

# SOPAL - B2I

CRAYWICK (59)

8 MAISONS INDIVIDUELLES – LANSWEG

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (MISSION G1-PGC)



**RAPPORT**

**RFE2020.0786.G1 PGC.V02**

**Décembre 2021**

N° SIRET APOGEO : 313 197 030

Rue Pierre Jacquart – PA de la Motte au Bois – 62 440 HARNES

## SOPAL – B2I

### CRAYWICK (59) 8 MAISONS INDIVIDUELLES – LANSWEG

#### ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (MISSION G1 PGC)

<b>Nature document</b>	RAPPORT		
<b>Référence document</b>	RFE2020.0786.G1 PGC.V02	<b>Date</b>	27/12/2021
<b>Version</b>	V02	<b>Modifications</b>	Complément d'investigations le 23/11/2021
<b>Etude géotechnique</b>			
<b>Rédacteur</b>	Doha LAGHOUAOUTA	<b>Fonction</b>	Chargée d'études
<b>Relecteur</b>	Jean-Michel VAILLANT	<b>Fonction</b>	Responsable d'activité Géotechnique
<b>Codification selon la norme NF P 94 500</b>	G1 PGC		
<b>Destinataire</b>			
<b>Société</b>	SOPAL	<b>Interlocuteur</b>	<a href="mailto:B2i.david@orange.fr">B2i.david@orange.fr</a>
	B2I		<a href="mailto:B2i.richard@orange.fr">B2i.richard@orange.fr</a>
<b>Référence qualité</b>			
<b>Modèle document</b>	REF2018.0000.V00-201809		

## SOMMAIRE

<b>1. MISSION ET PROJET .....</b>	<b>5</b>
1.1. Type de mission .....	5
1.2. Intervenants .....	5
1.3. Documents transmis .....	5
1.4. Données du projet .....	5
<b>2. ENQUETE DOCUMENTAIRE .....</b>	<b>6</b>
2.1. Localisation du site d'étude .....	6
2.2. Consultation des photographies aériennes .....	7
2.3. Contexte géologique .....	8
2.4. Cartographie des risques naturels.....	9
2.4.1. Aléa lié à l'inondation par remontée de nappe .....	9
2.4.2. Aléa lié aux cavités souterraines.....	9
2.4.3. Aléa sismique .....	9
2.4.4. Aléa retrait-gonflement des argiles .....	10
2.5. Etude d'archives.....	10
<b>3. INVESTIGATIONS .....</b>	<b>11</b>
3.1. Reconnaissance sur site.....	11
3.2. Essais en laboratoire .....	12
<b>4. SYNTHESE DES RESULTATS.....</b>	<b>13</b>
4.1. Lithologie.....	13
4.2. Données hydrogéologiques .....	14
4.3. Contexte sismique.....	14
4.4. Résultats des essais d'identification en laboratoire .....	15
<b>5. CONCLUSIONS-ETUDE GEOTECHNIQUE G1-PGC.....</b>	<b>15</b>
5.1. Synthèse géomécanique.....	15
5.2. Cadre réglementaire .....	15
5.3. Orientation des fondations.....	16
5.4. Suites à donner .....	16
<b>6. REMARQUES GENERALES .....</b>	<b>17</b>

## FIGURES

Figure 1 : Plan de masse .....	5
Figure 2 : Emprise du site d'étude – BD ORTHO IGN .....	6
Figure 3 : Extrait de la carte géologique locale – INFOTERRE .....	8
Figure 4 : Aléa inondation par remontée de nappe - GEORISQUES .....	9
Figure 5 : Aléa retrait gonflement des argiles - GEORISQUES.....	10

## TABLEAUX

Tableau 1 : Documents transmis .....	5
Tableau 2 : Caractéristiques du site d'étude .....	6
Tableau 3 : Synthèse des principales observations – Remonter le temps IGN .....	7
Tableau 4 : Profondeur des essais .....	11
Tableau 5 : Nivellement des investigations.....	12
Tableau 6 : Détail des essais d'identification réalisés sur échantillons .....	12

## ANNEXES

- ANNEXE 1 : Missions géotechniques normalisées
- ANNEXE 2 : Coupes des essais au pénétromètre dynamique
- ANNEXE 3 : Coupes des fouilles à la pelle mécanique
- ANNEXE 4 : Feuille d'identification géotechnique des sols
- ANNEXE 5 : Essais d'infiltration à la fosse
- ANNEXE 6 : Plan d'implantation des reconnaissances

## 1. MISSION ET PROJET

### 1.1. Type de mission

La mission qui nous a été confiée est une étude géotechnique préalable – phase « Principes Généraux de Construction » selon la nomenclature des missions d’ingénieries géotechniques de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013 (mission G1 PGC) – Voir annexe 1.

### 1.2. Intervenants

Maître d’ouvrage : SOPAL-B2I ;

Commande : Du 14/01/2021 ;

Proposition : APOGEO du 04/12/2020 (référéncée « ODS2020.0786.G1.V02 »).

### 1.3. Documents transmis

Les documents transmis dans le cadre de cette étude sont synthétisés dans le tableau 1 ci-dessous.

Documents	Date d’obtention	Expéditeur
Plan de masse du projet	12/11/2020	SOPAL-B2I
Plan parcellaire du site	12/11/2020	SOPAL-B2I

Tableau 1 : Documents transmis

### 1.4. Données du projet

Le projet prévoit la construction de 8 maisons individuelles en R+1 sans sous-sol.



Figure 1 : Plan de masse

## 2. ENQUETE DOCUMENTAIRE

### 2.1. Localisation du site d'étude

L'emprise du site d'étude est précisée sur la figure 1 ci-dessous.



**Figure 2 : Emprise du site d'étude – BD ORTHO IGN**

Le site est une parcelle agricole délimitée :

- Au Nord, par des parcelles agricoles ;
- A l'Ouest, par des habitations et jardins ;
- A l'Est par un terrain agricole ;
- Au Sud par la rue Lansweg.

