



## ETUDE GEOTECHNIQUE

**Projet de lotissement de 35 lots**  
PHASE PRINCIPE GENERAUX DE  
CONSTRUCTION (G1 PGC)

**Voirie de desserte**  
PHASE AVANT-PROJET (G2 AVP)

## Lotissement « Le Domaine de Monplaisir »

Bonrepos-Riquet (31)

Projet réalisé par  
SEE TY - 31



Référence / Indice	Intervention	Document	Etabli par	Contrôlé par
<b>AQU19E028GA</b>	28/05/19 au 29/05/19	19/06/2019	Vincent DOMEQ	Philippe BOISSIER

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Mission</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Description du projet soumis à l'étude</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Enquête documentaire</b> .....	<b>7</b>
<b>4.1</b>	Situation, relief, paysage et géologie .....	<b>7</b>
<b>4.2</b>	Vue aérienne.....	<b>8</b>
<b>4.3</b>	Risques naturels .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Investigations Géotechniques</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1</b>	Prospection visuelle et enquête sur site.....	<b>9</b>
<b>5.2</b>	Sondages et prospections.....	<b>11</b>
<b>5.3</b>	Géophysique.....	<b>12</b>
<b>5.4</b>	Sondages.....	<b>12</b>
<b>5.5</b>	Prélèvements de sols.....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Synthèse</b> .....	<b>17</b>
<b>6.1</b>	projets d'habitations .....	<b>17</b>
<b>6.2</b>	Voirie.....	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Annexes</b> .....	<b>29</b>

# 1 INTRODUCTION

---

## Intervenants

	Coordonnées		
Maître d'ouvrage	SEE TY - 31		
Entreprise / Constructeur	SEE TY - 31		
		Devis le	Commande
Client	SEE TY - 31	09/05/2019	09/05/2019

## Avertissement

Pour la bonne compréhension de ce rapport il est demandé de consulter les annexes.

Toute modification apportée au projet devra nous être signalée pour réexamen et éventuellement modification des conclusions. Il est conseillé de réaliser une étude béton armé pour une bonne exploitation de ce rapport.

## Assurances

Fimurex a souscrit un contrat d'assurance professionnelle BTP Ingénierie, économie de la construction auprès de la SMA Courtage. N° souscripteur : C28101N ; n° contrat : 7356000 / 002 66408/26

## Remarque

Les ingénieurs d'ARMASOL sont à la disposition du Maître d'ouvrage et des différents corps de métiers pour tous renseignements ou explications complémentaires sur le rapport ou ses conditions d'utilisation.

## 2 MISSION

---

### Objectif

- étude d'un lotissement de 35 lots.

### Documents et plans reçus

- pour le site : plan de situation, plan local ou cadastral, plan de découpage, plan topographique.

Contenu (Norme NF P 94 500 novembre 2013)

### **Investigations**

- Sondages et prospections conformes au devis.

**G1 ES et G1 PGC pour la voirie de la desserte et les lots.**

**G2 AVP pour la voirie de desserte.**

### **Exclu de l'étude :**

- diagnostic pollution du site.
- étude hydrogéologique (évolution de la présence d'eau, suivi des nappes...).
- toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques.

**Voir les conditions d'utilisation du rapport ainsi que les limites et pertinence des informations concernant l'eau en annexes et chapitre 7 - paragraphe drainage.**

**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.**

### 3 DESCRIPTION DU PROJET SOUMIS A L'ETUDE



## Commentaires ou hypothèses formulés sur la base des documents reçus

### Projets d'habitations

- **Niveau bas** : sur vide sanitaire ou dallage, indéterminé au stade de l'étude.

#### **Cote(s)**

- Altimétrie des projets non définie au stade actuel de l'étude.

#### **Terrassements induits pour tout le projet (hors fondations)**

- Déblais : de 0 à 2,5 m.
- Remblais : de 0 à 2 m.

**Compte tenu de la topographie du site, des terrassements importants sont à prévoir.**

**Assainissement envisagé (hors étude)** : pour chaque lot, les eaux usées et eaux pluviales seront rejetées aux réseaux du lotissement à créer.

### Projet de voirie

- **Type** : voirie de desserte à faible trafic (trafic compris entre 0 et 9 PL/jour/sens)

#### **Terrassements induits pour tout le projet (hors fondations)**

- Compte tenu de la topographie du site, les terrassements en déblais/remblais pourront être localement importants (>1 m).

## 4 ENQUETE DOCUMENTAIRE

### 4.1 SITUATION, RELIEF, PAYSAGE ET GEOLOGIE

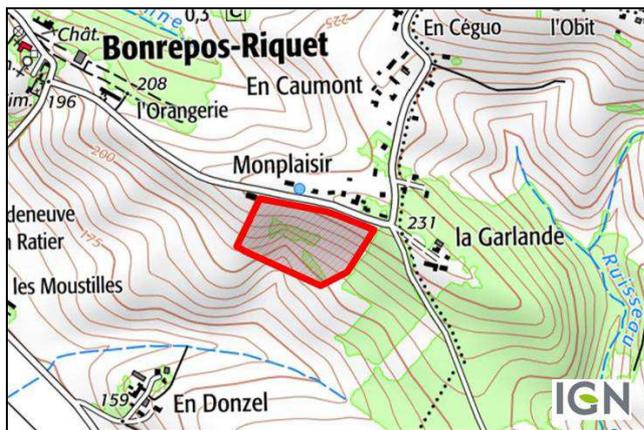
#### Situation

Adresse : Hameau d'en Ratier - Bonrepos-Riquet (31)

Coordonnées GPS : Lat. = 43,6723 Long. = 1,6329

Altitude moyenne : **213 m NGF** (min: 194 max: 232)

Topographie : le projet de lotissement se situe dans un versant d'exposition sud-ouest d'environ 20 % de pente..



#### Contexte géologique (source BRGM)

**Sol(s) présent(s) sur le site d'après la carte n° 984 :**

**Formations de pente, éboulis et solifluxions**, argiles, limons et sables issus de l'altération du substratum molassique sous-jacent (m-gRc).

- Age : würm à actuel indifférencié - Quaternaire (-1,8 Ma à actuel)
- Retrait-gonflement : susceptibilité moyenne (dépt 31) et aléa moyen (dépt 31)

**Sable plus ou moins grésifié et niveaux argilo-marneux**, les grès sont à ciment calcaire, les niveaux argilo-marneux sont rares (g2c).

- Age : stampien (sens strict) - Tertiaire inf. (paléogène -65 à -23 Ma)
- Retrait-gonflement : susceptibilité moyenne (dépt,31) et aléa moyen (dépt,31)

Description : les formations de pente argilo-sableuses d'épaisseur variable, reposent sur les formations molassiques sablo-gréseuses dont elles sont issues.

## 4.2 VUE AERIENNE



## 4.3 RISQUES NATURELS

**Zone sismique : très faible (1)**

**Plans de prévention des risques naturels** recensés sur la commune :

Type du plan :	Prescrit le	Mis à l'enquête le	Approuvé le
PPR Mouvement de terrain :			
• tassement différentiel	24/06/2004	-	-

**Arrêtés de catastrophe naturelle** publiés pour l'ensemble de la commune depuis 1982 :

Type de risque (nombre) date du dernier événement pris en compte

- Tempête (1) 06/11/1982 au 10/11/1982
- Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain (1) 25/12/1999 au 29/12/1999
- Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (1) 01/07/2003 au 30/09/2003
- Inondations et coulées de boue (2) 24/01/2009 au 27/01/2009

**Aléa retrait-gonflement des argiles** : moyen.

**Données sur l'eau :**

- pas de donnée relative à la piézométrie disponible à proximité du site.
- le site est cartographié en zone non sujette aux inondations par débordement ni aux inondations de cave.

## 5 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

---

### 5.1 PROSPECTION VISUELLE ET ENQUETE SUR SITE

#### Le site

Pente :

- la topographie du site est constituée d'un versant globalement orienté vers le sud-ouest avec un pente variant de 13 à 20 % due à des moutonnements. Le versant apparaît stable malgré les moutonnements qui semblent dus à des variations de nature de sol.

Végétation :

- Le site est un pré partiellement arboré par des arbres de hautes tiges qui seront conservés.

#### Données sur l'eau

Présence d'eau sur le site :

- non détectée sur le site ou dans les sondages le jour de l'intervention.



vue vB1 vers l'ouest



vue vB2 vers le sud-ouest



vue vB3 vers le nord-est



vue vB4 vers le nord-ouest

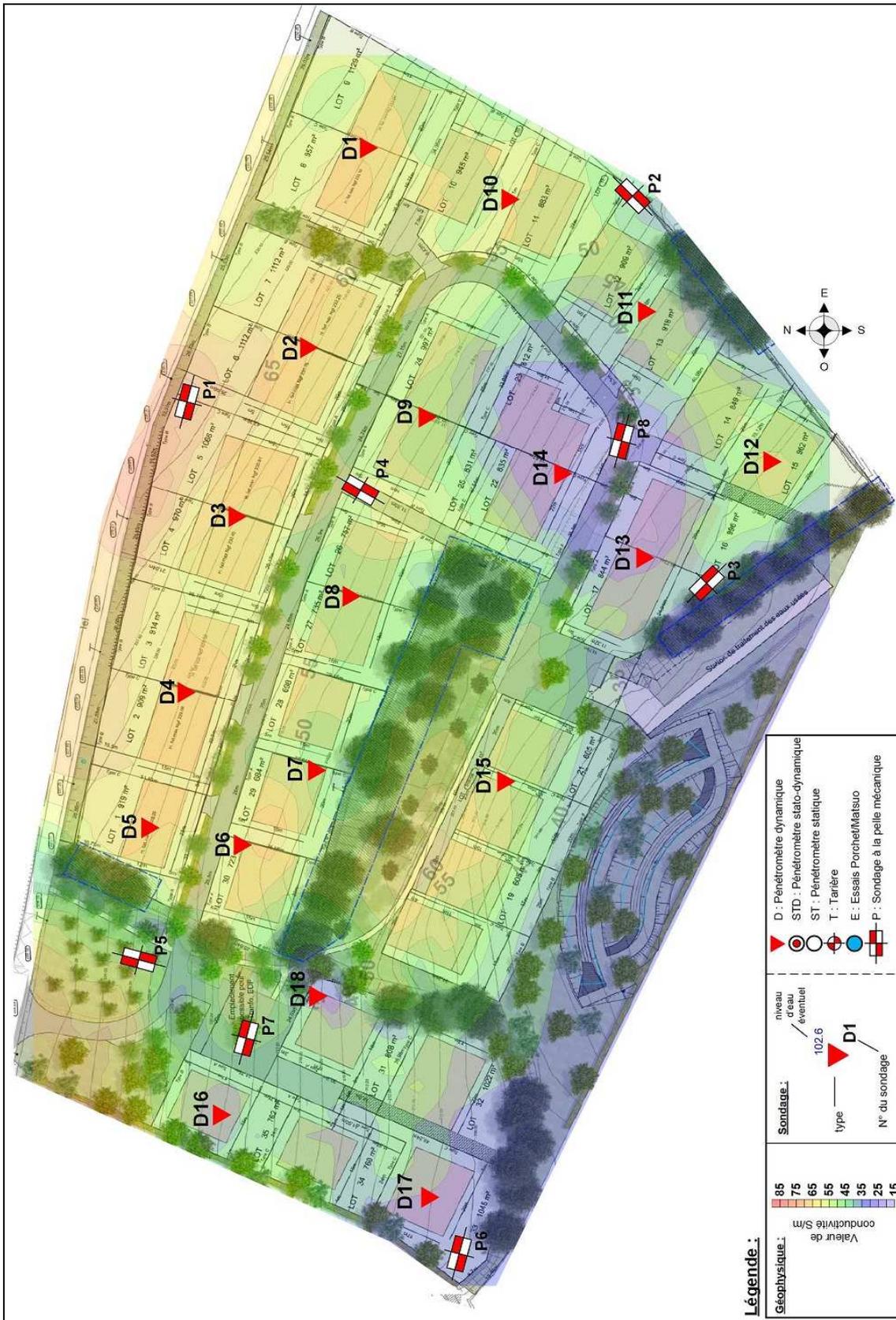


Vue vB5 vers l'ouest



Vue vB6 vers le sud-est

## 5.2 SONDAGES ET PROSPECTIONS



### 5.3 GEOPHYSIQUE

#### Conductivité électromagnétique :

Les valeurs mesurées sont moyennes à élevées : 15 à 90 mS/m.

Dans l'ensemble, les variations de valeurs sont importantes.

Les valeurs sont plutôt moyennes dans les faciès sableux et plutôt élevées dans les faciès argileux et calcaires

### 5.4 SONDAGES

#### Pénétromètre dynamique :

Les valeurs mesurées sont très faibles à très élevées.

Pour les colluvions argileuses (min : 0,4 MPa, max : 6 MPa).

