

Figure 4 : Valeurs de l'IDPR (source : Infoterre.brgm.fr)

3.4. Contexte hydrographique

Le réseau hydrographique de la zone se compose de :

- Un cours d'eau le plus proche est La Tronne qui est situé à 800 m à l'ouest du site,
- De nombreux étangs au nord du site et de plus petits étangs à l'ouest et au sud du site.

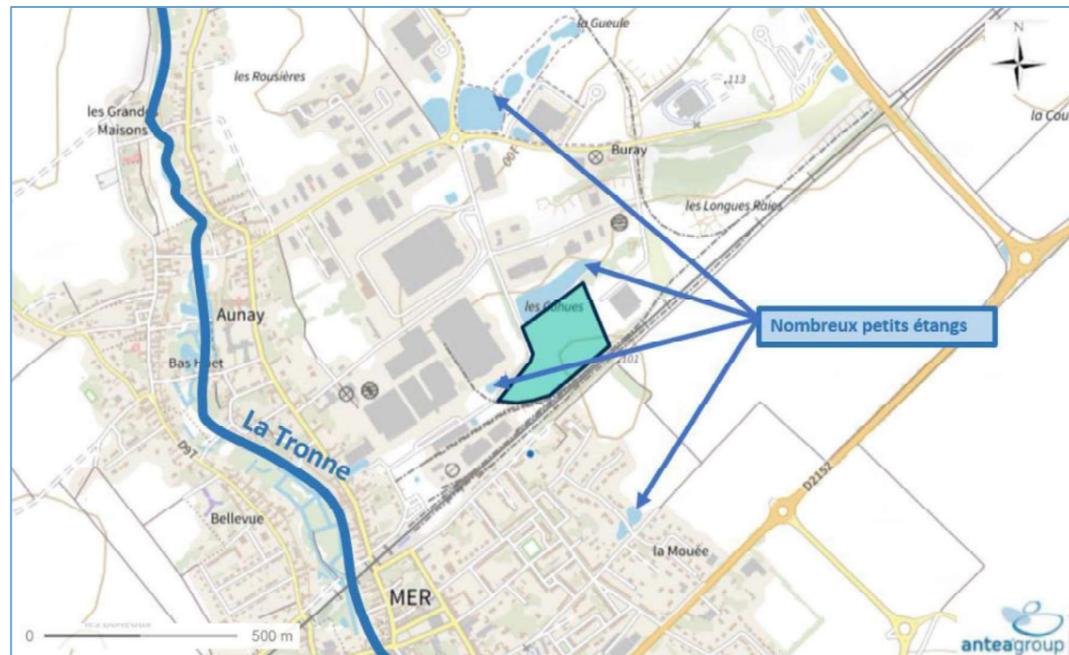


Figure 5 : Réseau hydrographique au niveau de l'emprise du projet (source : Géoportail)



3.5. Aléas naturels

3.5.1. Aléa retrait gonflement des argiles

La carte d'aléa retrait gonflement des argiles (Figure 6) indique que le site du projet correspond principalement à une zone d'aléa moyen.

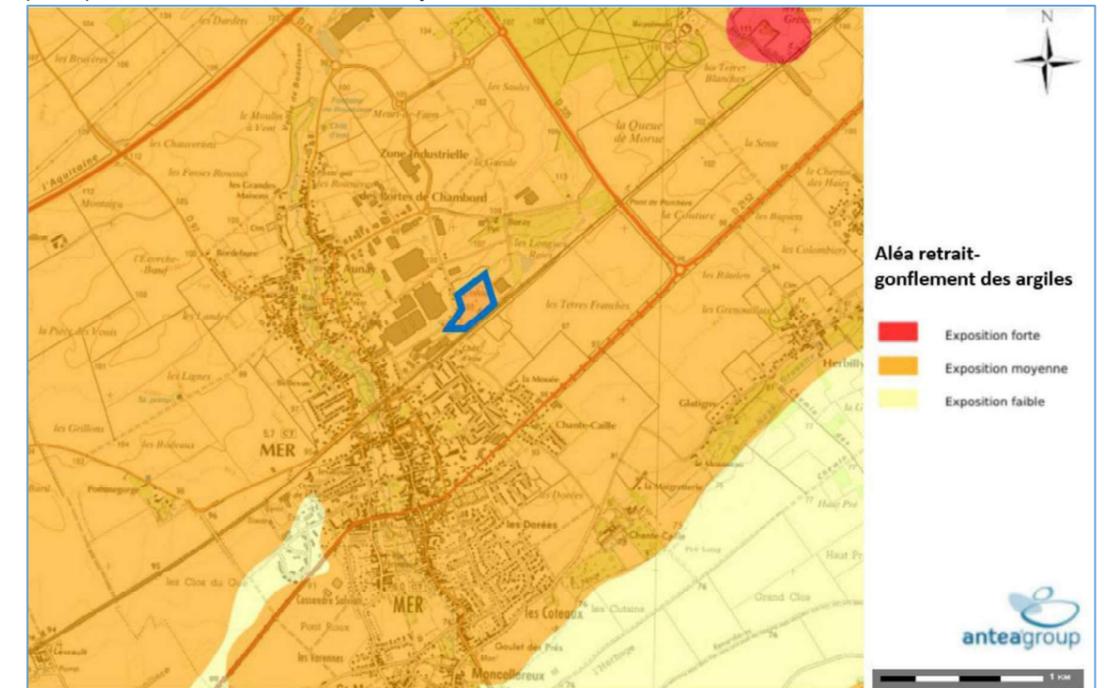


Figure 6 : Extrait de la carte aléa retrait gonflement des argiles (Source : mappea.geo.net/AnteaGroup)



3.5.2. Aléa remontée de nappes

D'après la cartographie des zones sensibles aux remontées de nappes, le site n'est pas concerné par les débordements de nappes, ni des inondations de cave.

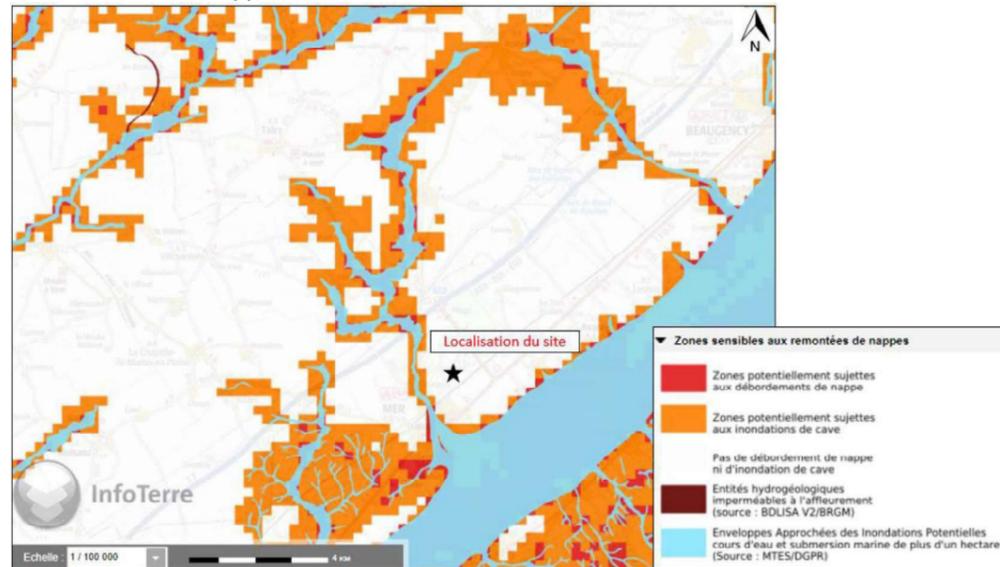


Figure 7 : Extrait de la carte de l'aléa par remontée de nappes (Source : Infoterre.gouv.fr)

3.5.3. Aléa sismique

La commune de Mer (41) est classée en zone d'aléa très faible (Zone 1). Les ouvrages à réaliser sont classés en ouvrage de génie civil à risque normal, de classe I conformément aux prescriptions des Eurocodes 8. **Dans ces conditions, aucune prescription parasismique particulière n'est à prendre en compte dans la conception du projet.**

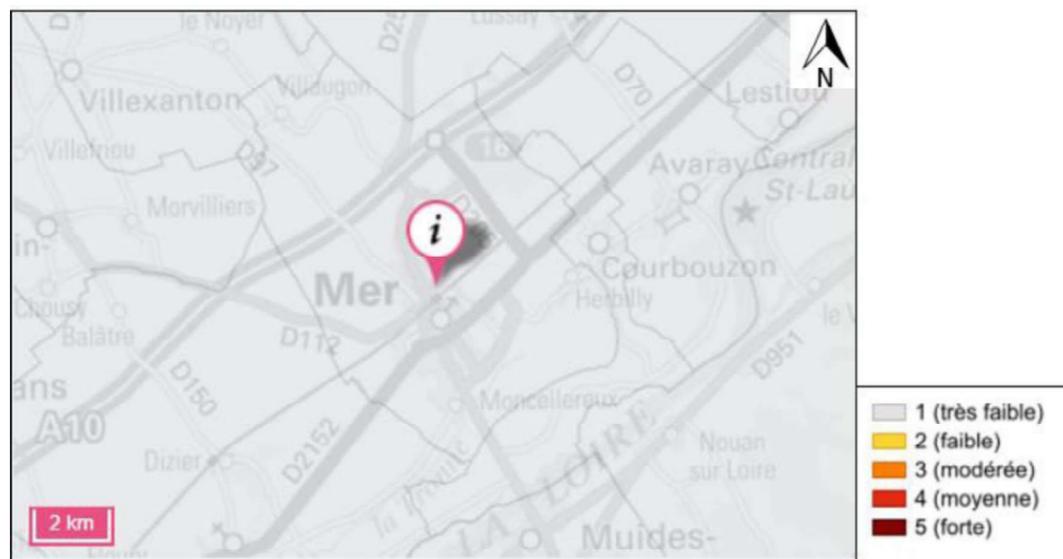
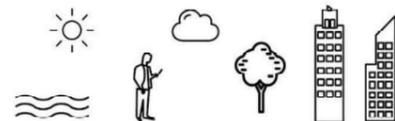


Figure 8 : Extrait de la carte d'aléa sismique et localisation du projet (source : Géorisques.gouv.fr)



3.5.4. Aléa carrières, cavités souterraines et Mouvement de terrain

Aucune cavité ou mouvement de terrain n'est répertorié dans un rayon de 500 m autour du site. Mais on note la présence d'une cave et un mouvement de terrain type effondrement/affaissement dont l'origine reste inconnue, respectivement à environ 700 m et 600 m du site d'étude :

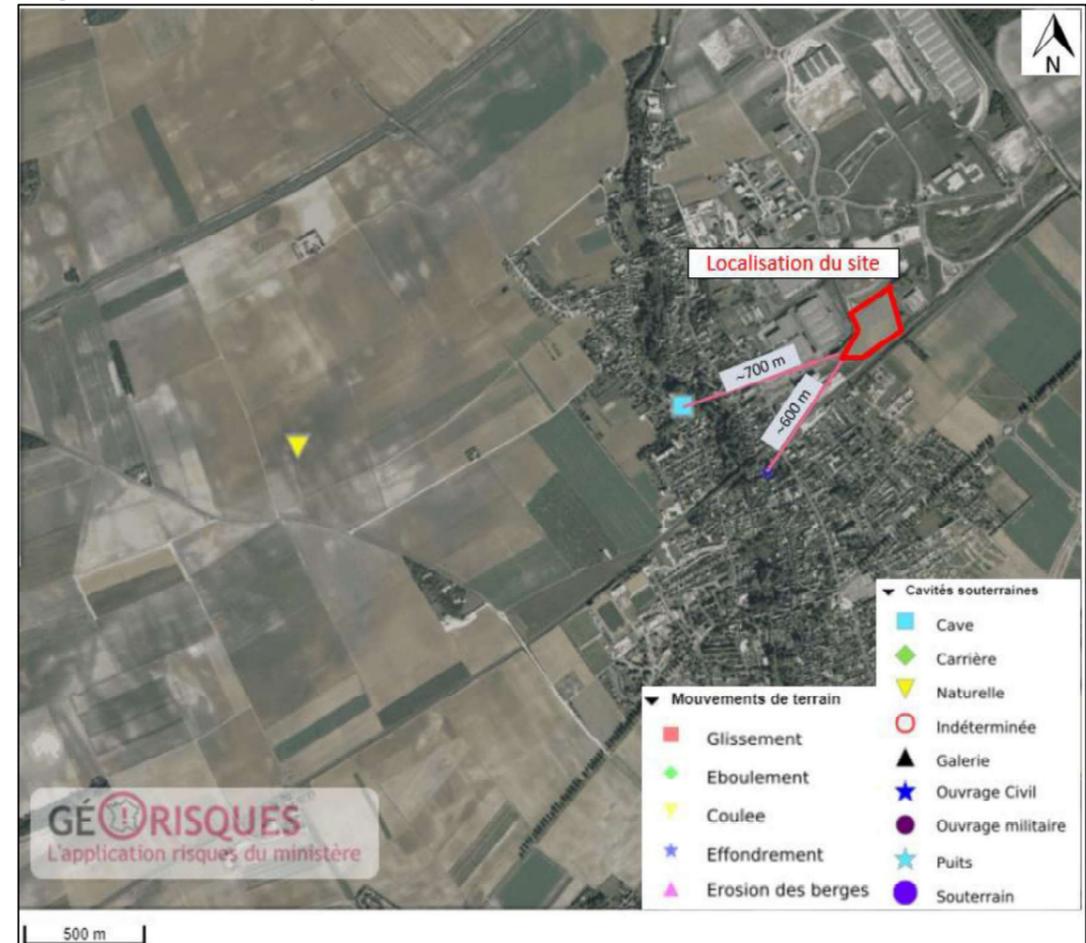
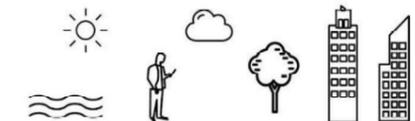


Figure 9 : Extrait de la carte des cavités et mouvements de terrain (Source : Géorisques.gouv.fr)



4. Reconnaissances géotechniques

4.1. Programme des reconnaissances

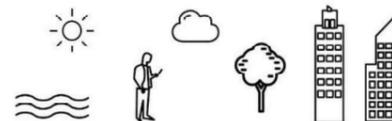
Dans le cadre de cette étude, une campagne d'investigations géotechniques a été réalisée le 04 mai 2021. Au regard des conditions d'accès le long du pourtour de la parcelle agricole (présence notable de tournesols de grande hauteur sur le long du passage côté Sud-Ouest du site) et afin de caractériser au mieux la lithologie présente au droit du site d'étude, les investigations ont été effectuées conformément au plan d'implantation ci-dessous :



Figure 10 : Plan d'implantation des sondages sur le site de Mer (41)

Compte tenu de la présence éventuelle des vestiges archéologiques au droit du site, le programme des essais in-situ est le suivant :

- **2 sondages à la tarière descendus à 5 m** de profondeur avec enregistrements des paramètres de foration, afin d'identifier la lithologie en place ;
- **2 sondages pressiométriques descendus à 5 m** de profondeur, avec essais tous les mètres, afin de caractériser mécaniquement les terrains en place.



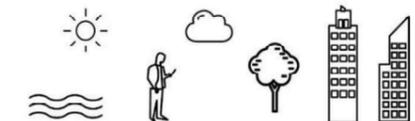
Le programme des essais au laboratoire est consigné dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Programme des essais en laboratoire

Type d'essais	Spécificités	Quantités pour le parc
Essais de cisaillement à la Boite de Casagrande	Définition des paramètres C' et ϕ'	5 unités
Densité sur matériau intact	Définition du paramètre γ'	
Classification GTR	Comprenant : analyse de la granulométrie, teneur en eau naturelle, VBS	2 unités
Indice CBR	Définition de l'indice de portance du matériau dans son état naturel	2 unités
Agressivité des sols vis-à-vis des bétons	Acidité et Sulfates (EN 206-1)	4 unités

4.2. Limite de la méthode

Les sondages sont des reconnaissances ponctuelles qui ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains. Leur implantation et leur densité, guidées par la connaissance que nous avons du site, permettent d'avoir une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure, entre deux sondages, l'existence d'une anomalie d'extension limitée qui aurait échappé aux mailles de nos investigations.



