

TEREOS



Rapport

Expertise des digues des bassins – Sucrerie d'Escaudœuvres (59)

Additif au rapport G5 – Année 2021



Rapport n°110321 /A – 28 Avril 2021

Antea Group – Agrément 59-d suivant l'arrêté du 29 octobre 2020

Projet suivi par Maxime MARTHE – 06.22.64.64.84 – maxime.marthe@anteagroup.com

Fiche signalétique

Expertise des digues des bassins – Sucrerie d'Escaudœuvres (59) Additif au rapport G5 – Année 2021

CLIENT	SITE
TEREOS FRANCE	Sucrerie d'Escaudœuvres (59)
11, Parvis de Rotterdam 59777 LILLE	99, rue d'Erre 59161 ESCAUDŒUVRES
	M. David LECOMTE Directeur de l'usine david.lecomte@tereos.com 06.61.38.36.96

RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet	Maxime MARTHE
Interlocuteur commercial	Maxime MARTHE
	Implantation de Lille
Implantation chargée du suivi du projet	03.20.43.25.55 secretariat.lille-fr@anteagroup.com
Rapport n°	A110321
Version n°	A
Votre commande et date	Commande n°4701370652
Projet n°	NPCP200121

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	LE GOAS Pierre	Ingénieur d'études	16/04/2021	
Vérification	Marthe Maxime	Supérieur / Sachant	16/04/2021	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	29/04/2021	43	1	Version initiale

Sommaire

1.	Contexte et objectifs de l’étude	7
1.1.	Objectifs de la mission confiée à Antea Group	7
1.2.	Fonction et situation des bassins objets de l’étude	8
1.2.1.	Situation des bassins étudiés	8
1.2.2.	Configuration du site d’Escaudœuvres	9
2.	Données 2021	10
2.1.	Programme de reconnaissance	10
2.2.	Résultats des investigations	10
2.2.1.	Essais CPT	10
2.3.	Corrélations retenues.....	12
2.4.	Géométrie	13
2.5.	Méthodologie et calculs de stabilité au glissement	14
2.5.1.	Méthode de calcul	14
2.5.2.	Surcharges.....	15
2.5.3.	Niveaux de remplissage	15
2.6.	Scénarii étudiés	16
2.7.	Limites de l’étude	19
2.8.	Conditions sismiques.....	19
3.	Bassin La Hutte	20
3.1.	Caractéristiques du bassin.....	20
3.2.	Création de la digue séparative LA HUTTE	23
3.2.1.	Conception de la digue séparative LA HUTTE	24
3.2.2.	Stabilité au glissement	25
3.3.	Renforcement de la crête de digue de la Hutte 2	26
3.3.1.	Description des travaux	26
3.3.2.	Localisation de la digue LA HUTTE 2	27
3.3.3.	Coupe de la digue renforcée	28
3.3.4.	Modèle géotechnique	28
3.3.5.	Stabilité au glissement	29
4.	Recyclage Est	30
4.1.	Modèle géotechnique Recyclage Est.....	31
4.2.	Stabilité au glissement	31
4.3.	Avis d’expertise	31
5.	Bassin 10	33

5.1. Renforcement de la digue extérieure	33
5.1.1. Localisation de la digue concernée par le masque granulaire	34
5.1.2. Mode d'exécution des travaux.....	35
5.1.3. Modèle géotechnique	37
5.1.4. Stabilité au glissement	38
5.2. Renforcement de la digue de séparation entre les bassins 10 et 11	39
5.2.1. Localisation de la digue concernée	40
5.2.2. Modalités d'aménagements	40
5.2.3. Modèle géotechnique	42
5.2.4. Stabilité au glissement	42
6. Synthèse de la note additive	43

Table des figures

Figure 1 : Plan de situation des sites par rapport à la sucrerie	8
Figure 2 : Plan IGN et localisation des bassins en exploitation du site d'Escaudœuvres.....	9
Figure 3 : Position des CPT au droit de la digue Est du bassin Recyclage	11
Figure 4 : Synthèse des résistances q_c obtenues sur les CPT du bassin Recyclage – digue Est (Mars 2021).....	11
Figure 5 : Plan topographique de 2016 – bassins d'Escaudœuvres	13
Figure 6 : Modélisation d'une surcharge en crête de digue	15
Figure 7 : Vue générale du bassin depuis l'angle Nord-Ouest	20
Figure 8 : Caractéristiques du bassin actuel.....	20
Figure 9 : Bassin La Hutte 1, digue Ouest (17/12/2020)	21
Figure 10 : Bassin La Hutte 1, digue Ouest, sondage	21
Figure 11 : Bassin la Hutte 1, digue Ouest, coupe schématique	22
Figure 12 : Caractéristiques des futurs bassins LA HUTTE	23
Figure 13 : Localisation de la digue séparative	23
Figure 14 : Raccordement sur la digue existante du bassin Radicelle	24
Figure 15 : Profil type de la digue.....	25
Figure 16 : Présentation du log PD3 de 2016 (à gauche) et le CPT15 de 2020 (à droite)	26
Figure 17 : Localisation du linéaire de digue concerné	27
Figure 18 : Coupe schématique des travaux en déblais/remblais	28
Figure 19 : Piste entre les bassins recyclage et Lebrun	30
Figure 20 : Principe de drainage de la piste longeant la digue Est Recyclage.....	32
Figure 21 : Bassin 10, digue Ouest, pied de digue à rehausser - Janvier 2021.....	33
Figure 22 : Bassin 10, Digue Est, décapage de 20 cm en cours – Janvier 2021.....	34
Figure 23 : Linéaire de digue à renforcer en masque granulaire	34
Figure 24 : Configuration du masque granulaire.....	35
Figure 25 : Glissement du parement suite au décapage – comblement en masque granulaire	36
Figure 26 : Linéaire du pied de digue à réhausser	36
Figure 27 : Configuration du remblaiement du pied de digue sur le linéaire avec suintement	37
Figure 28 : Crête B11/B10 – ligne de fissuration en crête	39
Figure 29 : Coupe schématique de la digue intermédiaire entre B10 et B11	39
Figure 32 : Digue intermédiaire entre B10 et B11.....	40

Figure 30 : Coupe Talren actuelle au niveau de la digue intermédiaire entre B10 et B11	41
Figure 31 : Coupe Talren avec apport d’un contrefort en terre.....	41

Table des tableaux

Tableau 1 : Corrélations mécaniques retenues pour l’étude	12
Tableau 2 : Géométrie des digues types des différents bassins	14
Tableau 3 : Coefficients de sécurité partiels de l'approche 3 de l'Eurocode 7	14
Tableau 4 : Cotes de remplissage en eau maximum des bassins.....	15
Tableau 5 : La Hutte – Digue intermédiaire - Synthèse des calculs de stabilité sur Talren.....	25
Tableau 6 : Modèle géotechnique représentatif pour le bassin La Hutte 2 – linéaire Nord.....	28
Tableau 7 : La Hutte - Synthèse des calculs de stabilité sur Talren.....	29
Tableau 8 : Modèle géotechnique de la digue Est du bassin Recyclage basé sur CPT2R.....	31
Tableau 9 : Modèle géotechnique pour le bassin B10	37
Tableau 10 : Bassin B10 - Synthèse des calculs de stabilité sur Talren	38
Tableau 11 : Modèle géotechnique digue intermédiaire entre B10 et B11.....	42
Tableau 12 : Bassin B10 digue intermédiaire stabilité au glissement.....	42

Table des annexes

Annexe I :	Sondages pénétrométriques sur Radicelle Est
Annexe II :	Résultats des calculs TALREN

1. Contexte et objectifs de l'étude

1.1. Objectifs de la mission confiée à Antea Group

Tereos France, au sein de la sucrierie d'Escaudœuvres (59), stocke, dans des bassins, les terres issues du lavage des betteraves, ainsi que les eaux de process. Il y a 1 bassin sur le site d'Iwuy et 10 bassins sur le site d'Escaudœuvres qui sont encore en exploitation.

L'expertise des digues des bassins de la sucrierie a fait l'objet d'un rapport G5 référencé 104929/E et datant du 14/12/2020. La présente note apporte des compléments d'expertise portant les points suivants :

- La reconstitution d'une digue de séparation entre les bassins La Hutte 1 et La Hutte 2 ;
- Le renforcement de la partie supérieure de la digue du bassin La Hutte 2, permettant un remplissage avec une revanche réduite à 1,0 m (1,5 m jusqu'à présent) ;
- Le renforcement de la digue extérieure du bassin 10 en vue de sa remise en eau à la campagne 2021-2022 ;
- Le renforcement de la digue de séparation entre les bassins 10 et 11 suite à la fragilisation de cette dernière ;
- Le diagnostic de stabilité de la digue Est du bassin Recyclage suite aux travaux de déblaiement effectués durant l'année 2020.

Cette étude entre dans le cadre d'une étude géotechnique de diagnostic, mission G5, au sens de la norme NF P94-500 définissant l'enchaînement des missions géotechniques. Le présent rapport aborde en détail la stabilité au glissement des digues.

Cette note additive est indissociable du rapport d'expertise G5 n°104929/E de son rapport additif *Cotes de sûreté et cotes de danger* du 29/04/2021, rapport qui étudie en détail le comportement hydraulique des digues et définit leur niveau de sûreté vis-à-vis d'une rupture par érosion interne et par érosion externe.

Suivant l'arrêté du 29 octobre 2020, Agrément 59-3, portant agrément d'organismes intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques, Antea Group est agréé pour les études, diagnostics et suivi de travaux pour les barrages de classe C et digues, jusqu'au 30 décembre 2021.

1.2. Fonction et situation des bassins objets de l'étude

1.2.1. Situation des bassins étudiés

Les bassins, objets de l'étude, sont situés au nord-est du site de l'usine sucrière d'Escaudœuvres, à proximité de Cambrai, dans le département du Nord (59).

Le site d'Escaudœuvres exerce, entre autres, des activités saisonnières de production de sucre par extraction de la betterave sucrière. Suivant le process de la sucrerie, les betteraves sont brassées dans un lavoir, pour les séparer de la terre, de l'herbe et des pierres. Les eaux terreuses de lavage sont acheminées vers 2 sites de bassins de décantation.

Les 2 sites sont dénommés bassins d'Escaudœuvres et bassins d'Iwuy. Ils sont toutefois implantés sur différentes communes (Escaudœuvres, Eswars, Thun-Saint-Martin et Thun-l'Evêque).



Figure 1 : Plan de situation des sites par rapport à la sucrerie

1.2.2. Configuration du site d'Escaudœuvres

Le site d'Escaudœuvres est constitué de 10 bassins en exploitation :

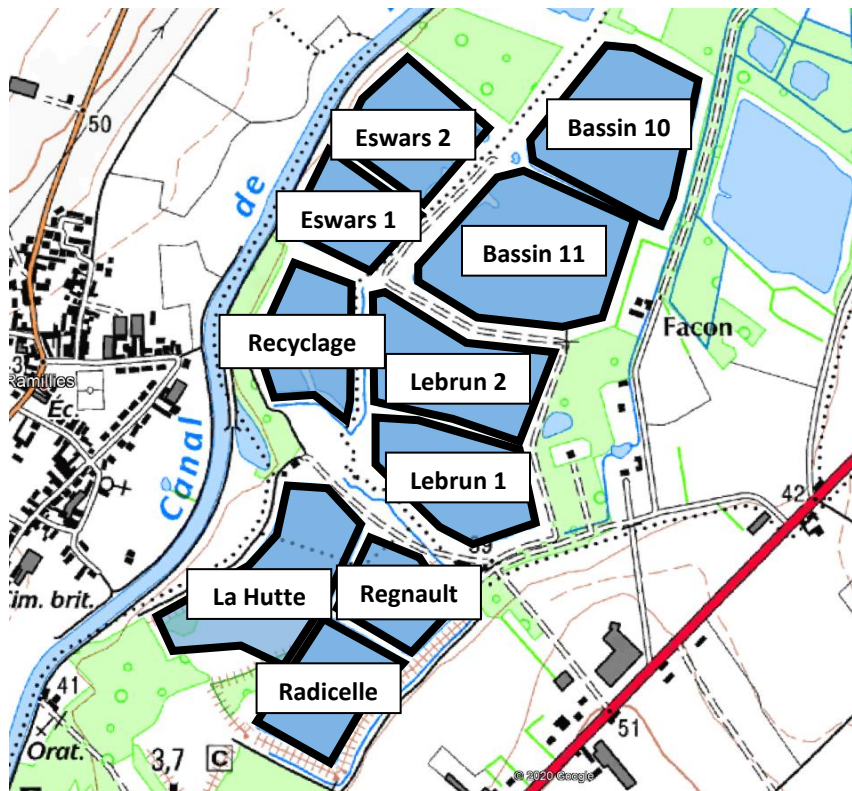


Figure 2 : Plan IGN et localisation des bassins en exploitation du site d'Escaudœuvres

2. Données 2021

2.1. Programme de reconnaissance

Outre les reconnaissances réalisées dans le cadre du programme de la mission G5, une campagne de sondages complémentaires a été menée Le 24 mars 2021.

Cette campagne a comporté la réalisation de 5 CPT (CPT1R à CPT5R) supplémentaires, de 10 ml chacun, effectués au droit de la digue Est du bassin Recyclage.

Remarques : les sondages sont des reconnaissances ponctuelles et ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains. Leur implantation et leur densité, guidées par la connaissance que nous avons du site, permettent d'avoir une vision représentative de l'état des terrains, sans que l'on puisse exclure, entre deux sondages, l'existence d'une anomalie d'extension limitée qui aurait échappé aux mailles de nos investigations. Les profondeurs qui suivent sont exprimées en mètres par rapport au niveau de la crête de digue (m / Crête), rencontré au moment des reconnaissances de mai à décembre 2020.

2.2. Résultats des investigations

2.2.1. Essais CPT

On considère l'échelle de valeurs suivantes pour classer les terrains traversés selon leur résistance à la pénétration q_c :

- $q_c < 1$ MPa : résistance mécanique très faible ;
- $1 < q_c < 5$ MPa : résistance mécanique faible ;
- $5 \leq q_c \leq 10$ MPa : résistance mécanique moyenne.

Sur le bassin Recyclage, la décision a été prise de réaliser cinq sondages pénétrométriques statiques sur la digue Est en vue de la caractériser, de l'évaluer et de proposer un diagnostic. La densité est de 1 sondage tous les 50 mètres linéaires.



Figure 3 : Position des CPT au droit de la digue Est du bassin Recyclage

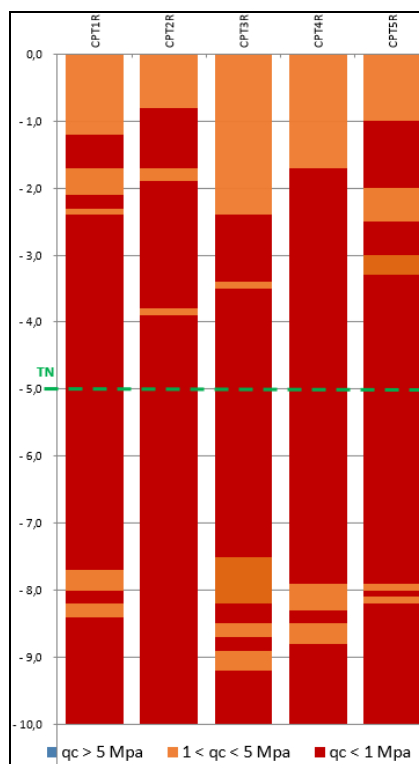


Figure 4 : Synthèse des résistances q_c obtenues sur les CPT du bassin Recyclage – digue Est (Mars 2021)

D'une manière générale, sur Recyclage, nous noterons, que les sols de fondation ainsi que les remblais de digues sont généralement de résistance médiocre, avec des valeurs q_c inférieures à 1 MPa.

Pour la suite de l'expertise, nous étudierons un profil représentatif de ce zonage pour le bassin Recyclage. Le sondage CPT2R est retenu, car jugé le plus défavorable.

2.3. Corrélations retenues

Les modèles géotechniques de calcul prennent en compte les CPT jugés défavorables. Les modèles sont décomposés par couches de sol de même nature et de même résistance. A partir des essais de cisaillement menés en laboratoire, les corrélations mécaniques suivantes sont retenues :

Type de sol	q_c (MPa)	C' (kPa)	ϕ' (°)
Argile très molle	0,3 à 0,5	8	20
Argile molle	0,5 à 0,7	10	20
Argile moyennement molle	0,8 à 1,0	12	20
Argile moyennement ferme	1,0 à 2,0	15	22
Argile ferme	2,0 à 4,0	18	24
Argile très ferme	> 4,0	25	24
Silt argileux très mou	0,5 à 0,7	5	28
Silt argileux mou	0,8 à 1,0	8	28
Silt argileux moyennement ferme	1,0 à 2,0	10	28
Silt argileux ferme	2,0 à 4,0	12	28
Silt sableux ferme	2,0 à 4,0	5	31
Silt sableux très ferme	> 4,0	5	34
Sable moyennement ferme	1,0 à 2,0	0	32
Sable ferme	2,0 à 4,0	1	34
Sable très ferme	> 4,0	2	36

Tableau 1 : Corrélations mécaniques retenues pour l'étude

Ces hypothèses sont jugées en adéquation avec les résultats obtenus en laboratoire. Sur les 22 essais réalisés en laboratoire, l'angle de frottement obtenu est toujours supérieur à 26°. Pour les sols mous, les caractéristiques mécaniques ont été fortement dégradée ($\phi' = 20^\circ$). Les cohésions retenues se trouvent dans la gamme des valeurs basses des résultats obtenus en laboratoire ($1 \leq C' \text{ (kPa)} \leq 24$).

2.4. Géométrie

A partir des plans topographiques établis par un géomètre expert, un profil « type » de digue est retenu pour chaque bassin. Les calculs de stabilité, menés sur TALREN V, sont réalisés suivant la géométrie de ces profils types.

Le site a fait un relevé topographique complet en 2016. Des relevés topographiques complémentaires ont été effectués en 2019 et en fin d'année 2020.

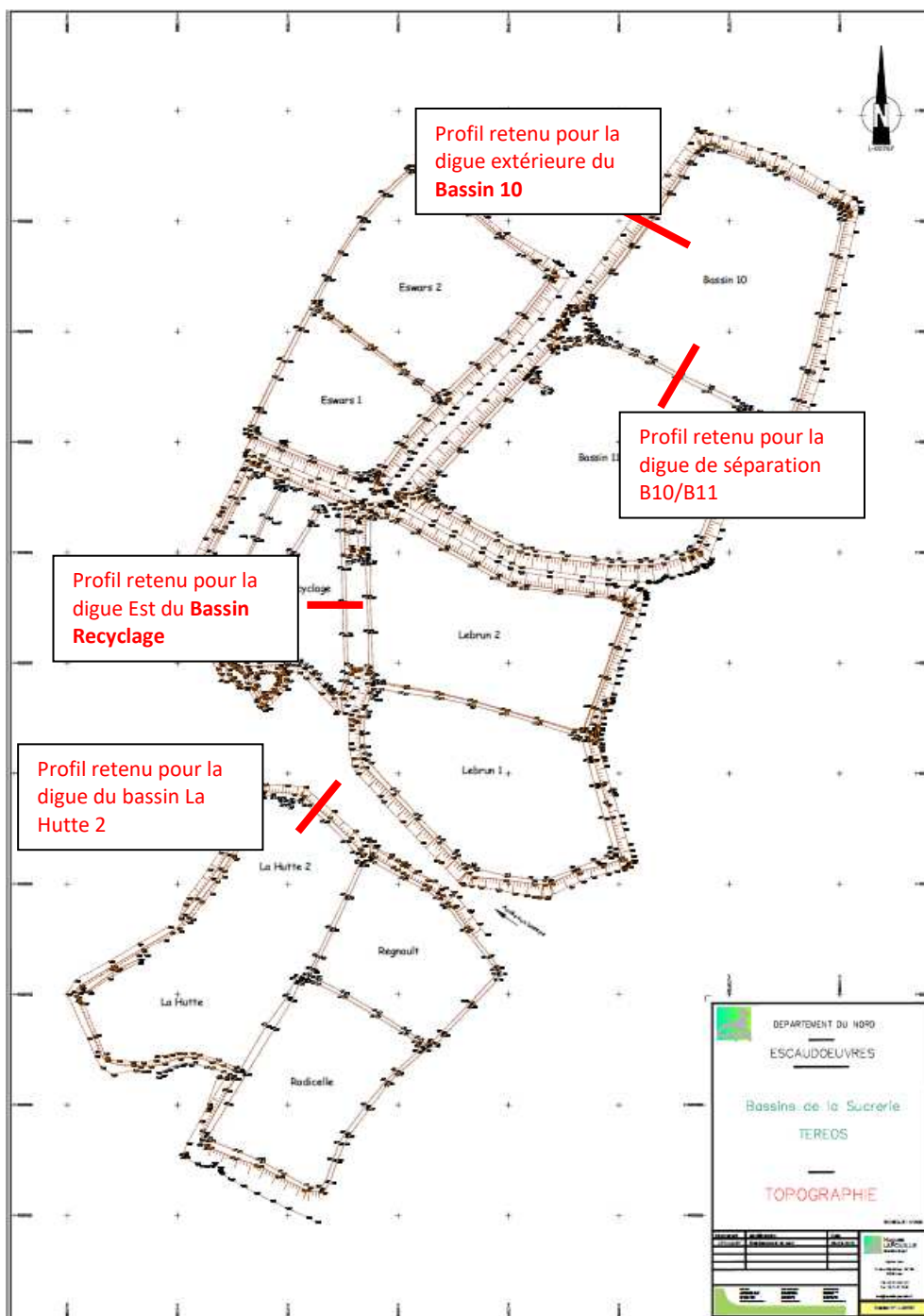


Figure 5 : Plan topographique de 2016 – bassins d'Escaudœuvres

Les géométries, prises en compte dans les modélisations, sont les suivantes :

Bassin	Hauteur (m) (crête – pied de digue aval)	Bathymétrie moyenne en avril 2021 (m) (crête – niveau moyen de terre dans le bassin)	Hauteur d'eau maximale (m)	Largeur de crête (m)	Pente intérieure	Pente extérieure
La Hutte Nord	6	3,2	2,2	5,5	66%	66%
La Hutte Ouest (CPT9)	6	3,2	2,2	10,0	66%	50%
Recyclage Est	7,15	4,0	3,0	5,0	66%	66%
Bassin 10 Ouest	9	2,5	< 0,5	5,5	66%	50%
Bassin 10 Sud (séparation avec B11)	9,4	1,0	< 0,5	5,5	66%	66%

Tableau 2 : Géométrie des digues types des différents bassins

2.5. Méthodologie et calculs de stabilité au glissement

2.5.1. Méthode de calcul

Afin de vérifier la stabilité du système vis-à-vis du glissement, les calculs numériques ont été réalisés avec le logiciel TALREN 5, développé par TERRASOL. Les calculs de la présente étude ont été menés avec la méthode des tranches de Bishop en rupture circulaire (type d'instabilité concernant les matériaux en présence).