Pour molasses sableuses à gréseuses (min : 6 MPa, max : 70 MPa).

### 5.5 PRELEVEMENTS DE SOLS



Sol : sable beige à gris +/- grésifié par un ciment calcaire (molasse)  
puits P1 : faciès calcaro-gréseux prélevé dès 0,3 m



Sol : argile sableuse beige (colluvions)  
puits P1 : sol prélevé entre 0,3 et 2,5 m



Sol : sable beige à gris +/- grésifié par un ciment calcaire (molasse)  
 puits P3 : faciès sablo-argileux prélevé entre 1,9 et 2,4 m



puits P3 : faciès sableux prélevé entre 2,4 et 2,6 m.



puits P4 : argile beige plastique (colluvions) prélevée entre 0,3 et 2,6 m.

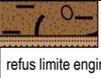
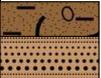


puits P5 : faciès grésocalcaire (molasse altérée) prélevée entre 0,3 et 2,0 m.



puits P6 : faciès sableux (molasse) prélevé entre 0,3 et 2,5 m.

## Relevé des profils géologiques

Commentaire		sondage à la pelle mécanique	sondage à la pelle mécanique						
Cote (m)	Eau (m) Date Heure	P1 28/05/2019	P5 28/05/2019						Niveaux
229,5		229,5	223,7						
229,2		 0,3 refus limite engin							
223,4			 0,3						
221,7			 2,0 refus limite engin						
<b>Sols</b>									
		 terre végétale							
		 argile sableuse beige (colluvions)							
		 sable beige à gris +/- grésifié par un ciment calcaire (molasse)							
<b>Eau</b>			<b>Niveaux</b>						

## Relevé des profils géologiques

Commentaire		sondage à la pelle mécanique	sondage à la pelle mécanique	sondage à la pelle mécanique					
Cote (m)	Eau (m) Date Heure	P4 28/05/2019	P7 28/05/2019	P2 28/05/2019					Niveaux
219,6		219,6	218,4	215,7					
219,3		0.3							
218,1			0.3						
217,9			0.5						
217,6			0.8						
217,0		2.6	arrêt volontaire						
217,0		arrêt volontaire							
215,4				0.3					
213,2				2.5					
213,2				arrêt volontaire					
<b>Sols</b>									
		terre végétale							
		argile sableuse beige (colluvions)							
		sable beige à gris +/- grésifié par un ciment calcaire (molasse)							
<b>Eau</b>			<b>Niveaux</b>						

## Relevé des profils géologiques

Commentaire	sondage à la pelle mécanique	sondage à la pelle mécanique	sondage à la pelle mécanique						
Cote (m)	Eau (m) Date Heure	P6	P8	P3					Niveaux
		28/05/2019	28/05/2019	28/05/2019					
209,1		209,1	208,8	203,6					
208,8		0,3	0,3						
208,5			0,8						
208,0			arrêt volontaire						
206,6		2,5							
		arrêt volontaire							
203,3				0,3					
201,7				1,9					
201,0				2,6					
				arrêt volontaire					
<b>Sols</b>									
			terre végétale						
			argile sableuse beige (colluvions)						
			sable beige à gris +/- grésifié par un ciment calcaire (molasse)						
<b>Eau</b>			<b>Niveaux</b>						

# 6 SYNTHÈSE

## 6.1 PROJETS D'HABITATIONS



Interprétation géotechnique - Zonage du lotissement

Échelle (m) :



### 6.1.1 SISMICITE

Cet élément en catégorie d'importance I ne relève pas de la réglementation parasismique.

### 6.1.2 ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG)

• la ZIG sera déterminée au cas par cas en mission G2 AVP en fonction de l'implantation des projets, des terrassements, des avoisinants, de l'environnement...

### 6.1.3 TERRASSEMENT, SOUTÈNEMENT (PLEINE MASSE, PLATEFORME)

t

**Ce qui est demandé :**

- Assurer la stabilité des talus de terrassements à court terme par des talutages adaptés ou des soutènements provisoires en cas de terrassements en limite de propriété ou à proximité d'avoisinants.
- Maître d'Œuvre et Entreprise : voisinage / terrassement, évolution des talus et des fouilles dans le temps, fouille à proximité ou contre un ouvrage.

### 6.1.4 HYDROGEOLOGIE ET DRAINAGE

L'étude réalisée est ponctuelle et d'une représentativité limitée par les informations portées à notre connaissance et à la période de réalisation. Elle ne permet pas de se prononcer avec précision sur la présence de l'eau (origine, position, débit, périodicité). Cet aspect s'il conditionne la conception du projet devra faire l'objet d'une étude spécifique.

La conception des drainages s'ils sont nécessaires, revient à la maîtrise d'œuvre et pourra faire l'objet d'une mission spécifique (G2 PRO). Dans tous les cas, ils seront réalisés conformément au DTU 20.1.

**Contexte hydrogéologique :** versant avec ruissellement et venues d'eau

Ce contexte apparaît a priori défavorable.

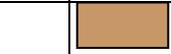
Présence d'eau sur le site :

- non détectée sur le site ou dans les sondages le jour de l'intervention.

### Ordre de grandeur des perméabilités des sols rencontrés sur le site.

(valeurs indicatives variables en fonction de la teneur en eau)

Ces données ne pourront pas être utilisées dans le cadre de la définition (type et dimensionnement) des dispositifs de traitement des eaux usées ou pluviales. Si nécessaire, prévoir une étude spécifique

Perméabilité (K)	mm/h	15	30	50	200	> 500
	m/s	$4,1.10^{-6}$	$8,3.10^{-6}$	$1,4.10^{-5}$	$5,5.10^{-5}$	$> 1,4.10^{-4}$
Sols types	argileux	limoneux	sablo-limoneux	sableux	graveleux	
Capacité de traitement Eaux Usées	nulle	faible	favorable	favorable	défavorable	
Capacité d'infiltration Eaux Pluviales	nulle	mauvaise	faible	favorable	très favorable	
terre végétale						
argile sableuse beige (colluvions)						
sable beige à gris +/- grésifié par un ciment calcaire (molasse)						

### Gestion des eaux demandée :

#### Collecte

- **Objectif** : protection de l'ouvrage contre l'eau
- **Principe** : drainage et/ou protection de l'ouvrage conformes au DTU 20.1
- **Description** : contexte de sol peu perméable, terrain en pente, plancher sur vide sanitaire. Pour la zone bleue drainage adapté à la protection contre le retrait gonflement si fondations superficielles.

#### 6.1.5 NIVEAU BAS

Compte tenu du contexte géologique (nature et hétérogénéité des sols), les niveaux bas devront être traité en plancher porté sur vide sanitaire.

## 6.1.6 FONDATEMENTS PROPOSEES

### 6.1.6.1 ZONE VERTE

**Type : Semelles filantes et/ou isolées.**

Voir également la rigidification en adaptation de la structure.

Valeurs de résistance mécanique déduites des essais sur site :

Résistance DPSH-B (LX)  $q_d = 6 \text{ MPa}$  (NF 22476-2 annexe E)

**Sol d'ancrage : sable beige à gris +/- grésifié par un ciment calcaire (molasse)**

- rattaché à 'Sable plus ou moins grésifié et niveaux argilo-marneux'
- attention sol dégradable par l'eau ou les engins : perte des caractéristiques mécaniques

**Particularités à prendre en compte pour l'exécution :**

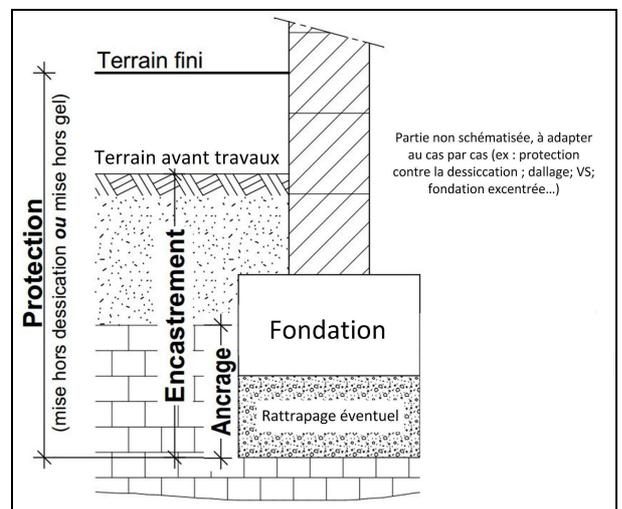
**Profondeurs jusqu'à la base des fondations :**

Le schéma est à adapter aux valeurs ci-dessous

**Encastrement : à partir de 1,2 m / terrain naturel avant travaux.**

**Protection :**

- hors gel (selon le département et l'altitude)



### 6.1.6.2 ZONE BLEUE

Cette partie du lotissement présente des risques potentiels plus importants que la zone verte.

Les terrains sont majoritairement argileux (voir identification), ils ont une portance moins élevée et sont également soumis au risque de retrait gonflement des sols argileux, risque rendu plus importants du fait des éléments suivants :

- présence d'arbres de haute tige (possibilité d'états hydriques différents, dessiccation plus importante en saison sèche)
- pente importante (possibilité de terrains différents, nécessité de respecter un encastrement important à l'aval)

**Il sera nécessaire d'étudier les projets au cas par cas pour déterminer la possibilité ou non de fondations superficielles.**

- **En cas d'hétérogénéité à l'échelle du projet (terrains hétérogènes sous l'emprise de la construction) :**

**Type : fondations spéciales type pieux ou micropieux.**

Le type de fondation et le sol d'ancrage seront déterminés en mission G2 AVP.

- En cas de terrains homogènes sous l'emprise de la construction

**Type : Semelles filantes**

Voir également la rigidification en adaptation de la structure.

Valeurs de résistance mécanique déduites des essais sur site :

Résistance DPSH-B (LX)  $q_d = 2 \text{ MPa}$  (NF 22476-2 annexe E)

**Sol d'ancrage : argile sableuse beige (colluvions)**

- rattaché à 'Formations de pente, éboulis et colluvions'
- attention sol dégradable par l'eau ou les engins : perte des caractéristiques mécaniques

**Particularités à prendre en compte pour l'exécution :**

**Profondeurs jusqu'à la base des fondations :**

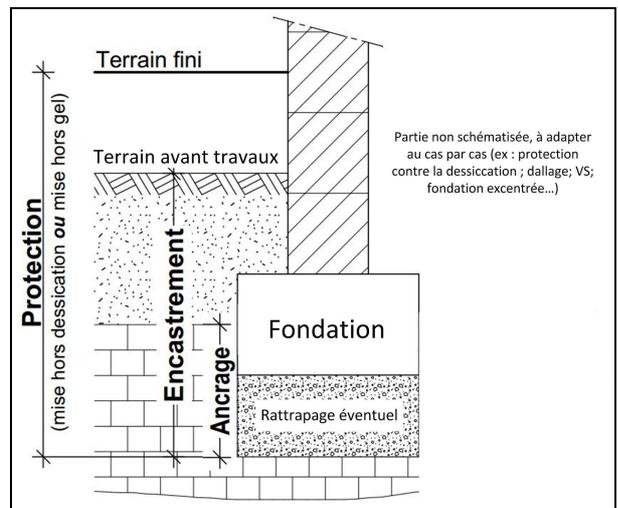
Le schéma est à adapter aux valeurs ci-dessous

**Encastrement : à partir de 1,2 m / terrain naturel avant travaux.**

**Protection :**

- hors gel (selon le département et l'altitude)
- hors dessiccation : 1,2m à 1,5m (à déterminer en mission G2AVP)

Elle sera nécessairement complétée, en même temps et au cas par cas, par des dispositions constructives de protection.



**6.1.7 ADAPTATION(S) STRUCTURELLE(S) :**

**Ce qui est demandé :**

**6.1.7.1 ZONE VERTE**

**• Rigidification des fondations**

- Les fondations réalisées en limite de propriété ou contre une fondation existante ou à créer, devront être excentrées (dimensionnement, armatures, mise en œuvre spécifique).

**Contraintes géotechniques et environnementales :**

- sol compact homogène : les tassements absolus et différentiels prévisibles dans ce type de contexte sont faibles et négligeables, très inférieurs à 1 cm.

**6.1.7.2 ZONE BLEUE**

**Lorsque l'étude de G2 AVP conclura à la nécessité de fondations profondes :**

**• Rigidification des fondations**

- Les fondations réalisées en limite de propriété ou contre une fondation existante ou à créer, devront être excentrées (dimensionnement, armatures, mise en œuvre spécifique).



## Lorsque l'étude de G2 AVP conclura à la possibilité de fondations superficielles :

### **Rigidification de la structure en privilégiant la partie basse**

- Les fondations réalisées en limite de propriété ou contre une fondation existante ou à créer, devront être excentrées (dimensionnement, armatures, mise en œuvre spécifique).