5. Interprétation des résultats des reconnaissances

5.1. Lithologie au droit du site

La lithologie mise en évidence par la campagne d'investigations géotechniques (ST1/SP1 et ST2/SP2) est la suivante (du haut vers le bas) :

- **Terre végétale** sur une profondeur de 0,1 m/TN ;
- **Argile limoneuse marron**, reconnue sur une profondeur d'environ 2,5 m/TN ;
- **Marne de couleur blanche/beige blanche**, horizon reconnu jusqu'à la profondeur de 4m et 5 m/TN, respectivement au droit de SP1 et SP2.
- **Marne calcaire tendre** de couleur blanche, observée au droit du sondage SP1 jusqu'à la fin de réalisation des sondages (5 m de profondeur). On note la présence de blocs centimétriques et de petits rognons.

5.2. Caractéristiques mécaniques des formations

5.2.1. Argile limoneuse

5.2.1.1. Essais pressiométriques

Au total 4 essais ont été réalisés au sein de cet horizon. Les résultats des essais obtenus montrent que les caractéristiques mécaniques de cette formation sont faibles à bonnes.

Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus pour les essais pressiométriques :

Tableau 3 : Synthèse des résultats des essais pressiométriques – Argile limoneuse

Nb d'essais réalisés	PI* (MPa)			Em (MPa)			Em/PI*
	Min	Max	Moy*	Min	Max	Moy**	
4	0,5	1,0	0,7	7	11	8	11

* moyenne géométrique

**moyenne harmonique

Les valeurs pressiométriques caractéristiques retenues pour cet horizon sont les suivantes :

- **Module pressiométrique : $E_M = 6$ MPa**
- **Pression limite nette : $PI^* = 0,5$ MPa**

5.2.1.2. Essais d'identification

1 prélèvement à 0,5 m de profondeur au sein de cet horizon, au droit de ST1, a fait l'objet d'identification GTR et les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant :

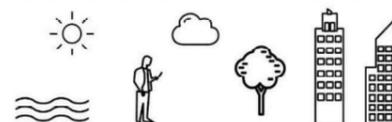
Tableau 4 : Tableau récapitulatif des résultats de l'essai d'identification sur les matériaux de la couche d'Argile limoneuse

Nom de la fouille	Profondeur de prélèvement (m/TN)	Nature du matériau-Description en laboratoire	Wn (%)	Dmax (mm)	<50 mm (% passant)	<2 mm (% passant)	<80µm (% passant)	VBS (%)	Classification GTR	Nature selon le GTR (Guide des Terrassements Routiers)
ST1-EI	0,5 m	<i>Marne plastique marron, légèrement sableuse</i>	28,2	7	100,0	99,4	70,9	5,7	A2	<i>Sable fins argileux, limons, argiles, et marnes peu plastiques, arènes...</i>

Le bordereau de l'essai est disponible en Annexes.

Les principales caractéristiques des classes de sol identifiées sont les suivantes :

Classe A2 : Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes. Le caractère moyen des sols de cette sous-classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée). Dès que $I_p \geq 12$, il constitue le critère d'identification le mieux adapté.



5.2.1.3. Essais de cisaillement à la boîte de Casagrande et densité sur matériaux intacts

5 prélèvements, sur matériau intact au sein de cette couche, ont fait l'objet d'essais de cisaillement à la boîte. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des résultats des essais de cisaillement, sur matériau intact, et détermination de la densité du sol

Echantillon	Description laboratoire	γ_h (kN/m ³)	Court terme		Long terme	
			C'p (kPa)	ϕ'_p (°)	C'f (kPa)	ϕ'_f (°)
CS1	Argile plastique marron, légèrement silteuse. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.	17	46	11	23	16
CS2	Argile plastique marron, légèrement sableuse.	18	24	20	16	19
CS3	Argile plastique marron, légèrement sableuse. Présence de rares éléments siliceux millimétriques.	18	23	21	13	22
CS4	Argile silteuse peu plastique marron. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.	17	31	15	15	19
CS5	Argile silteuse plastique marron. Présence d'éléments siliceux millimétriques et carbonatés millimétriques à centimétriques.	18	25	22	17	22

Notations :

C'p : Cohésion effective au pic,

ϕ_p : Angle de frottement interne effectif au pic,

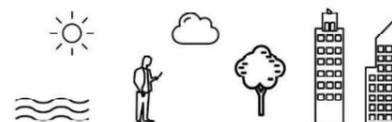
C'f : Cohésion effective résiduelle,

ϕ_f : Angle de frottement interne effectif résiduel,

γ_h : Poids volumique humide.

Les caractéristiques géomécaniques retenues pour cet horizon sont les suivantes :

- Cohésion : $c' = 16$ kPa
- Angle de frottement interne : $\phi' = 19^\circ$



5.2.1.4. Essais CBR

2 prélèvements ont fait l'objet de détermination de l'indice CBR. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Résultats des essais CBR réalisés

Echantillon	Description laboratoire	CBR
CS1	Argile plastique marron, légèrement silteuse. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.	7,7
CS4	Argile silteuse peu plastique marron. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.	5,1

L'indice CBR moyen obtenu des deux essais est égale à 6,4, caractérisant une plateforme peu portante en l'état (< PF1)

5.2.2. Marne blanche

5.2.2.1. Essais pressiométriques

Au total 5 essais ont été réalisés au sein de cet horizon. Les résultats des essais obtenus montrent que les caractéristiques mécaniques de cette formation sont bonnes voire très bonnes.

Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus pour les essais pressiométriques :

Tableau 7 : Synthèse des résultats des essais pressiométriques – Marne blanche

Nb d'essais réalisés	PI* (MPa)			Em (MPa)			Em/PI*
	Min	Max	Moy*	Min	Max	Moy**	
5	1,5	3,8	2,3	22	51	29	13

* moyenne géométrique

**moyenne harmonique

Les valeurs pressiométriques caractéristiques retenues pour cet horizon sont les suivantes :

- Module pressiométrique : $E_M = 20$ MPa
- Pression limite nette : $PI^* = 1,5$ MPa

5.2.2.2. Essais d'identification

1 prélèvement entre 2 à 2,5 m de profondeur au sein de cet horizon, au droit de ST2, a fait l'objet d'identification GTR et les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

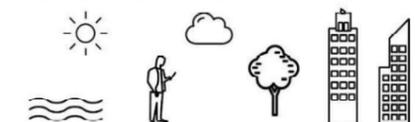


Tableau 8 : Tableau récapitulatif des résultats de l'essais d'identification sur les matériaux de la couche de marne blanche

Nom de la fouille	Profondeur de prélèvement (m/TN)	Nature du matériau- Description en laboratoire	Wn (%)	Dmax (mm)	<50 mm (% passant)	<2 mm (% passant)	<80µm (% passant)	VBS (%)	Classification GTR	Nature selon le GTR (Guide des Terrassements Routiers)
ST2-EI	2,0 à 2,5 m	Marne silteuse marron grisâtre. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.	18,3	8	100,0	90,8	58,8	4,5	A2	Sable fins argileux, limons, argiles, et marnes peu plastiques, arènes...

Le bordereau de l'essai est disponible en Annexes.

5.2.3. Marne calcaire blanche

5.2.3.1. Essais pressiométriques

Au total 1 essai a réalisé au sein de cet horizon, au droit de ST1/SP1. Les résultats de cet essai obtenu montrent que les caractéristiques mécaniques de cette formation sont très bonnes.

Les valeurs pressiométriques caractéristiques retenues pour cet horizon sont les suivantes :

- Module pressiométrique : $E_M = 40$ MPa
- Pression limite nette : $PI^* = 3,5$ MPa

5.2.3.2. Essais d'identification

Aucun essai d'identification n'a été réalisé sur cette formation.

5.3. Agressivité des sols vis-à-vis des bétons

Quatre (4) prélèvements de sol ont été effectués afin de caractériser l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons. Les analyses sont toujours en cours de réalisation. Les résultats des analyses sont consultables en Annexes.

Les mesures chimiques sur ces prélèvements, en vue de leur caractérisation d'agressivité sur le béton de fondation, ont été faites conformément à la norme française homologuée NF EN 206-1 d'avril 2004 et de son annexe NA.F, ainsi qu'au document normatif P18-011 de juin 1982, à statut de fascicule de documentation qui :

- définissent des environnements agressifs les plus courants,
- donnent diverses recommandations et les mesures préventives vis-à-vis de la durabilité des bétons.

Le document normatif P18-011 est utilisé pour aider au choix des ciments et des additions dans le cas d'environnements chimiquement agressifs, c'est-à-dire aux classes d'exposition « XA » au sens de la norme NF EN 206-1.

Les résultats des analyses sont résumés dans le tableau suivant :

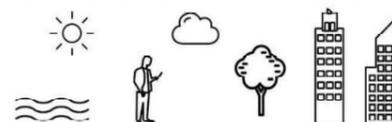
Tableau 9 : Résultats des analyses d'agressivité des sols vis-à-vis des bétons

Paramètres analysés	ST1 à 0,5 m	ST1 à 1-1,5 m	ST2 à 0,6-1 m	ST2 à 1,5 m
SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	276	446	241	395
Degré d'acidité (ml/kg)	5,6	3,0	6,2	<2,0
Classe d'agressivité	<XA1	<XA1	<XA1	<XA1

Tableau 10 : Valeurs seuils pour les classes d'exposition selon la norme NF EN 206

Caractéristique chimique	Méthode d'essai de référence	XA1	XA2	XA3
Mg ²⁺ , en mg/l	ISO 7980	≥ 300 et ≤ 1 000	> 1 000 et ≤ 3 000	> 3 000 jusqu'à saturation
Sol				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^{a)} total	EN 196-2 ^{b)}	≥ 2 000 et ≤ 3 000 ^{c)}	> 3 000 ^{c)} et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000
Acidité ml/kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	N'est pas rencontré dans la pratique	
a) Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10 ⁻⁶ m/s peuvent être classés dans une classe inférieure.				
b) La méthode d'essai prescrit l'extraction du SO ₄ ²⁻ à l'acide chlorhydrique ; alternativement il est possible de procéder à cette extraction à l'eau si c'est l'usage sur le lieu d'utilisation du béton.				
c) La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2 000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton due à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.				

Les concentrations en agents agressifs mesurées sur les échantillons de sol, traduisent un environnement de **classe de faible agressivité faible (classe inférieure à XA1)** au regard des sulfates et du degré d'acidité. Le béton de fondations devra être formulé pour satisfaire à ces conditions d'agressivité chimique des sols.



5.4. Niveaux d'eau

Aucune arrivée d'eau n'a été signalée lors de la réalisation des sondages pressiométriques.

5.5. Modèle géotechnique de synthèse

Sur la base des investigations réalisées dans le cadre de la présente étude, le modèle géotechnique de synthèse proposé au droit du site étudié est le suivant :

Tableau 11 : Modèle géotechnique de synthèse

Formation	Prof. toit (m)	Prof. base (m/TN)	E_M (MPa)	P_{LM}^* (MPa)	α (-)	γ_h (kN/m ³)	C' (kPa)	ϕ' (°)	Classification GTR
Terre végétale	0	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Argile limoneuse	0,1	2,5	6	0,5	2/3	18	16	19	A2
Marne blanche	2,5	4 à 5	20	1,5	2/3	-	-	-	A2
Marne calcaire (au droit de ST2/SP2)	4	5	40*	3,5*	1/2	-	-	-	-

*valeur minorée retenue à l'issu du seul essai pressiométrique réalisé sur cette formation

Avec :

E_M : module pressiométrique,

P_{LM}^* : pression limite,

α : coefficient rhéologique de Ménard,

γ_h : poids volumique humide,

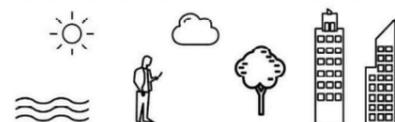
C' : cohésion effective,

ϕ' : angle de frottement interne effectif.

Le coefficient rhéologique, α , est déterminé à partir du tableau suivant :

Tableau 12 : Coefficient rhéologique du sol

Type	Tourbe		Argile		Limon		Sable		Sable et gravier		Roche		
	α	E/pl	α	E/pl	α	E/pl	α	E/pl	α	E/pl	Type	α	
Surconsolidé très serré	—	> 16	1	> 14	2/3	> 12	1/2	> 10	1/3	Très peu fracturé	2/3	Normal	1/2
Normalement consolidé normalement serré	1	9-16	2/3	8-14	1/2	7-12	1/3	6-10	1/4	Très fracturé	1/3		
Sous-consolidé, aitéré	—	7-9	1/2	5-8	1/2	5-7	1/3	—	—	Très altéré	2/3		



6. Description du projet

6.1. Ouvrages et implantations

Le projet comprend la mise en œuvre de tables photovoltaïques et de postes de transformation, selon le schéma de principe ci-dessous :

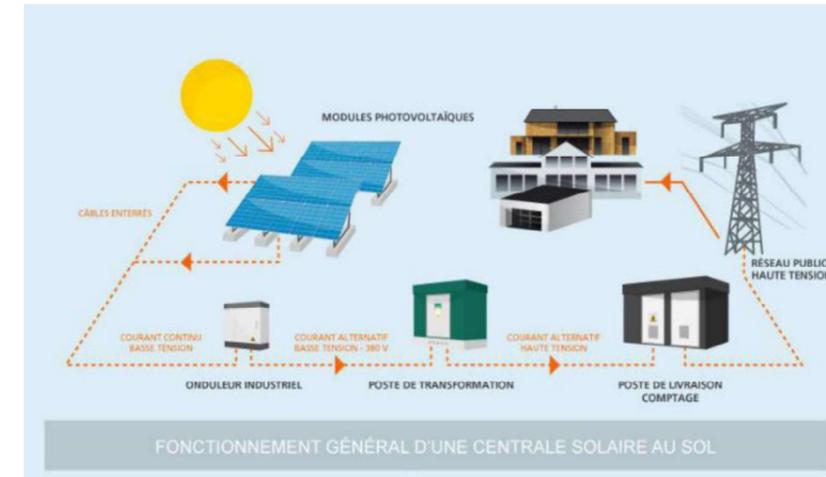


Figure 11 : schéma type d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau

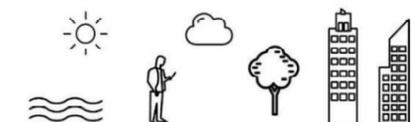
Au stade actuel de cette étude, le plan de masse du projet n'est pas encore mis à disposition d'Antea Group.

6.2. Tables photovoltaïques

Les tables photovoltaïques seront constituées par un assemblage de panneaux photovoltaïques fixés sur des châssis métalliques reposant sur le sol en place par l'intermédiaire de **longrine en béton armé** (cf. illustration en figure suivante).



Figure 12 : Exemple de châssis métallique reposant sur des longrines béton



Les dimensions des châssis ne sont pas arrêtées de façon définitive, au stade actuel du projet.

6.3. Postes de transformation

L'emplacement des postes de transformation n'est pas encore défini.

Peu d'information nous ont été transmise concernant le type de construction. D'après notre expérience sur des projets similaires, ces ouvrages sont souvent des bâtiments de type « conteneurs ou postes préfabriqués ».

Les plans et coupes du projet ne nous ont à ce jour pas été transmises. Nous considérons en première approche et pour le poste électrique les dimensions suivantes :

- Longueur : 10,0 m
- Largeur : 3,0 m
- Hauteur : 3,0 m

Ces éléments seront confirmés avec l'avancée du projet, et seront intégrés dans les dimensionnements géotechniques de phase d'exécution (mission G2 PRO, au sens de la norme NF P94-500).

