

# Rapport d'étude

TEA240012\_P001\_VA

ACERE Groupe  
Pôles VRD & Bâtiments / Lumière / Réseaux & Énergie  
271 rue Camille Desmoulins  
69400 VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE

## Projet de modernisation du port fluvial du Beaujolais Mission G2-PRO

Port fluvial du Beaujolais  
69400 VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE

### VOTRE INTERLOCUTEUR

Mamadou SOW  
06.47.46.77.94

[m.sow@technosol-gengis.fr](mailto:m.sow@technosol-gengis.fr)

SIÈGE SOCIAL  
13, route de la Grange aux  
Cercles  
91160 Ballainvilliers  
01 69 09 14 51  
[contact@technosol-gengis.fr](mailto:contact@technosol-gengis.fr)  
[technosol-gengis.fr](http://technosol-gengis.fr)



## RÉFÉRENCES

N° Affaire	TEA240012_P001_VA	Pièce	P001
Réf. du client			

## CLIENT

Nom et adresse	ACERE Groupe Pôles VRD & Bâtiments / Lumière / Réseaux & Énergie 271 rue Camille Desmoulins 69 400 VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE
Nom du contact et coordonnées	M. Pierre-Clément PERDRIX 06.23.17.82.92 <a href="mailto:ppx@acere-groupe.fr">ppx@acere-groupe.fr</a>

## INTERVENANTS TECHNOSOL

Rédacteur	Mamadou SOW	Accord pour diffusion
Vérificateur	Pierre COSTE	
Superviseur	Hervé WRIGHT	

## STATUT DU RAPPORT

Version	Date	Détails
A	19/04/24	Version initiale

MOD\_IET\_TEC\_052

## CERTIFICATIONS DE TECHNOSOL





<b>1. PRESENTATION GENERALE.....</b>	<b>5</b>
1.1. DEFINITION DE LA MISSION .....	5
1.2. OBJECTIFS DE LA MISSION.....	6
1.3. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE.....	7
1.4. DOCUMENTS DE REFERENCE .....	8
<b>2. SITUATION ET CARACTERISTIQUES DU SITE .....</b>	<b>9</b>
<b>3. CARACTERISTIQUES DU PROJET .....</b>	<b>10</b>
<b>4. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET RISQUES NATURELS.....</b>	<b>11</b>
4.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE PREVISIBLE .....	11
4.2. HYDROLOGIE.....	12
4.3. RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES .....	14
4.4. SISMICITE.....	15
<b>5. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>17</b>
5.1. CONCEPTION DU QUAI .....	17
5.2. PATHOLOGIES IDENTIFIEES.....	22
<b>6. SYNTHESE GEOTECHNIQUE .....</b>	<b>28</b>
6.1. PRESENTATION DES DIFFERENTES CAMPAGNES DE RECONNAISSANCES.....	28
6.2. NATURE DES SOLS RECONNUS .....	32
6.3. RESULTATS DES ESSAIS PRESSIOMETRIQUES .....	38
6.4. RESULTATS DES SONDAGES AU PENETROMETRE DYNAMIQUE .....	41
6.5. ANALYSES SPECIFICITES LOCALES .....	45
6.6. SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE.....	48
6.7. ESSAIS EN LABORATOIRE .....	52
<b>7. ANALYSE DES CAUSES POSSIBLES DES DESORDRES .....</b>	<b>54</b>
7.1. PLATEFORME DE STOCKAGE.....	54
7.2. MUR DE QUAI.....	55
<b>8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>57</b>
8.1. SYNTHESE GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	57
8.2. RAPPEL DU PROJET .....	59
8.3. PRINCIPES DE CONFORTEMENT .....	59
8.4. TERRASSEMENT .....	61
8.5. RENFORCEMENT DE SOL PAR INCLUSIONS RIGIDES .....	62
8.6. SOUTÈNEMENT DU MUR DE QUAI.....	71
<b>9. ALEAS RESIDUELS ET ETUDES COMPLEMENTAIRES.....</b>	<b>86</b>



## ANNEXES

1	Enchaînement et classification des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013
2	Plan de situation
3	Plan d'implantation des sondages
4	Coupes des sondages et photographies des sondages à la pelle
5	Résultats des essais en laboratoire
6	Liste détaillée des données bibliographiques
7	Résultats des calculs des inclusions rigides sous logiciel FOXTA
8	Résultats des calculs du mur de quai sous logiciel K-REA



# 1. Présentation générale

## 1.1. Définition de la mission

A la demande et pour le compte de ACERE Groupe, nous avons procédé à une reconnaissance de sols, et à une étude géotechnique dans le cadre du projet de modernisation du port fluvial du Beaujolais, sur la commune de VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE (69).

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus dans le cadre d'une mission d'exécution de sondages et d'essais in situ et en laboratoire, et d'une étude géotechnique de conception phase projet (mission d'ingénierie géotechnique classée G2 PRO selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 ; cf. pièces jointes en annexe).

Conformément à la demande, les phases AVP et PRO de l'étude G2 ont été menées simultanément. L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique devra être respecté dans les développements futurs de cette opération, avec notamment la réalisation d'une mission G3/G4 en phase exécution.



## 1.2. Objectifs de la mission

Les objectifs de la mission sont :

- faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique et hydrogéologique du site, ainsi que sur les risques naturels connus (retrait-gonflement des argiles, cavités souterraines, inondation...) ;
- **analyser et synthétiser l'ensemble des documents disponibles** concernant les reconnaissances, travaux et incidents ayant eu lieu sur le site depuis la construction du quai en 1978 (cf. §5). Cette analyse visera notamment à chercher les liens entre les pathologies identifiées depuis la construction de l'ouvrage et les résultats des reconnaissances et diagnostics disponibles ;
- faire une visite du site et des alentours ;
- réaliser un programme d'investigations géotechniques spécifique in-situ et en laboratoire, en assurer le suivi technique et en exploiter les résultats ;
- identifier les circulations d'eau souterraines, et éventuellement celui de la nappe phréatique ;
- définir le modèle géotechnique et hypothèses géotechniques à retenir pour l'opération au stade Projet ;
- identifier les causes des **désordres identifiés à proximité du quai** et définir les solutions de confortement permettant d'assurer la pérennité de l'ouvrage ;
- identifier les causes des **désordres identifiés au niveau des zones de circulation et de stockage** et définir les solutions de confortement permettant d'assurer une portance suffisante à long terme ;
- déterminer l'état de **l'infrastructure de la voie ferrée**, la portance de la plateforme actuelle et définir les dispositions constructives pour assurer une portance suffisante pour un éventuel renouvellement de l'infrastructure ;
- donner les sujétions géotechniques générales d'exécution des ouvrages géotechniques pour le projet ;
- définir les investigations complémentaires éventuelles nécessaires pour lever les aléas résiduels subsistants.

Ont été exclues de cette mission, les prestations suivantes :

- toute recherche de pollution des sols ou de l'eau de la nappe ;
- l'étude des niveaux caractéristiques de la nappe (étude NPHE à mener par un hydrogéologue) ;
- toute approche des quantités, coûts et délais d'exécution des ouvrages géotechniques.



### 1.3. Campagne de reconnaissance

Dans le cadre de notre mission, afin de préciser la nature des sols et de déterminer leurs caractéristiques mécaniques, leur classification GTR selon la norme NF P 11-300, et la faisabilité du recyclage des agrégats d'enrobés, nous avons procédé à la réalisation des investigations géotechniques suivantes :

- 7 sondages de reconnaissance géologique à la mini-pelle, notés PM1, PM2, PM3, PM4, PM5, PM6 et PM7, descendus entre 3,1 m et 3,2 m de profondeur ;
- 2 sondages de reconnaissance de fondation au droit des rails, notés RF1 et RF2 ;
- 20 sondages réalisés au pénétromètre dynamique lourd de type GIZZLY, notés PD1 à PD20 et descendus à des profondeurs allant jusqu'à 6,0 m. Ils ont permis d'apprécier les caractéristiques mécaniques et d'identifier des limites de couches des sols traversés,
- les analyses en laboratoire suivantes, réalisées sur des échantillons de sols prélevés dans les sondages à la mini-pelle :
  - ✓ 8 mesures de la teneur en eau naturelle des sols,
  - ✓ 8 analyses granulométriques,
  - ✓ 8 mesures des limites d'Atterberg ou de la Valeur de Bleu Sol (VBS),
  - ✓ 8 mesures de l'Indice Portant Immédiat (IPI) à la teneur en eau naturelle,
  - ✓ 3 analyses FEA pour l'étude de faisabilité du recyclage des agrégats d'enrobés (teneur en liant soluble, analyse granulométrique après désenrobage, point de ramollissement),
  - ✓ 3 essais amiante sur enrobé selon l'arrêté d'Octobre 2019.

Notre intervention sur le site (cf. plan de situation joint en annexe) s'est déroulée du 29 janvier au 1<sup>er</sup> février 2024.

Les sondages ont été implantés conformément au plan schématique joint en annexe en fonction de l'occupation du site au moment de notre intervention.

Dans la suite de notre rapport, toutes les profondeurs sont données par rapport à la tête des sondages qui correspond au niveau du terrain au moment de notre intervention.

Par ailleurs, nous avons procédé à leur nivellement en prenant comme référence altimétrique le plan de nivellement afférent au projet (cf. plan d'implantation des sondages joint en annexe).

En outre, nous nous appuyerons sur les résultats d'investigations géotechniques antérieures mises à notre disposition (cf. §1.4).



## 1.4. Documents de référence

Les pièces afférentes à cette étude sont :

- [1.] La demande de devis de ACERE du 24/07/2023
- [2.] Notre devis référencé TED231399-000\_VA du 21/12/23
- [3.] La commande de ACERE Groupe du 17/01/2024
- [4.] 02 fiches techniques des engins de manutentions (non daté, non sourcé)
- [5.] Une note méthodologique sur les enjeux du projet de restauration du quai fluvial (ACERE)
- [6.] Un rapport de diagnostic et d'analyse de contexte d'étude (ACERE, 2023)
- [7.] Un plan des réseaux humides au droit du projet
- [8.] Un rapport synthétique qui répertorie les documents consultables pour la présente étude (ACERE, 2023)
- [9.] Guide pour le recyclage des agrégats d'enrobés dans les mélanges bitumineux à chaud : État de l'art et recommandations, (CEREMA, IDRRIM, Juillet 2021)
- [10.] Des données bibliographiques au format numérique et papier (cf. liste détaillée en annexe)
- [11.] Normes et recommandations :
  - NF P 94-500 : Missions d'ingénierie géotechnique,
  - NF EN 1997 : Eurocode 7 – Calcul géotechnique, et ses normes d'application en France,
  - NF P 94-282 et amendement A1 de 2015, A2 de 2022 : Ouvrages de soutènement – Ecrans,
  - Guide TA 2020 - Règles professionnelles du CFMS relatives à la conception, au calcul, à l'exécution, au contrôle et à la surveillance des tirants d'ancrage,
  - Projet National ASIRI – Recommandations pour la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des ouvrages sur sols améliorés par inclusions rigides verticales.

## 2. Situation et caractéristiques du site

Le site objet de la présente étude se trouvent sur la commune de VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE (69).

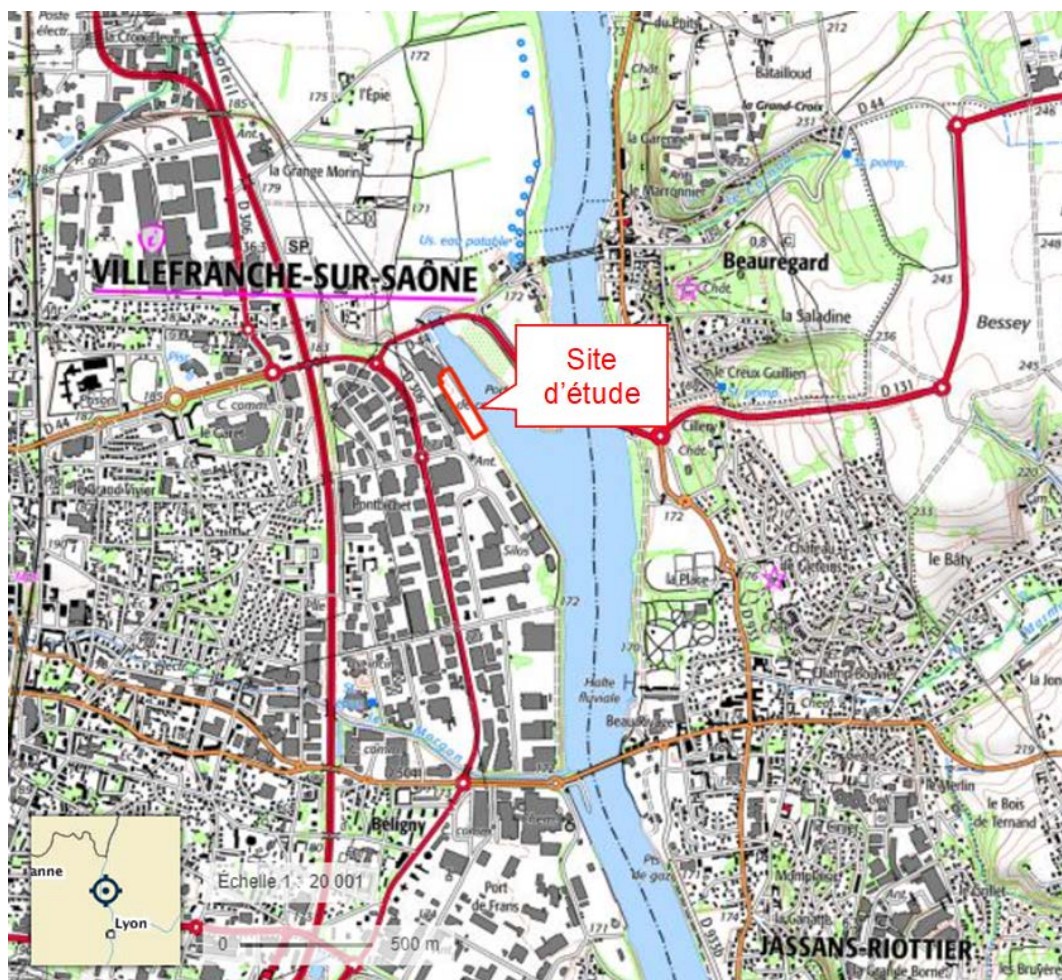


Figure 1 - Localisation du site d'étude

Actuellement, il s'agit d'un quai fluvial en exploitation sur un linéaire d'environ 330 m, au droit d'une darse. Selon les informations en notre disposition sa construction initiale s'est effectuée entre la fin des années 1970 et le début des années 1980 avec une prolongation ultérieure sur 150 m et divers aménagements comme les bâtiments d'exploitation en arrière du quai.

D'un point de vue topographique, la plate-forme du quai se trouve à une cote d'environ 173 m NGF.

### 3. Caractéristiques du projet

Selon les éléments communiqués, le projet consiste en la modernisation des dalles Nord et Sud du port fluvial.

L'étude G2-PRO porte notamment sur le traitement des désordres identifiés dans le cadre du diagnostic établi par ACERE :

#### — Au niveau du quai

Présence d'un écran de soutènement en palplanches tirantées.

Affaissements des berges en extrémité sud de l'écran (glissement).

Déformations du rideau de palplanches vers la darse.

Apparition de « jours » entre le quai et le rideau de palplanches.

Apparitions de fontis ayant fait l'objet de traitements.

Les données disponibles indiquent notamment que le rideau de palplanches a été réalisés en plusieurs phases avec une partie centrale comprenant des tirants actifs (câbles) et des extensions nord et sud comprenant des tirants passifs (clous).

Les tirants actifs ont fait l'objet d'expertises et de travaux de réparation et de protection à la fin des années 1980, suite à la détection de défauts de protection et d'une corrosion prématurée.

#### — Au niveau de la voie ferrée

Infrastructure détériorée, pourrissement des traverses, dégradation du revêtement.

#### — Au niveau des zones de circulation et de stockage

Revêtement (enrobé bitumineux) détérioré voire absent, nids de poule avec rétention d'eau, faïençage, poinçonnement par les patins des grues.

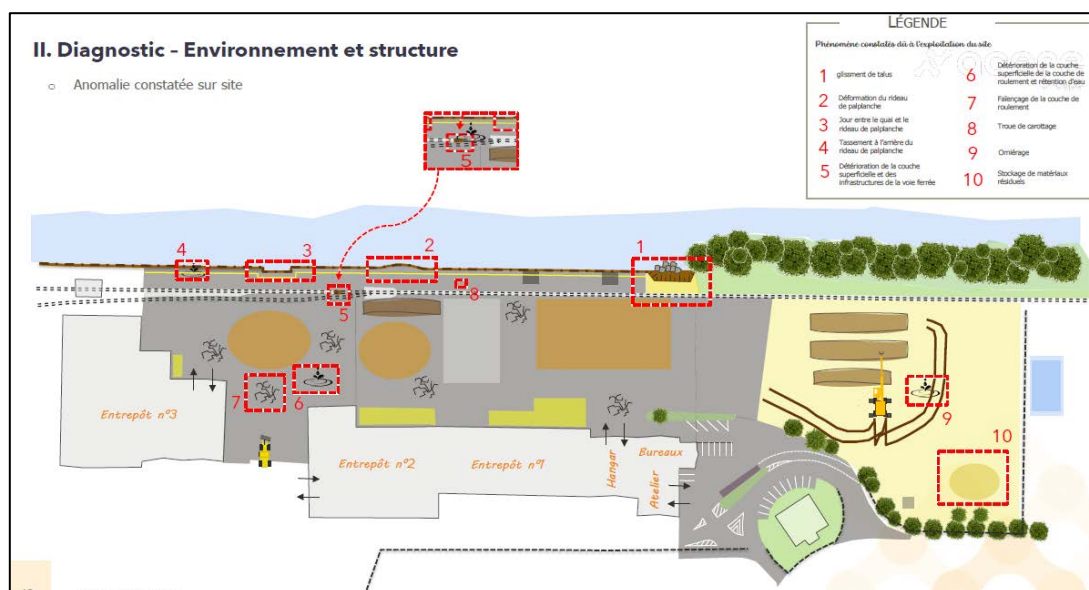


Figure 2 - Cartographie des désordres identifiés (source : Diagnostic ACERE)

## 4. Contexte géologique et risques naturels

### 4.1. Contexte géologique prévisible

D'après les éléments en notre possession, nous devons mettre en évidence dans ce secteur, des sols constitués :

- des remblais compte tenu de l'aménagement du site,
- des Alluvions anciennes, récentes et actuelles de fond de vallée, occupant le lit majeur de la Saône. Leur épaisseur, reconnue par sondages, varierait de 10 à 15 m environ et comprennent du sommet à la base :
  - des limons jaunes de débordement avec de fines intercalations sableuses et graveleuses (2 à 3 m) ;
  - des argiles grises (quelques mètres) ;
  - des cailloutis et sables grossiers (6-10 m).

Par ailleurs, un forage de la base de données du sous-sol de 15 m de profondeur, disponible sur infoterre et situé à 80 m des limites du site d'étude a mis en évidence la succession lithologique suivante :

- Remblai : graves sablo-argileuses de 0 à 2,6 m/TN ;
- Sable argilo-graveleux ocre avec une couche de 10 cm de vase à la base ;
- Argile grise à ocre avec des intercalation de limon argileux et de sable argileux jusqu'à 8,4 m de profondeur ;
- Sable graveleux jusqu'à la base du forage avec des niveaux de limon argileux et de sable fin.



Figure 3 - Carte géologique de Villefranche au 1/50 000 (Infoterre.BRGM.fr)

## 4.2. Hydrologie

Par la suite d'une consultation de site internet du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (<http://www.georisques.gouv.fr>) concernant la sensibilité aux risques d'inondation, nous constatons que le site d'étude se trouve en zone potentiellement sujette aux débordements de cours d'eau et/ou de nappe (cf. extrait de carte ci-après).

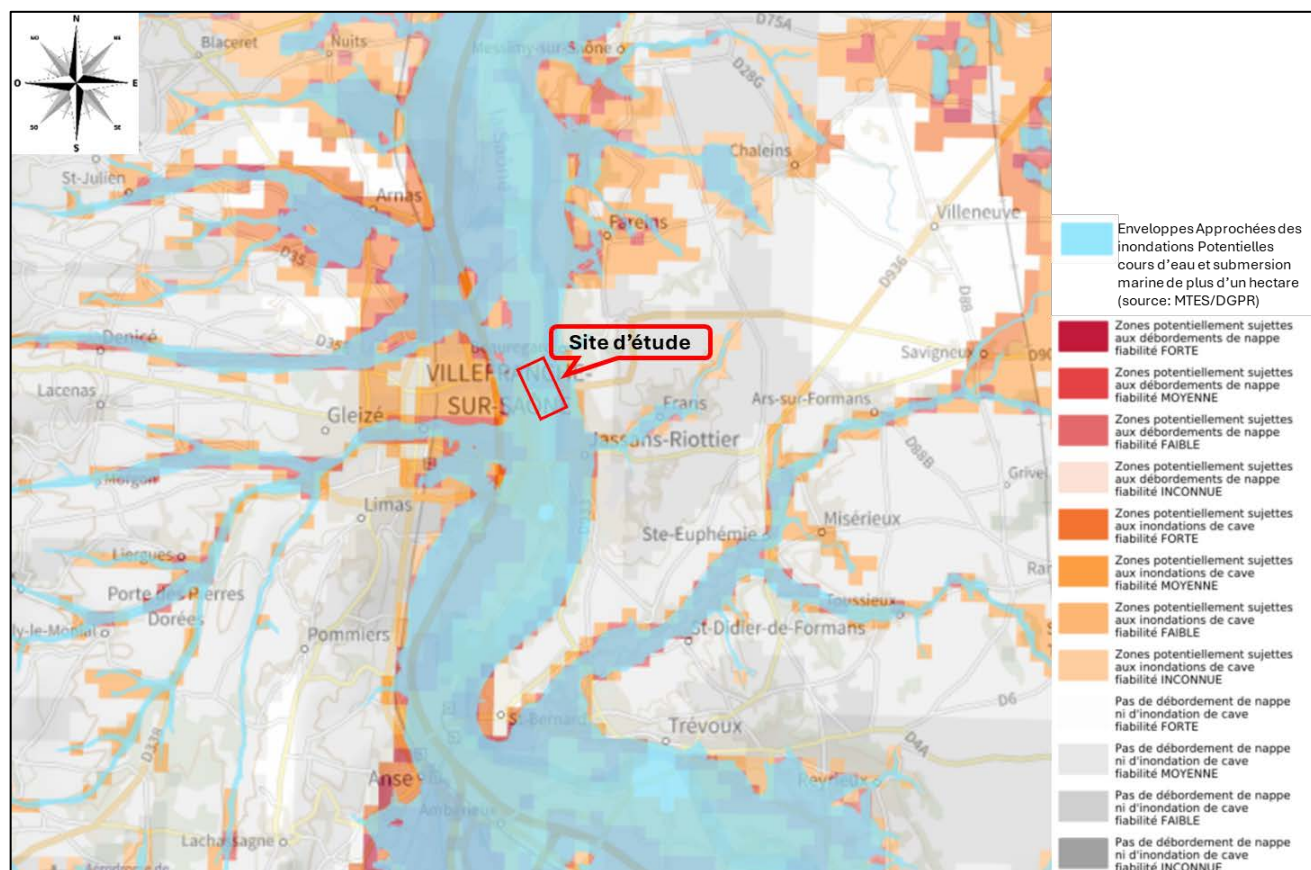


Figure 4 - Carte des risques d'inondation (georisques.gouv.fr)

Selon la cartographie du PPRNi du Val de Saône, relative aux cotes de référence en crue centennale de la Saône (établi : Novembre 2012) et consultable sur le site internet <https://www.rhone.gouv.fr>, le niveau de l'eau est susceptible de remonter jusqu'à 173,9 NGF (cf. extrait de carte ci-après) au droit de notre site d'étude. Soit au-dessus du niveau actuel de la plateforme de stockage qui se trouve au plus haut à environ 173 m NGF en arrière du quai fluvial.

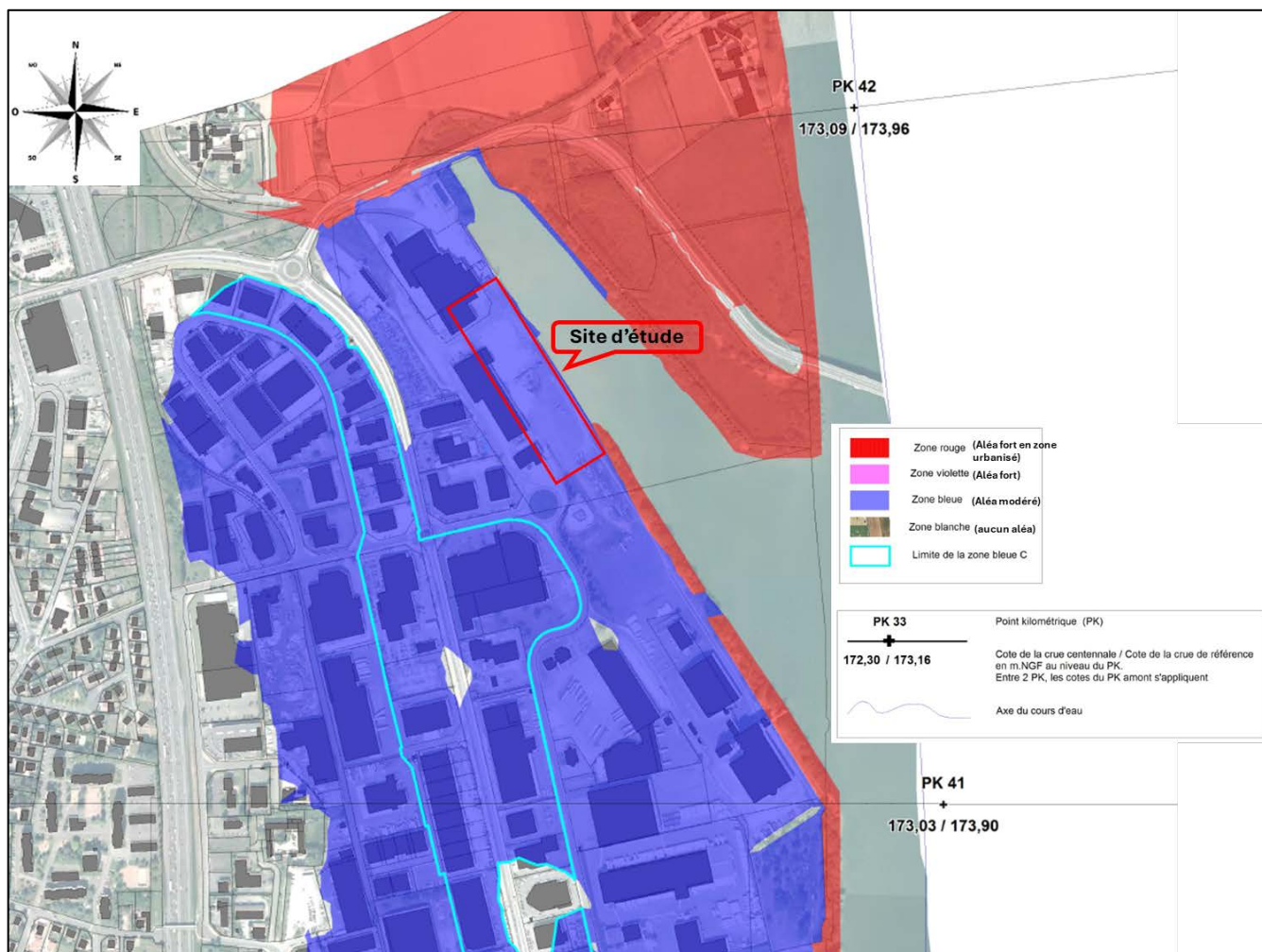


Figure 5 - Carte des cotes de référence en crue centennale de la Saône([www.rhone.gouv.fr](http://www.rhone.gouv.fr))

### 4.3. Retrait-gonflement des argiles

Nous avons consulté le site internet du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (<http://www.georisques.gouv.fr>) concernant l'exposition au retrait-gonflement des argiles et il en découle que le site du projet se trouve dans une zone d'exposition moyenne (extrait de carte ci-après).

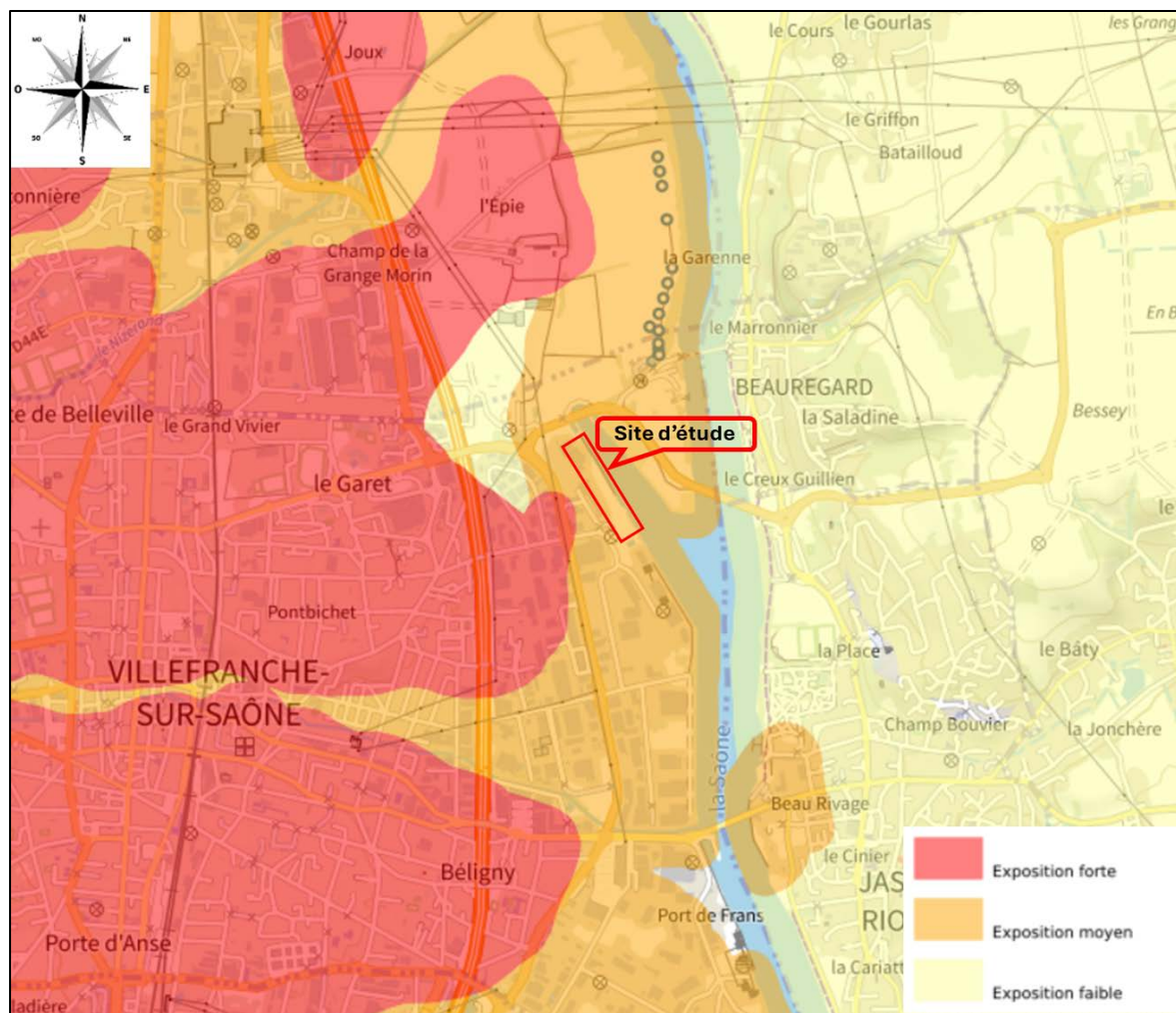


Figure 6 - Extrait de la cartographie de l'exposition au retrait-gonflement ([georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr))

Les zones d'exposition moyenne correspondent à des formations argileuses minces ou discontinues, présentant une proportion argileuse non prédominante, où les minéraux argileux gonflants sont en proportion équilibrée et dont le comportement géotechnique indique un matériau moyennement sensible au phénomène.

## 4.4. Sismicité

Selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français, entré en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011, la commune de Villefranche-Sur-Saône, est située en zone de sismicité **faible** (zone 2).

Par conséquent, les règles de construction parasismique ne concerneront le projet que si le quai abrite des bâtiments de catégorie d'importance II, III ou IV (selon l'Eurocode 8).

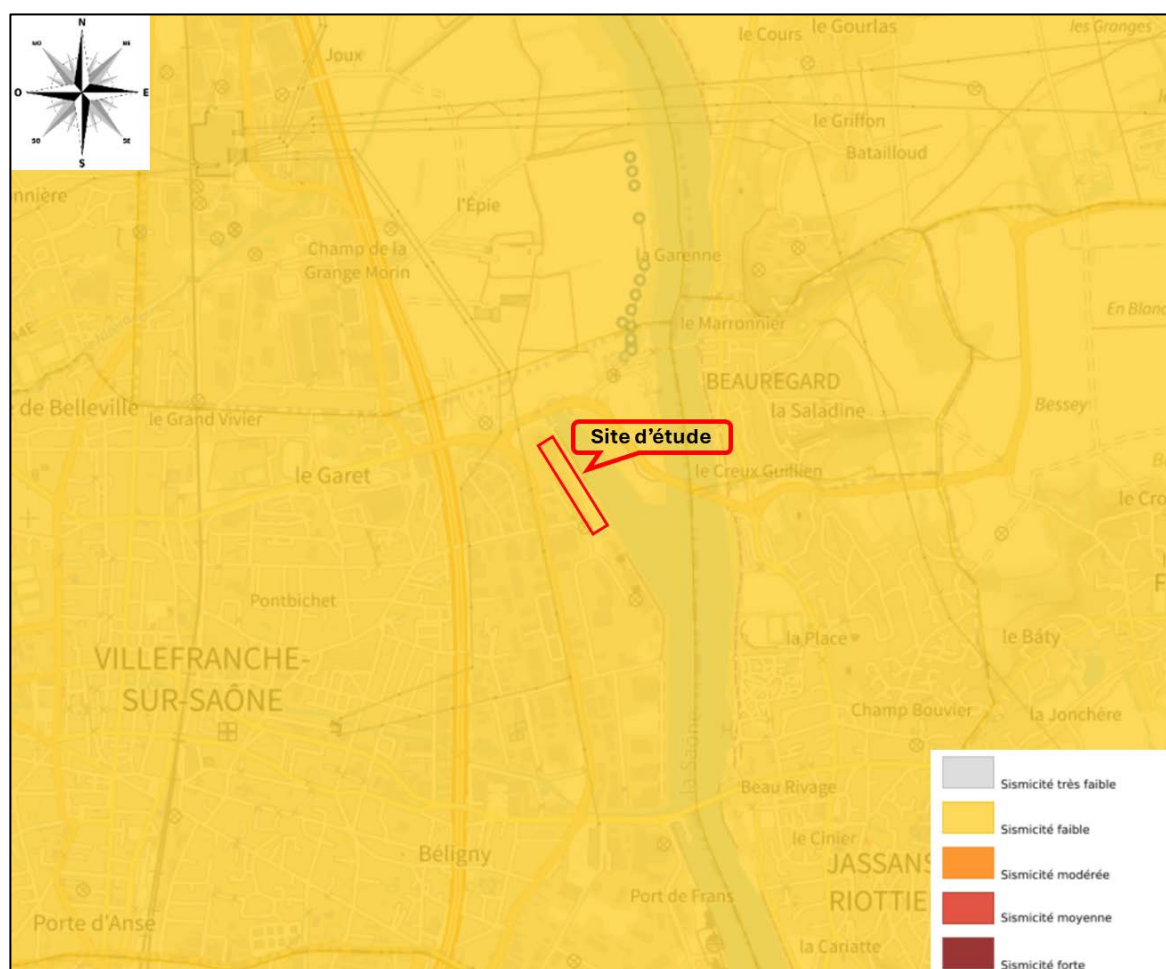






Figure 7 - Extrait de la cartographie d'aléa sismique (georisques.gouv.fr)



Catégorie d'importance des bâtiments				
I	II	III	IV	
				
Zones de sismicité				
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2				
Zone 3	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$	
Zone 4	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$	
Zone 5	CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_g=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_g=3 \text{ m/s}^2$	

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

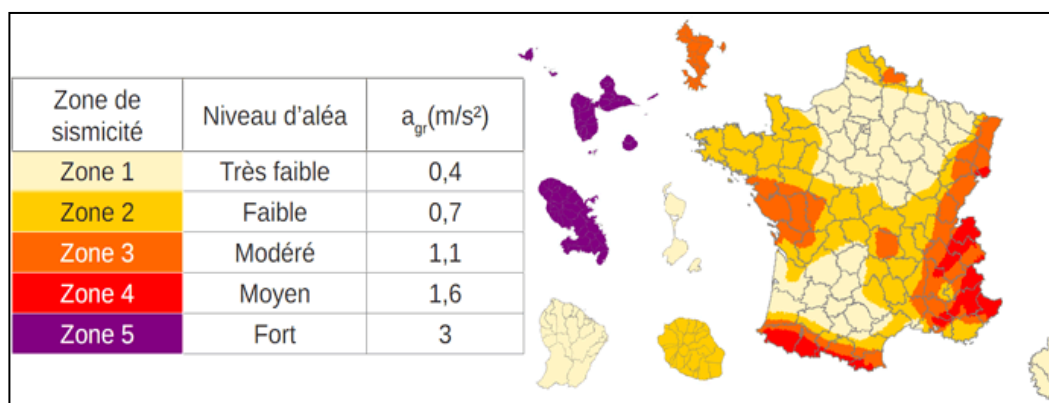


Figure 8 - Zonage sismique du territoire français

## 5. Synthèse bibliographique

### 5.1. Conception du quai

D'après les données de bibliographies disponible le port fluvial de Villefranche-Sur-Saône aurait été construit en plusieurs phases avec une longueur totale de mur de quai de 330 ml :

- une construction initiale de 140 ml en 1978 avec le creusement de la darse (tronçon 1),
- une extension au sud de 150 ml en 1981 (tronçon 2),
- une nouvelle extension au sud d'environ 40 ml postérieure à 1981 mais sans données bibliographique à notre disposition (tronçon 3).

Cette répartition est cohérente avec l'inspection visuelle des têtes de tirants réalisée fin 2023 (source n° 7).



Figure 9 - Délimitation des différents tronçons du mur de quai (extrait plan d'implantation des sondages)

La conception des différents quais est déterminée sur la base des documents bibliographiques disponibles qui sont très complets pour le tronçon 2, limités pour le tronçon 1 et nuls pour le tronçon 3 :

#### — Tronçon 1 :

Le rideau est composé de palplanches Larsen IVs de 17,5 m de hauteur ancrées au moyen d'un contre-rideau en palplanches Larsen IIs de 3,0 m de hauteur situé à 17 m à l'arrière du mur de quai (sources n°30 et n°34). La tête du contre-rideau se situe à la cote 169,5 m NGF (soit environ 3,5 m sous la plateforme actuelle) et les tirants, en barre pleine de diamètre 75 mm, sont espacés horizontalement de 2,0 m et se trouve à la cote 168,0 m NGF ce qui est cohérent avec l'inspection des têtes de tirants (source n°7) qui les situent à 4,8m du sommet des palplanches. Les tirants sont donc vraisemblablement disposés horizontalement dans le terrain et accrochés à mi-hauteur du contre-rideau.

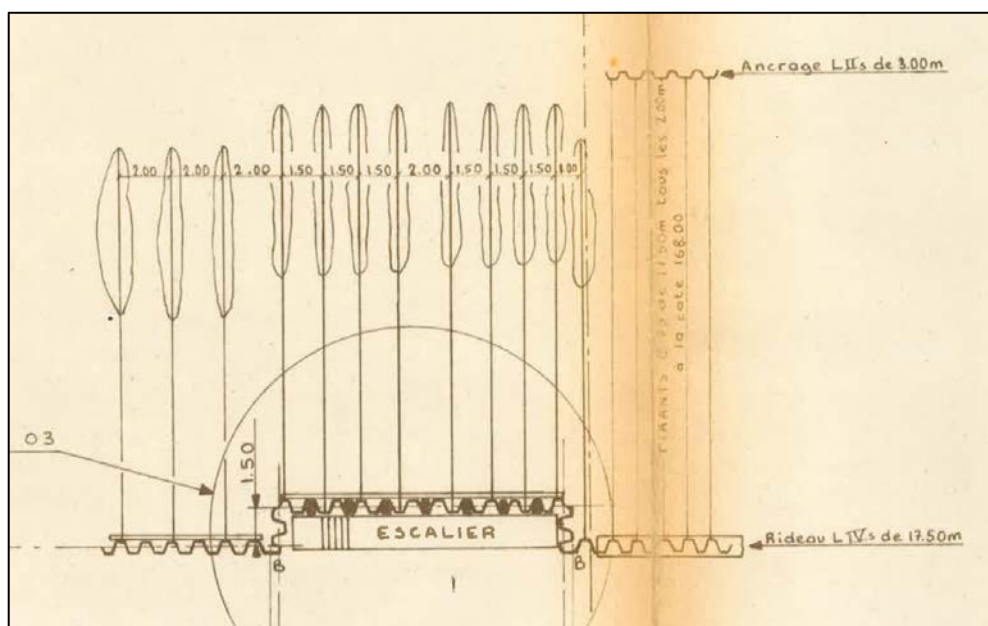


Figure 10 - Extrait plan de construction du tronçon 2 montrant la configuration du tronçon 1 (source n°34)

#### — Tronçon 2 :

Le rideau est composé de palplanches Larsen IVs E 24 SP de 17,5 m de hauteur ancrées au moyen de tirants à câbles précontraints, inclinés de 35° sur l'horizontale et d'une longueur totale de 15,0 m ( $L_{\text{scellement}} = 9,50 \text{ m}$  et  $L_{\text{Libre}} = 5,50 \text{ m}$ ). Les câbles, formés de 11 torons T 13, sont espacés horizontalement de 2,0 m et se trouve à la cote 168,0 m NGF ce qui est cohérent avec l'inspection des têtes de tirants (source n°7) qui les situent à 4,4m du sommet des palplanches. Il y a un tirant toutes les 4 palplanches, Larsen IV S. Le raidissage du rideau est assuré par une lierne disposée côté remblai formée de 2 UPN 300 boulonnés au rideau en fond des ondes sans tirant.

Pour la plupart des tirants, les torons ont été coupés au ras des têtes après mise en tension (environ 92 t). En anticipation d'un prolongement ultérieur du mur, le tirant situé à l'extrémité Sud du quai n'a pas été tendu à la tension prévue et les torons ont été laissés sans les recouper de façon à permettre la reprise de la tension : la tension a été limitée à 61 tonnes pour un mouvement relatif de 41 mm, homologue aux tirants courants.

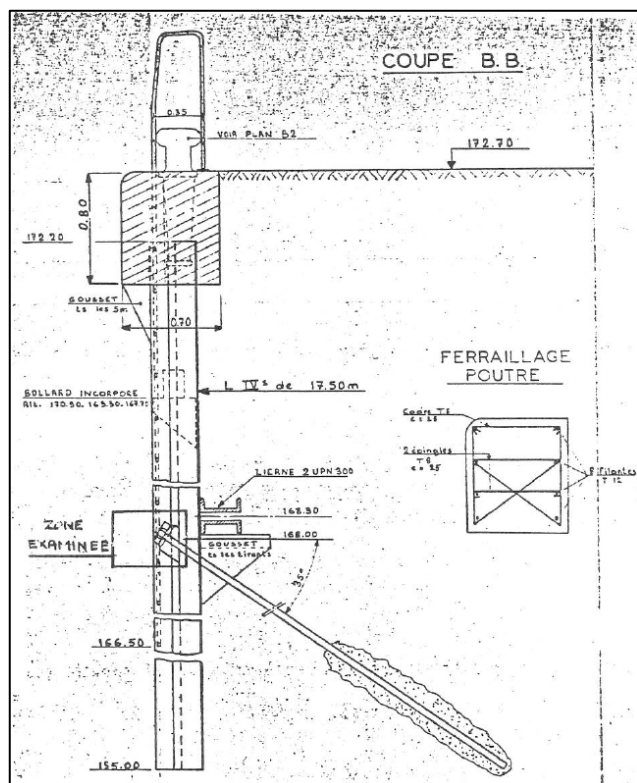


Figure 11 - Coupe type rideau tronçon 2 (source n°34)

Le phasage de la construction a été le suivant (source n°46) :

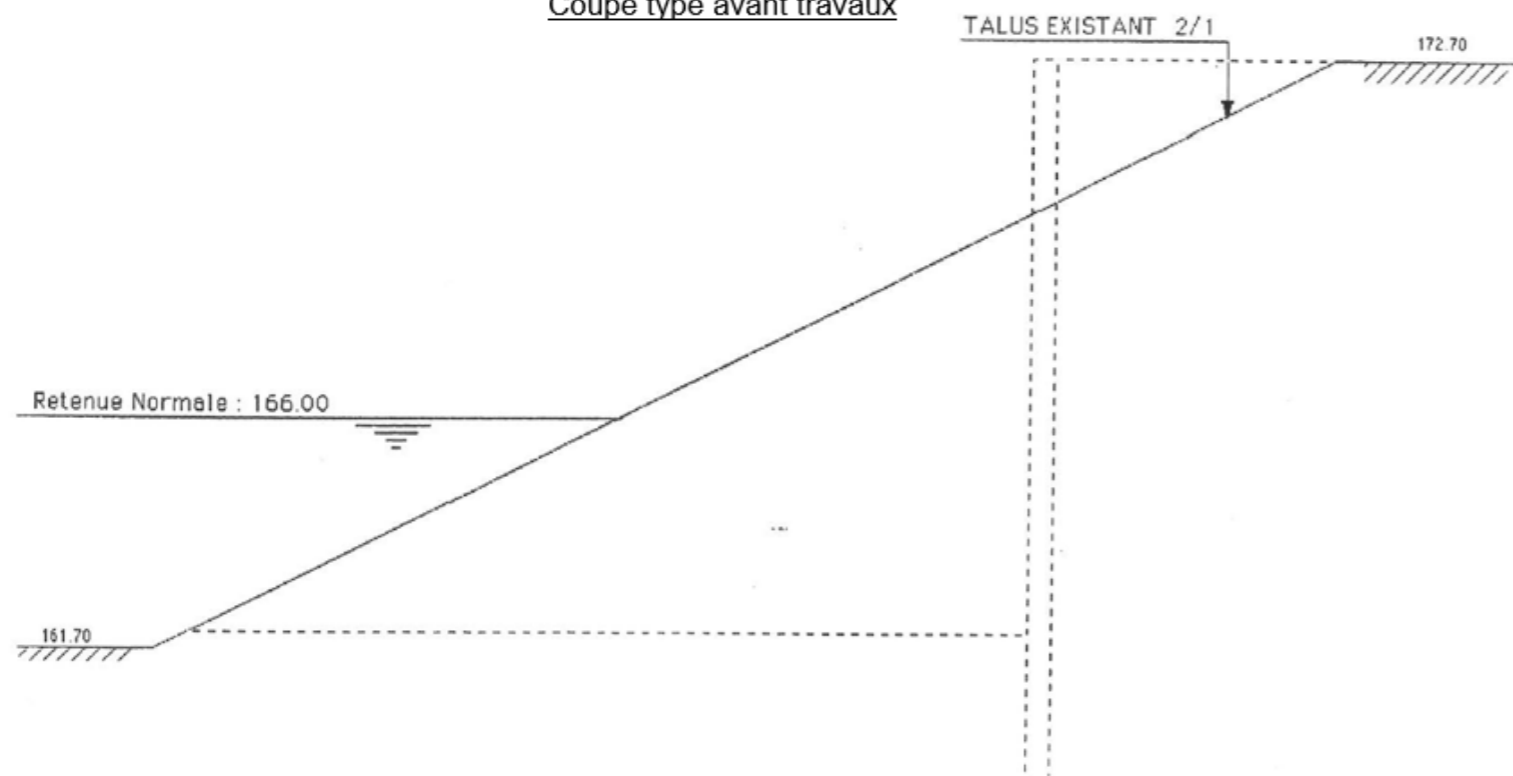
- terrassement à la cote 167,5 m NGF environ ;
- mise en place de palplanches de type Larsen IVs de 17 m de longueur environ jusqu'à la cote 155 m NGF, et de tirants tous les deux mètres, inclinés de 35° ;
- remblaiement jusqu'à la cote 168 m NG ;
- mise en tension des tirants (92 Tonnes environ) ;
- achèvement du remblaiement et exécution d'une poutre de couronnement.

Les schémas ci-dessous tirés du rapport d'analyse de stabilité du mur du quai par le CETE (source n°25) résument les différentes phases de construction du tronçon 2 :

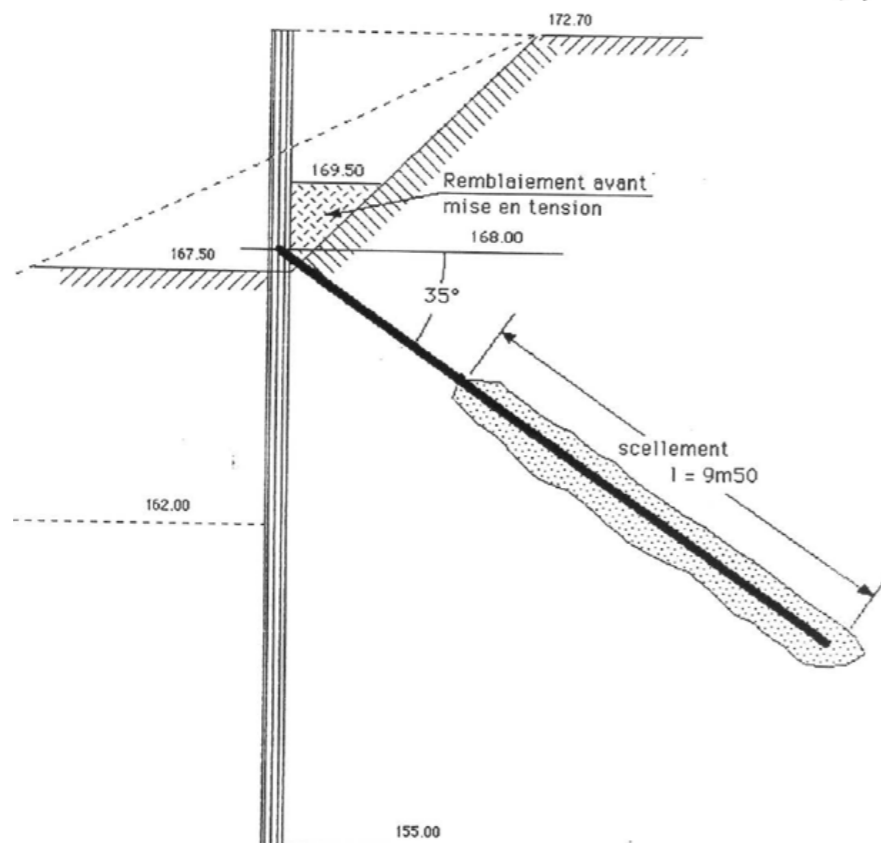
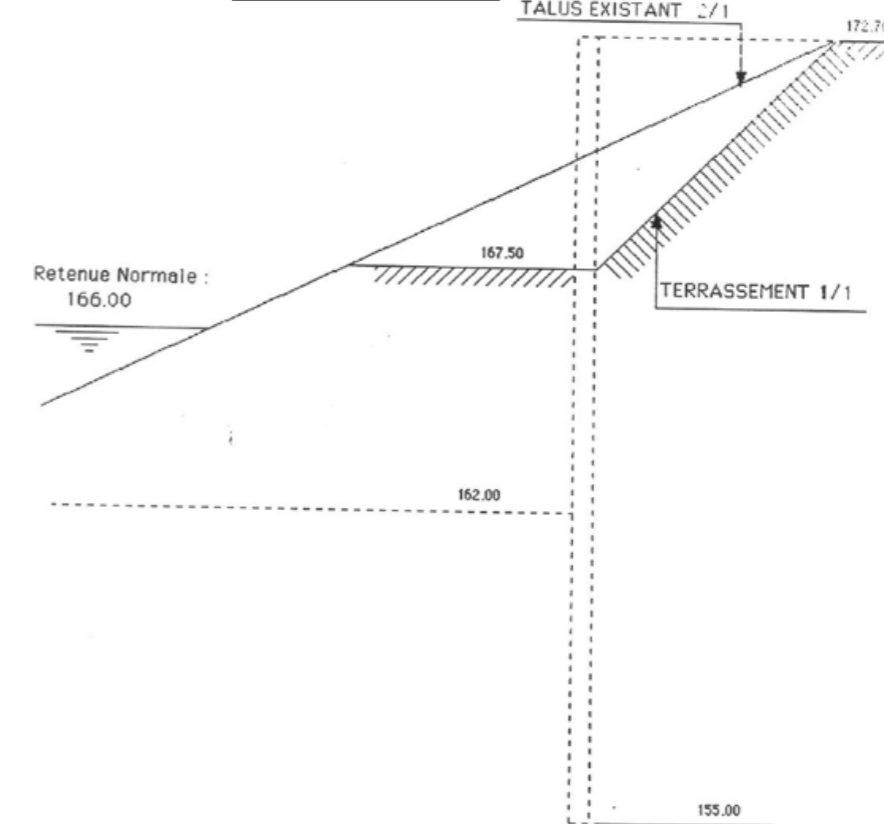
:



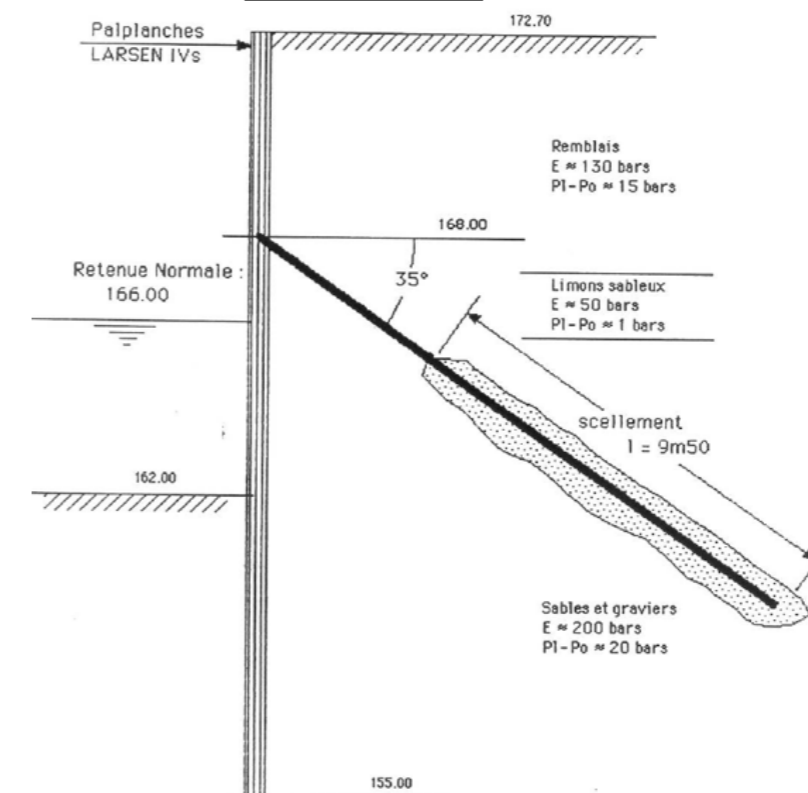
Coupe type avant travaux



Coupe type – Phase 1



Coupe type – Phase 3





Le quai a été construit à partir d'une plateforme de travail arasée vers la cote 167, la retenue normale du bief étant 166. A partir de cette cote les palplanches ont été mises en fiche et battues, les tirants forés et scellés. Comme la tête d'ancrage, des tirants inclinés à 35° sur l'horizontale est située à la cote 168, sur une certaine longueur, les tirants en arrière du rideau étaient à l'air au moment de la construction.

Le remblaiement sur 5 m de hauteur a été effectué à partir de matériaux sablo-graveleux extrait auparavant par dragage, deux phases principales ont eu lieu :

- 1<sup>ère</sup> phase sur 2,50 m environ, suivie de la mise en tension des tirants.
- 2<sup>ème</sup> phase achèvement des 2,50 m supérieurs et exécution de la poutre de couronnement.

La longueur libre est protégée par un tube PVC 83,6 x 90 rempli de brai époxy lors de la préfabrication du tirant.

Pour protéger lors du remblaiement ultérieur la partie supérieure du tirant, un tube PVC diamètre 100 mm environ (de 5 m de longueur au dire de l'entreprise EMCC) a été mis en place au voisinage de la tête du tirant.

### — Tronçon 3 :

Nous ne disposons pas de documents bibliographiques concernant ce tronçon du mur de quai. Nous pouvons faire l'hypothèse qu'il a été construit certainement après 1981 et probablement après 1989.

Selon l'inspection des têtes de tirants de fin 2023 (source n°7), il est composé de 34 palplanches de 1200 mm de largeur (soit environ 41 ml) avec des tirants en barre creuse autoforante et dont la tête se situe à 3,8 m de la tête des palplanches (soit autour de la cote 169 m NGF). Compte tenu qu'il s'agit de barres autoforeuses et qu'elles présentent une certaine inclinaison par rapport à l'horizontal, on peut supposer qu'il s'agit de tirants passifs ancrés au terrain par scellement (pas de contre-rideau).

## 5.2. Pathologies identifiées

Les documents mis à notre disposition font état de plusieurs anomalies structurelles identifiées au droit du site d'étude. Ces dégradations concernent :

### — La plateforme de stockage du quai :

- Fontis : des fontis sont apparus sur la plateforme, notamment à proximité du mur du quai.

Apparition d'un fontis en mars 2021 de l'ordre de 0,5 m de diamètre dans la bande de 1 m située directement en arrière du mur de quai (source n°12) et d'un autre en septembre 2021 de 2 m de diamètre à environ 2 m du mur de quai et présentant une profondeur de l'ordre de 1,7 m.



Figure 12 – Photo du fontis de mars 2021 (source n°12)

Ils ont fait l'objet d'un diagnostic en juin 2021 (source n°12) et d'une reconnaissance par géoradar en octobre 2021 (source n°13). Cette reconnaissance a mis en avant plusieurs anomalies dont une en particulier autour du fontis de septembre 2021. Le diagnostic conclut que la cause la plus probable de ces désordres est l'entraînement de fines lors des variations brutales du niveau d'eau en crue/décru surtout dans la couche des remblais.

Des travaux de confortement des fontis ont été réalisés par l'Entreprise MAIA Fondations autour de mai 2022. Les documents disponibles ne présentent pas en détail les travaux réalisés par MAIA Fondations mais il s'agit vraisemblablement d'injections et d'une finition en surface par remblaiement (sources n°10 et 11).

- Enfoncement de patin de d'engin de manutention : le 03/10/2023, les patins d'une pelle de 110 tonnes se sont enfoncés au droit de la plateforme à proximité d'une zone diagnostiquée auparavant avec une détérioration de la couche superficielle de la couche de roulement et des rétentions d'eau (cf. figure ci-dessus).



*Figure 13 – Photo du site d'étude : nid de poule et dégradation de la chaussée.*

- Détérioration de la couche superficielle de la couche de roulement et rétention d'eau ;  
Nous avons notamment constaté lors de nos travaux de reconnaissances à la pelle mécanique, une stagnation en surface et des venues d'eau abondantes dans la partie superficielle de la couche de forme au droit de PM3.
- Faïencage de la couche de roulement,
- Tassements,  
Notamment visibles à l'arrière de la poutre de couronnement du mur de quai avec la présence de flaques d'eau stagnantes.
- Orniérage,

— **Le mur de quai et ses éléments structuraux :**

- Déformation des rideaux de palplanches et de la poutre de couronnement dans la partie constituée des tirants câbles (tronçon 2), découverte de jours entre le quai et le rideau de palplanche, défaut de protection de certaines têtes de tirants.



*Figure 14 – Rideau de palplanche et niveau de sa déformation indiqué par la flèche rouge (source n°7)*

- Détérioration de certaines têtes de tirants avec un état de corrosion très avancé ayant entraîné la destruction du capot de protection et des extrémités de torons (cf. Figure 15). Certaines clavettes sont manquantes (torons coupés), celles qui restent sont très corrodées. Cet état pourrait remettre en cause l'efficacité des tirants.



*Figure 15 – Tête de tirant, câble très dégradée, (source n°7)*

La conclusion de la visite d'inspection réalisée fin 2023 (source n°10) est que les tirants en barre creuse autoforante (tronçon 3) et en barre pleine (tronçon 1) semblent en relativement bon état. En revanche, les tirants câbles (tronçon 2) présentent aussi des états beaucoup plus hétérogènes. Certains semblent en très bon état avec des capots non corrodés ou bouchés, tandis que d'autres ne remplissent plus leur fonction au vu de l'état de corrosion des torons constaté. Selon ce rapport de visite, les tirants les plus abimés seraient les tirants câbles situés au sud du quai.

Selon les documents à notre disposition (source n°46), le tronçon 2 a fait l'objet de travaux de réparation en 1989 à la suite du constat d'un état de dégradation avancé des têtes de tirants à câble autour de 1987 (soit environ 6 ans après la construction). L'examen visuel du Bureau Veritas de mai 1987 a mis en évidence les pathologies suivantes :

- a. **Têtes de câbles** : l'absence de protection contre la corrosion ou contre les chocs intempestifs ;
- b. **Extrémité des câbles** : des câbles nus, soumis aux intempéries, avec une corrosion superficielle et des gaines de protections fissurées ou brisées ;
- c. **Goupilles** : l'absence de certaines goupilles de blocage sur quelques câbles. Les goupilles observées n'avaient aucune protection et présentaient une corrosion de surface.



Ces défauts ont fait l'objet de travaux de protection par l'Entreprise EMCC en 1989 qui ont consisté en :

- d. un nettoyage câbles,
- e. la mise en place de capots de protection,
- f. l'injection de cire de protection.

Il convient aussi de noter que 6 tirants (n° 8, 11, 13, 29, 31, 34), parmi les 39 inspectés ont été déclarés défectueux (dont les n° 11 et 13 avec respectivement 5 et 4 torons hors service) dans le cadre des travaux réalisés par l'Entreprise EMCC (source n°46). Ces défauts étaient pour la plupart dû à un défaut de torons et de clavettes.

Il apparaît donc que les dégradations des têtes de tirants du tronçon 2 sont relativement anciennes. Toutefois l'inspection de fin 2023 montre que les protections mises en place en 1989 se sont dégradées.

Les études et expertises réalisées entre 1987 et 1989 pour la réparation des têtes de tirants préconisaient une surveillance ultérieure avec une inspection des têtes de tirants tous les 7 à 8 ans.

- Glissement de talus au sud du quai, qui serait dû à un choc provoqué par les manœuvres d'un navire.

La figure ci-dessous synthétise quelques pathologies identifiées au droit du site d'étude.

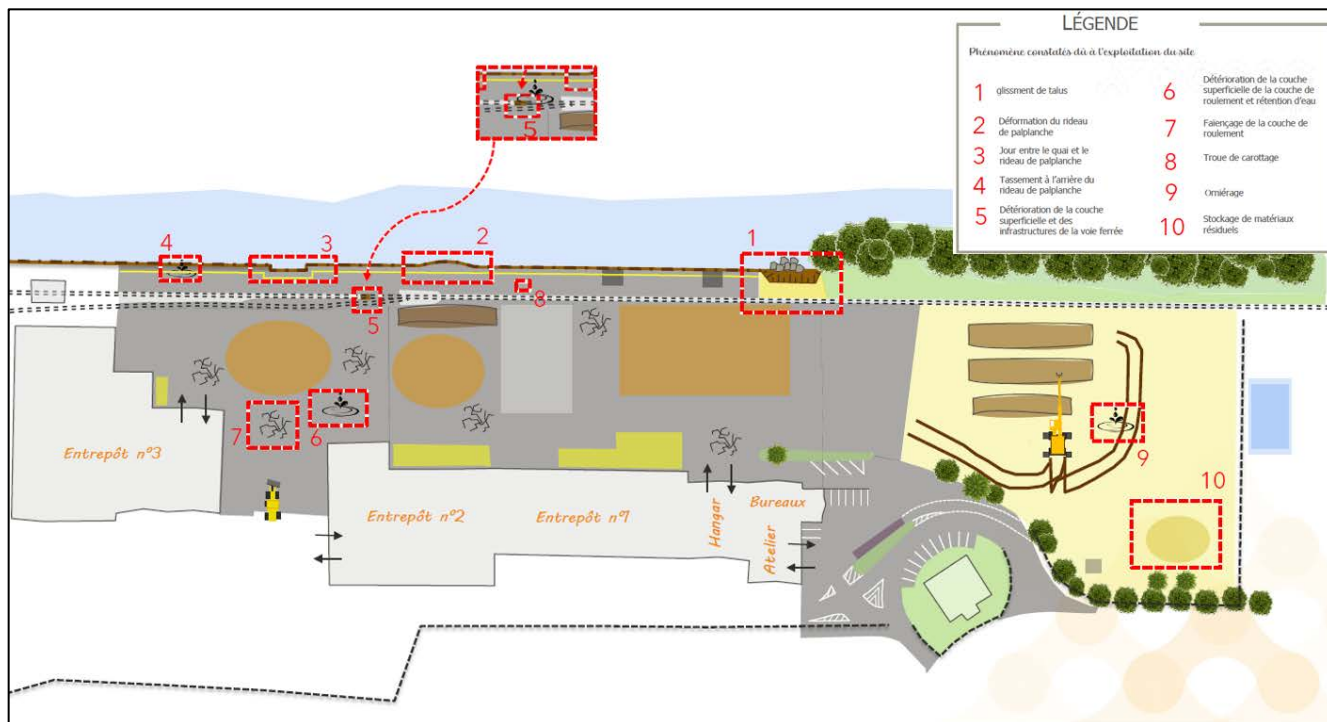


Figure 16 - Zonage des différentes pathologies identifiées au droit du site d'étude (source : ACERE)

### — Structures de la voie ferrée

La plateforme de la voie ferrée desservant le quai présente plusieurs dégradations :

- Détérioration de la couche de surface parfois absente,
- Flaques d'eaux stagnantes,
- Systèmes d'attaches de rails fortement corrodés.



*Figure 17 - Plateforme ferroviaire - couche de surface détériorée*

Début 2024, un convoi de marchandises a déraillé au passage d'un aiguillage du fait de l'écartement de rails sous la charge du matériel roulant.



## 6. Synthèse géotechnique

### 6.1. Présentation des différentes campagnes de reconnaissances

**Campagne 1 :** Projet de construction d'un bassin à la zone portuaire nord de Villefranche-Sur-Saône (**CETE**)

Date	Programme de reconnaissance	Commentaire	Source
12/01/1978 au 01/02/1978	3 Sondages carottés <b>78-S1</b> , <b>78-S5</b> et <b>78-S6</b> descendus respectivement à 18, 18,75 et 19 m/TN		21

**Campagne 2 :** Projet d'étude d'aménagement de la zone industrielle et portuaire (**FONDASOL**)

Date	Programme de reconnaissance	Commentaire	Source
mars-avril 1980 Février 1981	2 pénétromètres statiques <b>81-PS1</b> et <b>80-PS7</b> jusqu'à 6 m/TA et <b>5,8 m/TA</b> respectivement	<b>PS1 : arrêt</b> <b>PS7 : refus</b>	21
	5 essais pressiométriques : <b>81-PR2</b> , <b>81-PR3</b> et <b>80-PR8</b> jusqu'à 15 m/TA <b>80-PR4</b> et <b>80-PR5</b> jusqu'à 6,5 m/TA	<b>81-PR2 : 11</b> essais réalisés à 1,5 ml d'intervalle <b>81-PR3 : 11</b> essais réalisés à 1,5 ml d'intervalle <b>80-PR8 : 10</b> essais réalisés à 1,5 ml d'intervalle et <b>80-PR5 : 6</b> essais réalisés à 1 ml d'intervalle <b>80-PR4 : 3</b> essais réalisés à 1 ml d'intervalle jusqu'à 3 m/TA puis 2 essais réalisés à 1,5 ml d'intervalle jusqu'à 6,5 m/TA	21
	1 sondage carotté <b>81-SWD.3 bis</b> descendu à 15 m/TA		



	5 sondages au pénétrètres statique-dynamique, <b>80-PS 4, 80-PS5, 80-PS6, 80-PS9 et 80-PS10</b> descendus à 6 m/TA	<b>80-PS6</b> : refus à 7,4 m/TA ( <b>source 22</b> )  <b>80-PS9 et 80-PS10</b> situés au droit d'anciennes digues de séparation des zones de remblaiement (source : dossier bordereau B)	
	<b>4 essais à la plaque</b> afin de connaître les modules Ev1 à Ev4 et les modules de réactions K1 à K4	Réalisé près de la Darse, selon le mode opératoire du LCPC	

\*1980, sondages réalisés dans le cadre de l'aménagement de la zone industrielle et portuaire tandis que ceux de 1981 ont été effectués dans le cadre de la construction du quai de 150m au droit du port fluvial de Villefranche-Sur-Saône. Les plans d'implantation sont disponibles en annexe.

**Campagne 3** : calcul de la stabilité du quai dans les conditions réelles d'utilisation et vérification de la capacité des tirants forés (**FONDASOL**)

Date	Programme de reconnaissance	Commentaire	Source
<b>Mars 1988</b>	<b>3</b> Sondages de reconnaissances géologique avec essais pressiométriques <b>88-PR1, 88-PR2 et 88-PR3</b> descendus respectivement à 19,5 m/TN pour PR1 et PR2 et à 7 m/TN pour PR3.	<b>88-PR1</b> : 16 essais pressiométriques  <b>88-PR2</b> : 15 essais pressiométriques  <b>88-PR3</b> : 15 essais pressiométriques	24



**Campagne 4 : Diagnostic géotechnique (G5) - Apparition d'un fontis (GINGER CEBTP)**

Date	Programme de reconnaissance	Commentaire	Source
21 au 23/04/2021	Au niveau du fontis		12
	1 puits à la pelle mécanique <b>21-PU1</b> (arrêté à 2 m/TN avec prélèvement d'échantillons pour analyse GTR	<b>21-PU1 (1)</b> : Coupe à plus de 0,5 m du rideau de palplanche  <b>21-PU1 (2)</b> : Coupe le long du rideau de palplanche sur une largeur de 0,5 m	
	6 essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B, norme NF EN ISO 22476-2, <b>21-PN1</b> à <b>21-PN6</b> descendus à 6 m/TN	Arrêt volontaire des sondages	
	Le long du quai		
	2 Sondages carottés <b>21-SC1</b> et <b>21-SC2</b> descendus à 8 m/TN (arrêt)	Arrêt volontaire des sondages	
	8 essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B norme NF EN ISO 22476-2, <b>21-PN9</b> à <b>21-PN16</b> descendus à 6 m/TN	<b>21-PN12</b> : refus à 4,6 m/TN	

\*Les coupes des sondages, les pénétrogrammes et les plans d'implantations sont présentés en annexes.

**Campagne 5 : Mission géophysique de diagnostic par radar géologique afin de rechercher d'éventuelles anomalies pouvant correspondre à des désordres ou des cavités à la suite de l'apparition de 2 fontis respectivement mars et septembre 2021.**



#### Campagne 6 : Traitement du fontis (MAIA FONDATIONS)

Date	Programme de reconnaissance	Commentaire	Source
Mai 2022	1 sondages pressiométriques <b>zone intermédiaire du quai</b> descendus 13 m/TN	<b>Zone intermédiaire du quai</b> : 7 essais à un intervalle de 1,5 ml	9
Mars 2022	1 sondages pressiométriques <b>22-F1</b> descendus à 15 m/TN	<b>22-F1</b> : 9 essais à un intervalle de 1,5 ml	
04/04/2022	4 sondages au pénétromètres statique-dynamique lourd 20 T, <b>22-PS1</b> à <b>22-PS4</b> descendus à 15m/TN	Présence de 2 zones décomprimées à 6 m/TN et entre 9 et 10 m/TN (qui serait la profondeur d'ouverture de la palplanche au droit de PS1 ?)	10

#### Campagne 7 : Mission de type G2 Pro (présente étude) portant sur le projet de modernisation du port fluvial du Beaujolais (TECHNOSOL)

Date	Programme de reconnaissance	Commentaire
Du 29/01/2024 au 02/02/2024	20 sondages au pénétromètres dynamique lourd de type GRIZZLY, <b>24-PD1</b> à <b>24-PD20</b> descendus à 6 m/TN	Aucun refus constaté
	2 sondages de reconnaissance des fondations <b>24-RF1</b> et <b>24-RF2</b> au niveau des rails	Rails noyés dans un béton armé de calage avec une largeur de débords variant de 20 à 50 cm.
	7 pelles mécaniques <b>24-PM1</b> à <b>24-PM7</b> descendues entre 3,1 et 3,2 m/TN	

Le plan d'implantation et les coupes de sondages sont disponibles en annexe.



## 6.2. Nature des sols reconnus

Les sondages de reconnaissance géologique réalisés à la pelle mécanique et au carottier, ont permis de visualiser la nature des terrains au droit des sites. Ils ont également permis le prélèvement d'échantillons intacts pour l'analyse en laboratoire.

Les sondages pressiométriques ont été réalisés au taillant de diamètre 64 mm. Ce type de sondage ne permet pas de visualiser les sols dans leur état naturel ou peu remanié.

Les coupes lithologiques du sondage pressiométrique définies à partir des cuttings de forage remaniés et déstructurés, et des enregistrements des paramètres de forage (vitesse d'avancement) sont donc interprétatives.

Les sondages au pénétromètre dynamique lourd de type GRIZZLY et les sondages au pénétromètre statique ne permettent pas de visualiser les sols dans leur état naturel ou remanié, ils permettent d'apprécier la compacité du sol traversé par le sondage.

L'examen des matériaux extraits au droit des sondages, complété par l'analyse des caractéristiques mécaniques des essais pressiométriques et des essais au pénétromètre dynamique réalisés dans le cadre de cette mission et dans le cadre des études antérieures, ont permis d'établir la succession lithologique suivante :

### **Couche 1 – Remblais de grave sableuse :**

Rencontré juste en dessous, soit d'une couche d'enrobée (d'épaisseur variable entre 0,08 m et 0,15 m), soit d'une dalle béton, il s'agit d'une formation à compacité relativement élevée à très élevée d'après les données de pénétromètre dynamique (récentes) ou statique (anciennes) et ceux des essais pressiométriques antérieurs. Cette couche composée de grave sableuse avec des galets centimétriques à pluricentimétriques, a été rencontrée sur tous les sondages des campagnes de reconnaissance postérieures à la construction initiale du port. L'épaisseur a tendance à augmenter globalement entre 2 m/TA et 8 m/TA depuis l'arrière du quai jusqu'au bord de ce dernier. Les pelles mécaniques réalisées lors de la dernière campagne de reconnaissance (notamment PM1) ont mis en évidence des éléments anthropiques. Selon les données de la bibliographie disponible, il s'agirait de matériaux issus d'un dragage au droit de la darse, puis compactés pour servir d'assise à la plateforme du quai, notamment la section au droit du prolongement de 150 m réalisée dans les années 1980.

Des limons-argileux avec des galets plus abondants ont été rencontrés au fond de certaines fouilles (24-,24-PM2, 24-PM3, 24-PM5, 24-PM6 et 24-PM7), annonçant un changement de faciès entre 2,5 et 3 m/TA et aussi la présence d'une nappe d'eau vers ces profondeurs. Les données des pénétromètres statiques et dynamiques, permettent de situer la base des remblais et le passage aux sols fins sous-jacents par une diminution rapide de la résistance de pointe et une relative augmentation des frottements latéraux mobilisés.



Il est à noter qu'il ressort de l'analyse des pénétrogrammes (24-PD 1 à 24-PD20) et des reconnaissances géotechniques réalisés par Ginger, ajoutées à l'étude de diagnostic au droit des fontis réalisée par Maïa Fondations, qu'il existe une couche de forme, constituée de grave sableuse, d'épaisseur comprise entre 0,15 et 0,50 m/TA au droit de la plateforme de stockage.

### **Couche 2 – Alluvions fines (Argile alternant avec du limon) :**

Ce faciès a été observé uniquement au niveau des campagnes de reconnaissances antérieures, car il se trouve au-delà des profondeurs maximales des pelles mécaniques. En effet, dans les sondages pré-construction du quai (**78-S1, 78-S5 et 78-S6**), il affleure tandis qu'au droit des sondages réalisés au début des années 1980 lors des travaux d'aménagement du port, il se trouvait juste en dessous des remblais sablo-graveleux. Il s'agit d'une alternance de couches argileuses et limoneuses d'épaisseurs centimétriques à métriques pouvant contenir de petites fractions de sables fins et de galets. D'après les sondages carottés **21-SC1** et **21-SC2**, cette formation ne serait pas observable le long du quai ou au moins dans sa partie centrale.