### **Contraintes géotechniques et environnementales :**

- sol sensible à l'eau avec risque d'hétérogénéité : les tassements absolus et différentiels prévisibles dans ce type de contexte sont généralement compris entre 0,5 et 1 cm.

### **Attention sols argileux : respecter les dispositions constructives données ci-dessous**

Dans le cadre de notre mission et au stade actuel du projet, voici ce qui est demandé aux personnes chargées de la conception et réalisation du projet, voir également le schéma du BRGM en annexes :

**• l'adaptation précise ne relève ni des phases G1 ni de la phase G2 avant-projet. Il appartiendra à la maîtrise d'œuvre et/ou au maître d'ouvrage d'appliquer les principes ci-dessous et de les adapter en fonction du projet définitif, de l'aménagement du site et de son environnement.**

- limiter au maximum les variations hydriques des sols sous et à proximité des fondations, quelle que soit l'origine de l'eau (apports naturels ou artificiels) : drainage adapté placé à 2 m minimum des fondations, collecte des eaux de toiture et de toutes les surfaces étanches autour de la construction. Rejet des eaux collectées vers un exutoire éloigné de la construction (pas d'infiltration à moins de 10 m du projet, en cas d'infiltration vérifier la perméabilité du sol par une étude spécifique). Tous les réseaux d'eau seront conçus pour encaisser des déformations (raccords souples).

- empêcher la dessiccation : géo-membrane périphérique, éloignement de la végétation (1,5 fois la taille de l'arbre adulte) ou écran anti-racine, protection du sol dans le VS, éloignement des sources de chaleur...

- en cas de construction en limite de propriété, les présentes conclusions et préconisations (drainage, éloignement de la végétation...) devront être adaptées à l'environnement définitif (arbres voisins conservés, rejets d'eau, etc.). En cas d'impossibilité de maîtriser les variations hydriques dans les sols de fondations, il conviendra de modifier le projet ou les fondations. A valider par un géotechnicien en mission G2PRO.

- adaptation du projet : rigidification de l'ensemble de la structure, création de joints au niveau des discontinuités structurelles (ex: changements de niveaux ; décrochés de façade, décalage de niveaux...).

## Préconisations générales

### Conception

**Important :**  
**Utiliser du drain routier,**  
**drainage agricole interdit.**

**Drain « routier »**  
Crépines dirigées vers le haut



Fond plat étanche

Drain « agricole »  
crépine tout le tour



- Les drainages seront réalisés conformément au DTU 20.1 : ils seront mis en œuvre dans les sols peu à pas perméables avec la possibilité de rejeter l'eau vers un exutoire éloigné des fondations. Extraits NF DTU 20.1 : « il

appartient au maître d'œuvre de se faire préciser par le maître de l'ouvrage les exigences relatives aux conditions d'utilisation des locaux. Drainer chaque fois que le bâtiment est fondé sur une couche peu perméable ...évacuer d'une manière efficace les eaux collectées »

- Maître d'Œuvre : vérifier que le planning prévisionnel est compatible avec le phasage de la réalisation (préparation, saison au moment des travaux)

### **Exécution**

- Maître d'Œuvre : vérifier que ce document est bien transmis aux intervenants concernés et qu'il est appliqué.
- Valider la conformité du planning des travaux avec les conditions du chantier (voir en conclusion).
- Prévoir des moyens en réserve en cas de décalage à une période défavorable.

### **Maintenance**

- Maître de l'ouvrage : veiller à la maintenance des ouvrages géotechniques (ex.: les drains périphériques, les soutènements, les protections périphériques contre le retrait et le gonflement des argiles)

## 6.2 VOIRIE

### 6.2.1 TERRASSEMENTS

Dans l'état actuel des informations en notre possession, les terrassements pour la création de la voirie de desserte vont être réalisés sur des épaisseurs faibles à moyennes (de l'ordre de 1 m). Ces terrassements intéresseront donc les horizons superficiels.

Nous rappelons qu'il convient de purger l'intégralité de la terre végétale et des sols remaniés ou remblayés. D'éventuels hors profils seront rattrapés avec des matériaux adaptés soigneusement compactés, selon les recommandations du GTR.

Les essais en laboratoire, réalisés sur les matériaux issus des sondages à la pelle mécanique, ont permis de déterminer la classification des matériaux en place qui serviront d'assise à la future voirie. (voir annexes)

Ils mettent en évidence des sols de type argileux (classe GTR A3 en état m à l'époque des sondages) à sableux plus ou moins argileux ou-gréseux (classe GTR A2 en état m à l'époque des sondages)).

Compte tenu des hauteurs de terrassements prévues, les terrains rencontrés seront principalement de type « sols meubles », des difficultés de terrassement à la mini-pelle ont toutefois été rencontrées sur le sondage P1 (refus à faible profondeur).

Des arrivées d'eau depuis la surface en période pluvieuse sont prévisibles. Des dispositions spécifiques devront être prises pour assurer à tout moment la mise au sec de la plateforme (réseau drainant, etc.)

Les plates formes tant en remblais qu'en déblais devront être protégées contre les arrivées d'eau et dressées avec des pentes adéquates pour permettre l'évacuation des eaux pluviales vers un exutoire et éviter toute stagnation d'eau. Elles devront être éventuellement protégées contre l'érosion.

### 6.2.2 TRAFICABILITE DE L'ARASE DE TERRASSEMENTS

Compte tenu de la nature des sols rencontrés (localement argileux et sensibles à l'eau), des problèmes de traficabilité vont apparaître en période défavorable. L'entreprise de gros œuvre devra prendre toutes les précautions pour garantir la circulation des engins (piste en matériau d'apport insensible à l'eau, géotextile, engins sur chenille...).

Il est rappelé que, selon le GTR, la mise en œuvre correcte de la couche de forme nécessite une arase de terrassements ayant un module EV2 de l'ordre de 35 MPa pour une couche de forme en matériaux traités, et de 15 à 20 MPa pour une couche de forme en matériaux granulaires.

Si ces conditions ne sont pas obtenues en phase travaux, un traitement spécifique des sols d'assise sera nécessaire (traitement de sol en place, purges complémentaires, intercalation d'un géotextile de renforcement et de séparation (R+S), cloutage (en D80/100mm), etc.)

Les matériaux A1 et B5 peuvent être difficiles à traiter, en particulier un matériau avec une VBS de 0.3 risque de peu réagir à la chaux.

### 6.2.3 PORTANCE DES SOLS SUPPORTS

En fonction de la nature des sols rencontrés et de la saison des travaux, on peut s'attendre à des arases de type :

- PST2-AR1 (matériau dans un état hydrique moyen de bonne portance) dans le cadre de conditions météorologiques favorables.
- PST1-AR1 (matériaux humide sujets au matelassage) lors de conditions météorologiques défavorables et nécessitant un ou plusieurs des traitements vus au chapitre précédent pour être amenés en PST2/AR1
- AR0 (matériaux très humides – non traficables) lors de conditions très défavorables et nécessitant généralement la purge des matériaux.

A titre informatif, nous avons étudié le comportement du sol argileux prélevé en P8, traité à 1,5% de chaux (voir annexes).

A la teneur en eau  $W=15,6\%$  on mesure  $IPI=10$  sur le matériau non-traité (état m à s).

Après modifications pour mener le matériau à  $W=20,0\%$  on mesure  $IPI=8$ , puis après et traitement à 1,5% de chaux, on mesure  $IPI=17$  et  $CBRI=19$ .

L'amélioration de portance est bonne (l'objectif du traitement à la chaux d'un matériau A3 pour remblai ou PST est d'obtenir  $6 \leq IPI \leq 12$ ) et le rapport  $CBRI/IPI > 1$  indique que le matériau traité résiste à l'immersion.

**Le rapport  $CBRI/IPI$  étant peu élevé, pour les matériaux les plus argileux, l'effet du traitement peut être augmenté en traitant à 2% de chaux.**

Un traitement à la chaux peut donc être appliqué à ces matériaux en PST, pour améliorer la portance de manière pérenne. (Attention, les valeurs obtenues ne suffisent pas pour définir les caractéristiques demandées pour l'emploi en couche de forme

#### 6.2.4 HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT

Les hypothèses de dimensionnement prises sont les suivantes :

- Trafic : T5, trafic compris entre 0 et 9 PL/jour/sens (trafic TC1)
- Durée de service : 15 ans
- Plateforme de type PF2 avec  $50 \text{ MPa} \leq EV2 < 80 \text{ MPa}$

#### 6.2.5 OBTENTION DE LA PLATEFORME

Après décapage des terres superficielles, d'après le guide du LCPC-SETRA « Réalisation des remblais et des couches de forme », pour obtenir une plateforme de type PF2 avec un  $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ , sur une PST2-AR1 il faudra mettre en œuvre une épaisseur de 0.5 m de matériaux d'apport type D21 ou équivalent, épaisseur pouvant se réduire à 0.4 m avec la pose d'un géotextile R+S entre la PST et la couche de forme.

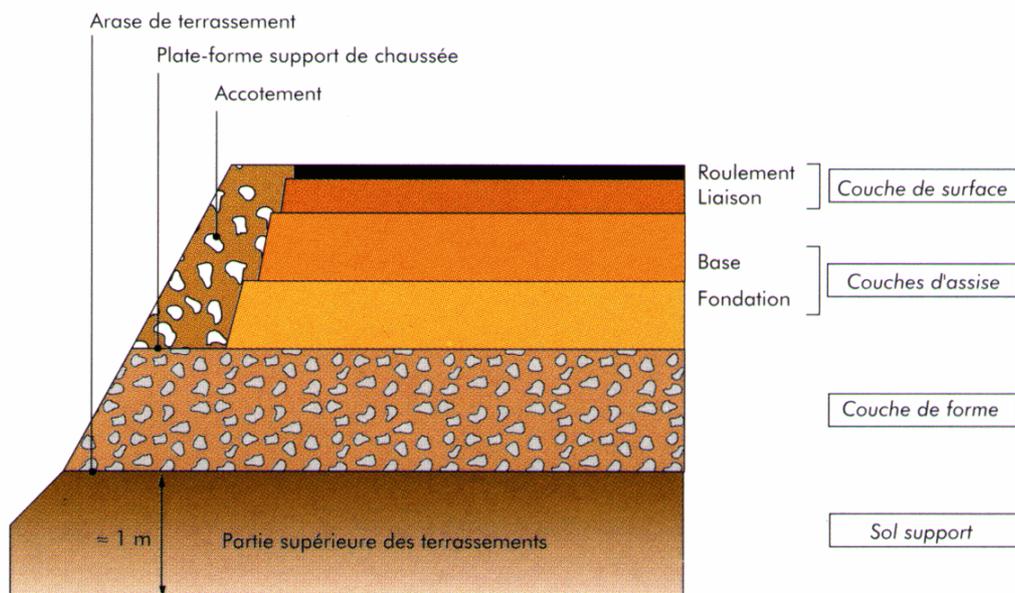
Le compactage des matériaux mis en place pour la constitution de la couche de forme devra être vérifié au moyen d'essais à la plaque.

D'après les essais d'identification réalisés, les matériaux prélevés ne peuvent pas être réutilisés en l'état pour réaliser la couche de forme.

## 6.2.6 STRUCTURES DE CHAUSSEE

Pour l'ébauche dimensionnelle des structures de chaussée, nous avons utilisé le « **Guide de conception et dimensionnement des chaussées – Grand Lyon** ».

Rappel : constitution d'une chaussée



Exemples de structure de chaussée :

**La vocation de la voie étant de type desserte et le trafic étant faible, il est possible de s'orienter vers une voirie à structure souple.**

Guide	Guide de conception et dimensionnement des chaussées – Grand Lyon	
Couche de surface	4 à 5 cm BBCS	ESU
Assise ou fondation	15 cm GNT 0/31.5	20 cm GNT 0/31.5
Couche de forme	50 cm (matériau de type D21 ou D31) ou 40 cm (matériau de type D21 ou D31) avec mise en place d'un géotextile	50 cm (matériau de type D21 ou D31) ou 40 cm (matériau de type D21 ou D31) avec mise en place d'un géotextile
Portance couche de forme à atteindre	PF2 = 50 MPa	PF2 = 50 MPa
Nature du fond de forme	Argiles ou sables +/- argileux ou gréseux	Argiles ou sables +/- argileux ou gréseux

\* abréviations du tableau précédent

<b>Désignation</b>	<b>Produit</b>	<b>Norme</b>
BBCS	Béton Bitumineux à Chaussée Souple	NF EN 13-108-1
ESU	Enduit Superficiel d'Usure	NF EN 13-108-1
GNT	Grave Non Traité	NF P 98-115

Les structures de chaussées proposées répondent aux critères de dimensionnement pour les hypothèses de calcul utilisées (trafic, PF, etc.).

L'Entreprise pourra proposer des structures différentes dans la mesure où elles sont équivalentes (à justifier par note technique).

