ETUDE DE SOL

MISSION GEOTECHNIQUE G2 AVP

Construction d'un bâtiment collectif
Rue du Rody
LE RELECQ-KERHUON (29)

Dossier n°2901656 - Avril 2017

SCCV La Résidence du Rody
75, Rue Président Sadate
29200 QUIMPER

ECR Environnement - Agence de Brest - 280 Rue Ernest Hemingway - Immeuble Kermeur - 29200 BREST - Tél : 02.98.46.34.32/Fax : 02.98.46.34.33
SARL au capital de 108 100 € - SIRET 504 457 789 00031 - APE 7112B - N° TVA Intracommunautaire : FR 40504457789
www.ecr-environnement.com

SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION 3

Description du projet et du site 3

1.1. Contexte géologique 4

1.2. Contexte hydrogéologique 4

1.3. Contexte sismique 5

1.4. Données d'entrée 5

2. MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE 6

2.1. Mission 6

2.2. Programme 6

2.3. Consistance des investigations 6

3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS 7

3.1. Nivellement 7

3.2. Géologie 7

3.3. Hydrogéologie 7

3.4. Géo-mécanique 8

3.5. Sismicité et liquéfaction des sols 8

3.5.1. Catégories de bâtiments 8

3.5.2. Exigences sur le bâti-neuf 9

4. ETUDE GEOTECHNIQUE 10

4.1. Type de fondation envisageable 10

4.1.1. Contrainte de calcul 11

4.1.2. Évaluation des tassements 11

4.1.3. Dispositions constructives 12

4.1.4. Sujétions d'exécution 12

4.2. Dallage 12

5. TERRASSEMENT GENERAUX 15

5.1. Géométrie des terrassements 15

5.2. Moyens d'extraction 15

5.3. Eau et drainage 17

5.4.1. Phase travaux 17

5.3.2. Phase définitive 17

CONDITIONS PARTICULIÈRES 18

ANNEXES :

Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500

Annexe 2 : Implantation des sondages (1 page)

Annexe 3 : Résultats des investigations (4 pages)

1. PRÉSENTATION

Cette étude a été réalisée par la société ECR Environnement – 130 rue Paul Emile Victor, 29470 PLOUGASTEL-DAOULAS, à la demande et pour le compte de:

SCCV La Résidence du Rody
75, Rue Président Sadate
29200 QUIMPER

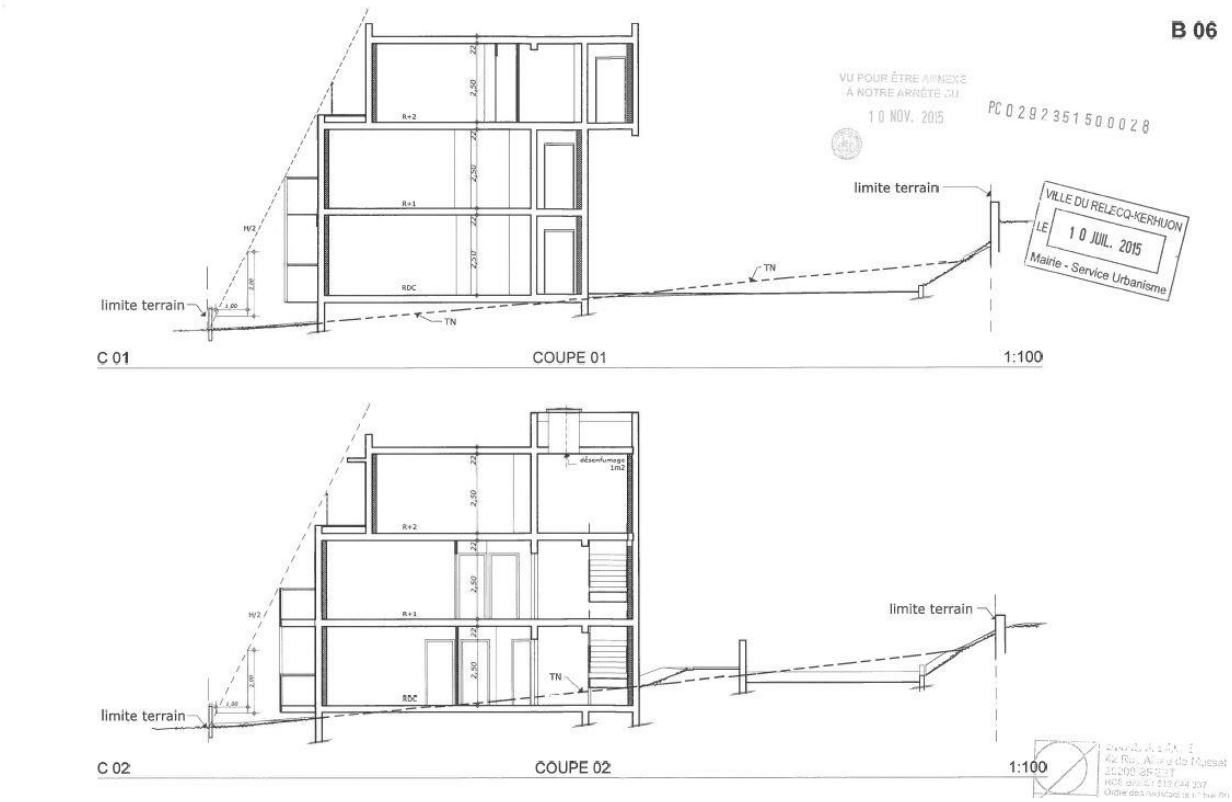
Description du projet et du site

Le projet est situé rue du rody, sur la commune de LE RELECQ-KERHUON (29) (cf. Plan et vue aérienne ci-dessous).