En termes de comportement mécanique, cette couche semble être de faible compacité. On observe en effet, une résistance de pointe 5 à 10 fois inférieure en moyenne, à celle mesurée au droit des remblais sus-jacent pour les pénétromètres dynamiques réalisés. Cette tendance se confirme avec les résultats d'essais de pénétrations statiques et des essais pressiométriques antérieures, à savoir, une forte résistance en surface, qui diminue rapidement pour se stabiliser à partir de 2 à 3 m/TA.

### **Couche 3-a – Alluvions moyennement grossières (Sable fin à moyen à passages limono-argileux) :**

Cette formation a été atteinte par les sondages antérieurs **81-SWD.3 bis** et **78-S1**. Il s'agit d'un sable fin jaune gris à graviers et galets avec des passages limoneuses et argileuses. Elle semble être une couche de transition entre les couches limono-argileuses supérieures de relatives faibles résistances et des couches plus résistantes en dessous comme le démontre les résultats pressiométriques **81-PR3** à proximité de **81-SWD. 3 bis**.

### **Couche 3-b – Alluvions moyennement grossières (Sable, graviers et galets à passages argileux et limoneux) :**

Il s'agit probablement des alluvions sablo-graveleuses de la Saône. Cette couche est composée de sable à granulométrie de taille moyenne à grossière avec des graviers, des galets et des passages argilo-limoneux. Ce faciès est rencontré dans tous les sondages antérieurs à la présente étude jusqu'à des profondeurs pouvant avoisiner 19 m/TA (**78-S5**).

Elle présenterait une alternance de niveaux compacts et de niveaux relativement moins compacts compte tenu des coupes des essais pressiométriques (**81-PR2, 81-PR3 ou 80-PR8**) selon que l'on soit au droit de faciès de sable graveleux ou de sable fin limoneux.

**Couche 4 :** Une couche marneuse aurait été atteinte au droit du sondage **78-S5** à la profondeur de 18 m/TA, soit une épaisseur d'environ 0,8 m avant l'arrêt du sondage. . Cette couche n'a pas été atteinte par les autres sondages notamment du fait de sa profondeur importante (toit autour de 152 m NGF selon l'estimation de la cote de la tête du sondage).



On trouvera ci-dessous les tableaux récapitulatifs des limites de couches des différents sondages de la campagne au droit de chaque site.

Formation présumée	Campagne	Campagnes de reconnaissances antérieures											
		1978			1980			1981	2021			2022	
	Sondage	S1	S5	S6	PR4	PR5	PR8	SWD. 3bis	SC1	SC2	PU1 (1)	F1	ZIQ
	Cote NGF forage	170*	170*	170*	172,7	172,7	172,7*	172,7	172,8	172,9	172,8	172,7*	172,7
<b>Couche 0</b> <b>Enrobé</b> <b>bitumineux et ou</b> <b>couche de</b> <b>règlage</b>  Enrobé et/ou béton et grave sableuse	Profondeur de la base (m)	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2	0,15	-	-
	Cote NGF de la base	-	-	-	-	-	-	-	172,5	172,7	172,7	-	-
	Epaisseur (m)	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2	0,15	-	-
<b>Couche 1</b> <b>Remblais : Grave</b> <b>sableuse</b>  Grave sableuse à galets pluricentimétriques	Profondeur de la base (m)	-	-	-	2,8	3,5	2,8	2,7	6	6	2	4,3	8
	Cote NGF de la base	-	-	-	169,9	169,2	169,9	170,0	166,8	166,9	170,8	168,4	164,7
	Epaisseur (m)	-	-	-	2,8	3,5	2,8	2,7	5,7	5,8	1,85	4,3	8
<b>Couche 2</b> <b>Alluvions fines</b>  Argiles limoneuses ou limons à passages sableux	Profondeur de la base (m)	5	3,6	2,6	5,3	5,3	7	7,2	-	-	-	-	-
	Cote NGF de la base	165,0	166,4	167,4	167,4	167,4	165,7	165,5	-	-	-	-	-
	Epaisseur (m)	4,8	3,6	2,6	2,5	1,8	4,2	4,5	-	-	-	-	-
<b>Couche 3-a</b> <b>Alluvions</b> <b>grossières :</b> <b>passage sablo-</b> <b>argileux</b>  Sables fins avec graviers et des passages argileux	Profondeur de la base (m)	11,5	-	-	-	-	-	9,9	-	-	-	-	-
	Cote NGF de la base	158,50	-	-	-	-	-	162,8	-	-	-	-	-
	Epaisseur (m)	6,5	-	-	-	-	-	2,7	-	-	-	-	-
<b>Couche 3-b</b> <b>Alluvions</b> <b>grossières</b>  Sables grossiers, gravier et galets avec intercalation de niveaux argilo- limoneux	Profondeur de la base (m)	18	18	15,2	6,5	6,5	15	16	8	8	-	15	12
	Cote NGF de la base	152	152	154,8	166,2	166,2	157,7	156,7	164,8	164,9	-	157,7	160,7
	Epaisseur (m)	-**	-***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*) Valeurs estimées des cotes de forage

(\*\*) Arrêt volontaire des sondages, épaisseurs totales de la couche 4, non définie.

(\*\*\*) Une couche marneuse qui serait le substratum, a été identifié au fond du sondage **78-S5** à 18 m/TA  
soit à une côte d'environ 152 m NGF



Formation présumée	Campagne	Campagne de reconnaissance de la présente étude								
		Janvier – février 2024								
	Sondage	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	RF1	RF2
	Cote NGF forage	172,90	172,90	172,90	172,70	173,00	173,20	173,00	172,80	172,90
Couche 0 Enrobé bitumineux	Profondeur de la base (m)	0,12	0,08	0	0,08	0,08	0,1	0,08	-	-
	Cote NGF de la base	172,78	172,82	0,00	172,6	172,9	173,1	172,92	-	-
	Epaisseur (m)	0,12	0,08	0	0,08	0,08	0,1	0,08	-	-
Couche 0-bis Dalle béton Béton de calage des rails + béton de propreté	Profondeur de la base (m)	-	-	-	-	-	-	-	0,35	0,35
	Cote NGF de la base	-	-	-	-	-	-	-	172,45	172,55
	Epaisseur (m)	-	-	-	-	-	-	-	0,35	0,35
Couche 1 Remblais : Grave sableuse Grave sableuse à galets pluricentimétriques	Profondeur de la base* (m)	3,1	3,1	3,2	3,1	2,6	2,8	2,8	0,5	0,5
	Cote NGF de la base	169,80	169,80	169,7	169,6	170,4	170,4	170,2	172,3	172,4
	Epaisseur (m)	-	-	-	-	2,6	2,8	2,8	-	-
Couche 2 Alluvions fines Argiles limoneuses ou limons à passages sableux	Profondeur de la base* (m)	-	-	-	-	3,1	3,2	3,1	-	-
	Cote NGF de la base	-	-	-	-	169,9	170	169,9	-	-
	Epaisseur (m)	-	-	-	-				-	-

(\*) : Ces profondeurs et cotes restent approximatives, compte tenu de l'instabilité des fouilles.

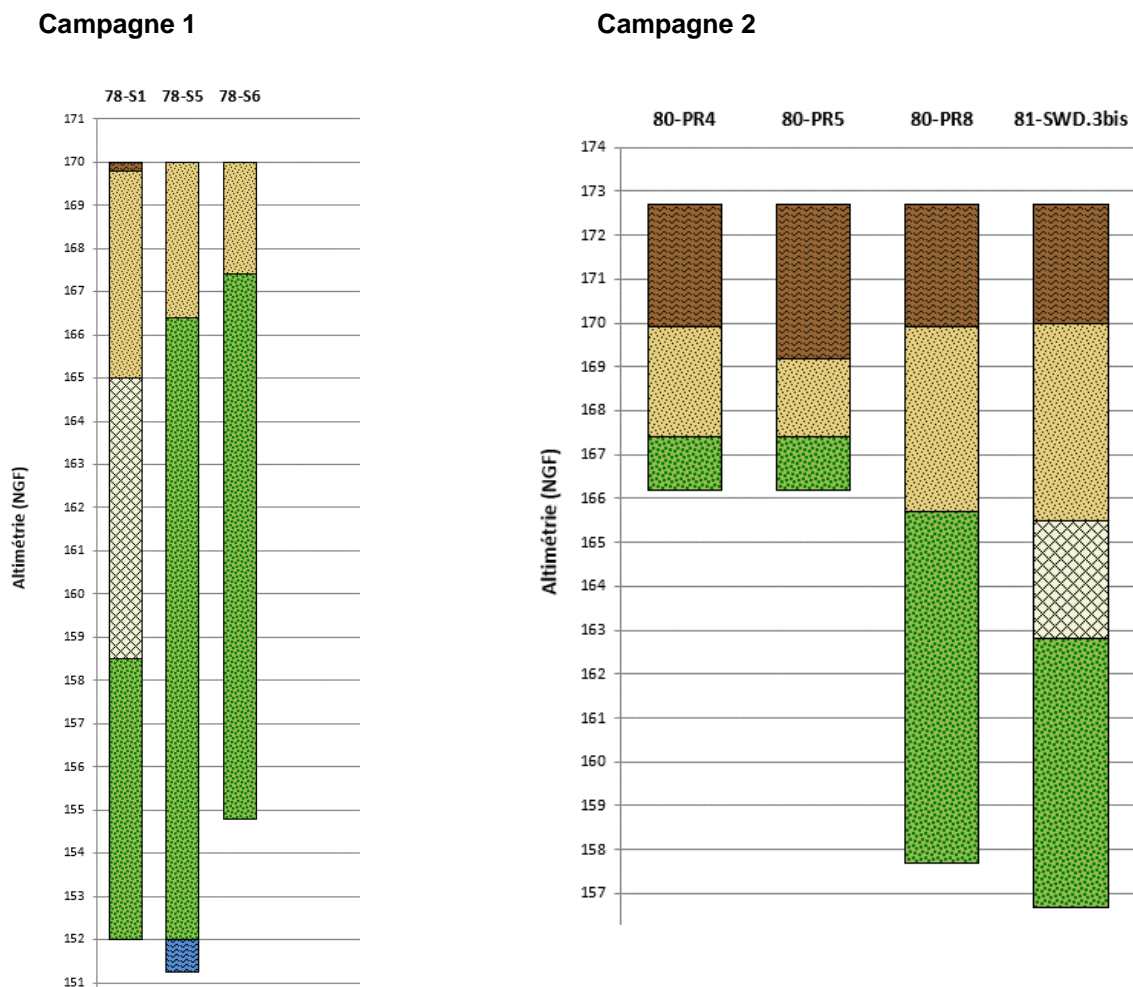
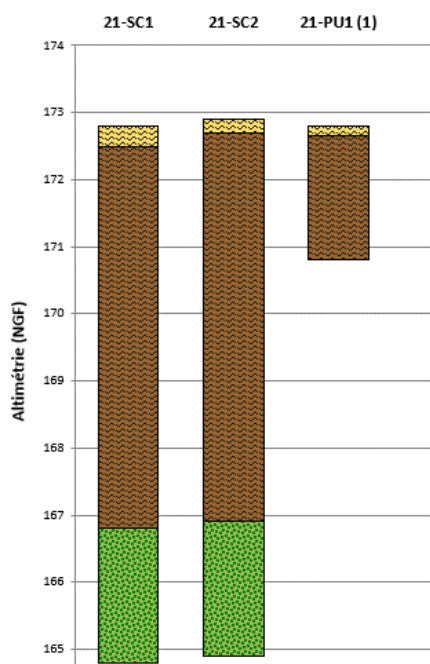


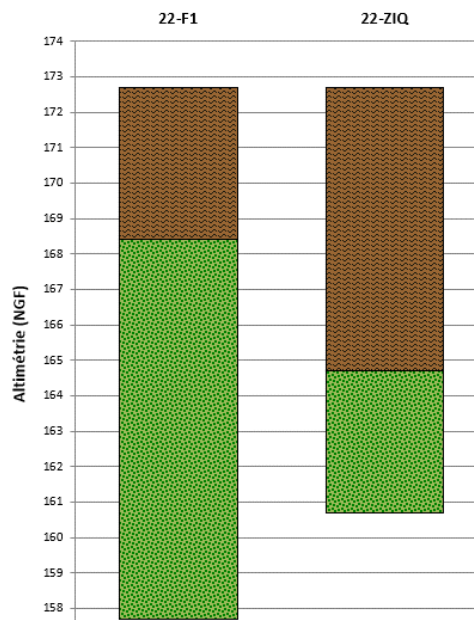
Figure 18 - Coupe litho-stratigraphique – Campagnes 1 et 2



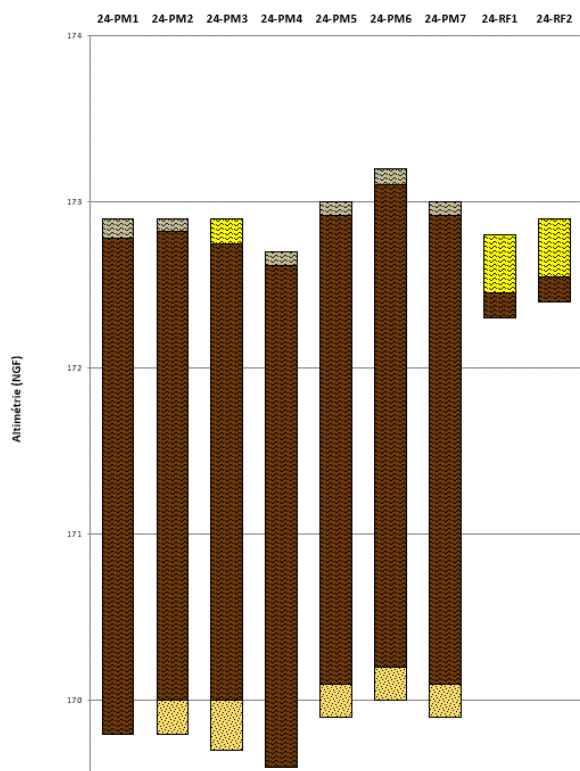
### Campagne 3



### Campagne 5



### Campagne 7



### Légende :

- Couche 0 - terre végétale argileuse brune
- Couche 0-a: Enrobé bitumineux
- Couche 0-b: Dalle béton
- Couche 1: Remblai
- Couche 2: Alluvions fines
- Couche 3-a: Alluvions grossières à passé limono-argileux
- Couche 3-b: Alluvions grossières

Figure 19 - Coupes litho-stratigraphiques - Campagnes 3, 5 et 7



### 6.3. Résultats des essais pressiométriques

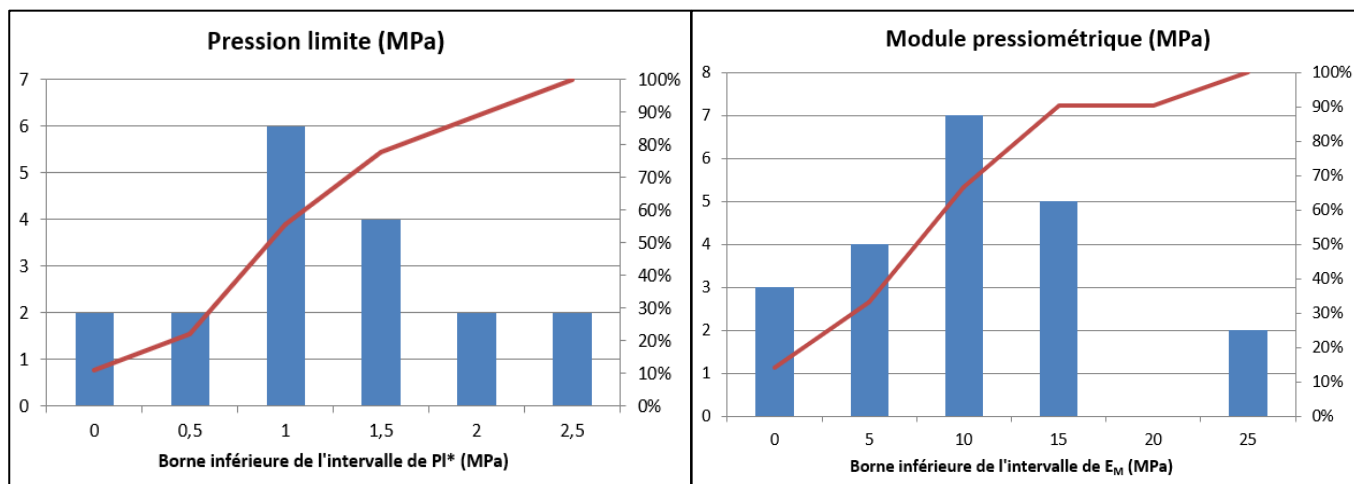
Les caractéristiques mécaniques des sols, ont été mesurées au moyen d'essais pressiométriques dans les sondages de 1981, 1980, 1988, et 2022 à l'arrière et le long du quai. La synthèse des données pressiométriques est présenté dans les tableaux suivants :

#### Couche 1 – Remblais :

[26 couples de valeurs considérées]

Nbre de couple de valeur	PI* min	PI* max	Moyenne arithmétique	Ecart - type	Dispersion	Moyenne géométrique
	MPa	MPa	MPa	MPa	-	MPa
21*	0,24	2,92	1,5	0,7	0,5	1,3

Nbre de couple de valeur	E <sub>M</sub> min	E <sub>M</sub> max	Moyenne arithmétique	Ecart - type	Dispersion	Moyenne harmonique
	MPa	MPa	MPa	MPa	-	MPa
21*	2,8	25,7	12,8	6,2	0,5	9,1



Les valeurs pressiométriques obtenues caractérisent des sables graveleux moyennement denses à denses ou des sables limoneux compacts, nous pourrions retenir les valeurs d'essai suivantes : **Em = 8 MPa et PI\* = 1,2 MPa.**

**\*22-ZIQ :** a écarté car il a été réalisé après les injections pour le traitement des zones de fontis.

**\*88-PR3 :** 1 couple de valeurs n'a pas été retenu (Em= 63,8 MPa, PI\*>3,5), car il est anormalement élevé par rapport au reste des sondages (88-PR1 et 88-PR2, bien que relativement plus proche des bords du quai).



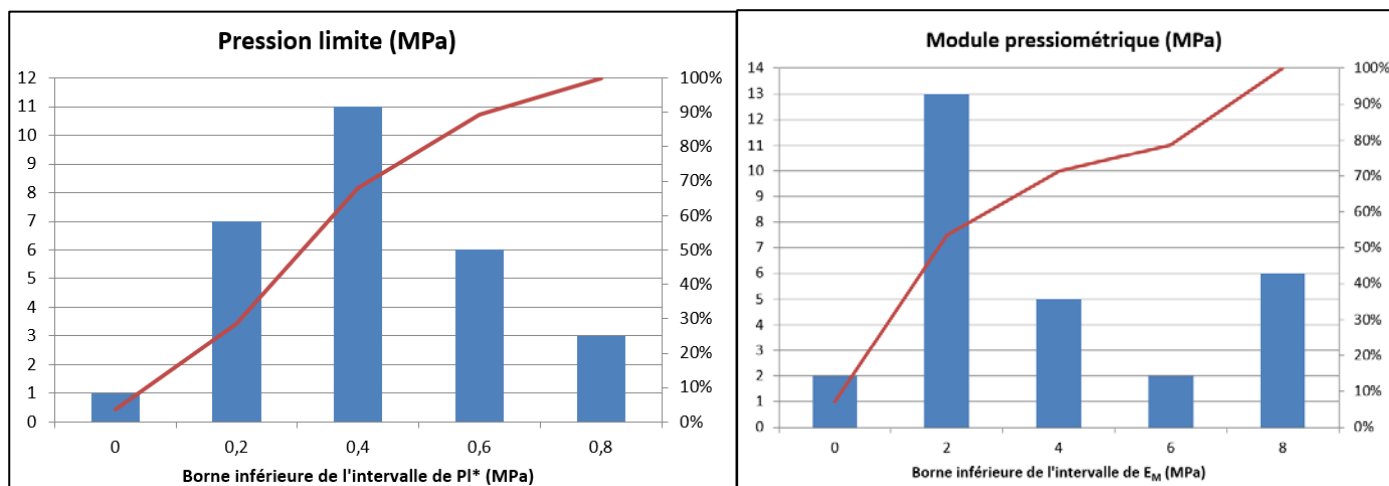
**\*80-PR5** : 2 valeurs sont particulièrement faibles en partie inférieure des remblais ( $E_m = 2,8$  MPa et  $3,8$  MPa, et  $PI^* = 0,39$  MPa et  $0,24$  MPa). Il est à priori éloigné du mur du quai, mais sa position exacte reste indéterminée. Ces valeurs sont relativement proches de celles des essais de Maia Fondations en 2022, réalisé dans la zone avérée d'un fontis. Les valeurs du 80-PR5 pourraient correspondre à un phénomène de fontis n'ayant pas atteint la surface.

## Couche 2 : Alluvions fines

[28 couples de valeurs considérées]

Nbre de couple de valeur	$PI^*$ min	$PI^*$ max	Moyenne arithmétique	Ecart - type	Dispersion	Moyenne géométrique
	MPa	MPa	MPa	MPa	-	MPa
28	0,2	0,9	0,5	0,2	0,4	0,5

Nbre de couple de valeur	$E_m$ min	$E_m$ max	Moyenne arithmétique	Ecart - type	Dispersion	Moyenne harmonique
	MPa	MPa	MPa	MPa	-	MPa
28	1,4	9,7	4,8	2,6	0,5	3,6



Les valeurs pressiométriques obtenues caractérisent des argiles limoneuses molles à très molles, nous pourrions retenir les valeurs d'essai suivantes :  **$E_m = 3,5$  MPa et  $PI^* = 0,5$  MPa.**

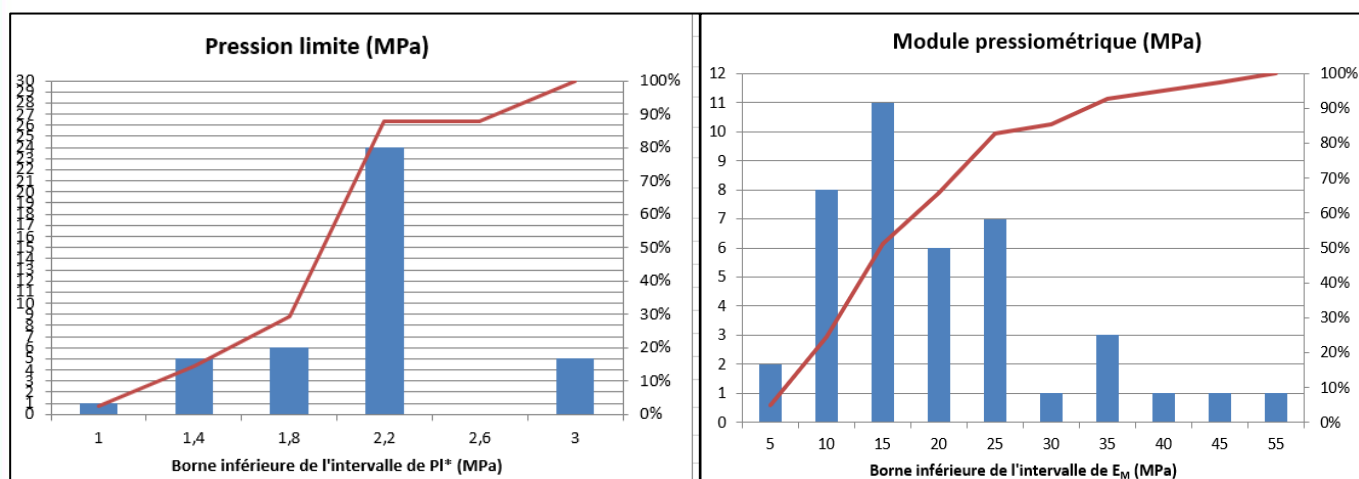


### Couche 3 : Alluvion Sablo-graveleuse

[41 couples de valeurs considérées]

Nbre de couple de valeur	PI* min	PI* max	Moyenne arithmétique	Ecart - type	Dispersion	Moyenne géométrique
	MPa	MPa	MPa	MPa	-	MPa
41	1,2	3	2,3	0,4	0,2	2,3

Nbre de couple de valeur	E <sub>M</sub> min	E <sub>M</sub> max	Moyenne arithmétique	Ecart - type	Dispersion	Moyenne harmonique
	MPa	MPa	MPa	MPa	-	MPa
41	8,6	59,6	22,8	10,8	0,5	18,8



Les valeurs pressiométriques obtenues caractérisent des sables graveleux moyennement denses à très denses ou des sables fins compacts, nous pourrions retenir les valeurs d'essai suivantes : **Em = 18 MPa** et **PI\* = 2,2 MPa**.



## 6.4. Résultats des sondages au pénétromètre dynamique

14 sondages au pénétromètre dynamique lourds ont été réalisés respectivement lors de la campagne de 2021 pour le diagnostic et le traitement des fontis et 20 dans le cadre de la présente étude. La totalité de ces sondages ont été arrêté autour de 6 m/TA, à l'exception de **21-PN12** qui a connu un refus 4,6 m/TA.

Les valeurs de résistance dynamique apparentes (qd), peuvent être interprétées de la façon suivante :

- 0 à 2 MPa : résistance très faible à faible,
- 2 à 4 MPa : résistance médiocre,
- 4 à 8 MPa : résistance moyenne,
- 8 à 15 MPa : résistance élevée,
- 15 MPa : résistance très élevée.

- **Campagne de 2021 (Diagnostic géotechnique – Mission G5 : GINGER CEBTP)**

		Au niveau du fontis					
Formation	qd (MPa)	21-PN1	21-PN2	21-PN3	21-PN4	21-PN5	21-PN6
Couche 0-c : Couche de forme	Très élevée	0,0 – 0,5	0,0 – 0,5	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,2
Couche 1 : Remblais	Elevée à très élevée	0,5 – 0,8	0,5 – 0,8	0,3 – 0,8	0,3 – 1,6	0,3 – 1,5	0,3 – 1,9
Couche 1 : Remblais	Moyenne à médiocre	0,8 – 1,8	0,8 – 1,5	-	1,6 – 6,0	1,5 – 6,0	1,9 – 6,0
Couche 1 : Remblais	Très faible à faible	1,8 – 6,0	1,5 – 6,0	1,5 – 6,0	-	-	-

A noter que les sondages 21-PN1 à 21-PN3 ont été réalisés à proximité immédiate du fontis. Les résistances très faibles traduisent la décompression du terrain liée au fontis.



		Le long du quai							
Formation	qd (MPa)	21-PN9	21-PN10	21-PN11	21-PN12	21-PN13	21-PN14	21-PN15	21-PN16
Couche 0-c : Couche de forme	Très élevée	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	-	-	-	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 1,5
Couche 1 : Remblais	Elevée à très élevée	0,3 – 3,2	0,3 – 2,8	0,0 – 1,8	0 – 1	0,0 – 1,6	0,3 – 2,3	0,3 – 1,4	-
Couche 1 : Remblais	Médiocre à moyen	3,2 – 5,6	2,8 – 5,6	1,8 – 4,6	1 – 3,8	1,6 – 6,0	2,3 – 6,0	1,4 – 6,0	1,5 – 3,8
Couche 2 : Alluvions fines	Moyenne à médiocre	5,6 – 6,0	5,6 – 6,0	4,6 – 6	-	-	-	-	3,8 – 6,0
Couche 3 : Alluvions sablo-graveleuses	Elevée à très élevée	-	-	-	3,8 – 6,0	-	-	-	-



- **Campagne de 2024 (Etude de restauration du port fluvial – Mission G2PRO : TECHNOSOL)**

		Le long du quai							
Formation	qd (MPa)	24-PD1	24-PD2	24-PD3	24-PD5 <sup>(1)</sup>	24-PD11	24-PD12	24-PD13	24-PD18
Couche 0-c : Couche de forme	Très élevée	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3
Couche 1 : Remblais	Elevée à très élevée	0,0– 4,6	0,3 – 5,7	0,3 – 5,8	0,3 – 4,4	0,3– 1,2	0,3 – 4,2 <sup>(2)</sup>	0,3 – 1,4	0,3 – 1,5
Couche 1 : Remblais	Médiocre à moyen	-	-	-	-	1,2– 6,2	4,2 – 6,2	1,4 – 6,0	1,5 – 6,2 <sup>(3)</sup>
Couche 2 : Alluvions fines	Moyenne à médiocre	4,6 – 6,3	5,7 - 6,1	5,8 – 6,2	4,4 – 5,2	-	-	-	-
Couche 3 : Alluvions sablo-graveleuses	Elevée à très élevée	-	-	-	5,2 – 6,1	-	-	-	-

(1) : situé à proximité des rails

(2) : une zone de compacité moyenne rencontrée dans les remblais de bordure de quai entre 1,6 et 2,7 m/TA

(3) : Une zone de compacité élevée à très élevée entre 2,6 et 4,6 m/TA



(1) : A proximité des rails

Formation	qd (MPa)	A l'arrière du quai						
		24-PD4	24-PD6	24-PD7	24-PD8 <sup>(1)</sup>	24-PD9	24-PD10	24-PD14
Couche 0-c : Couche de forme	Très élevée	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3
Couche 1 : Remblais	Elevée à très élevée	0,3 – 1,3	0,3 – 2,7	0,3 – 3,0	0,3 – 1,9	0,3 – 2,9	0,3 – 2,7	0,3 – 2,9
Couche 1 : Remblais	Médiocre à moyen	1,3 – 3,0	-	-	-	-	-	-
Couche 2 : Alluvions fines	Moyenne à médiocre	-	2,7 - 6,9	3,0 – 6,1	1,9 – 6,3	2,9 – 6,2	2,7 – 6,5	2,9 – 6,1
Couche 3 : Alluvions sablo-graveleuses	Elevée à très élevée	3,0 – 6,0	-	-	-	-	-	-

(1) : zone de compacité très médiocre entre 0,8 et 1,2 m/TA

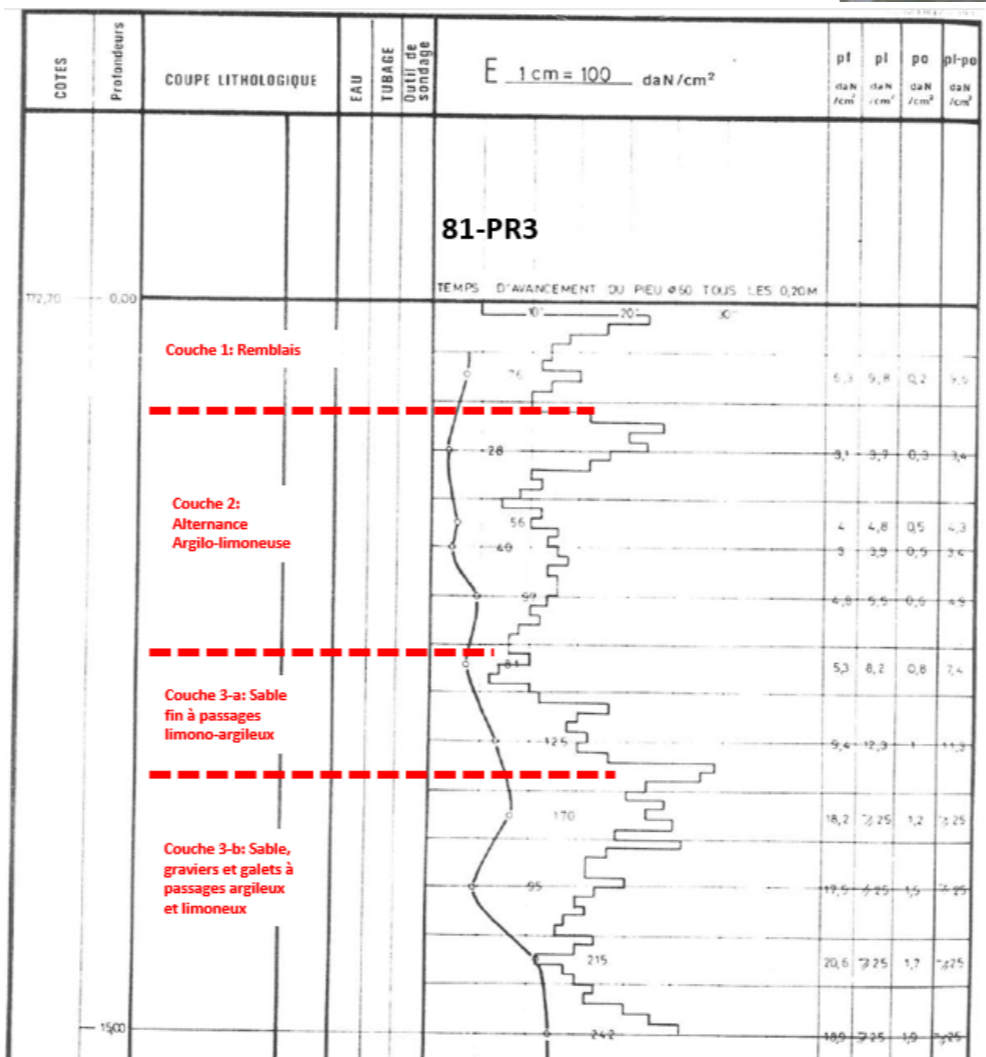
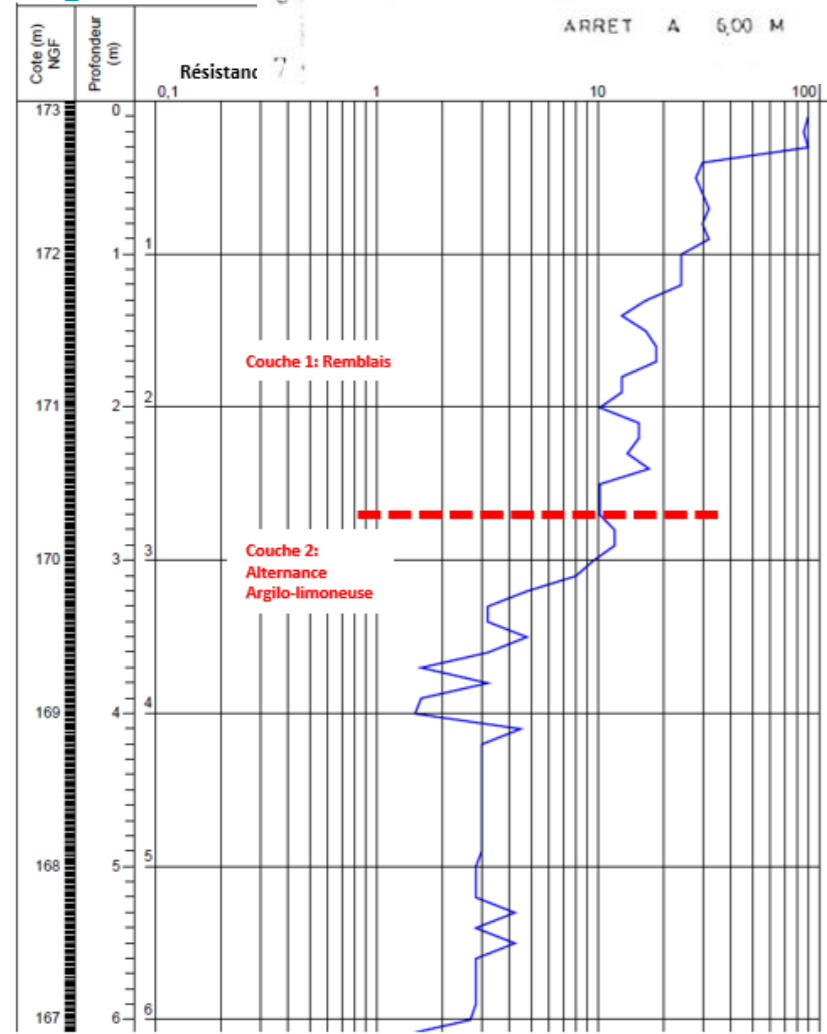
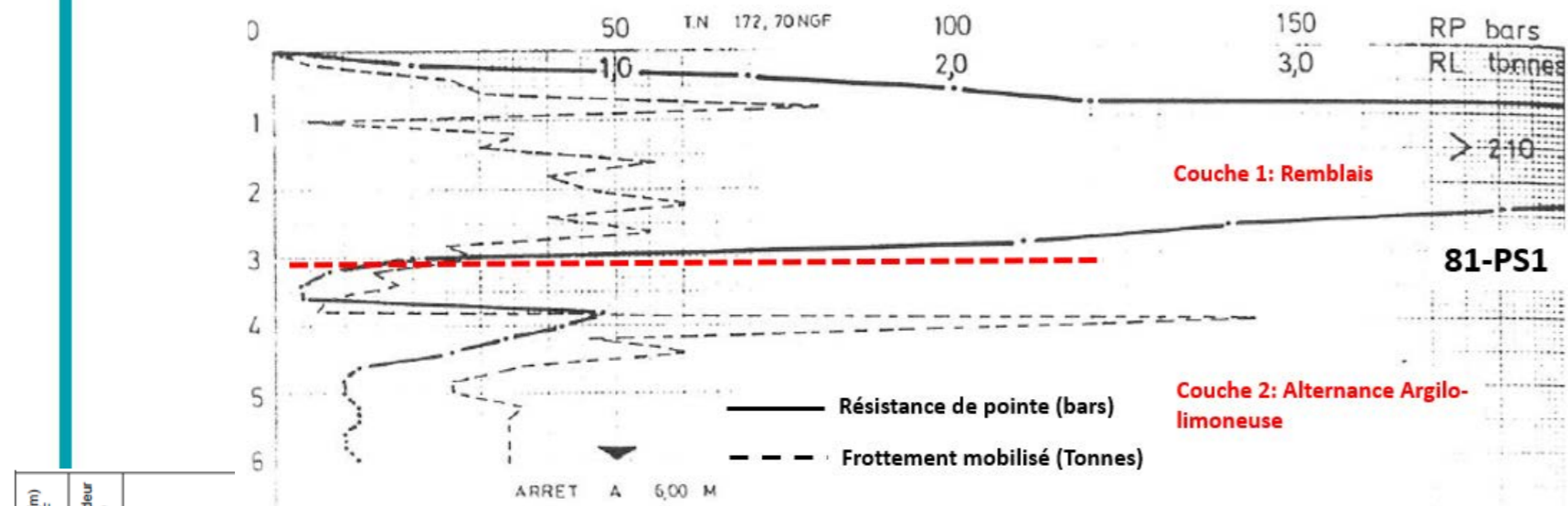
(2) : zone de compacité très médiocre entre 1,1 et 1,5 m/TA

Formation	qd (MPa)	A l'arrière du quai				
		24-PD15	24-PD16	24-PD17	24-PD19	24-PD20
Couche 0-c : Couche de forme	Très élevée	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3	0,0 – 0,3
Couche 1 : Remblais	Elevée à très élevée	0,3 – 2,8	0,3 – 2,5	0,3 – 2,2 <sup>(1)</sup>	0,3 – 2,8 <sup>(1)</sup>	0,3 – 2,2
Couche 1 : Remblais	Médiocre à moyen	-	-	-	-	-
Couche 2 : Alluvions fines	Moyenne à médiocre	2,8 – 6,4	2,5 – 6,3	2,2 – 6,2	2,8 – 6,2	2,2 – 6,2
Couche 3 : Alluvions sablo-graveleuses	Elevée à très élevée	-	-	-	-	-



6.5. Analyses spécificités locales

6.5.1. L'arrière du quai



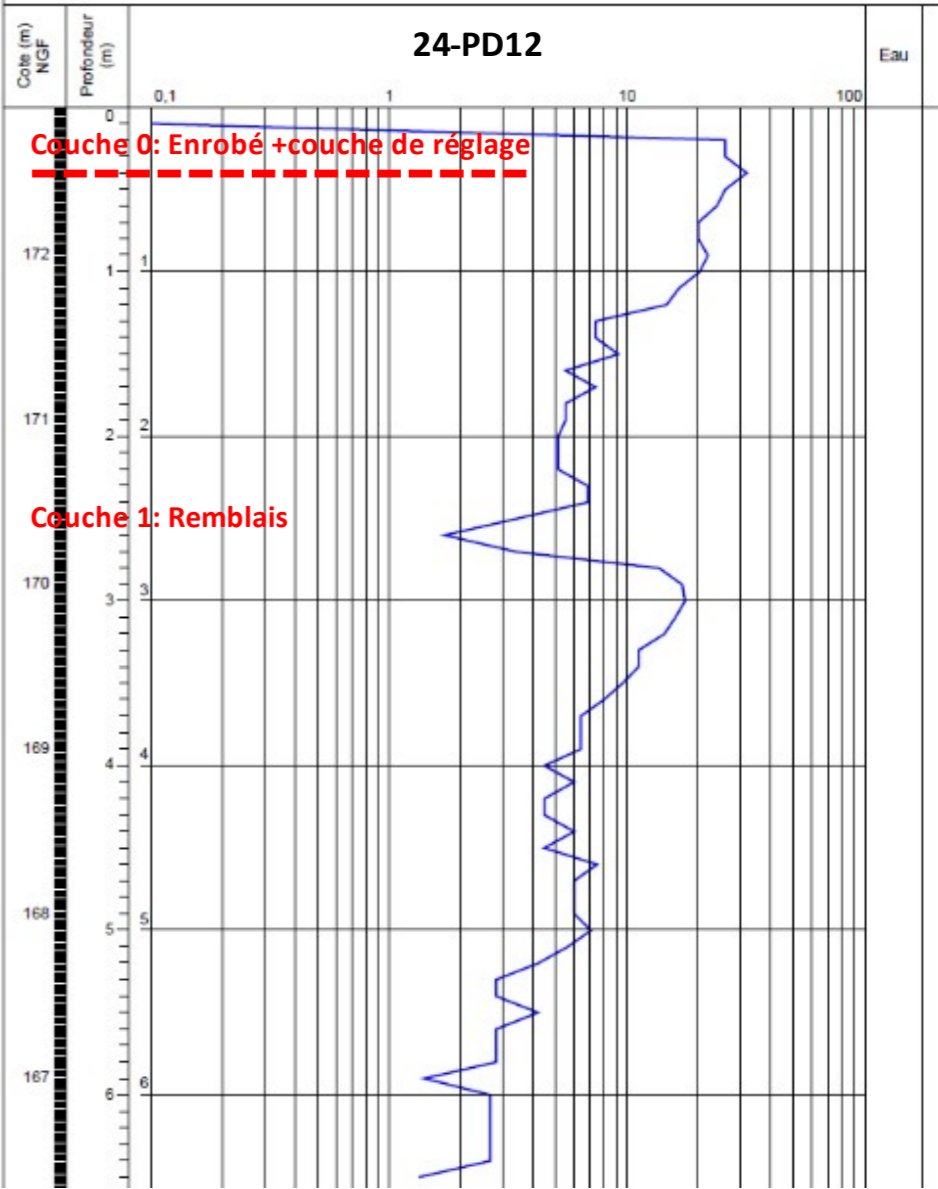
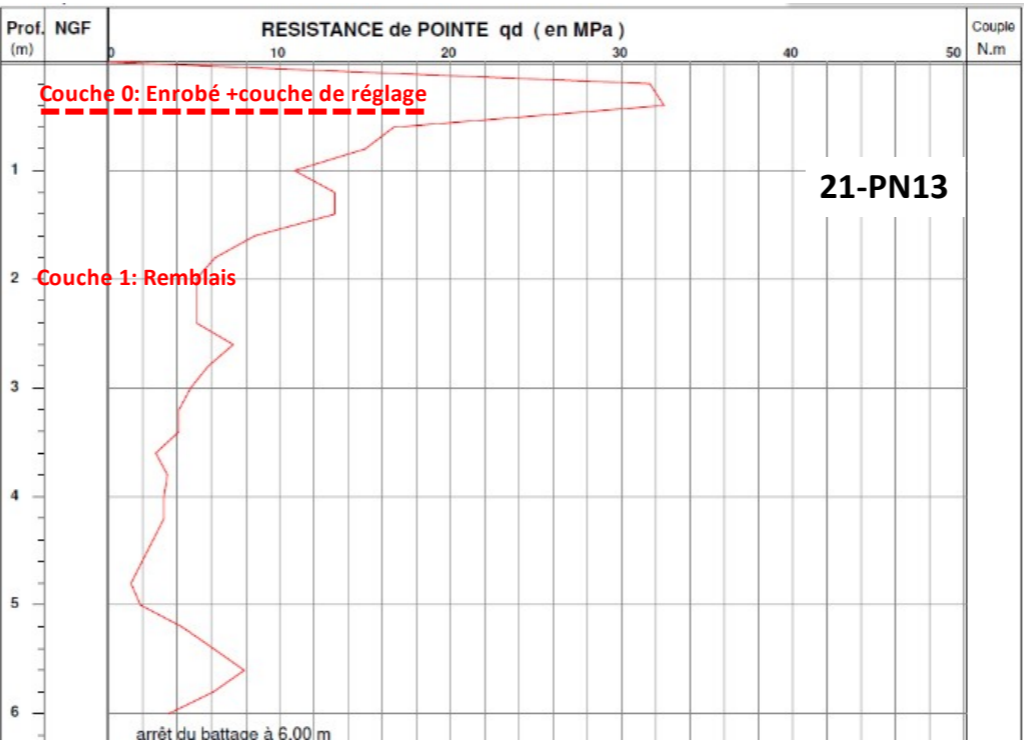
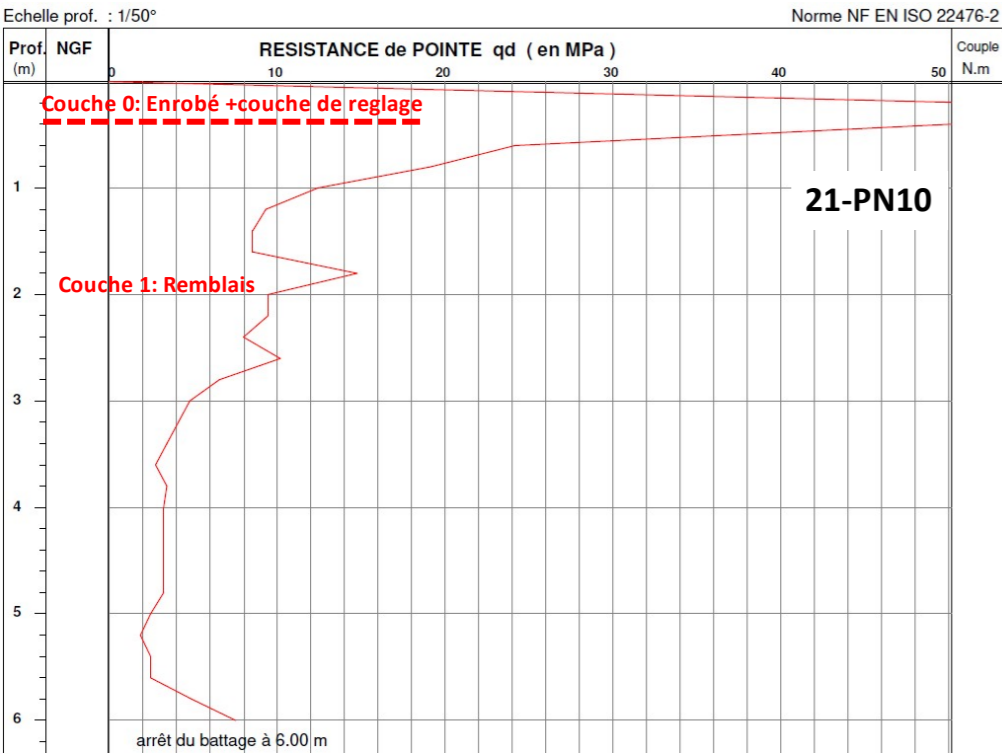
Formation	Profondeur moyenne (m/TA)	Cote moyenne de la base (mNGF)
1-Remblais sablo-graveleux	3	170
2-Argile en alternance avec du limon	5 - 7	168 - 166
3-a Sable fin à moyen à passages limono-argileux*	10 - 13	163 - 160
3-b Sable, graviers et galets à passages argileux et limoneux	15 – 19**	

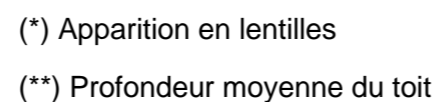
(\*) Apparition en lentilles

(\*\*) Profondeur moyenne de la base



6.5.1. Le long du quai







## 6.6. Synthèse hydrogéologique

Les données de la campagne de reconnaissance de janvier 2024 et celles qui ont précédées révèlent la présence d'une nappe au droit de la couche 3 (Alluvions sablo-graveleuse) et de potentielles nappes superficielles au niveau du toit de la couche 2 (limon argileux). Les tableaux ci-dessous recapitulent les relevés piézométriques au fil des différentes campagnes (mesures de chantier de forage).

	78-S1	78-S5	78-S6
Date de mesure	27/01/1978	12-20/01/1978	23/01/1978
Cote forage (mNGF)	170*	170	170
Profondeur d'eau (m)	4,1	3,7	3
Cote d'eau (m)	165,9	166,3	167
Formation	Couche 2 - Couche 3**	Couche 2 - Couche 3	Couche 2 - Couche 3

(\*) : cote approximative avant mise en place des remblais (couche 1).

(\*\*) : Niveau piézométrique situé à la limite des couches 2 et 3, mais niveau d'eau exact dans la couche 2.

	80-PR4	80-PR5	80-PR8	81-SWD.3 bis***
Date de mesure	28/04/1980	29/04/1980	30/04/1980	-
Cote forage (mNGF)	172,7	172,7	172,7	172,7
Profondeur d'eau (m)	2,5	3	2,8	6,1**
Cote d'eau (m)	170,2	169,7	169,9	166,6
Formation	Couche 1 - Couche 2	Couche 1 - Couche 2	Couche 1 - Couche 2	Couche 2 - Couche 3*

(\*) : 1<sup>ère</sup> rencontre d'eau à 7,5 m/TA dans la couche 3 et dernière mesure en fin de chantier à 6,1 m/TA au niveau de la couche 2.

(\*\*) : Niveau piézométrique de fin de chantier.

(\*\*\*) : Sondage situé à l'arrière du quai.

	88-PR1*	88-PR2*	88-PR3
Date de mesure	25/02/1988	01/03/1988	29/02/1988
Cote forage (mNGF)	172,7	172,7	172,7
Profondeur d'eau (m)	5,4	7	6
Cote d'eau (m)	167,3	165,7	166,7
Formation	Couche 1 - Couche 2*	Couche 1 - Couche 2	Couche 1 - Couche 2

(\*) : Sondage réalisé le long du mur du quai.

(\*\*) : 1<sup>ère</sup> rencontre d'eau à 7 m/TA au niveau du toit de la couche 3 (limite couche 3 - couche 2) et dernière mesure en fin de chantier 5,4 m/TA au niveau de la couche 1 ; Cette remontée d'eau dans la crépine du piézomètre **88-PR1** pourrait soutenir l'hypothèse d'une couche 2 peu perméable.





	21-SC1*	21-SC2*
Date de mesure	22/04/2021	22/04/2021
Cote forage (mNGF)	172,9	172,9
Profondeur d'eau (m)	6,2**	6,2**
Cote d'eau (m)	166,7	166,7
Formation	Couche 1 - <b>Couche 3***</b>	Couche 1 - <b>Couche 3***</b>

(\*) : Sondage réalisé le long du mur du quai.

(\*\*) : Niveau piézométrique de fin de chantier.

(\*\*\*) : Niveau d'eau rencontré vers 5,6 m de profondeur dans la couche 1, puis niveau d'eau relevé à 6,2 m de profondeur au droit de la couche 3 avant rebouchage du sondage.

	24-PM1*	24-PM2*	24-PM3*	24-PM4**	24-PM5*	24-PM6*	24-PM7*
Date de mesure	29/01/2024	29/01/2024	29/01/224	30/01/2024	30/01/2024	30/01/2024	30/01/2024
Cote forage (mNGF)	172,9	172,9	172*,9	172,7	173	173,2	173
Profondeur d'eau (m)	sec	2,2	-***	sec	2,5	2,65	2,7
Cote d'eau (m)	-	170,7	-	-	170,5	170,55	170,3
Formation	-	<b>Couche 1 - Couche 2</b>	-	-	<b>Couche 1 - Couche 2</b>	<b>Couche 1 - Couche 2</b>	<b>Couche 1 - Couche 2</b>

(\*) : Sondage réalisé à l'arrière du quai.

(\*\*) : Sondage réalisé le long du mur du quai.

(\*\*\*) : Venues d'eau superficielles de manière abondante, difficiles à distinguer de la nappe.

Toutes les pelles mécaniques ont été descendues entre 3,1 et 3,2 m/TA.

**Synthèse :** De façon générale, le toit de la nappe est rencontré au niveau du toit de la couche 3 : (Alluvions sablo-graveleux) (7,2 m/TA) et compte tenu de la nature lithologique de la couche 2 : Alluvions fines (limon-argileux), cela pourrait indiquer la présence d'un sol peu perméable et par conséquent, une nappe en charge au droit de la couche 3 et une potentielle remontée d'eau dans les remblais par drainance, via les sols fins sous-jacent (couche 2).

Des circulations d'eau d'infiltration au droit des formations superficielles, à la faveur des épisodes pluvieuses, seraient aussi envisageable.



Les résultats des mesures piézométriques au droit des piézomètres 88-PR1 (nord) et 88-PR2 (Sud), (implantés le long du quai), entre le 09/03/1988 et 24/05/1988 ont permis d'apprécier les variations du niveau piézométrique, durant presque un trimestre et les relations nappes-rivières qui en découleraient.

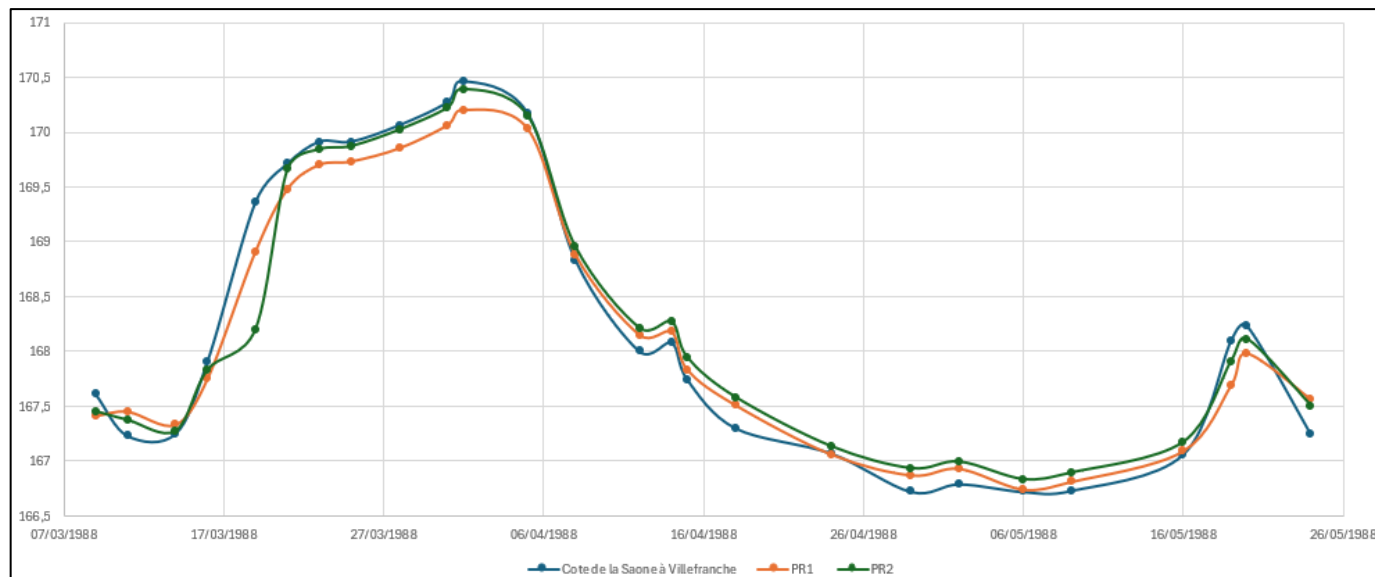


Figure 20 : Chronique piézométrique au droit du site d'étude du 09/03/1988 au 24/05/1988

	Saône	88-PR1	88-PR2
	Cote (m NGF)	Cote (m NGF)	Cote (m NGF)
Min	166,7	166,7	166,8
Max	170,5	170,2	170,4
Moyenne	168,2	168,2	168,3
Écart type	1,3	1,2	1,2
$\Delta$ NP	3,7	3,5	3,6

Ces mesures piézométriques ont mis en évidence, une variation assez significative du niveau de la nappe de l'ordre de 4 m sur 1 trimestre environ et cela, en étroite relation avec les variations du niveau de la Saône au droit du site d'étude. Le niveau moyen de l'eau a ainsi été à 168,2 m NGF au cours de cette période.



Nous constatons par ailleurs, un niveau de la Saône au-dessus des niveaux piézométriques pendant les deux phases de remontée du niveau d'eau (gradient hydraulique, avoisinant 0,3 m), tandis qu'il passe en dessous des niveaux de nappes durant la phase de décrue (inversion du gradient hydraulique).

	Phase de crue	Phase de décrue
Saône	170,46	167,07
PR1	170,2	167,06
PR2	170,39	167,13
$\Delta$ max (Saône/88-PR1) (m)	0,26	0,01
$\Delta$ max (Saône/88-PR2) (m)	0,07	0,06



## 6.7. Essais en laboratoire

### 6.7.1. Analyses granulométriques

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé 8 essais d'identification dont 6 au droit de la couche 1 et 2 au droit de la couche 2, présentés dans les tableaux ci-dessous :

Couche 1	GRANULOMETRIE - SEDIMENTOMETRIE				VBS
	Wnat (%)	<50 mm (%)	<2 mm (%)	<80 µm (%)	
Nbre d'essais	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Ecart type	1,5	0,0	9,4	9,4	0,3
Minimum	5,0	100,0	39,7	3,1	0,3
Maximum	9,0	100,0	68,4	12,2	1,2
Moy Arith	6,7	100,0	49,8	6,0	0,6

Couche 2	GRANULOMETRIE - SEDIMENTOMETRIE				VBS
	Wnat (%)	<50 mm (%)	<2 mm (%)	<80 µm (%)	
Nbre d'essais	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Ecart type	5,8	0,0	12,7	12,7	2,0
Minimum	9,8	100,0	35,8	2,6	0,2
Maximum	21,3	100,0	61,2	41,6	4,2
Moy Arith	15,5	100,0	48,5	22,1	2,2



### 6.7.2. Essais d'identification et faisabilité du recyclage des agrégats d'enrobé

Les analyses en laboratoire ont été réalisées afin de vérifier que les classes requises (teneur en liant **TL**, caractéristiques du liant B, granulométrie G et caractéristiques intrinsèques R) du produit qui sera potentiellement réutilisé pour le chantier soient à minima du niveau requis pour l'usage visé.

Le guide du CEREMA [9.] relatif aux opérations de construction, de réhabilitation et d'entretien des couches de roulement, de liaison et d'assise des autoroutes, des routes, et des chaussées aéronautiques fabriquées à chaud, sans abaissement de température, qui intègrent des agrégats d'enrobés dans leur formulation a été utilisé. Il fournit les recommandations nécessaires pour satisfaire au besoin d'adhérence des chaussées.

Sondage	PM1		PM5	PM7
Liant d'apport :				
Pénétrabilité à 25°C (0,1 mm)	4	5	-	12
Point de ramollissement T.B.A. (°C) (liquide)	95,5 (Glycérol)	97 (Glycérol)	-	72 (Eau)
Agrégats d'enrobés (A.E) :				
Teneur en liant (%)	5,01		5,36	4,88
Catégorie	TL <sub>NS</sub> , B <sub>NS</sub> , G <sub>NS</sub> ,		TL <sub>NS</sub> , B <sub>NS</sub> , G <sub>NS</sub> ,	TL <sub>NS</sub> , B <sub>NS</sub> , G <sub>NS</sub> ,



## 7. Analyse des causes possibles des désordres

### 7.1. Plateforme de stockage

Les causes envisageables pour ces désordres sont les suivantes :

- Un défaut de portance au niveau de la plateforme :

Les poinçonnements de plateforme peuvent être liés à un revêtement défaillant voire absent couplé à une PST de mauvaise qualité. Lors de notre visite, nous avons pu notamment constater l'état dégradé des enrobés en de nombreux points voire leur absence localement du fait de leur usure et du trafic.

Les sondages à la pelle réalisés dans le cadre de la présente étude n'ont pas permis de mettre en évidence une couche de forme en matériaux granulaire distincte des remblais sous-jacents. Cela peut traduire une pollution de la couche de forme par les matériaux sous-jacents ou l'absence d'une couche de forme lors de la création de la plateforme.

Les importantes charges concentrées au niveau des patins des pelles de manutention peuvent également être à l'origine de l'endommagement du revêtement et des phénomènes de poinçonnement si la plateforme n'a pas été conçue pour résister à ces sollicitations.

- Un lessivage des alluvions fines :

Compte tenu de l'âge de l'ouvrage et du contexte géotechnique, la cause la plus probable de l'apparition des fontis est un phénomène d'érosion interne dans les alluvions fines (lessivage ou suffusion) rencontrées en base des remblais, au-dessus des alluvions grossières. Les écoulements hydrauliques traversant les alluvions peuvent entraîner les particules les plus fines au travers du squelette des alluvions grossières. Avec le temps, ce départ de matière peut entraîner un sous-cavage au sein des alluvions fines qui va remonter au travers des remblais jusqu'à apparaître sous forme de fontis au niveau de la plateforme.

Ces écoulements sont potentiellement plus marqués lors des phénomènes de crues et de décrues. Le mur de quai semi-étanche en palplanches et les alluvions fines réduisent les écoulements vers le cours d'eau ce qui peut générer des différences de charges entre le cours d'eau et l'amont du mur de quai. Ces différences de charge induisent des gradients hydrauliques, essentiellement dans les couches les plus perméables à savoir les alluvions fines, qui peuvent alors enclencher des phénomènes d'érosion interne en fonction notamment de la granulométrie des matériaux et de l'amplitude des gradients.



## 7.2. Mur de quai

Les pathologies au niveau du mur de quai concernent essentiellement le tronçon 2 tiranté par des câbles précontraints.

Les causes envisageables des désordres observés sont les suivantes :

- Des surcharges ponctuelles excessives en tête de mur :

Le mur de quai a initialement été dimensionné en tenant compte d'une surcharge répartie semi-infinie de 50 kPa. Toutefois dans les faits, les pelles de manutention appliquent des contraintes vraisemblablement plus élevées (>300 kPa) mais sur des surfaces plus restreintes (dimensions des patins de 0,65x0,65 m à 1,0mx1,0m).

L'étude réalisée par Equaterre en 2018 (source n°17) conclut que les efforts des patins des pelles ne seraient excessifs que pour des configurations particulières de la pelle de 100T. Cette étude a conclu à la nécessité de reculer la bande jaune de 20 cm par rapport au mur de quai pour élargir la zone d'interdiction pour la pose des patins des pelles.

A noter que l'étude d'Equaterre exploite un certain nombre d'hypothèses, notamment concernant la résistance des palplanches et des tirants, issues d'une étude réalisée par SITES en 2017 (« Diagnostic et recalcul de la capacité portante du quai »). Nous ne disposons pas de cette étude dans les données bibliographiques mis à notre disposition. Il apparaît important de la récupérer.

On peut également noter qu'Equaterre a mené son étude en faisant des hypothèses sur les descentes de charges appliquées sur les patins des grues en l'absence de données d'entrée précises sur les caractéristiques des grues.

Il apparaît donc possible que des charges excessives en tête de mur aient pu générer des désordres ponctuels sur le quai mais les restrictions définies en 2018 devraient théoriquement prévenir de nouveau désordres liés à cette cause (à vérifier avec descentes de charge réelles des pelles).

- Une corrosion des palplanches :

Une corrosion importante des palplanches peut être à l'origine d'une diminution de la résistance de l'écran et d'une augmentation des déformations.

Toutefois, l'inspection des palplanches de 2018 par Hydrokarst (source n°14) ainsi que l'étude d'Equaterre (source n°17) semblent montrer que la corrosion demeure limitée et que la stabilité reste assurée en tenant compte de cette corrosion.

corrosion des palplanches ne semble pas problématiques selon, l'inspection vidéo et les étude Equaterre et SITES (mais document SITES disponible)

- La présence de fontis à l'arrière du mur de quai :

Comme présenté au paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, des fontis sont apparus à l'arrière du mur de quai. Toutefois, il apparaît difficile de relier les déformations du mur de quai vers la darse à ces fontis. En effet, la présence de fontis directement à l'arrière du mur de quai aurait plutôt tendance à diminuer la poussée des terres sur le mur et donc à induire un déplacement du mur vers l'amont.



— Une défaillance des tirants par usure des câbles et des têtes :

Les nombreux désordres constatés sur les têtes de tirants lors de l'inspection de fin 2023 (source n°7) mais également lors des expertises de 1987-1989 (source n°46) peuvent légitimement faire craindre que la capacité de certains tirants soit inférieure à la valeur théorique prise en compte lors de la conception ou même dans les recalculs ultérieurs (notamment l'étude d'Equaterre de 2018).

Si la résistance de certains tirants diminue ou devient même nulle, des déformations voire des instabilités du mur de quai sont possibles.

Selon l'expertise du CETE de 1989 (source n°25), en cas de rupture d'un tirant, il y aurait plastification de la lierne et de la palplanche avec reports sur les tirants adjacents et donc la stabilité du quai ne serait localement plus assurée.

Selon une expertise de Mr COUPRIE (expert SOLETANCHE) également de 1989 (source n°46), il n'est pas impossible que même avec la moitié des tirants rompus, le quai tienne encore du fait d'une marge de sécurité importante sur le dimensionnement lors de la conception initiale.

Toutefois, même si la stabilité globale ne serait pas remise en cause par la rupture ponctuelle d'un tirant, elle engendrerait certainement des déformations significatives au niveau de la zone concernée par la rupture du câble. **L'hypothèse d'une défaillance partielle ou totale d'un câble apparaît donc comme la cause la plus probable des désordres identifiés sur le mur de quai.**



## 8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

### 8.1. Synthèse géotechnique et hydrogéologique

Les résultats des différents sondages réalisés dans le cadre de cette étude et des études antérieures ont permis d'établir les modèles géotechniques suivants au droit des sites du projet :

**A l'arrière du quai** (ensemble de la plateforme au-delà de 12 m du mur de quai)

Couche (Formation présumée)	Profondeur de la base (m/TA)	Cote de la base (NGF)	Epaisseur (m)	Données pressio. Moyennes (Mpa)	Commentaires
<b>Couche 1 Remblais</b>  Graves sableuses à sable graveleux	2,5	170,5	2,5	$PI^* = 1,2$ $E_M = 8 \text{ MPa}$ $\alpha = 1/3$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matériaux de nature relativement homogène (GTR : B4 à B5h) avec des éléments anthropiques et des galets pluricentimétriques.</li><li>• Epaisseur variable en fonction de la position du sondage,</li></ul>
<b>Couche 2 Alluvions fines</b>  Alternance de limon argileux et d'argiles limoneuses avec des passages sableux	7,5	165,5	5	$PI^* = 0,5 \text{ MPa}$ $E_M = 3,5 \text{ MPa}$ $\alpha = 1/2$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matériaux de nature relativement hétérogène (GTR : A2 th) de compacité moyenne à très médiocre,</li></ul>
<b>Couche 3 Alluvions sablo- graveleuses</b>  Sable graveleux propre, avec des passages de sables fin, limono-argileux	>15	<158	>10	$PI^* = 2,2 \text{ MPa}$ $E_M = 18 \text{ MPa}$ $\alpha = 1/3$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matériaux non identifiés en sondage, assimilés à un sable graveleux selon les rapports de sondages antérieures</li></ul>

**Nota** : le TA est considéré en moyenne à l'arrière du quai à 173 NGF.

**Le niveau courant du toit de la nappe** retenu au droit du site est 2 m/TN soit à la côte 171 NGF.

Par ailleurs, une remontée de nappe est attendue en période de crue jusqu'au terrain fini.



### Le long du quai

Couche (Formation présumée)	Profondeur de la base (m/TA)	Cote de la base (NGF)	Epaisseur (m)	Données pressio. Moyennes (Mpa)	Commentaires
<b>Couche 1 Remblais</b>  Graves sableuses à sable graveleux	5	167,9	5	$PI^* = 1,2$ $E_M = 8 \text{ MPa}$ $\alpha = 1/3$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matériaux de nature relativement homogène (GTR : B4 à B5h) avec des éléments anthropiques et des galets pluricentimétriques.</li><li>• Epaisseur variable en fonction de la position du sondage,</li></ul>
<b>Couche 2 Alluvions fines</b>  Alternance de limon argileux et d'argiles limoneuses avec des passages sableux	8	164,9	3	$PI^* = 0,5 \text{ MPa}$ $E_M = 3,5 \text{ MPa}$ $\alpha = 1/2$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matériaux de nature relativement hétérogène (GTR : A2 th) de compacité moyenne à très médiocre,</li></ul>
<b>Couche 3 Alluvions sablo- graveleuses</b>  Sable graveleux propre, avec des passages de sables fin, limono-argileux	>15	<157,9	>10	$PI^* = 2,2 \text{ MPa}$ $E_M = 18 \text{ MPa}$ $\alpha = 1/3$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matériaux non identifiés en sondage, assimilés à un sable graveleux selon les rapports de sondages antérieures.</li></ul>

**Nota** : le TA est considéré en moyenne au droit du site à 172,9 NGF.

**Le niveau courant du toit de la nappe** retenu à 166 NGF.

Le niveau de la nappe est en effet, étroitement lié au niveau de la Saône (cf. §6.5.1) et les données historiques (photo d'archives aériennes) montrent par ailleurs qu'en période de crue maximale, son niveau peut atteindre la cote de la plateforme.



## 8.2. Rappel du projet

L'objectif du projet soumis à notre étude est la modernisation des dalles nord et sud du port du Beaujolais dont l'activité consiste au chargement et déchargement de matières au droit du quai du port. Les descentes de charges au droit du site d'étude, sont réparties en 3 catégories :

- les descentes charges liées aux circulations des véhicules et des grues : qui seront modélisées comme une charge répartie de 30 kPa à l'ELS au droit de zone de trafic ;
- les descentes charges liées aux grues de manutention : patin des grues ;
- les descentes de charges liées aux matières et matériaux stockés sur la plateforme : grumes, métaux, copeaux de bois, déblais/déchets, palettes, ...qui sont considérées d'une première approche à 60 kPa à l'ELS.

**NOTA** : les charges présentées ci-dessus sont des hypothèses forfaitaires que nous avons retenues sur la base de notre expérience d'aménagements similaires. Ces hypothèses présentent donc de fortes incertitudes et **devront être confirmées par le Maître d'ouvrage**.

Dans le cadre de la modernisation, les travaux devront aussi permettre de garantir la pérennité des infrastructures, notamment vis-à-vis des pathologies identifiées ces dernières années.

## 8.3. Principes de confortement

### 8.3.1. Plateforme de stockage

Compte tenu des pathologies identifiées et des causes probables associées, nous proposons la réalisation d'un **maillage d'inclusions rigides** sur l'ensemble de la plateforme de stockage. Ces inclusions seront ancrées dans les alluvions grossières et surmontée d'un matelas de répartition permettant de transférer les charges d'exploitation de la surface vers les inclusions rigides.

Cette solution permet de répondre aux deux causes probables des pathologies au niveau de la plateforme de stockage. L'ancrage des inclusions en dessous les alluvions fines permet d'assurer la stabilité de la plateforme même en cas d'apparition de sous-cavages au sein de cette couche. La présence d'un matelas de répartition permet d'obtenir une plateforme de bonne portance y compris en cas d'une PST de mauvaise qualité.



### 8.3.2. Mur de quai

Il est nécessaire en premier lieu d'assurer une **protection des têtes de tirants actifs** au niveau du tronçon 2 afin d'éviter une dégradation plus importante : nettoyage des têtes de câbles, mise en place de capots de protection, injection de produit anticorrosion.

Ensuite, il conviendra d'assurer un **suivi et un entretien à long terme** du mur de quai et notamment des têtes de tirants du tronçon 2 :

- Inspection périodique des têtes de tirants tous les 2 ans ;
- Travaux de maintenance et réparation selon les conclusions des inspections périodiques ;
- Suivi topographique de la tête du mur :
  - mise en place de cibles topographiques tous les xxx ml face à la darse pour suivi des déformations en x, y, z.
  - fréquence de mesure proposée :
    - la première année : tous les 3 mois
    - jusqu'à la fin de la 5<sup>e</sup> année : 2 fois par an
    - ensuite : 1 fois par an
    - A adapter si des déformations anormales sont identifiées
  - Seuils :
    - Vigilance : 1 cm
    - Alerte : 3 cm

Les calculs exploratoires relatifs à la stabilité du mur de quai (cf. §8.6) tendent à montrer que la mise en place des inclusions rigides permettra d'assurer une marge de sécurité satisfaisante vis-à-vis des différents modes de ruptures sous réserve que les éléments structurels du mur ne soient pas significativement dégradés par rapport aux hypothèses retenues (voir préconisation d'entretien ci-avant).

Ces calculs indiquant également qu'en cas de défaillance de tirants au niveau du mur de quai, des désordres sont à attendre voire une instabilité généralisée. Dans ce cas, la **réalisation de nouveaux tirants** serait nécessaire pour retrouver un niveau de stabilité satisfaisant.



## 8.4. Terrassement

Le projet de restauration et de modernisation de la plateforme du quai du port du Beaujolais nécessitera des travaux de terrassements en déblais. Ces travaux visant à la préparation de la plateforme de chantier, puis la mise en place d'une plateforme de transfert de charge, concerneront la couche 1 : remblais de grave sableuse.

La plate-forme de transfert de charge peut être constituée, selon les applications :

- d'une simple couche de matériau granulaire bien compacté ;
- d'une couche de sol traité aux liants hydrauliques ;
- ou d'une couche de sol renforcé par nappes horizontales de géosynthétiques.

Dans le cadre de ce projet, une couche de matériaux granulaires serait adaptée, en cherchant à obtenir une bonne compacité lui conférant un fort module de déformation. Une épaisseur minimale de matelas est nécessaire, de façon à permettre un bon transfert de charge entre les inclusions et le sol, d'une part, et pour limiter les efforts dans la structure supportée (dallages, semelles...), d'autre part. Cette épaisseur est par ailleurs indispensable au dimensionnement optimal de la structure portée, notamment en vue de la réduction des moments de flexion dans les dallages.

En prenant comme hypothèse une épaisseur de matelas de répartition de 0,8 m reposant sur une plateforme de travail avec une couche de forme de 0,3 m et un revêtement (enrobé ou béton) de l'ordre de 0,3 m, une profondeur de terrassement d'environ 1,5 m/TA sera requise. Considérant une cote moyenne de 173,0 m NGF à l'arrière du quai et 172,9 m NGF le long du quai, les cotes de terrassement en déblai seront situées autour de 171,6 m NGF.

Les matériaux de remblais pourront être extraits avec des engins classiques à godet de bonnes puissances et éventuellement d'un matériel désagrégateur (BRH par exemple) au droit de la chaussée en béton.

Il conviendra toutefois, de s'assurer que le matériel employé ne génère pas des nuisances sonores ou vibratoires incompatibles avec les avoisinants.

Un premier remblaiement en matériaux granulaire de 0,3 m environ sera nécessaire pour obtenir la plateforme de travail (cote des têtes des inclusions).

Cette plateforme serait recompressée après réalisation des inclusions rigides et complétée par la couche de matelas de répartition.



Sur la base des observations des niveaux de nappe en fouille, on peut estimer qu'en période climatique favorable, l'ensemble des terrassements au droit des différents sites se feront hors nappes. Par conséquent, à ce stade, aucun système de rabattement de la nappe n'est à prévoir pour la réalisation des travaux d'infrastructures sur les sites.

Toutefois, il convient de rappeler que sur les sites du projet, des circulations d'eau erratiques peuvent avoir lieu au sein de la couche 1, en période pluvieuse prolongée, qui pourraient nécessiter pour les travaux de terrassement en déblai, une collecte de ces venues d'eaux en pied de fouille au moyen de rigoles aménagées, raccordés à une ou plusieurs fosses avec des pompes de relevage reliées à un exécutoire efficace.

Afin de palier à la pluviométrie directe sur le fond de fouille arasé, il conviendra de réaliser ces travaux en conditions climatiques favorables.

## 8.5. Renforcement de sol par inclusions rigides

### 8.5.1. Principe

Le renforcement de sols par inclusions rigides consiste en la mise en œuvre d'un réseau dense d'inclusions constituées de béton ou de mortier et mises en œuvre généralement selon une technologie identique à celle des pieux (tarière creuse ou vissé-moulé par exemple), traversant des sols compressibles et ancrés dans un horizon de bonne portance.