La structure de chaussée devra être vérifiée en fonction de la circulation effectivement prévue sur les voiries et de la tenue au gel.

## COMMENTAIRES

Lors de la réalisation des travaux, la plus grande attention sera portée sur les points suivants :

- Contrôle du niveau de portance de la plateforme
- Respect des épaisseurs préconisées
- Contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre et de leur compacité

## 7 CONCLUSION

---

	FACTEURS FAVORABLES	FACTEURS DEFAVORABLES
Site		<ul style="list-style-type: none"><li>• terrassements :<ul style="list-style-type: none"><li>- sol dégradable par l'eau et les engins</li><li>- terrassements en limite de propriété</li></ul></li><li>• présence d'eau : par ruissellement en surface, par venues d'eau localisée dans le versant et rétention sur les plateformes</li><li>• environnement : présence d'arbres de hautes tiges à proximité des ouvrages</li></ul>
Sol	<ul style="list-style-type: none"><li>• sols résistants sur une partie du site</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• hétérogène : variation de nature et de compacité des sols dans le versant</li><li>• minéraux argileux sensibles au retrait-gonflement sur une partie du site</li></ul>

### Conclusion

Pour cette étude, l'avis géotechnique est positif sous réserve de traiter les risques identifiés.

Mise en oeuvre par conditions météorologiques normales.

Les facteurs défavorables identifiés ci-dessus devront faire l'objet d'une vigilance particulière et d'une adaptation du projet pour en limiter les conséquences.

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.

## 8 ANNEXES

### **Méthode ARMASOL**

La méthode Armasol est basée sur la recherche et le traitement de l'hétérogénéité des sols, à l'origine des tassements différentiels. Les conséquences sont plus graves pour des ouvrages complexes ou sensibles.

Pour toutes les constructions, et plus spécialement lorsque les descentes de charges sont peu importantes, des solutions de fondations superficielles sont avant tout recherchées. Elles nécessitent souvent d'associer une rigidification de la structure à des protections périphériques (en particulier contre les variations hydriques).

Dans certains cas ou pour s'affranchir des aléas liés à l'exécution ou aux risques naturels (ex : argiles, eau...) des fondations profondes seront ou pourront être proposées. Elles feront appel à des techniques et des études spécifiques et seront mises en œuvre par des Entreprises spécialisées.

#### **Limites et utilisation de ce document**

Toute utilisation ou interprétation partielle de ce document, omission des sources de renseignement citées, ou non respect de la réglementation en vigueur et des règles de l'Art constitue une contrefaçon. Cette contrefaçon engage uniquement la responsabilité de son auteur, et elle est susceptible de porter atteinte à la fiabilité de la construction et d'aboutir à un sinistre.

#### **Missions géotechniques**

Le projet doit former un ensemble cohérent entre la construction et la prise en compte des risques naturels ou artificiels. Pour un fonctionnement fiable et pérenne de cet ensemble le projet doit être conçu en concertation entre la maîtrise d'œuvre (assurée en fonction des cas par le Constructeur, l'architecte, l'Entreprise...), l'ingénierie géotechnique et structure ainsi que les Entreprises.

Au stade actuel du projet, le document propose la solution qui semble être la plus adaptée. En fonction de l'évolution du projet, cette solution pourra devenir inadaptée (rapport caduc et non valable) et devra faire l'objet d'un réexamen (ex : changements d'implantation, de forme, de niveaux, de terrassements...).

Comme le prévoit la norme sur les missions géotechniques, la mission G2 AVP seule ne permet pas d'amener le projet à l'exécution.

Les missions géotechniques visent à identifier, évaluer, traiter les aléas liés à la conception, la réalisation, l'exécution et la maintenance de l'ouvrage.

Nous rappelons que : « le sous-sol est par sa nature même le domaine privilégié des incertitudes parce qu'il n'est pas visible, parce qu'il est hétérogène et que les risques géotechniques associés sont parfois difficiles à identifier avant leur survenance. » (Extrait de la norme NFP 94-500 version 2013).

Tout élément nouveau ainsi que tout incident important survenu en cours de travaux engendrant un risque vis-à-vis de l'ouvrage sera impérativement signalé à ARMASOL afin d'être évalué, réduit ou annulé par des mesures appropriées. Cette méthodologie est conforme à la norme NFP94-500 et sera mise en œuvre en cas de découverte d'éléments nouveaux identifiés lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles et n'ayant pu être détecté lors des investigations géotechniques (exemple : cavité, hétérogénéité localisée, faille, remblais anciens ou récents, venue d'eau,...).

Cette méthodologie sera également appliquée en cas de risque lié à une exécution non conforme des travaux (exemple : fouilles non curées, phasage des terrassements non respecté, absence de prise en compte des avoisinants et des éléments de la ZIG, ...).

Tout élément non communiqué à FIMUREX concernant la survenance d'un aléa géologique en cours de chantier ne saurait lui être opposable. *Le contrôle du déroulement des travaux de construction et de la qualité de la réalisation s'appuie sur les opérations suivantes, lorsqu'elles sont pertinentes :*

- vérifier la validité des hypothèses de calcul
- identifier les différences entre l'état réel du terrain et les hypothèses de calcul ;
- vérifier la conformité des travaux au projet.

#### **Références documentaires (liste non exhaustive)**

##### Normes

- NF-P 94-500 : Missions géotechniques types
- NF-P 94-115 : Sondage au pénétromètre type B
- NF-P 11-300 : Classification des sols
- NF-P 11-211 : Fondations superficielles
- NF-P 11-711 : Calcul des fondations superficielles
- Eurocode 7 : Calcul géotechnique, règles générales

##### Sites internet

- [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)
- [www.geoportail.fr](http://www.geoportail.fr)
- [www.inondationsnappes.fr](http://www.inondationsnappes.fr)
- [www.prim.net](http://www.prim.net)
- [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr)
- [www.cavites.fr](http://www.cavites.fr)

##### Données locales

- DDRM : dossier départemental des risques majeurs
- DCS : dossier communal synthétique des risques majeurs
- DICRIM : document d'information communal sur les risques majeurs
- PPR : plan de prévention des risques
- PLU : plan local d'urbanisme.

## **Complément d'informations et de préconisations**

Correspondant à chaque partie

### **Chapitre 5 Données géologiques issues du BRGM**

La classification des sols argileux, leur susceptibilité et leur aléa sont définis par le B.R.G.M. avec trois critères principaux : lithologie, minéralogie de la phase argileuse, comportement géotechnique en laboratoire.

Ceci a conduit le B.R.G.M. à éditer les cartes et les rapports départementaux accessibles au public sur le site [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr).

### **Chapitre 5 Risques naturels**

**Important : cette partie traite uniquement des risques naturels.**

**Elle ne correspond pas au formulaire\* de l'état des risques naturels et technologiques** (\* disponible sur le site [www.prim.net](http://www.prim.net)).

**Les données de ce paragraphe** sont mises à jour à partir des documents et bases de données élaborés principalement par le MEEDDAT [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr) et le BRGM [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr).

Ces sources sont enrichies quotidiennement pour certaines d'entre elles, **une mise à jour est à effectuer régulièrement. Les données sont un résumé de ces sources qu'elles ne remplacent pas** : l'objectif dans ce document est de participer à l'information préventive sur les risques naturels au droit du site et dans son environnement.

### **Synthèse pour la commune de données récentes extraites de la base GASPARD du MEEDDAT**

Des informations réglementaires sont également contenues dans les documents suivants :

- Initiés par le Préfet : **D.D.R.M.** (Dossier Départemental des Risques Majeurs) édition du 20/05/1996 et **D.C.S.** (Dossier Communal Synthétique des risques majeurs)
- Initié par le Maire : **D.I.C.R.I.M** (Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs)
- Initiés par le Préfet : **P.P.R.** (Plan de Prévention des Risques, anc. P.E.R., R111.3, PSS, PZI...).

Le B.R.G.M. demande de préciser que les cartes d'aléa sont destinées à servir de support pour des actions de prévention et qu'elles n'ont pas pour objet d'attester la présence ou l'absence de sol argileux au droit d'une parcelle. Leur échelle de précision et donc de validité est celle des données de base utilisées (à savoir, pour l'essentiel, les cartes géologiques éditées à l'échelle 1/50000) : elles donnent une indication sur la nature des formations argileuses affleurant dans le secteur de la parcelle considérée mais en aucun cas la nature lithologique exacte des terrains rencontrés au droit de cette parcelle.

### **Chapitre 7 Conception de la structure**

Les caractéristiques de l'ouvrage prévu seront comparées par le maître d'œuvre et le BET Structure à ce qui est demandé dans ce document. Si nécessaire des modifications seront apportées. Une structure est plus ou moins rigide (forme, conception, armatures...). Par exemple, un ouvrage de forme simple sur vide sanitaire en zone sismique est par nature rigide. Cette partie sera à préciser en mission G2 avec le géotechnicien en fonction des choix constructifs.

### **Chapitre 7 Préconisations complémentaires**

Elles complètent l'avis et la conclusion détaillée en 4,1. Le contenu est amené à être complété et détaillé au fur et à mesure de l'enchaînement des missions géotechniques. Elles ne se substituent pas aux règles de construction en vigueur et aux dispositions constructives, instructions et exigences revendiquées par chaque corps de métier dans son domaine de compétences et de responsabilité : BET, terrassement, drainage, maçonnerie et gros œuvre, etc.

### **Chapitre 5 Données sur l'eau**

Note importante : cette synthèse a pour objectif de regrouper les données sur l'eau susceptibles d'avoir une influence pour le projet. Elle est établie à l'issue d'une étude très courte dans le temps. Certaines données relatives au passé du site ne sont pas vérifiables, d'autres ne sont plus connues de mémoire d'homme. Des ouvrages de protection, d'aménagement et des travaux sont réalisés ou disparaissent dans le temps : tout organisme et toute personne qui a connaissance d'une information non rapportée dans ce document doit en informer le Maître de l'ouvrage ou son Maître d'Œuvre.

## Présentation des missions d'ingénierie géotechnique NF P 94 500 novembre 2013 (extraits)

Tout site peut générer des incertitudes et risques géotechniques pouvant compromettre la réalisation d'un projet d'aménagement de site ou de construction d'ouvrage.

Les études géotechniques répondent à la nécessité d'identifier les incertitudes et risques induits et en réduire ainsi les impacts sur le projet ou les avoisinants par application, en phase conception, de mesures préventives et en phase réalisation, de dispositions correctives prédéfinies. Au fil des années, plusieurs facteurs ont évolué défavorablement :

- les terrains encore disponibles sont souvent de qualité géotechnique médiocre ;
- la complexité des projets augmente. Les nouvelles méthodes d'exécution sont souvent sophistiquées et s'adaptent mal aux incertitudes et risques géotechniques ;
- l'environnement et/ou le voisinage est de plus en plus sensible à toute perturbation. Ce constat justifie l'intervention de nombreux spécialistes, d'où des problèmes d'interfaces plus nombreux et une coordination difficile.

Devant cette complexité croissante des projets et des risques associés, une connaissance approfondie du sous-sol est requise. Or, le sous-sol est par nature le domaine privilégié des incertitudes parce qu'il n'est pas visible, parce qu'il est hétérogène et que les risques géotechniques associés sont parfois difficiles à identifier avant leur survenance.

La connaissance du contexte géologique et géotechnique du site et la prévision du comportement de l'ouvrage projeté (interaction sol-structure), tant en phase de réalisation que pendant sa durée de vie, sont donc primordiales pour assurer une bonne maîtrise des risques géotechniques inhérents à tout projet.

La **gestion des risques géotechniques est indispensable** pour fiabiliser le délai de réalisation, le coût final et la qualité de l'ouvrage, en toute sécurité et à la satisfaction du voisinage : **elle doit être permanente (mise à jour au fur et à mesure du déroulement des phases de conception et de réalisation du projet) et comporter les trois volets habituels pour toute gestion efficace des risques : identification, évaluation, traitement.**

L'expérience montre que tout investissement fait par le maître d'ouvrage en phase de conception permet une meilleure maîtrise des risques et des coûts liés au site et aux sols, comme le montre par exemple, l'approche quantitative faite pour les ouvrages souterrains.

## Classification des missions types 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 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elles sont à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elles comprennent deux phases :

### **Phase ETUDE DE SITE (G1ES)**

Réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS, elle permet 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 un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser, en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

### **Phase PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (G1 PGC)**

Réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS elle permet de réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées :

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

## ÉTAPE 2 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE CONCEPTION (G2)

Elles permettent l'élaboration des projets des ouvrages géotechniques et réduisent les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elles sont à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et sont réalisées en étroite collaboration avec la maîtrise d'œuvre. Elles comprennent trois phases :

### **Phase Avant-Projet (G2 AVP)**

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

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser, 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 (G2 PRO)**

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser, 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 (G2 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.

