISTANTES</b>	<b>7</b>
1/ DONNÉES GÉOLOGIQUES	7
2/ DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES	8
3/ SCHÉMA DIRECTEUR DES EAUX PLUVIALES DE LA COMMUNE DE SAINT DENIS	8
4/ RISQUES HYDRAULIQUES ET GÉOLOGIQUES AU SENS DU PPR MULTIRISQUES (INONDATIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN) APPROUVE LE 17/10/2012	8
5/ RISQUE SISMIQUE	9
6/ PÉRIMÈTRES DE PROTECTION	9
7/ DONNÉES EXISTANTES ISSUES DES ÉTUDES EFFECTUÉES PAR GEISER DANS LA ZONE	9
<b>III/ DONNÉES ISSUES DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DE SOL</b>	<b>10</b>
1/ NATURE DU SOL	10
2/ CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES	11
3/ CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES INDICATIVES	12
4/ HYDROGÉOLOGIE	12
5/ IDENTIFICATION DES CLASSES DE SOL AU SENS DE L'EUROCODE 8	12
<b>IV/ SYNTHÈSE</b>	<b>13</b>
<b>V/ PRÉCONISATIONS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (PHASE G2 AVP)</b>	<b>15</b>
1/ RAPPEL DU PROJET	15
2/ INCIDENCE DES DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES ET HYDRAULIQUES SUR LE PROJET	15
3/ TERRASSEMENTS	16
4/ STABILITÉ / SOUTÈNEMENT / MITOYENNETÉ	16
5/ SYSTÈME DE FONDATIONS	17
6/ ÉVALUATION DES RISQUES DE TASSEMENTS	20
7/ DALLAGES	20
8/ VOIRIE	21
<b>VI/ REMARQUES IMPORTANTES</b>	<b>22</b>

## ANNEXES

<b>ANNEXE 1</b> .....	Missions de Géotechnique de la Norme NF P 94 500 – Version novembre 2013
<b>ANNEXE 2</b> .....	Conditions d'exploitation et de validité des études de sol
<b>ANNEXE 3</b> .....	Situation géographique du projet
<b>ANNEXE 4</b> .....	Plan de masse, coupes de l'Opération
<b>ANNEXE 5</b> .....	Implantations approximatives des puits à la pelle mécanique et des forages pressiométriques
<b>ANNEXE 6</b> .....	Coupes sur puits à la pelle mécanique
<b>ANNEXE 7</b> .....	Coupes sur forages pressiométriques Résultats des essais pressiométriques
<b>ANNEXE 8</b> .....	Photographies des puits à la pelle mécanique

# **I/ INTRODUCTION**

## **1/ CONTEXTE DE L'ÉTUDE**

La présente étude a été commandée par la **RÉGION RÉUNION**, dans le cadre d'un projet de **construction d'un bâtiment sur la parcelle BC366** à Saint-Denis.

Elle s'inscrit dans le cadre d'une **mission d'Investigation géotechnique (Ex G0) associée à une mission d'étude géotechnique de type G1+G2 (phase AVP)**, au sens de la norme NFP 94500 « Missions Géotechniques – Classification et Spécifications » (voir annexe 1). Cette norme NFP 94500 prévoit un enchaînement des missions géotechniques qui sont déclenchées en fonction de l'avancement du projet.

**Le présent rapport annule et remplace le rapport N°GE225040 IND1 en date du 21/09/2023.**

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les conditions d'exploitation et de validité des études de sol décrites en annexe 2.

## **2/ SITUATION GÉOGRAPHIQUE**

Le terrain d'assiette de l'opération est situé au lieu-dit Sainte-Clotilde, plus précisément sur la parcelle BC366, sur la commune de Saint-Denis (voir annexe 3).

## **3/ LE PROJET**

Le projet consiste en la construction d'un centre de conservation et d'étude régional de la Réunion, bâtiment de 1300 m<sup>2</sup> de deux niveaux sur la parcelle BC366 d'une superficie de 2500 m<sup>2</sup>.

Vous trouverez en annexe 4, le plan de masse et des coupes de l'Opération.

## **4/ DOCUMENTS ET RÉFÉRENCES**

### **a/ Documents fournis**

Dans le cadre de la présente Opération, aucun document ne nous a été remis, excepté le plan de topographique de la parcelle :

- Plan topographique au 1/250<sup>ème</sup> (réf. : fichier informatique indice 2, en date du 21/12/2021, OUTRE MER TOPOGRAPHIE Géomètre-Expert) ;
- Plan de réseaux au 1/200<sup>ème</sup> (TMM-TOPO-RESEAUX, en date du 21/03/2023) ;
- Plan de masse au 1/250<sup>ème</sup> (sans référence) ;
- Plan de niveaux au 1/200<sup>ème</sup> (sans référence) ;
- Coupes transversales au 1/200<sup>ème</sup> (sans référence) ;
- Vues de façades au 1/200<sup>ème</sup> (sans référence).

### **b/ Références normatives**

La présente étude s'est appuyée sur les documents normatifs suivants :

- **Norme NFP 94-500 (version de novembre 2013) : Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications ;**
- Norme NFP 94-011 : reconnaissance de sols et essais ;



- DTU 11.1 : sondages et reconnaissance des sols ;
- DTU 13-12 : fondations superficielles ;
- Norme NFP94-110 : essais pressiométriques ;
- Norme NFP 94-261 : Justification des ouvrages géotechniques – Normes d’application nationale de l’Eurocode 7 – Fondations superficielles.

#### **c/ Règles générales selon l’Eurocode 7**

En application des clauses de la norme européenne NF EN 1997-1:2005 (Eurocode 7), les hypothèses à prendre en compte pour le calcul des ouvrages géotechniques neufs selon la norme d’application française NF EN 1997-1/NA sont les suivantes : **le projet rentre dans la catégorie n°4 de durée d’utilisation du projet et rentre dans la catégorie géotechnique n°2 avec une classe de conséquence CC2.**

#### **d/ Références diverses**

- Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) ;
- Office de l’Eau (OLE) ;
- Institut Géographique National (IGN) ;
- [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr) ;
- [www.risquesnaturels.re](http://www.risquesnaturels.re) ;
- Schéma Directeur des Eaux Pluviales (SDEP) de la commune de Saint-Denis.

### **5/ LE CHOIX DE LA TECHNIQUE DE RECONNAISSANCE**

Notre première intervention s’est déroulée le 05/09/2022. Nous avons effectué, en tenant compte des contraintes d’accès, de la présence de réseaux enterrés non repérés de façon précise :

- 6 puits à la pelle mécanique.

Notre deuxième intervention s’est déroulée le 24/07/2023. Nous avons effectué, en tenant compte des contraintes d’accès, de la présence de réseaux enterrés non repérés de façon précise :

- 4 forages pressiométriques ;
- 16 essais pressiométriques.
- les implantations approximatives des puits à la pelle mécanique et des forages pressiométriques en annexe 5 ;
- les coupes sur puits à la pelle mécanique en annexe 6 ;
- les coupes sur forages pressiométriques, et les résultats des essais pressiométriques en annexe 7 ;
- les photographies des puits à la pelle mécanique en annexe 8.

**NB1** : La présentation des coupes des forages pressiométriques figurant en annexe 7 a volontairement été simplifiée. Les procédures imposées par la norme NFP 94-110-1 ayant évidemment été respectées par GEISER, nous restons à la disposition du Maître d’Ouvrage pour lui fournir tout élément complémentaire au sens de la norme.

**NB2** : Nos sondages ont été implantés en tenant compte des accès possibles, de la présence de réseaux enterrés non repérés de façon précise, des éléments fournis au plan de masse. Les implantations de nos sondages restent approximatives. En phase chantier, les puits à la pelle mécanique devront être repérés et purgés soigneusement surtout s’ils se trouvent à proximité ou sous l’emprise des fondations du projet.

## **6/ DESCRIPTION DU SITE ET DES AVOISINANTS**

**L'accès au terrain** se fait par l'intermédiaire de la voirie bitumée « chemin Pitel ».

L'observation de **l'état de surface du terrain** met en évidence la présence de quelques arbres et arbustes, de blocs en surface, des déblais de démolition par endroits, d'une dalle de béton en partie Nord existant, d'ouvrages non démolis (mur en moellons, etc.), d'engins de démolition, ...

**Au Nord**, on note la présence d'un mur de clôture de 0,60 m de hauteur surplombé d'une clôture en fer de 1,20 m de hauteur environ. Au-delà, on note la présence d'un talus non soutenu de l'ordre de 3V/2H et de 1,50 m environ. En contrebas, on note la présence du terrain voisin avec, en recul de 5,00 m environ, la présence d'un bâtiment de type R+2.

**Au Sud**, en partie Ouest de la limite, on note la présence d'un talus non soutenu de 1,20 m de hauteur environ. Au même niveau que le pied du talus, on note la présence du terrain étudié. Au même niveau que la tête du talus, on note la présence d'un mur de clôture de 2,70 m de hauteur environ. En partie centrale et en partie Est de la limite Sud, on note la présence d'un mur de soutènement, en moellons, de 1,50 m de hauteur environ surplombé d'un mur de clôture ci-avant décrite. Au même niveau que le pied du mur, on note la présence de la zone d'étude. Au même niveau que la tête du mur de soutènement, on note la présence d'une voirie bitumée.

**A l'Est**, on note la présence d'un mur de clôture, en redans, de 0,30 m de hauteur environ surplombé d'une clôture en fers de 2,20 m de hauteur environ. Au-delà, on note la présence d'un trottoir puis de la voirie bitumée « chemin Pitel » en pente du Sud en direction du Nord.

**A l'Ouest**, on note la présence d'une clôture grillagée de 2,00 m de hauteur. Au-delà, on note la présence de la parcelle voisine avec, en recul de 3,50 m environ, la présence d'un bâtiment de type R+0 dont le niveau 0 semble se situer au même niveau que la zone concernée.

**Les aménagements passés du site laissent supposer la présence d'ouvrages et/ou réseaux enterrés (réseaux divers, ...) et/ou de zones de remblais (anciens puisards, ...).**



**Figure 1: Etat de surface de la parcelle**



**Figure 2: Limite Est**





**Figure 3 : Limite Nord**



**Figure 4: Limite Sud**





**Figure 5: Limite Ouest**



## II/ DONNÉES EXISTANTES

### 1/ DONNÉES GÉOLOGIQUES

D'après les cartes géologiques et morphopédologiques de la Réunion au 1/50.000<sup>e</sup>, le terrain en cause se trouve dans une zone se caractérisant, en surface, par des sols peu évolués d'apports sur galets non altérés à matrice sablo-basaltique.