7. Etude des fondations du projet

7.1. Hypothèses de calcul

7.1.1. Mode de fondations

Compte tenu de l'enjeu archéologique (présence de vestiges d'une villa gallo-romaine à environ 25 cm de profondeur), il pourra être réalisé des fondations de type superficiel :

- Longrines en béton armé (forme rectangulaire) indépendantes pour fonder les tables, ou tout autre système de fondation superficielle hors sol équivalent ;
- Radier en béton armé pour fonder les postes de transformation.



Figure 13 : Exemple de panneaux fondés sur longrines indépendantes

➤ Tables photovoltaïques

Les tables photovoltaïques seront fondées superficiellement, posées sur des longrines en béton armé.

A ce stade d'avancement des études et en l'absence de données précises sur les descentes de charges et donc sur les longrines constituant les fondations propres à ce type de module, nous proposons d'utiliser des dimensions de longrines issues de notre expérience sur des projets similaires.

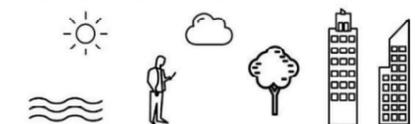
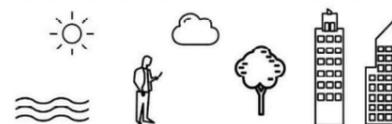
Les dimensions (Longueur x largeur x hauteur) des longrines retenues dans le cadre de cette étude seront les suivantes :

- Longueur : variation entre 3,0 et 4,5 m
- Largeur : 0,60 m
- Hauteur : 0,40 m

➤ Postes transformateurs

Les postes transformateurs reposeront sur des radiers généralisés en béton armé.

Au vu de l'enjeu archéologique, un matelas en matériaux insensibles à l'eau, d'une épaisseur minimale de 0,5 m sera réalisé sous l'ensemble des fondations, avec un débord de 1 m minimum.



Par expérience, ces radiers sont généralement pré-intégrés aux postes préfabriqués. Dans ces conditions, les éléments de dallage ou de planchers bas seront définis par le fournisseur de préfabriqué.

A ce stade d'avancement des études et en l'absence de données précises sur les descentes de charges et sur la géométrie retenue du radier, nous prendrons l'hypothèse d'un radier de dimension 12 m x 3 m x 0,3 m sous chaque poste.

Ces éléments seront confirmés dans le cadre des études de conception en phase G2 PRO.

7.1.2. Contraintes de projet

A ce stade d'avancement du projet, aucune descente de charge, associée aux cas de charge d'étude (ELU_{fond}, ELU_{acc}, ELS_{car}, ELS_{qp}) ne nous a été transmise.

Nota : Il ne nous a pas été fourni de valeurs de déplacements admissibles. A ce titre, nous émettons donc dans la présente étude les recommandations usuelles qui resteront à ajuster en phase d'exécution, en fonction des valeurs de déplacement restant à remettre par le constructeur.

7.2. Méthodologie de calcul

7.2.1. Règlement de calcul

Les calculs ont été réalisés conformément aux prescriptions de l'EUROCODE 7 (EC7) et de sa norme d'application nationale NF P94-261 – Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles.

Conformément à cette Norme d'application nationale, il doit être vérifié, pour la combinaison d'action fondamentale et la situation de projet la plus défavorable vis-à-vis de l'état limite ultime (ELU), la sécurité vis-à-vis des modes de rupture suivants :

- Rupture par poinçonnement du sol support : défaut de capacité portante et excès d'excentricité du chargement appliqué à la fondation ;
- Rupture par renversement.

Il doit être vérifié, pour la combinaison d'action quasi-permanente et la situation de projet la plus défavorable vis-à-vis de l'état limite de service (ELS), les critères suivants :

- Un critère de tassement acceptable vis-à-vis de la structure.

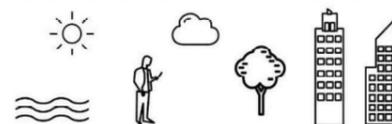
7.2.2. Capacité portante

Aux ELU comme aux ELS, la condition de non-rupture par défaut de portance du terrain s'écrit :

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

Avec :

V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation au terrain ($V_d = \gamma_G G_{max}$ aux ELU et $V_d = G_{max}$ aux ELS, $\gamma_G=1,35$ selon l'approche de calcul 2),



R_0 est la contrainte totale initiale à la base de la fondation, dans notre cas cette valeur est égale à 0 compte tenu de l'absence d'encastrement des longrines.

$R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation et s'écrit :

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

Où :

A = valeur de la surface de la semelle

A' : valeur de la surface effective $A' = A$ pour un excentrement nul,

$\gamma_{R;v}$: facteur partiel pour le calcul de la portance (cf. Tableau 13),

$\gamma_{R;d;v}$: coefficient de modèle associé à la méthode de calcul pressiométrique (cf. tableau ci-après),

Tableau 13 : Coefficient partiel à prendre en compte dans la vérification de la portance du sol aux ELU et ELS

	Coefficient partiel pour le calcul de la portance - $\gamma_{R;v}$	Coefficient de méthode (Calcul pressiométrique) $\gamma_{R;d;v}$
ELU transitoire et durable	1,4 (Tableau B.3.3 – Jeu R2 – NF P 94-261)	1,2
ELU accidentel	1,2	
ELS Quasi-permanent	2,3	
ELS caractéristique		

q_{net} est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation pouvant être calculée selon plusieurs méthodes. Elle s'écrit :

➤ **Selon la méthode de vérification à partir des propriétés de cisaillement du sol :**

En considérant que :

- la charge est appliquée verticalement sur la fondation (coefficients d'inclinaison de la charge $i_c = i_q = i_v = 1$),
- q'_0 , la contrainte effective à la base de la fondation après les travaux, est égale à 0 compte tenu de l'encastrement nul de la fondation.

Selon l'Annexe F de la norme NF P 94-261, elle s'écrit :

$$q_{net} = c' N_c s_c + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma - q'_0$$

Où :

N_c, N_q, N_γ : Facteurs de capacité portance,

s_c, s_q, s_γ : coefficient de forme de la fondation,

γ' : Poids volumique déjaugé, dans notre cas 8 kN,

Le calcul des facteurs de capacité portante sont présentés dans le tableau suivant :

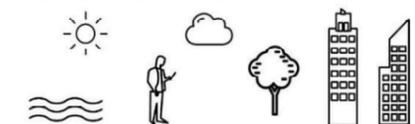


Tableau 14 : Facteurs de portance, coefficients de base et de forme de la fondation, coefficients d'inclinaison de la charge
Méthode analytique en conditions drainées (Tableau F.3.3 NF P 94-261)

Facteurs / coefficients	Terme de surcharge ou de profondeur	Terme de cohésion	Terme de surface
Portance	$N_q = e^{s \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$	$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi}$	$N_r = 2(N_q - 1) \tan \phi^{0.5}$
Forme ^a	$s_q = 1 + \frac{B'}{L} \sin \phi$	$s_c = \frac{s_q N_q - 1}{N_q - 1}$	$s_r = 1 - 0.3 \frac{B'}{L}$
Inclinaison de la base ^b	$b_q = (1 - \alpha \tan \phi)^2$	$b_c = \frac{b_q (1 - b_q)}{N_c \tan \phi}$	$b_r = (1 - \alpha \tan \phi)^2$
Inclinaison de la charge ^{c,d}	$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A' c' / \tan \phi} \right]^m$	$i_c = i_q - \frac{(1 - i_q)}{N_c \tan \phi}$	$i_r = \left[1 - \frac{H}{V + A' c' / \tan \phi} \right]^{m+1}$

a. Ces formules s'appliquent également au cas des semelles carrées ou circulaires en prenant dans ce cas B'=L'.
b. α est l'inclinaison de la base de la fondation par rapport à l'horizontale.
c. V, H sont respectivement la valeur de calcul de l'effort normal et parallèle au plan de la base de la fondation superficielle.
d. m est un exposant dont la valeur est indiquée en F.3.3 (3).
e. Cette formule ne s'applique que pour des fondations à base rugueuse ($\delta \geq \phi/2$).

➤ Selon la méthode pressiométrique :

Selon l'Annexe D de la norme NF P 94-261, elle s'écrit :

$$q_{net} = k_p p_{le} * i_\delta i_\beta$$

Où

- i_δ : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement ;
- i_β : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente ;
- p_{le} : pression limite nette équivalente mesurer lors des essais in situ ;
- k_p : facteur de portance pressiométrique.

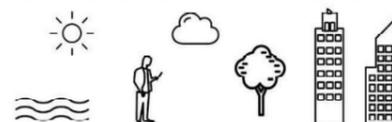
7.2.3. Vérification de stabilité au renversement

La surface d'assise effective A' de la fondation superficielle, pour le cas d'une semelle rectangulaire, s'exprime par la relation suivante (Norme NF P 94-261 – Annexe Q) :

$$A' = (B - 2e_B)(L - 2e_L)$$

Où :

- B** : Largeur de la fondation rectangulaire (en m)
- L** : Longueur de la fondation rectangulaire (en m)
- e_B** : Excentrement de la charge selon la largeur de la fondation (en m)
- e_L** : Excentrement de la charge selon la longueur de la fondation (en m)
- e** : Excentrement du chargement, calculé selon la formule suivante :



$$e = \frac{M}{N}$$

Où :

M : correspond au moment de rotation de la fondation, défini d'après l'expression suivante :

$$M = F_h \times H$$

- F_h** : correspond à la résultante des forces horizontales agissant sur la fondation,
- H** : bras de levier correspondant à la hauteur d'action de la composante horizontale,
- N** : effort normal sur la fondation, soit la somme du poids propre de la longrine auquel se soustraient les efforts de traction,
- B** : largeur de la fondation.

La stabilité au renversement est justifiée en assurant une compression au sol d'assise en sous-face de la fondation, sur au moins :

- 100% de la surface d'assise totale dans un cas de charge à l'ELS permanent
- 75% de la surface d'assise totale dans un cas de charge à l'ELS caractéristique
- 10% de la surface d'assise totale dans un cas de charge à l'ELU (fondamental, accidentel et sismique).

Ces seuils peuvent être traduits en critères d'excentricité maximale du chargement. Cela est résumé dans le tableau ci-dessous :

Tableau 15 : Inéquations devant être vérifiées pour la justification de la stabilité d'une fondation rectangulaire au renversement

Cas de chargement	Surface d'assise effective comprimée A' devant être vérifiée	Inéquation à vérifier pour stabilité au renversement d'une fondation rectangulaire de dimension L x B	Références sur la Norme NF P 94-261
ELS qp	= 100%	$(1 - 2e_B/B) \times (1 - 2e_L/L) \geq 2/3$	Formule 13.3.3
ELS car	≥ 75%	$(1 - 2e_B/B) \times (1 - 2e_L/L) \geq 1/2$	Formule 13.3.6
ELU	≥ 10%	$(1 - 2e_B/B) \times (1 - 2e_L/L) \geq 1/15$	Formule 9.5.3

7.2.4. Glissement (ELU)

Aux ELU, la condition de stabilité au glissement de la fondation s'écrit (formule 10.1.1 de la Norme NF P 94-261) :

$$H_d \leq R_{h,d} + R_{p,d}$$

Où :

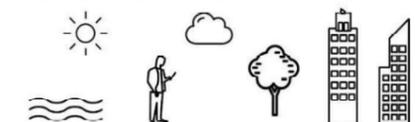
- H_d** : composante horizontale de la charge transmise par la fondation au terrain ;
- R_{h,d}** : résistance au glissement de la fondation ;
- R_{p,d}** : résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de H_d.

Soit, dans le cas présent :

$$H_d \leq \frac{Vd \tan \phi'}{\gamma g_1} + \frac{c' A'}{\gamma g_2}$$

Avec :

H_d et **V_d** : efforts horizontaux et verticaux calculés pour les combinaisons ELU fondamentales et accidentelles.



A' : l'aire de la surface comprimée sous la semelle. On considèrera, aux ELU, que la stabilité au renversement vérifiera une surface comprimée minimale de 10%.

ϕ' et c' : l'angle de frottement interne et la cohésion effective du sol à la base de la fondation.

γ_{g1} et γ_{g2} : coefficients de sécurité partiels sur les paramètres $\tan \phi'$ et c' . On considère que $\gamma_{g1} = 1,2$ et $\gamma_{g2} = 1,5$.

7.3. Ebauche dimensionnelle des fondations

7.3.1. Références normatives

Le prédimensionnement et la vérification de la stabilité des fondations sont menés à partir du modèle géotechnique de synthèse retenu pour ce projet, et conformément à la norme NF P94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'EUROCODE 7 – Fondations superficielles).

7.3.2. Résistance nette du terrain et contraintes de calcul sous les longrines

Le calcul de la résistance nette du terrain, et les contraintes de calcul qui en découlent, a été étudié selon le modèle géotechnique de synthèse retenu au § 5 du présent rapport.

La contrainte associée à la résistance nette du terrain qnet de la formation présente sous les futures fondations est la suivante :

$$N_c = 13,93 \text{ (facteur de portance dans le cas d'un sol avec } \phi = 19^\circ \text{)}$$

$$N_\gamma = 3,3 \text{ (facteur de portance dans le cas d'un sol avec } \phi = 19^\circ \text{)}$$

$$S_c = 1,09$$

$$S_\gamma = 0,95$$

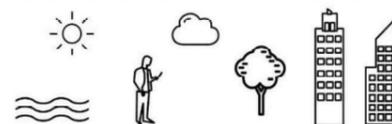
$$\gamma' = 8 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{D'où } q_{net} \approx 238 \text{ kPa}$$

On en déduit les contraintes de calcul aux états-limites, pour la formation de couverture du massif :

$$q'_{ELS} = 86 \text{ kPa}$$

$$q'_{ELU} = 142 \text{ kPa}$$



7.3.3. Ebauche dimensionnelle des longrines

➤ Calcul de la portance du sol sous la longrine

Le tableau suivant présente l'ébauche dimensionnelle des fondations de type longrines en béton armé, posée sur le massif de déchets remodelé et fermé par la couverture exposé ci-avant.

Tableau 16 : Ebauche dimensionnelle des longrines posées sur le massif remodelé et réhabilité

Géométrie de la fondation (L x l x h ; en m)	Cas de charge : ELU		Cas de charge : ELS car		
	Surface comprimée minimale A' (m²)	Rv ; d (kN) Résistance maximale du terrain aux ELU* sous la fondation	Surface comprimée minimale A' (m²)	Rv ; d (kN) Résistance maximale du terrain aux ELS* sous la fondation	Tassements prévisionnels sous effort maximal aux ELS* (cm)
Longrine béton 3,0 x 0,6 x 0,4 m	10%, soit 0,18 m²	26 kN	75%, soit 1,35 m²	116 kN	< 1
Longrine béton 3,5 x 0,6 x 0,4 m	10%, soit 0,21 m²	50 kN	75%, soit 1,58 m²	229 kN	< 1
Longrine béton 4,0 x 0,6 x 0,4 m	10%, soit 0,24 m²	57 kN	75%, soit 1,8 m²	261 kN	< 1
Longrine béton 4,5 x 0,6 x 0,4 m	10%, soit 0,27 m²	64 kN	75%, soit 2,0 m²	290 kN	< 1

*Dans le cas d'un effort vertical et centré sur la fondation, y compris poids de la fondation.

➤ Vérification de la portance du sol sous longrines béton

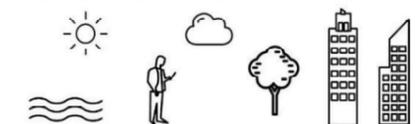
On vérifiera l'inéquation suivante : $V_d \leq R_{v;d}$ (R_0 étant égal à 0, dans le cas d'une longrine posée sur le sol, sans ancrage).