Ces inclusions sont surmontées d'un matelas de répartition (couche de remblai granulaire ou de sols traités aux liant hydrauliques de 40 à 80 cm d'épaisseur), qui joue un rôle de transfert des charges sur les inclusions et le sol en place.

Cet ensemble constitue alors un massif composite dans lequel les charges apportées se distribuent entre le sol lui-même et les inclusions.

Par son principe, la technique du renforcement de sols par inclusions rigides met en jeu une suite d'interactions complexes, depuis l'ouvrage supporté jusqu'au sol d'ancrage :

- interaction entre l'ouvrage et le matelas de transfert, fonction de l'épaisseur du matelas et de la rigidité de la fondation ;
- interaction entre le matelas de transfert et le massif de sol renforcé constitué de la couche de sol compressible et des inclusions rigides ;
- interaction à l'interface entre le sol compressible et les inclusions, où se développent du frottement successivement négatif puis positif en profondeur ;
- interaction entre la pointe des inclusions et le sol porteur.



## 8.5.2. Exemple de prédimensionnement

### 8.5.2.1. Dispositions constructives

Le prédimensionnement effectué tient compte des recommandations ASIRI suivantes :

- diamètre minimal des inclusions : 250 mm (diamètres plus faibles tolérés sous réserve de justifications spécifiques)
- maille maximale de 3 x 3 m pour un diamètre d'inclusion inférieur à 0,5 m
- entraxe entre inclusions : minimum 3 diamètres (ou 4 diamètres pour une technologie avec refoulement).

Nous avons retenu pour nos prédimensionnements :

- **Inclusions rigides :**
  - inclusions de type pieux à la tarière creuse (classe 2 - catégorie 6 - FTC selon l'annexe A de la norme NF P 94-262),
  - ancrage dans la couche 2 (Alluvions grossières sablo-graveleuse), qui est au moins à 10 m/TA,
  - diamètre des inclusions : 400 mm,
  - maille :
    - Au niveau des revêtements en enrobé bitumineux : 1,8 m x 1,8 m avec mise en place de dallette en tête d'inclusion,
    - Au niveau des dallages en béton : 2,0 x 2,0 m,
  - Béton : C16/20 ;  $E_y$  : 90 MPa ;  $\nu$  = 0,25,

- **Matelas de répartition :**

- Matériau granulaire compacté :
  - $\phi = 40^\circ$ ,  $c' = 0$ ,
  - $E_M = 30$  MPa,  $\alpha = 1/3$ ,
  - $E_y = 90$  MPa,  $\nu = 0,3$ ,

**Nota :** Le module de déformation du matelas de répartition est estimé à 90 MPa, sous réserve de contrôle par essais à la plaque.

- Epaisseur :
  - Au niveau des revêtements en enrobé bitumineux : Respect du critère relatif aux chaussées :  $H_M < 0,7 (s-a)$ , avec :
    - $a = 0,65$  m (côté de la dallette en tête d'inclusion),
    - $s = 1,8$  m (côté de la maille élémentaire),
    - soit une épaisseur :  $e_M = 0,8$  m,
  - Au niveau des dallages en béton :  $e_M = 0,5$  m,

- **Caractéristique des sols :** selon modèle géotechnique (cf. §8.1)

- **Surcharges ( $q_0$ ) :**

- zones de stockage marchandises : 60 kPa,
- zones de trafic routier : 30 kPa.



#### 8.5.2.2. Modèle géotechnique - Valeurs caractéristiques des résistances de pointe et de frottement axial

Pour procéder aux calculs des pieux, nous retenons les modèles géotechniques suivant qui ont été établis à partir de l'ensemble des résultats de sondages réalisés au droit du projet du quai :

							Pieux FTC	
N° couche	Nature du sol	Base de la couche m/TA (m NGF*)		EM (MPa)	$\alpha$	Ey = EM / $\alpha$ (MPa)	qs (kPa)	kp x Ple (kPa)
		L'arrière du quai	Le long du quai					
1	Remblais	2,5 (170,5)	5 (168)	8	1/3	24	90	-
2	Alluvions fines	7,5 (165,5)	8 (165)	3,5	1/2	7	50	-
3	Alluvions grossières	>15 (<158)	>15 (<158)	18	1/3	54	135	2200

\* le TA est considéré en moyenne à 173 NGF.

#### 8.5.2.3. Charges admissibles des inclusions (résistance structurelle)

Les charges admissibles sont déterminées conformément à la norme NF P 94-262 de juillet 2012.

Nous avons pris l'hypothèse d'une classe de résistance du béton des inclusions en C16/20.

Le tableau ci-après récapitule les contraintes intrinsèques admissibles du béton pour des inclusions FTC.

Diamètre (B)	0.4 m
$k_1$	1,4
$k_2$	1,15
$k_3$	0,75
$f_{ck}$ (MPa)	16
$C_{max}$ (MPa)	30
$f_{ck}^*$ (MPa)	9,9
$\sigma_c$ (MPa) ELS CARA	2,24

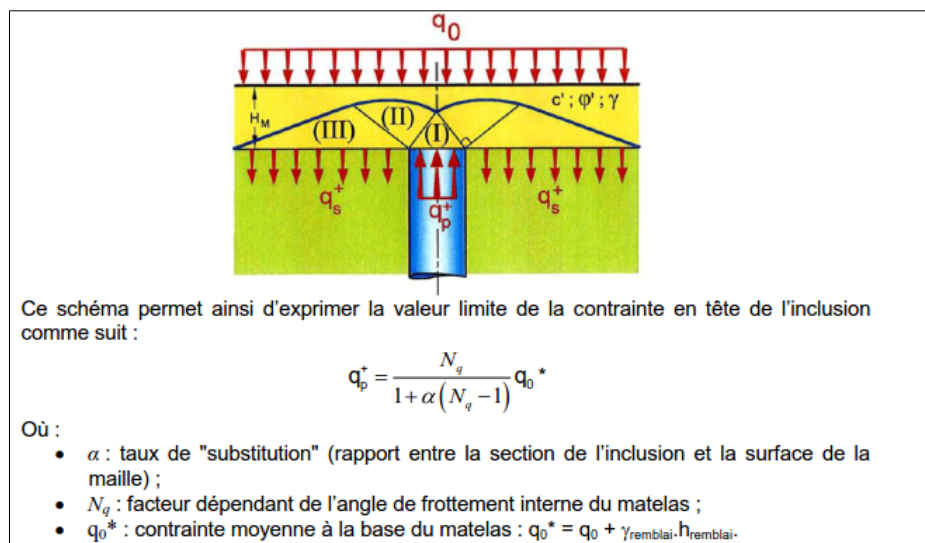


#### 8.5.2.4. Principe de calculs

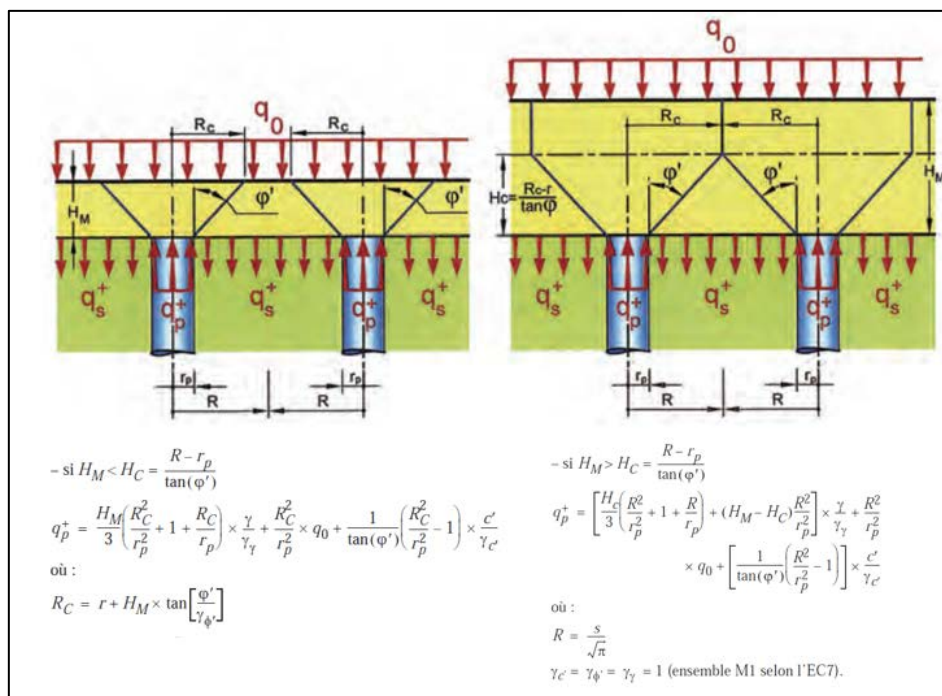
Les inclusions de renforcement de sols sous de plateforme portuaire correspondent au « domaine 1 » tel que défini par les recommandations ASIRI (cas des inclusions nécessaires à la stabilité de l'ouvrage).

La justification sous chaussée est effectuée par la modélisation de la maille élémentaire pieu + sol à l'aide du logiciel FOXTA – Module TASPIE+ (modèle d'interaction sol-structure), permettant de calculer la répartition des efforts entre l'inclusion et le sol, d'estimer les tassements au sein des couches de sol renforcées, et ainsi déterminer un module de sol équivalent,

La valeur limite de la contrainte en tête d'inclusion (fonction des caractéristiques du matériau du matelas de répartition et la géométrie de l'ouvrage) doit être comparée avec la charge appliquée. Cette vérification est faite selon la méthode basée sur le schéma de Prandtl et celui du cône de cisaillement conformément aux recommandations ASIRI (cf. schémas ci-après).



*Extrait des recommandations ASIRI (schéma de Prandtl)*



Extrait des recommandations ASIRI (schéma en cônes de cisaillement)



#### 8.5.2.5. Vérification du dimensionnement

L'ensemble des calculs sont présentés en annexe.

Les principaux résultats sont reportés sur le tableau ci-après.

— **IR sous chaussée (revêtement enrobé bitumineux) :**

Le calcul est mené sous l'hypothèse d'une contrainte uniforme en surface.

		A l'arrière du quai	
Cas de charge		60 kPa	30 kPa
Matelas	Epaisseur	0,8 m	0,8
	Facteur Nq	64,2	64,2
Inclusions	Maillage (m <sup>2</sup> )	1,8 x 1,8	1,8 x 1,8
	Diamètre (m)	0,4	0,4
	Taux de couverture $\alpha$ (%)	3,9	3,9
	Longueur (m)	7,0	7,0
Poinçonnement matelas	Contrainte limite en tête d'inclusion $q_{p+}$ (kPa) <sup>(1)</sup>	1428	870
	Contrainte limite en tête d'inclusion $q_{p+}$ (kPa) <sup>(2)</sup>	1275	705
	Contrainte en tête d'inclusion (kPa)	545	335
Résistance structurelle	Contrainte maximale dans le pieu (kPa)	1410 (<2240)	710 (<2240)
Tassements	Tassement domaine pieu (mm) <sup>(3)</sup>	≈ 5,6	≈ 2,8
	Tassement domaine sol (mm) <sup>(3)</sup>	≈ 7,2	≈ 3,2
	Tassement différentiel sol/pieu (mm)	≈ 2	< 1
Capacité portante	$F_{s,ult}$ (charge de rupture)	2,93 (>1,0)	5,81 (>1,0)
	$F_{s,cr}$ (charge de fluage)	1,74 (>1,0)	3,45 (>1,0)

(1) Schéma de rupture de Prandtl dans le matelas

(2) Schéma de rupture dans le matelas en cône de cisaillement

(3) Tassement en tête du domaine pieu et du domaine sol



— IR dallage béton :

Le calcul est mené sous l'hypothèse d'une déformation uniforme.

		A l'arrière du quai
Cas de charge		60 kPa
Matelas	Epaisseur	0,5 m
	Facteur $N_q$	64,2
Inclusions	Maillage ( $m^2$ )	2,0 x 2,0
	Diamètre (m)	0,4
	Taux de couverture $\alpha$ (%)	3,1
	Longueur (m)	7,3
Poinçonnement matelas	Contrainte limite en tête d'inclusion $q_{p+}$ (kPa) <sup>(1)</sup>	1510
	Contrainte limite en tête d'inclusion $q_{p+}$ (kPa) <sup>(2)</sup>	-
	Contrainte en tête d'inclusion (kPa)	850
Résistance structurelle	Contrainte maximale dans le pieu (kPa)	1700 (<2240)
Tassements	Tassement domaine pieu (mm) <sup>(3)</sup>	≈ 7,6
	Tassement domaine sol (mm) <sup>(3)</sup>	≈ 7,6
	Tassement différentiel sol/pieu (mm)	≈ 0 (hypothèse de calcul)
Capacité portante	$F_{s,ult}$ (charge de rupture)	2,57 (>1,0)
	$F_{s,cr}$ (charge de fluage)	1,54 (>1,0)

(1) Schéma de rupture de Prandtl dans le matelas

(2) Schéma de rupture dans le matelas en cône de cisaillement

(3) Tassement en tête du domaine pieu et du domaine sol

### 8.5.2.1. Coefficients de réaction pour dallage

Pour le dimensionnement du dallage béton reposant sur le maillage d'inclusion rigide, il convient de tenir compte des **coefficients de réaction** non uniformes selon le principe issu des recommandations ASIRI présenté ci-dessous.

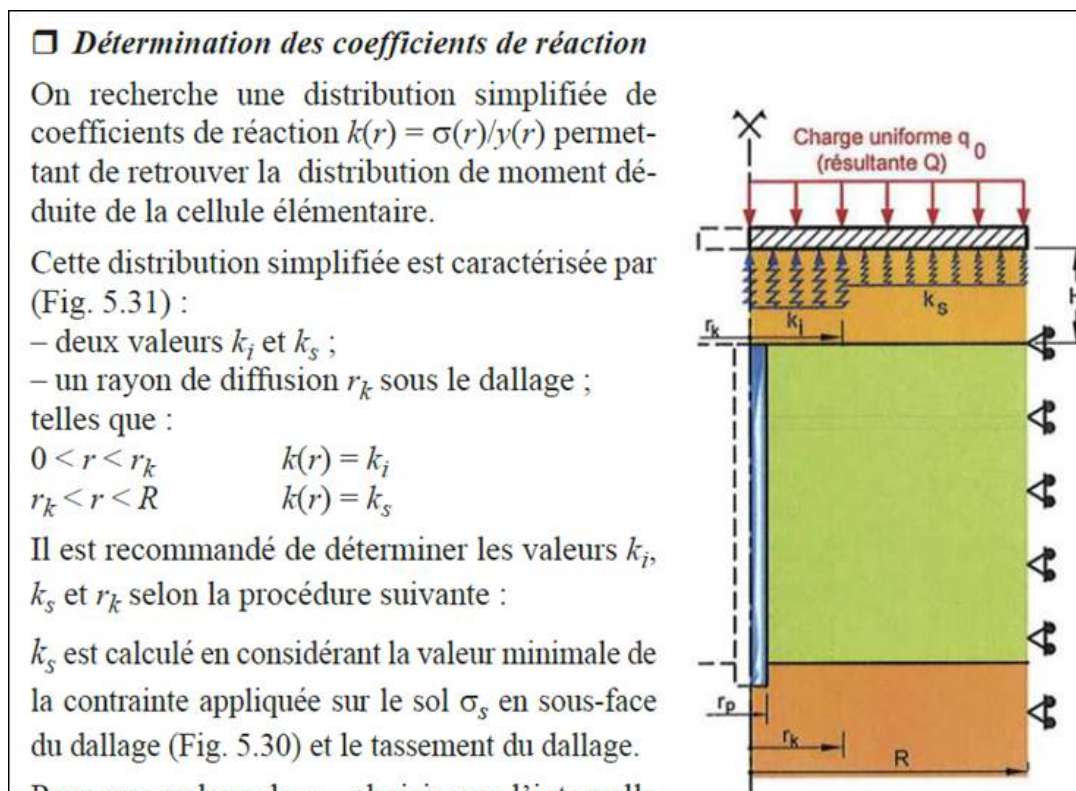


Figure 21 - Définition des coefficients de réaction sous dallage (extrait ASIRI)

Pour les hypothèses présentées ci-avant dans la solution de dallage en béton, on obtient :

- rayon d'influence des IR :  $r_k = 0,3 \text{ m}$ ,
- coefficient de réaction dans la zone d'influence des IR :  $k_i = 35\,000 \text{ kPa/m}$ ,
- coefficient de réaction dans la zone sol :  $k_s = 4\,500 \text{ kPa/m}$ .



### 8.5.3. Sujétions d'exécution

- La machine de forage devra être munie de dispositif d'enregistrement des paramètres de forage et de bétonnage de manière à pouvoir contrôler le niveau de rencontre du faciès d'ancrage et de s'assurer du bétonnage correct des pieux.
- La machine de forage devra également être suffisamment puissante pour permettre de traverser les remblais pouvant contenir des blocs voire des vestiges enterrés, et atteindre les profondeurs nécessaires.
- Des surconsommations de béton sont également à prévoir dans les remblais.
- En cas de groupes de pieux, avec un entraxe inférieur à 3 diamètres, il conviendra d'appliquer un coefficient d'efficacité  $C_e < 1$  qui devra être calculé conformément à l'annexe J de la norme NF P 91-262 et qui sera appliqué au terme de frottement des pieux.
- La technique de forage ne devra en aucun cas provoquer des désordres sur les avoisinants notamment par transmission de vibrations ou décompression des sols lors du forage ou du bétonnage des pieux.
- Notamment l'implantation des inclusions devra tenir compte des tirants (passifs et actifs) présents à l'arrière du mur de quai afin de ne pas les intercepter ou les détériorer.
- Le matelas de répartition devra être mis en œuvre selon les recommandations ASIRI, avec un critère de réception de la plateforme sera **EV2 > 80 MPa**.

Le dimensionnement des pieux et leur exécution devront être contrôlés par un Géotechnicien dans le cadre de la supervision géotechnique d'exécution (mission d'ingénierie géotechnique classée G4 selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 ; cf. pièces jointes en annexe n° 1).



## 8.6. Soutènement du mur de quai

### 8.6.1. Préambule

Nous avons effectué une analyse de la stabilité du mur de soutènement avec les données de reconnaissances des campagnes antérieures en faisant l'hypothèse d'une rupture de tirant. L'analyse de sensibilité a par ailleurs portée sur l'effet de la charge en tête et d'un potentiel gradient hydraulique entre le quai et la darse. Nous avons ainsi effectué des calculs exploratoires pour 4 scénarios possibles :

- **Cas 1 :** Evaluation de la stabilité du mur de soutènement avec surcharge et sans rupture des tirants d'ancrage ;  
Il s'agit de la configuration existante, étudiée afin d'évaluer les risques théoriques d'instabilité et de servir de référence pour les calculs exploratoires.
- **Cas 2 :** Evaluation de la stabilité du mur de soutènement sans surcharge et sans rupture des tirants d'ancrage ;  
Il s'agit de la configuration du port après réalisation des inclusions rigides qui reprendront les surcharges d'exploitation.
- **Cas 3 :** Evaluation de la stabilité du mur de soutènement sans surcharge et avec une rupture de 50% des tirants d'ancrage ;  
Il s'agit de la configuration du port après réalisation des inclusions rigides et en faisant l'hypothèse d'une rupture d'une partie des tirants conformément à la cause probable des désordres identifiés au niveau du mur de quai (cf. §7)
- **Cas 4 :** Evaluation de la stabilité du mur de soutènement sans surcharge et la prise en compte d'une différence de charge hydraulique entre le quai et la darse (2 m) ;  
Il s'agit de la configuration après réalisation des inclusions rigides dans laquelle on étudie une situation hydrogéologique défavorable pour déterminer si elle pourrait être à l'origine de désordres futurs.

### 8.6.2. Hypothèses de calcul

Les paramètres de cisaillement ( $c'$  et  $\varphi'$ ) du modèle géotechnique, ceux des tirants d'ancrage et des rideaux de palplanches ont été tirés des paramètres utilisés pour l'évaluation de la stabilité du rideau de palplanche en 2018 par le bureau d'étude Equaterre (source n°174). Cette étude a été réalisée sur la base d'une combinaison des données d'investigation de Fondasol en 1980 et ceux établis par SITES dans un rapport de « Diagnostic et recalcul de la capacité portante du quai » du 20/10/2017.

Les valeurs des paramètres structurels sont issues des notes de calculs antérieures, et de documents initiaux d'exécution. Une perte d'épaisseur a été prise en compte selon les suggestions des Eurocodes à 36 ans (1981-2017). Les calculs ont ainsi été effectués avec l'âge de 2017.



#### 8.6.2.1. Modèle géotechnique

Horizon	Niveau bas (NGF)	$E_m$ (MPa)	$\alpha$	$c'$ (kPa)	$\varphi'$ (°)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Couche 1 Remblais	167,9	8	1/3	0	30	19.5
Couche 2 Alluvions fines	166	3,5	1/2	10	30*	21
Couche 3 Alluvions grossières	<156	18	1/3	0	40	21

\* Compte tenu de la nature fine des matériaux rencontrés au droit de la couche 2, il est à noter que l'angle de frottement interne utilisé dans le modèle géotechnique, semble relativement assez élevé.

#### 8.6.2.2. Tirant d'ancrage

Les torons sont de type VSL 5 et sont constitués de 11 torons de 12,6 mm de diamètre et précontraints à 92 tonnes. La longueur libre de 5,5 m et la longueur scellée est de 9,5 m. L'inclinaison par rapport à l'horizontale est de 35°. L'espacement horizontal est de 2 m.

Les propriétés des tirants sont présentées ci-après :

Tirant	E (kN/m <sup>2</sup> )	A (m <sup>2</sup> )	Espacement	EA (kN)	Date
Origine	210.10 <sup>6</sup>	1,39.10 <sup>-3</sup>	2	292 600	1981
36 ans	210.10 <sup>6</sup>	1,28.10 <sup>-3</sup>	2	269 181	2017

#### 8.6.2.3. Éléments structurels

Les propriétés des rideaux de palplanche sont présentées ci-dessous :

Larsen IVs	E (kN/m <sup>2</sup> )	EA (kN/ml)	EI (kN/m <sup>2</sup> /ml)	Date
Origine	210.106	39 340 000	115 000	1981
36 ans	210.106	36 191 352	105 795	2017

	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$E_{vj}$ (kN/m <sup>2</sup> )	Limite élastique (MPa)
Poutre de couronnement	24	34 000	-
Palplanche E245 SP (acier classe 2)	78,5	210 000	240



Les caractéristiques de la lierne sont présentées ci-dessous :

Position (m NGF)	Profilé	Limite d'élasticité (MPa)	Ix/v (cm <sup>3</sup> )
168,9	2 UPN 300	240	535

#### 8.6.2.4. Surcharges

Conformément aux études antérieures et notamment à l'étude de conception, nous retenons la surcharge d'exploitation suivante (pour les cas concernés).

Charges d'exploitation en service	kPa	50
-----------------------------------	-----	----

#### 8.6.2.5. Coefficients de poussée/butée

Les valeurs d'inclinaison de la poussée et de la butée sur les écrans, les valeurs suivantes ont été retenues :

Poussée	Butée
0	-1/3

Le calcul des coefficients de poussée et de butée, et de poussée des terres au repos, sont respectivement calculés à l'aide des tables de Caquot/Kérisel et de la Formule de Jaky. Le module de réaction est déterminé selon la méthode de Schmitt.

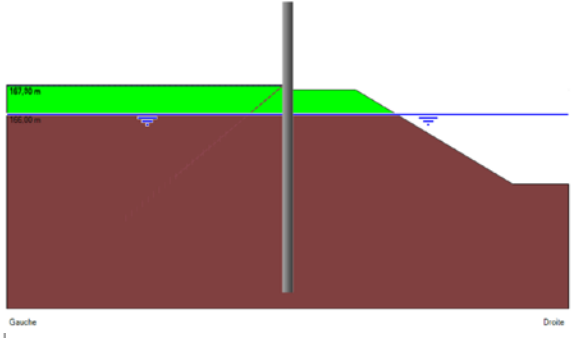
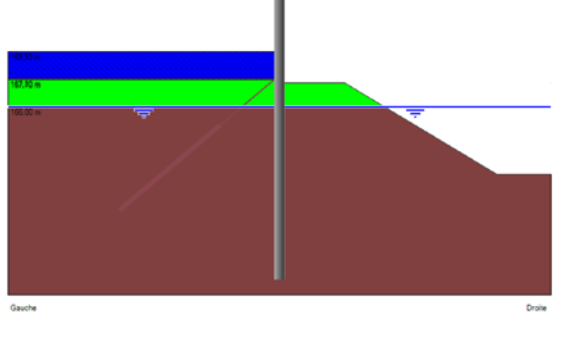
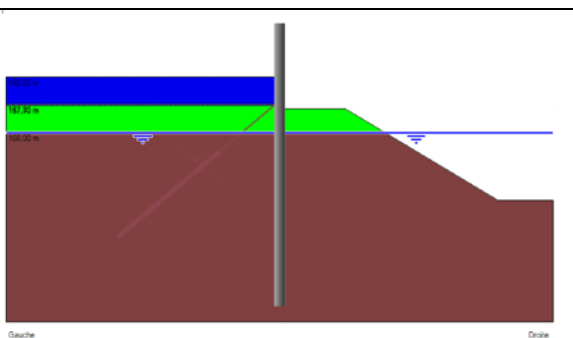
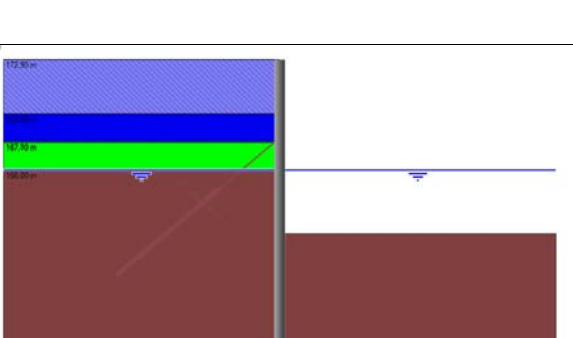
#### 8.6.2.6. Phasage pris en compte

Le phasage de construction a été pris en compte dans les calculs avec notamment la mise en place des tirants avant remblaiement à l'arrière de l'écran.

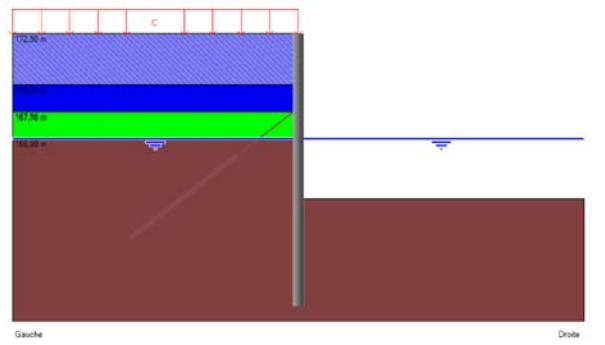
Les étapes de réalisation de la berlinoise provisoire décrites ont été traduites comme suit pour le calcul selon la méthode MISS au coefficient de réaction (réalisé au moyen du logiciel K-Rea V4) :

<b>Phase 1</b> <b>Phase initiale</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Terrassement en risberme côté darse à la cote 167,7 m NGF</li><li>Mise en place de l'écran</li></ul>	
---	--	--



Phase 2	<ul style="list-style-type: none"><li>Mise en place des tirants à la cote 168 m NGF, sans précontrainte</li></ul>	
Phase 3	<ul style="list-style-type: none"><li>Remblaiement côté terre à la cote 169,5 m NGF</li></ul>	
Phase 4	<ul style="list-style-type: none"><li>Mise en tension des tirants (92 T)</li></ul>	
Phase 5	<ul style="list-style-type: none"><li>Remblaiement jusqu'au niveau fini de la plateforme (172,9 m NGF)</li><li>Excavation jusqu'au fond de la darse (162 m NGF)</li></ul>	



Phase 6	<ul style="list-style-type: none"><li>Cas 1 : Application de la surcharge d'exploitation</li><li>Cas 2 : sans objet</li><li>Cas 3 : Rupture de 50% des tirants (efforts et raideur divisés par 2)</li><li>Cas 4 : remontée du niveau de la nappe côté amont à 168 m NGF</li></ul>	
---------	---	--

### 8.6.3. Résultats des calculs aux coefficients de réaction (K-REA)

Nous avons réalisé un prédimensionnement du rideau de palplanche à l'aide du logiciel K-Réa v4 (Méthode de calcul élasto-plastique).

Les hypothèses de sol prises en compte pour le prédimensionnement sont les suivantes :

Couche	Z (m)	$\gamma$ ( kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ ( kN/m <sup>3</sup> )	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	Kh ( kN/m <sup>2</sup> /m)	$\delta a/\varphi$	$\delta p/\varphi$
Couche 1	172,7	19,5	9,5	0,500	0,333	3,932	0,500	0,500	0	0	29669	0	-0,330
Couche 2	167,7	21	11	0,500	0,333	3,932	0,500	0,500	1,155	4,985	5662	0	-0,330
Couche 2	166	21	11	0,500	0,217	7,313	0,357	0,357	0	0	87745	0	-0,330

La paroi est de type « rideau de palplanches » avec les paramètres suivants

Cote de la tête de l'écran : z0 = 172,90 m			
N°	z,base [m]	EI [kNm <sup>2</sup> /m]	W [kN/m/m]
1	155,00	105795	1,18



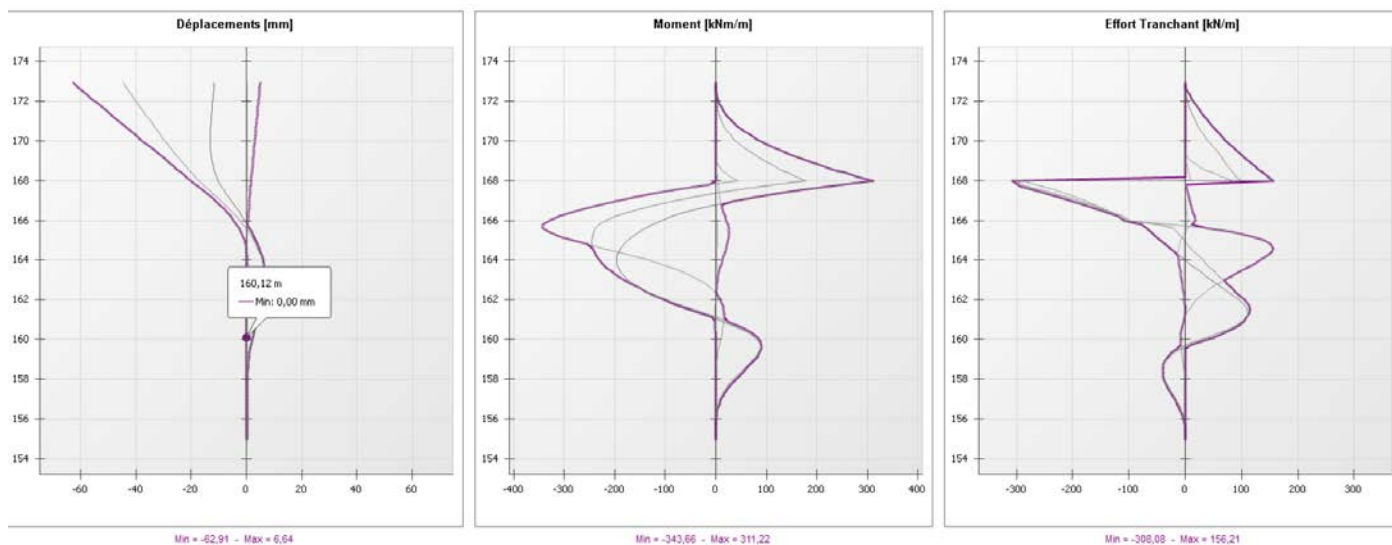
À la suite de notre calcul, les résultats obtenus sont les suivants :

— **Cas 1** : prise en compte de la surcharge en tête de soutènement sans rupture de tirant :

○ **A L'ELS** :

N° PHASE	Déplacement en tête [mm]	Déplacement maximal [mm]	M,k max écran [kNm/m]	N,k max écran [kN/m]	V,k max écran [kN/m]	Rapport butées	F,k tirant n°1 [kN/m]
1	0,31	0,31	2,60	8,37	3,09	12,552	-
2	0,50	0,50	3,73	7,96	4,08	12,359	0,00
3	4,94	4,94	25,63	16,04	18,64	9,561	16,16
4	-62,91	-62,91	-343,66	254,56	-290,54	7,740	459,98
5	-44,75	-44,75	-245,00	287,69	-302,94	4,297	491,89
6	-11,59	-13,09	311,22	331,24	-308,08	3,801	566,79
Extrema	-62,91	-62,91	-343,66	331,24	-308,08	3,801	566,79

○ **Enveloppe des phases de 1 à 6 à l'ELS**



On constate que la mise en tension des tirants (phase 4) génère un fort moment dans le rideau et un déplacement d'environ 6 cm vers l'amont. Ces résultats sont cohérents avec les problématiques évoqués dans les expertises des années 80 liant les désordres sur les tirants à des déformations excessives lors de la mise en tension.

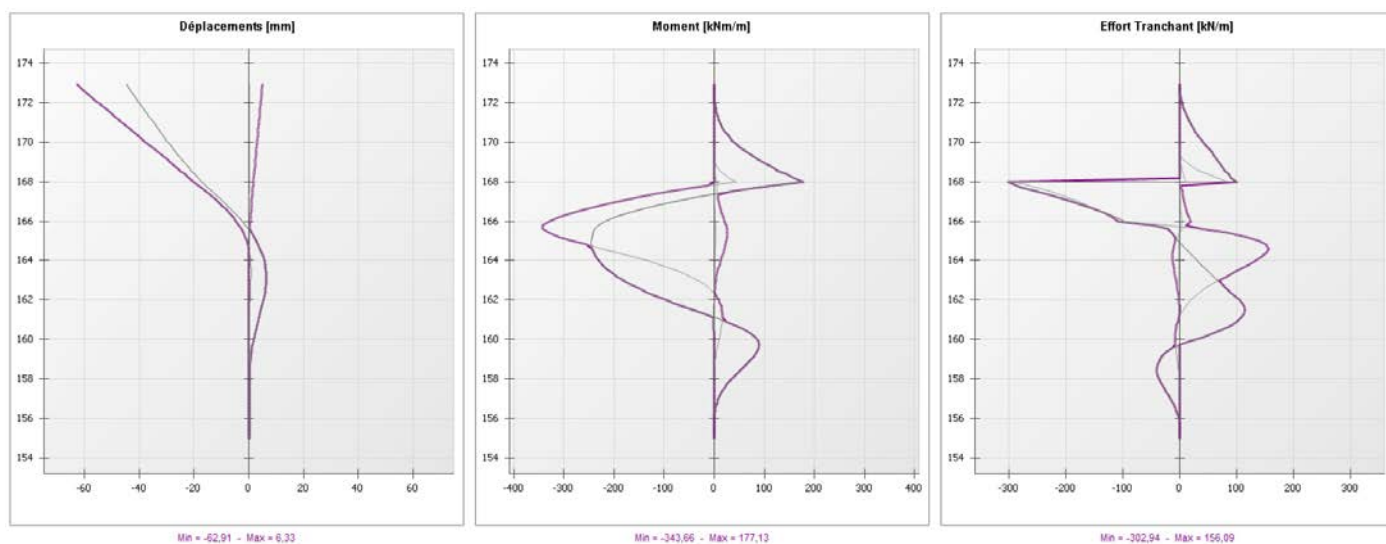


— **Cas 2 : Sans surcharge et sans rupture des tirants :**

○ **A l'ELS**

N° PHASE	Déplacement en tête [mm]	Déplacement maximal [mm]	M,k max écran [kNm/m]	N,k max écran [kN/m]	V,k max écran [kN/m]	Rapport butées	F,k tirant n°1 [kN/m]
1	0,31	0,31	2,60	8,37	3,09	12,552	-
2	0,50	0,50	3,73	7,96	4,08	12,359	0,00
3	4,94	4,94	25,63	16,04	18,64	9,561	16,16
4	-62,91	-62,91	-343,66	254,56	-290,54	7,740	459,98
5	-44,75	-44,75	-245,00	287,69	-302,94	4,297	491,89
6	-44,75	-44,75	-245,00	287,69	-302,94	4,297	491,89
Extrema	-62,91	-62,91	-343,66	287,69	-302,94	4,297	491,89

○ **Enveloppe des phases 1 à 6 à l'ELS**



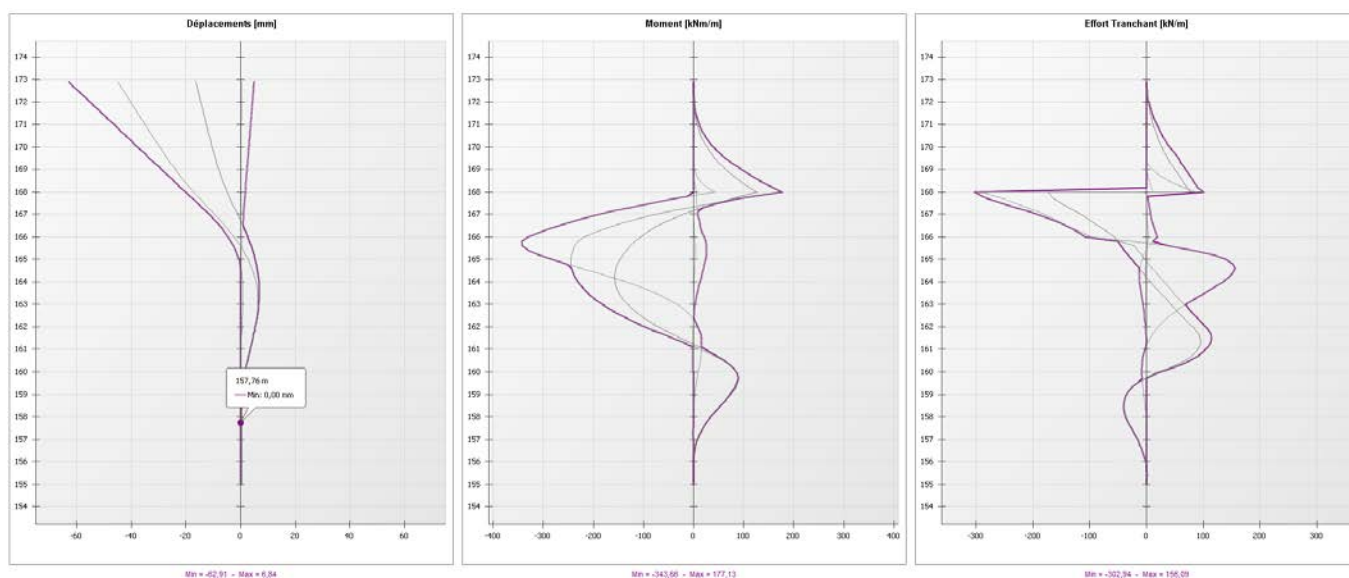


— **Cas 3 (ancien 2) : Sans surcharge avec la rupture de 1 tirant sur 2 :**

○ **A l'ELS**

N° PHASE	Déplacement en tête [mm]	Déplacement maximal [mm]	M,k max écran [kNm/m]	N,k max écran [kN/m]	V,k max écran [kN/m]	Rapport butées	F,k tirant n°1 [kN/m]
1	0,31	0,31	2,60	8,37	3,09	12,552	-
2	0,50	0,50	3,73	7,96	4,08	12,359	0,00
3	4,94	4,94	25,63	16,04	18,64	9,561	16,16
4	-62,91	-62,91	-343,66	254,56	-290,54	7,740	459,98
5	-44,75	-44,75	-245,00	287,69	-302,94	4,297	491,89
6	-16,36	-16,36	-157,69	186,74	-173,39	4,409	306,84
Extrema	-62,91	-62,91	-343,66	287,69	-302,94	4,297	491,89

○ **Enveloppe des phases de 1 à 6 à l'ELS**



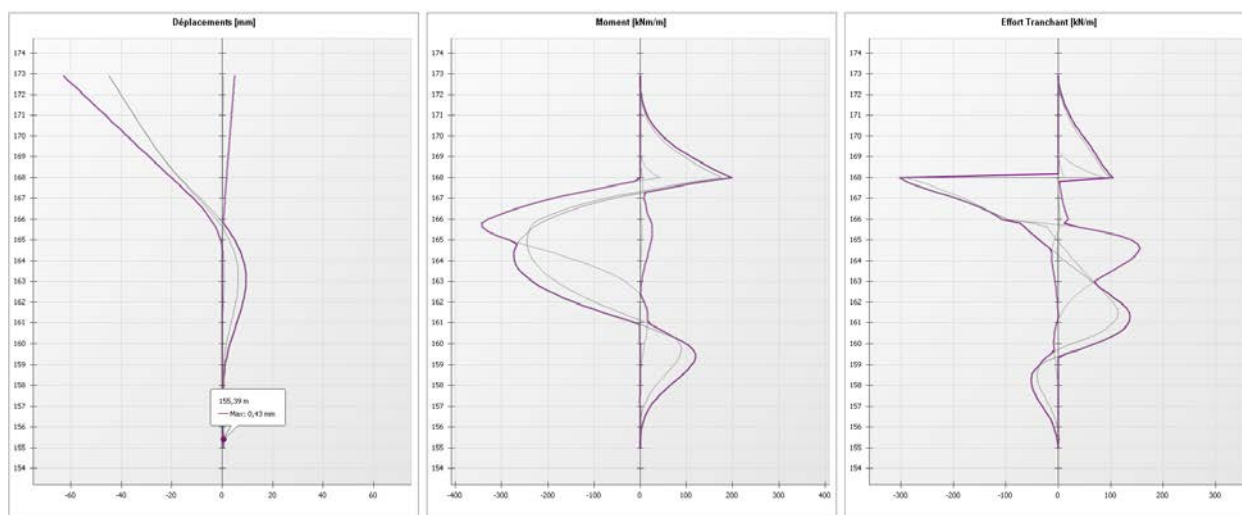


— **Cas 4 : sans surcharge et un gradient hydraulique du quai vers la darse :**

○ **Synthèse des résultats à l'ELS :**

N° PHASE	Déplacement en tête [mm]	Déplacement maximal [mm]	M,k max écran [kNm/m]	N,k max écran [kN/m]	V,k max écran [kN/m]	Rapport butées	F,k tirant n°1 [kN/m]
1	0,31	0,31	2,60	8,37	3,09	12,552	-
2	0,50	0,50	3,73	7,96	4,08	12,359	0,00
3	4,94	4,94	25,63	16,04	18,64	9,561	16,16
4	-62,91	-62,91	-343,66	254,56	-290,54	7,740	459,98
5	-44,75	-44,75	-245,00	287,69	-302,94	4,297	491,89
6	-44,81	-44,81	-273,94	288,87	-301,72	3,507	495,68
Extrema	-62,91	-62,91	-343,66	288,87	-302,94	3,507	495,68

○ **Enveloppe des phases de 1 à 6 à l'ELS**



**Nota :** les résultats ci-dessus sont donnés par mètre linéaire de paroi, ce qui implique que les efforts à prendre en compte pour les tirants seront à multiplier par leur entraxe.



## 8.6.4. Justification de la stabilité

### 8.6.4.1. Défaut de butée

Pour des écrans maintenus par un ou plusieurs lits d'appui, il convient de vérifier que la butée mobilisée est inférieure à la butée mobilisable ( $B_{t;d} < B_{m;d}$ ).

Cas n°	N° phase	$B_{t;d} < B_{m;d}$
1	Phase 1 à 6	Vérifié
2	Phase 1 à 6	Vérifié
3	Phase 1 à 6	Vérifié
4	Phase 1 à 6	Vérifié

On constate que le défaut de butée n'est pas un mode de rupture dimensionnant pour tous les cas étudiés.

### 8.6.4.2. Vérification des efforts dans les palplanches

Pour la vérification de la résistance structurelle des palplanches, nous retiendrons celle définie dans l'étude de SITES et reprise par Equaterre (Source n°17) qui tient compte du vieillissement de la structure :

- $M_{adm;ELU} = 410 \text{ kN.m/ml}$

	Résistances ELU (kN.m/ml)	Effort dans le rideau (kN.m/ml)
Cas de calcul	$M_{adm;ELU}$	$M_{ELU;d}$
1 – phase 6	410	447 Condition non vérifiée
2 – phase 6	410	331 Condition vérifiée
3 – phase 6	410	213 Condition vérifiée
4 – phase 6	410	370 Condition vérifiée

On constate que les moments dans les palplanches sont justifiés sauf pour le cas 1 qui correspond à la situation existante en prenant en compte une surcharge de 50 kPa jusqu'au bord du quai. Bien que le risque de rupture réel soit à considérer avec prudence compte tenu de l'absence d'instabilité globale constatée sur site, ce résultat traduit vraisemblablement une marge de sécurité faible vis-à-vis de ce mode de rupture. Il s'agit d'ailleurs du mode de rupture ayant amené à reculer les charges en tête de mur suite à l'étude d'Equaterre (source n°17).

**NOTA :** Pour tous les cas, on a  $M_{ELU;d \text{ max}}$  (phase 4) = 464 kN.m/ml. Cette valeur n'est pas retenue pour l'analyse car elle correspond à une phase de construction qui n'est plus pertinente pour le comportement actuel de l'ouvrage mais traduit encore une fois les efforts importants voire excessifs lors des phases de construction.



### 8.6.4.3. Vérification des efforts dans les tirants

#### Résistance à l'arrachement (GEO)

**NOTA :** nous n'avons pas trouvé trace de la justification de cet état limite dans les études antérieures mises à notre disposition y compris dans les documents de conception initiale.

Pour la vérification de la résistance à l'arrachement des tirants, les paramètres  $\alpha_s$  et  $q_s$  ont été déterminés selon le guide T.A. 2020 :

- Couche 3 :  
Nature : sables graveleux et graves sableuses  
Coefficient majorateur du diamètre de scellement :  $\alpha_s = 1,2$  (valeur prudente)  
Injection IGU :  $q_s = 220 \text{ kPa}$  ( $= 0,1 P_L$ )

Les documents disponibles n'indiquent pas le diamètre de forage des tirants. Sur la base de la section d'acier des tirants, nous ferons l'hypothèse prudente d'un forage  $\varnothing 120 \text{ mm}$  soit un diamètre de scellement de  $144 \text{ mm}$ . Ainsi pour une longueur de scellement de  $9,5\text{m}$ , la résistance à l'arrachement d'un tirant scellé sera :

- Valeur caractéristique :  $R_{a,k} = 945,5 \text{ kPa}$
- Valeur de calculs :  $R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_a / \gamma_{R,d} = 614 \text{ kN}$

Avec :  $\gamma_a = 1.1$  et  $\gamma_{R,d} = 1.4$

Cette valeur de résistance paraît toutefois faible par rapport aux efforts développés dans les tirants notamment lors de leur mise en tension ( $920 \text{ kN}$ ). En faisant l'hypothèse d'un scellement réalisé en méthode IRS, nous obtenons les valeurs suivantes :

- Couche 3 :  
Nature : sables graveleux et graves sableuses  
Coefficient majorateur du diamètre de scellement :  $\alpha_s = 1,5$  (valeur prudente)  
Injection IGU :  $q_s = 270 \text{ kPa}$  ( $= 0,1 P_L + 0,05$ )
- Valeur caractéristique :  $R_{a,k} = 1450,5 \text{ kPa}$
- Valeur de calculs :  $R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_a / \gamma_{R,d} = 942 \text{ kN}$

Ces valeurs sont plus cohérentes avec les sollicitations dans les tirants mais toujours un peu limite. On peut noter que l'hypothèse sur le diamètre de scellement reste prudente. En l'absence de données fiables concernant la réalisation du scellement et compte tenu qu'il ne s'agit a priori pas d'un paramètre ayant évolué défavorablement depuis la construction de l'ouvrage, nous ferons l'hypothèse que ce mode de rupture n'est pas critique pour autant que l'on reste dans les ordres de grandeurs des efforts pris en compte lors de la conception de l'ouvrage (autour de  $1000 \text{ kN}$ ).



### Résistance de l'armature (STR)

La résistance de l'armature est prise égale à celle définie dans l'étude de SITES et reprise par Equaterre (Source n°17) qui tient compte du vieillissement de la structure :

#### ELS :

- Valeur caractéristique :  $R_{t,k} = A \cdot \sigma_e = 1,280 \cdot 10^{-3} \cdot 1290 = 1651 \text{ kN}$
- Valeur de calculs :  $R_{t,d} = R_{t,k} / 1,67 = 988 \text{ kN}$

#### ELU :

- Valeur calcul :  $R_{t,d} = R_{t,k} = A \cdot \sigma_e = 1651 \text{ kN}$

### Sollicitations dans les tirants

Cas de calcul	Effort axial transmis (kN)	
	$P_k$	$P_d = 1,35 \cdot P_k$
1-Phase 6	1134	1530
2-Phase 6	984	1328
3-Phase 6	1228	1658
4-Phase 6	992	1339

### Vérification ELU

Cas de calcul	Résistances ELU (kN)				Effort axial transmis (kN)	
	GEO (scellement)		STR (armature)	GEO + STR	$P_d = 1,35 \cdot P_k$	
	$R_{a,k}$	$R_{a,d}$	$R_{t,d}$	Min ( $R_{a,d}$ , $R_{a;d}$ )		
1	-	-	1651	1651	1530	$\leq 1651$
2	-	-	1651	1651	1328	$\leq 1651$
3	-	-	1651	1651	1658	$> 1651$
4	-	-	1651	1651	1339	$\leq 1651$

Les efforts axiaux transmis aux tirants dépassent l'effort admissible pour le cas 3 (rupture de 50% des tirants). Le dépassement est limité mais il traduit un risque d'instabilité généralisée si la moitié des tirants venait à se rompre du fait d'une usure prématurée. A noter que ce résultat est obtenu sans considérer de surcharge. La prise en compte simultanée d'une surcharge (en l'absence des IR) et d'une rupture d'une partie des tirants conduirait donc à un risque très marqué d'instabilité généralisée.



#### 8.6.4.4. Stabilité d'ensemble du massif d'ancrage

**NOTA** : nous n'avons pas trouvé trace de la justification de cet état limite dans les études antérieures mises à notre disposition y compris dans les documents de conception initiale.

La justification de la stabilité d'ensemble du massif d'ancrage est réalisée selon la méthode de Kranz définie dans la norme NF P 94-282. Cette justification a notamment pour objet de vérifier si la longueur des tirants est suffisante pour mobiliser la résistance calculée par la méthode MISS.

	Résistances ELU	Effort axial transmis	
Cas de calcul	$T_{dsb;d}$ (kN/ml)	$P_d = 1,35 \cdot P_k$ (kN/ml)	
1	633	782	Condition non vérifiée
2	685	664	Condition vérifiée
3	508	414	Condition vérifiée
4	760	669	Condition vérifiée

On constate que ce mode de rupture est justifié sauf pour le cas 1 qui correspond à la situation existante en prenant en compte une surcharge de 50 kPa jusqu'au bord du quai. Bien que le risque de rupture réel soit à considérer avec prudence compte tenu de l'absence d'instabilité globale constatée sur site, ce résultat traduit vraisemblablement une marge de sécurité faible vis-à-vis de ce mode de rupture.

#### 8.6.4.5. Vérification des efforts dans la lierne

La lierne répartissant l'effort des tirants est composée de 2 UPN 300. Selon la note de stabilité du CETE de 1989, pour 1 UPN 300, on a  $I_x/v = 535 \text{ cm}^3$  et une nuance d'acier de 240 MPa.

Les contraintes maximales de traction se développant dans les liernes se déduisent de la formule suivante :

$$\sigma_t = \frac{M_{max}}{2 * \frac{I_x}{v}}$$

Le moment maximal se développant dans la lierne est calculé sur la base des efforts dans les tirants et en supposant son comportement équivalent à celui d'une poutre encastree à ses extrémités avec une charge uniformément répartie :

$$M_{max} = q \cdot L^2 / 12 \text{ (kN.m)}$$

Avec :

- $q$  (kN/ml) =  $F_{\text{tirant}} / L$
- $L$  (m) : espacement entre tirants



	Contrainte admissible - ELU (MPa)	Efforts calculés (kN)		
Cas de calcul	$\sigma_{adm} (= \sigma_e)$	$F_{tirant;k}$ (kN/ml)	$M_{max;k}$ (kN.m)	$\sigma_{t;d} = 1,35 \cdot \sigma_{t;k}$
1	240	567	189	241
2	240	492	164	209
3	240	307	409	521
4	240	496	165	211

La contrainte maximale se développant dans la lierne pour le scénario 3 (rupture d'une partie des tirants) est supérieur à la contrainte admissible. A nouveau, cela traduit un risque d'instabilité généralisée si la moitié des tirants venait à se rompre du fait d'une usure prématurée.

Pour le cas 1, la contrainte est également tout juste supérieure à la valeur admissible.

#### 8.6.4.6. Déformations

Le tableau suivant présente une analyse des déplacements relatifs subit par le rideau de palplanche en phase 6 relativement à la phase 5 prise comme référence :

	Déplacement max	Incrément de déplacement
Cas de calcul	mm	mm
1 - Phase 6	-12	33
2 - Phase 6	- 45	0
3 - Phase 6	- 16	29
4 - Phase 6	- 45	0

Pour les différents scénarios, les déplacements maximaux (en valeur absolue) sont observés en phase 4 (mise en tension des tirants) avec des déplacements maximaux de l'ordre de – 60 mm (déplacement vers l'amont).

On note que pour les cas 1 et 3, les déplacements induits par la surcharge ou une rupture partielle des tirants sont significatifs (de l'ordre de 3 cm).



### 8.6.5. Conclusions

Bien que les conclusions issues de ces calculs exploratoires sont à considérer avec prudence compte tenu des incertitudes concernant les caractéristiques des terrains, des éléments structurels du mur et du phasage de construction, on peut néanmoins en déduire les tendances suivantes :

- l'ouvrage en l'état actuel ne présente pas une marge de sécurité significative si on tient compte d'une surcharge répartie de 50 kPa (cas 1) sur toute la surface (hypothèse de conception) ;
- la suppression des surcharges en tête de mur par la mise en place d'inclusions rigides (cas permet d'assurer une marge de sécurité vis-à-vis des différents modes de ruptures sous réserve que les éléments structurels du mur ne soient pas significativement dégradés par rapport aux hypothèses retenues (cas 2) ;
- la rupture de la moitié des tirants du fait d'une usure excessive (corrosion, chocs...) engendrerait probablement une instabilité d'ensemble du mur (cas 3). La rupture simultanée de la moitié des tirants n'étant pas plausible, il est plus vraisemblable d'envisager une rupture progressive des tirants dans un premier temps l'apparition de déformations significatives sur certaines parties du mur ;
- la présence d'un gradient hydraulique entre l'amont du mur et la darse ne dégrade pas significativement les conditions de stabilité du mur de quai (cas 4).



## 9. ALEAS RESIDUELS ET ETUDES COMPLEMENTAIRES

Les aléas résiduels à l'issue de la présente étude sont :

- Les caractéristiques définitives du projet et notamment les charges appliquées sur la plateforme (charge de stockage, de circulation et sous les patins des grues de manutention).  
Des hypothèses ont été retenues dans la présente étude qui doivent être validées par le MOA.
- Les caractéristiques exactes des ouvrages existants et notamment leur usure depuis leur construction.  
Des hypothèses ont été retenues sur la base des données bibliographiques mais il s'agit de caractéristiques difficiles à évaluer de façon précise et qui peuvent évoluer dans le temps. Il conviendra de prévoir des inspections régulières et une surveillance des ouvrages dans le temps afin d'identifier au plus tôt des désordres pouvant traduire une dégradation de leurs caractéristiques.
- Les causes exactes et exhaustives à l'origine des désordres.  
Une évaluation des causes probables a été réalisée et des solutions adaptées ont été proposées sur la base des données disponibles. Il reste néanmoins possible que des causes supplémentaires puissent être en partie contribuer aux désordres identifiés.
- les variations d'épaisseurs des différentes couches de sols recourant la formation d'ancrage, et qui pourront nécessiter l'adaptation des longueurs des inclusions.
- la présence possible de blocs ou vestiges enterrés au sein des remblais,
- Les circulations d'eau superficielle en période pluvieuse, difficilement quantifiables.

Nous rappelons qu'il est impératif de réaliser les missions d'ingénierie géotechnique selon l'avancement du projet, et notamment les missions, G3 (par l'entreprise) et G4 au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 (cf. pièces jointes en annexe), qui devront porter sur les méthodes d'exécution des terrassements et de soutènement des terres et sur le dimensionnement des fondations des ouvrages du projet.

TECHNOSOL reste à la disposition du Maître de l'Ouvrage et de son équipe de conception et de réalisation pour leur fournir tout renseignement complémentaire qu'ils pourraient juger utile concernant nos résultats de sondages et nos conclusions.

La description des missions normées et obligatoires ainsi que leur enchaînement sont présentés en annexe de ce rapport.





## EXPLOITATION DU RAPPORT D'ETUDE

**I** - Le présent rapport d'étude a été établi à partir de la connaissance d'un projet au moment de cette étude. Il constitue un document indissociable dans lequel figurent les conclusions propres à ce projet. Toute exploitation partielle du rapport peut conduire à des erreurs d'interprétation et ne pourrait engager notre responsabilité.

**II** - En cas d'évolution de projet (par exemple changement d'implantation, changement de nature de construction, etc.), il importe de consulter le bureau d'étude géotechnique pour vérifier la bonne adaptation du projet en fonction du sol reconnu. Cette étape peut conduire à la réalisation d'une étude complémentaire si les informations du rapport d'étude s'avèrent insuffisantes.

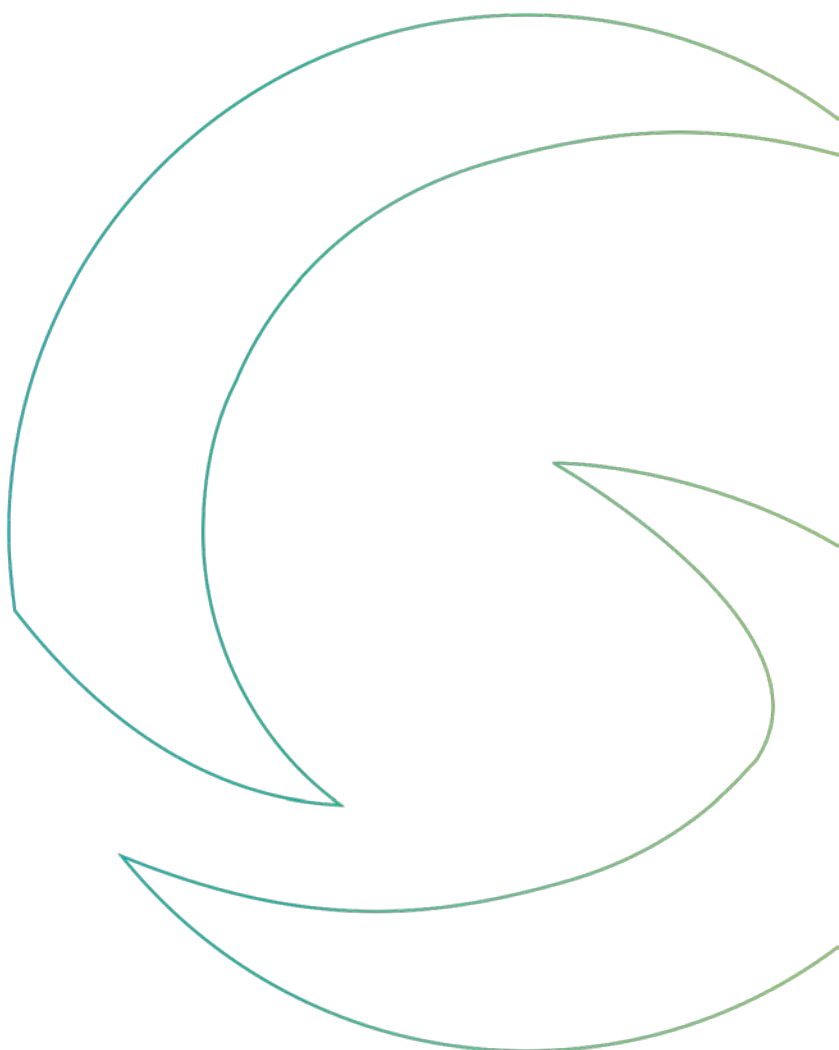
**III** - L'étude géotechnique est basée sur la réalisation d'un nombre réduit de sondages donnant des informations ponctuelles. Les variations de caractéristiques géologiques et géotechniques peuvent intervenir entre les sondages (anomalies naturelles ou anthropiques). Ces variations ne peuvent être imputables au bureau d'étude géotechnique mais devront être signalées de manière systématique au bureau d'étude géotechnique afin de vérifier la bonne adaptation des fondations au contexte nouveau.

**IV** - Les profondeurs des différentes couches de sols rencontrés sont données par rapport à une référence qui peut être locale ou rattachée à une référence officielle (NGF, IGN, CM). Dans tous les cas, il appartient au Maître d'Ouvrage de faire relier notre référence de nivellement à celle qui constituera la base du futur projet.

**V** - Notre société ne pourra être responsable de toute adaptation de fondations qui aura été apportée sur le chantier sans qu'elle ne lui ait été soumise.



## Enchaînement et classification des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013



NF P94-500 – Novembre 2013

**Tableau 1 - Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
<b>Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)</b>		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
<b>Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)</b>	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE ACT		Consultation sur le projet de base Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
<b>Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)</b>		<u>À la charge de l'entreprise</u>	<u>À la charge du maître d'ouvrage</u>			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)  Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4)  Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)  Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4)  Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
<b>À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant</b>	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

## Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

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

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

#### Phase Étude de Site (ES)

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

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

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

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

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

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

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

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

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

#### Phase DCE IACT

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.

NF P94-500 – Novembre 2013

**Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**

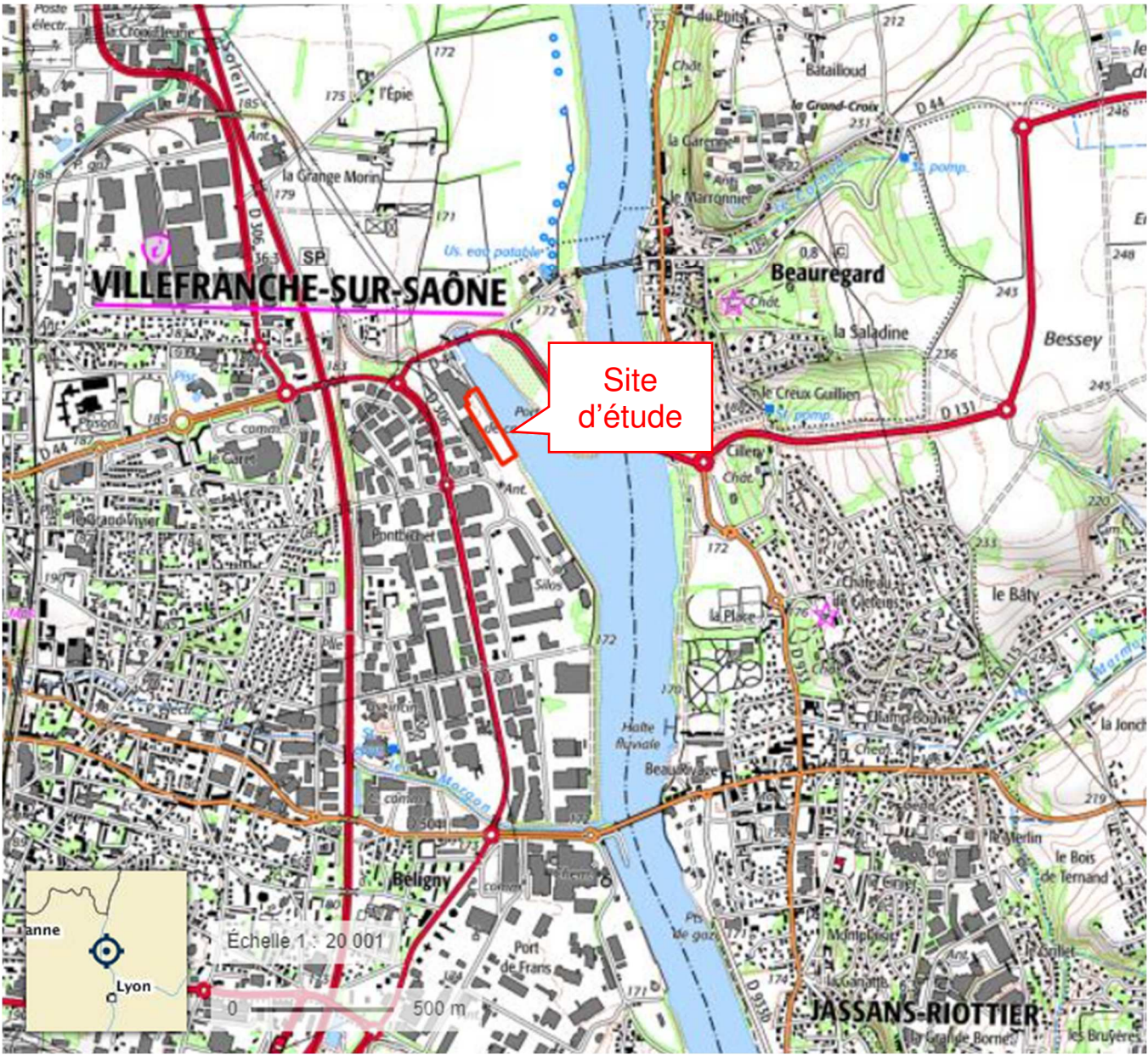
<p><b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)</b></p> <p><b>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b></p> <p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><b>Phase Étude</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• 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).</li> <li>• Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</li> </ul> <p><b>Phase Suivi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.</li> <li>• 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).</li> <li>• 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).</li> </ul>
<p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b></p> <p>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 :</p> <p><b>Phase Supervision de l'étude d'exécution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul> <p><b>Phase Supervision du suivi d'exécution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> <li>• donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</li> </ul>
<p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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).</li> </ul>



## Plan de situation



PLAN DE SITUATION – Villefranche-Sur-Saône



Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PLAN DE SITUATION	18/04/2024	MSO	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012					Page 1/1
		Format du fichier : word			Echelle : 1/20 000

Chantier : 69 – Villefranche-Sur-Saône  
Adresse : PORT VILLEFRANCHE-SUR-SAONE





## Plan d'implantation des sondages




PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES – Villefranche-Sur-Saône



LEGENDE :

- PENETROMETRE DYNAMIQUE
- PELLE MECANIQUE
- RECONNAISSANCE DE FONDATION
- SONDAGE CAROTTE
- SONDAGE PRESSIOMETRIQUE
- PENETROMETRE STATIQUE

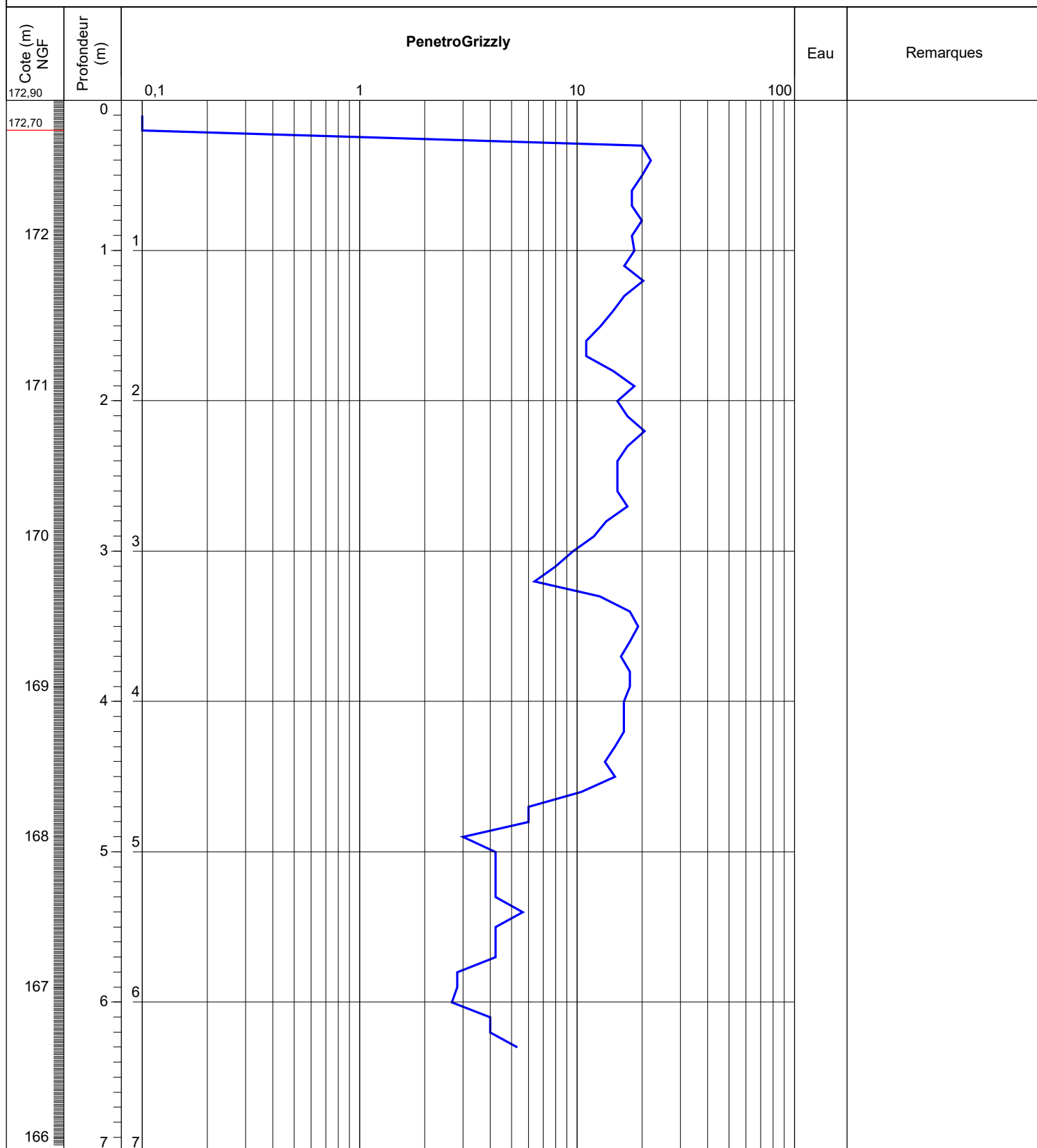
Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PLAN D'IMPLANTATION	18/04/2024	MSO	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Format du fichier : word		Page 1/1	
Chantier : 69 – Villefranche-Sur-Saône				Echelle : sans	
Adresse : PORT VILLEFRANCHE-SUR-SAONE					

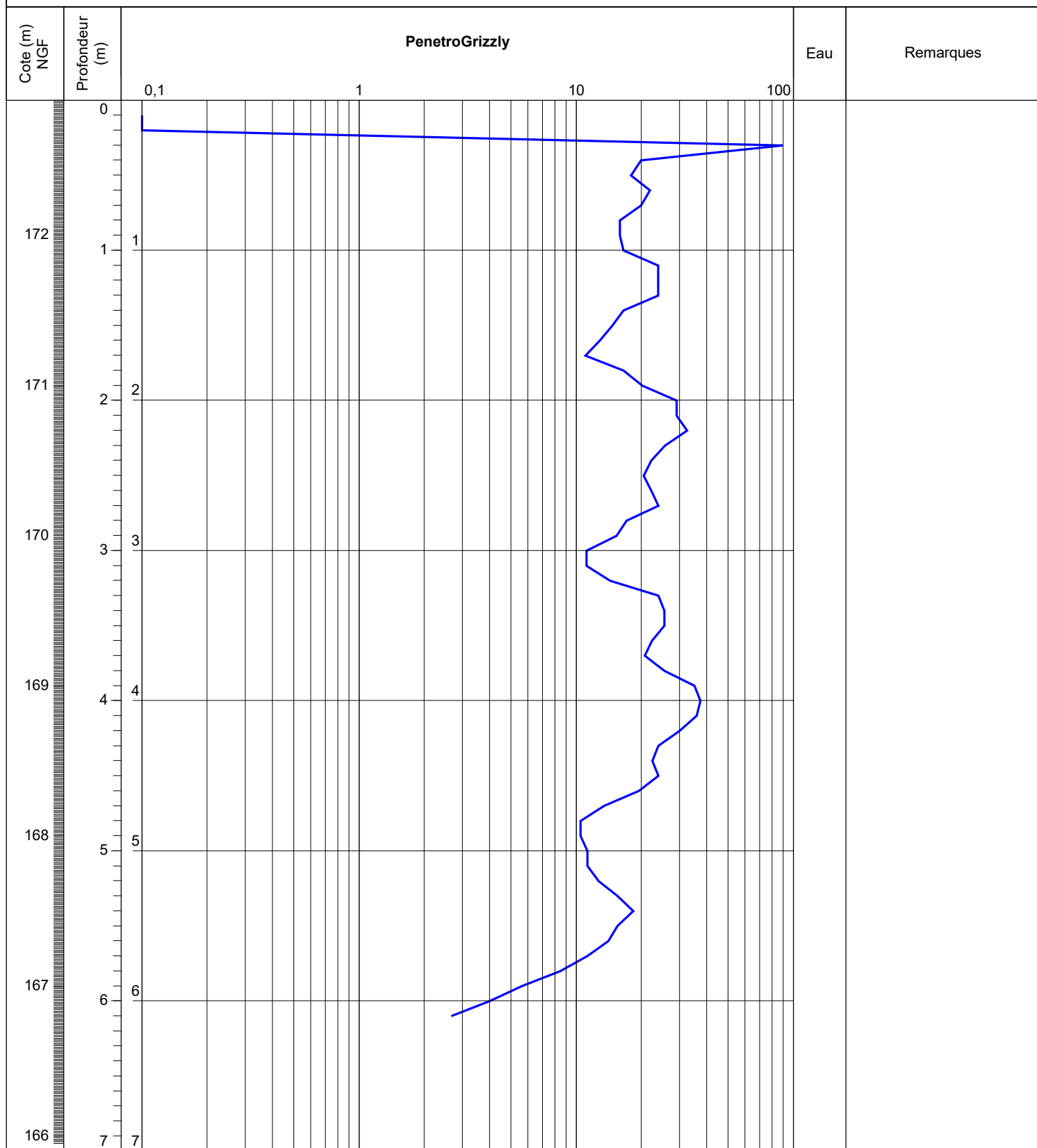
 **TECHNOSOL**  
GROUPE GENGIS

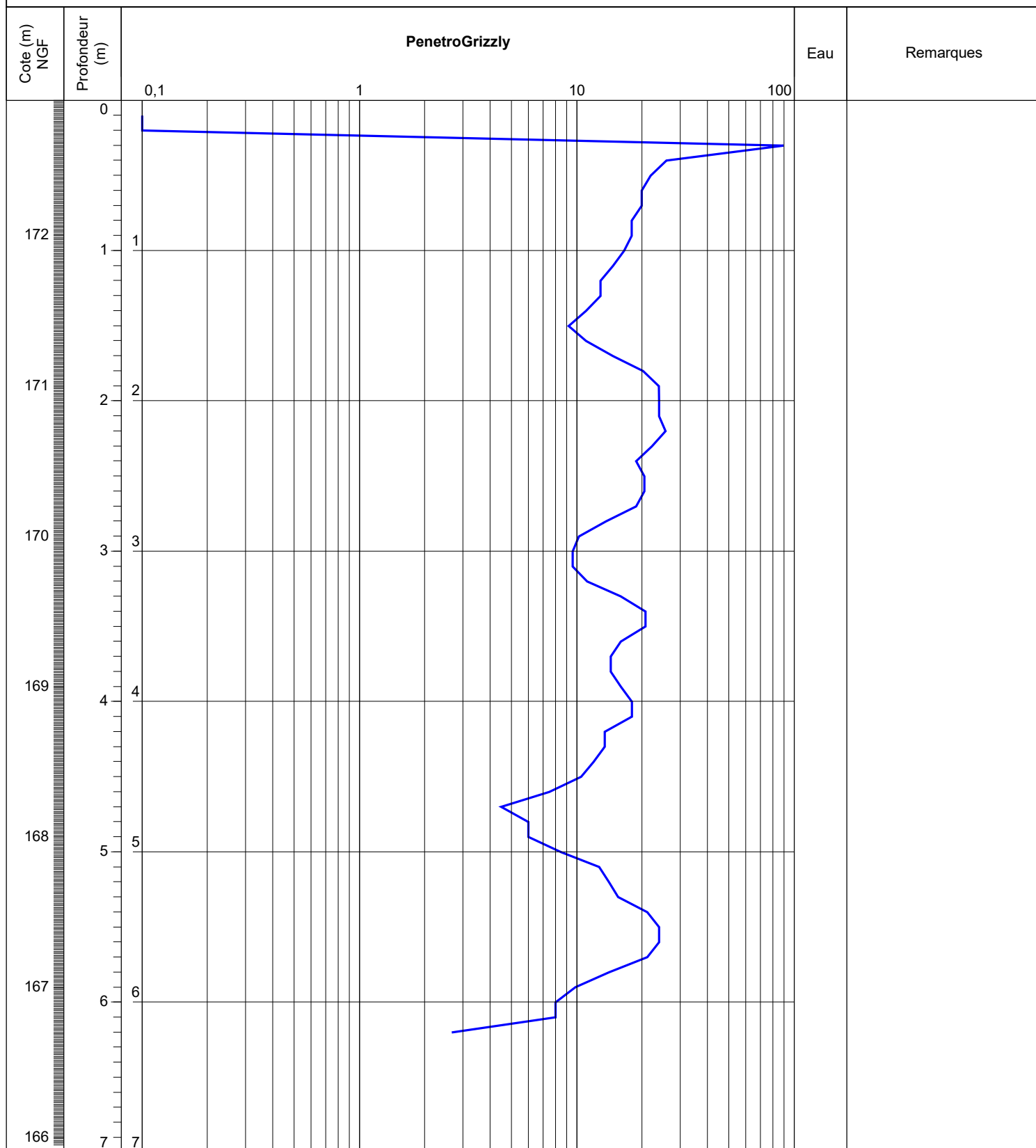


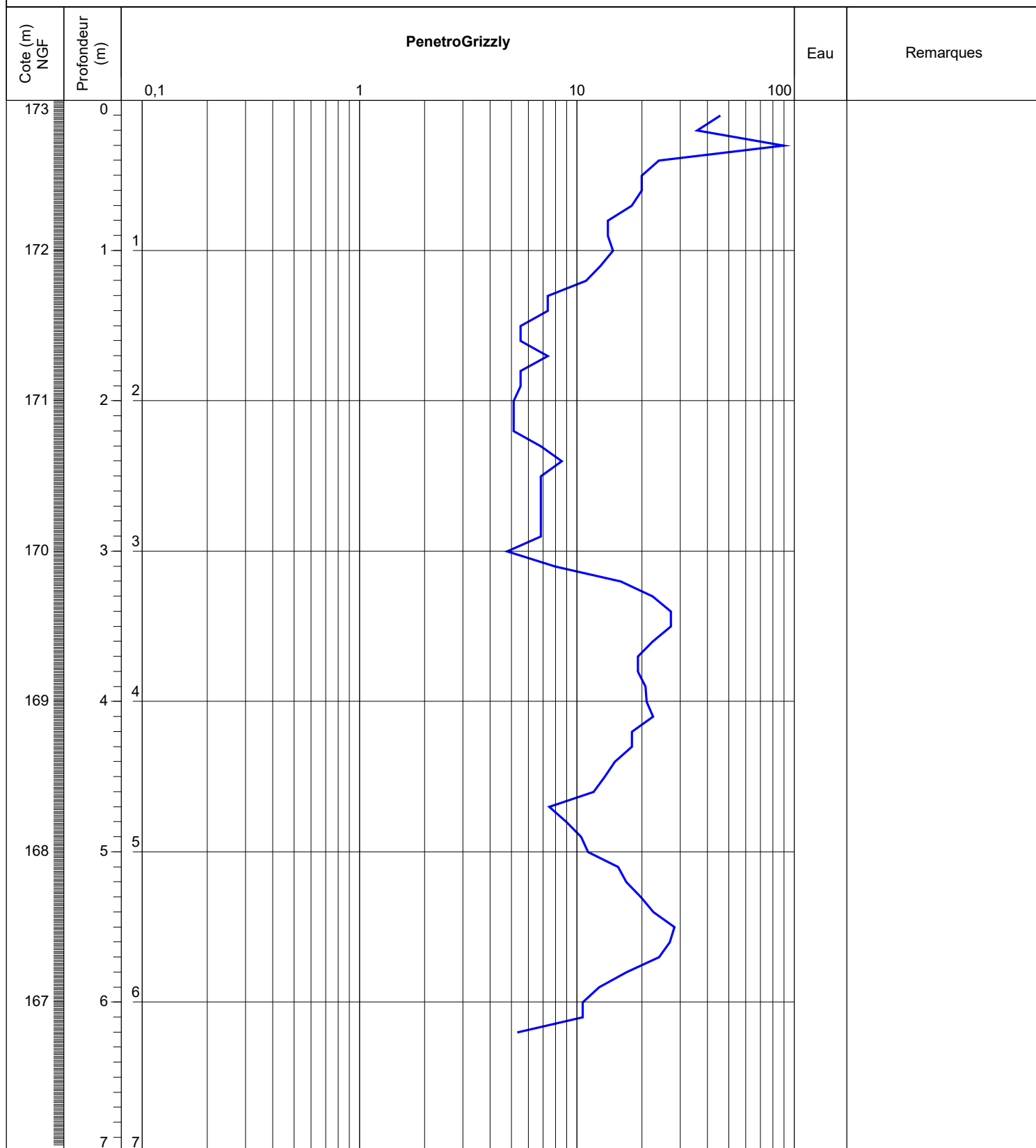
## Coupes des sondages et photographies des sondages à la pelle