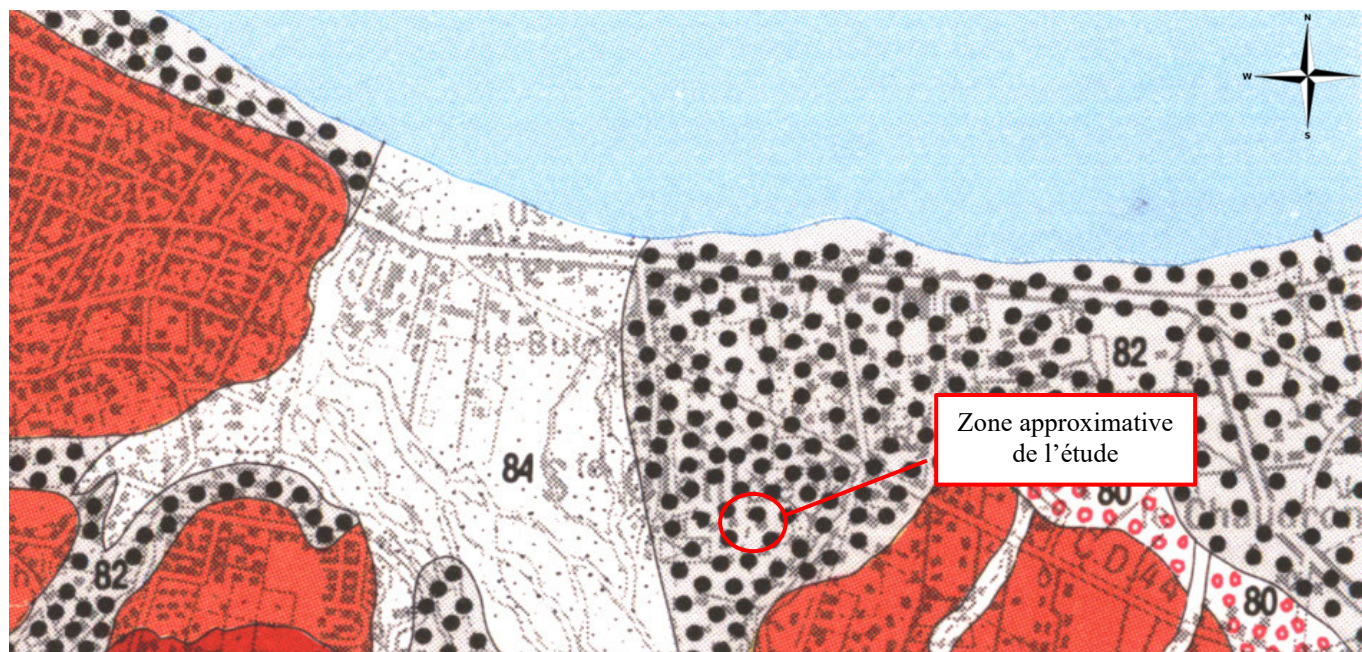


Figure 6: Extrait de la carte des formations morphopédologiques (Source : CIRAD)

En profondeur, on retrouve des alluvions fluviales anciennes composées de graviers, galets et blocs basaltiques altérés, cimentés par des produits argileux rouges.



Figure 7: Extrait de la carte des formations géologiques (Source : BRGM)

On attirera l'attention sur le fait que la zone d'étude se situe à proximité d'une indication de résurgences sur la carte géologique et à proximité et/ou au moins en partie d'une ancienne ravine.



## **2/ DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES**

Aucune donnée concernant la présence d'une nappe d'eau souterraine à faible profondeur n'est disponible.

Néanmoins, on ne pourra exclure la présence de résurgences à des profondeurs variables (interface ou au sein des matériaux), et dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie.

On attirera l'attention sur le fait que la carte géologique mentionne la présence de résurgences dans le secteur et d'une ancienne ravine.

## **3/ SCHÉMA DIRECTEUR DES EAUX PLUVIALES DE LA COMMUNE DE SAINT DENIS**

Le Maître d'œuvre devra se rapprocher des services concernés, afin de connaître les prescriptions applicables à la zone et mettre en concordance le projet avec le SDEP de la commune. Les informations devront nous être communiquées afin que nous puissions réactualiser notre rapport si nécessaire.

## **4/ RISQUES HYDRAULIQUES ET GÉOLOGIQUES AU SENS DU PPR MULTIRISQUES (INONDATIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN) APPROUVE LE 17/10/2012**

D'après les données en notre possession, le terrain concerné par la présente étude se trouve en dehors de toute zone à risque au sens du PPR multirisques de la commune de Saint-Denis.

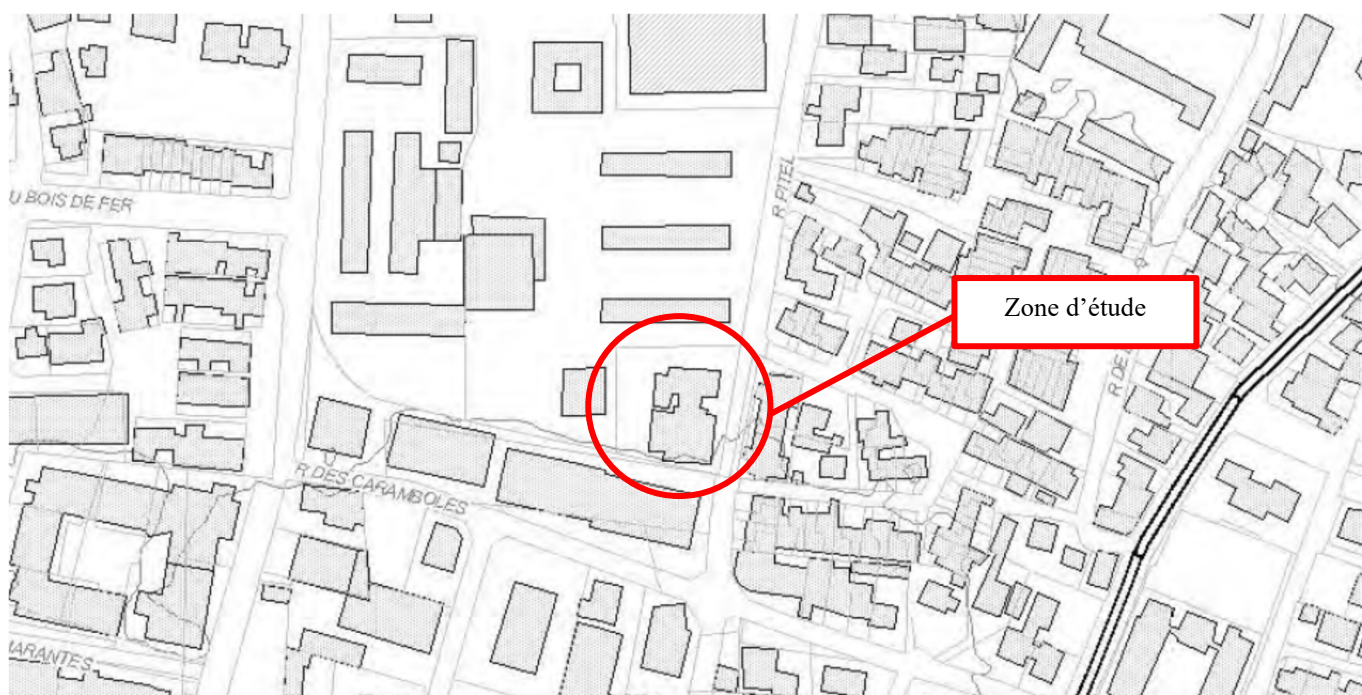


Figure 8: Extrait du zonage réglementaire du risque de la commune de Saint-Denis  
(Source : reunion.gouv.fr)

## **5/ RISQUE SISMIQUE**

Depuis le 22 octobre 2010, dans le cadre du zonage sismique de la France, la Réunion se situe actuellement dans la zone de sismicité 2 (risque faible). Les règles de construction parasismiques ainsi que le zonage sismique (qui modifient les articles 5653-1 à 8 du Code de l'Environnement) sont entrées en vigueur à compter du 1<sup>er</sup> mai 2011.

Le Maître d'œuvre devra faire vérifier l'application de normes parasismiques à ses ouvrages (ces normes ne s'appliquent pas à tous les ouvrages).

Dans tous les cas, il appartiendra au Maître d'œuvre de se renseigner auprès des services concernés.

## **6/ PÉRIMÈTRES DE PROTECTION**

D'après les données en notre possession, le terrain concerné par la présente étude se trouverait en dehors de tout périmètre de protection de forage, source et captage destiné à l'alimentation en eau potable. La mise à jour n'étant pas systématiquement portée à la connaissance des BET par l'administration, le Maître d'œuvre prendra l'attache des services concernés (ARS, Mairie) afin de confirmer ce point et de connaître les éventuelles prescriptions relatives à une ressource AEP qui se situerait à proximité.

## **7/ DONNÉES EXISTANTES ISSUES DES ÉTUDES EFFECTUÉES PAR GEISER DANS LA ZONE**

La zone a déjà fait l'objet de nombreuses reconnaissances de sol, effectuées pour le compte notamment de la commune, SEM et promoteurs particuliers.

Les éléments fondamentaux mis en évidence par ces campagnes de reconnaissance de sol ont été les suivants :

- a/ Présence de terrains remaniés et/ou de remblais dès la surface au droit de nos sondages. Présence de remblais sur des épaisseurs importantes en certains points ;
- b/ ensuite, présence d'alluvions sablo-limoneuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages variables ;
- c/ Présence de zones essentiellement sableuses et/ou limoneuses ;**
- d/ Caractéristiques mécaniques médiocres dans les remblais et variables dans les alluvions sablo-limoneuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages variables ;
- e/ Bonne rippabilité des alluvions sablo-limoneuses ;
- f/ Classe de Sol « B » au sens de l'Eurocode 8.



### **III/ DONNÉES ISSUES DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DE SOL**

#### **1/ NATURE DU SOL**

##### **a/ Puits à la pelle mécanique**

Les puits à la pelle mécanique effectués, sur l'ensemble du site en fonction des accès disponibles, ont mis en évidence la présence, dès la surface de **remblais**. Ces remblais sont constitués de matériaux sablo-limoneux avec graviers, blocs et déchets divers. Ces remblais ont été rencontrés sur des épaisseurs variables, **importantes par endroits**. On citera au droit de nos puits à la pelle mécanique :

- \*SM1 : remblais de 0,00 à 0,40 m de profondeur ;
- \*SM2 : remblais de 0,00 à 0,80 m de profondeur ;
- \*SM3 : remblais de 0,00 à 0,85 m de profondeur ;
- \*SM4 : remblais de 0,00 à 0,60 m de profondeur ;
- \*SM5 : remblais de 0,00 à 0,45 m de profondeur ;
- \*SM6 : remblais de 0,00 à 0,50 m de profondeur.