Pour une surface potentielle de glissement, le calcul fournit le coefficient de sécurité, noté F , correspondant au rapport des efforts résistants (résistance au cisaillement du sol, renforcements...) sur les efforts moteurs (poids des terrains, écoulement de l'eau dans le sol...). Le coefficient de sécurité de l'ouvrage est donné par la surface de glissement la plus critique (F minimal).

Les calculs sont menés selon l'approche 3 de l'Eurocode 7, dont les coefficients de sécurité partiels sont les suivants :

A2 + M2 + R3	
Facteurs partiels A2 pour les actions γ_F ou effets des actions γ_E	
Action permanente défavorable γ_G	1,0
Action permanente favorable γ_G	1,0
Action variable défavorable γ_Q	1,3
Action variable favorable γ_Q	0
Facteurs partiels M2 pour les paramètres de sol γ_M	
Tangente de l'angle de frottement interne ϕ' ($\gamma_{\phi'}$)	1,25
Cohésion effective c' ($\gamma_{c'}$)	1,25
Cohésion non drainée c_u (γ_{cu})	1,4
Poids volumique γ (γ_γ)	1,0
Facteurs partiels R3 de la résistance (γ_R) pour les pentes	
Facteur partiel de la résistance $\gamma_{R,e}$	1,1

Tableau 3 : Coefficients de sécurité partiels de l'approche 3 de l'Eurocode 7

Le coefficient de modèle est pris égal à 1,10, correspondant à un ouvrage courant.

Dans nos calculs, nous chercherons à obtenir un coefficient de sécurité dit « long terme » :

- $F \geq 1,0$ à long terme,

Pour les situations calculatoires jugées très défavorables (saturation selon Kozeny), un coefficient de sécurité ramené à 0,85 est jugé satisfaisant. Cette situation est jugée stable à « court terme » si :

- $F \geq 0,85$ à court terme.

2.5.2. Surcharges

Nous avons modélisé une surcharge de 10 kPa répartie sur la largeur en crête de digue. Un accotement de 0,5 m a été respecté. Cette charge de 1 tonne par m^2 est plus défavorable que la circulation d'un engin lourd en crête de digue. Le niveau de surcharge respecte la préconisation du CFBR.

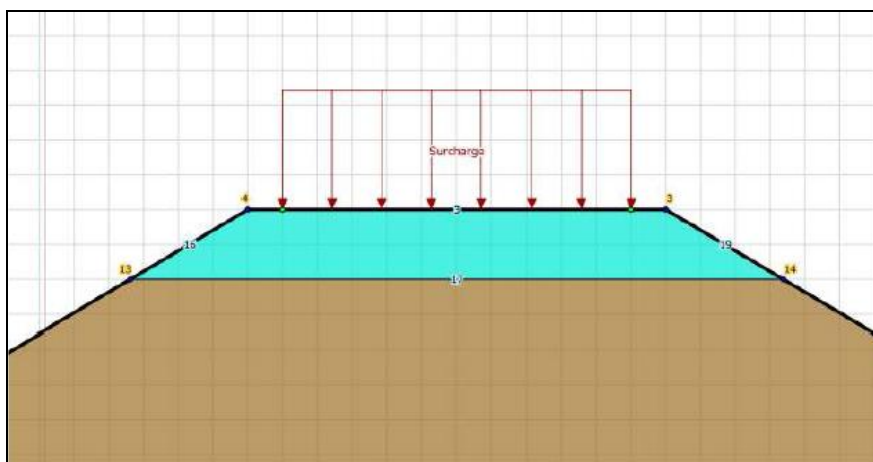


Figure 6 : Modélisation d'une surcharge en crête de digue

2.5.3. Niveaux de remplissage

Le niveau d'eau de bassin retenu dans les calculs est le niveau maximal de remplissage. En lien avec les calculs de cote de sûreté, la revanche retenue est de 1,0 m, en deçà du niveau de crête le plus bas.

Profil Digue	Revanche (m / crête)	Niveau max. d'exploitation (m NGF)
La Hutte	1,0	45,6
Recyclage Est	1,0	45,0
Bassin B10	1,0	46,3

Tableau 4 : Cotes de remplissage en eau maximum des bassins

2.6. Scénarii étudiés

Les scénarii étudiés sont les suivants :

2.6.1.1. Charge asymétrique d'eau entre deux bassins avec un niveau de saturation profond

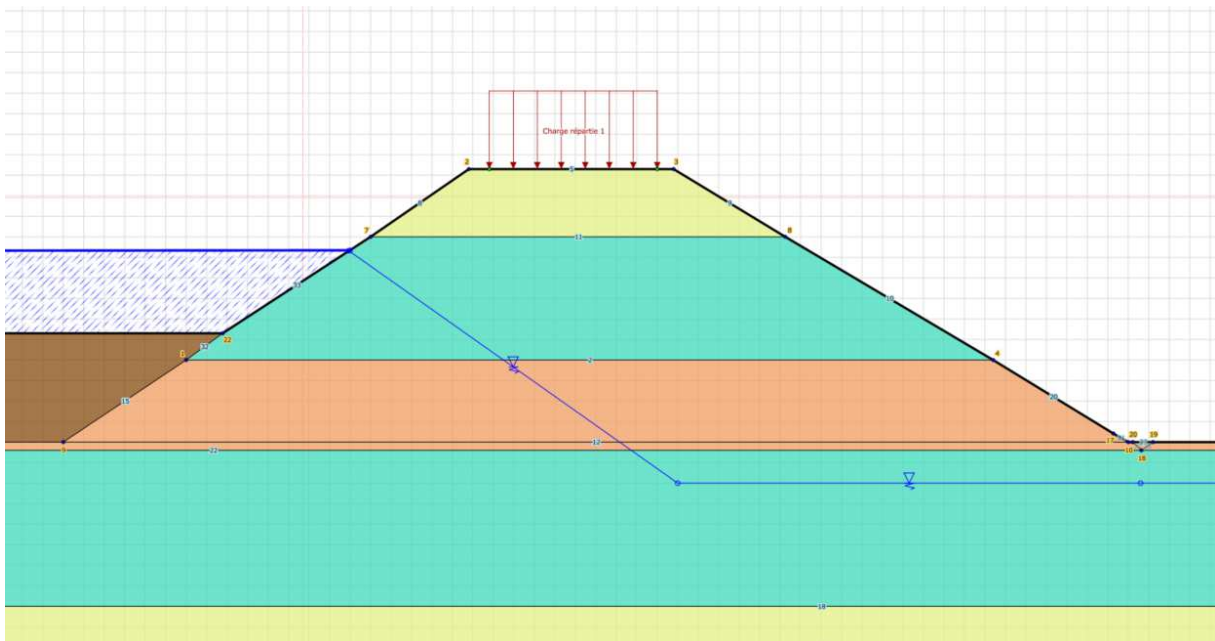


Figure 11 : Situation de calcul n°1 - charge asymétrique sans saturation de la digue

Ce cas de figure illustre une digue ayant un comportement pratiquement imperméable, dont le niveau de saturation est faible à nul.

Notons que le coefficient de sécurité obtenu pour ce scénario permet également d'illustrer la stabilité propre de la digue avec un bassin vide ou rempli en terre. Pour ces deux situations, la stabilité « vers l'extérieur » de la digue n'est pas influencée.

2.6.1.2. Charge asymétrique d'eau entre deux bassins avec saturation en pied de digue

D'après Kozeny, il est possible de déterminer la ligne de saturation au sein d'une digue homogène, selon l'équation suivante :

$$y^2 - y_0^2 - 2xy_0 = 0$$

Avec $y_0 = \sqrt{(h^2 + d^2)} - d$

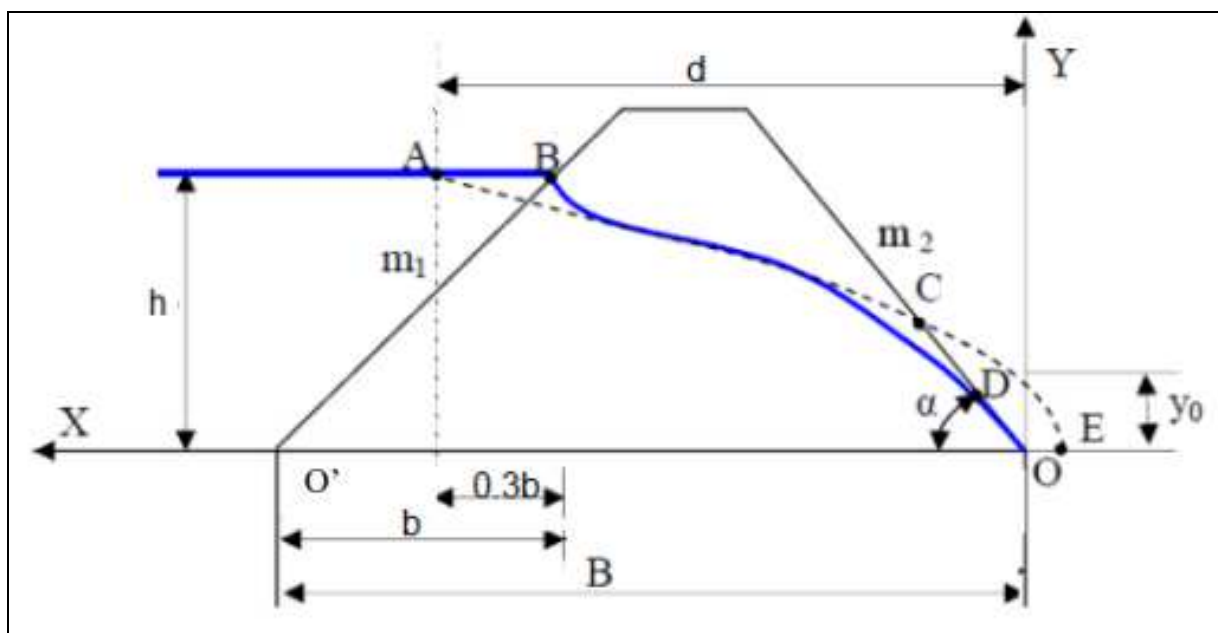


Figure : Ligne de saturation pour barrage homogène sans drain sur sol imperméable

La ligne de saturation définie par Kozeny a été directement modélisée dans TALREN. Cette ligne de saturation, définie de manière analytique, est très défavorable et apparaît peu réaliste. Les hypothèses retenues dans le calcul (maintien infini d'un niveau de remplissage maximal en eau ; sol support imperméable) ne sont pas représentatives des conditions réelles. Les bassins ont en effet un niveau de remplissage variable. D'autre part, le sol de fondation, constitué de silts alluvionnaires, n'est pas un sol imperméable. Il s'agit donc d'un modèle que l'on peut qualifier d'extrême et les résultats de stabilité associés à cette ligne de saturation sont donnés à titre indicatif.

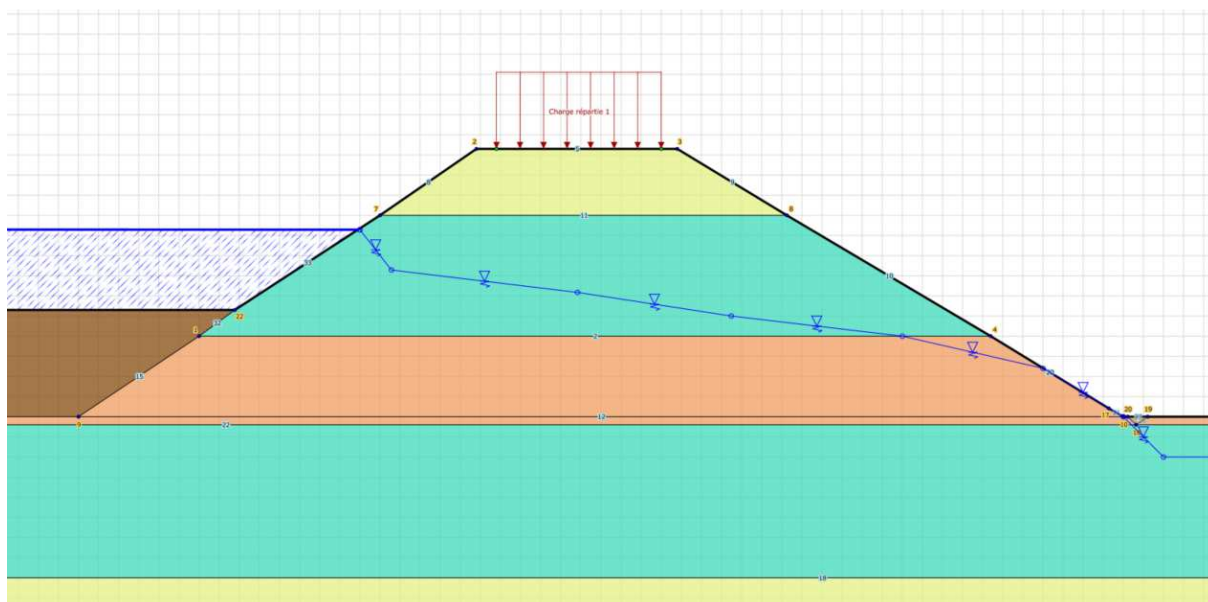


Figure 12 : Situation de calcul n°2 - charge asymétrique avec saturation définie par Kozeny

2.6.1.3. Charge asymétrique d'eau entre deux bassins avec saturation selon modélisation aux éléments finis

La ligne de saturation a été modélisée avec le logiciel SEEP et a ensuite été intégrée sous TALREN. Pour connaître les détails de ces modélisations, il convient de se rapporter au rapport *cotes de sûreté et cotes de danger*, en date du 28/04/2021.

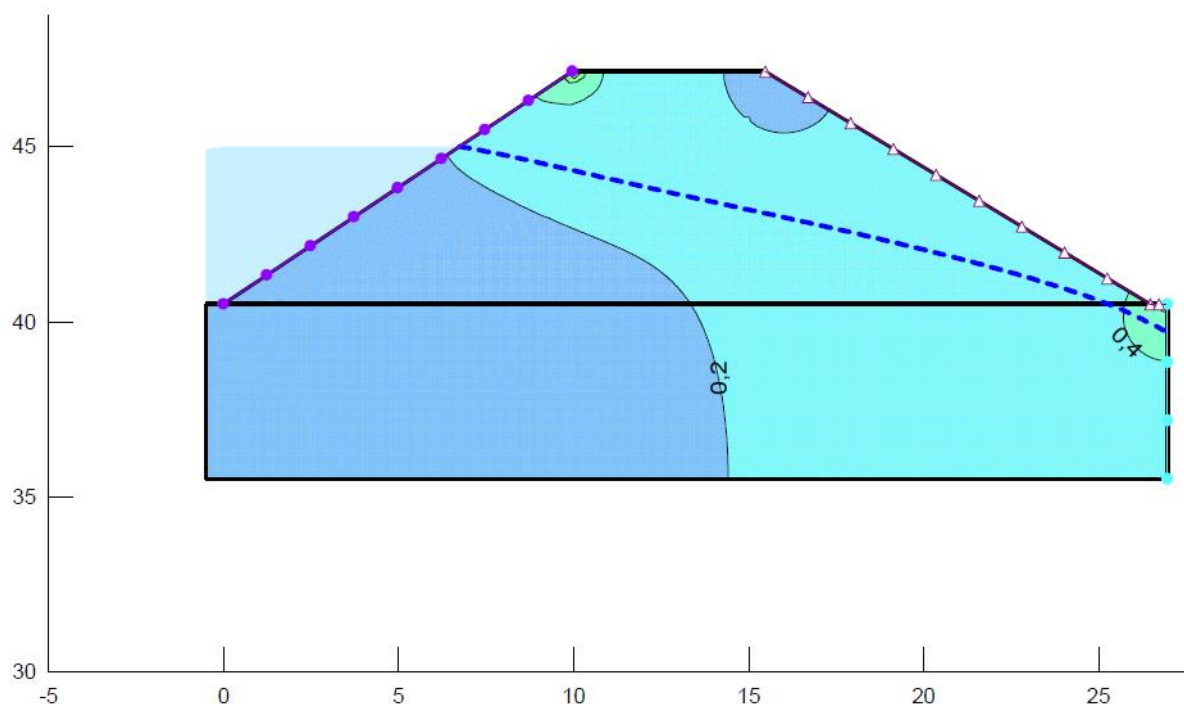


Figure 13 : Exemple de résultat de modélisation sous SEEP

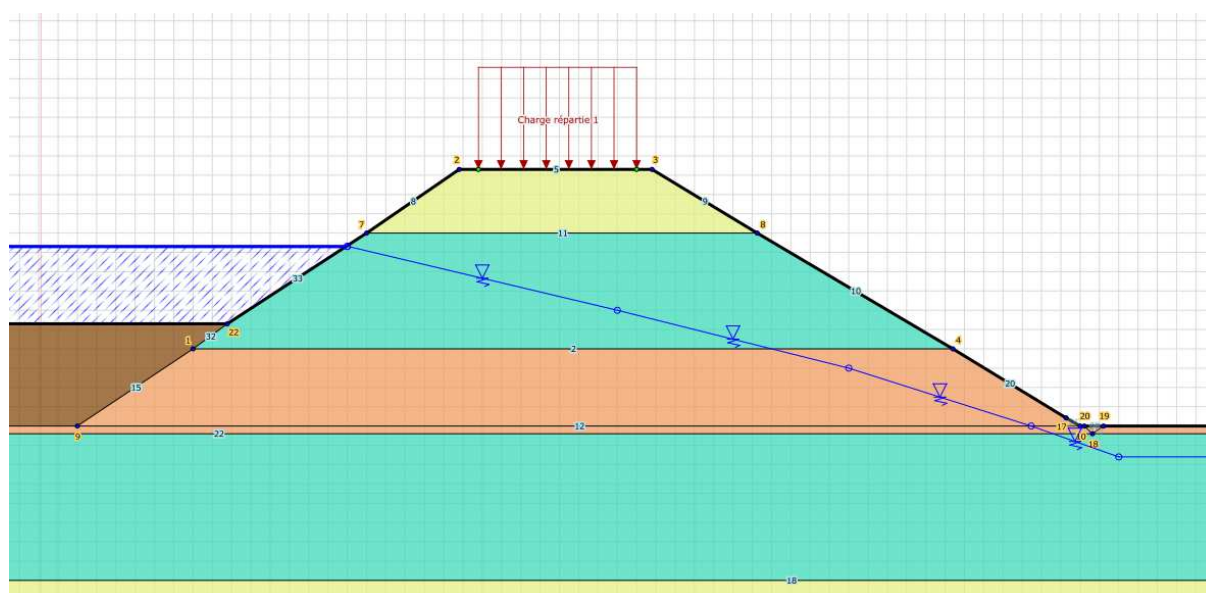


Figure 13 : Situation de calcul n°3 - charge asymétrique avec saturation selon la modélisation SEEP

2.7. Limites de l'étude

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels et artificiels étudiés. L'inspection visuelle des digues permet cependant d'obtenir une vision relativement continue des ouvrages.

S'agissant d'ouvrages anciens, l'étude n'évalue pas la portance du sol supportant la digue. Par contre, l'évaluation de la portance devra être menée dans le cadre de travaux de rehausse.

L'étude n'évalue pas non plus les possibles tassements résiduels du sol support sous le poids des digues. Considérant l'âge des digues, la nature silteuse du sol support et le comportement historiquement bon des digues à ce niveau, la déformabilité du sol support est jugée négligeable.

2.8. Conditions sismiques

Dans les zones de sismicité très faibles à modéré, les sollicitations dynamiques ne sont pas dimensionnantes. Les calculs de stabilité sont menés en conditions statiques uniquement.

Le sol d'assise (silts plus ou moins argileux) n'est pas considéré comme un matériau liquéfiable au sens de l'Eurocode 8. Une vérification plus détaillée de la sensibilité à la liquéfaction a été effectuée pour le sol de fondation du site d'Iwuy.

3. Bassin La Hutte

3.1. Caractéristiques du bassin

À l'heure actuelle, les bassins La Hutte 1 et La Hutte 2 sont réunis en un seul et même bassin (La Hutte).