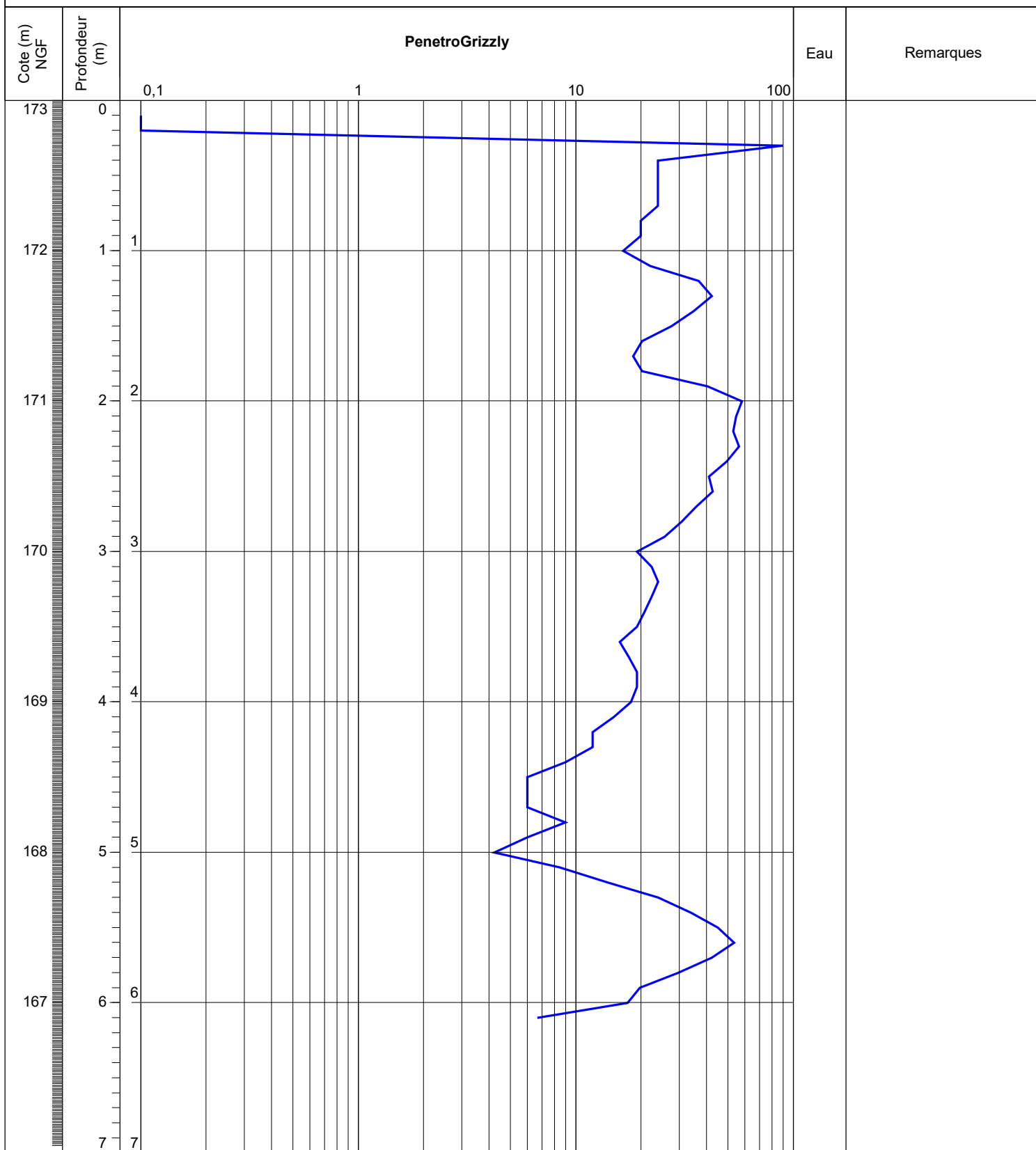


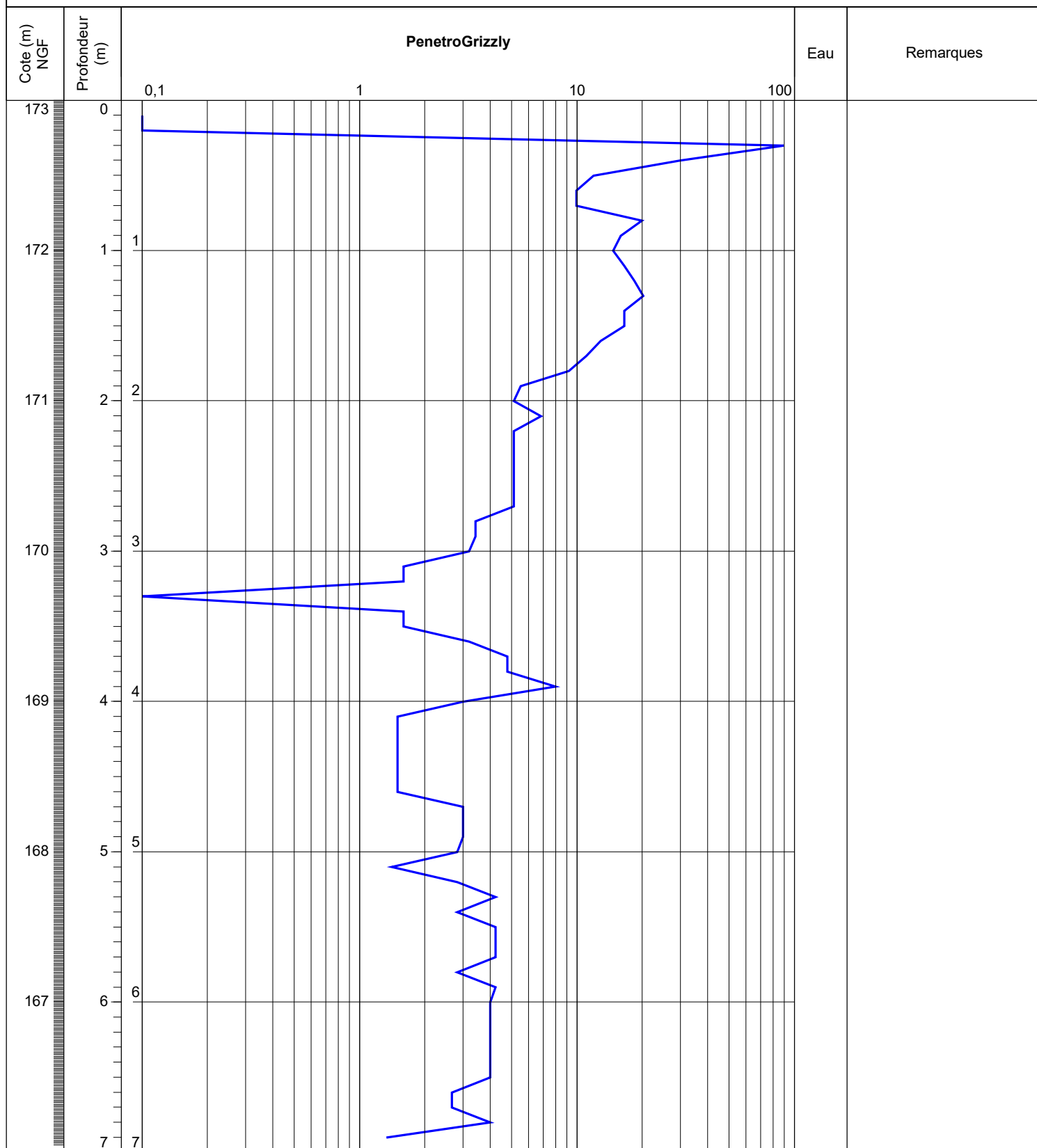


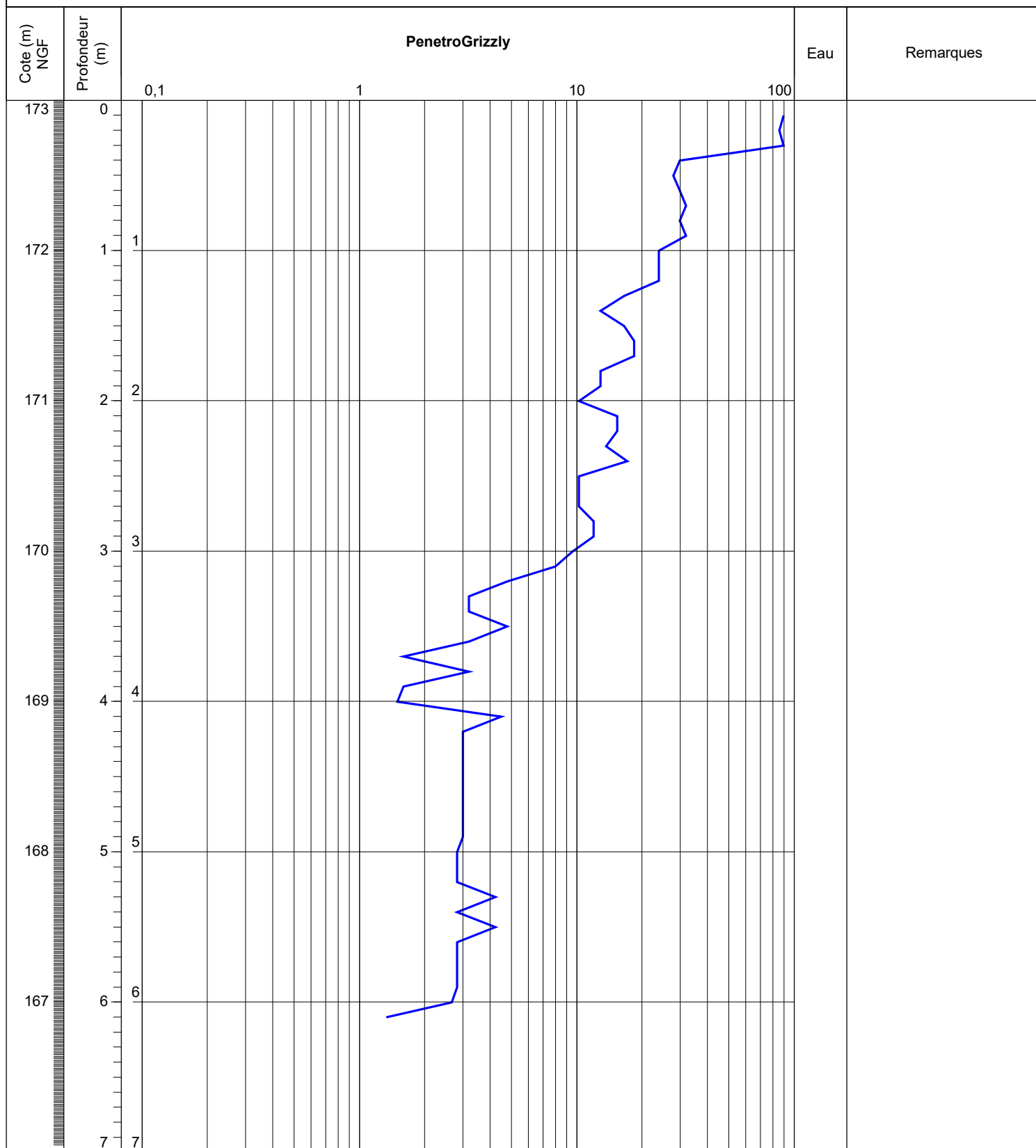


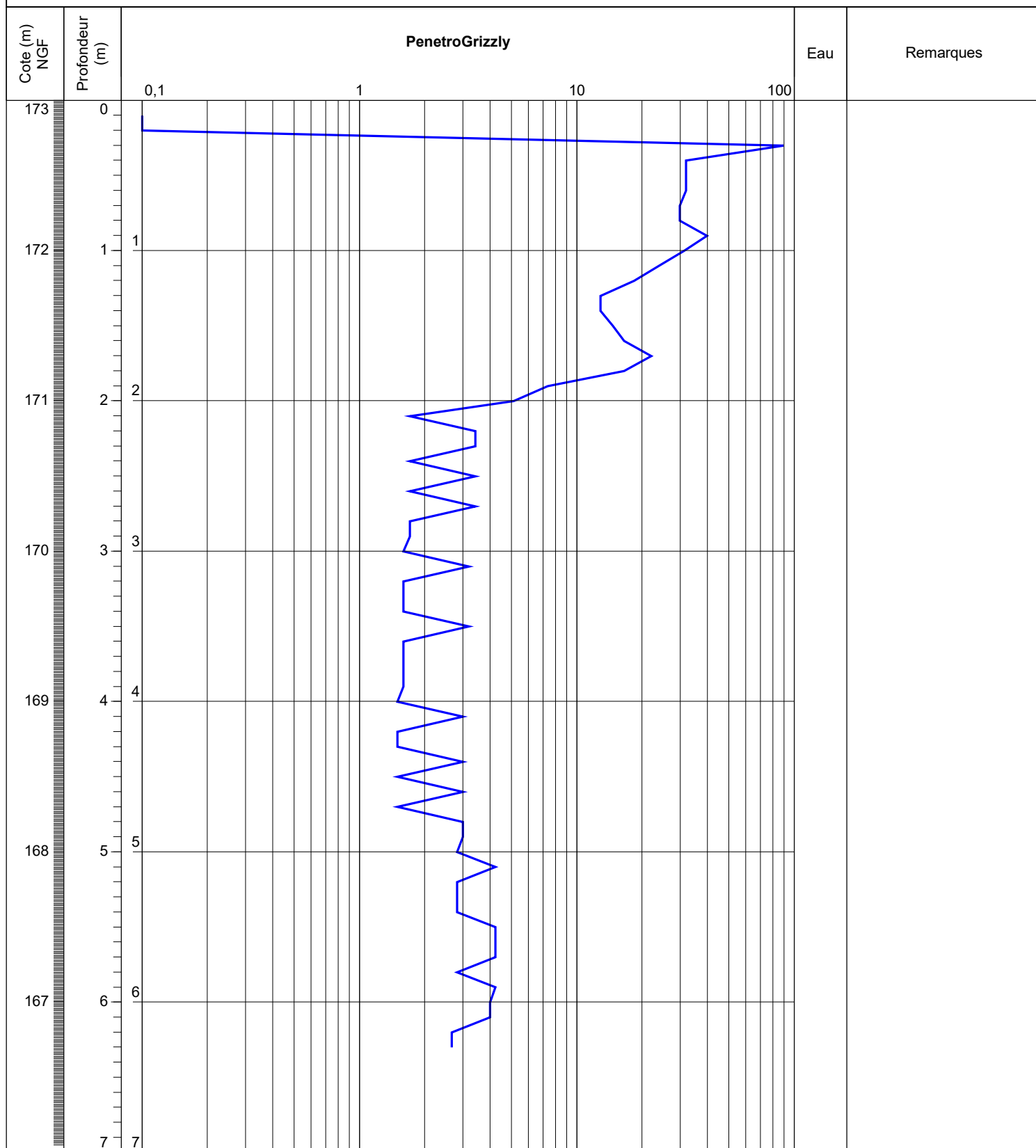








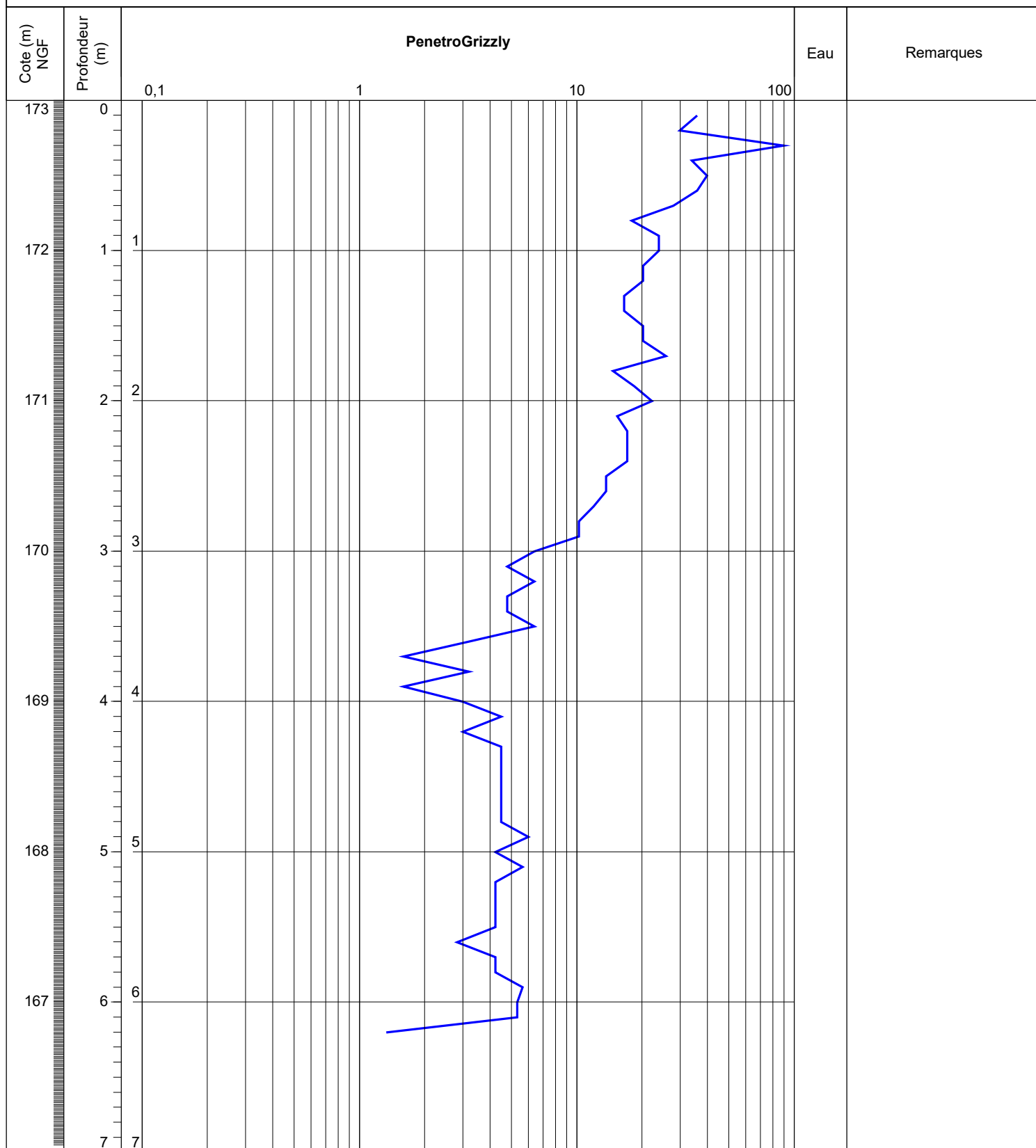


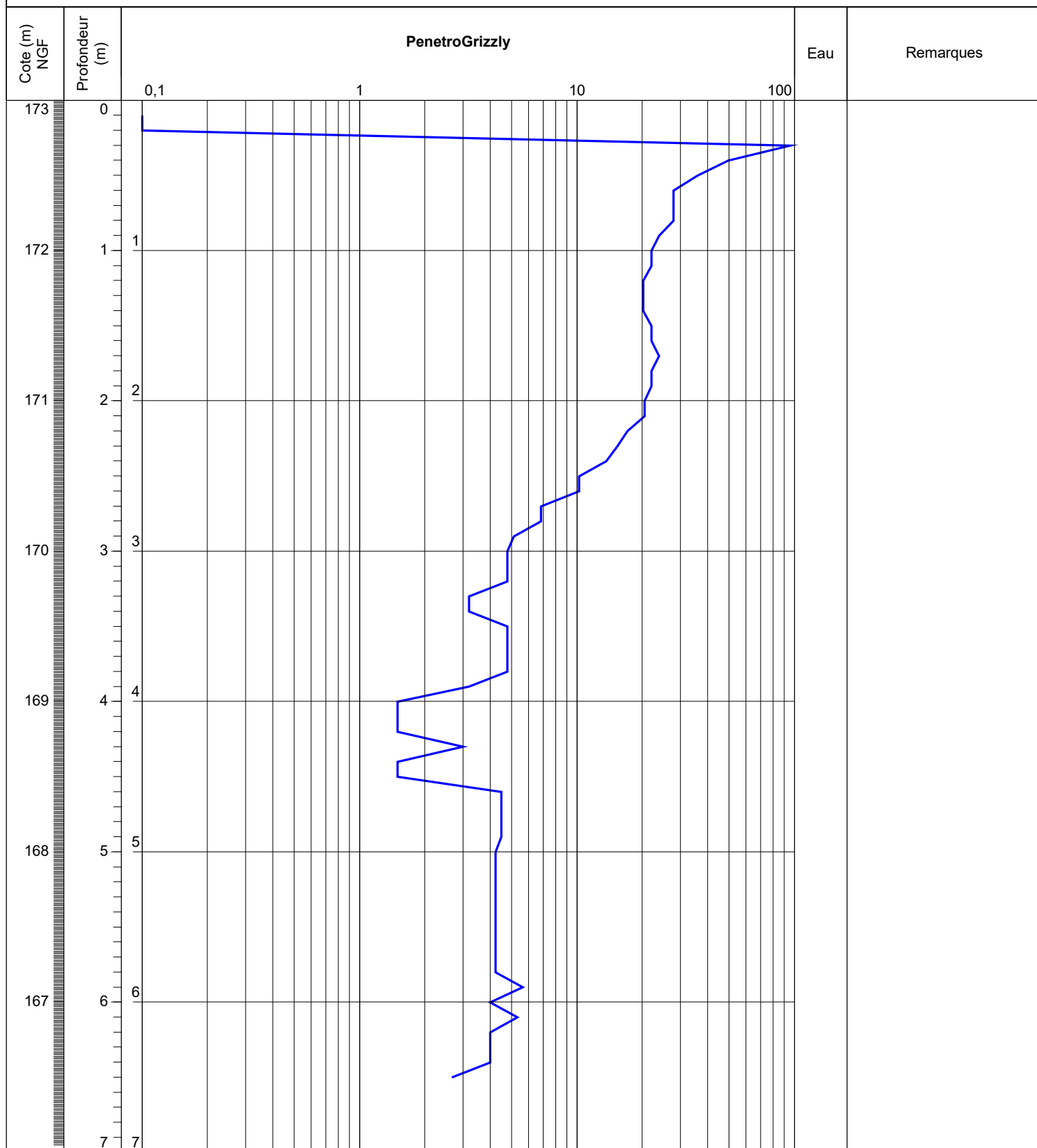


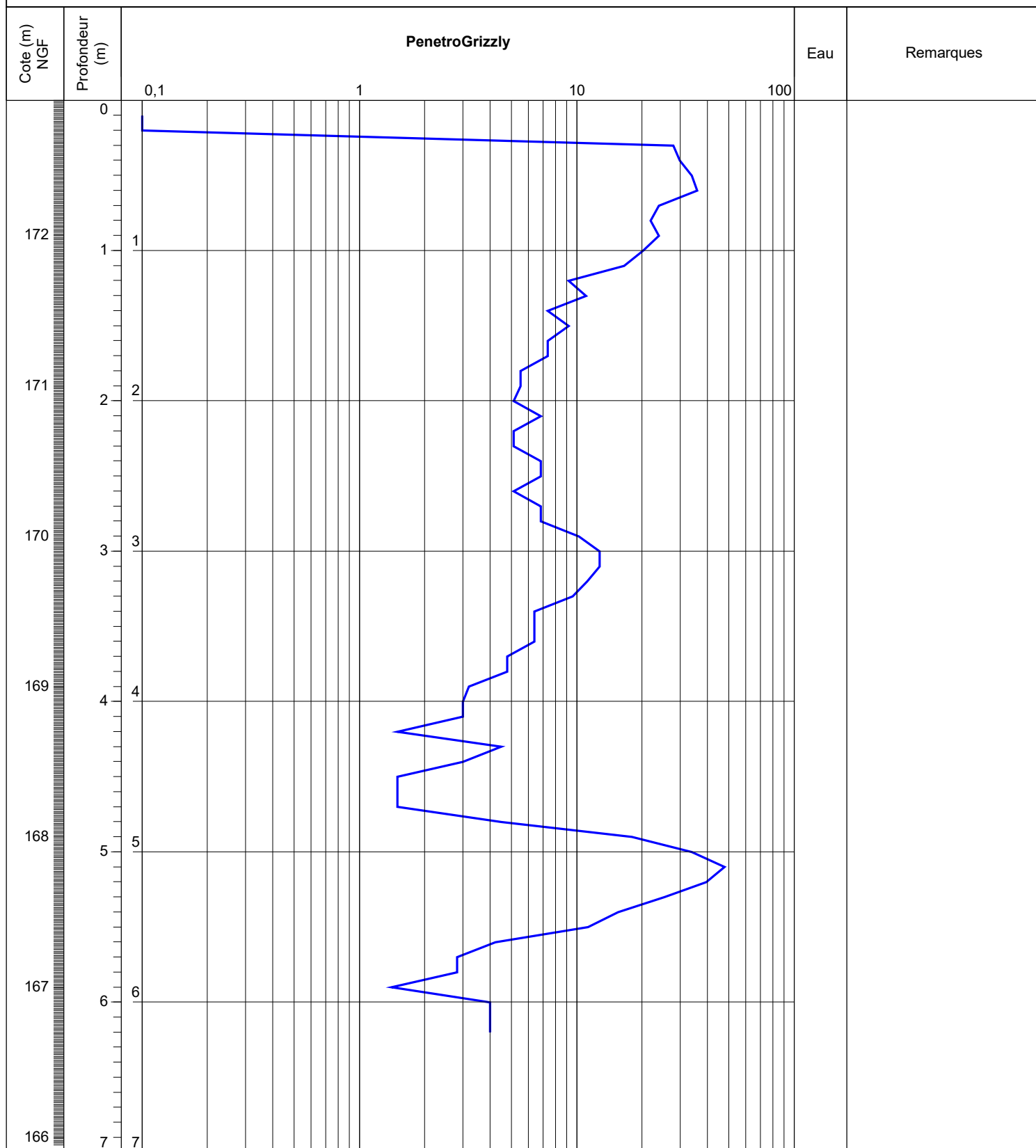
NOTA :

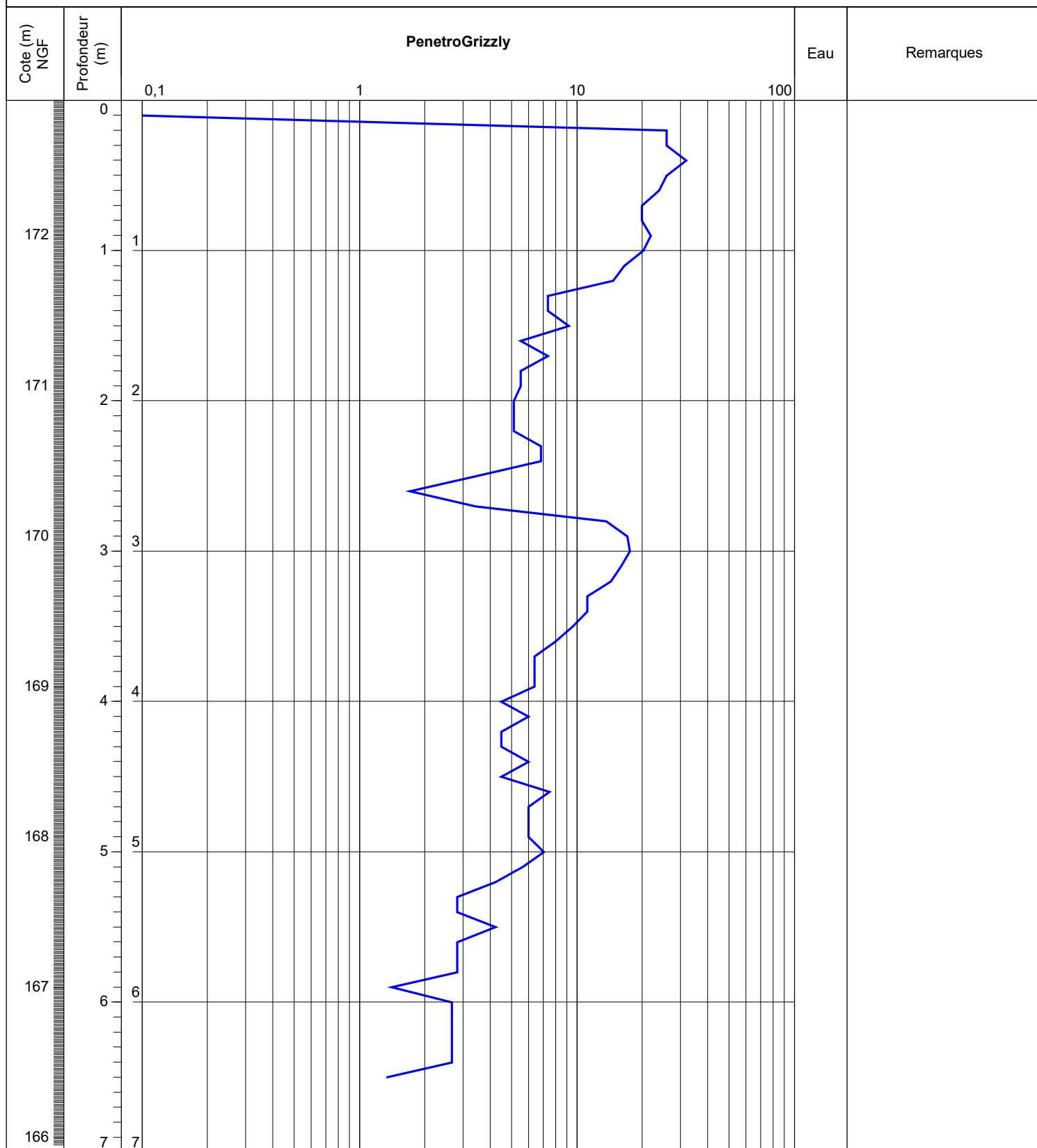
MODELE PRESENTATION : T PENETRO GRIZZLY

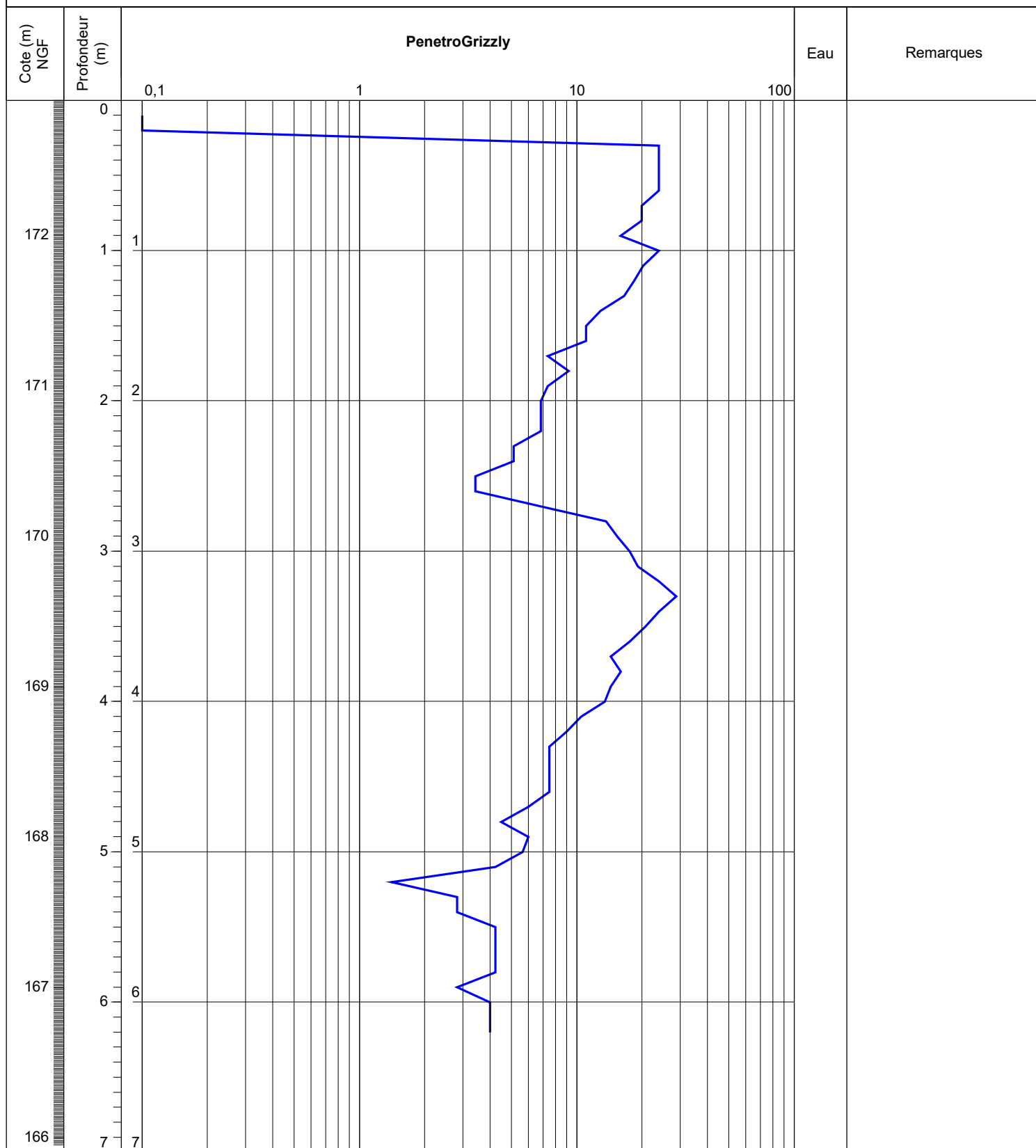
EXGTE 3.22

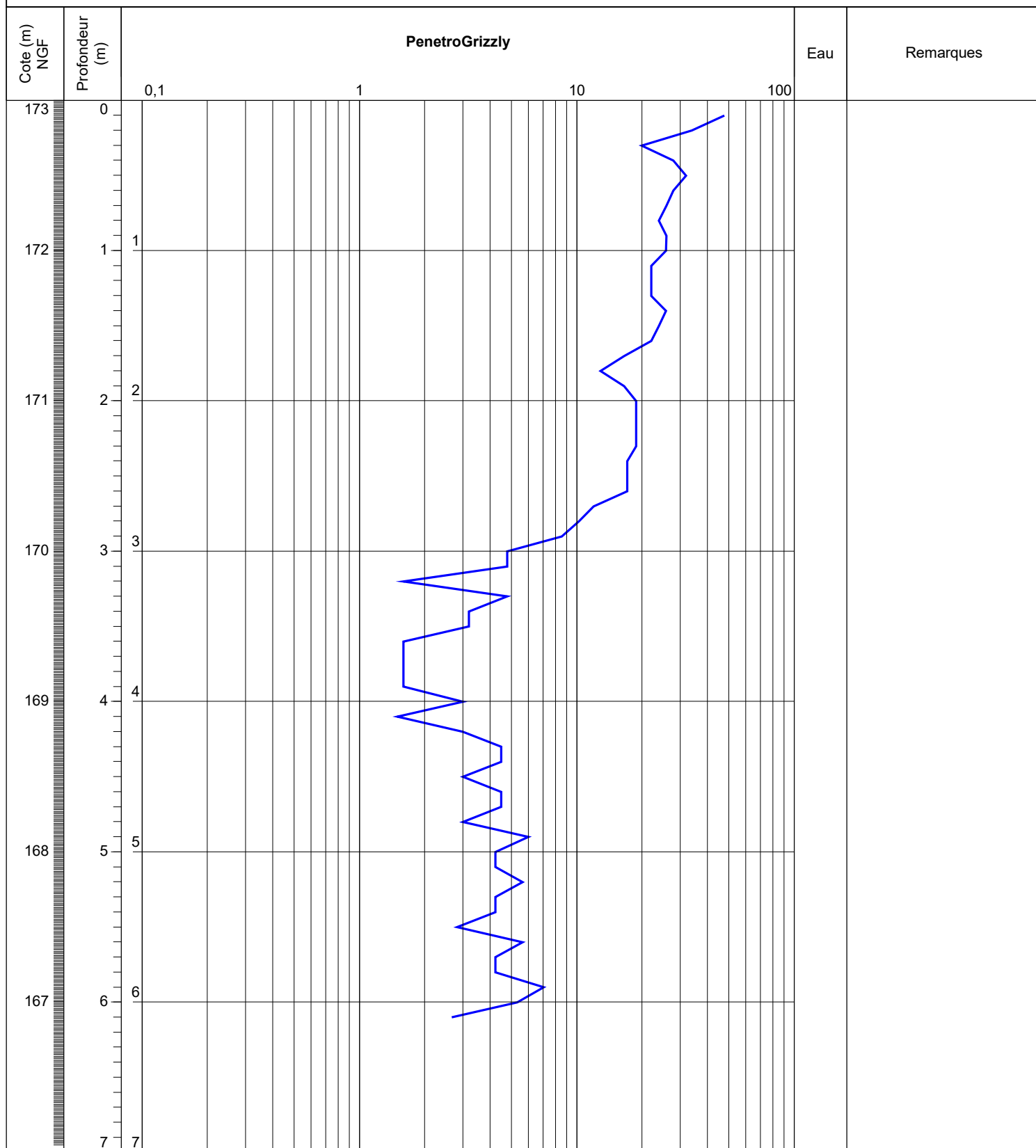


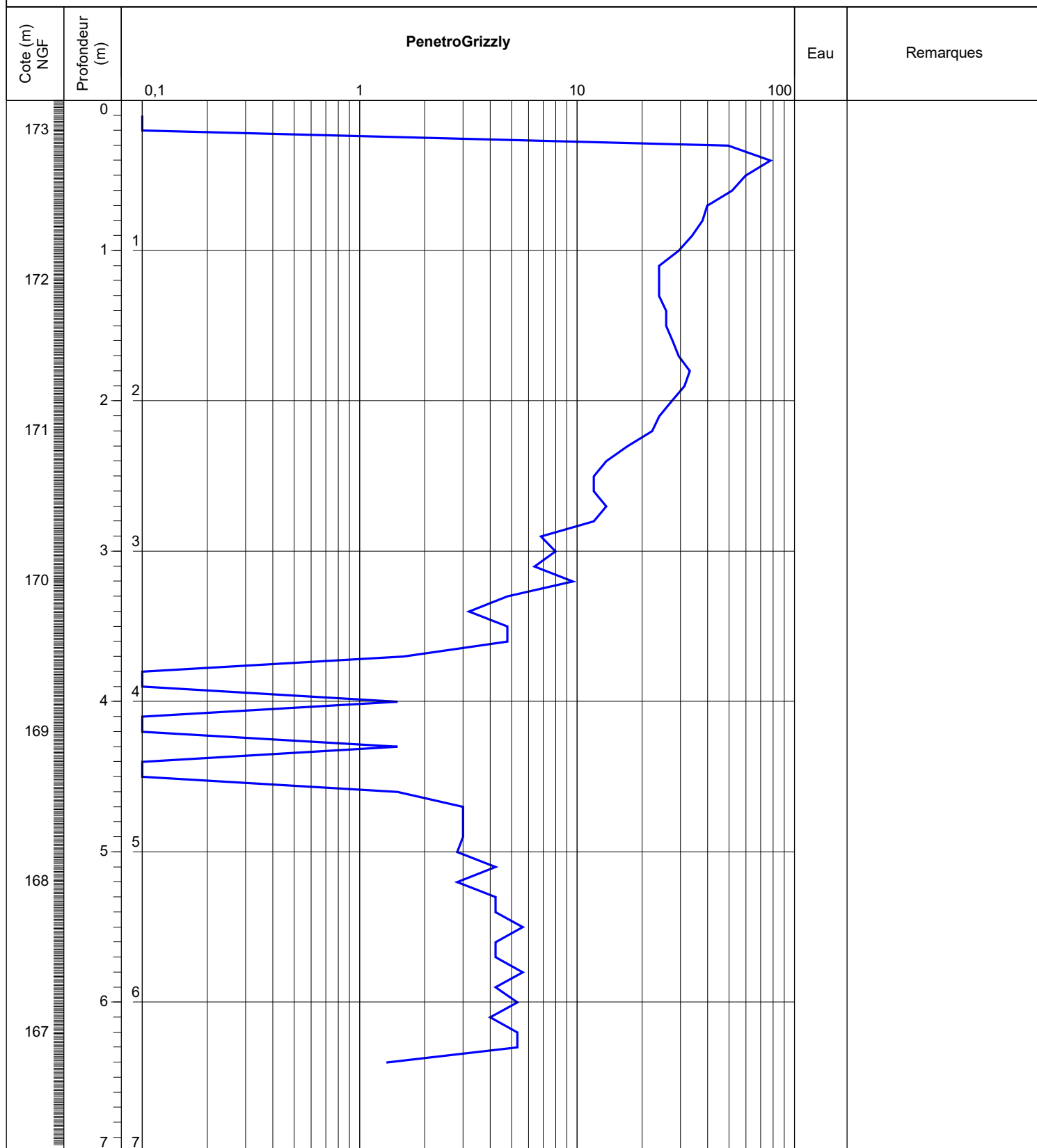


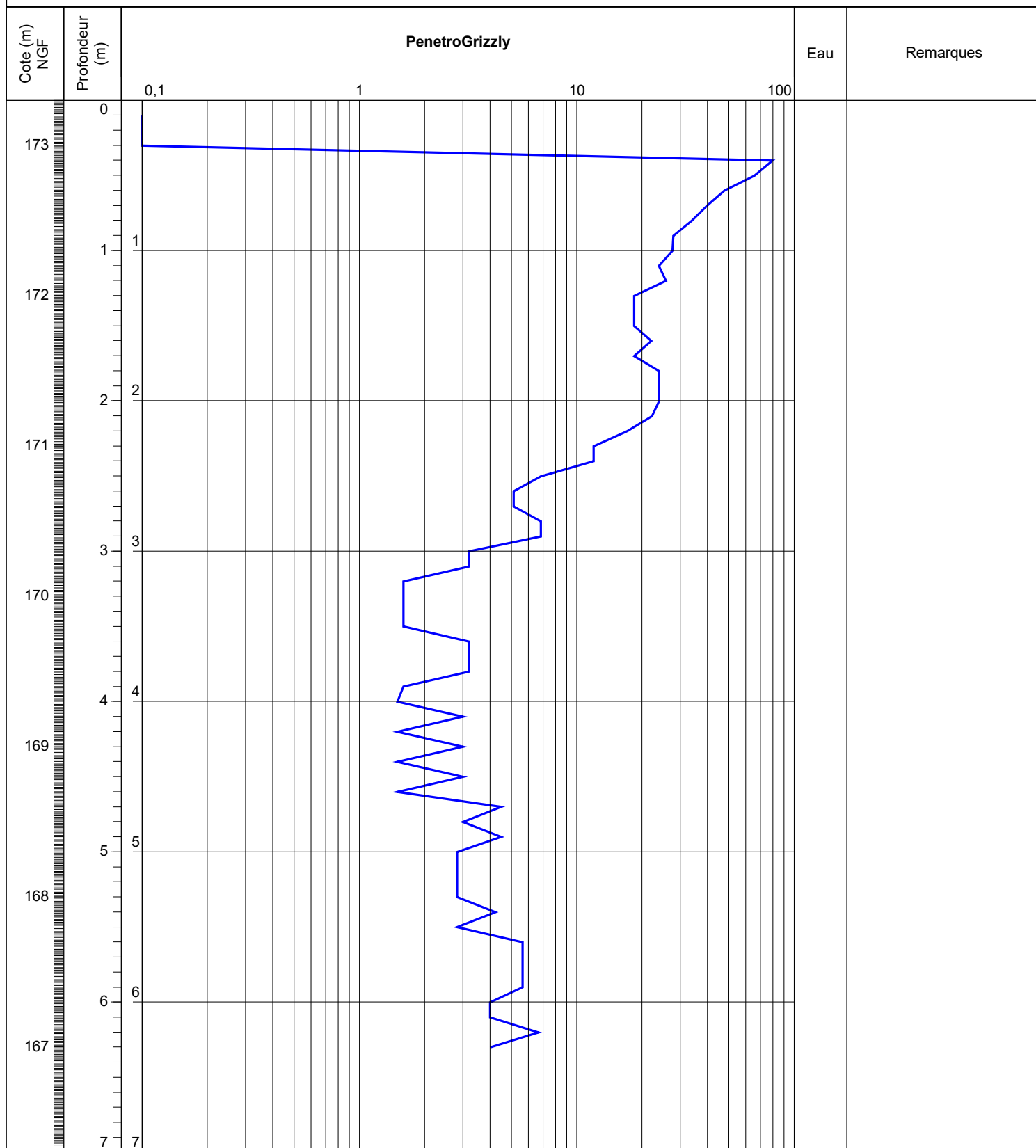


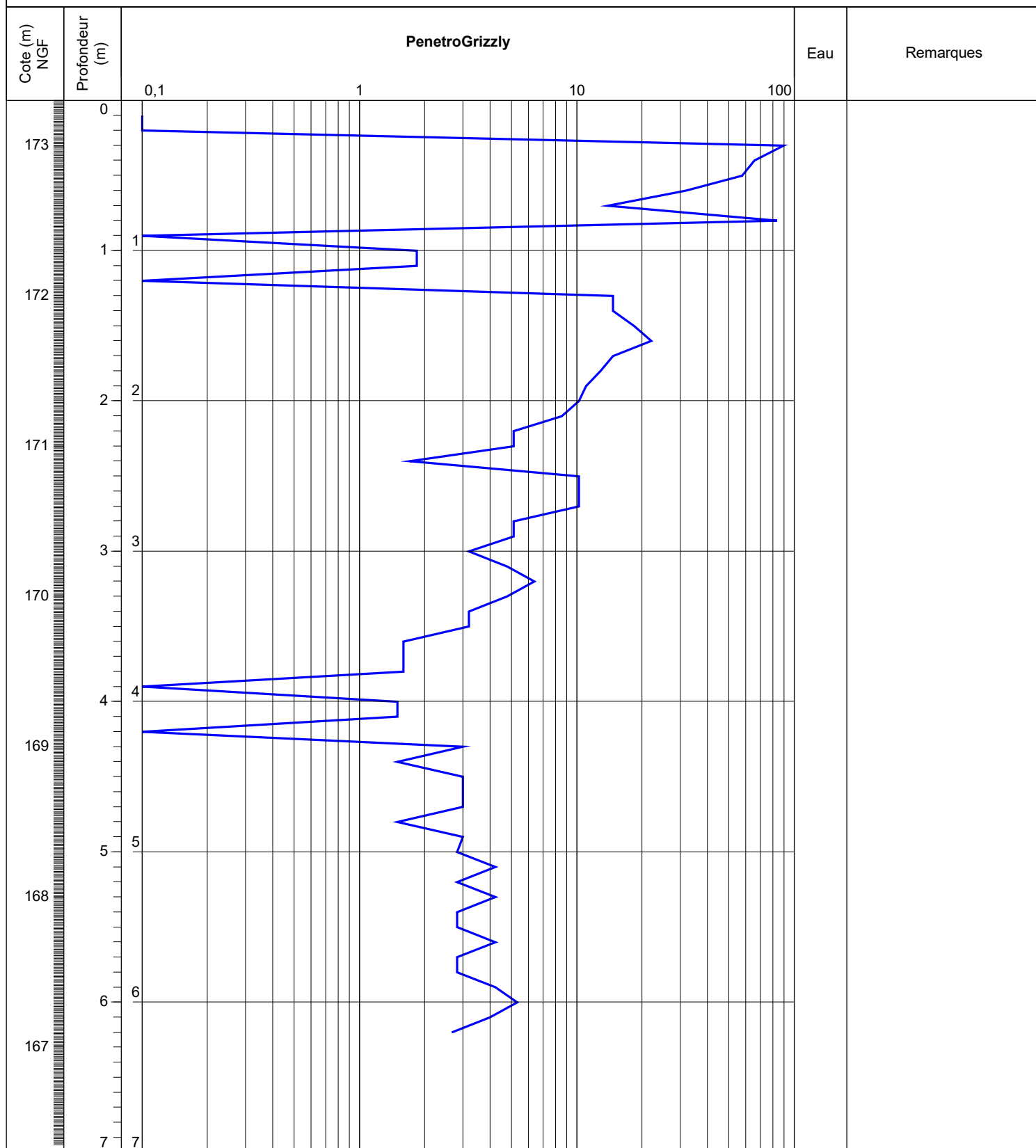








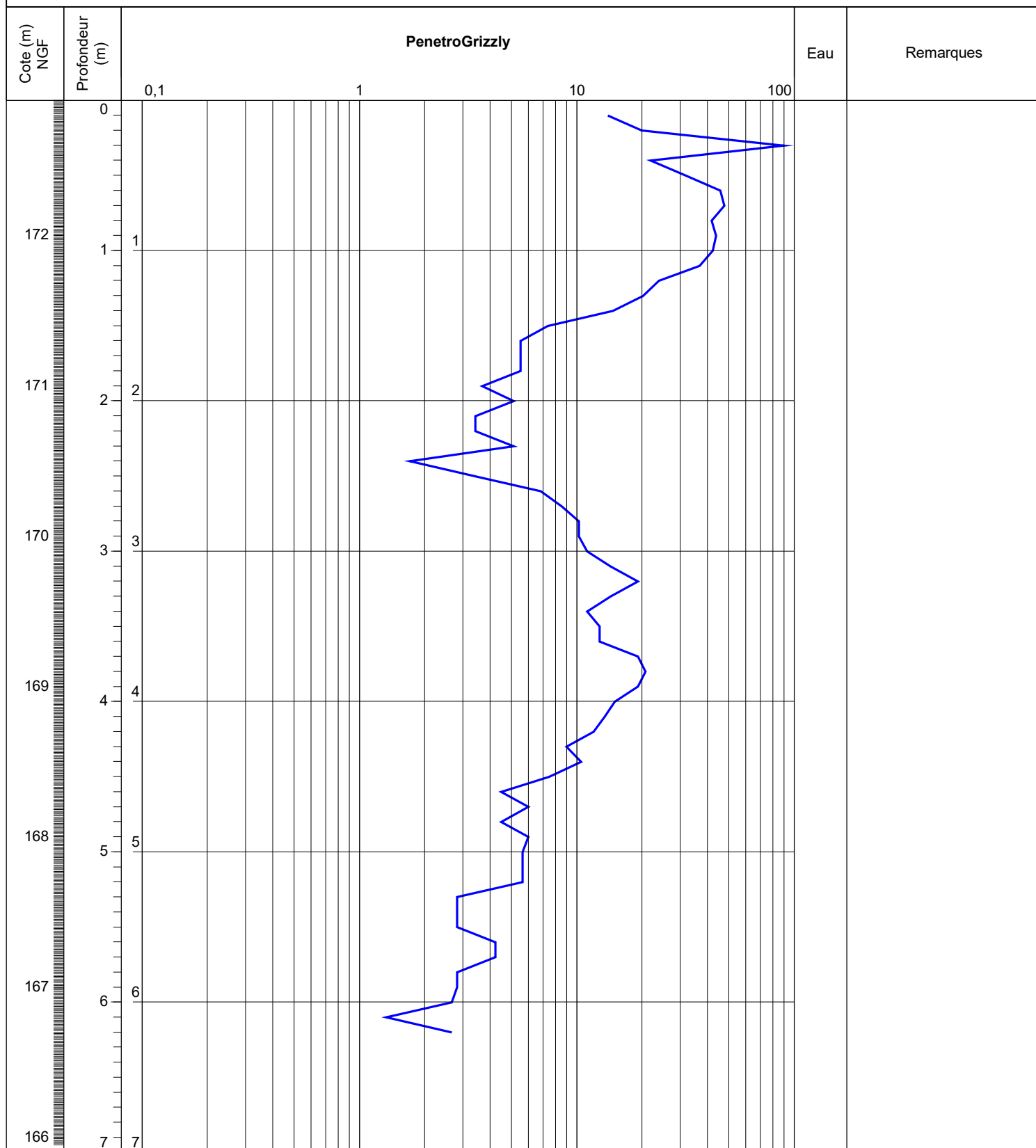


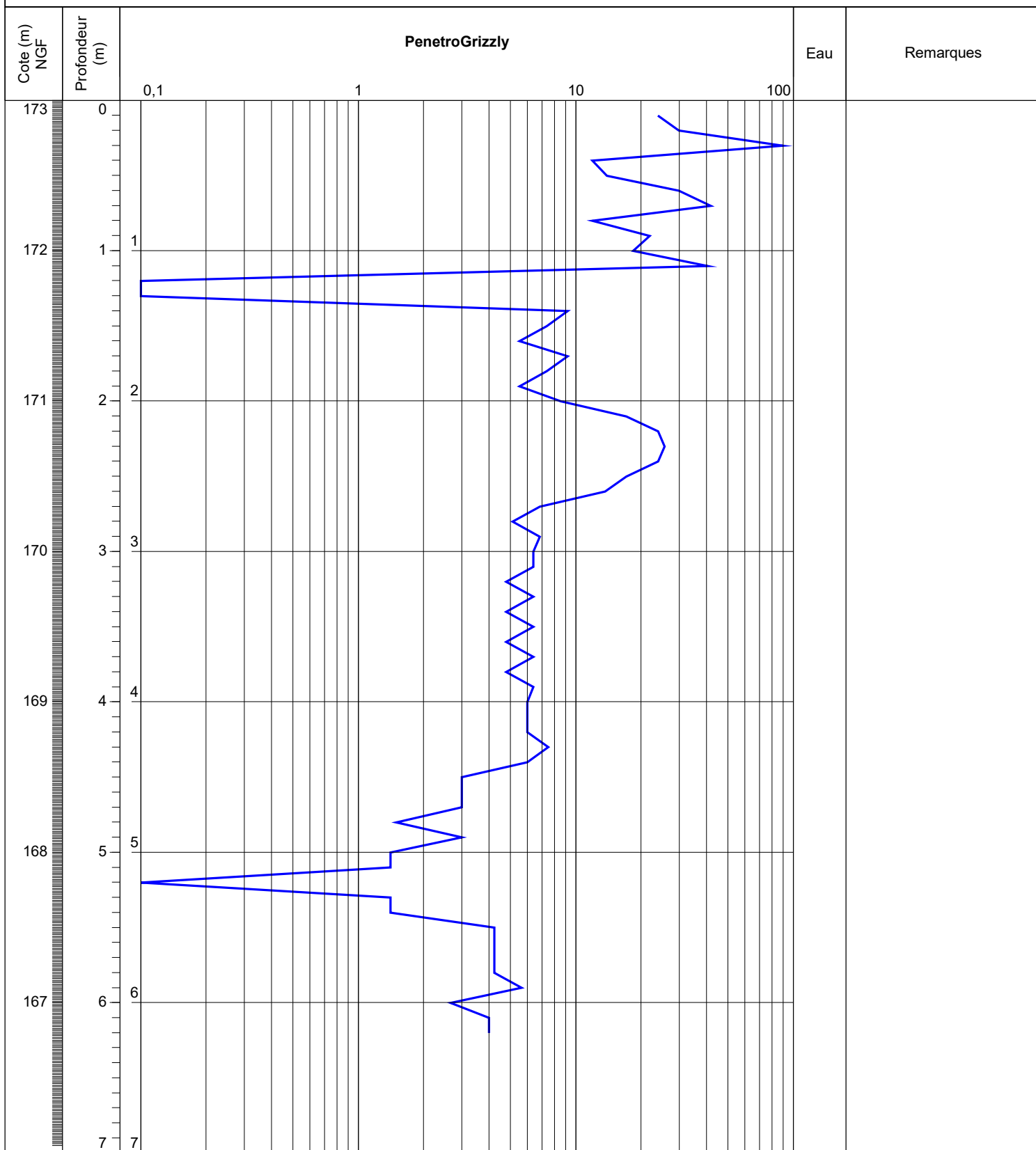


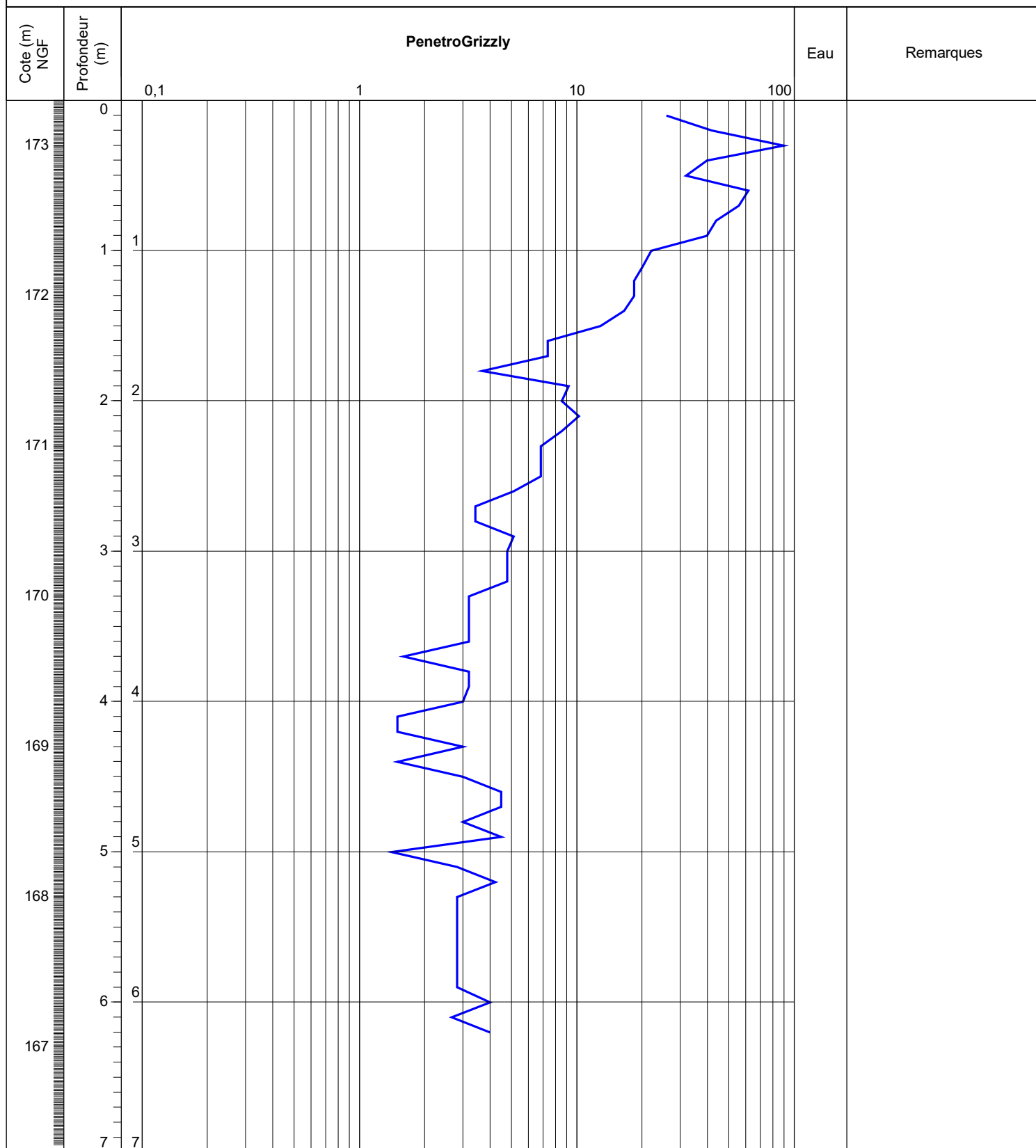
NOTA :

MODELE PRESENTATION : T PENETRO GRIZZLY

EXGTE 3.22

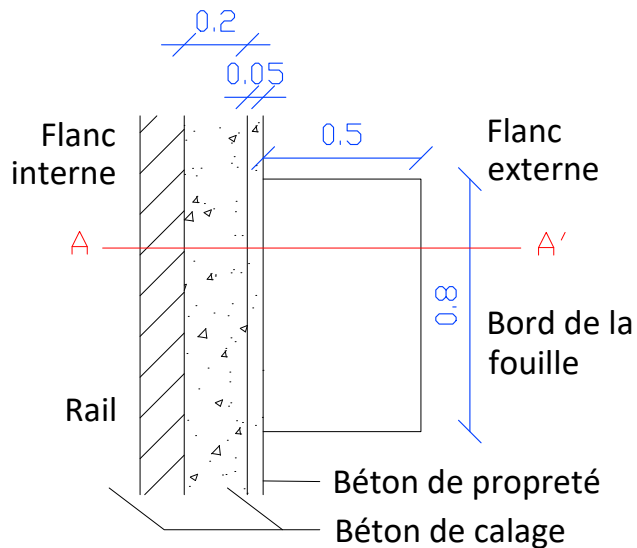




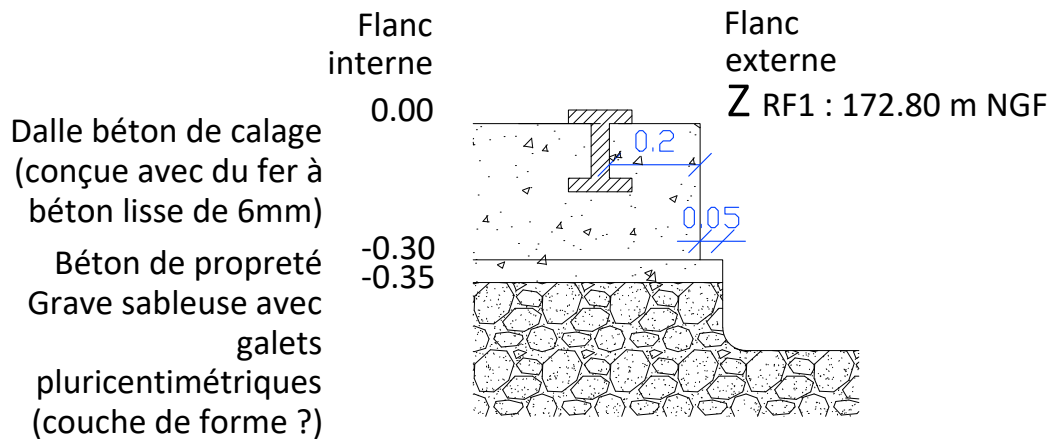


## RF1 - COUPE AA'

### Schéma de la vue en plan



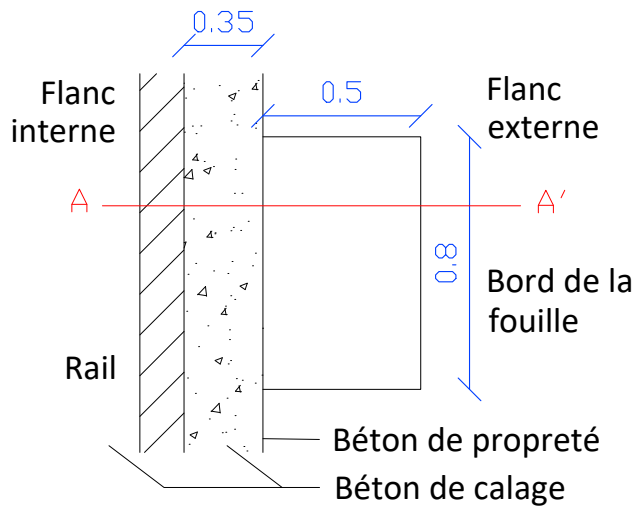
### Coupe AA'



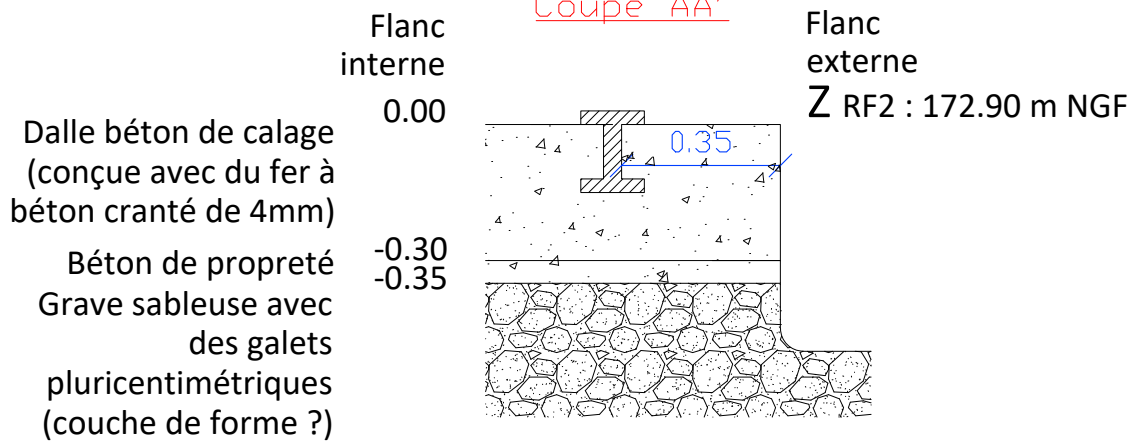
Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	RECONNAISSANCE DE FONDATION	08/02/2024	JMA	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Echelle : 1/17	Système de Coordonnées :	Taille du plan : A4	Feuille : 1
Chantier : 69 - Villefranche-Sur-Saône Adresse : Port de Villefranche-Sur-Saône		Nom du fichier : TEA240012_PM_RF.dwg			

## RF2 - COUPE AA'

### Schéma de la vue en plan



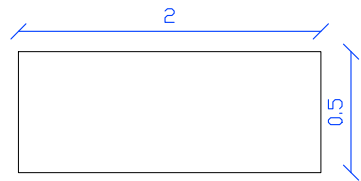
### Coupe AA'



Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	RECONNAISSANCE DE FONDATION	08/02/2024	JMA	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Echelle : 1/17	Système de Coordonnées :	Taille du plan : A4	Feuille : 1
Chantier : 69 - Villefranche-Sur-Saône Adresse : Port de Villefranche-Sur-Saône		Nom du fichier : TEA240012_PM_RF.dwg			

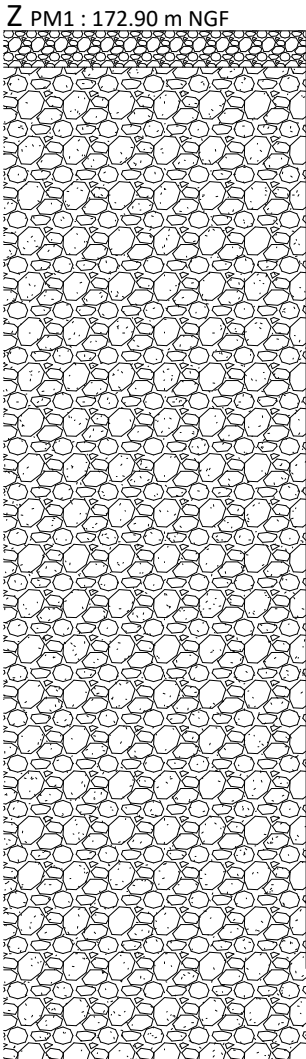
PM1 - COUPE AA'

Schéma de la vue en plan



Coupe AA'

Enrobé bitumineux  
0.00  
-0.12



Grave sableuse marron ,  
avec présence de galets  
pluricentimétriques et  
des morceaux de  
plastiques

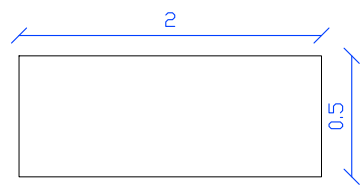


Pas de venue d'eau  
Instabilité des parois de la fouille entre  
1.5m/TA et 3.10m/TA

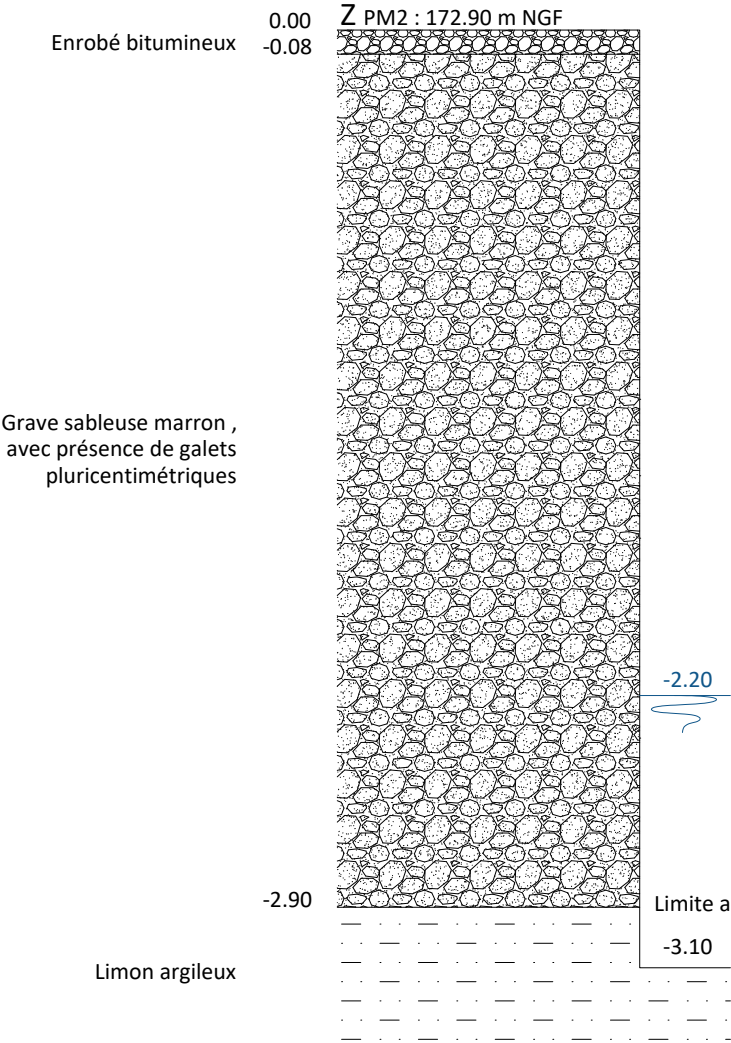
Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PELLE MECANIQUE	08/02/2024	JMA	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Echelle : 1/25	Système de Coordonnées :	Taille du plan : A4	Feuille : 1
Chantier : 69 - Villefranche-Sur-Saône Adresse : Port de Villefranche-Sur-Saône		Nom du fichier : TEA240012_PM_RF.dwg			

PM2 - COUPE AA'

Schéma de la vue en plan



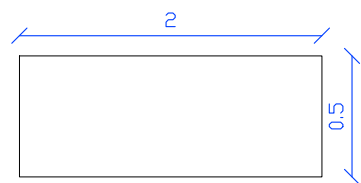
Coupe AA'



Niveau d'eau stabilisé à 2.20m/TA  
Instabilité de la fouille entre 1.2m/TA et 3.10m/TA

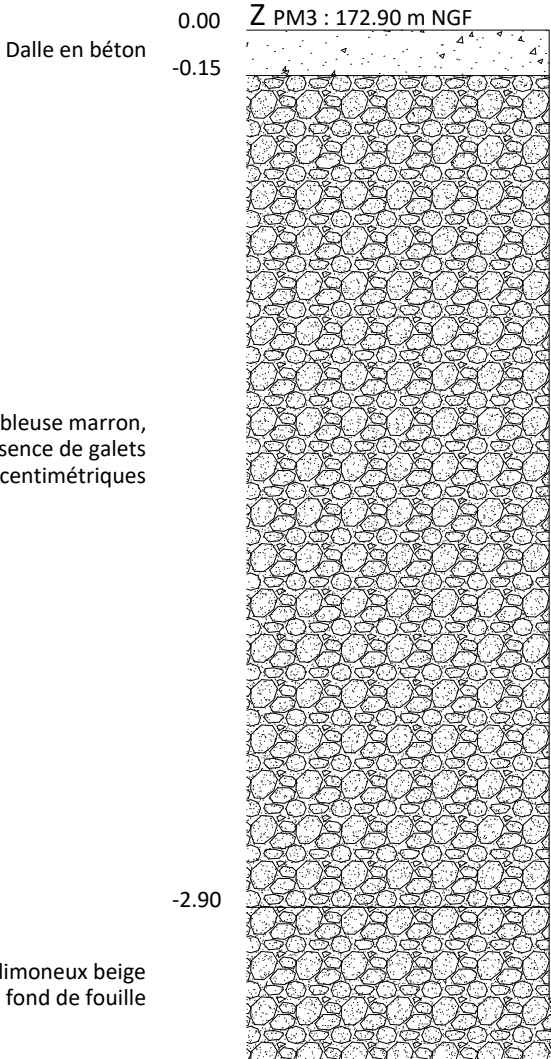
Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PELLE MECANIQUE	08/02/2024	JMA	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Echelle : 1/25	Système de Coordonnées :	Taille du plan : A4	Feuille : 1
Chantier : 69 - Villefranche-Sur-Saône Adresse : Port de Villefranche-Sur-Saône		Nom du fichier : TEA240012_PM_RF.dwg			