Où :

$$V_d = P_b + P_p$$

P_b = Poids de la longrine en béton armé

P_p = descente de charge calculée par le constructeur, appliquée sur la longrine la plus chargée



Il conviendra alors de vérifier, dans le cadre d'une étude d'exécution géotechnique en phase EXE (mission G3, au sens de la Norme NF P 94-500), lorsque les sollicitations et contraintes définitives seront définies par le bureau d'études structures, en fonction des structures réellement mises en œuvre :

Tableau 17 : Descente de charges maximales admissibles sur la longrine

Géométrie de la fondation (L x l x h ; en m)	Poids de la longrine** (kN)	Vd (kN) Effort maximal admissible aux ELU* appliqué sur la longrine	Vd (kN) Effort maximal admissible aux ELS* appliqué sur la longrine
Longrine béton 3,0 x 0,6 x 0,4 m	18 kN	8 kN	98 kN
Longrine béton 3,5 x 0,6 x 0,4 m	21 kN	29 kN	208 kN
Longrine béton 4,0 x 0,6 x 0,4 m	24 kN	33 kN	237 kN
Longrine béton 4,5 x 0,6 x 0,4 m	27 kN	48 kN	263 kN

** Hypothèse d'un poids volumique du béton armé de 25 kN/m³

7.3.4. Vérification de stabilité des longrines au renversement

A ce stade, aucun élément de descente de charge précise, ni cas de charge particulier n'est arrêté.

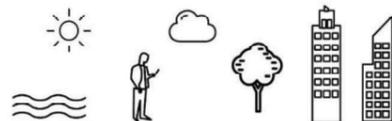
La stabilité au renversement des fondations devra être vérifiée et confirmée dans le cadre d'une étude d'exécution géotechnique en phase EXE (mission G3, au sens de la Norme NF P 94-500), lorsque les sollicitations et contraintes définitives seront définies par le bureau d'études structures, en fonction des structures réellement mises en œuvre.

Il conviendra notamment, dans le cadre de cette mission, de vérifier la stabilité des semelles au renversement (défaut d'excentrement), pour chaque cas de charge défini au stade Exécution, et pour chaque géométrie de fondation envisagée.

7.3.5. Vérification de la stabilité des longrines au glissement

Ces éléments devront être vérifiés et confirmés dans le cadre d'une étude d'exécution géotechnique en phase EXE (mission G3, au sens de la Norme NF P 94-500), lorsque les sollicitations et contraintes définitives seront définies par le bureau d'études structures, en fonction des structures réellement mises en œuvre.

Il conviendra notamment, dans le cadre de cette mission, de vérifier la stabilité des semelles au glissement, pour chaque cas de charge défini au stade Exécution, et pour chaque géométrie de fondation envisagée.



8. Assises de voiries et structures de chaussée

8.1. Généralités

Nous pourrions considérer que les voiries et pistes à aménager sont globalement constituées de sols argilo-craeux/argiles carbonatées, matériaux de classes A1 à A2 selon le GTR. Il conviendra d'après l'Annexe 2 du Guide technique sur la réalisation des remblais et des couches de forme fascicule II de mettre en œuvre ses matériaux dans toutes les situations météorologiques à l'exception de forte pluie avec un compactage moyen.

Sur l'emprise des tracés, les zones de terre végétale seront décapées pour mise en place de la couche de forme. Les sols remaniés par des opérations quelconques, ou les zones présentant une humidité ne parvenant pas à être maîtrisée, seront purgés.

Les fonds de forme devront être refermés dès l'arrivée de la pluie et la veille de week-end ou de périodes d'interruption. Une pente latérale de 2% orientée vers une bordure ou un fossé raccordé à un exutoire sera réalisée.

Le prédimensionnement des voiries est réalisé conformément au Guide des Terrassements Routiers (édition SETRA) et du Catalogue des structures types de chaussée neuves (édition SETRA), pour une plateforme PF2 (couche de forme à réceptionner avec un module de déformation réversible EV2 supérieur à > 50 MPa).

L'hypothèse est faite que les voiries supporteront un trafic de classe t5 (< 25 PL/j).

8.2. Plateforme supérieure des terrassements

La PST correspond à une épaisseur de sol d'environ 1 m sous la couche de forme d'une chaussée. Différents cas de PST sont définis et décrits dans le GTR. Cette description est complétée par la portance à long terme de l'arase de terrassement (notée AR) pour laquelle 4 autres classes d'arase sont distinguées.

Compte tenu de nos observations de terrain, et de la consistance apparente des formations de surface, la PST peut être qualifiée de **PST n°1 – AR1, dans des conditions climatiques et de saturation des matériaux favorables (CBR ≈ 6)**.

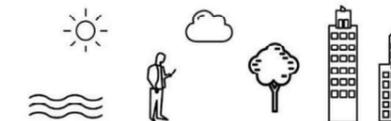
En cas d'exposition des plateformes à des conditions climatiques défavorables, et une saturation des matériaux élevée (état humide à très humide), la PST serait alors qualifiée de **PST n°0**.

8.3. Préparation de la plateforme support

Une purge de la frange de végétale devra être réalisée. Il s'agira à minima des dix premiers centimètres de terrain depuis la surface, ainsi que les éléments de type souche et racines d'arbre.

Pour une plateforme composée de matériaux de la Formation n°1, la plateforme support se trouverait dans un cas de PST n°1 – AR1 (EV2 ≈ 20 MPa).

Etant donné la sensibilité moyenne du site aux retraits/gonflement des argiles, avec des matériaux sensibles à leur variation hydrique, il convient de réaliser une couche de forme.



8.4. Réalisation de la couche de forme

Après la préparation de la plateforme support, l'obtention d'une classe de plateforme PF2 est obtenue de la manière suivante

Tableau 18 : Exemple de couche de forme pour obtenir une PF2

Conditions de PST minimales	Objectif classe de plateforme	Matériau de la couche de forme	Épaisseur de matériau de couche de forme
PST n°1 – AR1 (EV2 ≈ 20 MPa)	PF2 (ou EV2 > 50 MPa)	GNT *	0,45 m + géotextile anticontaminant

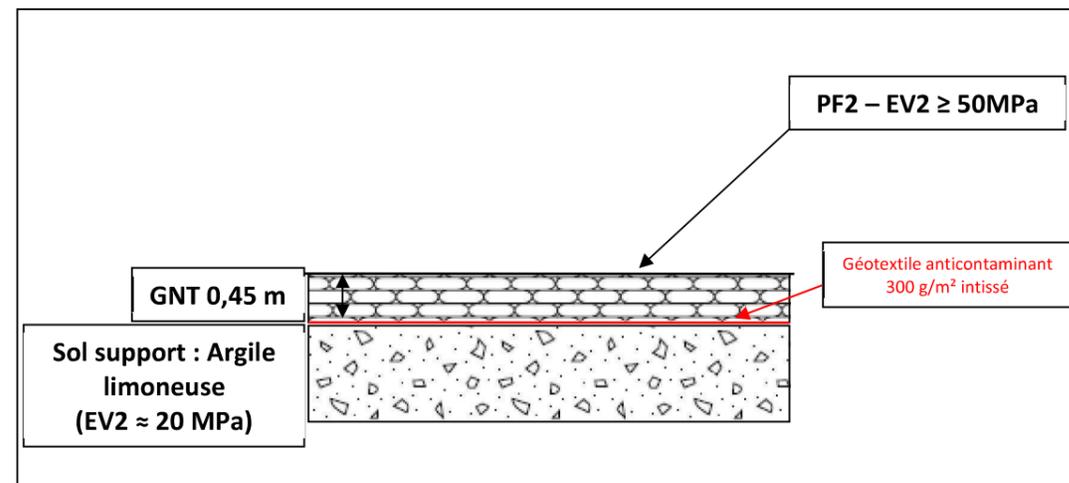
* matériau d'apport pris à titre d'exemple. Pour les matériaux d'apport, une demande d'agrément sera réalisée pour vérifier que les conditions du GTR soient respectées. Les caractéristiques suivantes devront être fournies :

- courbe granulométrique,
- teneur en eau,
- densité effective,
- Optimum Proctor,
- valeur d'essai Los Angeles LA et Micro Deval en présence d'eau MDe, ou friabilité FS pour les sables.

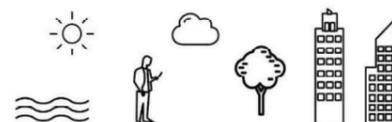
8.5. Coupes types de voiries

Selon les éléments décrits ci-avant, les coupes types de voiries pour le parc photovoltaïque pourra être la suivante :

- Sol support en matériaux du site : argile limoneuse de type A2



Nous recommandons à l'entreprise de procéder à une campagne d'essai de plaque sur l'arasé des futures zones de piste. La classe de PST des plateformes sera ainsi réévaluée préalablement à l'exécution des couches de forme.



9. Sujétions d'exécution et recommandations

9.1. Gestion des eaux de surface

9.1.1. En phase chantier

L'entreprise devra veiller à bien fermer les surfaces de travail avant l'arrivée de précipitations importantes afin de permettre le ruissellement et la collecte des eaux pluviales.

Les fossés de collecte et de gestion des eaux pluviales si présents seront maintenus et entretenus, afin de faciliter la collecte et l'évacuation des eaux. Ils devront être en état de fonctionnement tout comme leur exutoire et permettront d'éviter tout point d'accumulation des eaux météorologiques.

9.1.2. En phase définitive

Il est nécessaire de limiter et de maîtriser les écoulements des eaux de ruissellement sur le site dont les effets peuvent être néfastes à la construction.

Si des zones de flash et de stagnation potentielle d'eau, dues aux travaux de terrassements (éventuellement le décapage seul de la terre végétale) qui ont été réalisés ou lors des travaux d'aménagement du projet photovoltaïque, sont observées, elles devront être traitées. Les zones de stagnation devront être identifiées par une inspection visuelle et un repérage sur plan topographique à jour. Un léger remodelage avec apport de matériaux pourra être envisagé si besoin.

Malgré tout, le projet final ne devra pas impacter le ruissellement des eaux de surface. Des dispositions complémentaires seront mises en œuvre si nécessaire, dans le cas où les aménagements (alignement de longrines, pistes d'exploitation, etc.) feraient localement barrage aux écoulements de surface.

9.2. Terrassements sur le site et plateformes

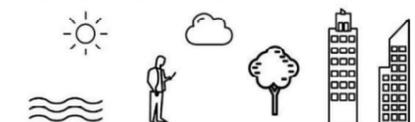
Les travaux de terrassements au droit de la zone d'étude concerneront la terre végétale en tenant compte de l'enjeu archéologique, et seront réalisés à l'aide d'engins classiques de terrassements de préférence en **période sèche**.

Dans le cadre de travaux de terrassements, l'épaisseur de couche de remblaiement mise en œuvre ne devra pas dépasser les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR, compte tenu de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé. Le taux de compactage devra être supérieur ou égal à 95 % de l'O.P.N.

Dans tous les cas, la réalisation d'une planche d'essais permettra de valider la méthodologie de mise en œuvre des matériaux rencontrés sur le site.

9.3. Circulation sur le site

Dans le cadre de la réalisation des travaux, la circulation des engins devra être maîtrisée. Il est impératif de réaliser à minima des pistes de circulation provisoires en matériau granulaire, à adapter en fonction



des conditions météorologiques au moment des travaux, afin de permettre la circulation des engins lourds type semi-remorques et grue et éviter la sollicitation des horizons potentiellement sensibles à leur variation hydrique.

Il est essentiel d'éviter l'orniérage de la couche superficielle, afin d'éviter la stagnation des eaux météoriques.

Les plateformes et pistes pourront être réalisés en prévoyant :

- La purge de la terre végétale, de terrains remaniés ou de toute poche altérée,
- Mise en œuvre d'un géotextile anticontaminant et antipoinçonnant,
- La réalisation d'une couche de forme en matériaux insensible à l'eau, de type grave, sur une épaisseur minimale de 0,45 m.

L'épaisseur finale de la couche de forme dépendra des épaisseurs de purges réalisées et du niveau zéro pour atteindre la cote souhaitée des fondations.

La réalisation de planches d'essais avec essais à la plaque permettra de caler les épaisseurs de matériaux à mettre en œuvre pour atteindre un objectif de plateforme PF2. Avant la réalisation des fondations, des essais de portance de la plate-forme devront être réalisés (selon la norme NF 94-117-3 de décembre 2008 « Coefficient de réaction de Westergaard, Kw, sous chargement statique d'une plaque ») afin d'assurer les objectifs de portance défini par la norme NF P11-213-1 :

- **Kw ≥ 35 MPa/m** (pour un diamètre de plaque de 75 cm).
- **EV2 > 50MPa**
- **EV2/EV1 < 2**

Il conviendra de programmer les travaux en période favorable à la préservation des caractéristiques des terrains de surface (en dehors des saisons pluvieuses notamment).

En cas d'intervention en période plus défavorable, l'entrepreneur définira, en accord avec le suivi d'exécution géotechnique (Mission G4 au sens de la Norme NF P 94-500). Il pourra s'agir, par exemple, de renforcements ponctuels ou généralisés des plateformes avec des matériaux granulaires insensibles à l'eau, ou encore un traitement spécifique des matériaux en place si le contexte spécifique du site le permet (présence à faible profondeur des vestiges archéologiques).

9.4. Fondations superficielles des tables

Afin de garantir la bonne exécution des semelles superficielles isolées, les recommandations sont les suivantes :

- Les travaux de mise en œuvre des fondations au droit de la zone de stockage seront de préférence en période sèche, afin d'assurer le trafic de chantier et les conditions de pose des longrines ;
- Les fondations devront être homogènes pour une même table ;
- Afin de garantir la bonne exécution des fondations des ouvrages, il conviendra de terrasser soigneusement le sol d'assise de façon à éliminer les flashes et autres défauts de surface, en préservant l'intégrité de la couverture sous-jacente ;
- Les longrines de fondation n'étant pas ancrées, le constructeur s'assurera de ne pas créer d'obstacle à la continuité hydraulique du terrain, et d'éviter toute zone de stagnation.
- Les fondations des ouvrages devront être dimensionnées par un BE Structure en conformité aux normes NF EN 206-1 (fabrication béton), NF P 11-213-1, 2 (dallages) et au DTU 21 (exécution des ouvrages en béton) ;



- Le ferrailage des ouvrages devra être justifié selon les Eurocodes 2 (NF EN 1992-1, 2) et 8 (NF EN 1998-1, 5) ;
- Afin de garantir la bonne exécution des fondations des tables photovoltaïques, il conviendra de s'assurer de la bonne qualité et de l'homogénéité du sol d'assise ;
- Les plateformes support des fondations seront soigneusement vérifiées afin de vérifier la conformité avec le contexte lithologique défini, et déceler et purger toute poche de sols mous ou de remblais pouvant subsister au niveau d'assise retenu ;
- Les dénivellations des niveaux d'assise des fondations seront assurées en respectant la proportion $H/L < 2/3$ en partant du point le plus bas.

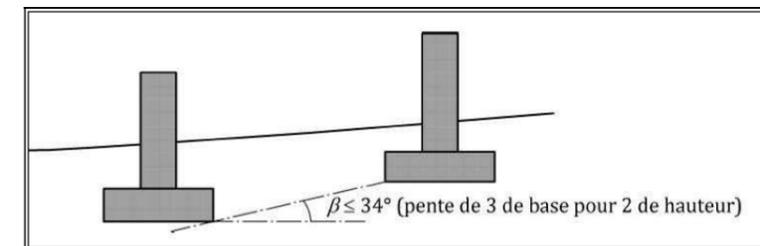


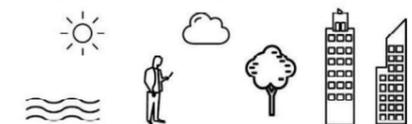
Figure 14 : Dispositions relatives à l'emplacement des fondations superficielles

Les fonds de fouilles des fondations seront soigneusement vérifiés afin de vérifier la conformité avec le contexte lithologique défini (assise des fondations au toit ou au sein du calcaire), et déceler et purger toute poche de sols mous pouvant subsister au niveau d'assise retenu. Ce contrôle pourra être réalisé dans le cadre d'une mission de suivi d'exécution géotechnique, mission G4 au sens de la Norme NF P 94-500.

9.5. Préconisations après travaux

Afin d'assurer la pérennité des ouvrages géotechniques, il est recommandé de :

- Ne pas charger l'ouvrage au-delà des charges prévues à la conception ;
- Ne pas creuser autour des fondations ;
- Ne pas apporter des charges à proximité immédiate de l'ouvrage ;
- Suivre les recommandations données dans le chapitre spécifique du présent rapport ;
- Eviter la plantation d'arbres à proximité de l'ouvrage ;
- Ne pas apporter de remblais sur un terrain en pente en amont ou en aval de la construction.