Figure 7 : Vue générale du bassin depuis l'angle Nord-Ouest

Les caractéristiques du bassin sont les suivantes :

Bassin La Hutte	
Surface	77 900 m ²
Hauteur crête de digue périphérique minimum	+ 46,6 m NGF
Côte altimétrique fond de bassin	+ 40,0 m NGF
Nature des digues	Silts

Figure 8 : Caractéristiques du bassin actuel

Le 17 décembre 2020, une série d'investigations a permis de mettre en évidence la présence d'un mur en béton armé similaire à celui observé sur Radicelle Est au niveau de la digue Ouest du bassin la Hutte 1.

Ce mur en béton émerge un peu en dessous de la mi-hauteur du parement externe.

Un sondage a été effectué pour connaître ses dimensions. Le sondage, mené jusqu'à 1,5 m sous la cote du pied de digue, n'a pas permis de reconnaître la base du mur, plus profonde. Vers le sud, le mur marque « un virage » et s'enfonce dans la digue. Ce dernier n'est alors plus visible sur le linéaire le plus au Sud de la digue.



Figure 9 : Bassin La Hutte 1, digue Ouest (17/12/2020)



Figure 10 : Bassin La Hutte 1, digue Ouest, sondage

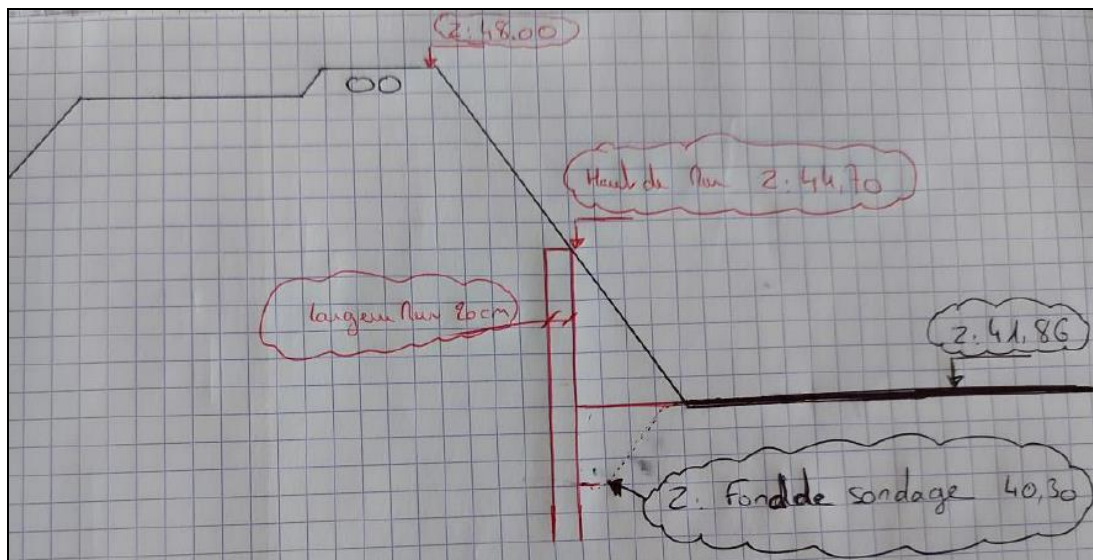


Figure 11 : Bassin la Hutte 1, digue Ouest, coupe schématique

3.2. Création de la digue séparative LA HUTTE

Tereos souhaite recréer la digue de séparation entre les ex-bassins La Hutte 1 et La Hutte 2, supprimée en 2017.

Les caractéristiques des futurs bassins seraient les suivantes :

Bassin La Hutte		
Surface (m²)	La Hutte 1	La Hutte 2
	42 200	35 700
Hauteur crête de digue minimum	+ 46,6 m NGF	
Côte altimétrique fond de bassin	+ 40,0 m NGF	
Nature des remblais de digue	Silts	
Éléments gênants	Canalisation en crête de digues Ouest et Nord (La Hutte 2)	

Figure 12 : Caractéristiques des futurs bassins LA HUTTE

La digue séparative sera située en lieu et place de l'ancienne digue, localisable sur les photographies aériennes anciennes.

Sa localisation est présentée sur la figure ci-dessous :



Figure 13 : Localisation de la digue séparative

À l'Est, le raccordement se fera côté bassin Radicelle, avec une rampe permettant de récupérer la différence d'altimétrie (cf. figure ci-dessous).



Figure 14 : Raccordement sur la digue existante du bassin Radicelle

Les travaux consistent donc en la création d'une digue de séparation dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Réemploi des terres présentes sur le site d'Escaudœuvres (Zone « Peupliers » ou Eswars 2) ;
- Talutage des talus de la nouvelle digue à 3H/2V ;
- Crête de 5 m de large ;
- Crête enherbée, non aménagée pour la circulation des engins.

3.2.1. Conception de la digue séparative LA HUTTE

Les caractéristiques géométriques de la digue sont les suivantes :

- Longueur = 180 mètres linéaires,
- Hauteur = 6,6 m minimum,
- Talutage des talus à 3H/2V,
- Crête de 5 m de large, enherbée,
- Caractéristiques mécaniques minimales des matériaux :
 - ✓ $C' = 20 \text{ kPa}$,
 - ✓ $\varphi = 30^\circ$,
 - ✓ $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$.

Le profil théorique de digue est présenté sur la figure ci-dessous :

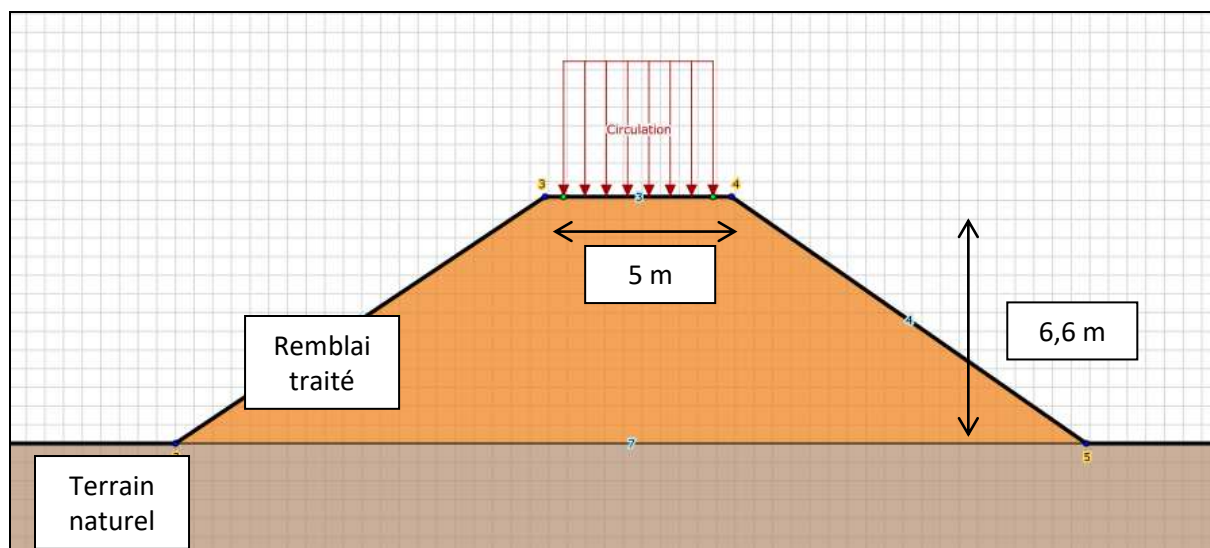


Figure 15 : Profil type de la digue

Remarque : Afin de créer cette digue, il est prévu de réemployer des terres présentes sur le site d'Escaudœuvres (Zone « Peupliers » ou Esvars 2). Dans ces conditions, un traitement à la chaux est envisagé afin d'atteindre les caractéristiques mécaniques minimales retenues dans les calculs de stabilité.

3.2.2. Stabilité au glissement

Les résultats obtenus sur TALREN sont présents en *Annexe III*.

Les calculs Talren ont été réalisés en considérant les situations suivantes : saturation profonde, saturation selon Kozeny avec charge asymétrique, saturation selon Kozeny avec vidange rapide.

Bassin	F_s Stabilité générale Avec saturation profonde	F_s Stabilité générale Avec saturation selon Kozeny et charge asymétrique	F_s Stabilité générale Avec saturation selon Kozeny et vidange rapide
La Hutte digue intermédiaire	1,21	0,93	0,85

Tableau 5 : La Hutte – Digue intermédiaire - Synthèse des calculs de stabilité sur Talren

Considérant la méthode Kozeny très défavorable et peu réaliste, le coefficient de sécurité de 0,93 est jugé satisfaisant.

Pour le cas accidentel d'une vidange rapide, la stabilité à court terme de la digue reste vérifiée, avec un coefficient de sécurité égal à 0,85.

La stabilité au glissement de la digue séparative LA HUTTE est vérifiée dans les conditions énoncées ci-avant.

3.3. Renforcement de la crête de digue de la Hutte 2

3.3.1. Description des travaux

TEREOS souhaite exploiter à son niveau maximal les bassins La Hutte 1 et La Hutte 2, soit un niveau de remplissage atteignant + 45,6 m NGF.

Les remblais de tête pour la digue La Hutte 2 sont mécaniquement faibles sur 1,5 m d'épaisseur tel que mis en évidence dans le rapport G5 de 2020.

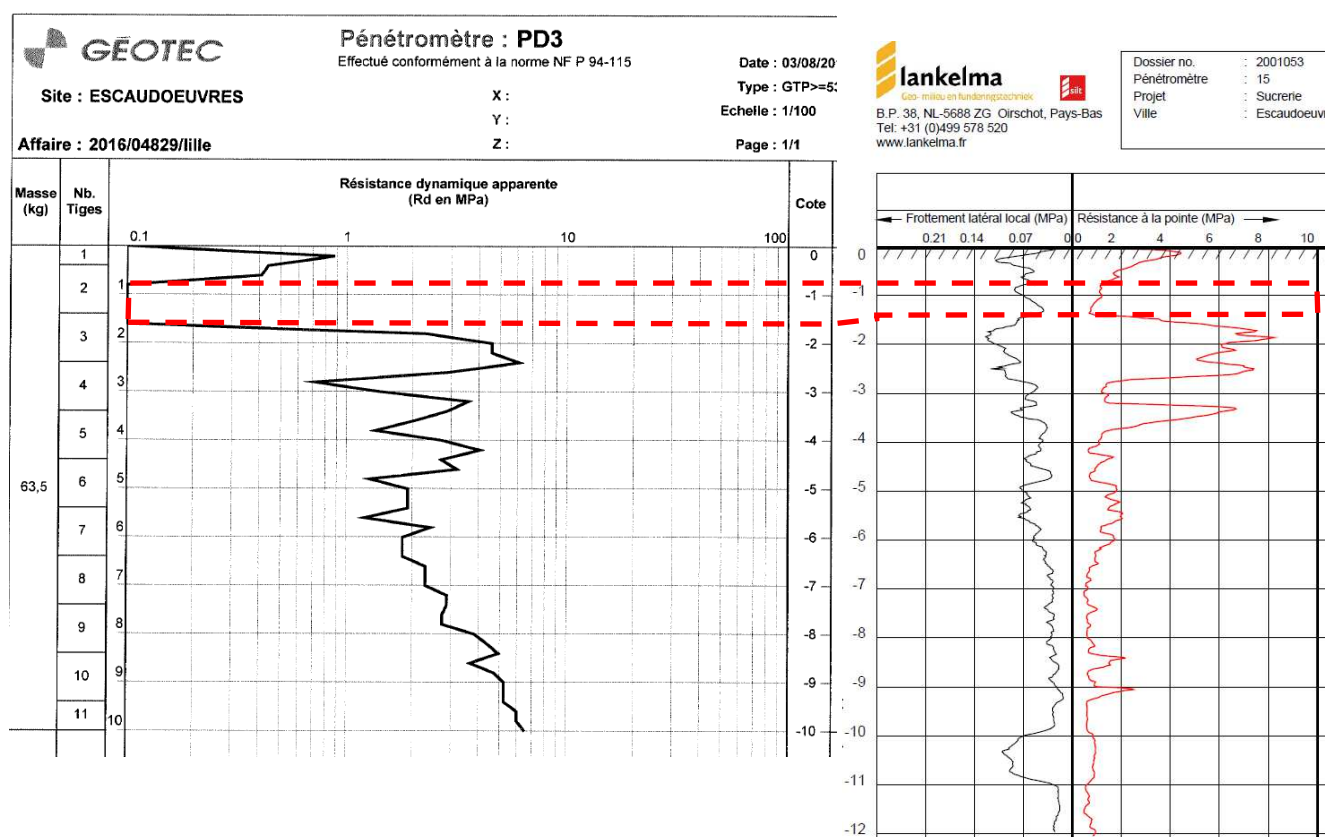


Figure 16 : Présentation du log PD3 de 2016 (à gauche) et le CPT15 de 2020 (à droite)

Cette faiblesse mécanique s'explique a priori par une rehausse historique de qualité insuffisante. Avec une revanche d'exploitation de 1,0 m, la ligne d'écoulement se développant dans la digue pourrait solliciter la couche molle mise en évidence ci-avant.

Pour augmenter le niveau de remplissage en eau, il convient de reprendre cette partie de tête de digue et de la renforcer.

A cette occasion, il est prévu de réaménager la partie supérieure de la digue de manière à permettre la circulation d'engins de curage et faciliter les activités de maintenance et de surveillance.

Les travaux consistent donc en un renforcement des matériaux de la crête de digue selon les modalités suivantes :

- Déblaiement sur 1,5 m de profondeur au niveau de l'axe de la digue ;
- Maintien en place des parements (déblais à partir de 0,5 m depuis le bord de crête) ;
- Traitement des déblais aux liants hydrauliques ;
- Remblaiement par couche de 0,3 m d'épaisseur ;
- Mise en œuvre d'un enduit de protection ;
- Mise en œuvre de 0,1 m d'une GNT 0/31,5mm.

3.3.2. Localisation de la digue LA HUTTE 2

Les digues Ouest et Nord du futur bassin la Hutte 2 sont concernées par les travaux de renforcement de la crête, pour un linéaire total de 390 mètres environ. La localisation de la zone de travaux est présentée sur la figure ci-après :



Figure 17 : Localisation du linéaire de digue concerné

3.3.3. Coupe de la digue renforcée

Les déblais seront réalisés jusqu'à 1,5 m de profondeur, en redans, et en conservant une largeur de 0,5 m depuis le bord de crête. La figure ci-dessous présente la coupe schématique des déblais, avec en violet, la section de matériaux traités aux liants hydrauliques :

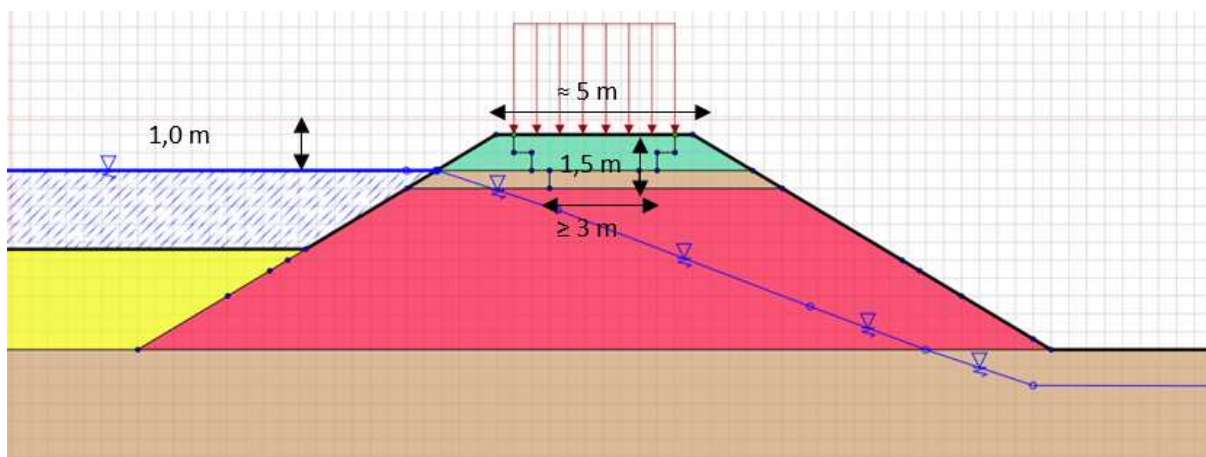


Figure 18 : Coupe schématique des travaux en déblais/remblais

3.3.4. Modèle géotechnique

Considérant les investigations réalisées, Antea Group propose de retenir le modèle géotechnique suivant, basé sur le sondage CPT31, jugé le plus défavorable du linéaire Nord de digue :

Modèle géotechnique – CPT31					
Profondeur (m / crête)	Type de sol	q_c (MPa)	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ_h (kN/m ³)
0,0 à 1,0	Argile silteuse moyennement ferme	3,0	1	28	19
1,0 à 1,5	Argile silteuse molle et sol organique	0,7	3	20	19
1,5 à 6,0	Argile silteuse molle	1,5	7	28	19
6,0 à 12,0	Argile silteuse molle et sol organique	0,7	3	20	19

Tableau 6 : Modèle géotechnique représentatif pour le bassin La Hutte 2 – linéaire Nord

Les caractéristiques mécaniques minimales des remblais seront les suivantes :

- ✓ $C' = 20$ kPa,
- ✓ $\phi = 30^\circ$,
- ✓ $\gamma = 19$ kN/m³.
- ✓ Les résultats obtenus sur TALREN sont présents en *Annexe III*.

3.3.5. Stabilité au glissement

Bassin	Sondage de référence	F_s Stabilité générale Avec saturation profonde	F_s Stabilité générale Avec saturation selon Kozeny	F_s Stabilité générale Avec saturation selon SEEP	F_s Stabilité en Grand Avec saturation selon SEEP
La Hutte 2	CPT31	1,20	1,04	1,18	1,20

Tableau 7 : La Hutte - Synthèse des calculs de stabilité sur Talren

La modélisation SEEP a été réalisée sur le profil de digue le plus défavorable d'un point de vue d'un écoulement à travers la digue, ici le profil de digue Nord.

La stabilité au glissement est vérifiée.

A l'issue de ces travaux de renforcement, les bassins LA HUTTE 1 et LA HUTTE 2 pourront être exploités avec un niveau de remplissage fixé à 45,6 m NGF.

4. Recyclage Est

La digue Est du bassin Recyclage était, jusqu'au milieu d'année 2020, adossée contre des terres. La digue est désormais délestée de ces terres.

En Novembre 2020, une piste de circulation a été aménagée en pied de la digue Est en vue de cheminer entre les bassins Recyclage et Lebrun. La couche de forme mise en œuvre présente une portance faible à médiocre, ne permettant pas actuellement la circulation d'engins lourds à ce niveau. La cause la plus probable de défaillance est la saturation en eau du sol de fondation, eau qui a imprégné la couche de forme lors des travaux de compactage.

Depuis la mi-janvier 2021, de l'eau surgit au niveau de la piste en pied de digue Est du bassin Recyclage. Les suintements, chargés en DCO, resurgissent à l'aplomb même de la piste. Le parement de digue restant quant à lui visiblement sec. La ligne de saturation reste donc profonde et le risque de développer un renard hydraulique est faible en l'état.



Figure 19 : Piste entre les bassins recyclage et Lebrun

Dans ce contexte, TEREOS a souhaité une étude de stabilité de ce linéaire Est du bassin Recyclage.

5 pénétromètres statiques supplémentaires, de 10 ml chacun, ont été réalisés à ce niveau au niveau de la digue concernée. A partir des résultats, la stabilité de la digue Est a été évaluée et un diagnostic est proposé.

4.1. Modèle géotechnique Recyclage Est

Considérant les investigations réalisées, Antea Group propose de retenir le modèle géotechnique suivant pour le bassin recyclage, basé sur le sondage CPT2R :

Modèle géotechnique – CPT2R					
Profondeur (m / crête)	Type de sol	q_c (MPa)	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ_h (KN/m ³)
0,0 à 0,3	Silt sableux moyennement ferme	2,0	10	28	19
0,3 à 1,1	Argile moyennement molle	1,0	12	20	19
1,1 à 1,7	Argile molle	0,6	10	20	19
1,7 à 3,0	Argile moyennement molle	0,8	12	20	19
3,0 à 3,7	Argile molle	0,6	10	20	19
3,7 à 4,0	Argile moyennement molle	1,0	12	20	19
4,0 à 7,5	Argile molle	0,6	10	20	19
7,5 à 8,6	Argile moyennement molle	0,9	12	20	19
8,6 à 9,3	Argile très molle	0,4	8	20	19
9,3 à 10,0	Argile molle	0,7	10	20	19

Tableau 8 : Modèle géotechnique de la digue Est du bassin Recyclage basé sur CPT2R

4.2. Stabilité au glissement

Bassin	Sondage de référence	F_s Stabilité générale Avec saturation profonde	F_s Stabilité générale Avec saturation selon Kozeny
Recyclage Est	CPT2R	1,15	0,93

Considérant la méthode Kozeny très défavorable et peu réaliste, le coefficient de sécurité de 0,93 est jugé satisfaisant.

La stabilité au glissement est vérifiée.

4.3. Avis d'expertise

La digue Est du bassin Recyclage étant jugée stable, les travaux d'équipement en grillage anti-fouisseurs peuvent être engagés dès à présent.

Des résurgences ont été constatées au sein de la piste granulaire située entre les bassins Recyclage et Lebrun. Bien qu'admissible du point de vue de la stabilité, ces résurgences affectent la traficabilité de la piste.