Schéma de la vue en plan



PM3 - COUPE AA'

Coupe AA'



Limite approximative car fouille instable

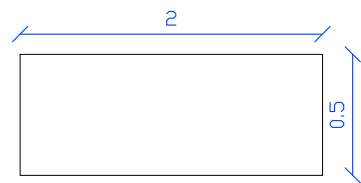
Venues d'eau superficielles au niveau des 30 premiers centimètres juste en dessous de l'enrobé + accumulation d'eau stagnante au droit du bitume dégradé à proximité de la fouille

Instabilité des parois de la fouille entre 1.50m/TA et 3.20m/TA

Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PELLE MECANIQUE	08/02/2024	JMA	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Echelle : 1/25	Système de Coordonnées :	Taille du plan : A4	Feuille : 1
Chantier : 69 - Villefranche-Sur-Saône Adresse : Port de Villefranche-Sur-Saône		Nom du fichier : TEA240012_PM_RF.dwg			

PM4 - COUPE AA'

Schéma de la vue en plan

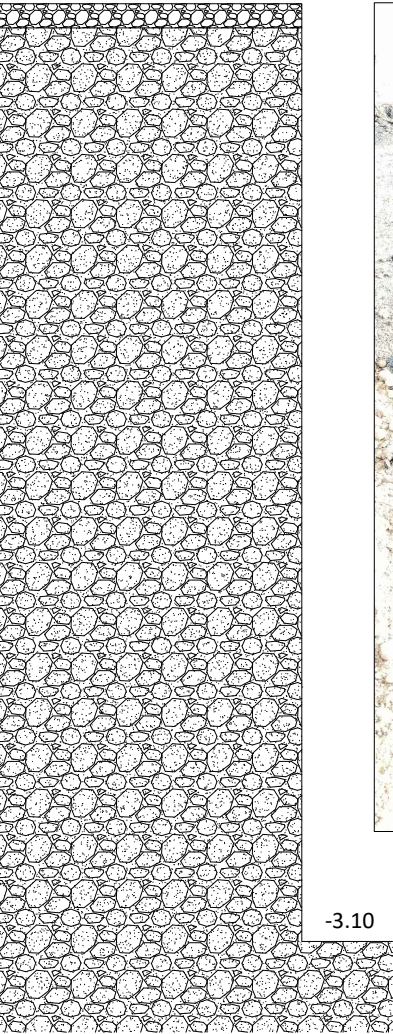


Coupe AA'

Enrobé bitumineux 0.00  
-0.08

Z PM4 : 172.70 m NGF

Grave sableuse marron,  
avec présence de galets  
pluricentimétriques

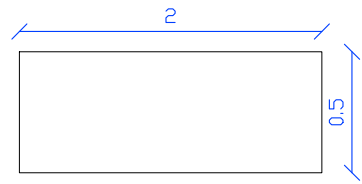


Pas de venues d'eau  
Parois relativement stables

Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PELLE MECANIQUE	08/02/2024	JMA	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Echelle : 1/25	Système de Coordonnées :	Taille du plan : A4	Feuille : 1
Chantier : 69 - Villefranche-Sur-Saône Adresse : Port de Villefranche-Sur-Saône		Nom du fichier : TEA240012_PM_RF.dwg			

PM5 - COUPE AA'

Schéma de la vue en plan



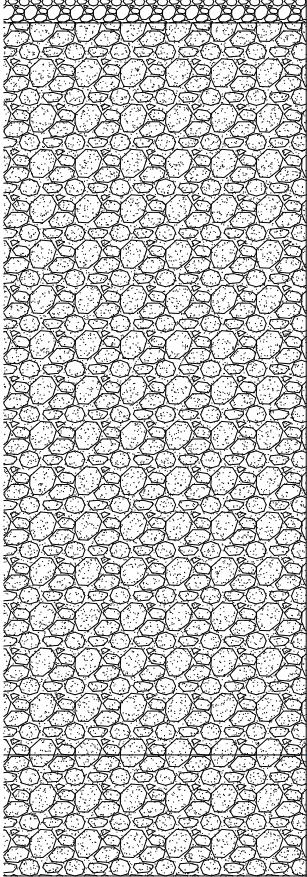
Coupe AA'



Enrobé bitumineux  
0.00  
-0.08

Z PM5 : 173.00 m NGF

Grave sableuse marron,  
avec présence de galets  
pluricentimétriques



Grave sableuse marron foncé imbibée  
d'eau, avec augmentation de la  
proportion de graviers en quantité et  
de galets en taille, noyés dans une  
matrice limono-argileuse  
-2.50  
-2.90

Faciès limono-argileux en  
fond de fouille

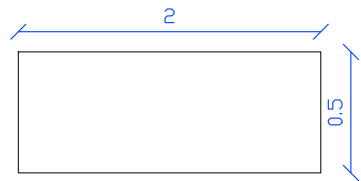
-2.50  
-3.10  
Limite approximative car fouille instable

Niveau d'eau stabilisé à 2.50m/TA  
Instabilité des parois de la fouille entre 1.50m  
et 3.10m/TA

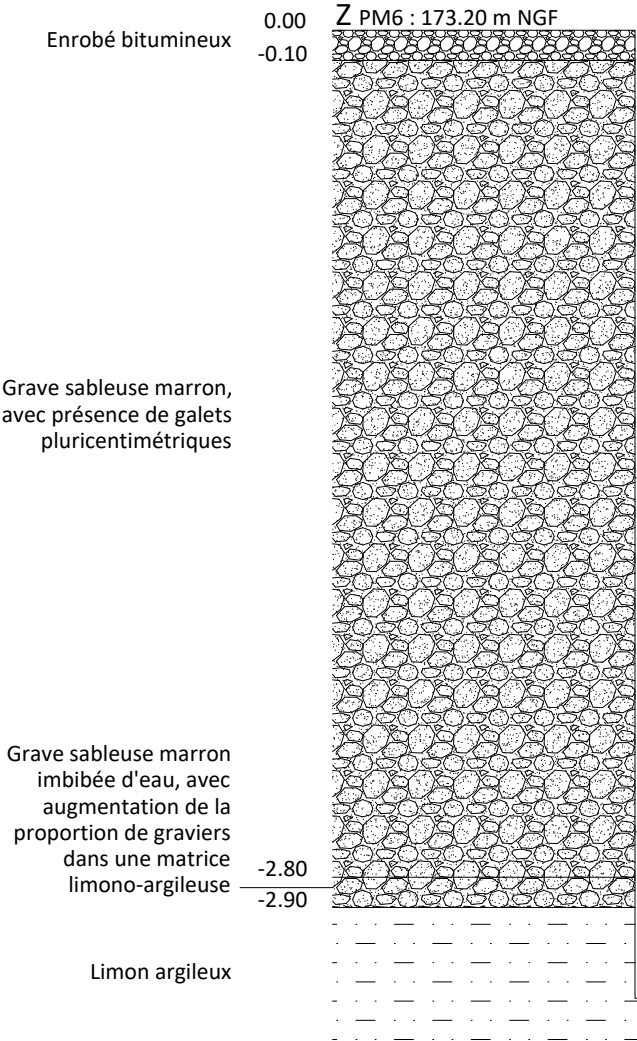
Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PELLE MECANIQUE	08/02/2024	JMA	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Echelle : 1/25	Système de Coordonnées :	Taille du plan : A4	Feuille : 1
Chantier : 69 - Villefranche-Sur-Saône Adresse : Port de Villefranche-Sur-Saône		Nom du fichier : TEA240012_PM_RF.dwg			

PM6 - COUPE AA'

Schéma de la vue en plan



Coupe AA'



-2.65

Limite approximative car fouille instable

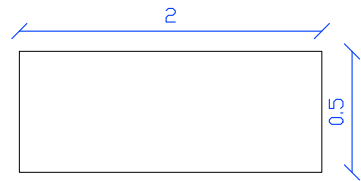
-3.20

Niveau d'eau stabilisé à 2.65m/TA  
Instabilité des parois de la fouille entre 1.80m et 3.20m/TA

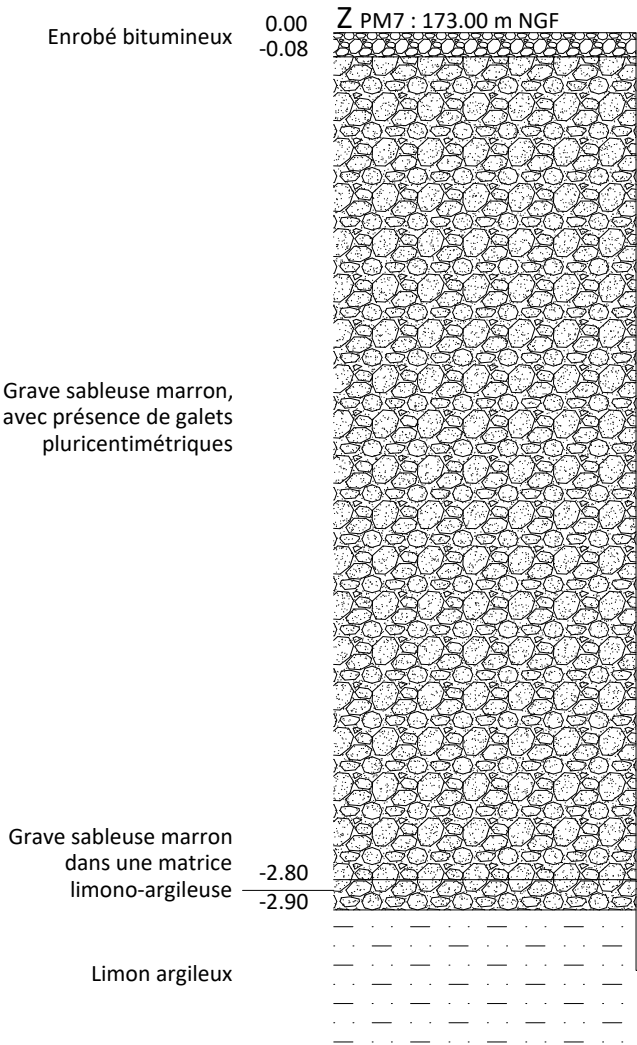
Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PELLE MECANIQUE	08/02/2024	JMA	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Echelle : 1/25	Système de Coordonnées :	Taille du plan : A4	Feuille : 1
Chantier : 69 - Villefranche-Sur-Saône Adresse : Port de Villefranche-Sur-Saône		Nom du fichier : TEA240012_PM_RF.dwg			

PM7 - COUPE AA'

Schéma de la vue en plan



Coupe AA'



-2.70

Limite approximative car fouille instable

-3.10

Niveau d'eau stabilisé à 2.70m/TA  
Instabilité des parois de la fouille entre 2.00m et 3.10m/TA

Indice	Libellé	Date	Dessin	Chargé d'affaire	Approuvé
A	PELLE MECANIQUE	08/02/2024	JMA	MSO	PCO
N° d'affaire : TEA240012		Echelle : 1/25	Système de Coordonnées :	Taille du plan : A4	Feuille : 1
Chantier : 69 - Villefranche-Sur-Saône Adresse : Port de Villefranche-Sur-Saône		Nom du fichier : TEA240012_PM_RF.dwg			



## Résultats des essais en laboratoire



## Bulletin d'Analyse

Rapport pour la détection et l'identification d'amiante dans les matériaux et produits manufacturés  
pouvant contenir naturellement de l'amiante

## NEXTROAD ENGINEERING

Jérôme TISSANDIER  
4 RUE DU ROMPOT  
21121 FONTAINE-LES-DIJON  
FRANCE

Page 1 sur 5

Rapport du 13/02/2024

Ce rapport contient les résultats des analyses effectuées pour votre projet RA24.02.019.TECHNOSOL/CF-202402027.

Les analyses ont été réalisées en accord avec votre commande. Les résultats rapportés se réfèrent aux échantillons tels qu'ils ont été reçus à SGS. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, la date de prélèvement (si fournie), le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. SGS n'est pas responsable des données fournies par le client. Tout échantillon analysé a été qualifié et considéré comme étant apte à être préparé.

Ce rapport est constitué de 5 page(s) hors annexe(s) éventuelle(s), dont les références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une révision 01 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée. En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses sont réalisées par SGS France (E&I) Laboratoire de Gennevilliers 99-101 avenue Louis Roche F-92230 Gennevilliers.

Projet	Nom du projet	RA24.02.019.TECHNOSOL/CF-202402027	Rapport du	13/02/2024
	Réf. client	RA24.02.019.TECHNOSOL/CF-202402027		
	Réf. SGS	GE24-00824		

## Texte réglementaire de référence

Arrêté du 1er octobre 2019 modifié par l'arrêté du 26 décembre 2019 relatif à aux modalités de réalisation des analyses de matériaux et produits susceptibles de contenir de l'amiante, aux conditions de compétences du personnel et d'accréditation des organismes procédant à ces analyses.

## Partie matériau manufacturé

Norme, méthode, technique MOLP	Méthode interne de préparation : MLE-MO-LAB-104 HSG 248 - Annexe 2 NF ISO 22262-1 (parties utiles de la norme)
Norme, méthode, technique META	Méthode interne de préparation : MLE-MO-LAB-106 NF X43-050 (parties utiles de la norme) NF ISO 22262-1 (parties utiles de la norme)

## Partie matériau brut

Norme, méthode, technique MOLP	Méthode interne de préparation : MLE-MO-LAB106 HSG 248 - Annexe 2 NF ISO 22262-1 (parties utiles de la norme)
Norme, méthode, technique META	Méthode interne de préparation : MLE-MO-LAB-106 NF X43-050 (parties utiles de la norme) IMA : Principes pétrographiques et de classification minéralogique (IMA Database of Mineral Properties ; Hawthorne et al., 2012 <a href="http://rruff.info/ima/">http://rruff.info/ima/</a> )

L'usage par le client de la marque COFRAC figurant sur le rapport d'essais est interdit.

(Ge\*) : Essai réalisé à SGS France EIHT (I&E) à Gennevilliers - COFRAC N° 1-7056

(Ge) : Essai réalisé à SGS France EIHT (I&E) à Gennevilliers

## Bulletin d'Analyse

Rapport du 13/02/2024

## NEXTROAD ENGINEERING

Jérôme TISSANDIER

4 RUE DU ROMPOT 21121 FONTAINE-LES-DIJON FRANCE

Nom du projet RA24.02.019.TECHNOSOL/CF-202402027

Réf. SGS **GE24-00824**

Le présent rapport d'essai comporte 5 page(s). Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Aucune modification ni altération ne pourra y être portée après communication. Si vous souhaitez incorporer dans vos documents un rapport d'essai, il doit être inclus entièrement.

Le présent rapport ne concerne que le produit soumis à l'analyse et est émis par la Société conformément à ses conditions Générales de Services (disponibles sur [www.sgs.com/en/terms-and-conditions/general-conditions-of-services-francais](http://www.sgs.com/en/terms-and-conditions/general-conditions-of-services-francais)).

Les incertitudes de mesure sont disponibles sur demande.

Tout porteur de ce document est prévenu que les informations qu'il contient reflètent uniquement les constatations de la Société au moment de son intervention et, cas échéant, dans la limite des instructions du Client. La responsabilité de la Société est exclusivement engagée vis-à-vis de son Client. Ce document ne saurait exonérer toute partie à une transaction d'exercer pleinement tous ses droits et remplir toutes ses obligations légales et contractuelles.

Toute modification non autorisée, altération ou falsification du contenu ou de la forme du présent document est illégale et les contrevenants sont passibles de poursuites judiciaires.

Si le prélèvement n'est pas réalisé par la structure SGS France division EIHT, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité sur les résultats impactés par des informations fournies par le client.

Autres Fibres : Mentionne la présence d'autres fibres minérales susceptibles d'être inhalées

Morphologie NC = Morphologie non conforme à une fibre d'amiant

EDX NC = Composition chimique non conforme à une fibre d'amiant

Cristallographie NC = Structure cristalline non conforme à une fibre d'amiant

PMAi = Particules Minérales Allongées d'intérêt

## Notes techniques :

- Seules les fibres d'amiant correspondant aux critères définis dans les articles 1 et 2 de l'arrêté du 1er octobre 2019 sont prises en compte.

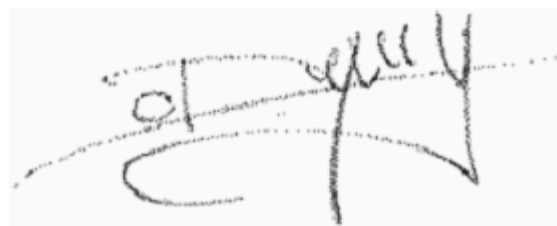
- La limite de détection à 95% garantie par le laboratoire est de 0,1% en masse d'amiant pour l'analyse au MOLP et au META.

- Au MOLP, pour être optiquement observable, une fibre doit avoir un diamètre supérieur à 0,2 microns.

- Si l'amiant n'est pas détecté au META et au MOLP, le composant analysé peut renfermer une teneur en amiant inférieure à la limite de détection garantie.

- Tout échantillon analysé a été qualifié et considéré comme étant apte à être préparé.

Un matériau peut être constitué d'une ou plusieurs couches. Une couche est un élément pouvant être distingué des autres éléments par superposition ou stratification. Une couche peut être homogène ou hétérogène à l'oeil nu.

**ODILE\_DUPUY**

Responsable UT Amiant

(signature électronique)

## Bulletin d'Analyse

Rapport du 13/02/2024

## NEXTROAD ENGINEERING

Jérôme TISSANDIER

4 RUE DU ROMPOT 21121 FONTAINE-LES-DIJON FRANCE

Nom du projet

RA24.02.019.TECHNOSOL/CF-202402027

Réf. SGS

GE24-00824

Échantillon description client	1 - E002 PM1 - PM1		
Date de réception	06/02/2024	Date de prél.	
Code SGS	GE24-00824.001		
(Ge*) Description échantillon	Matériau dur bitumineux noir		
(Ge*) Conclusion amiante échantillon	Amiante non détecté		
(Ge*) Conclusion partie matériau manufacturé	Amiante non détecté		
(Ge*) Conclusion partie matériau brut	Amiante non détecté		

Partie matériau manufacturé			
(Ge*) Numéro couche(s)	1	(Ge*) Description	Matériau bitumineux noir
(Ge*) Amiante détecté	Non	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
(Ge*) Technique	META	(Ge*) Nombre de préparation	1 (2 grilles)
Trigramme de l'opérateur	AHA	Autres fibres	Non

Partie matériau brut			
(Ge*) Groupe de granulats	1-1	(Ge*) Description	Fragments rocheux granitiques à grains anguleux massifs gris à noirâtres
(Ge*) Technique	MOLP	(Ge*) Nombre de préparation	2
(Ge*) Amiante détecté	Analyse non conclusive	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	SJE	Autres fibres	-
(Ge*) Technique	META	(Ge*) Nombre de préparation	2 (4 grilles)
(Ge*) Amiante détecté	Non	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	AHA	Autres fibres	Non

Partie matériau brut			
(Ge*) Groupe de granulats	1-2	(Ge*) Description	Fragments rocheux micacés à grains anguleux massifs marrons à noirs
(Ge*) Technique	MOLP	(Ge*) Nombre de préparation	2
(Ge*) Amiante détecté	Analyse non conclusive	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	SJE	Autres fibres	-
(Ge*) Technique	META	(Ge*) Nombre de préparation	1 (2 grilles)
(Ge*) Amiante détecté	Non	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	AHA	Autres fibres	Non

Partie matériau brut			
(Ge*) Groupe de granulats	1-3	(Ge*) Description	Fragments minéraux quartzeux à grains anguleux massifs blancs à beiges
(Ge*) Technique	MOLP	(Ge*) Nombre de préparation	2
(Ge*) Amiante détecté	Amiante non détecté	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	SJE	Autres fibres	-

## Bulletin d'Analyse

Rapport du 13/02/2024

NEXTROAD ENGINEERING

Jérôme TISSANDIER

4 RUE DU ROMPOT 21121 FONTAINE-LES-DIJON FRANCE

Nom du projet RA24.02.019.TECHNOSOL/CF-202402027

Réf. SGS **GE24-00824**

Échantillon description client	2 - E003 PM7 - PM7		
Date de réception	06/02/2024	Date de prél.	
Code SGS	GE24-00824.002		
(Ge*) Description échantillon	Matériau dur bitumineux noir		
(Ge*) Conclusion amiante échantillon	Amiante non détecté		
(Ge*) Conclusion partie matériau manufacturé	Amiante non détecté		
(Ge*) Conclusion partie matériau brut	Amiante non détecté		

Partie matériau manufacturé			
(Ge*) Numéro couche(s)	2	(Ge*) Description	Matériau bitumineux noir
(Ge*) Amiante détecté	Non	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
(Ge*) Technique	META	(Ge*) Nombre de préparation	1 (2 grilles)
Trigramme de l'opérateur	AHA	Autres fibres	Non

Partie matériau brut			
(Ge*) Groupe de granulats	2-1	(Ge*) Description	Fragments rocheux feldspathiques à grains anguleux massifs grisâtres à blancs
(Ge*) Technique	MOLP	(Ge*) Nombre de préparation	2
(Ge*) Amiante détecté	Analyse non conclusive	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	SJE	Autres fibres	-
(Ge*) Technique	META	(Ge*) Nombre de préparation	3 (6 grilles)
(Ge*) Amiante détecté	Non	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	AHA	Autres fibres	Non

Partie matériau brut			
(Ge*) Groupe de granulats	2-2	(Ge*) Description	Fragments minéraux quartzeux à grains anguleux massifs blancs à beiges
(Ge*) Technique	MOLP	(Ge*) Nombre de préparation	2
(Ge*) Amiante détecté	Amiante non détecté	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	SJE	Autres fibres	-

## Bulletin d'Analyse

Rapport du 13/02/2024

## NEXTROAD ENGINEERING

Jérôme TISSANDIER

4 RUE DU ROMPOT 21121 FONTAINE-LES-DIJON FRANCE

Nom du projet RA24.02.019.TECHNOSOL/CF-202402027

Réf. SGS **GE24-00824**

Échantillon description client	3 - E004 PM5 - PM5		
Date de réception	06/02/2024	Date de prél.	
Code SGS	GE24-00824.003		
(Ge*) Description échantillon	Matériau dur bitumineux noir		
(Ge*) Conclusion amiante échantillon	Amiante non détecté		
(Ge*) Conclusion partie matériau manufacturé	Amiante non détecté		
(Ge*) Conclusion partie matériau brut	Amiante non détecté		

Partie matériau manufacturé			
(Ge*) Numéro couche(s)	3	(Ge*) Description	Matériau bitumineux noir
(Ge*) Amiante détecté	Non	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
(Ge*) Technique	META	(Ge*) Nombre de préparation	1 (2 grilles)
Trigramme de l'opérateur	AHA	Autres fibres	Non

Partie matériau brut			
(Ge*) Groupe de granulats	3-1	(Ge*) Description	Fragments rocheux siliceux à grains anguleux massifs grisâtres à noirs
(Ge*) Technique	MOLP	(Ge*) Nombre de préparation	2
(Ge*) Amiante détecté	Analyse non conclusive	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	SJE	Autres fibres	-
(Ge*) Technique	META	(Ge*) Nombre de préparation	3 (6 grilles)
(Ge*) Amiante détecté	Non	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	AHA	Autres fibres	Non

Partie matériau brut			
(Ge*) Groupe de granulats	3-2	(Ge*) Description	Fragments minéraux quartzeux à grains anguleux massifs blancs à beiges
(Ge*) Technique	MOLP	(Ge*) Nombre de préparation	2
(Ge*) Amiante détecté	Amiante non détecté	(Ge*) Type(s) d'amiante	-
Trigramme de l'opérateur	SJE	Autres fibres	-

Raison sociale: Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Sols  
Nom commercial: L.A.C.S  
T: 06 73 24 60 70  
j.colovray@labolacs.com  
5378 rue du Pou du ciel\_01600\_Reyrieux- France

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240124
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM1
		Profondeur :	1.5-3.2m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

# VILLEFRANCHE SUR SAONE

01/02/2024

Dossier n° TEA240012



PARIS | CAEN | ROUEN | LYON

Le responsable des essais

M.ARRIVAT

La reproduction intégrale de ce procès verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée. Les essais faisant l'objet du présent procès verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions. Leur représentativité est liée à celle d'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée. En conséquence, le présent procès verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.

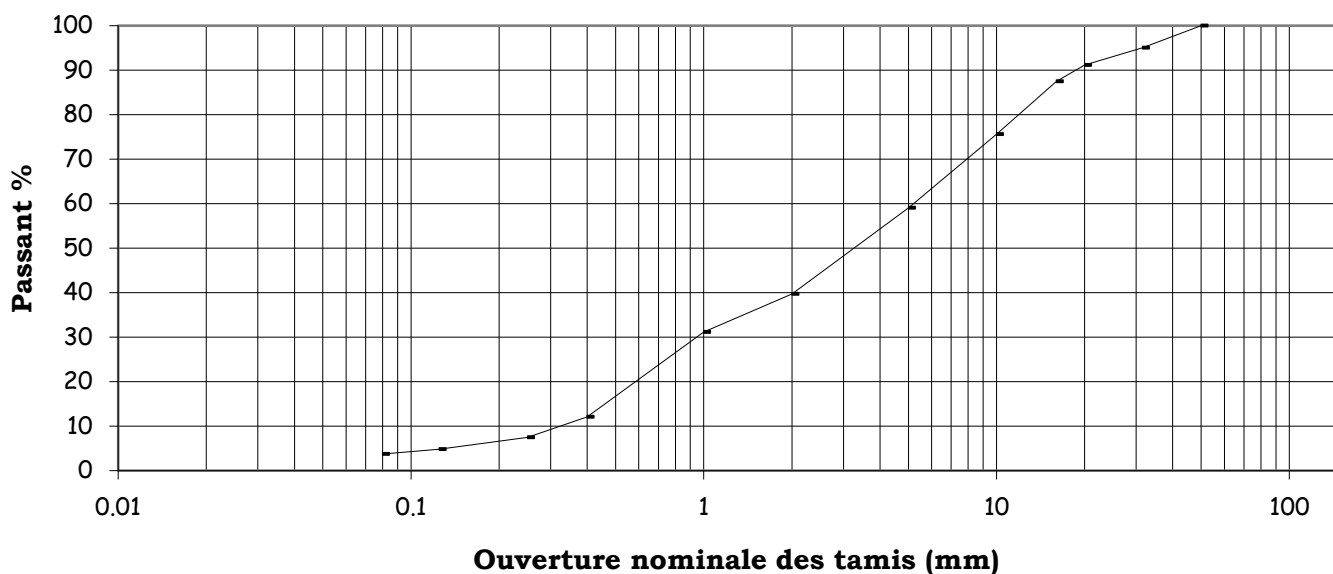


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240124
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM1
		Profondeur :	1.5-3.2m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	95.0	91.2	87.5	75.6	59.1	39.7	31.1	12.1	7.5	4.8	3.7
%passant sur 0/50mm																

Ms (en g): 10221

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM1	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 1.5-3.2m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240124	Description: Graves sableuses à visuelle	
	Date de réception: 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 56.3	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec :	C = 59.1	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 5.74	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 53.3	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 30	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.33

### Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240124
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM1
		Profondeur :	1.5-3.2m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

Informations concernant l'essai				
Type de moule :	<input checked="" type="checkbox"/> Moule CBR	<input type="checkbox"/> Moule Proctor	Traitement du sol :	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
Energie de compactage :	<input checked="" type="checkbox"/> Energie Normale	<input type="checkbox"/> Energie Modifiée	Type de liant :	-
Masse vol. des particules solides :	<input type="checkbox"/> Mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> Estimée	Dosage :	-

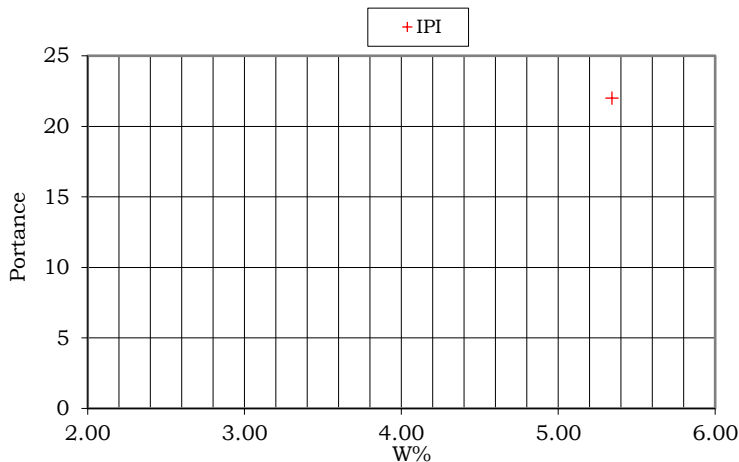
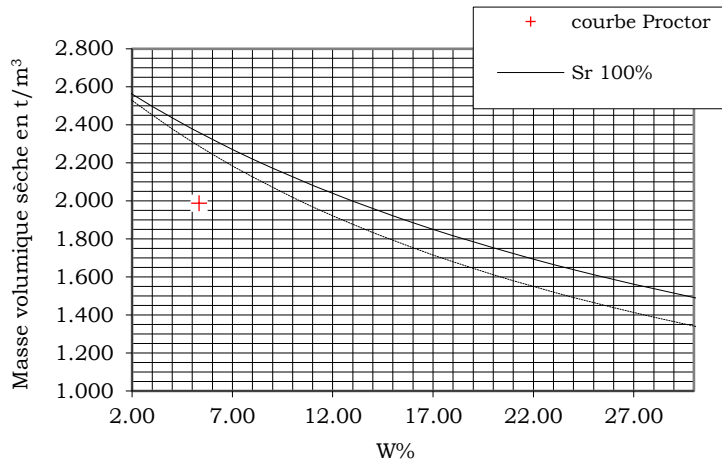
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%*	5.34				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.988				

\* *Teneur en eau suivant NF P 94-050*

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30% proportion 20 D/=
	Brut	Corrigé*	
W%			Masse vol des particules du sol
$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)

Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	5.34				
IPI	22				
CBR immédiat					
CBR immersion					
Gonflement G %					
W% après imm					

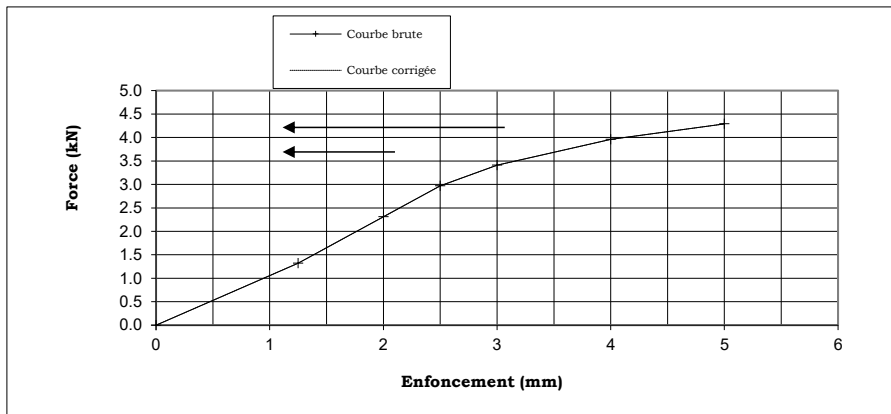
Observations	



Informations générales		Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n° :	PM1
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur :	1.5-3.2m
		Mode de conservation :	SAC	Date d'essai :	01/02/2024
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240124	Description :	Graves sableuses à galets
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024	visuelle	

Résultats du poinçonnement sur fraction 0/20 mm (avec 20/Dmax éliminé si < 30% - sinon essai non réalisable) suivant NF P 94-078

Enfoncement t mm	Force kN	Force sur courbe corrigée kN
0	0.0	
1.25	1.3	
2	2.3	
2.5	3.0	
3	3.4	
4	4.0	
5	4.3	



Synthèse des résultats			
Teneur en eau	Confection	W =	5.34 %
	% / optimum	W/Wopt =	- %
Densité sèche	Confection	$r_d$ =	1.99 t/m <sup>3</sup>
	% / optimum	$r_d/r_{dopt}$ =	- %
Indice Portant Immédiat	IPI = 22 %		

Information sur l'essai	
Energie de compactage	normale
Anneau de force utilisé (kN)	50
Mode de séchage du sol	Etuve
T° de séchage du sol	105°C

Observation

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024
client :	TECHNOSOL	Mode de conservation :	SAC
Ouvrage :	-	N° d'identification :	240124
		Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM1
		Profondeur :	1.5-3.2m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

## 1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4

Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	95.0	91.2	87.5	75.6	59.1	39.7	31.1	12.1	7.5	4.8	3.7
%passant sur 0/50mm																

## 2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1

W = 5.03 %

## 3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3

VBS = 0.33 g de bleu/100g sol

## 4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12

Wp% =

Wp% =

IP =

Ic =

## 5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048

CaCO3 %

## 6 - Friabilité des sables suivant P 18-576

FS %

## 7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&amp;2

LA =

%

MDE

%

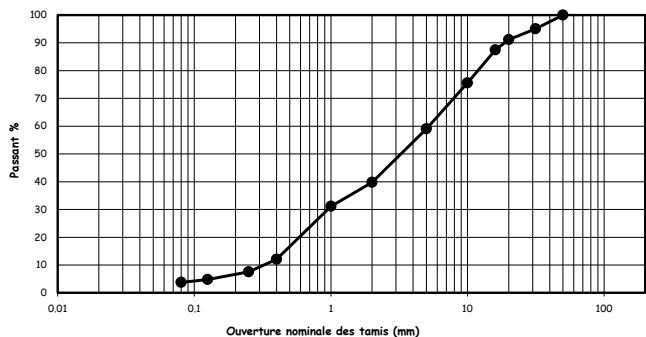
## 8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	5.34			
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.99			
<b>Résultats</b>		Brut	Corrigé*	proportion 20/D= Masse vol des particules du sol $\rho_s = 2.7$ t/m <sup>3</sup> (estimé)	
		W%			
		$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			

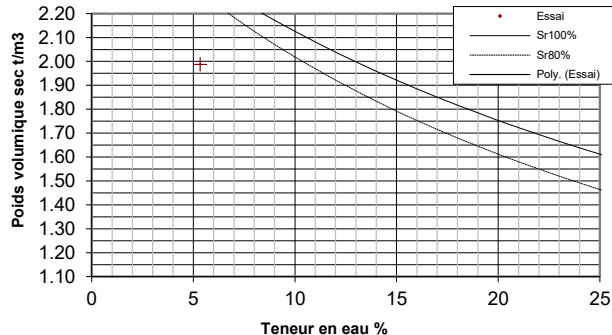
## 9- Portances suivant NF P 94-078

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	5.34				
IPI	22				
CBR immersion					
Gonflement G %					

Courbe granulométrique



Courbe Proctor



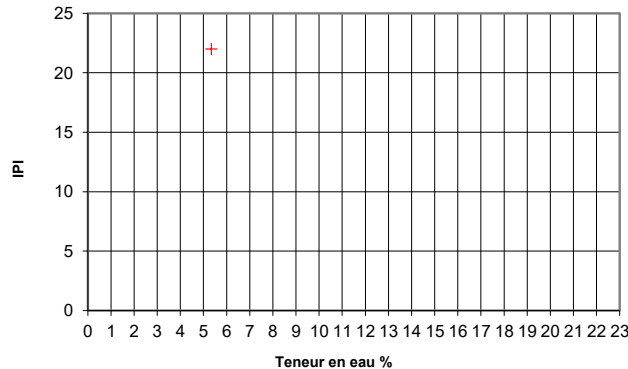
## Observations :

Le responsable des essais  
M. Arrivat

Classe du matériau

B4

## Portance

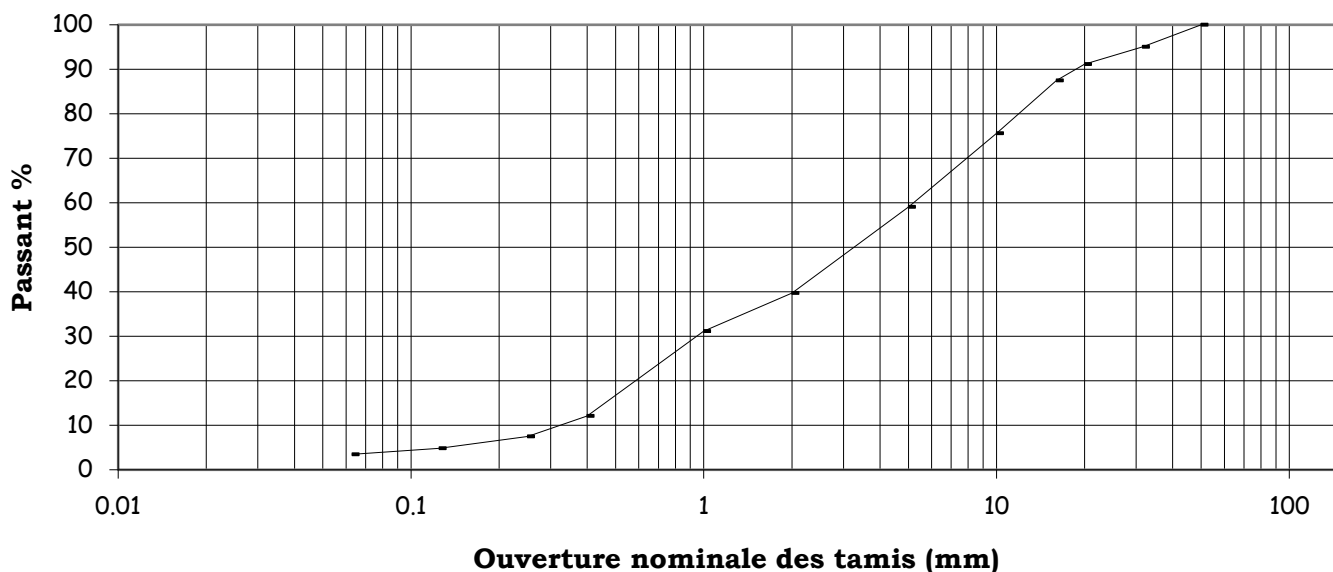


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240124
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM1
		Profondeur :	1.5-3.2m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	95.0	91.2	87.5	75.6	59.1	39.7	31.1	12.1	7.5	4.8	3.5
%passant sur 0/63mm																

Ms (en g): 10221

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

$C_u = D_{60}/D_{10} = 16.1$   
=> Granulométrie étalée

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM1	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 1.5-3.2m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: TECHNOSOL	N° d'identification: 240124	Description: Graves sableuses à visuelle	
	Date de réception: 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 56.3	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/63mm du sol sec :	C = 59.1	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 5.74	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 53.3	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 30	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.33

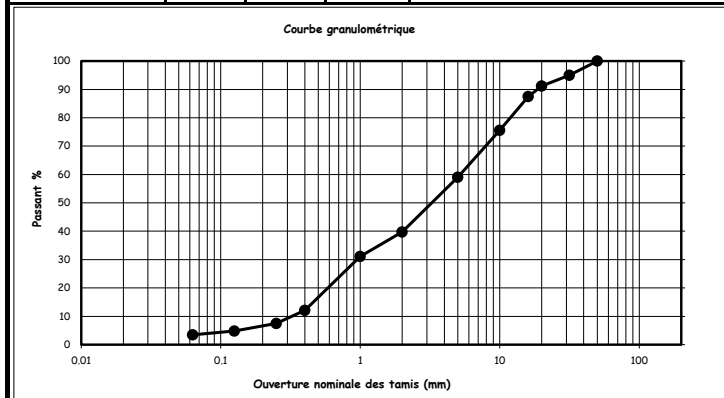
#### Observations

Informations générales				Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n°:	PM1		
Chantier:	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur:	1.5-3.2m		
	SUR SAONE	Mode de conservation:	SAC	Date d'essai:	01/02/2024		
client:	TECHNOSOL	N° d'identification:	240124	Description:	Graves sableuses à galets		
Ouvrage:	-	Date de réception:	30/01/2024	visuelle			

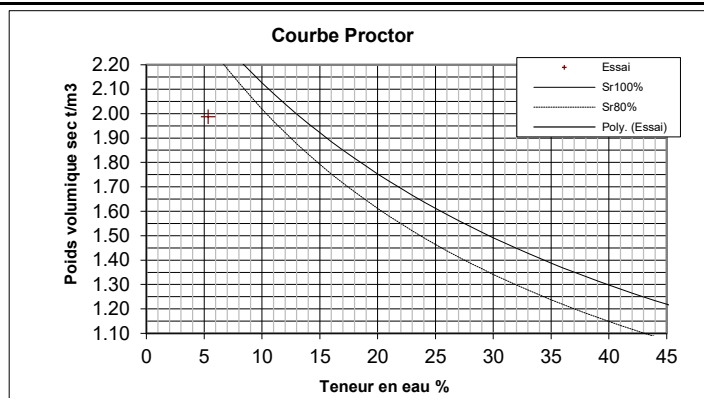
1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	95.0	91.2	87.5	75.6	59.1	39.7	31.1	12.1	7.5	4.8	3.5
%passant sur 0/63mm																


2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1				3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3				4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12			
W =	5.03	%		VBS =	0.33	g de bleu/100g sol		W <sub>p</sub> =		W <sub>p</sub> =	
								IP =		IP =	
								Ic =		Ic =	
5 - Teneur CaCO <sub>3</sub> suivant NF-P 94-048				6 - Friabilité des sables suivant P 18-576				7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&2			
CaCO <sub>3</sub>	%			FS	%			LA =	%	MDE	%

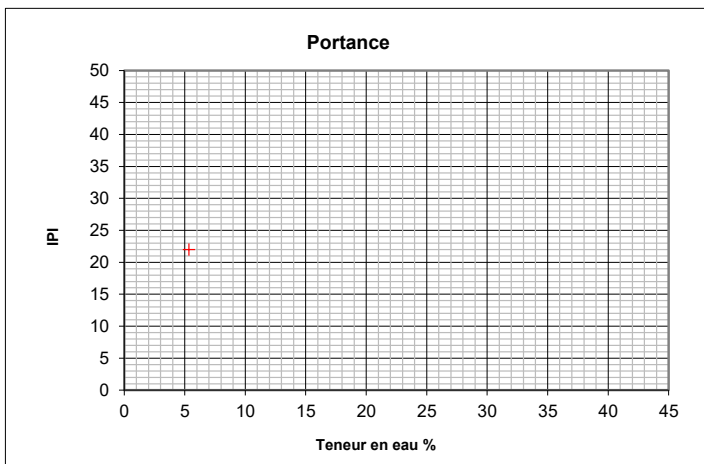
8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						9- Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	5.34					Teneur en eau %	5.34			
Poids vol sec	r <sub>d</sub> (t/m <sup>3</sup> )	1.99					IPI	22			
Résultats											
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D= 0.00				CBR immersion				
	W%		Masse vol des particules du sol				Gonflement G %				
	ρ <sub>d</sub> (t/m <sup>3</sup> )		ρ <sub>s</sub> = 2.7 t/m <sup>3</sup> (estimé)								



Cu = D60/D10 16 => Granulométrie étalée



Observations :	
<p>Le responsable des essais</p> <p>M. Arrivat</p> 	
<p>Classe du matériau</p> <p>G1</p>	



Raison sociale: Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Sols  
Nom commercial: L.A.C.S  
T: 06 73 24 60 70  
j.colovray@labolacs.com  
5378 rue du Pou du ciel\_01600\_Reyrieux- France

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240125
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM2
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	passage limono-argileux

# VILLEFRANCHE SUR SAONE

01/02/2024

Dossier n° TEA240012



PARIS | CAEN | ROUEN | LYON

Le responsable des essais

M.ARRIVAT

La reproduction intégrale de ce procès verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée. Les essais faisant l'objet du présent procès verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions. Leur représentativité est liée à celle d'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée. En conséquence, le présent procès verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.

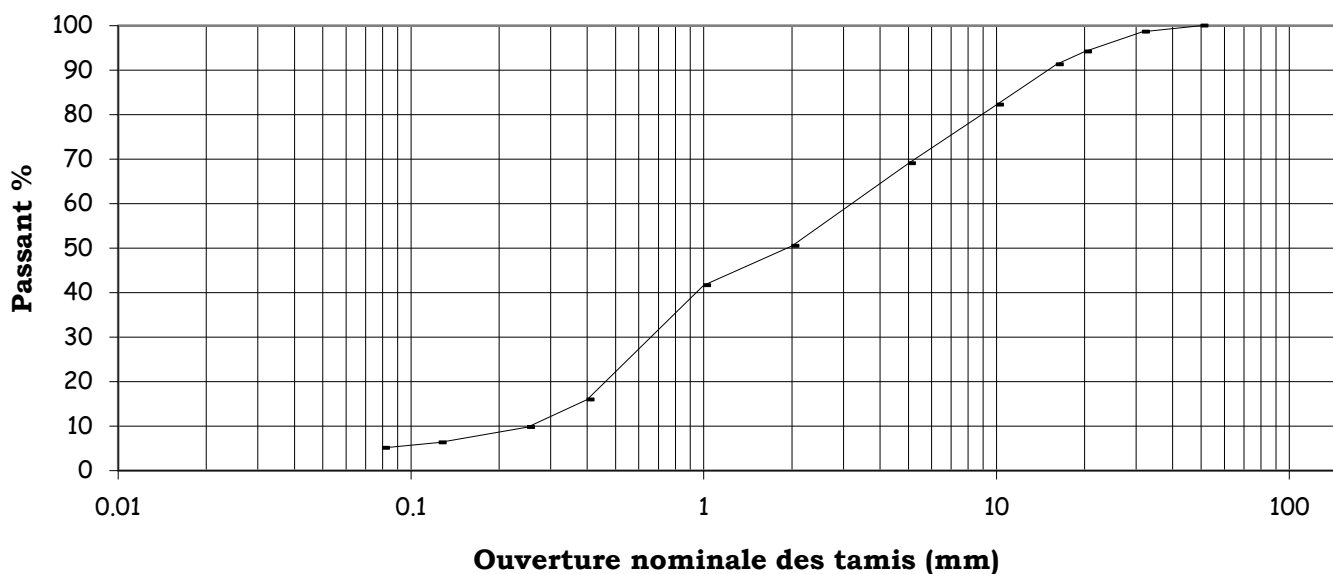


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240125
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM2
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à passage limono-argileux
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	98.6	94.2	91.3	82.2	69.0	50.5	41.7	16.0	9.8	6.3	5.1
%passant sur 0/50mm																

Ms (en g): 8151

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM2	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 1.5-3.1m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240125	Description: Graves sableuses à	
	Date de réception: 30/01/2024	visuelle	passage limono-argileux

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 55.4	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec :	C = 69.0	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 7.26	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 51.7	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 40	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.53

#### Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240125
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM2
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	passage limono-argileux

Informations concernant l'essai				
Type de moule :	<input checked="" type="checkbox"/> Moule CBR	<input type="checkbox"/> Moule Proctor	Traitement du sol :	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
Energie de compactage :	<input checked="" type="checkbox"/> Energie Normale	<input type="checkbox"/> Energie Modifiée	Type de liant :	-
Masse vol. des particules solides :	<input type="checkbox"/> Mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> Estimée	Dosage :	-

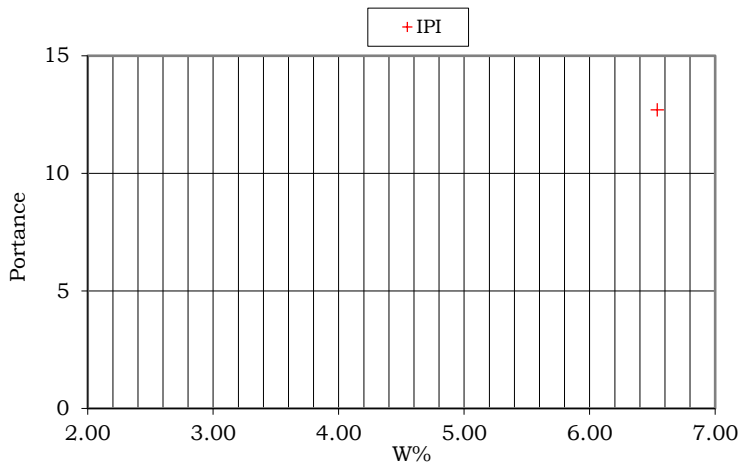
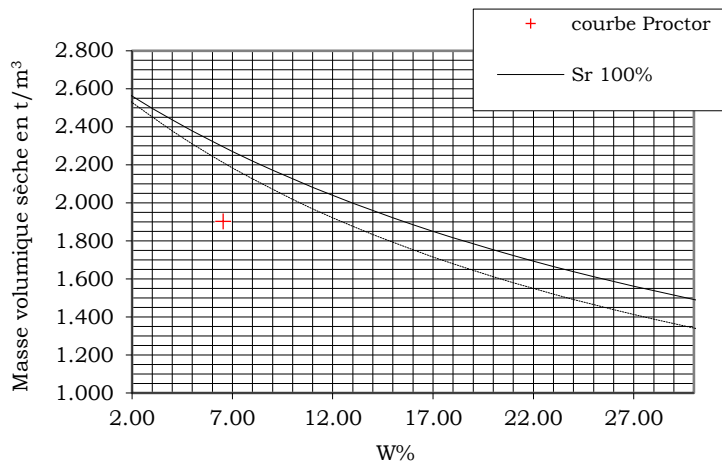
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%*	6.54				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.903				

\* *Teneur en eau suivant NF P 94-050*

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30% proportion 20/D= Masse vol des particules du sol $\rho_s = 2.7 \text{ t/m}^3$ (estimé)
	Brut	Corrigé*	
W%			
$\rho_d \text{ (t/m}^3\text{)}$			

Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	6.54				
IPI	13				
CBR immédiat					
CBR immersion					
Gonflement G %					
W% après imm					

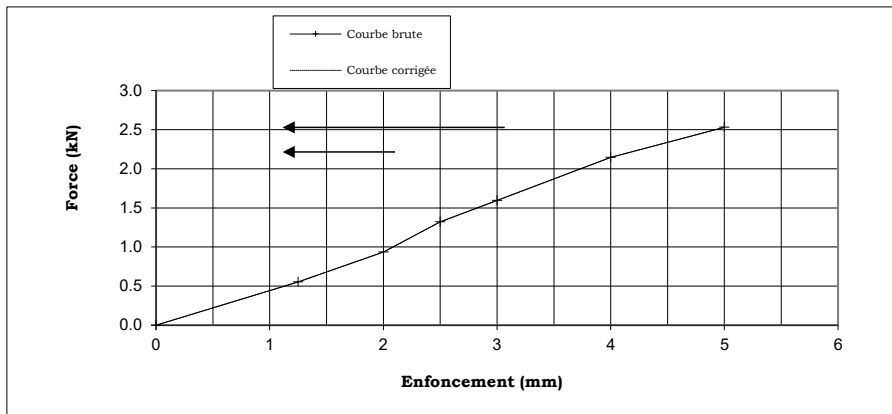
Observations	



Informations générales		Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n° :	PM2
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur :	1.5-3.1m
		Mode de conservation :	SAC	Date d'essai :	01/02/2024
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240125	Description :	Graves sableuses à
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024	visuelle	passage limono-argileux

Résultats du poinçonnement sur fraction 0/20 mm (avec 20/Dmax éliminé si < 30% - sinon essai non réalisable) suivant NF P 94-078

Enfoncement t mm	Force kN	Force sur courbe corrigée kN
0	0.0	
1.25	0.6	
2	0.9	
2.5	1.3	
3	1.6	
4	2.1	
5	2.5	



Synthèse des résultats			
Teneur en eau	Confection	W =	6.54 %
	% / optimum	W/Wopt =	- %
Densité sèche	Confection	$r_d$ =	1.90 t/m <sup>3</sup>
	% / optimum	$r_d/r_{dopt}$ =	- %
Indice Portant Immédiat	IPI = 13 %		

Information sur l'essai	
Energie de compactage	normale
Anneau de force utilisé (kN)	50
Mode de séchage du sol	Etuve
T° de séchage du sol	105°C

Observation

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024
client :	TECHNOSOL	Mode de conservation :	SAC
Ouvrage :	-	N° d'identification :	240125
		Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM2
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à passage limono-argileux
		visuelle	

## 1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4

Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	98.6	94.2	91.3	82.2	69.0	50.5	41.7	16.0	9.8	6.3	5.1
%passant sur 0/50mm																

## 2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1

W = 7.16 %

## 3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3

VBS = 0.53 g de bleu/100g sol

## 4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12

Wp% =

Wp% =

IP =

Ic =

## 5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048

CaCO3 %

## 6 - Friabilité des sables suivant P 18-576

FS %

## 7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&amp;2

LA =

%

MDE

%

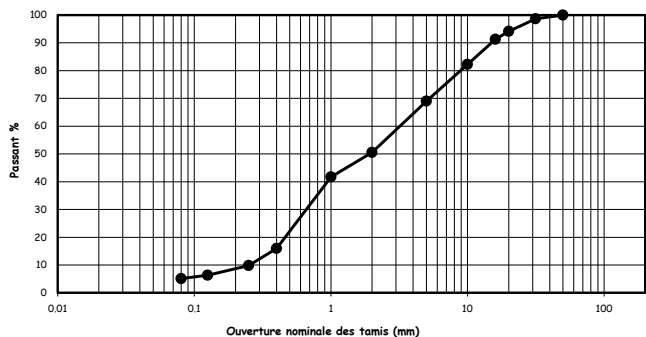
## 8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )				
Résultats	Brut		Corrigé*		
	W%		proportion 20/D=		
	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		Masse vol des particules du sol		
			$\rho_s = 2.7$ t/m <sup>3</sup> (estimé)		

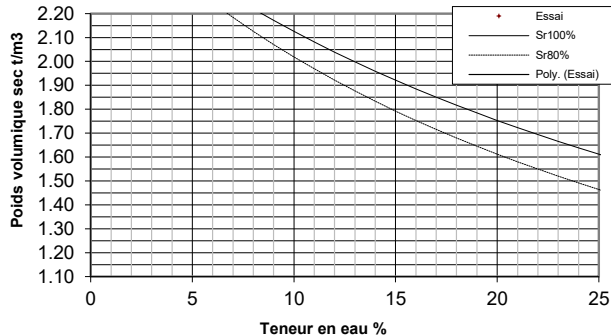
## 9- Portances suivant NF P 94-078

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %					
IPI					
CBR immersion					
Gonflement G %					

Courbe granulométrique



Courbe Proctor



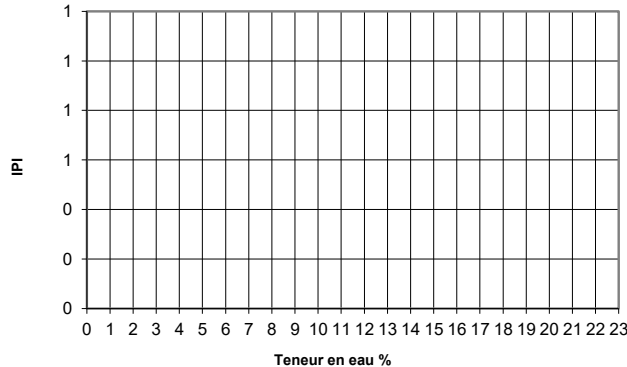
## Observations :

Le responsable des essais  
M. Arrivat

Classe du matériau

B4 h

## Portance

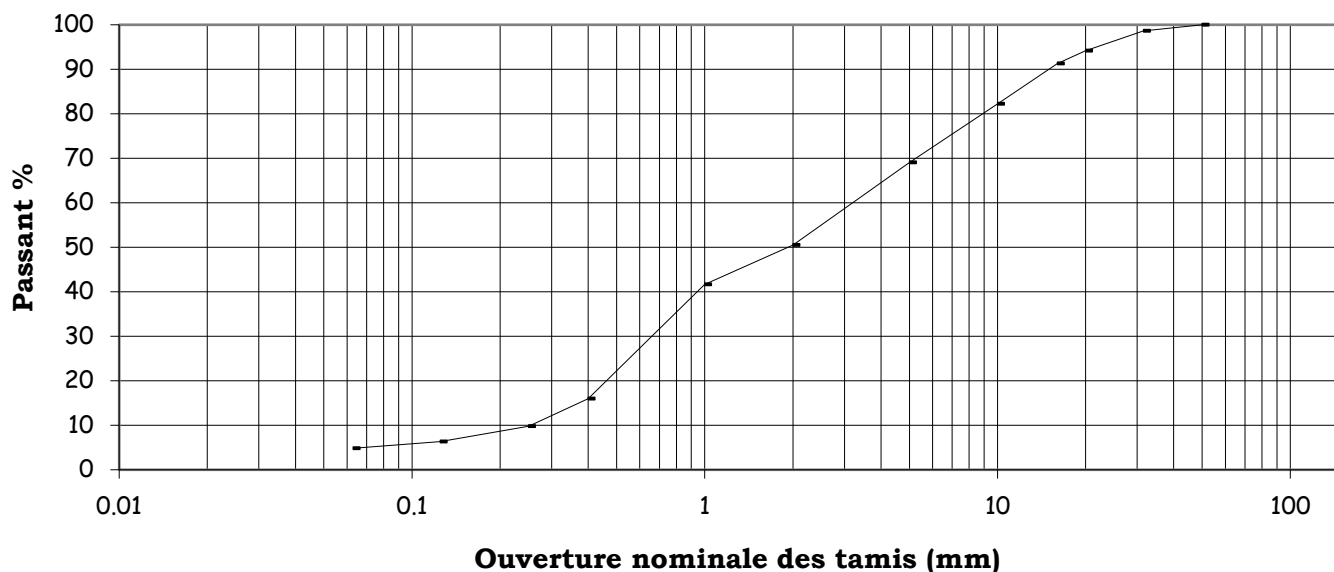


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240125
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM2
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à passage limono-argileux

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	98.6	94.2	91.3	82.2	69.0	50.5	41.7	16.0	9.8	6.3	4.8
%passant sur 0/63mm																

Ms (en g): 8151

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

$C_u = D_{60}/D_{10} = 12.6$   
=> Granulométrie étalée

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM2	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 1.5-3.1m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240125	Description: Graves sableuses à	
	Date de réception: 30/01/2024	visuelle	passage limono-argileux

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 55.4	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/63mm du sol sec :	C = 69.0	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 7.26	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 51.7	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 40	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.53

### Observations

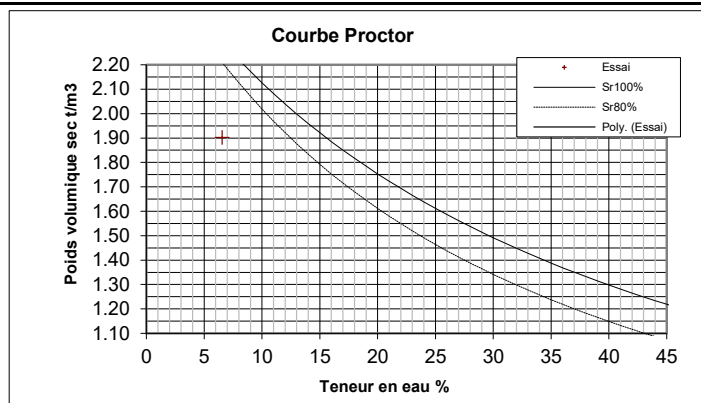
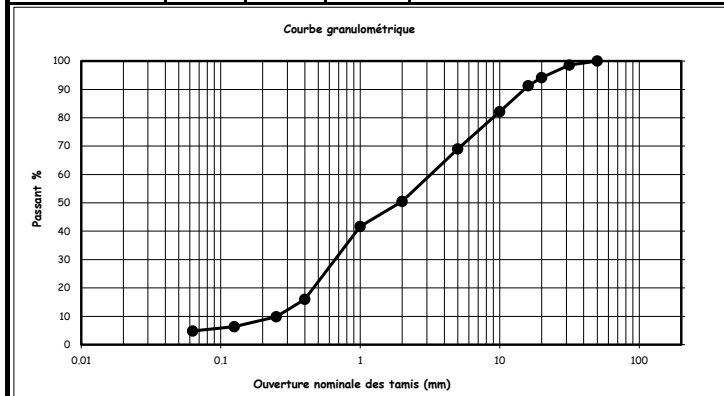
Informations générales				Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n°:	PM2		
Chantier:	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur:	1.5-3.1m		
	SUR SAONE	Mode de conservation:	SAC	Date d'essai:	01/02/2024		
client:	TECHNOSOL	N° d'identification:	240125	Description:	Graves sableuses à		
Ouvrage:	-	Date de réception:	30/01/2024	visuelle	passage limono-argileux		

1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	98.6	94.2	91.3	82.2	69.0	50.5	41.7	16.0	9.8	6.3	4.8
%passant sur 0/63mm																

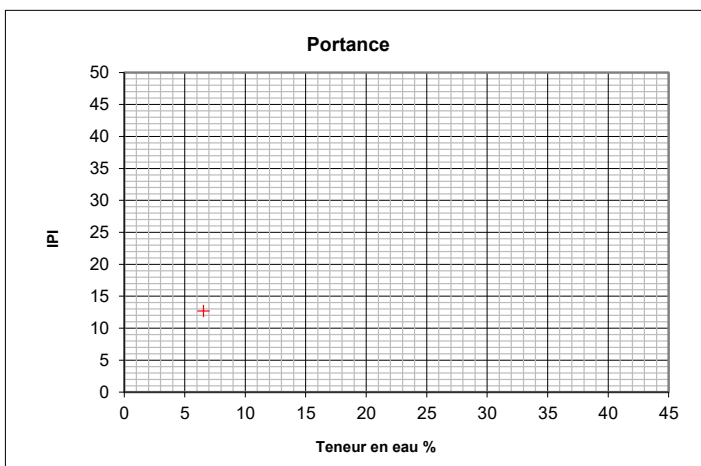
2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1				3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3				4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12			
W =	7.16	%		VBS =	0.53	g de bleu/100g sol		WI% =		Wp% =	
								IP =		Ic =	
5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048				6 - Friabilité des sables suivant P 18-576				7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&2			
CaCO3	%			FS	%			LA =	%	MDE	%

8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	
Teneur en eau	W%	6.54				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.90				
<b>Résultats</b>	Brut	Corrigé*	proportion 20/D=			
	W%		Masse vol des particules du sol			
	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)			

9- Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	6.54				
IPI	13				
CBR immersion					
Gonflement G %					



Observations :	
Le responsable des essais M. Arrivat	Classe du matériau <b>G1</b>



Raison sociale: Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Sols  
Nom commercial: L.A.C.S  
T: 06 73 24 60 70  
j.colovray@labolacs.com  
5378 rue du Pou du ciel\_01600\_Reyrieux- France

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240126
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM4
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

# VILLEFRANCHE SUR SAONE

01/02/2024

Dossier n° TEA240012



PARIS | CAEN | ROUEN | LYON

Le responsable des essais

M.ARRIVAT

La reproduction intégrale de ce procès verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée. Les essais faisant l'objet du présent procès verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions. Leur représentativité est liée à celle d'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée. En conséquence, le présent procès verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240126
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM4
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats obtenus suivant NF EN ISO 17892-1

Ech	Prof. (m)	Lithologie	Wnat %
1	1.5-3.1m	Graves sableuses à galets	5.62

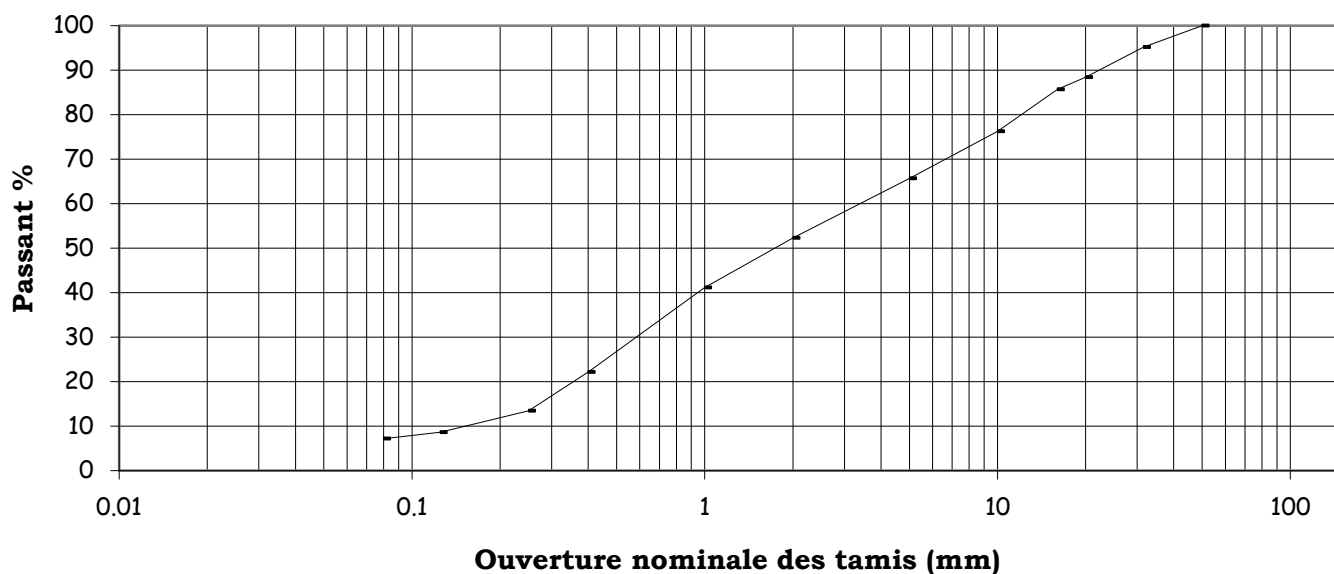
Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240126
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM4
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	95.2	88.4	85.7	76.2	65.7	52.3	41.1	22.2	13.4	8.6	7.2
%passant sur 0/50mm																

Ms (en g): 8010

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM4	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 1.5-3.1m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240126	Description: Graves sableuses à visuelle	
	Date de réception: 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 56.7	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec :	C = 65.7	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 6.62	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 53.2	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 45	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.56

### Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240126
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM4
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

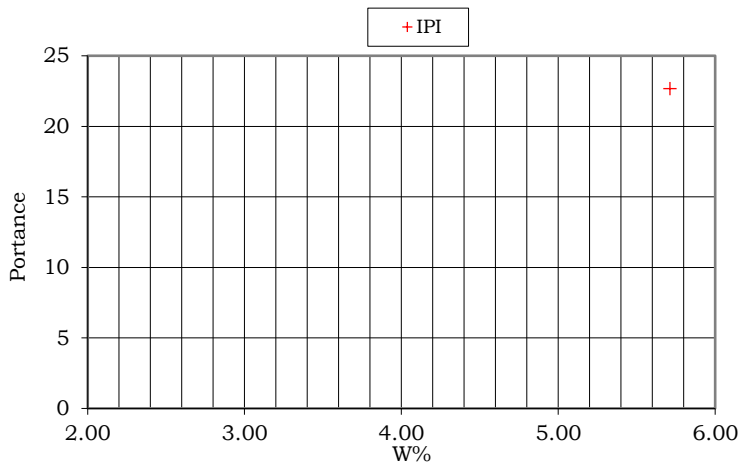
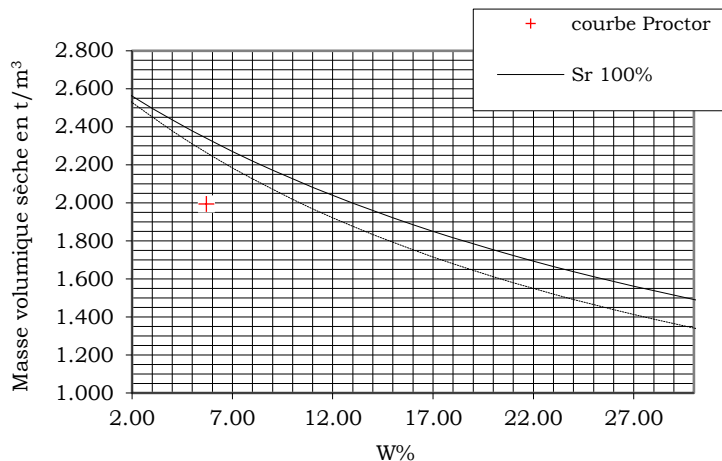
Informations concernant l'essai				
Type de moule :	<input checked="" type="checkbox"/> Moule CBR	<input type="checkbox"/> Moule Proctor	Traitement du sol :	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
Energie de compactage :	<input checked="" type="checkbox"/> Energie Normale	<input type="checkbox"/> Energie Modifiée	Type de liant :	-
Masse vol. des particules solides :	<input type="checkbox"/> Mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> Estimée	Dosage :	-

Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%*	5.71				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.995				

\* *Teneur en eau suivant NF P 94-050*

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30% proportion 20/D= Masse vol des particules du sol $\rho_s = 2.7 \text{ t/m}^3$ (estimé)
	Brut	Corrigé*	
W%			
$\rho_d \text{ (t/m}^3\text{)}$			

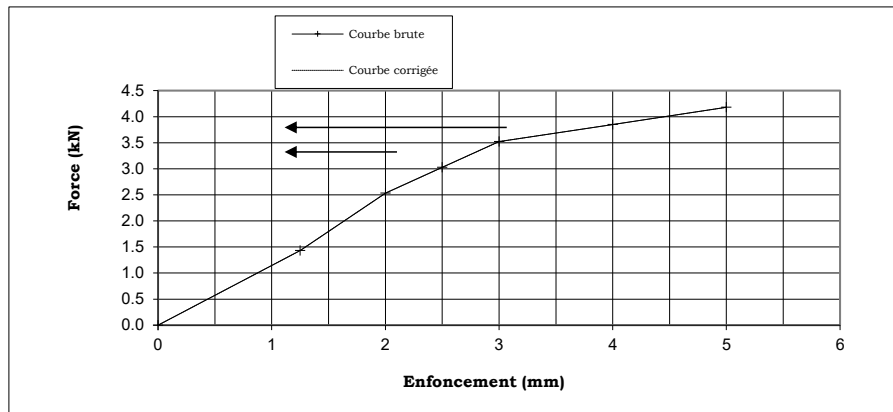
Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	5.71				
IPI	23				
CBR immédiat					
CBR immersion					
Gonflement G %					
W% après imm					

[illegible]

Informations générales		Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n° :	PM4
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur :	1.5-3.1m
		Mode de conservation :	SAC	Date d'essai :	01/02/2024
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240126	Description :	Graves sableuses à galets
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024	visuelle	

Résultats du poinçonnement sur fraction 0/20 mm (avec 20/Dmax éliminé si < 30% - sinon essai non réalisable) suivant NF P 94-078

Enfoncement t mm	Force kN	Force sur courbe corrigée kN
0	0.0	
1.25	1.4	
2	2.5	
2.5	3.0	
3	3.5	
4	3.8	
5	4.2	



Synthèse des résultats			
Teneur en eau	Confection	W =	5.71 %
	% / optimum	W/Wopt =	- %
Densité sèche	Confection	$r_d$ =	1.99 t/m <sup>3</sup>
	% / optimum	$r_d/r_{dopt}$ =	- %
Indice Portant Immédiat	IPI = 23 %		

Information sur l'essai	
Energie de compactage	normale
Anneau de force utilisé (kN)	50
Mode de séchage du sol	Etuve
T° de séchage du sol	105°C

Observation

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024
client :	TECHNOSOL	Mode de conservation :	SAC
Ouvrage :	-	N° d'identification :	240126
		Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM4
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

## 1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4

Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	95.2	88.4	85.7	76.2	65.7	52.3	41.1	22.2	13.4	8.6	7.2
%passant sur 0/50mm																

## 2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1

W = 5.62 %

## 3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3

VBS = 0.56 g de bleu/100g sol

## 4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12

Wp% =

Wp% =

IP =

Ic =

## 5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048

CaCO3 %

## 6 - Friabilité des sables suivant P 18-576

FS %

## 7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&amp;2

LA =

%

MDE

%

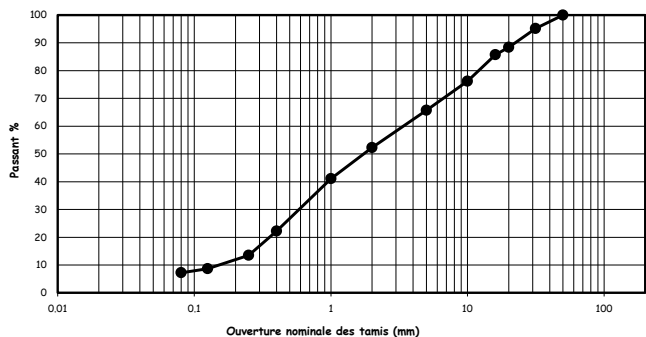
## 8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	5.71			
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.99			
Résultats		Brut	Corrigé*	proportion 20/D =	
		W%			
		$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			
		Masse vol des particules du sol		$\rho_s = 2.7$ t/m <sup>3</sup> (estimé)	

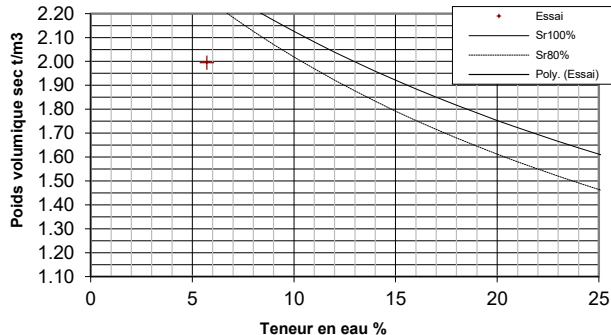
## 9- Portances suivant NF P 94-078

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	5.71				
IPI	23				
CBR immersion					
Gonflement G %					

Courbe granulométrique



Courbe Proctor



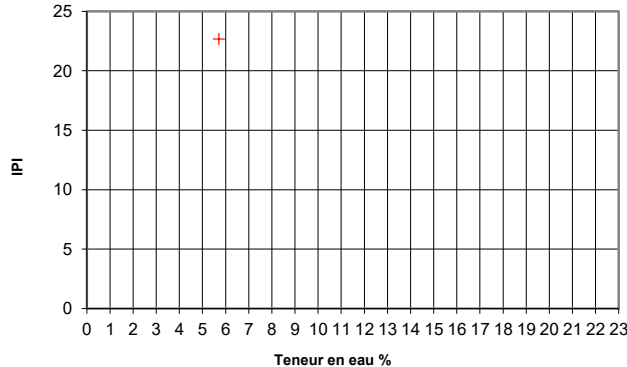
## Observations :

Le responsable des essais  
M. Arrivat

Classe du matériau

B4

Portance

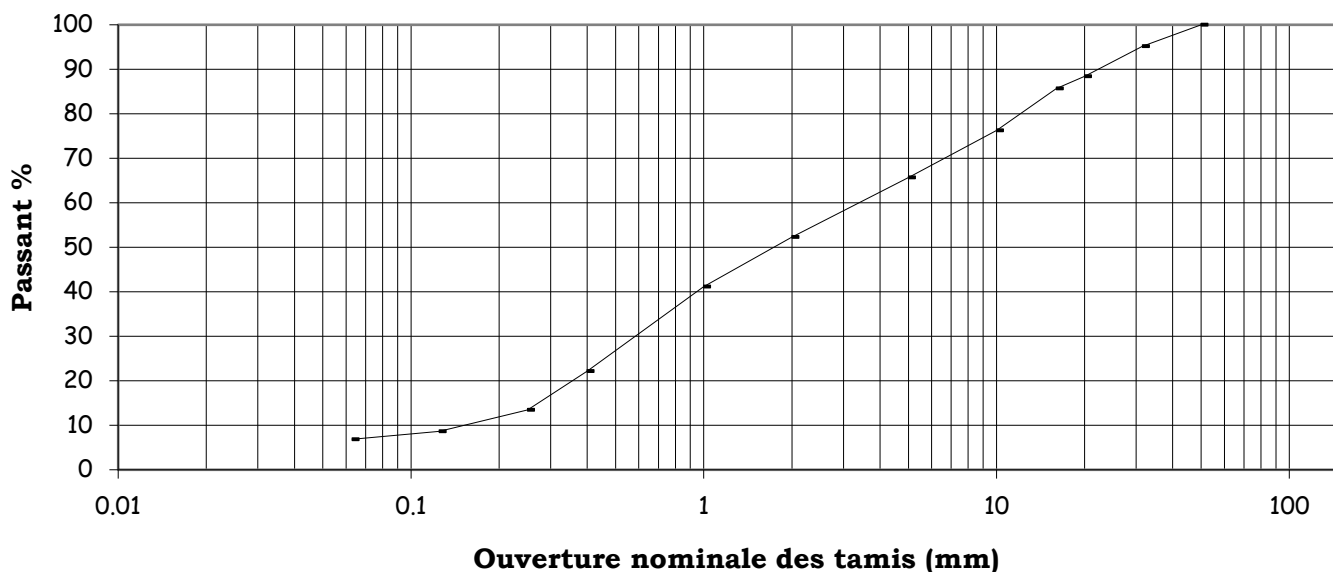


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240126
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM4
		Profondeur :	1.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	95.2	88.4	85.7	76.2	65.7	52.3	41.1	22.2	13.4	8.6	6.9
%passant sur 0/63mm																

Ms (en g): 8010

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

$C_u = D_{60}/D_{10} = 22.2$   
=> Granulométrie étalée

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM4	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 1.5-3.1m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240126	Description: Graves sableuses à visuelle	
	Date de réception: 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 56.7	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/63mm du sol sec :	C = 65.7	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 6.62	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 53.2	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 45	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.56

### Observations

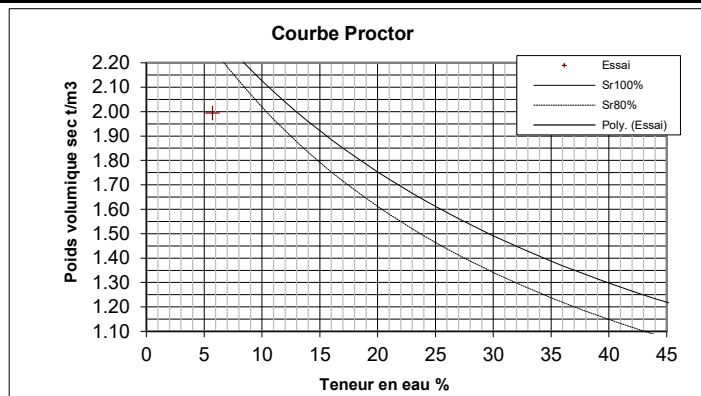
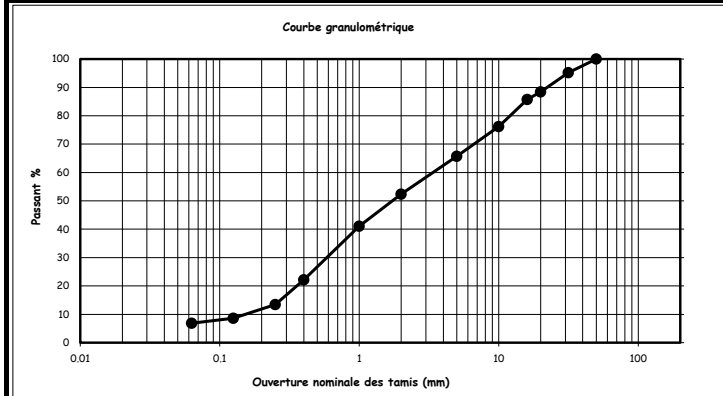
Informations générales				Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n°:	PM4		
Chantier:	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur:	1.5-3.1m		
	SUR SAONE	Mode de conservation:	SAC	Date d'essai:	01/02/2024		
client:	TECHNOSOL	N° d'identification:	240126	Description:	Graves sableuses à		
Ouvrage:	-	Date de réception:	30/01/2024	visuelle	galets		


1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	95.2	88.4	85.7	76.2	65.7	52.3	41.1	22.2	13.4	8.6	6.9
%passant sur 0/63mm																

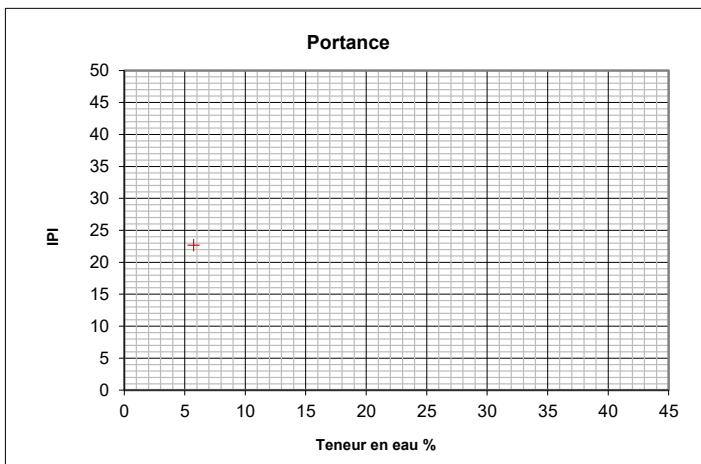
2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1				3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3				4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12			
W =	5.62	%		VBS =	0.56	g de bleu/100g sol		WI% =		Wp% =	
								IP =		Ic =	
5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048				6 - Friabilité des sables suivant P 18-576				7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&2			
CaCO3	%			FS	%			LA =	%	MDE	%

8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	
Teneur en eau	W%	5.71				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.99				
<b>Résultats</b>	Brut	Corrigé*	proportion 20/D=			
	W%		Masse vol des particules du sol			
	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)			

9- Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	5.71				
IPI	23				
CBR immersion					
Gonflement G %					



Observations :	
<p>Le responsable des essais</p> <p>M. Arrivat</p> 	
<p>Classe du matériau</p> <p>G3</p>	



Raison sociale: Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Sols  
Nom commercial: L.A.C.S  
T: 06 73 24 60 70  
j.colovray@labolacs.com  
5378 rue du Pou du ciel\_01600\_Reyrieux- France

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240127
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	1.-2.5m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

# VILLEFRANCHE SUR SAONE

01/02/2024

Dossier n° TEA240012



PARIS | CAEN | ROUEN | LYON

Le responsable des essais

M.ARRIVAT

La reproduction intégrale de ce procès verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée. Les essais faisant l'objet du présent procès verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions. Leur représentativité est liée à celle d'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée. En conséquence, le présent procès verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240127
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	1.-2.5m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats obtenus suivant NF EN ISO 17892-1

Ech	Prof. (m)	Lithologie	Wnat %
1	1.-2.5m	Graves sableuses à galets	5.37

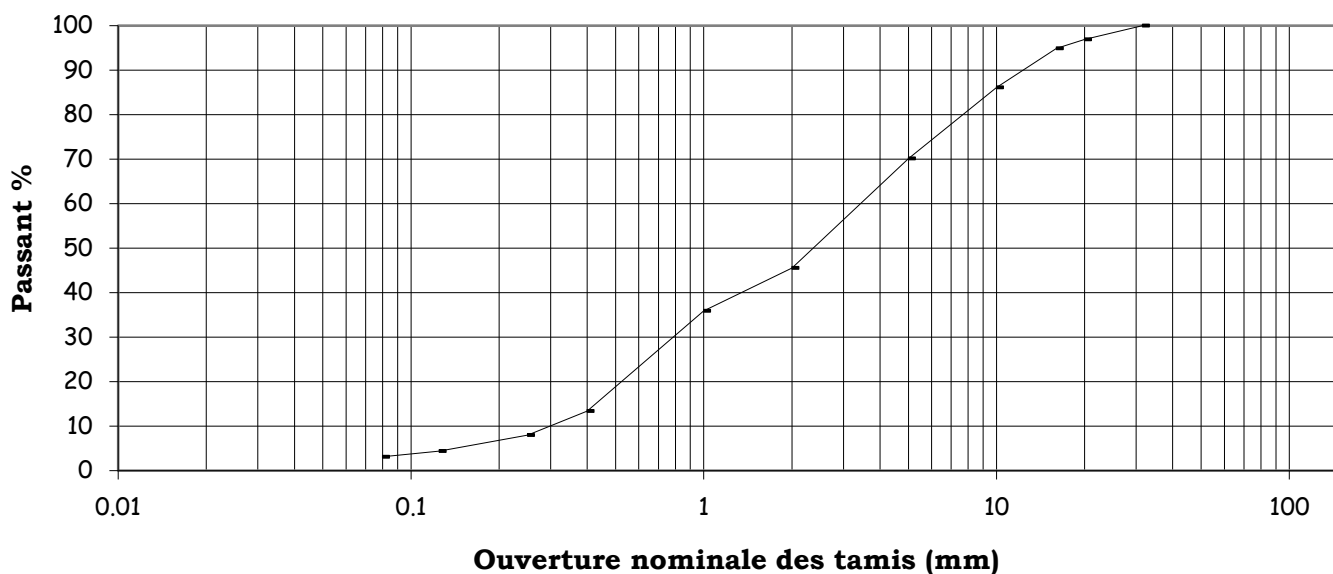
Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240127
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	1.-2.5m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D						100.0	96.9	94.9	86.1	70.1	45.5	35.9	13.4	8.0	4.4	3.1
%passant sur 0/50mm																

Ms (en g): 7623

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM5	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 1.-2.5m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240127	Description: Graves sableuses à	
	Date de réception: 30/01/2024	visuelle	galets

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 49.0	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec :	C = 70.1	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 6.05	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 46.2	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 20	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.30

### Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240127
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	1.-2.5m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

Informations concernant l'essai				
Type de moule :	<input checked="" type="checkbox"/> Moule CBR	<input type="checkbox"/> Moule Proctor	Traitement du sol :	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
Energie de compactage :	<input checked="" type="checkbox"/> Energie Normale	<input type="checkbox"/> Energie Modifiée	Type de liant :	-
Masse vol. des particules solides :	<input type="checkbox"/> Mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> Estimée	Dosage :	-

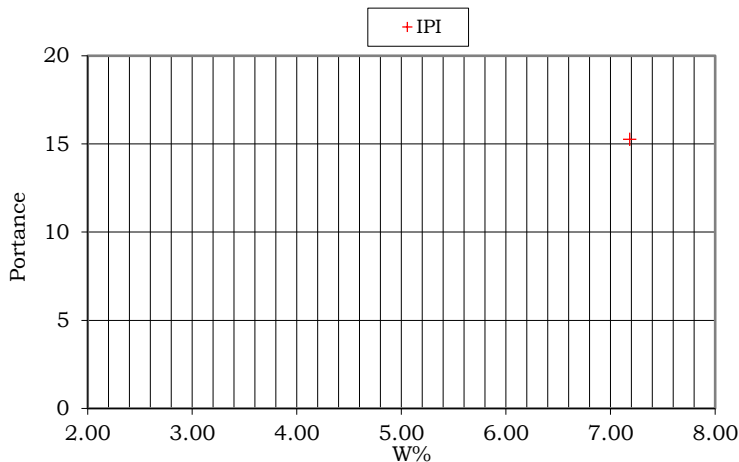
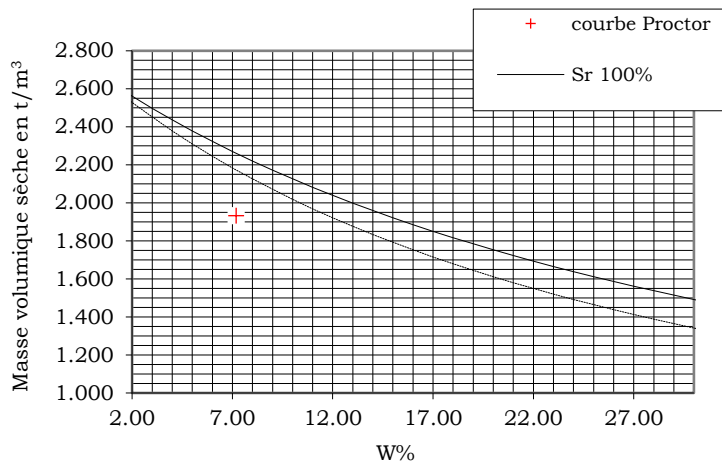
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%*	7.18				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.933				

\* *Teneur en eau suivant NF P 94-050*

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30% proportion 20/D= 3.11
	Brut	Corrigé*	
W%	15.00	14.53	Masse vol des particules du sol
$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.585	1.606	$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)

Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	7.18				
IPI	15				
CBR immédiat					
CBR immersion					
Gonflement G %					
W% après imm					

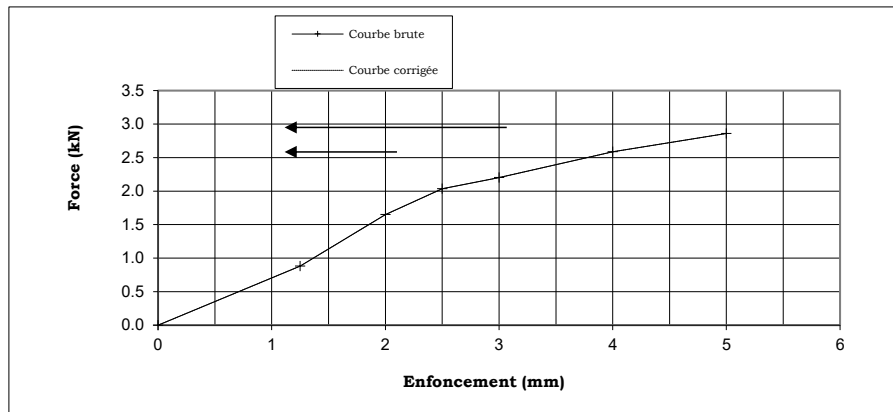
Observations



Informations générales		Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n° :	PM5
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur :	1.-2.5m
		Mode de conservation :	SAC	Date d'essai :	01/02/2024
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240127	Description :	Graves sableuses à galets
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024	visuelle	

Résultats du poinçonnement sur fraction 0/20 mm (avec 20/Dmax éliminé si < 30% - sinon essai non réalisable) suivant NF P 94-078

Enfoncement t mm	Force kN	Force sur courbe corrigée kN
0	0.0	
1.25	0.9	
2	1.7	
2.5	2.0	
3	2.2	
4	2.6	
5	2.9	



Synthèse des résultats			
Teneur en eau	Confection	W =	7.18 %
	% / optimum	W/Wopt =	47.9 %
Densité sèche	Confection	$r_d$ =	1.93 t/m <sup>3</sup>
	% / optimum	$r_d/r_{dopt}$ =	121.9 %
Indice Portant Immédiat	IPI = 15 %		

Information sur l'essai	
Energie de compactage	normale
Anneau de force utilisé (kN)	50
Mode de séchage du sol	Etuve
T° de séchage du sol	105°C

Observation

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024
client :	TECHNOSOL	Mode de conservation :	SAC
Ouvrage :	-	N° d'identification :	240127
		Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	1.-2.5m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	visuelle Graves sableuses à galets

## 1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4

Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D						100.0	96.9	94.9	86.1	70.1	45.5	35.9	13.4	8.0	4.4	3.1
%passant sur 0/50mm																

## 2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1

W = 5.37 %

## 3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3

VBS = 0.30 g de bleu/100g sol

## 4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12

Wp% =

Wp% =

IP =

Ic =

## 5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048

CaCO3 %

## 6 - Friabilité des sables suivant P 18-576

FS %

## 7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&amp;2

LA =

%

MDE

%

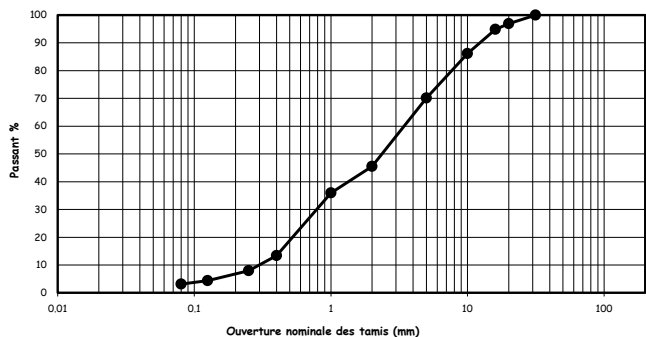
## 8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	7.18			
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.93			
<b>Résultats</b>		Brut	Corrigé*	proportion 20/D= Masse vol des particules du sol $\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)	
		W%			
		$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			

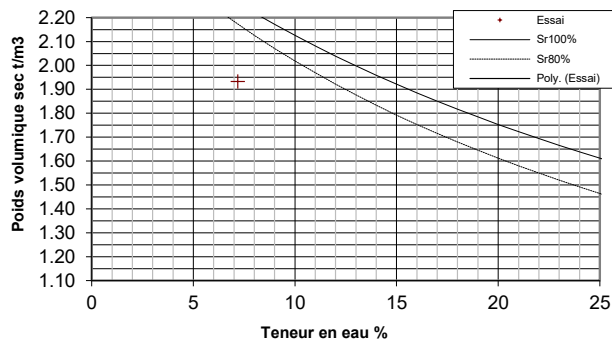
## 9- Portances suivant NF P 94-078

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	7.18				
IPI	15				
CBR immersion					
Gonflement G %					

Courbe granulométrique



Courbe Proctor



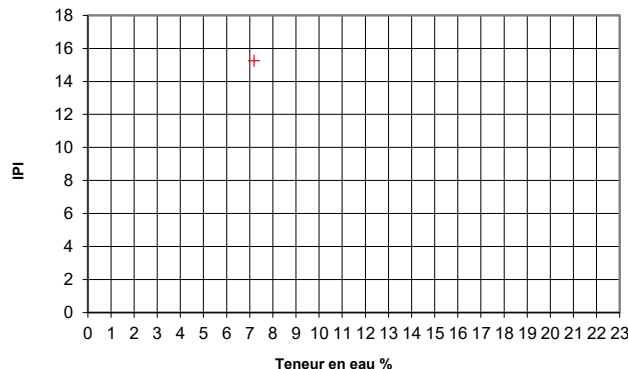
## Observations :

Le responsable des essais  
M. Arrivat

Classe du matériau

B4 h

Portance

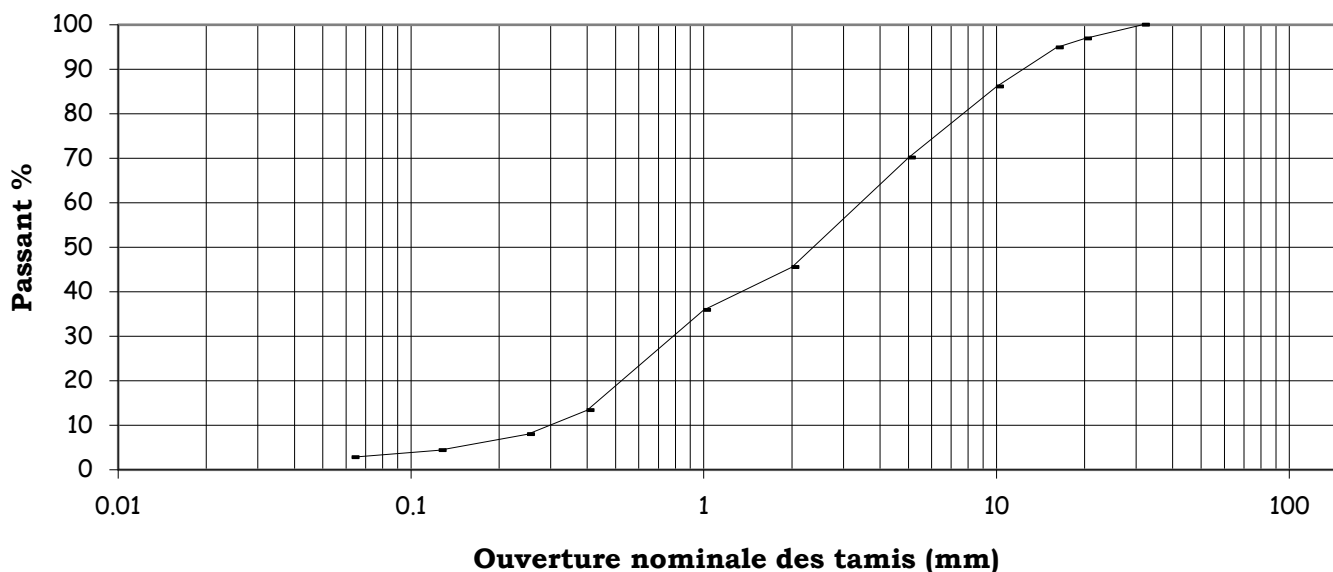


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240127
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	1.-2.5m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D						100.0	96.9	94.9	86.1	70.1	45.5	35.9	13.4	8.0	4.4	2.8
%passant sur 0/63mm																

Ms (en g): 7623

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

$C_u = D_{60}/D_{10} \quad 11.5$   
=> Granulométrie étalée

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM5	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 1.-2.5m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240127	Description: Graves sableuses à visuelle	
	Date de réception: 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 49.0	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/63mm du sol sec :	C = 70.1	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 6.05	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 46.2	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 20	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.30

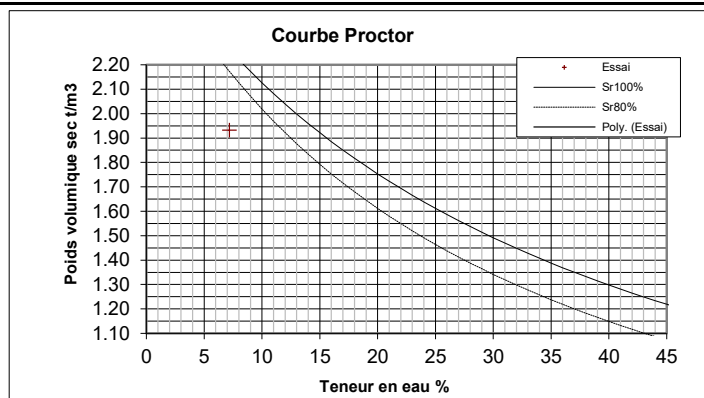
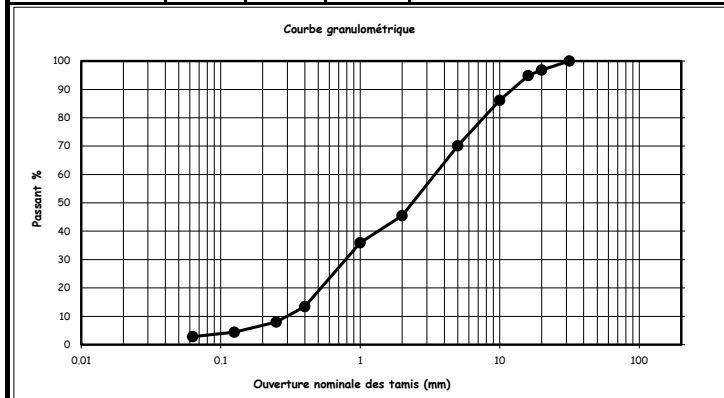
### Observations

Informations générales				Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n°:	PM5		
Chantier:	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur:	1.-2.5m		
client:	SUR SAONE	Mode de conservation:	SAC	Date d'essai:	01/02/2024		
Ouvrage:	-	N° d'identification:	240127	Description:	Graves sableuses à galets		
		Date de réception:	30/01/2024	visuelle			

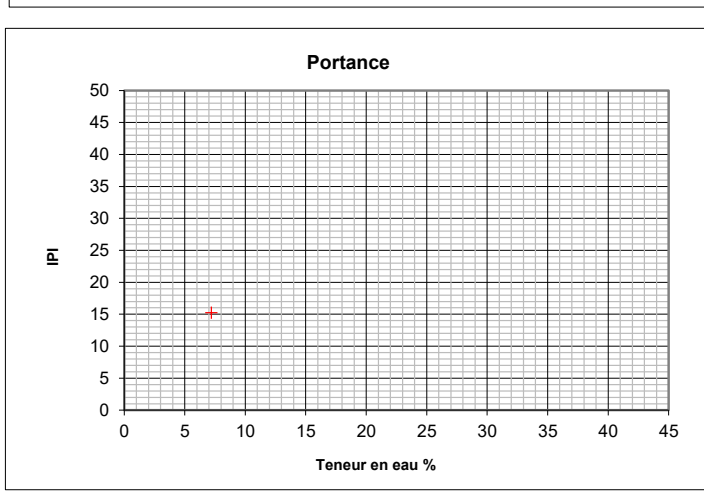
1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D						100.0	96.9	94.9	86.1	70.1	45.5	35.9	13.4	8.0	4.4	2.8
%passant sur 0/63mm																

2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1				3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3				4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12			
W =	5.37	%		VBS =	0.30	g de bleu/100g sol		Wl% =		Wp% =	
IP =				Ic =							
5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048				6 - Friabilité des sables suivant P 18-576				7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&2			
CaCO3	%			FS	%			LA =	%	MDE	%

8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						9- Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	7.18					Teneur en eau %	7.18			
Poids vol sec	$r_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.93					IPI	15			
Résultats											
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D= 3.11				CBR immersion				
	W%		Masse vol des particules du sol				Gonflement G %				
	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)								



Observations :	
Le responsable des essais M. Arrivat	Classe du matériau G1



Raison sociale: Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Sols  
Nom commercial: L.A.C.S  
T: 06 73 24 60 70  
j.colovray@labolacs.com  
5378 rue du Pou du ciel\_01600\_Reyrieux- France

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240128
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	2.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

# VILLEFRANCHE SUR SAONE

01/02/2024

Dossier n° TEA240012



PARIS | CAEN | ROUEN | LYON

Le responsable des essais

M.ARRIVAT

La reproduction intégrale de ce procès verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée. Les essais faisant l'objet du présent procès verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions. Leur représentativité est liée à celle d'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée. En conséquence, le présent procès verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240128
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	2.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats obtenus suivant NF EN ISO 17892-1

Ech	Prof. (m)	Lithologie	Wnat %
1	2.5-3.1m	Graves sableuses à galets	9.75

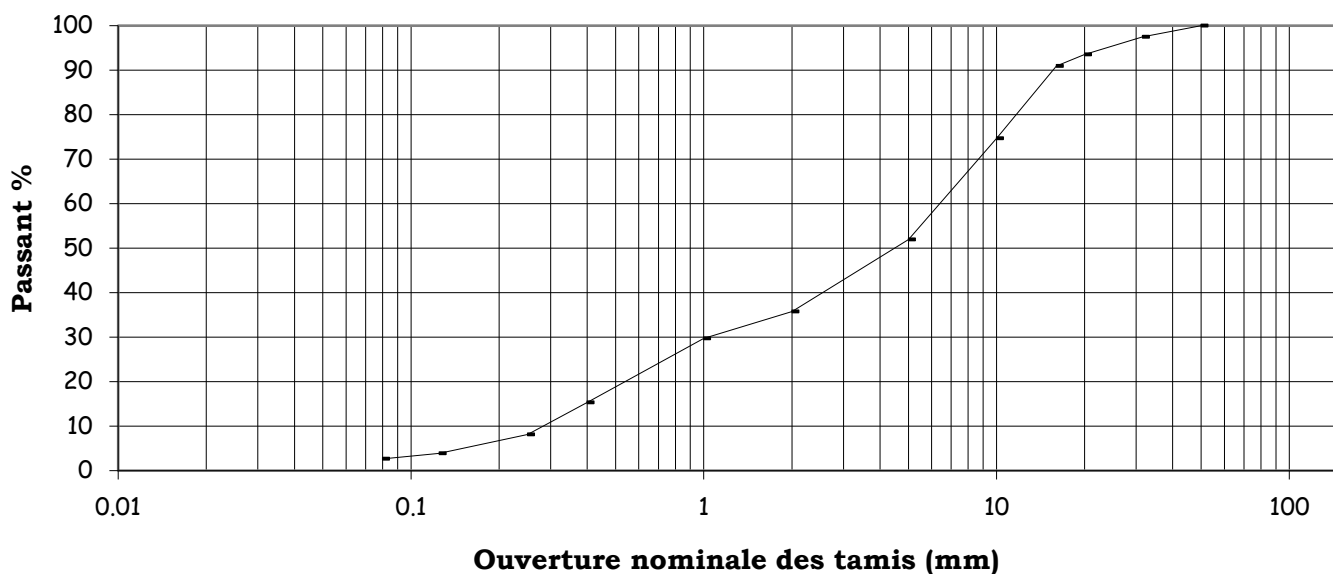
Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240128
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	2.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	97.5	93.5	91.0	74.7	51.9	35.8	29.7	15.4	8.1	3.9	2.6
%passant sur 0/50mm																

**Ms (en g):** 6710.6

**Courbe granulométrique**



**Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C**

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM5	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 2.5-3.1m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240128	Description: Graves sableuses à visuelle	
	Date de réception: 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 50.9	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec :	C = 51.9	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 0.00	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 50.9	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 20	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.20

#### Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240128
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	2.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

Informations concernant l'essai				
Type de moule :	<input checked="" type="checkbox"/> Moule CBR	<input type="checkbox"/> Moule Proctor	Traitement du sol :	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
Energie de compactage :	<input checked="" type="checkbox"/> Energie Normale	<input type="checkbox"/> Energie Modifiée	Type de liant :	-
Masse vol. des particules solides :	<input type="checkbox"/> Mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> Estimée	Dosage :	-

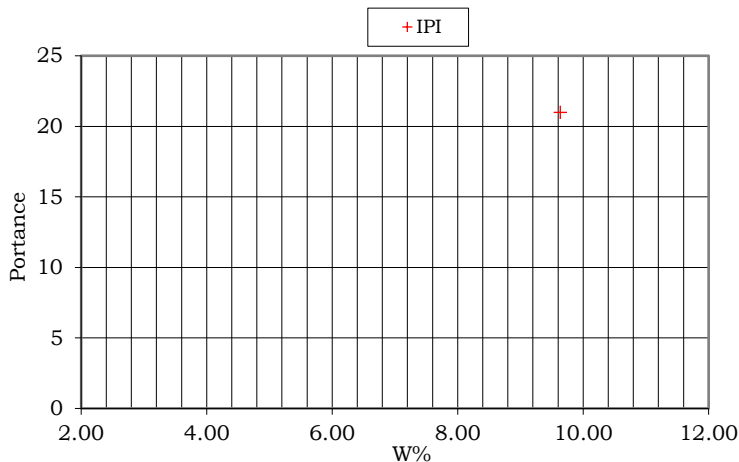
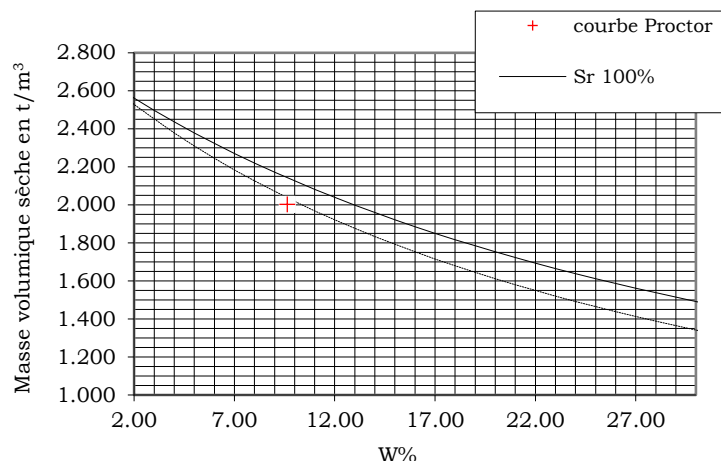
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%*	9.64				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	2.003				

\* Teneur en eau suivant NF P 94-050

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30% proportion 20/D=
	Brut	Corrigé*	
W%			
$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			Masse vol des particules du sol $\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)

Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	9.64				
IPI	21				
CBR immédiat					
CBR immersion					
Gonflement G %					
W% après imm					

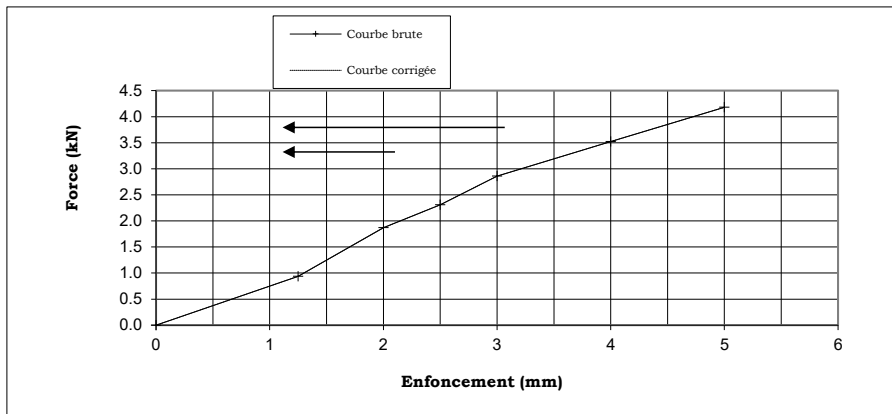
	Observations



Informations générales		Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n° :	PM5
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur :	2.5-3.1m
		Mode de conservation :	SAC	Date d'essai :	01/02/2024
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240128	Description :	Graves sableuses à galets
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024	visuelle	

Résultats du poinçonnement sur fraction 0/20 mm (avec 20/Dmax éliminé si < 30% - sinon essai non réalisable) suivant NF P 94-078

Enfoncement t mm	Force kN	Force sur courbe corrigée kN
0	0.0	
1.25	0.9	
2	1.9	
2.5	2.3	
3	2.9	
4	3.5	
5	4.2	



Synthèse des résultats			
Teneur en eau	Confection	W =	9.64 %
	% / optimum	W/Wopt =	- %
Densité sèche	Confection	$r_d$ =	2.00 t/m <sup>3</sup>
	% / optimum	$r_d/r_{dopt}$ =	- %
Indice Portant Immédiat	IPI = 21 %		

Information sur l'essai	
Energie de compactage	normale
Anneau de force utilisé (kN)	50
Mode de séchage du sol	Etuve
T° de séchage du sol	105°C

Observation

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024
client :	TECHNOSOL	Mode de conservation :	SAC
Ouvrage :	-	N° d'identification :	240128
		Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	2.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

## 1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4

Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	97.5	93.5	91.0	74.7	51.9	35.8	29.7	15.4	8.1	3.9	2.6
%passant sur 0/50mm																

## 2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1

W = 9.75 %

## 3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3

VBS = 0.20 g de bleu/100g sol

## 4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12

Wp% =

Wp% =

IP =

Ic =

## 5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048

CaCO3 %

## 6 - Friabilité des sables suivant P 18-576

FS %

## 7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&amp;2

LA =

%

MDE

%

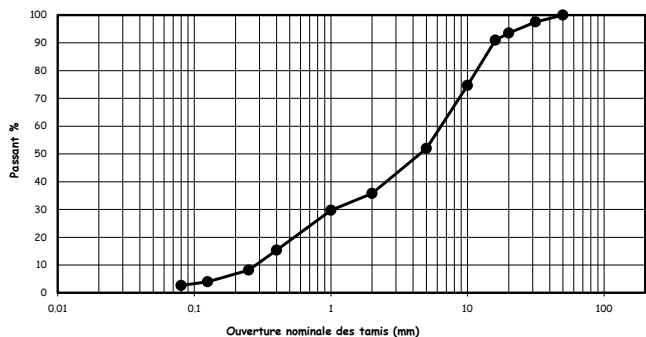
## 8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	9.64			
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	2.00			
<b>Résultats</b>		Brut	Corrigé*	proportion 20/D=	
		W%		Masse vol des particules du sol	
		$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		$\rho_s$ = 2.7 t/m <sup>3</sup> (estimé)	

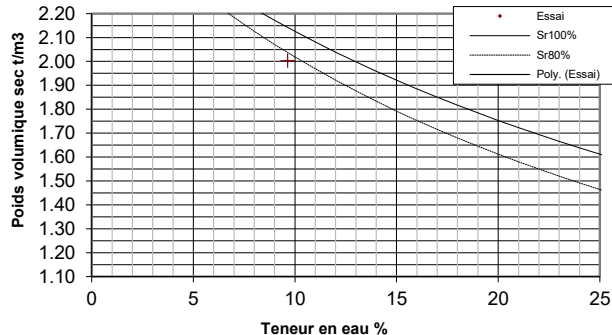
## 9- Portances suivant NF P 94-078

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	9.64				
IPI	21				
CBR immersion					
Gonflement G %					

Courbe granulométrique



Courbe Proctor



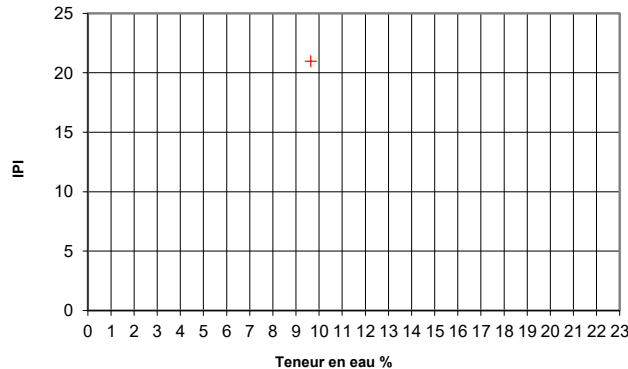
## Observations :

Le responsable des essais  
M. Arrivat

Classe du matériau

B4

Portance

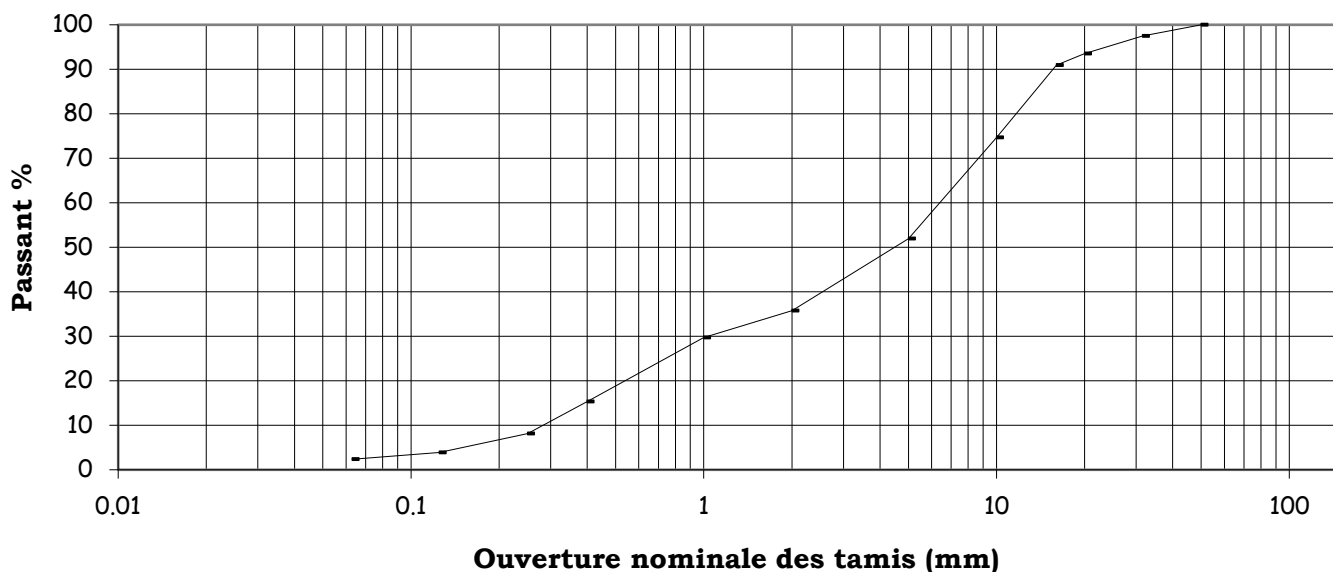


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240128
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM5
		Profondeur :	2.5-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	97.5	93.5	91.0	74.7	51.9	35.8	29.7	15.4	8.1	3.9	2.4
%passant sur 0/63mm																

Ms (en g): 6710.6

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

$C_u = D_{60}/D_{10} = 22.6$   
=> Granulométrie étalée

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM5	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 2.5-3.1m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240128	Description: Graves sableuses à visuelle	
	Date de réception: 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 50.9	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/63mm du sol sec :	C = 51.9	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 0.00	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 50.9	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 20	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.20

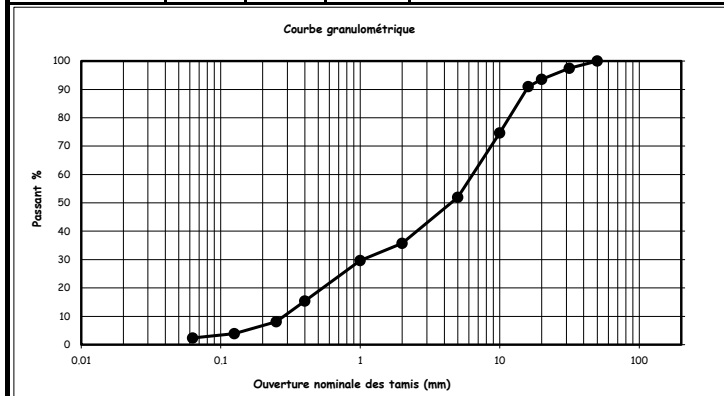
#### Observations

Informations générales				Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n°:	PM5		
Chantier:	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur:	2.5-3.1m		
client:	SUR SAONE	Mode de conservation:	SAC	Date d'essai:	01/02/2024		
Ouvrage:	-	N° d'identification:	240128	Description:	Graves sableuses à galets		
		Date de réception:	30/01/2024	visuelle			

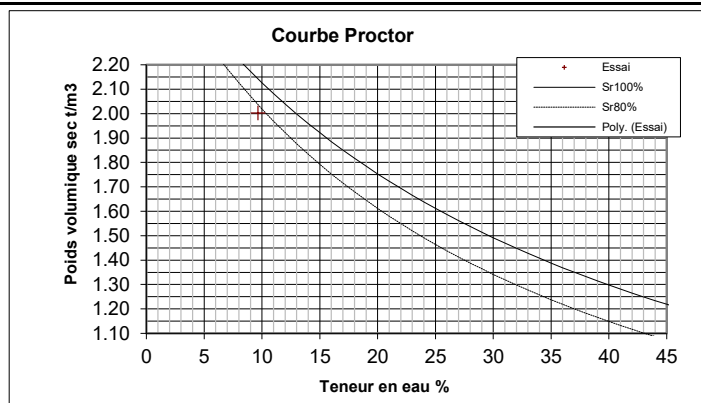
1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	97.5	93.5	91.0	74.7	51.9	35.8	29.7	15.4	8.1	3.9	2.4
%passant sur 0/63mm																

2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1				3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3				4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12			
W =	9.75	%		VBS =	0.20	g de bleu/100g sol		Wl% =		Wp% =	
								IP =		Ic =	
5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048				6 - Friabilité des sables suivant P 18-576				7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&2			
CaCO3	%			FS	%			LA =	%	MDE	%

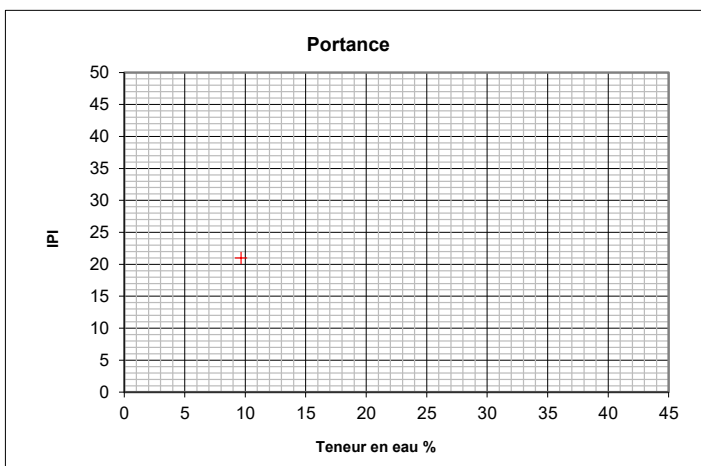
8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						9- Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	9.64					Teneur en eau %	9.64			
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	2.00					IPI	21			
<b>Résultats</b>											
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D=				CBR immersion				
	W%		Masse vol des particules du sol				Gonflement G %				
	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)								



$C_u = D_{60}/D_{10} = 23 \Rightarrow$  Granulométrie étalée



Observations :	
<p>Le responsable des essais</p> <p>M. Arrivat</p> <p><i>[Signature]</i></p>	
<p>Classe du matériau</p> <p><b>G1</b></p>	



Raison sociale: Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Sols  
Nom commercial: L.A.C.S  
T: 06 73 24 60 70  
j.colovray@labolacs.com  
5378 rue du Pou du ciel\_01600\_Reyrieux- France

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240129
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	1.5-2.8m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

# VILLEFRANCHE SUR SAONE

01/02/2024

Dossier n° TEA240012



PARIS

|

CAEN

|

ROUEN

|

LYON

Le responsable des essais

M.ARRIVAT

La reproduction intégrale de ce procès verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée. Les essais faisant l'objet du présent procès verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions. Leur représentativité est liée à celle d'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée. En conséquence, le présent procès verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.

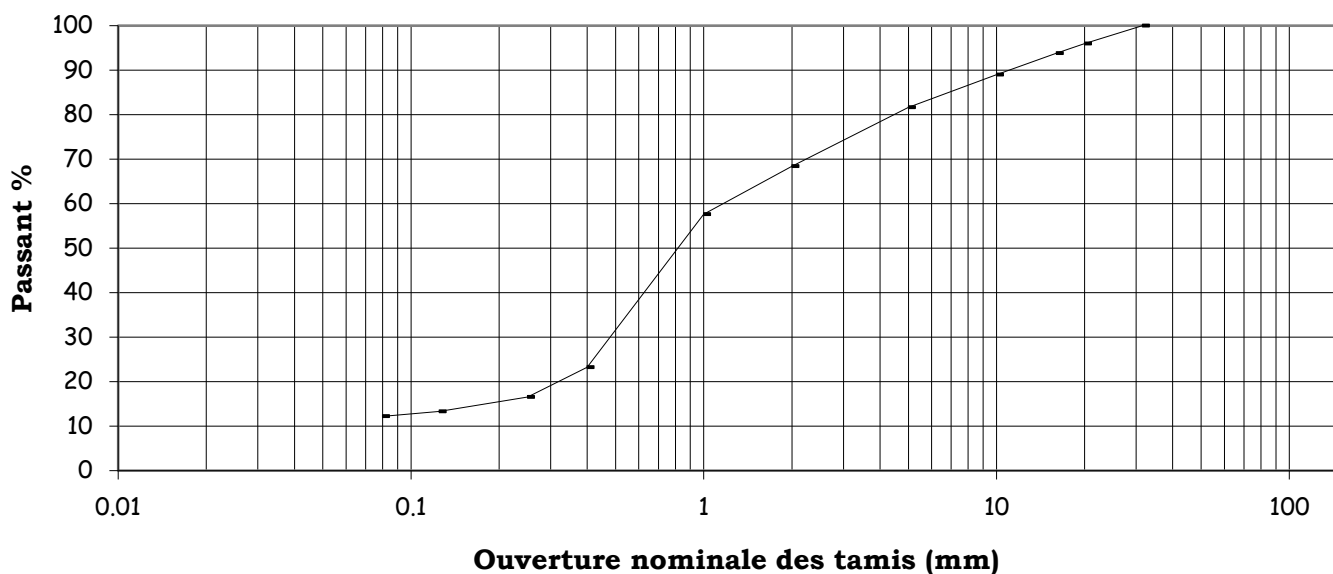


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240129
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	1.5-2.8m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D						100.0	95.9	93.8	89.0	81.7	68.4	57.6	23.2	16.6	13.3	12.2
%passant sur 0/50mm																

Ms (en g): 8212

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

#### Observations

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM7	
Chantier : VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur : 1.5-2.8m	
client : SUR SAONE	Mode de conservation : SAC	Date d'essai : 01/02/2024	
Ouvrage : -	N° d'identification : 240129	Description : Graves sableuses à visuelle	
	Date de réception : 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 46.2	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec :	C = 81.7	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 5.89	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 43.6	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 65	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 1.22

### Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240129
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	1.5-2.8m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

Informations concernant l'essai				
Type de moule :	<input checked="" type="checkbox"/> Moule CBR	<input type="checkbox"/> Moule Proctor	Traitement du sol :	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
Energie de compactage :	<input checked="" type="checkbox"/> Energie Normale	<input type="checkbox"/> Energie Modifiée	Type de liant :	-
Masse vol. des particules solides :	<input type="checkbox"/> Mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> Estimée	Dosage :	-

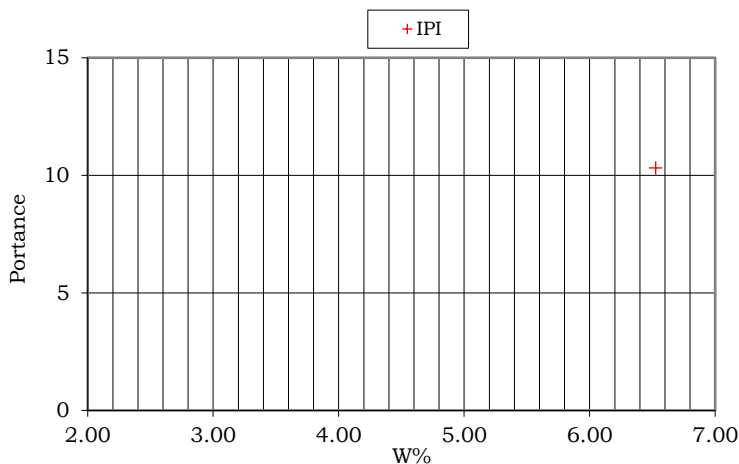
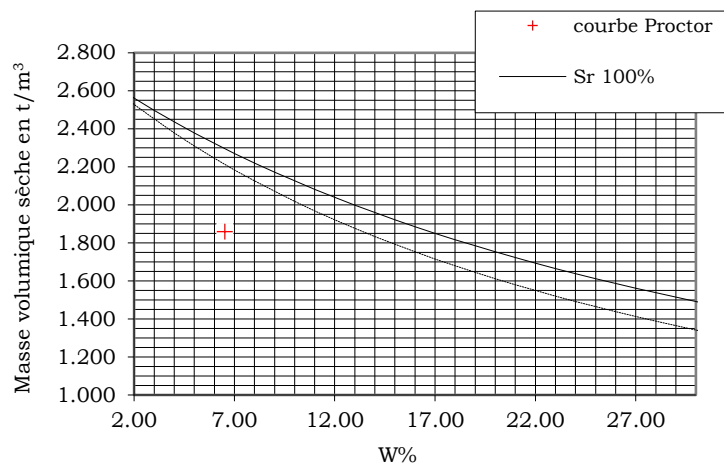
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%*	6.53				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.859				

\* Teneur en eau suivant NF P 94-050

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30% proportion 20 D/=
	Brut	Corrigé*	
W%			Masse vol des particules du sol
$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)

Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	6.53				
IPI	10				
CBR immédiat					
CBR immersion					
Gonflement G %					
W% après imm					

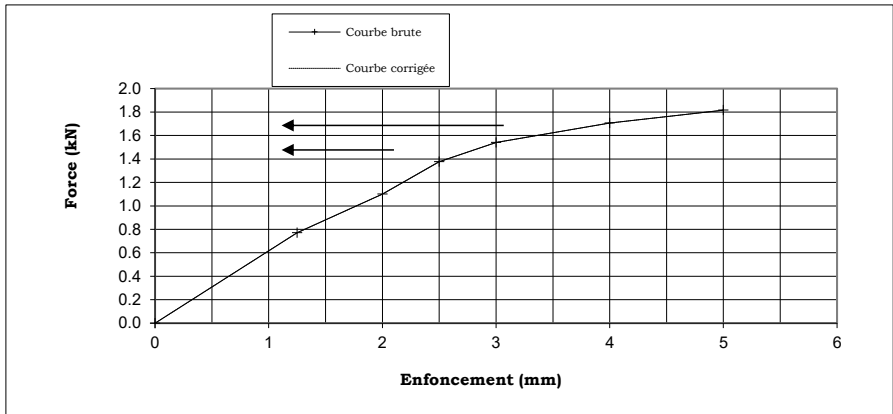
Observations



Informations générales		Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n° :	PM7
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur:	1.5-2.8m
		Mode de conservation :	SAC	Date d'essai :	01/02/2024
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240129	Description :	Graves sableuses à galets
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024	visuelle	

Résultats du poinçonnement sur fraction 0/20 mm (avec 20/Dmax éliminé si < 30% - sinon essai non réalisable) suivant NF P 94-078

Enfoncement t mm	Force kN	Force sur courbe corrigée kN
0	0.0	
1.25	0.8	
2	1.1	
2.5	1.4	
3	1.5	
4	1.7	
5	1.8	



Synthèse des résultats			
Teneur en eau	Confection	W =	6.53 %
	% / optimum	W/Wopt =	- %
Densité sèche	Confection	$r_d$ =	1.86 t/m <sup>3</sup>
	% / optimum	$r_d/r_{dopt}$ =	- %
Indice Portant Immédiat	IPI = 10 %		

Information sur l'essai	
Energie de compactage	normale
Anneau de force utilisé (kN)	50
Mode de séchage du sol	Etuve
T° de séchage du sol	105°C

Observation

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024
client :	TECHNOSOL	Mode de conservation :	SAC
Ouvrage :	-	N° d'identification :	240129
		Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	1.5-2.8m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

## 1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4

Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D						100.0	95.9	93.8	89.0	81.7	68.4	57.6	23.2	16.6	13.3	12.2
%passant sur 0/50mm																

## 2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1

W = 8.05 %

## 3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3

VBS = 1.22 g de bleu/100g sol

## 4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12

Wp% =

Wp% =

IP =

Ic =

## 5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048

CaCO3 %

## 6 - Friabilité des sables suivant P 18-576

FS %

## 7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&amp;2

LA =

%

MDE

%

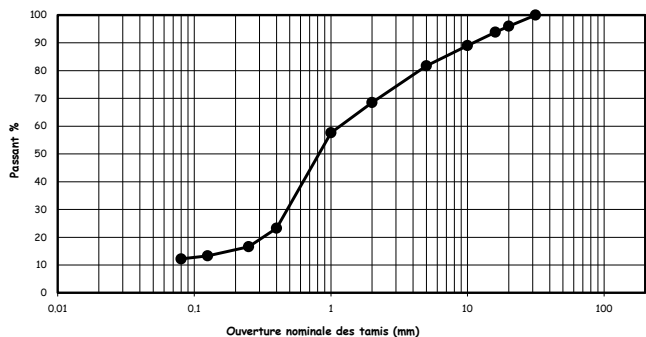
## 8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	6.53			
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.86			
<b>Résultats</b>		Brut	Corrigé*	proportion 20/D = Masse vol des particules du sol $\rho_s = 2.7$ t/m <sup>3</sup> (estimé)	
		W%			
		$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			

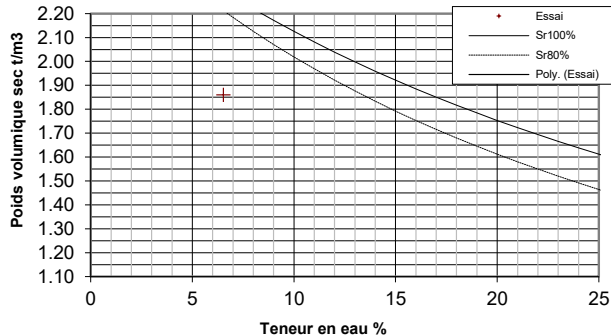
## 9- Portances suivant NF P 94-078

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	6.53				
IPi	10				
CBR immersion					
Gonflement G %					

Courbe granulométrique



Courbe Proctor



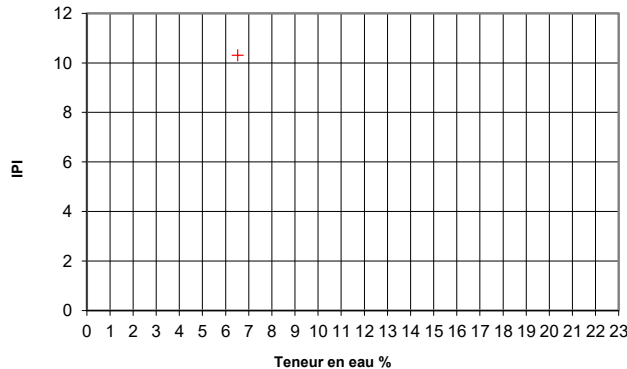
## Observations :

Le responsable des essais  
M. Arrivat

Classe du matériau

B5 h

Portance

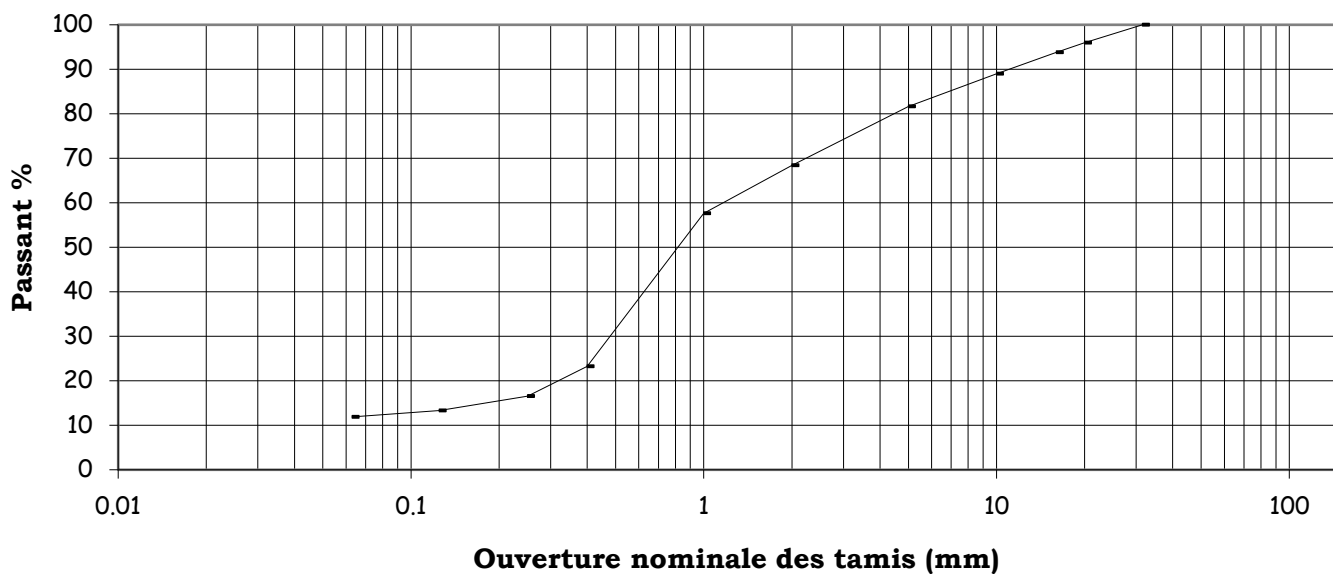


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240129
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	1.5-2.8m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D						100.0	95.9	93.8	89.0	81.7	68.4	57.6	23.2	16.6	13.3	11.9
%passant sur 0/63mm																

Ms (en g): 8212

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

$C_u = D_{60}/D_{10}$  Indéterminée  
=> **Granulométrie uniforme**

Observations

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM7	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 1.5-2.8m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: TECHNOSOL	N° d'identification: 240129	Description: Graves sableuses à	
	Date de réception: 30/01/2024	visuelle	galets

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 46.2	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/63mm du sol sec :	C = 81.7	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 5.89	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 43.6	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 65	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 1.22

### Observations

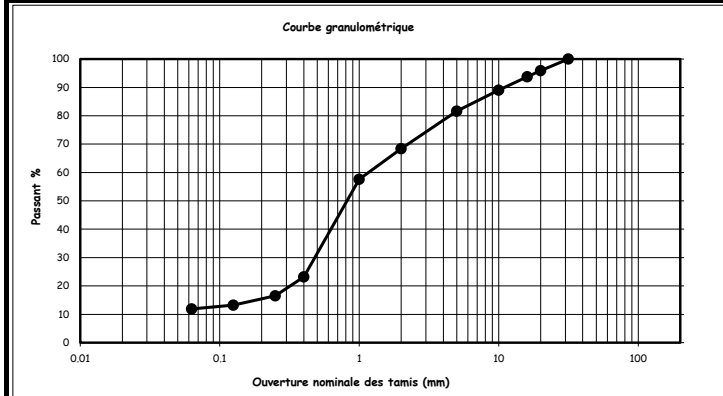
Informations générales				Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n°:	PM7		
Chantier:	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur:	1.5-2.8m		
	SUR SAONE	Mode de conservation:	SAC	Date d'essai:	01/02/2024		
client:	TECHNOSOL	N° d'identification:	240129	Description:	Graves sableuses à galets		
Ouvrage:	-	Date de réception:	30/01/2024	visuelle			

1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D						100.0	95.9	93.8	89.0	81.7	68.4	57.6	23.2	16.6	13.3	11.9
%passant sur 0/63mm																

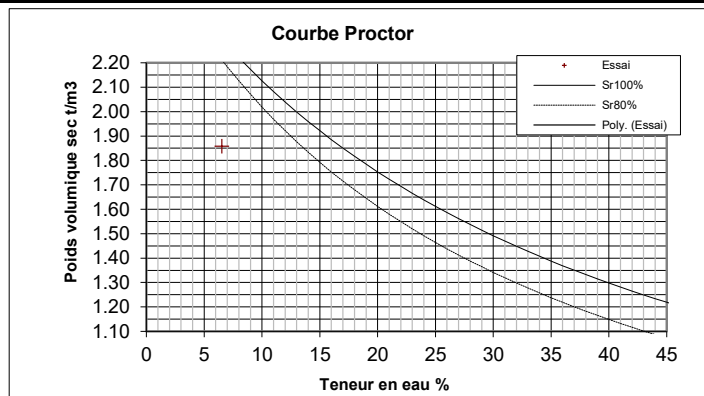
2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1				3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3				4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12			
W =	8.05	%		VBS =	1.22	g de bleu/100g sol		WI% =		Wp% =	
								IP =		Ic =	
5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048				6 - Friabilité des sables suivant P 18-576				7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&2			
CaCO3	%			FS	%			LA =	%	MDE	%

8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	
Teneur en eau	W%	6.53				
Poids vol sec	$r_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.86				
<b>Résultats</b>	Brut	Corrigé*	proportion 20/D= 0.00			
	W%		Masse vol des particules du sol			
	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)			

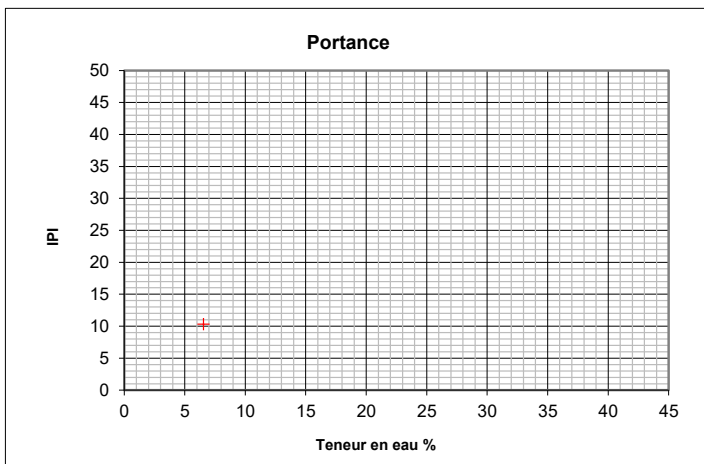
9- Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	6.53				
IPI	10				
CBR immersion					
Gonflement G %					



$C_u = D_{60}/D_{10}$  Indéterminée  $\Rightarrow$  Granulométrie uniforme



Observations :	
Le responsable des essais M. Arrivat	
Classe du matériau <b>S3 h</b>	



Raison sociale: Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Sols  
Nom commercial: L.A.C.S  
T: 06 73 24 60 70  
j.colovray@labolacs.com  
5378 rue du Pou du ciel\_01600\_Reyrieux- France

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240130
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	2.8-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	passage limono-argileux

# VILLEFRANCHE SUR SAONE

01/02/2024

Dossier n° TEA240012



PARIS | CAEN | ROUEN | LYON

Le responsable des essais

M.ARRIVAT

La reproduction intégrale de ce procès verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée. Les essais faisant l'objet du présent procès verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions. Leur représentativité est liée à celle d'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée. En conséquence, le présent procès verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.

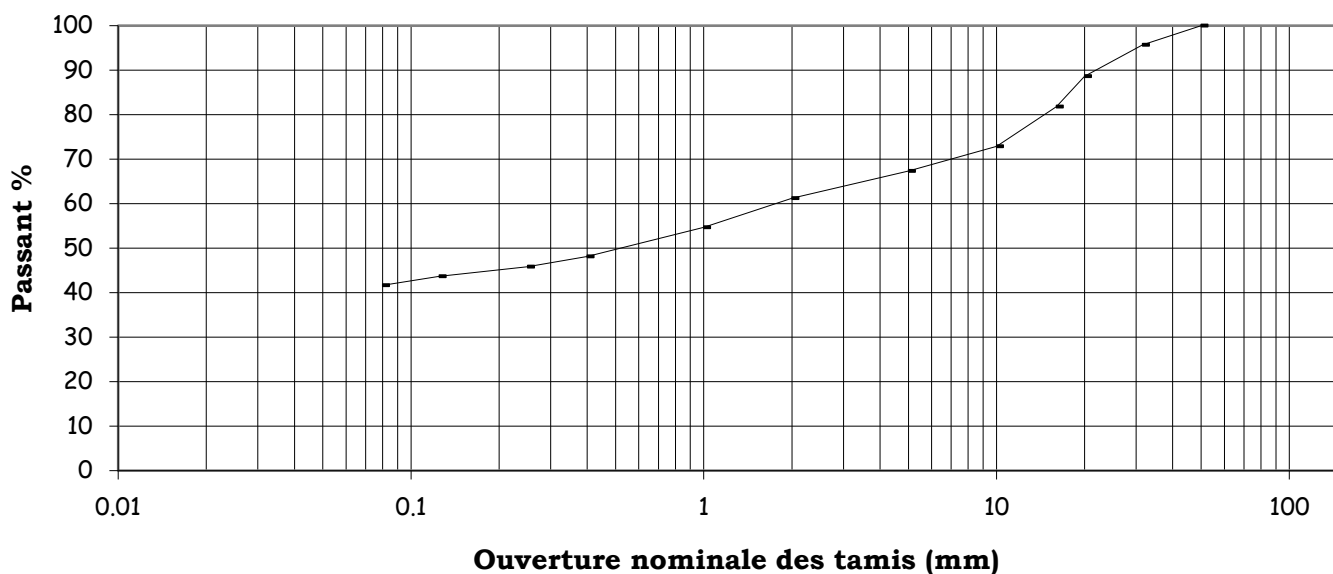


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240130
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	2.8-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à passage limono-argileux

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	95.7	88.6	81.8	72.9	67.3	61.2	54.7	48.1	45.8	43.6	41.6
%passant sur 0/50mm																

Ms (en g): 6886

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM7	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 2.8-3.1m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240130	Description: Graves sableuses à	
	Date de réception: 30/01/2024	visuelle	passage limono-argileux

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 31.9	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec :	C = 67.3	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 0.00	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 31.9	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 200	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 4.22

### Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240130
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	2.8-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	passage limono-argileux

Informations concernant l'essai				
Type de moule :	<input checked="" type="checkbox"/> Moule CBR	<input type="checkbox"/> Moule Proctor	Traitement du sol :	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
Energie de compactage :	<input checked="" type="checkbox"/> Energie Normale	<input type="checkbox"/> Energie Modifiée	Type de liant :	-
Masse vol. des particules solides :	<input type="checkbox"/> Mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> Estimée	Dosage :	-

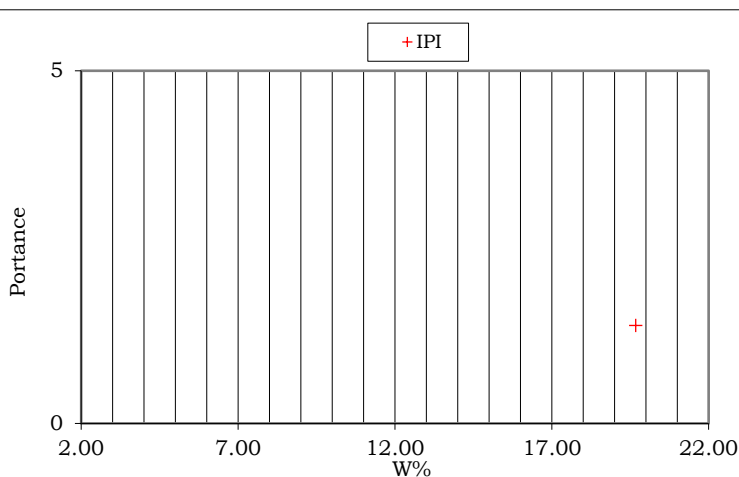
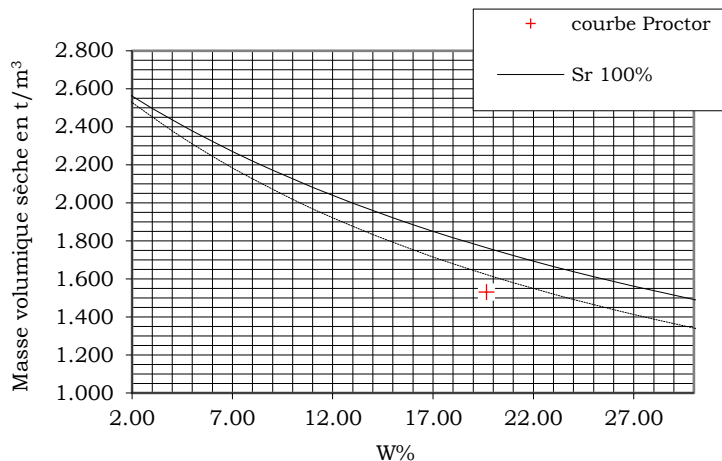
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%*	19.68				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.531				

\* Teneur en eau suivant NF P 94-050

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30% proportion 20 D/=
	Brut	Corrigé*	
W%			Masse vol des particules du sol
$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)

Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	19.68				
IPI	1				
CBR immédiat					
CBR immersion					
Gonflement G %					
W% après imm					

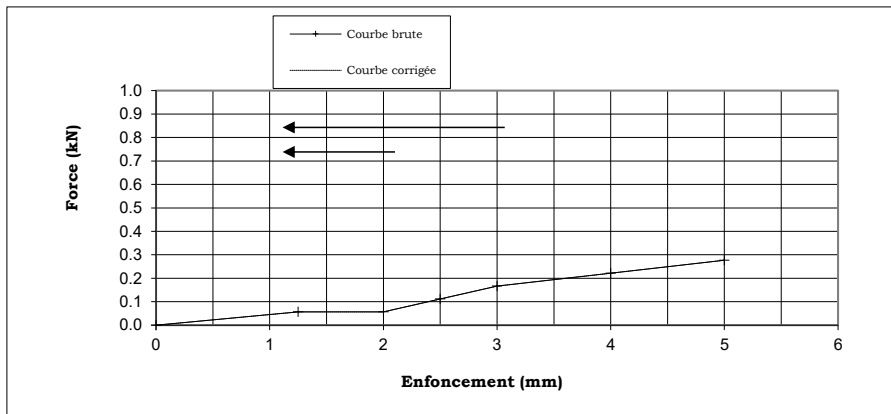
Observations	



Informations générales		Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n° :	PM7
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur :	2.8-3.1m
		Mode de conservation :	SAC	Date d'essai :	01/02/2024
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240130	Description :	Graves sableuses à
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024	visuelle	passage limono-argileux

Résultats du poinçonnement sur fraction 0/20 mm (avec 20/Dmax éliminé si < 30% - sinon essai non réalisable) suivant NF P 94-078

Enfoncement t mm	Force kN	Force sur courbe corrigée kN
0	0.0	
1.25	0.1	
2	0.1	
2.5	0.1	
3	0.2	
4	0.2	
5	0.3	



Synthèse des résultats			
Teneur en eau	Confection	W =	19.68 %
	% / optimum	W/Wopt =	- %
Densité sèche	Confection	$r_d$ =	1.53 t/m3
	% / optimum	$r_d/r_{dopt}$ =	- %
Indice Portant Immédiate	IPI = 1 %		

Information sur l'essai	
Energie de compactage	normale
Anneau de force utilisé (kN)	50
Mode de séchage du sol	Etuve
T° de séchage du sol	105°C

Observation

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024
client :	TECHNOSOL	Mode de conservation :	SAC
Ouvrage :	-	N° d'identification :	240130
		Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	2.8-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à passage limono-argileux
		visuelle	

## 1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4

Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D					100.0	95.7	88.6	81.8	72.9	67.3	61.2	54.7	48.1	45.8	43.6	41.6
%passant sur 0/50mm																

## 2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1

W = 21.26 %

## 3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3

VBS = 4.22 g de bleu/100g sol

## 4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12

Wp% =

Wp% =

IP =

Ic =

## 5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048

CaCO3 %

## 6 - Friabilité des sables suivant P 18-576

FS %

## 7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&amp;2

LA =

%

MDE

%

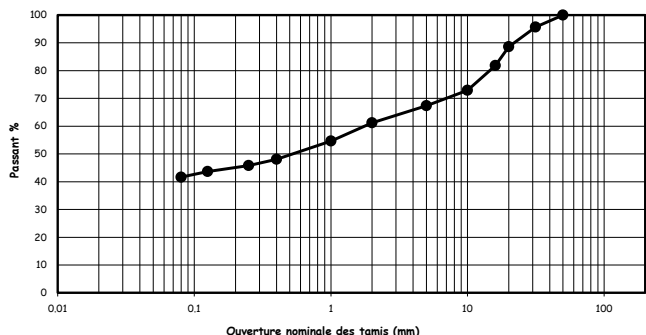
## 8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	19.68			
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.53			
<b>Résultats</b>		Brut	Corrigé*	proportion 20/D =	
		W%			
		$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			
		Masse vol des particules du sol		$\rho_s = 2.7$ t/m <sup>3</sup> (estimé)	

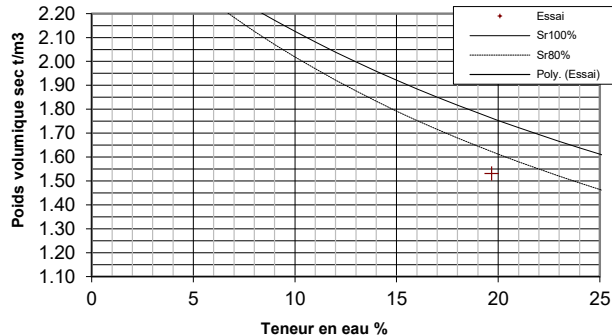
## 9- Portances suivant NF P 94-078

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	19.68				
IPi	1				
CBR immersion					
Gonflement G %					

Courbe granulométrique



Courbe Proctor



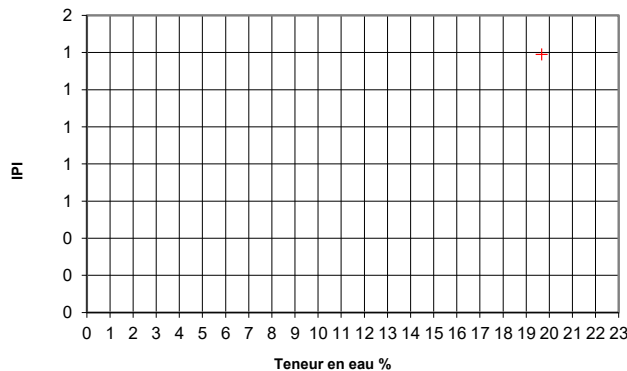
## Observations :