## **ÉTAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)**

### **ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (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 un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser, 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).
- Etablir 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'EXÉCUTION (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 :

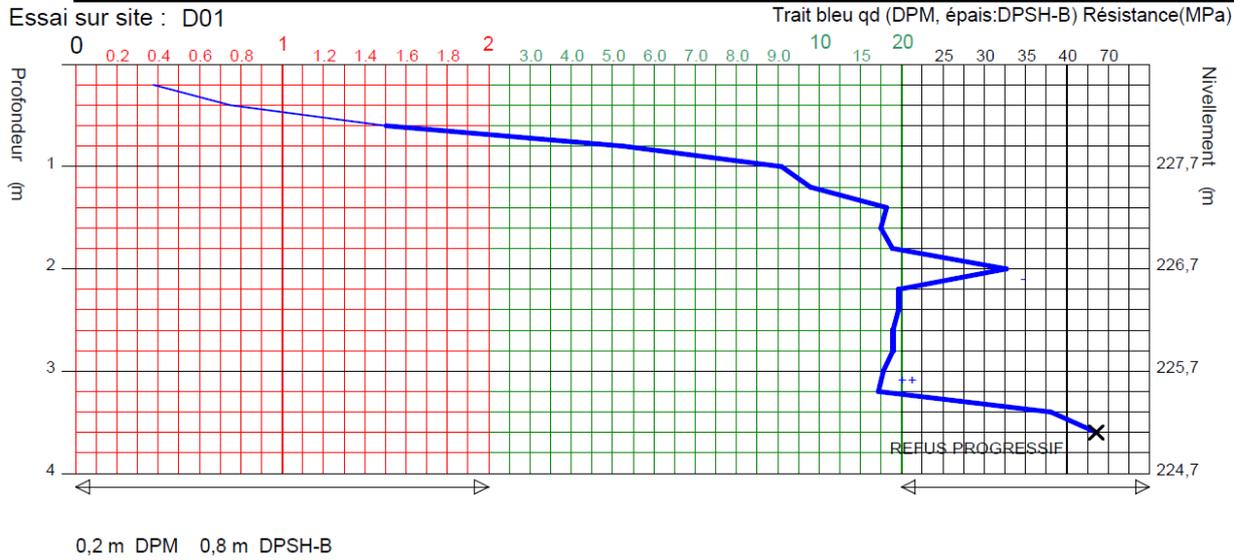
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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).

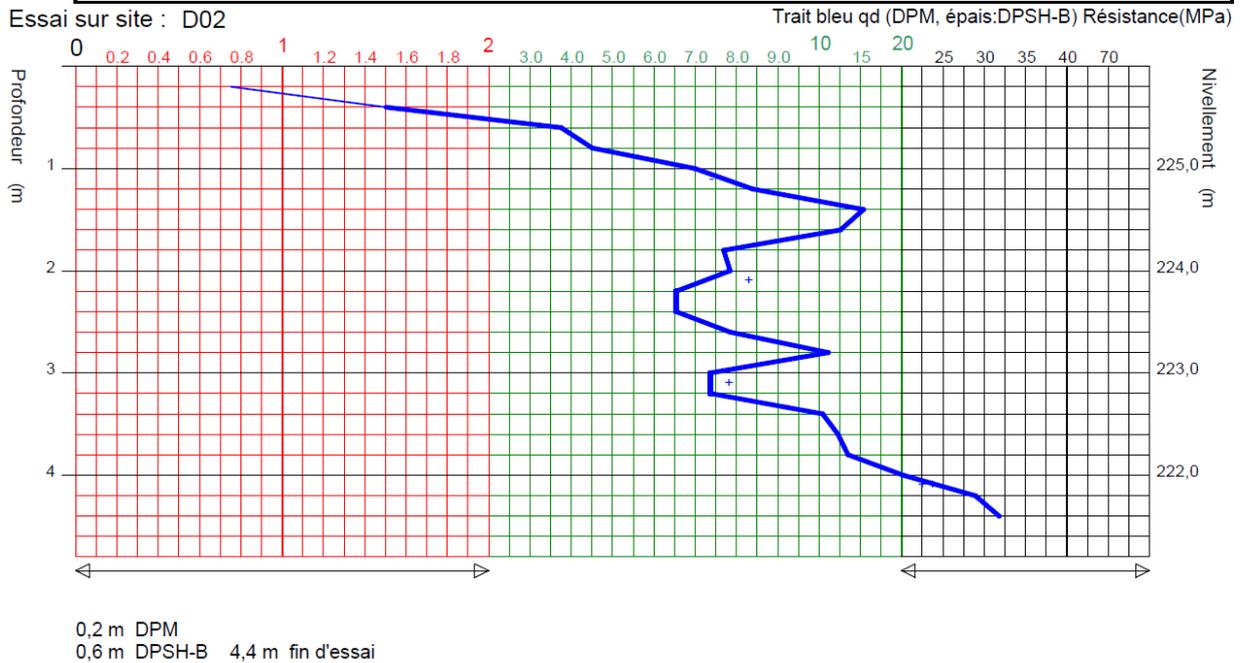
Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude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

<h1>ARMASOL</h1>	Dossier AQU19E028GA	Annexe A

Date: 28/05/2019      Machine : ■ LX1 DYNAMIQUE      Nivellement: 228,7  
 Norme NF 22476-2:2005      Battage 64 kg, pointe 20 cm<sup>2</sup>, chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)

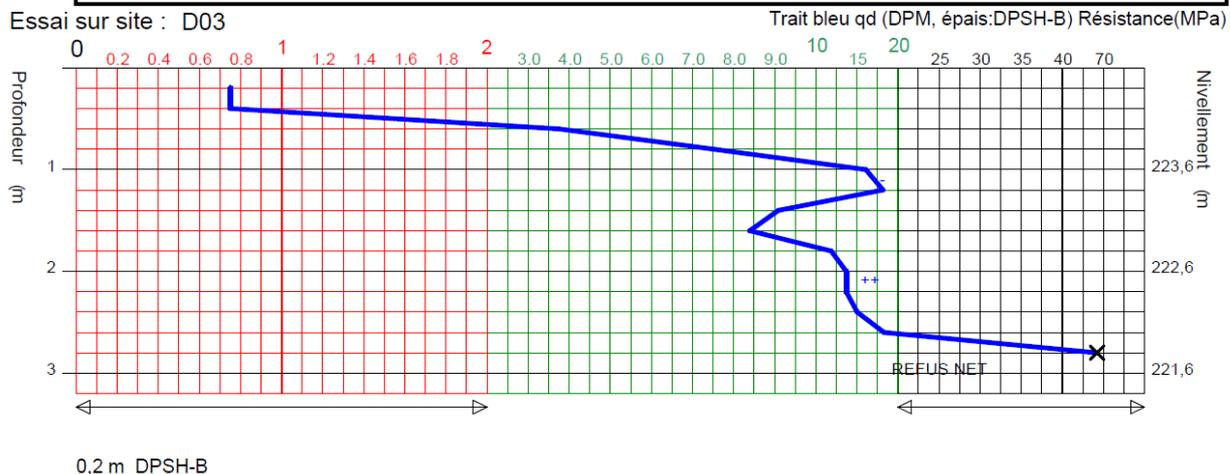


Date: 28/05/2019      Machine : ■ LX1 DYNAMIQUE      Nivellement: 226,0  
 Norme NF 22476-2:2005      Battage 64 kg, pointe 20 cm<sup>2</sup>, chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)

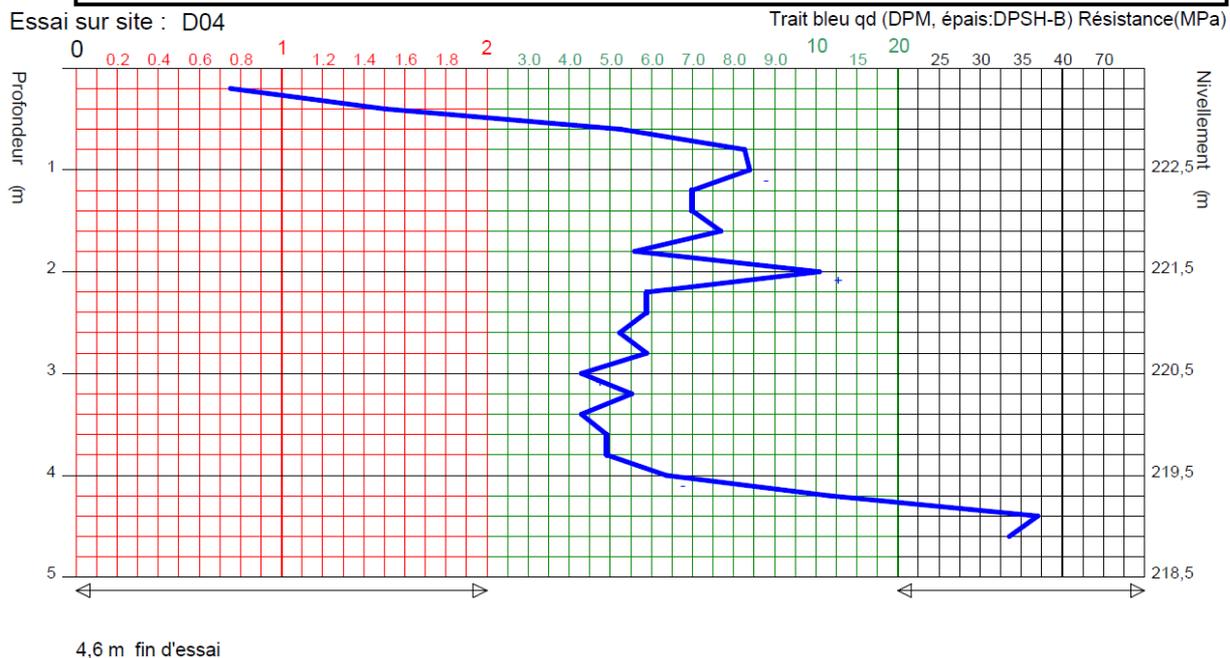


<h1>ARMASOL</h1>	Dossier AQU19E028GA	Annexe B
------------------	---------------------	----------

Date: 28/05/2019	Machine : <span style="background-color: blue; color: white;">■</span> LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 224,6
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		

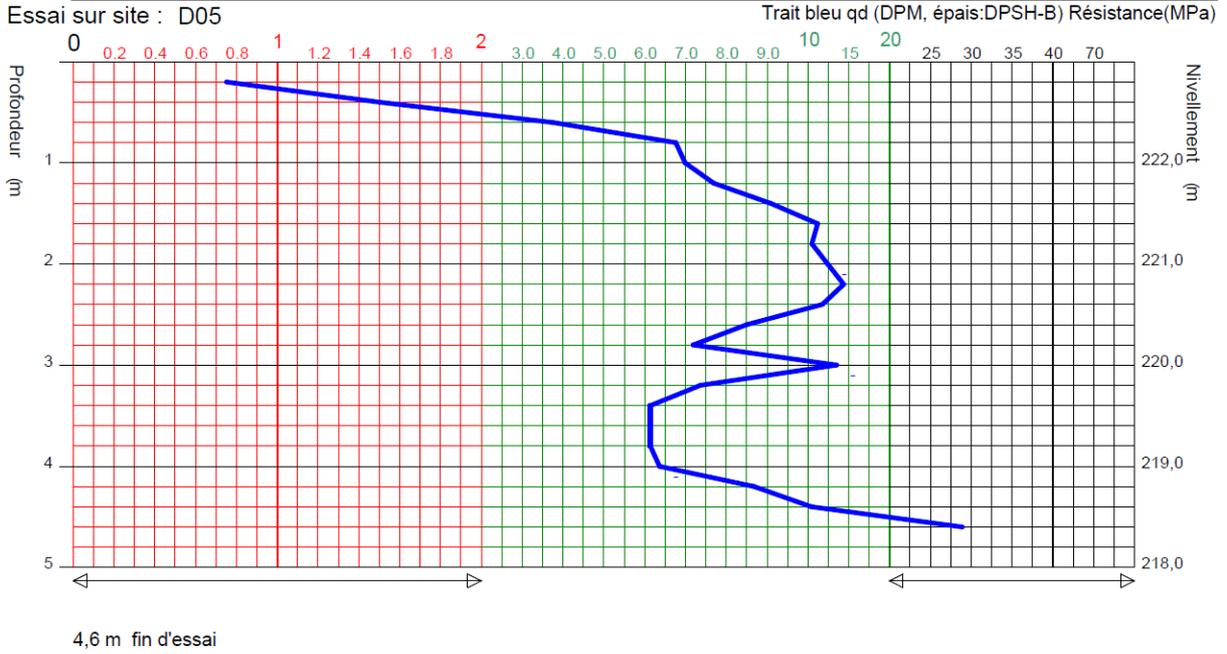


Date: 28/05/2019	Machine : <span style="background-color: blue; color: white;">■</span> LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 223,5
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		