Des actions sont préconisées afin de restaurer le niveau d'étanchéité du bassin et améliorer la situation. Ces actions sont les suivantes :

A court terme (sous quelques semaines) :

- Création d'axes de drainage transversaux à la piste, avec connexion avec le fossé de drainage présent le long de la digue Lebrun. Ces axes seront réalisés sous forme de fossés sur 20 cm à 30 cm de profondeur, équipés en géotextile de séparation, un drain PE Ø80mm et rempli avec une grave 0/31,5mm ou équivalent ;
- Colmatage de la digue par « saupoudrage » de bentonite, dans le bassin. La bentonite, dont l'utilisation est délicate, est déversée dans l'eau et entraînée vers les zones de fuite qui sont alors colmatées. Cette approche est mentionnée par l'INERIS dans son rapport *Document pédagogique pour l'établissement de prescriptions sur les bassins de rétention industriels, version B de 2014*. Bien que la méthode ne soit pas garantie, elle apporte l'avantage d'être rapide et d'être un bon compromis technico-économique ;



Figure 20 : Principe de drainage de la piste longeant la digue Est Recyclage

A moyen terme (sous 3 mois) et à l'issue des travaux préalablement préconisés, il sera envisageable de reprendre les travaux de piste. Le renforcement de la piste est préconisé « par rechargement » en matériaux granulaires. L'utilisation d'un géosynthétique de renforcement améliorera la portance sur long terme et permettra de minimiser l'épaisseur de granulat à apporter (0,3 m à 0,5 m en première approche).

Le retraitement de la piste n'est pas recommandé car la couche de forme est saturée en eau. Par ailleurs, la rehausse de la piste améliorera les conditions de drainage dans ce secteur.

A long terme, si les écoulements restent significatifs, des travaux d'étanchéifications seront à envisager. Le déroulement d'une géomembrane sur le parement interne de la digue Est apparaît être la solution la plus pertinente.

5. Bassin 10

5.1. Renforcement de la digue extérieure

TEREOS souhaite remettre en eau le bassin n°10 pour la campagne 2021-2022. A cet effet, une partie des terres décantées présentes dans le bassin seront curées durant l'été 2021.

Suivant le diagnostic G5 de décembre 2020, la stabilité au glissement de la digue extérieure (non attenante au bassin n°11) est vérifiée. Il existe par contre un risque d'instabilité par érosion interne lors du développement d'une ligne de saturation dans la digue. Dans ce cadre, des travaux de masque granulaire sont retenus pour justifier la stabilité de la digue.

Ce renforcement en masque granulaire est à réaliser sur toute la périphérie de la digue extérieure, soit 930 ml environ.

Notons qu'au niveau de la digue Ouest, sur un linéaire de 170 m depuis l'extrémité Sud, le pied de digue est affecté par des suintements. Une rehausse du pied de digue en matériaux granulaires est nécessaire sur ce linéaire.



Figure 21 : Bassin 10, digue Ouest, pied de digue à rehausser - Janvier 2021



Figure 22 : Bassin 10, Digue Est, décapage de 20 cm en cours – Janvier 2021

5.1.1. Localisation de la digue concernée par le masque granulaire

Le masque granulaire est à effectuer sur la périphérie du bassin n°10.



Figure 23 : Linéaire de digue à renforcer en masque granulaire

5.1.2. Mode d'exécution des travaux

➤ Masque granulaire :

La cote sommitale du masque est fixée à + 41,5 m NGF.

Le géotextile sous-jacent doit être déroulé toute hauteur et doit respecter un chevauchement entre lés de 30 cm. Une vigilance sera apportée sur l'agrafage du géotextile, de manière à ce que celui soit bien maintenu jusque 2,5 m (mesuré à la verticale) au-dessus du pied de digue.

Les granulats sont à déposer sur le géotextile. Vue en coupe, le masque a une forme trapézoïdale, avec une embase de 0,8 m de large et une partie sommitale de 0,3 m de large (mesuré à l'horizontal).

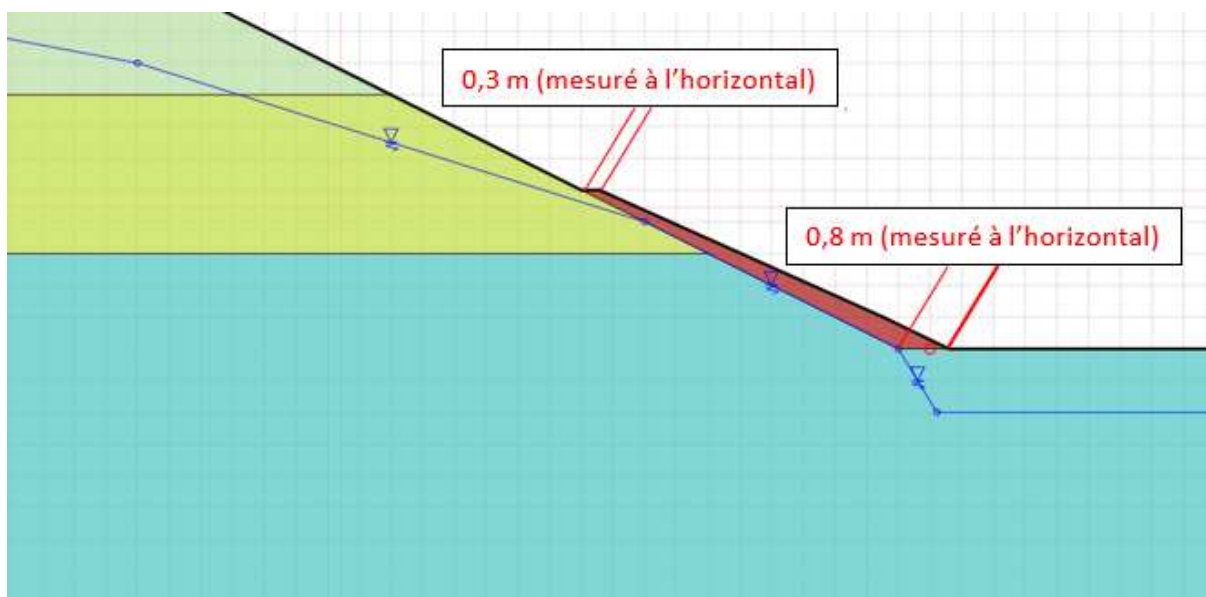


Figure 24 : Configuration du masque granulaire

Plus localement, une zone du parement Ouest a glissé. Les terres glissées et saturées en eau sont à évacuer. Le géotextile est à plaquer sur le parement stable avec comblement de l'excavation par les granulats, de manière à reconstituer le profil de talus.



Figure 25 : Glissement du parement suite au décapage – comblement en masque granulaire

➤ **Linéaire avec suintement – remblaiement du pied de digue :**

Le pied de digue doit être rehaussé sur 170 ml depuis l'extrémité Sud de la digue Ouest (trait jaune sur la figure ci-après).

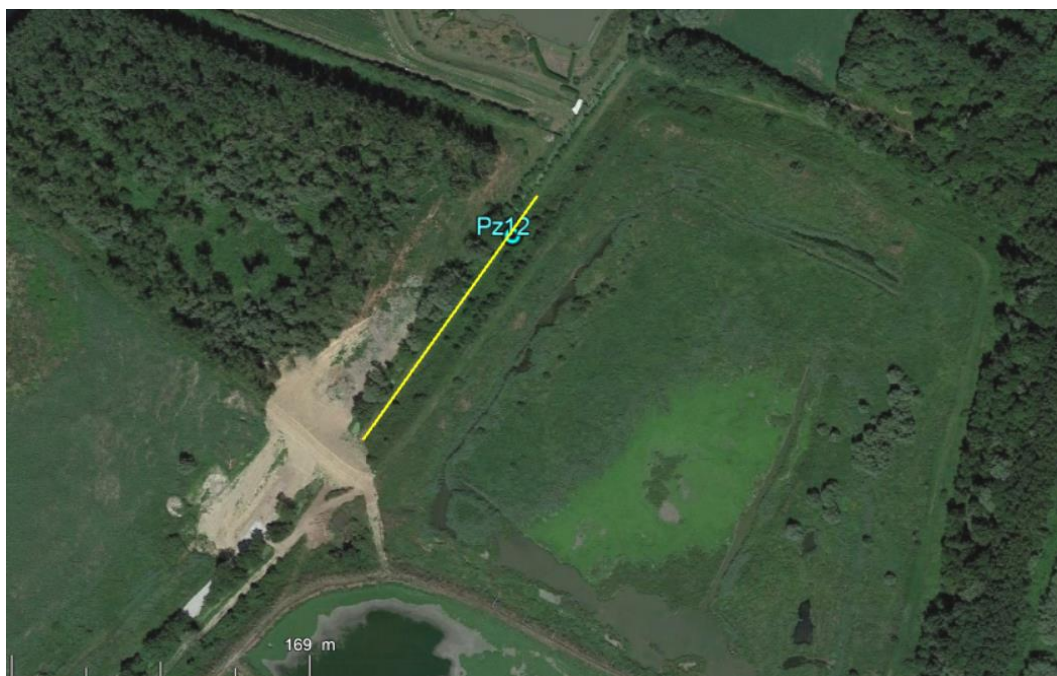


Figure 26 : Linéaire du pied de digue à réhausser

La plateforme de pied de digue doit être rehaussée de 30 cm à 50 cm de hauteur, permettant à la plateforme d'atteindre la cote de 39,1 m NGF.

Ce poste se déroule de la manière suivante :

- Nivellement de la plateforme avec pendage de 0,5% minimum vers le fossé ;
- Déroulement du géotextile de séparation et filtration (avec chevauchement de 30 cm) ;
- Mise en œuvre des granulats,
- Circulation des machines sur au moins 30 cm de granulats déposés.

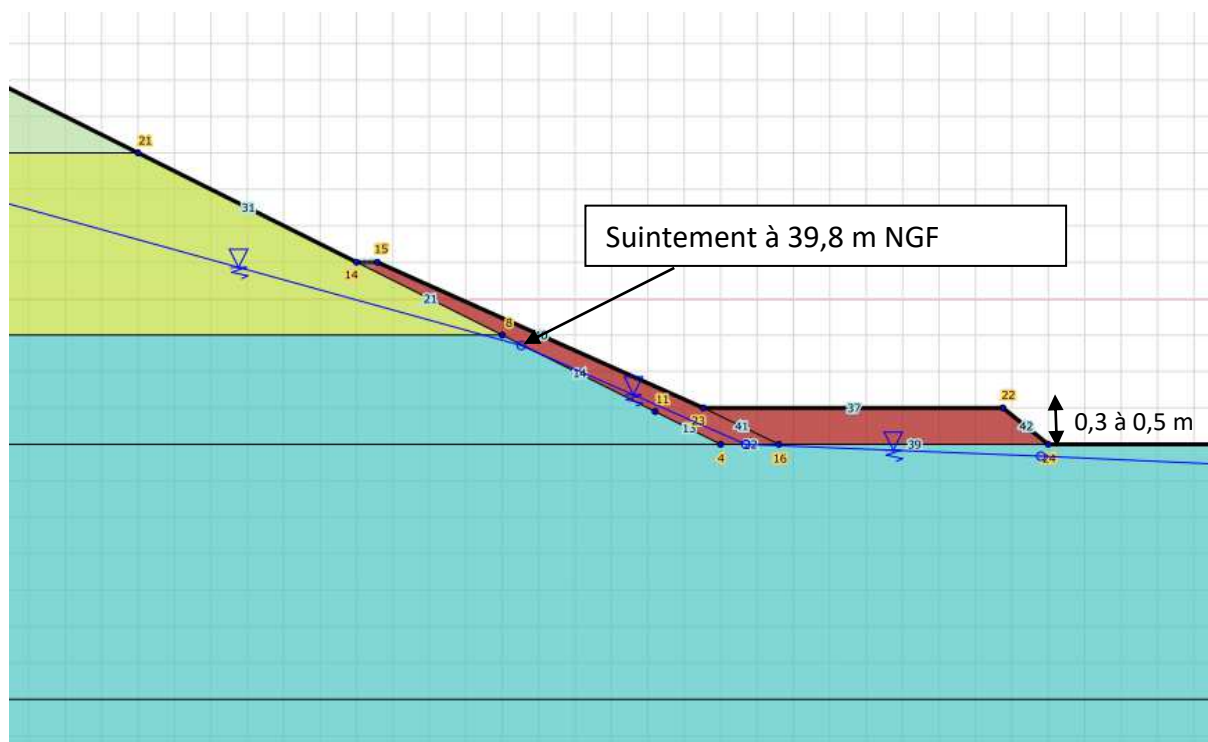


Figure 27 : Configuration du remblaiement du pied de digue sur le linéaire avec suintement

5.1.3. Modèle géotechnique

Considérant les investigations réalisées, Antea Group propose de retenir le modèle géotechnique suivant pour le bassin 10, basé sur le sondage CPT29 :

Modèle géotechnique – CPT29					
Profondeur (m / crête)	Type de sol	q_c (MPa)	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ_h (KN/m ³)
0,0 à 1,5	Silt moyennement ferme	2,0	10	28	19
1,5 à 2,0	Silt sableux très ferme	5,0	5	34	19
2,0 à 5,0	Silt moyennement ferme	2,0	10	28	19
5,0 à 7,5	Silt sableux ferme	2,0	5	31	19
7,5 à 12,5	Argile molle	1,0	10	20	19

Tableau 9 : Modèle géotechnique pour le bassin B10

5.1.4. Stabilité au glissement

Situation	Sondage de référence	F _s Stabilité générale Avec saturation selon Kozeny	F _s Stabilité générale Avec saturation selon SEEP	F _s Stabilité en petit Avec saturation selon SEEP
Masque granulaire sans suintement	CPT29	0,93	-	-
Linéaire avec suintement		-	1,0	1,2

Tableau 10 : Bassin B10 - Synthèse des calculs de stabilité sur Talren

Considérant la méthode Kozeny très défavorable et peu réaliste, le coefficient de sécurité de 0,93 est jugé satisfaisant pour le linéaire sans suintement avec le masque granulaire.

Pour le linéaire avec suintement, la modélisation SEEP a été réalisée sur le profil de digue le plus défavorable. La côte NGF du suintement est située à la cote 39,8 m NGF selon SEEP.

La stabilité au glissement est vérifiée.

5.2. Renforcement de la digue de séparation entre les bassins 10 et 11

La digue de séparation entre B10 et B11 apparaît fragilisée depuis février 2021 : une fissuration et un léger affaissement sont observés en bord de crête côté bassin n°10, ainsi qu'une remontée d'eau dans ce dernier.



Figure 28 : Crête B11/B10 – ligne de fissuration en crête

Notons que le bassin 11 surplombe le bassin 10 de 1,8 m environ. Considérant que le bassin 10 sera curé durant l'été 2021, le gradient hydraulique entre les deux bassins devrait s'accroître lors des prochaines campagnes d'exploitation. Cette évolution devrait aggraver le risque d'instabilité.

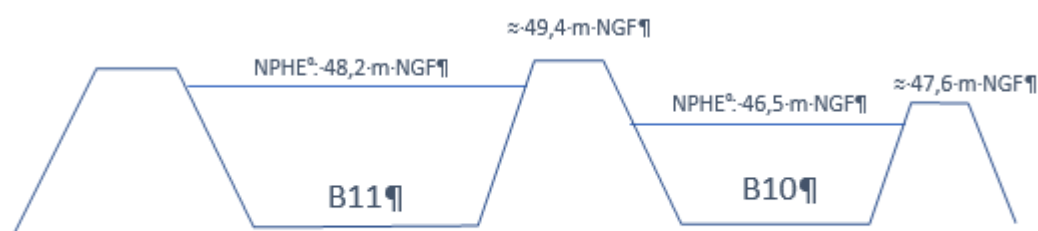


Figure 29 : Coupe schématique de la digue intermédiaire entre B10 et B11

5.2.1. Localisation de la digue concernée

La digue intermédiaire entre les bassins B10 et B11, d'un linéaire d'environ 250 m, est présentée sur les figures suivantes :



Figure 30 : Digue intermédiaire entre B10 et B11

5.2.2. Modalités d'aménagements

Afin de renforcer la digue de séparation, les actions suivantes sont préconisées, dans cet ordre chronologique :

1. Baisse du niveau de remplissage du bassin 11 avec le respect d'une revanche de 1,5 m minimum ;
2. Vidange en eau du bassin 10 ;
3. Apport de terres pour « buter » la digue actuelle. Les terres seront régaliées au bulldozer afin de créer une surlargeur de 3 m. Ce contrefort en terre sera monté jusqu'à 0,5 m maximum sous la crête de digue, le talutage respectera une pente de 50% ;
4. Curage du bassin 10 avec maintien d'une bande de 5 m de sécurité entre le contrefort en terre et l'excavation.

Dans le contexte, il est nécessaire de ne pas curer entièrement le bassin B10 afin de ne pas déstabiliser la digue intermédiaire.

Une surlargeur de terres décantées, d'environ 5 m, sera laissée contre la digue du bassin B10. Une pente d'environ 33% sera respectée afin de ne pas déstabiliser les terres décantées.

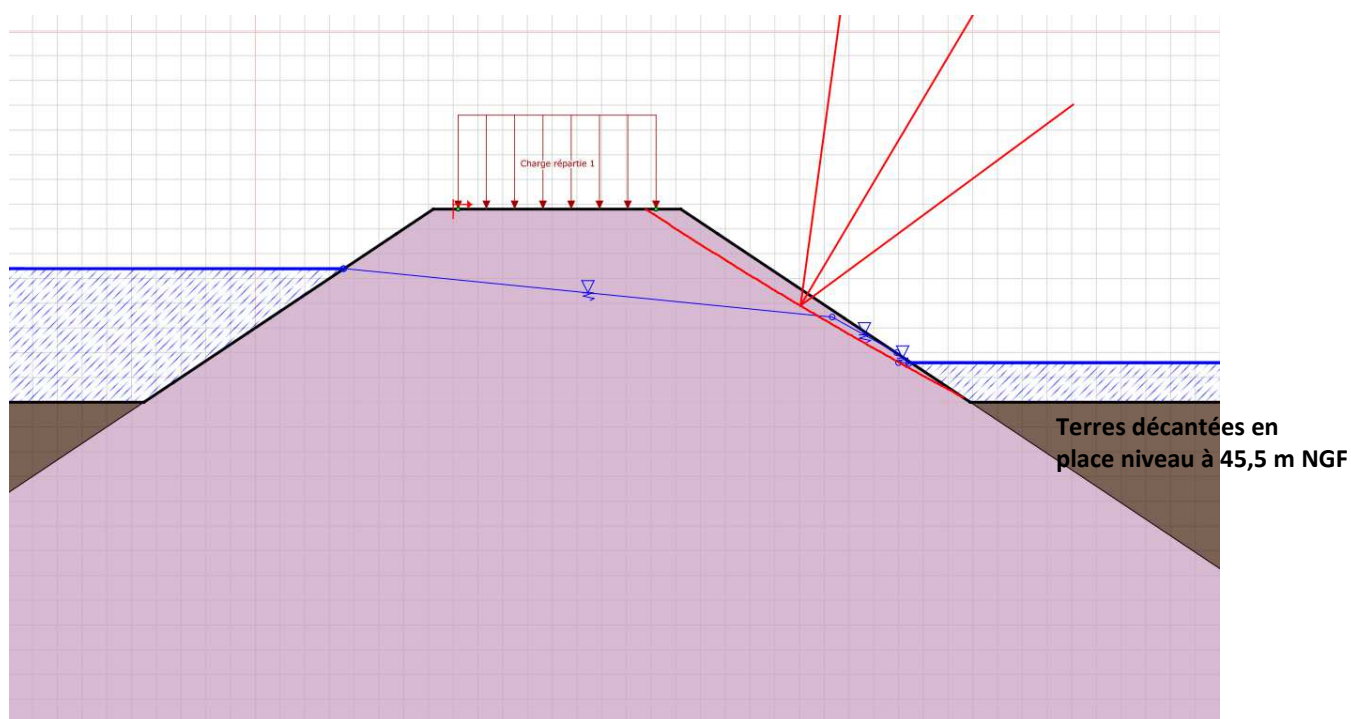


Figure 31 : Coupe Talren actuelle au niveau de la digue intermédiaire entre B10 et B11

Un apport supplémentaire de terres décantées, régulées au bulldozer, sera mis en œuvre de manière à buter la digue de séparation jusque au moins 0,5 m sous la crête de digue.