**On ne pourra néanmoins exclure la présence de remblais sur des épaisseurs et étendues importantes ou d'ouvrages enterrés en d'autres points du terrain.**

Sous les remblais, nos puits à la pelle mécanique ont mis en évidence la présence d'**alluvions sablo-limoneuses avec pourcentage fort de graviers, galets et blocs**. Ces matériaux ont été difficilement rippables au tractopelle. Ils se sont caractérisés par de mauvaises tenues de fouilles. Ils ont été reconnus sur des épaisseurs variables. On citera au droit de nos puits à la pelle mécanique :

- \*SM1 : alluvions sablo-limoneuses avec pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 0,40 à 1,00 m de profondeur ;
- \*SM2 : alluvions sablo-limoneuses avec pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 0,80 à 1,70 m de profondeur ;
- \*SM3 : alluvions sablo-limoneuses avec pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 0,85 à 1,40 m de profondeur ;
- \*SM4 : alluvions sablo-limoneuses avec pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 0,60 à 1,10 m de profondeur ;
- \*SM5 : alluvions sablo-limoneuses avec pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 0,45 à 1,20 m de profondeur ;
- \*SM6 : alluvions sablo-limoneuses avec pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 0,50 à 1,20 m de profondeur.

Ces terrains ont été rencontrés jusqu'à arrêt volontaire de la pelle entre 1,00 et 1,70 m de profondeur.

NB : Les puits effectués ont été volontairement limités à la traversée des remblais de manière à ne pas déstabiliser les sols sous l'emprise des futures fondations. Les puits effectués sous ou à proximité de l'emprise des futurs bâtiments seront repérés et purgés en phase chantier.

## **b/ Forages pressiométriques**

Les forages effectués sur l'ensemble du site en fonction des accès disponibles, ont mis en évidence la présence, dès la surface de **remblais**. Ces remblais ont été rencontrés sur des épaisseurs variables, **importantes par endroits**. On citera, à titre d'exemples, **en attirant l'attention sur la difficulté à déterminer l'épaisseur et la nature précise des remblais en forage**, au droit de nos forages :

- \*SP1 : béton de 0,00 à 0,10 m de profondeur ;
- \*SP1 : remblais de 0,10 à 0,40 m de profondeur ;
- \*SP2 : remblais de 0,00 à 0,30 m de profondeur ;
- \*SP3 : remblais de 0,00 à 0,30 m de profondeur ;
- \*SP4 : remblais de 0,00 à 0,60 m de profondeur.

**On ne pourra néanmoins exclure la présence de remblais sur des épaisseurs et étendues importantes ou d'ouvrages enterrés en d'autres points du terrain.**

Sous les remblais, nos forages ont mis en évidence la présence d'**alluvions avec sables, graviers et blocs en pourcentage variable**. Ces terrains ont été reconnus sur des épaisseurs variables. On citera, à titre d'exemples, au droit de nos forages :

- \*SP1 : alluvions de 0,40 à 6,00 m de profondeur (arrêt du forage) ;
- \*SP2 : alluvions de 0,30 à 6,00 m de profondeur (arrêt du forage) ;
- \*SP3 : alluvions de 0,30 à 4,30 m de profondeur ;
- \*SP4 : alluvions de 0,60 à 6,00 m de profondeur (arrêt du forage).

Sous les alluvions avec sables, graviers et blocs en pourcentage variable, notre forage SP3 a mis en évidence la présence de **altérites avec pourcentage variable de rognons, cailloux et blocs**. Ces terrains ont été rencontrés jusqu'à arrêt du forage (6,00 m).

On notera la présence, au droit de notre forage SP4, d'une **probable couche essentiellement sableuse et/ou limoneuse** de 1,10 à 2,10 m de profondeur.

**NB : On notera que la zone d'étude se situe au voisinage d'une zone de transition géologique. Ainsi, on ne pourra exclure des variations de nature des terrains tant horizontalement que verticalement.**

## **2/ CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES**

Les caractéristiques mesurées dans les **remblais** (hors proximité de bloc) sont généralement **médiocres** avec E (Module Pressiométrique) inférieur à 3 MPa, et PI (Pression limite) inférieure à 0.3 MPa.

Les caractéristiques mesurées dans les **alluvions avec sables, graviers et blocs en pourcentage variable** sont **variables** avec E (Module Pressiométrique) variant de 1,10 MPa à 105,00 MPa, et PI (Pression limite) variant de 0,70 MPa à plus de 2,00 MPa. Les bonnes valeurs sont probablement dues à la présence de blocs et/ou rognons à proximité de l'essai.

Les caractéristiques mesurées dans les **altérites avec pourcentage variable de rognons, cailloux et blocs (sur la base d'un seul essai pressiométrique)** sont **bonnes** avec E (Module Pressiométrique) égal à 16,30 MPa, et PI (Pression limite) égal à 1,90 MPa. Les bonnes valeurs sont probablement dues à la présence de blocs et/ou rognons à proximité de l'essai.

### **3/ CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES INDICATIVES**

Vous trouverez ci-après les plages de valeurs au sein desquelles varient généralement les caractéristiques intrinsèques des matériaux tels que ceux rencontrés dans le cadre de la présente Opération.

Nature de sol	Angle de frottement (°)	Masse volumique (KN/m3)	Cohésion (KPa)
Alluvions	22 - 28	17 - 20	0 - 5
Altérites	25 - >30	17 - 22	20 - 30

Ces valeurs sont indicatives et en cas de besoin, pourront être précisées par des essais spécifiques.

### **4/ HYDROGÉOLOGIE**

Les puits à la pelle mécanique effectués ont mis en évidence l'absence d'eau à faible profondeur.

Compte tenu de la géologie de la zone d'étude, aucune nappe d'eau souterraine n'est à attendre à faible profondeur. On ne pourra néanmoins exclure la présence de résurgences à des profondeurs variables, et dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie.

### **5/ IDENTIFICATION DES CLASSES DE SOL AU SENS DE L'EUROCODE 8**

Compte tenu de la géologie du secteur et des sondages effectués, les terrains en place et non remaniés rencontrés se rapprochent de la classe de sol (au sens de l'Eurocode 8) : B.

## IV/ SYNTHÈSE

Les éléments fondamentaux mis en évidence par la campagne de reconnaissance de sol sont les suivants :

- a) Présence, dès la surface, de remblais sur des épaisseurs comprises entre 0,40 et 0,80 m. Possibilités de présence de remblais sur des épaisseurs et étendues pouvant être importantes ou d'ouvrages enterrés en d'autres parties du terrain ;
- b) Sous les remblais, présence d'alluvions sablo-limoneuses avec pourcentage fort de graviers, galets et blocs ;
- c) Les puits effectués ont été volontairement limités à la traversée des remblais de manière à ne pas déstabiliser les sols sous l'emprise des futures fondations ;
- d) Rippabilité difficile des alluvions sablo-limoneuses avec pourcentage fort de graviers, galets et blocs au tractopelle ;
- e) Caractéristiques mécaniques médiocres au sein des remblais, variables dans les alluvions et bonnes dans l'altérites ;
- f) Au Nord, on note la présence d'un mur de clôture de 0,60 m de hauteur surplombé d'une clôture en fers de 1,20 m de hauteur environ. Au-delà, on note la présence d'un talus non soutenu de l'ordre de 3V/2H et de 1,50 m environ. En contrebas, on note la présence la présence du terrain voisin avec, en recul de 5,00 m environ, la présence d'un bâtiment de type R+2. Au Sud, en partie Ouest de la limite, on note la présence d'un talus non soutenu de 1,20 m de hauteur environ. Au même niveau que le pied du talus, on note la présence du terrain étudié. Au même niveau que la tête du talus, on note la présence d'un mur de clôture de 2,70 m de hauteur environ. En partie centrale et en partie Est de la limite Sud, on note la présence d'un mur de soutènement, en moellons, de 1,50 m de hauteur environ surplombé d'un mur de clôture ci-avant décrite. Au même niveau que le pied du mur, on note la présence de la zone d'étude. Au même niveau que la tête du mur de soutènement, on note la présence d'une voirie bitumée ;
- g) Points particuliers : présence de quelques arbres et arbustes, de blocs en surface, des déblais de démolition par endroits, d'une dalle de béton en partie Nord existant, d'ouvrages non démolis (mur en moellons, etc.), d'engins de démolition, ... ;
- h) Les aménagements passés du site laissent supposer la présence d'ouvrages et/ou réseaux enterrés (réseaux divers, ...) et/ou de zones de remblais (anciens puisards, ...) ;**
- i) Compte tenu de la géologie de la zone d'étude, aucune nappe d'eau souterraine n'est à attendre à faible profondeur. On ne pourra néanmoins exclure la présence de résurgences à des profondeurs variables, et dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie ;
- j) D'après les données en notre possession, le terrain concerné par la présente étude se trouverait en dehors de tout périmètre de protection de forage, source et captage destiné à l'alimentation en eau potable. La mise à jour n'étant pas systématiquement portée à la connaissance des BET par l'administration, le Maître d'œuvre prendra l'attache des services concernés (ARS, Mairie) afin de confirmer ce point et de connaître les éventuelles prescriptions relatives à une ressource AEP qui se situerait à proximité ;
- k) D'après les données en notre possession, le terrain concerné par la présente étude se trouve en dehors de toute zone à risque au sens du PRR multirisques de la commune de Saint-Denis ;
- l) Le Maître d'œuvre devra se rapprocher des services concernés, afin de connaître les prescriptions applicables à la zone et mettre en concordance le projet avec le SDEP de la commune. Les informations devront nous être communiquées afin que nous puissions réactualiser notre rapport si nécessaire ;

m) Le Maître d'œuvre devra faire vérifier l'application de normes parasismiques à ses ouvrages à la date de commencement des travaux de construction, compte tenu de l'entrée en vigueur des nouvelles règles de constructions parasismiques ainsi que le nouveau zonage sismique, depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011.

## **V/ PRÉCONISATIONS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (PHASE G2 AVP)**

### **1/ RAPPEL DU PROJET**

Le projet consiste en la construction d'un centre de conservation et d'étude régional de la Réunion, bâtiment de 1300 m<sup>2</sup> de deux niveaux sur la parcelle BC366 d'une superficie de 2500 m<sup>2</sup>.

Nous disposons actuellement des documents suivants :

- Plan topographique au 1/250<sup>ème</sup> (réf. : fichier informatique indice 2, en date du 21/12/2021, OUTRE MER TOPOGRAPHIE Géomètre-Expert) ;
- Plan de réseaux au 1/200<sup>ème</sup> (TMM-TOPO-RESEAUX, en date du 21/03/2023) ;
- Plan de masse au 1/250<sup>ème</sup> (sans référence) ;
- Plan de niveaux au 1/200<sup>ème</sup> (sans référence) ;
- Coupes transversales au 1/200<sup>ème</sup> (sans référence) ;
- Vues de façades au 1/200<sup>ème</sup> (sans référence).