Localisation de la zone d'étude – Extrait du site geoportail.fr

Le projet concerne la construction d'un bâtiment collectif sur la commune de Le Relecq-Kerhuon. Le bâtiment est prévu en R+2 sans niveau de sous-sol.

Lors de notre intervention (Avril 2017), le site était en pente descendante vers le Sud-Est. Le site était délimité au Nord et à l'Est par des maisons, à l'Ouest par un champ cultivé et au Sud par la rue du Rody.



Il est supposé que les surcharges d'exploitation sur dallage seraient de l'ordre de 1.0 t/m^2. (à confirmer par le Maître d'Ouvrage)

Les descentes de charges et les niveaux bas du projet ne nous ont pas été fournis. Il conviendra de s'assurer que les fondations préconisées et les dispositions retenues soient en accord avec les charges réelles des ouvrages.

1.1. Contexte géologique

D'après la carte géologique au 1/50000 de Brest, la formation géologique attendue au droit du site, hormis les terrains de recouvrement et éventuels remblais, est composée du substratum schisteux et son produit d'altération (arènes/altérites).

D'après la carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM, le secteur d'étude se situe dans une zone d'aléa « à priori nul ».

1.2. Contexte hydrogéologique

D'après la carte des risques de remontées de nappes établie par le BRGM, le secteur d'étude se situe dans une zone de sensibilité très faible concernant les risques de remontées de nappes.

1.3. Contexte sismique

Le nouveau zonage sismique de la France (décret d'octobre 2010 entré en vigueur le 1er mai 2011) classe la commune de Le Relecq-Kerhuon en zone d'aléa sismique 2 (aléa faible).

1.4. Données d'entrée

La présente étude a été réalisée à partir des documents suivants :

Documents	Emetteur	Date	Echelle
Plan de situation	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	-
Localisation des points de vue - cadastre	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	-
Plan de masse	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	1/200
Plan topographique existant	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	1/200
Plan des réseaux	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	1/200
Coupes	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	1/100
Notice descriptive	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	-
Plan de toiture	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	1/200
Plan des façades	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	1/100
Photographies	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	-
Document graphique d'insertion	SARL ABAQE	21/05/2015 08/07/2015	-

2. MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

2.1. Mission

Cette étude a pour but de définir les principes généraux d'adaptation des ouvrages au site, les modalités de mise en œuvre, le type et les caractéristiques des fondations et des dallages à envisager pour le projet, en fonction de la nature, de l'épaisseur et de la compacité des différents terrains rencontrés.

Il s'agit d'une mission G2 AVP (avant-projet) au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique et aux conditions générales de missions géotechniques jointe en annexe 1.

2.2. Programme

Cette étude a pour but :

- de préciser le contexte géologique et hydrogéologique du site,
- d'identifier des risques géotechniques et principe généraux d'adaptation des ouvrages aux sites,
- d'évaluer les caractéristiques mécaniques des sols au droit des ouvrages projetés (résistance, portance, déformabilité des sols, …),
- de préciser le type de fondations envisageables,
- de présenter un exemple de pré-dimensionnement des fondations envisagées (niveaux d'assise, taux de travail admissible du sol, contraintes de calcul aux ELU et aux ELS, tassements,…),
- d'étudier la faisabilité du dallage et les modalités de mise en œuvre,
- d'évaluer les précautions à prendre vis-à-vis de la présence d'eau éventuelle,
- d'évaluer les précautions à prendre en compte lors de la réalisation des travaux,
- d'évaluer l'aptitude des terrains au terrassement (tenue, dureté…),
- de donner des recommandations diverses complémentaires (terrassement, soutènement, blindage, avoisinant, purges, substitution...).

2.3. Consistance des investigations

Pour répondre aux objectifs présentés ci-dessus, nous avons réalisé les investigations suivantes :

- **4** sondages de reconnaissance géologique à la tarière mécanique (nommés SP1, SP2, T1 et T2), descendus jusqu'à 6.00 m de profondeur. Ils ont permis de déterminer les limites et la nature des couches géologiques, d'observer les éventuelles venues d'eau et de réaliser au droit des sondages SP1 et SP2 :
- **2** profils pressiométriques (4 essais par sondage), réalisés selon la norme NF P 94 110. Il a permis de déterminer les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés (modules pressiométriques et pressions limites).

Les documents suivants sont présentés en annexes :

- implantation des sondages (annexe 2),
- résultats des sondages de reconnaissance géologique (annexe 3),

3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Nivellement

La position des sondages et essais figurent sur le plan d'implantation en annexe 2.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès vis-à-vis des réseaux et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Lors de notre intervention (Avril 2017), les points de sondages ont été recalés par rapport au système du plan topographique fourni (cote en m NGF).

Les cotes altimétriques (m NGF) des sondages sont les suivantes :

Sondages	SP1	SP2	T1	T2
Cote du terrain naturel (m NGF)	16,40	14,25	15,20	15,00

3.2. Géologie

Toutes les coupes des sondages sont jointes en annexes. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au Terrain Naturel (T.N.) tel qu'il était lors de notre intervention (Avril 2017).

Les sondages de reconnaissance géologique ont permis de mettre en évidence les faciès suivants de haut en bas :

Sondage	SP1 (en m/TN)	SP2 (en m/TN)	T1 (en m/TN)	T2 (en m/TN)
Terre végétale + herbe	0.00 à 0.40	0.00 à 0.40	0.00 à 0.25	0.00 à 0.40
Schiste altéré gris	0.40 à 3.80	0.40 à 3.50	0.25 à 3.10	0.40 à 2.80
Schiste peu altéré gris	3.80 à ≥ 6.00 *	3.50 à ≥ 6.00 *	3.10 à ≥ 6.00 *	2.80 à ≥ 6.00 *

** Profondeur maximale investiguée*

Remarque :

Ces profondeurs n'impliquent en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie entre sondages. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés de sondages.