Les caractéristiques du site d'étude sont précisées dans le tableau 2 ci-dessous.

<i>X (L93)</i>	<i>Y (L93)</i>	<i>Altitude moyenne IGN (m NGF)</i>	<i>Superficie (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Environnement</i>
~646395	~709785	~2	~5700	Urbain

**Tableau 2 : Caractéristiques du site d'étude**

## 2.2. Consultation des photographies aériennes

Les prises de vues aériennes consultables sur la base de données « remonter le temps » de l'IGN ont été étudiées dans le cadre de cette étude afin de rendre compte de l'historique d'occupation du site.

Le tableau 3 ci-dessous synthétise les principales observations issues des photographies aériennes consultées.

Date	Faits marquants	
	Description	Photographie
1950	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le site est occupé une parcelle agricole.</li> <li>La rue du Lansweg est reconnaissable au sud.</li> </ul>	 <p>LEGENDE : Site d'étude</p>
2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le site est occupé une parcelle agricole.</li> <li>La rue du Lansweg est reconnaissable au sud.</li> <li>La construction des habitations à l'ouest du site</li> </ul>	 <p>LEGENDE : Site d'étude</p>
2021-Actuelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de changement notable d'occupation du site depuis 2000.</li> </ul>	 <p>LEGENDE : Site d'étude</p>

**Tableau 3 : Synthèse des principales observations – Remonter le temps IGN**

D'après les observations présentées dans le tableau 3, le site d'études est une parcelle agricole depuis 1950. Le site d'étude n'a donc pas fait l'objet de construction depuis environ 70 ans.

### 2.3. Contexte géologique

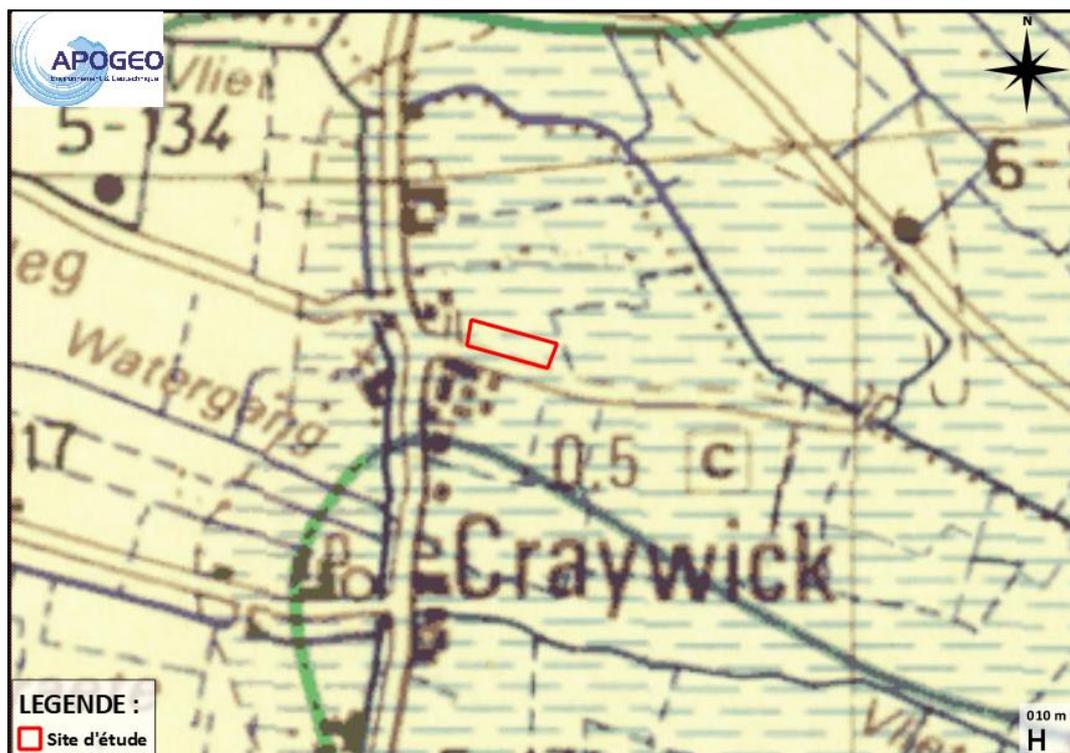
Le territoire de la zone d'étude est couvert par la carte géologique n°3 de DUNKERQUE-HONDSCHOOTE au 1/50 000, dont un extrait est présenté sur la figure suivante.

D'après la carte géologique, Les terrains au droit du site sont constitués par des formations sablo-limoneuses pouvant présenter des passées tourbeuses de manière sporadique.

D'après les sondages référencés BSS000ACFR et BSS0000ACBF dans la base de données de sous-sol (BSS) situés au nord-ouest et au nord du site d'étude respectivement.

La géologie attendue au droit du site, des horizons les plus récents aux horizons les plus anciens :

- Remblai sur épaisseur variable ;
- Sable argileux (Flandrien plage) ;
- Limon gris sablo-Tourbeux (Flandrien plage) ;
- Sable Gris bleu argileux coquillier (Flandrien plage).



	Mzb Flandrien supérieur, Assise de Dunkerque, Sables, limons et argiles
	Mzb/T1 Flandrien supérieur, Tourbe supérieure recouverte par les dépôts de Dunkerque, Tourbe continue
	Mzb/T2 Flandrien supérieur, Tourbe supérieure recouverte par les dépôts de Dunkerque, Tourbe sporadique
	LP Limons pléistocènes, Loess et sables de couverture
	X/Mzb/T1 Zones portuaires et industrielles sur tourbe supérieure recouverte par les dépôts de Dunkerque, tourbe continue (Flandrien supérieur)

Figure 3 : Extrait de la carte géologique locale – INFOTERRE

## 2.4. Cartographie des risques naturels

### 2.4.1. Aléa lié à l'inondation par remontée de nappe

D'après le BRGM, la majorité du site est localisée dans une zone de sensibilité faible face au risque de remontée de nappe. Le zonage de cet aléa est réalisé en fonction de la géologie et des entités hydrogéologiques.