Les niveaux NGR des bâtiments sont les suivants :

- Niveau 0 : 39,75 mNGR ;
- Niveau 1 : 43,25 mNGR.

Nous ne disposons pas actuellement des éléments suivants :

- les descentes de charges ;
- un plan topographique à jour après démolition des existants.

### **2/ INCIDENCE DES DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES ET HYDRAULIQUES SUR LE PROJET**

#### **a/ Eau souterraine/résurgences**

Aucune donnée concernant la présence d'une nappe d'eau souterraine à faible profondeur n'est disponible. Néanmoins, en cas de présence de résurgences, on pourra être amené à prévoir des ouvrages spécifiques (caniveaux, cunettes, drainage...) avec évacuation vers le réseau ou vers un exutoire judicieusement positionné.

**On procédera dans tous les cas à une étanchéification des murs enterrés et dimensionnement en conséquence.**

#### **b/ Eaux pluviales**

On procédera à un traitement soigné des eaux pluviales (y/c en phase chantier).

Les eaux de toiture seront récupérées en gouttière et évacuées au réseau, et les eaux de ruissellement en surface du terrain devront être traitées notamment pour éviter toute stagnation d'eau en surface (pas d'« effet piscine »...).

**On s'assurera que, conformément au DTU 20.1, les systèmes d'infiltration des eaux pluviales soient éloignés le plus possible des constructions (partie C.4.2.) et des voiles enterrés (partie C.5.2**

Prescriptions relatives à la collecte des eaux de toitures, « les eaux de toitures doivent être recueillies dans un regard ou une boîte d'inspection étanche puis évacuées afin de les empêcher de s'infiltrer le long des murs enterrés »).

On rappellera également que l'article C.5.3 Prescriptions relatives à la collecte des eaux de ruissellement, précise que « lorsque les dimensions de la parcelle le permettent, les tranchées drainantes et avaloirs sont positionnés à une distance minimale de trois mètres de la construction ».

Le cas échéant, un examen particulier de la configuration sera nécessaire et pourra entraîner des dispositions spécifiques (étanchéification de tout ou partie du système de gestion des EP, bétons hydrofuges...).

### **3/ TERRASSEMENTS**

Compte tenu des matériaux rencontrés en forage, les terrassements ne devraient pas nécessiter l'utilisation du BRH, sauf lors de la réalisation de fouilles étroites et profondes sur blocs cyclopéens de basalte.

Les terrassements en périphérie du projet devront faire l'objet d'une étude spécifique, basée sur des profils précis et pouvant nécessiter des sondages complémentaires au démarrage du chantier (reconnaissance des mitoyens, niveau d'assise des fondations, présence ou absence d'un sous-sol, présence de réseaux enterrés, nature précise des sols dans certaines zones délicates...).

Ils feront appel à une méthodologie adaptée pouvant donner lieu à des travaux de confortement et/ou de protection (soutènements provisoires, blindages, reprise en sous œuvre ...).

Compte tenu de l'aspect pulvérulent des matériaux, ces travaux seront délicats à réaliser.

Dans tous les cas, ils devront être exécutés par une Entreprise spécialisée, disposant des moyens matériels et humains adaptés.

NB : On prévoira une méthodologie spécifique de terrassement « en sortant » des plateformes et de mise en œuvre des couches de formes « en rentrant ». Afin de limiter les risques de remaniements des terrains, on évitera toute circulation d'engins (pelle, camion, compacteur) sur les fonds de formes notamment en période pluvieuse.

### **4/ STABILITÉ / SOUTÈNEMENT / MITOYENNETÉ**

#### **a/ Stabilité**

En phase provisoire de chantier, hors zone de mitoyenneté, les talus non soutenus de moins de 3,00 m de haut en déblais pourront être taillés à 1/1. Cette pente pourra être adoucie par endroits en cas de présence de remblais et/ou de limons faibles en surface.

En phase provisoire de chantier, dans les zones de mitoyenneté, l'entreprise prendra toutes les dispositions qui s'imposent pour éviter toute déstabilisation des existants. Cela imposera une méthodologie spécifique et adaptée de la part de l'entreprise : reconnaissance soignée des mitoyens (niveau d'assise des fondations existantes, présence de réseaux enterrés ...), soutènements provisoires, reprises en sous œuvre, blindages ...

**En phase définitive**, les talus non soutenus de moins de 3,00 m de haut en déblais et les talus non soutenus de moins de 3,00 m de haut en remblais, soigneusement mis en œuvre et compactés, seront taillés à 2V/3H. Ils seront soigneusement stabilisés et engazonnés.

Les talus non soutenus de plus de 3,00 m de haut devront faire l'objet d'une étude spécifique (stabilité).

### **b/ Soutènement**

Les éventuels murs enterrés seront dimensionnés en murs de soutènement, en considérant les caractéristiques des matériaux mis en remblais ou présents derrière le mur, les éventuelles surcharges et la topographie du terrain à l'arrière du mur, et en tenant compte de l'eau d'infiltration : étanchéification du mur avec dimensionnement en conséquence.

Les murs de soutènement seront dimensionnés en considérant les caractéristiques des matériaux mis en remblais ou présents derrière le mur, les éventuelles surcharges et la topographie du terrain à l'arrière du mur et en évitant l'accumulation des eaux pluviales par mise en place de barbacanes.

Les murs de soutènement devront faire l'objet d'une étude spécifique.

**Il conviendra évidemment pour le bureau d'études de l'Entreprise de prendre en compte les surcharges apportées par le projet à l'arrière du mur.**

Les fondations des murs de soutènement devront être soigneusement ancrées dans les terrains en place et non remaniés et la stabilité des murs devra être soigneusement assurée.

### **c/ Mitoyenneté**

L'Entreprise prendra toutes les dispositions qui s'imposent afin d'éviter tout risque de déstabilisation en mitoyenneté ainsi qu'en périphérie de l'Opération.

## **5/ SYSTÈME DE FONDATIONS**

**Remarque :** Les coupes et essais restent entièrement valables au droit de nos forages et puits, mais peuvent subir des modifications en d'autres points du terrain : blocs cyclopéens de basalte, poche de matériaux de caractéristiques faibles, épaisseurs plus ou moins importantes de remblais, présence d'ouvrages enterrés, ...

Compte tenu des terrains rencontrés et des caractéristiques mesurées par les essais pressiométriques, on pourra envisager des fondations par semelles filantes et/ou isolées (puits - longrines possibles par endroits), à condition de respecter les points suivants :

- enlever soigneusement** les ouvrages enterrés existants les éventuelles zones polluées par les puisards de fosse septique et purger les zones ainsi remaniées ;

- dévoyer** les éventuels réseaux passant sous l'emprise du futur bâtiment et purger les zones ainsi remaniées ;

- enlever soigneusement** les racines et souches d'arbres et purger les zones ainsi remaniées ;

- traverser en totalité** la terre végétale, les terrains remaniés, les remblais et matériaux faibles. Afin d'éviter tout approfondissement surabondant et compte tenu de la limite difficile à déterminer en forage entre remblais et matériaux faibles, ces purges seront impérativement suivies par le géotechnicien ;



- être assises** dans les alluvions avec sables, graviers et blocs en pourcentage variable en place et non remaniés ; Cela entraînera des approfondissements conséquents par endroits pour traverser les remblais avec utilisation de gros béton de rattrapage de niveau sous l'arase inférieure des fondations ;
- être ancrées de 0,30 m minimum** dans les niveaux ci-dessus décrits ;
- être coulées** pleine fouille sur cette hauteur ;

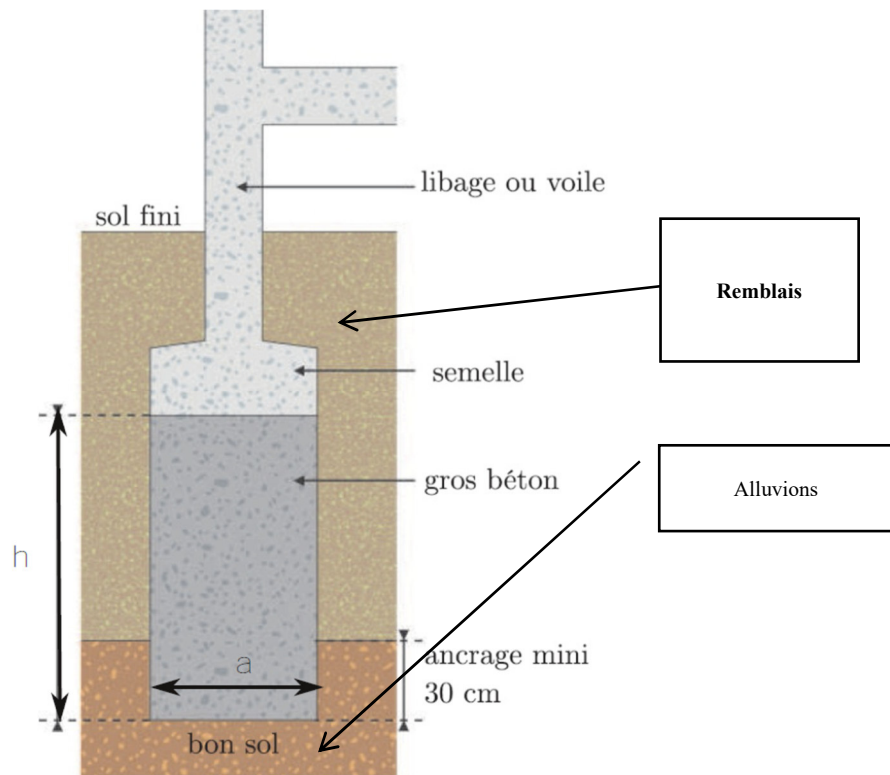


Schéma des approfondissements à réaliser sous l'arase inférieure des semelles de fondations

Conformément à la Norme d'application nationale NF P94-261 (Justification des ouvrages géotechniques — Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 — Fondations superficielles, juin 2013), le critère de limitation de la charge transmise au terrain est à vérifier à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et nécessite de satisfaire les relations suivantes :

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

et

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}}$$

et

$$R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

avec

- $V_d$  est la valeur de calcul de la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain ;
- $R_0$  est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;
- $R_{v;d}$  est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;

- $\gamma_{R;v}$  est le facteur partiel à considérer, il est égal à 2,3 à l'ELS quasi-permanent et à l'ELS caractéristique et sa valeur ne dépend pas de la méthode de calcul ;
- $R_{v;k}$  est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- $A'$  est la valeur de la surface effective de la semelle ;
- $q_{net}$  est la valeur de la contrainte associée à la résistance nette sous la fondation superficielle ;
- $\gamma_{R;d;v}$  est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte  $q_{net}$ .