10. Enchaînement des missions géotechniques

Nous rappelons que le présent rapport concerne l'étude d'ingénierie géotechnique d'avant-projet (mission G2 AVP au sens de la norme NF P 94-500, version de *novembre 2013*).

Conformément aux préconisations de cette norme, elle doit être suivie par l'étude d'ingénierie géotechnique de projet (mission G2 PRO), une fois connues les caractéristiques des fondations (descentes de charge et prédimensionnement des massifs de fondation ou radiers réalisé par le BET Structures).

Pour la phase de réalisation des travaux, une mission de supervision géotechnique (mission G4) devra être réalisée. Elle comportera, d'une part, la validation des documents géotechniques produits par l'entreprise, et d'autre part le suivi géotechnique du chantier, permettant de s'assurer que les terrains rencontrés présentent des caractéristiques géotechniques cohérentes avec les hypothèses faites dans le cadre des études, et le cas échéant définir en concertation avec l'entreprise les adaptations nécessaires.

Antea Group reste à la disposition du Maître d'ouvrage et des Responsables du projet pour assurer ces différentes missions, avec l'avancement global du projet.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

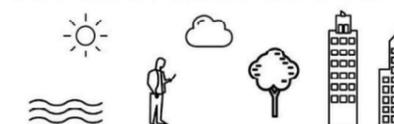
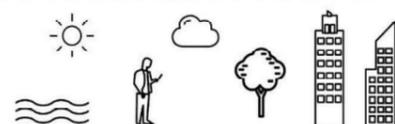
Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500- Novembre 2013)



ANNEXES

Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500- Novembre 2013) – 3 pages

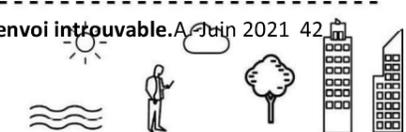
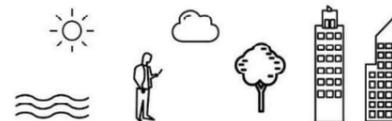
Annexe II : Bordereaux des essais pressiométriques – 2 pages

Annexe III : Bordereaux des analyses d'agressivité des sols vis-à-vis des bétons

Annexe IV : Bordereaux des essais géomécaniques en laboratoire

Schéma d'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission	Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)	Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)	Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)	Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)	Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT	Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage	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
	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 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
	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 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	
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



Classification des missions d'ingénierie géotechnique (page 1/2)

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.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (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).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE 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 (page 2/2)

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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).

- 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 GEOTECHNIQUE 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 avoisnants 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.

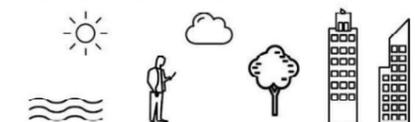
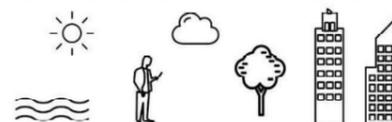
DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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 II : Bordereaux des essais pressiométriques – 2 pages



Forage
SP1

Outil de forage
Tarière

Diamètre de l'outil
63 mm

Cote début
0 m

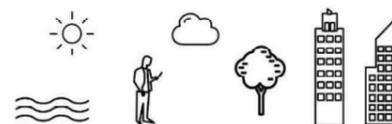
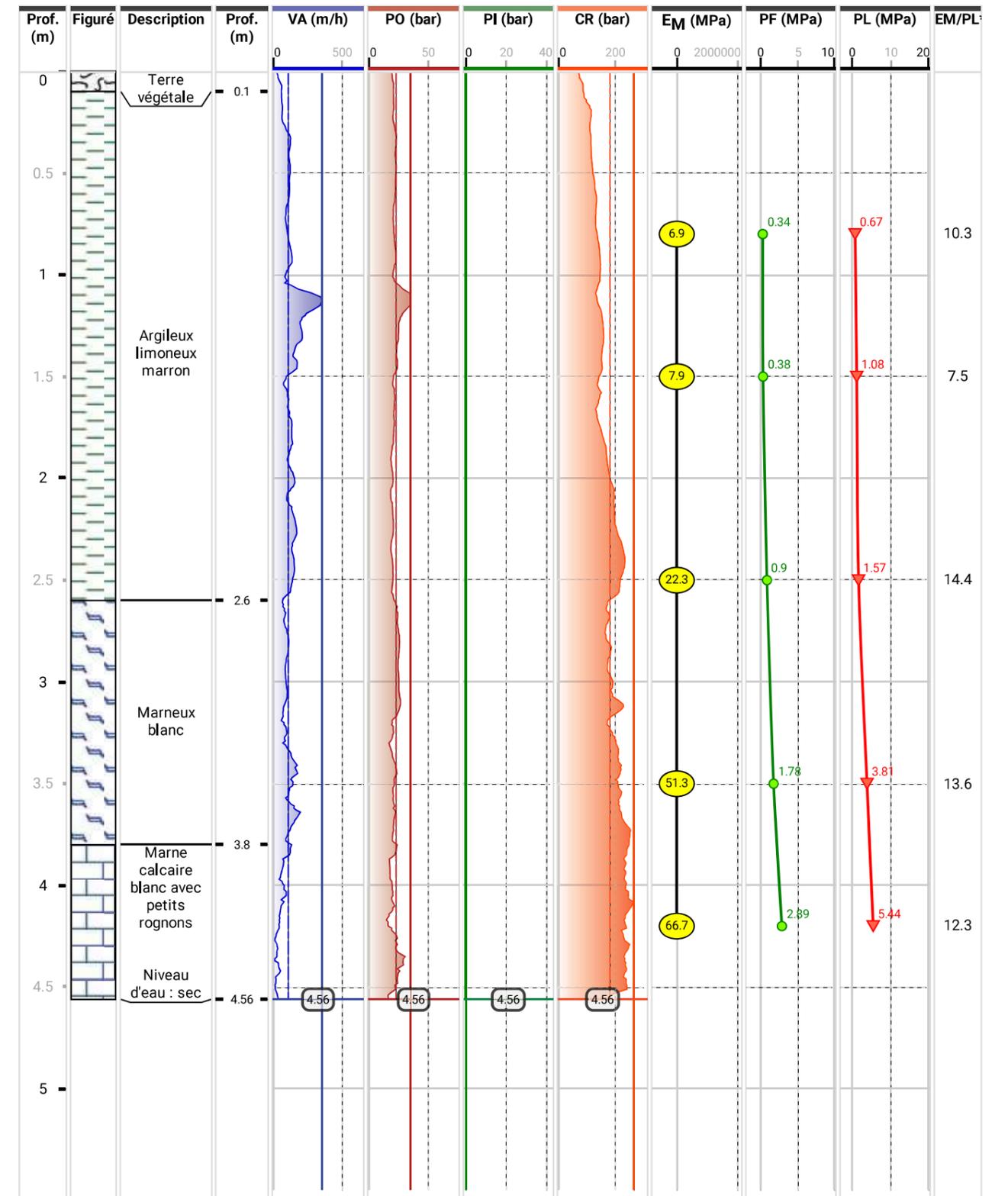
Cote fin
4.56 m

Sondage pressiométrique Ménard
EN ISO 22476-4

Date de début
04/05/2021 09:48:39

Dossier
MER 41

Client





Forage
SP2

Outil de forage
Tarière

Diamètre de l'outil
63 mm

Cote début
0 m

Cote fin
5.15 m

Sondage pressiométrique Ménard
EN ISO 22476-4

Date de début
04/05/2021 10:33:32

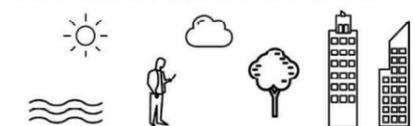
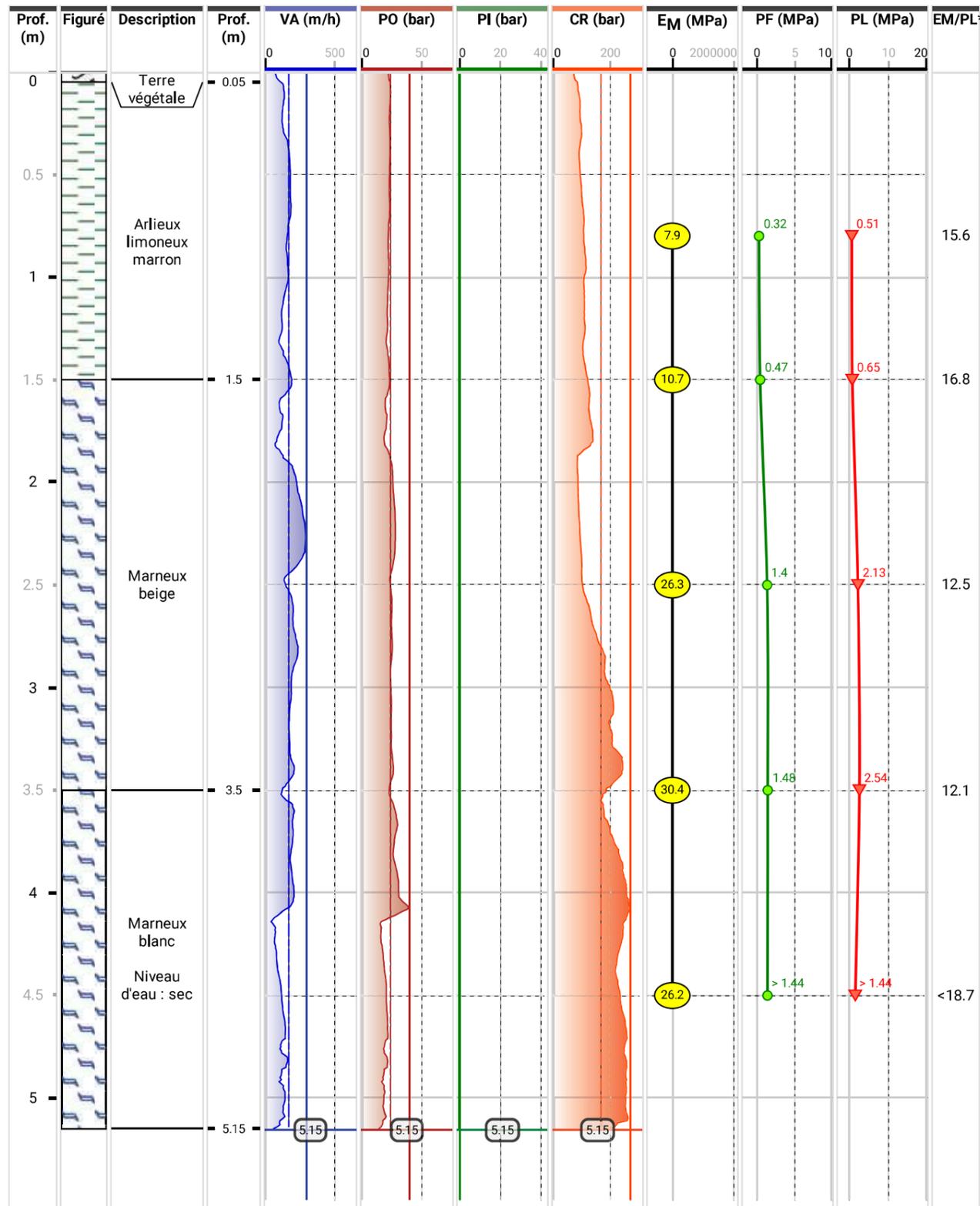
Dossier
MER 41

Client



Création d'un parc photovoltaïque à Mer (41) Mer (41)
Etude géotechnique d'Avant-projet - Mission G2 AVP

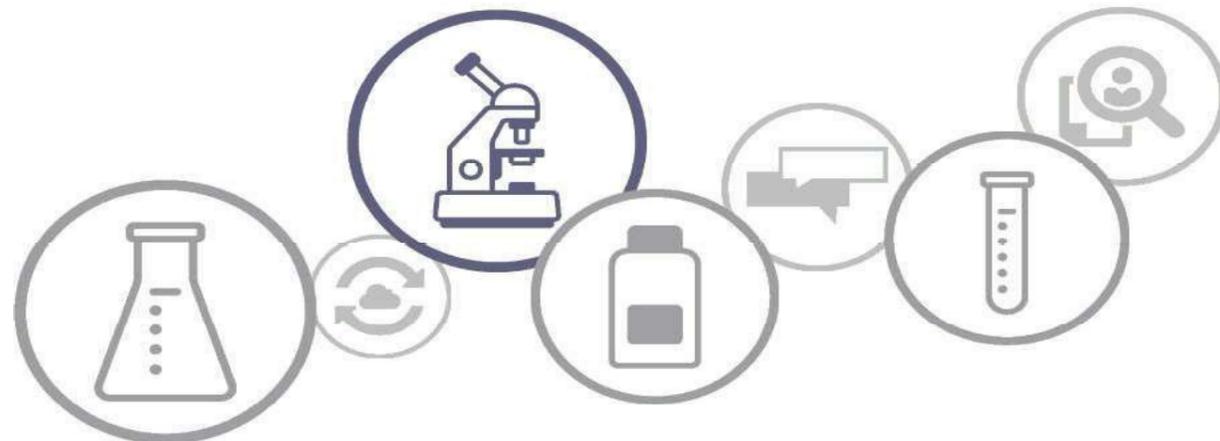
Annexe III : **Bordereaux des analyses d'agressivité des sols vis-à-vis des bétons**



N° rapport d'essai ULY21-013458-1
N° commande ULY-12648-21
Interlocuteur (interne) Y. Lafond
Téléphone +33 474 990 554
Courrier électronique y.lafond@wessling.fr
Date 01.06.2021

Rapport d'essai

CENP210124



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.

Les paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A) et leurs résultats sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation DAKKS n° D-PL-14162-01-00 des laboratoires WESSLING Allemands est disponible sur le site www.dakks.de pour les résultats accrédités par ces laboratoires.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Le 01.06.2021

N° d'échantillon	21-089201-01	21-089201-02	21-089201-03	21-089201-04
Désignation d'échantillon	ST1 0.5	ST1 1-1.5	ST2 0.6-1	ST2 1.5

Extraction à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 (2008-06) - Réalisé par WESSLING Oppin (Allemagne)

Extrait à l'acide chlorhydrique (A)	MS-A	28.05.2021	28.05.2021	28.05.2021	28.05.2021

Analyse physique

Matières sèches - DIN ISO 11465 (1996-12) - Réalisé par WESSLING Oppin (Allemagne)

Matière sèche (A)	% mass MB	82,9	82,8	81,9	82,2

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN 4030-2 (2008-06) - Réalisé par WESSLING Oppin (Allemagne)

Degré d'acidité (A)	ml/kg MS-A	5,6	3,0	6,2	<2,0

Sulfates, HCl extr. B (agress. sur béton et acier) - DIN 4030-2 mod. (2008-06) - Réalisé par WESSLING Oppin (Allemagne)

Soufre (S) (A)	mg/kg MS-A	92,1	149	80,6	132
Sulfates (SO4) calc. (A)	mg/kg MS-A	276	446	241	395

MS-A : Matières séchées à l'air
MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	27.05.2021	27.05.2021	27.05.2021	27.05.2021
Type d'échantillon :	<i>Sol / remblais</i>	<i>Sol / remblais</i>	<i>Sol / remblais</i>	<i>Sol / remblais</i>
Date de prélèvement :	<i>04.05.2021</i>	<i>04.05.2021</i>	<i>04.05.2021</i>	<i>04.05.2021</i>
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002
Quantité d'échantillon :				
Température à réception (C°) :	11,5	11,5	11,5	11,5
Début des analyses :	27.05.2021	27.05.2021	27.05.2021	27.05.2021
Fin des analyses :	01.06.2021	01.06.2021	01.06.2021	01.06.2021

Le 01.06.2021

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Les résultats des échantillons reçus à une température supérieure à 8°C, sont rendus avec réserve.