La commune de Craywick ne fait pas partie d'un Territoire à Risques importants d'Inondation et ne possède pas un Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI).



Figure 4 : Aléa inondation par remontée de nappe - GEORISQUES

### 2.4.2. Aléa lié aux cavités souterraines

D'après la base de données GEORISQUES, aucune cavité souterraine n'est recensée à proximité du site d'étude. La commune de Craywick n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques de cavités souterraines.

### 2.4.3. Aléa sismique

D'après la base de données GEORISQUES, l'aléa sismique du site d'étude est faible (de niveau 2) et la commune de Craywick n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques sismiques.

#### 2.4.4. Aléa retrait-gonflement des argiles

La figure 4 ci-dessous, issue de la base de données GEORISQUES, présente un extrait du zonage de l'exposition à l'aléa retrait gonflement des argiles officialisé au sein de l'arrêté du 22/07/2020.



**Figure 5 : Aléa retrait gonflement des argiles - GEORISQUES**

D'après cette figure, le site d'étude est localisé dans une **zone d'aléa moyen** vis-à-vis du phénomène de retrait gonflement des argiles.

#### 2.5. Etude d'archives

Aucune étude n'a été faite par nos soins à proximité immédiate du site du projet, cependant, nous avons réalisé deux études avec B2I à proximité de la route des planches référencées « REF2020. 0461.G2AVP.V01 » et « REF2020. 0020.G2AVP.V01 » situés à 2 km environ du site étude.

### 3. INVESTIGATIONS

#### 3.1. Reconnaissance sur site

L'implantation des fouilles à la pelle mécanique (1<sup>ère</sup> campagne d'investigations de février), des essais au pénétromètre dynamique et de la tarière manuelle (2<sup>ème</sup> campagne d'investigations de novembre) est repérée sur le plan joint en annexe 6.

- **Essais au pénétromètre dynamique**

Trois essais au pénétromètre dynamique ont été réalisés le 22 Novembre 2021 sur site au moyen d'un appareillage portatif de type DPL.

Ils sont désignés par PD1 à PD3 et ont atteint les profondeurs suivantes :

Essai	PD1	PD2	PD3
<b>Profondeur atteinte (m)</b>	2,40	1,90	1,90

**Tableau 4 : Profondeur des essais**

Les diagrammes correspondants sont joints en annexe 2.

- **Fouilles à la pelle mécanique**

Huit fouilles à la pelle mécanique notées PM1 à PM8 devraient être réalisées le 03 février 2021, pour une profondeur de l'ordre de 1,5 m.

A cause des intempéries (pluies très importantes), il s'est avéré impossible de réaliser la fouille PM7.

Les fouilles réalisées ont permis le prélèvement d'échantillons remaniés pour la réalisation d'essais en laboratoire.

Les coupes géologiques établies à partir des échantillons prélevés sont jointes en annexe 3.

- **Tarière manuelle**

Une tarière manuelle notée TAM1 a été également réalisée le 22 Novembre 2021 et a atteint 1,50 m de profondeur.

Celle-ci a permis le prélèvement des échantillons remaniés.

La coupe géologique établie à partir des échantillons prélevés est jointe en annexe en annexe 3.

- **Essai d'infiltration à la fosse**

Une intervention sur terrain a eu lieu le 03 février 2021 pour la réalisation des deux fouilles pour la réalisation des essais d'infiltration « à la fosse », mais il s'est avéré malheureusement impossible de les réaliser à cause des intempéries (pluies très importantes).

Une deuxième intervention a donc été programmée le 08 février 2021 mais à cause de l'éboulement des parois et la saturation des sols du fait des pluies, les essais n'ont toujours pas pu être réalisés.

La troisième intervention a eu lieu le 24 février 2021 et nous avons réussi cette fois à faire un essai d'infiltration, noté PM1+I1.

Les caractéristiques géométriques de cette fouille (section et profondeur) sont précisées dans la fiche d'essai remises en annexe 4.

Dans la fouille, une lame d'eau de l'ordre de 40 cm (ou plus) a été déversée. Son abaissement a été suivi pendant 50 minutes afin de définir le volume infiltré.

Outre le volume infiltré, l'objectif des essais est de déterminer le coefficient de perméabilité (K) des terrains.

- **Nivellement**

Ces différents essais et fouilles ont fait l'objet d'un nivellement à l'aide d'une mire GPS effectué par nos soins.

Les résultats obtenus sont les suivants pour les altimétries NGF en mètres :

Fouilles	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM8
<b>Cote NGF (m)</b>	2,20	/	2,22	2,21	2,21	2,08	2,06

Essais	PD1 - TAM1	PD2	PD3
<b>Cote NGF (m)</b>	2,23	2,15	2,35

**Tableau 5 : Nivellement des investigations**

### 3.2. Essais en laboratoire

Les fouilles ont fait l'objet d'échantillons pour la réalisation des essais d'identification suivants.

Investigations	Teneur en eau	Granulométrie	Valeurs au bleu (VBS)
PM1	1	1	1
PM2	1	1	1
PM3	1	1	1
PM4	1	-	1
PM5	1	-	1
PM6	1	1	1
PM8	1	-	1
TAM1	1	1	1

**Tableau 6 : Détail des essais d'identification réalisés sur échantillons**

## 4. SYNTHÈSE DES RESULTATS

### 4.1. Lithologie

L'examen des coupes de sondage (**annexe 2**) permet de définir le profil géologique du site d'étude ; Avec la profondeur croissante, on retrouve ainsi successivement :

- Terre végétale et horizons remaniés de surface ;
- Formations limoneuses ;
- Formations sableuses.

#### ▪ **Terre végétale et horizons remaniés de surface**

Les formations remaniées de surface au droit des fouilles sont constituées de limons sableux marron foncé, pouvant s'apparenter à la terre végétale jusqu'à 0,4 m de profondeur.

Au droit de la tarière manuelle TAM1, il s'agit de terre végétale argileuse jusque 0,30 m de profondeur.