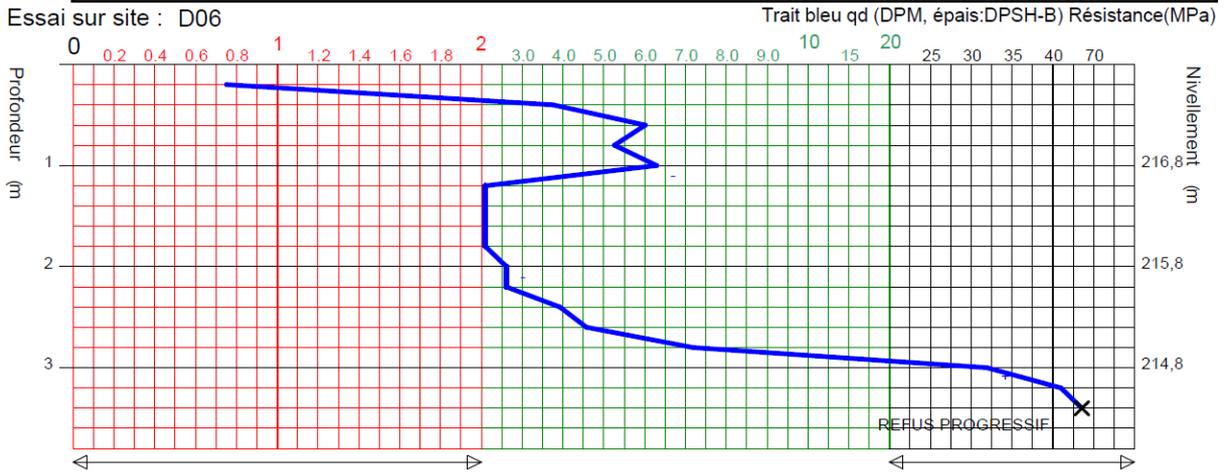


<h1>ARMASOL</h1>	Dossier AQU19E028GA	Annexe C
------------------	---------------------	----------

Date: 28/05/2019	Machine : <span style="color: blue;">■</span> LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 223,0
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		

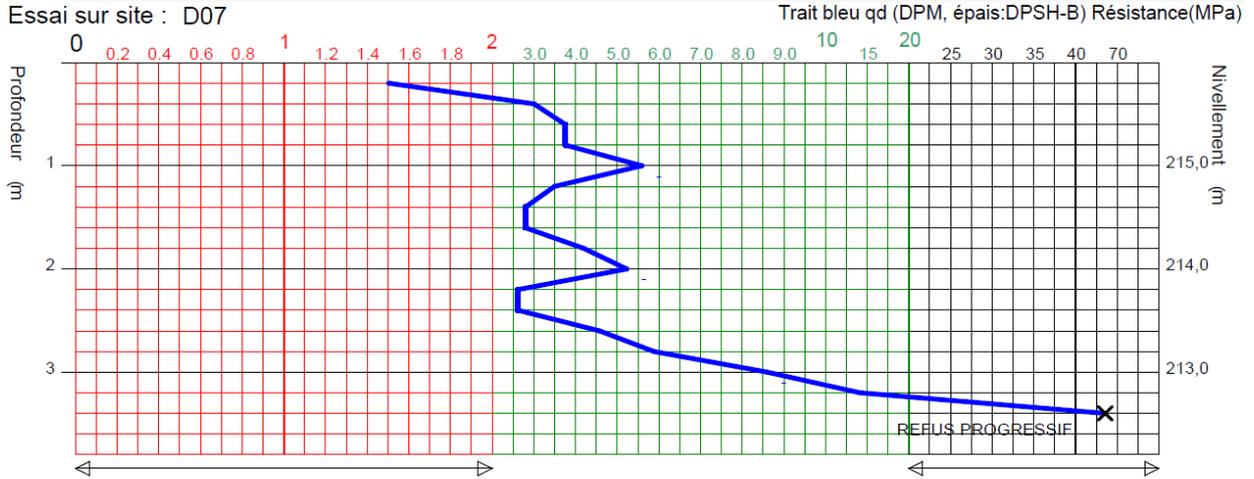


Date: 28/05/2019	Machine : <span style="color: blue;">■</span> LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 217,8
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		



<h1>ARMASOL</h1>	Dossier AQU19E028GA	Annexe D

Date: 28/05/2019	Machine : LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 216,0
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		

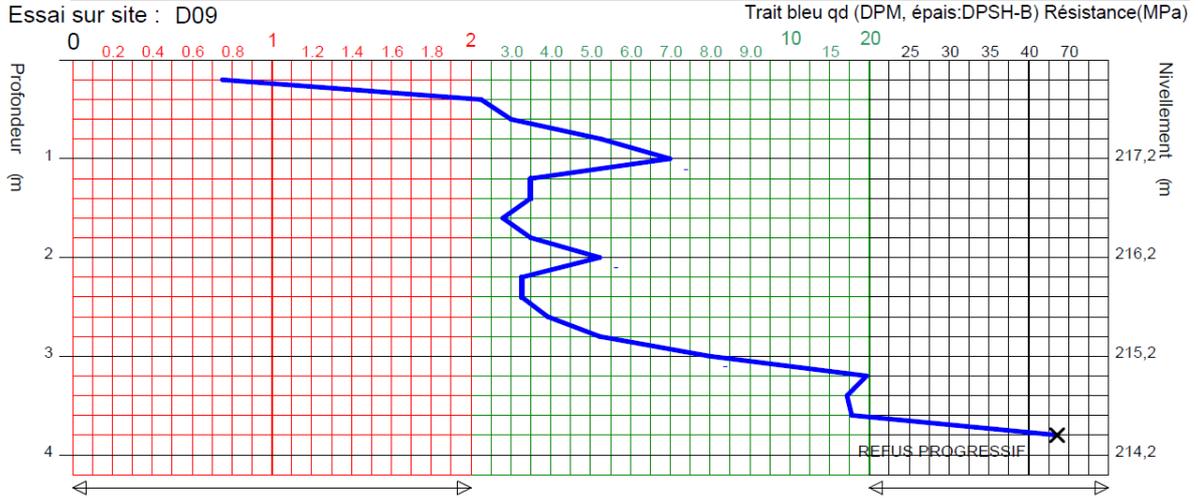


Date: 28/05/2019	Machine : LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 217,8
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		

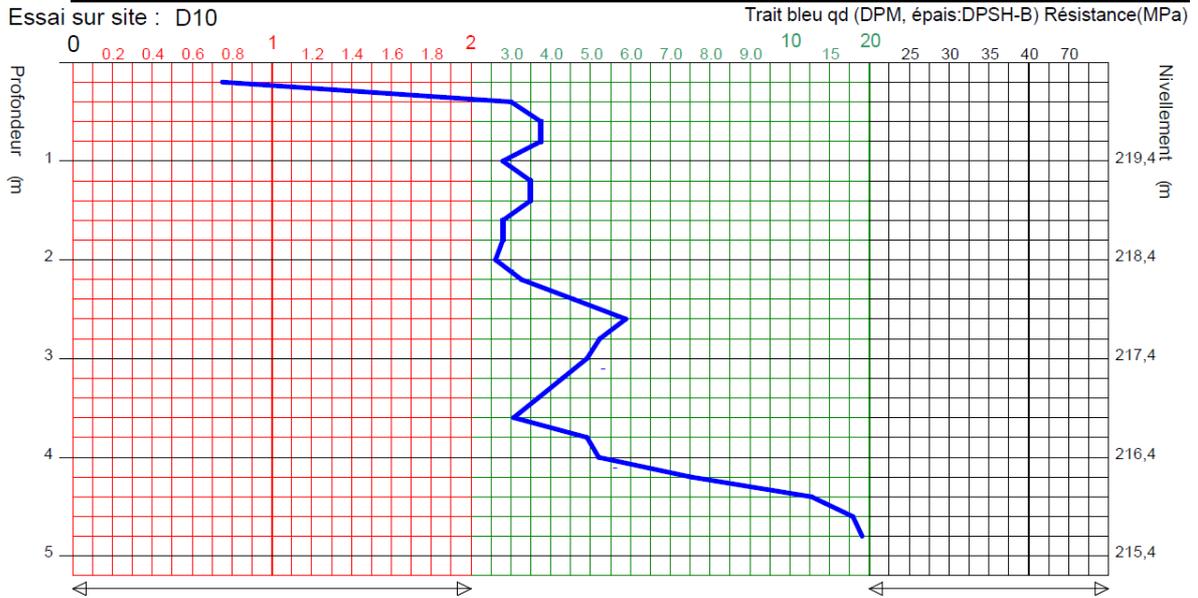


<h1>ARMASOL</h1>	Dossier AQU19E028GA	Annexe E

Date: 28/05/2019      Machine : ■ LX1 DYNAMIQUE      Nivellement: 218,2  
 Norme NF 22476-2:2005      Battage 64 kg, pointe 20 cm<sup>2</sup>, chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)



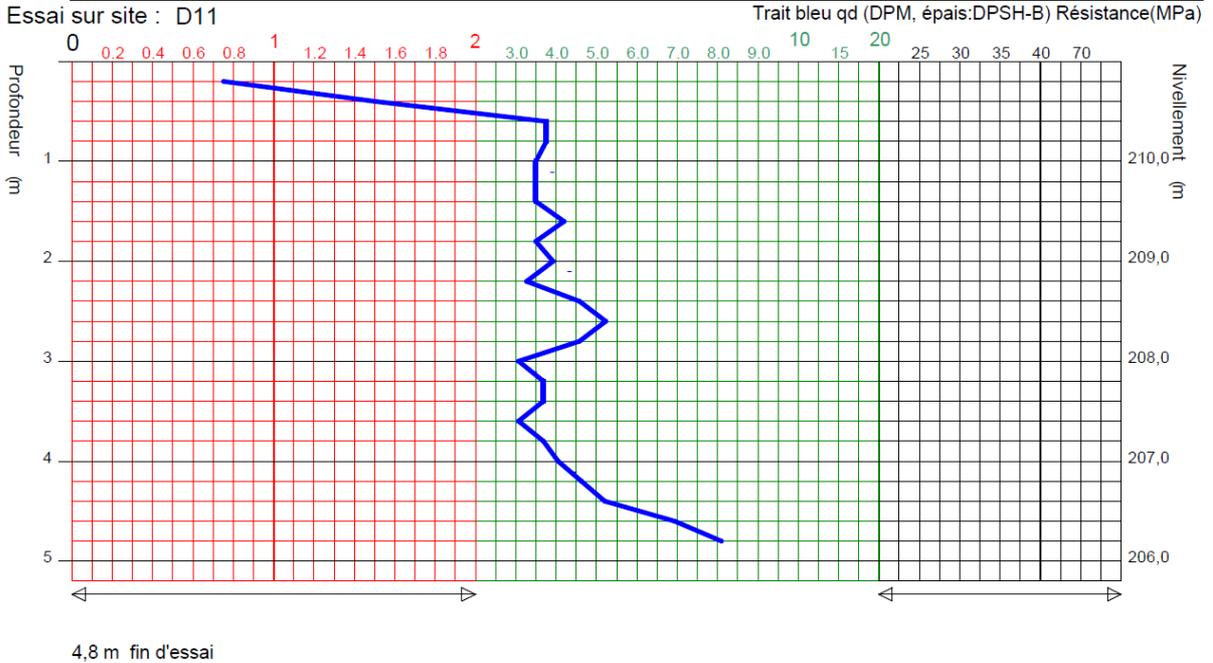
Date: 28/05/2019      Machine : ■ LX1 DYNAMIQUE      Nivellement: 220,4  
 Norme NF 22476-2:2005      Battage 64 kg, pointe 20 cm<sup>2</sup>, chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)