A la tarière mécanique, la distinction entre les degrés d'altération du schiste (schiste altéré > schiste compact) est difficile à cerner.

3.3. Hydrogéologie

Lors de notre intervention (Avril 2017), aucune venue d'eau n'a été décelée au droit de nos sondages.

Remarque :

Ce constat n'est valable que lors de notre intervention et ne saurait exclure la présence d'eau en d'autre période.

La couche de terre végétale est un aquifère potentiel, susceptible de se recharger par infiltration pluviale.

Nous rappelons que le secteur d'étude se situe dans une zone de sensibilité très faible concernant les remontées de nappe. (cf. chapitre 1.3).

3.4. Géo-mécanique

Les essais pressiométriques, réalisés ont permis de mettre en évidence :

- des caractéristiques mécaniques moyennes dans les **schistes altérés gris**,
- des caractéristiques mécaniques très bonnes dans les **schistes peu altérés gris,**

Le tableau suivant présente les caractéristiques mécaniques rencontrées :

Type de formation	Nombre d'essais pressiométriques	Pressions Limites (MPa)			Modules pressiométriques (MPa)		
		Min	Max	Moyenne géométrique	Min	Max	Moyenne harmonique
Schiste altéré	6	1.06	1.75	1.29	15.3	29.4	19.58
Schiste peu altéré	2	2.34	3.02	2.66	39.5	175.8	64.51

3.5. Sismicité et liquéfaction des sols

3.5.1. Catégories de bâtiments

Les bâtiments à risque normal sont classés en 4 catégories d'importance croissante, de la catégorie I à faible enjeu, à la catégorie IV qui regroupe les structures stratégiques et indispensables à la gestion de crise.

Le tableau suivant défini les catégories d'importance des bâtiments :

Catégorie d'importance		Description
I		■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II		■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III		■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV		■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

Tableau des catégories d'importance des bâtiments – Extrait du site developpement-durable.gouv.fr

Le bâtiment projeté est classé en catégorie d'importance II (à confirmer par le Maître d'Ouvrage).

3.5.2. Exigences sur le bâti-neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité. Le tableau suivant récapitule les exigences à prendre en compte en fonction de la catégorie des bâtiments :

	I	II		III	IV
Zone 1	aucune exigence				
Zone 2				**Eurocode 8** [3] a_{gr}=0,7 m/s²	
Zone 3		**PS-MI** [1]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,1 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,1 m/s²	
Zone 4		**PS-MI** [1]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,6 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,6 m/s²	
Zone 5		**CP-MI** [2]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=3 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=3 m/s²	

[1] Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
[2] Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
[3] Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

Exigences sur le bâti neuf – Extrait du site developpement-durable.gouv.fr

Le bâtiment projeté est de catégorie d'importance II situé en zone d'aléa sismique 2, l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 n'est donc pas obligatoire.

4. ETUDE GEOTECHNIQUE

4.1. Type de fondation envisageable

Le mode de fondation du projet devra faire état de l'importance et de la géométrie des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de bonne qualité.

Compte tenu de la qualité des terrains présents au niveau bas (RDC) projeté (niveau bas supposé proche du TN en aval), il est proposé une solution de fondations superficielles (semelles filantes, isolées, massifs, puits associés à des longrines …) ancrées de 0,30 m dans les schistes altérés gris.

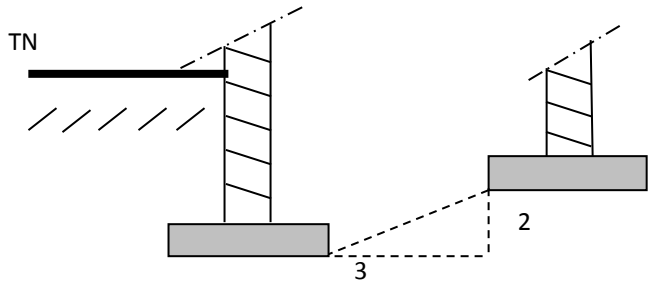
Les profondeurs minimum d'encastrement des fondations par rapport au TN tel qu'il était le jour de notre intervention, seront les suivantes :

Sondages	SP1	SP2	T1	T2
Cote des sondages (m NGF)	**16,40**	**14.25**	**15.20**	**15.00**
Profondeur minimum d'encastrement (m/TN)	≥ 0.70	≥ 0.70	≥ 0.60*	≥ 0.70
Altitude d'assise (m NGF)	≤ 15.70	≤ 13.55	≤ 14.60	≤ 14.30

On exclura tout ancrage dans la couche de terre végétale à forte sensibilité à l'eau.

*Dans tous les cas et dans les zones les plus exposées, cet encastrement devra assurer les conditions de mise hors-gel des fondations, soit une profondeur minimale de 0,60 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries.

On veillera à respecter une pente maximum de 3/2 entre les arrêtes inférieures des fondations voisines.



Ces profondeurs sont données au droit des sondages réalisés, des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas à exclure, ce qui nécessitera des approfondissements locaux de l'assise des fondations, avec un rattrapage en gros béton.

Les profondeurs d'encastrements devront être ajustées à l'ouverture des fouilles.

On veillera à respecter la règle des fondations à niveaux décalés.

Des joints de rupture complets seront mis en œuvre entre les parties différemment fondées et chargées de la construction.

Dans le cas de maçonneries enterrées (cuves / réseaux à dévoyer / souches d'arbres / remblais et/ou de sols impropres, sols remaniés ou déconsolidés, ou éventuels blocs) rencontrées lors de l'ouverture des fouilles, leur purge soignée devra être impérativement assurée avant coulage du béton de propreté.

4.1.1. Contrainte de calcul

Les contraintes limites de calculs à prendre en compte pour les justifications vis-à-vis des Etats Limites Ultimes et de Services sont données selon les Eurocodes 7.

