





## DETERMINATION DU VOLUME DE TAMPONNEMENT DES EAUX PLUVIALES

ZIEGLER - Rue du corps de Garde LOON-PLAGE (59 279)

Calcul selon courbe Intensité-Débit-Fréquence de type exponentielle  $i=a \times T^{(-b)}$

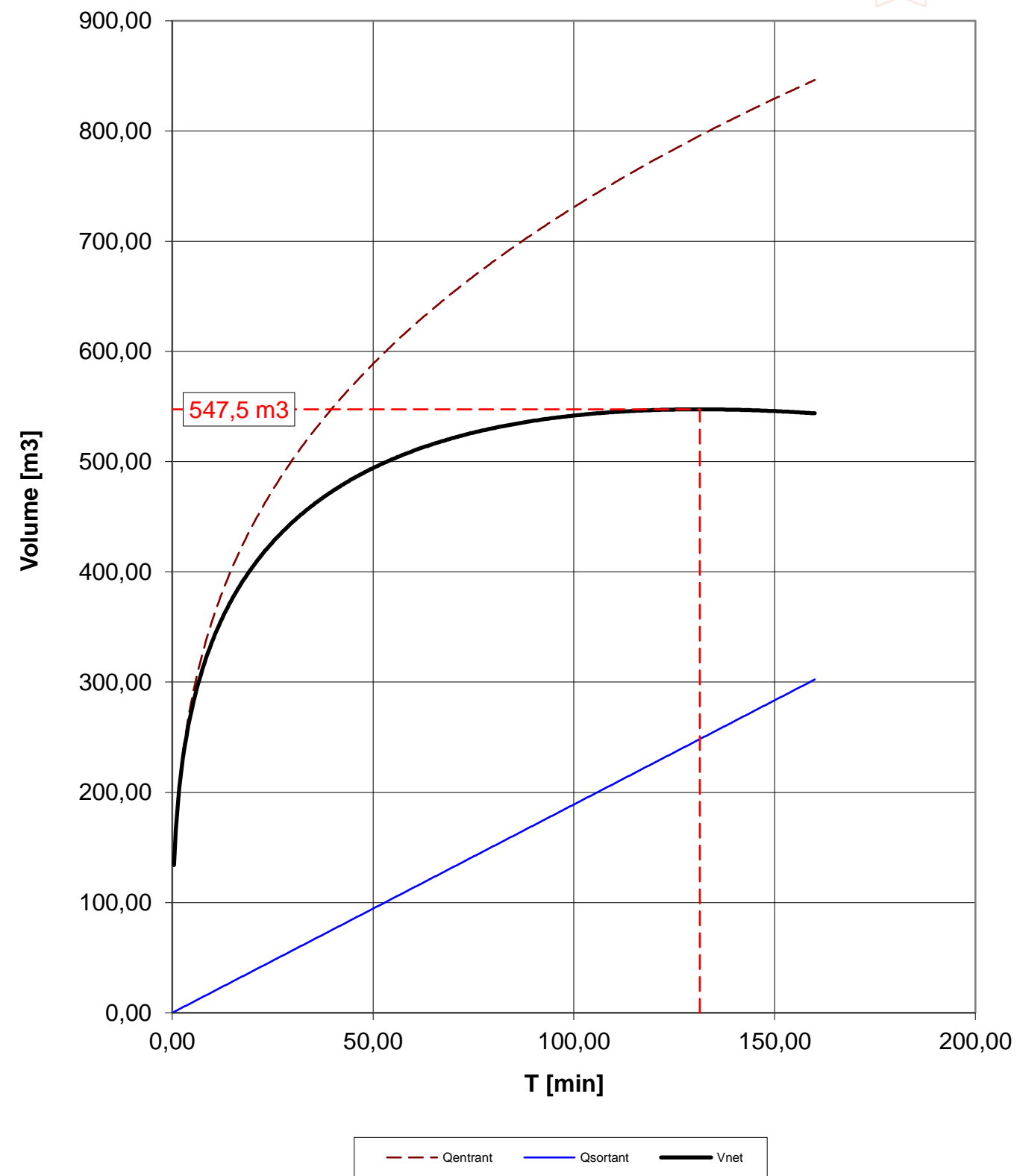
Nom de la courbe Dunkerque - 20 ans - 30'-360' (Météo 1996-2018)

a = 8,188

b = 0,688

<b>Surface de la zone</b>	m2	<b>27 631,00</b>		
<b>Imperméabilisation</b>				
Bâtiment	m2	54,00	x 1,00 =	54,00
Voirie imperméable	m2	17 998,00	x 0,95 =	17 098,10
Trottoir	m2	552,00	x 0,95 =	524,40
Bassin	m2	2 167,00	x 1,00 =	2 167,00
Espace vert	m2	6 860,00	x 0,20 =	1 372,00
<b>Surface active</b>	m2	27 631,00	x 0,77 =	<b>21 215,50</b>
<b>Surface bassin</b>	m2	<b>630,00</b>		
<b>Perméabilité du sol</b>	m/s	<b>5,00E-05</b>		
<b>Débit de fuite</b>	l/s	31,50		
	l/s/ha	11,40		
	l/min	1 890,00		
<b>Calcul de la rétention</b>				
Tc=	min	131,4		
Période de retour	ans	20		
Région		Dunkerque		
<b>Volume utile de stockage</b>	m3	547,5		
	arrondi à	<b>550,00</b>		
<b>Temps de vidange</b>	he	4,9		
	j	0,20		

## Volume de retenue nécessaire



## DETERMINATION DU VOLUME DE TAMPONNEMENT DES EAUX PLUVIALES

ZIEGLER - Rue du corps de Garde LOON-PLAGE (59 279)

Calcul selon courbe Intensité-Débit-Fréquence de type exponentielle  $i=a \times T^{(-b)}$

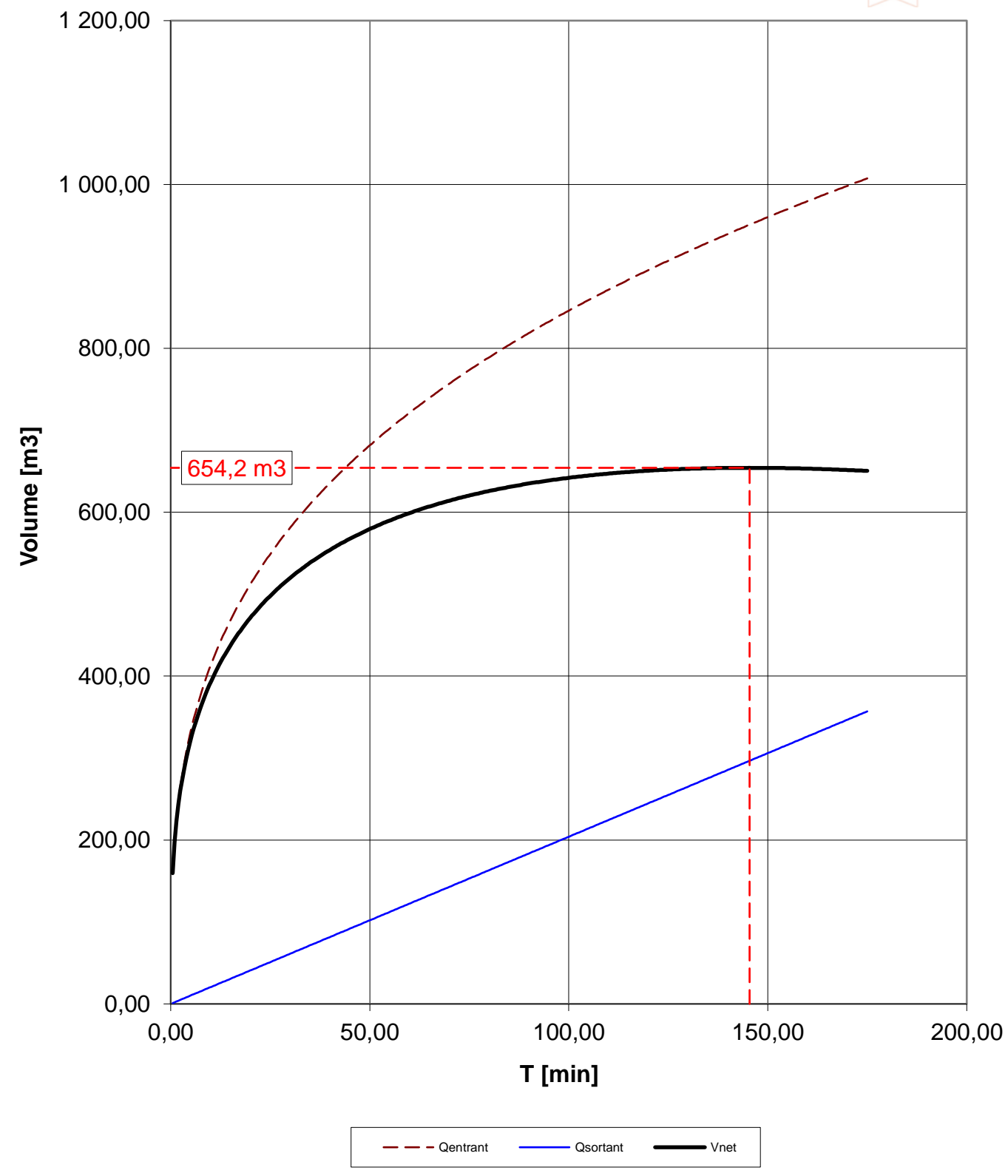
Nom de la courbe Dunkerque - 20 ans - 30'-360' (Météo 1996-2018)

a = 8,188

b = 0,688

<b>Surface de la zone</b>	m2	<b>26 439,00</b>		
<b>Imperméabilisation</b>				
Bâtiment	m2	20 366,00	x 1,00 =	20 366,00
Voirie imperméable	m2	2 987,00	x 0,95 =	2 837,65
Trottoir	m2	0,00	x 0,95 =	0,00
Bassin	m2	923,00	x 1,00 =	923,00
Espace vert	m2	2 163,00	x 0,20 =	432,60
<b>Surface active</b>	m2	26 439,00	x 0,93 =	<b>24 559,25</b>
<b>Surface bassin</b>	m2	<b>680,00</b>		
<b>Perméabilité du sol</b>	m/s	<b>5,00E-05</b>		
<b>Débit de fuite</b>	l/s	34,00		
	l/s/ha	12,86		
	l/min	2 040,00		
<b>Calcul de la rétention</b>				
Tc=	min	145,4		
Période de retour	ans	20		
Région		Dunkerque		
<b>Volume utile de stockage</b>	m3	654,2		
	arrondi à	<b>660,00</b>		
<b>Temps de vidange</b>	he	5,4		
	j	0,23		

## Volume de retenue nécessaire







**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

Agence de SAINT-VENANT  
64 Route de Saint-Floris  
62350 SAINT-VENANT

Tél : 03 21 56 51 57  
contact62@geotechnique-sas.com

# RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE AVP

Localisation  
**LOON-PLAGE (59)**  
**DLI Sud**

Projet  
**Construction d'un entrepôt logistique**

Maître d'ouvrage  
**SCI THEIX**

**RÉFÉRENCE : 2022.09.307 - G2 AVP**

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	07/03/2023	40 pages + annexes	Q. DACQUIN	G. FOUILLAND- BERGEAT	

*Référentiel document : v1 22/12/2020*

# PLAN DU RAPPORT

<b>1. PRÉSENTATION</b>	<b>3</b>
1.1. Définition de l'opération	3
1.2. Contrat – Mission géotechnique	3
1.3. Cadre réglementaire	4
1.4. Caractéristiques du projet	4
1.5. Documents communiqués	6
1.6. Caractéristiques générales du site	7
1.6.1. Localisation	7
1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude	8
1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique	8
1.6.4. Risques naturels	10
<b>2. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES</b>	<b>13</b>
2.1. Implantation et nivellement	13
2.2. Investigations réalisées	13
2.2.1. Sondages et essais	13
2.2.2. Equipements piézométriques	14
2.2.3. Tests de perméabilité des sols	14
2.2.4. Essais en laboratoire	14
<b>3. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE</b>	<b>15</b>
3.1. Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques	15
3.2. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux	17
3.3. Agressivité des sols et eaux sur le béton	18
3.4. Niveaux des eaux souterraines	18
3.5. Perméabilité des sols	19
3.6. Conditions sismiques	20
<b>4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES - AVANT-PROJET / PROJET.</b>	<b>21</b>
4.1. Modèle géotechnique retenu	21
4.2. Niveaux des eaux souterraines	21
4.3. La zone d'influence géotechnique (ZIG)	22
4.4. Adaptations du projet aux conditions géotechniques	22
4.5. Principes généraux de terrassements	22
4.5.1. Recommandations générales	22
4.5.2. Terrassements projetés	23
4.5.3. Travaux préparatoires	23
4.5.4. Drainage du terrain	23
4.5.5. Réalisation des déblais	24
4.5.6. Arase terrassement	24
4.5.7. Conditions de réemploi des matériaux du site	24
4.5.8. Conditions d'utilisation de matériaux d'apport	25
4.5.9. Conditions de talutage	27
4.5.10. Dispositions spécifiques pour les bassins	27

<b>4.6. Remblaiements de pieds de poteaux.....</b>	<b>28</b>
<b>4.7. Quais de chargement.....</b>	<b>29</b>
<b>4.8. Réalisation des plateformes .....</b>	<b>30</b>
4.8.1. Plateforme voirie .....	30
4.8.2. Plateforme bâtiment .....	31
<b>4.9. Étude des fondations.....</b>	<b>34</b>
4.9.1. Fondations superficielles selon la norme NF P 94-261 .....	34
4.9.2. Conditions et précautions d'exécution des fondations.....	35
<b>4.10. Protection des ouvrages contre l'eau.....</b>	<b>37</b>
<b>4.11. Protection vis-à-vis du risque sismique .....</b>	<b>38</b>
<b>5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES .....</b>	<b>39</b>
<b>6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT .....</b>	<b>40</b>

- Annexe 1 : **Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013**
- Annexe 2 : **Conditions de validité de l'étude**
- Annexe 3 : **Implantation des sondages**
- Annexe 4 : **Coupes de sondages**
- Annexe 5 : **Essais de perméabilité**
- Annexe 6 : **Essais en laboratoire**

*Le présent document devient la propriété du client uniquement après paiement intégral de la prestation correspondante.*

# 1. PRÉSENTATION

## 1.1. Définition de l'opération

Le Maître d'Ouvrage SCI THEIX envisage la construction d'un entrepôt logistique sur un terrain situé à LOON-PLAGE (59).

Les principaux intervenants du projet sont :

- Maître d'Ouvrage : SCI THEIX ;
- Maître d'Œuvre : MODUO ;
- Architecte : JUXTA Architectes.

## 1.2. Contrat – Mission géotechnique

À la demande de **MODUO (Maître d'Œuvre)**, **GÉOTECHNIQUE SAS** a été mandaté afin de réaliser une mission géotechnique.

Notre offre d'étude géotechnique référencée QDn2022-09-307/1 en date du 03/10/2022 a été acceptée le 23/11/2022.

Conformément à notre offre et selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, il s'agit d'une **mission géotechnique de conception** comprenant uniquement la **phase Avant-Projet (G2 AVP)**.

Elle consiste à :

- Réaliser une enquête documentaire sur les sites institutionnels : GEOPORTAIL, INFOTERRE, GEORISQUES, ADES... ;
- Définir la zone d'influence géotechnique (ZIG) du projet ;
- Donner la classification du site vis-à-vis de la réglementation sismique en vigueur et préciser le risque de liquéfaction des sols sous séisme si nécessaire ;
- Réaliser un programme d'investigations géotechniques et en assurer le suivi technique ;
- Établir la synthèse géotechnique à l'issue des investigations et le modèle géotechnique ;
- Préciser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet et donner les principes de construction envisageables concernant les terrassements, les fondations, le mode d'assise des structures au sol ;
- Fournir une ébauche dimensionnelle des ouvrages géotechniques sur la base du modèle géotechnique retenu ;
- Donner les dispositions générales vis-à-vis des eaux de surface, des eaux souterraines et des avoisinants ;
- Examiner la pertinence d'application de la méthode observationnelle si nécessaire.

Il convient de rappeler que les aspects non exhaustifs suivants ne font pas partie de la mission :

- Les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc...) ;
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

Concernant les eaux souterraines, les informations hydrogéologiques intégrées à la présente mission sont limitées à l'enquête documentaire générale et au report des niveaux d'eaux mesurés en cours d'investigations.

Si ces éléments peuvent être de nature à induire un éventuel impact sur le projet, une étude hydrogéologique spécifique pourra être réalisée dans les phases ultérieures d'études en adéquation avec les objectifs et les enjeux au regard du projet.

### 1.3. Cadre réglementaire

Les textes normatifs et documents de référence appliqués dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Eurocode 7 – Calculs géotechniques ;
- NF P 11-211 – DTU 13.11 Fondations superficielles ;
- Norme NF P94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013) ;
- NF P 11-213 – DTU 13.3 partie 1 – Dallages ;
- Guide Technique SETRA-LCPC « réalisation des remblais et des couches de formes » Fascicules I et II ;
- Normes AFNOR en vigueur concernant les travaux de sondages et essais in situ.

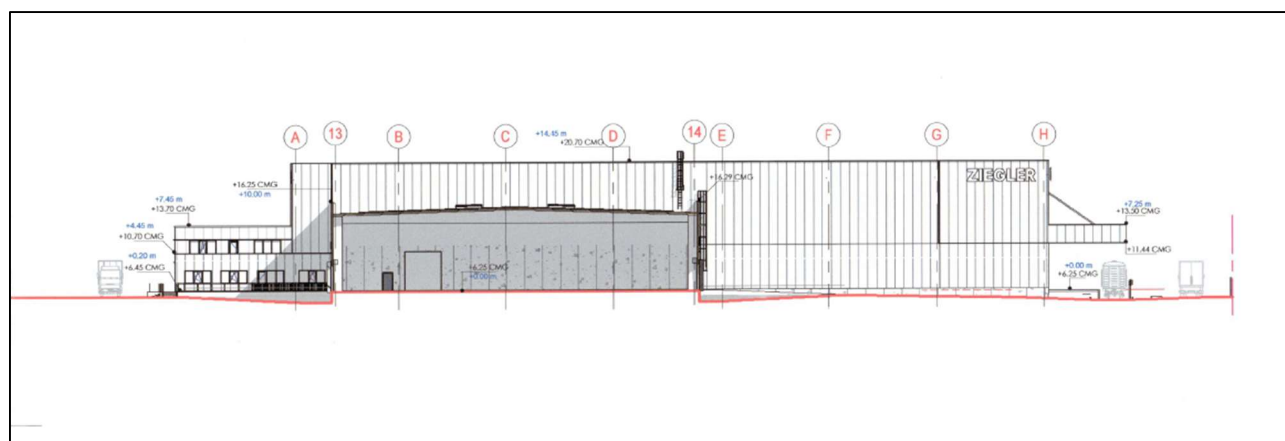
### 1.4. Caractéristiques du projet

Les caractéristiques principales du projet dont nous disposons sont les suivantes :

- Construction d'un bâtiment logistique de type RdC à R+1 de 20 000 m<sup>2</sup> d'emprise au sol comprenant 6 cellules, des locaux sociaux et des bureaux, calés à la cote altimétrique de +6.25 m NGF ;
- Réalisation d'un espace de circulation PL, de places de stationnement PL et VL avec quai de chargement / déchargement PL dont le niveau-bas sera 1.2 m sous le niveau de la plateforme générale du bâtiment ;
- Création d'un bassin de rétention en déblai de 1406 m<sup>3</sup> sur une emprise de l'ordre de 750 m<sup>2</sup> dont la profondeur est calée à +4.00 m NGF (soit 1.5 m sous le niveau du terrain actuel) ;
- Création de noues d'infiltration au Nord (920 m<sup>2</sup>) et au Sud (1000 + 480 m<sup>2</sup>) du bâtiment dont le fond se situe à +3.60 m NGF (soit 2.0 m sous le niveau du terrain actuel).

Compte tenu de la topographie du site et de la configuration du projet, les terrassements induits seront faibles, en déblai / remblai sur une hauteur de l'ordre de 0.75 m maximum, hors bassin et noues.

*Ci-après, un extrait d'une coupe représentative du projet et un plan masse :*







Les caractéristiques structurales du projet ne nous ont pas été communiquées. Nous prendrons en considération les hypothèses habituelles suivantes :

- Descentes de charges sur appuis comprises entre 50 et 100 tonnes ;
- Surcharge sur dallage de l'ordre de 5 t/m<sup>2</sup> ;
- Tassements admissibles de 2.0 cm.

## 1.5. Documents communiqués

Les documents suivants nous ont été communiqués :

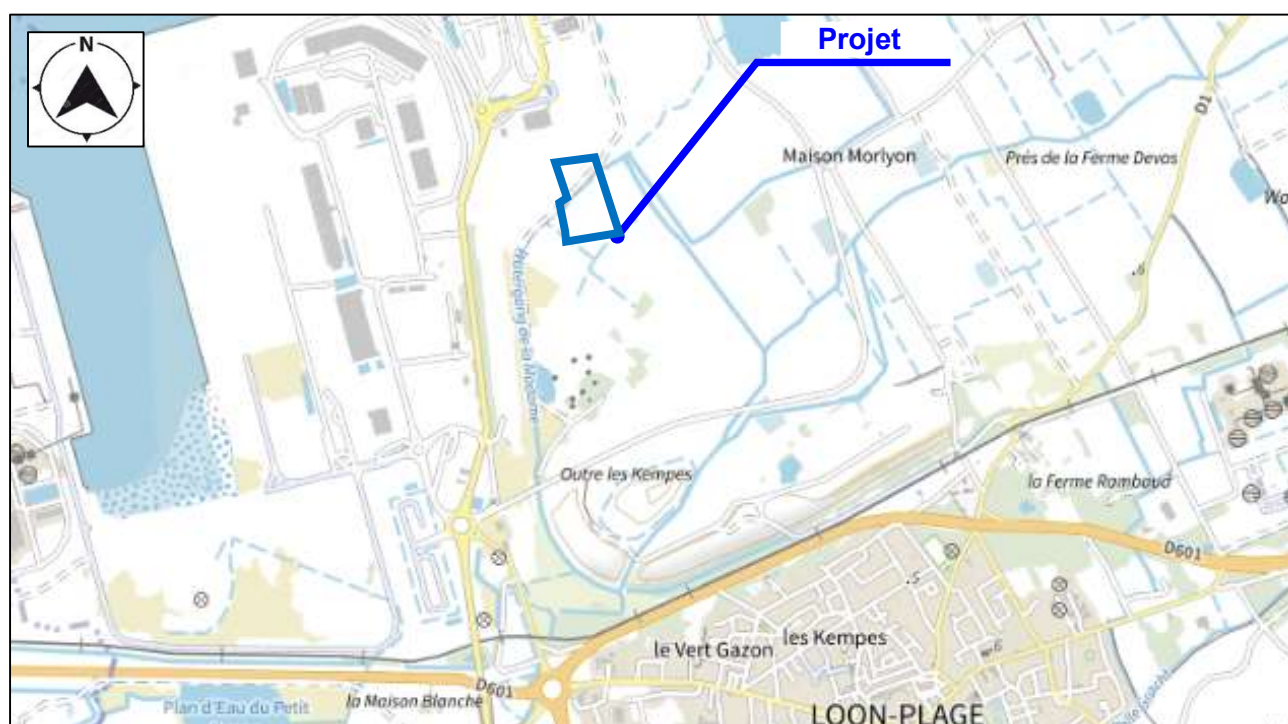
<i>Document</i>	<i>Fourni par</i>	<i>Référence</i>	<i>Format</i>	<i>Date</i>	<i>Échelle</i>
Plan de masse	MODUO	PC2a	PDF	04/11/2022	1/500
Plan voirie et réseaux divers		PC2b			/
Coupe sur le terrain		PC3			1/500
Plan des façades et toiture		PC5a		/	1/100
Plan des façades et toitures – Station gasoil		PC5b		/	
Plan des façades et toitures – Station de lavage		PC5c		/	/
Perspectives depuis entrée parking VL		PC6a		/	/
Perspectives depuis l'entrée PL		PC6b		/	/
Axonométrie générale		PC6c		/	/
Perspective d'insertion		PC6d		/	/
Photographie de l'environnement		PC7 / PC8		/	/

## 1.6. Caractéristiques générales du site

### 1.6.1. Localisation

Le terrain concerné par la présente étude se situe au niveau de la zone DLI Sud sur la commune de LOON-PLAGE (59) et correspond aux parcelles cadastrales n°73, 78, 104, 144, 8, 61, 12, 102, et 67 de la section BH.

Ci-après, un plan de localisation de l'opération :



Source : [www.géoportail.fr](http://www.géoportail.fr)

Ci-après, un extrait d'image aérienne avec localisation du projet :



Source : Google Earth



## 1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude

Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

- Le terrain est actuellement vierge de toute construction, il a été remblayé sur une hauteur de l'ordre de 2.0 / 2.5 mètres ;
- Un fossé de drainage (watergang) traverse le terrain ;
- L'altimétrie de la parcelle se situe autour de +5.5 m NGF d'après les relevés effectués au droit de nos sondages ;
- La parcelle est délimitée par :
  - Un bâtiment logistique, au Sud ;
  - Des parcelles vierges de construction à l'Est, au Nord et à l'Ouest.

## 1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique

D'après les données de la carte géologique de DUNKERQUE au 1/50 000 du secteur (cf. extrait inséré ci-après), la succession lithologique attendue est la suivante :

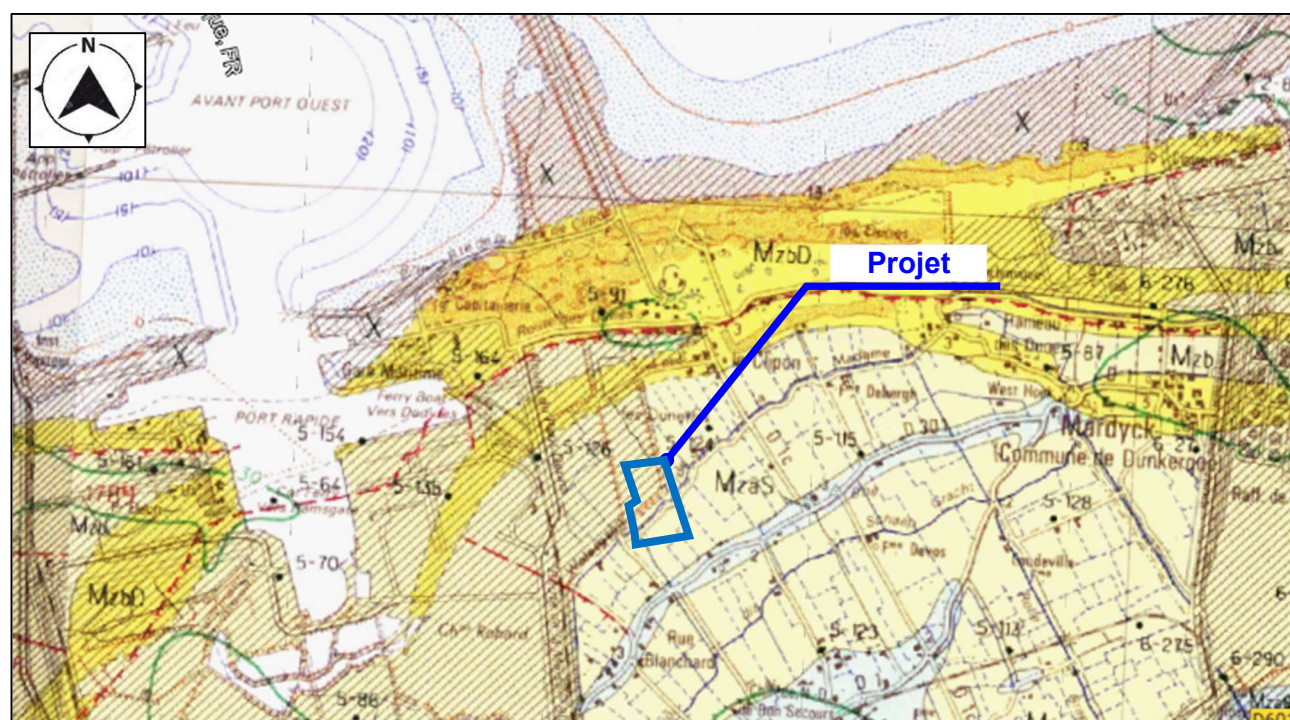
### ➤ Au Nord :

- Des remblais d'aménagement (sables de dragage) ;
- Des remblais liés au développement portuaire ;
- Des sables de l'Assise de Calais.

### ➤ Au Sud :

- Des remblais d'aménagement (sables de dragage) ;
- Des sables de l'Assise de Calais.

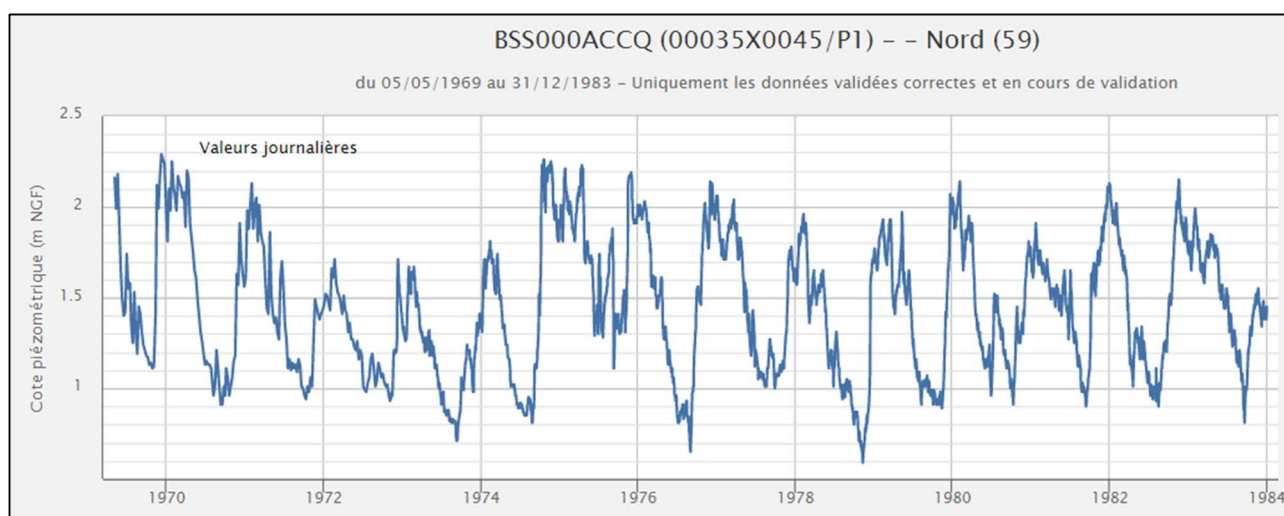
Extrait de la carte géologique de DUNKERQUE au 1/50 000 :



Une enquête préliminaire a été réalisée sur les sites institutionnels.

Jusqu'à présent, une partie des parcelles concernées par le projet était des terrains agricoles séparés par des fossés (« watergang ») dont certains ont une profondeur supérieure à 1 m. On notera que la parcelle concernée par le projet était traversée par un watergang nommé « Watergang de la Madame », il est conseillé de conserver ce réseau d'écoulement en le busant / canalisant.

Les données piézométriques disponibles sur le site ADES indiquent des fluctuations de la nappe entre les cotes NGF +0.60 à +2.20 (soit environ 3 m sous le niveau du terrain actuel) sur un ouvrage référencé BSS000ACCCQ, situé à proximité de la zone d'étude et dans le même contexte géologique. Ces mesures ont été réalisées sur une période de plus de quatorze ans avec une dernière mesure en 1984. La chronique piézométrique est insérée ci-après.