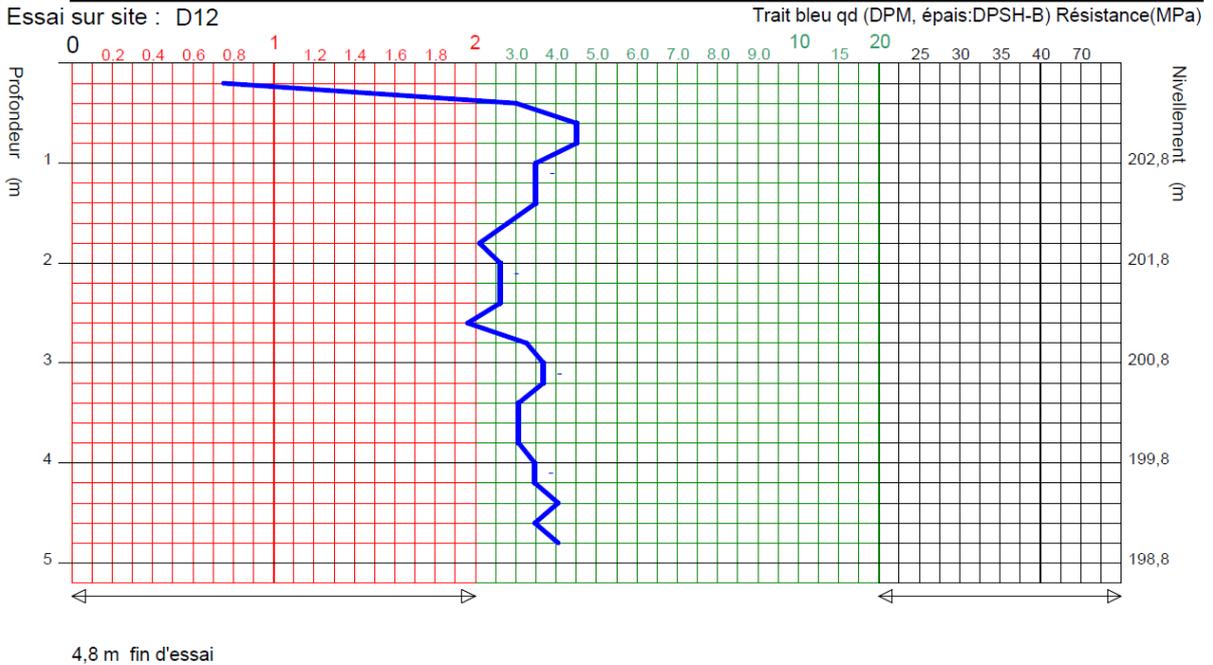
4,8 m fin d'essai

<b>ARMASOL</b>	Dossier	AQU19E028GA	Annexe F

Date: 28/05/2019	Machine : <b>LX1 DYNAMIQUE</b>	Nivellement: 211,0
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		

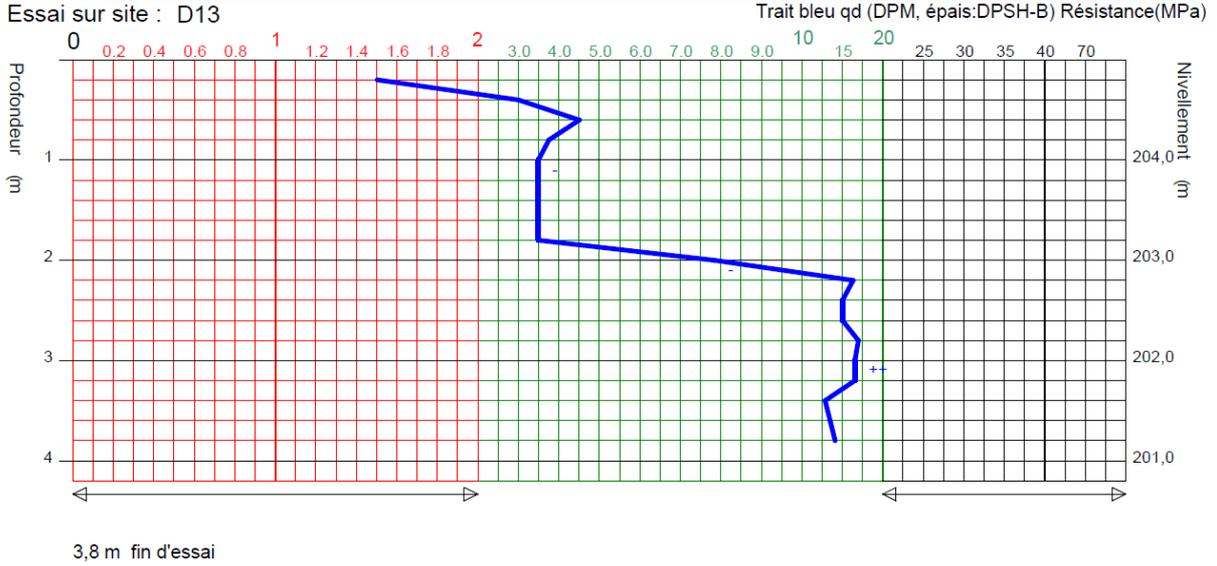


Date: 28/05/2019	Machine : <b>LX1 DYNAMIQUE</b>	Nivellement: 203,8
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		

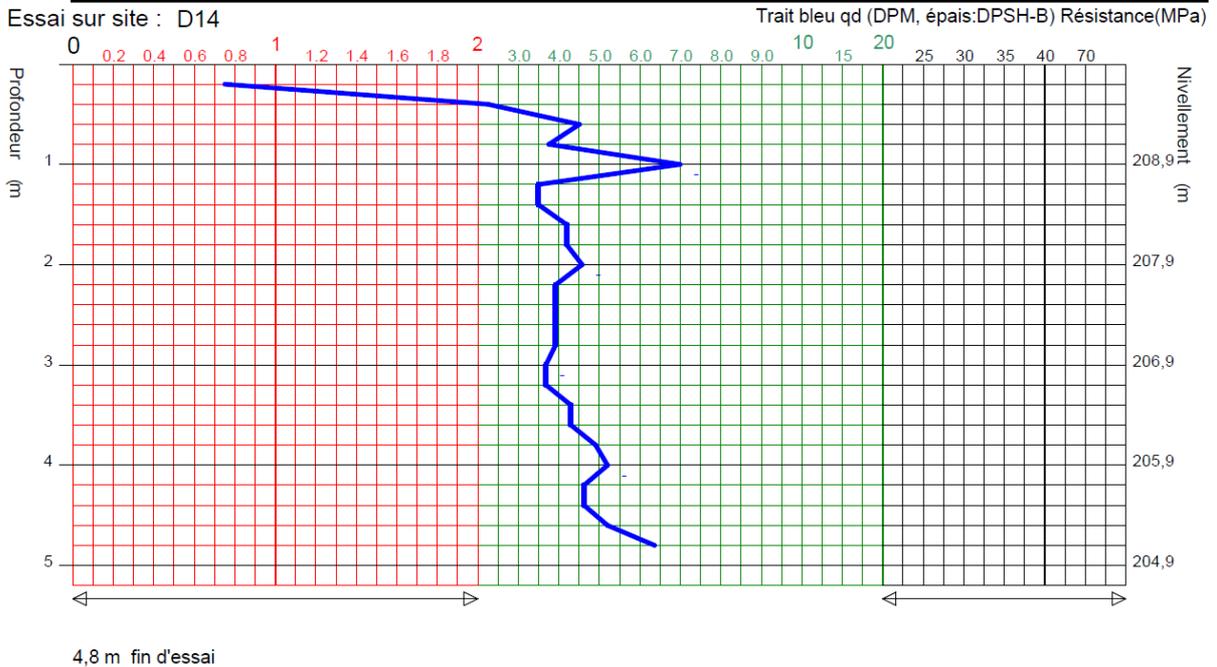


**ARMASOL** Dossier AQU19E028GA Annexe G

Date: 28/05/2019 Machine : LX1 DYNAMIQUE Nivellement: 205,0  
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm<sup>2</sup>, chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)

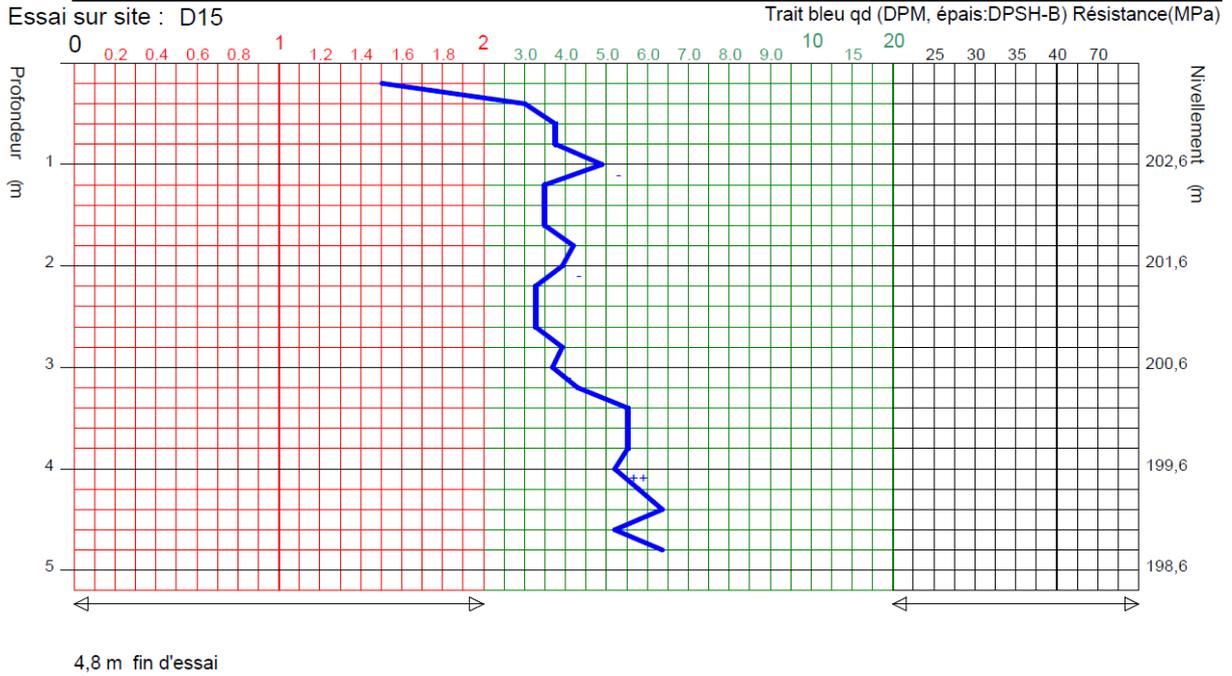


Date: 28/05/2019 Machine : LX1 DYNAMIQUE Nivellement: 209,9  
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm<sup>2</sup>, chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)

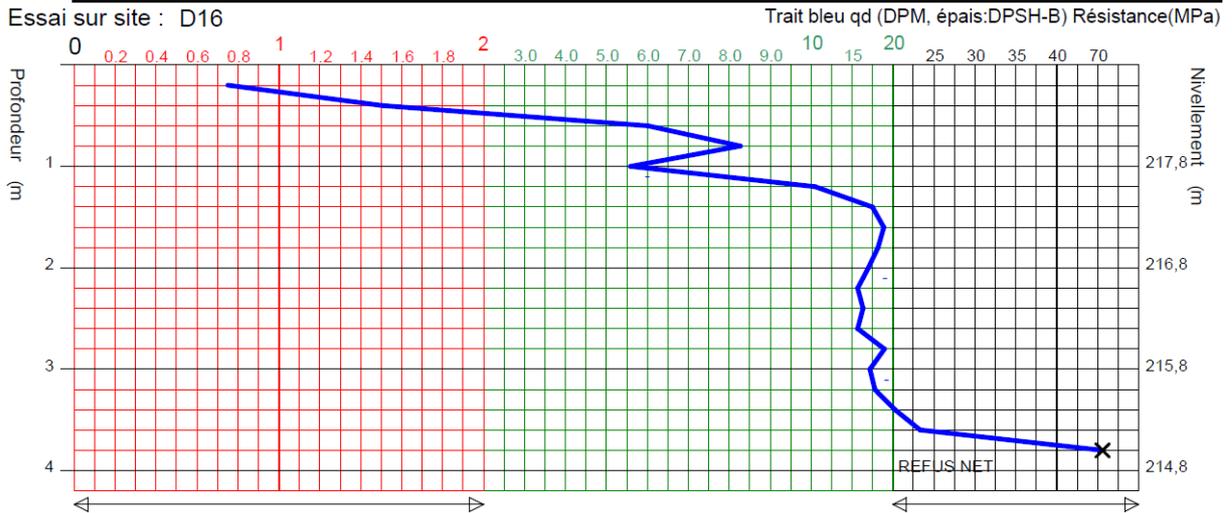


<h1>ARMASOL</h1>	Dossier AQU19E028GA	Annexe H
------------------	---------------------	----------

Date: 28/05/2019	Machine : <span style="color: blue;">■</span> LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 203,6
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		