En prenant comme donnée :

- Pl* = 1,06 MPa
- Kp = 0,8
- i_δ= 1 pour une charge verticale centrée (à confirmer au stade de la mission G2-PRO),
- i_β = 1 pour une charge éloignée au minimum de 8B d'un talus (à confirmer au stade de la mission G2-PRO),
- A' = surface effective de la semelle (m²) (=A pour un faible excentrement), dans notre cas nous considérons que la charge est centrée, soit la surface effective = A.

Par exemple, en tablant sur une semelle de surface comprimée A = 1,00 x 1,00 :

Il vient:

- $R_{v,k}$ /A = 0.70 MPa
- ELU Transitoire et durable : $R_{v,d}$/A = 0.50 MPa
- ELU Accidentelle : $R_{v,d}$/A = 0.58 MPa
- ELS Caractéristique et Quasi-permanent : $R_{v,d}$/A = 0,30 MPa

En pratique, pour tenir compte du risque de remaniement à l'exécution, nous préconisons de limiter ces valeurs à :

- **$R_{v,k}$ /A = 0,57 MPa**
- **ELU Transitoire et durable : $R_{v,d}$/A = 0,40 MPa**
- **ELU Accidentelle : $R_{v,d}$/A = 0,47 MPa**
- **ELS Caractéristique et Quasi-permanent : $R_{v,d}$/A = 0,25 MPa**

Si cette contrainte s'avère insuffisante, il conviendra d'approfondir la profondeur d'ancrage des fondations afin d'atteindre le schiste peu altéré sur l'ensemble du projet.

4.1.2. Évaluation des tassements

Dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant, et la réalisation de l'ouvrage dans les règles de l'art, pour la valeur de contrainte de service donnée ci-dessus pour des géométries de fondations (semelles filantes 0,60 m et semelles isolées de l'ordre de 1,00 m x 1,00 m) les tassements théoriques absolus prévisibles, au droit de nos sondages, seront **inférieurs au centimètre.**
Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art.

4.1.3. Dispositions constructives

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- largeur minimale des fondations de 50 cm pour les semelles filantes et 60 cm pour des semelles isolées, afin d'assurer un bon contact entre le sol et la fondation ;
- ancrage de 30 cm minimum dans la couche de schiste altéré gris y compris vis-à-vis de l'arase terrassement ;
- assise des fondations horizontale ;
- mise en place d'un béton de propreté immédiatement après l'ouverture des fouilles de fondations sur une épaisseur minimum de 5 cm ;
- sol d'assise homogène sous un même bâtiment ;
- prévoir des joints de constructions entre les parties d'un même bâtiment présentant un mode de fondation différent ou des descentes de charges hétérogènes ;
- en cas de surprofondeur, un rattrapage par un gros béton pourra être réalisé ;
- blindage des fouilles au-delà de 1,30 m de profondeur ;
- respect des règles des fondations à niveaux décalés.

4.1.4. Sujétions d'exécution

Lors de la mise en œuvre du fond de fouille, toutes poches ou lentilles de moindre consistance, ainsi que tous points durs pouvant provoquer des désordres sur les fondations, devront être purgés et remplacés par un gros béton coulé pleine fouille.

Il est impératif de vérifier soigneusement les matériaux extraits des fouilles pour s'assurer du bon ancrage dans le schiste altéré gris. Le bétonnage devra se faire aussitôt après les terrassements afin d'éviter toute altération et décomposition du sol d'assise. Dans le cas contraire, on coulera un béton de propreté à l'avancement des terrassements.

En cas de présence d'eau, il conviendra de prévoir un pompage léger afin d'assécher les fouilles.

Il conviendra de prévoir un blindage des fouilles au-delà de 1,30 m de profondeur.

Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'art.

4.2. Dallage

Les surcharges d'exploitation sous dallage ne nous ont pas été transmises. Nous prendrons comme hypothèse une surcharge répartie limitée à 1 t/m².

Compte tenu de la qualité des terrains d'assises, on pourra s'orienter vers une solution de dallage sur terre-plein à condition de respecter les recommandations suivantes.

Les planchers bas pourront aussi être traités en planchers portés par les fondations.

Les préconisations suivantes ne sont valables que pour ces hypothèses.

4.2.1. Préparation de la plate-forme

Après décapage et substitution de l'ensemble de la terre végétale (ainsi que toutes poches médiocres et/ou évolutive) ainsi que de tous systèmes racinaires et la mise en place du remblai technique au Sud-Est (Cf. partie 5.4.), le fond de forme ainsi créé sera constitué par la couche de schiste altéré gris ou le remblai techique.

Les poches de sols médiocres et détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie seront également purgées et substituées.

Toutes les éventuelles pointes rocheuses et blocs, devront être déroctés et substitués sur au moins 50 cm (la couche de forme sera alors épaissie).

Les matériaux de substitution des purges seront de type 0/150 ou 0/80 seront propres (VBS < 0.1), bien gradués (passants à 80 µm < 5%), durs et non gélifs (LOS et MDE < 45) et chimiquement inerte. Ils seront compactés à q3. On veillera à assainir l'arase par des drains pour éviter un effet piscine. Il convient de penter les arases et de donner une pente aux drains à relier à un exutoire à définir.

Après mise à niveau du fond de forme, ce dernier devra être compacté. Son compactage devra être adapté aux conditions climatiques au moment des travaux.

Si des pluies se produisent pendant les travaux, des adaptations seront à prévoir (drainage, cloutage) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

4.2.2. Mise en œuvre de la couche de forme sous dallages

Après l'installation d'un géotextile sur le fond forme, assurant un rôle anti-contaminant et d'anti-poinçonnement, une couche de forme sera mise en place selon les recommandations du GTR 92.