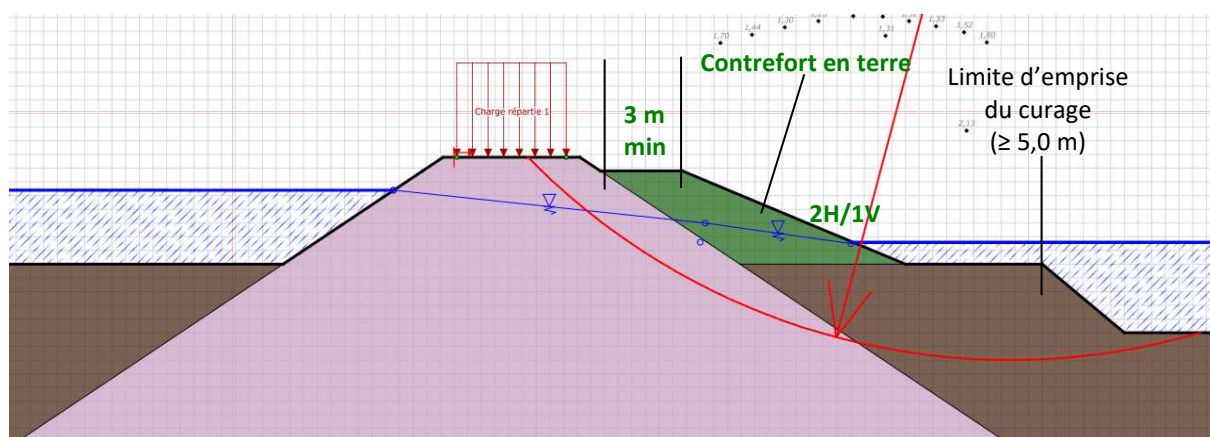


Figure 32 : Coupe Talren avec apport d'un contrefort en terre

5.2.3. Modèle géotechnique

Group propose de retenir le modèle géotechnique suivant pour la digue intermédiaire entre les bassins B10 et B11 :

Modèle géotechnique			
Profondeur (m / crête)	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ_h (KN/m ³)
0,0 à 10,5	5	34	19

Tableau 11 : Modèle géotechnique digue intermédiaire entre B10 et B11

En l'absence de sondage au niveau de cette digue de séparation, ce modèle géotechnique a été obtenu par rétrocalage.

Pour les terres apportées en contrefort, des caractéristiques mécaniques similaires aux terres décantées ont été retenues par sécurité.

5.2.4. Stabilité au glissement

Bassin	F _s Stabilité générale
Bassin B10 / B11 dans l'état actuel (rétrocalage)	0,80
Bassin B10 / B11 avec apport d'un contrefort en terre	1,12

Tableau 12 : Bassin B10 digue intermédiaire stabilité au glissement

Dans la situation actuelle, des glissements de peau peuvent survenir, l'apport de terres décantées supplémentaire permet de vérifier la stabilité au glissement.

6. Synthèse de la note additive

Pour la campagne d'exploitation 2021-2022, les conditions d'exploitation du bassin La Hutte seront modifiées par rapport à la situation actuelle.

D'une part le bassin sera de nouveau séparé en deux bassins distincts, La Hutte 1 et La Hutte 2. Le dimensionnement de la nouvelle digue de séparation est présenté dans le présent rapport. D'autre part, les bassins La Hutte 1 et La Hutte 2 seront remplis avec un niveau de revanche ramené à 1,0 m, soit un remplissage à la cote +45,6 m NGF. Dans ces conditions, des travaux sont prévus pour garantir la stabilité de la digue extérieure du bassin La Hutte 2. Les modalités de renforcement sont décrits dans le présent rapport.

Le bassin 10 sera remis en exploitation pour la campagne 2021-2022. Des travaux de curage sont prévus afin d'augmenter le volume de rétention. Le niveau de remplissage (niveau de revanche) retenu est égal à 46,3 m NGF. Prenant en compte un risque de suintement, la digue extérieure sera renforcée par un masque granulaire dans les conditions décrites.

La digue de séparation avec le bassin 11 s'est fragilisée durant le début d'année 2021. Des dispositions constructives sont formulées pour buter la digue et ainsi restaurer la sécurité au glissement.

La digue Est du bassin recyclage était, jusque dans le courant de l'année 2020, adossé contre un dépôt de terre. Ce dépôt de terre a été évacué afin de créer une piste de circulation entre les bassins Recyclage et Lebrun. Des résurgences d'eau sont apparues au sein de cette piste de circulation. La digue Est du bassin recyclage n'ayant pas été caractérisée en 2020, des sondages pénétrométriques ont été engagés le 24 mars 2021. Il ressort des calculs que la digue est stable, les travaux d'équipement en masque granulaire peuvent donc être engagés. Concernant la piste, globalement saturée en eau, des dispositions constructives sont formulés pour améliorer la situation et restaurer la traficabilité à terme.

Afin d'évaluer la stabilité de ces digues, nous avons réalisé une inspection visuelle et des investigations mécaniques. Cette approche a permis de définir le ou les modèles géotechniques de chaque ouvrage, basés sur les sondages jugés les plus défavorables. Les géométries majorantes de chaque digue ont été retenues pour définir les modèles.

Le présent rapport vérifie les conditions de stabilité au glissement des digues. Le risque potentiel de rupture par érosion n'est pas traité dans ce rapport, il convient de se reporter au rapport additif A104929, *cotes de sûreté et cotes de danger*, du 29/04/2021. Néanmoins, les modélisations hydrauliques menées dans le rapport A104929 sont reprises et intégrées dans les calculs de stabilité de pente du présent rapport.

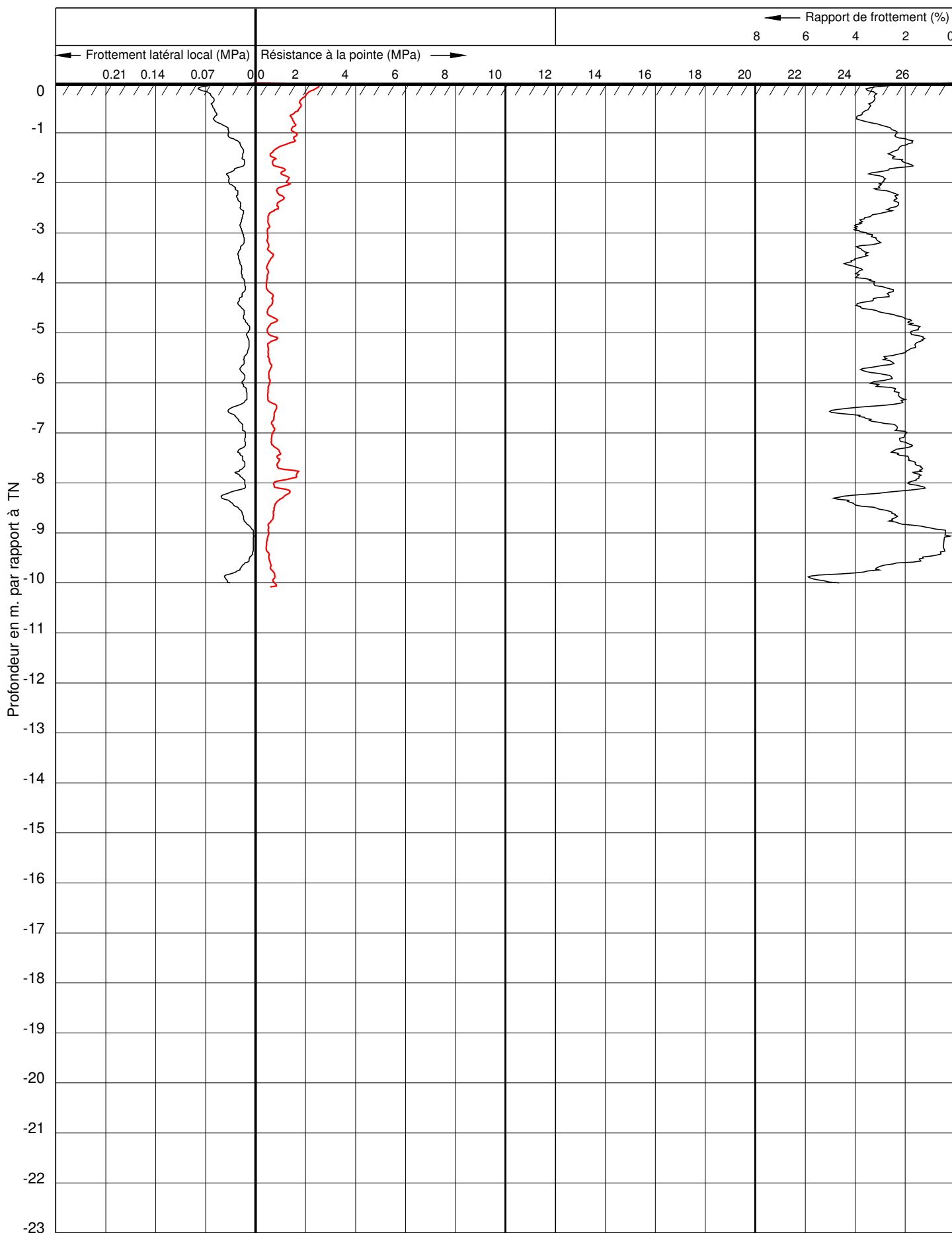


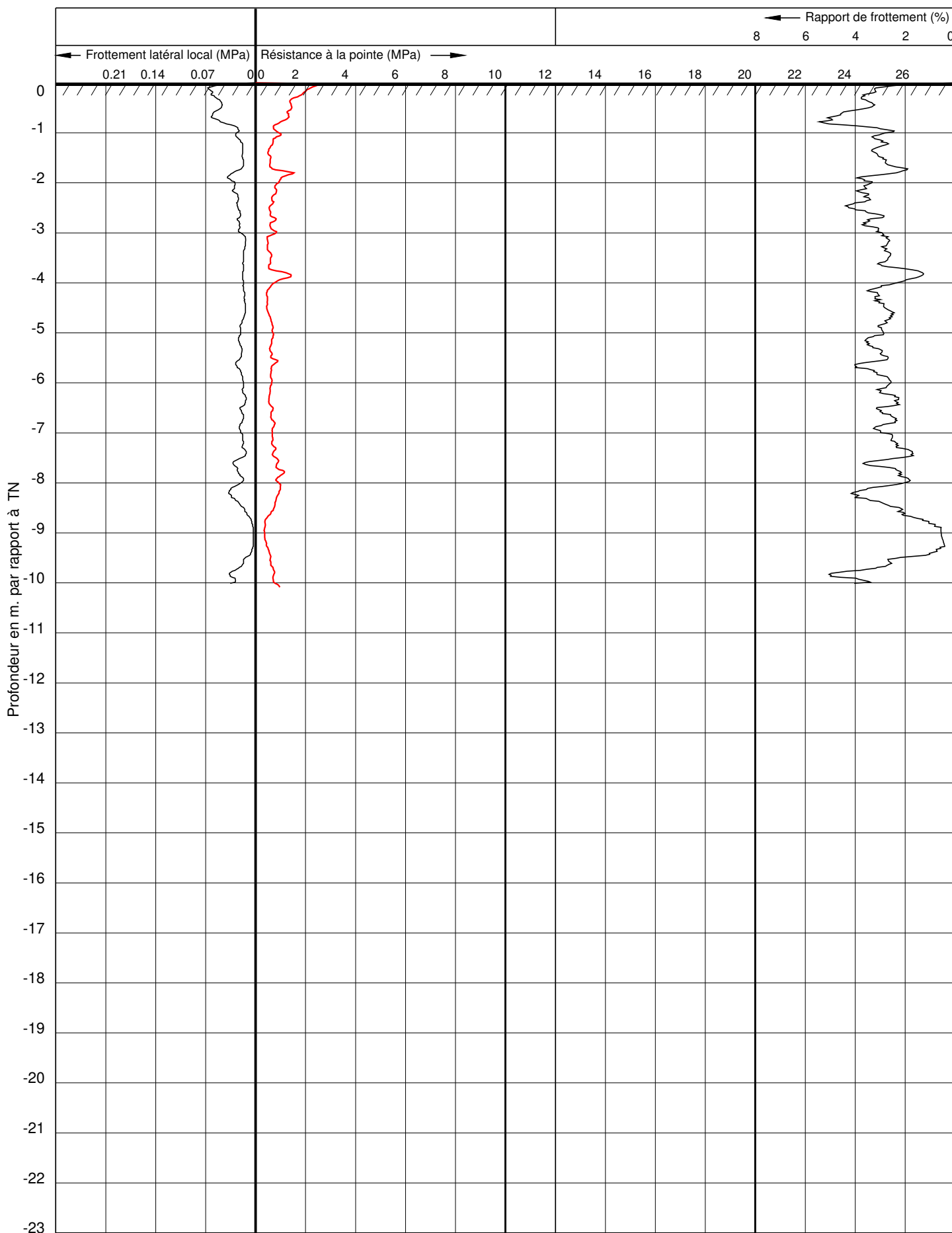
ANNEXES

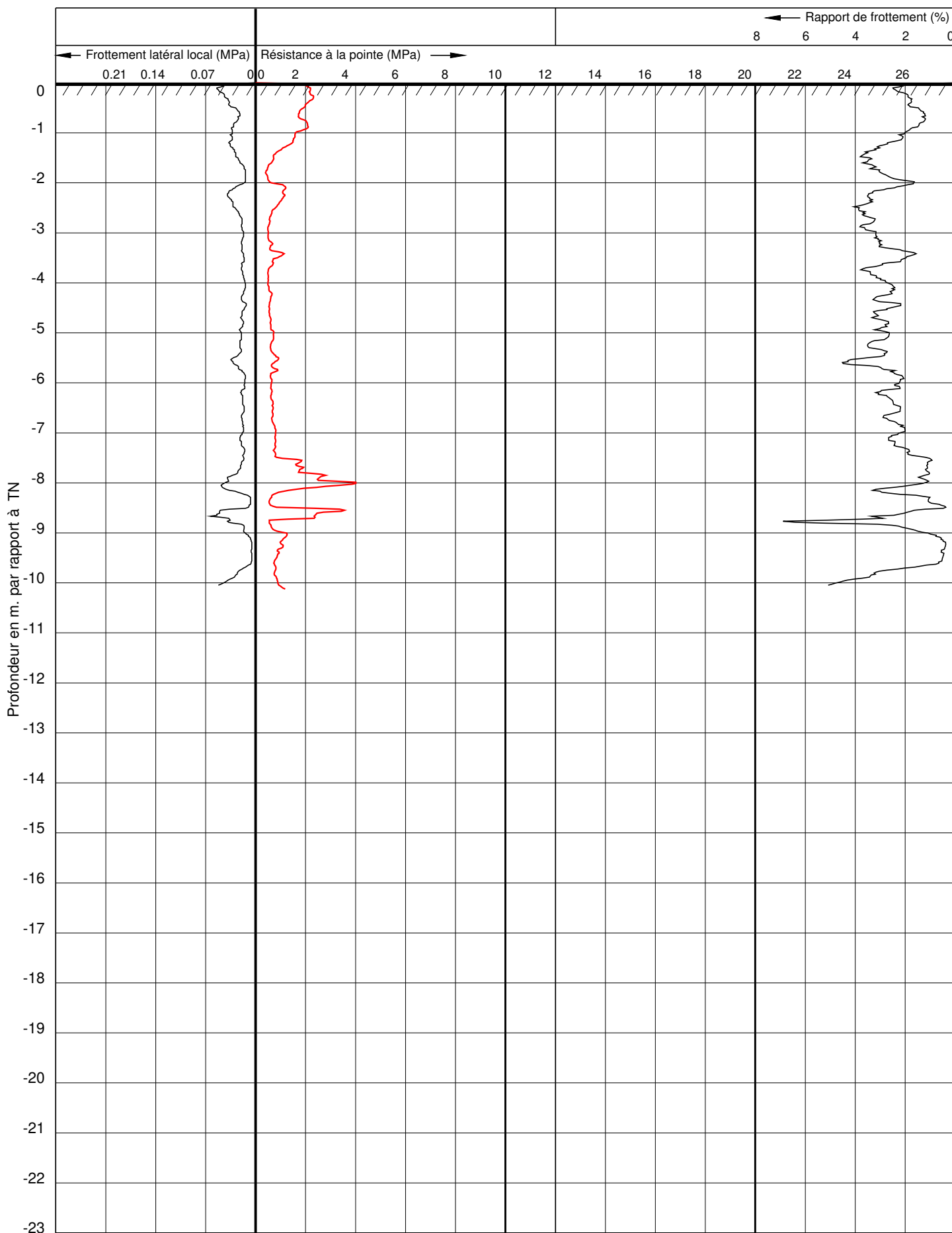
Annexe I : Sondages pénétrométriques sur Radicelle Est

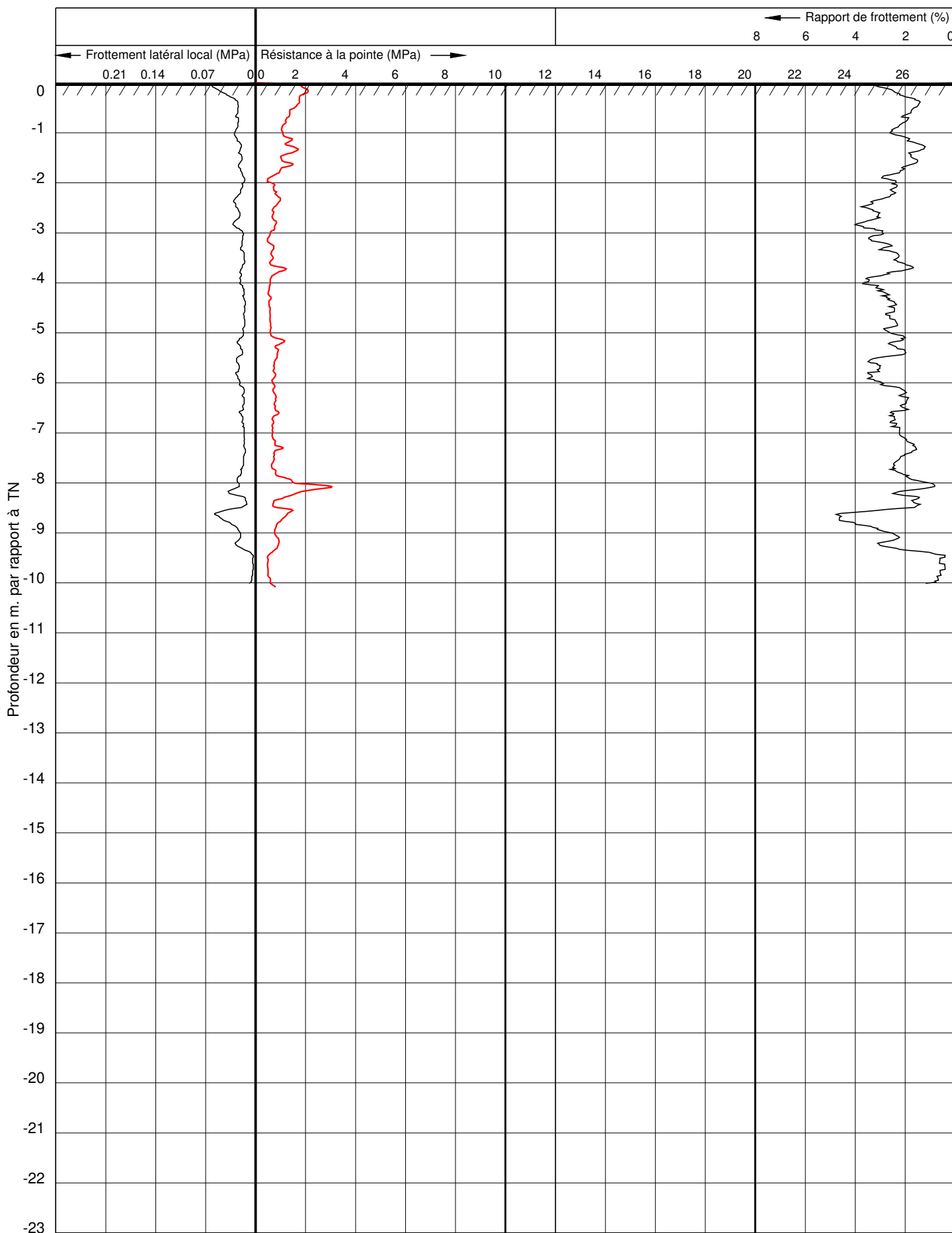
Annexe II : Résultats des calculs TALREN

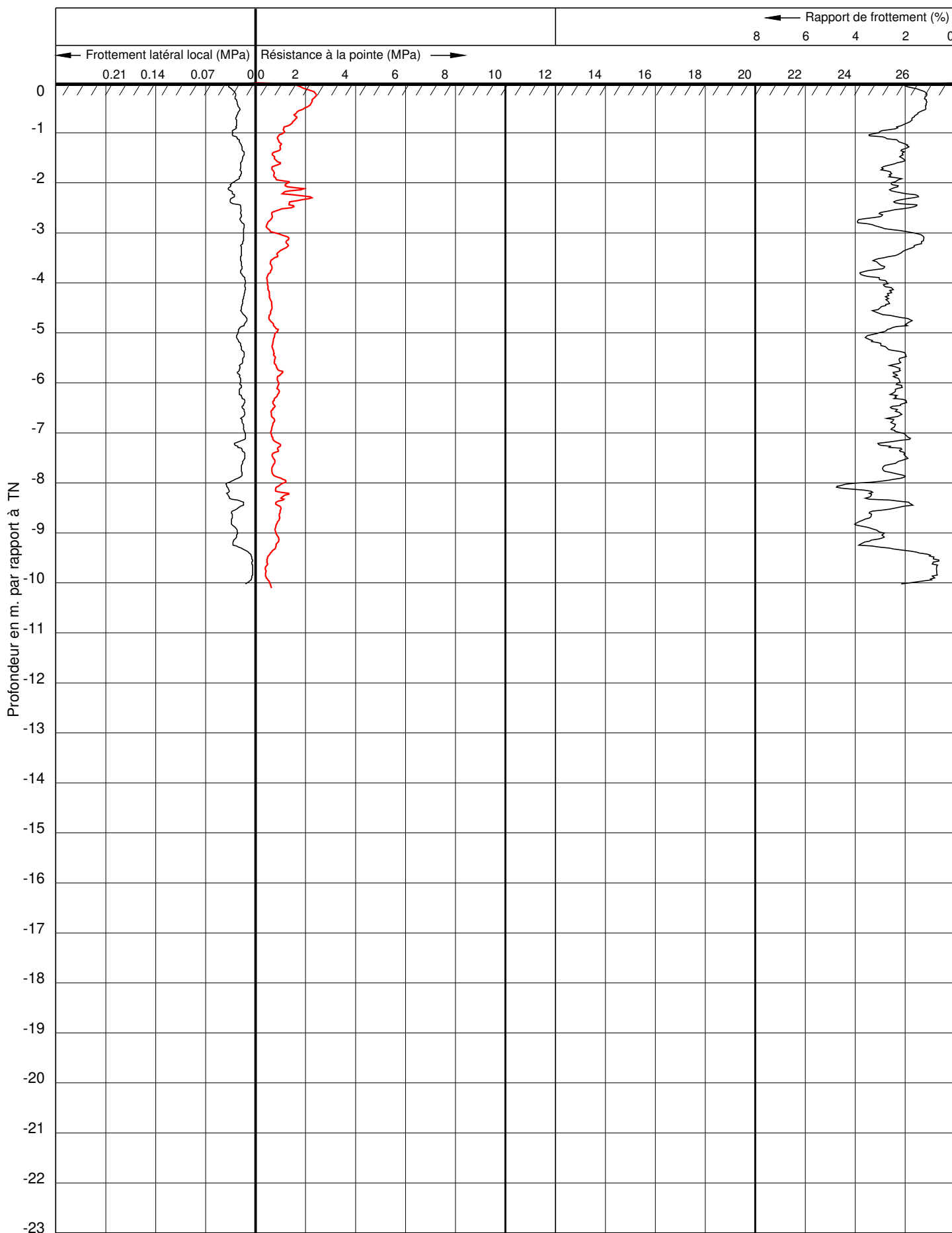
Annexe I : Sondages pénétrométriques sur Radicelle Est