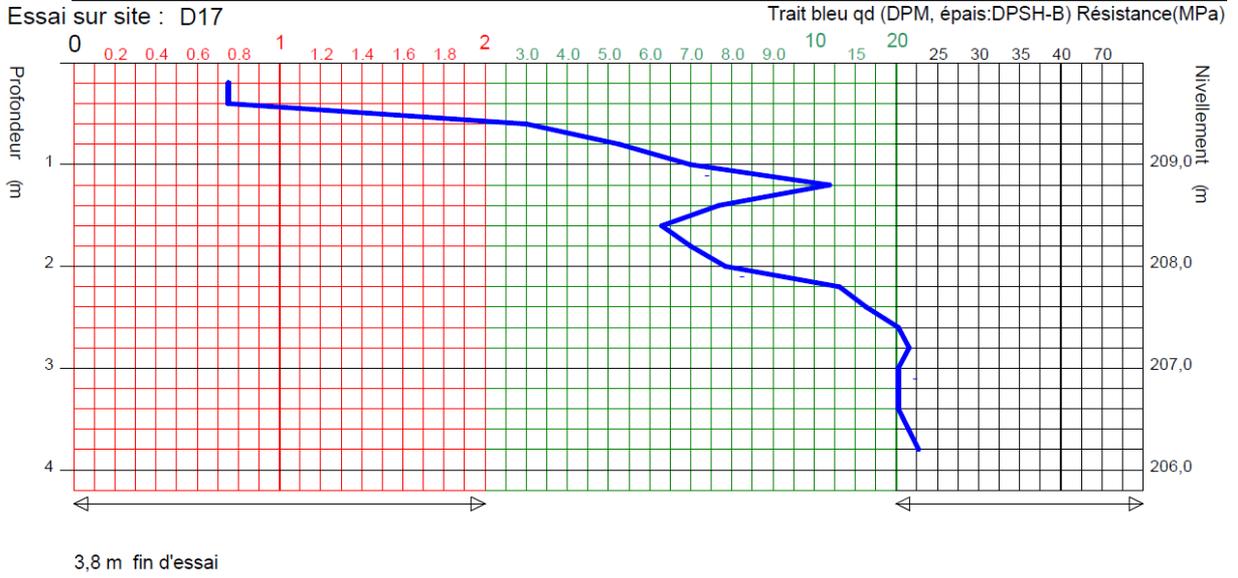


Date: 28/05/2019	Machine : <span style="color: blue;">■</span> LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 218,8
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		

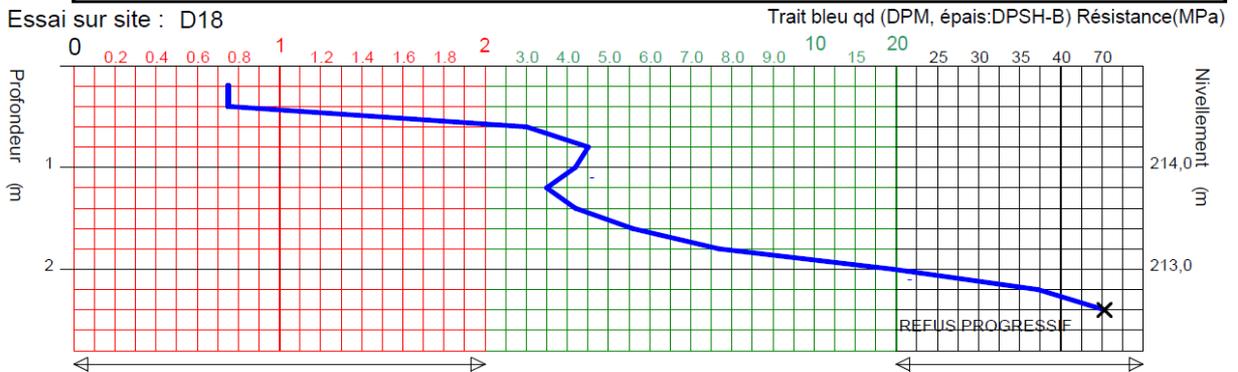


<h1>ARMASOL</h1>	Dossier AQU19E028GA	Annexe I

Date: 28/05/2019	Machine : <span style="background-color: blue; color: black;">■</span> LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 210,0
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		



Date: 28/05/2019	Machine : <span style="background-color: blue; color: black;">■</span> LX1 DYNAMIQUE	Nivellement: 215,0
Norme NF 22476-2:2005 Battage 64 kg, pointe 20 cm <sup>2</sup> , chute 75 cm (DPSH-B) ou 37,5 cm (~DPM)		



Étude :	Date de prélèvement:	Lieu :
AQU19E028	30/05/2019	BONREPOS - RIQUET
<b>Récapitulatif des identifications selon GTR</b>		

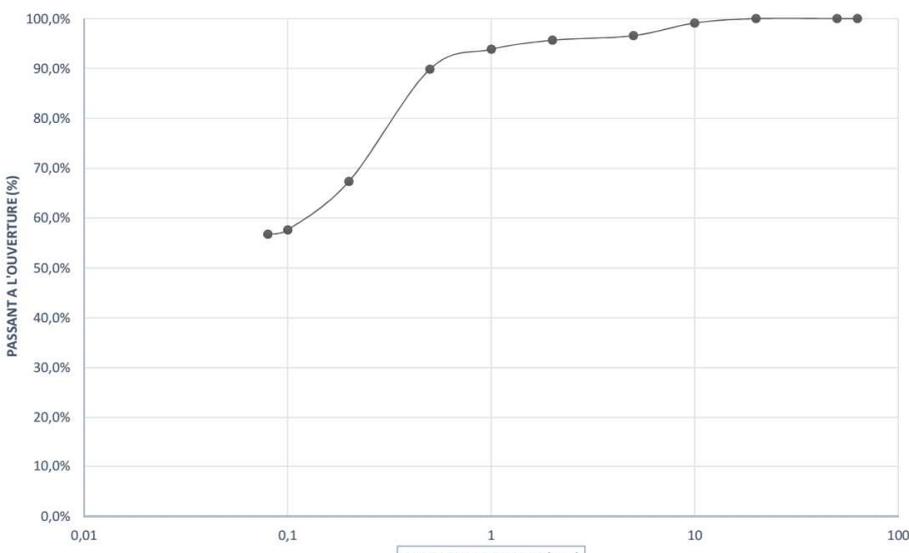
Echantillon	Eau / état		Granulométrie			Argilosité / plasticité						Classe			
	Profondeur	Wn (0/50mm)	Wn (0/20mm)	IPI	Dmax (mm)	0/2mm / 0/50mm	0/80µ / 0/50mm	VBS	WI	Wp	Ip	IC	Wf	GTR	Etat hydrique
Sondage P8	0,5 à 0,8m	15,6%	-	10	5	99,9%	82,0%	6,6	-	-	-	-	-	A3	m
P7	0,5 à 0,8m	15,5%	-	11	20	95,7%	56,8%	2,9	-	-	-	-	-	A2	m

Observations :

	Etude :	Date de prélèvement :	Lieu :
	<b>AQU19E028</b>	<b>30/05/2019</b>	<b>BONREPOS - RIQUET</b>
	Sondage :	Profondeur :	Nature :
	<b>P7</b>	<b>0,5 à 0,8m</b>	<b>Argile très sableuse</b>

Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage													
NF P 94-056													
date de l'essai :		06/06/2019											
TAMIS (mm)		100	80	50	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,08
PASSANT (%)		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,1%	96,6%	95,7%	93,8%	89,9%	67,3%	57,6%	56,8%
REFUS (%)		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	3,4%	4,3%	6,2%	10,1%	32,7%	42,4%	43,2%

D MAX (mm)	20	fraction 0/2mm dans la fraction 0/50mm	95,7%	fraction 0/80μ dans la fraction 0/50mm	56,8%
------------	----	--	-------	--	-------

Teneur en eau pondérale de l'échantillon		NF P 94 050	
date de l'essai :	03/06/2019	fraction 0/50mm (Wn)	15,5%
		fraction 0/20mm	-
		fraction 0/0,4mm	-

Indice IPI (NF P 94-078)	
Compactage : Proctor normal	Moule : CBR
date de l'essai :	05/06/2019
densité sèche pd ( t / m³ )	1,53
IPI	11

Détermination de l'activité argileuse		Essai au bleu de méthylène (NF P 94 068)	
date de l'essai :	13/06/2019	fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm (C)	96,6%
		valeur de bleu du sol (VBS)	2,9

Limites d'Atterberg (NF P 94 051)	
date de l'essai :	-
Limite de liquidité (méthode à la coupelle)	-
Limite de plasticité	-
Indice de plasticité (IP)	-
Indice de consistance de la fraction 0/0,4mm (IC) :	-

<b>Classification GTR : A2</b>	<b>Etat hydrique : m</b>
--------------------------------	--------------------------

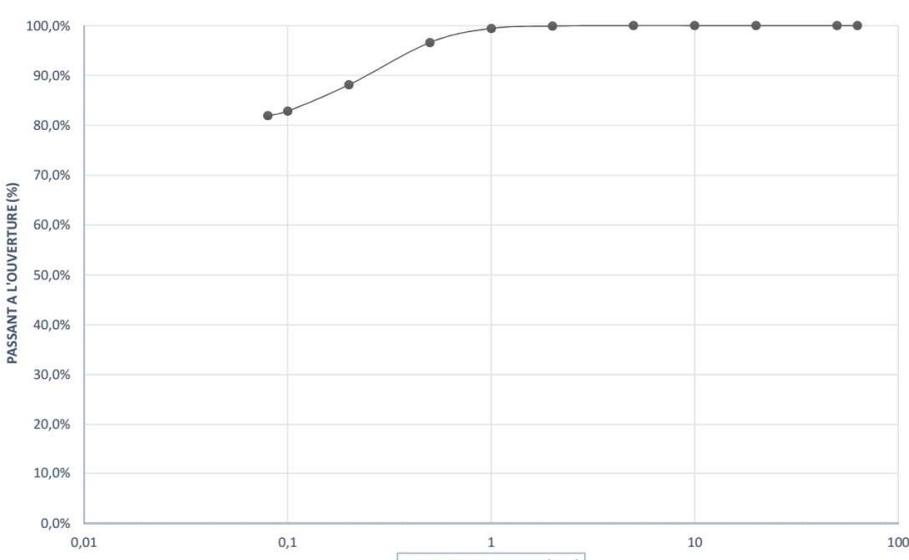
Observations :
----------------

	Etude :	Date de prélèvement:	Lieu :
	<b>AQU19E028</b>	<b>30/05/2019</b>	<b>BONREPOS - RIQUET</b>
Sondage :	Profondeur :	Nature:	
<b>P8</b>	<b>0,5 à 0,8m</b>	<b>Argile limoneuse</b>	

Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage													
NF P 94-056													
date de l'essai :		06/06/2019											
TAMIS (mm)		100	80	50	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,08
PASSANT (%)		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,9%	99,4%	96,6%	88,1%	82,9%	82,0%
REFUS (%)		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,6%	3,4%	11,9%	17,1%	18,0%



D MAX (mm)	5	fraction 0/2mm dans la fraction 0/50mm	99,9%	fraction 0/80μ dans la fraction 0/50mm	82,0%
------------	---	--	-------	--	-------

Teneur en eau pondérale de l'échantillon	
NF P 94 050	
date de l'essai :	03/06/2019
fraction 0/50mm (Wn)	15,6%
fraction 0/20mm	
fraction 0/0,4mm	16,62%

Indice IPI (NF P 94-078)	
Compactage : Proctor normal	Moule : CBR
date de l'essai :	03/06/2019
densité sèche pd ( t / m³ )	1,58
IPI	10

Détermination de l'activité argileuse	
Essai au bleu de méthylène (NF P 94 068)	
date de l'essai :	13/06/2019
fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm (C)	100,0%
valeur de bleu du sol (VBS)	6,6

Limites d'Atterberg (NF P 94 051)	
date de l'essai :	-
Limite de liquidité (méthode à la coupelle)	-
Limite de plasticité	-
Indice de plasticité (IP)	-
Indice de consistance de la fraction 0/0,4mm (IC) :	-

<b>Classification GTR : A3</b>	<b>Etat hydrique : m</b>
--------------------------------	--------------------------

Observations :
----------------

	Etude :	Date de prélèvement:	Lieu :
	AQU19E028	30/05/2019	BONREPOS - RIQUET
Sondage :	Profondeur :	Nature:	
P8	0,5 à 0,8m	Argile limoneuse	

**Analyse de l'amélioration de portance apportée par un traitement à la chaux**

dates de l'essai : 07 au 11 / 06 / 2019

<b>Echantillon à Wn</b>	
teneur en eau fraction 0/50mm	15,6%
teneur en eau fraction 0/20mm	15,6%
masse volumique sèche (T/m3) selon mode opératoire CBR et IPI	1,58
<b>IPI mesuré</b>	<b>10</b>

<b>Echantillon humidifié</b>	
teneur en eau fraction 0/20mm	20,0%
masse volumique sèche (T/m3) selon mode opératoire CBR et IPI	1,75
<b>IPI mesuré</b>	<b>8</b>

<b>Echantillon humidifié</b>		<b>Traité à 1,5% de chaux</b>	
teneur en eau fraction 0/20mm	18,7%	avant immersion	masse volumique sèche (T/m3) selon mode opératoire CBR et IPI
teneur en eau fraction 0/20mm	24,7%	après immersion	1,73
gonflement mesuré	<0,1%		<b>IPI mesuré</b>
			<b>17</b>
			<b>CBR mesuré</b>
			<b>19</b>
			CBRi/IPI
			1,1

<b>Résultat : traitement adapté</b>
-------------------------------------