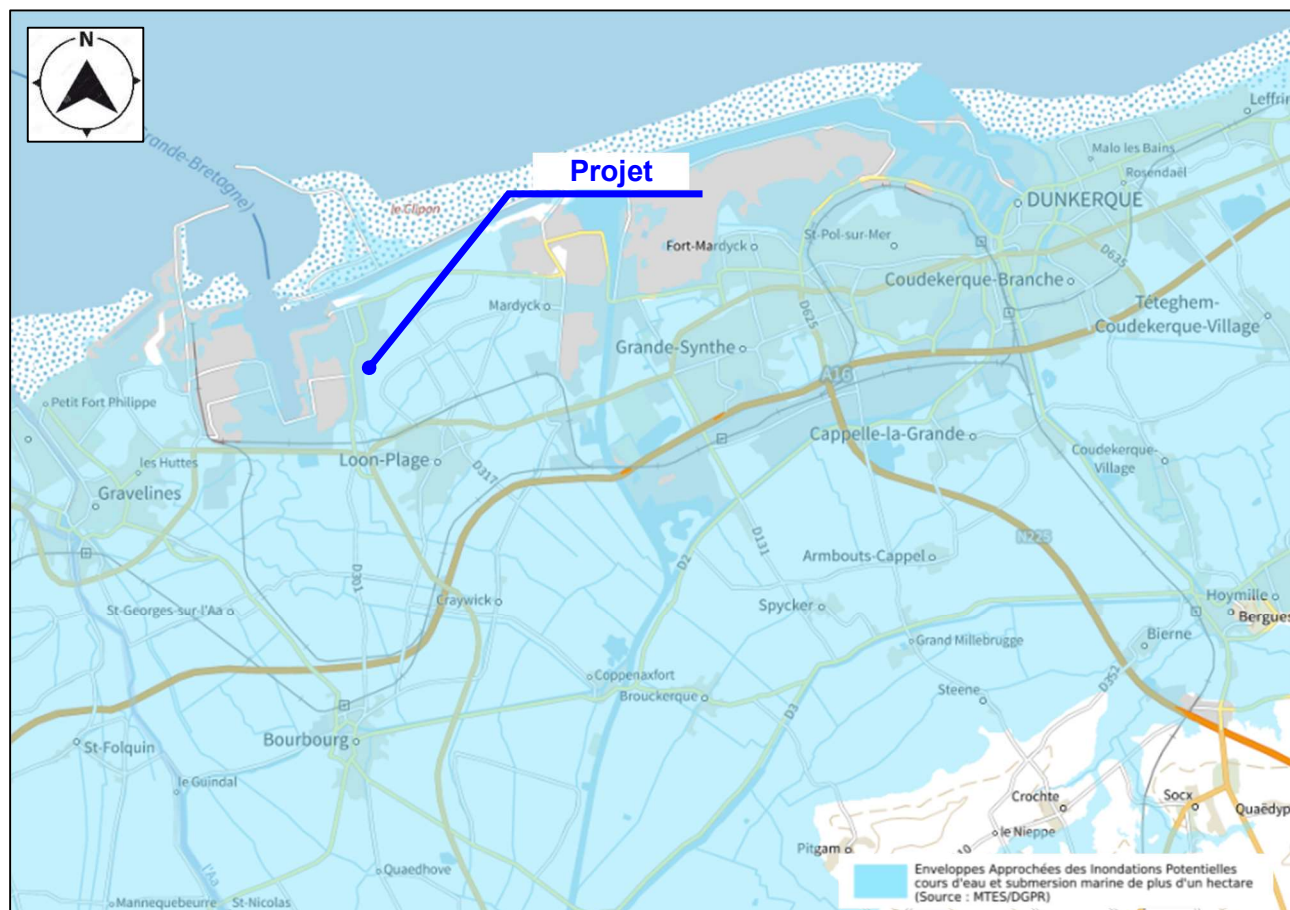




## 1.6.4. Risques naturels

### 1.6.4.1. *Risque d'inondation*

Nous rappelons que, d'après les données dont nous disposons (Géorisques), la parcelle se situe dans les « Entités approchées des inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare ».



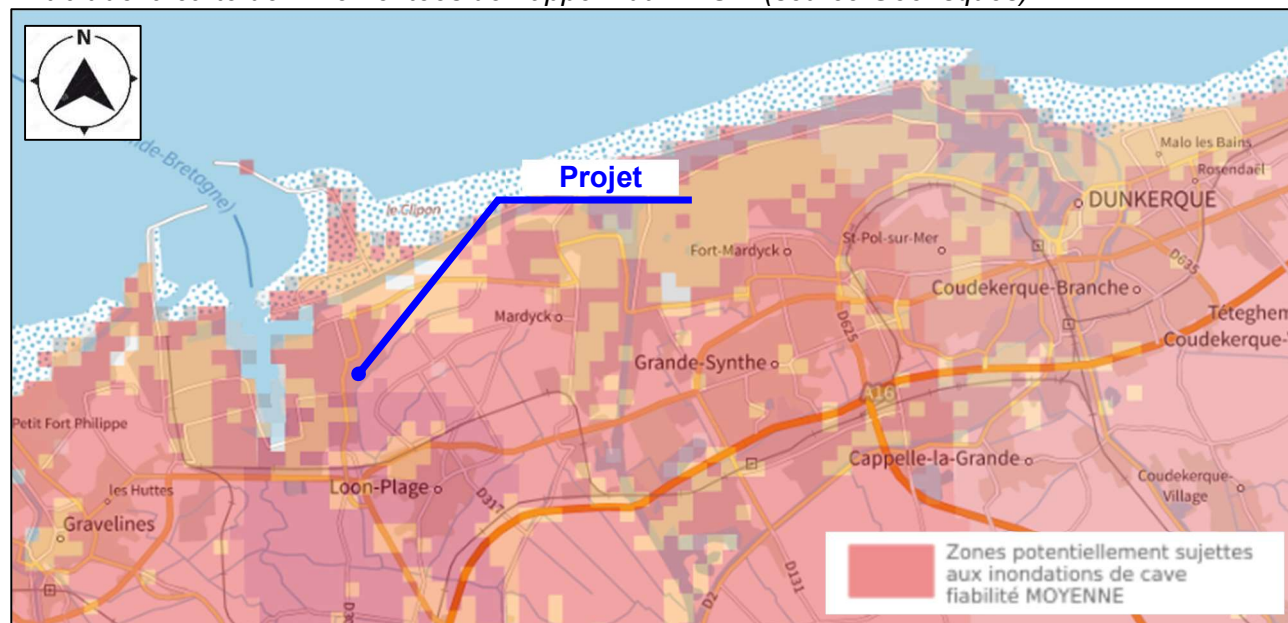
Source : *Géorisques*

Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et devront être dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.

### 1.6.4.2. *Risque de remontée de nappe*

D'après les données issues du BRGM, le site est classé dans une zone « potentiellement sujette aux inondations de cave ».

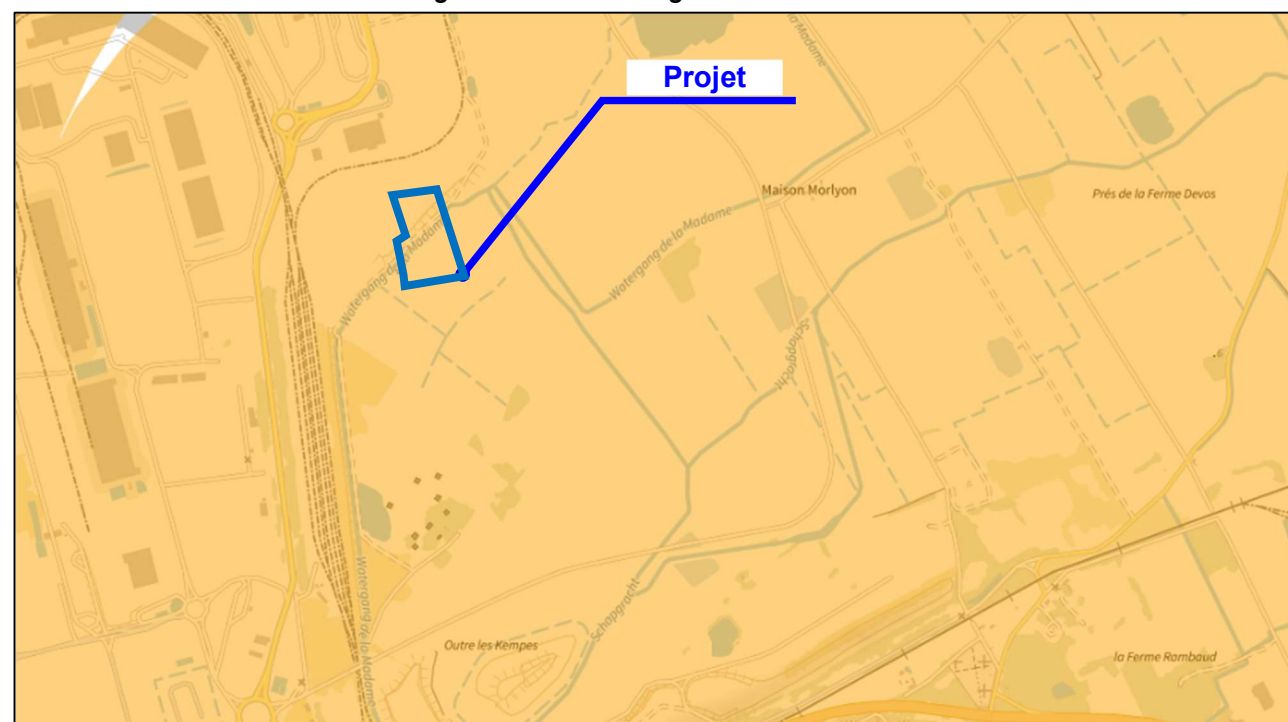
Extrait de la carte de « Remontées de nappe » du BRGM (source Géorisques) :



### 1.6.4.3. *Sensibilité au retrait-gonflement des argiles*

D'après les indications du BRGM, le projet se trouve dans une zone d'aléa « moyen », vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Extrait de la carte d'aléa retrait / gonflement des argiles :



#### 1.6.4.4. **Présence de cavités**

Aucune présence de cavités n'est répertoriée dans la zone du projet.

#### 1.6.4.5. **Mouvements des terrains**

Aucun mouvement de terrain n'est signalé sur le site INFOTERRE.

#### 1.6.4.6. **Risque sismique**

Selon la réglementation parasismique applicable depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de sismicité 2 (« aléa faible »).

Selon la catégorie des bâtiments pour cette zone d'aléa le décret le décret n°2010-1255 peut imposer des exigences parasismiques.

## 2. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

### 2.1. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 3. Elle a été définie en fonction de la configuration du projet, des emprises disponibles sur le site et de la localisation des réseaux enterrés.

Les têtes de sondages ont été nivelées à l'aide d'un GPS haute précision.

### 2.2. Investigations réalisées

#### 2.2.1. Sondages et essais

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de la présente mission G2 AVP :

Type de sondage	Référence	Cote NGF	Prof. / TN	Nb d'essais
<b>Sondages pressiométriques</b> Norme NF EN ISO 22476-4 Méthode de forage : taillant Ø 66 mm	PR1	5.56	10.0	9
	PR2	5.57	10.0	9
	PR3	5.50	10.0	9
	PR4	5.54	10.0	9
	PR5	5.52	10.0	9
<b>Sondages semi-destructifs</b> Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 64 mm	T1	5.46	4.0	/
	T2	5.62	4.0	
	T3	5.58	4.0	
	T4	5.52	4.0	
	T5	5.54	4.0	
<b>Sondages géologiques à la pelle mécanique</b>	PM1	5.50	2.3	/
	PM2	5.61	2.2	
	PM3	5.58	2.2	
	PM4	5.53	2.1	
<b>Essais au pénétromètre dynamique lourd</b> Norme NF EN ISO 22476-2 Méthode : DPSH-B avec un chenillard de type EMCI P1.70	PD1	5.60	6.0	/
	PD2	5.59	6.0	
	PD3	5.61	6.0	
	PD4	5.58	6.0	
	PD5	5.54	6.0	
	PD6	5.49	6.0	
	PD7	5.59	6.0	

Les coupes lithologiques associées aux sondages destructifs sont estimées à partir des cuttings de forages et des indications données par le chef sondeur.

Les résultats détaillés des sondages et essais sont insérés en annexe 4.

## 2.2.2. Equipements piézométriques

<i>Équipement piézométrique</i>	<i>Référence</i>	<i>Prof. / TN</i>	<i>Cote NGF</i>
Piézomètre définitif à tube ouvert Norme NF P94-157-1	PZ1	6.0	5.12
	PZ2	6.0	5.53

Les coupes schématique des ouvrages sont insérées en annexe 5.

## 2.2.3. Tests de perméabilité des sols

<i>Type d'essai de perméabilité in situ</i>	<i>Référence</i>	<i>Prof. / TN</i>	<i>Cote NGF</i>
<b>Essai Matsuo</b>	MAT1	0.80 – 1.20	5.51
	MAT2	0.80 – 1.10	5.48
	MAT3	0.85 – 1.10	5.59
<b>Essai Lefranc</b> Norme NF EN ISO 22282-2	LEF1	1.50 – 2.50	5.63

## 2.2.4. Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire décrits dans le tableau ci-dessous ont été réalisés, d'autres essais sont en cours de réalisation :

<i>Type d'essai</i>	<i>Quantité</i>
Teneur en eau naturelle - NF P94-050	3
Analyse granulométrique par tamisage - NF P94-056	3
Valeur au bleu du sol (VBS) - NF P94-068	3
Classification des sols (GTR) - NF P11-300	3
Indice Portant Immédiat (IPI) - NF P94-078	2
Essai de compactage à l'essai Proctor Normal - NF P94-093	2
Détermination de l'aptitude d'un au sol au traitement – Norme NF P 94-100	2

Les analyses chimiques suivantes ont été réalisées par un laboratoire d'analyses spécialisé :

<i>Critère</i>	<i>Quantité</i>
Degré d'acidité sur sol selon Baumann-Gully	3
Teneur en sulfate	5

Les procès-verbaux des essais sont insérés en annexe 6.



### 3. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

La description lithologique des terrains a été établie à partir des résultats des investigations effectuées et par corrélation entre les éléments suivants :

- les cuttings de forage ;
- les échantillons remaniés prélevés à la tarière hélicoïdale ;
- la visualisation des sols dans les sondages à la pelle ;
- les valeurs pressiométriques qui permettent de définir la compacité des sols ;
- les diagrammes de résistance dynamique de pointe qui permettent d'apprécier la compacité des sols meubles jusqu'au refus éventuel avec une mesure tous les 20 cm ;
- les essais en laboratoire, notamment la valeur au bleu ou les limites d'Atterberg qui permettent d'appréhender le degré d'argilosité des sols ;
- les analyses granulométriques des sols.

Nota : la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations (décembre 2022 et janvier 2023).

#### 3.1. Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques

- TV : Recouvrement superficiel plus ou moins organique

*Cette formation correspond au recouvrement superficiel du terrain. Elle est impropre à toute construction.*

- Aspect visuel :
- Épaisseur : 0.10 / 0.20 m

Des variations d'épaisseur, parfois importantes, de la couche de surface sont à attendre dans l'emprise du projet.

- R : Remblais sableux

*Cette formation correspond aux remblais d'aménagement du site.*

- Aspect visuel : beiges, gris
- Profondeur du toit : 0.10 / 0.20 m
- Profondeur de la base : 2.10 / 2.70 m
- Niveau NGF de la base : +2.75 / +3.45 m NGF
- Caractéristiques mécaniques :
  - Pression limite :  $0.36 \leq p_i^* \leq 1.31$  MPa,
  - Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $4.3 \leq E_M \leq 13.0$  MPa,
  - Résistance dynamique de pointe :  $2.5 \leq q_d \leq 14.5$  MPa

Des variations de nature et d'épaisseur des **remblais** (R) sont à attendre dans l'emprise du projet. Le site n'étant pas complètement vierge (présence de réseaux enterrés, démolitions,...), nous attirons l'attention des différents intervenants sur les points suivants :

- un potentiel remaniement partiel ou général du terrain en surface lors des différents aménagements successifs,
- la mise en œuvre antérieure de remblais autochtones et/ou d'apports sur des épaisseurs différentes,

- la nécessité de comparer le plan topographique originel du site à l'actuel afin d'apprécier les épaisseurs de terrain remanié.

Les résultats des essais en laboratoire sont détaillés dans le tableau ci-après :

Sondage	PM1	PM2	PM4	PM3	
Profondeur	0.15 – 1.10	0.00 – 1.40	0.10 – 1.00	0.20 – 1.00	
Identification GTR	B <sub>2</sub>			/	
Nature de sol	Remblais sableux				
Teneur en eau W <sub>nat</sub> (%)	11.3	12.3	12.6	/	
Passant à 80 µm (%)	6.9	6.9	8.6	/	
Valeur au bleu VBS	0.2	0.2	0.2	/	
Poinçonnement IPI		12		12.3	
Traitement				5% ciment	6% ciment
Gonflement moyen Gy (%)				0.1	1.3
Rtb				0.01	0.01
Aptitude				<b>Inadapté</b>	
Densité à l'OPN (t/m <sup>3</sup> )				1.68	1.71
Teneur en eau à l'OPN W <sub>OPN</sub> (%)				14.3	13.2

➤ S1 : Sables à sables limoneux

- Cette formation correspond aux dépôts de l'Assise de Calais.
- Aspect visuel : beiges, gris
- Profondeur du toit : 2.10 / 2.70 m,
- Niveau NGF du toit : +2.75 / +3.45 m NGF
- Profondeur de la base : 3.80 / 4.40 m
- Niveau NGF de la base : +1.15 / +1.75 m NGF
- Caractéristiques mécaniques :
  - Pression limite :  $0.38 \leq p_i^* \leq 0.89$  MPa,
  - Module pressiométrique (E<sub>M</sub>) :  $3.0 \leq E_M \leq 11.0$  MPa,
  - Résistance dynamique de pointe :  $0.8 \leq q_d \leq 3.0$  MPa

**La base des sables limoneux est lâche et peut correspondre à un horizon organique ou non consolidé.**

➤ S2 : Sables

- Cette formation correspond aux dépôts de l'Assise de Calais.
- Aspect visuel : gris + débris de coquilliers
- Profondeur du toit : 3.80 / 4.40 m,
- Niveau NGF du toit : +1.15 / +1.75 m NGF
- Profondeur de la base : > 10.00 m (base des sondages les plus profonds)
- Niveau NGF de la base : < 4.50 m NGF
- Caractéristiques mécaniques :
  - Pression limite :  $0.93 \leq p_i^* \leq 2.93$  MPa,
  - Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $3.0 \leq E_M \leq 26.0$  MPa,
  - Résistance dynamique de pointe :  $6.0 \leq q_d \leq 13.5$  MPa

### 3.2. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux

Les résultats des essais en laboratoire détaillées précédemment permettent d'évaluer le risque de retrait-gonflement des argiles en période sèche en se basant sur le référentiel établi par le LCPC en 2000 dans son bulletin de liaison 229 (bl229) et sur notre retour d'expérience alliant la nouvelle cartographie du BRGM d'août 2019 et les diagnostics géotechniques effectués ces dernières années :

<b>Passant à 80 <math>\mu\text{m}</math> (%)</b>	<b>Valeur au bleu VBS</b>	<b>Activité des argiles <math>A_{CB}</math></b>	<b>Sensibilité du sol à la variation de volume</b>
> 80	> 4	> 10	Forte
> 40	1.5 à 4	4 à 10	Moyenne
< 40	< 1.5	< 4	Faible

L'Activité des argiles selon LAUTRIN correspond à la VBS divisée par le passant à 2  $\mu\text{m}$  (établi par sédimentométrie :  $100 \text{ VBS} / \%_{2\mu\text{m}}$ )

Le tableau ci-dessous rappelle les caractéristiques obtenues :

<b>Sondage</b>	<b>Sol</b>	<b>Passant à 80 <math>\mu\text{m}</math> (%)</b>	<b>Valeur au bleu VBS</b>	<b>Activité des argiles <math>A_{CB}</math></b>	<b>Sensibilité du sol à la variation de volume</b>
PM1	R	6.9	0.2	-	FAIBLE
PM2		6.9	0.2	-	FAIBLE
PM4		8.6	0.2	-	FAIBLE

Il résulte que les sols en place sont faiblement sensibles au phénomène du retrait-gonflement.

### 3.3. Agressivité des sols et eaux sur le béton

Les analyses chimiques effectuées sur les sols et l'eau de la nappe donnent les résultats suivants :

	Seuils			Échantillons
	XA1	XA2	XA3	
<i>Critères sur sols</i>				
Acidité (ml/kg)	> 200	-	-	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/kg)	2000 à 3000	> 3 000 à 12000	> 12000 à 24000	

	Échantillons				
	PM1	PM2	PM3	PM4	MAT1
Acidité (ml/kg)	186	-	165	-	162
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/kg)	<50	<50	<50	<50	<50

Il résulte que les remblais sableux (R) ne présentent pas un caractère agressif vis-à-vis du béton. La classe retenue est <XA1.

Cette classification est à compléter par rapport à d'autres critères qui ne relèvent pas de la géotechnique.

### 3.4. Niveaux des eaux souterraines

Des arrivées d'eau ont été observées dans les sondages lors des investigations (décembre 2022 et janvier 2023). Ces observations sont reprises dans le tableau ci-après :

Référence	Cote T.N. (m N.G.F.)	Profondeur du niveau d'eau (m)	Cote du niveau d'eau (m N.G.F)
PR1	+5.56	0.4 (fin de forage)	+5.16
PR2	+5.57	0.3 (fin de forage)	+5.27
PR3	+5.50	0.2 (fin de forage)	+5.30
PR4	+5.54	0.2 (fin de forage)	+5.34
PR5	+5.52	0.1 (fin de forage)	+5.42
T1	+5.46	2.0 (rencontré)	+3.50
T2	+5.62	2.1 (rencontré)	+3.50
T3	+5.58	2.1 (rencontré)	+3.50
T4	+5.52	2.0 (rencontré)	+3.50
T5	+5.54	2.1 (rencontré)	+3.40
PM1	+5.50	/	/
PM2	+5.61	1.70	+3.90
PM3	+5.58	1.90	+3.70
PM4	+5.53	/	/

À noter que les sondages destructifs ont été réalisés avec injection d'eau. Par conséquent, les niveaux d'eau naturels peuvent être perturbés.

Des circulations erratiques d'eaux ne sont pas à exclure au sein des formations superficielles notamment en période pluvieuse.

Le délai de réponse des eaux souterraines (nappe massique ou circulations isolées), au droit d'un forage ou d'une excavation de surface limitée est variable en fonction de la perméabilité du sol. Dans les sols fins, ce délai peut atteindre plusieurs jours, notamment dans le cas des sols fortement argileux.

Nous rappelons que le régime hydrogéologique est variable dans le temps, en fonction notamment des caractéristiques des formations géologiques en place et de la pluviométrie régionale.

Deux équipements piézométriques ont été posés en PZ1 et PZ2 jusqu'à 6 m de profondeur. Les niveaux d'eau mesurés dans ces ouvrages au moment de notre intervention, en date du 06/01/2023, sont récapitulés ci-après :

<b>Référence</b>	<b>Cote T.N. (m N.G.F.)</b>	<b>Profondeur du niveau d'eau (m)</b>	<b>Cote du niveau d'eau (m N.G.F)</b>
PZ1	+5.12	2.00	+3.12
PZ2	+5.53	2.15	+3.38

*Nota : ces relevés restent ponctuels. Un suivi piézométrique associé à une étude hydrogéologique doit être effectué dans les phases ultérieures d'études afin de définir les niveaux caractéristiques de la nappe.*

### 3.5. Perméabilité des sols

Il est rappelé que les essais de perméabilité sont réalisés sur des surfaces très limitées. Dans le cas où des pompes ou rabattements de nappe seraient nécessaires en phase chantier ou en phase d'exploitation, seul des essais de pompage permettront d'obtenir une estimation réaliste des débits d'exhaure.

Les essais d'eau réalisés ont pour objet d'évaluer la perméabilité des sols. Le tableau ci-après présente les résultats obtenus :

<b>Sondage</b>	<b>Formation</b>	<b>Nature du sol</b>	<b>Type d'essai</b>	<b>Profondeur (m)</b>	<b>Coefficient de perméabilité</b>
					<b>K (m/s)</b>
MAT1	R	Remblais sableux	MATSUO	0.80 – 1.20	$4.6 \cdot 10^{-6}$
MAT2				0.80 – 1.10	$5.2 \cdot 10^{-5}$
MAT3				0.85 – 1.10	$8.0 \cdot 10^{-5}$
LEF1			LEFRANC	1.50 – 2.50	$6.0 \cdot 10^{-5}$



### 3.6. Conditions sismiques

Les paramètres sismiques à prendre en compte conformément à la norme NF EN 1998 (Eurocode 8) et compte tenu des résultats des investigations effectuées dans le cadre de la mission G2 AVP sont les suivants :

- Zone sismique : II
- Classe de sol : C
- Coefficient de sol S : 1.5
- Catégorie de bâtiment : II (hypothèse à confirmer par le Maître d'Ouvrage)
- Risque de liquéfaction du sol : vérification non requise.

## 4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES - AVANT-PROJET / PROJET

### 4.1. Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique a pour but de fixer la coupe de sols et les propriétés mécaniques caractéristiques que nous avons retenues pour chaque faciès, en vue de réaliser les calculs de prédimensionnement des ouvrages géotechniques.

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

Id.	Description	Profondeur base de la couche (m/TN)	Cote NGF base de la couche (m)	Résistance de pointe $q_d$ (MPa)	Valeurs pressiométriques		$\alpha$
					$p_i^*$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	
TV	Terre végétale	0.20	+5.30	-	-	-	-
R	Remblais sableux	3.00	+2.50	2.5 à 14.5	0.50	5.5	1/3
S1	Sables à sables limoneux lâches	4.00	+1.50	0.8 à 3.0	0.40 0.20	3.0 2.0	2/3
S2	Sables denses	6.50	- 0.95	6.0 à 13.5	1.20	12.0	1/3
S3	Sables très denses	>10.00	< - 4.50	/	2.20	18.5	1/3

$p_i$  : pression limite nette /  $E_M$  : Module pressiométrique /  $\alpha$  : Coefficient rhéologique du sol  
 $q_d$  : résistance dynamique de pointe

Note importante : la profondeur et la cote altimétrique des différentes limites de couches étant variables, elles seront considérées au cas par cas en fonction du type de structure considéré et du modèle de calcul le plus pertinent (type « modèle de terrain » ou sondage spécifique).

### 4.2. Niveaux des eaux souterraines

En absence de données historiques suffisantes concernant les eaux souterraines, les niveaux piézométriques caractéristiques nécessaires au projet, notamment le niveau des eaux exceptionnelles - EE, le niveau des eaux hautes – EH, le niveau des eaux fréquents - EF, ne sont pas connus. La détermination de ces niveaux doit être effectuée dans le cadre d'une étude hydrogéologique spécifique indépendante des études géotechniques.

On rappellera que des arrivées d'eau ont été constatées lors de l'ouverture des sondages à la pelle entre 1.7 et 1.9 m de profondeur (soit entre les cotes +3.70 et +3.90 NGF). Des niveaux d'eau ont été rencontrés dans les sondages d'échantillonnage entre 2.0 et 2.10 m de profondeur (soit entre +3.40 et +3.50 m NGF).

Des niveaux non stabilisés en fin de forage (avec injection d'eau) ont été relevés entre 0.10 et 0.40 m de profondeur (soit entre les cotes +5.16 et +5.42 m NGF).

Enfin, deux équipements piézométriques ont été posés, ils ont été relevés le 06/01/2023 respectivement à 2.00 et 2.15 m de profondeur soit à +3.12 et +3.38 m NGF.

Nous recommandons d'engager un suivi des piézomètres mis en place, avec au moins un relevé hebdomadaire.

A noter que les watergangs servent au maintien de niveaux de nappe relativement stables. Il est donc nécessaire de les maintenir autant que possible.

### 4.3. La zone d'influence géotechnique (ZIG)

Compte tenu de la topographie sensiblement plane du secteur du projet et des caractéristiques des ouvrages à réaliser sans locaux enterrés avoisinants proches, l'impact du projet en phase travaux et en phase d'exploitation est théoriquement limité au tènement du projet.

Ce point restera toutefois à valider en phase Projet.

### 4.4. Adaptations du projet aux conditions géotechniques

Compte tenu de ces éléments, les orientations techniques qu'il convient de retenir sont les suivantes :

- la mise en œuvre d'un drainage des sols pour assainissement de la plateforme de travail ;
- la réalisation d'un mode de fondations superficielles sous réserve de l'absence de matières évolutifs et compressibles ;
- la réalisation d'un niveau bas de type dallage sur terre plein.

En présence de matières organiques, il conviendra de revoir les solutions constructives.

*Nous précisons que toute modification du projet, ou du terrain, ultérieure à la présente étude, est de nature à entraîner une nouvelle étude partielle ou complète, qui prendra en compte les modifications apportées et la validité des adaptations constructives préconisées dans le présent rapport.*

### 4.5. Principes généraux de terrassements

#### 4.5.1. Recommandations générales

- L'ensemble des terrassements devra être réalisé conformément au Guide Technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme (G.T.R. 92) ;
- La terre végétale ainsi que les matériaux impropres à l'assise des plateformes devront être préalablement décapés ;
- **Les éventuels fossés de drainage existants qui seraient mis à jour ainsi que les watergangs devront impérativement être conservés, busés ou dévoyés moyennant une étude hydraulique si nécessaire, afin de maintenir un bon drainage des eaux du site ;**
- L'entreprise devra, dans la mesure du possible, réaliser une pente d'évacuation des eaux au niveau des fonds de forme, de manière à les canaliser vers un exutoire approprié ;

- La réalisation des déblais devra respecter les conditions d'exécution suivantes :
  - Procéder au terrassement de la dernière couche de sol « en retro », sans faire évoluer les engins sur la pleine masse définitive.
  - Interrompre les travaux lorsque les conditions météorologiques sont trop défavorables.
- La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques en incombe au terrassier qui devra prévoir à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme dans le cas d'une dégradation pluvieuse (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc...) ;
- Par ailleurs, afin d'éviter des purges supplémentaires de matériaux détériorés par les eaux météoriques notamment, il est préférable de conserver une garde de 20 cm d'épaisseur de sol au niveau du fond de fouille général, qui sera enlevée au dernier moment, si celui-ci doit rester plusieurs jours à l'air libre.

#### 4.5.2. Terrassements projetés

Pour un niveau fini du bâtiment à la cote +6.25 m NGF, les travaux de terrassements comprendront les épaisseurs de remblais de 0.50 m environ au droit du bâtiment et des déblais de 0.50 m au droit des quais de chargement.

Pour les bassins et noues, les terrassements seront de l'ordre de 1.50 / 2.00 m de profondeur par rapport au terrain actuel (fond des ouvrages à +4.00 / +3.60 m NGF).

**Toutefois, une étude hydrogéologique doit être préalablement effectuée pour définir la profondeur maximale des bassins à retenir en fonction du niveau des Plus Hautes Eaux.**

#### 4.5.3. Travaux préparatoires

Avant tous travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, à leur pontage ou à leur dévoiement.

Ensuite, il s'agira de procéder au décapage intégral de la couverture superficielle +/- organique et évolutive.

#### 4.5.4. Drainage du terrain

Les sols impactés par les terrassements sont peu sensibles à l'eau (sol B<sub>2</sub>). Toutefois ils sont sensibles à l'affouillement et au ravinement et leur portance peut se dégrader rapidement.

Nous rappelons que des arrivées d'eau ont été observées lors de l'ouverture des sondages à la pelle entre 1.7 et 1.9 m de profondeur (soit entre les cotes +3.70 et +3.90 NGF). Au droit des sondages d'échantillonnage des niveaux d'eau ont été rencontrés entre 2.00 et 2.10 m de profondeur (soit entre les cotes +3.40 et +3.50 m NGF). Enfin, les piézomètres ont permis de mettre en évidence des niveaux d'eau vers 2.00 / 2.15 m de profondeur (soit entre les cotes +3.12 et +3.38 m NGF).

Le niveau des eaux souterraines étant susceptible de remonter, on pourra s'attendre à la présence d'eau sous le fond de forme.

Pour éviter toute stagnation d'eau et faciliter l'écoulement des eaux vers les drains, les plateformes devront être réglées en conservant des pentes latérales suffisantes ( $\geq 1.5\%$ ).

**En cas d'arrivées d'eau, il faudra procéder au drainage du terrain par un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux au moyen de tranchées, fossés, rigoles, drains et pompage si nécessaire.**

L'importance du dispositif, en termes de densité et de profondeur des ouvrages ainsi que de capacité de pompage, devra être adaptée à l'importance des arrivées d'eau et aux sources de réalimentation. Les eaux captées devront être évacuées vers un exutoire stable et pérenne, par gravité ou par un système de pompage sur puisards.

En cas de remontée de nappe importante, il faudra prévoir un dispositif de rabattement dont les modalités et les dimensions sont à déterminer dans le cadre d'une étude hydrogéologique spécifique.