D'après les essais au pénétromètre dynamique, les résistances en pointe  $q_d$  enregistrées dans ces horizons sont comprises entre 0,85 et 1,50 MPa jusqu'à 0,40 m.

**N.B. : des variations de nature et d'épaisseur des formations remaniées de surface sont fréquemment constatées et, bien que non rencontrés en sondages, il ne faut pas exclure la présence de placages erratiques de remblais francs.**

#### ▪ **Formations limoneuses**

Au droit des fouilles, il s'agit de limons sableux de teinte grisâtre jusque 1 m de profondeur pour la totalité des fouilles, exceptée PM1.

Au droit de la tarière manuelle TAM1, il s'agit de limons argileux jusque 1,30 m de profondeur.

Ces horizons sont caractérisés par :

Teneurs en eau :	18,1% < W% < 24,8%
VBS :	2,1 < VBS < 2,9
Passant 80 $\mu$ m :	73,6% < Passant 80 $\mu$ m < 94,9%

Il s'agit de sols de classe GTR A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub>.

D'après les essais au pénétromètre dynamique, les résistances en pointe  $q_d$  enregistrées dans ces horizons sont comprises entre 0,75 et 3,55 MPa jusqu'à 1,20/1,30 m.

- **Formations sableuses du Flandrien**

Au droit des fouilles, il s'agit des sables de teinte grisâtre avec des traces d'oxydation par endroit jusque 1,5 m de profondeur (base des fouilles).

A noter qu'un passage sablo-tourbeux a été mis en évidence au droit de la fouille PM1 à une profondeur de 1,3 m et sur une épaisseur de 20 cm.

Au droit de la tarière manuelle TAM1, il s'agit des argiles sableuses jusque 1,50 m de profondeur soit la base de la tarière manuelle.

Ces horizons sont caractérisés par :

Teneurs en eau :  $18,5\% < W\% < 25,3\%$

VBS :  $1,5 < VBS < 2,1$

Il s'agit des sols de classe GTR A<sub>1</sub>.

D'après les essais au pénétromètre dynamique, les résistances en pointe  $q_d$  enregistrées dans ces horizons sont comprises entre 1 et 3,30 MPa jusqu'à 1,50 m.

## 4.2. Données hydrogéologiques

- **Niveau de la nappe**

Aucun niveau d'eau n'a pu être relevé au droit des fouilles et de la tarière manuelle réalisées lors de nos interventions jusqu'à leurs bases.

**Nous rappelons que la connaissance des fluctuations annuelles, notamment futures, est du ressort d'un bureau spécialisé en hydrogéologie, prestation pouvant être menée par notre service hydrogéologie.**

- **Perméabilité des sols superficiels**

L'abaissement du niveau d'eau observé en PM1, via l'essai I1 de type « à la fosse », a permis de mettre en évidence une perméabilité très faible pour les horizons limono-sableux rencontrés à 1,5 m de profondeur.

**En effet, la descente était nulle sur une durée de 50 minutes, soit une perméabilité très faible et a priori  $< 10^{-7}$  m/s.**

## 4.3. Contexte sismique

Le site est localisé en zone sismique 2 (faible sismicité).

Nous rappelons qu'une étude spécifique du caractère liquéfiable ou non des sols n'est pas requise dans ce cas.

La coupe du sous-sol peut être classée « C » selon l'Eurocode 8.

Il conviendra de préciser la catégorie sismique de l'ouvrage.

#### 4.4. Résultats des essais d'identification en laboratoire

Les essais d'identification effectués (granulométrie ; VBS) conduisent au classement des sols superficiels en **A1/A2** suivant la norme NF P 11-300. Voir annexe 3.

Les sols des classes A1/A2 correspondent à des **sables fins ou des limons** pour lesquels l'influence de la fraction fine joue un rôle prépondérant dans leur sensibilité aux variations hydriques. Ces sols sont ainsi susceptibles de changer brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.

Sur la base de ces observations, les sables à sablo-limoneux et sablo-argileux doivent être considérés comme sensibles à très sensibles aux variations hydriques.

## 5. CONCLUSIONS-ETUDE GEOTECHNIQUE G1-PGC

### 5.1. Synthèse géomécanique

Nos investigations ont mis en évidence, sous la terre végétale et les horizons remaniés de surface d'une épaisseur de l'ordre de 0,4 m qui reposent sur des formations limono-sableuses et celles-ci reposent sur des formations sableuses de Flandrien.

A noter également qu'un passage sablo-tourbeux a été mis en évidence au droit de la fouille PM1 à une profondeur de 1,3 m et d'une épaisseur de 20 cm.

Enfin, aucun niveau d'eau a été relevé à la période de nos investigations.

### 5.2. Cadre réglementaire

En application de l'article 68 de la loi ELAN du 23 Novembre 2018, le décret n°2019-495 du 22/05/2019 intègre au sein du Code de la Construction et de l'Habitation une section dédiée à la limitation du risque de mouvements de terrain différentiel lié au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Sur la base du zonage présenté sur le site GEORISQUES depuis Janvier 2020 et officialisé au sein de l'arrêté du 22/07/2020, le vendeur d'un terrain constructible localisé en zone d'aléa moyen ou fort doit désormais faire obligatoirement réaliser un diagnostic du sol vis-à-vis de ce phénomène. Cette étude a pour but de permettre au futur porteur de projet d'anticiper les dispositions particulières qu'il conviendra de mettre en place lors de la construction du site.

Les résultats de l'enquête documentaire, des investigations et des essais en laboratoires présentés dans ce rapport confirment à ce stade un aléa moyen vis-à-vis du phénomène de retrait gonflement des argiles au droit du site d'étude pour la totalité de la parcelle. Ce risque est lié à la sensibilité aux variations hydriques des formations limoneuses retrouvés sous les horizons remaniés de surface.