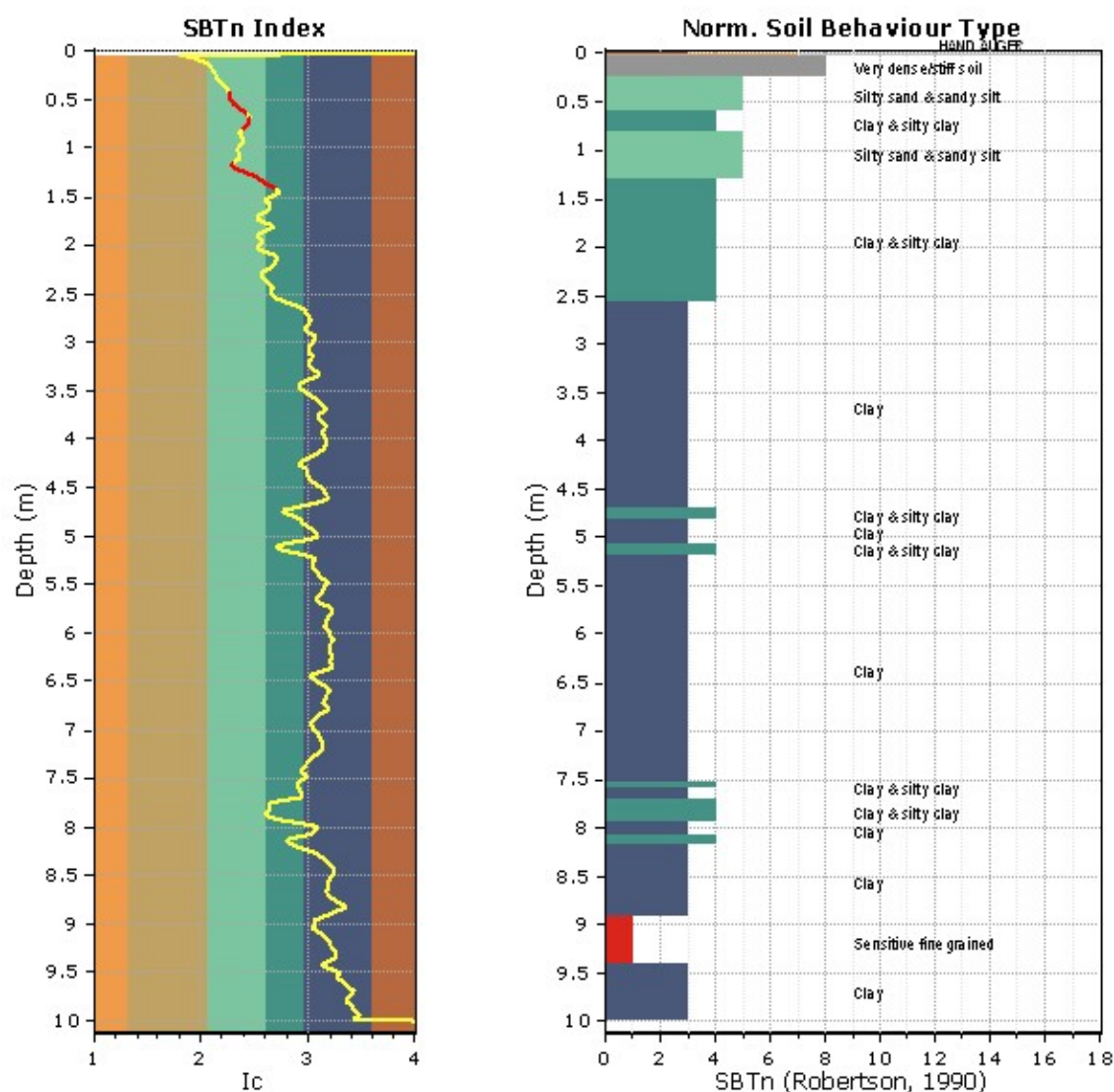
TRANSITION LAYER DETECTION ALGORITHM REPORT

Summary Details & Plots

Short description

The software will delete data when the cone is in transition from either clay to sand or vice-versa. To do this the software requires a range of I_c values over which the transition will be defined (typically somewhere between $1.80 < I_c < 3.0$) and a rate of change of I_c . Transitions typically occur when the rate of change of I_c is fast (i.e. ΔI_c is small).

The SBT_n plot below, displays in red the detected transition layers based on the parameters listed below the graphs.



Transition layer algorithm properties

I_c minimum check value: 1.70
 I_c maximum check value: 3.00
 I_c change ratio value: 0.0010
 Minimum number of points in layer: 4

General statistics

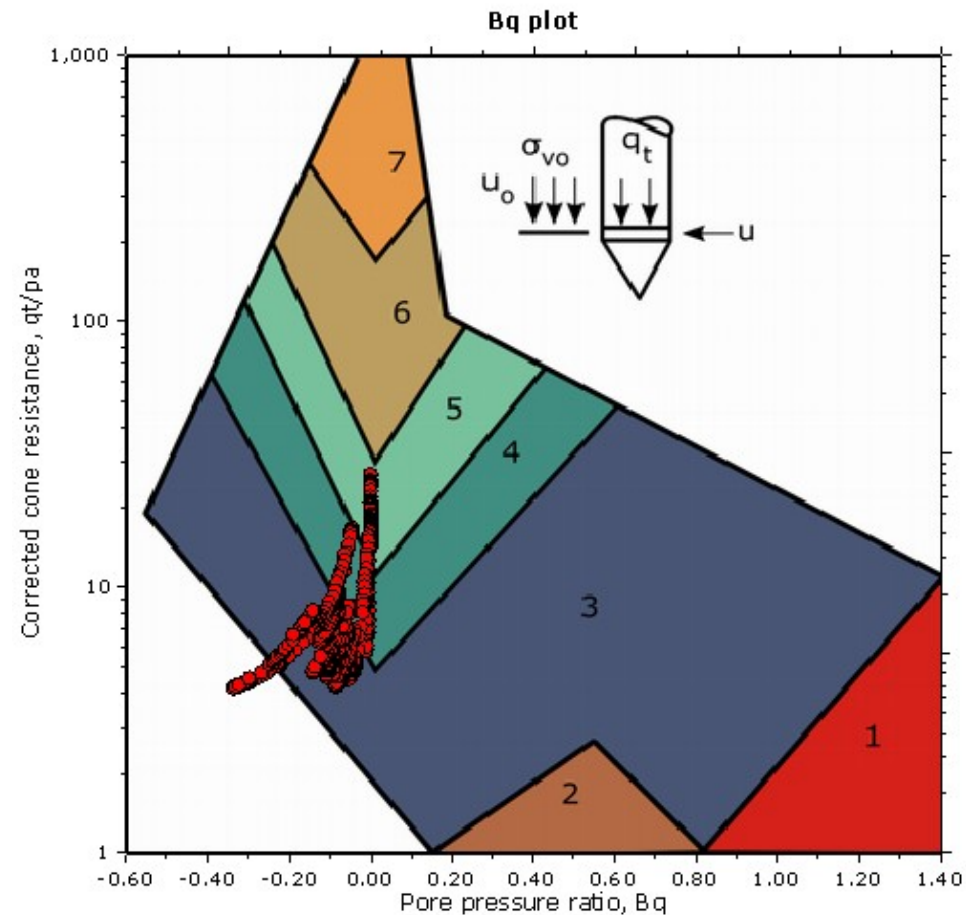
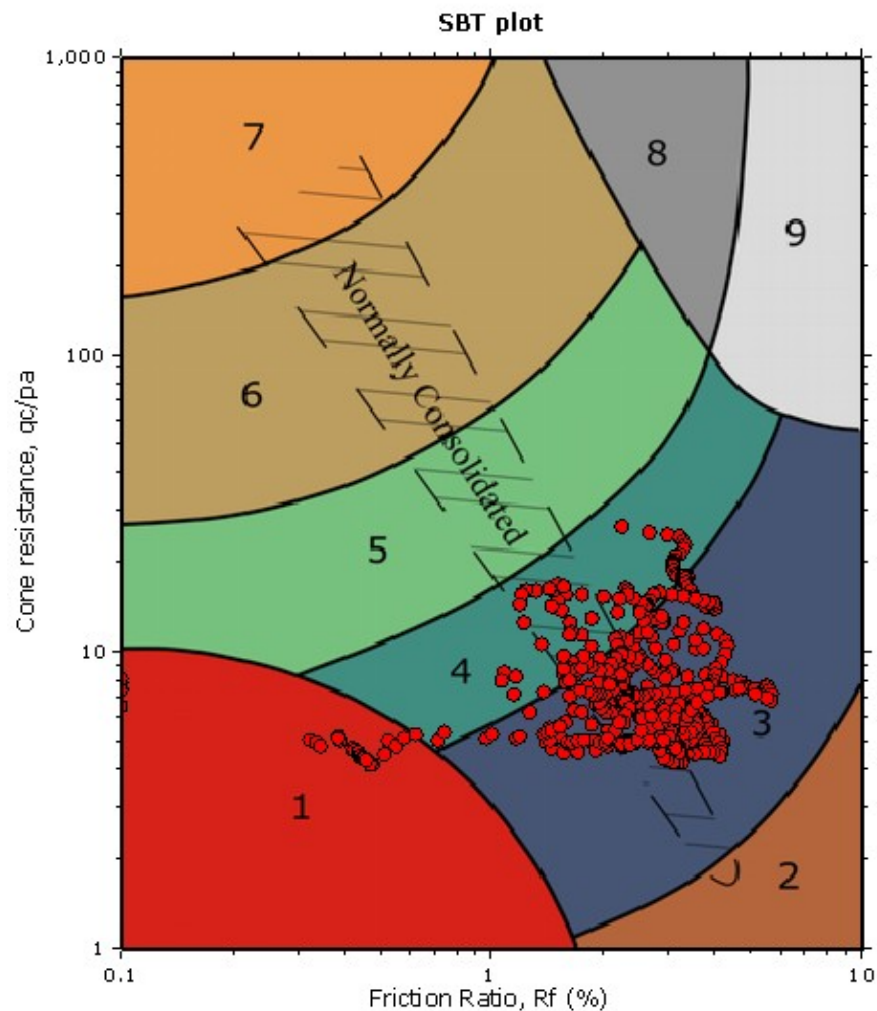
Total points in CPT file: 506
 Total points excluded: 34
 Exclusion percentage: 6.72%
 Number of layers detected: 3

Transition layer No	Number of points	Depth	SBT _n number	SBT _n description
Transition layer 1	13	Start depth: 0.44 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 0.68 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 2	7	Start depth: 0.72 (m)	4	Clay & silty clay
		End depth: 0.84 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 3	14	Start depth: 1.18 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 1.44 (m)	4	Clay & silty clay

Start depth: Depth where the transition layer begins

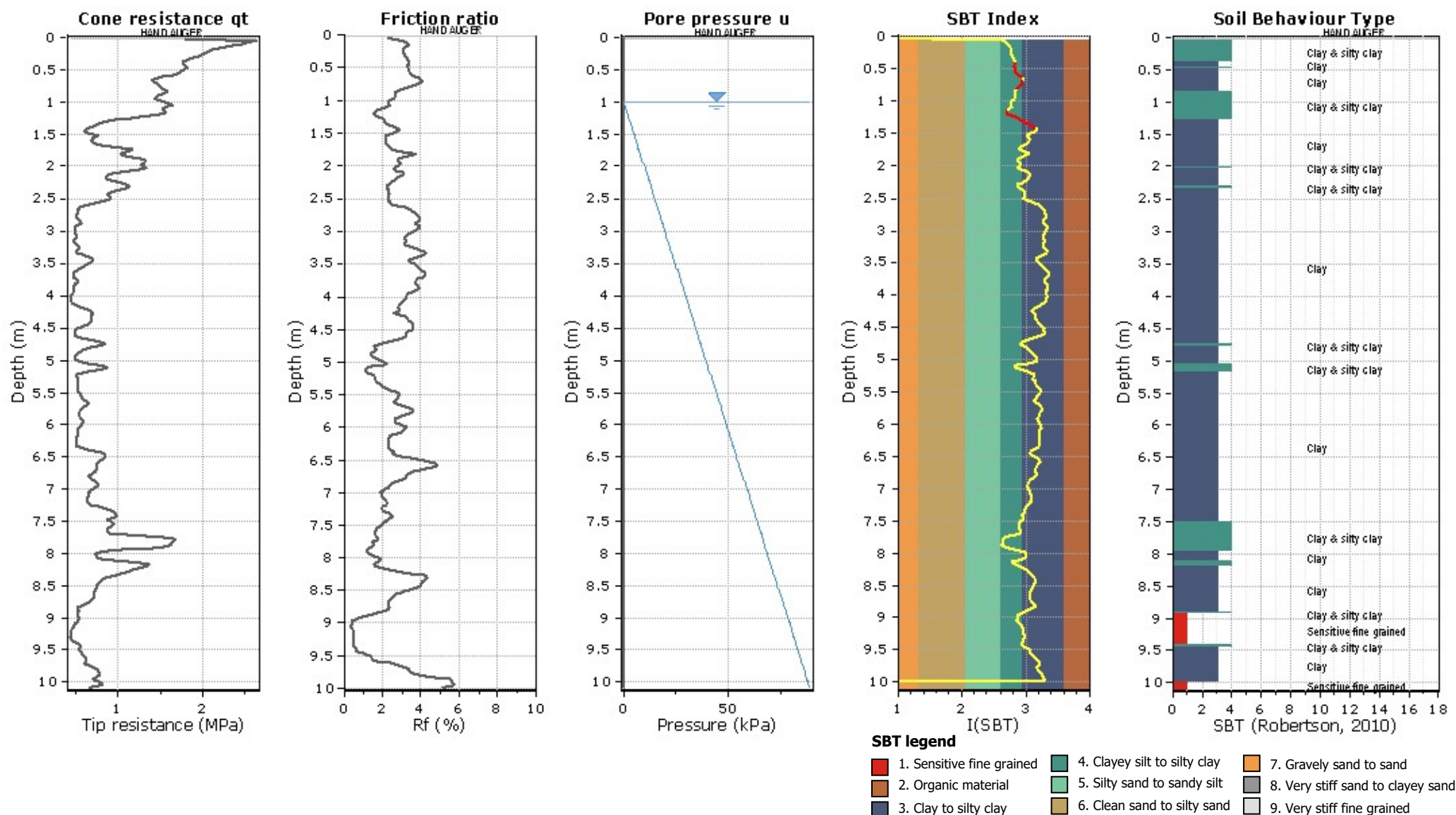
End depth: Depth where the transition layer ends

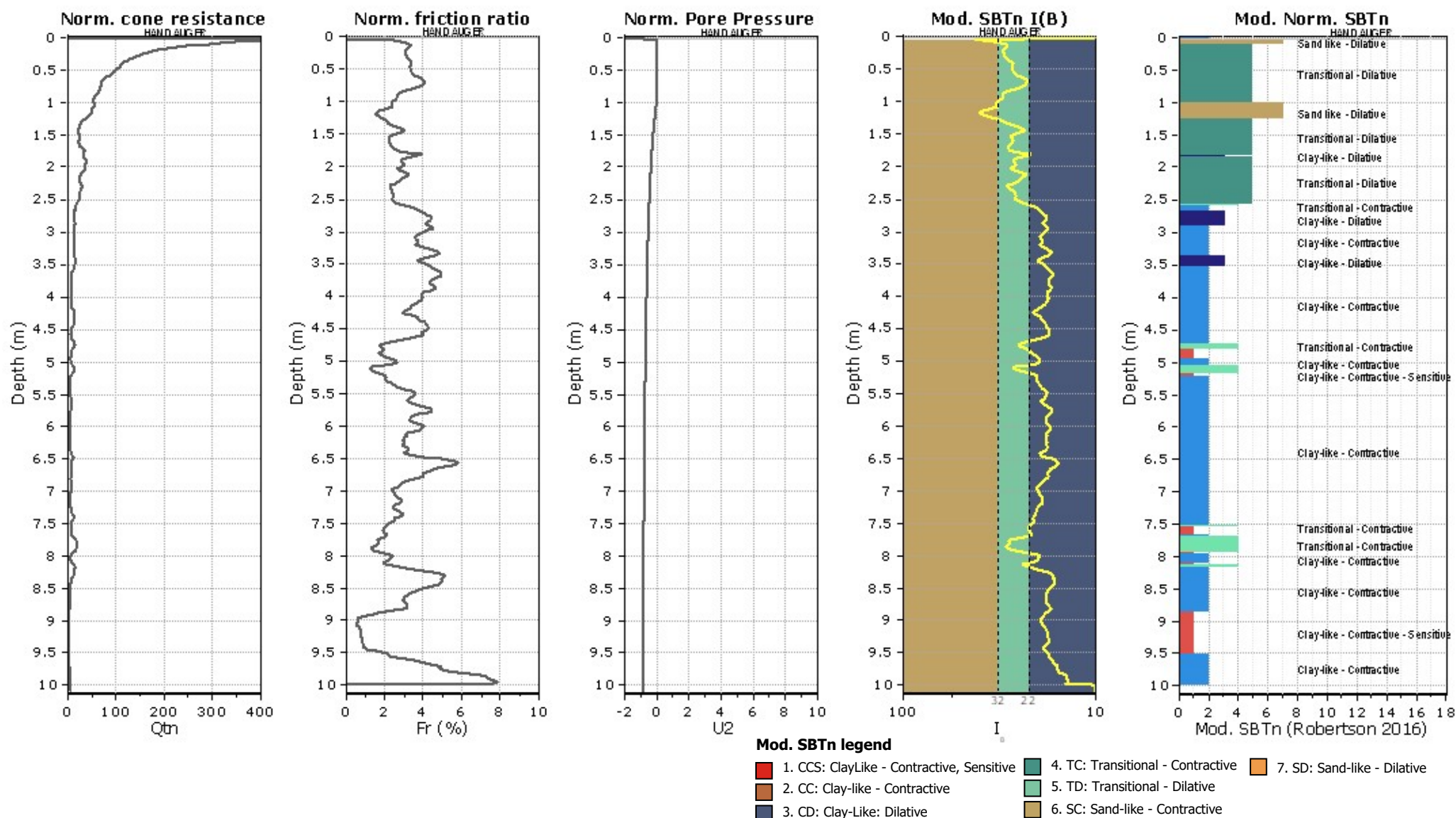
SBT - Bq plots



SBT legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |





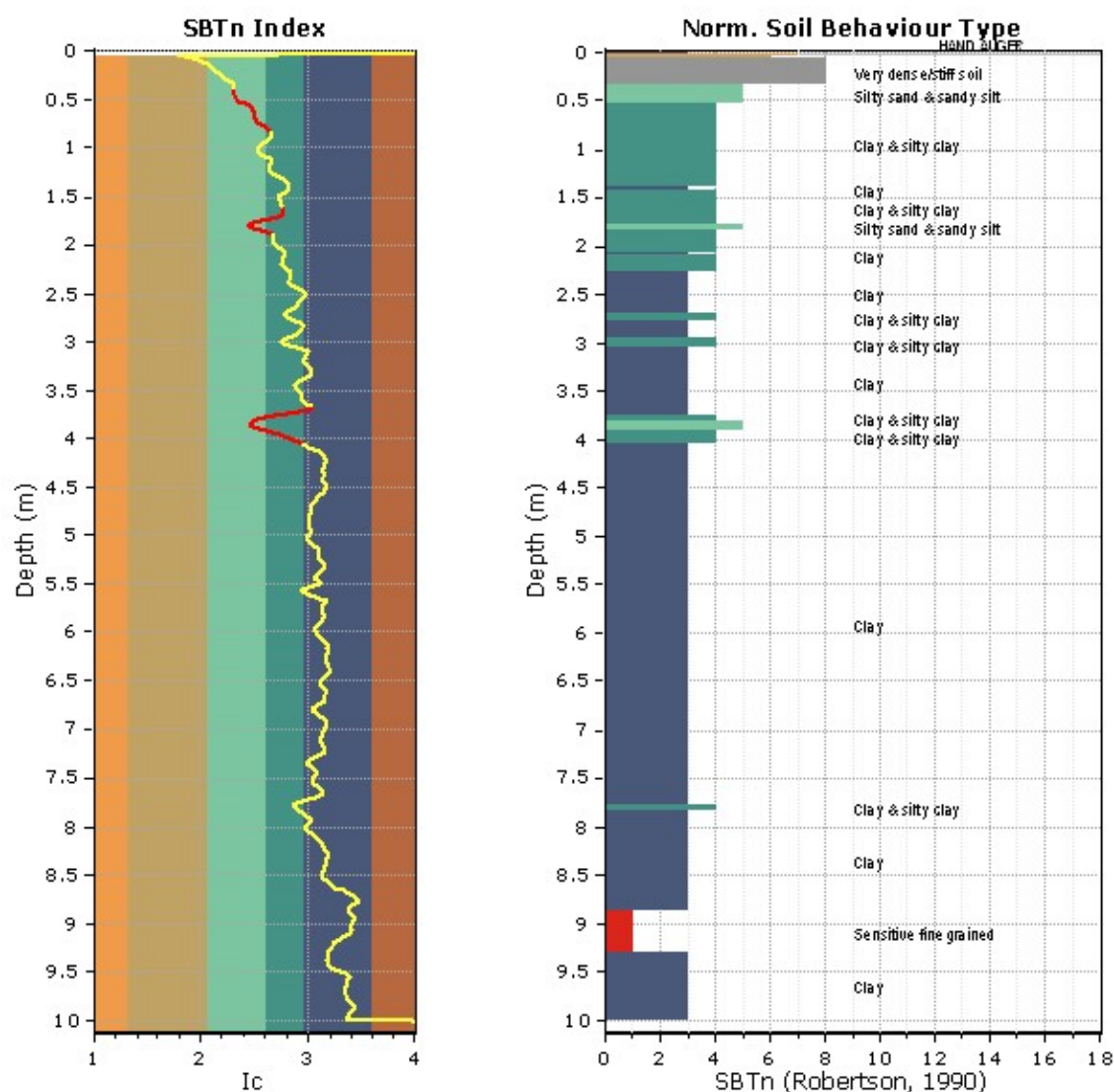
TRANSITION LAYER DETECTION ALGORITHM REPORT

Summary Details & Plots

Short description

The software will delete data when the cone is in transition from either clay to sand or vice-versa. To do this the software requires a range of I_c values over which the transition will be defined (typically somewhere between $1.80 < I_c < 3.0$) and a rate of change of I_c . Transitions typically occur when the rate of change of I_c is fast (i.e. ΔI_c is small).