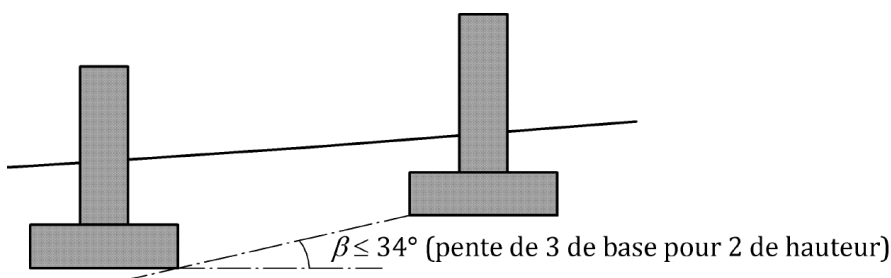
Après vérification de la résistance nette du terrain sous la fondation aux ELS, les fondations par semelles filantes et/ou isolées **pourront être dimensionnées** sur la base d'une contrainte admissible de **0,2 MPa (2 bars)** à l'ELS pour des charges verticales centrées et des fonds de fouilles non remaniés.

### **Remarques importantes**

Tout bloc déchaussé lors des fouilles de fondations devra être enlevé et substitué en gros béton.

Les fouilles des réseaux s'effectueront avant réalisation des fondations.

Tout approfondissement au niveau d'une semelle devra entraîner un approfondissement au niveau de la semelle voisine, en respectant une pente de 2V/3H entre l'arase de la fondation la plus haute et le fond de fouille d'approfondissement.



Extrait de la norme NFP 94-261, §8.1

Cette même pente devra être respectée entre les fondations des différents ouvrages et les pieds de talus et/ou tranchées et/ou purges et/ou fondations de murs de soutènement situés à proximité. L'Entreprise vérifiera le niveau d'assise des bâtiments voisins, ainsi que la présence éventuelle d'ouvrages enterrés en mitoyenneté. Cette vérification pourra entraîner des approfondissements des fondations du projet suivant une pente de 2V/3H avec le niveau d'assise des ouvrages voisins.

Dans tous les cas, les fondations devront être réalisées en terrain sec.

Compte tenu du risque de présence de poches de matériaux présentant des caractéristiques faibles sous l'emprise du projet (poches essentiellement sableuses ou sablo-limoneuses), les fonds de fouilles seront réceptionnés de façon exhaustive par un Géotechnicien.

**il conviendra de contacter GEISER avant tout approfondissement surabondant.**

On prévoira ainsi du gros béton pour purges (Terrains faibles éventuels et/ou remblais et/ou zone de puisard).

Les utilisations de gros béton pourront être conséquentes (utilisation de gros béton de rattrapage de niveau sous l'arase inférieure des fondations).

On prévoira également le coulage d'un gros béton à l'avancement des fouilles de fondations, afin d'éviter tout risque de remaniement des fonds de fouilles.

Les fonds de fouilles seront compactés avant coulage des fondations.

## **6/ ÉVALUATION DES RISQUES DE TASSEMENTS**

L'évaluation des tassements absolus totaux théoriques sera calculée de façon statistique sur la base des formules pressiométriques, des caractéristiques mesurées au droit de nos forages et des descentes de charge maximales qui devront nous être fournies par la Maîtrise d'œuvre.

## **7/ DALLAGES**

**Dans les zones entièrement en déblais (purgés importantes à envisager)**, on procédera à un décapage soigné de la terre végétale, à un enlèvement soigné des ouvrages enterrés existants, des remblais (présents parfois sur des épaisseurs conséquentes au droit de nos sondages) et terrains remaniés de surface (y compris par la circulation des engins en période pluvieuse), des racines, en sortant sans circuler sur le fond de forme, puis mise en œuvre d'un matériaux nobles insensibles à l'eau, de type GNT 0/100 en rentrant, soigneusement compacté et contrôlé, puis réceptionné par essai à la plaque (effectué selon un maillage convenable et par temps sec en respectant 3 points minimaux de contrôle plus 1 tous les 1000 m<sup>2</sup>) en adoptant comme critère, selon le DTU 13.3 (hors indice de compactage) :

EV2 ≥ 50 MPa pour les charges d'exploitation avec des charges réparties ≤ 20 kN/m<sup>2</sup>, ou des charges concentrées fixes ≤ 20 kN, ou des charges concentrées mobiles ≤ 20 kN/roue ;

EV2 ≥ 70 MPa pour les charges d'exploitation avec des charges réparties > 20 kN/m<sup>2</sup>, ou des charges concentrées fixes > 20 kN, ou des charges concentrées mobiles > 20 kN/roue ;

indice de compactage : EV2/EV1 ≤ 2,0.

L'épaisseur et la technique de compactage de cette couche d'amélioration du sol support seront déterminées par l'Entreprise et son géotechnicien en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, dans le cadre de l'exécution de planches d'essais destinées à obtenir le critère ci-dessus cité.

Les zones de faiblesse seront purgées, substituées en matériaux nobles insensibles à l'eau, de type GNT 0/80, compactées et contrôlées de nouveau.

Les remblais sous dallages s'effectueront avec des matériaux nobles insensibles à l'eau de type GNT 0/80 ou 0/100, soigneusement mis en œuvre, compactés et contrôlés.

Compte tenu de l'accord établi entre les dallagistes et les géotechniciens, il est d'usage d'utiliser le module de « Module de Déformation Es [MPa] » (dont la formule correspond à celle du module œdométrique), dont vous trouverez ci-après les plages de valeurs au sein des différentes formations rencontrées.

Nature de sol	Module de déformation Es (MPa)
Alluvions	>28

NB1 : Compte tenu de la sensibilité probable à l'eau (ou la faible perméabilité) des matériaux, on prévoira des possibilités de purges supplémentaires des matériaux remaniés par la circulation des engins en période pluvieuse, avant mise en œuvre de la forme du dallage. En période de forte pluviométrie, des arrêts de chantier pourront s'avérer nécessaires (voir chapitre « Terrassements »).

## **8/ VOIRIE**

On procédera à un décapage soigné de la terre végétale, à un enlèvement soigné des ouvrages enterrés existants, des remblais et terrains remaniés de surface (y compris par la circulation des engins en période pluvieuse), en sortant sans circuler sur le fond de forme, puis mise en œuvre d'un matériaux insensibles à l'eau, de type GNT 0/80 ou 0/100 en rentrant, soigneusement compacté et contrôlé (épaisseur à définir au préalable par l'Entreprise et son géotechnicien en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, éventuellement dans le cadre de planches d'essais), puis réceptionné par l'essai de plaque (suivant un maillage convenable et par temps sec), en adoptant comme critère de réception (y compris en finition de plate-forme) :

**EV2 > 50 MPa**

**EV2/EV1 < 1,5**

**En cas de nécessité de procéder à la réalisation de remblais**, on envisagera un matériau noble GNT 0/80 ou 0/100.

**En cas de configuration de la plateforme en « déblai – remblai »** on prévoira une couche d'homogénéisation en matériaux noble de 0,30 m d'épaisseur minimum, soigneusement mise en œuvre, compactée et contrôlée.

Au voisinage des murs enterrés et/ou des murs de soutènement, on prévoira un compactage soigné, basé sur une méthodologie spécifique, et un contrôle renforcé, afin d'éviter tout risque d'affaissement de la voirie par la suite. On prévoira un géotextile à l'arrière des murs de soutènement afin d'éviter toute fuite de fines par les barbacanes.

On prévoira les corps de chaussée qui s'imposent en matériaux nobles, soigneusement compactés.

NB : On prévoira des possibilités de purges supplémentaires des matériaux remaniés par la circulation des engins en période pluvieuse, avant mise en œuvre du corps de chaussée. En période de forte pluviométrie, des arrêts de chantier pourront s'avérer nécessaires (voir chapitre « Terrassements »).

## **VI/ REMARQUES IMPORTANTES**

Il appartient au Client de transmettre le présent document, notamment à la Maîtrise d'œuvre et au Contrôleur Technique. Ces derniers devront intégrer nos remarques et prescriptions au projet et vérifier leur prise en compte en phase étude à l'avancement du projet.

On rappellera que la norme NFP 94500 prévoit un enchaînement des missions géotechniques qui sont déclenchées en fonction de l'avancement du projet.

Nous recommandons vivement la réalisation d'une mission de type G2 PRO sur ce dossier.

Fait à St Denis, le 02/08/2023

La Responsable de l'Etude  
Marianna BOTTI



Pierre RENAUDIN  
Directeur



# ANNEXES

## ANNEXE 1

### MISSIONS DE GÉOTECHNIQUE DE LA NORME NF P 94500

## 4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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



**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

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

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

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

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

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

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

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

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

**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)**

**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

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

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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

## ANNEXE 2

### CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE VALIDITÉ DES ÉTUDES DE SOL

### 1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution.

En particulier :

- Les missions d'études géotechniques préalables (étude de site G1 ES, étude des Principes Généraux de Construction G1 PGC), Les missions d'études géotechniques de conception (étude d'avant-projet G2 AVP, étude de projet G2 PRO et étude G2 DCE/ACT), Les missions étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif.

- Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique.

- L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit.

- Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport.

- Toute mission d'étude géotechnique préalable G1 phase ES ou PGC, d'étude géotechnique de conception G2 AVP, ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée.