**Nous conseillons de mettre rapidement en place un suivi piézométrique avec des relevés au moins hebdomadaires.**

#### **4.5.5. Réalisation des déblais**

Les terrassements en déblai pourront être réalisés à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. Pour éviter d'altérer les sols en place, il sera préférable d'avancer le déblaiement « en rétro ».

#### **4.5.6. Arase terrassement**

En période humide ou pluvieuse, la portance du fond de forme sera insuffisante après décapage et drainage du terrain, on devra envisager son renforcement par un cloutage à l'aide de matériaux d'apport grossiers, type 50/150 à 100/300, à mettre en place par compactage intense et par roulement des engins de chantier ;

Ces aménagements devront conduire à l'obtention d'une portance minimale EV2 de 20 à 30 MPa. Par conséquent, une vérification de la portance de la P.S.T. est conseillée par essais à la plaque, ainsi qu'une vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs,...).

#### **4.5.7. Conditions de réemploi des matériaux du site**

Nous rappelons que les sols du site qui seront recoupés par les opérations de terrassement en déblais sont les suivants :

- Le recouvrement superficiel ;
- Les remblais sableux.

Le recouvrement superficiel ainsi que les matériaux organiques seront mis en dépôt ou réutilisés uniquement dans le cadre des aménagements paysagers.

Les remblais sableux exempts de matériaux évolutifs peuvent être réutilisés dans les conditions suivantes :

- Les sols B<sub>2</sub> dans un état hydrique très humide (th) : Leurs teneurs en eau élevées ne permettent pas de les réutiliser en l'état. Aucun traitement n'est possible, seul une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable peut être envisageable après étude spécifique, ce qui permettrait ainsi de les ramener en B<sub>2</sub>h.

- Les sols B<sub>2</sub> à l'état hydrique moyen sont réutilisables en l'état, un compactage moyen dans des conditions météorologiques stables, ne changeant pas l'état hydrique des matériaux, est nécessaire.

L'utilisation en couche de forme des matériaux B<sub>2h</sub> et B<sub>2m</sub> nécessiterait un traitement avec des produits à base de liants hydrauliques. Des essais d'aptitude au traitement ont été réalisés et ont mis en évidence **une inadaptabilité du traitement** avec 5 et 6 % de ciment.

#### 4.5.8. Conditions d'utilisation de matériaux d'apport

##### 4.5.8.1. *Utilisation en remblai de compensation altimétrique*

La mise en œuvre de matériaux d'apport de carrière, dont la qualité sera maîtrisée, est conseillée pour la réalisation des remblais techniques.

Les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type D<sub>2</sub> / D<sub>3</sub> ou R<sub>21</sub> / R<sub>61</sub> de 0/80 mm.

##### 4.5.8.2. *Utilisation en couche de forme*

La mise en œuvre de matériaux d'apport de carrière, dont la qualité sera maîtrisée, est conseillée pour la réalisation de la couche de forme.

Les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type D<sub>2</sub> / D<sub>3</sub> ou R<sub>21</sub> / R<sub>61</sub>.

La granulométrie des matériaux employés en couche de forme doit être comprise entre 0/40 et 0/80 mm. La couche de réglage doit être de granulométrie 0/31.5 mm.

##### 4.5.8.3. *Réalisation des remblais techniques*

Les remblais techniques serviront de support au dallage.

Afin de préserver la qualité du sol d'assise des remblais (terrain naturel), les travaux devront être réalisés par temps sec.

Les conditions d'exécution des remblais devront être conformes au « Guide des Terrassements Routiers – Réalisation des remblais et des couches de forme (LCPC-SETRA de septembre 1992) » et/ou aux recommandations « Caractéristiques des matériaux de remblais supports de fondations » du L.C.P.C.

L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR, en tenant compte de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé.

Un contrôle régulier sera nécessaire au fur et à mesure de l'avancement de l'élévation du remblai. Ce contrôle est à prévoir à chaque couche unitaire d'apport, et au minimum tous les 50 cm d'épaisseur.

Les critères de réception du remblai par essais à la plaque  $\varnothing$  60 cm, selon le mode opératoire du L.C.P.C., devront être les suivantes :

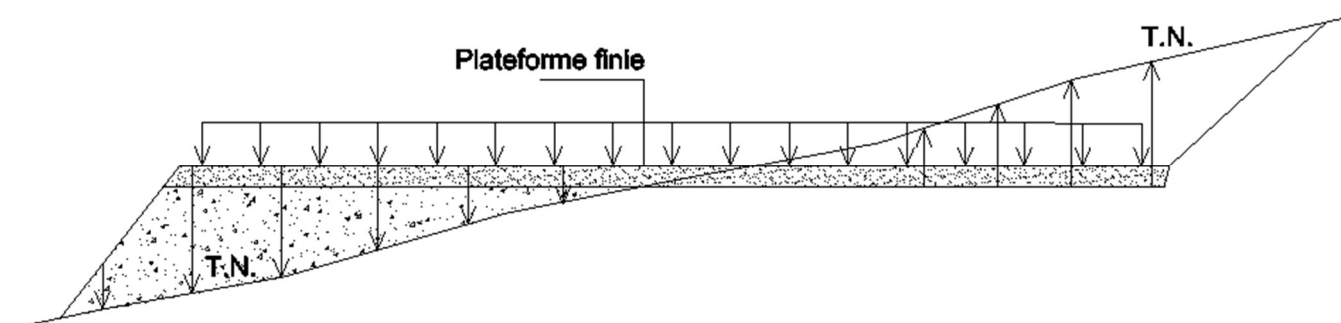
- Sur la première couche (inférieure) :
  - un module  $EV2 \geq 30$  MPa,
  - $EV2/EV1 \leq 2$ .
- Sur les couches suivantes :
  - un module  $EV2 \geq 50$  MPa,
  - $EV2/EV1 \leq 2$ .
- Sur la dernière couche (supérieure) :
  - un module  $EV2 \geq 80$  MPa,
  - $EV2/EV1 \leq 2$ .

Ces travaux doivent faire l'objet de contrôles réguliers de portance au moyen d'essais à la plaque et de contrôle final au pénétromètre ou au pressiomètre selon la nature des matériaux et l'épaisseur des remblais mis en œuvre.

En cas de mise en œuvre de remblais préalablement à la réalisation du dallage, en surcharge par rapport au niveau du terrain initial, des tassements importants peuvent se produire en fonction des caractéristiques du sol support. Une vérification devra donc être effectuée, dans le cadre de l'étude géotechnique de conception G2 PRO.

Dans le cas d'aménagements en déblai/remblai sur un terrain en pente, les remblaiements de compensation altimétrique exigent un suivi régulier lors de la mise en œuvre afin de maîtriser au mieux les conditions de déformation du dallage. Ceci est d'autant plus important lorsque la hauteur de remblais est variable et que le terrain est en déblai/remblai (cf. schéma inséré ci-après). Cela engendre notamment :

- Un chargement dissymétrique sur le terrain naturel pouvant occasionner des tassements différentiels non négligeables, accrus par le fait d'une configuration en déblai / remblai ;
- Un tassement potentiel et différentiel du remblai technique sous son propre poids lorsque les conditions de compactage ne sont pas optimales ;
- Un tassement au droit de la zone de transition déblai/remblai en cas de matériaux évolutifs résiduels en assise de remblai / couche de forme (terre végétale par exemple).





#### 4.5.9. Conditions de talutage

Nous rappelons que l'aménagement du terrain nécessite la réalisation de déblais / remblais et des talus dans le cadre de la réalisation des bassins.

Pour des talus définitifs de hauteur < 2 m en première approche, moyennant des dispositions destinées à préserver la stabilité, portant notamment sur la protection des surfaces, sur l'absence de chargements provisoires et définitifs et sur le drainage des eaux susceptibles d'atteindre les talus, ceux-ci peuvent être dressés avec des pentes de 2 H / 1 V, hors nappe.

Les dispositions générales à prendre en compte sont les suivantes :

- Proscrire les chargements même provisoires à proximité des crêtes des talus ;
- Protéger les surfaces en pente, au moyen de géomembrane, ou autres dispositifs stabilisateurs solidement fixés au sol en raison de sols sableux particulièrement sensibles à l'affouillement et au ravinement ;
- Mettre en place un réseau de drainage relié à un exutoire stable (sans possibilité de refoulement) en cas de venues d'eau en fond de fouille ;
- Réaliser les talus en remblai par excès et débordant de l'emprise définitive, afin d'obtenir une compacité optimale.

Pour les éventuels talus provisoires (bords de quais), ils pourront être raidis à 1/1 sous réserve de les protéger contre les intempéries.

Lors du profilage des talus, des éboulements ou des affouillements peuvent se produire notamment à la faveur de variations latérales de faciès, d'anomalies ponctuelles ou de venues d'eau localisées. Dans ce cas, il faudra suspendre les travaux et mettre en place, si nécessaire, un système de confortement provisoire (remblais d'épaulement, étaies, etc...) et prévenir le géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution en vue de proposer des mesures de confortement adaptées.

En phase d'études PRO, la stabilité des talus devra être vérifiée par le calcul.

#### 4.5.10. Dispositions spécifiques pour les bassins

Le fond du bassin de rétention est donné à +4.00 m NGF (soit 1.5 m sous le niveau du terrain actuel), des niveaux d'eau ont été relevés dans les piézomètres entre 2.00 / 2.15 m de profondeur (soit entre les cotes +3.12 et +3.38 m NGF).

Le bassin étanche devra être lesté pour éviter une remontée de la bâche de fond sous réserve que le niveau des plus hautes eaux soit au maximum 0.5 m au-dessus du niveau de calage du fond de bassin. Dans le cas contraire, il faut s'orienter vers une modification des caractéristique géométriques du bassin pour le rehausser ou vers la création d'un ouvrage rigide lesté (bassin en béton, turbosider, etc...).

Pour les éventuels bassins d'infiltration dont le fond est donné à +3.60 m NGF, le niveau de la nappe devra être pris en compte dans les calculs de volumes.

Quelle que soit la vocation des bassins, les parties de talus qui peuvent être envoyées devront être stabilisées (végétalisation, bâchage, enrochement par exemple) pour éviter l'apparition de désordres à terme. Une étude

spécifique devra être menée dans le cadre de la phase PRO (G2 PRO) ou au plus tard dans en phase EXE (G3) par le géotechnicien et un hydraulicien/aménageur paysager.

Dans le cas où les emprises disponibles de part et d'autre des bassins ne permettraient pas de respecter les préconisations de talutage données précédemment, une solution de soutènement et/ou une modification de la géométrie des bassins devra être envisagée.

## 4.6. Remblaiements de pieds de poteaux

Au droit des semelles de fondations, le rattrapage du niveau de la plateforme finie avant coulage du dallage doit être réalisé de la manière suivante dans l'objectif d'obtenir une raideur de sol semblable tant au-dessus des semelles qu'au niveau de la plateforme générale.

- En cas de couche de forme granulaire pour la plateforme générale :
  - remblaiement de la partie inférieure (dans la continuité de la PST de la plateforme) à base de GNT 0/80 ou équivalent ;
  - reconstitution de la couche d'assise du dallage à base de GNT 0/80 (couche de forme) et de GNT 0/31.5 (couche de réglage).
- En cas de couche de forme traitée chaux + liant pour la plateforme générale :
  - remblaiement de la partie inférieure (dans la continuité de la PST de la plateforme) à base de GNT 0/80 ou grave ciment autocompactante ;
  - reconstitution de la couche d'assise du dallage à base de grave ciment autocompactante.

A noter que les pied de poteaux ne doivent pas être laissés ouverts aux intempéries pour éviter tout risque d'hydratation de la plateforme support par les parois des fouilles de fondations, notamment en cas de sols traités à la chaux et de sols fins sensibles à l'eau.

Par ailleurs, le contrôle de mise en œuvre doit être effectué par essais à la plaque avec des critères de réception identiques à ceux de la plateforme générale pour les pieds de poteaux chargés à terme.

Dans le cas contraire, des critères de réception moindres pourront être admis.

En cas d'impossibilité ou de difficulté à réaliser un contrôle par essai à la plaque, un contrôle au pénétromètre densitographe pourra être effectué avec pour objectifs conjoints de réception :

- Densité de compactage q4 en partie inférieure et q3 en partie supérieure (épaisseur de couche de forme) ;
- Résistance dynamique de pointe :  $q_d > 8$  MPa.

## 4.7. Quais de chargement

La réalisation des quais de chargement induit la mise en œuvre d'un mur de soutènement (généralement en génie civil) qui devra être dimensionné par le BET structure et vérifié dans le cadre d'une étude de stabilité phase Projet (G2 PRO).

Il est recommandé de réaliser un plancher porté en tête de quai, dans le prolongement du dallage, pour les raisons suivantes :

- Difficultés de mise en œuvre et de compactage des remblais de rattrapage ;
- Risque de déformation du mur de soutènement (déplacement horizontal, déformée de renversement), inhérent à ce type d'ouvrage.

En cas de mise en œuvre de remblais techniques support du dallage en arrière de l'ouvrage, les préconisations suivantes devront être suivies scrupuleusement :

- Réemploi de matériaux semblables à ceux mis en œuvre sur le reste de la plateforme support du dallage ;
- Mise en œuvre identique à celle de la plateforme ;
- Compactage par couches successives avec contrôle par essais à la plaque et contrôle final au pénétromètre ;
- Mise en œuvre de la finition de la plateforme (couche de réglage ou autre) et du dallage après un délai de mise en charge du mur de quai.

## 4.8. Réalisation des plateformes

### 4.8.1. Plateforme voirie

Ce paragraphe traite spécifiquement des voiries (stationnements et circulations) associées au projet de construction.

#### 4.8.1.1. Couche de forme

La structure d'assise de la voirie de type PL respectera les préconisations données ci-après :

<b>Sur une P.S.T. de nature sableuse (sol R)</b>	
Mise en œuvre de la structure support de voirie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Géotextile anti-contaminant*</li> <li>• <b>0.50 m de couche de forme</b> en concassé R<sub>21</sub> / R<sub>61</sub> ou GNT D<sub>2</sub> / D<sub>3</sub>, de granulométrie 0/40 ou 0/80</li> <li>• <b>ou 0.35 m** de couche de forme</b> en matériaux traités à la chaux et au liant hydraulique (cf. paragraphe 4.5.8 pour les conditions de traitement)</li> <li>• Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM</li> <li>• Mise en œuvre de la couche d'assise (base et fondation) à définir par la Maitrise d'œuvre</li> </ul>
* non obligatoire mais recommandé	
** à valider par une vérification au gel / dégel notamment	

Pour une structure d'assise de voirie VL, l'épaisseur de la couche de forme pourra être réduite de 30 cm en cas d'utilisation de matériaux granulaires.

#### 4.8.1.2. Critères de réception

Dans le cas d'une couche de forme en matériaux d'apport granulaires, les critères de réception à retenir sur la couche de forme, à l'aide d'essais à la plaque, pour une PF2- (VL) sont :

- Module EV2  $\geq$  50 MPa ;
- Rapport EV2/EV1 < 2.

Dans le cas d'une couche de forme en matériaux d'apport granulaires, les critères de réception à retenir sur la couche de forme, à l'aide d'essais à la plaque, pour une PF2+ (PL) sont :

- Module EV2  $\geq$  80 MPa ;
- Rapport EV2/EV1 < 2.

Dans le cas d'une couche de forme traitée à la chaux et au liant, les critères de réception à retenir sur la couche de forme sont les suivants à partir d'essais de déflexion (protocole de mesure recommandé - cf. Note n°02 de mars 2017 du CEREMA) :

- Déflexion maximale  $\leq$  0.8 mm pour une PF2- (VL),
- Déflexion maximale  $\leq$  0.7 mm pour une PF2+ (PL),
- Déflexion maximale  $\leq$  0.6 mm pour une PF3.

Dans le cas où les portances souhaitées ne seraient pas atteintes, une adaptation de la structure support devra être envisagée. Une étude particulière sera effectuée en phase travaux dans le cadre des missions G3 et G4.

#### **4.8.2. Plateforme bâtiment**

Nous rappelons, que compte tenu des conditions géotechniques rencontrées et des caractéristiques du projet concernant les niveaux bas, la réalisation d'une structure de type dallage sur terre plein est envisageable.

Ci-après nous présentons les modalités de réalisation et nos recommandations concernant les adaptations, les matériaux et les contrôles à prévoir.

##### **4.8.2.1. Assise du dallage, couche de forme**

La faisabilité d'un dallage sur terre plein nécessite qu'il repose sur une assise homogène, de bonne compacité, et que les amplitudes de tassements absolus et différentiels prévisibles soient compatibles avec la destination de l'ouvrage.

Nous rappelons que le niveau fini du dallage est fixé à la cote +6.25 m NGF et que le niveau du terrain naturel est situé vers la cote +5.50 m NGF, un remblaiement doit donc encore être réalisé impliquant des surcharges complémentaires.

A ce niveau, les sols en place seront constitués par les remblais sableux (sol R) mis en évidence au droit des sondages.

Nous n'excluons pas que des sols mous puissent subsister localement, auquel cas il faudra procéder à leur purge et leur substitution.

Les recommandations données au paragraphe « Principes généraux de terrassements » devront être suivies scrupuleusement.

La conception du dallage devra suivre les recommandations suivantes :

<b>Sur les remblais sableux (sol R)</b>	
Préparation du fond de forme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Purge des sols de mauvaise qualité ou impropres à la destination du dallage</li> <li>• Compactage du fond de forme à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature du fond de forme</li> </ul>
Contrôle du fond de forme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification de portance minimale par essais à la plaque</li> <li>• <b>(Objectif EV2 &gt; 30 MPa)</b></li> <li>• Vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs,...)</li> </ul>
Mise en œuvre de la couche de forme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Géotextile anti-contaminant*</li> <li>• <b>0.50 m de couche de forme</b> en concassé R<sub>21</sub> / R<sub>61</sub> ou GNT D<sub>2</sub> / D<sub>3</sub>, de granulométrie 0/40 ou 0/80</li> <li>• <b>ou 0.35 m de couche de forme minimum</b> en matériaux traités à la chaux et au liant hydraulique (cf. paragraphe 4.5.8 pour les conditions de traitement)</li> <li>• Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM</li> <li>• 0.05 m de couche de réglage en concassé R<sub>21</sub> / R<sub>61</sub> ou GNT D<sub>2</sub> / D<sub>3</sub>, de granulométrie 0/31.5</li> </ul>
* non obligatoire mais recommandé	

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR et les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3 en vigueur.

Au début de la phase d'exécution, nous recommandons de réaliser des planches d'essais afin de valider les hypothèses de conception ainsi que les modalités de mise en œuvre et le choix des engins de compactage proposé par l'entreprise.

#### 4.8.2.2. Critères de réception

D'après le DTU 13.3 applicable au projet, les critères de réception à retenir sur la couche de forme sont les suivants à partir d'essais à la plaque et pour une surcharge supérieure à 2 t/m<sup>2</sup> :

- Module EV2 ≥ 80 MPa ;
- Rapport EV2/EV1 < 2.

#### 4.8.2.3. *Modèle géotechnique spécifique*

A partir des résultats des sondages et compte tenu des caractéristiques du projet, notamment du niveau fini du dallage et des mouvements des terres nécessaires à l'aménagement de la plateforme support, les hypothèses à retenir pour le dimensionnement des dallages et l'évaluation des tassements sont les suivantes :

<b>Formation</b>	<b>Nature de sol</b>	<b>Epaisseur (m)</b>	<b>Module <math>E_M</math> (MPa)</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>E_s</math> (MPa)</b>
CDF*	Couche de forme	0.50	-	-	63
R	Remblais sableux	3.00	5.5	1/3	16.7
S1	Sables à sables limoneux	1.00	3.0	1/3	9.1
S2a	Sables	2.10	12.0	1/3	36.3
S2b	Sables	3.50	18.5	1/3	56.1

\* valeurs généralement retenues dans le cadre d'une mise en œuvre de la couche de forme support du dallage conformément aux règles de l'Art (précisées au paragraphe précédent)

#### 4.8.2.4. *Tassements prévisibles sans renforcement*

Les tassements du dallage sont calculés en élasticité sur la base des modules de déformation  $E_s$  des différentes couches de sol, jusqu'à un horizon indéformable ou considéré comme tel.

Sur la base des modèles géotechniques décrit précédemment, les tassements sont calculés en tenant compte des caractéristiques géométriques du dallage et de différentes surcharges d'exploitation.

On trouvera dans le tableau ci-après différentes surcharges pour chaque modèle de sol auquel on ajoute la surcharge liée au remblaiement de 0.5 m de la plateforme :

<b>Surcharges (kPa)</b>	<b>10+9</b>	<b>20+9</b>	<b>30+9</b>	<b>40+9</b>	<b>50+9</b>
<b>Tassements (cm)</b>	< 1.0	< 1.0	1.1	1.4	1.7

Vis-à-vis des tassements prévisibles, la faisabilité du dallage est laissée à l'appréciation du Maître d'Ouvrage et de l'exploitant du dallage.

**Les tassements sont donnés sous réserve de l'absence de matériaux évolutifs ou compressibles en base des remblais (sol S1), à vérifier dans le cadre de la mission G2 PRO.**

#### 4.8.2.5. *Précautions concernant les réseaux enterrés*

Concernant les réseaux sous dallage, dans la plupart des cas, il est délicat de pratiquer un compactage optimum des remblais de tranchées au fond desquelles sont disposées des canalisations qui pourraient être dégradées par l'exercice des énergies de compactage mises en jeu. Il résulte que de telles tranchées constituent des bandes de faiblesse mécanique pouvant influencer sur le comportement du corps de dallage, une fois celui-ci reconstitué.

Le cas échéant, il conviendra dans ce cas de considérer que le dallage devra fonctionner comme un pont de part et d'autre des bords de la tranchée, ce qui reviendra à accroître sa rigidification par ferrailage.

Les dispositions constructives à prendre en compte en présence de canalisation sont indiquées au § 5.2 du DTU 13.3.



## 4.9. Étude des fondations

### 4.9.1. Fondations superficielles selon la norme NF P 94-261

Nous rappelons que les caractéristiques géotechniques du terrain permettent d'envisager un mode de fondations superficielles au moyen de semelles isolées et filantes.

#### 4.9.1.1. *Sol d'assise et conditions d'ancrage*

**Les fondations seront ancrées dans la couche de remblais sableux (R) sous réserve de l'absence de matériaux organiques et compressibles au sein de la formation S1, à vérifier en G2 PRO.**

La profondeur d'assise des fondations devra respecter simultanément toutes les conditions suivantes :

- Assurer la mise hors gel recommandée pour la région, soit 0.50 m de profondeur à partir des surfaces finies du projet exposées au froid ;
- Assurer un ancrage d'au moins 0.2 m dans la couche d'assise désignée ci-dessus et au-delà de tout remblai éventuel et/ou terrains remaniés par les travaux ou les intempéries.

La profondeur d'assise des fondations sera calculée à l'aide des coupes de sondages et sera fonction du calage altimétrique du projet et notamment du niveau inférieur. Au droit de nos sondages la profondeur d'assise devrait être située entre 0.50 et 1.55 de profondeur par rapport au terrain actuel.

L'aménagement des plateformes compactées devra permettre d'ajuster les profondeurs d'assise des fondations en fonction des épaisseurs de déblais et de remblais.

Lors de la réalisation des fondations, il faudra vérifier la conformité du sol au niveau de chaque fond de fouille ainsi que l'ancrage dans la couche d'assise.

#### 4.9.1.2. *Contraintes admissibles*

Les contraintes admissibles ont été évaluées par la méthode pressiométrique.

En l'absence de matière organiques dans l'horizon S1 et compte tenu de la nature des sols d'assise des fondations et des résultats des essais effectués, les contraintes à retenir au stade de l'avant-projet sont de **100 kPa** pour les justifications aux ELS et de 165 kPa pour les justifications aux ELU.

Dans le cas où de la matière organique est mise en évidence dans l'horizon S1, il conviendra de revoir le principe de fondations.

Remarque : ces valeurs sont valables dans le cas de charges verticales. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur  $i\delta$  qui tient compte de l'inclinaison de la charge, de la nature du sol et de l'encastrement requis (cf. les recommandations de la norme NF P94-261). De même, un coefficient minorateur  $i\beta$  doit être appliqué à proximité d'un talus en aval de la fondation.

#### 4.9.1.3. *Evaluation préliminaire des tassements*

Dans l'hypothèse qu'une absence de matière organique dans les sols S1 et pour une contrainte admissible aux ELS de 100 kPa, le tableau suivant présente les tassements prévisibles pour plusieurs dimensions et charges :

Type de semelle	Dimensions		Charge admissible ELS (kN)	Tassement prévisible (cm)
	B (m)	L (m)		
Isolée	1.0	1.0	100	0.5
	1.5	1.5	225	0.7
	2.0	2.0	400	1.0
	2.5	2.5	625	1.3

Compte tenu du remblaiement du site de l'ordre de 0.75 m, des tassements complémentaires liés à cette surcharge seront de l'ordre de 0.7 cm.

Des descentes de charges contrastées donneront lieu à des tassements différentiels pouvant être du même ordre que les tassements absolus. En phase d'études G2PRO, il faudra effectuer des calculs détaillés prenant en compte les descentes de charges définitives du projet.

**Rappelons également que des sondages complémentaires devront être effectués afin de réaliser des essais en laboratoire sur l'horizon S1 afin de s'assurer de l'absence de matières organiques permettant ainsi de valider la contrainte admissible du sol retenue et les tassements associés.**

#### 4.9.2. Conditions et précautions d'exécution des fondations

L'interprétation géologique présentée dans ce rapport à partir des résultats des sondages ponctuels, correspond à la structure lithologique la plus probable du sous-sol, étant entendu que variations d'altitude ainsi que latéralement peuvent exister et découvertes au moment des travaux.

Dans la mesure du possible, nous proposons de commencer les travaux de fondation par les semelles situées à proximité de nos sondages pour permettre un étalonnage visuel du faciès du sol support.

Le dimensionnement des fondations est du ressort du BET structure.

Cependant, les points suivants sont à signaler pour les semelles :

- Pour des raisons de bonne exécution, la largeur des fondations doit être supérieure à 0.7 m pour des semelles isolées (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards). ;
- En cas d'attente forcée entre la fin de l'excavation et le bétonnage, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin d'éviter l'altération du sol de fondation.

Par ailleurs, les adaptations structurelles suivantes doivent être prises en compte :

- En cas de sols compressibles présents sur une partie du terrain, des joints toute hauteur et rapprochés peuvent être envisagés en vue de réduire l'effet des tassements différentiels ;
- En vue de limiter l'effet des tassements différentiels prévisibles, le soubassement de la construction devra être rigidifié ;

- En cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre différent de niveaux, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter aux tassements différentiels. Le recours à des joints de construction est à envisager.

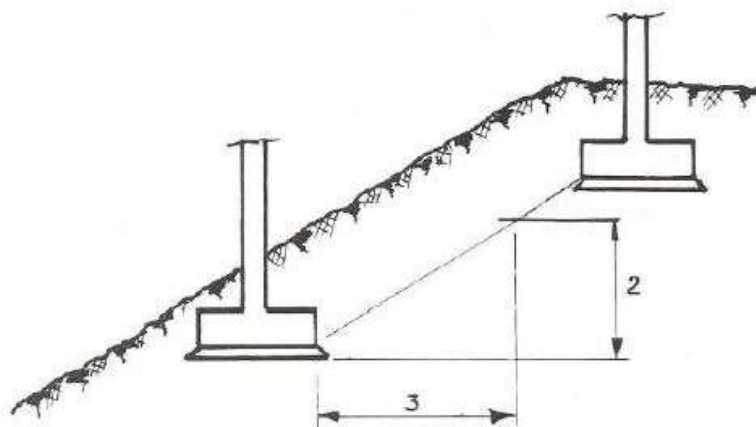
En cas de sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage il faudra approfondir la fouille autant que nécessaire pour assurer l'ancrage dans la couche désignée comme assise des fondations. Le rattrapage pourra être réalisé avec un béton grossier.

De même, les poches molles ou remaniées qui subsisteraient en fond de fouille seront purgées et comblées par un béton grossier.

Les fouilles devront être réalisées en période sèche et assainie. Toute venue d'eau dans les fouilles devra être éliminée. Les fonds de fouilles devront être recompactés avant la réalisation des fondations.

Les bords de fouille devront être élargis ou soutenus pendant les travaux.

Dans les zones non soumises à la réglementation sismique, des fondations établies à des niveaux différents et/ou à proximité de talus doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus.



A noter que l'exécution des fondations doit également respecter les prescriptions du DTU 13-11 en date de septembre 2019.

## 4.10. Protection des ouvrages contre l'eau

En phase travaux, les terrassements en déblai pourront recouper la nappe. Outre les sujétions liées à la stabilité des talus, dans la mesure où un rabattement de la nappe par pompage est envisagé, les conséquences de la modification des conditions hydrogéologiques des sols sur les ouvrages environnants devront être examinées avant le démarrage de travaux.

À long terme, des dispositions techniques seront à prévoir vis à vis de la nappe et des venues d'eau. Elles sont évoquées ci-après.

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents des conditions d'inondabilité du terrain objet du projet.

Nous rappelons que des niveaux d'eau ont été repérées entre 2.00 et 2.15 m de profondeur au droit de nos équipements piézométriques (soit entre +3.12 et +3.38 NGF). Le risque d'inondation du niveau bas par remontée intermittente de la nappe n'est donc pas exclu.

L'évacuation des eaux récupérées se fera soit gravitairement si les pentes et les exutoires le permettent, soit à l'aide de fosses de récupération associées à des pompes de relevage. Les eaux de ruissellement des plateformes au pourtour du bâtiment ne devront préférentiellement pas être dirigées vers le bâtiment.

Une étude hydrogéologique devra être menée afin de définir les moyens de protection adéquates. Plusieurs solutions sont envisageables pour protéger l'ouvrage de la nappe ou des circulations d'eau (elles peuvent être cumulatives pour certaines d'entre elles) :

- Un drainage périphérique réalisé selon les règles de l'Art (DTU 20.1) ;
- Un tapis drainant sous dallage de 30 cm d'épaisseur minimum et de granulométrie type 20/40 en veillant à conserver une pente suffisante de drainage ;
- Une étanchéité relative associée à des cunettes périphériques avec forme de pente et évacuation par pompage des eaux de suintement recueillies.

Ces dispositions devront être ajustées en phase Projet (mission G2 PRO).

En cas de mise en œuvre d'un tapis drainant sous dallage, l'épaisseur sera prise en compte dans le dimensionnement de la structure d'assise.

Les drainages devront être raccordés à un exutoire adapté par gravitation ou par l'intermédiaire de pompes de relevage.

Le rejet des eaux de drainage dans les réseaux sera soumis à l'autorisation des services compétents concernés.

Un entretien régulier des ouvrages de drainage devra être assuré par le maître d'ouvrage afin de garantir la pérennité de son fonctionnement.

## 4.11. Protection vis-à-vis du risque sismique

Afin de se conformer aux prescriptions de l'Eurocode 8, les dispositions générales à respecter en zone sismique supérieure à 1 sont les suivantes :

- Système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des blocs par joints parasismiques ;
- Ne pas fonder un même ouvrage sur des discontinuités géologiques naturelles : fractures, failles, etc... ;
- Encastrement fort des fondations dans les sols meubles et veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale ;
- Préférer la présence de niveaux enterrés homogènes sur l'emprise de la construction ou, à défaut, sur un bloc indépendant dissocié par un joint parasismique ;
- Encastrement toutes les fondations dans une même couche géologique en cas de stratification ;
- Ne pas fonder les ouvrages sur des sols liquéfiables ;
- Rigidifier la structure d'assise des ouvrages (à définir par le BET Structure).

## 5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES

A l'issue de la présente étude, les aléas et incertitudes géologiques subsistants concernent principalement :

- Les variations d'épaisseur des couches identifiées. Au stade de l'exécution, la supervision géotechnique doit intervenir pour vérifier la présence des sols conformes aux résultats des études, ou, à défaut, pour définir en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, les adaptations à envisager.
- **Le niveau effectif de la nappe en situation extrême (eaux hautes et eaux exceptionnelles) et en phase travaux. Un suivi piézométrique est à mettre en place rapidement pour suivre les fluctuations de la nappe.**
- La présence de vestiges enterrés non identifiés. En cas de rencontre il faudra évaluer l'importance des vestiges en vue de déterminer les mesures à prendre.

Ces aléas et incertitudes résiduels peuvent présenter des risques pour le projet aussi bien en termes de coût que de délais. Ils peuvent être réduits par des investigations et prestations complémentaires tels que :

- Relevés topographiques,
- Recherches historiques,
- **Sondages complémentaires associés à des essais en laboratoire (teneur en MO),**
- **Étude hydrogéologique spécifique avec la pose et le suivi de piézomètres.**



## 6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT

Le présent rapport a été établi en fonction des données transmises. Il conclut la mission G2 phase AVP qui nous a été confiée par SCI THEIX.

Nous rappelons que, conformément à notre offre, notre prestation est encadrée par la norme NF P94-500 de novembre 2013 dont un extrait est donné en annexe 1 et par les conditions de validité de l'étude propres à GÉOTECHNIQUE SAS, fournies en annexe 2.

Selon l'enchaînement des missions géotechniques préconisés par la norme NF P94-500, une étude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO) doit être envisagée en collaboration avec les différents intervenants du projet afin de réduire les aléas géotechniques.

GÉOTECHNIQUE SAS reste donc à la disposition de la Maitrise d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire et pour la réalisation des missions ultérieures (études G2 PRO et G4 notamment).

Rédacteur  
Q. DACQUIN  
Chargé d'affaire

Vérificateur  
G. FOUILLAND-BERGEAT  
Directeur Technique

## Annexe 1 : Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

#### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

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

### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

#### Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

#### Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.



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

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

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

##### Phase Étude

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

##### Phase Suivi

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

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

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

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

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

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

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

#### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

## Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude

1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE SAS au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne peut pas prendre en compte les variations éventuelles entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE SAS.

3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE SAS qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

5 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE SAS afin d'étudier les adaptations nécessaires.

6 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.



## Annexe 3 : Implantation des sondages



PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



Création d'un entrepôt logistique

DLI à LOON-PLAGE (59)

SCI THEIX

Devis : QDn2022-09-307

**Légende :**



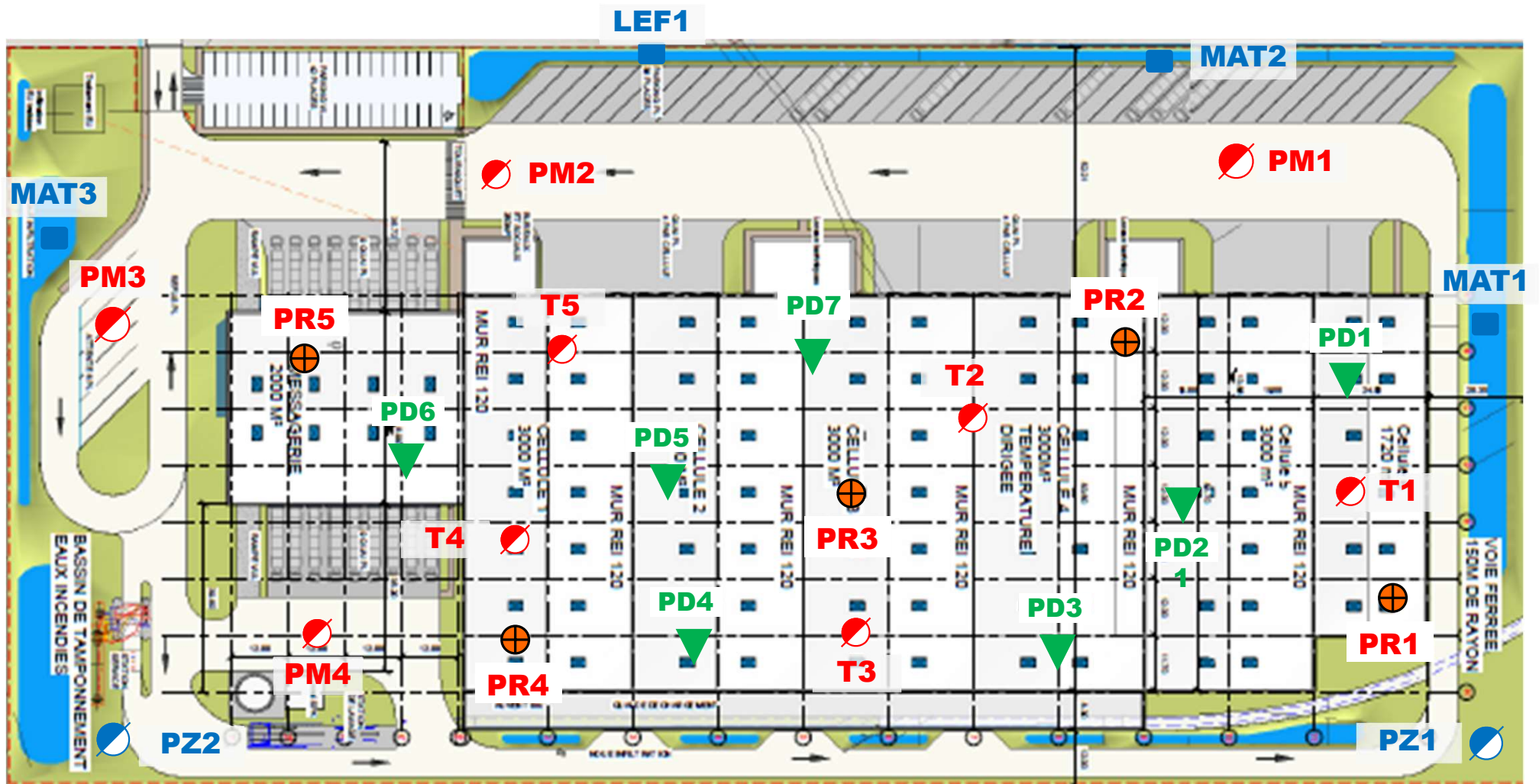
Sondage pressiométrique

Sondage reconnaissance lithologique

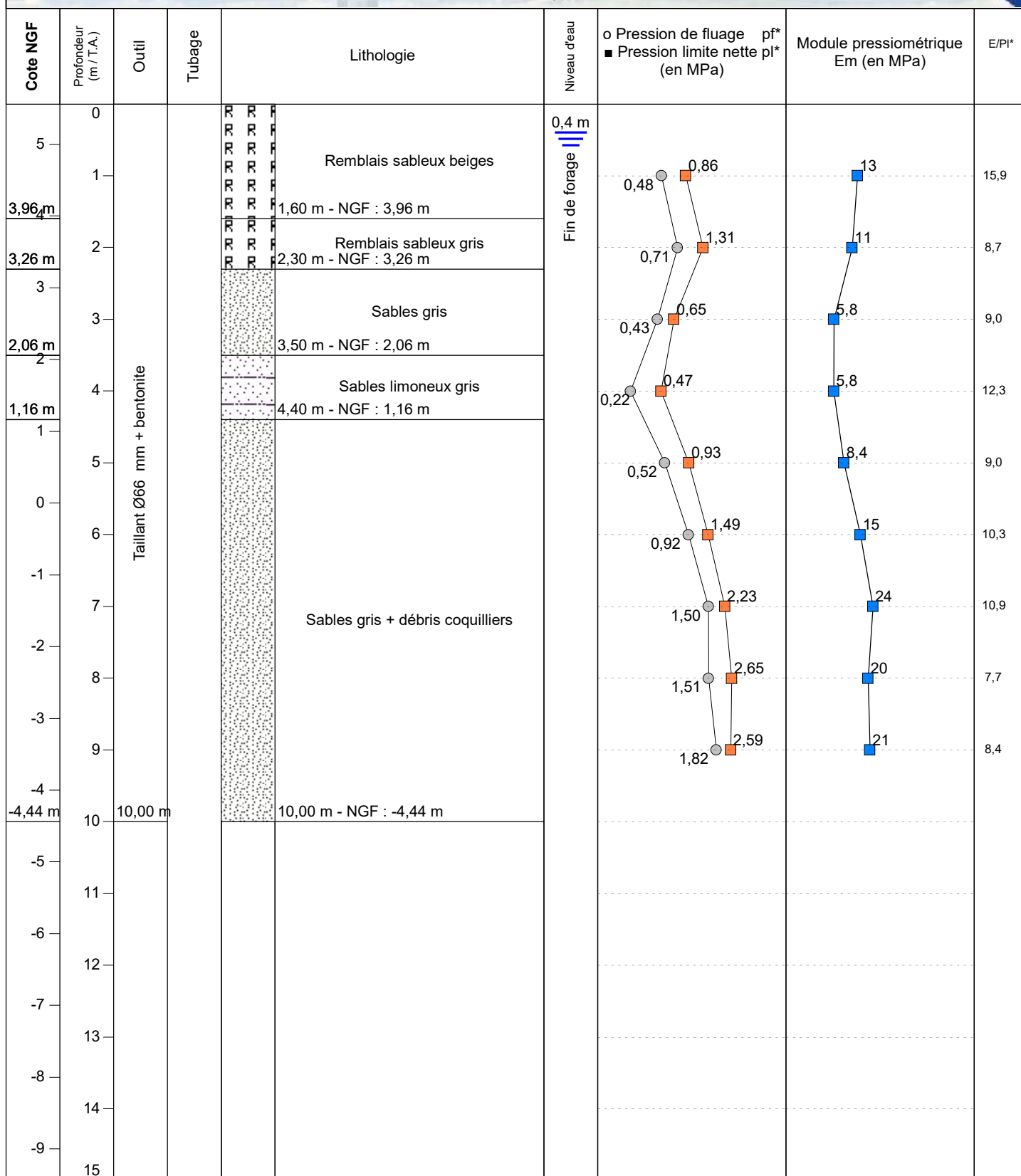
Essai au pénétromètre

Essai de perméabilité

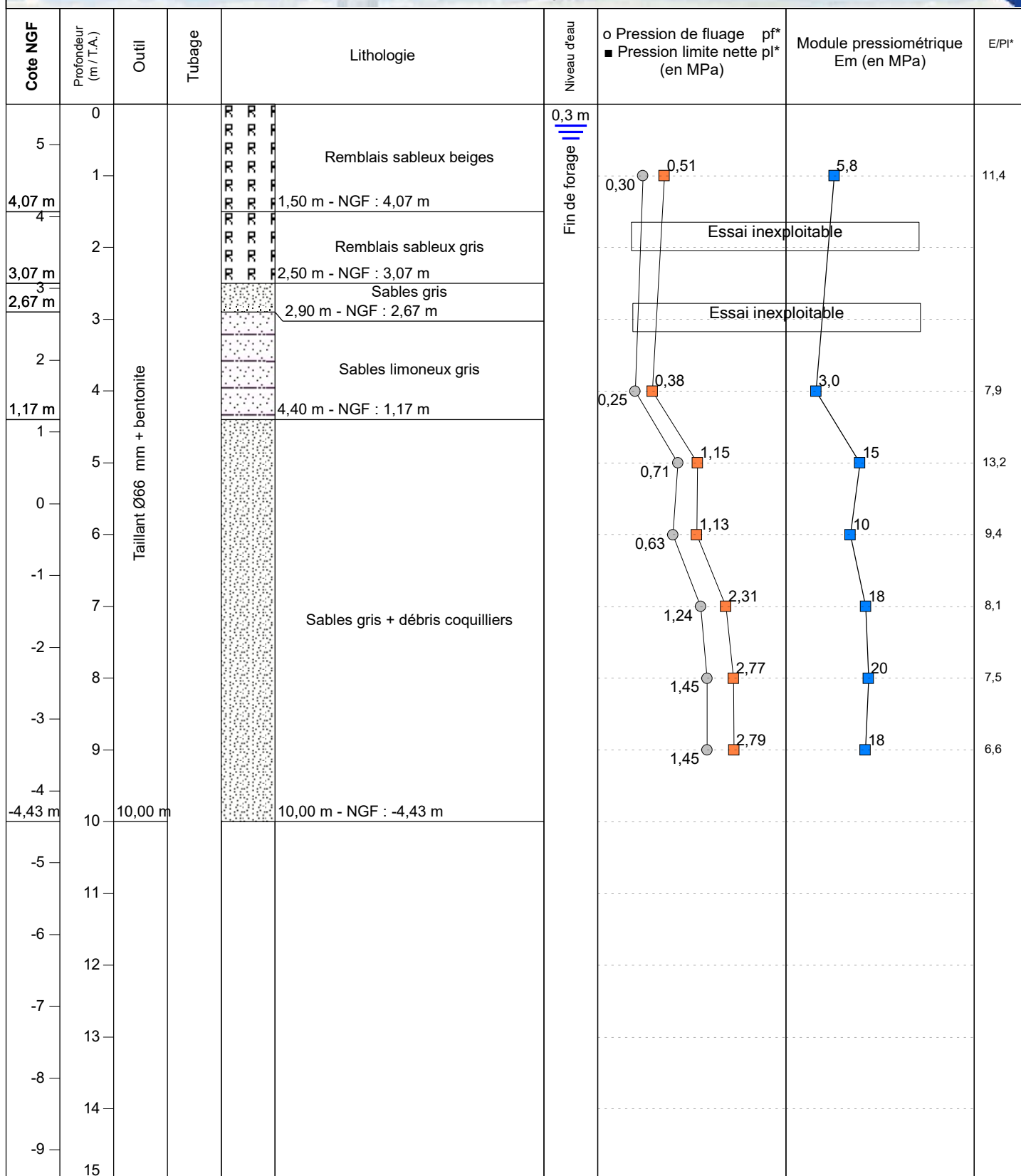
Piezomètre



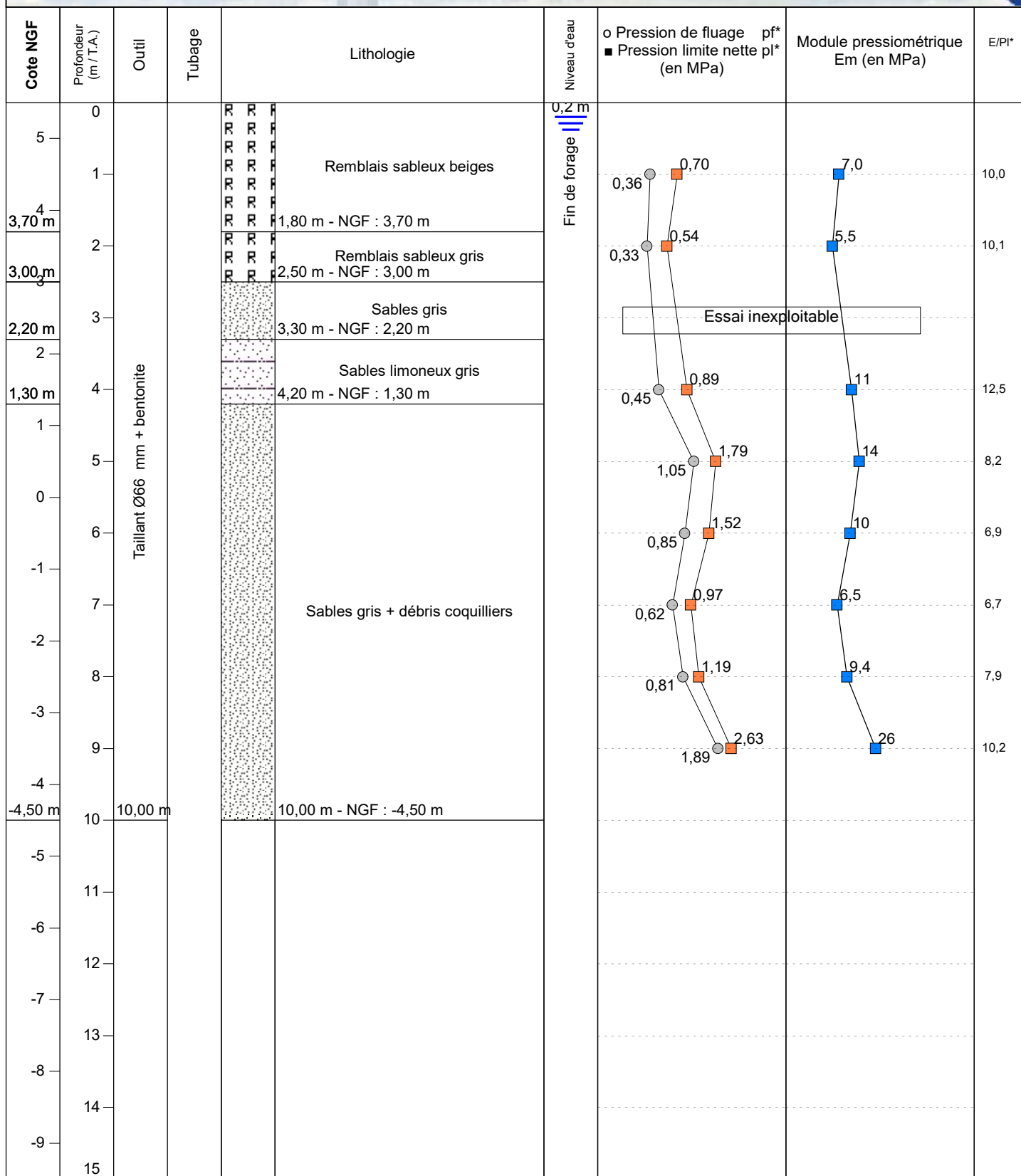
## Annexe 4 : Coupes de sondages



Observation :

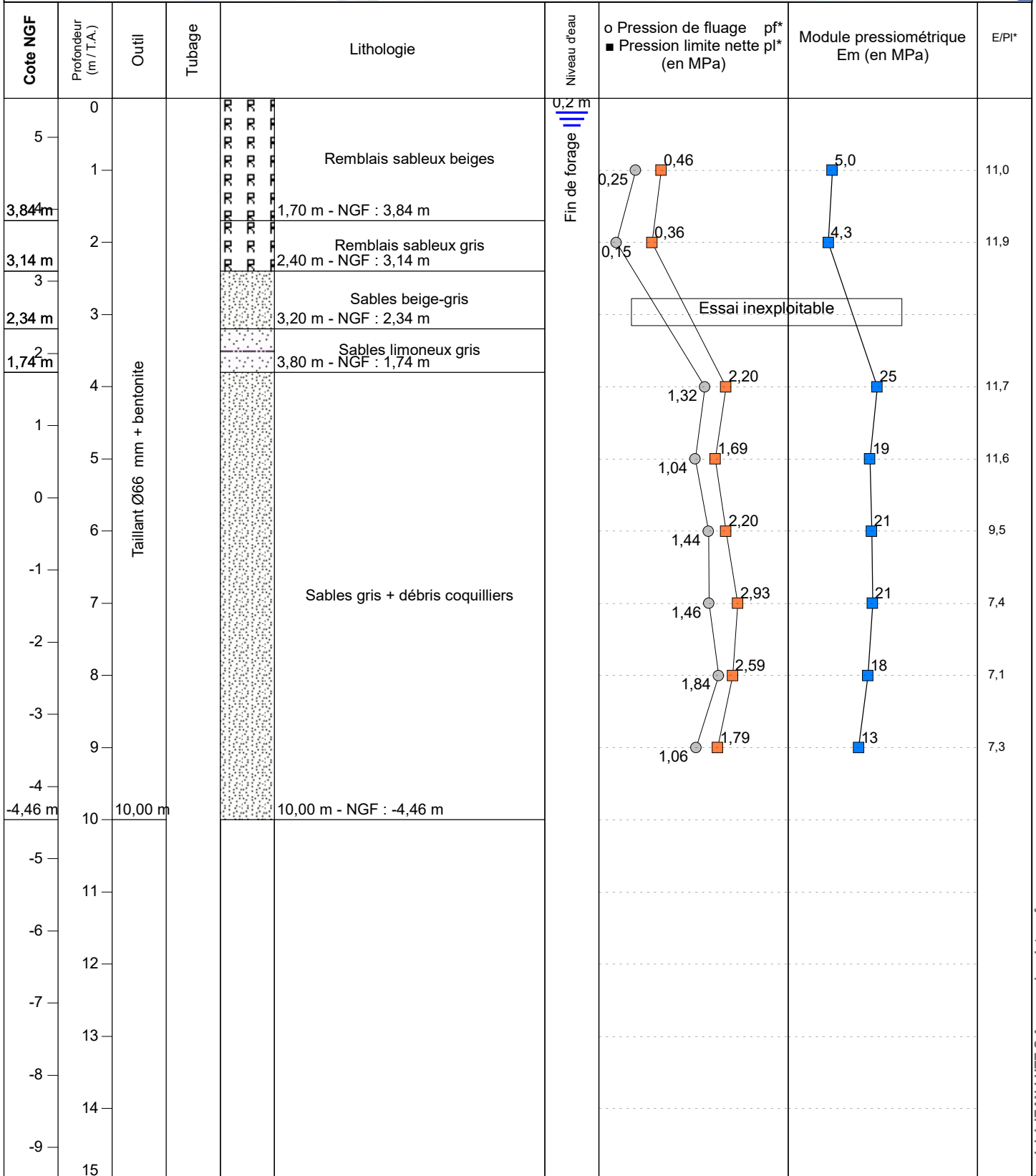


Observation :

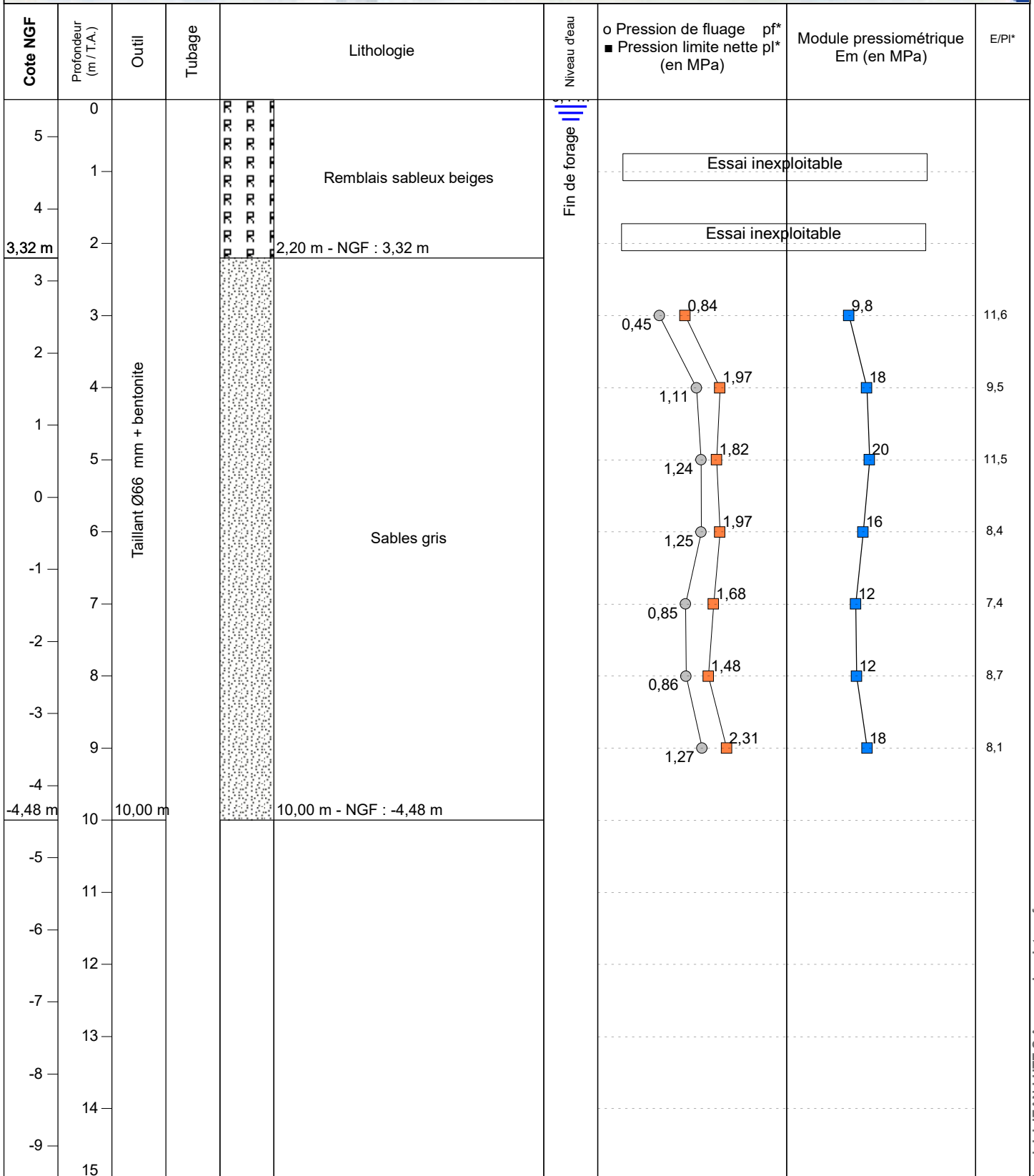


Observation :





Observation :



Observation :



Client : **SCI THEIX**

Dossier : **2022-09-307**

Coordonnée en X :

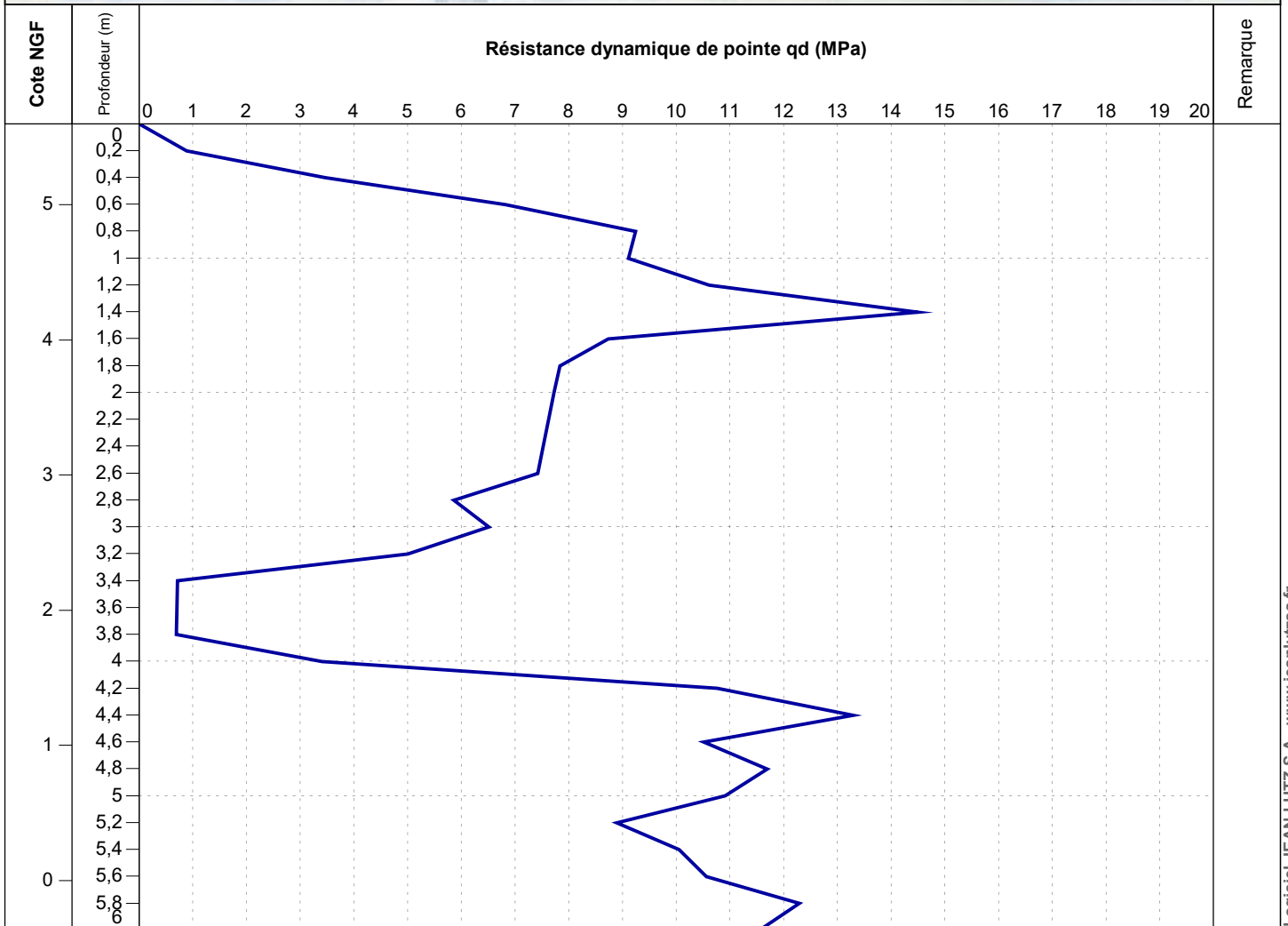
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **6 m**

Date de l'essai : **11/01/2023**

Cote altimétrique : **5.60**



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

EXGTE 3.23

Matériel utilisé : mouton de 63,50 kg, hauteur de chute de 0,75 m, équipement mobile de 14,40 kg, tiges de 1.0 m pour 6,17 kg, section de pointe de 20,00 cm<sup>2</sup>

Coef. étalonnage : 0,95



Client : **SCI THEIX**

Dossier : **2022-09-307**

Coordonnée en X :

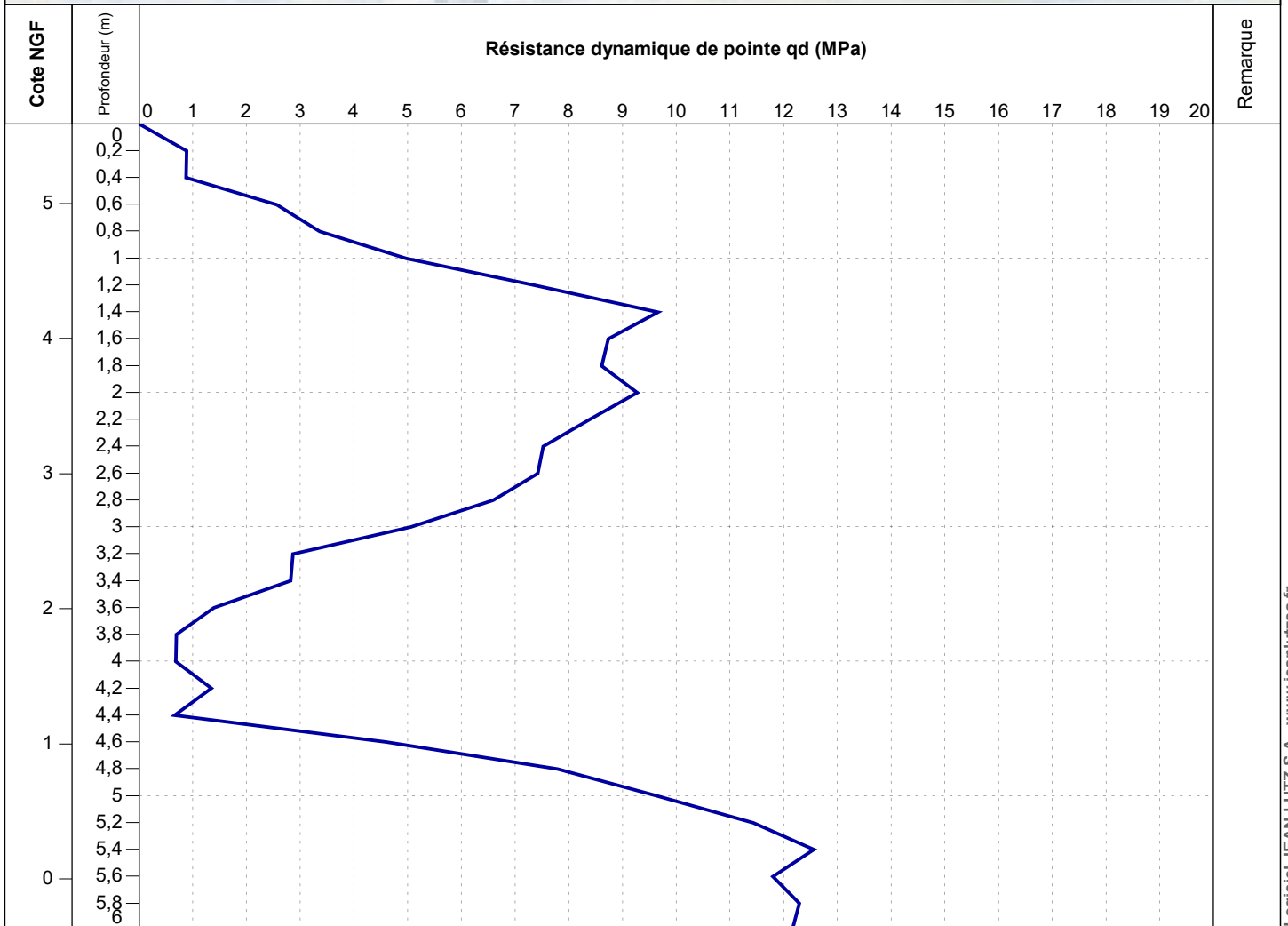
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **6 m**

Date de l'essai : **11/01/2023**

Cote altimétrique : **5.59**



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

EXGTE 3.23

Matériel utilisé : mouton de 63,50 kg, hauteur de chute de 0,75 m, équipement mobile de 14,40 kg, tiges de 1.0 m pour 6,17 kg, section de pointe de 20,00 cm<sup>2</sup>

Coef. étalonnage : 0,95



Client : **SCI THEIX**

Dossier : **2022-09-307**

Coordonnée en X :

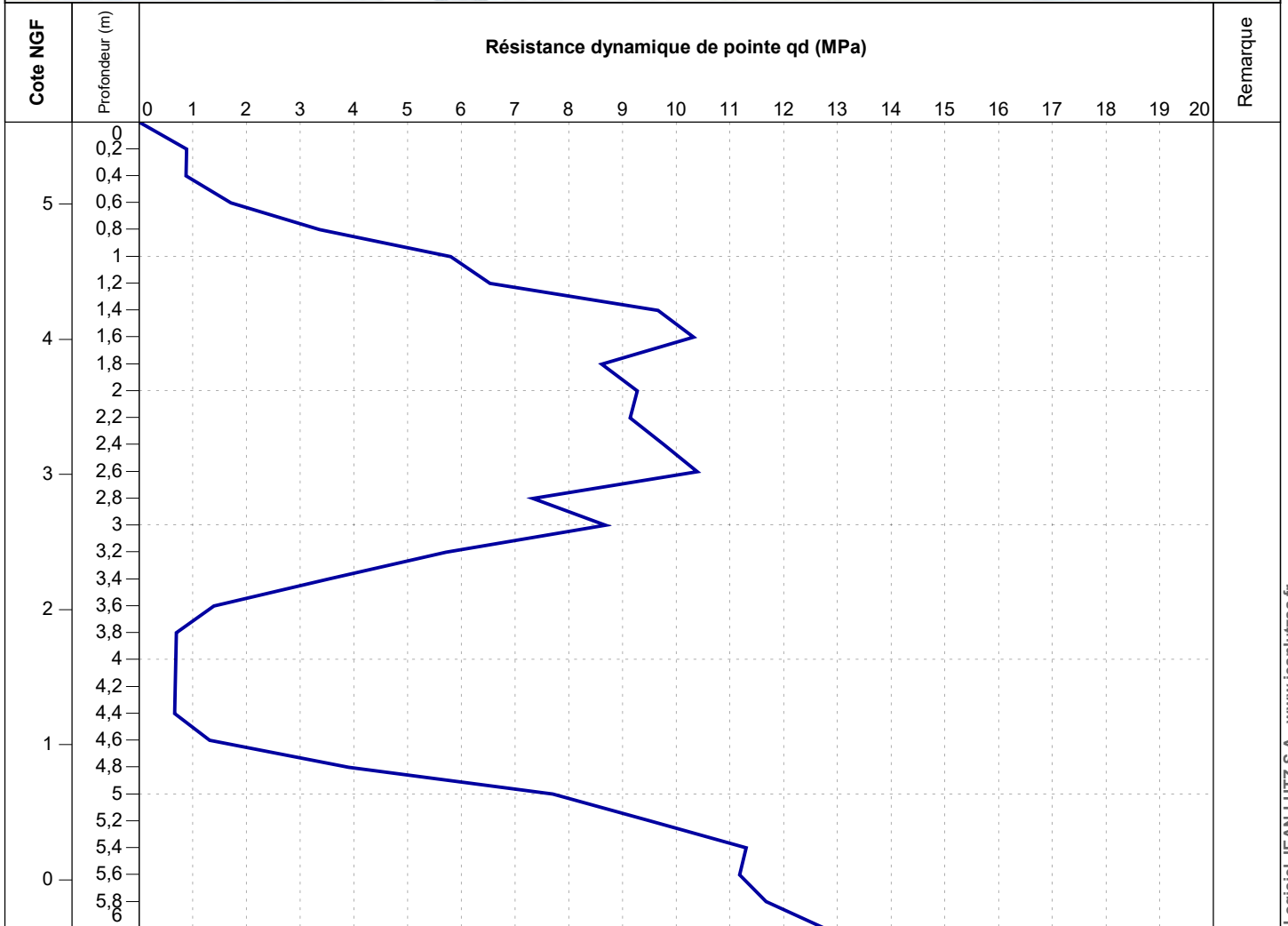
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **6 m**

Date de l'essai : **11/01/2023**

Cote altimétrique : **5.61**



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

EXGTE 3.23

Matériel utilisé : mouton de 63,50 kg, hauteur de chute de 0,75 m, équipement mobile de 14,40 kg, tiges de 1.0 m pour 6,17 kg, section de pointe de 20,00 cm<sup>2</sup>

Coef. étalonnage : 0,95



Client : **SCI THEIX**

Dossier : **2022-09-307**

Coordonnée en X :

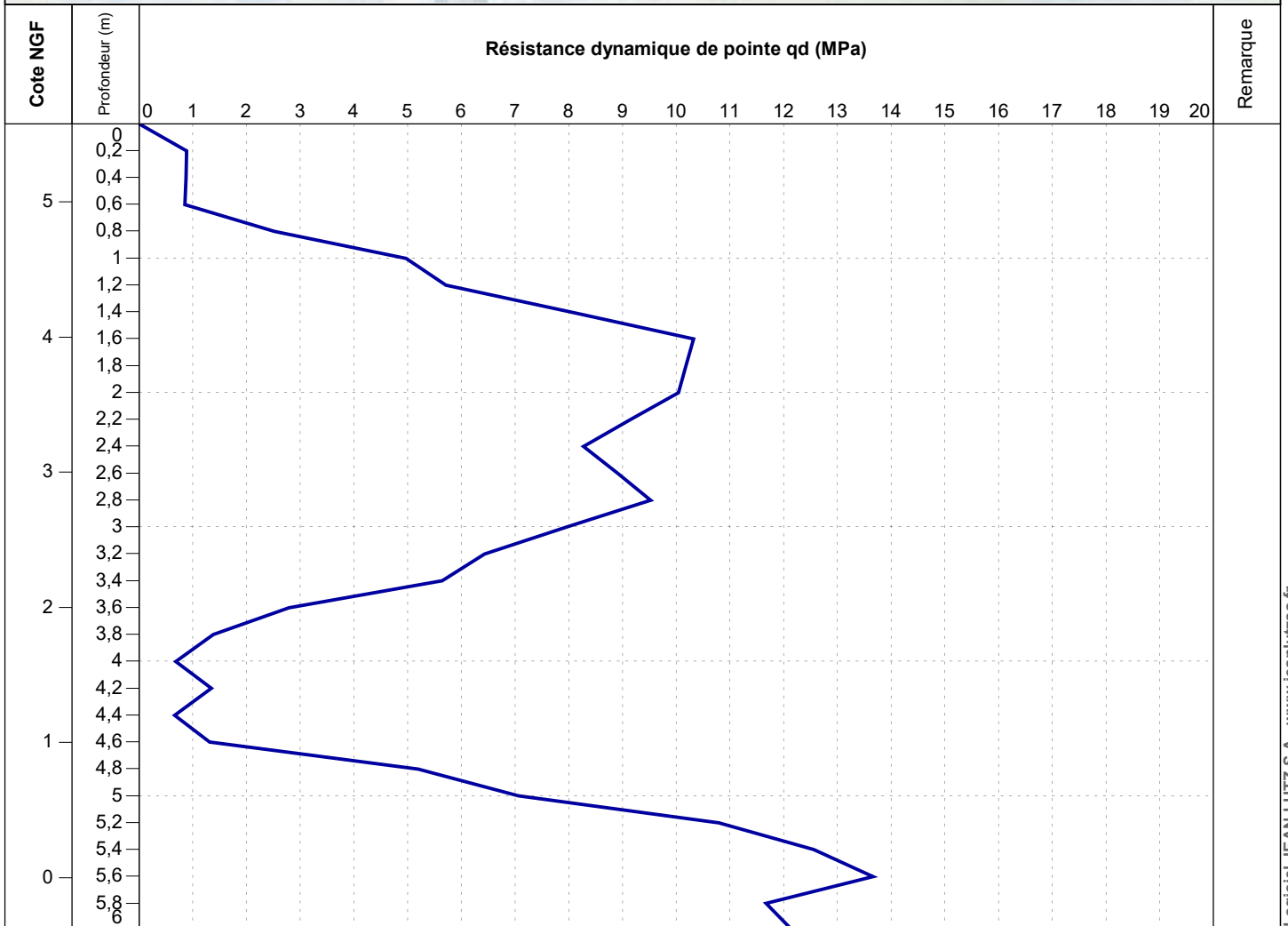
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **6 m**

Date de l'essai : **11/01/2023**

Cote altimétrique : **5.58**



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

EXGTE 3.23

Matériel utilisé : mouton de 63,50 kg, hauteur de chute de 0,75 m, équipement mobile de 14,40 kg, tiges de 1.0 m pour 6,17 kg, section de pointe de 20,00 cm<sup>2</sup>

Coef. étalonnage : 0,95





Client : **SCI THEIX**

Dossier : **2022-09-307**

Coordonnée en X :

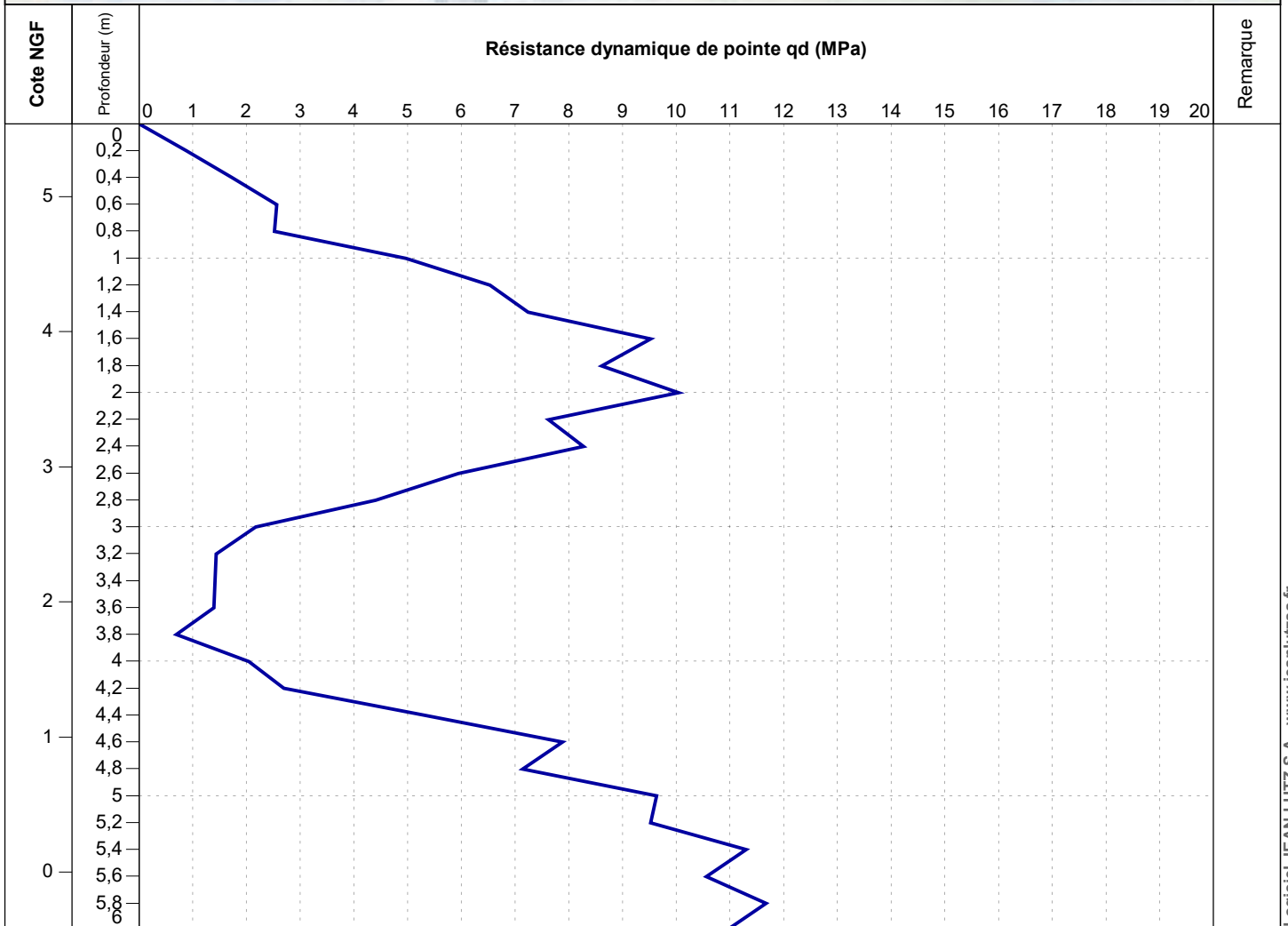
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **6 m**

Date de l'essai : **11/01/2023**

Cote altimétrique : **5.54**



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

EXGTE 3.23

Matériel utilisé : mouton de 63,50 kg, hauteur de chute de 0,75 m, équipement mobile de 14,40 kg, tiges de 1.0 m pour 6,17 kg, section de pointe de 20,00 cm<sup>2</sup>

Coef. étalonnage : 0,95

Client : **SCI THEIX**

Dossier : **2022-09-307**

Coordonnée en X :

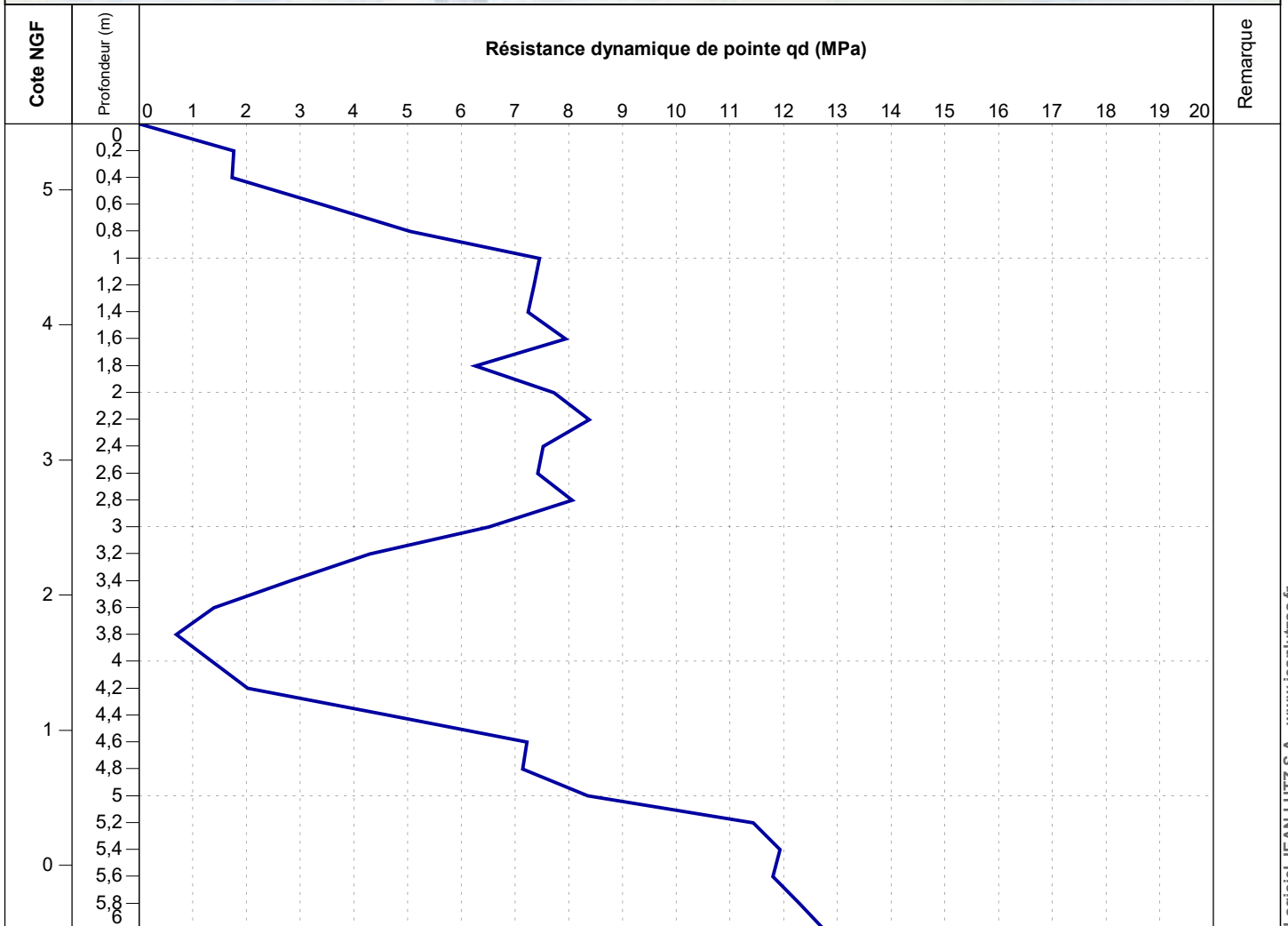
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **6 m**

Date de l'essai : 11/01/2023

Cote altimétrique : **5.49**



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

EXGTE 3.23

Matériel utilisé : mouton de 63,50 kg, hauteur de chute de 0,75 m, équipement mobile de 14,40 kg, tiges de 1.0 m pour 6,17 kg, section de pointe de 20,00 cm<sup>2</sup>

Coef. étalonnage : 0,95



Client : **SCI THEIX**

Dossier : **2022-09-307**

Coordonnée en X :

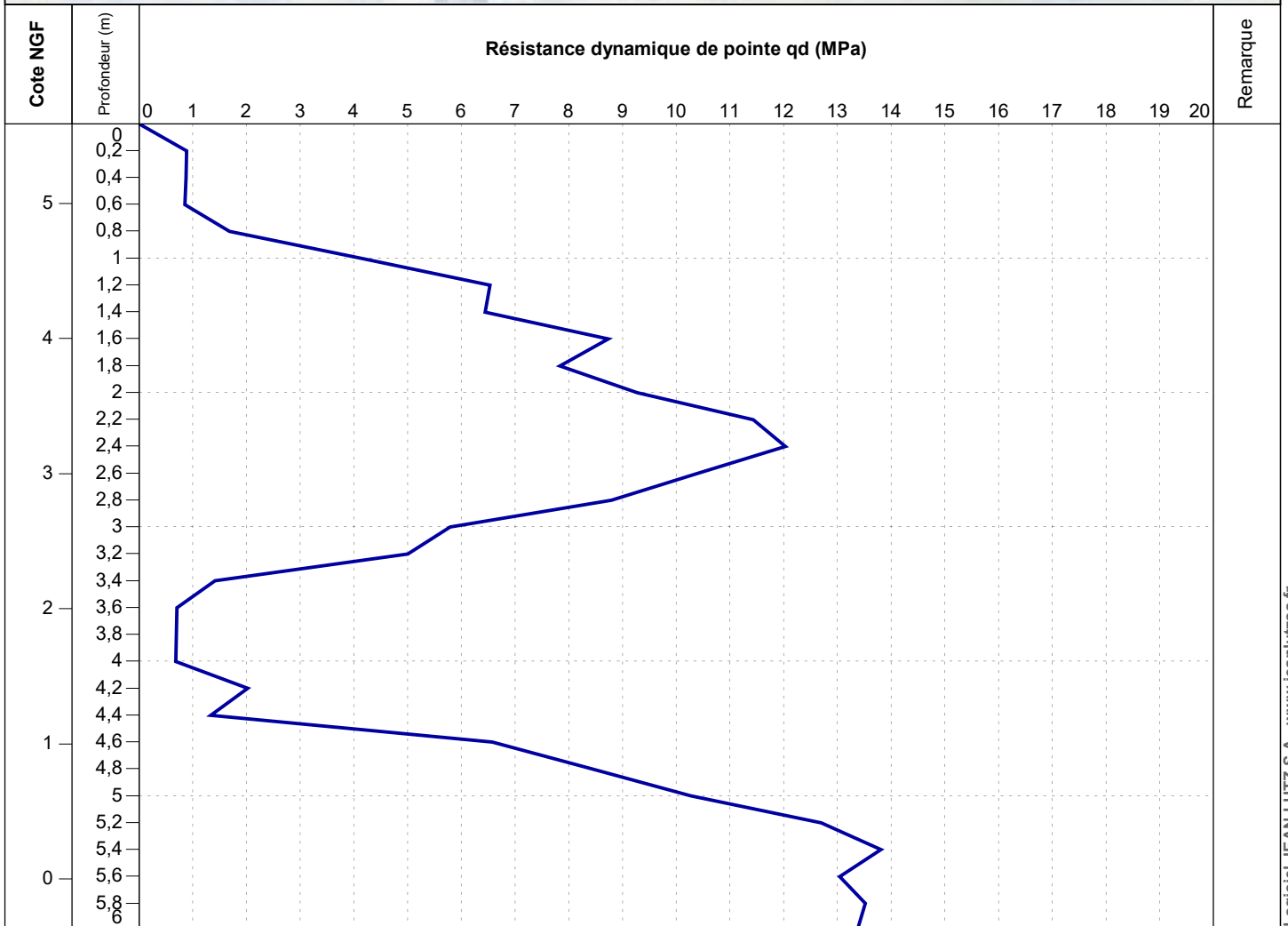
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **6 m**

Date de l'essai : **11/01/2023**

Cote altimétrique : **5.59**




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

EXGTE 3.23

Matériel utilisé : mouton de 63,50 kg, hauteur de chute de 0,75 m, équipement mobile de 14,40 kg, tiges de 1.0 m pour 6,17 kg, section de pointe de 20,00 cm<sup>2</sup>

Coef. étalonnage : 0,95

Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Photographie fouille
5,35 m	0	0,15 m Terre végétale	Aucune arrivée d'eau	
5		Remblais sableux beiges		
4,40 m	1	1,10 m Remblais sableux gris		
4	2	2,30 m		
3,20 m	3			
	3			
	2			
	4			
	1			
	5			

Observation :



Client : **SCI THEIX**  
Dossier : **2022-09-307**

Cote altimétrique : **5.61**  
Coordonnée en X :  
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/25** Profondeur atteinte : **2.2 m** Date du sondage : **20/12/2022**

Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Essais en laboratoire
	0			
	5			
	1			
<u>4,21 m</u>	1,40 m	Remblais sableux beiges		Classe GTR : B2
	4			
<u>3,41 m</u>	2,20 m	Remblais sableux gris	1,7 m NGF : <u>3,9 m</u>	1,40 m
	2		Arrivée d'eau	
	3			
	3			
	2			
	4			
	1			
	5			

Observation :



Client : **SCI THEIX**  
Dossier : **2022-09-307**

Cote altimétrique : **5.58**  
Coordonnée en X :  
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/25** Profondeur atteinte : **2.2 m** Date du sondage : **20/12/2022**

Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Photographie fouille
5,38 m	0	0,20 m Terre végétale		
	5	Remblais sableux beiges		
4,58 m	1	1,00 m Remblais sableux gris		
	4	Remblais sableux gris		
3,38 m	2	2,20 m	1,9 m NGF : 3,7 m Arrivée d'eau	
	3			
	3			
	2			
	4			
	1			
	5			

Observation :





Client : **SCI THEIX**

Dossier : **2022-09-307**

Cote altimétrique : **5.53**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/25**

Profondeur atteinte : **2.1 m**

Date du sondage : **20/12/2022**

Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Essais en laboratoire
5,43 m	0	Terre végétale	Aucune arrivée d'eau	0,10 m
	5	Remblais sableux beiges		Classe GTR : B2
4,53 m	1	Remblais sableux gris		1,00 m
3,43 m	2			
	3			
	3			
	2			
	4			
	1			
	5			

Observation :

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Outil	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons
0					
5		Tarière hélicoïdale Ø 64 mm	Remblais sableux beiges	Rencontré	
1			1,60 m - NGF : 3,86 m		
4			Remblais sableux gris		
2			2,70 m - NGF : 2,76 m		
3			Sables beiges		
2			3,40 m - NGF : 2,06 m		
4			Sables limoneux gris		
			4,00 m - NGF : 1,46 m		
1					
5					
0					
6					
-1					
7					
-2					
8					
-3					
9					
-4					
10					

Observation :

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Outil	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons
0					
5		Tarière hélicoïdale Ø 64 mm	Remblais sableux beiges	2,1 m NGF : 3,5 m Rencontré	
1	1,50 m - NGF : 4,12 m				
4	Remblais sableux gris				
2	2,50 m - NGF : 3,12 m				
3		Sables beiges			
3			4,00 m - NGF : 1,62 m		
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Observation :

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Outil	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons
0					
5					
1		Tarière hélicoïdale Ø 64 mm	Remblais sableux beiges 1,80 m - NGF : 3,78 m	2,1 m NGF : 3,5 m Rencontré	
4	2		Remblais sableux gris 2,70 m - NGF : 2,88 m		
3	3		Sables beiges		
4	4		4,00 m - NGF : 1,58 m		
1					
5					
0					
6					
-1					
7					
-2					
8					
-3					
9					
-4					
10					

Observation :

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Outil	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons
0					
5		Tarière hélicoïdale Ø 64 mm	Remblais sableux beiges	Rencontré 2,0 m NGF : 3,5 m	
1					
4			1,60 m - NGF : 3,92 m		
2			Remblais sableux gris		
3			2,40 m - NGF : 3,12 m		
3		Sables beiges			
2		3,80 m - NGF : 1,72 m			
4		Sables limoneux gris			
		4,00 m - NGF : 1,52 m			
1					
5					
0					
6					
-1					
7					
-2					
8					
-3					
9					
-4					
10					

Observation :





Client : **SCI THEIX**

Dossier : **2022-09-307**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **m**

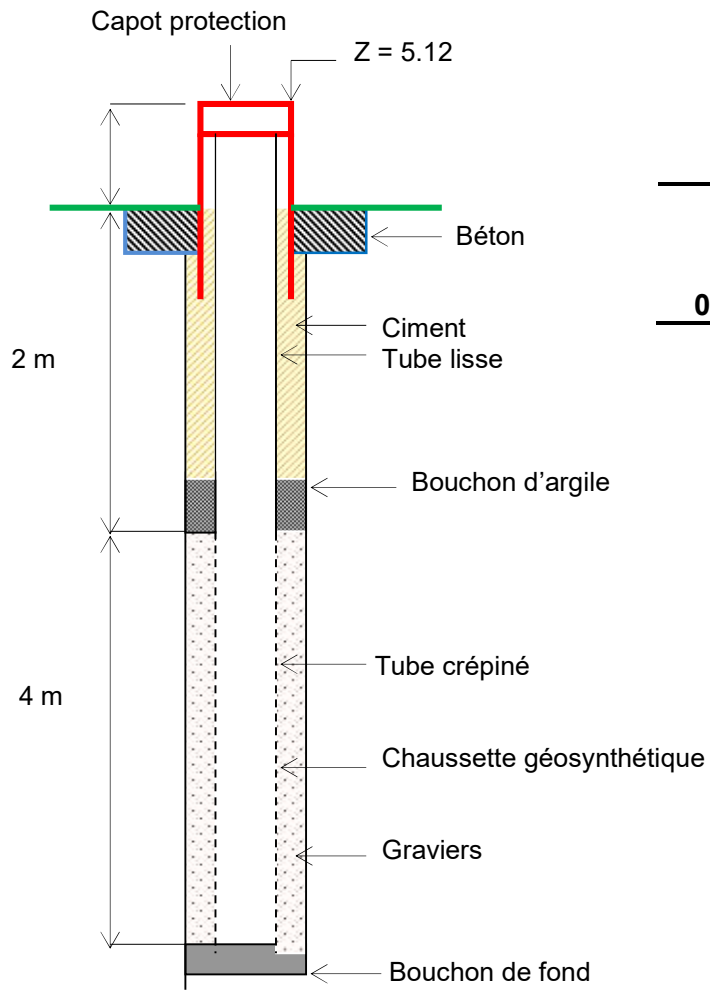
Date du sondage : **04/01/2023**

Cote altimétrique : **5.54**

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Outil	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons
0					
5		Tarière hélicoïdale Ø 64 mm	Remblais sableux beiges	2,1 m NGF : 3,4 m 	
1	1,50 m - NGF : 4,04 m				
4	Remblais sableux gris				
2	2,50 m - NGF : 3,04 m				
3		Sables beiges			
3	4,00 m - NGF : 1,54 m				
2					
4					
1					
5					
0					
6					
-1					
7					
-2					
8					
-3					
9					
-4					
10					

Observation :

# PIÉZOMÈTRE – PZ1



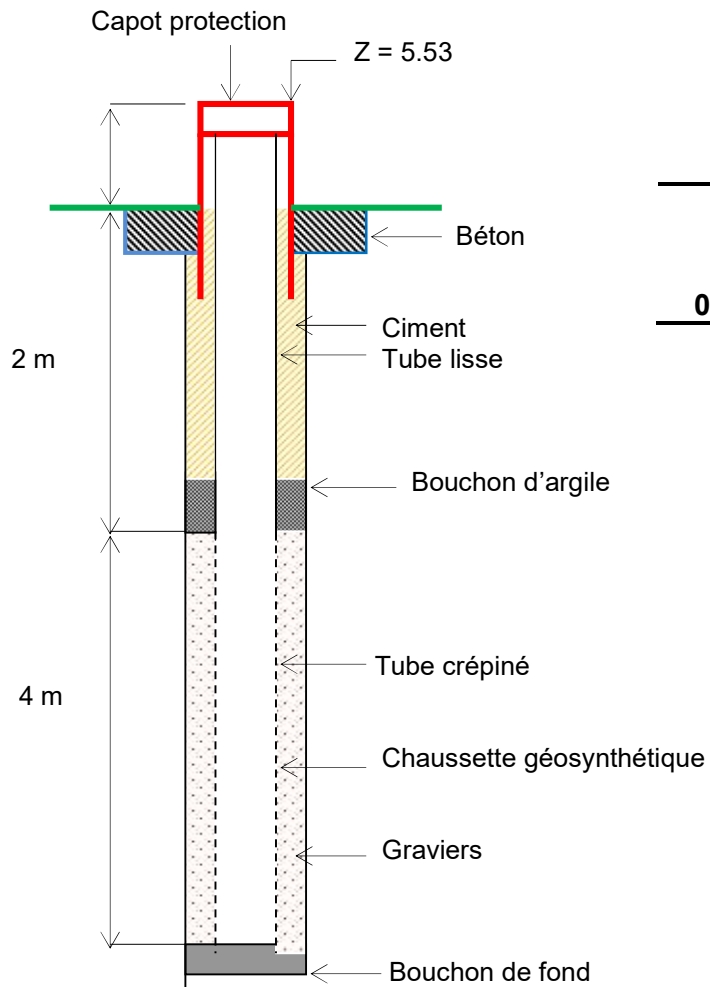
DATE	Prof. Eau / TN (m)	Cote du niveau eau (m NGF)
06/01/2023	2.00	+3.12

## Coupe lithologique :

0.00 – 2.20 m : Remblais sableux beiges

2.20 - 6.00 m : Sables gris

# PIÉZOMÈTRE – PZ2



DATE	Prof. Eau / TN (m)	Cote du niveau eau (m NGF)
06/01/2023	2.15	+3.38

## Coupe lithologique :

0.00 – 2.40 m : Remblais sableux beiges

2.40 - 3.60 m : Sables limoneux gris

3.60 – 6.00 m : Sables gris



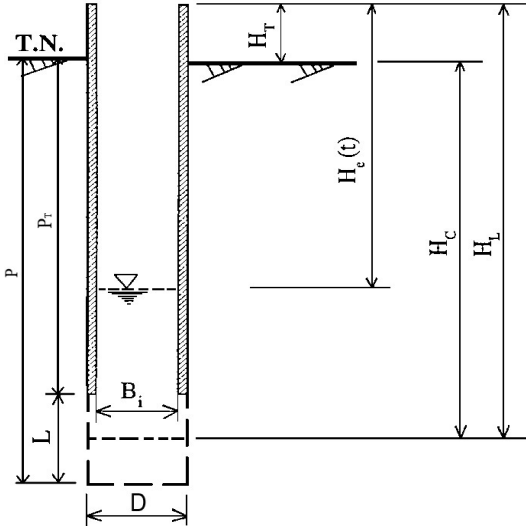
## Annexe 5 : Essais de perméabilité

PROCES VERBAL

**ESSAI DE PERMEABILITE DANS UN FORAGE EN TUBE OUVERT**

conformément à la norme NF EN ISO 22282-2 de janvier 2014  
(essai à charge variable - méthode de la courbe de vitesse)

Dossier n° :	2022-09-307'
Client :	SCI THEIX
Lieu :	LOON-PLAGE (59)
Sondage n° :	LEF1
Date de l'essai :	05/01/2023
Profondeur :	essai à 2,5 m

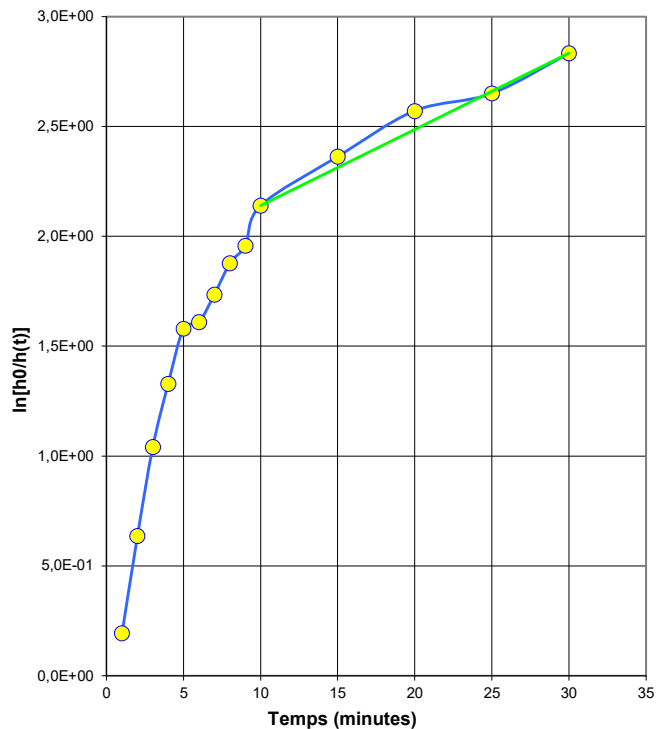
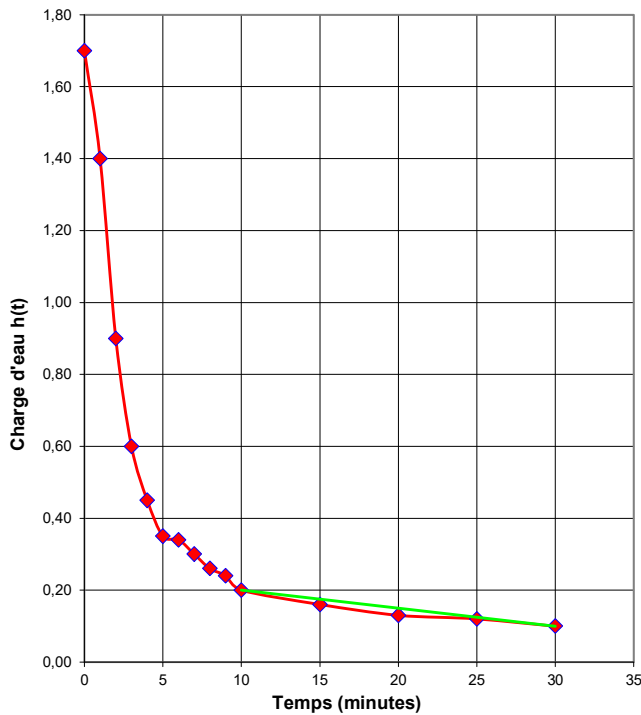


CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Forage	Profondeur P =	2,500 m	Alt. =
	Ø du forage B <sub>e</sub> =	0,066 m	
Tubage d'injection	Profondeur P <sub>i</sub> =	1,500 m	Alt. =
	Ø intérieur B <sub>i</sub> =	0,063 m	Tubage hors sol H <sub>r</sub> = +0,10 m
	Section S =	0,003 m <sup>2</sup>	Alt. =

CARACTERISTIQUES DE LA CAVITE D'ESSAI			
Profondeur par rapport au TN	de : 1,5 m	Ø de la cavité D =	0,063 m
	à : 2,5 m	Hauteur de la cavité L =	1,00 m
Profondeur moyenne	H <sub>c</sub> = 2,0 m	Alt. =	L/D = 15,9
	H <sub>L</sub> = 2,1 m	Alt. =	soit L/D > 10
Facteur de forme F =			1,82

IMPLANTATION DU SONDAGE			
X =	Y =	Z <sub>TN</sub> =	m (local)

t (mn)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
H <sub>e</sub> (m)	0,9	1,2	1,7	2	2,15	2,25	2,26	2,3	2,34	2,36	2,4	2,44	2,47	2,48	2,5
t (mn)															
H <sub>e</sub> (m)															



NATURE DU SOL TESTÉ

RESULTATS DE L'ESSAI				
Droite de regression	t (min)	ln[h <sub>0</sub> /h(t)]	Pente α	k <sub>L</sub>
	10	2,14E+00	3,5E-02	5,95E-05 m/s
	30	2,83E+00		

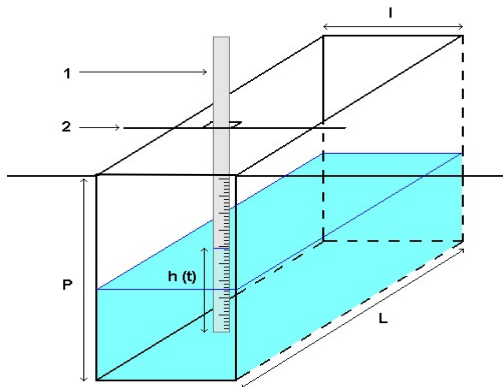


PROCES VERBAL  
**ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE**

(essai à charge variable)

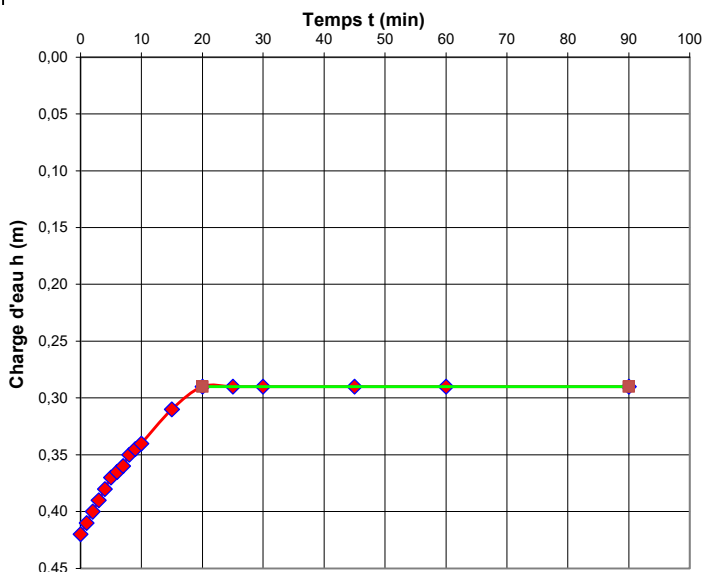
Dossier n° :	2022-09-307
Client :	SCI THEIX
Lieu :	LOON-PLAGE (59)
Sondage n° :	MAT1
Date de l'essai :	20/12/2022

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P = 1,20 m	Matériels utilisés	Facteur de forme C = 0,21
Longueur	L = 1,40 m	Pelle	
Largeur	I = 0,60 m	Citerne	
Volume d'eau	V = ~ 353 litres	Charge d'eau initiale =	0,42 m



IMPLANTATION DU SONDAGE			
X =	Y =	Z <sub>TN</sub> =	m NGF

Temps (hh:min)	(min)	Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)	
00:00	0	0,420 m	-	-
00:01	1	0,410 m	5,60E-05 m/s	
00:02	2	0,400 m	5,69E-05 m/s	
00:03	3	0,390 m	5,79E-05 m/s	
00:04	4	0,380 m	5,88E-05 m/s	
00:05	5	0,370 m	5,98E-05 m/s	
00:06	6	0,365 m	3,03E-05 m/s	
00:07	7	0,360 m	3,06E-05 m/s	
00:08	8	0,350 m	6,19E-05 m/s	
00:09	9	0,345 m	3,14E-05 m/s	
00:10	10	0,340 m	3,17E-05 m/s	
00:15	15	0,310 m	3,93E-05 m/s	
00:20	20	0,290 m	2,75E-05 m/s	
00:25	25	0,290 m	0,00E+00 m/s	
00:30	30	0,290 m	0,00E+00 m/s	
00:45	45	0,290 m	0,00E+00 m/s	
01:00	60	0,290 m	0,00E+00 m/s	
01:30	90	0,29 m	0,00E+00 m/s	



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,00-0,10
Remblais sableux beiges	0,10-1,20

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	20 min	à 90 min
K =	4,6E-06 m/s	soit	16,5 mm/h

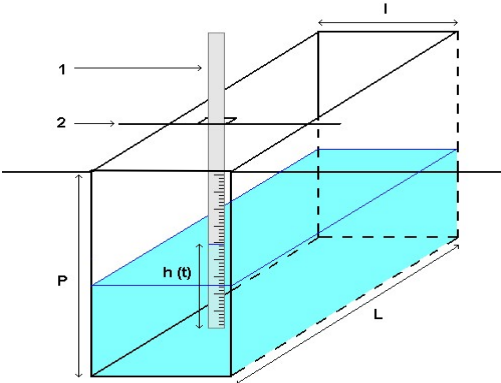
PROCES VERBAL

**ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE**

(essai à charge variable)

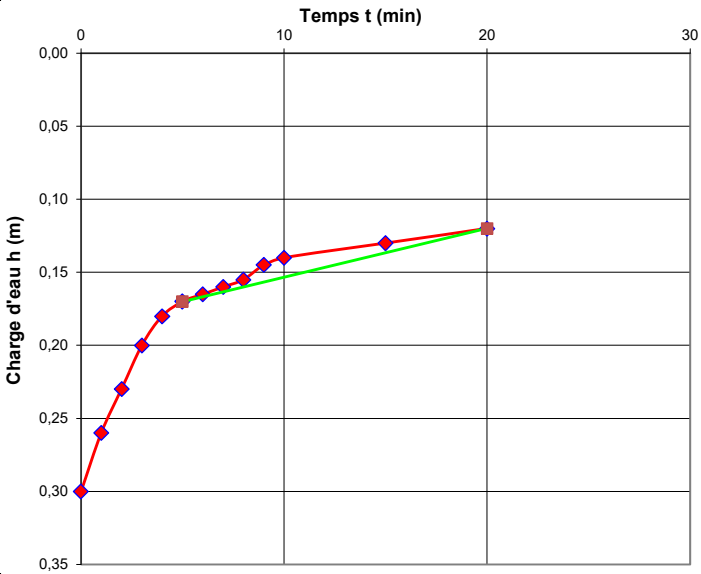
Dossier n° :	2022-09-307
Client :	SCI THEIX
Lieu :	LOON-PLAGE (59)
Sondage n° :	MAT2
Date de l'essai :	20/12/2022

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	1,10 m	Matériels utilisés Pelle Citerne Facteur de forme C = 0,21
Longueur	L =	1,30 m	
Largeur	I =	0,60 m	
Volume d'eau	V =	~ 234 litres	Charge d'eau initiale = 0,30 m



IMPLANTATION DU SONDAGE			
X =	Y =	Z <sub>TN</sub> =	m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,300 m	-
00:01	1	0,260 m	2,82E-04 m/s
00:02	2	0,230 m	2,28E-04 m/s
00:03	3	0,200 m	2,44E-04 m/s
00:04	4	0,180 m	1,73E-04 m/s
00:05	5	0,170 m	9,00E-05 m/s
00:06	6	0,165 m	4,59E-05 m/s
00:07	7	0,160 m	4,65E-05 m/s
00:08	8	0,155 m	4,72E-05 m/s
00:09	9	0,145 m	9,63E-05 m/s
00:10	10	0,140 m	4,92E-05 m/s
00:15	15	0,130 m	2,01E-05 m/s
00:20	20	0,120 m	2,07E-05 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Remblais sableux beiges	0,00-1,10

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	5 min	à 20 min
K =	5,2E-05 m/s	soit	187,1 mm/h

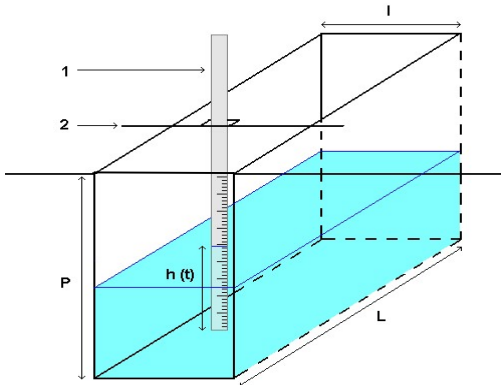
PROCES VERBAL

## ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

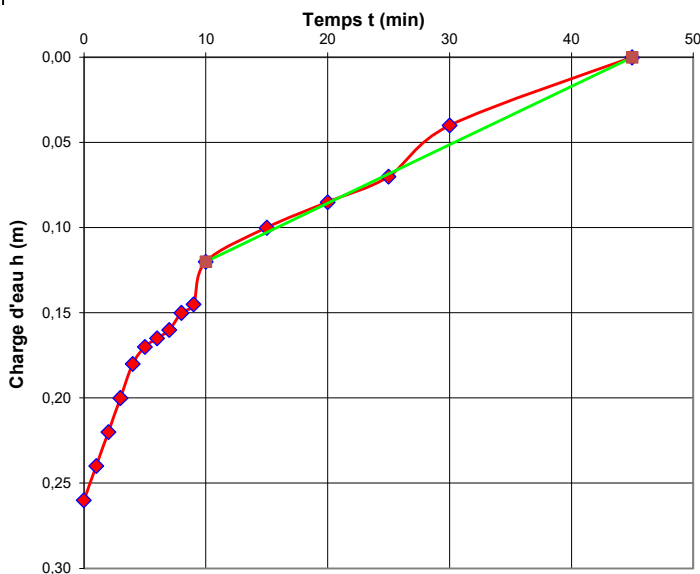
Dossier n° :	2022-09-307
Client :	SCI THEIX
Lieu :	LOON-PLAGE (59)
Sondage n° :	MAT3
Date de l'essai :	20/12/2022

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P = 1,10 m	Matériels utilisés	Facteur de forme <b>C = 0,19</b>
Longueur	L = 1,10 m	Pelle	
Largeur	I = 0,60 m	Citerne	
Volume d'eau	V = ~ 172 litres	Charge d'eau initiale =	0,26 m



IMPLANTATION DU SONDAGE			
X =	Y =	Z <sub>TN</sub> =	m NGF

Temps (hh:min)	(min)	Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K
			(mesurée entre deux points de mesures)
00:00	0	0,260 m	-
00:01	1	0,240 m	1,46E-04 m/s
00:02	2	0,220 m	1,53E-04 m/s
00:03	3	0,200 m	1,60E-04 m/s
00:04	4	0,180 m	1,68E-04 m/s
00:05	5	0,170 m	8,77E-05 m/s
00:06	6	0,165 m	4,47E-05 m/s
00:07	7	0,160 m	4,54E-05 m/s
00:08	8	0,150 m	9,27E-05 m/s
00:09	9	0,145 m	4,74E-05 m/s
00:10	10	0,120 m	2,48E-04 m/s
00:15	15	0,100 m	4,26E-05 m/s
00:20	20	0,085 m	3,39E-05 m/s
00:25	25	0,070 m	3,57E-05 m/s
00:30	30	0,040 m	7,80E-05 m/s
00:45	45	0,000 m	4,04E-05 m/s



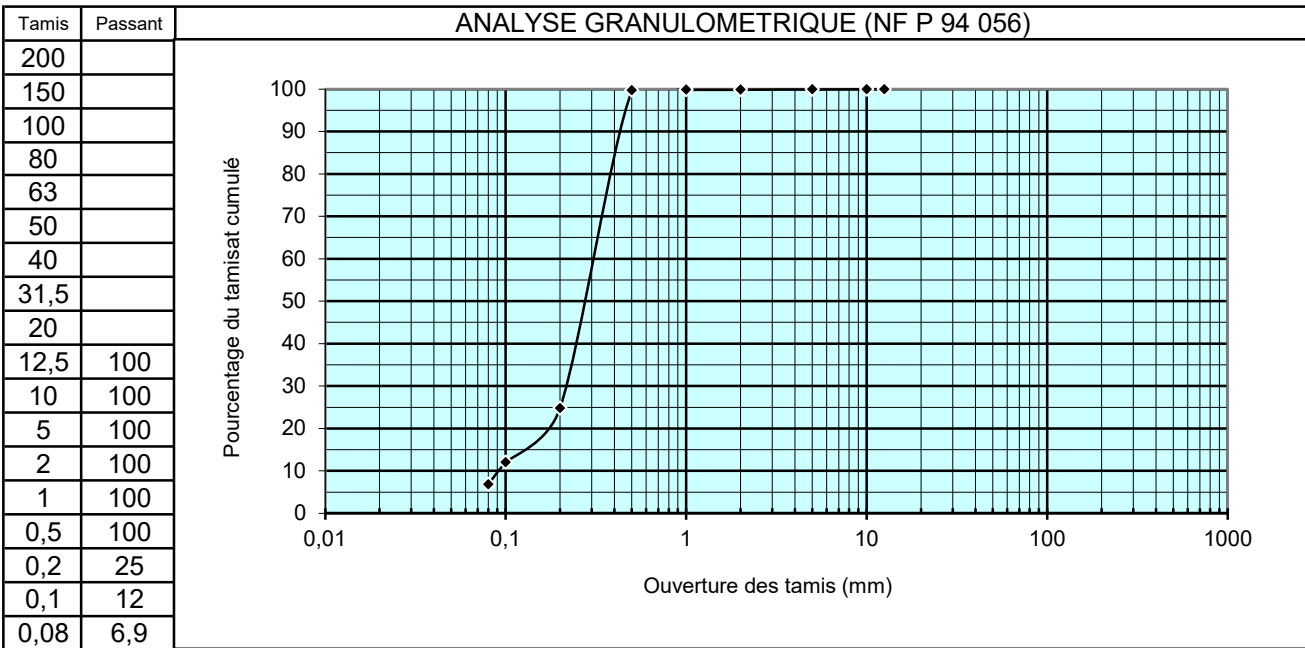
COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,00-0,10
Remblais sableux beiges	0,10-1,10

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	10 min	à 45 min
K =	8,0E-05 m/s	soit	287,0 mm/h

## Annexe 6 : Essais en laboratoire

## ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

<b>Nature des matériaux :</b>	Remblais sableux	<b>Date du prélèvement :</b>	20/12/2022
<b>Provenance des matériaux :</b>	PM1	<b>Date des essais :</b>	16/02/2023
<b>Profondeur :</b>	0,15-1,10 m	<b>Opérateurs :</b>	CP
<b>Observations :</b>	beiges		



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION			
Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	6,9%	
NF P 94 056	D max =	10,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	11,3 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,2	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / $\rho_d$ )	/	$t/m^3$
<b>CLASSIFICATION GTR :</b>		<b>B2</b>	

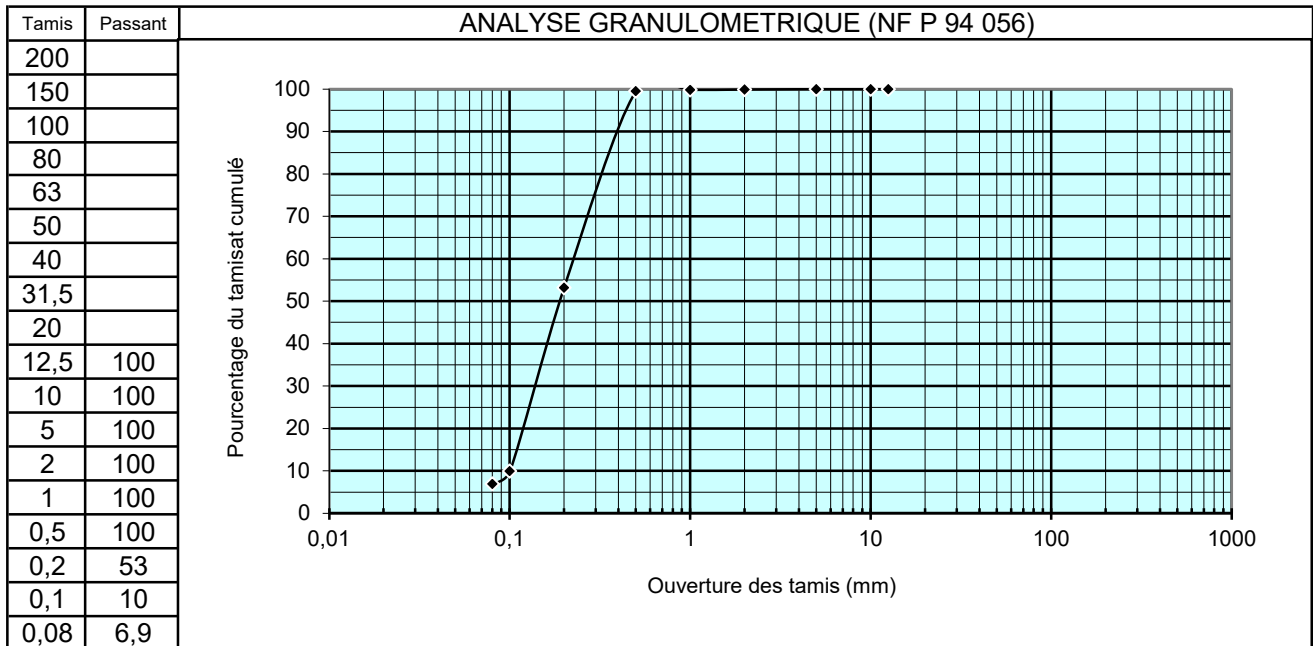
Observations :



**Chantier :** LOON-PLAGE (59)  
**Projet :** Bâtiment logistique  
**Client :** SCI THEIX  
**Dossier :** 2022-09-307

## ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

**Nature des matériaux :** Remblais sableux  
**Provenance des matériaux :** PM2  
**Profondeur :** 0,00-1,40  
**Observations :** beiges  
**Date du prélèvement :** 20/12/2022  
**Date des essais :** 16/02/2023  
**Opérateurs :** CP



### AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	6,9%	
NF P 94 056	D max =	10,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	12,3 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,2	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / $\rho_d$ )	/	t/m <sup>3</sup>
<b>CLASSIFICATION GTR :</b>		<b>B2</b>	

Observations :







## COMPTE RENDU D'ESSAI INDICE PORTANT IMMEDIAT NF P 94 078

Nature des matériaux : Sable lgt gravelo-argileux gris  
Provenance des matériaux : PM2 (0,00-1,40m)  
Destination des matériaux :

Date du prélèvement :  
Date des essais : 17/01/2023  
Opérateurs : CFT

### 1 - Conditions de l'essai

Anneau: 10KN

Type de poinçonnement:

après immersion

CBR immédiat

Indice Portant Immédiat

Energie de compactage:

normale

modifié

%>20mm: 0%

### 2- Détermination densité et de la teneur en eau après poinçonnement

Densité	
Poids moule(g):	6069
Poids total humide(g):	10148
Poids matériaux humide(g):	4079
Volume moule (cm <sup>3</sup> ):	2114
Densité humide (T/m <sup>3</sup> ):	1,930
Densité sèche (T/m <sup>3</sup> ):	<b>1,648</b>

sans traitement

⇒ W% nat: 17,1

traitement

⇒ % et type de liant:

⇒ W% avant traitement:

⇒ W% après traitement:

### 3- Détermination de l'indice portant

Temps	Enfoncement (mm)	Lecture (1/100mm)	Indice
2'	<b>2,5</b>	16	<b>7,1</b>
4'	<b>5</b>	40	<b>12</b>

Résultat de l'essai:

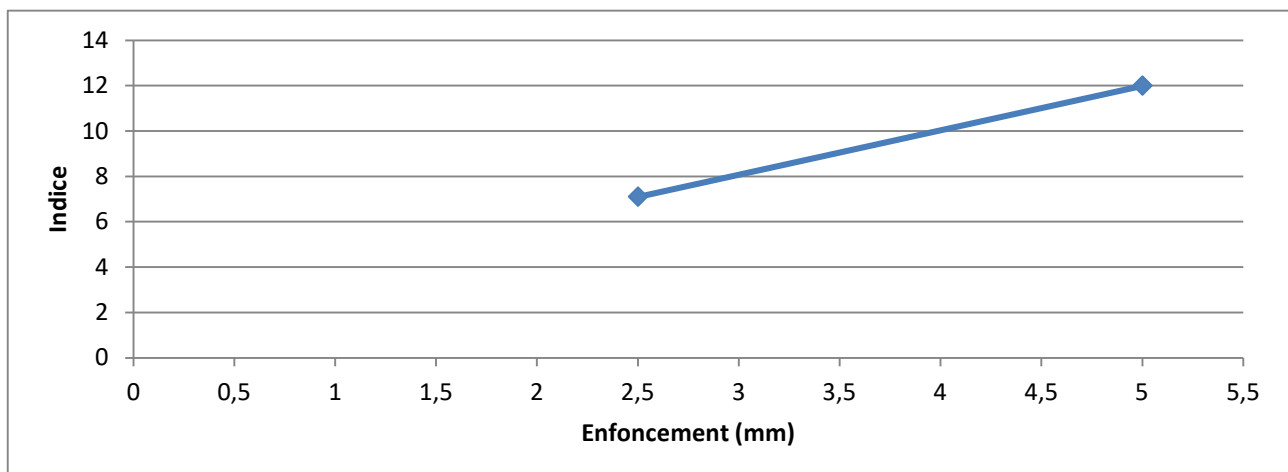
IPI

CBR

CBRi



**12**



Remarques :



## COMPTE RENDU D'ESSAI INDICE PORTANT IMMEDIAT NF P 94 078

Nature des matériaux : **Sable lgt argilo-gravillonnaire jaune-gris**  
Provenance des matériaux : **PM3 (0,20-1,00m) + MAT2 (0,00-1,00m)**  
Destination des matériaux :

Date du prélèvement :  
Date des essais : **17/01/2023**  
Opérateurs : **Cft**

### 1 - Conditions de l'essai

Anneau: **10KN**

Type de poinçonnement:

après immersion

CBR immédiat

**Indice Portant Immédiat**

Energie de compactage:

normale

modifié

%>20mm: **0%**

### 2- Détermination densité et de la teneur en eau après poinçonnement

Densité	
Poids moule(g):	<b>6070</b>
Poids total humide(g):	<b>9901</b>
Poids matériaux humide(g):	<b>3831</b>
Volume moule (cm <sup>3</sup> ):	<b>2114</b>
Densité humide (T/m <sup>3</sup> ):	<b>1,812</b>
Densité sèche (T/m <sup>3</sup> ):	<b>1,593</b>

sans traitement

⇒ W% nat: **13,8**

traitement

⇒ % et type de liant:

⇒ W% avant traitement:

⇒ W% après traitement:

### 3- Détermination de l'indice portant

Temps	Enfoncement (mm)	Lecture (1/100mm)	Indice
2'	<b>2,5</b>	27,5	<b>12,3</b>
4'	<b>5</b>	23	<b>6,9</b>

Résultat de l'essai:

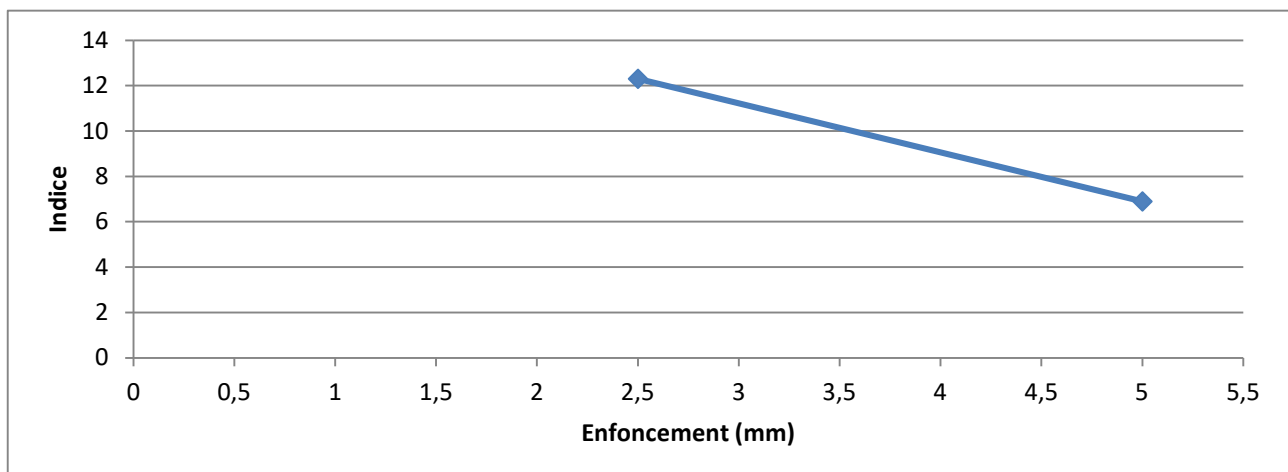
IPI

CBR

CBRi



**12,3**



Remarques :

**GÉotechnique**

sciences de la terre sas

**GEOTECHNIQUE SAS**

672 rue des Mercières - 69140

RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : **LOON-PLAGE (59)**Date : **08/02/2023**N°dossier : **QDn2022-09-307**Client : **SCI**

Nos réf :

## ESSAI D'EVALUATION DE L'APTITUDE D'UN MATERIAU AU TRAITEMENT - NF P 94-100

Opérateurs : H.D      Date des essais : du 01/02/2023 au 08/02/2023

Matériau	Nature	Sable grisâtre		Classification			
	Teneur en eau	Mh = 176	Ms = 160,0	Lieu prélèvement			
		w = 9,8%					
	Provenance	MAT1 + MAT3		Mode prélèvement			
	Ref échantillon	0,00/1,10 m		Date prélèvement			
Mélange	Teneur en eau	Mh = 1687	Ms = 1475	Masse vol humide fraction 0/5mm	M CBR	M Proctor	
		w = 14,3%			V=	V=	
					Mh=	Mh=	
	Nature des liants	Chaux Ciment		Dosages	6,0%		
Confection des échantillons	Objectif : $\rho_h = 1,86\text{g/cm}^3$	Eprouvette 1		Eprouvette 2		Eprouvette 3	
	Teneur en eau	Mh= 1654	g	Ms= 1431	g	15,6%	
	Masse volumique apparente humide	m= 180,6	g	m= 182,0	g	m= 180,6	g
		h1= 50,1	mm	h1= 50,1	mm	h1= 50,1	mm
		h2= 50,1	mm	h2= 50,1	mm	h2= 50,1	mm
		d1= 50,0	mm	d1= 50,0	mm	d1= 50,0	mm
		d2= 50,0	mm	d2= 50,0	mm	d2= 50,0	mm
d3= 50,0	mm	d3= 50,0	mm	d3= 50,0	mm		
Vo= 98,4	cm <sup>3</sup>	Vo= 98,42	cm <sup>3</sup>	Vo= 98,4	cm <sup>3</sup>		
$\rho_{ha} = 1,836$	g/cm <sup>3</sup>	$\rho_{ha} = 1,849$	g/cm <sup>3</sup>	$\rho_{ha} = 1,835$	g/cm <sup>3</sup>		
Mesure du gonflement volumique		Eprouvette 1		Eprouvette 2		Eprouvette 3	
	Après 4h d'immersion (fac)	V1=		V1=		V1=	
		Gv=		Gv=		Gv=	
	Après 24h d'immersion (fac)	V1=		V1=		V1=	
		Gv=		Gv=		Gv=	
Après 7j d'immersion	V1= 100,1		V1= 99,1		V1= 99,83		
	V2=		V2=		V2=		
	Gv= 1,7%		Gv= 0,7%		Gv= 1,4%		
Caractéristiques mécaniques		Eprouvette 4		Eprouvette 5		Eprouvette 6	
	Confection	m= 181,2		m= 180,9		m= 181,7	
		$\rho_{ha} = 1,841$		$\rho_{ha} = 1,838$		$\rho_{ha} = 1,846$	
	Résistance en compression diamétrale	Fr(N) 41		Fr= 39		Fr= 40	
	Rtb 0,01		Rtb 0,01		Rtb 0,01		
	Module de déformation (facultatif)						
<b>Aptitude du matériau au traitement</b>		Adapté <input type="checkbox"/>		Douteux <input type="checkbox"/>		Inadapté <input checked="" type="checkbox"/>	

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm, Dosage 6 % Ciment CEMII/B-LL 32,5 N

**GÉotechnique**

sciences de la terre sas

**GEOTECHNIQUE SAS**

672 rue des Mercières - 69140

RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : **LOON-PLAGE (59)**Date : **08/02/2023**N°dossier : **QDn2022-09-307**Client : **SCI**

Nos réf :

## ESSAI D'EVALUATION DE L'APTITUDE D'UN MATERIAU AU TRAITEMENT - NF P 94-100

Opérateurs : H.D      Date des essais : du 01/02/2023 au 08/02/2023

Matériau	Nature	Sable grisâtre		Classification			
	Teneur en eau	Mh = 159	Ms = 146,1	Lieu prélèvement			
		w = 9,1%					
	Provenance	PM3 + MAT2		Mode prélèvement			
	Ref échantillon	0,20/1,00 m		Date prélèvement			
Mélange	Teneur en eau	Mh = 1654	Ms = 1431	Masse vol humide fraction 0/5mm	M CBR	M Proctor	
		w = 15,6%			V=	V=	
					Mh=	Mh=	
	Nature des liants	Chaux Ciment		Dosages	5,0%		
Confection des épreuves	Objectif : $\rho_h = 1,84\text{g/cm}^3$	Epreuve 1		Epreuve 2		Epreuve 3	
	Teneur en eau	Mh= 1654	g	Ms= 1431	g	15,6%	
	Masse volumique apparente humide	m= 180,2	g	m= 179,9	g	m= 179,8	g
		h1= 50,1	mm	h1= 50,1	mm	h1= 50,1	mm
		h2= 50,1	mm	h2= 50,1	mm	h2= 50,1	mm
		d1= 50,0	mm	d1= 50,0	mm	d1= 50,0	mm
		d2= 50,0	mm	d2= 50,0	mm	d2= 50,0	mm
d3= 50,0	mm	d3= 50,0	mm	d3= 50,0	mm		
Vo= 98,4	cm <sup>3</sup>	Vo= 98,42	cm <sup>3</sup>	Vo= 98,4	cm <sup>3</sup>		
$\rho_{ha} = 1,831$	g/cm <sup>3</sup>	$\rho_{ha} = 1,828$	g/cm <sup>3</sup>	$\rho_{ha} = 1,827$	g/cm <sup>3</sup>		
Mesure du gonflement volumique		Epreuve 1		Epreuve 2		Epreuve 3	
	Après 4h d'immersion (fac)	V1=		V1=		V1=	
		Gv=		Gv=		Gv=	
	Après 24h d'immersion (fac)	V1=		V1=		V1=	
		Gv=		Gv=		Gv=	
Après 7j d'immersion	V1= 98,45		V1= 98,4		V1= 98,73		
	V2=		V2=		V2=		
	Gv= 0,0%		Gv= 0,0%		Gv= 0,3%		
Caractéristiques mécaniques		Epreuve 4		Epreuve 5		Epreuve 6	
	Confection	m= 180,4		m= 180,3		m= 180,7	
		$\rho_{ha} = 1,833$		$\rho_{ha} = 1,832$		$\rho_{ha} = 1,836$	
	Résistance en compression diamétrale	Fr(N) 20		Fr= 21		Fr= 24	
	Rtb 0,01		Rtb 0,01		Rtb 0,01		
	Module de déformation (facultatif)						
<b>Aptitude du matériau au traitement</b>		Adapté <input type="checkbox"/>		Douteux <input type="checkbox"/>		Inadapté <input checked="" type="checkbox"/>	

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm, Dosage 5 % Ciment CEMII/B-LL 32,5 N



**GÉOTECHNIQUE**  
sciences de la terre sas

**GEOTECHNIQUE SAS**  
672 rue des Mercières  
69140 RILLIEUX LA PAPE  
04 78 88 75 83

Chantier : **Loon-Plage**

Date : **25/01/2023**

N°dossier : **2022-09-307**

Client : **SCI**

Nos réf : **QDn**

## COMPTE RENDU D'ESSAI PROCTOR NF P 94 093

Nature des matériaux : Sable gris + 6% ciment

Date du prélèvement :

Classification GTR :

Date des essais : 17/01/2023

Provenance des matériaux :

MAT1 + MAT3

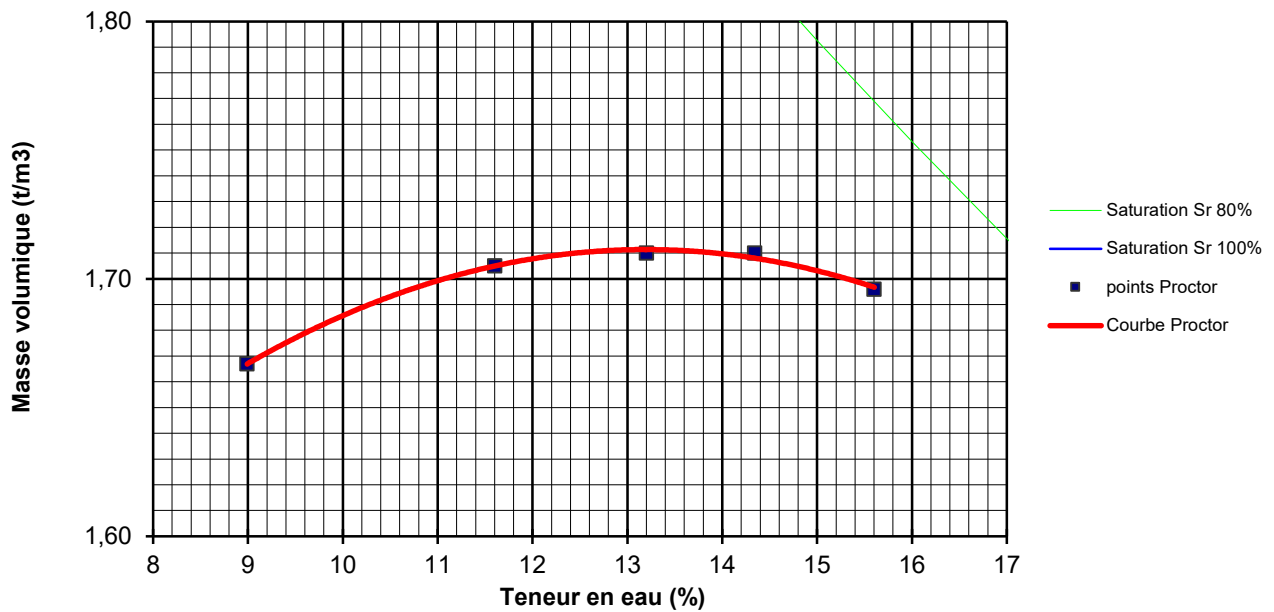
Opérateurs : ASy

Profondeur :

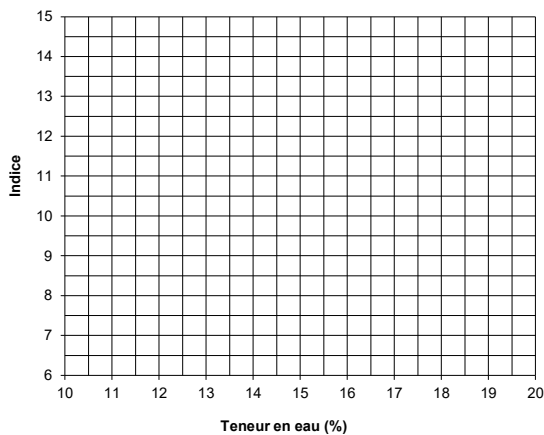
Observations :

Teneur en eau	9,0	11,6	13,2	14,3	15,6		%		Energie : Normale
Masse volumique sèche	1,67	1,71	1,71	1,71	1,70		t/m <sup>3</sup>		Moule : Proctor
Teneur en eau							%		
Masse volumique sèche							t/m <sup>3</sup>		ρs estimée 2,70 t/m3
Poinçonnement IPI									W% naturelle 9,0 %

### Proctor



### Poinçonnement



### Résultats :

Sur la fraction 0/5    ρd OPN= 1,71 t/m3  
                                  W OPN= 13,2 %

### Observations :

Proctor traité réalisé avec l'ajout de 6% de ciment





## NOTRE SIÈGE SOCIAL

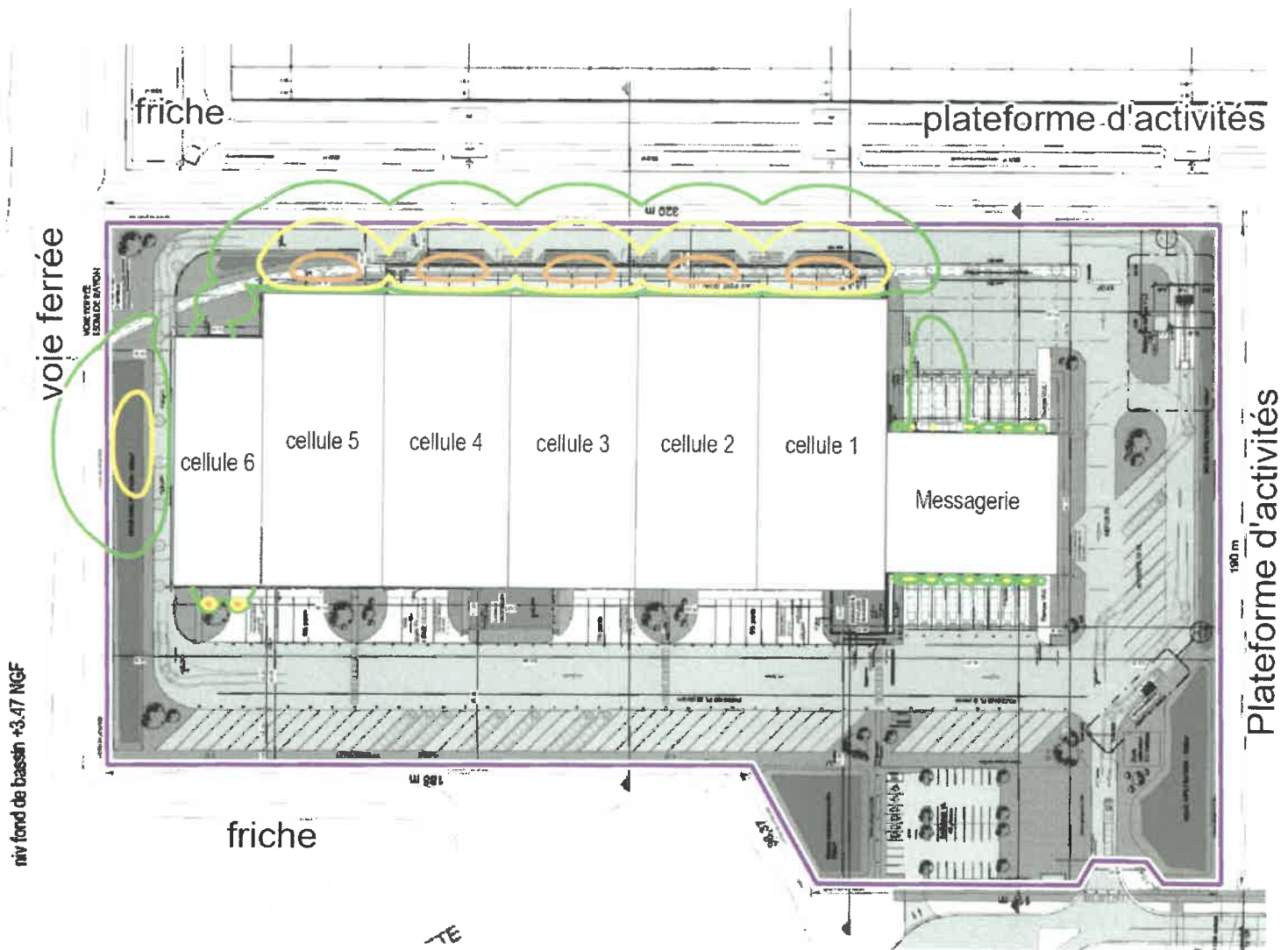
170 rue du Traité de Rome CS 80131  
84918 AVIGNON Cedex 9  
Tél. : 04 90 01 39 02  
contact@geotechnique-sas.com

Retrouvez toutes nos agences sur  
[www.geotechnique-sas.com](http://www.geotechnique-sas.com)

0 805 690 989



**GÉO**technique  
sciences de la terre sas



## FLUX THERMIQUES

### Effets sur les hommes et les structures (seuils) :

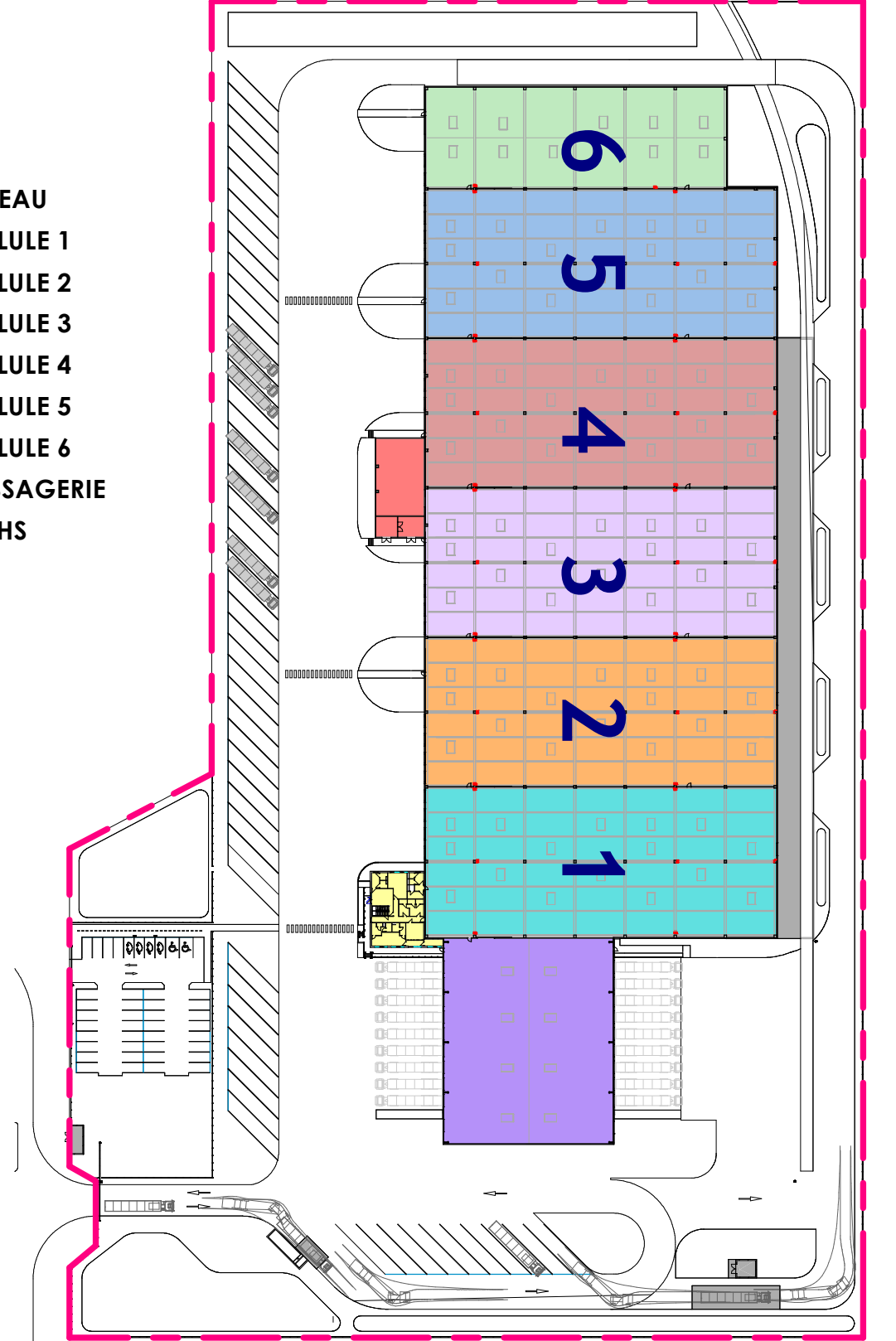
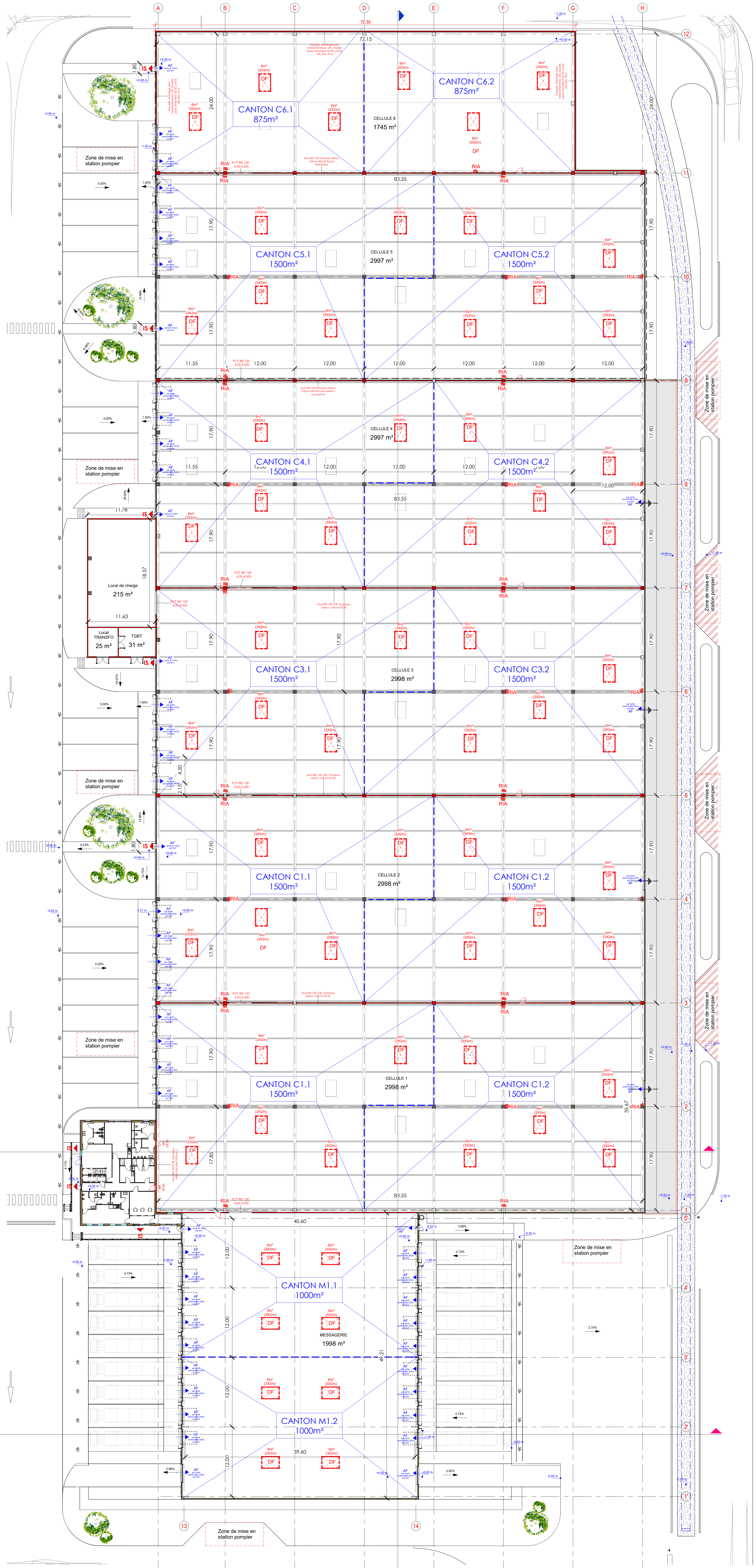
- non atteint — 20 kW/m<sup>2</sup> : dégâts très graves sur béton
- non atteint — 16 kW/m<sup>2</sup> : effets létaux significatifs - effets dominos - dégâts très graves sur structures hors béton
- non atteint — 15 kW/m<sup>2</sup> : /
- non atteint — 12 kW/m<sup>2</sup> : /
- 8 kW/m<sup>2</sup> : effets létaux significatifs - effets dominos - dégâts graves
- 5 kW/m<sup>2</sup> : premiers effets létaux - destruction significatives des vitres
- 3 kW/m<sup>2</sup> : effets irréversibles

SOURCE : PLAN MASSE.

MARS 2023

0 20 40  
m





REVISION DU 15-12-2022 suite au courrier de retour admin sur dossier ICPE



**CREATION D'UN ENTREPOL LOGISTIQUE & MESSAGERIE - ZIEGLER**  
 DU Sud  
 59279 LOON PLAGE

Maitre d'ouvrage: **SCI THEIX**  
 1 avenue Konrad Adenauer  
 59 223 RONCQ

Maitre d'oeuvre: **MODUO CONTRACT**  
 Parc d'Activités de la Haute Borne de Villeneuve d'Ascq  
 40 avenue de l'Harmonie, 59262 Sainghin-en-Mélantois

Architecte: **JUXTA Architectes**  
 Parc d'Activités de la Haute Borne de Villeneuve d'Ascq  
 40 avenue de l'Harmonie, 59262 Sainghin-en-Mélantois

PLAN RDC			
Phase	Date	Echelle	Plan
PC	04-11-2022	Comme indiqué	n°: AN01

Niveau 0  
1:250



# Détecteur de fumée linéaire OSID

- Détection de fumée, à double longueur d'onde, UV et IR
- Immunité totale aux poussières, à la formation de buée, à la vapeur, aux réflexions et autres obstructions par des objets
- Résistance totale aux vibrations et mouvements importants de bâtiment
- Facilité d'alignement avec de grands angles de réglage et de vision
- Installation, mise en service et maintenance aisées
- Couverture volumétrique 3D
- Plage de détection maximale pouvant atteindre 150 mètres



## Applications

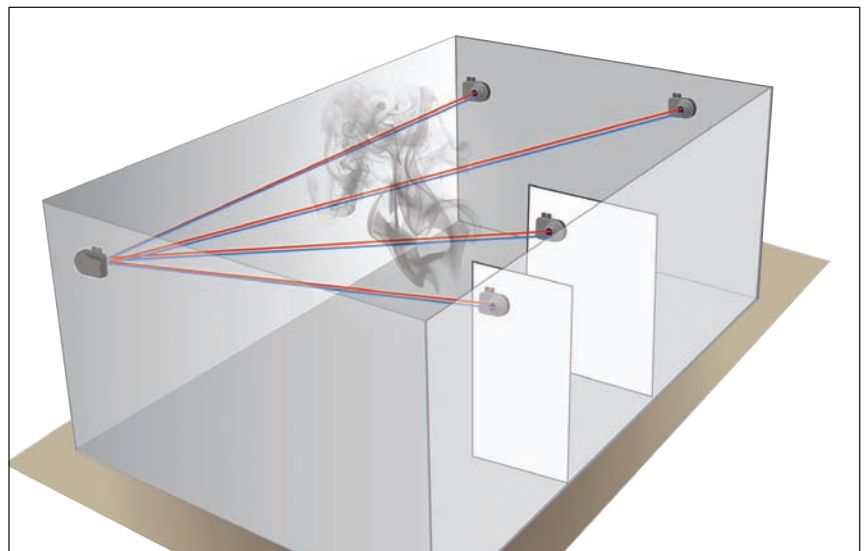
Spécialement conçue pour les grands espaces ouverts, la technologie OSID (Open-area Smoke Imaging Detection) est une innovation favorisant la détection précoce de fumée. Elle permet ainsi de sauver des vies et d'éviter toute interruption de service.

La détection de fumée est pour le moins complexe dans les grands espaces ouverts tels que les aéroports, les gares ferroviaires, les stades, les centres commerciaux, les entrepôts et autres ateliers de production. Nombre de ces sites s'étendent sur de grandes superficies et fonctionnent 24h/24, 7j/7, rendant ainsi difficiles l'installation et la maintenance de détecteurs de fumée ponctuels.

Il est d'usage de dire que les détecteurs linéaire représentent un « bon compromis » en matière de détection de fumée dans ces types d'espaces. Malheureusement, les murs des grands bâtiments se déforment dans des conditions environnementales telles que le froid et la chaleur, les vents forts, la pluie, etc.,

entraînant alors le déclenchement de fausses alarmes sur les détecteurs linéaire traditionnels, suite à un défaut d'alignement. Les sites partiellement ouverts sont exposés aux insectes, aux oiseaux, aux effets de la condensation, etc., avec là encore un risque de déclenchement de fausses alarmes ou de dérangements injustifiés sur les détecteurs linéaire traditionnels.

Dans les ateliers de production et les entrepôts où la charge calorifique est élevée, un incendie provoquera des dommages bien au-delà du simple coût des pertes matérielles. Les dommages environnementaux doivent être également pris en compte, ainsi que les coûts liés aux pertes d'exploitation susceptible d'affecter l'image de l'entreprise et d'entraîner des pertes de clients.



**Véritable Détection Tridimensionnelle**

## Technologie

Le détecteur linéaire de fumée OSID utilise un algorithme sophistiqué pour cartographier et comparer l'intensité des signaux lumineux infrarouges (IR) et ultraviolets (UV) émis par des détecteurs installés dans l'espace, quelles que soient les volumes ou les irrégularités qu'il présente.

Innovant, l'OSID allie deux technologies pour détecter la fumée de manière fiable dans de vastes espaces ouverts.

## Détection de particules à double longueur d'onde

Grâce aux deux longueurs d'onde lumineuse qu'il utilise pour détecter les particules de fumée, le système peut différencier les tailles de particules. La longueur d'onde UV plus courte interagit fortement avec les petites et les grandes particules, tandis que la longueur d'onde IR plus longue est seulement affectée par les particules de grande taille. Par conséquent, les mesures liées à cette double longueur d'ondes permettent aux détecteurs de distinguer les fumées de la présence de poussières ou d'autres objets solides perturbateurs.

## Imagerie optique avec matrices d'imageurs CMOS

Le détecteur OSID renferme une matrice d'imagerie optique qui fournit un angle de visée plus large pour localiser et capturer les images. Le système est ainsi plus facile à installer et à aligner, et permet de compenser la dérive occasionnée par les décalages naturels dans les structures de bâtiment, grâce au capteur CMOS qui remplace la photodiode unique.

En outre, le filtrage optique, l'acquisition d'images à haute vitesse et les algorithmes logiciels intelligents permettent au détecteur OSID de traiter les images et d'offrir de nouveaux niveaux de stabilité et de sensibilité, tout en assurant une immunité élevée aux fortes variations d'éclairage.

## Principe de fonctionnement

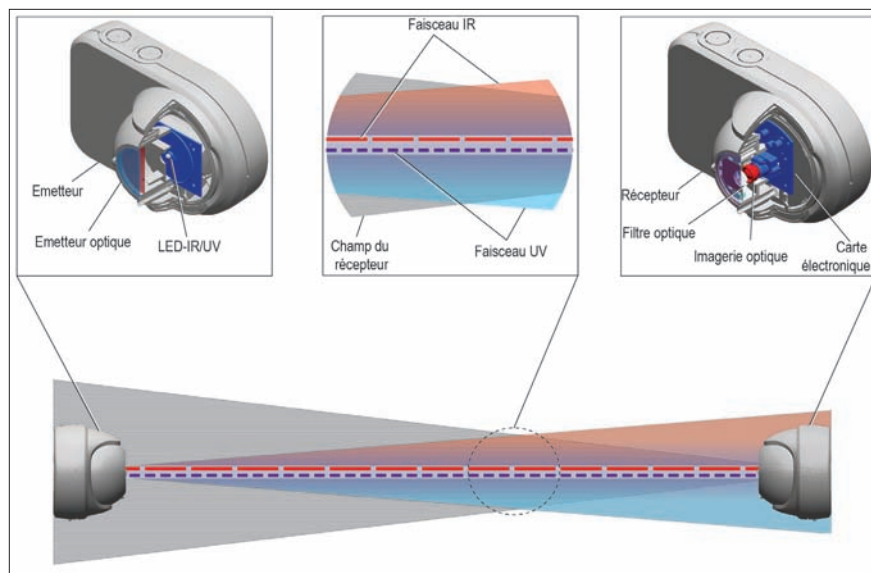
Les mouvements de bâtiment sont la cause première du déclenchement de fausses alarmes dans le cas des détecteurs linéaire traditionnellement utilisés dans les grandes structures. Les variations de température et les vents violents entraînent une déformation des structures de bâtiment. Le système OSID utilise un composant d'imagerie optique à large angle de vue qui permet à son logiciel de compenser les vibrations et les mouvements de bâtiment. Grâce à ces fonctionnalités uniques, le récepteur de l'OSID est capable de suivre le signal d'un émetteur, même si le mur auquel il est fixé se déforme de 2° dans une direction quelconque, sans générer de dérangement ou de fausse alarme. Mieux encore, mêmes les mouvements au-delà de cette plage ne généreront normalement pas de fausses alarmes, mais indiqueront simplement un dérangement.

Si le faisceau lumineux est interrompue par la présence de véritables particules de fumée, le récepteur déclenchera une alarme. L'utilisation novatrice de deux fréquences lumineuses permet à l'OSID de faire la distinction entre la fumée réelle et les objets perturbateurs, et réduit donc considérablement les fausses alarmes. De fait, la fumée réduit la lumière UV plus que la lumière IR, alors que la poussière et les objets solides affectent les deux fréquences de la même manière.

En outre, la technologie OSID a la particularité de présenter une immunité importante à la vapeur et aux gouttelettes d'eau. La vapeur n'occasionne pas de fausses alarmes. Si la concentration de vapeur d'eau dans l'air devient excessive, un message de dérangement sera transmis. Le déclenchement d'une fausse alarme est alors très peu probable.

Par ailleurs, l'OSID ne requiert que très peu d'espace (15 à 20 cm) dans l'axe de vue. Par conséquent, la solution peut être déployée en toute sécurité entre des plafonds et des structures portantes, des ponts roulants en mouvement, etc.

## Schéma de fonctionnement de l'OSID

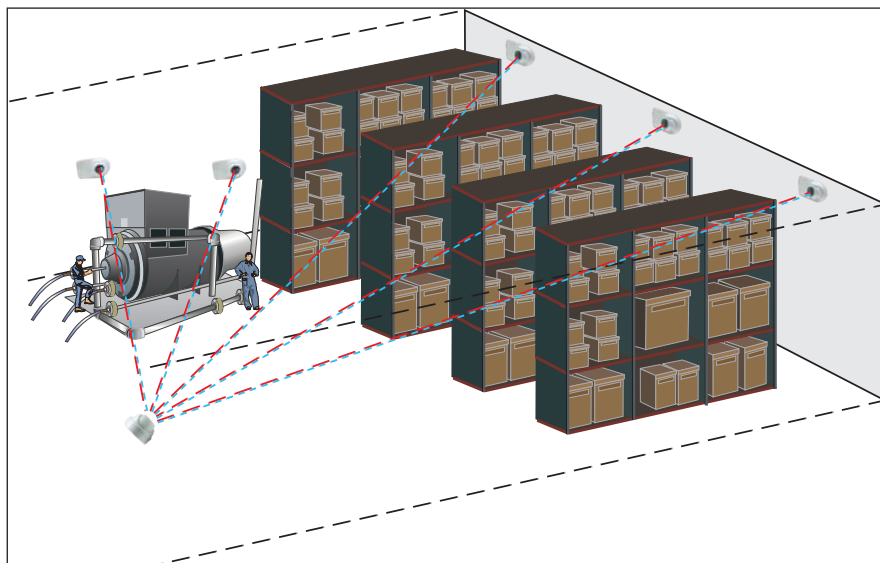




### Couverture volumétrique 3D

Avec les récepteurs ayant des angles de visée de 80° et 38°, le capteur d'imagerie permet le déploiement d'un maximum de sept émetteurs par récepteur. Seul le récepteur doit être câblé, contrairement aux détecteurs linéaires traditionnels. Il est possible de placer les différents émetteurs à des hauteurs variées pour optimiser la couverture et faciliter l'adaptation vis-à-vis des obstacles le long des murs.