The SBT_n plot below, displays in red the detected transition layers based on the parameters listed below the graphs.



Transition layer algorithm properties

I_c minimum check value: 1.70
 I_c maximum check value: 3.00
 I_c change ratio value: 0.0010
 Minimum number of points in layer: 4

General statistics

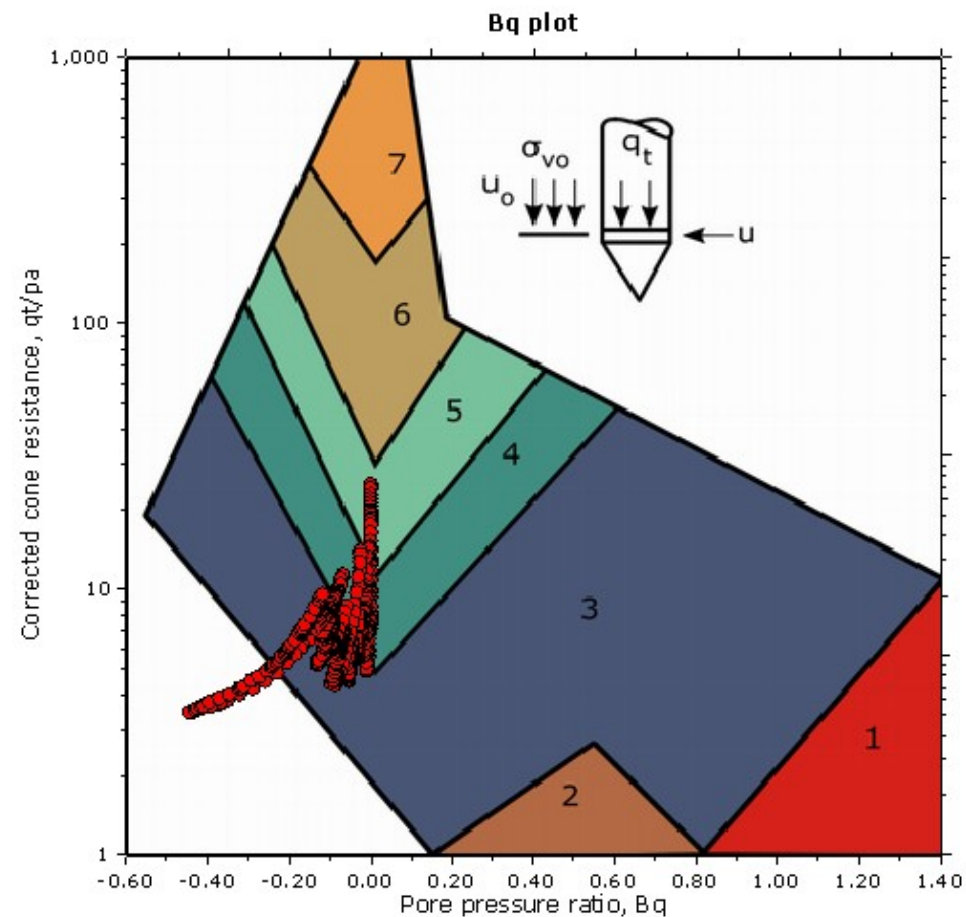
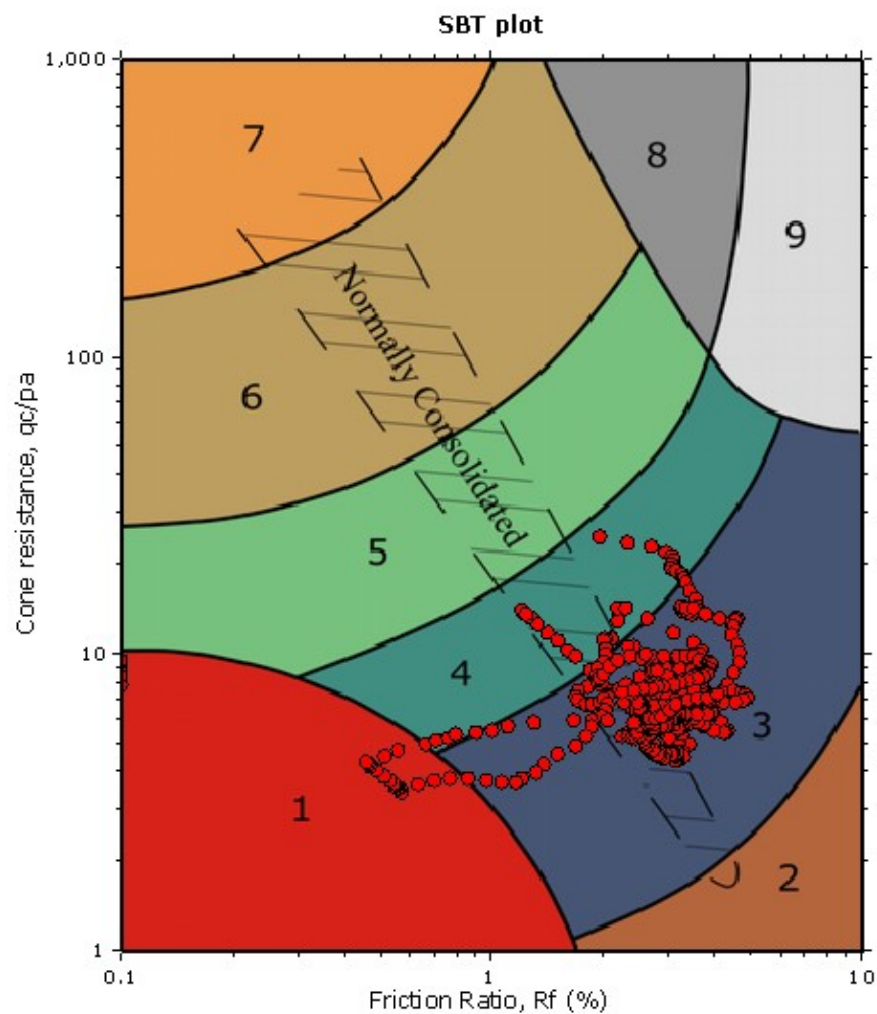
Total points in CPT file: 506
 Total points excluded: 58
 Exclusion percentage: 11.46%
 Number of layers detected: 5

Transition layer No	Number of points	Depth	SBT _n number	SBT _n description
Transition layer 1	23	Start depth: 0.42 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 0.86 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 2	8	Start depth: 1.66 (m)	4	Clay & silty clay
		End depth: 1.80 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 3	7	Start depth: 1.80 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 1.92 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 4	8	Start depth: 3.72 (m)	3	Clay
		End depth: 3.86 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 5	12	Start depth: 3.86 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 4.08 (m)	3	Clay

Start depth: Depth where the transition layer begins

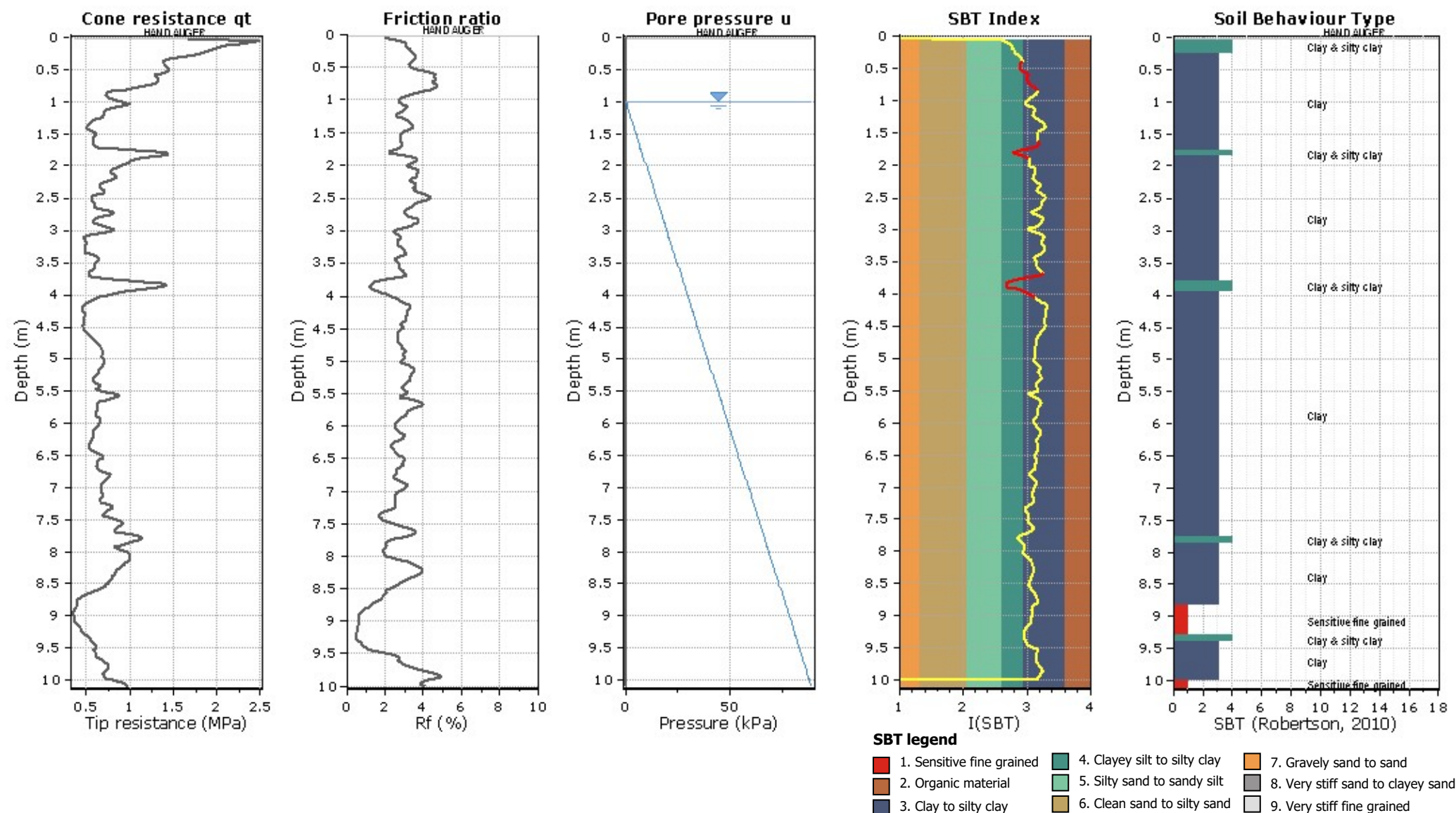
End depth: Depth where the transition layer ends

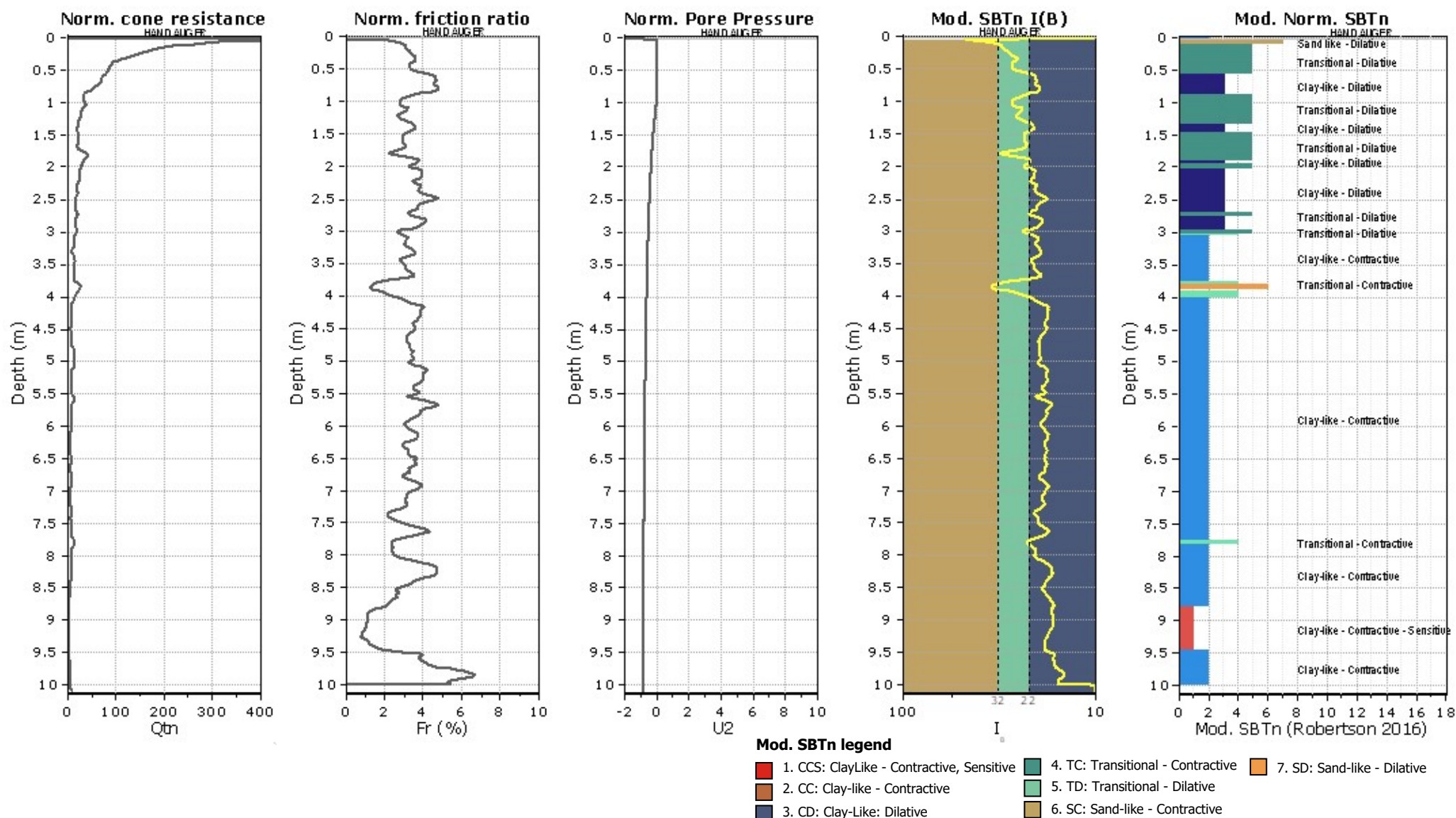
SBT - Bq plots



SBT legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |





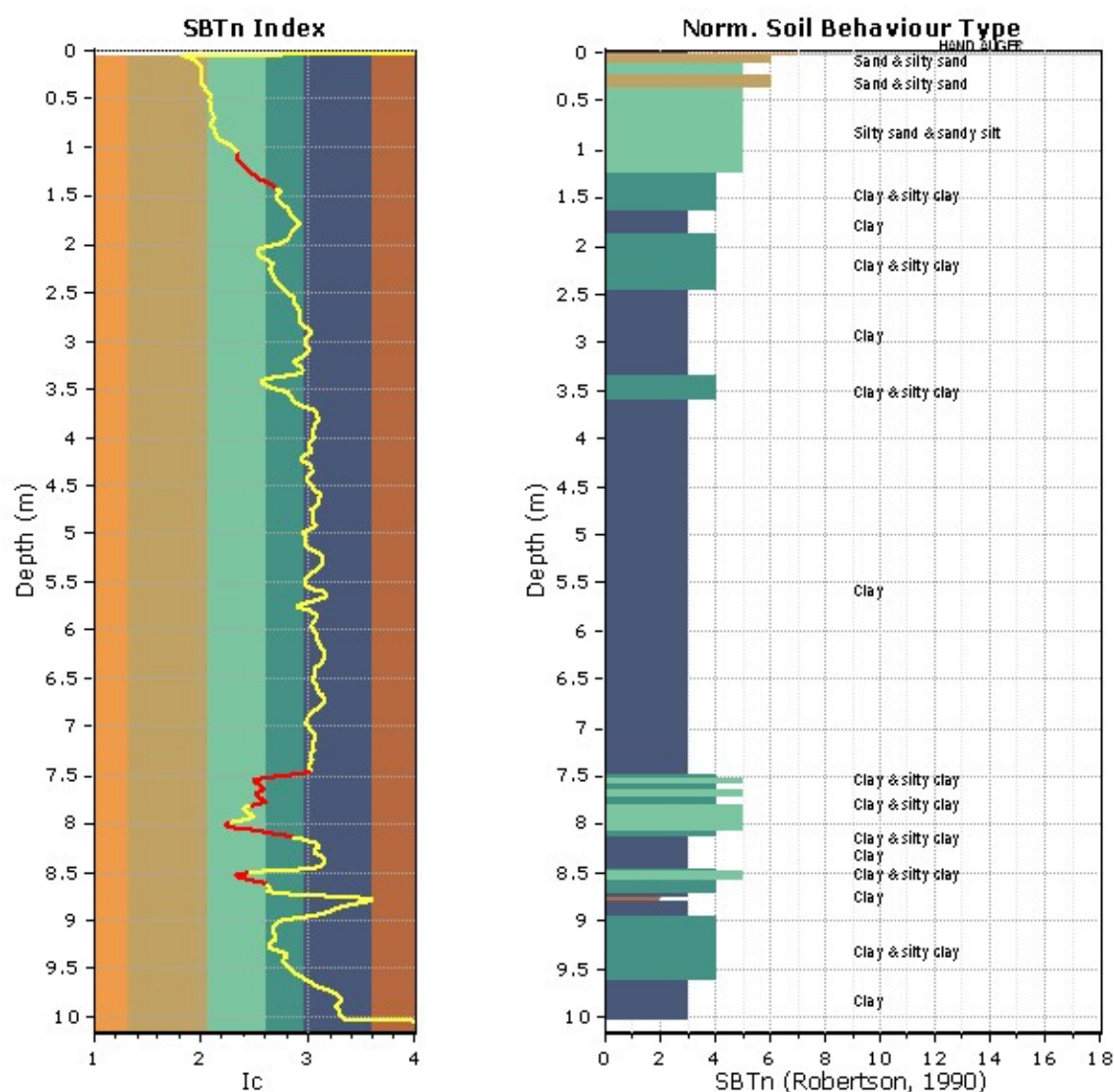
TRANSITION LAYER DETECTION ALGORITHM REPORT

Summary Details & Plots

Short description

The software will delete data when the cone is in transition from either clay to sand or vice-versa. To do this the software requires a range of I_c values over which the transition will be defined (typically somewhere between $1.80 < I_c < 3.0$) and a rate of change of I_c . Transitions typically occur when the rate of change of I_c is fast (i.e. ΔI_c is small).

The SBT_n plot below, displays in red the detected transition layers based on the parameters listed below the graphs.