**Dans ce contexte, il conviendra de prendre en considération les préconisations constructives permettant de s'affranchir du risque lié à ces sols moyennement argileux, à savoir :**

- Prévoir une profondeur minimale d'assise des fondations de 0,8 m par rapport aux plateformes finies extérieures ainsi qu'une homogénéité d'ancrage (notamment en cas de terrain pentu) ;
- Prévoir une rigidification structurelle de l'habitation par chaînages horizontaux et verticaux ;
- En cas de mitoyenneté, mettre en place un joint de rupture pour assurer une désolidarisation avec la construction neuve ;
- Proscrire toute infiltration des eaux de pluie au droit des fondations de l'habitation ;
- Réaliser, si possible, un revêtement étanche au pourtour de la construction (largeur > 1,5 m) ;

- Eloigner les plantations d'arbres à une distance de 1 à 1,5 fois la hauteur de l'arbre adulte de toute construction (ou mettre en place un écran anti-racines de 2 m de profondeur minimum) ;
- Prévoir des joints adaptés pour minimiser la rupture des canalisations et prévoir des dispositifs de gestion des eaux de ruissellement si besoin (tranchées drainantes en amont de l'habitation en cas de présence de talus) ;
- En l'absence de sous-sol général, un plancher porté par les fondations doit être réalisé, de préférence conçu sur vide sanitaire.

### 5.3. Orientation des fondations

#### ▪ Charges faibles à modérés

A ce stade de l'étude, on pourra donc s'orienter vers une solution de fondations sur semelles filantes ou massifs isolés ancrés dans les horizons sableux.

Ces fondations respecteront les mesures préventives de l'article 68 de la loi ELAN, et seront ancrés d'au moins 30 cm dans les horizons sableux en place avec une profondeur d'ancrage de 1,30m au minimum.

Nous rappelons toutefois la présence locale d'horizons organiques, ce qui nécessitera alors l'approfondissement des fondations afin de garantir l'ancrage dans les horizons sableux.

#### ▪ Charges élevées

Dans ce cas il conviendra de s'orienter vers une solution de fondations semi-profondes par puits ou de fondations sur semelles ou massifs reposant sur renforcement de sols de type inclusions rigides.

#### ▪ Niveaux bas

La conception à retenir dans le cas présent pour le projet est la réalisation d'un planché porté par les fondations, soit coulé sur une forme de travail (constituée de matériaux non évolutifs) ne servant que comme fond de coffrage, soit réalisé sur vide sanitaire (de préférence vis-à-vis de la loi ELAN).

### 5.4. Suites à donner

Il conviendra de réaliser à minima une étude géotechnique G2AVP avec investigations spécifiques qui seront définies sur la base d'un plan de masse projet et qui prendront en considération l'aléa retrait-gonflement des argiles moyen au droit du site au sein de la présente étude.

Les sondages et essais seront poussés, pour les plus profonds, au moins 5 m sous la base prévisible des fondations des bâtiments projetés, avec des essais profonds à au moins 15 m de profondeur.

Des fouilles à la pelle mécanique seront à prévoir également afin de caractériser plus précisément les variations des épaisseurs des terrains de couverture.

## 6. REMARQUES GENERALES

La reconnaissance effectuée ayant un caractère ponctuel, les recommandations exposées auparavant seront bien entendu mises en œuvre, en tenant compte des conditions réelles des terrains mis au jour au cours des travaux.

La découverte de toute anomalie devra nous être signalée, en vue d'analyses et de définition des éventuelles mesures d'adaptation les plus appropriées.

La norme NF P 94-500 : « Missions géotechniques » indique que les missions s'enchaînent lors de l'élaboration du projet et sa réalisation.

**Ce rapport devra donc être complété par une mission géotechnique de conception – Phase « avant-projet » puis « projet » (missions G2 – AVP puis PRO). Ensuite suivent les missions G3/G4.**

Nous demeurons bien entendu à la disposition du maître d'ouvrage pour tout renseignement complémentaire au sujet de cette étude.

FAIT A HARNES, le 27 Décembre 2021

Pour APOGEO

## ANNEXES

**ANNEXE n° 1 :**  
**Missions géotechniques normalisées**



## 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'avoisnants 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 avoisnants), 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 avoisnants), 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.



## Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

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

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

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

##### Phase Étude

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

##### Phase Suivi

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

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

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

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

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

#### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

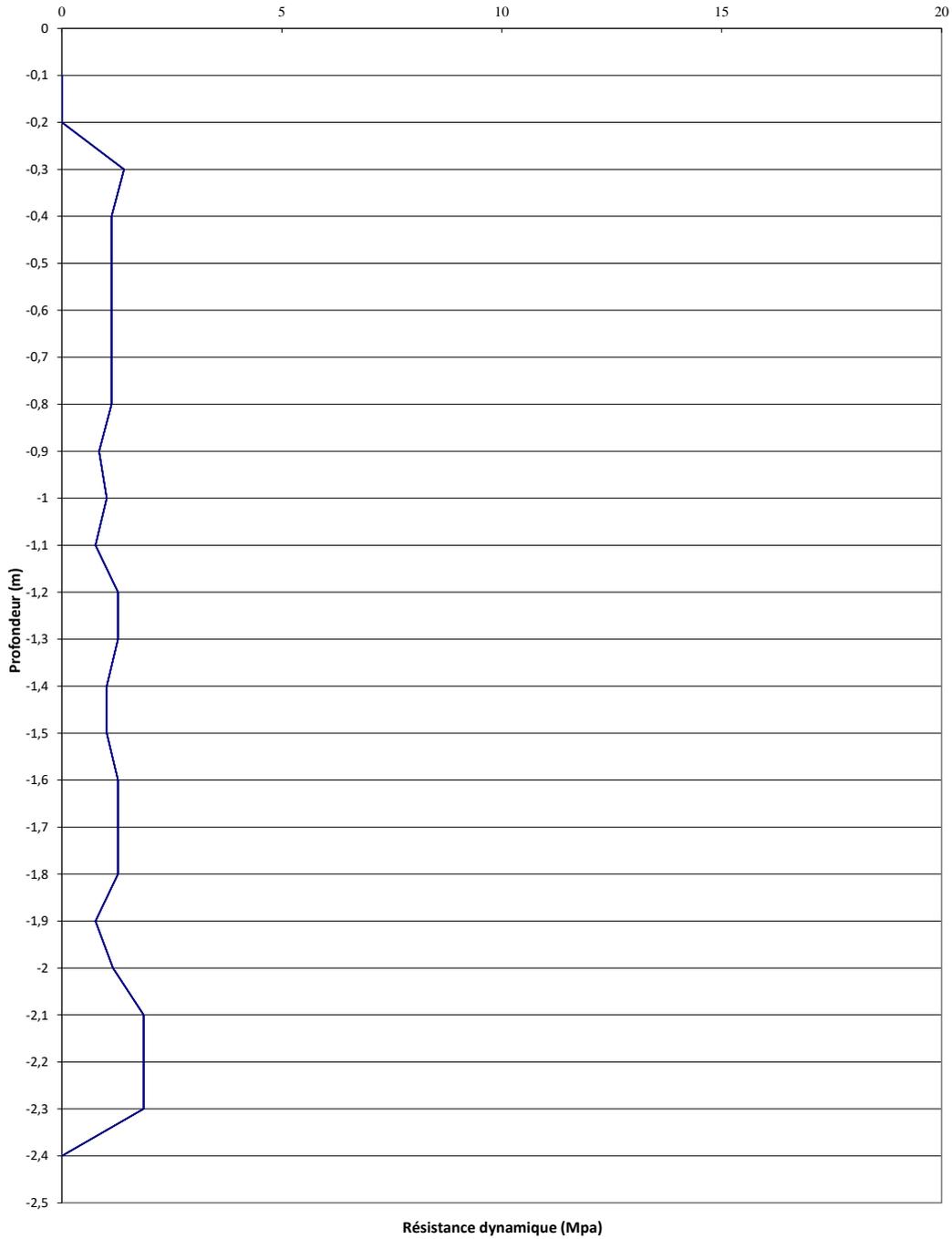
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre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

**ANNEXE n°2 :  
Coupes des essais au  
pénétromètre dynamique**



Essai au pénétromètre dynamique  
PD1

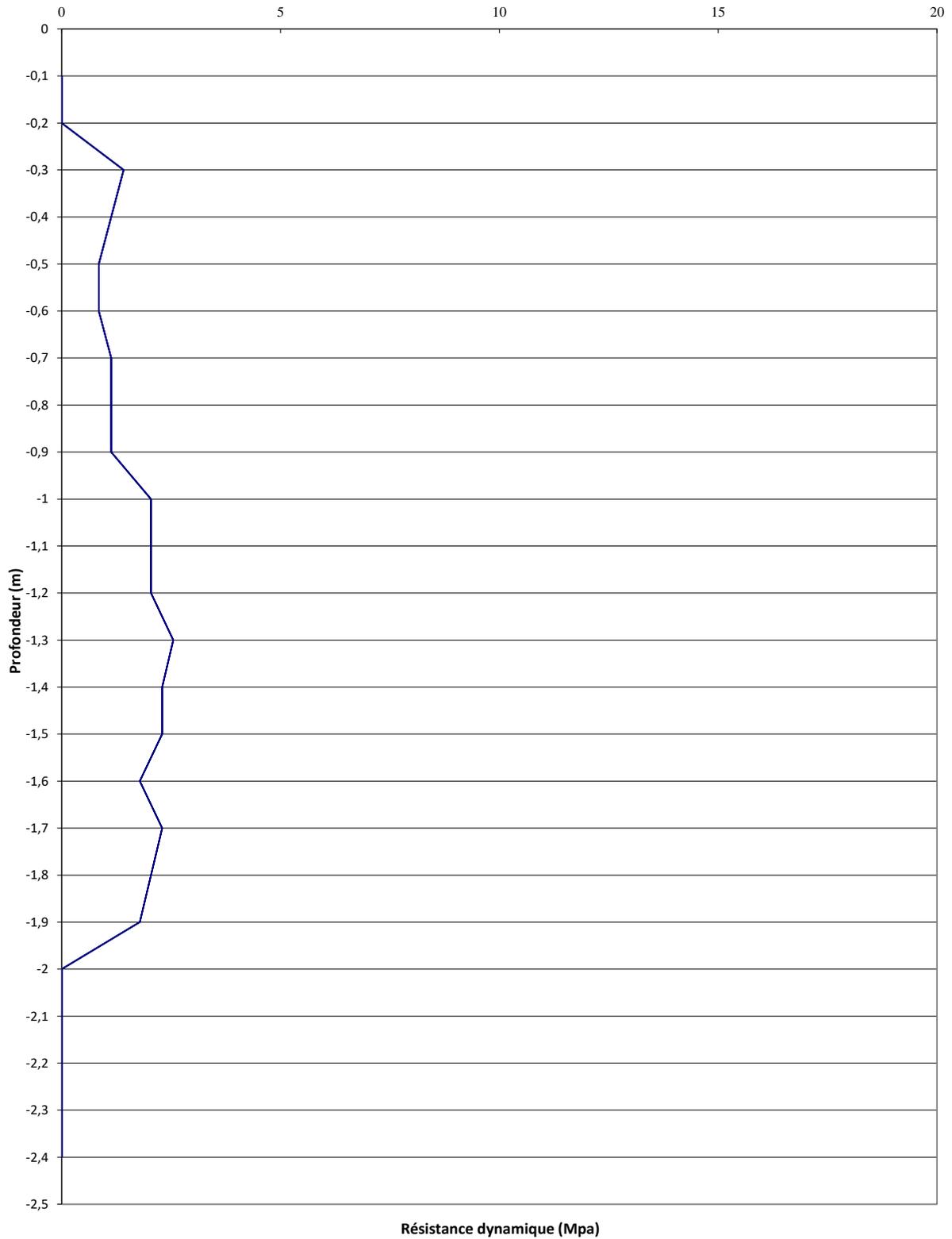
CRAYWICK (59)  
N° Dossier : 2020,0786  
Date : 22/11/2021