Cette forme aura une épaisseur minimum, sous dallages et voiries, **de 0.40 m** et pourra être constituée par exemple par un concassé 0/31.5 sur 10cm reposant sur une couche de 0.30 m de 0/80. Elle sera contrôlée tous les 0.30 m d'élévations par des essais à la plaque avec pour objectif, par couche, K > 50 MPa/m, EV2 > 50MPa et EV2/EV1<2.1.

Les matériaux de couches de formes (0/31.5 et 0/80) seront propres (VBS<0.1), bien gradués (passant à 80µm<5%), durs et non gélifs (LOS et MDE <45), drainants (D10>1mm) et chimiquement inerte. Ils seront compactés avec comme objectif de densification q3.

4.2.3. Dispositions constructives

Les dallages seront conçus et réalisés conformément aux règles professionnelles pour les travaux de dallage (DTU 13-3, mars 2005).

4.2.4. Paramètres de dimensionnement

Les modules élastiques E_s = E/ α, avec E module pressiométrique et α coefficient rhéologique du sol, à prendre en compte pour chaque couche sont répertoriés dans le tableau suivant :

Nature sol	Module E (MPa)	Coefficient α	Module élastique E_s (MPa)
Couche de forme et substitution	-	-	-
Schiste altéré gris	15	1/2	30

4.2.5. Tassements sous dallages

Pour des descentes de charges sur dallages inférieures à 1 t/m² les tassements sous dallage seront inférieurs au centimètre.

4.2.6. Essais de contrôle à la plaque

Avant coulage des dallages, il sera nécessaire d'effectuer un contrôle final de la qualité géotechnique de la plate-forme par une série d'essais à la plaque. A titre indicatif, les valeurs à obtenir devront être les suivantes :

- Module de Westergaard Kw > 50 MPa/m
- Module d'élasticité EV2> 50 MPa
- Rapport de compactage EV2/EV1< 2.1

Les plates-formes finies seront réceptionnées par une série d'essais à la plaque (mode opératoire LCPC) afin de vérifier l'obtention des retenus.
Conformément au DTU 13-3, au moins un essai pour 500 m² (et pour 50 cm d'épaisseur de la couche de forme) sera réalisé, avec un minimum de 3.

5. TERRASSEMENT GENERAUX

5.1. Géométrie des terrassements

Le projet ne contient pas de niveau de sous-sol mais le site est en pente.

De manière générale, le projet nécessitera un rattrapage de la topographie du site avec la réalisation de déblais de l'ordre de 1,00 m à 2,00 m maximum de hauteur au Nord-Est du site, et de remblais de l'ordre de 1,00 m à 1,50 m au Sud-Est.

5.2. Moyens d'extraction

Compte tenu des éléments exposés précédemment, les terrassements dans les terrains de surface (terre végétale, et schiste altéré) ne devraient pas rencontrer de matériaux très résistants, l'emploi de pelle classique sera approprié.

Le creusement éventuel dans le schiste peu altéré et la rencontre de gros blocs (chaos granitiques, intrusions plutoniques ou remblais), nécessiteront l'emploi d'engins de plus forte puissance équipé d'outils adaptés (type dent de déroctage, BRH…).

Les souches d'arbres / remblais éventuels présents au droit du projet seront soigneusement purgés.

Les terrains présents sur le site renferment une importante proportion de matériaux fins et sont donc sensibles à l'eau. En période pluvieuses, des difficultés de circulation des engins pourront être rencontrées. La réalisation de la plateforme en période sèche est recommandée.

Il conviendra de maintenir les schistes altérés par un blindage si nécessaire.

Il conviendra de faire attention aux réseaux/ouvrages enterrés lors des travaux (détournement de réseau existant, purge/effacement, etc…).

5.3. Stabilité des talus

La forte pente et la création des niveaux bas au droit des bâtiments induisent des terrassements de masse dans les terrains de recouvrement et le schiste altéré.

La réalisation des travaux en période favorable est vivement conseillée.

Selon l'emprise des travaux et leurs situations, il conviendra d'assurer la stabilité des pentes et mitoyens, par des ouvrages de soutènement ou des talutages.

Dans les terrains de recouvrement et le schiste altéré, les talus en déblai pourront être créés avec une pente de l'ordre de 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement). Les talus créés seront protégés des agents climatiques et les eaux de ruissèlements seront collectées et évacuées de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Si ces recommandations ne peuvent être respectées ou si des ouvrages/surcharges/avoisinants se situent dans la zone d'influence du talus ou pour des terrassements sous la nappe, on prévoira de réaliser les travaux à l'abri d'un ouvrage de soutènement dimensionné en conséquence avec dispositifs de drainage/rabattement de nappe adapté.

Le mur du sous-sol ayant à supporter des terres sera dimensionné en conséquence par le BET structure.

La stabilité des talus créés devra être assurée tout au long des travaux et en phase définitive.

Remarque : les matériaux issus des déblais pourront être réutilisés en remblais paysagers (à condition d'être dans un état hydrique moyen au moment du chantier et en l'absence de météo défavorable), ils ne devront en aucun cas être utilisés pour la création du remblai technique. Ils ne devront pas servir d'assise aux futurs ouvrages.

5.4. Réalisation du remblai technique

Pour rattraper la cote du projet, il faudra mettre en œuvre au Sud-Est du site un remblai de 1,00 m à 1,50 m maximum de hauteur environ.

Il sera nécessaire d'avoir recours à des matériaux de qualité, insensibles à l'eau, qui permettront après compactage d'obtenir les critères de réception attendus sous les dallages (les matériaux issus des déblais Nord-Est du site ne devront pas être réutilisés pour ce remblai technique).