Le responsable des essais  
M. Arrivat

Classe du matériau

A2<sup>th</sup>

Portance

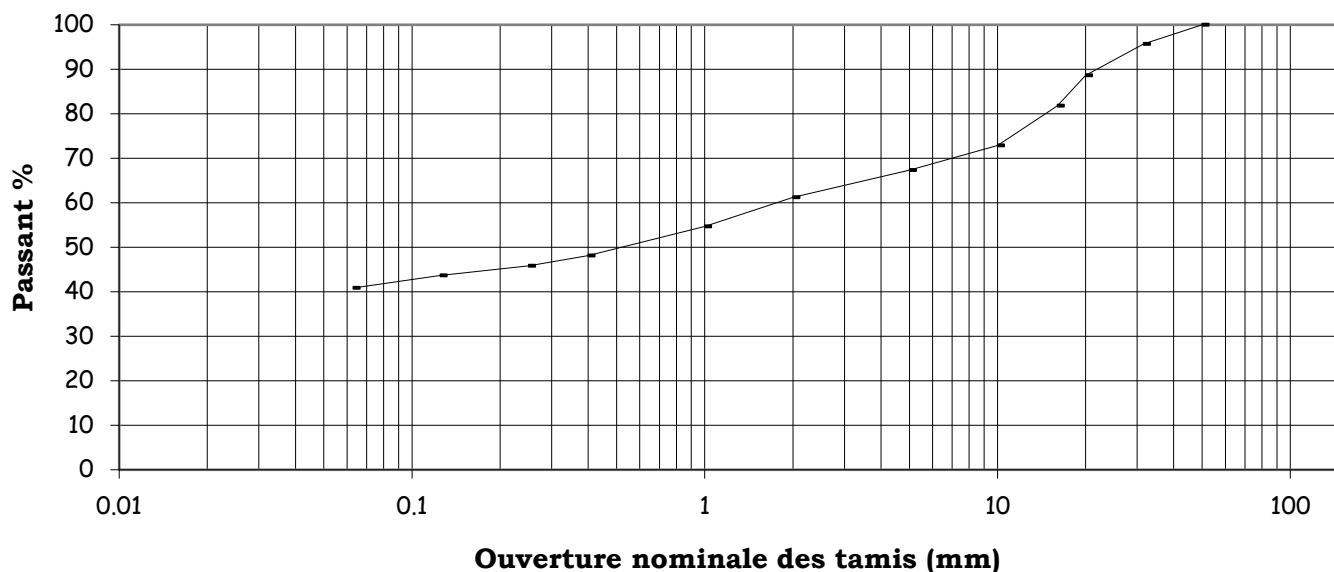


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240130
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	PM7
		Profondeur :	2.8-3.1m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à passage limono-argileux

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	95.7	88.6	81.8	72.9	67.3	61.2	54.7	48.1	45.8	43.6	40.9
%passant sur 0/63mm																

Ms (en g): 6886

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

$C_u = D_{60}/D_{10}$  Indéterminée  
=> Granulométrie uniforme

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: PM7	
Chantier : VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur : 2.8-3.1m	
client : SUR SAONE	Mode de conservation : SAC	Date d'essai : 01/02/2024	
Ouvrage : -	N° d'identification : 240130	Description : Graves sableuses à	
	Date de réception : 30/01/2024	visuelle	passage limono-argileux

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 31.9	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/63mm du sol sec :	C = 67.3	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 0.00	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 31.9	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 200	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 4.22

#### Observations

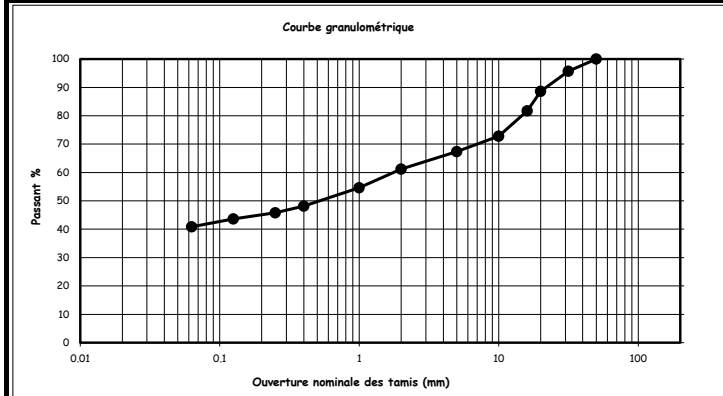
Informations générales				Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n°:	PM7		
Chantier:	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur:	2.8-3.1m		
client:	SUR SAONE	Mode de conservation:	SAC	Date d'essai:	01/02/2024		
Ouvrage:	-	N° d'identification:	240130	Description:	Graves sableuses à		
		Date de réception:	30/01/2024	visuelle	passage limono-argileux		

1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D					100.0	95.7	88.6	81.8	72.9	67.3	61.2	54.7	48.1	45.8	43.6	40.9
%passant sur 0/63mm																

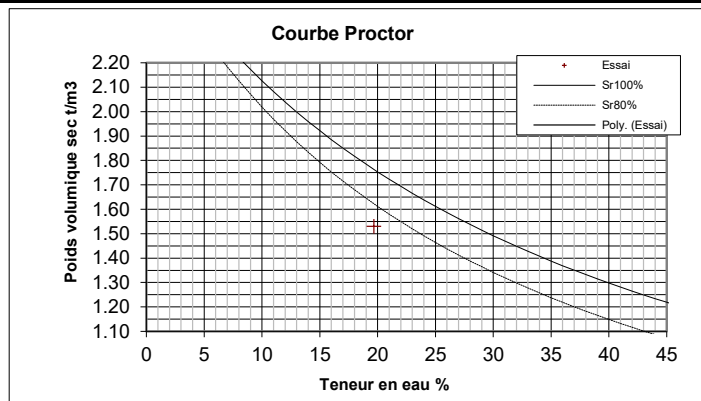
2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1				3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3				4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12			
W =	21.26	%		VBS =	4.22	g de bleu/100g sol		WI% =		Wp% =	
								IP =		Ic =	
5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048				6 - Friabilité des sables suivant P 18-576				7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&2			
CaCO3	%			FS	%			LA =	%	MDE	%

8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	
Teneur en eau	W%	19.68				
Poids vol sec	$r_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.53				
<b>Résultats</b>	Brut	Corrigé*	proportion 20/D=			
	W%		Masse vol des particules du sol			
	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)			

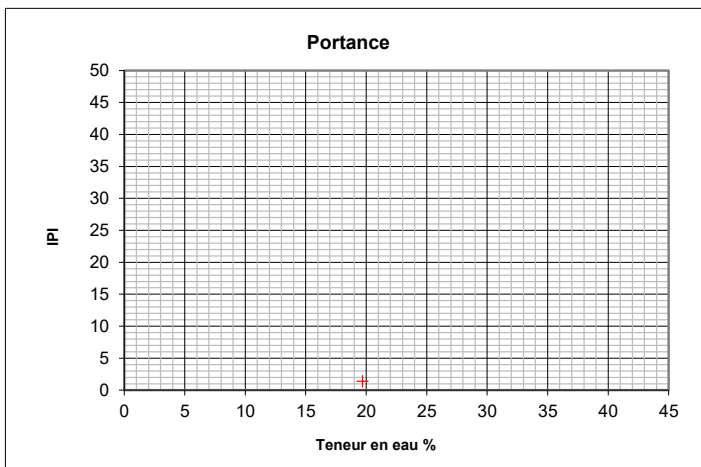
9- Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	19.68				
IPI	1				
CBR immersion					
Gonflement G %					



$C_u = D_{60}/D_{10}$  Indéterminée  $\Rightarrow$  Granulométrie uniforme



Observations :	
<p>Le responsable des essais</p> <p>M. Arrivat</p> <p><i>[Signature]</i></p>	
<p>Classe du matériau</p> <p><b>F2<sup>th</sup></b></p>	



Raison sociale: Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Sols  
Nom commercial: L.A.C.S  
T: 06 73 24 60 70  
j.colovray@labolacs.com  
5378 rue du Pou du ciel\_01600\_Reyrieux- France

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240131
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	RF1
		Profondeur :	0.2-0.4m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à
		visuelle	galets

# VILLEFRANCHE SUR SAONE

01/02/2024

Dossier n° TEA240012



PARIS | CAEN | ROUEN | LYON

Le responsable des essais

M.ARRIVAT

La reproduction intégrale de ce procès verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée. Les essais faisant l'objet du présent procès verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions. Leur représentativité est liée à celle d'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée. En conséquence, le présent procès verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240131
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	RF1
		Profondeur :	0.2-0.4m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats obtenus suivant NF EN ISO 17892-1

Ech	Prof. (m)	Lithologie	Wnat %
1	0.2-0.4m	Graves sableuses à galets	5.66

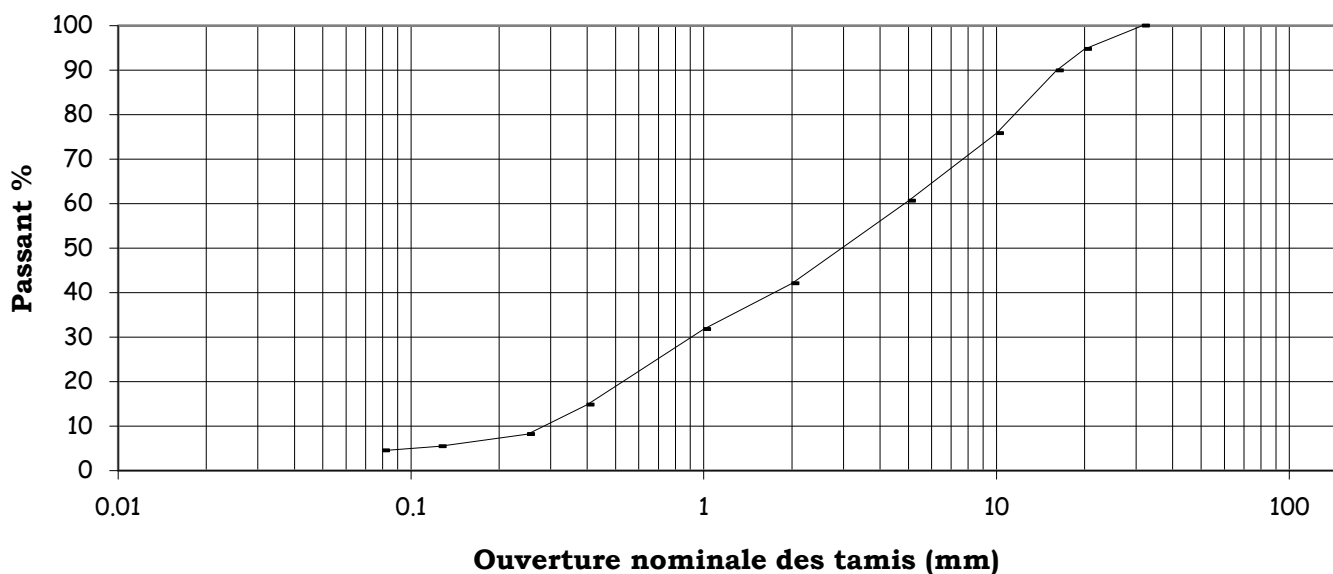
Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240131
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	RF1
		Profondeur :	0.2-0.4m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D						100.0	94.7	89.9	75.8	60.6	42.1	31.8	14.8	8.2	5.4	4.5
%passant sur 0/50mm																

Ms (en g): 7267

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: RF1	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 0.2-0.4m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240131	Description: Graves sableuses à galets	
	Date de réception: 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 54.2	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec :	C = 60.6	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 6.89	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 50.7	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 30	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.36

### Observations

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240131
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	RF1
		Profondeur :	0.2-0.4m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets

Informations concernant l'essai				
Type de moule :	<input checked="" type="checkbox"/> Moule CBR	<input type="checkbox"/> Moule Proctor	Traitement du sol :	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
Energie de compactage :	<input checked="" type="checkbox"/> Energie Normale	<input type="checkbox"/> Energie Modifiée	Type de liant :	-
Masse vol. des particules solides :	<input type="checkbox"/> Mesuré	<input checked="" type="checkbox"/> Estimée	Dosage :	-

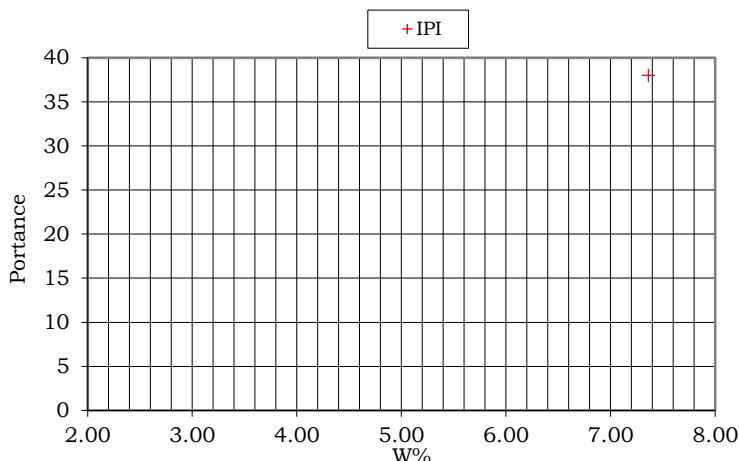
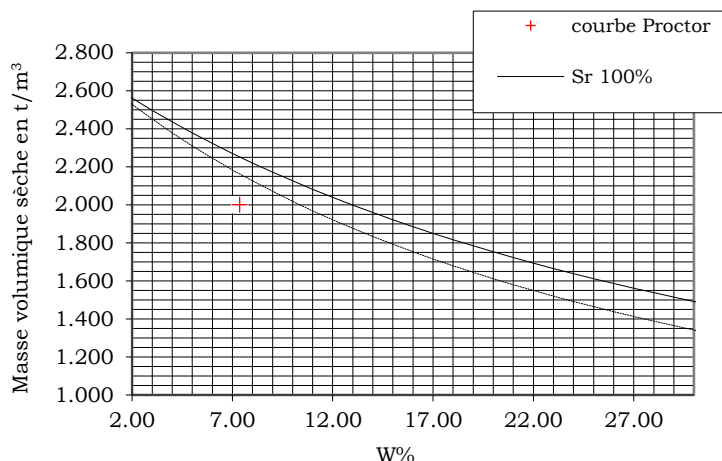
Essai Proctor Normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%*	7.36				
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	2.002				

\* Teneur en eau suivant NF P 94-050

Résultats	Optimum		*Correction si 0/20<30% proportion 20 D/=
	Brut	Corrigé*	
W%			Masse vol des particules du sol
$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			$\rho_s = 2.7 \text{ t/m3 (estimé)}$

Portances suivant NF P 94-078					
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	7.36				
IPI	38				
CBR immédiat					
CBR immersion					
Gonflement G %					
W% après imm					

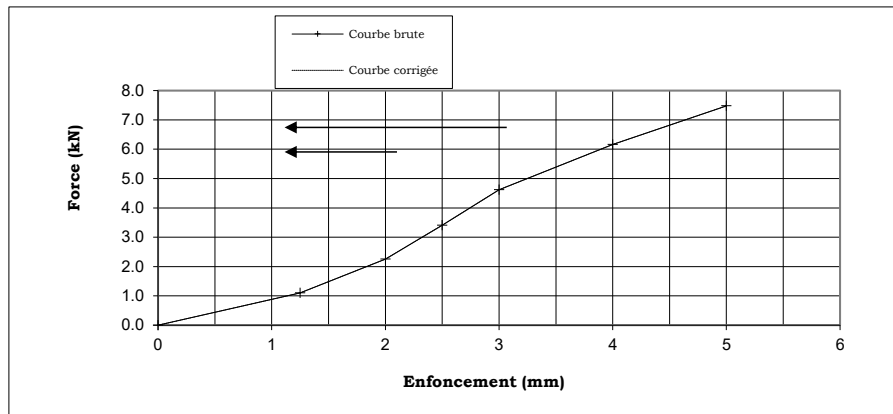
Observations



Informations générales		Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n° :	RF1
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur :	0.2-0.4m
		Mode de conservation :	SAC	Date d'essai :	01/02/2024
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240131	Description :	Graves sableuses à galets
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024	visuelle	

Résultats du poinçonnement sur fraction 0/20 mm (avec 20/Dmax éliminé si < 30% - sinon essai non réalisable) suivant NF P 94-078

Enfoncement t mm	Force kN	Force sur courbe corrigée kN
0	0.0	
1.25	1.1	
2	2.3	
2.5	3.4	
3	4.6	
4	6.2	
5	7.5	



Synthèse des résultats			
Teneur en eau	Confection	W =	7.36 %
	% / optimum	W/Wopt =	- %
Densité sèche	Confection	$r_d$ =	2.00 t/m <sup>3</sup>
	% / optimum	$r_d/r_{dopt}$ =	- %
Indice Portant Immédiat	IPI = 38 %		

Information sur l'essai	
Energie de compactage	normale
Anneau de force utilisé (kN)	50
Mode de séchage du sol	Etuve
T° de séchage du sol	105°C

Observation

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE SUR SAONE	Date de prélèvement:	30/01/2024
client :	TECHNOSOL	Mode de conservation :	SAC
Ouvrage :	-	N° d'identification :	240131
		Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	RF1
		Profondeur :	0.2-0.4m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

## 1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4

Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.08
%passant sur 0/D						100.0	94.7	89.9	75.8	60.6	42.1	31.8	14.8	8.2	5.4	4.5
%passant sur 0/50mm																

## 2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1

W = 5.66 %

## 3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3

VBS = 0.36 g de bleu/100g sol

## 4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12

Wp% =

Wp% =

IP =

Ic =

## 5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048

CaCO3 %

## 6 - Friabilité des sables suivant P 18-576

FS %

## 7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&amp;2

LA =

%

MDE

%

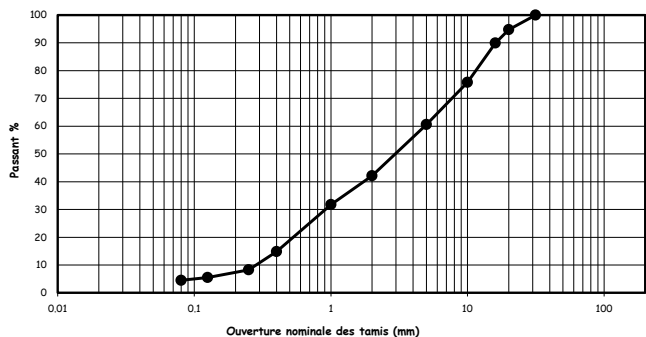
## 8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau	W%	7.36			
Poids vol sec	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	2.00			
<b>Résultats</b>		Brut	Corrigé*	proportion 20/D =	
		W%			
		$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )			
		Masse vol des particules du sol		$\rho_s = 2.7$ t/m <sup>3</sup> (estimé)	

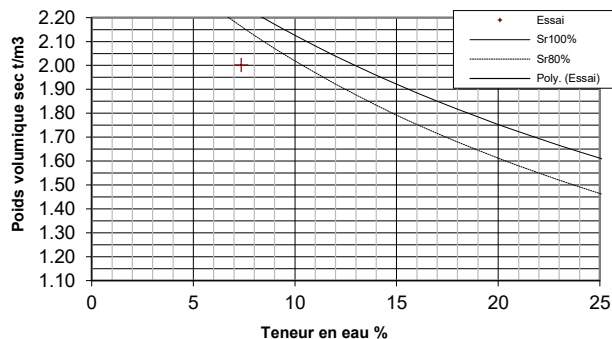
## 9- Portances suivant NF P 94-078

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
Teneur en eau %	7.36				
IPi	38				
CBR immersion					
Gonflement G %					

Courbe granulométrique



Courbe Proctor



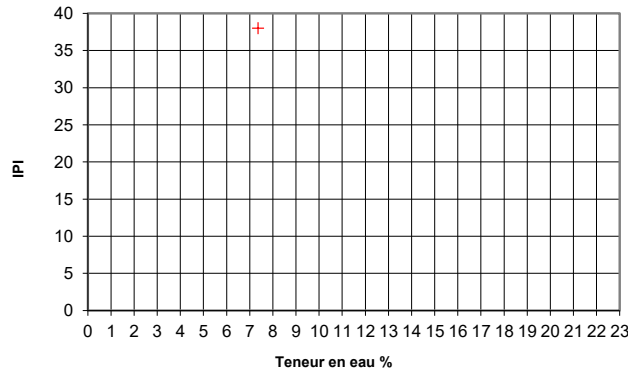
## Observations :

Le responsable des essais  
M. Arrivat

Classe du matériau

B4

Portance

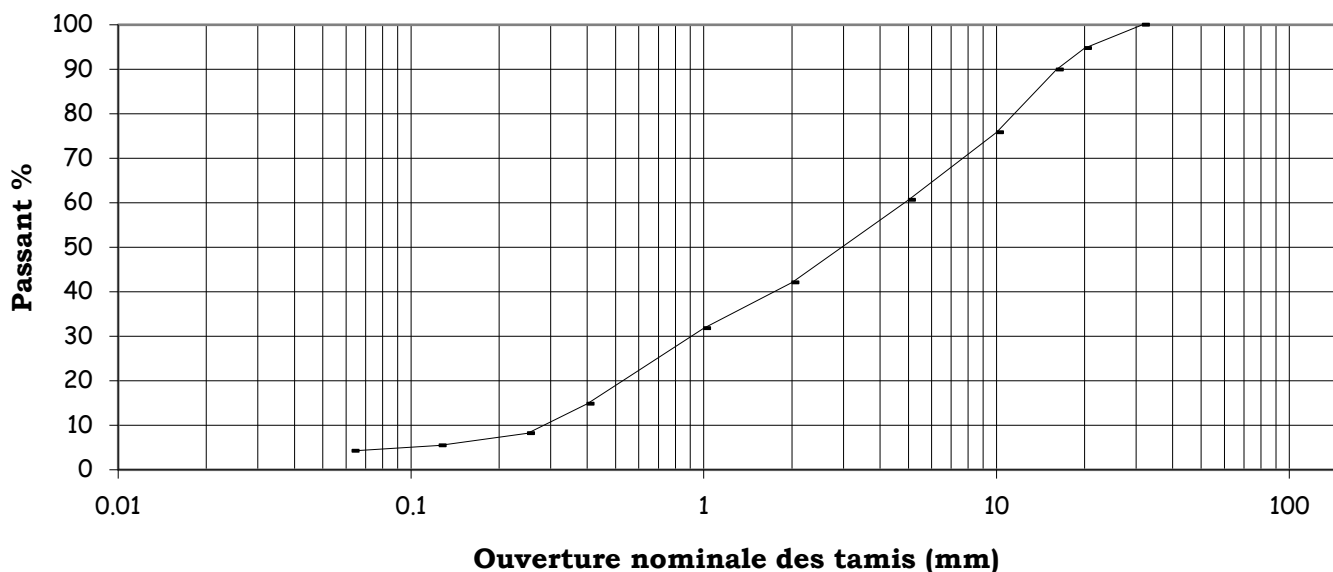


Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE
Chantier :	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024
	SUR SAONE	Mode de conservation :	SAC
client :	TECHNOSOL	N° d'identification :	240131
Ouvrage :	-	Date de réception :	30/01/2024
		Sondage n° :	RF1
		Profondeur :	0.2-0.4m
		Date d'essai :	01/02/2024
		Description :	Graves sableuses à galets
		visuelle	

Résultats de l'essai																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D						100.0	94.7	89.9	75.8	60.6	42.1	31.8	14.8	8.2	5.4	4.2
%passant sur 0/63mm																

Ms (en g): 7267

Courbe granulométrique



Mode de séchage des matériaux : étuve à 105 °C

$C_u = D_{60}/D_{10} = 17.1$   
=> Granulométrie étalée

#### Observations

La quantité de matériaux fournie pour l'analyse granulométrique est insuffisante par rapport au Dmax. Cela peut induire une surreprésentation des éléments les plus volumétriques.

### DETERMINATION DE LA VALEUR AU BLEU

Essai à la tache  
NF EN ISO 17542-3

Informations générales	Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TEA240012	Mode de prélèvement: PELLE	Sondage n°: RF1	
Chantier: VILLEFRANCHE	Date de prélèvement: 30/01/2024	Profondeur: 0.2-0.4m	
client: SUR SAONE	Mode de conservation: SAC	Date d'essai: 01/02/2024	
Ouvrage: -	N° d'identification: 240131	Description: Graves sableuses à galets	
	Date de réception: 30/01/2024		

Informations sur l'échantillon		
Masse humide soumise à l'essai :	mh = 54.2	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/63mm du sol sec :	C = 60.6	%
Teneur en eau de la fraction 0/5 mm* :	W0/5 = 6.89	%
Masse sèche soumise à l'essai :	ms = 50.7	g
Volume de solution de bleu injecté :	Vb = 30	cm3

Résultat obtenu suivant NF EN ISO 17542-3	
Valeur au bleu de la fraction 0/50 du sol : <small>g de bleu pour 100g de sol sec</small>	VBS = 0.36

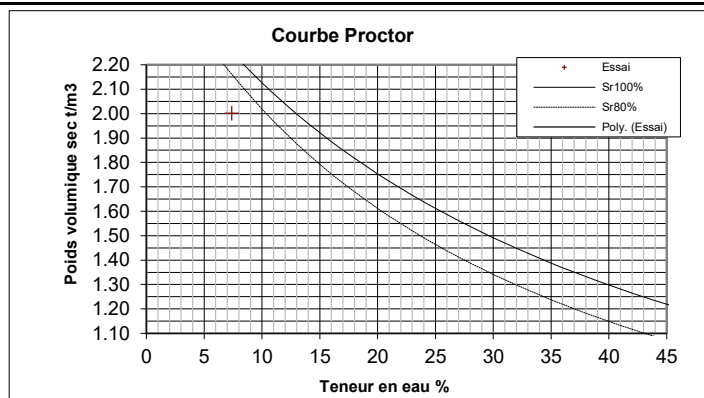
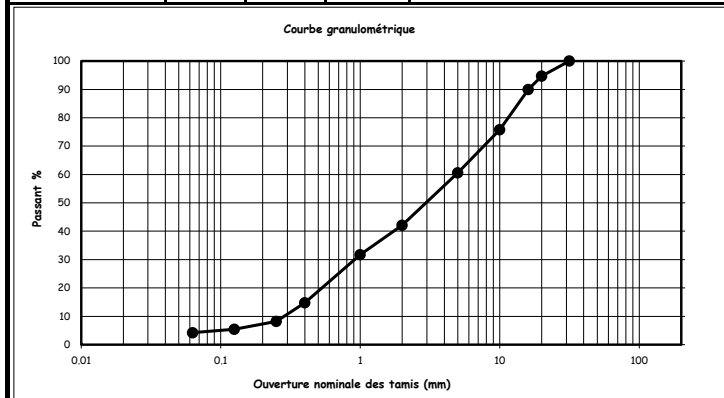
### Observations

Informations générales				Informations sur l'échantillon			
Dossier n°:	TEA240012	Mode de prélèvement:	PELLE	Sondage n°:	RF1		
Chantier:	VILLEFRANCHE	Date de prélèvement:	30/01/2024	Profondeur:	0.2-0.4m		
client:	SUR SAONE	Mode de conservation:	SAC	Date d'essai:	01/02/2024		
Ouvrage:	-	N° d'identification:	240131	Description:	Graves sableuses à galets		
		Date de réception:	30/01/2024	visuelle			

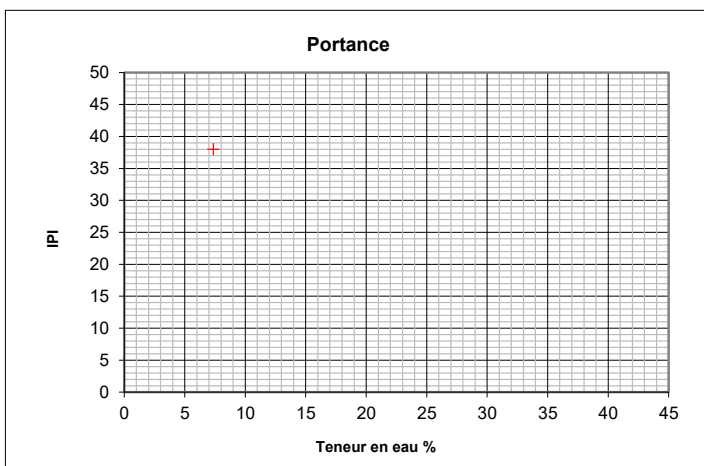
1 - Granulométrie suivant NF EN ISO 17892-4																
Ouverture tamis mm	120	100	80	63	50	31.5	20	16	10	5	2	1	0.4	0.25	0.125	0.063
%passant sur 0/D						100.0	94.7	89.9	75.8	60.6	42.1	31.8	14.8	8.2	5.4	4.2
%passant sur 0/63mm																

2 - Teneur en eau suivant NF EN ISO 17892-1				3 - Valeur au bleu suivant NF EN ISO 17542-3				4 - Limites d'Atterberg suivant NF EN ISO 17892-12			
W =	5.66	%		VBS =	0.36	g de bleu/100g sol		Wl% =		Wp% =	
IP =				Ic =							
5 - Teneur CaCO3 suivant NF-P 94-048				6 - Friabilité des sables suivant P 18-576				7 - LA/MDE suivant NF EN ISO 17542-1&2			
CaCO3	%			FS	%			LA =	%	MDE	%

8- Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20							9- Portances suivant NF P 94-078						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5			Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	
Teneur en eau	W%	7.36					Teneur en eau %	7.36					
Poids vol sec	$r_d$ (t/m <sup>3</sup> )	2.00					IPI	38					
Résultats							CBR immersion						
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D=				Gonflement G %						
	W%		Masse vol des particules du sol										
	$\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		$\rho_s = 2.7$ t/m3 (estimé)										



Observations :	
<p>Le responsable des essais</p> <p>M. Arrivat</p> <p><i>[Signature]</i></p>	
<p>Classe du matériau</p> <p>G1</p>	





## Liste détaillée des données bibliographiques



Description	n°	Titre	Date	Auteur	Format	Contenu
Inventaire des données bibliographiques réalisé par ACERE et plan de de réseau	1	Port fluvial du beaujolais - dossier étude technique quai origine	15/12/2023	ACERE Group	Numérique (5 pages)	Documentation complémentaire à prendre compte pour mener la mission G2-PRO, relative à la modernisation du port fluvial du beaujolais
	2	CCI_Port du beaujolais_Plan réseaux humides_Export			DWG	Plan du réseau humide
DOCUMENTS DE DIAGNOSTIQUE - ETAT DES DALLES_PORT DU BEAUJOLAIS	3	Note Enjeux	Non définie	ACERE Groupe	Numérique (18 pages)	Note méthodologique qui décrit le contexte du projet et les méthodes de travail
	4	Modernisation des dalles Nord et Sud du port fluvial du Beaujolais - Diagnostic des contraintes structurelles	01/09/2023	ACERE Groupe	Numérique (25 pages)	Analyse du contexte d'étude Diagnostic des contraintes structurelles et anomalies Complément d'étude
	5	Modernisation de dalles nord et sud du port du Beaujolais – compte rendu Diag	18/09/2023	ACERE Groupe	Numérique (16 pages)	CR de réunion pour la présentation de rapport « Diagnostic » pour appréhender les missions complémentaires à mener dans le cadre de l'étude
	6	CR enfoncement patin pelle 110 T	03/10/2023	Pierre-Clément PERDRIX	Numérique (05 pages)	CR par mail d'une visite de diagnostic sur la présence de fontis sur le site
	7	Compte rendu de visite (Diagnostic état des têtes de tirants)	06/11/2023	CHARTREUSE INGENIERIE	Numérique (05 pages) V1	Rapport de visite visant à établir un premier relevé de la conception des parois du quai afin de déterminer la ou les méthodes de tirantage utilisées pour soutenir les rideaux de palplanches ainsi que de relever l'état de ces tirants en quelques points.
	8	Levé topo 2023	14/11/2023	Sas RHONE-TOPO	Numérique (1 page)	Carte topographique des quais du port de VFSS (Ech : 1/200)
	9	Pressio réalisé en mars et mai 2022	mars et mai 2022	Fondasol	Numérique (5 pages)	Rapport d'essai pressiométrique traitant du problème de Fontis
Etude diagnostique pour le traitement du fontis	10	Note de calcul : Vérification de la portance après injection (Zone fontis 1 et 2)	24/07/2022	MAIA Fondations	Numérique (10 pages) Ind0	<b>Mission Géotechnique G3</b> : vérification de la portance sur les zones des fontis pour une charge de 100 kPa
	11	Sondage penetro commentés MAIA	04/04/2022	MAIA Fondations	Numérique (04 pages)	<b>Rapport, coupe de pénétromètres statiques</b>
	12	VILLEFRANCHE SUR SAONE (69) - Apparition d'un fontis	16/06/2021	Ginger CEBTP	Numérique (109 pages) IndA	<b>RAPPORT - Diagnostic géotechnique (G5) - Apparition d'un fontis</b>
	13	Diagnostic Radar Géologique	26/10/2021	Ginger CEBTP	Numérique (27 pages) V1	Mission géophysique de diagnostic par radar géologique afin de rechercher d'éventuelles anomalies pouvant correspondre à des désordres ou des cavités.
Rapport d'études et de visites d'inspection du quai (rideau de palplanches)	14	Rapport de visite : INSPECTION QUAI DE PALPLANCHE	28/03/2018	Hydrokarst groupe	Numérique (10 pages) première émission	Rapport d'inspection sur : un diagnostic complémentaire tenue du quai sous charges ponctuelles roulantes.
	15	Constat de travaux	20/03/2018	Hydrokarst groupe	Numérique (1 page)	Constat de visite d'inspection (accompagné de 6 vidéos d'inspection des palplanches)
	16	Coupes Quai	27/03/2018	EQUATERRE VAL DE SAONE	Numérique (12 pages) V1	3 rapports de synthèse K-Réa sur la stabilité des écrans de soutènement pour différentes configurations
	17	Diagnostic géotechnique et structurel du rideau de palplanche existant Mission G5	26/03/2018	EQUATERRE VAL DE SAONE	Numérique (13 pages) V1	Vérification de la stabilité du rideau de palplanche constituant le quai actuel, sous plusieurs cas de charge.
NOTE DE CALCUL SITES - FEV 1981 - CONSTRUCTION D'UN QUAI DE 150 ML	18	Note de calcul : construction d'un quai de 150 ml (site 1)	01/02/1981	CCI de VFSS	Numérique (4 pages)	Présentation des dispositions proposées pour la réalisation du quai
	19	Notes brouillons (site 2)		DAVUM	Numérique (1 page)	Note manuscrite
	20	Rapport d'examen visuel (site10)	10/07/1983	Bureau Veritas	Numérique (5 pages)	Avis technique sur les moyens à mettre en œuvre pour assurer la pérennité de l'ouvrage : Têtes des câbles précontraints assurant la stabilité du quai de la zone portuaire de VFSS
	21	Sondages de reconnaissances de sols (site 11 et site 14)	14/03/1978	CETE	Numérique et papier (confortation mur de quai tirants d'ancrage) (14 pages)	Rapports des sondages de reconnaissances
	22	Coupes géologique, essais pressiométriques, essais CPT (site 12)	01/04/1980	Fondasol	Numérique (8 pages)	Rapports des sondages de reconnaissances
	23	Plan d'implantation (site 13)	Non définie	Non défini	Numérique (1 page)	Plan de d'implantation des sondages
	24	PRESSIOMETRE (site 15)	10/06/1987	Entreprise MORILLON	Numérique (8 pages)	Notice explicative de la campagne de reconnaissance visant à caractériser les terrains et remblais en place, en arrière de quai (1988)
	25	Note de calculs : Stabilité du rideau de palplanches (site 16)	01/04/1989	CETE	Numérique et papier ( 21 pages)	Note de calculs pour l'analyse de la stabilité du rideau de palplanches
	26	Tirant du mur de quai (site 17 et site 18)	01/09/1989	CCI de VFSS	Numérique (1 page)	Paramètres des tirants

Description	n°	Titre	Date	Auteur	Format	Contenu
Documents administratifs d'études avant projet de <b>construction du quai</b>	27	Construction d'un mur de quai	06/01/1983	SERVICE DE LA NAVIGATION RHONE-SAONE	Papier (2 pages)	Courrier d'approbation de l'avant-projet de travaux de construction d'un mur de quai (4e tranche) sur la zone industrielle et portuaire nord
	28	Acte d'engagement	01/02/1981		Papier (8 pages)	Acte d'engagement
	29	Cahier des clauses administratives particulières	01/03/1981		Papier (12 pages)	Cahier des clauses administratives particulières
	30	Cahier des clauses techniques particulières	01/04/1981		Papier (25 pages)	Cahier des clauses techniques particulières
	31	Règlement particulier d'appel d'offres	01/02/1981		Papier (8 pages)	Cahier des clauses techniques particulières
	32	Bordereau des prix	01/02/1981		Papier (8 pages)	Bordereau des prix
Documents techniques (plans, rapport d'étude de sol, note de calcul) d'études avant projet de <b>construction du quai</b>	33	Plan d'implantation et de terrassement		SERVICE DE LA NAVIGATION RHONE-SAONE	Papier (éch: 1/500)	Plan d'implantation et de terrassement
	34	Plan d'ensemble coupe - détails			Papier (éch: 1/200)	Plan d'ensemble coupe - détails
	35	Plan de l'escalier			Papier (éch: 1/50)	Plan de l'escalier
	36	Plan de la zone de dépôt			Papier (éch: 1/2000)	Plan de la zone de dépôt
	37	Plan des bollards et des cuirassements métalliques			Papier	Plan des bollards et des cuirassements métalliques
	38	Etude de sols et fondation	20/06/1980	Fondasol	Papier (24 pages)	Rapport d'étude de sols et fondation (AVP)
	39	Sondages	01/02/1981	Fondasol	Papier (6 pages)	Coupes de sondages (carrotés et CPT)
	40	Plan de situation		SERVICE DE LA NAVIGATION RHONE-SAONE	Papier (2 pages)	Plan de situation
	41	Implantation échelle hydrométrique			Papier (2 pages)	Implantation échelle hydrométrique
	42	Note de calcul	01/02/1981		Papier (2 pages)	Note de calculs pour l'analyse de la stabilité du rideau de palplanches et annexes
	43	Estimation			Papier (1 page)	Devis estimation de réalisation des rideaux palplanches
Dossier de consultation des entreprises, réponses aux appels d'offres, commandes de rideaux de palplanches	44	Construction d'un quai de 150 ml	mars-avril 1989		Papier	Courriers de demande de marché, de réponses aux offres, de consultations d'entreprises, ordre de service à l'entrepreneur
	45	Achat palplanches		SNRS		Bordereau de commandes pour l'achat des rideaux de palplanches et note de calcul relatif à la résistance des palplanches
Dossier de diagnostic et de réparation des tirants d'ancrages au droit des 150 ml de quai	46	Confortation mur de quai tirant d'ancrage	1987-1989	SNRS Entreprise Morillon Bureau Veritas Fondasol CETE	Papier	Dossier de consultation pour le diagnostic des rideaux de palplanches Notes explicatives des sondages réalisés et rapport d'expert sur la construction du quai et son fonctionnement actuel Rapport d'examen visuel de l'écran de soutènement, <b>Compte rendu de campagne d'investigation</b> (relevés piézométriques, essais pressiométriques) Avis d'expertise sur le fonctionnement du quai <b>Dossier de recollement</b>



## Résultats des calculs des inclusions rigides sous logiciel FOXTA



# Données

## Paramètres principaux

Titre du projet : Villefranche sur Saône  
Numéro d'affaire : TEA240012  
Commentaires : N/A

Titre du calcul : Inclusions rigides sous plateforme du port (charge de stockage) (pieu n°1)

Type de calcul : Fondation sur réseau infini

Cote de référence (m) : 172,80

### Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	Itc	v	État
1	Matelas		172,00	10	Elastique	9,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	21,00	C. existante
2	Remblais		170,50	10	Elastique	2,40E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante
3	All fines		165,50	10	Elastique	7,00E03	0,300	0,000	0,000	0,00	17,00	C. existante
4	All grossières		165,00	10	Elastique	5,40E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

### Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Matelas	172,00	9,00E04	0,40
Remblais	170,50	1,00E07	0,40
All fines	165,50	1,00E07	0,40
All grossières	165,00	1,00E07	0,40

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

### Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol
Matelas	172,00	3,00E04	90,00	Sol granulaire
Remblais	170,50	8,00E03	90,00	Sol granulaire
All fines	165,50	3,50E03	50,00	Sol fin
All grossières	165,00	1,80E04	135,00	Sol granulaire

Contrainte limite en pointe (kPa) : 2200,0

Type de loi : Sol granulaire

### Chargement

Charge maille (kPa) : 60,0

Type de calcul : Contraintes imposées (remblai sur IR)

Dimension de la maille selon X (m) : 1,80

Dimension de la maille selon Y (m) : 1,80

Efficacité eQpieu : 0,04 (automatique)

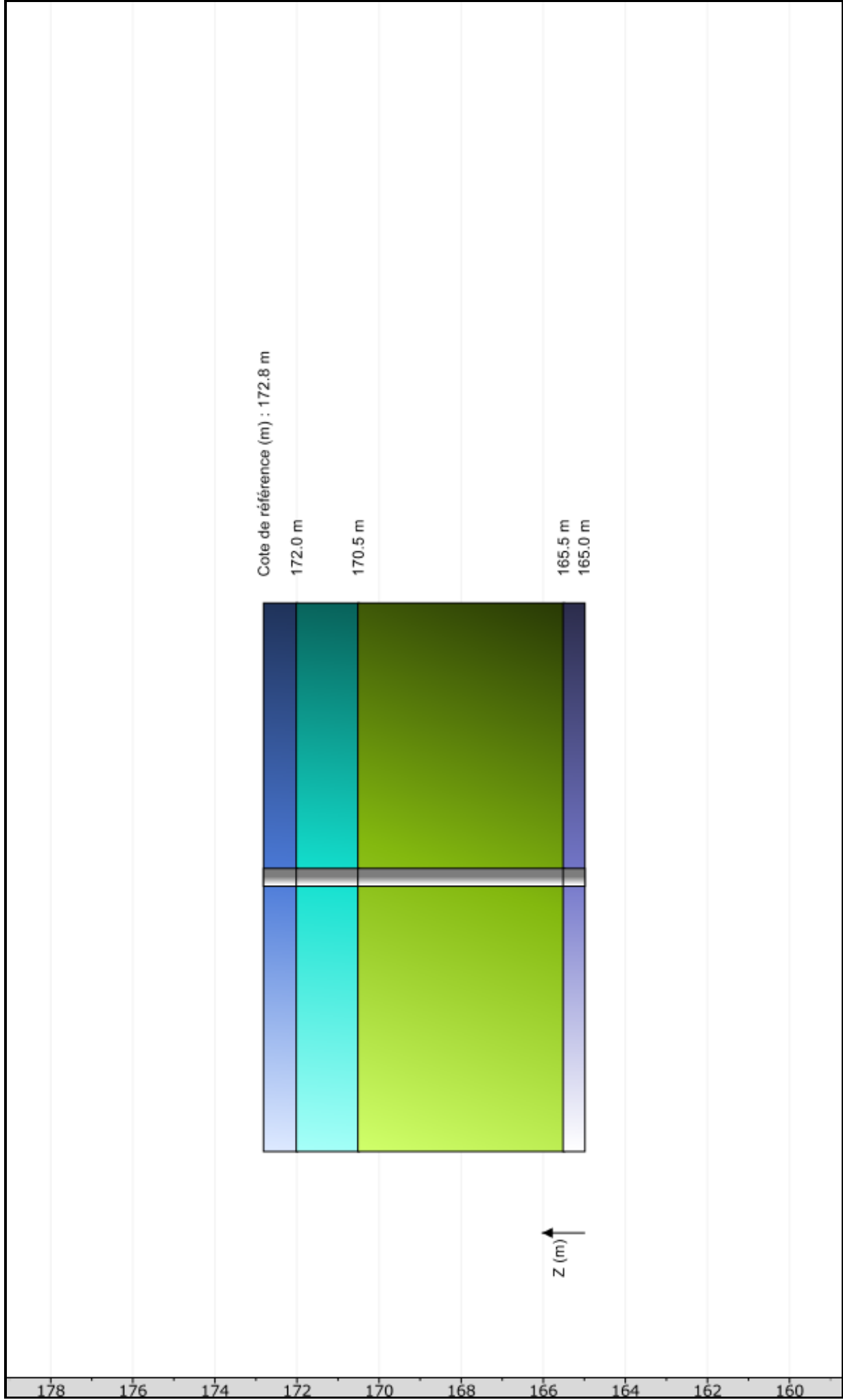


FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 17/04/2024 - 17:36:02  
Calcul réalisé par : TECHNOSOL

Projet : Villefranche\_IR\_arrière du quai  
Module : Taspie+ (Pieu 1/2)  
Titre du calcul : Inclusions rigides sous plateforme du port (charge de stockage)

# Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qrête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	194,40
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	0,04
Nrête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	7,54
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	176,65
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	168,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	79,01

Bilan des contraintes	
om,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	6,000E01
op,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	6,000E01
os,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	6,000E01
op,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	1,406E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où op,max est atteinte)	168,00
obase (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	6,287E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	5,640E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	7,163E-03
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	2,911E-03
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	1,944E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	3,543E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	3,447E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	1,337E03
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	8,377E03
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	3,086E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	176,65
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	168,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	518,36
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	307,56
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,93
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,74

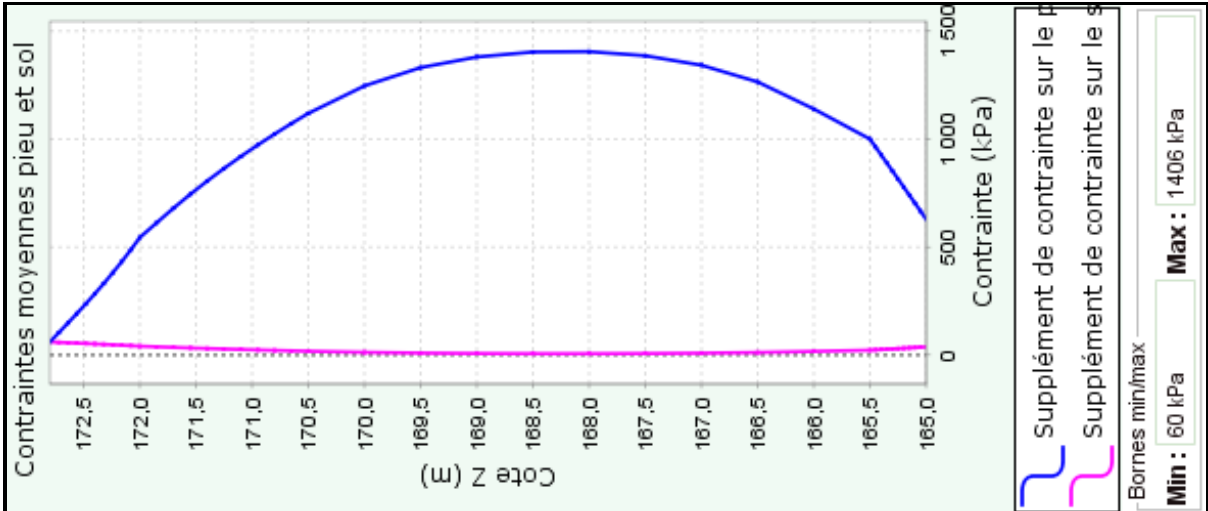
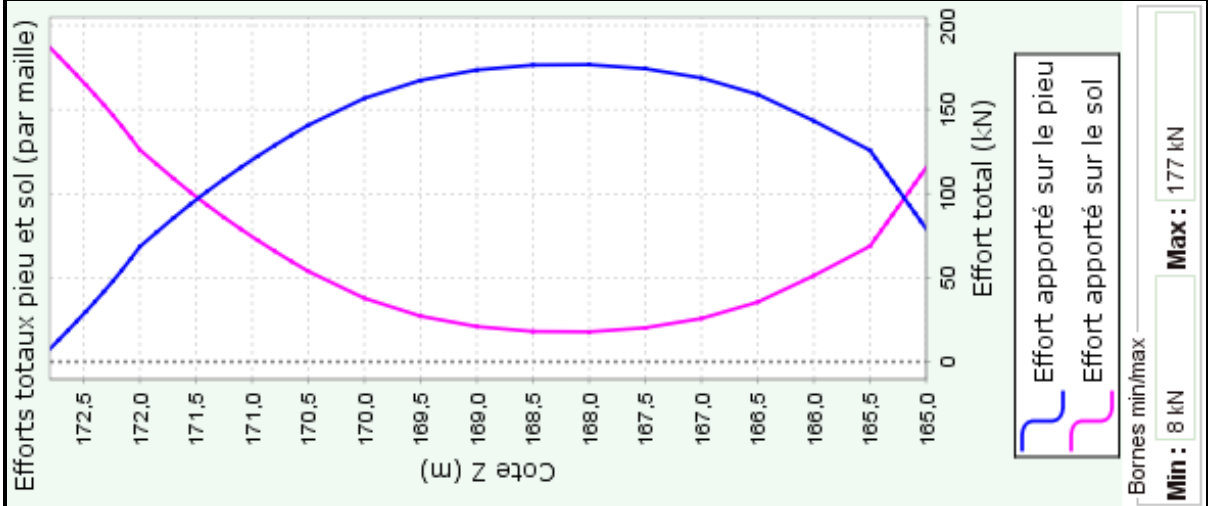
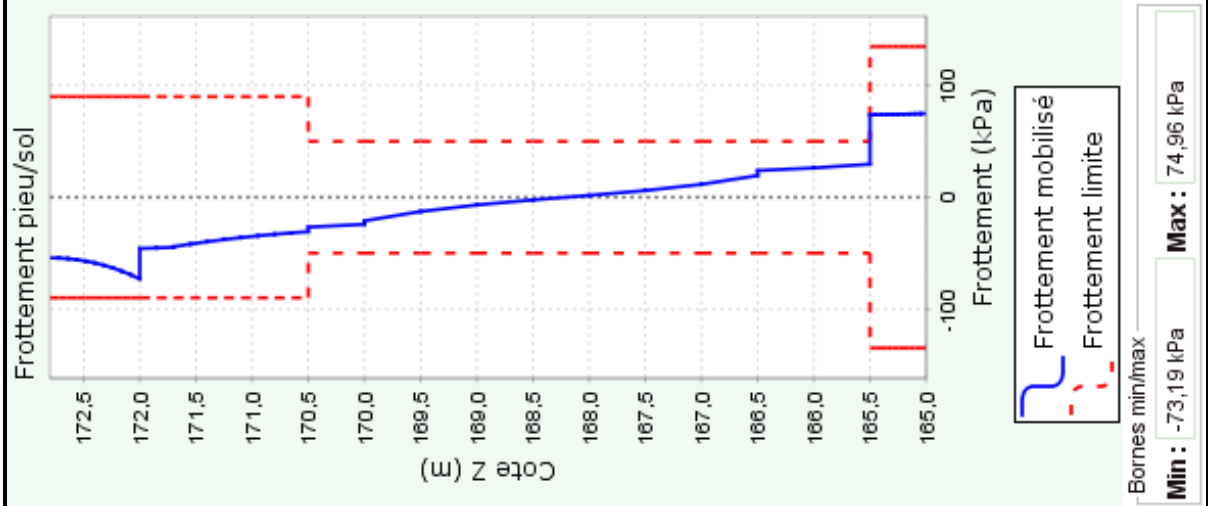
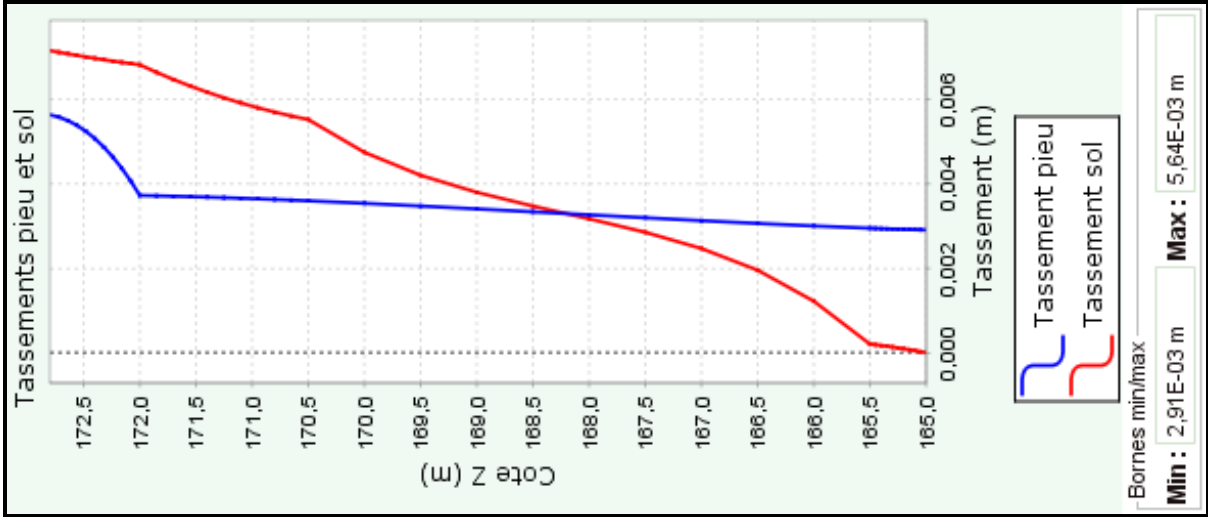


FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 17/04/2024 - 17:36:02  
Calcul réalisé par : TECHNOSOL

Projet : Villefranche\_IR\_arrière du quai  
Module : Taspie+ (Pieu 1/2)  
Titre du calcul : Inclusions rigides sous plateforme du port (charge de stockage)

# Courbes principales



# Données

## Paramètres principaux

Titre du projet : Villefranche sur Saône  
Numéro d'affaire : TEA240012  
Commentaires : N/A

## Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04  
Nombre de pas : 20

Titre du calcul : Inclusions rigides sous plateforme du port (charge de trafic routier) (pieu n°2)

Type de calcul : Fondation sur réseau infini

Cote de référence (m) : 172,80

### Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	Itc	v	État
1	Matelas		172,00	10	Elastique	9,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	21,00	C. existante
2	Remblais		170,50	10	Elastique	2,40E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante
3	All fines		165,50	10	Elastique	7,00E03	0,300	0,000	0,000	0,00	17,00	C. existante
4	All grossières		165,00	10	Elastique	5,40E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

### Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Matelas	172,00	9,00E04	0,40
Remblais	170,50	1,00E07	0,40
All fines	165,50	1,00E07	0,40
All grossières	165,00	1,00E07	0,40

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

### Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol
Matelas	172,00	3,00E04	90,00	Sol granulaire
Remblais	170,50	8,00E03	90,00	Sol granulaire
All fines	165,50	3,50E03	50,00	Sol fin
All grossières	165,00	1,80E04	135,00	Sol granulaire

Contrainte limite en pointe (kPa) : 2200,0

Type de loi : Sol granulaire

### Chargement

Charge maille (kPa) : 30,0

Type de calcul : Contraintes imposées (remblai sur IR)

Dimension de la maille selon X (m) : 1,80

Dimension de la maille selon Y (m) : 1,80

Efficacité eQpieu : 0,04 (automatique)

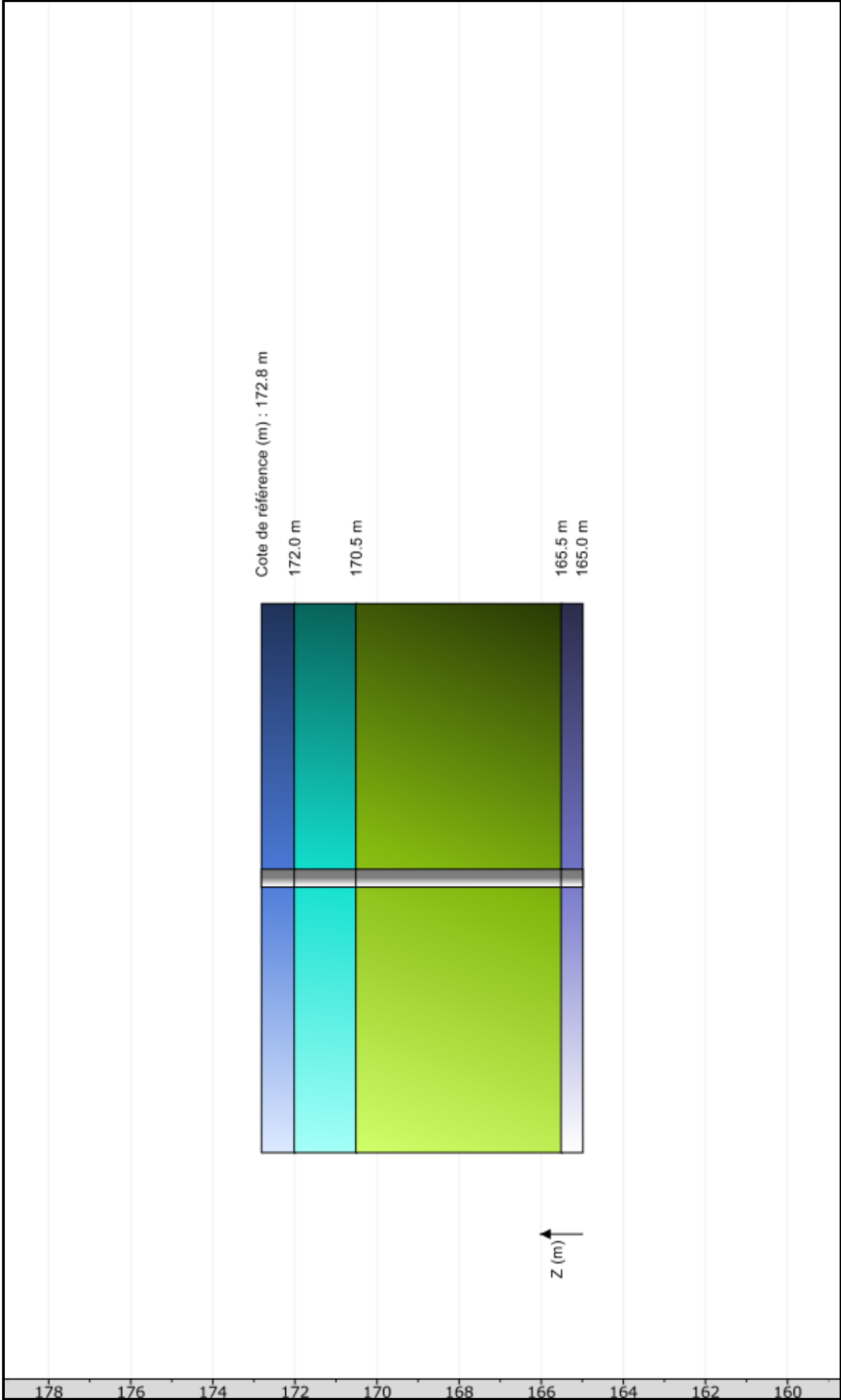


FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 17/04/2024 - 17:37:35  
Calcul réalisé par : TECHNOSOL

Projet : Villefranche\_IR\_arrière du quai  
Module : Taspie+ (Pieu 2/2)  
Titre du calcul : Inclusions rigides sous plateforme du port (charge de trafic routier)

# Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qrête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	97,20
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	0,04
Nrête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	3,77
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	89,22
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	168,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	35,33

Bilan des contraintes	
sm,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	3,000E01
op,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	3,000E01
os,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	3,000E01
op,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	7,100E02
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où op,max est atteinte)	168,00
obase (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	2,812E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	2,787E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	3,217E-03
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	1,302E-03
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	9,720E-09
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	1,772E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	3,488E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	1,353E03
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	9,326E03
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	3,086E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	89,22
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	168,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	518,36
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	307,56
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	5,81
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	3,45

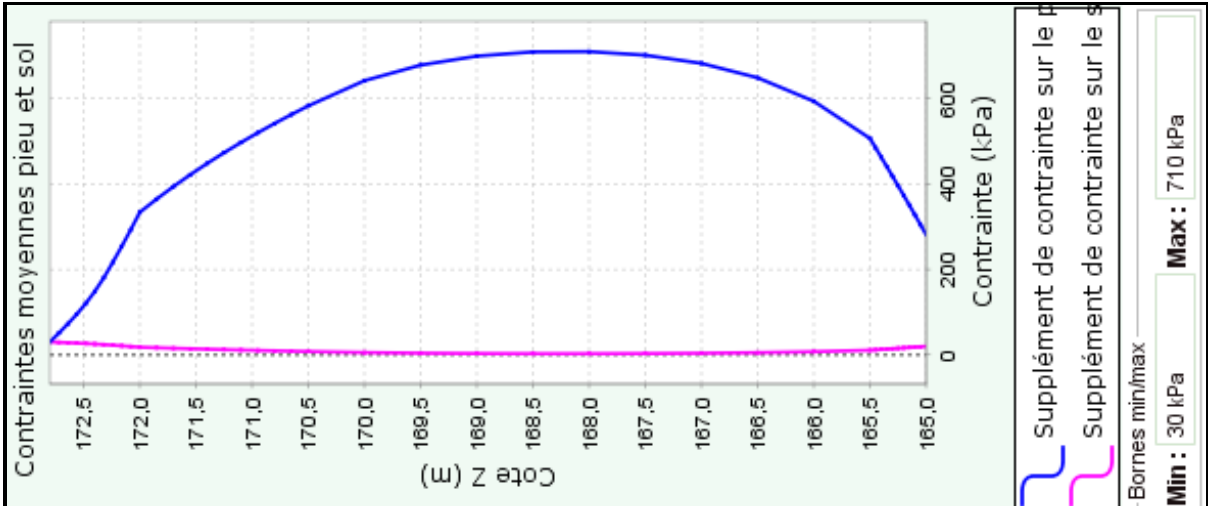
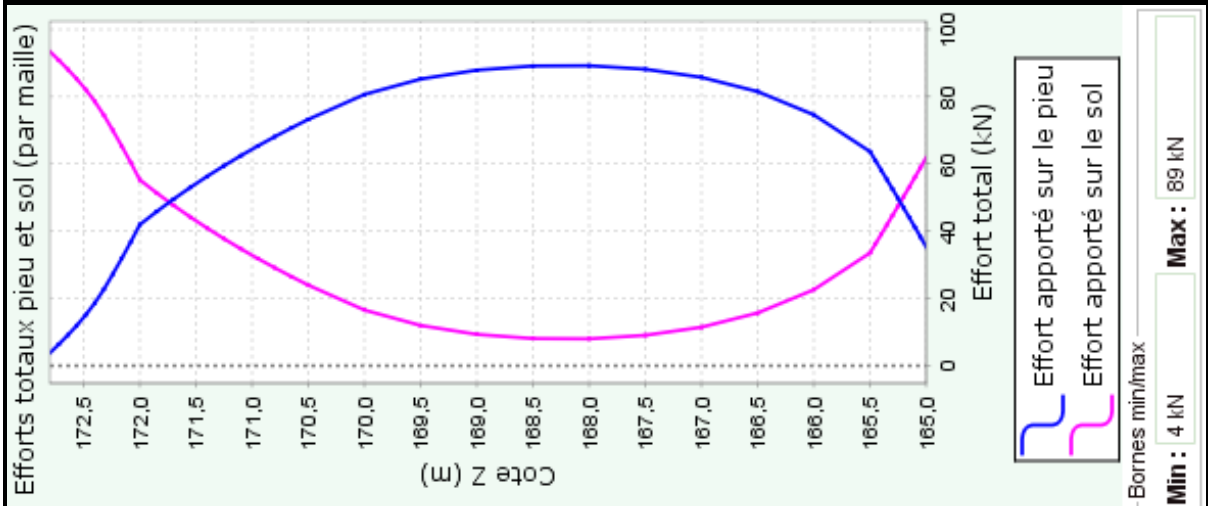
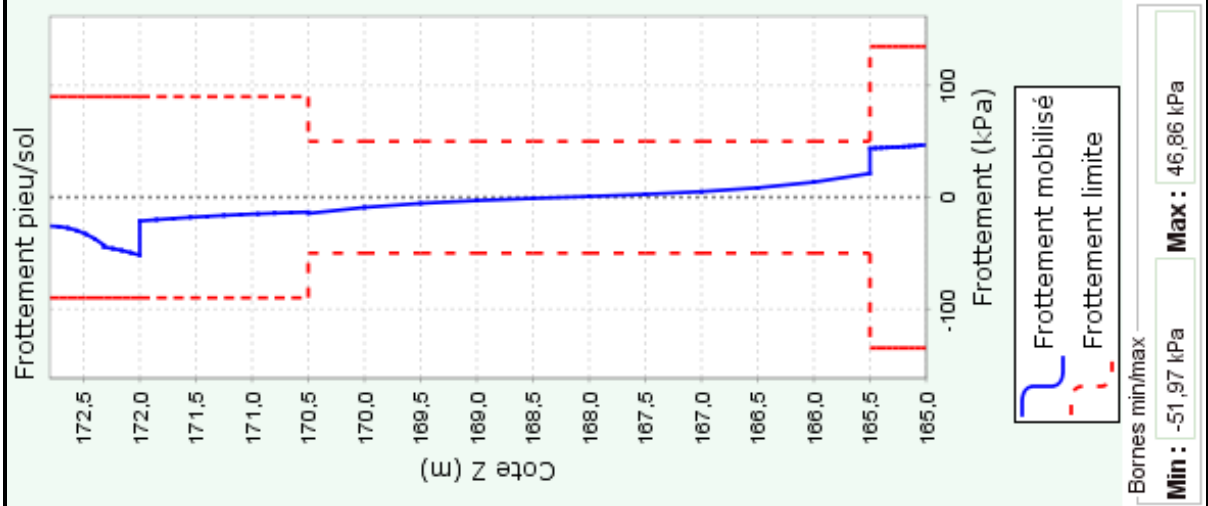
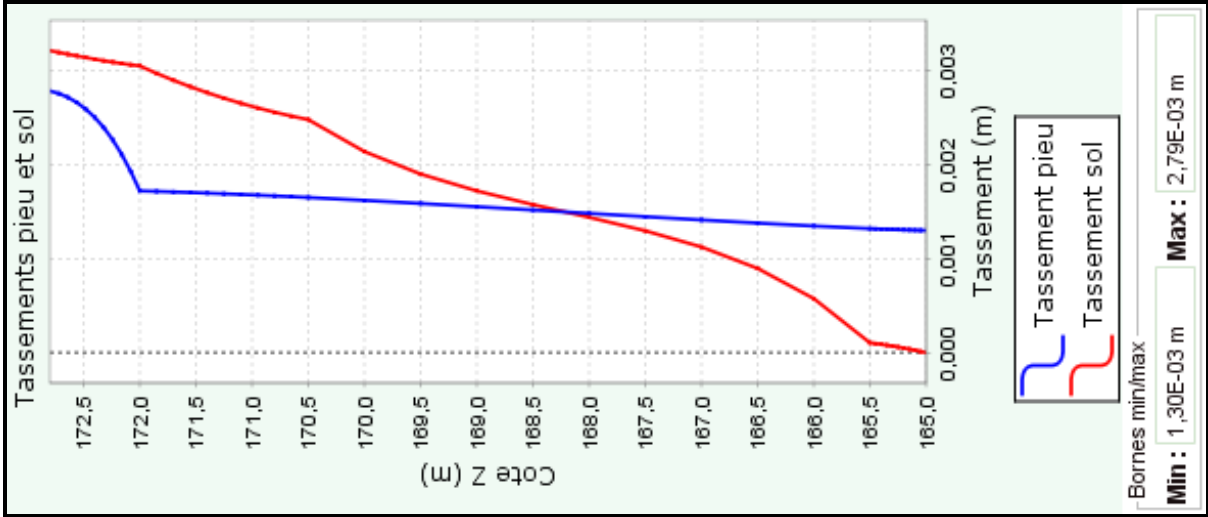


FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 17/04/2024 - 17:37:36  
Calcul réalisé par : TECHNOSOL

Projet : Villefranche\_IR\_arrière du quai  
Module : Taspie+ (Pieu 2/2)  
Titre du calcul : Inclusions rigides sous plateforme du port (charge de trafic routier)

# Courbes principales



# Données

## Paramètres principaux

Titre du projet : Villefranche sur Saône

Numéro d'affaire : TEA240012

Commentaires : N/A

Titre du calcul : IR - 2,0x2,0 + HM=0,5 m (pieu n°2)

Type de calcul : Fondation sur réseau infini

Cote de référence (m) : 172,80

### Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n	Comportement	Esol	v	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	Itc	v	État
1	Matelas		172,30	10	Elastique	9,00E04	0,300	0,000	0,000	0,00	21,00	C. existante
2	Remblais		170,50	10	Elastique	2,40E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante
3	All fines		165,50	10	Elastique	7,00E03	0,300	0,000	0,000	0,00	17,00	C. existante
4	All grossières		165,00	10	Elastique	5,40E04	0,300	0,000	0,000	0,00	19,00	C. existante

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

### Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Matelas	172,30	9,00E04	0,40
Remblais	170,50	1,00E07	0,40
All fines	165,50	1,00E07	0,40
All grossières	165,00	1,00E07	0,40

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

### Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol
Matelas	172,30	3,00E04	90,00	Sol granulaire
Remblais	170,50	8,00E03	90,00	Sol granulaire
All fines	165,50	3,50E03	50,00	Sol fin
All grossières	165,00	1,80E04	135,00	Sol granulaire

Contrainte limite en pointe (kPa) : 2200,0

Type de loi : Sol granulaire

### Chargement

Charge maille (kPa) : 60,0

Type de calcul : Déformation uniforme (fondation mixte et radier sur IR)

Dimension de la maille selon X (m) : 2,00

Dimension de la maille selon Y (m) : 2,00

### Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 20

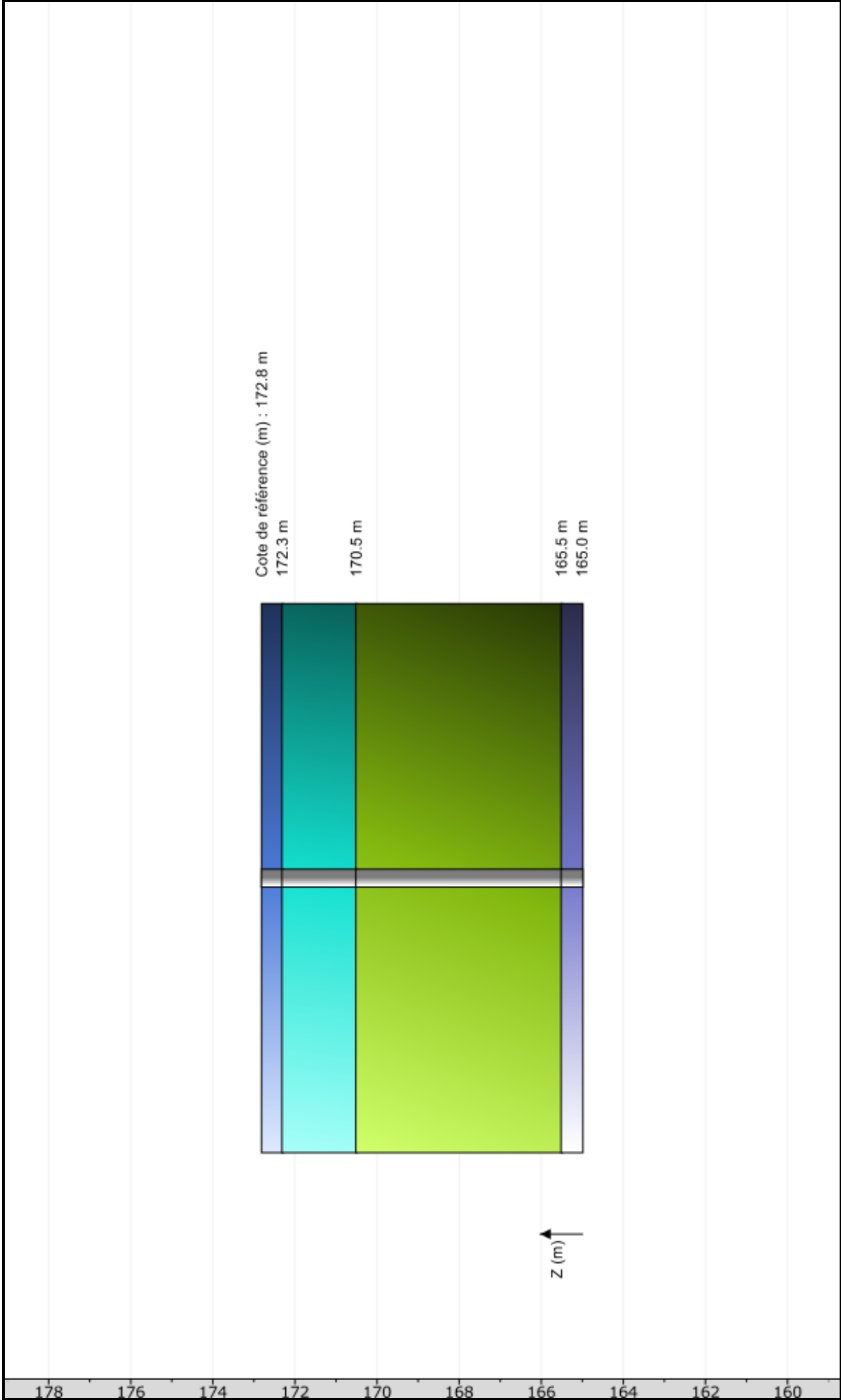


FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 17/04/2024 - 17:40:19  
Calcul réalisé par : TECHNOSOL

Projet : Villefranche\_IR\_coeff reaction\_vA  
Module : Taspie+ (Pieu 2/5)  
Titre du calcul : IR - 2,0x2,0 + HM=0,5 m

# Onglet "Données des couches"



Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qrête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	240,00
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	0,32
Nrête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	77,69
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	213,69
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	168,50
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	98,35

Bilan des contraintes	
om,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	6,000E01
op,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	6,182E02
os,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	4,189E01
op,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	1,700E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où op,max est atteinte)	168,50
obase (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	7,826E02

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	7,591E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	7,591E-03
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	3,623E-03
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	2,400E-08
sref (m) : Tassement du sol sans inclusions	3,584E-02

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	3,162E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	1,024E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	5,519E03
Kinf (kPa/m) : Raideur équivalente des couches profondes	2,500E09

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	213,69
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	168,50
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	549,78
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	329,55
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,57
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,54