# Essai au pénétromètre dynamique PD2

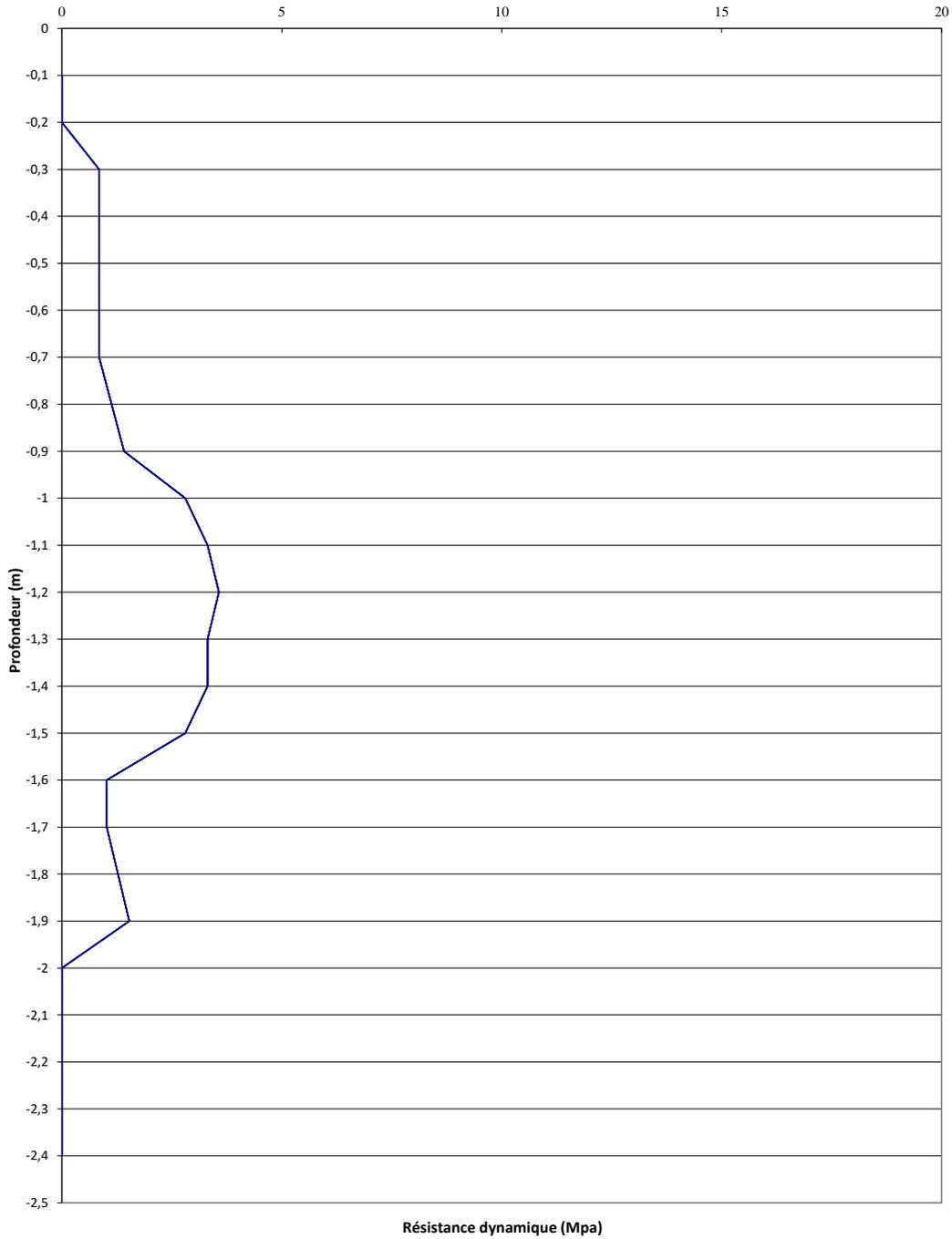
CRAYWICK (59)  
N° Dossier : 2020,0786  
Date : 22/11/2021





Essai au pénétromètre dynamique  
PD3

CRAYWICK (59)  
N° Dossier : 2020,0786  
Date : 22/11/2021



**ANNEXE n°3 :  
Coupes des fouilles à la pelle  
mécanique**



## SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage

PM1

Date de début

24/02/2021 11:40:23

Altitude (NGF)

Dossier

2020.0786

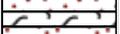
Chantier

Craywick

Description du dossier

Client

SOPAL-B2I

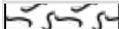
Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
	0.3		Terre végétale		
			Sable limoneux grisâtre		
	1.1		Passage sablo-tourbeux noirâtre		
	1.5		sable grisâtre		



## SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage  
PM2  
Date de début  
03/02/2021 11:47:07  
Altitude (NGF)

Dossier  
2020.0786  
Chantier  
craywick  
Description du dossier  
Client  
SOPAL-B2I

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
	- 0.4		Terre végétale		
	- 1		Limon légèrement sableux grisâtre		
	- 1.5		sable à sable limoneux grisâtre		



## SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage

PM3

Date de début

03/02/2021 11:47:07

Altitude (NGF)

Dossier

2020.0786

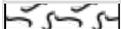
Chantier

craywick

Description du dossier

Client

SOPAL-B2I

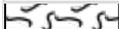
Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
	- 0.4		Terre végétale		
	- 1		Limon légèrement sableux grisâtre		
	- 1.5		sable à sable limoneux grisâtre		



## SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage  
PM4  
Date de début  
03/02/2021 11:47:07  
Altitude (NGF)

Dossier  
2020.0786  
Chantier  
craywick  
Description du dossier  
Client  
SOPAL-B2I

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
	- 0.4		Terre végétale		
	- 1		Limon légèrement sableux grisâtre		
	- 1.5		sable à sable limoneux grisâtre		



## SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage

PM5

Date de début

03/02/2021 11:43:30

Altitude (NGF)