Après décapage de la couche de terre végétale et de tout système racinaire, et purge des éventuelles poches de matériaux évolutifs ou organiques s'ils sont rencontrés en fond de fouille, le remblai devra être réalisé à l'aide de matériaux d'apport, dont les caractéristiques respecteront les critères suivants :

- D = 0/80, fermé par un 0/31.5
- Propre avec VBS inférieur à 0.1, bien gradués et insensible à l'eau, passant à 80 µm < 5%,
- Dur: MDE ≤ 45,
- Drainants : D10≥1mm.
- Chimiquement inerte.

Les qualités de ce matériau devront être contrôlées au démarrage du chantier.

Ces matériaux seront compactés par couches successives pour un objectif de densification q3. Ils devront être mise en place avec des redans d'accrochage.
Le remblai technique aura une pente maximum de 3H/2V.

L'assainissement sera réalisé par :

- réalisation d'un drainage dans l'arase terrassement sous les futurs remblais sous forme de tranchée 30x30cm gravillonnée avec drain de 100 mm de diamètre minimale dans une chaussette géotextile filtrante à caler au niveau des redans. Les drains seront reliés au drain périphérique et au système EP de manière gravitaire.

Les critères de réception à requérir sur ces remblais sont fonction des descentes de charges attendues sous le dallage : à minima, par essais à la plaque :

- EV2 ≥ 50 MPa pour des dallages dont la charge ne dépasse pas 1t/m²,

Ces valeurs de réception seront à préciser selon les surcharges sur le dallage.

Les tassements attendus en première approche sous ce remblai seront inférieurs au centimètre, après purge de la terre végétale et des systèmes racinaires et purge des éventuels poches décomprimées et évolutives.

5.5. Eau et drainage

5.4.1. Phase travaux

Lors de notre intervention (Avril 2017), aucune présence d'eau n'a été décelée au droit de nos sondages.

En fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau sont possibles (ruissellements, remontées). Un pompage pourra alors s'avérer nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher la fouille de terrassement généraux.

5.3.2. Phase définitive

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Un drainage périphérique sera mis en place en respectant le DTU 20.1. Les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (drainage amont, gouttières, contre-pente, …) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Les murs du RDC en partie Nord-Est ayant à supporter des terres, ils seront dimensionnés en conséquence par le BET structure. Ils devront être protégés des infiltrations d'eau conformément au DTU 20.1 dans le cas où la vision des suintements à l'intérieur des voiles est acceptée par le maître d'ouvrage, à savoir par imperméabilisation des voiles enterrés, drainage vertical (de type delta MS, enkadrin, ou équivalent) en liaison avec le drainage périphérique horizontal. Si la vision des suintements n'est pas acceptée par le maître d'ouvrage c'est vers une solution de cuvelage qu'il faudra s'orienter, conformément au DTU 14.1.

Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes.

Rédacteur :	**Contrôle interne :**
Melvin GRANGE Chargé d'études	Benoit GAC Chargé d'affaires

CONDITIONS PARTICULIÈRES

Le présent rapport ou Procès verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

ANNEXE 1 :
Extrait Norme NF P 94-500

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

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).