- Une mission d'étude géotechnique de conception G2 AVP, de projet G2 PRO et G2 DCE/ACT engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

### 2. Recommandations

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, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

### 3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

## ANNEXE 3

### SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU PROJET



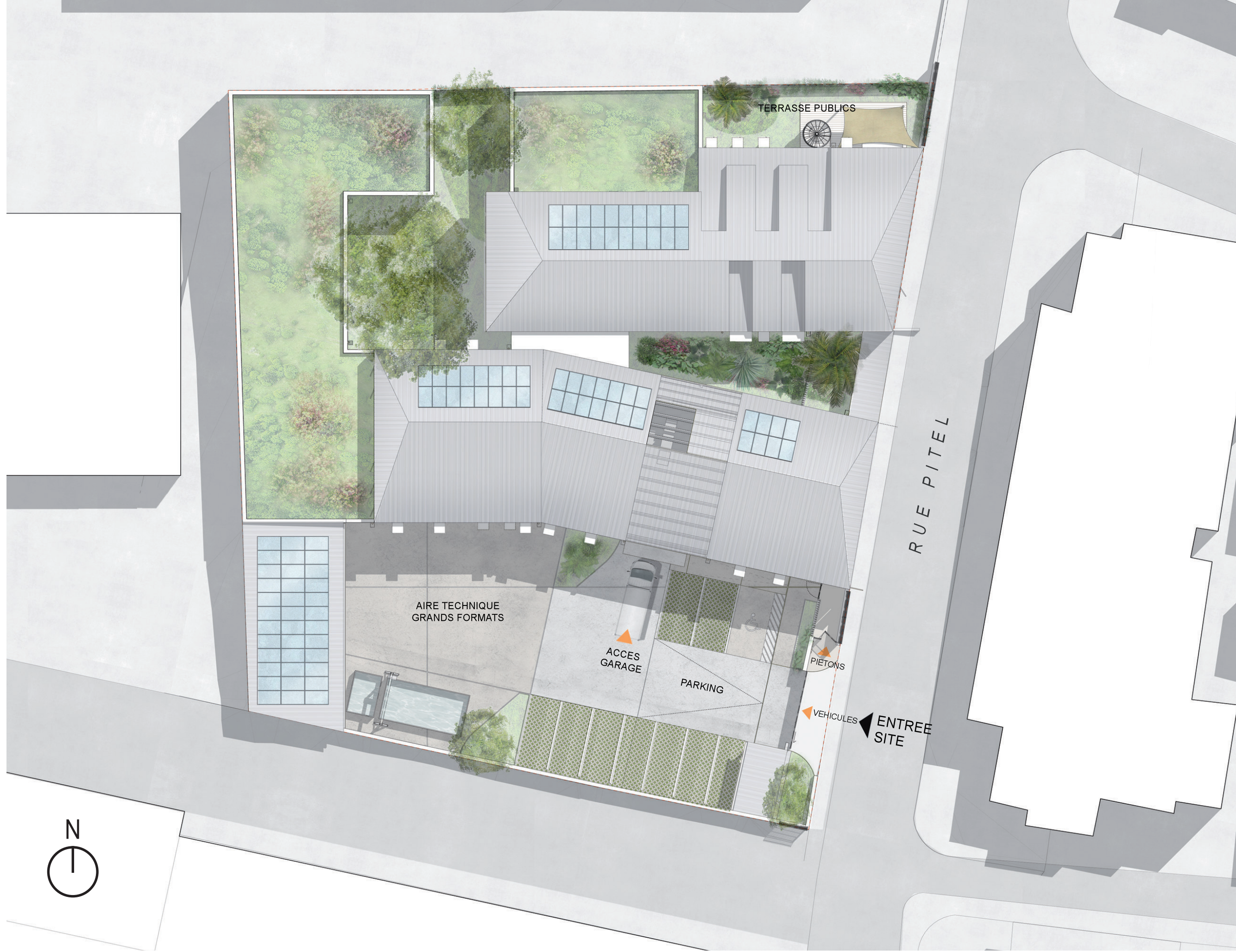


Fonds de plan : geoportail

## ANNEXE 4

### PLAN DE MASSE, COUPES DE L'OPÉRATION

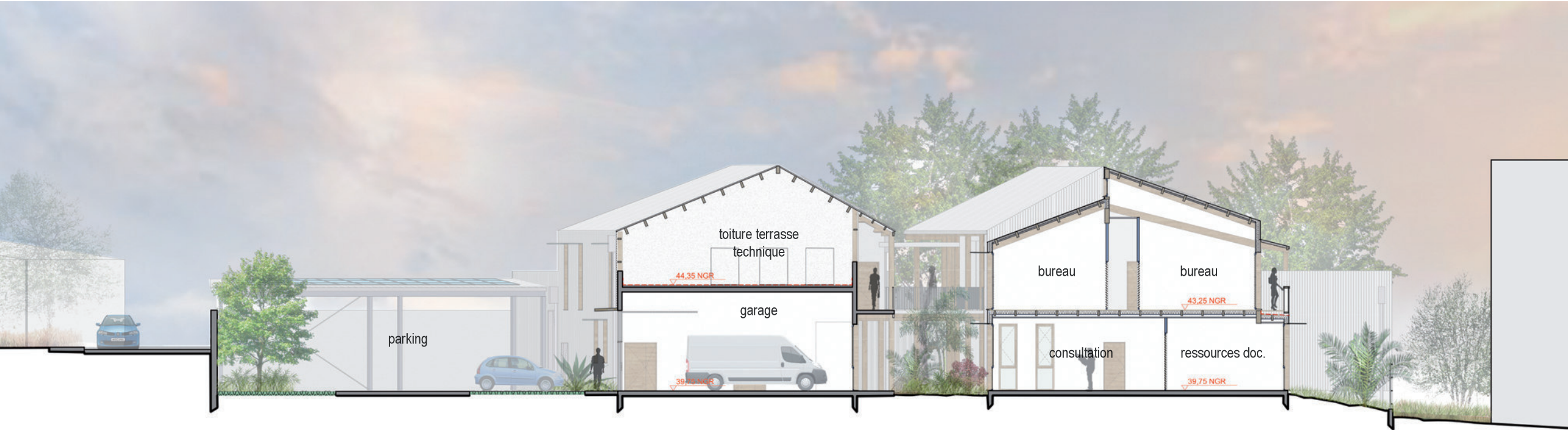




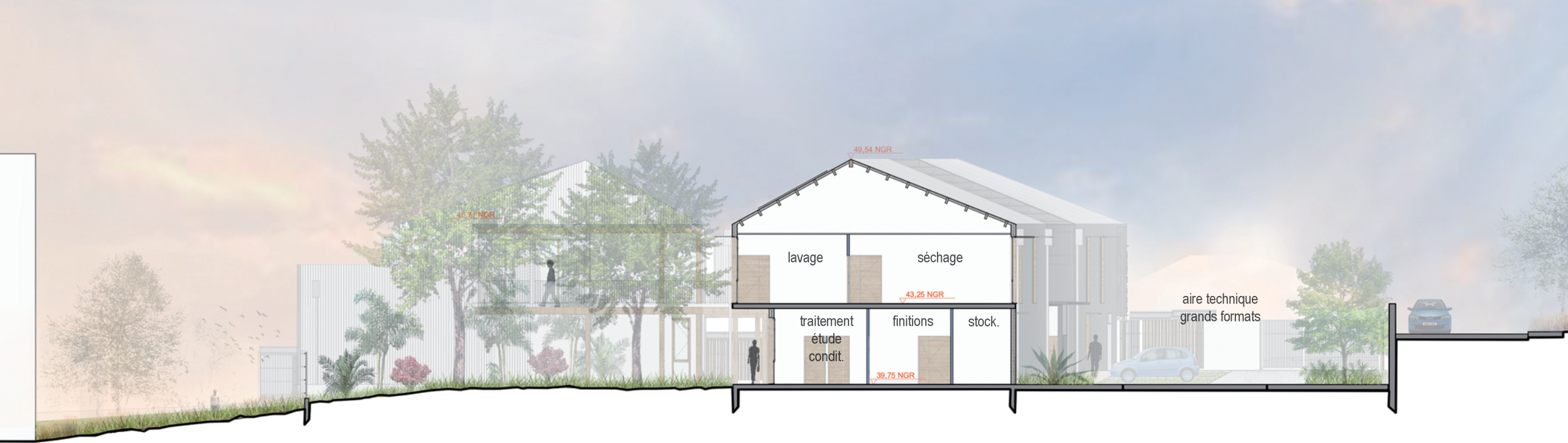
# CENTRE DE CONSERVATION ET D'ÉTUDE RÉGIONAL DE LA RÉUNION

PLAN MASSE (réduction) - éch : 1/250





COUPE AA



COUPE BB





COUPE CC



COUPE DD





COUPE EE



FACADE SUD (depuis aire technique grands formats)

## ANNEXE 5

IMPLANTATIONS APPROXIMATIVES  
DES PUIITS À LA PELLE MÉCANIQUE  
ET DES FORAGES PRESSIOMÉTRIQUES

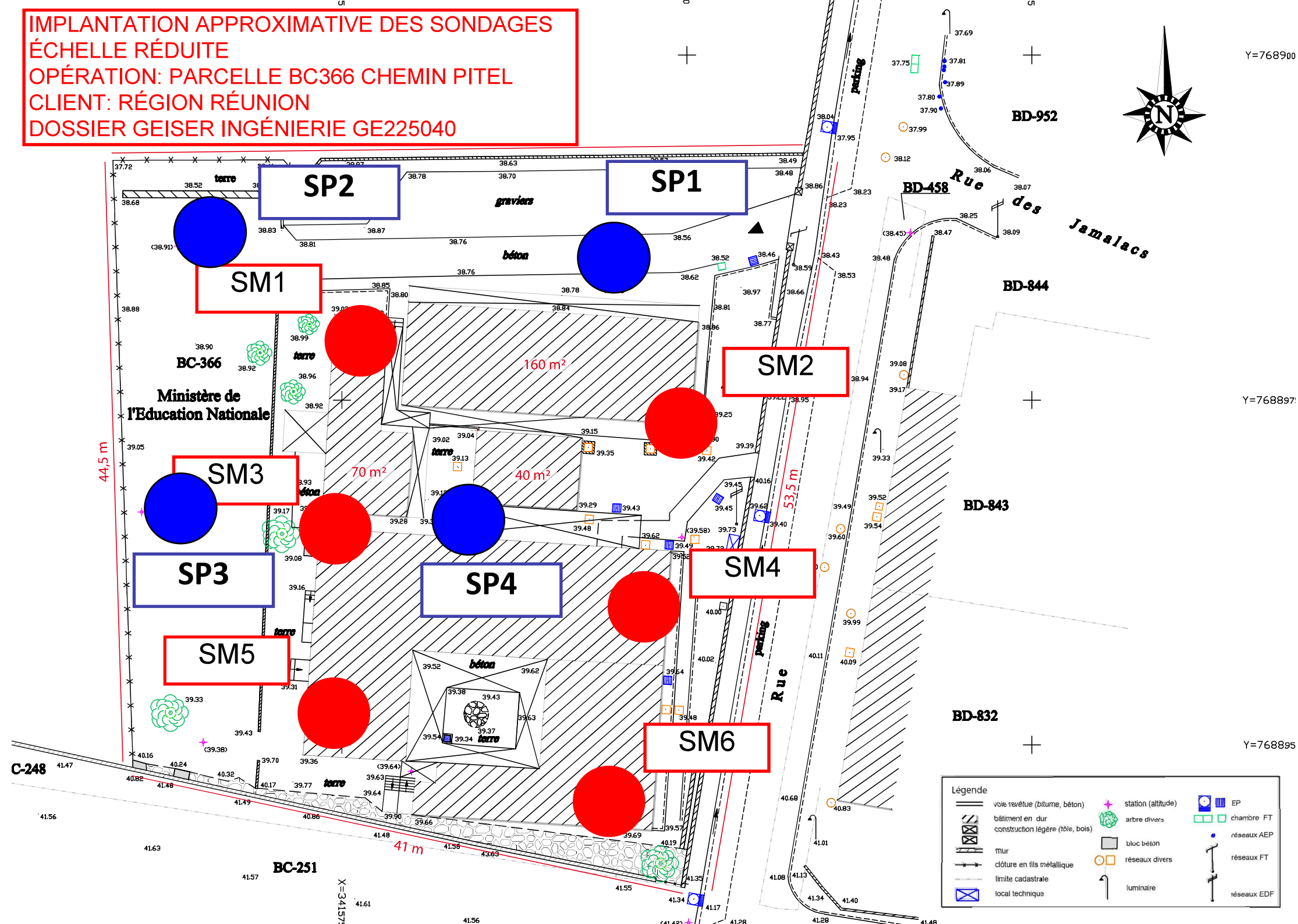
IMPLANTATION APPROXIMATIVE DES SONDAGES  
ÉCHELLE RÉDUITE  
OPÉRATION: PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL  
CLIENT: RÉGION RÉUNION  
DOSSIER GEISER INGÉNIERIE GE225040