Les longueurs de faisceaux pour les récepteurs de 80° et 38° s'échelonnent de 8 à 120 mètres. Les grands angles de visée des récepteurs, horizontaux comme verticaux, autorisent une couverture spatiale tridimensionnelle.



### Configuration

Vous pouvez configurer les systèmes OSID pour protéger toutes sortes d'espaces, quelle que soit leur forme. La zone de protection est déterminée par l'implantation des détecteurs OSID.

Dans sa configuration la plus simple, le détecteur comprend un seul récepteur, un dispositif de type caméra à large champ de vision, et un émetteur fonctionnant sur batterie aligné sur le mur opposé au sein de la zone protégée. L'émetteur envoie des signaux lumineux infrarouges et ultraviolets codés au récepteur. Si la réception de lumière est interrompue par la présence de véritables particules de fumée, le récepteur déclenchera une alarme. L'utilisation novatrice de deux fréquences lumineuses dans un détecteur optique linéaire permet à l'OSID de faire la distinction entre la fumée réelle et les autres objets, notamment les insectes, la condensation de vapeur et la poussière, et de réduire ainsi considérablement les fausses alarmes.

L'alignement de l'émetteur est une opération simple, réalisée à l'aide d'un outil d'alignement laser économique, qui consiste à faire pivoter les sphères optiques jusqu'à ce que le faisceau laser de l'outil d'alignement se trouve à proximité du récepteur.

Le système ne nécessite aucun autre

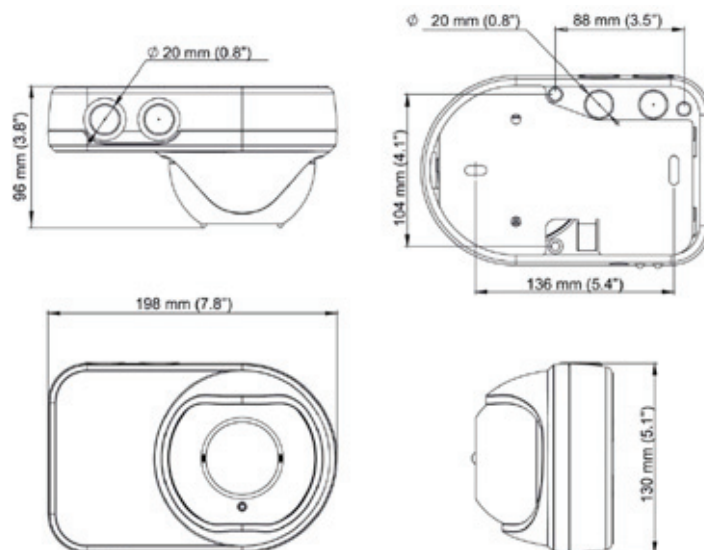
alignement. L'installation et la configuration s'avèrent donc extrêmement rapides. Cette caractéristique représente un avantage majeur dans les grands espaces ouverts où l'accès pour l'installation est souvent limité.

Récepteur		Émetteurs	
Champ de vision		Plage de détection maximale	
Horizontal	Vertical	Puissance standard	Puissance élevée
7°	4°	150 m	-
38°	19°	60 m	120 m
80°	48°	34 m	66 m

### Fonctionnement

Les informations d'état (alarme incendie, anomalie et puissance) sont communiquées par le récepteur via des LED d'état, des relais de dérangement et d'alarme dédiés, et par l'interface de l'indicateur distant. Les états d'anomalie (de dérangement) spécifiques sont identifiés à l'aide des clignotements codés de la LED d'anomalie.

Le récepteur prévoit également une option de chauffage interne pour empêcher la condensation sur la surface optique, ainsi qu'une entrée de réinitialisation (reset) permettant de remettre à zéro le dispositif via un signal externe. Sur le récepteur, une carte de connexion fournit toutes les bornes de câblage externe et des DIP SWITCH permettent à l'utilisateur de configurer le détecteur pour des applications particulières.



## Données techniques

Plage de détection	jusqu'à 150 m
Tension d'utilisation	20 à 30 V DC (24 V DC nominal)
Température d'utilisation	-10°C à +55°C
Taux d'humidité	10% à 95% RH (sans condensation)
Angle maximum de désalignement	-2° à +2°
Angle de réglage	-60° à +60° (horizontal) -15° à +15° (vertical)
Indice de protection	IP44 (pour l'électronique) IP66 (pour le boîtier optique)
Dimensions (l x h x p)	130 x 198 x 96 mm (émetteur/récepteur)
Poids	651 g (récepteur) 563 g (émetteur)

## Consommation courant récepteur

Nominal (24 VDC)	4 mA (1 émetteur) 7 mA (7 émetteurs)
------------------	---

## Consommation courant émetteur

Version câblée (24 VDC)	350 µA
Version avec piles	Piles intégrées durée de vie de 5 ans

## Informations complémentaires

Informations complémentaires	Références
Récepteur OSI-10 - couverture 7°, 24V DC	80350
Récepteur OSI-45 - couverture 38°, 24V DC	80351
Récepteur OSI-90 - couverture 80°, 24V DC	80352
Émetteur OSE-SP - puissance standard, alimentation par piles	80353
Émetteur OSE-SPW - haute puissance, alimentation externe 24 V DC	80354
Émetteur OSE-HPW - haute puissance, alimentation externe 24 V DC	80355
Kit d'installation et de maintenance	80356

Inclus dans le kit : outil d'alignement laser, filtre d'essai, câble PC, lingettes de nettoyage, manuel d'utilisation

# FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.61

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	Cellules5_1511
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	13/03/2023 à 11:13:14 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	13/3/23

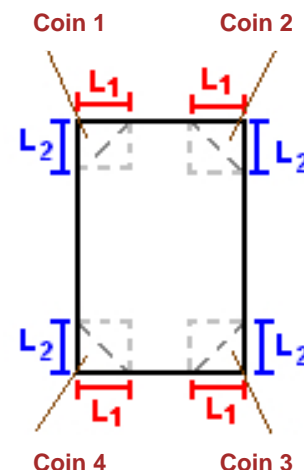
## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

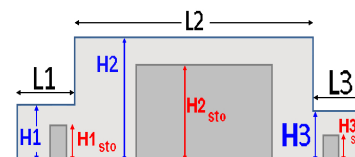
Hauteur de la cible : **1,8 m**

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°5				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>83,7</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>36,0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>13,7</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	



Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>



### Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>15</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>15</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallique simple peau</b>
Nombre d'exutoires	<b>10</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

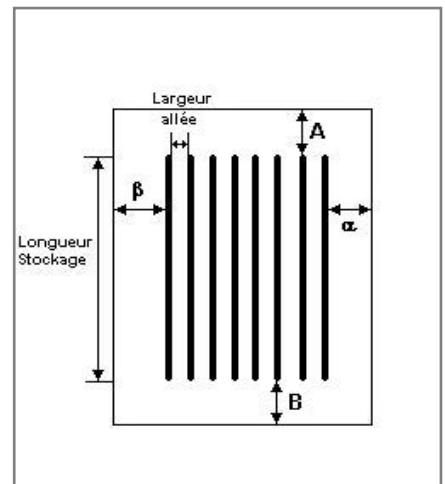


## Stockage de la cellule : Cellule n°5

Nombre de niveaux **6**  
 Mode de stockage **Rack**

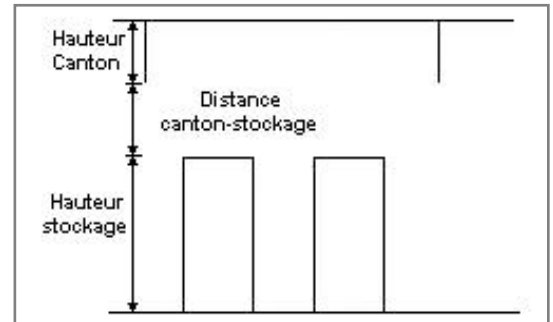
### Dimensions

Longueur de stockage **67,0** m  
 Déport latéral a **0,3** m  
 Déport latéral b **0,3** m  
 Longueur de préparation A **0,5** m  
 Longueur de préparation B **16,2** m  
 Hauteur maximum de stockage **10,0** m  
 Hauteur du canton **1,0** m  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **2,7** m



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **5**  
 Largeur d'un double rack **2,7** m  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3** m  
 Largeur des allées entre les racks **3,2** m



## Palette type de la cellule Cellule n°5

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Largeur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Hauteur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Volume de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Nom de la palette : **Palette type 1511**      Poids total de la palette : **Par défaut**

### Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

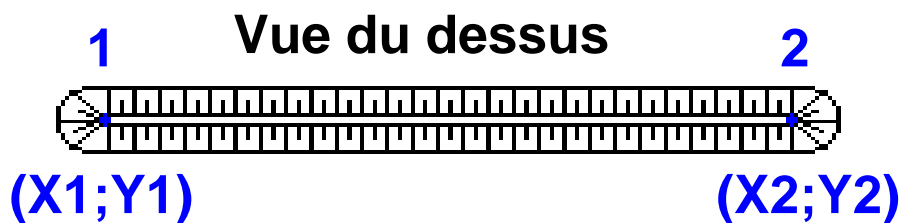
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : **45,0** min  
 Puissance dégagée par la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1511 sont de 1,2 m \* 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1300,0 kW



**Merlons**

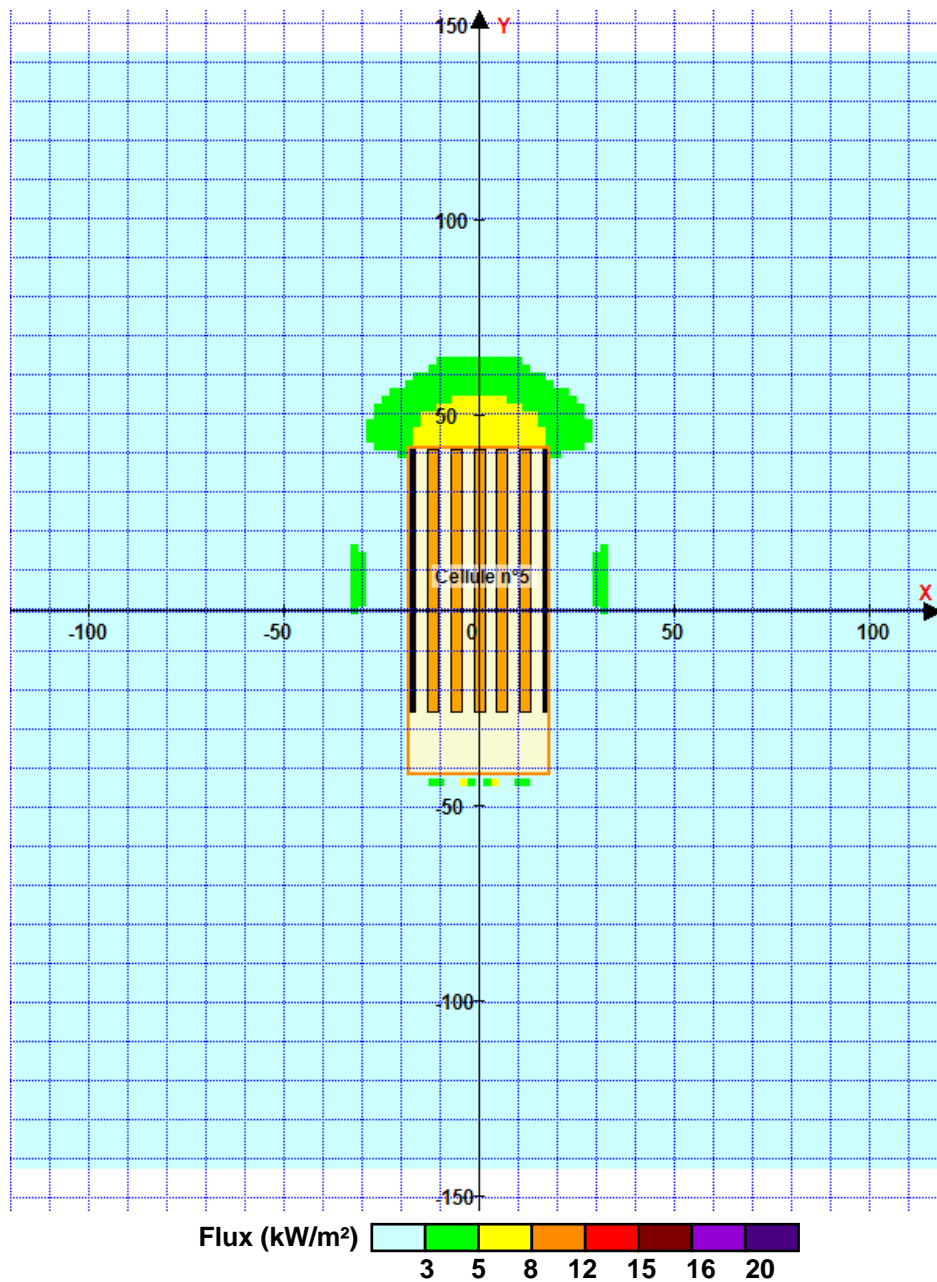
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°5**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°5 **122,0 min**

### Distance d'effets des flux maximum

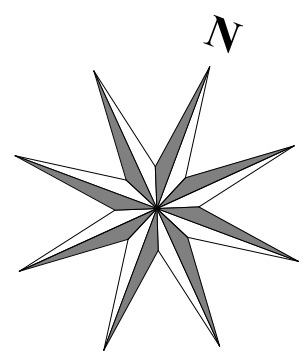


Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

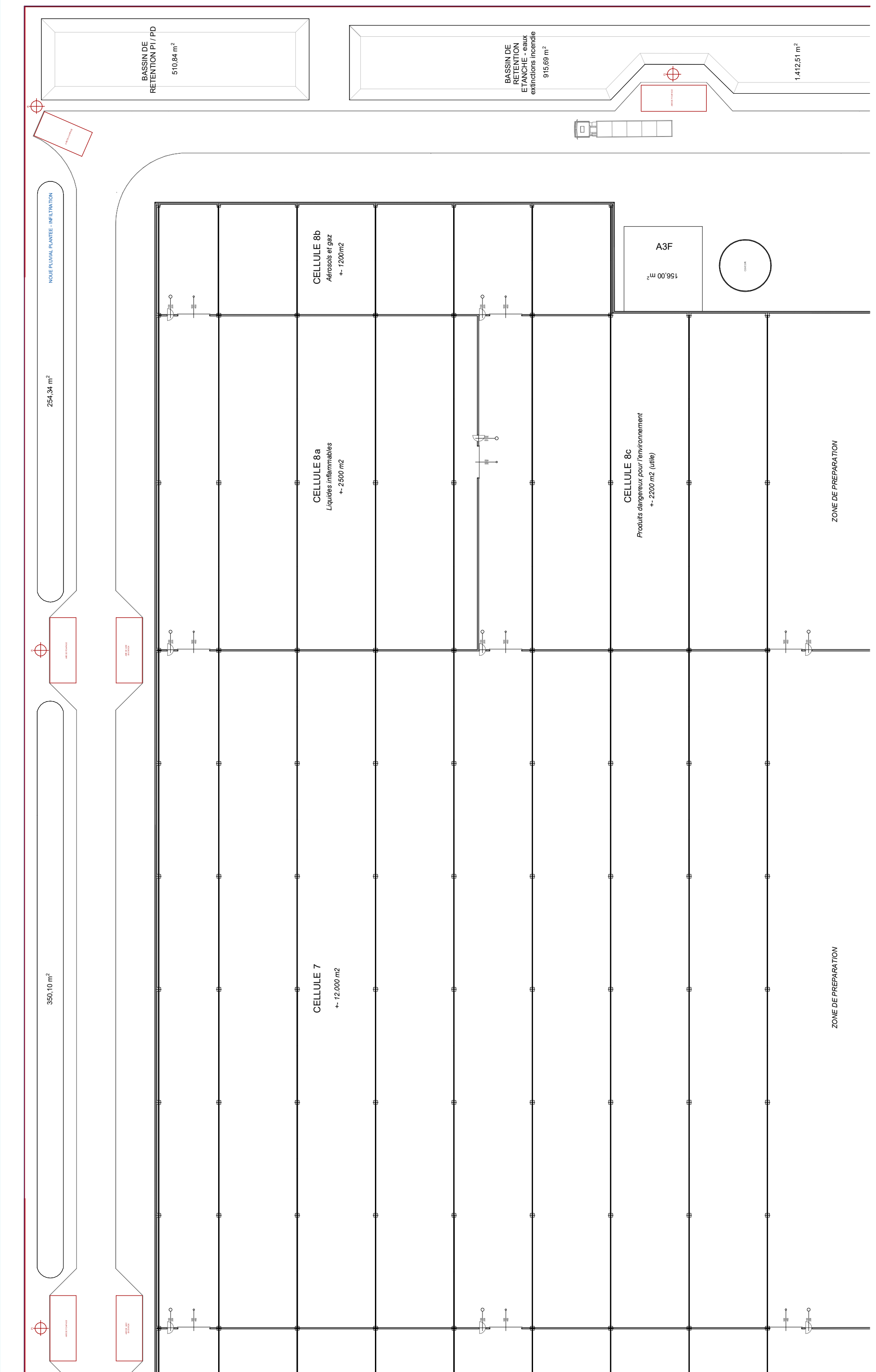
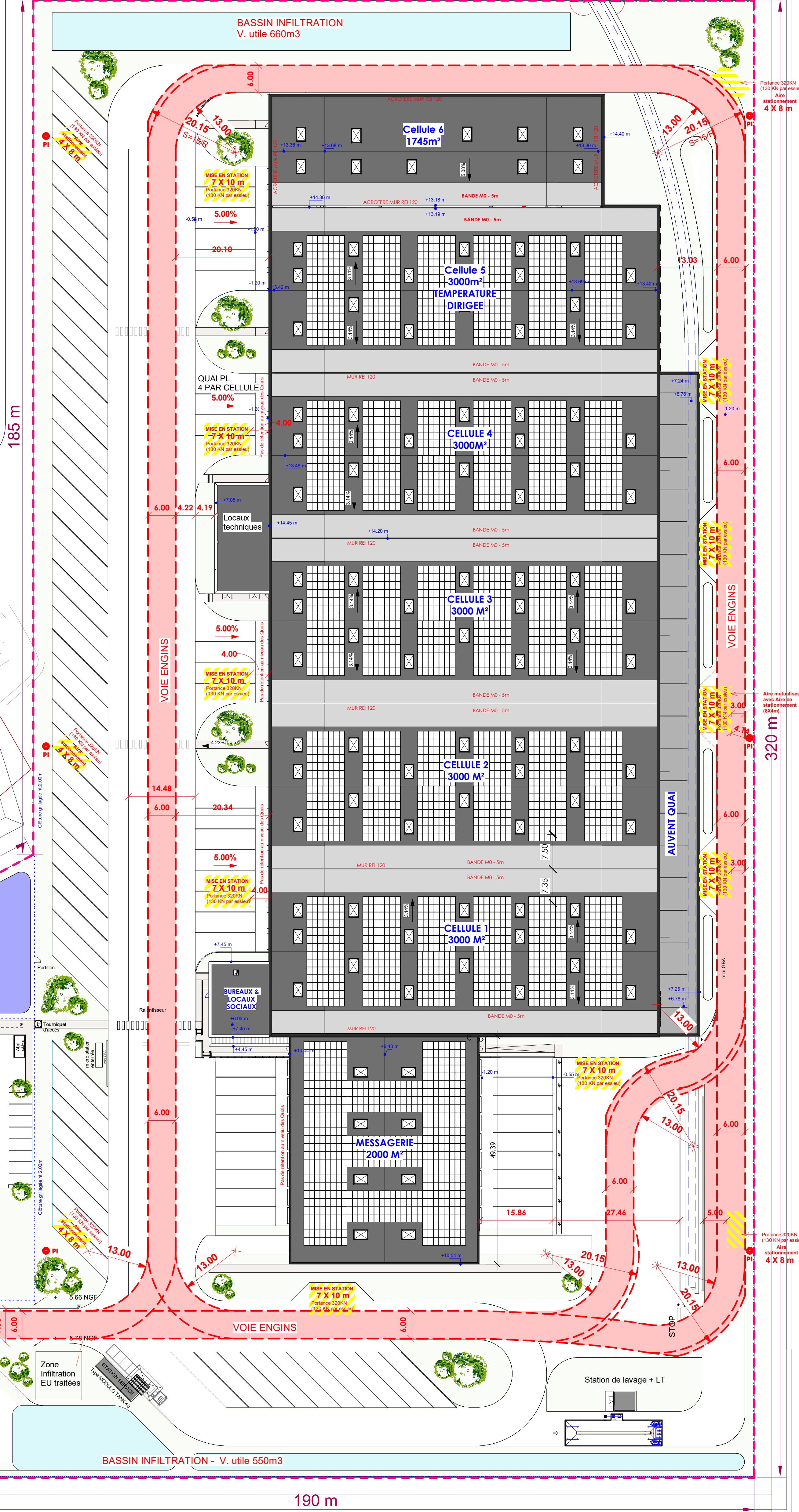


niv fond de bassin +3.47 NGF

niv fond de bassin +3.47 NGF



LIMITE ARRETEE



**CREATION D'UN ENTREPOT LOGISTIQUE & MESSAGERIE - ZIEGLER**

DLI Sud  
59279 LOON PLAGE

Maitre d'ouvrage : **SCI THEIX**  
1 avenue Konrad Adenauer  
59 223 RONCQ

Maitre d'oeuvre : **MODUO CONTRACT**  
Parc d'Activités de la Haute Borne de Villeneuve d'Ascq  
40 avenue de l'Harmonie, 59262 Sainghin-en-Méantois

Architecte : **JUXTA Architectes**  
Parc d'Activités de la Haute Borne de Villeneuve d'Ascq  
40 avenue de l'Harmonie, 59262 Sainghin-en-Méantois

Voies engins			
Phase	Date	Echelle	Plan
PC	20 mars 2023	1 : 500	n°: AN04



# FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.52\_beta

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	BATTERIESv2-30
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	21/03/2023 à09:42:06avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	21/3/23

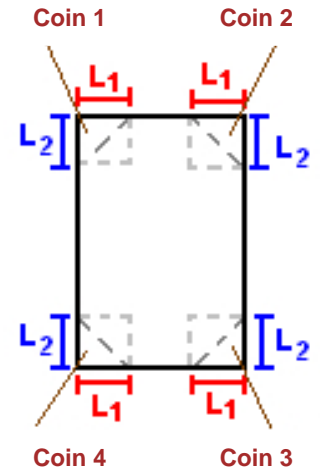
## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8 m**

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>83.7</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>36.0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>13.7</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	
H (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	
H sto (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	



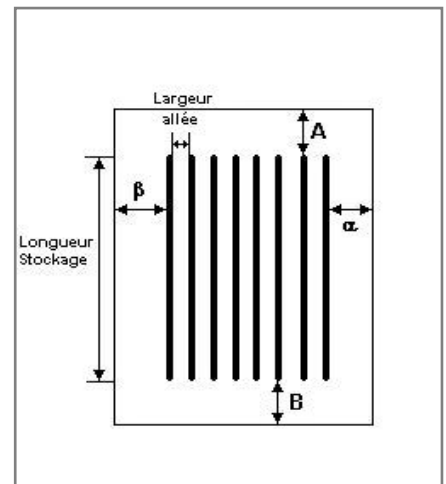
### Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>15</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>15</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallique simple peau</b>
Nombre d'exutoires	<b>10</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3.0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2.0</b>



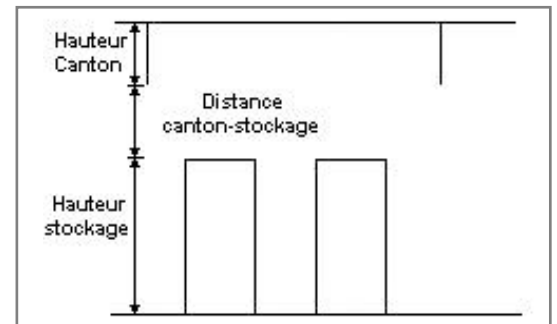
**Stockage de la cellule : Cellule n°1**

Nombre de niveaux	<b>6</b>
Mode de stockage	<b>Rack</b>
<b>Dimensions</b>	
Longueur de stockage	<b>67.0 m</b>
Déport latéral a	<b>0.3 m</b>
Déport latéral b	<b>0.3 m</b>
Longueur de préparation A	<b>0.5 m</b>
Longueur de préparation B	<b>16.2 m</b>
Hauteur maximum de stockage	<b>10.0 m</b>
Hauteur du canton	<b>1.0 m</b>
Ecart entre le haut du stockage et le canton	<b>2.7 m</b>



**Stockage en rack**

Sens du stockage	<b>dans le sens de la paroi 1</b>
Nombre de double racks	<b>5</b>
Largeur d'un double rack	<b>2.7 m</b>
Nombre de racks simples	<b>2</b>
Largeur d'un rack simple	<b>1.4 m</b>
Largeur des allées entre les racks	<b>3.2 m</b>



**Palette type de la cellule Cellule n°1**

**Dimensions Palette**

Longueur de la palette :	<b>0.9 m</b>	<b>La longueur de la palette est très inférieure à la largeur du rack.</b>
Largeur de la palette :	<b>0.9 m</b>	
Hauteur de la palette :	<b>1.5 m</b>	
Volume de la palette :	<b>1.2 m<sup>3</sup></b>	
Nom de la palette :	<b>Bat_Module</b>	Poids total de la palette : <b>0.0 kg</b>

**Composition de la Palette (Masse en kg)**

<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>
<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>
<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>
<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

**Données supplémentaires**

Durée de combustion de la palette :	<b>17.0 min</b>
Puissance dégagée par la palette :	<b>1200.0 kW</b>



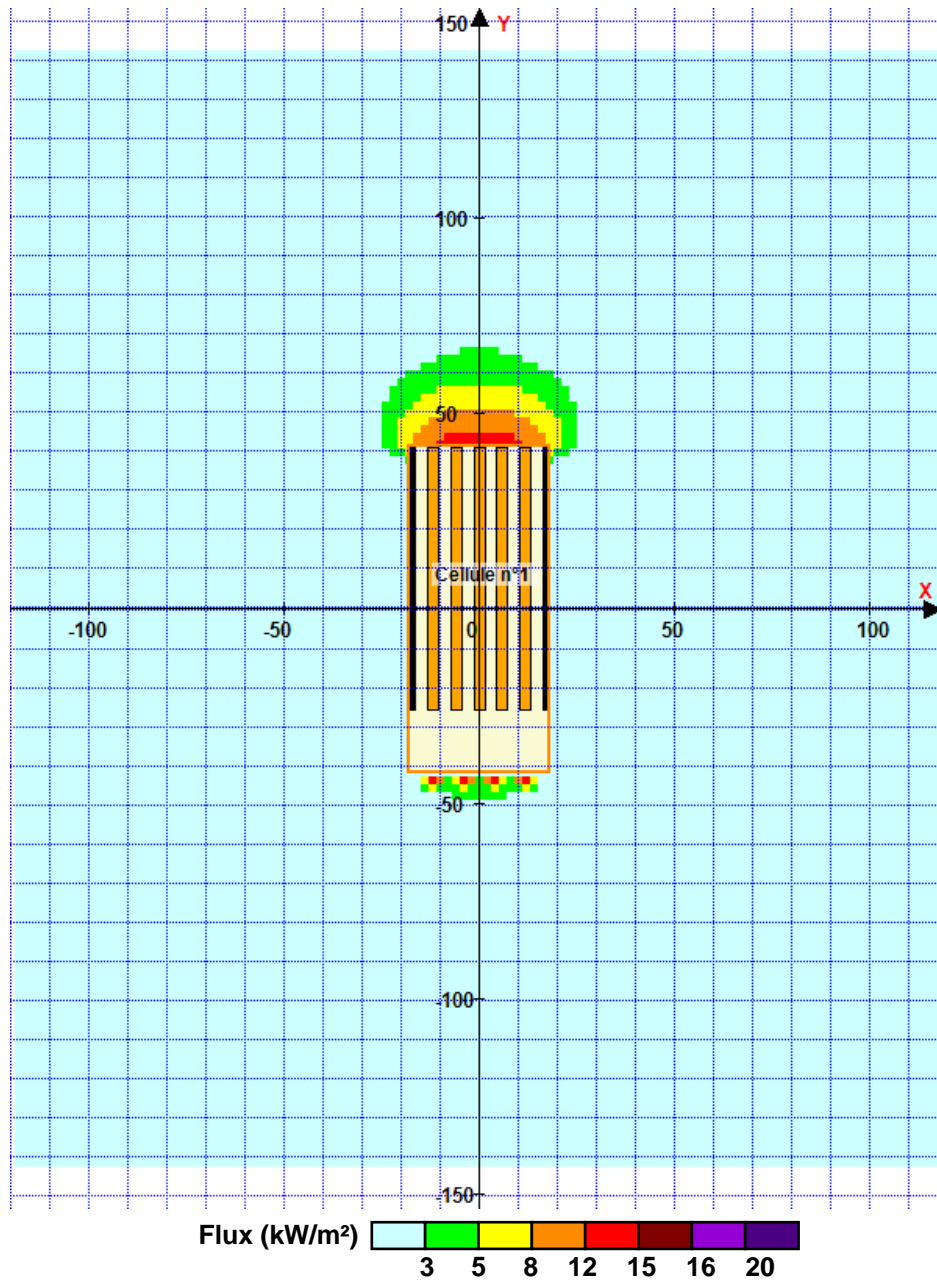


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **133.0** min

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

OTE Ingénierie

*Modélisation Flumilog d'un incendie d'entrepôt de  
batteries Li-ion*

*Version du 21/03/23*

Document de travail

# Hypothèses faites pour la modélisation Flumilog

Approche : assimiler la palette type ICPE 1510 à une palette constituée (uniquement) de modules de cellules Li-ion (NMC)

Il est supposé qu'un module est constitué de 12 cellules. La capacité d'une cellule étant de 0,4 kWh, le module est supposé avoir une capacité de 4,5 kWh. Les dimensions d'un module sont approximativement  $L = 0,92 \text{ m} \times l = 0,44 \text{ m} \times H = 0,22 \text{ m}$ .

Les dimensions classiques d'une palette type ICPE 1510 correspondent approximativement à l'encombrement de 14 modules répartis de la façon suivante :

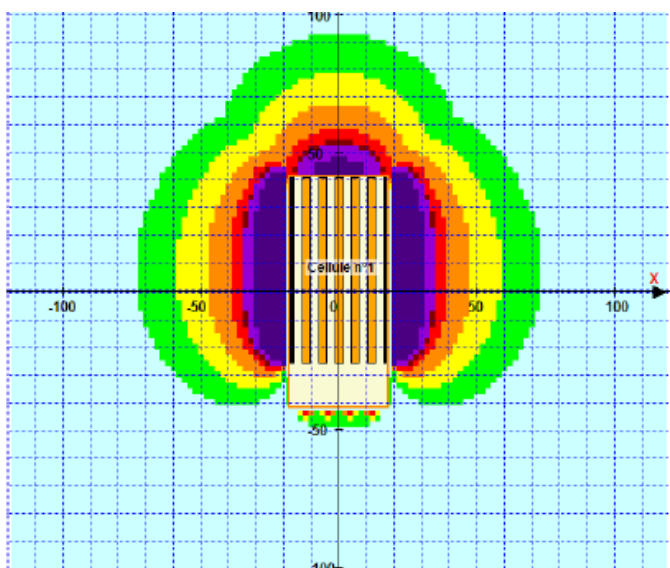
- / Selon la longueur (L) : 1 rangée de modules
- / Selon la profondeur (l) : 2 rangées de modules
- / Selon la hauteur (H) : 7 rangées de modules

Dans une palette type ICPE 1510, on peut donc stocker une capacité totale de batteries de l'ordre de 63 kWh. Selon un modèle Ineris, développé en interne sur la base d'essais réalisés par l'Institut lui-même, l'incendie d'une telle palette de batteries chargées à 100% peut générer une puissance thermique de 4000 kW sur une durée de 20 min (avec un pic de puissance à 9000 kWh).

Pour comparaison, le profil de puissance d'une palette ICPE 1510 est de 1520 kW sur une durée de 45 min.

# Calcul des flux thermiques

Flumilog « spécifique » sur palette batteries chargées à 100%



Flumilog « spécifique » sur palette batteries chargées à 30%