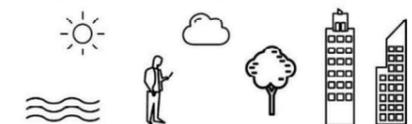
Signataire approbateur :

Guillaume OLIVIER

Responsable de laboratoire environnement



Annexe IV : **Bordereaux des essais géomécaniques en laboratoire**



 RAPPORT D'ESSAIS Lab21114		BE_GES-03-V9 Date de création : 07/05/2021 Date de mise-à-jour : 15/06/2021
Nom et adresse du client URBASOLAR		
Mer (41) - Parc photovoltaïque CENP210124 Antea Group MERIGNAC - N. CARPENTIER nicolas.carpentier@anteagroup.fr		
Date de réception	Echantillons réceptionnés	
05/05/2021	2 échantillons en vrac en sac plastique 5 échantillons intacts sous gaine PVC.	
Sommaire du rapport 1 tableau de résultats d'essais en laboratoire. 11 pages d'annexes dont : Bordereau d'essais d'identification de sol (1 page). Bordereau d'essai au bleu de méthylène (1 page). Bordereaux de classification GTR (2 pages). Bordereaux d'essai d'indice California Bearing Ratio immédiat (2 pages). Bordereaux d'essai de cisaillement sol (5 pages).		
Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais. Sauf accord écrit préalable, le présent rapport ne peut être reproduit que dans son intégralité. Sauf demande expresse du donneur d'ordre, les échantillons ne sont pas conservés au delà de un mois après l'envoi du rapport. L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport ont été obtenus avec les échantillons définis ci-dessus, mais que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats font l'objet d'un document séparé ou n'ont pas été demandés par le donneur d'ordre.		
Le responsable des essais C. POINCLOU 		Le responsable technique E. ANTOINET
fichier : Lab21114 - BE_GES-03_Lab21114_CENP210124.xls Contact pour le suivi des essais M. MAISON		

		Synthèse des Résultats d'Essais N° Rapport : Lab21114										BE_GES-03c-V9 Date de Mise-à-jour : 14/06/2021																																																																																																																																										
N°Projet : CENP210124 Projet : Mer (41) - Parc photovoltaïque Client : URBASOLAR										Unité : MERIGNAC Chef de Projet : N. CARPENTIER																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Intitulé</th> <th colspan="2">S 102</th> <th colspan="3">S 111</th> <th>S 114</th> <th colspan="2">S 205a</th> <th colspan="4">S 505e</th> </tr> <tr> <th>W_e</th> <th>D_{max}</th> <th><50mm</th> <th><2mm</th> <th><80µm</th> <th>VBS</th> <th>GTR</th> <th>W_e</th> <th>CBR</th> <th>C_p</th> <th>φ_p</th> <th>C_f</th> <th>φ_f</th> </tr> <tr> <th>Unité</th> <th>(%)</th> <th>(mm)</th> <th>(%)</th> <th>(%)</th> <th>(%)</th> <th>(%)</th> <th>(%)</th> <th>(%)</th> <th>(%)</th> <th>(kPa)</th> <th>(°)</th> <th>(kPa)</th> <th>(°)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CS1 Argile plastique marron, légèrement silteuse. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>24.4</td> <td>7.7</td> <td>46</td> <td>11</td> <td>23</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>CS2 Argile plastique marron, légèrement sableuse.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>24</td> <td>20</td> <td>16</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>CS3 Argile plastique marron, légèrement sableuse. Présence de rares éléments siliceux millimétriques.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>23</td> <td>21</td> <td>13</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>CS4 Argile silteuse peu plastique marron. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>24.4</td> <td>5.1</td> <td>31</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>CS5 Argile silteuse plastique marron. Présence d'éléments siliceux millimétriques et carbonatés millimétriques à centimétriques.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>25</td> <td>22</td> <td>17</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>ST1 à 0.50 m Marne plastique marron, légèrement sableuse.</td> <td>28.2</td> <td>7</td> <td>100.0</td> <td>99.4</td> <td>70.9</td> <td>5.7</td> <td>A₂</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ST2 de 2.00 à 2.50 m Marne silteuse marron grisâtre. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.</td> <td>18.3</td> <td>8</td> <td>100.0</td> <td>90.8</td> <td>58.8</td> <td>4.5</td> <td>A₂</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Intitulé	S 102		S 111			S 114	S 205a		S 505e				W _e	D _{max}	<50mm	<2mm	<80µm	VBS	GTR	W _e	CBR	C _p	φ _p	C _f	φ _f	Unité	(%)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	CS1 Argile plastique marron, légèrement silteuse. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.								24.4	7.7	46	11	23	16	CS2 Argile plastique marron, légèrement sableuse.										24	20	16	19	CS3 Argile plastique marron, légèrement sableuse. Présence de rares éléments siliceux millimétriques.										23	21	13	22	CS4 Argile silteuse peu plastique marron. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.								24.4	5.1	31	15	15	19	CS5 Argile silteuse plastique marron. Présence d'éléments siliceux millimétriques et carbonatés millimétriques à centimétriques.										25	22	17	22	ST1 à 0.50 m Marne plastique marron, légèrement sableuse.	28.2	7	100.0	99.4	70.9	5.7	A ₂							ST2 de 2.00 à 2.50 m Marne silteuse marron grisâtre. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.	18.3	8	100.0	90.8	58.8	4.5	A ₂						
Intitulé	S 102		S 111			S 114	S 205a		S 505e																																																																																																																																													
	W _e	D _{max}	<50mm	<2mm	<80µm	VBS	GTR	W _e	CBR	C _p	φ _p	C _f	φ _f																																																																																																																																									
Unité	(%)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)																																																																																																																																									
CS1 Argile plastique marron, légèrement silteuse. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.								24.4	7.7	46	11	23	16																																																																																																																																									
CS2 Argile plastique marron, légèrement sableuse.										24	20	16	19																																																																																																																																									
CS3 Argile plastique marron, légèrement sableuse. Présence de rares éléments siliceux millimétriques.										23	21	13	22																																																																																																																																									
CS4 Argile silteuse peu plastique marron. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.								24.4	5.1	31	15	15	19																																																																																																																																									
CS5 Argile silteuse plastique marron. Présence d'éléments siliceux millimétriques et carbonatés millimétriques à centimétriques.										25	22	17	22																																																																																																																																									
ST1 à 0.50 m Marne plastique marron, légèrement sableuse.	28.2	7	100.0	99.4	70.9	5.7	A ₂																																																																																																																																															
ST2 de 2.00 à 2.50 m Marne silteuse marron grisâtre. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.	18.3	8	100.0	90.8	58.8	4.5	A ₂																																																																																																																																															
Fichier : Lab21114 - Synthèse des Essais - Client.xls																																																																																																																																																						

BE_IDE-02 V11



Essais d'Identification des Sols
 NF P94-050
 NF P94-53
 NF P94-54
 NF P94-410-3

Date : 04/06/2021

Projet : Mer (41) - Parc photovoltaïque
 Sondage : cf. ci-dessous
 N° d'échantillon : cf. ci-dessous
 Profondeur : cf. ci-dessous
 N° d'archivage : 21_1302 à 21_1303
 Nature : cf. tableau de synthèse des essais
 Observation :

N° de projet : CENP210124
 Client : URBASOLAR
 Date de prélèv. : 04/05/2021
 Date de réception : 05/05/2021
 Etat : Vrac

Mesure de la teneur en eau W (%) - NF P94-050 (sol) ou NF P94-410-1 (roche)

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	P _s (Mg/m ³)	M _{humide} + tare (g)	M _{sèche} + tare (g)	M _{tare} (g)	W (%)
ST1 à 0.50 m	50	2.65	459.19	390.07	144.98	28.2
ST2 de 2.00 à 2.50 m	50	2.65	519.24	465.56	172.50	18.3

(en rouge) : valeur fixée à 2.65 par défaut si non mesurée par l'essai défini par la NF P94-054

Mesure des masses volumiques (Mg/m³) - NF P94-053 (à la trousse coupante §6.1 et au moule §6.2 - sol) ou NF P94-410-2 (roche)

Référence de l'échantillon	M _{humide} (g)	M _{trousse} (g)	D (cm)	H (cm)	V _d /V _{épr}	W/(1+e)	Sr (%)	ρ _h (Mg/m ³)	ρ _d (Mg/m ³)	n _t (porosité) (%)

Mesure des masses volumiques (Mg/m³) - NF P94-053 (par immersion dans l'eau §6.3 - sol) ou P94-512-2 (méthode par déplacement d'un fluide §5.3) ou NF P94-410-2 (roche)

Référence de l'échantillon	M _{épr. sèche} (g)	M _{épr. + para} ou M _{tare} (g)	M _{immergée} ou M _{tare + eau} (g)	V _{échantillon} (cm ³)	Temp. (°C)	Sr (%)	ρ _h (Mg/m ³)	W (%)	ρ _d (Mg/m ³)

Mesure de la masse volumique absolue (Mg/m³) - NF P94-054 (au pycnomètre)

Référence de l'échantillon	M _{picno} (g)	M _{picno+eau} (g)	T1 (°C)	V _{picno} (cm ³)	M _{picno+echan} (g)	M _{picno+ech+eau} (g)	T2 (°C)	V _{échantillon} (cm ³)	ρ _s (Mg/m ³)

Mesure de la porosité connectée - NF P94-410-3 (§7.2)

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	M _{sèche} (g)	M _{saturée} (g)	M _{immergée} (g)	W _{sat} (%)	ρ _d (Mg/m ³)	ρ _s (Mg/m ³)	ρ _{sat} (Mg/m ³)	n _c (porosité) (%)

Opérateur
M. MAISON

Contrôleur
C. POINCLOU

fichier : Lab21114 - BE_IDE-02_IDE_CENP210124 (1).xls
 Antea Group - Laboratoire d'essais géomécaniques - tél +33(0)2 38 23 23 41 - fax +33(0)2 38 23 23 78 - 3 Av. Claude Guillemin - 45100 ORLEANS - laboratoire.fr@anteagroup.com

BE_IDE-05-V2



Valeur au Bleu de Méthylène
 Essai à la tâche
 NF P94-068

Date : 11/06/2021

Projet : Mer (41) - Parc photovoltaïque
 Sondage : cf. ci-dessous
 N° d'échantillon : cf. ci-dessous
 Profondeur : cf. ci-dessous
 N° d'archivage : 21_1302 à 21_1303
 Nature : cf. ci-dessous
 Observation :

N° de projet : CENP210124
 Client : URBASOLAR
 Date de prélèv. : 04/05/2021
 Date de réception : 05/05/2021
 Etat : Vrac

Mesure de la teneur en eau W (%) - NF94-050

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	M _{humide} +tare (g)	M _{totale sèche} (g)	M _{tare} (g)	W (%)
ST1 à 0.50 m	50	459.19	390.07	144.98	28.2
ST2 de 2.00 à 2.50 m	50	519.24	465.56	172.50	18.3

Valeur au Bleu de Méthylène (Essai à la tâche) - NF P94-068

Référence de l'échantillon	M _{humide} (g)	V _{bleu} introduit Solution à 10 g/L (cc)	Tamisé à 5 mm (%)	Description	VBS (gramme de bleu pour 100 g de matériaux sec)
ST1 à 0.50 m	34.17	153	99.8	Marne plastique marron, légèrement sableuse.	5.7
ST2 de 2.00 à 2.50 m	35.96	140	98.1	Marne silteuse marron grisâtre.	4.5

Opérateur
M. MAISON

Contrôleur
C. POINCLOU

fichier : Lab21114 - BE_IDE-05_VBS_CENP210124 (1).xls
 Antea Group - Laboratoire d'essais géomécaniques - tél +33(0)2 38 23 23 41 - fax +33(0)2 38 23 23 78 - 3 Av. Claude Guillemin - 45100 ORLEANS - laboratoire.fr@anteagroup.com



Indice CBR immédiat

Mode opératoire n° LMO014
Norme NF P 94-078

BE_TER-02-V4

Laboratoire d'essais géomécaniques

Date : 10/06/2021

Projet : Mer (41) - Parc photovoltaïque
Sondage : CS1
N° d'échantillon :
Profondeur : Non communiquée
N° d'archivage : 21_1297
Nature : Argile plastique marron, légèrement silteuse. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.
Observation :

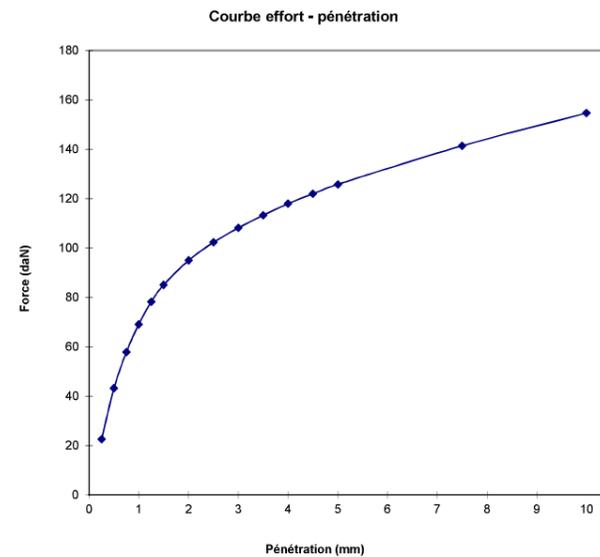
N° de projet : CENP210124
Client : URBASOLAR
Date de prélèv. : 04/05/2021
Date de réception : 05/05/2021
Etat : Intact

Type d'essai	
Indice Californian Bearing Ratio (CBR) après immersion	
Indice CBR immédiat	X
Indice Portant Immédiat (IPI)	

Type de compactage	
PROCTOR NORMAL	X
PROCTOR MODIFIÉ	

ρ_d du compactage: 1.47 (g/cm³) soit : de ρ_{d,OPN} = (*) (g/cm³) (*) Valeur non déterminée
 W du compactage : 24.4 (%) soit : de W_{OPN} = (*) (%)
 Presse : LGC007 de 20kN

Enfoncement (mm)	Force (daN)
0.25	23
0.50	43
0.75	58
1.00	69
1.25	78
1.50	85
2.00	95
2.50	102
3.00	108
3.50	113
4.00	118
4.50	122
5.00	126
7.50	141
10.00	155



OBSERVATIONS

La détermination des teneurs en eau est réalisée suivant la norme NF P 94-050.

Indice recherché	
F(2,5) / 13,35 =	7.66
F(5,0) / 19,93 =	6.31
Indice CBR :	7.7

Pour I. CBR immersion
 Δh (cm) =
 G (%) = Δh/h moule =
 w après immersion =

Opérateur	Contrôleur
M. MAISON	C. POINCLOU

fichier : Lab21114 - BE_TER-02_CBR_CENP210124_CS1.xls



Indice CBR immédiat

Mode opératoire n° LMO014
Norme NF P 94-078

BE_TER-02-V4

Laboratoire d'essais géomécaniques

Date : 10/06/2021

Projet : Mer (41) - Parc photovoltaïque
Sondage : CS4
N° d'échantillon :
Profondeur : Non communiquée
N° d'archivage : 21_1300
Nature : Argile silteuse peu plastique marron. Présence d'éléments siliceux et carbonatés millimétriques à centimétriques.
Observation :

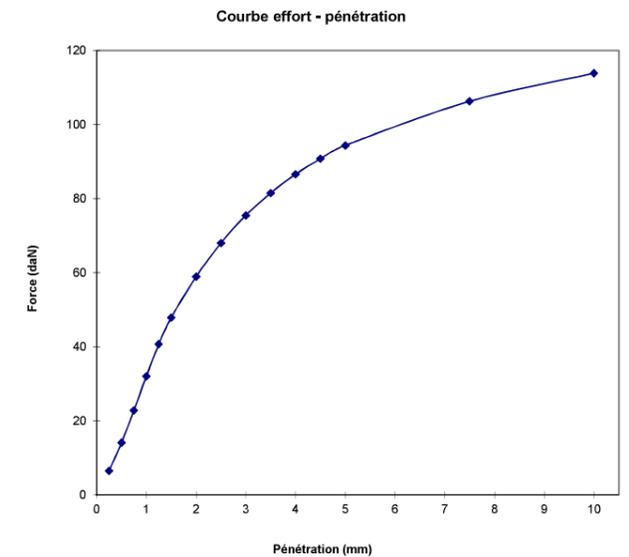
N° de projet : CENP210124
Client : URBASOLAR
Date de prélèv. : 04/05/2021
Date de réception : 05/05/2021
Etat : Intact

Type d'essai	
Indice Californian Bearing Ratio (CBR) après immersion	
Indice CBR immédiat	X
Indice Portant Immédiat (IPI)	

Type de compactage	
PROCTOR NORMAL	X
PROCTOR MODIFIÉ	

ρ_d du compactage: 1.5 (g/cm³) soit : de ρ_{d,OPN} = (*) (g/cm³) (*) Valeur non déterminée
 W du compactage : 24.4 (%) soit : de W_{OPN} = (*) (%)
 Presse : LGC007 de 20kN

Enfoncement (mm)	Force (daN)
0.25	7
0.50	14
0.75	23
1.00	32
1.25	41
1.50	48
2.00	59
2.50	68
3.00	76
3.50	82
4.00	87
4.50	91
5.00	94
7.50	106
10.00	114



OBSERVATIONS

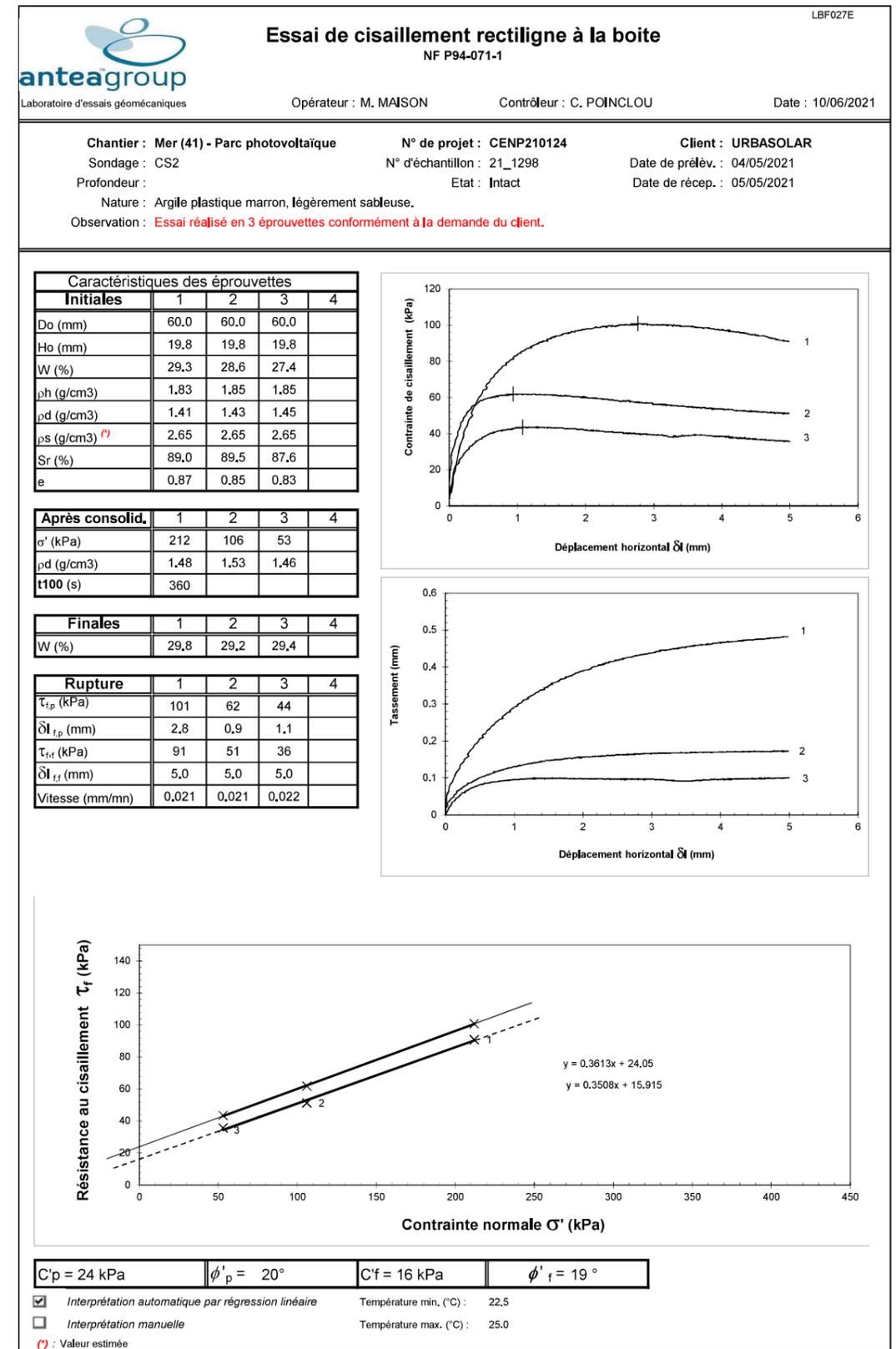
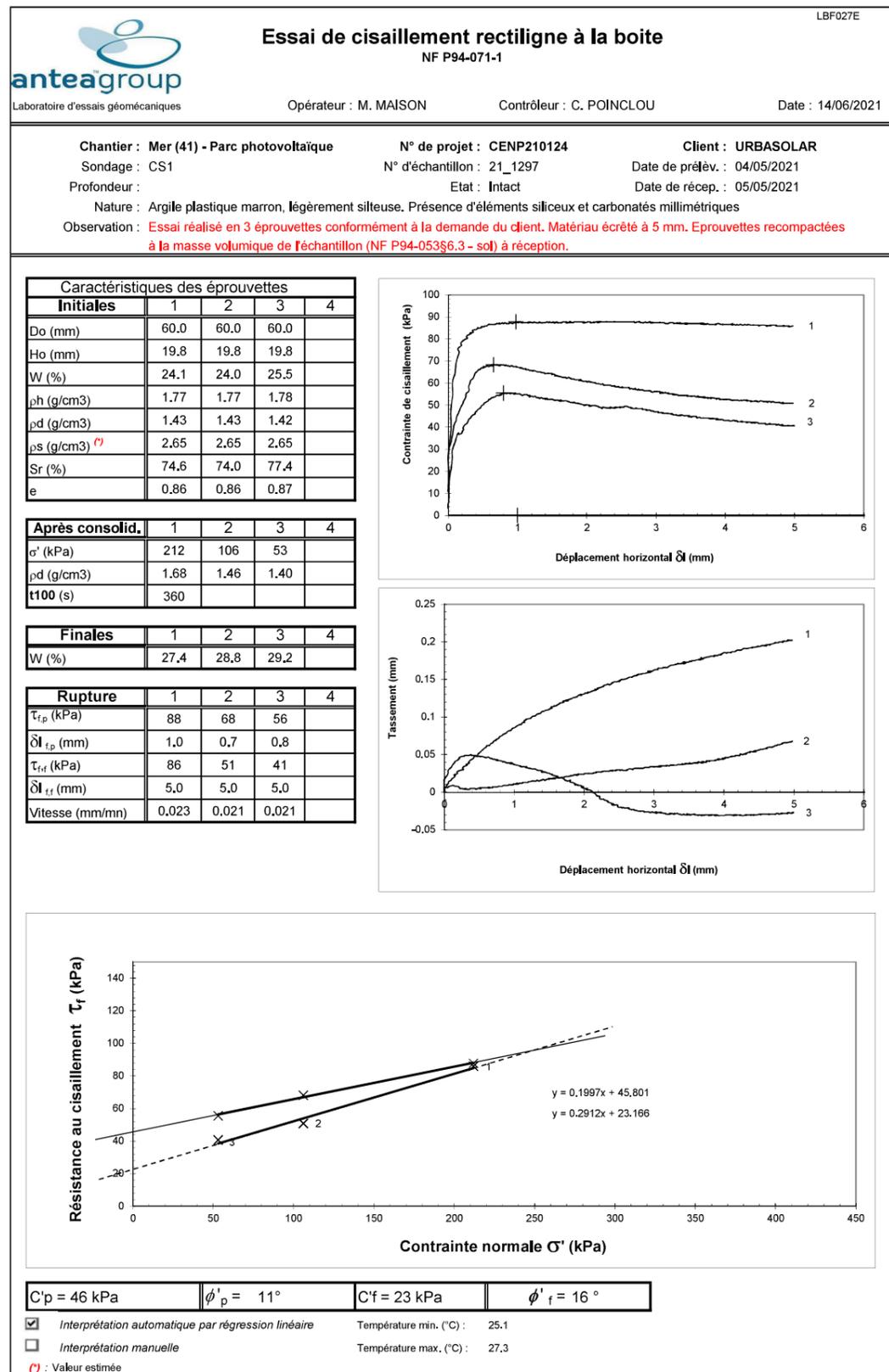
La détermination des teneurs en eau est réalisée suivant la norme NF P 94-050.

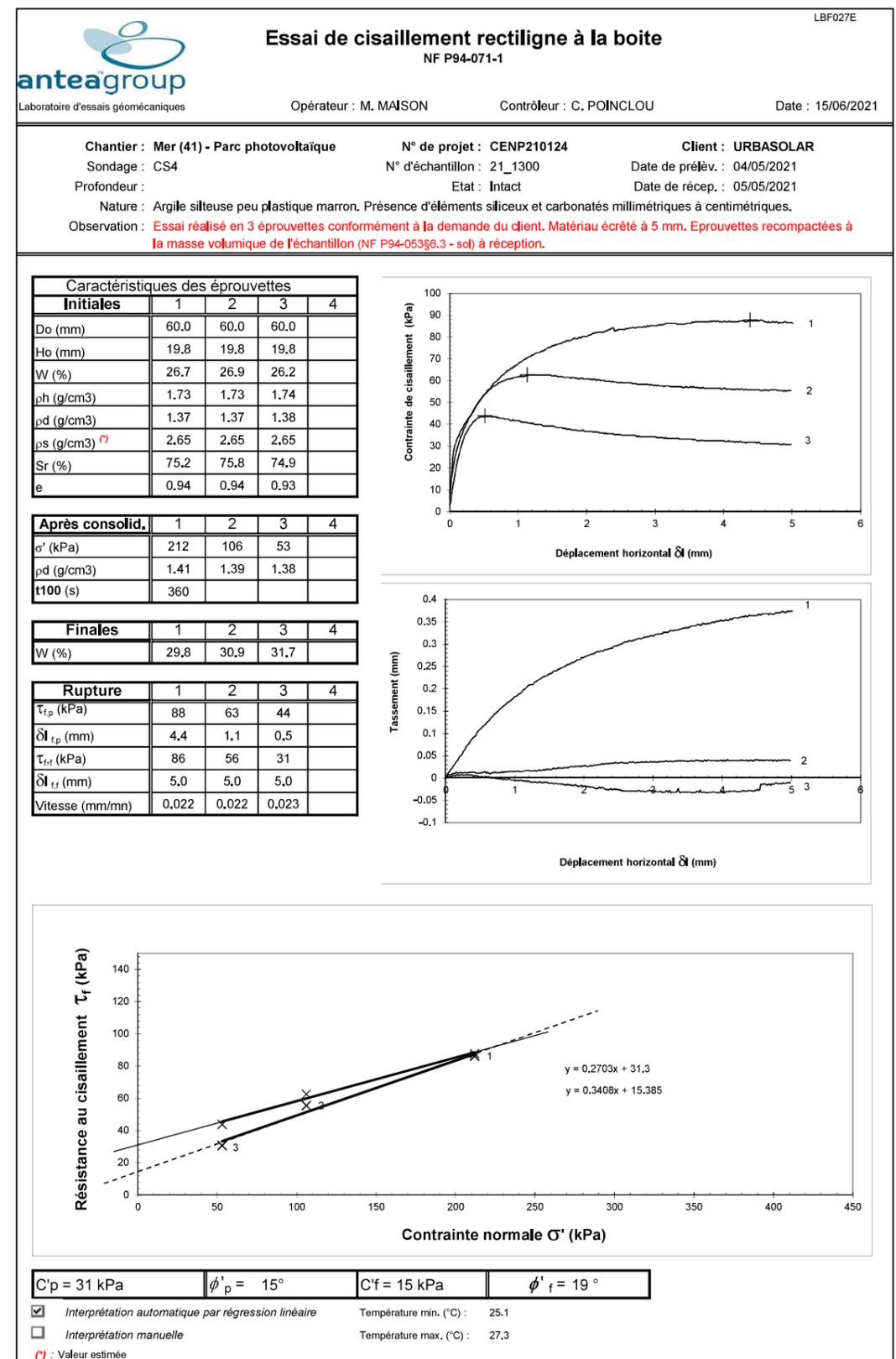
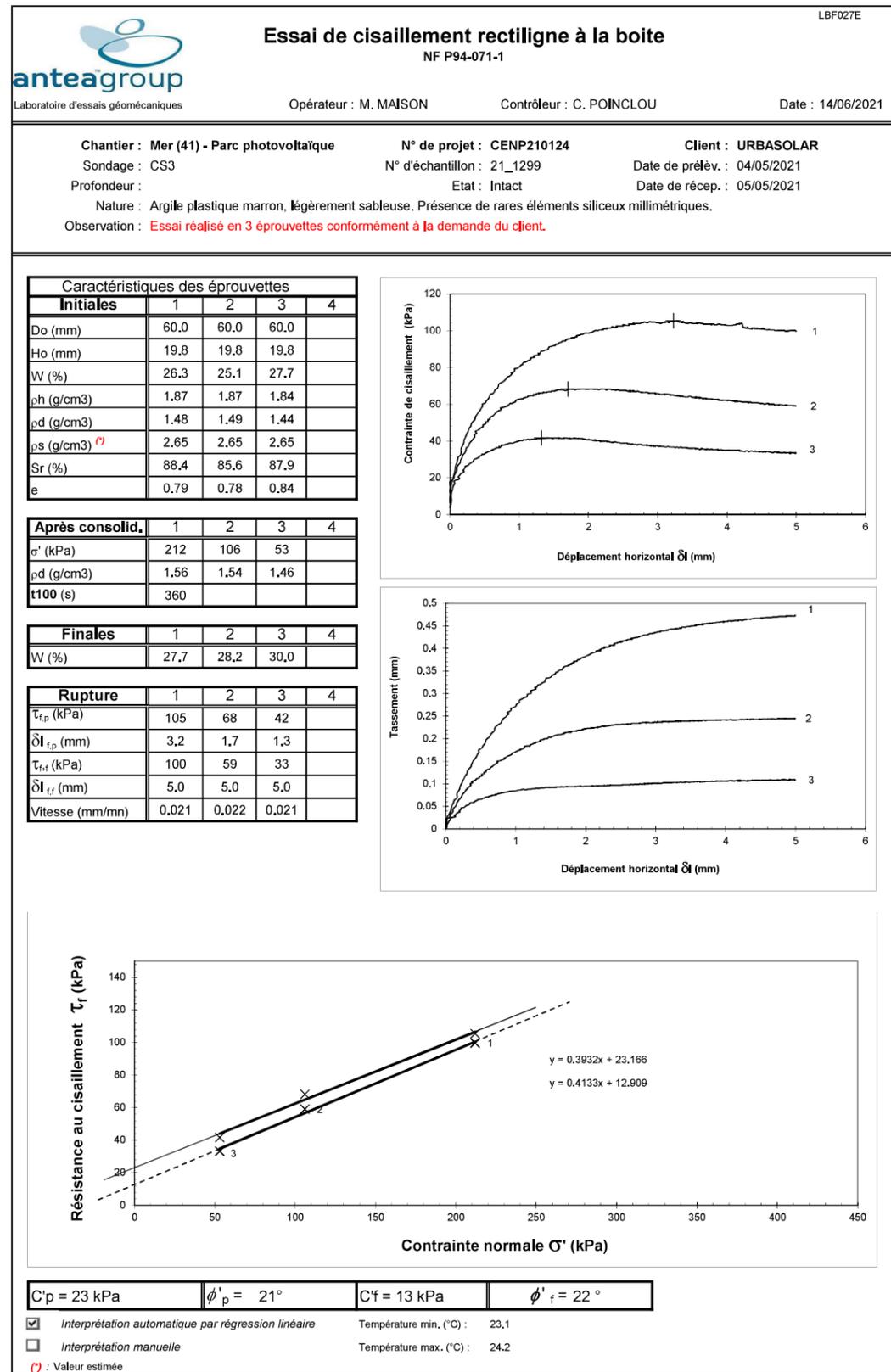
Indice recherché	
F(2,5) / 13,35 =	5.09
F(5,0) / 19,93 =	4.74
Indice CBR :	5.1

Pour I. CBR immersion
 Δh (cm) =
 G (%) = Δh/h moule =
 w après immersion =

Opérateur	Contrôleur
M. MAISON	C. POINCLOU

fichier : Lab21114 - BE_TER-02_CBR_CENP210124_CS4.xls







Essai de cisaillement rectiligne à la boîte

NF P94-071-1

LBF027E

Laboratoire d'essais géomécaniques

Opérateur : M. MAISON

Contrôleur : C. POINCLOU

Date : 15/06/2021

Chantier : Mer - Parc photovoltaïque

N° de projet : CENP210124

Cliant : URBASOLAR

Sondage : CS5

N° d'échantillon : 21_1301

Date de prélév. : 04/05/2021

Profondeur :

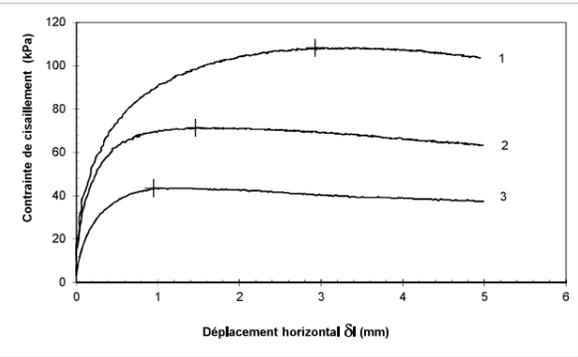
Etat : Intact

Date de récep. : 05/05/2021

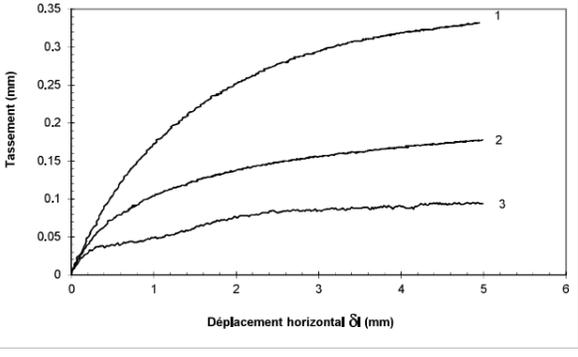
Nature : Argile silteuse plastique marron. Présence d'éléments siliceux millimétriques et carbonatés millimétriques à centimétriques.

Observation : **Essai réalisé en 3 éprouvettes conformément à la demande du client.**

Caractéristiques des éprouvettes				
Initiales	1	2	3	4
Do (mm)	60,0	60,0	60,0	
Ho (mm)	19,8	19,8	19,8	
W (%)	25,7	25,0	23,4	
ρh (g/cm3)	1,84	1,87	1,87	
ρd (g/cm3)	1,46	1,50	1,52	
ρs (g/cm3) (*)	2,65	2,65	2,65	
Sr (%)	83,8	85,8	82,9	
e	0,81	0,77	0,75	

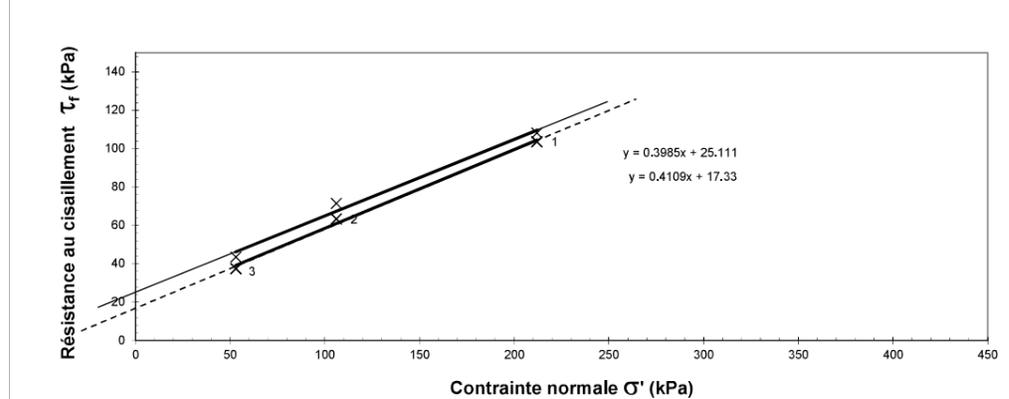


Après consolid.				
	1	2	3	4
σ' (kPa)	212	106	53	
ρd (g/cm3)	1,53	1,54	1,53	
t100 (s)	360			



Finales				
	1	2	3	4
W (%)	30,2	28,5	27,2	

Rupture				
	1	2	3	4
τ _{rp} (kPa)	108	71	44	
δl _{rp} (mm)	2,9	1,5	1,0	
τ _{rf} (kPa)	104	63	37	
δl _{rf} (mm)	4,9	5,0	5,0	
Vitesse (mm/mn)	0,023	0,022	0,022	



C'p = 25 kPa

φ'p = 22°

C'f = 17 kPa

φ'f = 22°

Interprétation automatique par régression linéaire

Température min. (°C) : 25,1

Interprétation manuelle

Température max. (°C) : 26,2

(*) : Valeur estimée



ANNEXE 5 : COURRIER DE LA DIRECTION REGIONALE DES AFFAIRES CULTURELLES

scanned Locille le 29/01



**PRÉFET
DE LA RÉGION
CENTRE-VAL
DE LOIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction régionale
des affaires culturelles**

Service régional de l'archéologie

Orléans, le 26 janvier 2021

Affaire suivie par : Valérie SCHEMMAMA
02 38 78 85 49
valerie.schemmama@culture.gouv.fr
Référence : 21/VS/ACB201

Madame,

En réponse à votre demande d'information du 15 janvier en préalable à un projet de centrale photovoltaïque, j'ai l'honneur de vous faire connaître les éléments suivants concernant le patrimoine archéologique sur la commune de Mer (Loir-et-Cher).

265 entités archéologiques sont actuellement inventoriées sur le territoire communal dans la base de données nationale du Ministère de la Culture. Le projet est localisé à l'emplacement d'une *villa* gallo-romaine repérée en 1976 lors d'une prospection aérienne au lieu-dit *Les Cohues*. Des habitats protohistoriques ont été découverts à proximité, dont l'un a fait l'objet d'une fouille autorisée en 2007 dans le secteur de *Buray/les Gaudries*.

J'attire votre attention sur le fait que ces éléments de connaissance, déjà bien caractérisés, ne préjugent pas de la découverte de sites non encore repérés à ce jour. En raison de la nature du projet, il est nécessaire de prévoir la prise en compte du patrimoine archéologique. Il convient donc, dès que le projet d'aménagement le rendra possible, que le maître d'ouvrage prenne l'attache du Service régional d'archéologie, afin que toutes mesures préventives nécessaires puissent être mises en œuvre (évaluation de l'impact, fouilles éventuelles ou mesures de protection des sites), conformément aux dispositions prévues au Livre V, titre II du code du patrimoine.

Il est également possible d'anticiper sur la procédure (L. 522.4 et article R. 523-12 du code du patrimoine, livre V, titre II), en saisissant le Préfet de région (DRAC Centre-Val de Loire, Service régional de l'archéologie) avant le dépôt de la demande d'autorisation, afin qu'il examine si le projet est susceptible de donner lieu à des prescriptions archéologiques. Cette saisine sera accompagnée d'un plan parcellaire avec ses références cadastrales, du descriptif du projet et son emplacement sur le terrain d'assiette, ainsi que le cas échéant, d'une notice précisant les modalités techniques envisagées pour l'exécution des travaux.

Madame Léa FREMONT
Chargée d'études Environnement
NCA Environnement
11 allée Jean Monnet
86170 NEUVILLE-DE-POITOU

Quel que soit le mode de saisine, si le projet de travaux porte sur un terrain d'une superficie égale ou supérieure à 3000 m², l'aménageur devra acquitter, conformément à l'article L 524-7 du Code du Patrimoine, une redevance d'archéologie préventive de 0,58 euro par m² (montant indexé sur le coût de la construction).

Mon service reste à votre disposition pour vous apporter toute précision que vous souhaiteriez obtenir.

Dans cette attente, je vous prie d'agréer, Madame, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le Préfet de région
et par subdélégation
Le Conservateur régional de l'archéologie,



Stéphane REVILLION

Demande anticipée de prescription archéologique

Afin de leur permettre de mieux maîtriser les délais liés aux contraintes archéologiques, l'article L.522-4 du code du patrimoine prévoit la possibilité pour les aménageurs de saisir le préfet de région d'une demande anticipée de prescription archéologique. Celle-ci doit intervenir avant le dépôt de la demande d'autorisation administrative requise pour la réalisation du projet.

La demande anticipée de prescription archéologique s'inscrit dans une procédure en deux étapes :

- une demande d'examen préalable du projet afin de savoir s'il est susceptible de donner lieu à des prescriptions archéologiques (article R.523-12 du code du patrimoine),
- une demande anticipée de prescription archéologique (article R.523-14 du code du patrimoine).

En application de l'article R.523-12 du code du patrimoine, un dossier complet doit être adressé au préfet de la région Centre – Val de Loire (Direction régionale des affaires culturelles, Service régional de l'archéologie, 6 rue de la Manufacture, 45043 Orléans cedex). Celui-ci doit comporter les éléments suivants :

Nom de la commune

Localisation

Intitulé du projet d'aménagement

Plan de localisation (IGN 1/25000)

Plan parcellaire comportant les références cadastrales (extrait cadastral) et figurant l'emprise du projet (*si possible, pour les grands aménagements, fichier numérique de préférence au format shape ou DXF (version 2010/2013), projection Lambert 93*).

État parcellaire, contenances et superficie totale des terrains sur lesquels porte le projet

Notice précisant les modalités techniques envisagées pour l'exécution des travaux

À compter de la réception de la demande d'examen préalable du projet, le préfet dispose d'un délai de deux mois pour informer le demandeur si son projet présenté donnera lieu ou non à une prescription archéologique. En cas de réponse positive du préfet de région, l'aménageur est en droit de solliciter la prescription de diagnostic.

À compter de la réception de la demande anticipée de prescription archéologique, le préfet dispose d'un délai de 1 mois (délai porté à deux mois lorsque les aménagements, ouvrages ou travaux projetés sont soumis à étude d'impact) pour prescrire un diagnostic archéologique.

En application de l'article L.522-4 du code du patrimoine, l'aménageur qui sollicite la réalisation anticipée d'un diagnostic archéologique pour un aménagement sur un terrain d'une surface égale ou supérieure à 3 000 m², est redevable de la redevance prévue à l'article L.524-2. La demande anticipée de prescription archéologique constitue un système partiellement dérogatoire aux règles de prescription et de liquidation de la redevance. En effet, cette demande constitue en elle-même un fait générateur de redevance et ce, quelle que soit la nature de l'aménagement projeté. En conséquence, aucune exonération n'est possible. La redevance d'archéologie préventive est calculée sur la base d'un taux indexé sur l'indice du coût de la construction (0,58 € par mètre carré, taux fixé par arrêté du 23 décembre 2020 pour la période du 1^{er} janvier 2021 au 31 décembre 2021).

Enfin, la demande anticipée de prescription archéologique doit faire l'objet d'un courrier dûment daté et signé par le demandeur.

ANNEXE 6 : COURRIER DE LA MISSION VAL DE LOIRE



Projet de centrale photovoltaïque au sol sur la commune de Mer (41) pour le compte de la société URBASOLAR.

Recommandations de la Mission Val de Loire

8 juin 2021

La Mission Val de Loire a été sollicitée le 31 mai 2021 par le bureau d'étude NCA Environnement mandaté par la société URBASOLAR, lui-même mandaté pour réaliser l'étude d'impact d'un projet de centrale photovoltaïque de 3,5 ha environ sur le site dit « les cohues » localisé à proximité immédiate de la Zone d'activités « Les portes de Chambord ». La sollicitation portait sur les recommandations liées à la présence du projet dans le périmètre (zone tampon) du Val de Loire Unesco.



Vue vers le sud depuis la rue mardeau: un site à usage agricole céréalier et un grand paysage limité par des implantations industrielles de la ZAC «Portes de Chambord », un quartier résidentiel et la voie ferrée. ©Google Earth



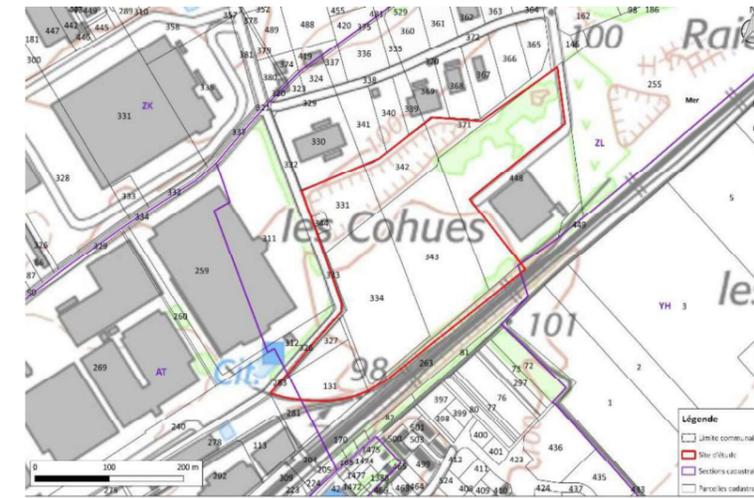
Vue vers le nord depuis la rue mardeau : un site à usage agricole céréalier et un grand paysage limité par des implantations industrielles de la ZAC «Portes de Chambord » et la voie ferrée. ©Google Earth



Localisation

Le site d'étude se trouve au sein de la zone tampon du Bien inscrit « Val de Loire entre Sully-sur-Loire et Chalonnnes ». Les parcelles d'implantation concernées sont les suivantes :

- Section ZL : parcelles n° 131, n° 263, n°326, n°327, n°331, n°332, n°333, n°334, n°342, n°343, n°344, n°345, n°371 et n°448 ;
- Section AT : parcelles n° 281 et n°283.



Analyse par rapport au Plan de gestion

Les orientations du plan de gestion du site Unesco approuvées le 15 novembre 2012 s'appliquent sur le périmètre Unesco (zone cœur) du site. Concernant la zone tampon, son objet est de préserver les espaces d'approche et de co-visibilités des utilisations incompatibles avec la Valeur Universelle Exceptionnelle du site Unesco.

A l'échelle de la commune de Mer (cartes p.3, ligne jaune), le périmètre Unesco (zone cœur)concerne la partie sud de la ville historique ainsi que les espaces agricoles et naturels limités au nord par la RD2152 et la voie ferrée. Le lieu-dit « Les cohues » se situe en zone tampon, de l'autre côté de la voie ferrée.

Les cartes des protections et des servitudes d'utilité publique (cartes p.3) montrent qu'aucune prescription de protection du patrimoine naturel ou culturel n'est à signaler à l'exception d'une zone de présomption de prescriptions archéologiques (carte p.4) concernant les occupations protohistoriques et antiques du plateau de Mer.

Le site « Les cohues » présente un intérêt archéologique majeur (carte p.4). A l'occasion de la création de la ZAC « Portes de Chambord », un diagnostic archéologique a permis d'identifier la présence de six villae gallo-romaines dont celle dite « Les cohues » et d'une douzaine d'établissements ruraux témoignant d'occupations protohistoriques et antiques (Ile s. av JC – IIIe s. ap JC). Deux ont fait l'objet de fouilles archéologiques à titre préventif, les sites de « Beaudisson » et de « Gueule II ».