Dossier

2020.0786

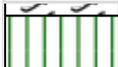
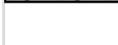
Chantier

craywick

Description du dossier

Client

SOPAL-B2I

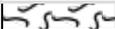
Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
	- 0.2		Terre végétale		
	- 1		Limon sableux + traces d'oxydation		
	- 1.5		Sable à sable limoneux		



## SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage  
PM6  
Date de début  
03/02/2021 11:47:07  
Altitude (NGF)

Dossier  
2020.0786  
Chantier  
craywick  
Description du dossier  
Client  
SOPAL-B2I

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
	- 0.4		Terre végétale		
	- 1		Limon légèrement sableux grisâtre		
	- 1.5		sable à sable limoneux grisâtre		



## SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage  
PM8  
Date de début  
03/02/2021 11:47:07  
Altitude (NGF)

Dossier  
2020.0786  
Chantier  
craywick  
Description du dossier  
Client  
SOPAL-B2I

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
	- 0.4		Terre végétale		
	- 1		Limon légèrement sableux grisâtre		
	- 1.5		sable à sable limoneux grisâtre		



## SONDAGE GEOLOGIQUE

Forage

TAM 1

Date de début

22/11/2021 14:46:05

Altitude (NGF)

Dossier

2020.0786

Chantier

CRAYWICK

Description du dossier

Client

LES LOTISSEURS DU NORD

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Outils de forage
	0.3		Terre végétale argileuse de couleur grisâtre	
			limon argileux grisâtre	
	1.3		Argile sableuse de couleur verdâtre	
	1.5			

**ANNEXE n°4 :  
Feuille d'identification  
géotechnique des sols**



**ANNEXE n°5 :  
Essai d'infiltration à la fosse**

**Référence dossier**

N° dossier :	<b>2021.0786</b>	Opérateur(s) :	FPI
Client :	SOPAL-B2I	Adresse du site :	CRAYWICK
Date et heure du démarrage de l'essai :	24/02/2021		

**Conditions d'accès / Caractéristiques de la fouille**

Coordonnées :	X (m) :	646406,00	Y (m) :	709787,61	-
Longueur (m) :		0,90	Profondeur (m) :		1,5
Largeur (m) :		0,70	Coefficient géométrique de forme :		0,20

**Coupe descriptive**

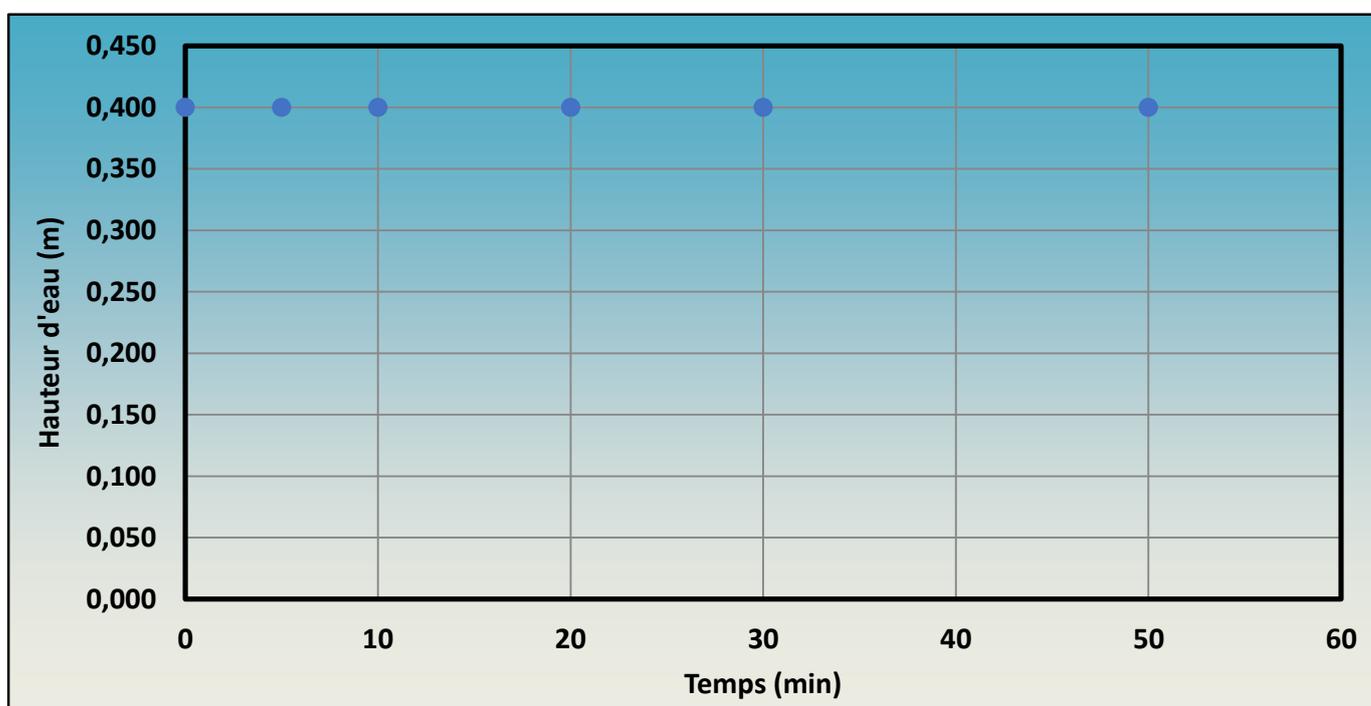
Profondeur (m)	Description
0,0 - 0,30	Terre végétale
0,30 - 1,10	Sable grisatre
1,10 - 1,30	passage organique sableux noiratre
1,30 - 1,50	sable grisatre

**Suivi de la descente**

t (min)	Hauteur d'eau Hi (cm)	Hauteur d'eau Hi (m)
0	40,0	0,400
5	40,0	0,400
10	40,0	0,400
20	40,0	0,400
30	40,0	0,400
50	40,0	0,400

**Coefficient de perméabilité K (m/s) :**

**< 10<sup>-7</sup>**



**ANNEXE n°6 :  
Plan d'implantation des  
reconnaisances**