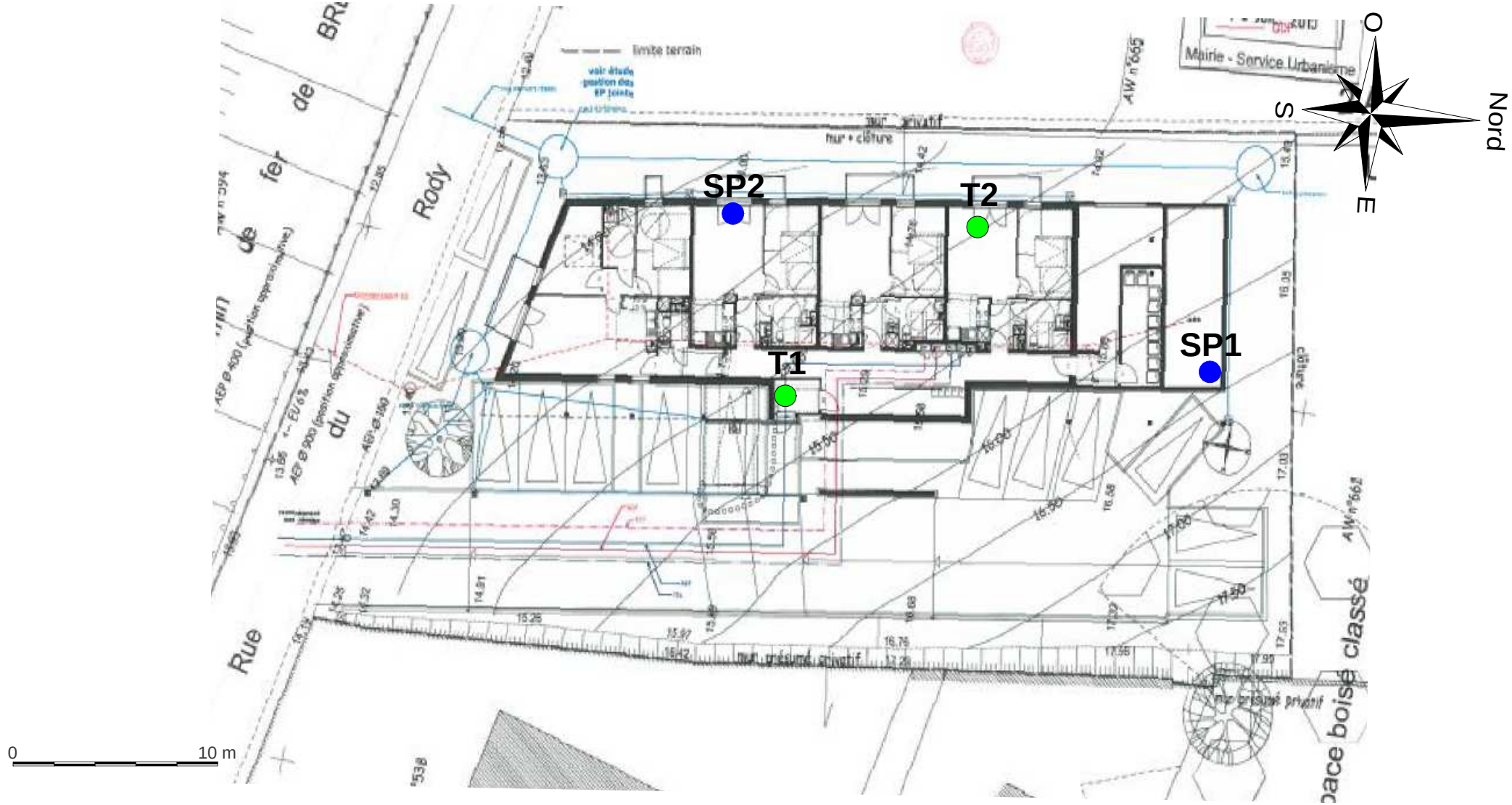
ANNEXE 2 :
Implantation des sondages

Affaire ECR n°2901656

Implantation des sondages

Client : SCCV la Résidence du Rody
Etude : G2 AVP - LE RELECQ-KERHUON (29)

Légende : **T : Sondage géologique** **SP : Essai pressiométrique**



ANNEXE 3 :
Résultats des investigations

Client : **SCCV la Résidence du Rody**

Etude : **Construction d'un bâtiment**

Site : **Le Relecq-Kerhuon (29)**

N° d'affaire : **2901656**

Mission : **G2 AVP**

Forage : T1

Cote z : 15,20 m NGF

Date : **28/04/2017**

Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/30

Cote ZN(m)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Eau	Outil
15	0	Terre végétale + herbe		
		0,25 m - NGF : 14,95 m		
14	1	Schiste altéré gris		
13	2			
	3	3,10 m - NGF : 12,10 m		
12				
11	4	Schiste gris		
10	5			
	6	6,00 m - NGF : 9,20 m		Tarière hélioïdale Ø 63 mm