Y=768900



Y=768897

Y=768895



## ANNEXE 6

### COUPES SUR PUIITS À LA PELLE MÉCANIQUE

# PUITS A LA PELLE MECANIQUE

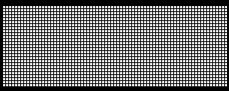

OPERATION : PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL

RAPPORT N°GE225040

CLIENT : RÉGION RÉUNION



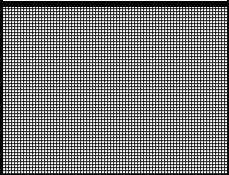
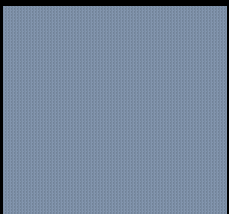
## PUITS N° : SM1

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,40	Remblais	Matériaux sablo-limoneux Présence de graviers et racines
	1,00	Alluvions	Matériaux sablo-limoneux Pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 400 m de diamètre maximum ; Mauvaise tenue de fouille

Arrêt volontaire de la pelle mécanique

.....

## PUITS N° : SM2

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,80	Remblais	Matériaux sablo-limoneux Présence de graviers et déchets
	1,70	Alluvions	Matériaux sablo-limoneux Pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 600 m de diamètre maximum Difficilement rippables Mauvaise tenue de fouille

Arrêt volontaire de la pelle mécanique



# PUITS A LA PELLE MECANIQUE

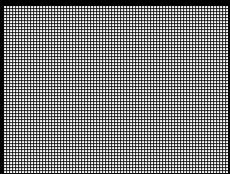

OPERATION : PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL

RAPPORT N°GE225040

CLIENT : RÉGION RÉUNION



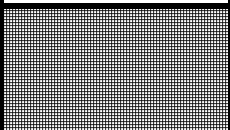

## PUITS N° : SM3

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,85	Remblais	Matériaux sablo-limoneux Présence de graviers
	1,40	Alluvions	Matériaux sablo-limoneux Pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 500 m de diamètre maximum ; Difficilement rippables

Arrêt volontaire de la pelle mécanique

.....

## PUITS N° : SM4

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,60	Remblais	Matériaux sablo-limoneux Présence de graviers et déchets
	1,10	Alluvions	Matériaux sablo-limoneux Pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 500 m de diamètre maimum ; Mauvaise tenue de fouille

Arrêt volontaire de la pelle mécanique



# PUITS A LA PELLE MECANIQUE

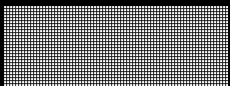
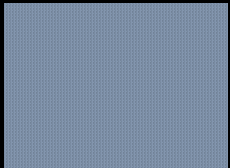
OPERATION : PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL

RAPPORT N°GE225040

CLIENT : RÉGION RÉUNION



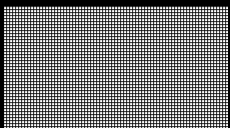

## PUITS N° : SM5

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,45	Remblais	Matériaux sablo-limoneux Présence de graviers et déchets
	1,20	Alluvions	Matériaux sablo-limoneux Pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 700 m de diamètre Difficilement rippables ; Mauvaise tenue de fouille

Arrêt volontaire de la pelle mécanique

.....

## PUITS N° : SM6

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,50	Remblais	Matériaux sablo-limoneux Présence de graviers et déchets
	1,20	Alluvions	Matériaux sablo-limoneux Pourcentage fort de graviers, galets et blocs de 700 m de diamètre ; Mauvaise tenue de fouille

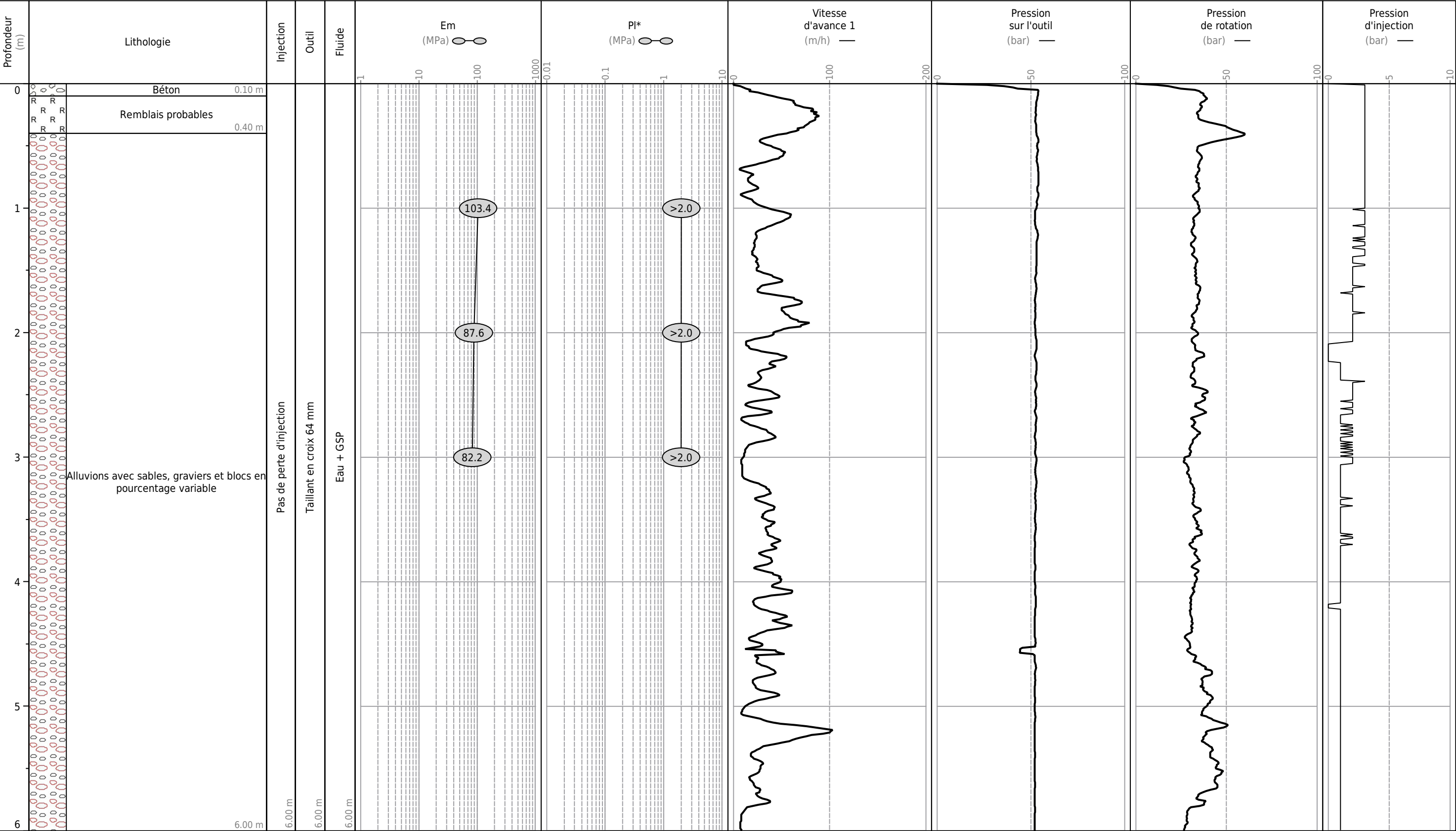
Arrêt volontaire de la pelle mécanique

## ANNEXE 7

COUPES SUR FORAGES PRESSIOMÉTRIQUES

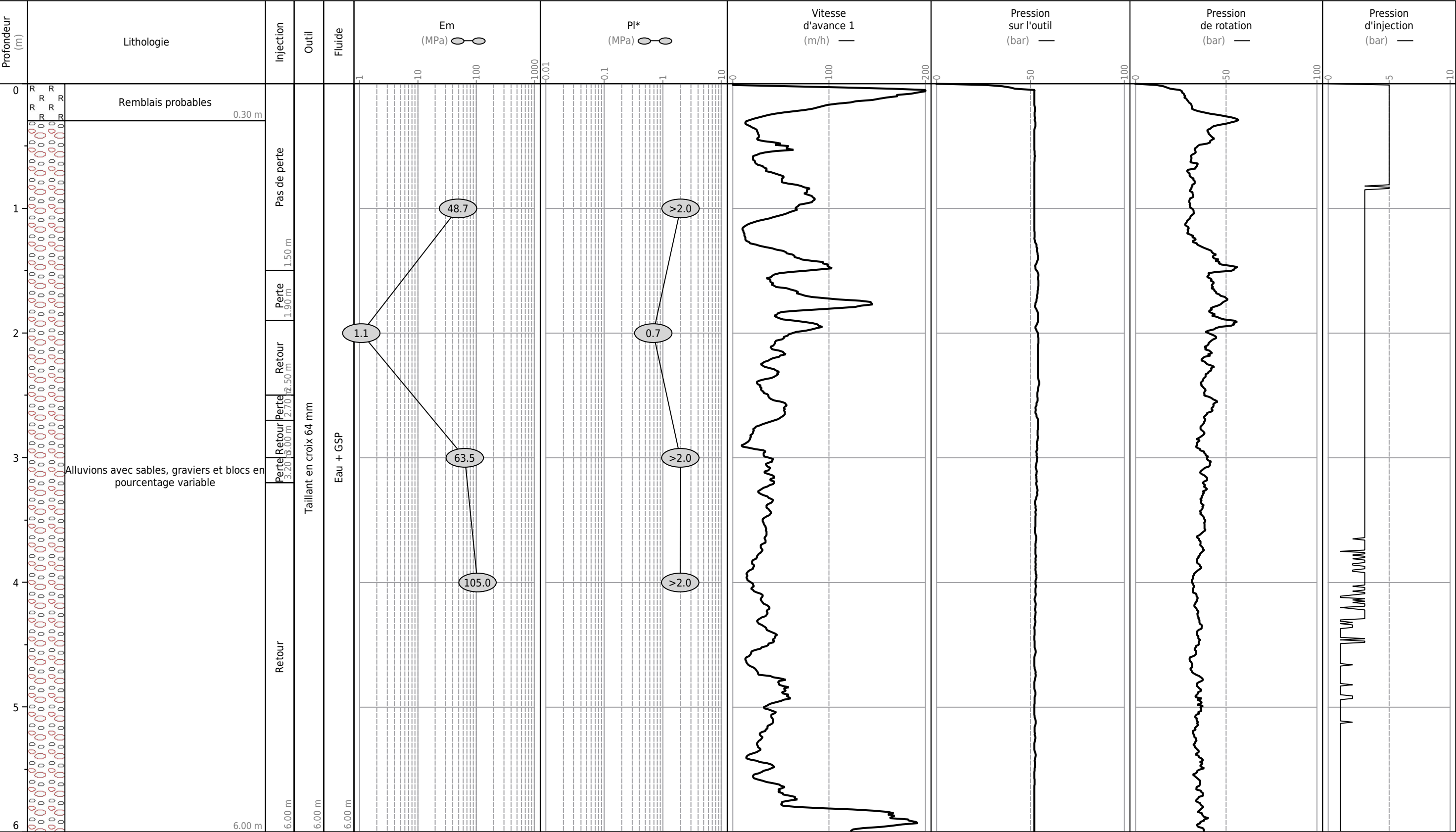


RÉSULTATS DES ESSAIS PRESSIOMÉTRIQUES

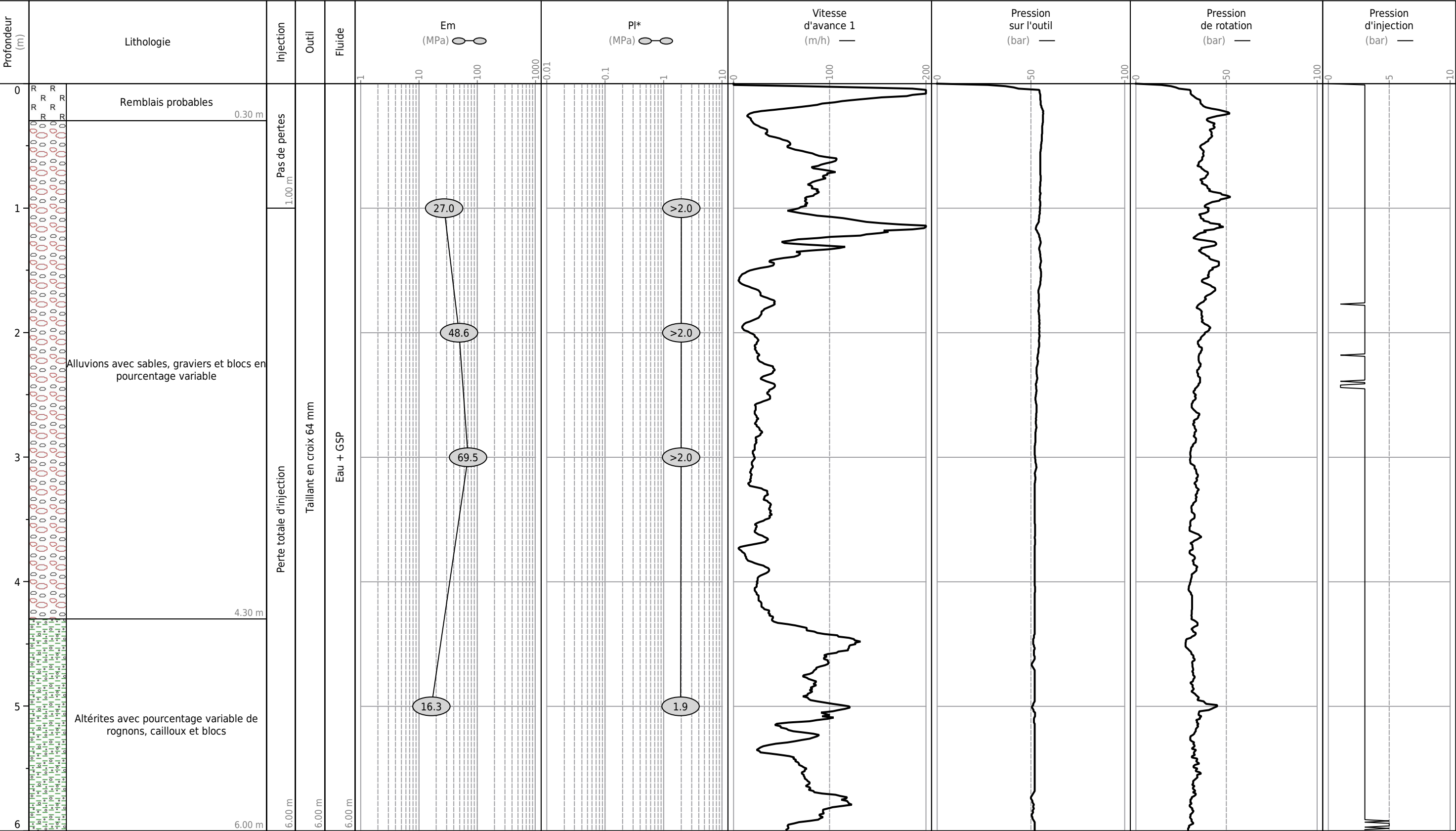


Obs. :

SONDAGE : SP2

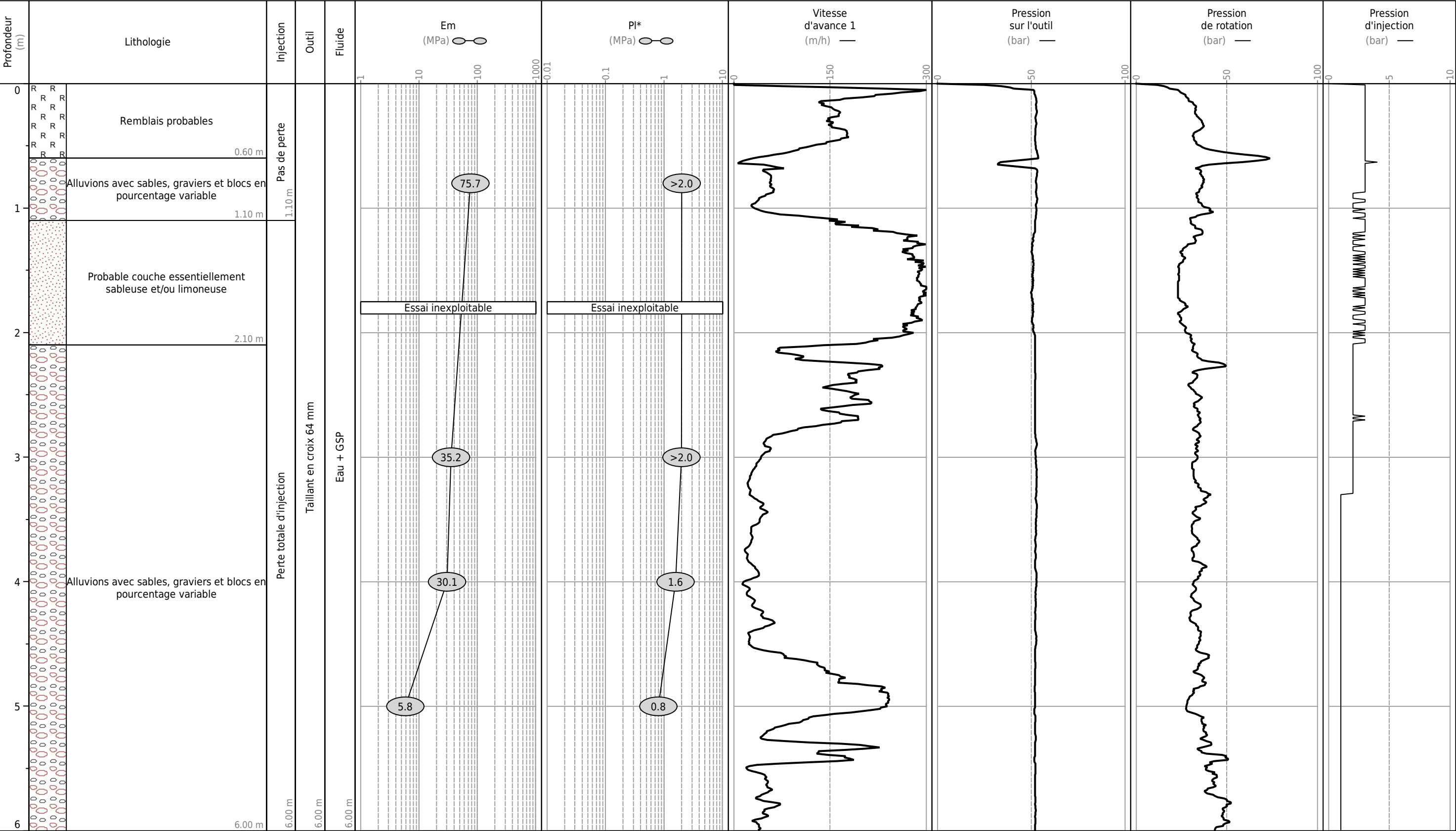


Obs. :



Obs. :

**SONDAGE : SP4**



Obs. :

## ANNEXE 8

### PHOTOGRAPHIES DES PUITES À LA PELLE MÉCANIQUE



## PHOTOGRAPHIES DES Puits A LA PELLE MÉCANIQUE

OPÉRATION : PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL

CLIENT : RÉGION RÉUNION

DOSSIER GEISER N°GE225040



Puits à la pelle mécanique SM1 :





## PHOTOGRAPHIES DES Puits A LA PELLE MÉCANIQUE

OPÉRATION : PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL

CLIENT : RÉGION RÉUNION

DOSSIER GEISER N°GE225040



Puits à la pelle mécanique SM2 :





## PHOTOGRAPHIES DES Puits A LA PELLE MÉCANIQUE

OPÉRATION : PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL

CLIENT : RÉGION RÉUNION

DOSSIER GEISER N°GE225040



Puits à la pelle mécanique SM3 :





## PHOTOGRAPHIES DES Puits A LA PELLE MÉCANIQUE

OPÉRATION : PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL

CLIENT : RÉGION RÉUNION

DOSSIER GEISER N°GE225040



Puits à la pelle mécanique SM4 :





## PHOTOGRAPHIES DES Puits A LA PELLE MÉCANIQUE

OPÉRATION : PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL

CLIENT : RÉGION RÉUNION

DOSSIER GEISER N°GE225040



Puits à la pelle mécanique SM5 :





## PHOTOGRAPHIES DES Puits A LA PELLE MÉCANIQUE

OPÉRATION : PARCELLE BC366 CHEMIN PITEL

CLIENT : RÉGION RÉUNION

DOSSIER GEISER N°GE225040



Puits à la pelle mécanique SM6 :