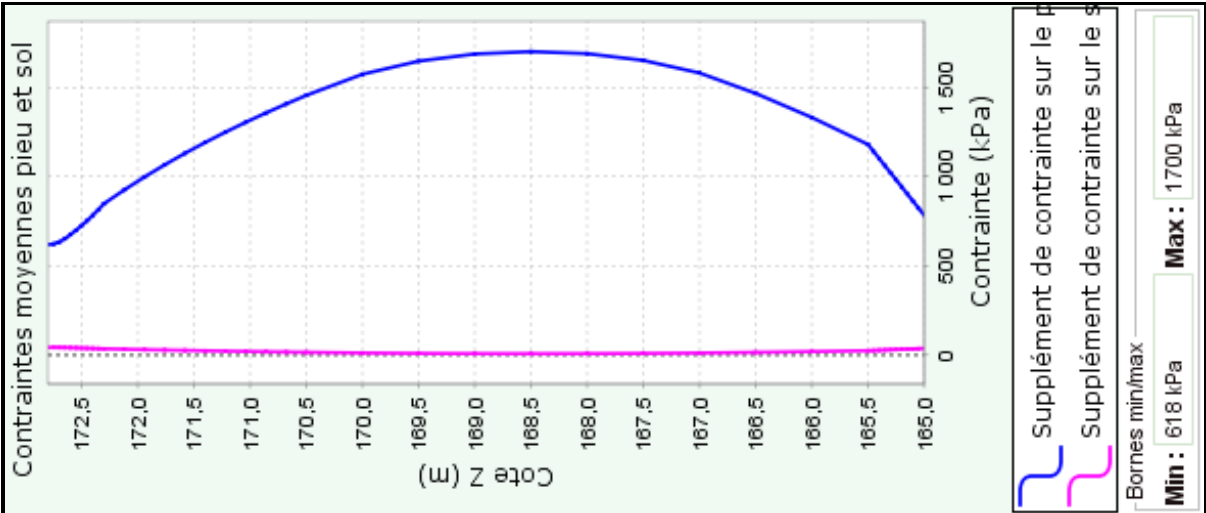
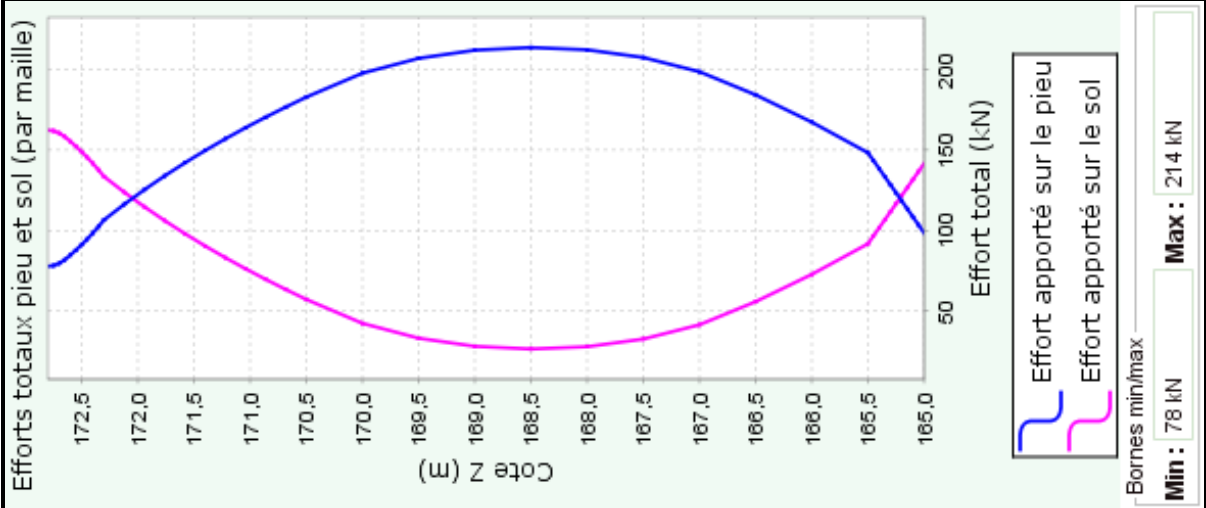
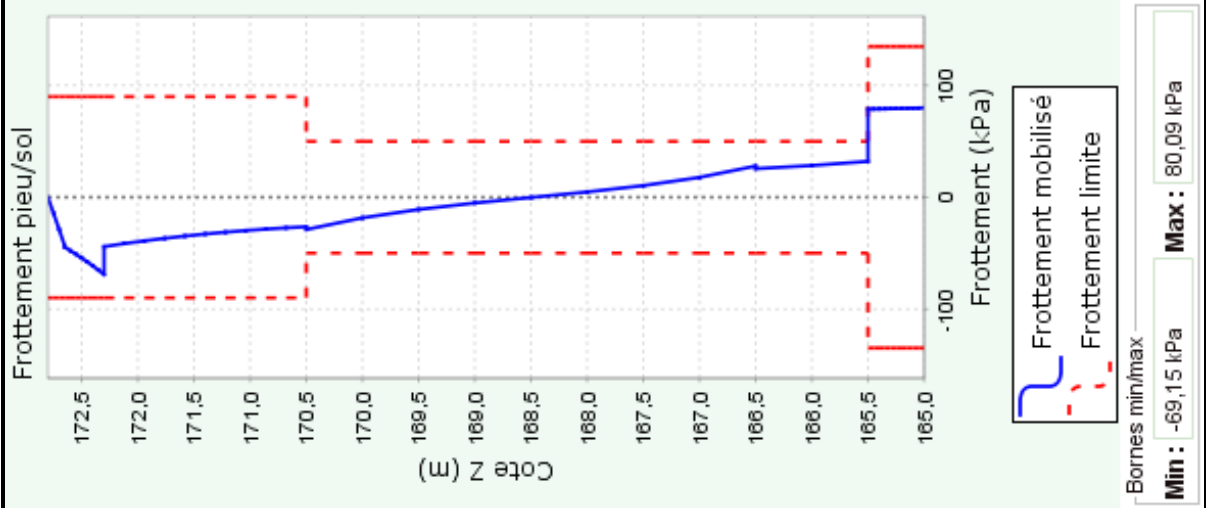
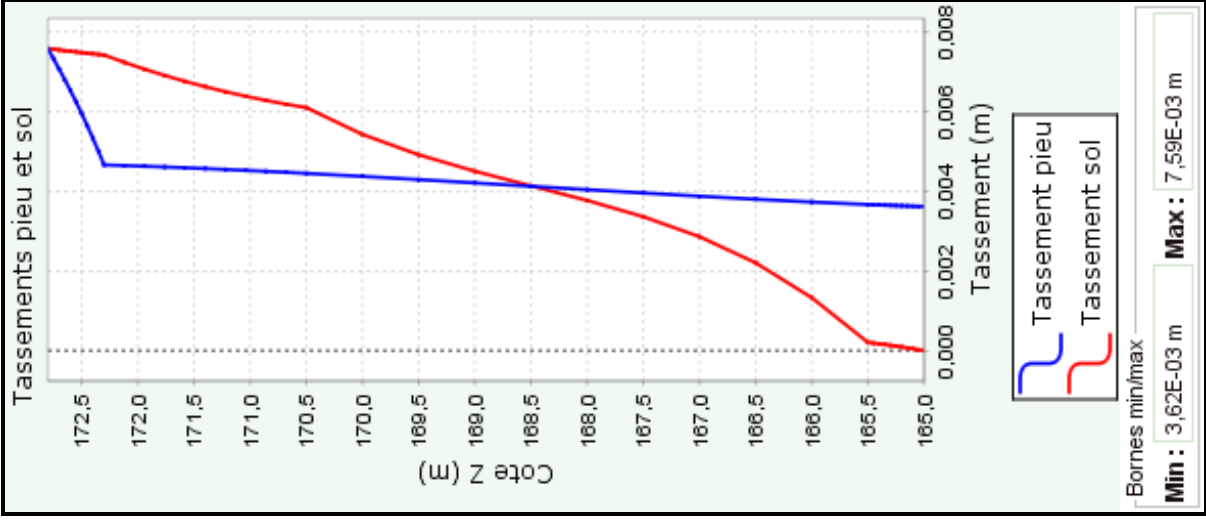


FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 17/04/2024 - 17:40:19  
Calcul réalisé par : TECHNOSOL

Projet : Villefranche\_IR\_coeff reaction\_vA  
Module : Taspie+ (Pieu 2/5)  
Titre du calcul : IR - 2,0x2,0 + HM=0,5 m

Courbes principales



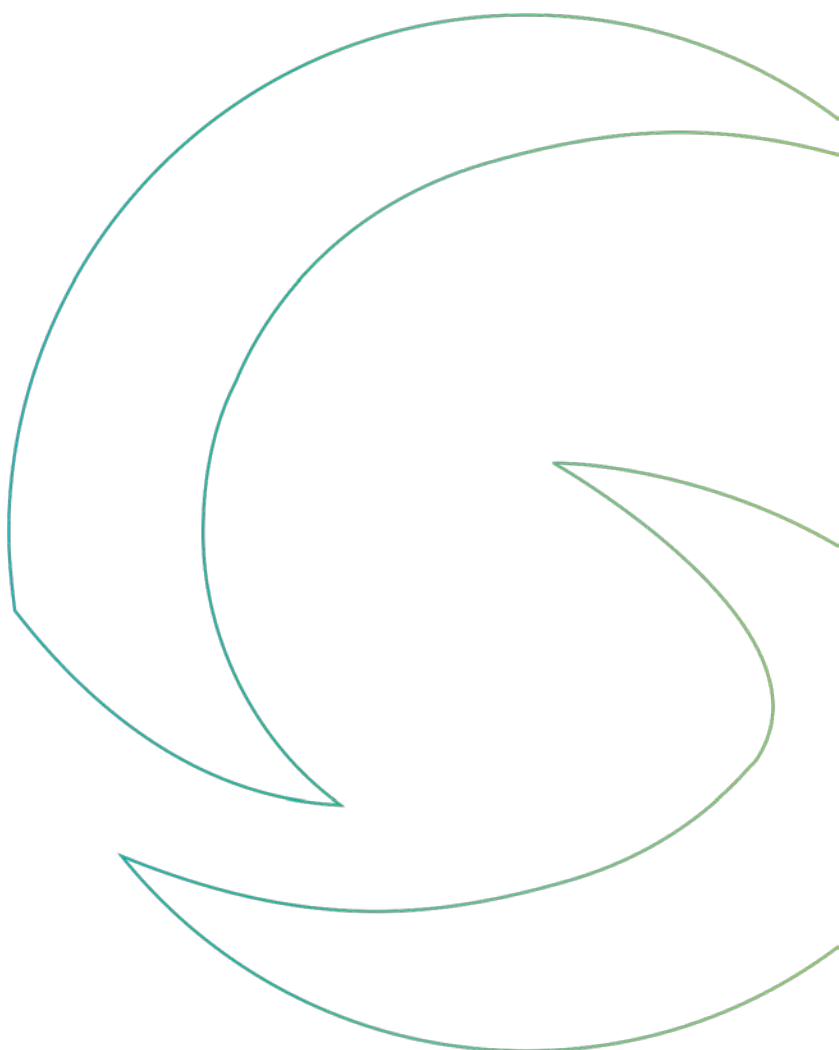
FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 17/04/2024 - 17:40:19  
Calcul réalisé par : TECHNOSOL

Projet : Villefranche\_IR\_coeff reaction\_VA  
Module : Taspie+ (Pieu 2/5)  
Titre du calcul : IR - 2,0x2,0 + HM=0,5 m



## Résultats des calculs du mur de quai sous logiciel K-REA





## TEA240012\_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 1


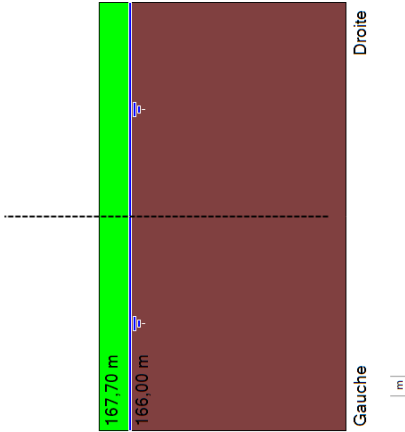
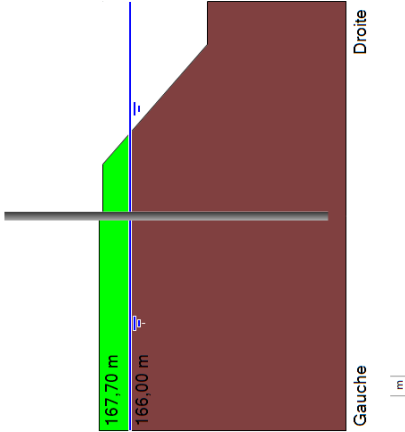
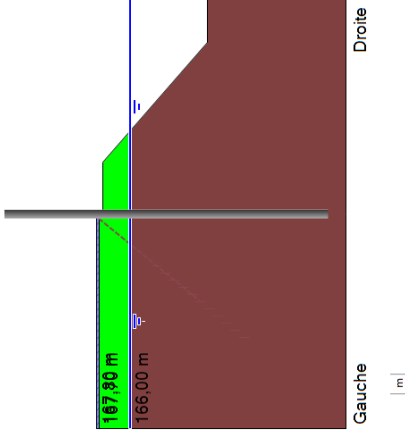

## DONNEES

TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	$\alpha$ [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	168,00	13112	0,00	35,00	10,25	9,50


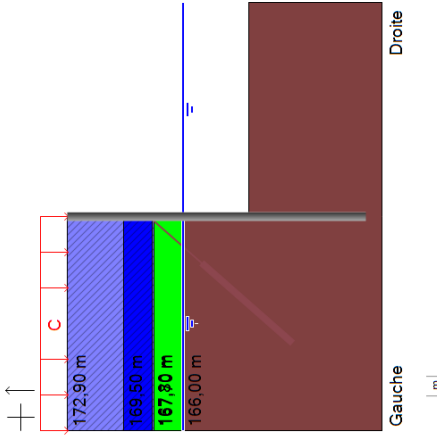

SURCHARGE CAQUOT	Phase	Côté	z [ m ]	q [ kN/m/m ]	Nature
1	6	Gauche	172.70	50.00	Variable



**Calcul réalisé par : TECHNOSOL**

<div> <div>  <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div> </div> <div> <div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 1</div> </div> </div>		SYNTHESE PHASAGE	
<div> <div>Phase initiale</div> <div> <div> <div>+</div> <div>↑</div> </div>  <div> <div>Gauche</div> <div>Droite</div> </div> </div> </div>	<div> <div>Phase 1 : Phase transitoire</div> <div> <div>+</div> <div>↑</div> </div>  <div> <div>Gauche</div> <div>Droite</div> </div> </div>	<div> <div>Phase 2 : Phase transitoire</div> <div> <div>+</div> <div>↑</div> </div>  <div> <div>Gauche</div> <div>Droite</div> </div> </div>	
	<div> <div>- Options MEL :</div> <div>Surexcavation :</div> <div><math>\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00</math> <math>\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00</math></div> <div>Méthode de calcul automatique.</div> <div>Sélection automatique du côté de la butée</div> <div>Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.</div> <div>- Excavation (côté droit) :</div> <div><math>z_t [m] = 161,70</math></div> <div>Mise en place d'une risberge :</div> <div><math>z_t [m] = 167,50</math> <math>a [m] = 5,00</math></div> <div><math>z_h [m] = 161,70</math> <math>b [m] = 16,60</math></div> <div><math>de = 1,000</math></div> </div>	<div> <div>- Options ELU (MISS) :</div> <div>Surexcavation :</div> <div><math>\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00</math> <math>\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00</math></div> <div>position zD du point d'effort tranchant null : automatique</div> <div>- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1</div> <div><math>z_a [m] = 168,00</math></div> <div><math>K [kN/m/m] = 13112</math></div> <div><math>P [kN/m] = 0,00</math></div> <div><math>\alpha [°] = 35,00</math></div> <div>- Remblai (gauche) Remblai</div> <div><math>z_t [m] = 167,80</math></div> <div><math>\phi [°] = 30,00</math></div> <div><math>dc [kN/m^2/m] = 0,000</math></div> <div><math>\gamma [kN/m^3] = 19,50</math></div> <div><math>k_{ac} = 0,000</math></div> <div><math>k_{pc} = 0,000</math></div> <div><math>kd = 0,500</math></div> <div><math>kh [kN/m^2/m] = 29669</math></div> <div><math>p_{max} [kN/m/m] = 10000,00</math> <math>k_{a,min} = 0,100</math></div> <div>Valeurs de calcul MISS :</div> <div><math>\phi_{p,d} [°] = 30,00</math></div> <div><math>dc_{p,d} [kN/m^2/m] = 0,000</math></div> <div><math>k_{ay,d} = 0,333</math></div> <div><math>k_{ac,d} = 0,000</math></div> <div>Valeurs de calcul MEL :</div> <div><math>c [kN/m^2] = 0,00</math></div> <div><math>\gamma' [kN/m^3] = 9,50</math></div> <div><math>k_{ay} = 0,333</math></div> <div><math>k_{py} = 3,932</math></div> <div><math>ki = 0,500</math></div> <div><math>dkh [kN/m^2/m/m] = 0</math></div> <div><math>k_{a,min} = 0,100</math></div> <div><math>c_{p,d} [kN/m^2] = 0,00</math></div> <div><math>k_{ay,d} = 3,932</math></div> <div><math>k_{pc,d} = 0,000</math></div> </div>	<div> <div><math>\phi_{p,d} [°] = 30,00</math></div> <div><math>dc_{p,d} [kN/m^2/m] = 0,000</math></div> <div><math>k_{ay,d} = 0,333</math></div> <div><math>k_{ac,d} = 0,000</math></div> <div><math>c_{p,d} [kN/m^2] = 0,00</math></div> <div><math>k_{py,d} = 3,932</math></div> <div><math>k_{pc,d} = 0,000</math></div> </div>
<div> <div>  <div> <div>terrasol</div> <div>setec</div> </div> </div> </div>	Calcul réalisé par : TECHNOSOL		

<div><div><div><div><div></div><div>K-Réa v4</div><div>v.4.0.31</div></div></div><div>AFFAIRE TEA240012</div><div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 1</div></div></div>		SYNTHESE PHASAGE	
<div>Phase 3 : Phase transitoire</div> <div><div><div><div><div><div><div><div><div><div></div><div>169,50 m</div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div>&lt;/</div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div>			

 <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div>	<div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 1</div>
<div>SYNTHESE PHASAGE</div>	
<div>Phase 6 : Phase durable</div> 	
<div>Options ELU (MISS):</div> <div>Surexcavation :</div> <div><math>\Delta a_{\text{gauche}}</math> [m] = 0,00 <math>\Delta a_{\text{droite}}</math> [m] = 0,00</div> <div>position zD du point d'effort tranchant nul : automatique</div> <div>- Surcharge de Caquot : (côté gauche) :</div> <div><math>z</math> [m] = 172,70</div> <div><math>q</math> [kN/m/m] = 50,00</div> <div>Nature: Variable</div>	
	<div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div>

K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE TEA240012

TEA240012\_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 1


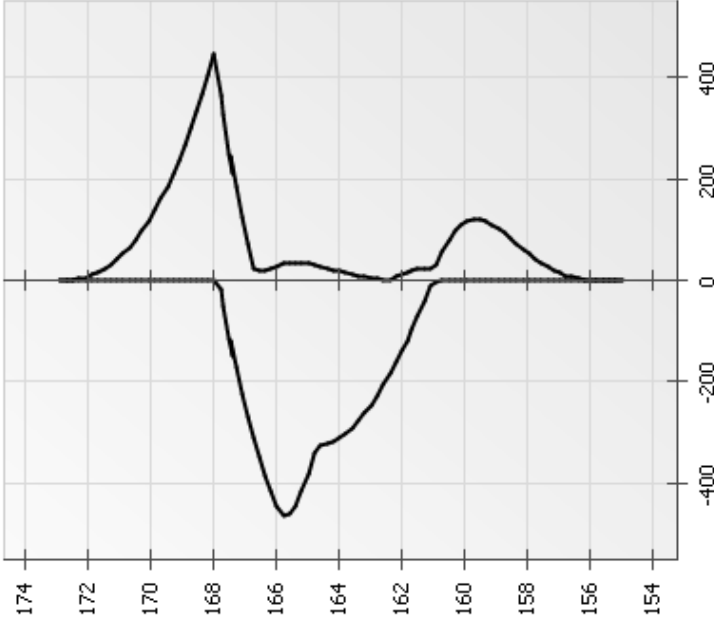
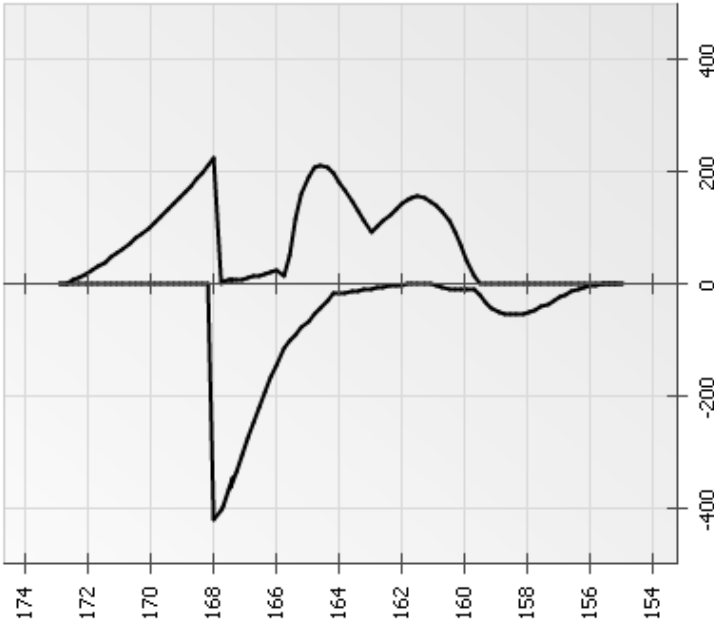

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	-4,88	-5,41	-	OK	1,51	-
2	MISS	5,04	5,51	0,00	OK	-2,24	OK
3	MISS	34,59	25,16	21,82	OK	-20,46	OK
4	MISS	-463,94	-392,23	620,98	OK	149,04	OK
5	MISS	-330,75	-408,97	664,05	OK	243,62	OK
6	MISS	447,46	-417,92	781,81	OK	319,38	Non OK
Extrema	-	-463,94	-417,92	781,81	-	-	-



terrassol



setec

Calcul réalisé par : TECHNOSOL

<div>  <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div> </div>	<div> <div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 1</div> </div>
<div>RESULTATS (Enveloppe phases 1 à 6)</div>	<div> <div> <div>Moment [kNm/m]</div>  <div>Min = -463.94 - Max = 447.46</div> </div> <div> <div>Effort Tranchant [kN/m]</div>  <div>Min = -417.92 - Max = 222.50</div> </div> </div>
<div> <div>Légende des graphiques :</div> <div> <div>--- Valeurs ELS</div> <div>--- Valeurs ELU</div> <div>--- Eau</div> </div> </div>	<div> <div> <div>  </div> <div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div> </div> <div> <div>Fichier de sauvegarde : V:\1_Affaires\2024\TEA240012_villefranche sur Saône_PCO\10_calculs\K-Rea\Cas1 (old 3) - avec surcharge sans rupture_indA.k4p</div> <div>calculé le 17/04/2024 17:51 calculé le 17/04/2024 à 17:43 calculé le 17/04/2024 17:43</div> <div>Page : 7</div> </div> </div>



<div>  <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div> </div>	<div> <div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 1</div> </div>
<div> <div>Vérifications</div> <div> <p>Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 2,24 kN/m vers le haut.</p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :</p> <p>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 478,52 kN/m</p> <p>OK</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 3 - Transitoire</b></p> <p>L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée :</p> <p>Valeur caractéristique : Bt,k = 402,32 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bt,d = 543,14 kN/m</p> <p>Butée mobilisable :</p> <p>Valeur caractéristique : Bm,k = 3846,65 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bm,d = 3496,95 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran :</p> <p>Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Pv,d = -235,65 kN/m</p> <p>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :</p> <p>Tv,d = 356,18 kN/m</p> <p>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Fv,d = 0,00 kN/m</p> <p>Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</p> <p>Résultante ELU des efforts verticaux :</p> <p>Rv,d = 149,04 kN/m</p> <p><b>Charge verticale ELU de 149,04 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</b></p> <p><b>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</b></p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :</p> <p>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 620,98 kN/m; Tdsb,d = 884,25 kN/m</p> <p>OK</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 5 - Transitoire</b></p> <p>L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée :</p> <p>Valeur caractéristique : Bt,k = 462,42 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bt,d = 624,27 kN/m</p> <p>Butée mobilisable :</p> <p>Valeur caractéristique : Bm,k = 1987,02 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bm,d = 1806,39 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran :</p> <p>Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Pv,d = -165,78 kN/m</p> </div> </div>	
<div> <div>  <div> <div>terrassol</div> <div>setec</div> </div> </div> </div>	<div> <div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div> </div>

<div>  <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div> </div> <div> <div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 1</div> </div>	<div> <div>Vérifications</div> <div> <div> <div>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :</div> <div>Tv,d = 380,88 kN/m</div> </div> <div> <div>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :</div> <div>Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</div> </div> <div> <div>Résultante ELU des efforts verticaux :</div> <div>Rv,d = 243,62 kN/m</div> </div> <div> <div>Charge verticale ELU de 243,62 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</div> <div>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</div> <div>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</div> </div> <div> <div>Liste des situations étudiées :</div> <div>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 664,05 kN/m; Tdsb,d = 685,47 kN/m</div> <div>OK</div> </div> <div> <div>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</div> </div> <div> <div>PHASE 6 - Durable</div> <div>L'écran est considéré ancré.</div> <div>La butée pour cette phase est considérée à droite.</div> <div>Vérification du défaut de butée :</div> <div>Butée mobilisée :</div> <div>Valeur caractéristique : Bt,k = 528,58 kN/m</div> <div>Valeur de calcul : Bt,d = 713,59 kN/m</div> <div>Butée mobilisable :</div> <div>Valeur caractéristique : Bm,k = 1987,02 kN/m</div> <div>Valeur de calcul : Bm,d = 1419,30 kN/m</div> <div>Bt,d &lt; Bm,d</div> <div>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</div> <div>Vérification de l'équilibre vertical :</div> <div>Poids propre P de l'écran :</div> <div>Pd = 28,51 kN/m</div> <div>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :</div> <div>Pv,d = -157,56 kN/m</div> <div>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :</div> <div>Tv,d = 448,43 kN/m</div> <div>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :</div> <div>Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</div> <div>Résultante ELU des efforts verticaux :</div> <div>Rv,d = 319,38 kN/m</div> <div>Charge verticale ELU de 319,38 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</div> <div>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</div> <div>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</div> <div>Liste des situations étudiées :</div> <div>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 781,81 kN/m; Tdsb,d = 633,35 kN/m</div> <div>KO</div> <div>La stabilité du massif d'ancrage n'est pas justifiée pour cette phase.</div> </div> </div> </div>	<div> <div> <div> <div>  <div> <div>terrasol</div> <div>setec</div> </div> </div> <div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div> </div> <div> <div>Fichier de sauvegarde : V:\1_Affaires\2024\TEA240012_villefranche sur Saône_PCO10_calculs\K-Rea\Cas1 (old 3) - avec surcharge sans rupture_indA.k4p</div> <div>imprimé le 17/04/2024 17:51 calculé le 17/04/2024 à 17:43 calculé le 17/04/2024 17:43</div> <div>Page : 10</div> </div> </div> </div>
---	--	---

## DONNEES

## GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m <sup>2</sup>	Niveau phréatique :	166,00 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m <sup>3</sup>	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

## CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	dc [kN/m <sup>2</sup> /m]	k <sub>0</sub>	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m <sup>2</sup> /m]	dkh [kN/m <sup>2</sup> /m/m]	$\delta a/\phi$	$\delta p/\phi$	kay,min	P,max [kN/m/m]
Couche 2: Alluvions fines	167.70	21,00	11,00	30,00	10,00	0,000	0,500	0,333	3,932	0,500	0,500	1,155	4,985	5662	0	0,000	-0,330	0,100	10000,00
Couche 3: Alluvions grossières	166,00	21,00	11,00	40,00	0,00	0,000	0,357	0,217	7,373	0,357	0,357	0,000	0,000	87475	0	0,000	-0,330	0,100	10000,00

### Valeurs de calcul des paramètres de la loi de comportement

Couche	Comportement	MISS					MEL								
		$\varphi, d$ [ ° ]	$c, d$ [ kN/m <sup>2</sup> ]	$dc, d$ [ kN/m <sup>2</sup> /m ]	kay, d	kpy, d	kac, d	kpc, d	$\varphi, d$ [ ° ]	$c, d$ [ kN/m <sup>2</sup> ]	$dc, d$ [ kN/m <sup>2</sup> /m ]	kay, d	kpy, d	kac, d	kpc, d
Couche 2: Alluvions fines	Drainé	30,00	10,00	0,000	0,333	3,932	1,155	4,985	30,00	10,00	0,000	0,333	3,932	1,155	4,985
Couche 3: Alluvions grossières	Drainé	40,00	0,00	0,000	0,217	7,373	0,000	0,000	40,00	0,00	0,000	0,217	7,373	0,000	0,000

## CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z, base [ m ]	EI [ kNm <sup>2</sup> /m ]	W [ kNm <sup>3</sup> /m ]
1	155,00	105795	1,18

Cote de la tête de l'écran : z0 =	172,90 m
-----------------------------------	----------



terrasol

setec

Calcul réalisé par : TECHNOSOL

## TEA240012\_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 2

## DONNEES

TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	$\alpha$ [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	168,00	13112	0,00	35,00	10,25	9,50



**Calcul réalisé par : TECHNOSOL**

K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE TEA240012

TEA240012\_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 2

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [ ° ]	β [ ° ]	Roc	K0
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	30,00	0,00	1,000	0,500
Sol initial	Couche 3: Alluvions grossières	40,00	0,00	1,000	0,357
Remblaiement (Phase 2)	Remblai	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 3)	Couche 1: Remblai	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 5)	Couche 1: Remblai 2	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [ ° ]	δ/φ	Valeur
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	kac	30,00	0,000	1,155
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	kpc	30,00	-0,330	4,985

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [ kN/m² ]	α	EI [ kNm²/m ]	kh [ kN/m²/m ]
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	3500	0,500	105795	5662
Sol initial	Couche 3: Alluvions grossières	18000	0,330	105795	87475
Remblaiement (Phase 2)	Remblai	8000	0,330	105795	29669
Remblaiement (Phase 3)	Couche 1: Remblai	8000	0,330	105795	29669
Remblaiement (Phase 5)	Couche 1: Remblai 2	8000	0,330	105795	29669


terrasol

setec

Calcul réalisé par : TECHNOSOL


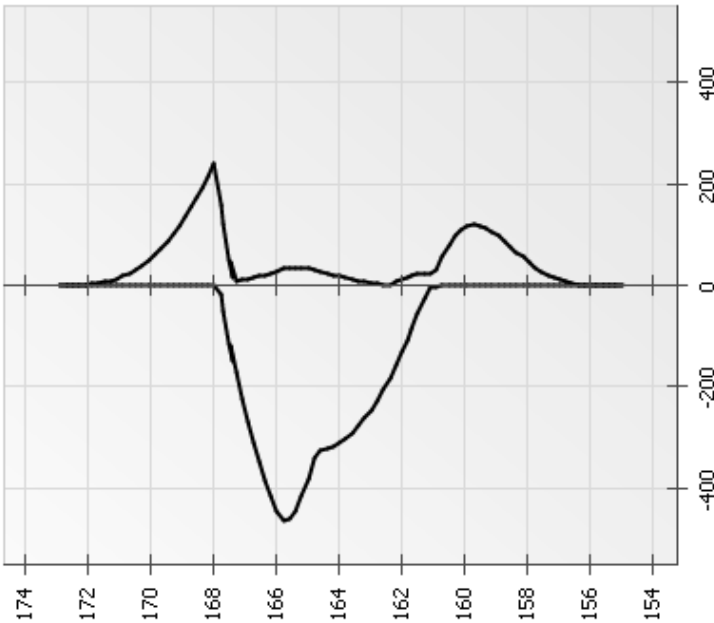
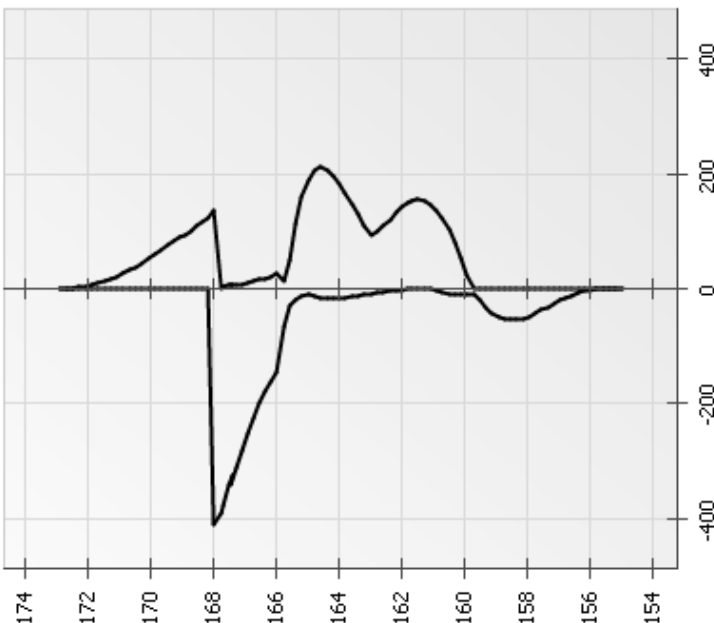

AFFAIRE TEA240012		TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 2	
SYNTHESE PHASAGE			
<div>Phase initiale</div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,70 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div>&lt;</div></div></div>			

<div><div><div>K-Réa v4</div><div>v.4.0.31</div></div></div>		<div><div>AFFAIRE TEA240012</div><div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 2</div></div>	
<div>SYNTHESE PHASAGE</div>			
<div><div>Phase 3 : Phase transitoire</div><div><div><div><div>↑</div><div><div>169,50 m</div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div></div></div></div>	<div><div>Phase 4 : Phase transitoire</div><div><div><div><div>↑</div><div><div>169,50 m</div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div></div></div></div>	<div><div>Phase 5 : Phase transitoire</div><div><div><div><div>↑</div><div><div>172,90 m</div><div>169,50 m</div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div></div></div></div>	<div><div><math>\phi</math>,d [°] = 30,00</div><div>dc,d [kN/m²/m] = 0,000</div><div>kay,d = 0,333</div><div>kac,d = 0,000</div><div>- Modification du tirant (côté gauche) : n°1</div><div>K [kN/m/m] = 13112</div><div>P [kN/m] = 460,00</div></div>
<div><div>- Options ELU (MISS):</div><div>Surexcavation : <math>\Delta a</math>,gauche [m] = 0,00    <math>\Delta a</math>,droite [m] = 0,00 position zD du point d'effort tranchant null : automatique</div><div>- Remblai (gauche) Couche 1: Remblai zt [m] = 169,50 <math>\phi</math> [°] = 30,00 dc [kN/m²/m] = 0,00 <math>\gamma</math> [kN/m³] = 19,50 kay = 0,333 kpy = 3,932 kac = 0,000 kpc = 0,000 ki = 0,500 kr = 0,500 kh [kN/m²/m] = 29669 pmax [kN/m/m] = 10000,00 ka,min = 0,100</div><div>Valeurs de calcul MISS: <math>\phi</math>,d [°] = 30,00 dc,d [kN/m²/m] = 0,000 kay,d = 0,333 kac,d = 0,000</div><div>Valeurs de calcul MEL: <math>\phi</math>,d [°] = 30,00 dc,d [kN/m²/m] = 0,000 kay,d = 0,333 kac,d = 0,000</div></div>	<div><div>- Options ELU (MISS):</div><div>Surexcavation : <math>\Delta a</math>,gauche [m] = 0,00    <math>\Delta a</math>,droite [m] = 0,00 position zD du point d'effort tranchant null : automatique</div><div>- Modification du tirant (côté gauche) : n°1</div><div>K [kN/m/m] = 1</div><div>P [kN/m] = 460,00</div></div>	<div><div>- Options ELU (MISS):</div><div>Surexcavation : <math>\Delta a</math>,gauche [m] = 0,00    <math>\Delta a</math>,droite [m] = 0,00 position zD du point d'effort tranchant null : automatique</div><div>- Excavation (côté droit) : zh [m] = 162,00</div><div>- Remblai (gauche) Couche 1: Remblai 2 Drainé zt [m] = 172,90 <math>\phi</math> [°] = 30,00 dc [kN/m²/m] = 0,000 <math>\gamma</math> [kN/m³] = 19,50 kay = 0,333 kpy = 3,932 kac = 0,000 kpc = 0,500 kr = 0,500 dkh [kN/m²/m/m] = 0 pmax [kN/m/m] = 10000,00 ka,min = 0,100</div><div>Valeurs de calcul MISS: <math>\phi</math>,d [°] = 30,00 dc,d [kN/m²/m] = 0,000 kay,d = 0,333 kac,d = 0,000</div><div>Valeurs de calcul MEL: <math>\phi</math>,d [°] = 30,00 dc,d [kN/m²/m] = 0,000 kay,d = 3,932 kpc,d = 0,000</div></div>	<div><math>\phi</math>,d [°] = 30,00 dc,d [kN/m²/m] = 0,000 kpy,d = 3,932 kpc,d = 0,000</div> <div>- Modification du tirant (côté gauche) : n°1</div> <div>K [kN/m/m] = 13112 P [kN/m] = 460,00</div>
<div><div><div><div>setec</div><div>terrassol</div></div></div></div>		<div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div>	

<div>  <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div> </div>	<div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 2</div>		
<div>SYNTHESE PHASAGE</div>			
<div> <div>Phase 6 : Phase durable</div> <div> <div> <div>↑</div> <div>172,90 m</div> <div>169,50 m</div> <div>167,90 m</div> <div>166,00 m</div> </div> <div> <div>Gauche</div> <div>Droite</div> </div> </div> </div>			
<div> <div>- Options ELU (MISS):</div> <div> <div>Surexcavation :</div> <div> <div><math>\Delta a_{\text{gauche}}</math> [m] = 0,00</div> <div><math>\Delta a_{\text{droite}}</math> [m] = 0,00</div> </div> <div>position zD du point d'effort tranchant nul : automatique</div> </div> <div> <div>- Surcharge de Caquot : (côté gauche) :</div> <div> <div><math>z</math> [m] = 172,70</div> <div><math>q</math> [kN/m/m] = 0,00</div> </div> <div>Nature: Permanente</div> </div> </div>			
<div> <div> <div> <div>setec</div> <div>terrassol</div> </div> </div> </div>	<div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div>		<div>Fichier de sauvegarde : V:\1_Affaires\2024\TEA240012_villefranche sur Saône_PCO\10_calculs\K-Realcas 2 (old 1) sans surcharge_sans rupture_indA.K4P imprimé le 17/04/2024 17:56 calculé le 17/04/2024 à 17:55</div> <div>calculé le 17/04/2024 17:55</div> <div>Page : 6</div>

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	-4,88	-5,41	-	OK	1,51	-
2	MISS	5,04	5,51	0,00	OK	-2,24	OK
3	MISS	34,59	25,16	21,82	OK	-20,46	OK
4	MISS	-463,94	-392,23	620,98	OK	149,04	OK
5	MISS	-330,75	-408,97	664,05	OK	243,62	OK
6	MISS	-330,75	-408,97	664,05	OK	243,62	OK
Extrema	-	-463,94	-408,97	664,05	-	-	-

Calcul réalisé par : TECHNOSOL

<div><div>K-Réa v4</div><div>v.4.0.31</div></div>		AFFAIRE TEA240012	
		TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 2	
RESULTATS (Enveloppe phases 1 à 6)			
<div></div>		<div>Moment [kNm/m]</div>  <div>Min = -463.94 - Max = 239.12</div>	<div>Effort Tranchant [kN/m]</div>  <div>Min = -408.97 - Max = 210.72</div>
		<div>Légende des graphiques :</div> <div><div>--- Valeurs ELS</div><div>--- Valeurs ELU</div><div>--- Eau</div></div>	
		Calcul réalisé par : TECHNOSOL	
<div><div> terrasol</div><div>setec</div></div>			

**AFFAIRE TEA240012**

## TEA240012 VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 2

## Vérifications

## COEFFICIENTS PARTIELS - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		MISS	MEL
Sol - Eau - Ecran		1,00	1,35
poussée limite du sol (Ypa)		1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)		1,00	1,35
poids propre de l'écran (Yw)		1,00	1,35

Efforts, sollicitations et butée mobilisée :  $YE = 1,35$ 

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

Actions		MISS	MEL
Surcharges appliquée sur le sol et t'écran		1,00	1,00
Sol - permanente (YG)		1,1	1,11
Sol - variable (YQ)		1,00	1,00
Ecran - permanente favorable (YG,inf)		1,00	1,35
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)		1,11	1,50
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)		1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol		
Cohésion effective ( $\gamma_c'$ )	1,00	MEL
Angle de frot. effectif ( $\gamma\varphi'$ )	1,00	1,00
Cohesion non drainée ( $\gamma_{cu}'$ )	1,00	1,00

	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

## RESULTATS DES VERIFICATIONS

## PHASE 1 - Transitoire

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

**Vérification du défaut de butée :**

**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle :  $z_0 = 167,50 \text{ m}$

Point de moment nul :  $z_c = 167,49 \text{ m}$

Côte du pied de l'écran :  $z_p = 155,00 \text{ m}$

$f_0 = z_0 - z_c = 0.01 \text{ m}$

$$fb = z0 - zp = 12.50 \text{ m}$$

$fb / f0 = 876.114 (> 1.2)$

## Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Contre-butée mobilisable sous zn :

Facteur de mobilisation :

Facileur de m...

Le défaut de butée est justifié pour cette phase

Le deraul de putee est justifie pot  
 Verification de l'equilibre vertical :

**Poids moyen P de l'écran :**

$P_d = 28.51 \text{ kN/m}$

$P_d = 28,31 \text{ kN/m}$   
Résultante verticale  $P_v$  des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Resultante verticale  
 $R_v = 27.01 \text{ kN/m}$

$P_{V,d} = -27,01 \text{ kN/m}$

Resultante verticale



$V_d = 0,00 \text{ kN/m}$


Resultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hau-



terrasol

**Calcul réalisé par : TECHNOSOL**

<div>  <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div> </div>	<div> <div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 2</div> </div>
<div>Vérifications</div> <div> <p>Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 2,24 kN/m vers le haut.</p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :            Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 478,52 kN/m      OK</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 3 - Transitoire</b>            L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée :</p> <p>Valeur caractéristique :    Bt,k = 402,32 kN/m            Valeur de calcul :         Bt,d = 543,14 kN/m</p> <p>Butée mobilisable :</p> <p>Valeur caractéristique :    Bm,k = 3846,65 kN/m            Valeur de calcul :         Bm,d = 3496,95 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran :            Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :            Pv,d = -235,65 kN/m</p> <p>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :            Tv,d = 356,18 kN/m</p> <p>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :            Fv,d = 0,00 kN/m    Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</p> <p>Résultante ELU des efforts verticaux :            Rv,d = 149,04 kN/m</p> <p><b>Charge verticale ELU de 149,04 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</b></p> <p><b>Équilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</b></p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :            Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 620,98 kN/m; Tdsb,d = 884,25 kN/m</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 5 - Transitoire</b>            L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée :</p> <p>Valeur caractéristique :    Bt,k = 462,42 kN/m            Valeur de calcul :         Bt,d = 624,27 kN/m</p> <p>Butée mobilisable :</p> <p>Valeur caractéristique :    Bm,k = 1987,02 kN/m            Valeur de calcul :         Bm,d = 1806,39 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran :            Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :            Pv,d = -165,78 kN/m</p> </div>	
<div>  </div>	<div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div>

<div><div>K-Réa v4</div><div>v.4.0.31</div></div>		AFFAIRE TEA240012	
		TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 2	
Vérifications			
<p>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :</p> <p>Tv,d = 380,88 kN/m</p> <p>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</p> <p>Résultante ELU des efforts verticaux :</p> <p>Rv,d = 243,62 kN/m</p> <p><b>Charge verticale ELU de 243,62 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</b></p> <p><b>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</b></p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :</p> <p>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 664,05 kN/m; Tdsb,d = 685,47 kN/m</p> <p>OK</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 6 - Durable</b></p> <p>L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée :</p> <p>Valeur caractéristique : Bt,k = 462,42 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bt,d = 624,27 kN/m</p> <p>Butée mobilisable :</p> <p>Valeur caractéristique : Bm,k = 1987,02 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bm,d = 1419,30 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran :</p> <p>Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Pv,d = -165,78 kN/m</p> <p>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :</p> <p>Tv,d = 380,88 kN/m</p> <p>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</p> <p>Résultante ELU des efforts verticaux :</p> <p>Rv,d = 243,62 kN/m</p> <p><b>Charge verticale ELU de 243,62 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</b></p> <p><b>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</b></p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :</p> <p>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 664,05 kN/m; Tdsb,d = 685,47 kN/m</p> <p>OK</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p>		Calcul réalisé par : TECHNOSOL	

## DONNEES

## GENERALITES :

166,00 m

**Nombre d'itérations par phase de calcul :**

**Prise en compte moments 2 ordre :**

## CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	dc [kN/m <sup>2</sup> /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m <sup>2</sup> /m]	dkh [kN/m <sup>2</sup> /m/m]	$\delta a/\phi$	$\delta p/\phi$	kay,min	P,max [kN/m/m]
Couche 2: Alluvions fines	167,70	21,00	11,00	30,00	10,00	0,000	0,500	0,333	3,932	0,500	0,500	1,155	4,985	5662	0	0,000	-0,330	0,100	10000,00
Couche 3: Alluvions grossières	168,00	21,00	11,00	40,00	0,00	0,000	0,357	0,217	7,373	0,357	0,357	0,000	0,000	87475	0	0,000	-0,330	0,100	10000,00

### Valeurs de calcul des paramètres de la loi de comportement

Couche	Comportement	MISS					MEL								
		$\varphi, d$ [ ° ]	$c, d$ [ kN/m <sup>2</sup> ]	$dc, d$ [ kN/m <sup>2</sup> /m ]	kay, d	kpy, d	kac, d	kpc, d	$\varphi, d$ [ ° ]	$c, d$ [ kN/m <sup>2</sup> ]	$dc, d$ [ kN/m <sup>2</sup> /m ]	kay, d	kpy, d	kac, d	kpc, d
Couche 2: Alluvions fines	Drainé	30,00	10,00	0,000	0,333	3,932	1,155	4,985	30,00	10,00	0,000	0,333	3,932	1,155	4,985
Couche 3: Alluvions grossières	Drainé	40,00	0,00	0,000	0,217	7,373	0,000	0,000	40,00	0,00	0,000	0,217	7,373	0,000	0,000

## CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [ m ]	EI [ kNm <sup>2</sup> /m ]	W [ kN/m/m ]
1	155,00	105795	1,18

Cote de la tête de l'écran : z0 =	172,90 m
-----------------------------------	----------



terrasol

**Calcul réalisé par : TECHNOSOL**

## DONNEES

TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	$\alpha$ [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	168,00	13112	0,00	35,00	10,25	9,50



**Calcul réalisé par : TECHNOSOL**

K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE TEA240012

TEA240012\_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 3

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [ ° ]	β [ ° ]	Roc	K0
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	30,00	0,00	1,000	0,500
Sol initial	Couche 3: Alluvions grossières	40,00	0,00	1,000	0,357
Remblaiement (Phase 2)	Remblai	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 3)	Couche 1: Remblai	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 5)	Couche 1: Remblai 2	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [ ° ]	δ/φ	Valeur
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	kac	30,00	0,000	1,155
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	kpc	30,00	-0,330	4,985

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [ kN/m² ]	α	EI [ kNm²/m ]	kh [ kN/m²/m ]
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	3500	0,500	105795	5662
Sol initial	Couche 3: Alluvions grossières	18000	0,330	105795	87475
Remblaiement (Phase 2)	Remblai	8000	0,330	105795	29669
Remblaiement (Phase 3)	Couche 1: Remblai	8000	0,330	105795	29669
Remblaiement (Phase 5)	Couche 1: Remblai 2	8000	0,330	105795	29669

terrassol

setec

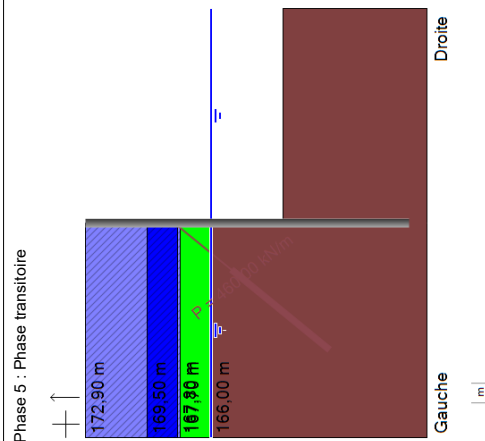
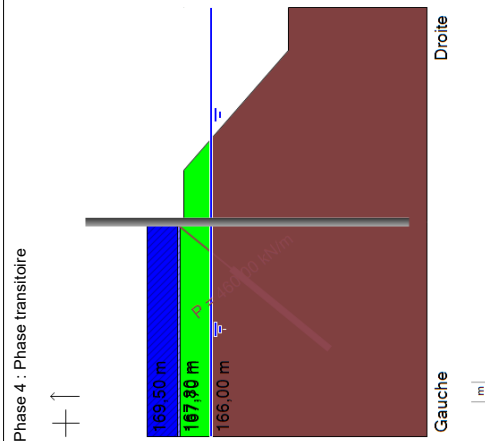
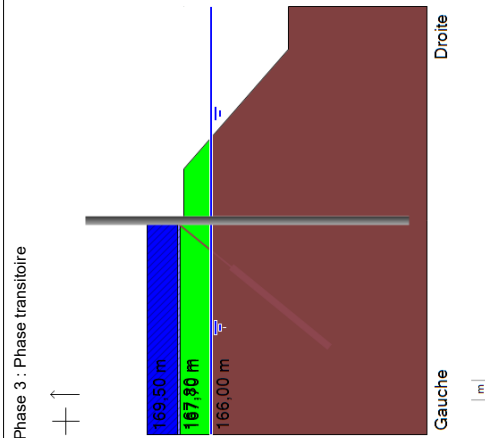
Calcul réalisé par : TECHNOSOL

<div><div><div><div></div><div>K-Réa v4</div><div>v.4.0.31</div></div></div><div>AFFAIRE TEA240012</div><div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 3</div></div>			
SYNTHESE PHASAGE			
<div><div>Phase initiale</div><div><div><div><div><div><div></div><div>167,70 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div>&lt;</div></div></div></div></div>			

**AFFAIRE TEA240012**

TEA240012 VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 3

## SYNTHESIS PHASAGE



- Options ELU (MISS):	
Surexcavation :	
Δa gauche [m] = 0,00	Δa droite [m] = 0,00
position zD du point d'effort tranchant nul : automatique	
- Remblai (gauche) Couche 1: Remblai	
zt [m] = 169,50	Drainé
φ [°] = 30,00	c [kN/m²] = 0,00
dc [kN/m²/m] = 0,000	γ' [kN/m³] = 9,50
γ [kN/m³] = 19,50	kav = 0,333
kac = 0,000	kpy = 3,932
kpc = 0,000	ki = 0,500
kd = 0,500	kr = 0,500
kn [kN/m²/m] = 29669	kka [kN/m²/m/m] = 0
pmax [kN/m/m] = 10000,00	dx, min = 0,100
Valeurs de calcul MISS:	
qd [°] = 30,00	c, d [kN/m²] = 0,00
dc, d [kN/m²/m] = 0,000	
kay, d = 0,333	kpy, d = 3,932
kac, d = 0,000	kpc, d = 0,000
Valeurs de calcul MEL:	
qd [°] = 30,00	c, d [kN/m²] = 0,00
dc, d [kN/m²/m] = 0,000	
kay, d = 0,333	kpy, d = 3,932
kac, d = 0,000	kpc, d = 0,000

- Options ELU (MISS):  
 Surexavation :  
 $\Delta a_{\text{gauche}} [\text{m}] = 0,00$   $\Delta a_{\text{droite}} [\text{m}] = 0,00$   
 position 2D du point d'effort tranchant null : automatique
- Modification du tirant (côté gauche) :  $n^{\circ}1$   
 $K [\text{kN/mm}] = 1$   
 $P [\text{kN/m}] = 460,00$

- Options ELU (MISS):	
Surexcavation :	
$\Delta a_{\text{gauche}}$ [m] = 0,00	$\Delta a_{\text{droite}}$ [m] = 0,00
position zD du point d'effort tranchant null : automatique	
- Excavation (côté droit) :	
zh [m] = 162,00	
- Remblai (gauche) Couche 1: Remblai 2	
z1 [m] = 172,90	Drainé
$\phi$ [°] = 30,00	c [kN/m <sup>2</sup> ] = 0,00
dc [kN/m <sup>2</sup> /m] = 0,000	v [kN/m <sup>2</sup> ] = 9,50
v [kN/m <sup>2</sup> ] = 19,50	kay = 0,333
kac = 0,000	kpy = 3,932
kpc = 0,000	ki = 0,500
kd = 0,500	kr = 0,500
kh [kN/m <sup>2</sup> /m] = 29669	dKh [kN/m <sup>2</sup> /mm] = 0
pmax [kN/m <sup>2</sup> /m] = 10000,00	ka,min = 0,100
Valeurs de calcul MISS:	
$\phi_d$ [°] = 30,00	c,d [kN/m <sup>2</sup> ] = 0,00
dc,d [kN/m <sup>2</sup> /m] = 0,000	
kay,d = 0,333	kpy,d = 3,932
kac,d = 0,000	kpc,d = 0,000
Valeurs de calcul MEL:	

$\varphi, d$ [°] = 30,00	$c, d$ [kN/m <sup>2</sup> ] = 0,00
$d_c, d$ [kN/m <sup>2</sup> /m] = 0,000	
$k_{ay}, d$ = 0,333	$k_{py}, d$ = 3,932
$k_{ac}, d$ = 0,000	$k_{pc}, d$ = 0,000

Modification du tirant (côté gauche) : n°1


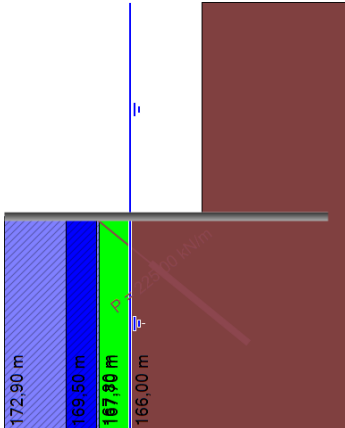

K [kN/m/mu] = 13112
P [kN/m] = 460,00



terrasol

setec

**Calcul réalisé par : TECHNOSOL**

 <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div>	<div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 3</div>		
<div>SYNTHESE PHASAGE</div>			
<div>Phase 6 : Phase durable</div> <div> <div> <div>↑</div> <div>172.90 m</div> <div>169.50 m</div> <div>167.90 m</div> <div>166.00 m</div> </div>  <div> <div>Gauche</div> <div>Droite</div> </div> <div>  m  </div> </div>			
<div> <div>- Options ELU (MISS):</div> <div>Surexcavation :</div> <div> <div><math>\Delta a_{\text{gauche}}</math> [m] = 0,00</div> <div><math>\Delta a_{\text{droite}}</math> [m] = 0,00</div> </div> <div>position zD du point d'effort tranchant nul : automatique</div> </div> <div> <div>- Surcharge de Caquot : (côté gauche) :</div> <div> <div>z [m] = 172,70</div> <div>q [kN/m/m] = 0,00</div> </div> <div>Nature: Variable</div> </div> <div> <div>- Modification du tirant (côté gauche) : n°1</div> <div> <div>K [kN/m/m] = 6556</div> <div>P [kN/m] = 225,00</div> </div> </div>			
	<div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div>		

K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE TEA240012

TEA240012\_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 3


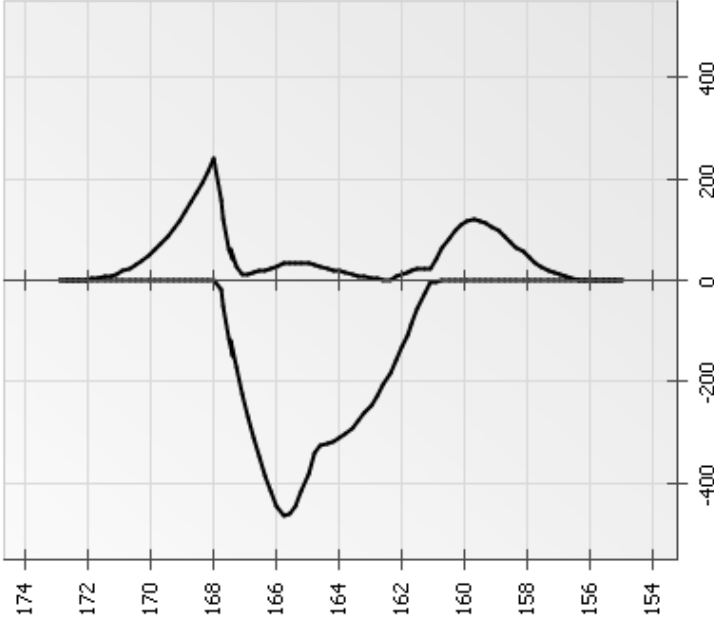
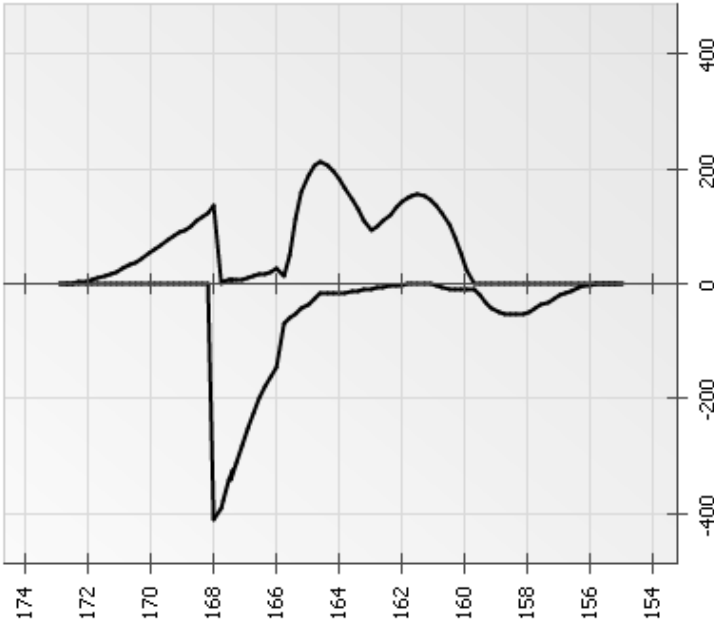

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	-4,88	-5,41	-	OK	1,51	-
2	MISS	5,04	5,51	0,00	OK	-2,24	OK
3	MISS	34,59	25,16	21,82	OK	-20,46	OK
4	MISS	-463,94	-392,23	620,98	OK	149,04	OK
5	MISS	-330,75	-408,97	664,05	OK	243,62	OK
6	MISS	-212,88	-234,08	414,24	OK	145,07	OK
Extrema	-	-463,94	-408,97	664,05	-	-	-



terrassol



setec

Calcul réalisé par : TECHNOSOL

AFFAIRE TEA240012	
TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 3	
RESULTATS (Enveloppe phases 1 à 6)	
 K-Réa v4 v.4.0.31	<div><div><div>Moment [kNm/m]</div><div>Min = -463.94 - Max = 239.12</div></div><div><div>Effort Tranchant [kN/m]</div><div>Min = -408.97 - Max = 210.72</div></div></div>
Légende des graphiques :	--- Valeurs ELS --- Valeurs ELU --- Eau
	Calcul réalisé par : TECHNOSOL
Fichier de sauvegarde : V:\1_Affaires\2024\TEA240012_villefranche sur Saône_PCO\10_calculs\K-Rea\cas 3 (old 2) sans surcharge_rupture de tirant.k4p    imprimé le 17/04/2024 17:59 calculé le 17/04/2024 à 17:57    calculé le 17/04/2024 17:57	



<div>  <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div> </div>	<div> <div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 3</div> </div>
<div> <div>Vérifications</div> <div> <p>Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 2,24 kN/m vers le haut.</p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :</p> <p>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 478,52 kN/m</p> <p>OK</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 3 - Transitoire</b></p> <p>L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée :</p> <p>Valeur caractéristique : Bt,k = 402,32 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bt,d = 543,14 kN/m</p> <p>Butée mobilisable :</p> <p>Valeur caractéristique : Bm,k = 3846,65 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bm,d = 3496,95 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran :</p> <p>Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Pv,d = -235,65 kN/m</p> <p>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :</p> <p>Tv,d = 356,18 kN/m</p> <p>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Fv,d = 0,00 kN/m</p> <p>Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</p> <p>Résultante ELU des efforts verticaux :</p> <p>Rv,d = 149,04 kN/m</p> <p><b>Charge verticale ELU de 149,04 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</b></p> <p><b>Équilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</b></p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :</p> <p>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 620,98 kN/m; Tdsb,d = 884,25 kN/m</p> <p>OK</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 5 - Transitoire</b></p> <p>L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée :</p> <p>Valeur caractéristique : Bt,k = 462,42 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bt,d = 624,27 kN/m</p> <p>Butée mobilisable :</p> <p>Valeur caractéristique : Bm,k = 1987,02 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bm,d = 1806,39 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran :</p> <p>Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Pv,d = -165,78 kN/m</p> </div> </div>	
<div> <div>  <div> <div>terrassol</div> <div>setec</div> </div> </div> </div>	<div> <div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div> </div>

<div>  <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div> </div> <div> <div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 3</div> </div>	<div>Vérifications</div> <div> <div> <div>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :</div> <div>Tv,d = 380,88 kN/m</div> </div> <div> <div>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :</div> <div>Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</div> </div> <div> <div>Résultante ELU des efforts verticaux :</div> <div>Rv,d = 243,62 kN/m</div> </div> <div> <div>Charge verticale ELU de 243,62 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</div> <div>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</div> <div>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</div> </div> <div> <div>Liste des situations étudiées :</div> <div>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 664,05 kN/m; Tdsb,d = 685,47 kN/m</div> <div>OK</div> </div> <div> <div>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</div> </div> <div> <div>PHASE 6 - Durable</div> <div>L'écran est considéré ancré.</div> <div>La butée pour cette phase est considérée à droite.</div> <div>Vérification du défaut de butée :</div> <div>Butée mobilisée :</div> <div>Valeur caractéristique : Bt,k = 450,71 kN/m</div> <div>Valeur de calcul : Bt,d = 608,46 kN/m</div> <div>Butée mobilisable :</div> <div>Valeur caractéristique : Bm,k = 1987,02 kN/m</div> <div>Valeur de calcul : Bm,d = 1419,30 kN/m</div> <div>Bt,d &lt; Bm,d</div> <div>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</div> <div>Vérification de l'équilibre vertical :</div> <div>Poids propre P de l'écran :</div> <div>Pd = 28,51 kN/m</div> <div>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :</div> <div>Pv,d = -121,04 kN/m</div> <div>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :</div> <div>Tv,d = 237,60 kN/m</div> <div>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :</div> <div>Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</div> <div>Résultante ELU des efforts verticaux :</div> <div>Rv,d = 145,07 kN/m</div> <div>Charge verticale ELU de 145,07 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</div> <div>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</div> <div>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</div> <div>Liste des situations étudiées :</div> <div>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 414,24 kN/m; Tdsb,d = 508,29 kN/m</div> <div>OK</div> <div>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</div> </div> </div>	<div> <div>  <div> <div>terrasol</div> <div>setec</div> </div> </div> <div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div> </div>
---	--	---



K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE TEA240012

TEA240012\_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4

DONNEES

TIRANT	Phase	za [ m ]	K [ kN/m/m ]	P [ kN/m ]	$\alpha$ [ ° ]	Lu [ m ]	Ls [ m ]
1	2	168,00	13112	0,00	35,00	10,25	9,50

terrassol

setec

Calcul réalisé par : TECHNOSOL

K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE TEA240012

TEA240012\_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [ ° ]	β [ ° ]	Roc	K0
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	30,00	0,00	1,000	0,500
Sol initial	Couche 3: Alluvions grossières	40,00	0,00	1,000	0,357
Remblaiement (Phase 2)	Remblai	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 3)	Couche 1: Remblai	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 5)	Couche 1: Remblai 2	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [ ° ]	δ/φ	Valeur
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	kac	30,00	0,000	1,155
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	kpc	30,00	-0,330	4,985

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [ kN/m² ]	α	Ei [ kN/m²/m ]	kh [ kN/m²/m ]
Sol initial	Couche 2: Alluvions fines	3500	0,500	105795	5662
Sol initial	Couche 3: Alluvions grossières	18000	0,330	105795	87475
Remblaiement (Phase 2)	Remblai	8000	0,330	105795	29669
Remblaiement (Phase 3)	Couche 1: Remblai	8000	0,330	105795	29669
Remblaiement (Phase 5)	Couche 1: Remblai 2	8000	0,330	105795	29669


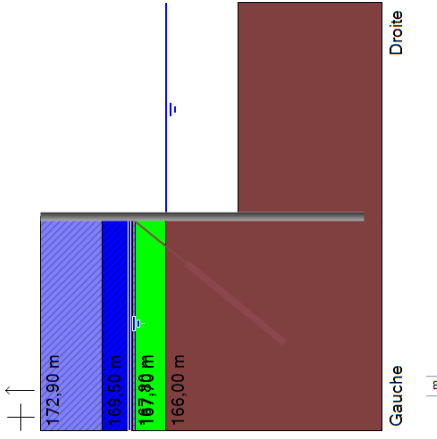

terrassol

setec

Calcul réalisé par : TECHNOSOL

AFFAIRE TEA240012		TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4	
SYNTHESE PHASAGE			
<div>Phase initiale</div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,70 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div>	<div>Phase 1 : Phase transitoire</div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,70 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div>	<div>Phase 2 : Phase transitoire</div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div>	<div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div>Gauche</div><div>Droite</div></div><div><div>  m  </div></div></div></div> <div><div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div><div><div>167,90 m</div><div>16</div></div></div></div>

<div><div><div><div><div></div><div>K-Réa v4</div></div><div>v.4.0.31</div></div></div><div>AFFAIRE TEA240012</div><div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4</div></div>		SYNTHESE PHASAGE	
<div>Phase 3 : Phase transitoire</div> <div><div><div><div><div><div><div><div><div><div></div><div>169,50 m</div><div>167,90 m</div><div>166,00 m</div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div>			

 <div> <div>K-Réa v4</div> <div>v.4.0.31</div> </div>	<div>AFFAIRE TEA240012</div> <div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4</div>
<div>SYNTHESE PHASAGE</div>	
<div>Phase 6 : Phase durable</div> <div>  </div>	
<div>Options ELU (MISS):</div> <div>Surexcavation :</div> <div> <div> <div><math>\Delta a</math> gauche [m] = 0,00</div> <div><math>\Delta a</math> droite [m] = 0,00</div> </div> <div>position zD du point d'effort tranchant nul : automatique</div> </div> <div>Surcharge de Caquot : (côté gauche) :</div> <div> <div>z [m] = 172,70</div> <div>q [kN/m/m] = 0,00</div> </div> <div>Nature: Variable</div> <div>Action hydraulique : (gauche)</div> <div>zw [m] = 168,00</div>	
<div>  <div> <div>terrasol</div> <div>setec</div> </div> </div>	<div>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</div>

K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE TEA240012

TEA240012\_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	-4,88	-5,41	-	OK	1,51	-
2	MISS	5,04	5,51	0,00	OK	-2,24	OK
3	MISS	34,59	25,16	21,82	OK	-20,46	OK
4	MISS	-463,94	-392,23	620,98	OK	149,04	OK
5	MISS	-330,75	-408,97	664,05	OK	243,62	OK
6	MISS	-369,83	-407,32	669,17	OK	229,21	OK
Extrema	-	-463,94	-408,97	669,17	-	-	-

terrassol

setec

Calcul réalisé par : TECHNOSOL

<div><div><div><div></div><div>K-Réa v4</div><div>v.4.0.31</div></div></div><div>AFFAIRE TEA240012</div><div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4</div></div>		RESULTATS (Enveloppe phases 1 à 6)	
<div>Moment [kNm/m]</div> <div>Min = -463.94 - Max = 267.44</div>		<div>Effort Tranchant [kN/m]</div> <div>Min = -408.97 - Max = 210.72</div>	
Légende des graphiques :		--- Valeurs ELS	
		--- Valeurs ELU	
		--- Eau	
<div><div><div><div></div><div>terrasol</div></div><div><div></div><div>setec</div></div></div></div>		Calcul réalisé par : TECHNOSOL	

**AFFAIRE TEA240012**

TEA240012 VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4

## Vérifications

**COEFFICIENTS PARTIELS - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)**

Actions		MISS	MEL
Sol - Eau - Ecran			
	poussée limite du sol (Yp)	1,00	1,35
	pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
	poids propre de l'écran (Yw)	1,00	1,35

Efforts, sollicitations et butée mobilisée :  $YE = 1,35$ 

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

Actions		MISS	MEL
Surcharges appliquée sur le sol et t'écran			
Sol - permanente (YG)		1,00	1,00
Sol - variable (YQ)		1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)		1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)		1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)		1,11	1,50

Paramètre de résistance		MEL
Paramètres du sol		MISS
Cohésion effective ( $c'$ )		1,00
Angle de frot. effectif ( $\varphi'$ )		1,00
Cohesion non drainée ( $c_{cu}$ )		1,00

	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb.D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb.T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

## RESULTATS DES VERIFICATIONS

## PHASE 1 - Transitoire

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

a butée pour cette phase est considérée à droite.

**Vérification du défaut de butée :**

**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle :  $z_0 = 167,50 \text{ m}$ Point de pression huile :  $Z_0 = 107,30 \text{ m}$   
Point de moment nul :  $Z_0 = 167,40 \text{ m}$ 

Point de moment nul :  $z_c = 167,49 \text{ m}$   
 Côté de rive de l'écluse :  $z_c = 155,00 \text{ m}$

Cote au pied de l'écran :  $z_p = 135,00 \text{ m}$

$t_0 = z_0 - z_c = 0,01 \text{ m}$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
0	0	0	10,52
0,01	0	0	10,52
0,02	0	0	10,52
0,03	0	0	10,52
0,04	0	0	10,52
0,05	0	0	10,52
0,06	0	0	10,52
0,07	0	0	10,52
0,08	0	0	10,52
0,09	0	0	10,52
0,10	0	0	10,52
0,11	0	0	10,52
0,12	0	0	10,52
0,13	0	0	10,52
0,14	0	0	10,52
0,15	0	0	10,52
0,16	0	0	10,52
0,17	0	0	10,52
0,18	0	0	10,52
0,19	0	0	10,52
0,20	0	0	10,52
0,21	0	0	10,52
0,22	0	0	10,52
0,23	0	0	10,52
0,24	0	0	10,52
0,25	0	0	10,52
0,26	0	0	10,52
0,27	0	0	10,52
0,28	0	0	10,52
0,29	0	0	10,52
0,30	0	0	10,52
0,31	0	0	10,52
0,32	0	0	10,52
0,33	0	0	10,52
0,34	0	0	10,52
0,35	0	0	10,52
0,36	0	0	10,52
0,37	0	0	10,52
0,38	0	0	10,52
0,39	0	0	10,52
0,40	0	0	10,52
0,41	0	0	10,52
0,42	0	0	10,52
0,43	0	0	10,52
0,44	0	0	10,52
0,45	0	0	10,52
0,46	0	0	10,52
0,47	0	0	10,52
0,48	0	0	10,52
0,49	0	0	10,52
0,50	0	0	10,52
0,51	0	0	10,52
0,52	0	0	10,52
0,53	0	0	10,52
0,54	0	0	10,52
0,55	0	0	10,52
0,56	0	0	10,52
0,57	0	0	10,52
0,58	0	0	10,52
0,59	0	0	10,52
0,60	0	0	10,52
0,61	0	0	10,52
0,62	0	0	10,52
0,63	0	0	10,52
0,64	0	0	10,52
0,65	0	0	10,52
0,66	0	0	10,52
0,67	0	0	10,52
0,68	0	0	10,52
0,69	0	0	10,52
0,70	0	0	10,52
0,71	0	0	10,52
0,72	0	0	10,52
0,73	0	0	10,52
0,74	0	0	10,52
0,75	0	0	10,52
0,76	0	0	10,52
0,77	0	0	10,52
0,78	0	0	10,52
0,79	0	0	10,52
0,80	0	0	10,52
0,81	0	0	10,52
0,82	0	0	10,52
0,83	0	0	10,52
0,84	0	0	10,52
0,85	0	0	10,52
0,86	0	0	10,52
0,87	0	0	10,52
0,88	0	0	10,52
0,89	0	0	10,52
0,90	0	0	10,52
0,91	0	0	10,52
0,92	0	0	10,52
0,93	0	0	10,52
0,94	0	0	10,52
0,95	0	0</	

 $z_b = z_0 - z_p = 12,50 \text{ m}$ fb / f0 = 876,114 ( $\geq 1,2$ )

**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

### Contre-butée nécessaire à l'équilibre

Contre-butée mobilisable sous zn :

**Facteur de mobilisation :**

$$C_{m,d} \geq C_{t,d}$$

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de l'écran :

$P_d = 28,51 \text{ kN/m}$

Résultante verticale  $P_v$  des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

 $P_{v,d} = -27.01 \text{ kN/m}$ 

Résultante verticale  $T_v$  des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

$Tvd = 0.00 \text{ kN/m}$

**Résultante verticale**

Ex:  $d = 0.00 \text{ kN/m}$   $V_0 =$  valeur dépendant de la nature de chaque action

$FV_1, q = 0,00$  KIV/III IQ = valeur dépendant de la nature de chaque action;



terrasol

Calcul réalisé par : TECHNOSOL

AFFAIRE TEA240012		K-Réa v4 v.4.0.31
TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4		
Vérifications		
<p>Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 2,24 kN/m vers le haut.</p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :</p> <p>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 478,52 kN/m</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 3 - Transitoire</b></p> <p>L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée :</p> <p>Valeur caractéristique : Bt,k = 402,32 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bt,d = 543,14 kN/m</p> <p>Butée mobilisable :</p> <p>Valeur caractéristique : Bm,k = 3846,65 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bm,d = 3496,95 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran :</p> <p>Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Pv,d = -61,49 kN/m</p> <p>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :</p> <p>Tv,d = 12,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :</p> <p>Fv,d = 0,00 kN/m</p> <p>Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</p> <p>Résultante ELU des efforts verticaux :</p> <p>Rv,d = -20,46 kN/m</p> <p><b>Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 20,46 kN/m vers le haut.</b></p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées :</p> <p>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 21,82 kN/m; Tdsb,d = 556,49 kN/m</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 4 - Transitoire</b></p> <p>L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée :</p>	<p>Valeur caractéristique : Bt,k = 496,95 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bt,d = 670,89 kN/m</p> <p>Butée mobilisable : </p> <p>Valeur caractéristique : Bm,k = 3846,65 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bm,d = 3496,95 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran : </p> <p>Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran : </p> <p>Pv,d = -235,65 kN/m</p> <p>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran : </p> <p>Tv,d = 356,18 kN/m</p> <p>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran : </p> <p>Fv,d = 0,00 kN/m</p> <p>Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</p> <p>Résultante ELU des efforts verticaux : </p> <p>Rv,d = 149,04 kN/m</p> <p><b>Charge verticale ELU de 149,04 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</b></p> <p><b>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</b></p> <p><b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées : </p> <p>Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 620,98 kN/m; Tdsb,d = 884,25 kN/m</p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 5 - Transitoire</b></p> <p>L'écran est considéré ancré.</p> <p>La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b></p> <p>Butée mobilisée : </p> <p>Valeur caractéristique : Bt,k = 462,42 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bt,d = 624,27 kN/m</p> <p>Butée mobilisable : </p> <p>Valeur caractéristique : Bm,k = 1987,02 kN/m</p> <p>Valeur de calcul : Bm,d = 1806,39 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b></p> <p><b>Vérification de l'équilibre vertical :</b></p> <p>Poids propre P de l'écran : </p> <p>Pd = 28,51 kN/m</p> <p>Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran : </p> <p>Pv,d = -165,78 kN/m</p>	OK
Calcul réalisé par : TECHNOSOL		

<div><div><div><div><div></div><div>K-Réa v4</div></div><div>v.4.0.31</div></div></div><div><div>AFFAIRE TEA240012</div><div>TEA240012_VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE - CAS 4</div></div></div>		<div><div><div><div></div><div>Vérifications</div></div></div></div>	
<p>Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran : Tv,d = 380,88 kN/m</p> <p>Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran : Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</p> <p>Résultante ELU des efforts verticaux : Rv,d = 243,62 kN/m</p> <p><b>Charge verticale ELU de 243,62 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</b> <b>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</b> <b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées : Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 664,05 kN/m; Tdsb,d = 685,47 kN/m <b>OK</b></p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p> <p><b>PHASE 6 - Durable</b> L'écran est considéré ancré. La butée pour cette phase est considérée à droite.</p> <p><b>Vérification du défaut de butée :</b> Butée mobilisée : Valeur caractéristique : Bt,k = 566,55 kN/m Valeur de calcul : Bt,d = 764,84 kN/m Butée mobilisable : Valeur caractéristique : Bm,k = 1987,02 kN/m Valeur de calcul : Bm,d = 1419,30 kN/m</p> <p><b>Bt,d &lt; Bm,d</b></p> <p><b>Le défaut de butée est justifié pour cette phase.</b> <b>Vérification de l'équilibre vertical :</b> Poids propre P de l'écran : Pd = 28,51 kN/m Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran : Pv,d = -183,13 kN/m Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran : Tv,d = 383,82 kN/m Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran : Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.</p> <p>Résultante ELU des efforts verticaux : Rv,d = 229,21 kN/m</p> <p><b>Charge verticale ELU de 229,21 kN/m à transmettre en pied de l'écran.</b> <b>Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.</b> <b>Vérification du massif d'ancrage : Kranz</b></p> <p>Liste des situations étudiées : Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 669,17 kN/m; Tdsb,d = 760,03 kN/m <b>OK</b></p> <p><b>La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.</b></p>		<div><div><div><div></div><div>terrasol</div></div><div>setec</div></div></div>	
<b>Calcul réalisé par : TECHNOSOL</b>		Fichier de sauvegarde : V:\1_Affaires\2024\TEA240012_villefranche sur Saône_PCO10_calculs\...cas 4 - sans surcharge_avec un gradient hydraulique_indA.k4p calculé le 17/04/2024 17:59 imprimé le 17/04/2024 18:00	

SIÈGE SOCIAL - 01 69 09 14 51 - [contact@technosol-gengis.fr](mailto:contact@technosol-gengis.fr)  
13, route de la Grange aux Cercles - 91160 Ballainvilliers

**technosol-gengis.fr**

SAS au capital de 120 000 € - APE : 7112B  
Siret : 972 200 661 00015 - TVA : FR78 972 200 661

AGENCE  
ÎLE-DE-FRANCE

13, route de la Grange aux Cercles  
91160 Ballainvilliers  
01 69 09 14 51  
[paris@technosol-gengis.fr](mailto:paris@technosol-gengis.fr)

AGENCE  
BASSE-NORMANDIE

1 rue Ampère  
14120 Mondeville  
02 31 73 63 30  
[caen@technosol-gengis.fr](mailto:caen@technosol-gengis.fr)

AGENCE  
HAUTE-NORMANDIE

10, rue des Jardiniers  
76000 Rouen  
02 35 66 22 30  
[rouen@technosol-gengis.fr](mailto:rouen@technosol-gengis.fr)

AGENCE  
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

5, rue des Essarts  
69500 Bron  
04 87 91 55 28  
[lyon@technosol-gengis.fr](mailto:lyon@technosol-gengis.fr)

AGENCE  
NOUVELLE-AQUITAINE

4, voie Romaine  
33610 Canéjan  
05 33 09 27 70  
[bordeaux@technosol-gengis.fr](mailto:bordeaux@technosol-gengis.fr)