6,00 m

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.15

Client : **SCCV la Résidence du Rody**

Etude : **Construction d'un bâtiment**

Site : **Le Relecq-Kerhuon (29)**

N° d'affaire : **2901656**

Mission : **G2 AVP**

Forage : T2

Cote z : 15,00 m NGF

Date : **28/04/2017**

Niveau d'eau (m/TN) : néant

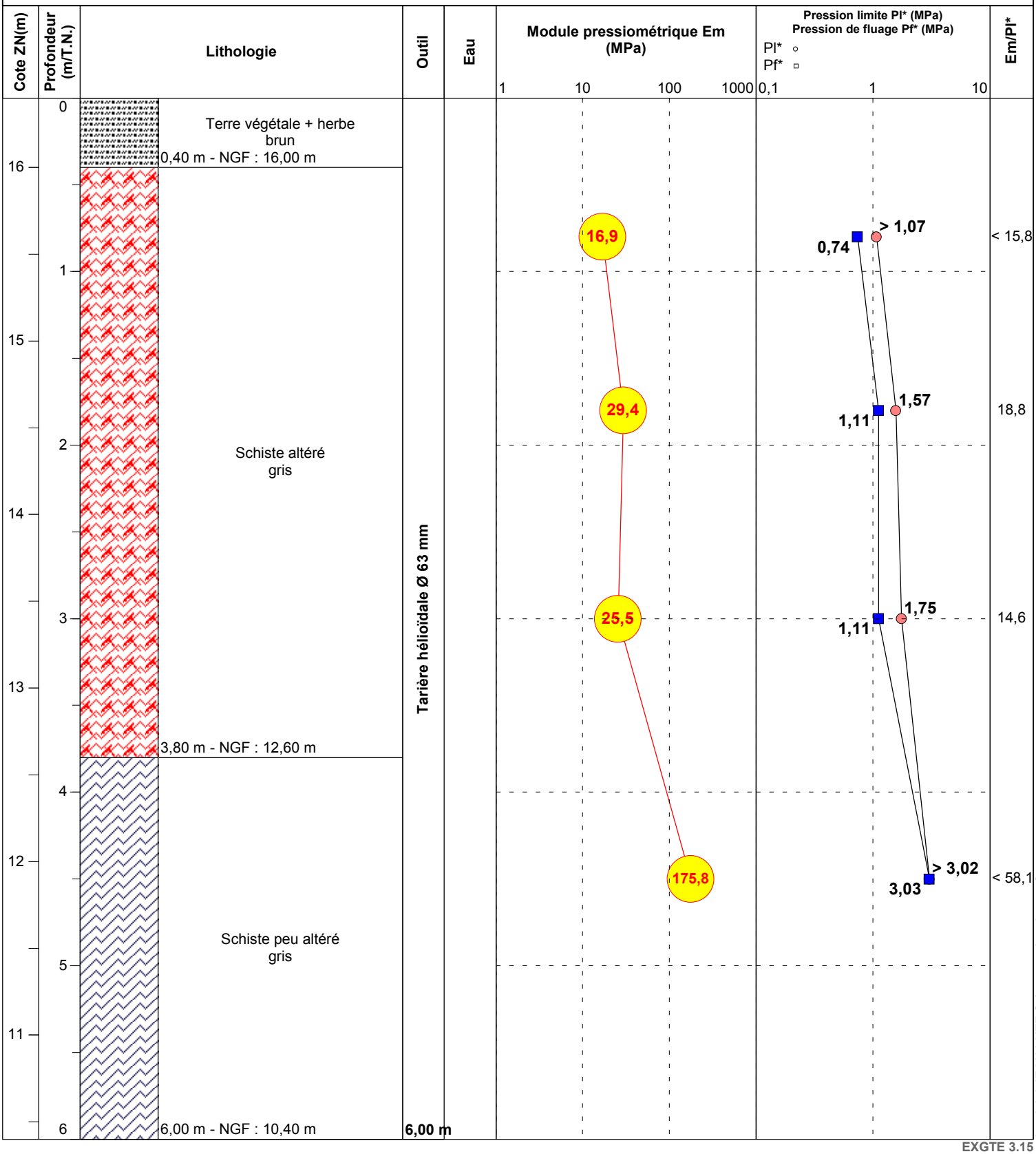
Echelle : 1/30

Cote ZN(m)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Eau	Outil
15	0	Terre végétale + herbe brun		Tarière hélioïdale Ø 63 mm
		0,40 m - NGF : 14,60 m		
14	1	Schiste altéré gris		
13	2			
		2,80 m - NGF : 12,20 m		
12	3	Schiste gris		
11	4			
10	5			
	6	6,00 m - NGF : 9,00 m		**6,00 m**

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.15

ECR environnement	Client : **SCCV la Résidence du Rody** Etude : **Construction d'un bâtiment**	Site : **Le Relecq-Kerhuon (29)** N° d'affaire : **2901656** Mission : **G2 AVP**
	Cote z : 16,40 m NGF **Forage : SP1**	Date : **28/04/2017** *Niveau d'eau (m/TN) :* néant

Echelle : 1/30



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

Client : **SCCV la Résidence du Rody**
Etude : **Construction d'un bâtiment**

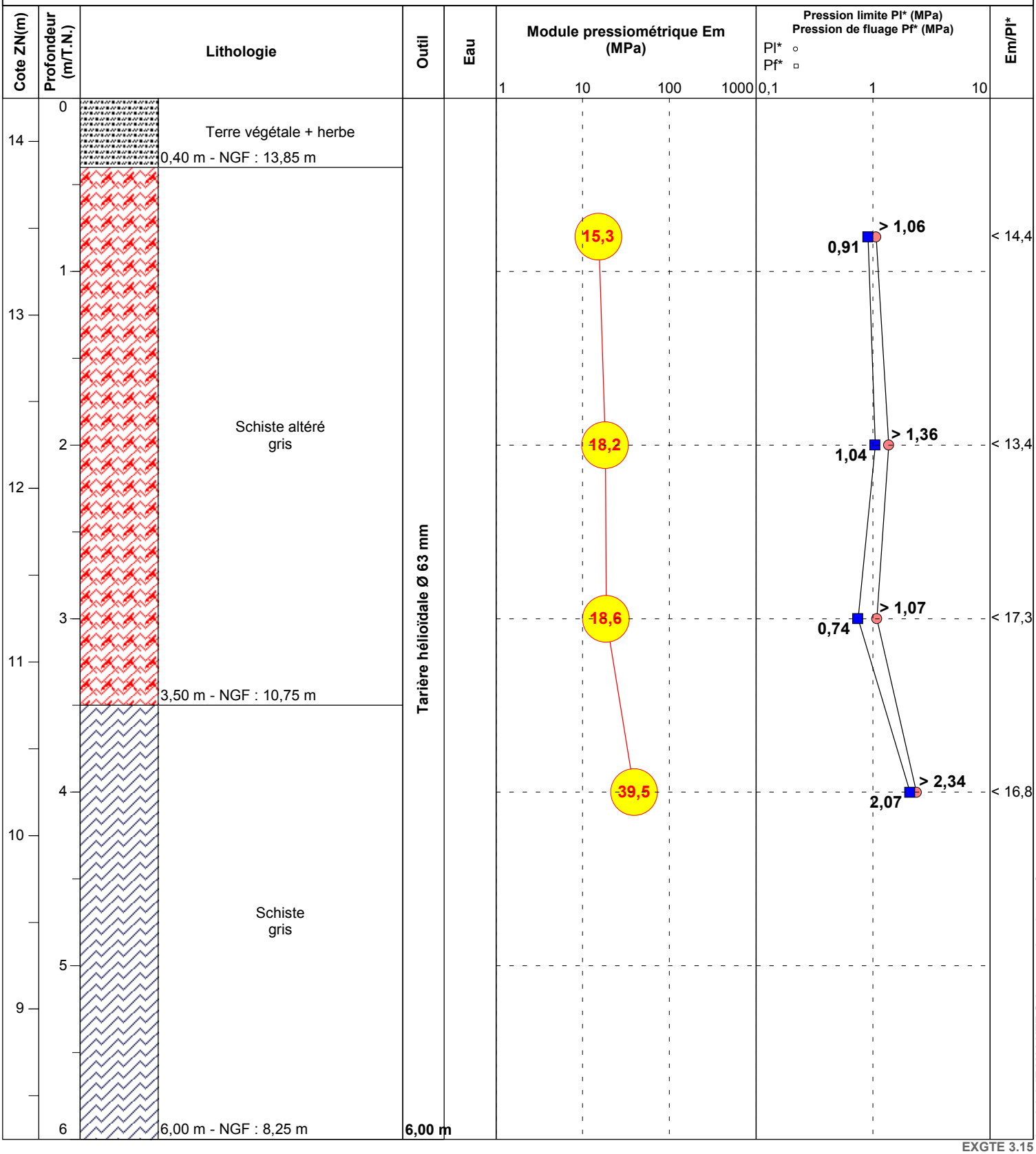
Site : **Le Relecq-Kerhuon (29)**
N° d'affaire : **2901656**
Mission : **G2 AVP**

Forage : SP2

Cote z : 14.25 m NGF

Date : **28/04/2017**
Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/30



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr