



# elements

www.elements.green

SOLEIL ÉLÉMENTS 10

PROJET DE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANTE DE CHEVENON

*Version avec pièces manquantes – Complétée avec les études PPRi & ICPE exigées*

**ANNEXE 17 DE L'ÉTUDE D'IMPACT**

**-  
ETUDE GEOTECHNIQUE**

Commune de Chevenon (58)

---

Rapport n°R21065405-EI

Mai 2022

**SOMMAIRE :**

- 1. Etude géotechnique G2-AVP (nouvelle étude 2022)**
- 2. Etude de prédimensionnement des ancrages et interprétation géotechnique réalisée par CIEL & TERRE en 2022 ;**

**GEO+**  
Environnement

**Agence d'AUXERRE**

Parc technologique de la Chapelle  
Chemin de la Chapelle – Bâtiment 29  
89470 MONETEAU  
Tél : 03.86.72.04.40 - Fax : 03.86.72.04.41  
agence.auxerre@geotec.fr



**ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION  
Phase Avant-Projet (G2 AVP)**

**Parc photovoltaïque flottant**



**2021/08557/AUXER – Ind. A**

**58160 – CHEVENON**

***La Grange des Femmes***

**09 septembre 2022**

**ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION**  
**Phase Avant-Projet (G2 AVP)**  
**Parc photovoltaïque flottant**  
**2021/08557/AUXER – Ind. A**  
**58160 – CHEVENON**

Référence : 2021/08557/AUXER				Mission G2 Phase AVP		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + Annexes			
0	08/06/2022	Première émission	24 + 37	<b>L. JACQUIN</b> 	<b>S. CONEJERO</b>	<b>J. CICILIANI</b>
A	09/09/2022	Deuxième émission : précision et compléments concernant le peigne anti-embâcle	27 + 37	<b>L. JACQUIN</b> 	<b>S. CONEJERO</b>	
B						

NB : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents.

## SOMMAIRE

<b>I.</b>	<b>CADRE DE L'INTERVENTION .....</b>	<b>4</b>
I.1.	Intervenants.....	4
I.2.	Projet, documents recus et hypothèses.....	4
I.3.	Mission.....	6
<b>II.</b>	<b>CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....</b>	<b>7</b>
II.1.	Le site .....	7
II.2.	Première approche de la zone d'influence géotechnique.....	7
II.3.	Contenu de la reconnaissance.....	8
II.4.	Implantation et nivellement des sondages.....	8
<b>III.</b>	<b>CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE.....</b>	<b>9</b>
III.1.	Nature et caractéristiques des sols.....	9
III.2.	Résultats des analyses en laboratoire .....	10
III.3.	Risques naturels et anthropiques .....	11
III.4.	Hydrogéologie.....	13
III.5.	Pollution .....	14
<b>IV.</b>	<b>ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES.....</b>	<b>15</b>
IV.1.	Contexte géotechnique.....	15
IV.2.	Ancrages des ouvrages sur les berges .....	15
IV.3.	Fondation par radiers pour les postes de transformation et de livraison.....	18
IV.4.	Dispositif anti-embâcle .....	20
<b>V.</b>	<b>RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET .....</b>	<b>23</b>
	<b>Conditions générales .....</b>	<b>24</b>
	<b>Conditions générales (SUITE).....</b>	<b>25</b>
	<b>Classification des missions d'ingénierie géotechnique .....</b>	<b>26</b>
	<b>Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique .....</b>	<b>27</b>
	<b>ANNEXES.....</b>	<b>28</b>
	- Annexe 1 : Plan de situation	
	- Annexe 2 : Plan d'implantation des sondages	
	- Annexe 3 : Sondages et Essais	
	- Annexe 4 : Résultats des analyses en laboratoire	

## I. CADRE DE L'INTERVENTION

### I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte d'ELEMENTS, 5 Rue Anatole France, 34000 MONTPELLIER, GEOTEC a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- Gravières exploitées par EQIOM GRANULATS, commune de CHEVENON (58).

### I.2. PROJET, DOCUMENTS RECUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

Documents	Emetteur	Date	Echelle	Cote altimétrique
Plan topographique su site actuel	ELEMENTS	Juillet 2021	1/2000	Oui (NGF)
Notice descriptive			-	Non
Plan d'implantation général			-	
Plan d'implantation des postes de livraison			-	
Plan d'implantation des postes de transformation			-	
Plan des ancrages en berges et en fond			-	
Plan d'étude d'ancrage par CIEL & TERRE			-	

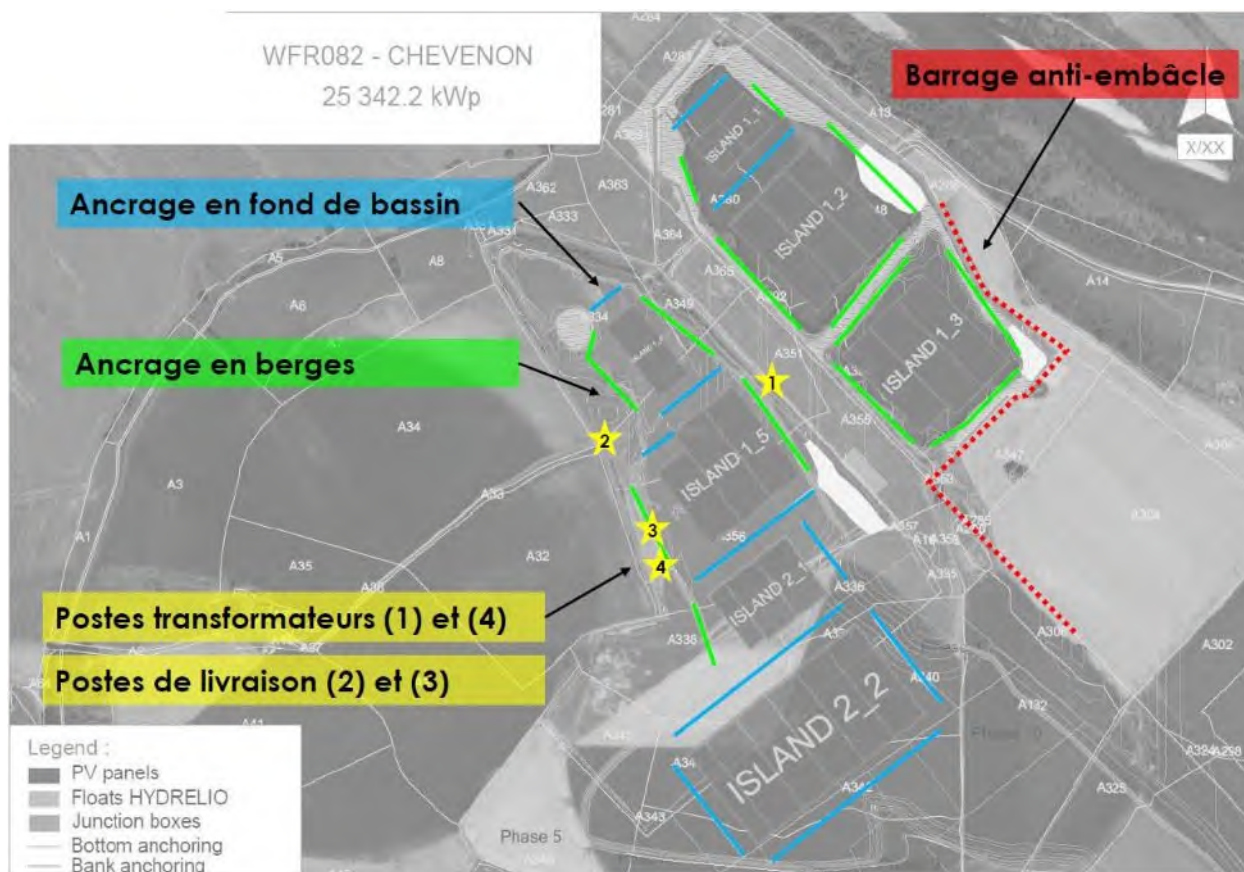
Le projet consiste la mise en place d'une centrale photovoltaïque flottante au sein d'une gravière en exploitation. Elle sera constituée de 7 ilots de modules de flotteurs supportant des panneaux solaires.

Les ilots pourront être ancrés en fond de bassin et/ou sur les berges.

Ind. A

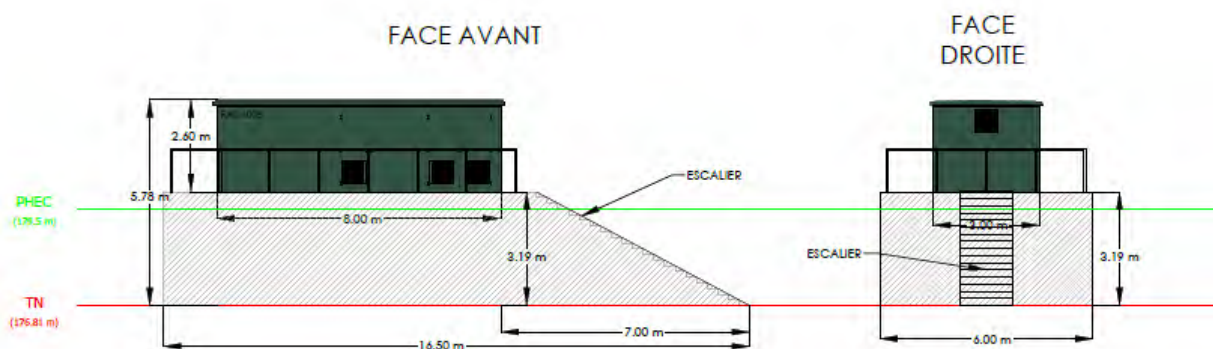
Un dispositif anti-embâcles (poteaux cylindriques métalliques battus de 50 cm de diamètre, espacés de 2 m et dépassant du sol de 2.5 m) sera installé sur 900 ml pour retenir les gros flottants en cas d'inondation.





*Plan de masse du projet*

Le projet sera complété par la mise en place de 2 postes de transformation et de 2 postes de livraison. Ces postes devront être surélevés d'environ 3.20 m à 4.00 m afin d'être situés au-dessus des PHEC lors des crues de la Loire.



*Coupe d'un des postes de livraison*

En l'absence d'éléments précis, les charges transmises par la structure sont supposées être limitées à :

- 20 à 50 kN/ancrage ( $\approx 2$  à 5 t),
- 10 à 20 kN/m<sup>2</sup> pour les postes ( $\approx 1$  à 2 t/m<sup>2</sup>).

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GEOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse ci-avant.

### I.3. MISSION

Conformément à son offre Réf. **2021/08557/AUXER** du **28 janvier 2022**, GEOTEC a reçu une mission de conception géotechnique, phase avant-projet (G2 AVP), afin de déterminer le principe de fondation des ouvrages.

Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Les reconnaissances portent uniquement sur les berges. GEOTEC ne se prononcera pas sur la faisabilité d'ancrage sur le fond du plan d'eau.

Il est rappelé que la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases projet et DCE/ACT puis par des missions G3 (étude et suivi de conception réalisée par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « *Conditions générales* » données en fin de rapport.

Remarque : toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- PHEC : plus hautes eaux connues ;
- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais) ;
- RdC : rez-de-chaussée ;
- TA : terrain actuel.

\*

\*       \*

## II. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

### II.1. LE SITE

Le terrain étudié se trouve au sein d'une gravière en cours d'exploitation, sur la commune de CHEVENON (58). Il se situe dans la plaine alluviale de la Loire.

La gravière est constituée de 2 bassins : 1 à l'Est qui n'est plus exploité et 1 à l'Ouest dont la partie Sud est en cours d'exploitation. D'après le plan topographique transmis le fond des bassins est situé entre les cotes 165.00 m NGF et 170.00 m NGF correspondant à des profondeurs de 4 à 10 m par rapport aux berges.



*Photographies de la zone d'étude (source : GEOTEC)*

### II.2. PREMIERE APPROCHE DE LA ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE

La zone d'influence géotechnique (ZIG) ne se limite pas qu'à la parcelle intéressée par le projet.

La ZIG intéresse également les chemins mitoyens, les talus, les réseaux enterrés existants et l'environnement périmétrique du site (terrassements / pompage et son cône d'influence).



### II.3. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance, définie conjointement par le maître d'ouvrage et GEOTEC et réalisée par GEOTEC depuis les berges, a consisté en l'exécution de :

- **7 sondages pressiométriques** (SP1 à SP6 et SP9) réalisés en diamètre 63 mm. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type 175. Ces sondages ont atteint une profondeur de 8,00 m à 15,00 m par rapport au TA. Les essais pressiométriques ont été répartis selon un intervalle moyen de 1,00 à 1,50 m.
- **9 essais au pénétromètre dynamique** (P1 à P8 et P12) poussés au refus entre 0.80 m et 6.80 m en P7, P8 et P1 et arrêtés à 8.00 m en P1 à P6. Ces essais ont permis de mesurer en continu la résistance mécanique de chaque horizon traversé. Cette résistance s'interprète en termes d'homogénéité et de portance du sol.
- **9 sondages géologiques** (ST1 à ST8 et ST12) réalisés en diamètre 63 mm. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB225. Ces sondages ont atteint une profondeur comprise 8.00 m par rapport au TA. Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de prélever des échantillons pour analyses en laboratoire.
- **des analyses de laboratoire** sont en cours de réalisation.

NOTA : La gravière étant en cours d'exploitation, la partie Sud et Ouest du bassin Ouest n'était pas accessible lors de notre intervention.

### II.4. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe.

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

Les sondages et essais ont été nivelés en altimétrie à l'aide d'un récepteur GNSS.

Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA).

\*

\*       \*

### III. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après les cartes géologiques de SANCOINS et de DECIZE éditées par le BRGM à une échelle de 1/50000 et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- des remblais (site aménagés),
- les alluvions de la Loire,
- les marnes d'âge Toarcien.

#### III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence, sous une terre végétale, les formations sommaires suivantes :

- **des remblais** identifiés dans les sondages SP6 et ST4 à ST8 jusqu'à une profondeur variant entre 0.45 m/TA et 2.70 m/TA. Ils sont constitués de blocs et/ou de sable +/- graveleux et ou d'argile à blocs. Ils correspondent probablement à l'aménagement du site.

Leurs caractéristiques mécaniques sont faibles à moyennes :

$$2.0 \leq R_d < 50 \text{ MPa}$$

Un refus au pénétromètre dynamique ( $R_d > 50 \text{ MPa}$ ) a été observé en P7 à 0.80 m de profondeur/TA.

- **un limon sableux à +/- de graviers** identifié dans tous les sondages sauf en SP3 jusqu'à une profondeur variant entre 0.80 m/TA et 5.20 m/TA et jusqu'à la base du sondage ST5 à 8.50 m de profondeur/TA. En l'absence d'éléments d'origine anthropique reconnus, cet horizon peut être attribué soit à des remblais (aménagement des berges) soit aux alluvions modernes de la Loire.

Ses caractéristiques mécaniques sont faibles à moyennes :

$$0.25 \leq p_l^* \leq 1.21 \text{ MPa}$$

$$3.08 \leq E_M \leq 13.4 \text{ MPa}$$

$$1.0 \leq R_d \leq 6.0 \text{ MPa}$$

- **un sable +/- limoneux brun** identifiés jusqu'à la base des sondages ST1, ST2 et ST5 à 8.00 m de profondeur/TA et dans tous les autres sondages sauf en SP5 et ST8 jusqu'à 5.70 m à 6.60 m/TA. Cet horizon peut être attribué aux alluvions de la Loire.

Ses caractéristiques mécaniques sont faibles à élevées :

$$1.33 \leq p_l^* \leq 3.88 \text{ MPa}$$

$$5.28 \leq E_M \leq 21.5 \text{ MPa}$$

$$0.1 \leq R_d \leq 9.0 \text{ MPa}$$

- **des sables et graviers** identifiés jusqu'à la base des sondages SP1, SP2, SP4, SP9, ST3, ST4, ST6, ST7, ST8 et ST12 jusqu'à des profondeurs de 8.00 m/TA et dans les sondages SP3 et SP6 jusqu'à 11.80 m et 12.00 m/TA. Cet horizon peut être attribué aux alluvions anciennes de la Loire.

Leurs caractéristiques mécaniques sont élevées à très élevées :

$$1.33 \leq p_1^* \leq 4.36 \text{ MPa}$$

$$18.9 \leq E_M \leq 79.3 \text{ MPa}$$

$$4.0 \leq R_d > 50.0 \text{ MPa}$$

Des refus au pénétromètre dynamique ( $R_d > 50 \text{ MPa}$ ) ont été observés en P8 et P12 à 6.80 m de profondeur/TA.

- **une marne grise** identifiée jusqu'à la base des sondages SP3 et SP6 soit jusqu'à une profondeur de 15.00 m/TA. Cet horizon peut être attribué aux marnes +/- altérées d'âge Toarcien.

Ses caractéristiques mécaniques sont très élevées :

$$3.83 \leq p_1^* \leq 5.02 \text{ MPa}$$

$$59.7 \leq E_M \leq 133 \text{ MPa}$$

NOTA : Compte-tenu de la méthodologie de forage utilisée pour les sondages pressiométriques (technique semi-destructive en faible diamètre) imposée par la norme des essais pressiométriques, les descriptions géologiques et les limites entre couches sont approximatives et données à titre indicatif.

### III.2. RESULTATS DES ANALYSES EN LABORATOIRE

Les résultats des analyses en laboratoire réalisées par GEOTEC sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Résultats des identifications GTR				
Sondage	Profondeur (m)	Nature géologique	Classification GTR	Remarques
ST2	1.00 à 2.00	Sable limoneux brun à rares graviers	A <sub>1</sub>	Sol peu plastique qui change brutalement de consistance en présence d'eau. Donc sol très sensible à l'eau
ST4	1.00 à 2.00	Sable limoneux brun à graviers	B <sub>5</sub>	
ST6	1.00 à 1.50	Sable limoneux brun à quelques graviers	B <sub>5</sub>	

<b>Résultats des agressivité de l'eau vis-à-vis du béton</b>		
<b>Echantillon</b>	<b>Classe d'agressivité</b>	<b>Observation</b>
Eau prélevée en SP1	< XA 1	Faiblement agressif
Eau prélevée en SP9	< XA 1	

<b>Résultats des agressivité du sol vis-à-vis du béton</b>		
<b>Echantillon</b>	<b>Classe d'agressivité</b>	<b>Observation</b>
ST1 – 1.00 à 2.00 m	XA 0	Très faiblement agressif
ST5 – 1.00 à 2.00 m	XA 0	
ST8 – 1.00 à 2.00 m	<XA 0	

Les résultats détaillés de ces analyses figurent en annexe.

### **III.3. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES**

La consultation du site de prévention des risques majeurs ([www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)) a permis d'identifier un certain nombre de risques que peut présenter le site étudié.

Le terrain se situe en zone d'aléa très faible (1) selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques, applicable au 1er mai 2011, zone pour laquelle aucune prescription particulière n'est requise.

Compte tenu de l'aménagement du site, des remblais pourront être rencontrés sur des épaisseurs +/- importantes notamment au sein des berges et à proximité des existants. De même, ces remblais pourront être de nature et de compacité variable. Enfin, il ne faudra pas exclure la présence d'ouvrages ou de vestiges de construction (fondations, réseaux, enrochements, etc., ...).

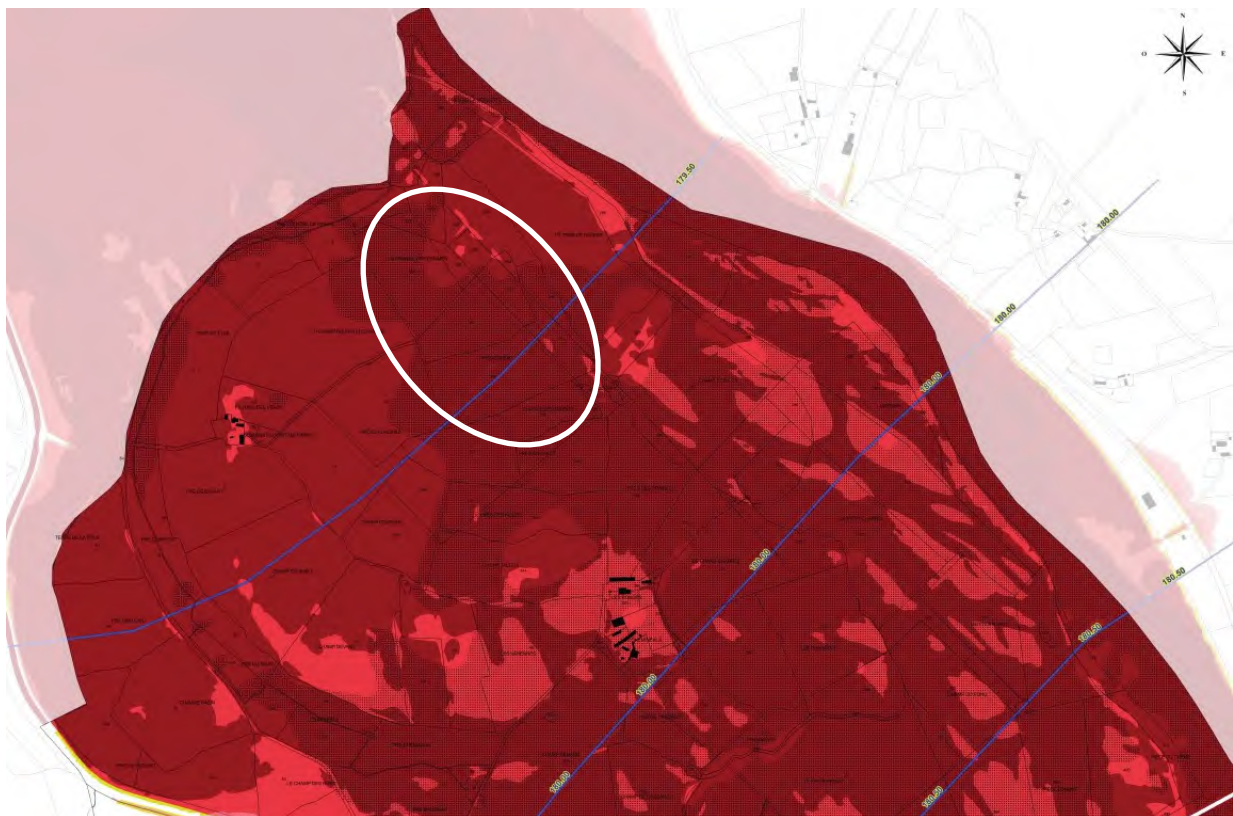
Dans les formations alluvionnaires rencontrées, il n'est pas rare de constater des variations latérales de faciès (dépôts lenticulaires). Ainsi il sera toujours possible d'observer des niveaux plus graveleux ou sableux dans l'horizon limoneux et des niveaux plus limoneux dans l'horizon sableux à sablo-graveleux. Cette particularité s'accompagne d'hétérogénéités des caractéristiques mécaniques.

La commune de CHEVENON a fait l'objet des arrêtés de catastrophe naturelle suivants (toutefois, leur localisation précise n'est pas connue) :

Code national CATNAT	Date début événement	Date fin événement	Date publication arrêté	Date publication jo	Libelle commune	Libelle risque Jo
NOR19821130	06/11/1982	10/11/1982	10/11/1982	02/12/1982	CHEVENON	Tempête
NOR19821130	06/11/1982	10/11/1982	10/11/1982	02/12/1982	CHEVENON	Inondations et/ou Coulées de Boue
IOCE0831273A	04/11/2008	05/11/2008	05/11/2008	31/12/2008	CHEVENON	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	CHEVENON	Mouvement de Terrain
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	CHEVENON	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE2016905A	01/07/2019	30/09/2019	30/09/2019	29/07/2020	CHEVENON	Sécheresse
INTE1926068A	01/07/2018	31/12/2018	31/12/2018	26/10/2019	CHEVENON	Sécheresse
INTE0500892A	01/07/2003	30/09/2003	30/09/2003	31/12/2005	CHEVENON	Sécheresse
INTE0300789A	05/12/2003	08/12/2003	08/12/2003	20/12/2003	CHEVENON	Inondations et/ou Coulées de Boue

Les terrains argileux et marneux sont sensibles au phénomène de retrait/gonflement (exposition faible au droit du site – Source : <http://www.georisques.gouv.fr/>).

D'après le PPR Inondation de la Loire sur la commune de CHEVENON, le site se trouve en zone inondable par débordement de la Loire avec une cote de crue à 179.50 m NGF (cf. extrait de la carte du PPRI ci-dessous – Source : <https://www.nievre.gouv.fr/>).



Aléas / Enjeux	Zones urbanisées	Zones d'expansion des crues
Faible	B1	A1
Moyen	B2	A2
Fort	B3	A3
Très fort	B4	A4

*Extrait de la carte du PPR Inondation de la Loire sur la commune de CHEVENON*

Le toit de la marne correspond à une surface d'érosion et d'altération. Par conséquent, il sera toujours possible de rencontrer des sur-profondeurs ou des remontées du toit marneux plus importantes que celles observées dans nos sondages.



### III.4. HYDROGEOLOGIE

Le terrain est baigné par la nappe de la Loire.

Nous avons observé les niveaux d'eau (non stabilisés) suivants dans les sondages :

Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
Cote NGF / Tête de sondage	170.30	175.60	175.80	175.50	175.15	176.75
Arrivée d'eau en cours de forage (m/TA)	4.00	3.00	4.00	2.20	5.00	3.00
Niveau d'eau en fin de forage (m/TA)	3.80	2.90	3.00	2.10	4.80	1.90
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage	166.50	172.70	172.80	173.40	170.35	174.85

Sondages	SP9	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
Cote NGF / Tête de sondage	-	174.30	174.10	175.15	175.15	175.40
Arrivée d'eau en cours de forage (m/TA)	3.00	5.00	3.00	4.00	2.00	2.90
Niveau d'eau en fin de forage (m/TA)	2.70	4.90	2.80	3.10	1.90	2.70
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage	-	169.40	171.30	172.05	173.25	172.70

Sondages	ST6	ST7	ST8	ST12
Cote NGF / Tête de sondage	175.70	176.65	176.80	176.05
Arrivée d'eau en cours de forage (m/TA)	2.40	3.00	2.90	3.15
Niveau d'eau en fin de forage (m/TA)	2.20	2.05	2.70	2.90
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage	173.50	174.50	174.10	173.15

Des variations saisonnières de la nappe de la Loire sont à prévoir.

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser les variations du niveau d'eau et les circulations d'eau superficielles qui peuvent se produire en période pluvieuse ou lors des crues de la Loire.

Il appartient aux Responsables du Projet de se faire communiquer par les Services Compétents (DDT, DREAL, PPRI, ...), le niveau des plus hautes eaux précis au droit du site afin d'en tenir compte lors du dimensionnement du projet.

### III.5. POLLUTION

Lors de notre intervention, nous n'avons détecté aucun indice évident de pollution dans les sondages réalisés (c'est-à-dire sous une forme détectable visuellement ou olfactivement).

Il n'est toutefois pas impossible que le terrain soit imprégné de substances polluantes. Cependant, la recherche de polluant n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général ni de notre mission en particulier.

Lors de travaux de terrassement, dès lors que les terres sont évacuées hors du site, ces dernières prennent un statut de déchet. Leur valorisation ou leur élimination en dehors du site doit donc répondre aux réglementations « déchets », conformément à l'Ordonnance n° 2010-1579 du 17 décembre 2010. Suite aux arrêtés du 12/12/2014, l'installation de stockage doit valider l'acceptation des terres après réception d'une Demande d'Acceptation Préalable (DAP) généralement portée par le terrassier ou l'entreprise générale (au nom du Maître d'Ouvrage). La DAP doit intégrer des analyses chimiques en laboratoire sur les terres à excaver. GEOTEC est à la disposition des intervenants pour réaliser cette prestation qui permettra de déterminer l'exutoire approprié (ISDI – Installation de Stockage de Déchets Inertes, ISDND – Déchets Non Dangereux ou ISDD – Déchets Dangereux, voire Biocentre) et d'anticiper les éventuels surcoûts en résultant.

\*

\*       \*

## IV. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

### IV.1. CONTEXTE GEOTECHNIQUE

Pour rappel, les ilots de panneaux photovoltaïques pourront être ancrés en fond de bassin et/ou sur les berges.

Compte tenu de la réalisation des sondages au droit des berges, seules les ancrages terrestres seront étudiés.

Les investigations sur site ont mis en évidence les terrains suivants :

- des remblais rencontrés ponctuellement jusqu'à 0.45 à 2.70 m, ils sont de nature hétérogène (blocs, sable graveleux, argile à blocs) ;
- des limons sableux voire graveleux rencontrés jusqu'à 0.80 m voire 8.50 m de profondeur. Ils sont de compacité faible à moyenne ;
- un sable limoneux identifiés jusqu'à 5.70 m à 6.60 m/TA. Il est de compacité faible à élevé ;
- des sables et graviers compacts jusqu'à 11.20 m à 12.00 m de profondeur ;
- le substratum marneux compact identifié jusqu'à 15.00 m ;
- des niveaux d'eau, non stabilisés, ont été rencontrés entre 1.90 m et 4.90 m de profondeur/TA en fin de sondages correspondant probablement à la nappe d'accompagnement de la Loire.

### IV.2. ANCRAGES DES OUVRAGES SUR LES BERGES

Au sein des berges, il pourra être envisagé la réalisation d'ancrage par ancre à vis ou à percuter.

#### - Principe d'ancrage

Les ancres à vis sont constituées d'une tige munie de disques chanfreinés en forme de spire.

Ces ancrages pourront être installés individuellement ou reliés par 2 ou par 3 à l'aide d'une barre d'accouplement. Il sera également possible de relier entre eux deux ancrages triples afin de répartir l'effort sur 6 ancres.

Elles devront solliciter les alluvions compactes situées au-delà des limons lâches.

**Le type, le modèle et la profondeur des ancrages devront être adaptés à la nature sablo-graveleuse des terrains.**

La résistance à l'arrachement vertical est directement liée au volume et à la nature du cône inversé des matériaux se trouvant au-dessus de la spire inférieure de la vis.

Les limons lâches devront être considérés en « mort terrain ».

Les profondeurs, le modèle et le nombre des ancrages devront être défini lors de la mission géotechnique de conception, phase projet (G2PRO), en fonction des efforts de traction et des effort horizontaux qui seront appliqués.

### - Modèle géotechnique et paramètres de dimensionnement

Nature	Epaisseur (m)		E <sub>M</sub> (MPa)	pl* (MPa)	α	Caractéristiques intrinsèques à long terme		
	SP6, ST4, ST5, ST6, ST7 et ST8	SP1 à SP5, SP9, ST1 à ST3 et ST12				Cohésion C' (kPa)	Angle de frottement (en°)	Densité (kPa)
Remblais argileux à sableux à blocs	0.45 à 2.70	-	-	-	2/3	0	10	14
Limon +/- sableux	0.60 à 5.20 (non reconnu en SP3, ST4 et ST5)		3.08 à 13.4	0.25 à 1.21	2/3	5	30	18
Sable +/- limoneux	2.40 à 6.45 (non reconnu en SP5 et ST8)		5.28 à 21.5	1.33 à 3.88	1/2	0	30	19
Sable et graviers	1.80 à 6.30 (non reconnu en SP5, ST1 et ST2)		18.9 à 79.3	1.33 à 4.36	1/4	0	35	19
Marne	> 3 (reconnu en SP3 et SP6)		59.7 à 133	3.83 à 5.02	1/2	30	25	20

### - Sujétions d'exécution

Les ancrages seront réalisés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée et qualifiée en travaux sou marins.

Il sera nécessaire de s'assurer de la stabilité des berges à long terme au niveau des ancrages.

Compte tenu de la compacité des alluvions et de la présence de galets, il sera nécessaire d'avoir recours à une machine hydraulique associée à un cadre stabilisateur permettant d'encaisser les à-coups dus aux chocs lors du passage de la vis entre les galets.

Il sera déconseillé de faciliter le vissage en utilisant la technique de lance à eau (hydro-jetting).

Les ancrages devront être vissés dans le sol sur tout leur hauteur. En cas de vissage incomplet dû à un refus prématuré, il sera recommandé de dévisser et de déplacer légèrement l'ancrage.

Une mesure du couple de torsion lors de la pose des ancrages sera recommandée car elle constitue un bon indicateur de la tenue de l'ancre.

#### - Dispositions constructives

Ind. A

**Le dimensionnement des ancrages devra prendre en compte les efforts horizontaux, et les efforts de traction. Ces dernières pourront donc avoir un diamètre conséquent et une profondeur d'ancrage relativement élevée.**

La technique choisie devra prendre en compte le caractère boulant des sols, la présence de galets et la rencontre possible de niveaux alluvionnaires cimentés.

Le type d'ancrage précis (type, diamètre, profondeur) sera défini dans le cadre des missions géotechniques ultérieures (mission G2 PRO et G3) en fonction des efforts à reprendre.

#### - Contrôles

**La fraction grossière des alluvions et la taille des plus gros éléments sont difficiles à évaluer par sondages. Ainsi, la présence de galets de taille bien supérieure à 100 mm ne doit pas être écartée.**

**Il sera donc nécessaire de réaliser un ou des ancrages d'essai afin de s'assurer de la faisabilité de cette solution de fondation et permettre de définir le type, le modèle et la profondeur des ancrages à mettre en œuvre.**

Une mesure du couple de torsion lors de la pose des vis sera recommandée car elle constitue un bon indicateur de la tenue de l'ancre.

#### - Variantes

Une solution variante d'ancrages par **corps morts** sur berges ou au fond du lac voire des ancrages au fond du lac sont possibles.

Ind. A

Le dispositif par corps morts en fond de bassin semble être la solution technique la moins dépendante des aléas géotechniques.

Au vu de la bathymétrie relativement plane sur le site (exploitation de l'ensemble des sables et graviers jusqu'au toit de la marne d'âge Toarcien – à vérifier par des sondages complémentaires), les solutions d'ancrage de type « corps morts » en fond de bassin sont à privilégier. Ils seront dimensionnés conformément aux efforts induits par les structures photovoltaïques flottantes.



En première approche, en l'absence d'essais en laboratoire réalisés sur l'horizon marneux, il est possible de considérer les marnes altérées en marnes argileuses de classe GTR A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> voire A<sub>4</sub>. En cas de marnes saines « rocheuses », elles peuvent être classées en R<sub>3</sub> selon le GTR.

Il conviendra toutefois de réaliser une campagne de reconnaissance complémentaire du fond du lac afin de définir les paramètres géotechniques en conséquence.

### **IV.3. FONDATION PAR RADIERS POUR LES POSTES DE TRANSFORMATION ET DE LIVRAISON**

#### **- Principe de Fondation – niveaux d'assise**

La fondation des postes sera constituée par un radier sollicitant **le remblais technique de mise hors d'eau**, à condition que la structure permette une bonne répartition des charges.

#### **- Contrainte limites de calcul**

Compte tenu des éléments du projet connus (hypothèses formulées au § I.2), la contrainte moyenne développée par le radier sera d'environ :

$$q = 0.02 \text{ MPa (20 kPa) à l'ELS qp}$$

Ces contraintes moyennes correspondent à un coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture de :

$$F \gg 3$$

#### **- Tassements**

Moyennant une exécution soignée du remblai de mise à niveau (entre 3.20 m et 4.00 m de hauteur), les tassements estimés pour la contrainte moyenne ci-dessus seront de l'ordre de 1.5 à 2 cm au droit du sondage SP6, notamment du fait du remblaiement.

Ces tassements ne sont pas négligeables et devront pouvoir être absorbés sans désordre par la structure et pourront nécessiter des dispositions constructives particulières (canalisation souples, ...).

#### **- Dispositions constructives**

La garde au gel sera assurée par une bêche périphérique descendue à 0,80 m/sol extérieur fini.

## - Définition et mise en œuvre du remblai technique de substitution

Pour la mise en œuvre du remblai technique qui servira de sol d'assise aux fondations de la superstructure, on procédera de la façon suivante :

- Purge de la terre végétale et des terrains superficiels sur 0.50 m d'épaisseur au minimum ;
- Examen du fond de forme ainsi créé par un géotechnicien pour avis sur la qualité du sol ;
- Compactage du fond de forme ;
- Dans le cas où le fond de forme présenterait une teneur en eau trop importante (sol sujet au matelassage), il conviendra de prévoir le cloutage du fond de forme par incorporation jusqu'au refus de concassé 100/200 mm ou équivalent. Pour cette raison, les travaux seront réalisés en période sèche.
- Pose d'un géotextile (assurant à la fois une fonction anticontaminante et de renforcement) sur tout le fond de forme (après le cloutage éventuel) ;
- Le remblai sera constitué d'un matériau noble insensible à l'eau, non gélif, de type D<sub>21</sub> ou D<sub>31</sub> (type 0/100 à 0/250 mm) selon le GTR par exemple et comportant 4 à 8 % de fines. Les qualités de ce matériau devront être contrôlées au démarrage du chantier (identification GTR, planche d'essai, examen par un ingénieur géotechnicien) afin d'en valider les caractéristiques. Le matériau sera mis en place par couches soigneusement compactées d'épaisseur inférieure à 0.60 m selon le GTR. Des redents d'accrochage seront aménagés sur les zones non horizontales ou sur les talus ;
- Une couche de finition constituée par un matériau propre de granulométrie 0/20 sur une épaisseur minimale de 0,1 m soigneusement compactée (assise du dallage) sera ensuite mise en place.
- Des essais de contrôle à la plaque/ou au pénétromètre dynamique devront être prévus pour s'assurer de la qualité du compactage. Ils seront réalisés tous les 0,5 m à 0,8 m d'élévation d'au moins 1 essai tous les 500 m<sup>2</sup>. Les valeurs minimales à obtenir (au niveau de l'assise des fondations et du dallage) seront :

$$EV_2 > 50 \text{ MPa}$$

$$EV_2 / EV_1 < 2,2$$

Sans ces essais et contrôles réalisés et/ou suivis par GEOTEC ou son mandataire dans le cadre d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution, GEOTEC ne saurait engager sa responsabilité sur cette solution (ce qui n'exonère pas l'entreprise de son auto contrôle au titre de sa mission G3).

## - Sujétions d'exécution

On veillera également à purger toute poche de moindre consistance ou de remblai impropre détectée lors des terrassements.

Le béton de propreté du radier sera coulé sur la couche de forme propre bien graduée et compactée.

#### IV.4. DISPOSITIF ANTI-EMBACLE

##### - Principe de fondation – niveaux d’assise

Pour rappel, le dispositif anti-embâcle installé sur 900 ml sera de type peigne constitué par des poteaux cylindriques métalliques battus de 50 cm de diamètre, espacés de 2 m et avec une hauteur hors sol de 2.5 m. Ce dernier permettra de retenir les gros flottants en cas d’inondation.

En première approche, on s’orientera vers des pieux battus aciers ouverts (classe 5, catégorie 13) descendus dans les sables et graviers voire la marne en fonction des efforts à reprendre.

D’autres techniques de réalisation des pieux pourront être proposées en variante par les entreprises en fonction de leurs moyens et de leurs techniques propres. Dans tous les cas, elles devront faire l’objet d’une validation par le contrôleur technique et le géotechnicien en charge de la mission G4, et permettre de garantir la profondeur de l’horizon d’ancrage. Nous attirons toutefois l’attention sur la compacité des sables et graviers et de la marne.

##### - Choix de la méthode de calcul

Nous utiliserons ci-après la procédure « modèle de terrain » qui consiste à déduire d’un modèle géotechnique du site les valeurs caractéristiques de la résistance de pointe et du frottement axial unitaire dans les différentes couches de sol.

Selon la norme NFP 94-262 (Eurocodes 7 – Fondations profondes), il convient de vérifier que

- la valeur de calcul à l’ELS de la charge axiale  $F_d$  transmise par un pieu est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la charge de fluage de compression  $R$  tel que :

$$F_d \leq R_{c;d}$$

- la valeur de calcul à l’ELU de la charge de compression axiale  $F_{c;d}$  est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la portance  $R_{c;d}$  tel que :

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

Selon les termes de la NF P94-262, les charges admissibles en compression sont données par les formules :

$$R = \Gamma_1.R_s + \Gamma_2.R_b$$

Avec  $R = R_{c;d}$  à l’ELS ou  $R = R_{c;d}$  à l’ELU  
 $R_b$  : résistance limite de pointe, avec  $R_b = A \cdot k_p \cdot p_{le}^*$   
 $R_s$  : résistance limite en frottement latéral, avec  $R_s = \pi D \sum h_i \cdot q_{si}$

Où :  $A$  est la section du pieu et  $D$  son diamètre,  
 $k_p$  le facteur de portance,  $p_{le}$  la pression limite nette équivalente,  
 $q_{si}$  le frottement latéral limite dans la couche  $i$  d’épaisseur  $h_i$ .

Les coefficients de sécurité globaux ( $\gamma_1$  et  $\gamma_2$ ) retenus en compression sont les suivants pour la méthode pressiométrique.

	ELS qp	ELS caract	ELU dt /sismique	ELU accid
<b>Latéral (<math>\gamma_1</math>)</b>	0,503	0,615	0,719	0,791
<b>Pointe (<math>\gamma_2</math>)</b>	0,503	0,615	0,719	0,791

Les coefficients de sécurité globaux retenus en traction sont les suivants pour la méthode pressiométrique.

	ELS qp	ELS caract	ELU dt /sismique	ELU accid
<b>Latéral (<math>\gamma_1</math>)</b>	0,303	0,413	0,565	0,618
<b>Pointe (<math>\gamma_2</math>)</b>	-	-	-	-

### - Paramètres de dimensionnement

A partir de la synthèse des sondages pressiométriques SP2, SP3 et SP9, les paramètres géotechniques sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Nature	Epaisseur (m)	$E_M$ <sup>(1)</sup> (MPa)	$pl^*$ <sup>(2)</sup> (MPa)	$\alpha$	Cohésion $C'$ (kPa)	Angle de frottement (en°)	Densité (kPa)	Courbe $f_{sol}$	$q_s$ (kPa)	$kp_{max}$
Terre végétale	0.15 à 0.35	-	-	2/3	0	10	14			-
Limon sableux	0.75 à 1.15 (non reconnu en SP3)	6.82	0.63	2/3	5	30	18	Q1	44	-
Sable +/- limoneux	4.90 à 6.45	9.12	0.93	1/2	0	30	19	Q2	33	-
Sable et graviers	2.30 à 5.20	35.65	2.91	1/4	0	35	19	Q2	50	1.9 <sup>(3)</sup>
Marne	3.20 (reconnu en SP3)	113.77	4.37	1/2	30	25	20	Q4	90	1.4 <sup>(3)</sup>

**Remarque :** Prise en compte de la moyenne :

- géométrique pour les pressions limites ( $pl^*$ ) ;
- harmonique pour les modules pressiométriques ( $E_M$ )

Pour les pieux battus ouverts mis en œuvre par vibrofonçage au lieu par battage, un abattement de 50 % est à appliquer sur le facteur  $kp$  et un abattement de 30 % sur les  $q_s$ .

## **- Exemple de prédimensionnement**

Le dimensionnement devra être réalisé dans le cadre de l'étude géotechnique de conception phase projet (mission G2-PRO) en fonction des efforts réels (notamment les efforts horizontaux).

Les caractéristiques des pieux (diamètre, épaisseur, nuance d'acier) et les profondeurs d'ancrage dans l'horizon porteur seront fonction des efforts à reprendre (chocs et poussés des corps flottants).

Toutefois, les pieux seront nécessairement descendus dans les sables et graviers voire les marnes.

Dans le dimensionnement des pieux, il sera retenu une épaisseur d'acier sacrifiée de 0.6 mm sur chaque face (Eurocode 3, partie 5).

## **- Sujétions d'exécution des pieux**

Les pieux seront réalisés et contrôlés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée.

La mise en place des pieux pourra s'effectuer par fonçage et/ou battage.

Toutefois, en cas de refus prématuré des préforage pourront être nécessaire. En effet, pour traverser les sables et graviers et les marnes et atteindre l'ancrage nécessaire, l'entreprise devra mettre en œuvre le matériel adapté. On pourra s'orienter vers la mise en œuvre des tubes par un système de forage à l'avancement avec des outils adaptés à la dureté de la roche.

Du fait de la réalisation de « préforage » permettant la mise en œuvre des pieux, un scellement des tubes sur la hauteur de fiche sera nécessaire pour garantir la stabilité de l'ouvrages.

La réalisation de ces ouvrages ne devra pas déstabiliser les berges. Toutes les dispositions seront prises pour assurer la bonne tenue de cette dernière sous les circulations des engins de chantiers.

Un essai de battage sera réalisé au démarrage du chantier afin de valider les possibilités et les méthodes de fonçage à mettre en œuvre.

Les pieux ne devront pas être sujets au phénomènes d'affouillement.



## V. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2AVP confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site et le projet sont notamment :

- Variation d'épaisseur des limons lâches au droit des berges.
- Variation d'épaisseur de remblais et présence éventuellement de vestiges de construction au sein des berges.
- Variation de faciès au sein des alluvions quaternaires avec la présence de niveaux plus ou moins limoneux, sableux ou graveleux.
- Présence au sein des alluvions de galets de diamètres plus importants que ceux rencontrés lors des sondages pouvant entraîner une solution d'ancrage par vis techniquement délicate voir inadaptée.
- Présence de niveaux indurés ou cimentés au sein des alluvions pouvant entraîner une solution d'ancrage à vis techniquement délicate voir inadaptée.
- Efforts horizontaux s'appliquant sur les ancrages en fonction notamment de l'angle des lignes d'amarrage.
- Variation du niveau du lac qui devra être pris en compte dans la conception des ouvrages et l'orientation des efforts par rapport aux ancrages.
- Stabilité des berges qui devra faire l'objet d'une vérification en fonction de la géométrie des talus.
- La stabilité des berges existantes qui pourront nécessiter au cours du temps des confortements en fonction des phénomènes d'érosion et de ruissellement.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2-PRO à G4) devra suivre la présente étude.

**Nous rappelons que seules les berges ont fait l'objet de reconnaissances. La réalisation d'ancrages ou la pose de corps mort au fond du lac nécessitera des reconnaissances complémentaires au fond du lac. Ces dernières permettront de définir l'épaisseur de vase et la nature des sols sous-jacents.**

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

\*

\*       \*

## CONDITIONS GENERALES

### 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

### 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

### 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

### 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

### 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

### 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

### 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

### 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

### 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

## CONDITIONS GENERALES (SUITE)

### 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

### 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

### 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

### 14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

### 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

### 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle sur-cotation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur-cotation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défektivité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

### 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

### 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

## CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

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, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

### **ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, 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).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

### **SUPERVISION 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).



## ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'oeuvre	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 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) <b>Phase Etude de Site (ES)</b>		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) <b>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase Avant-projet (AVP)</b>		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 ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) <b>Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase DCE/ACT</b>		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)</b>	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)</b>	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A 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

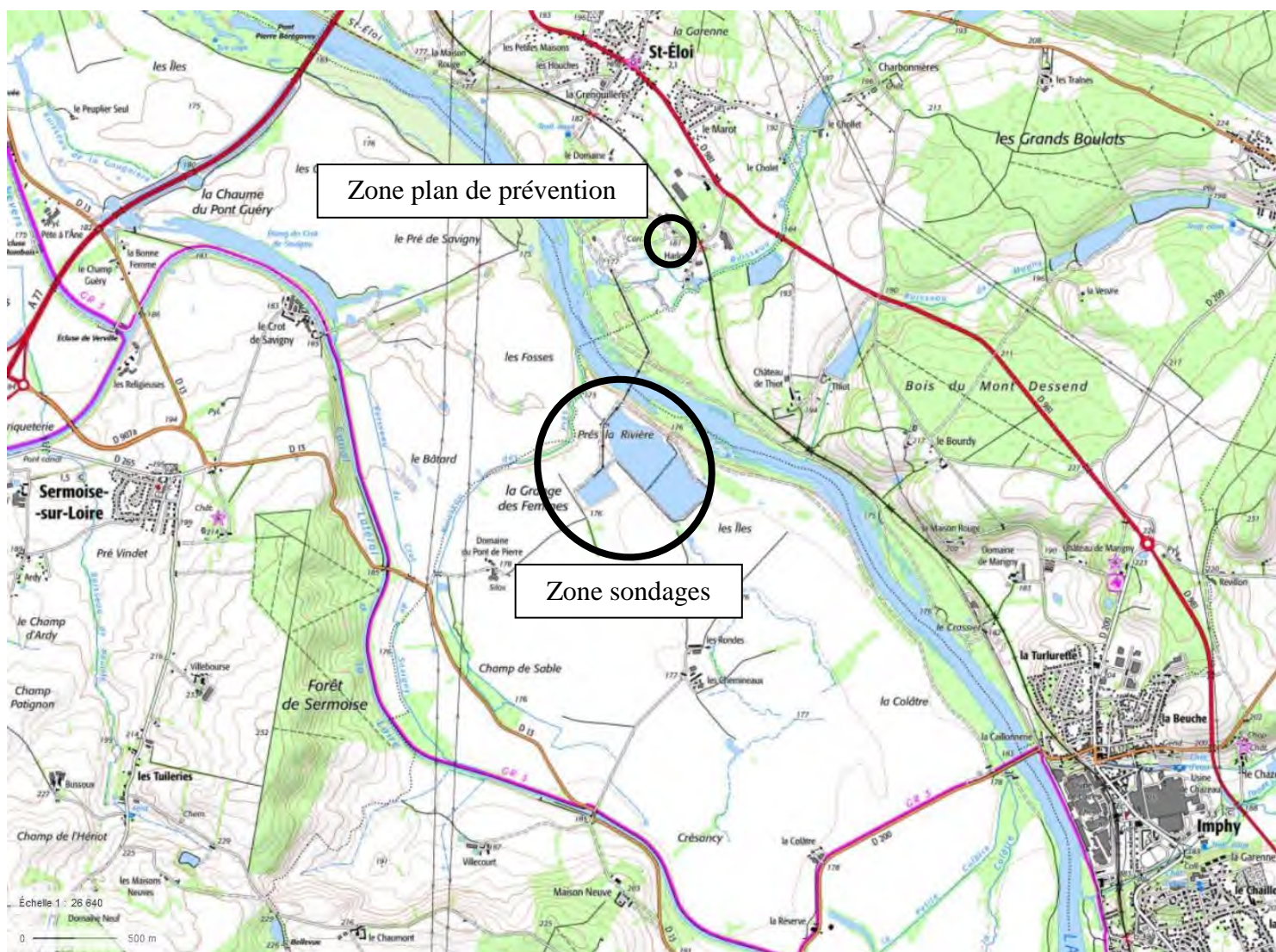
## ANNEXES

- Annexe 1 : Plan de situation
- Annexe 2 : Plan d'implantation des sondages
- Annexe 3 : Sondages et Essais
- Annexe 4 : Résultats des analyses en laboratoire



**Annexe 1 :**  
**Plan de situation**

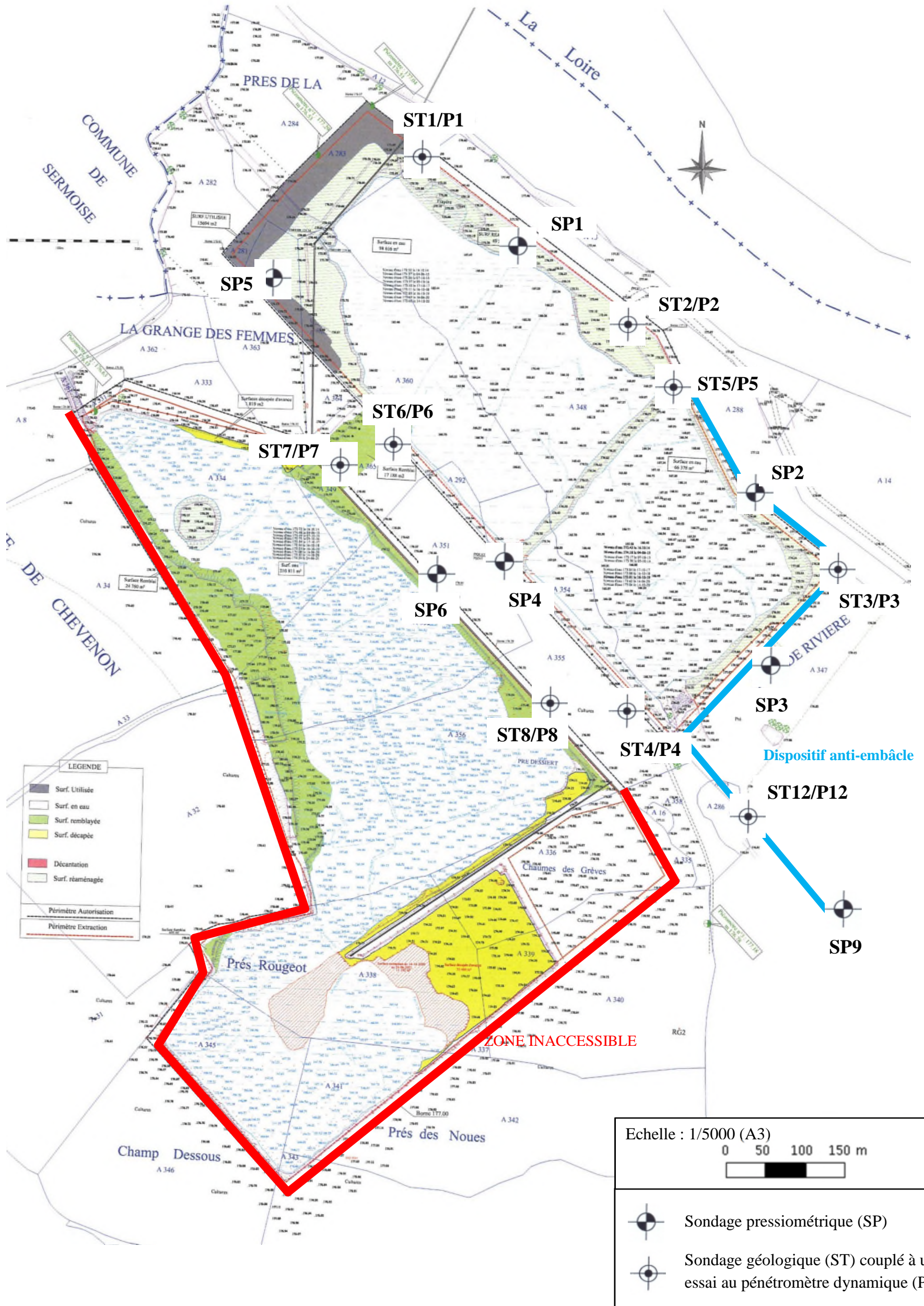
**GEOTEC – 2021/08557/AUXER  
CHEVENON**  
Parc Photovoltaïque flottant  
*La Grange des Femmes*  
PLAN DE SITUATION



**Annexe 2 :**  
**Plan d'implantation des sondages**



GEOTEC 2021/08557/AUXER  
**CHEVENON**  
**Parc photovoltaïque flottant**  
La Grange des Femmes  
Plan d'implantation des sondages



**Annexe 3 :**  
**Sondages et Essais**



### Sondage : SP1

Inclinaison/Verticale : 0.00°

Date : 23/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Echelle : 1/100

Y :

Affaire : 2108557

Z : 170.30 NGF

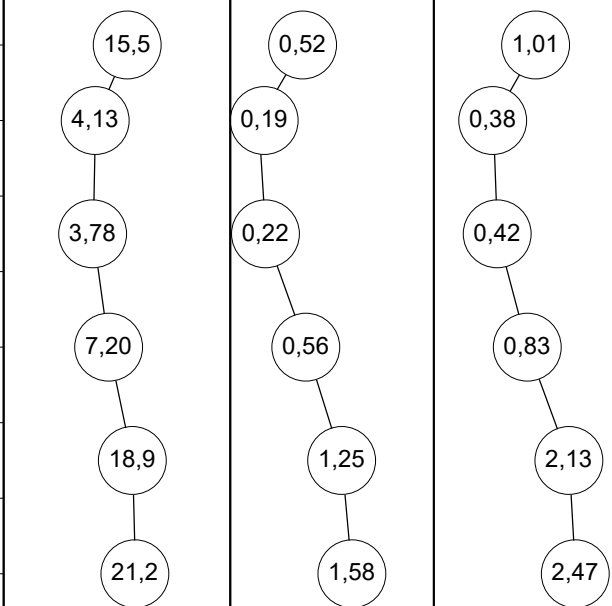
Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			EM/pl*		
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10		0,1	1
170,30	0,00				0											
169,50	0,80	10 cm de terre végétale			1											
		Limon sablo-graveleux brun			2											
		Limon gris foncé			3											
167,60	2,70				4											
		Limon sableux gris foncé			5											
166,50	3,80				6											
		Sable légèrement graveleux gris foncé			7											
164,10	6,20				8											
		Sable et graviers gris foncé			9											
161,80	8,50				10											
					11											
					12											
					13											
					14											
					15											
					16											
					17											
					18											
					19											
					20											

Eau en fin de sondage 3,80 m

Eau en cours de sondage 4,80 m

TAR 63



Observations :

EXGTE 3.23





### Sondage : SP2

Inclinaison/Verticale : 0.00°

Date : 22/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Echelle : 1/100

Y :

Affaire : 2108557

Z : 175.60 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)				Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*				
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1		10			
175,60	0,00				0															
175,45	0,15	15 cm de terre végétale			0															
174,30	1,30	Limon argileux brun foncé			1												11			
		Sable brun	3,00 m Eau en cours de sondage	TAR 63	2												11			
					3														11	
					4															11
					5															10
169,30	6,30	Sable et graviers			6													14		
					7															14
167,60	8,00				8													9		
					9															
					10															
					11															
					12															
					13															
					14															
					15															
					16															
					17															
					18															
					19															
					20															

Observations : Eau en fin de sondage à 2.90m

EXGTE 3.23



# Sondage : SP3

Inclinaison/Verticale : 0.00°

Date : 22/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Echelle : 1/100

Y :

Affaire : 2108557

Z : 175.80 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)				Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*				
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1		10			
175,80	0,00				0															
175,85	0,15	15 cm de terre végétale			1															
		Sable limoneux brun	Eau en fin de sondage 3,00 m Eau en cours de sondage 4,00 m	TAR 63	2															
173,70	2,10				3	13,1	0,77	1,14											11	
					4	15,8	0,74	1,18												13
		Sable brun			5	5,28	0,42	0,57												9
					6	6,47	0,46	0,70												9
169,20	6,60				7	8,46	0,35	0,85												10
		Sable et graviers bruns			8	28,5	0,91	2,49												11
					9	37,4	1,38	3,13												12
164,00	11,80				10	79,3	3,35	4,36												18
		Marne gris brun			11	133	> 3,81	> 3,81												< 35
160,80	15,00				12	99,4	2,76	5,02												20
					13															
					14															
					15															
			16																	
			17																	
			18																	
			19																	
			20																	

Observations : Eboulement à 3.00m

EXGTE 3.23



### Sondage : SP4

Inclinaison/Verticale : 0.00°

Date : 24/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Echelle : 1/100

Y :

Affaire : 2108557

Z : 175.50 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*		
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1	10			
175,50	0,00				0														
175,25	0,25	Terre végétale			0														
174,70	0,80	Limon sableux brun			1														
		Sable brun	2,20 m Eau en cours de sondage	TAR 63	1	8,14					0,44				0,67			12	
					2	7,43						0,44				0,62			12
					3	11,1						0,56				0,84			13
					4	12,2						0,56				1,04			12
169,20	6,30							6	25,4				1,04			1,81			14
		Sable et graviers			7														
167,00	8,50							8	49,7				2,02			3,65			14
					9														
					10														
					11														
					12														
					13														
					14														
					15														
					16														
					17														
					18														
					19														
					20														

Observations : Eboulement à 2.10m  
Eau en fin de sondage à 2.10m

EXGTE 3.23



### Sondage : SP5

Inclinaison/Verticale : 0.00°

Date : 23/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Echelle : 1/100

Y :

Affaire : 2108557

Z : 175.15 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*			
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1	10				
175,15	0,00				0															
174,95	0,20	Terre végétale																		
174,35	0,80	Limon brun																		
		Limon gris			1	6,64					0,33				0,59			11		
					2	6,72					0,34				0,58			12		
171,95	3,20				3	3,08					0,11				0,25			12		
		Limon sableux gris	5,00 m Eau en cours de sondage	TAR 63	4															
					5	3,98						0,19				0,31			13	
					6	4,90						0,21				0,38			13	
					7															
					8	5,44						0,27				0,52			11	
166,65	8,50						9													
							10													
							11													
					12															
					13															
					14															
					15															
					16															
					17															
					18															
					19															
					20															

Observations : Eboulement à 4.90m  
Eau en fin de sondage à 4.80m

EXGTE 3.23



# Sondage : SP6

Inclinaison/Verticale : 0.00°

Date : 28/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Echelle : 1/100

Y :

Affaire : 2108557

Z : 176.75 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)				Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*	
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1		10
176,75	0,00																
176,30	0,45	R-R Remblai : 15cm de terre végétale puis blocs			0												
		Limons brun foncé	Eau en fin de sondage		1	13,4					0,57				1,21		11
174,55	2,20		1,90 m		2	10,8					0,55				1,08		10
		Sable brun foncé	3,00 m		3	10,5					0,41				0,78		13
					4												
					5	9,76					0,36				0,99		10
170,85	5,90				6												
		Sable et graviers brun foncé	Eau en cours de sondage	TAR 63	7	21,5					0,94				1,66		13
					8	49,2									3,70		13
					9												
					10	30,1					1,99				3,28		9
					11	32,1					2,36				3,66		9
164,75	12,00				12												
		Marne brune			13	84,3					2,74				3,83		22
					14	59,7					3,79				> 3,78		< 16
161,75	15,00				15												
					16												
					17												
					18												
					19												
					20												

Observations : Eboulement à 2.00m

EXGTE 3.23



### Sondage : SP9

Inclinaison/Verticale : 0.00°

Date : 24/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Echelle : 1/100

Y :

Affaire : 2108557

Z :

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			EM/pl*		
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10		0,1	1
0,00	0,00				0											
-0,35	0,35				0											
					1											
-1,10	1,10				1											
			Eau en fin de sondage 2,70 m 3,00 m	TAR 63	2											
					3											
					3											
					4											
					5											
					6											
-6,00	6,00				6											
					7											
					8											
-8,50	8,50				8											
					9											
					10											
					11											
					12											
					13											
					14											
					15											
					16											
					17											
					18											
					19											
					20											

Observations : Eboulement à 2.70m

EXGTE 3.23







## Sondage : ST2+P2

Inclinaison/Verticale :

Date : **21/03/2022**

Site : **CHEVENON**

X :

Type : **DPM30C**

Y :

Echelle : **1/100**

Affaire : **2108557**

Z : **174.10 NGF**

Page : **1/1**

Cote	Prof. (m)	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Masse (kg)	Nb. Tiges	Résistance dynamique apparente (Rd en MPa)				Remarques
							0,1	1	10	100	
174,10	0,00		Eau en fin de sondage	TAR 63	50.3	1					
173,30	0,80					2					
						3					
172,10	2,00	Sable gris foncé				4					
						5					
						6					
						7					
						8					
						9					
166,10	8,00		8					Arrêt à 8,00m			
						9					
						10					
						11					
						12					
						13					
						14					
						15					
						16					
						17					
						18					
						19					
						20					

**Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB**

EXGTE 3.23

Masse mouton : 30 kg

Masse enclume : 27.17 kg

Hauteur de chute : 20 cm

Masse de la pointe : 0.34 kg

Section de la pointe : 9.62 cm<sup>2</sup>

Masse d'une tige : 2.46 kg

**Observations :** Eboulement à 2.85m

**Sondage : ST3+P3**

Inclinaison/Verticale :

Date : 21/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Type : DPM30C


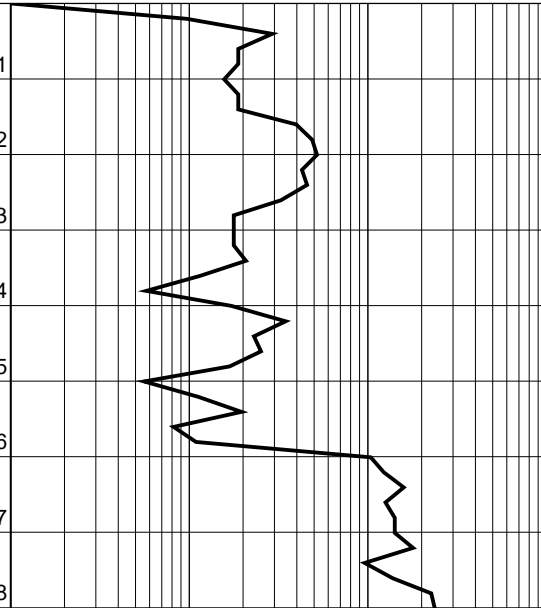
Y :

Echelle : 1/100

Affaire : 2108557

Z : 175.15 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof. (m)	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Masse (kg)	Nb. Tiges	Résistance dynamique apparente (Rd en MPa)				Remarques
							0,1	1	10	100	
175,15	0,00		Eau en fin de sondage 3,10 m Eau en cours de sondage 4,00 m	TAR 63	50,3	1					
175,00	0,15					15 cm de terre végétale					
173,95	1,20	Limon argileux brun				2					
		Sable brun consistant				3					
4											
5											
169,15	6,00	Sable et graviers brun				6					
						7					
167,15	8,00					8					
			9								
						10					
						11					
						12					
						13					
						14					
						15					
						16					
						17					
						18					
						19					
						20					

**Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB**

EXGTE 3.23

Masse mouton : 30 kg

Masse enclume : 27.17 kg

Hauteur de chute : 20 cm

Masse de la pointe : 0.34 kg

Section de la pointe : 9.62 cm<sup>2</sup>

Masse d'une tige : 2.46 kg

**Observations :** Eboulement à 3.20m

**Sondage : ST4+P4**

Inclinaison/Verticale :

Date : 21/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Type : DPM30C



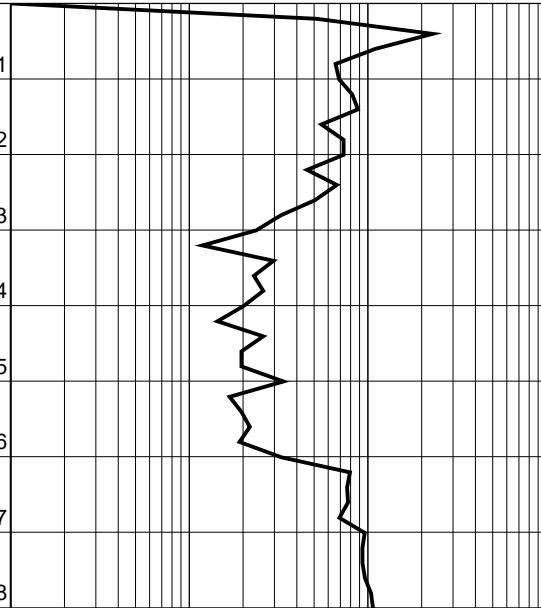



Y :

Echelle : 1/100

Affaire : 2108557

Z : 175.15 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof. (m)	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Masse (kg)	Nb. Tiges	Résistance dynamique apparente (Rd en MPa)				Remarques
							0,1	1	10	100	
175,15	0,00			TAR 63	50.3	1					
174,65	0,50					2					
174,35	0,80					3					
172,85	2,30					4					
						5					
						6					
168,95	6,20					7					
						8					
						9					
167,15	8,00								Arrêt à 8,00m		
						10					
						11					
						12					
						13					
						14					
						15					
						16					
						17					
						18					
						19					
						20					

**Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB**

EXGTE 3.23

Masse mouton : 30 kg

Masse enclume : 27.17 kg

Hauteur de chute : 20 cm

Masse de la pointe : 0.34 kg

Section de la pointe : 9.62 cm<sup>2</sup>

Masse d'une tige : 2.46 kg

**Observations :** Eau en fin de sondage à 1.90m + éboulement à 1.90m



**Sondage : ST6+P6**

Inclinaison/Verticale :

Date : 21/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Type : DPM30C


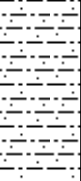


Y :

Echelle : 1/100

Affaire : 2108557

Z : 175.70 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof. (m)	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Masse (kg)	Nb. Tiges	Résistance dynamique apparente (Rd en MPa)				Remarques
							0,1	1	10	100	
175,70	0,00										
175,25	0,45			TAR 63		1					
						2	1				
						3	2				
172,50	3,20		2,40 m		50.3	4	3				
			Eau en cours de sondage			5	4				
						6	5				
169,50	6,20					7	6				
						8	7				
167,70	8,00					9	8				Arrêt à 8,00m
							9				
							10				
							11				
							12				
							13				
							14				
							15				
							16				
							17				
							18				
							19				
							20				

**Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB**

EXGTE 3.23

Masse mouton : 30 kg

Masse enclume : 27.17 kg

Hauteur de chute : 20 cm

Masse de la pointe : 0.34 kg

Section de la pointe : 9.62 cm<sup>2</sup>

Masse d'une tige : 2.46 kg

**Observations :** Eau en fin de sondage à 2.20m + éboulement à 2.20m







### Sondage : ST8+P8

Inclinaison/Verticale :

Date : 21/03/2022

Site : CHEVENON

X :

Type : DPM30C

Y :

Echelle : 1/100

Affaire : 2108557

Z : 176.80 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof. (m)	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Masse (kg)	Nb. Tiges	Résistance dynamique apparente (Rd en MPa)				Remarques		
							0,1	1	10	100			
176,80	0,00												
176,20	0,60	Remblai : 10cm de terre végétale puis blocs beige		TAR 63		1							
		Limon brun foncé			50.3	2							
						3							
174,50	2,30					4							
		Sable et graviers	2,90 m Eau en cours de sondage				5						
							6						
							7						
							8						
168,80	8,00						7					Refus à 6,80m Rd>50MPa	
						8							
						9							
						10							
						11							
						12							
						13							
						14							
						15							
						16							
						17							
						18							
						19							
						20							

**Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB**

EXGTE 3.23

Masse mouton : 30 kg

Masse enclume : 27.17 kg

Hauteur de chute : 20 cm

Masse de la pointe : 0.34 kg


Section de la pointe : 9.62 cm<sup>2</sup>

Masse d'une tige : 2.46 kg

**Observations :** Eau en fin de sondage à 2.70m + éboulement à 2.70m



**Annexe 4 :**  
**Résultats des analyses en laboratoire**

AFFAIRE	2108557	Opérateur	JG	
SITE	CHEVENON	Vérificateur	C. LE BARBEY	
Date	2022-05-08			

Sondage	ST2	ST4	ST6			
Profondeur	1.00-2.00 m	1.00-2.00 m	1.00-2.00 m			
Description	Sable limoneux brun à rares graviers	Sable limoneux brun foncé à graviers	Sable limoneux brun à quelques graviers			

**ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS**

Teneur en eau naturelle (0/D)	W <sub>nat</sub>	(%)	11,9	9,7	11,6		
Masse volumique humide	ρ <sub>h</sub>	(g/cm <sup>3</sup> )					
Masse volumique sèche	ρ <sub>d</sub>	(g/cm <sup>3</sup> )					
Indice des vides	e						
Degré de saturation	S <sub>r</sub>	(%)					

**Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie**

Diamètre maximal	D <sub>max</sub>	(mm)	12,0	14,0	15,0		
Passant à 50 mm	< 50 mm	(%)	100,0	100,0	100,0		
Passant à 2 mm	< 2 mm	(%)	93,8	77,8	87,7		
Passant à 80 μm	< 80 μm	(%)	36,7	15,9	23,5		
Passant à 2 μm	< 2 μm	(%)	-	-	-		

**Valeur au Bleu de Méthylène**

Valeur au Bleu de Méthylène	V.B.S	(g/100g)	0,91	0,60	0,58		
-----------------------------	-------	----------	------	------	------	--	--

**Limites d'Atterberg**

Limite de liquidité	W <sub>L</sub>	(%)					
Limite de plasticité	W <sub>P</sub>	(%)					
Indice de plasticité	I <sub>p</sub>						
Indice de consistance	I <sub>c</sub>						

**Equivalent de sable**

Equivalent de sable	SE(10)	(%)					
---------------------	--------	-----	--	--	--	--	--

**CLASSIFICATION (G.T.R 92 et NF P 11-300)**
**A1**
**B5**
**B5**
**ANALYSES CHIMIQUES**

Teneur en matières organiques	MO	(%)					
Teneur en carbonates	CaCO <sub>3</sub>	(%)					

**ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE**

Teneur en eau à l'OPN	W <sub>opn</sub>	(%)					
Densité sèche à l'OPN	ρ <sub>d</sub> (W <sub>opn</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )					
Indice Portant Immédiat à l'OPN	IPI (W <sub>opn</sub> )						
Indice Portant Immédiat à W <sub>nat</sub>	IPI (W <sub>nat</sub> )						
Indice CBR Immédiat à W <sub>nat</sub>	ICBR (W <sub>nat</sub> )						

**ESSAIS DE PERMEABILITE**

Coefficient de perméabilité	k	(m/s)					
-----------------------------	---	-------	--	--	--	--	--

**ESSAIS TRIAXIAUX**

Type UU	Cohésion	C <sub>uu</sub>	(kPa)					
	Angle de frottement	Φ <sub>uu</sub>	(°)					
	Type CU+	Cohésion	C'	(kPa)				
		Angle de frottement	Φ'	(°)				

**CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE**

Type CD	Cohésion	C <sub>uu</sub>	(kPa)					
	Angle de frottement	Φ <sub>uu</sub>	(°)					
	Type CD	Cohésion	C'	(kPa)				
		Angle de frottement	Φ'	(°)				

**COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE**

Contrainte de préconsolidation	σ <sub>p</sub>	(kPa)					
Indice de compression	C <sub>c</sub>						
Indice de gonflement	C <sub>s</sub>						

**GONFLEMENT A L'OEDOMETRE**

Pression de gonflement	σ <sub>g</sub>	(kPa)					
Rapport de gonflement	R <sub>g</sub>						

**RETRAIT LINEAIRE**

Limite de retrait effectif	W <sub>Re</sub>	(%)					
Facteur de retrait effectif	R <sub>l</sub>						

**ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS**

Essai Los Angeles	LA						
Essai Micro-Deval	MDE						
Coefficient de dégradabilité	DG						
Coefficient de fragmentabilité	FR						
Résist. à la compression uniaxiale	σ <sub>c</sub>	MPa					
Module de Young	E	MPa					
Coefficient de Poisson	ν						
Résistance à la traction indirecte	σ <sub>tb</sub>	MPa					

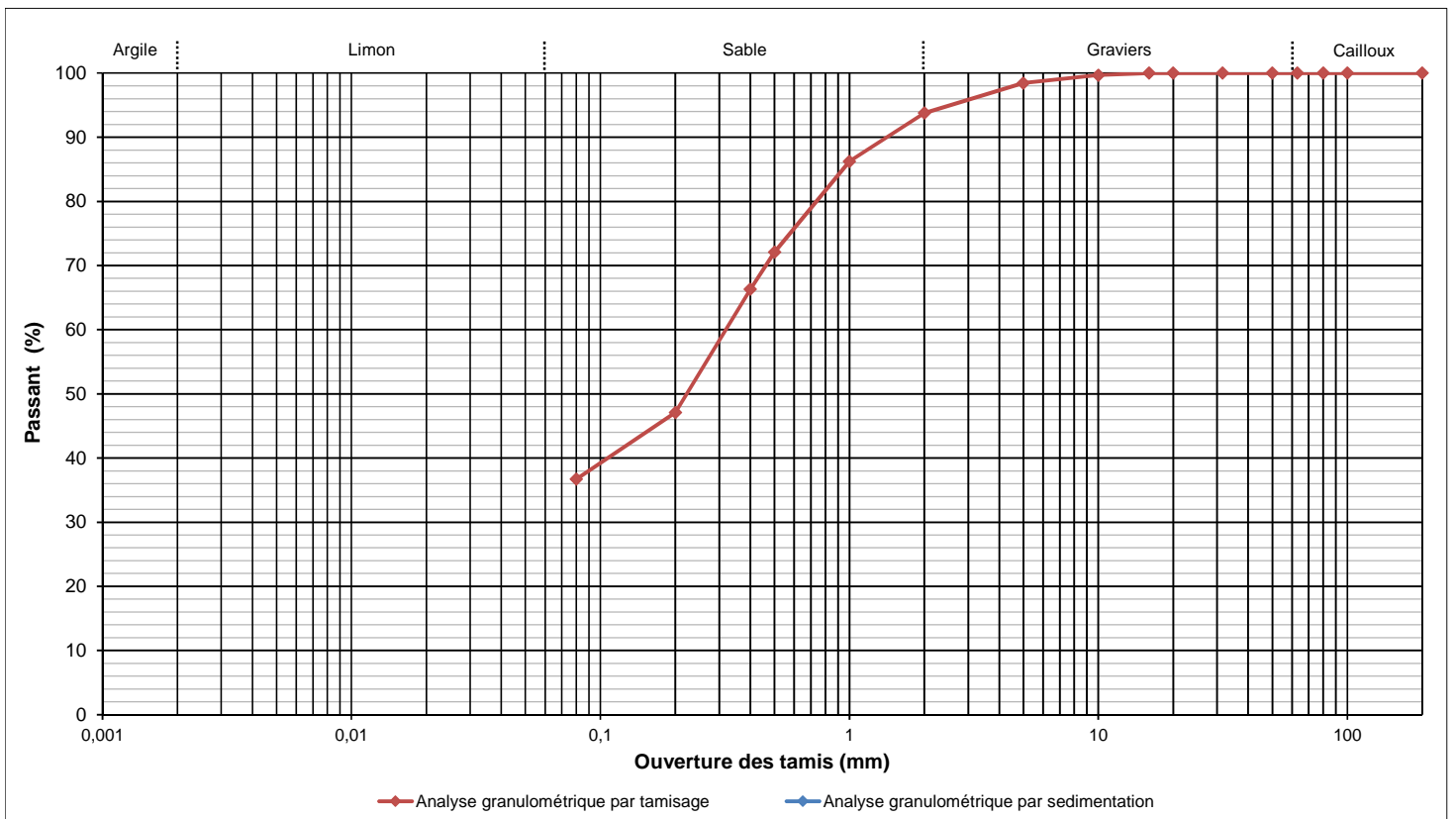
<b>AFFAIRE</b>	2108557
<b>SITE</b>	CHEVENON
<b>Date</b>	2022-04-05
<b>Opérateur</b>	JG

<b>W% sur 0/D (NF P 94-050)</b>	11,9	
<b>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</b>	-	
<b>Dmax (mm)</b>	12,0	
<b>Passants (en %)</b>	<b>50 mm</b>	100,0
	<b>2 mm</b>	93,8
	<b>80 µm</b>	36,7
	<b>2 µm</b>	-
<b>VBS (NF P 94-068)</b>	0,91	

<b>T°C de séchage</b>	105°C
<b>Sédimentométrie</b>	NON
<b>Sondage</b>	ST2
<b>Profondeur</b>	1,00 - 2,00 m
<b>Description</b>	Sable limoneux brun à rares graviers

<b>Ø tamis (mm)</b>	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
<b>Passant (%)</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	98,4	93,8	86,2	72,1	66,3	47,1	36,7

<b>Ø tamis (µm)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Passant (%)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



<b>Densimètre</b>	H <sub>0</sub> (cm) =	-	H <sub>1</sub> (cm) =	-	h <sub>1</sub> (cm) =	-	V <sub>d</sub> (cm <sup>3</sup> ) =	-
<b>Facteurs correcteurs</b>	C <sub>m</sub> =	-	C <sub>d</sub> =	-	Eprouvette : A (cm <sup>2</sup> ) =	-		
<b>Masse volumique des grains estimée (g/cm<sup>3</sup>)</b>	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

<b>Observations</b>	
---------------------	--



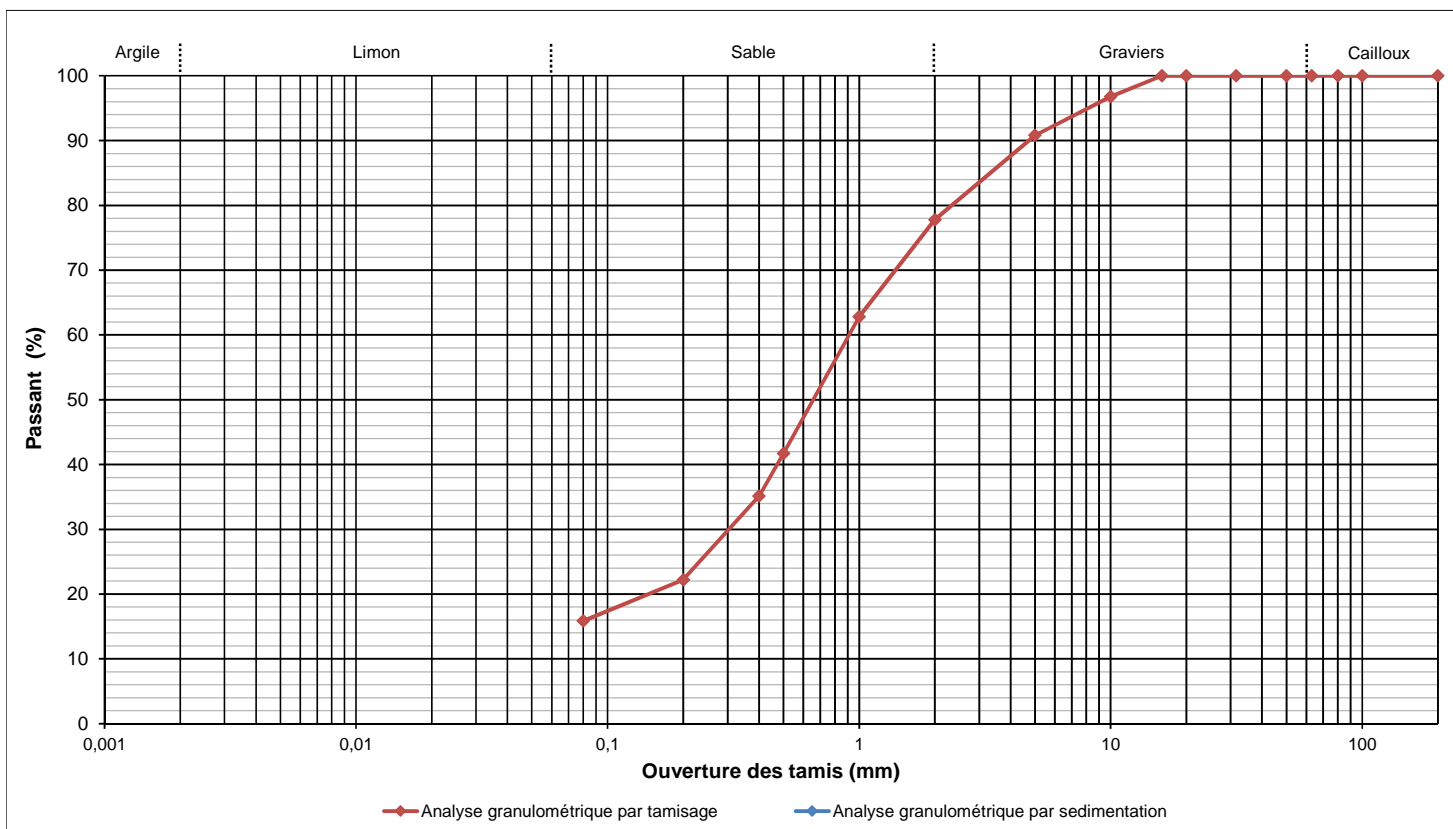
<b>AFFAIRE</b>	2108557
<b>SITE</b>	CHEVENON
<b>Date</b>	2022-04-05
<b>Opérateur</b>	JG

<b>W% sur 0/D (NF P 94-050)</b>	9,7	
<b>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</b>	-	
<b>Dmax (mm)</b>	14,0	
<b>Passants (en %)</b>	<b>50 mm</b>	100,0
	<b>2 mm</b>	77,8
	<b>80 µm</b>	15,9
	<b>2 µm</b>	-
<b>VBS (NF P 94-068)</b>	0,60	

<b>T°C de séchage</b>	105°C
<b>Sédimentométrie</b>	NON
<b>Sondage</b>	ST4
<b>Profondeur</b>	1,00 - 2,00 m
<b>Description</b>	Sable limoneux brun foncé à graviers

<b>Ø tamis (mm)</b>	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
<b>Passant (%)</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,8	90,8	77,8	62,8	41,7	35,1	22,2	15,9

<b>Ø tamis (µm)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Passant (%)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



<b>Densimètre</b>	H <sub>0</sub> (cm) =	-	H <sub>1</sub> (cm) =	-	h <sub>1</sub> (cm) =	-	V <sub>d</sub> (cm <sup>3</sup> ) =	-
<b>Facteurs correcteurs</b>	C <sub>m</sub> =	-	C <sub>d</sub> =	-	Eprouvette : A (cm <sup>2</sup> ) =	-		
<b>Masse volumique des grains estimée (g/cm<sup>3</sup>)</b>								

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

<b>Observations</b>	
---------------------	--

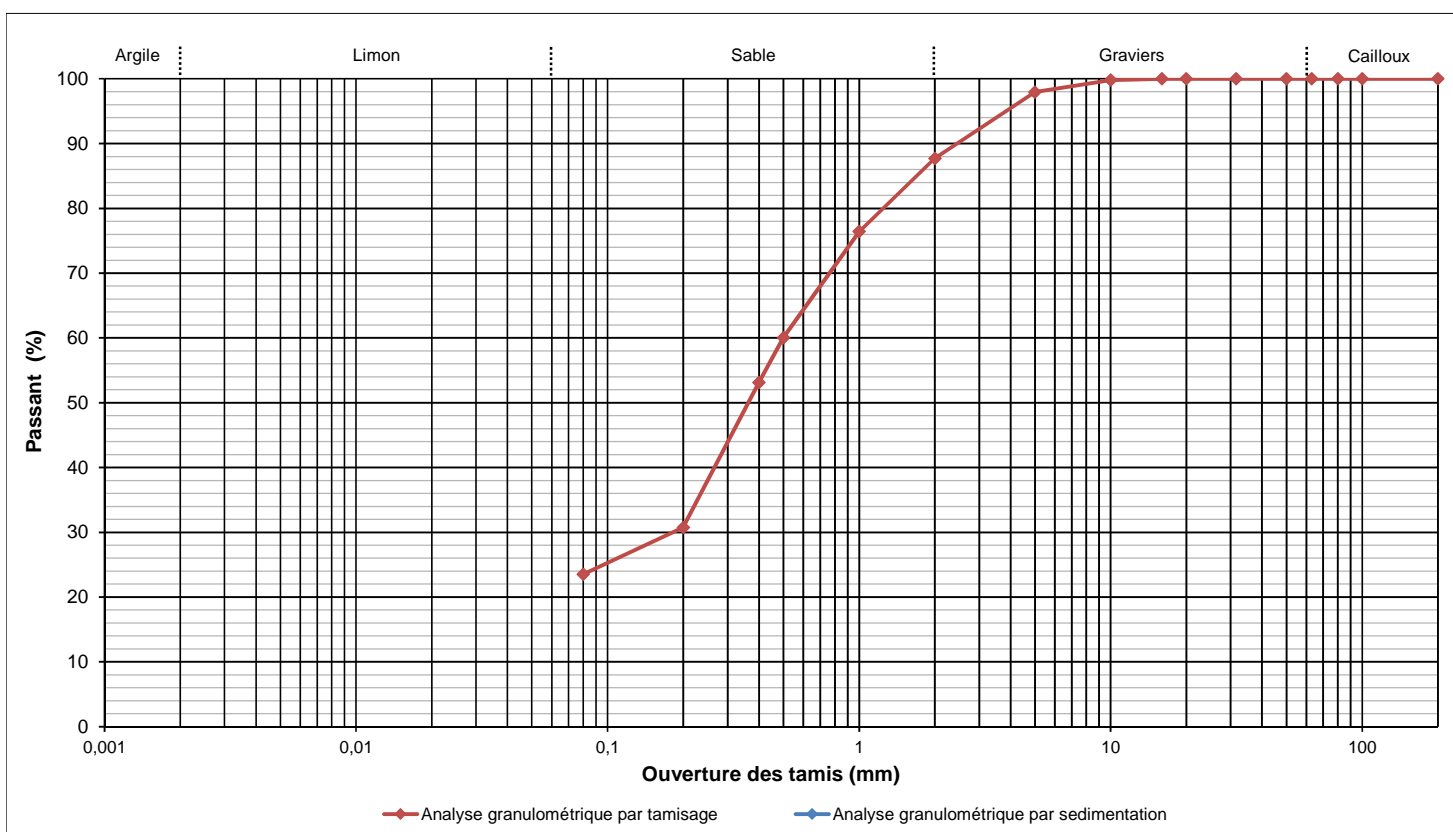
<b>AFFAIRE</b>	2108557
<b>SITE</b>	CHEVENON
<b>Date</b>	2022-04-05
<b>Opérateur</b>	JG

<b>W% sur 0/D (NF P 94-050)</b>	11,6	
<b>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</b>	-	
<b>Dmax (mm)</b>	15,0	
<b>Passants (en %)</b>	<b>50 mm</b>	100,0
	<b>2 mm</b>	87,7
	<b>80 µm</b>	23,5
	<b>2 µm</b>	-
<b>VBS (NF P 94-068)</b>	0,58	

<b>T°C de séchage</b>	105°C
<b>Sédimentométrie</b>	NON
<b>Sondage</b>	ST6
<b>Profondeur</b>	1,00 - 2,00 m
<b>Description</b>	Sable limoneux brun à quelques graviers

<b>Ø tamis (mm)</b>	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
<b>Passant (%)</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	98,0	87,7	76,4	60,1	53,1	30,7	23,5

<b>Ø tamis (µm)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Passant (%)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



<b>Densimètre</b>	H <sub>0</sub> (cm) =	-	H <sub>1</sub> (cm) =	-	h <sub>1</sub> (cm) =	-	V <sub>d</sub> (cm <sup>3</sup> ) =	-
<b>Facteurs correcteurs</b>	C <sub>m</sub> =	-	C <sub>d</sub> =	-	Eprouvette : A (cm <sup>2</sup> ) =	-		
<b>Masse volumique des grains estimée (g/cm<sup>3</sup>)</b>								

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

<b>Observations</b>	
---------------------	--

**GEOTEC**  
**Madame Delphine CHAMPROY**  
9 Boulevard de l'Europe  
21800 QUETIGNY

---

**RAPPORT D'ANALYSE**

---

**Dossier N° : 22E067060**

Version du : 20/04/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-085546-01

Date de réception technique : 05/04/2022

Première date de réception physique : 05/04/2022

Référence Dossier : N° Projet : 2108557

Nom Projet : CHEVENON

Nom Commande : CHEVENON

Référence Commande : 22-LAB-DO-1821

Coordinateur de Projets Clients : Aurélie RODERMANN / AurelieRODERMANN@eurofins.com / +336 0869 7405

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Eau souterraine	(ESO)	SP1
002	Eau souterraine	(ESO)	SP9

## RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 22E067060**

Version du : 20/04/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-085546-01

Date de réception technique : 05/04/2022

Première date de réception physique : 05/04/2022

Référence Dossier : N° Projet : 2108557

Nom Projet : CHEVENON

Nom Commande : CHEVENON

Référence Commande : 22-LAB-DO-1821

N° Echantillon	001	002
Référence client :	SP1	SP9
Matrice :	ESO	ESO
Date de prélèvement :	01/04/2022	01/04/2022
Date de début d'analyse :	05/04/2022	05/04/2022
Température de l'air de l'enceinte :	13.9°C	13.9°C

### Préparation Physico-Chimique

LS025 : <b>Filtration 0.45 µm</b>	Effectuée	Effectuée
-----------------------------------	-----------	-----------

### Analyses immédiates

LS001 : <b>Mesure du pH</b>			
pH	▲ # 7.7	▲ # 7.6	
Température de mesure du pH	°C 18.3	17.8	
JI020 : <b>Titre Alcalimétrique Complet (TAC)</b>	* 5.95	* 5.48	
LS028 : <b>Anhydride carbonique (CO2) agressif</b>	mg/l 1.98	2.50	

### Indices de pollution

LS02L : <b>Azote Nitrique / Nitrates (NO3)</b>			
Nitrates	mg NO3/l ▲ # 2.79	▲ # 1.33	
Azote nitrique	mg N-NO3/l ▲ # 0.63	▲ # 0.30	
LS02I : <b>Chlorures (Cl)</b>	* 10.0	* 11.3	
LS02R : <b>Ammonium</b>	mg NH4/l ▲ # <0.05	▲ # <0.05	
LS02Z : <b>Sulfates (SO4)</b>	* 9.66	* 10.6	
LSRDB : <b>Classe d'agressivité selon NF EN 206</b>	<XA1	<XA1	

### Métaux

LS206 : <b>Magnésium (Mg) dissous</b>	mg/l * 4.16	* 4.97	
LS204 : <b>Calcium (Ca) dissous</b>	mg/l * 20.3	* 18.8	
LS207 : <b>Potassium (K) dissous</b>	mg/l * 2.57	* 2.03	
LS208 : <b>Sodium (Na) dissous</b>	mg/l * 7.14	* 7.52	

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

## RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 22E067060**

Version du : 20/04/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-085546-01

Date de réception technique : 05/04/2022

Première date de réception physique : 05/04/2022

Référence Dossier : N° Projet : 2108557

Nom Projet : CHEVENON

Nom Commande : CHEVENON

Référence Commande : 22-LAB-DO-1821

Observations	N° Ech	Réf client
La conformité relative à la température relevée pendant le transport des échantillons n'est pas remplie.	(001) (002)	SP1 / SP9 /
L'accréditation a été retirée pour l'analyse identifiée par le symbole ▲. Par conséquent, celle-ci n'est ni présumée conforme au référentiel d'accréditation ni couverte par les accords de reconnaissance internationaux.	(001) (002)	SP1 / SP9 /
Les délais de mise en analyse sont supérieurs à ceux indiqués dans notre dernière étude de stabilité ou aux délais normatifs pour les paramètres identifiés par '#' et donnent lieu à des réserves sur les résultats, avec retrait de l'accréditation. L'échantillon a néanmoins été conservé dans les meilleures conditions de stockage.	(001) (002)	SP1 / SP9 /
Spectrophotométrie visible : l'analyse a été réalisée sur l'échantillon filtré à 0.45µm.	(001) (002)	SP1 / SP9 /



**Anne Biancalana**

Coordnatrice de Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

---

**RAPPORT D'ANALYSE**

---

**Dossier N° : 22E067060**

Version du : 20/04/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-085546-01

Date de réception technique : 05/04/2022

Première date de réception physique : 05/04/2022

Référence Dossier : N° Projet : 2108557

Nom Projet : CHEVENON

Nom Commande : CHEVENON

Référence Commande : 22-LAB-DO-1821

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande



## Annexe technique

**Dossier N° :22E067060**

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-085546-01

Emetteur : Mme Delphine CHAMPROY

Commande EOL : 006-10514-858666

Nom projet : N° Projet : 2108557  
CHEVENON

Référence commande : 22-LAB-DO-1821

Nom Commande : CHEVENON

### Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
JI020	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne				Eurofins Analyses pour l'Environnement France
	Titre Alcalimétrique complet (TAC)		0.5	50%	° f	
	Titre Alcalimétrique complet (TAC)		0.5	50%	° f	
LS001	Mesure du pH pH Température de mesure du pH	Potentiométrie - NF EN ISO 10523			°C	
LS025	Filtration 0.45 µm	Filtration - Méthode interne				
LS028	Anhydride carbonique (CO2) agressif	Calcul - Calcul			mg/l	
LS02I	Chlorures (Cl)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	1	30%	mg/l	
LS02L	Azote Nitrique / Nitrates (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée ] - NF ISO 15923-1				mg NO3/l mg N-NO3/l
	Nitrates		1	35%	mg NO3/l	
	Azote nitrique		0.2	35%	mg N-NO3/l	
LS02R	Ammonium	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF ISO 15923-1	0.05	22%	mg NH4/l	
LS02Z	Sulfates (SO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	5	20%	mg/l	
LS204	Calcium (Ca) dissous	ICP/AES - NF EN ISO 11885	1	30%	mg/l	
LS206	Magnésium (Mg) dissous		0.01	30%	mg/l	
LS207	Potassium (K) dissous		0.1	40%	mg/l	
LS208	Sodium (Na) dissous		0.05	35%	mg/l	
LSRDB	Classe d'agressivité selon NF EN 206		Calcul - Calcul			

**Annexe de traçabilité des échantillons**

*Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire*

**Dossier N° : 22E067060**

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-085546-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-858666

Nom projet : N° Projet : 2108557

Référence commande : 22-LAB-DO-1821

CHEVENON

Nom Commande : CHEVENON

**Eau souterraine**

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	SP1	01/04/2022 10:22:00	05/04/2022	05/04/2022		
002	SP9	01/04/2022 10:23:00	05/04/2022	05/04/2022		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

WESSLING France S.A.R.L., 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

GEOTEC

Madame Delphine CHAMPROY

9 boulevard de l'Europe

21800 QUETIGNY-LES-DIJON

N° rapport d'essai	ULY22-010034-1
N° commande	ULY-07963-22
Interlocuteur (interne)	J. Garambois
Téléphone	+33 426 389 565
Courrier électronique	<a href="mailto:jb.garambois@wessling.fr">jb.garambois@wessling.fr</a>
Date	06.05.2022

## Rapport d'essai

**CHEVENON 2108557**



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

Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'IEA pour les activités d'essai.

Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.

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 06.05.2022

N° d'échantillon		22-054332-01	22-054332-02	22-054332-03
Désignation d'échantillon	Unité	ST1 1.00-2.00m	ST5 1.00-2.00m	ST8 1.00-2.00m

### Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	89,3 (A)	89,0 (A)	81,6 (A)

### Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS	123	49	65

### Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique	MS	22/04/2022	22/04/2022	22/04/2022

### Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<450	<450	<450

Sulfures totaux - DIN 38405-27 (D27) - Réalisé par laboratoire partenaire (Allemagne)

Sulfure (S)	mg/kg MS-A	<0,2	<0,2	<0,2

Sulfates et soufre total, extraction à l'HCl (Agressivité sur le béton et l'acier) - DIN ISO 22036 - Réalisé par laboratoire partenaire (Allemagne)

Sulfate, soluble dans HCl (calc. SO4)	mg/kg MS	220	190	190

Chlorures et sulfates - agressivité sur acier - DIN EN ISO 10304 - Réalisé par laboratoire partenaire (Allemagne)

Chlorures (Cl)	mg/l	0,98	0,83	2,5
Chlorures (Cl) calc. en mmol/kg	mmol/kg	0,11	0,094	0,28
Sulfates (SO4)	mg/l	2,5	4,0	1,6
Sulfates (SO4) calc. en mmol/kg	mmol/kg	0,10	0,17	0,067

Matières sèches - DIN ISO 11465 - Réalisé par laboratoire partenaire (Allemagne)

Matière sèche	Gew% MB	85,6	86,7	82,2

pH sur matière solide - NF EN ISO 10390 - Réalisé par laboratoire partenaire (Allemagne)

pH		6,6	7,4	7,1

Alcalinité et capacité basique sur matières solides - WEX 2178 - Réalisé par laboratoire partenaire (Allemagne)

Alcalinité pH 4,3	mmol/kg	0,3	0,8	0,2
Capacité basique à pH 7,0	mmol/kg	1,9	0,5	1,00

Conductivité sur sol après extraction à l'eau - DIN ISO 11265 (1997-06) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Conductivité [25°C]	µS/cm MS-A	40,0	28,0	26,0
Résistivité électrique 25°C	Ohm · m MS-A	250	357	385

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

Le 06.05.2022

N° d'échantillon		22-054332-01	22-054332-02	22-054332-03
Désignation d'échantillon	Unité	ST1 1.00-2.00m	ST5 1.00-2.00m	ST8 1.00-2.00m

#### Informations sur les échantillons

Date de réception :	06.04.2022	06.04.2022	06.04.2022
Type d'échantillon :	Sol	Sol	Sol
Date de prélèvement :	06.04.2022	06.04.2022	06.04.2022
Heure de prélèvement :	14:49	14:49	14:49
Réceptier :	4*250ml VBrun WES002	4*250ml VBrun WES002	4*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	13.9	13.9	13.9
Début des analyses :	13.04.2022	13.04.2022	13.04.2022
Fin des analyses :	06.05.2022	06.05.2022	06.05.2022

**Le 06.05.2022**

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

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.

Signataire approbateur :

**Jean-François CAMPENS**

Gérant





# **CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANT DE CHEVENON**

*PREDIMENSIONNEMENT  
D'ANCRAGES*

<b>Project reference</b>	WFR082_CHEVENON
<b>Design reference</b>	VlindD
<b>Issued by</b>	RD
<b>Approved by</b>	VP
01/07/2022	
CONFIDENTIAL	

**100 rue Harrison  
59262 SAINGHIN-EN-MELANTOIS, France  
+33 (0)3.20.01.05.65  
[www.ciel-et-terre.net](http://www.ciel-et-terre.net)**

# Table des matières

<b>1   Introduction et objectif de l'étude.....</b>	<b>4</b>
1.1 Contexte .....	4
1.2 Objectif de l'étude .....	4
<b>2   Charges et nombre d'ancrage.....</b>	<b>5</b>
<b>3   Synthèse de l'étude de sol.....</b>	<b>8</b>
3.1 Reconnaissances.....	8
3.2 MODELE GEOTECHNIQUE.....	9
3.3 Sol d'ancrage.....	9
<b>4   Solution technique .....</b>	<b>10</b>
4.1 Fonctionnement.....	10
4.2 Composants.....	10
4.3 Prédimensionnement.....	11
4.4 Ancrage du projet.....	13
4.4.1 Inclinaison.....	13
4.5 Dimensionnement des ancrs actives .....	14
4.5.1 AS-30.....	14
4.5.2 AS-50.....	15
4.5.3 AS-90.....	16
<b>5   Mode opératoire .....</b>	<b>17</b>
5.1 Fonçage par battage .....	17
5.2 Mise en tension.....	17
<b>6   Essais .....</b>	<b>19</b>
6.1 Essai a la rupture .....	19
6.1.1 Nombre d'essais.....	19
6.1.2 Date de réalisation.....	20
6.1.3 Emplacement.....	20
6.1.4 Mode opératoire et charge d'épreuve .....	20
6.2 Essai de réception.....	21
6.2.1 Mode opératoire et charge d'épreuve.....	21
<b>7   Conclusion .....</b>	<b>21</b>
<b>8   ANNEXES .....</b>	<b>22</b>

# 1 | Introduction et objectif de l'étude

## 1.1 Contexte

Le projet consiste en la création d'une centrale photovoltaïque flottante au sein d'une gravière en exploitation par EQIOM granulats à Chevenon (58).

La centrale sera constituée de 7 îlots de modules flotteurs supportant des panneaux solaires comme présenté ci-dessous :



## 1.2 Objectif de l'étude

La présente étude prend pour données d'entrées le rapport d'ancrage préliminaire que nous avons remis à ELEMENTS le 4 novembre 2021 (**ANNEXE 1**), et la plus récente étude Géotechnique G2-AVP diffusée par GEOTEC le 08 juin 2022 (**ANNEXE 2**).

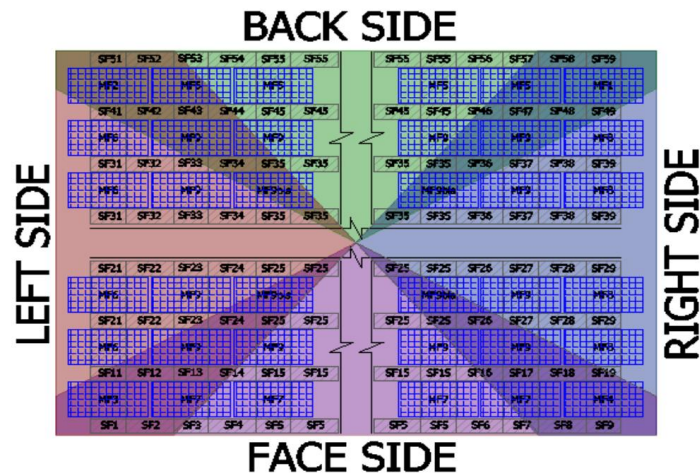
Cette présente étude a pour objectif de proposer une solution d'ancrage adaptée aux conditions de sol rapportées par le rapport géotechnique, tout en respectant les charges demandées par le rapport d'ancrage préliminaire.



## 2 | Charges et nombre d'ancrage

La centrale est composée de 7 îlots sur lesquels les modules photovoltaïques sont tous orientés vers le sud-est. Les charges environnementales que subissent les îlots varient suivant les côtés, elles ont été calculées pour chaque îlots dans le rapport d'ancrage préliminaire.

Chaque îlot dispose de 4 cotés :



Les calculs d'ancrages ont été réalisés dans le rapport d'ancrage préliminaire avec des ancrages en fond de bassin (« fond ») et des ancrages en berge (« berge ») suivant la disposition du site.

Les ancrages en fond de bassin sont pour le moment envisagés avec des corps morts qui seraient déposés au fond de l'eau, l'étude se concentre donc sur les solutions d'ancrage en berge pour lesquels une solution alternative est possible dans le sol des berges.

Disposition des ancrages entre fond de bassin et berge pour chaque côté d'îlot :

Hypothèses d'ancrage		BACK	LEFT	RIGHT	FACE	
Ancrage au fond ou en berge	1-1	Fond	Berge	Berge	Fond	
	1-2	Fond	Berge	Berge	Berge	
	1-3	Berge	Berge	Berge	Berge	
	1-4	Fond	Berge	Berge	Fond	
	1-5	Fond	Berge	Berge	Fond	
	2-1	Fond	Berge	Fond	Fond	
	2-2	Fond	Fond	Fond	Fond	
Ancrage simple ou mutualisé		Ancrage simple				
Composition d'une ligne d'ancrage typique en eau douce	1	Cable acier galvanisé	variable	variable	variable	variable
	2	Cordage polyester	15 m	15 m	15 m	15 m
	3	Chaîne acier galvanisé	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m

Les charges calculées à retenir en berge au droit des différents îlots, ainsi que le nombre d'ancrage nécessaires, sont récapitulées dans les tableaux ci-dessous :

Ilot 1-1	BACK	LEFT	RIGHT	FACE	Total
Efforts environnementaux	251.31 kN	49.47 kN	68.33 kN	115.58 kN	
Nombre de barre d'ancrage	30	8	10	17	65
Nombre d'ancre	30	8	10	17	65
Distance D	40 m	20 m	20 m	25 m	
Effort max dans la ligne	9.9 kN	7.0 kN	7.8 kN	8.8 kN	

Ilot 1-2	BACK	LEFT	RIGHT	FACE	Total
Efforts environnementaux	812.71 kN	183.65 kN	234.79 kN	418.00 kN	
Nombre de barre d'ancrage	82	27	34	42	185
Nombre d'ancre	82	27	34	42	185
Distance D	35 m	20 m	20 m	20 m	
Effort max dans la ligne	11.9 kN	7.7 kN	7.8 kN	11.3 kN	

Ilot 1-3	BACK	LEFT	RIGHT	FACE	Total
Efforts environnementaux	786.97 kN	173.90 kN	224.02 kN	406.51 kN	
Nombre de barre d'ancrage	79	26	34	42	181
Nombre d'ancre	79	26	34	42	181
Distance D	20 m	20 m	20 m	20 m	
Effort max dans la ligne	11.3 kN	7.6 kN	7.5 kN	11.0 kN	

Ilot 1-4	BACK	LEFT	RIGHT	FACE	Total
Efforts environnementaux	223.40 kN	57.69 kN	60.92 kN	107.25 kN	
Nombre de barre d'ancrage	26	13	13	15	67
Nombre d'ancre	26	13	13	15	67
Distance D	35 m	20 m	20 m	25 m	
Effort max dans la ligne	10.5 kN	5.0 kN	5.3 kN	9.3 kN	

Ilot 1-5	BACK	LEFT	RIGHT	FACE	Total
Efforts environnementaux	776.25 kN	178.15 kN	190.69 kN	408.41 kN	
Nombre de barre d'ancrage	80	27	29	60	196
Nombre d'ancre	80	27	29	60	196
Distance D	33 m	20 m	20 m	30 m	
Effort max dans la ligne	11.8 kN	7.5 kN	7.5 kN	8.4 kN	

Ilot 2-1	BACK	LEFT	RIGHT	FACE	Total
Efforts environnementaux	491.51 kN	111.43 kN	114.09 kN	229.60 kN	
Nombre de barre d'ancrage	71	17	18	28	134
Nombre d'ancre	71	17	18	28	134
Distance D	30 m	35 m	35 m	25 m	
Effort max dans la ligne	8.6 kN	7.3 kN	7.6 kN	10.6 kN	

Remarque : l'ilot 2-2 n'est pas représenté car les ancrages de ses 4 cotés sont au fond.

Récapitulatif des charges à retenir en berge et total d'ancrages (d'après rapport d'ancrage préliminaire) :

<i>Ilot</i>	<i>Côtés</i>	<i>Nb de points d'ancrage</i>	<i>Charge max théoriques du rapport d'ancrage (kN)</i>	<i>Charges recalculées (kN)</i>
1-1	Left + Right	8 + 10 = 18	7,8	11,7
1-2	Left + Right	27 + 34 = 61	7,8	11,7
	Face	42	11,3	17,0
1-3	Back + Face	79 + 42 = 121	11,3	17,0
	Left + Right	26 + 34 = 60	7,6	11,4
1-4	Left + Right	13 + 13 = 26	5,3	8,0
1-5	Left + Right	27 + 29 = 56	7,5	11,3
2-1	Left	17	7,3	11,0

<b>Total d'ancrages Berge</b>	401
-------------------------------	-----

Remarque : Les "charges recalculées" ont été obtenues par majoration de la « charge max théorique » d'un facteur de 1.5.



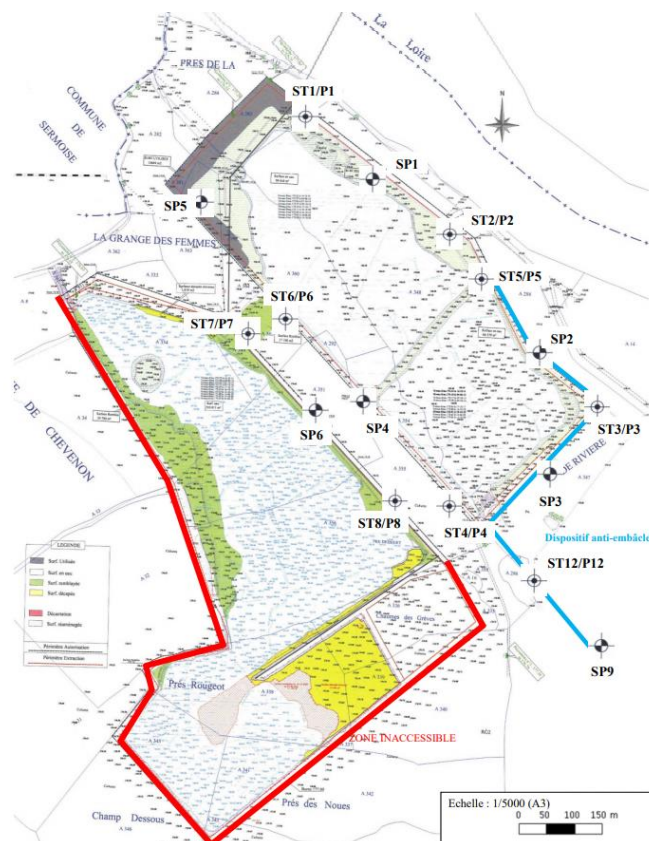
## 3 | Synthèse de l'étude de sol

### 3.1 Reconnaissances

GEOTEC a réalisé les reconnaissances suivantes :

- **7 sondages pressiométriques** (SP1 à SP6 et SP9) réalisés en diamètre 63 mm. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type 175. Ces sondages ont atteint une profondeur de 8,00 m à 15,00 m par rapport au TA. Les essais pressiométriques ont été répartis selon un intervalle moyen de 1,00 à 1,50 m.
- **9 essais au pénétromètre dynamique** (P1 à P8 et P12) poussés au refus entre 0,80 m et 6,80 m en P7, P8 et P1 et arrêtés à 8,00 m en P1 à P6. Ces essais ont permis de mesurer en continu la résistance mécanique de chaque horizon traversé. Cette résistance s'interprète en termes d'homogénéité et de portance du sol.
- **9 sondages géologiques** (ST1 à ST8 et ST12) réalisés en diamètre 63 mm. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB225. Ces sondages ont atteint une profondeur comprise 8,00 m par rapport au TA. Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de prélever des échantillons pour analyses en laboratoire.
- **des analyses de laboratoire** sont en cours de réalisation.

Des reconnaissances au droit de la partie Sud et Ouest du bassin Ouest (ligne rouge) n'ont pas été réalisées car cette région n'était pas accessible – gravière en cours d'exploration.



Les berges signalées précédemment correspondent à l'orientation « Left Side ». De ce fait, nous concluons que tous les ancrages « Left » des ilots 1-4, 1-5 et 2-1 seront déterminés en absence de reconnaissances géotechniques.

Nous signalons que la méthodologie d'ancrage proposée par Ciel&Terre peut être facilement adaptée pour des variations du sol d'ancrage et que les ancrages mis en place seront validés par des essais de traction.

## 3.2 MODELE GEOTECHNIQUE

Le modèle géotechnique défini par GEOTEC et retenu par Ciel&Terre devient :

Nature	Epaisseur (m)		E <sub>M</sub> (MPa)	p <sub>l</sub> * (MPa)	α	Caractéristiques intrinsèques à long terme		
	SP6, ST4, ST5, ST6, ST7 et ST8	SP1 à SP5, SP9, ST1 à ST3 et ST12				Cohésion C' (kPa)	Angle de frottement (en°)	Densité (kPa)
Remblais argileux à sableux à blocs	0.45 à 2.70	-	-	-	2/3	0	10	14
Limon +/- sableux	0.60 à 5.20 (non reconnu en SP3, ST4 et ST5)		3.08 à 13.4	0.25 à 1.21	2/3	5	30	18
Sable +/- limoneux	2.40 à 6.45 (non reconnu en SP5 et ST8)		5.28 à 21.5	1.33 à 3.88	1/2	0	30	19
Sable et graviers	1.80 à 6.30 (non reconnu en SP5, ST1 et ST2)		18.9 à 79.3	1.33 à 4.36	1/4	0	35	19
Marne	> 3 (reconnu en SP3 et SP6)		59.7 à 133	3.83 à 5.02	1/2	30	25	20

## 3.3 Sol d'ancrage

GEOTEC préconise que les ancrages doivent mobiliser les alluvions compactes situées au-delà des limons lâches et que les limons doivent être considérés en «mort terrain» (caractéristiques géomécaniques négligeables).

Ciel&Terre considère ces préconisations trop préjudiciables pour le dimensionnement des ancrages, ce qui résultera en un surdimensionnement / surtout de la solution technique d'ancrage.

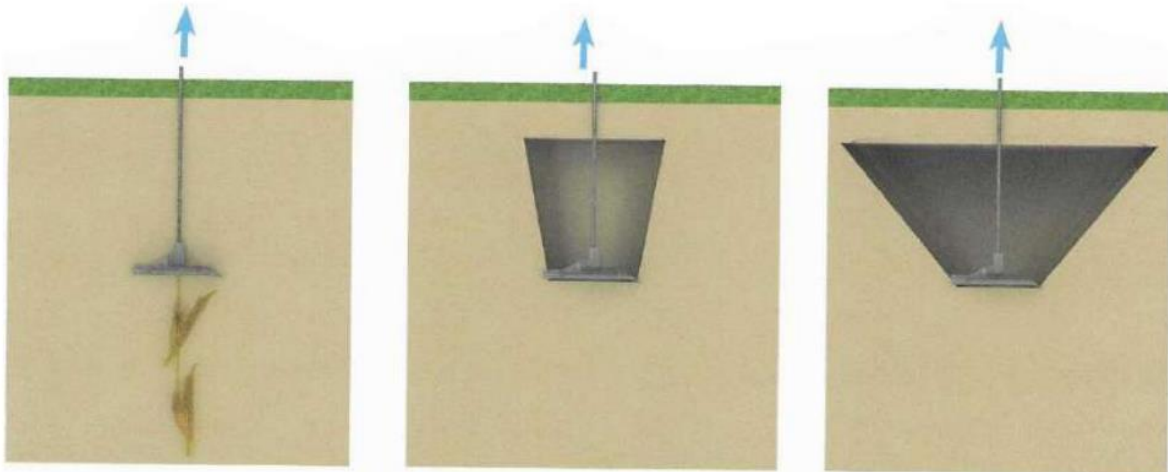
De ce fait, nous allons retenir une profondeur d'ancrage égale à 3,00 m/TN et les limons lâches comme sol d'ancrage.

## 4 | Solution technique

Nous proposons des ancrages par ancrs actifs (à bascule) comme solution technique.

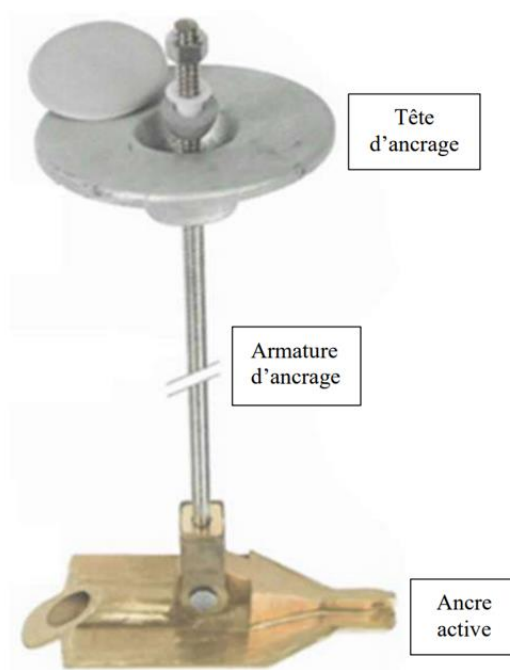
### 4.1 Fonctionnement

Le fonctionnement consiste à définir, à travers la mise en tension de l'armature d'ancrage, un cône d'arrachement (poids de sol) au-dessus de l'ancre active conformément représenté ci-après :



### 4.2 Composants

Le système d'ancrage par ancre active est composé par la tête d'ancrage, l'armature d'ancrage et l'ancre active:



## 4.3 Prédimensionnement

Nous remarquons que la méthode de calcul décrite ci-avant et définie dans notre Cahier de Charges est admise uniquement pour des prédimensionnements (AVP).

Pour la phase EXE et tout genre d'optimisation des ancrs actifs, les résistances de calcul à la traction calculées ci-après doivent être impérativement validées par des essais à la rupture à réaliser sur site.

### **Ancre active :**

Suivant l'ANNEXE D du Cahier de Charges d'Ancres Actives, nous présentons la méthode de prédimensionnement par abaque suivante :

<i>Classes de sol</i>		$I_c$	$p_i^*$ [MPa]	$q_c$ [MPa]	$N_{SPT}$
Argiles et limons	Très mous à mous	< 0,50	< 0,4	< 1,0	< 6
	Fermes	0,50 à 0,75	0,4 à 1,2	1,0 à 2,5	6 à 18
	Raides	0,75 à 1,00	1,2 à 2	2,5 à 4,0	18 à 30
	Très raides	$\geq 1,00$	$\geq 2$	$\geq 4,0$	$\geq 30$
Sables et graves	Très lâches		< 0,2	< 1,5	< 4
	Lâches		0,2 à 0,5	1,5 à 4	4 à 10
	Moyennement denses		0,5 à 1	4 à 10	10 à 20
	Denses		1 à 2	10 à 20	20 à 40
	Très denses		$\geq 2$	$\geq 20$	$\geq 40$
Craies	Molles		< 0,7	< 5	< 4-8
	Altérées		0,7 à 3	5 à 15	4-8 à 18-36
	Saines		$\geq 3$	$\geq 15$	$\geq 18-36$
Marne et calcaire marneux	Tendres		< 1	< 5	< 20
	Raides		1 à 4	5 à 15	20 à 80
	Très raides		$\geq 4$	$\geq 15$	$\geq 80$
Rocher	Altéré		2,5 à 4		
	Fragmenté		$\geq 4$		

Avec  $N_{SPT, moy} = 7$ , nous pouvons définir les résistances de calcul à la traction suivantes pour les modèles d'ancre active retenus :

$N_{SPT}$	Résistance à la rupture $R_{t, abaque}$ [kN]									
	AS-5	AS-10	AS-20	AS-30	AS-50	AS-90	AS-120	AS-200	AS-300	AS-400
60+	13	27	63	87	119	169	199	271	405	450
45 -	12	24	57	77	106	169	199	242	384	450
35 -	10	20	48	64	89	149	199	202	322	450
25 -	8	16	38	52	72	120	199	163	259	450
14 -25	5	11	26	35	49	82	177	112	178	367
7 - 14	4	7	18	24	33	56	121	76	121	251
4 - 8	3	6	14	18	26	43	93	58	93	193
0 - 5	2	4	10	14	19	33	71	45	71	148

- **AS-30 :**

$$R_{t, abaque} = 18,0 \text{ kN}$$

$$R_{t, d} = R_{t, abaque} / (\gamma_{R; d} \gamma_{a; ELU}) = 18,0 / (2,0 \times 1,1) = 8,2 \text{ kN}$$

- **AS-50 :**

$$R_{t, abaque} = 26,0 \text{ kN}$$

$$R_{t, d} = R_{t, abaque} / (\gamma_{R; d} \gamma_{a; ELU}) = 26,0 / (2,0 \times 1,1) = 11,8 \text{ kN}$$

- **AS-90 :**

$$R_{t, abaque} = 43,0 \text{ kN}$$

$$R_{t, d} = R_{t, abaque} / (\gamma_{R; d} \gamma_{a; ELU}) = 43,0 / (2,0 \times 1,1) = 19,5 \text{ kN}$$

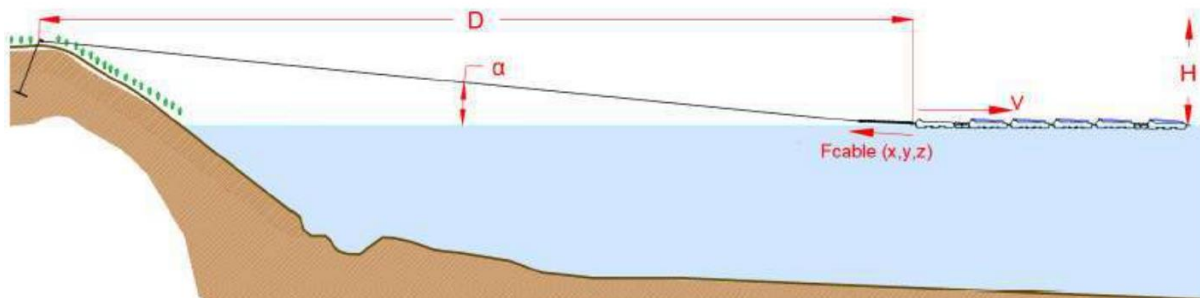
## 4.4 Ancrage du projet

Nous recapitulons ci-après les ancrages à retenir préalablement pour ce projet :

<i>Ilot</i>	<i>Orientation C&amp;T</i>	<i>Nb de points d'ancrage</i>	<i>Charge max théoriques du rapport d'ancrage (kN)</i>	<i>Charges recalculées (kN)</i>	<i>Ancre active</i>	<i>Résistance ancre active [kN]</i>
1-1	Left + Right	18	7,8	11,7	AS-50	11,8
1-2	Left + Right	61	7,8	11,7	AS-50	11,8
	Face	42	11,3	17,0	AS-90	19,5
1-3	Back + Face	121	11,3	17,0	AS-90	19,5
	Left + Right	60	7,6	11,4	AS-50	11,8
1-4	Left + Right	26	5,3	8,0	AS-30	8,2
1-5	Left + Right	56	7,5	11,3	AS-50	11,8
2-1	Left	17	7,3	11,0	AS-50	11,8

### 4.4.1 Inclinaison

Vu que les ancrages par ancrés actifs doivent être sollicités au plus proche d'une traction pure, l'inclinaison  $\alpha$  de l'ancrage affecte le dimensionnement lors que la charge appliquée est oblique (cas pour des ancrages en Berge) :

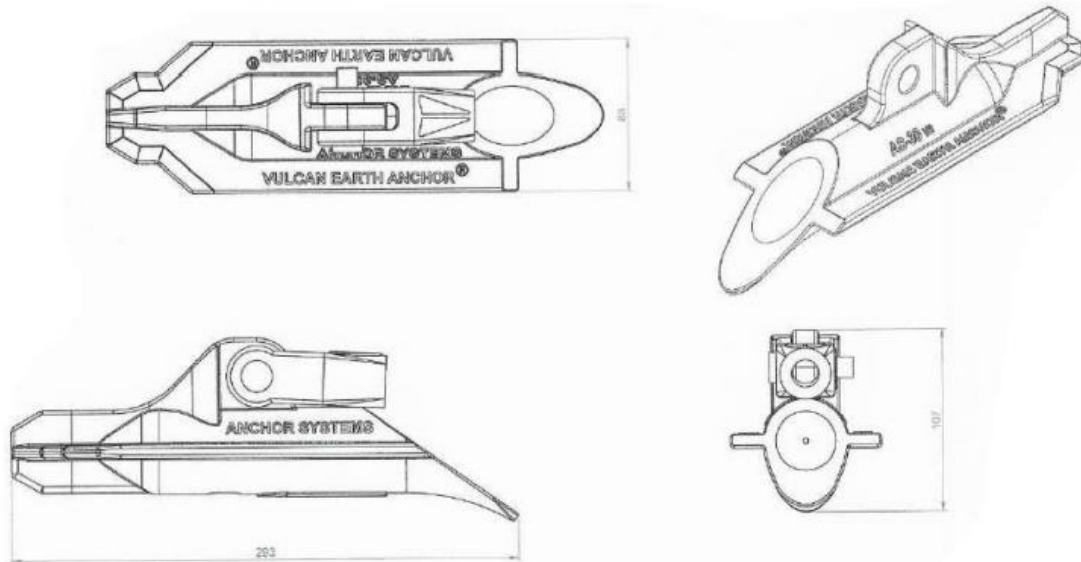


De ce fait, Ciel&Terre recommande que les ancrages soient implantés Au plus proche du sens de la ligne d'ancrage.



## 4.5 Dimensionnement des ancrages actifs

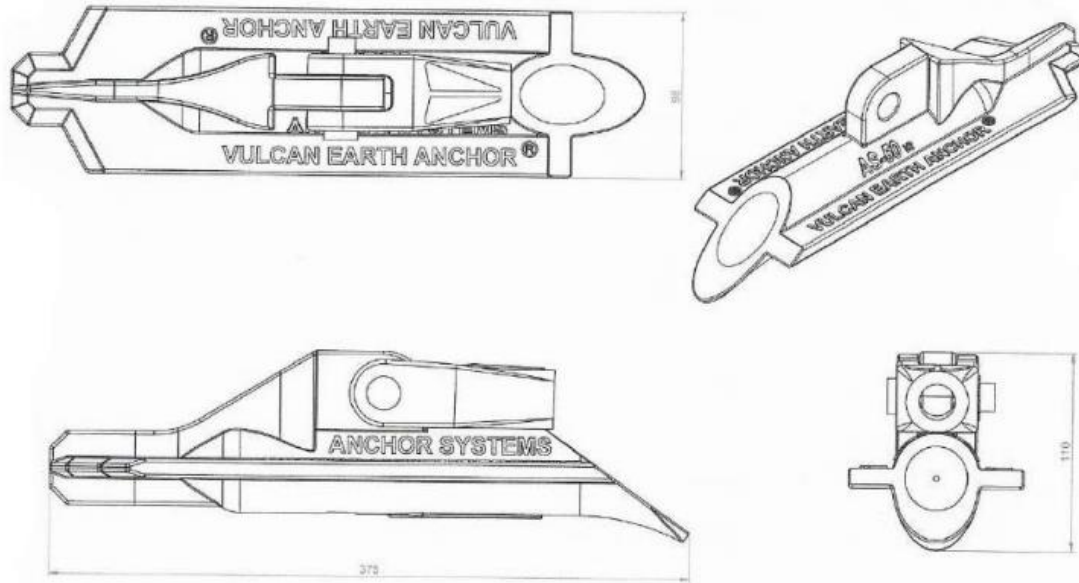
### 4.5.1 AS-30



<b>Caractéristiques dimensionnelles</b>		<b>Ancres disponibles</b>	
Longueur [mm]	293	Acier galvanisé min 140µm	
Largeur [mm]	88	Acier inoxydable 316	
Hauteur [mm]	107		
Surface au sol [mm <sup>2</sup> ]	21 130	<b>Câbles disponibles</b>	<b>Φ [mm]</b>
Poids [kg]	3,00	7/19 Galvanisé	8, 10
		7/19 Acier inoxydable	6, 8
		7/19 Couvert PVC	6, 8
<b>Résistances et sollicitations</b>			
Résistance structurelle [kN]	112	<b>Barres disponibles</b>	<b>Φ [mm]</b>
Sollicitation ELS (recommandée) [kN]	30	Galvanisée GEWI	16
Gamme de résistances (possibles) [kN]	14-87	Acier inoxydable	12
<b>Caractéristiques du sol</b>			
Profondeur d'installation typique [m]	2,00-6,00	<i>NOTA : la gamme de résistances est basée sur le type de câble ou barre défini pour le projet.</i>	
Gamme N <sub>SPT</sub> du sol (recommandée)	10-60		

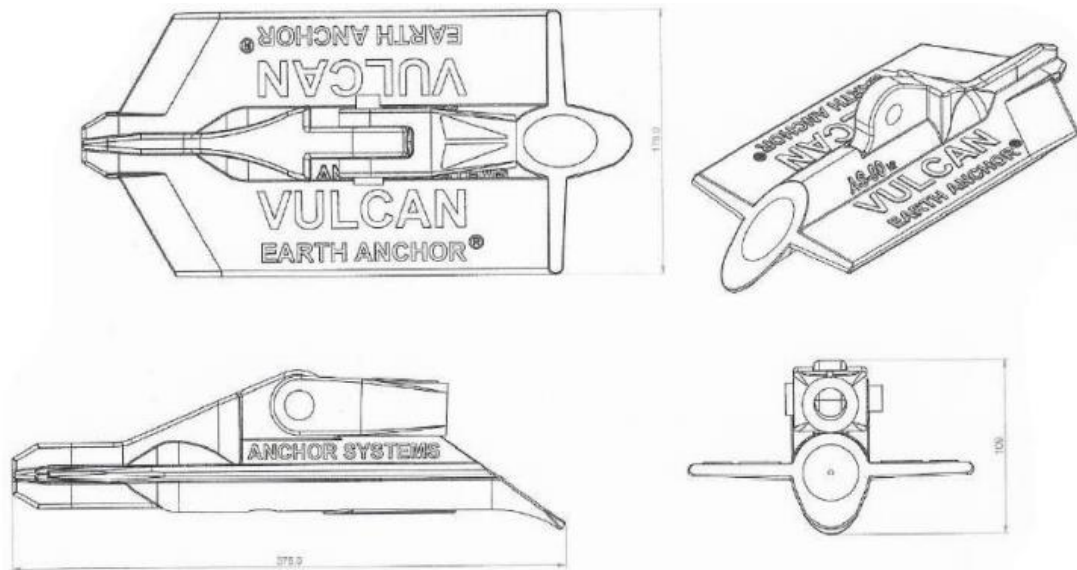


## 4.5.2 AS-50



<b>Caractéristiques dimensionnelles</b>		<b>Ancres disponibles</b>	
Longueur [mm]	375	Acier galvanisé min 140µm	
Largeur [mm]	98	Acier inoxydable 316	
Hauteur [mm]	110		
Surface au sol [mm <sup>2</sup> ]	29 090	<b>Câbles disponibles</b>	<b>Φ [mm]</b>
Poids [kg]	4,00	7/19 Galvanisé	8, 10, 12
		7/19 Acier inoxydable	8, 10, 12
		7/19 Couvert PVC	8, 10
<b>Résistances et sollicitations</b>		<b>Barres disponibles</b>	<b>Φ [mm]</b>
Résistance structurelle [kN]	166	Galvanisée GEWI	16, 20
Sollicitation ELS (recommandée) [kN]	50	Acier inoxydable	16, 20
Gamme de résistances (possibles) [kN]	19-114		
<b>Caractéristiques du sol</b>		<i>NOTA : la gamme de résistances est basée sur le type de câble ou barre défini pour le projet.</i>	
Profondeur d'installation typique [m]	3,00-6,00		
Gamme N <sub>SPT</sub> du sol (recommandée)	10-60		

### 4.5.3 AS-90



<b>Caractéristiques dimensionnelles</b>		<b>Ancres disponibles</b>	
Longueur [mm]	375	Acier galvanisé min 140µm	
Largeur [mm]	178	Acier inoxydable 316	
Hauteur [mm]	109		
Surface au sol [mm <sup>2</sup> ]	48 730	<b>Câbles disponibles</b>	<b>Φ [mm]</b>
Poids [kg]	5,00	7/19 Galvanisé	8, 10, 12, 14
		7/19 Acier inoxydable	8, 10, 12
		7/19 Couverture PVC	8, 10
<b>Résistances et sollicitations</b>			
Résistance structurelle [kN]	195	<b>Barres disponibles</b>	<b>Φ [mm]</b>
Sollicitation ELS (recommandée) [kN]	90	Galvanisée	16, 20
Gamme de résistances (possibles) [kN]	33-90	Acier inoxydable	16, 20
<b>Caractéristiques du sol</b>			
Profondeur d'installation typique [m]	3,00-9,00	<i>NOTA : la gamme de résistances est basée sur le type de câble ou barre défini pour le projet.</i>	
Gamme N <sub>SPT</sub> du sol (recommandée)	10-60		

## 5 | Mode opératoire

### 5.1 Fonçage par battage

Le raccordement entre la barre GEWI et l'ancre active doit être assuré avant la phase de fonçage par battage – réalisé par pelle mécanique équipée d'un BRH.

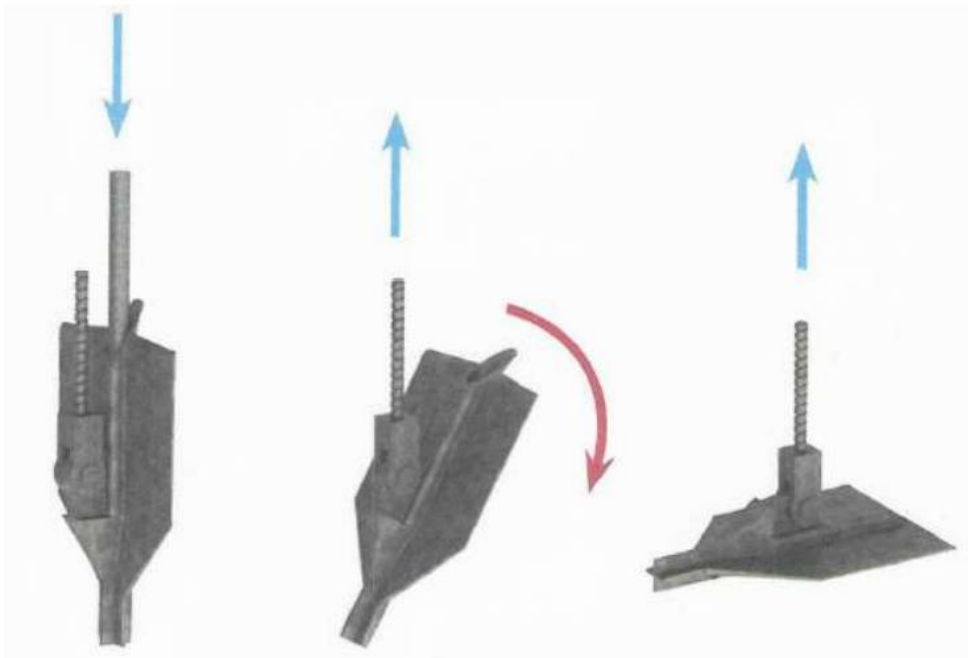
L'ancre active est positionnée et orientée sur le terrain naturel pour être enfoncée à l'inclinaison et profondeur d'ancrage prédéterminées. La profondeur d'ancrage peut changer parce que l'altimétrie des horizons géologiques peut varier.

Après le fonçage, la barre de fonçage est soulevée (à l'aide d'un vérin hydraulique ou pelle mécanique). La trace laissée par le passage de l'ancre active dans le sol peut être comblée avec un matériau de colmatage (gravier, ciment, mortier, etc.).

Remarque : Comme évoqué par GEOTEC, les sols superficiels peuvent contenir une fraction grossière avec galets de taille supérieure à 100 mm. De ce fait, des avant-trous à la tarière hélicoïdale (d63 mm par exemple) peuvent s'avérer nécessaires pour prévoir des refus prématurés et assurer la bonne profondeur d'ancrage.

### 5.2 Mise en tension

La mise en tension d'ancrage est réalisée par l'essai de réception. En remontant lors de la mise en tension jusqu'à la charge d'épreuve  $P_p$ , l'ancre active a tendance à basculer vers une position perpendiculaire à la trajectoire de fonçage :



Cette configuration fournit une surface de contact plus importante avec le terrain et crée le cône d'arrachement qui résiste à la traction.

Toute anomalie doit être signalée au maître d'œuvre ou au maître d'ouvrage pour prendre les dispositions qui s'imposent.

Si les critères de réception ne sont pas satisfaits, l'ancrage est réputé non valable pour son usage. On peut alors décider :

- de l'utiliser à une résistance à la traction inférieure que celle initialement prévue ;
- de le conforter à l'aide d'ancrages supplémentaires ;
- de le refaire.

Remarque : les solutions ci-dessus sont valables pour un ancrage présentant une faiblesse accidentelle.

Si, systématiquement, les ancrages essayés ne satisfont pas aux critères de réception, une décision appropriée est à prendre au niveau du chantier.

## 6 | Essais

### 6.1 Essai a la rupture

La résistance mesurée d'un ancrage à l'état limite ultime (ELU) doit être déterminée au cours de plusieurs essais à la rupture effectués au plus proche de la méthode 3 de la norme EN ISO 22477-5 (voir **ANNEXE 3**).

Les objectifs de l'essai à la rupture sont :

- De vérifier que l'ancrage peut être soumis à une traction imposée  $R_d$  et  $R_{cr,d}$
- D'atteindre la rupture par arrachement pour autant que la résistance structurelle  $R_{t,d}$  des composants de l'ancrage n'y fasse pas obstacle.

Les ancrages soumis à un essai à la rupture ne peuvent, en aucun cas, être réutilisés ultérieurement comme ancrages d'ouvrage.

Le dispositif de réaction doit être conçu pour avoir une résistance structurale au minimal égale à la charge d'épreuve. Il ne doit pas imposer des efforts excessifs au terrain, susceptibles de provoquer des déformations ou tassements préjudiciables.

Le dispositif de réaction le plus habituel est une « chèvre d'appui métallique » soutenue par un ou plusieurs pieds constitués par des platines en bois ou métalliques – la surface minimale de chaque platine doit être égale à 900 cm<sup>2</sup>.

A son tour et si nécessaire, les platines peuvent être stabilisées par des poutres en bois ou métalliques.

Le dispositif de réaction ne doit jamais mettre en danger le personnel chargé de l'essai.

#### 6.1.1 Nombre d'essais

Conformément aux Clauses 8.5.2(1)P et 8.5.3(1)P de la norme EN 1997-1/NA, pour chaque condition de terrain et de technologie d'ancrage, si  $v$  est le nombre total d'ancrages répondant simultanément à cette condition de terrain et de technologie d'exécution, le nombre minimal  $N$  d'ancrages d'essai doit être égal à :

- 2 Si  $v < 200$  ;
- 3 Si  $201 \leq v \leq 500$  ;
- 4 Si  $501 \leq v \leq 1000$  ;
- 5 Si  $1001 \leq v \leq 2000$  ;
- 6 Si  $2001 \leq v \leq 4000$  ;

## 6.1.2 Date de réalisation

Il est indispensable que la réalisation des ancrages d'essai soit prévue suffisamment longtemps avant l'exécution des ancrages d'ouvrage ou, au minimum, avant le démarrage du chantier. Ce délai est imposé par :

- Le délai d'exécution des ancrages d'essai ;
- Le temps de prise du béton, éventuellement, du dispositif de réaction ;
- Le temps dévolu aux essais proprement dits ;
- Le délai requis pour le dépouillement et l'interprétation des résultats.

La réalisation des ancrages d'ouvrage ne doit en aucun cas être débutée avant l'interprétation des essais et l'approbation du projet d'exécution.

## 6.1.3 Emplacement

Les ancrages d'essai doivent être implantés sur le site afin qu'ils soient aussi représentatifs que possible de la catégorie (et éventuellement de la sous-catégorie) à laquelle ils appartiennent.

En particulier, il est important que la zone d'emplacement des ancrages d'essais corresponde à celle des ancrages d'ouvrage et que leur inclinaison soit sensiblement identique.

## 6.1.4 Mode opératoire et charge d'épreuve

Conformément présenté en **ANNEXE 3**, le mode opératoire de l'essai à la rupture consiste à mesurer les déplacements de la tête d'ancrage au cours de paliers de chargement de valeurs croissantes jusqu'à la charge d'épreuve  $P_p$  puis décroissantes.

La valeur des paliers est définie par rapport à la charge d'épreuve  $P_p$ .

Pour le premier ancrage, la valeur de  $P_p$  est égale à la résistance structurelle de calcul  $R_{t,d}$  de l'ancrage utilisé lors de l'essai.

Pour le 2ème ancrage, la valeur de  $P_p$  est égale à la traction limite  $R_{ELU,m}$  mesurée sur le 1er ancrage ou, si celle-ci n'a pas été observée, à la résistance structurelle de calcul

$$R_{t,d}$$

La charge d'épreuve des essais suivants est établie en fonction des résultats des premiers essais, généralement comme le  $(R_{ELU,m})_{\min}$  des essais précédents.

## 6.2 Essai de réception

L'essai de réception constitue une procédure normale et systématique de contrôle à laquelle sont soumis tous les ancrages d'ouvrage.

La charge d'épreuve  $P_p$  ne doit jamais être supérieure à la résistance structurelle de l'ancrage parce que la rupture ou les déformations excessives ne sont pas envisagées.

Il est rappelé que le dispositif de réaction doit être conçu afin de supporter les efforts et déformations induits par la charge d'épreuve lors de l'essai de réception.

### 6.2.1 Mode opératoire et charge d'épreuve

Conformément présenté en **ANNEXE 3**, le mode opératoire de l'essai de réception consiste à mesurer les déplacements de la tête d'ancrage au cours d'un palier de chargement principal à la charge d'épreuve  $P_p$  puis déchargement jusqu'à la détente totale.

Dans le cas général, la traction d'épreuve est égale à :

$$P_p = \gamma_{a;rec;ELS} F_k$$

Avec :

- $F_k$  Valeur caractéristique à la traction se conformant aux critères de l'état limite de service : « Charge max rapport d'ancrage » pour ce projet ;
- $\gamma_{a;rec;ELS}$  Facteur partiel qui doit être égal à 1,25 pour un ancrage permanent (Tableau A.20 de la norme NF EN 1997-1/A1).

## 7 | Conclusion

Selon le rapport d'ancrage préliminaire que nous avons remis à ELEMENTS le 4 novembre 2021 et la plus récente étude Géotechnique G2-AVP diffusée par GEOTEC le 08 juin 2022, il est envisagé un dimensionnement des ancrages actifs en berge en utilisant les modèles d'ancres actives « AS-30 » à « AS-90 » pour reprendre les charges calculées en fonction des conditions environnementales (vent, courant Q200, vagues) du projet de Chevenon. Pour rappel, les ancrages en fond de bassin sont pour le moment envisagés avec des corps morts qui seraient déposés au fond de l'eau, l'étude s'est concentrée sur des solutions d'ancrage en berge pour lesquels une solution alternative est possible dans le sol des berges.



## 8 | ANNEXES

---

### **Annexe 1 : Design d'ancrage préliminaire**

→ A retrouver sur la pièce :

*CHEV2\_10\_PC11-1-B\_EIE-ANNEXE-8-ETUDE-  
ANCRAGE\_2022)*

### **Annexe 2 : Etude géotechnique G2-AVP**

→ A retrouver au début du présent document (annexe 17)