Transition layer algorithm properties

I_c minimum check value: 1.70
 I_c maximum check value: 3.00
 I_c change ratio value: 0.0010
 Minimum number of points in layer: 4

General statistics

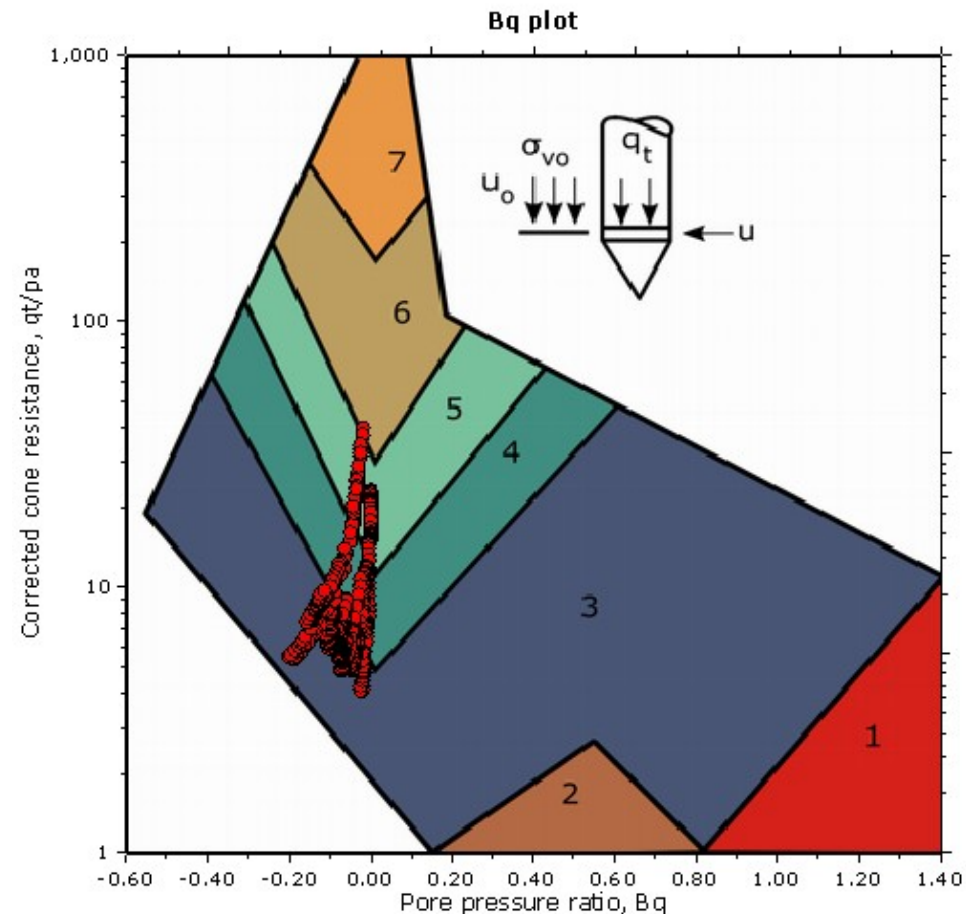
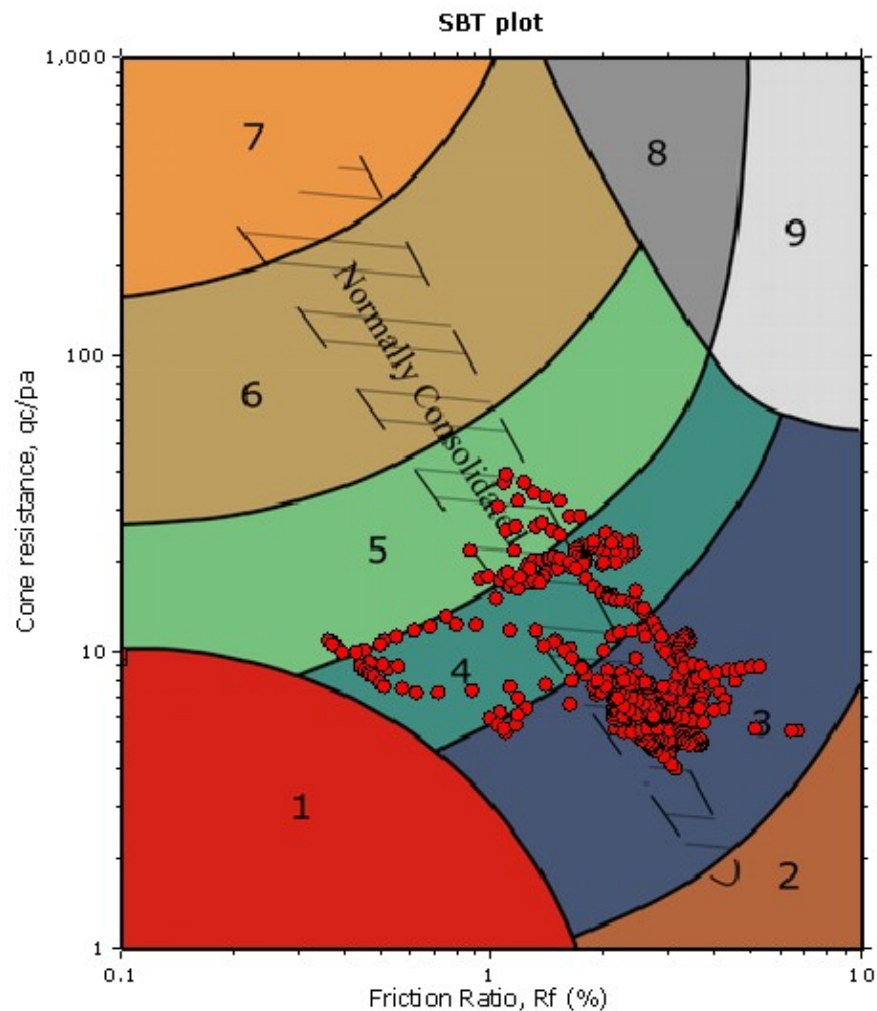
Total points in CPT file: 508
 Total points excluded: 57
 Exclusion percentage: 11.22%
 Number of layers detected: 8

Transition layer No	Number of points	Depth	SBT _n number	SBT _n description
Transition layer 1	20	Start depth: 1.08 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 1.46 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 2	4	Start depth: 7.49 (m)	3	Clay
		End depth: 7.55 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 3	4	Start depth: 7.57 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 7.63 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 4	4	Start depth: 7.63 (m)	4	Clay & silty clay
		End depth: 7.69 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 5	5	Start depth: 7.69 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 7.77 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 6	4	Start depth: 7.77 (m)	4	Clay & silty clay
		End depth: 7.83 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 7	9	Start depth: 8.01 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 8.17 (m)	3	Clay
Transition layer 8	7	Start depth: 8.53 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 8.65 (m)	4	Clay & silty clay

Start depth: Depth where the transition layer begins

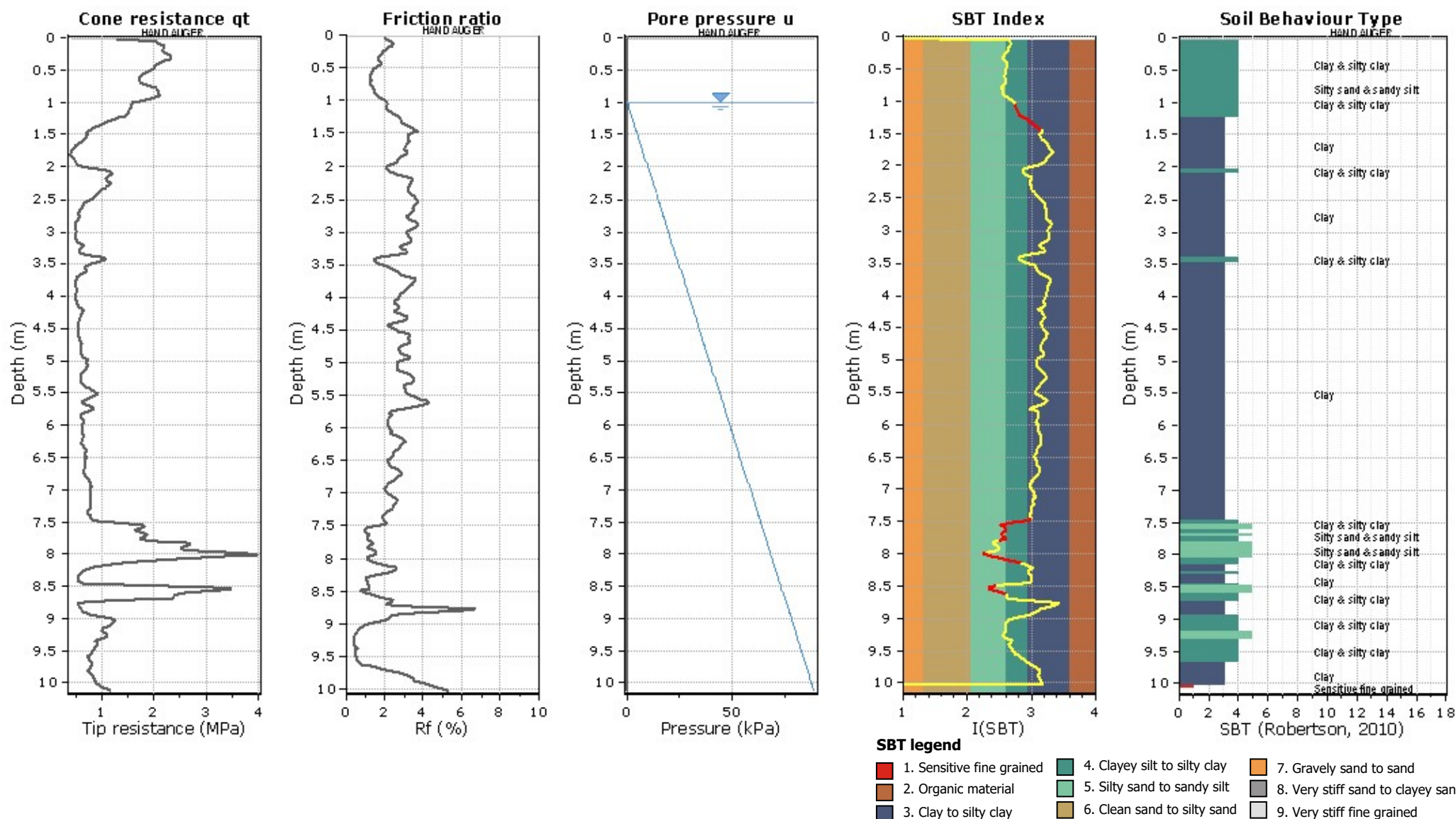
End depth: Depth where the transition layer ends

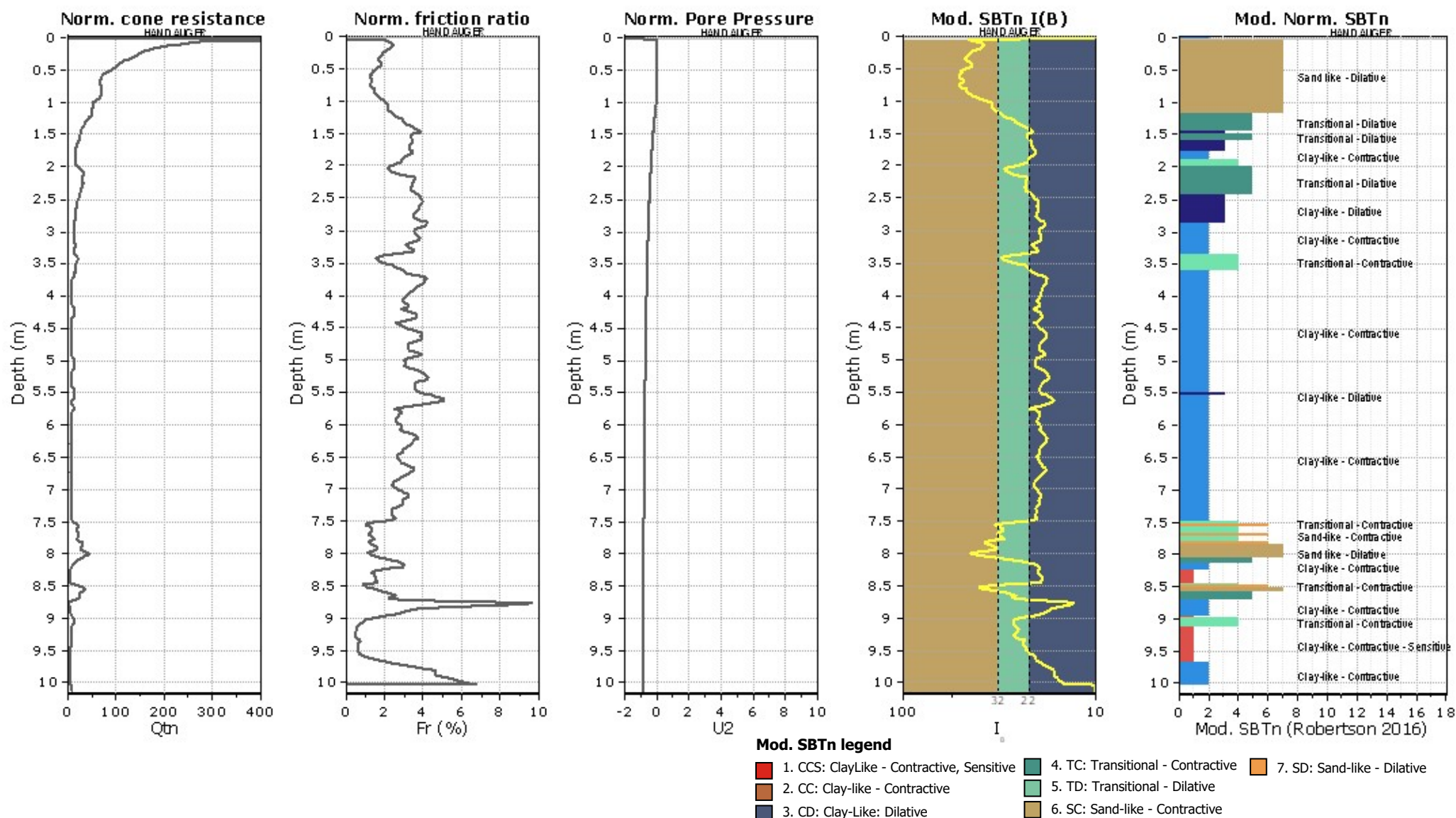
SBT - Bq plots



SBT legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |





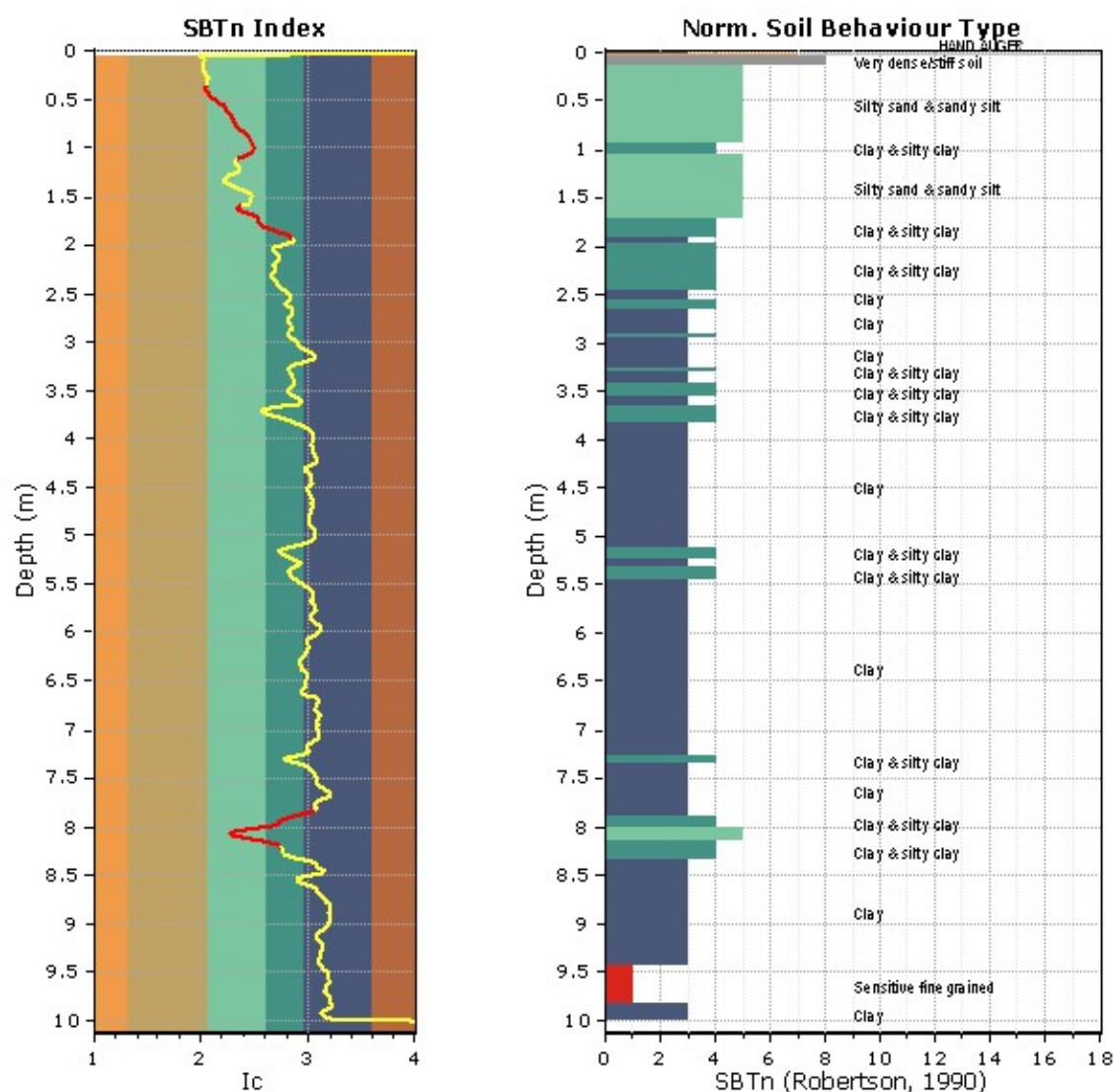
TRANSITION LAYER DETECTION ALGORITHM REPORT

Summary Details & Plots

Short description

The software will delete data when the cone is in transition from either clay to sand or vice-versa. To do this the software requires a range of I_c values over which the transition will be defined (typically somewhere between $1.80 < I_c < 3.0$) and a rate of change of I_c . Transitions typically occur when the rate of change of I_c is fast (i.e. ΔI_c is small).

The SBT_n plot below, displays in red the detected transition layers based on the parameters listed below the graphs.



Transition layer algorithm properties

I_c minimum check value: 1.70
 I_c maximum check value: 3.00
 I_c change ratio value: 0.0010
 Minimum number of points in layer: 4

General statistics

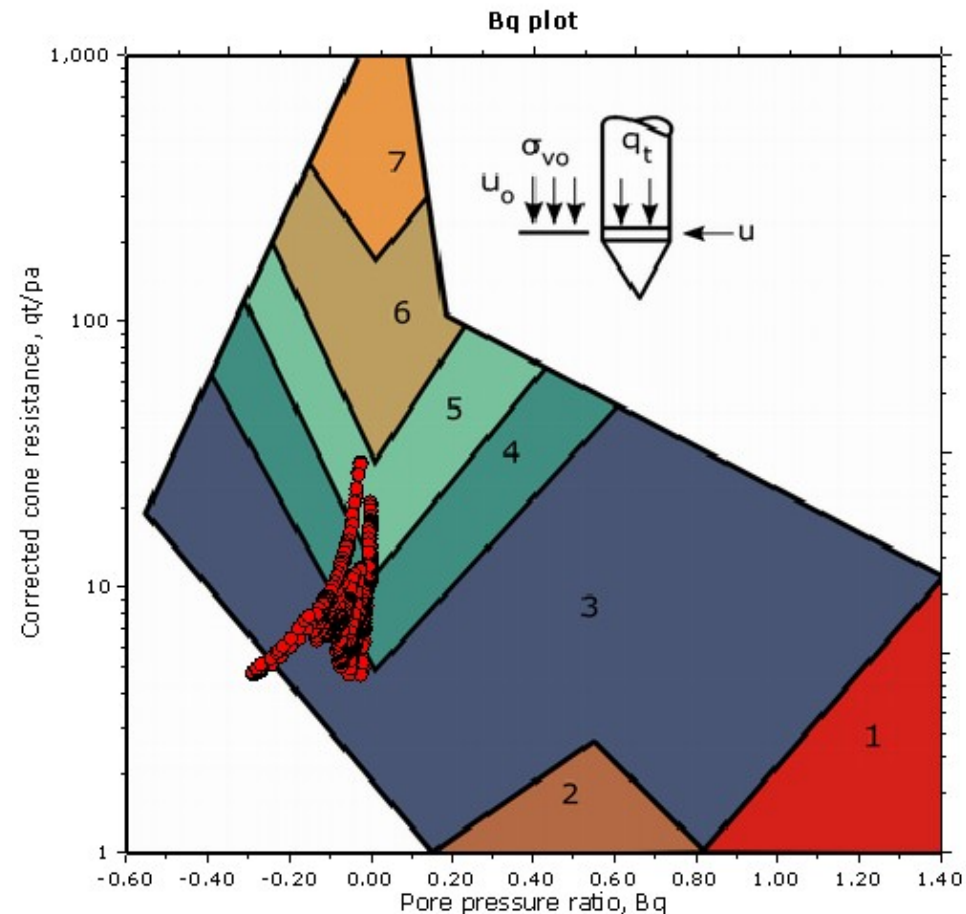
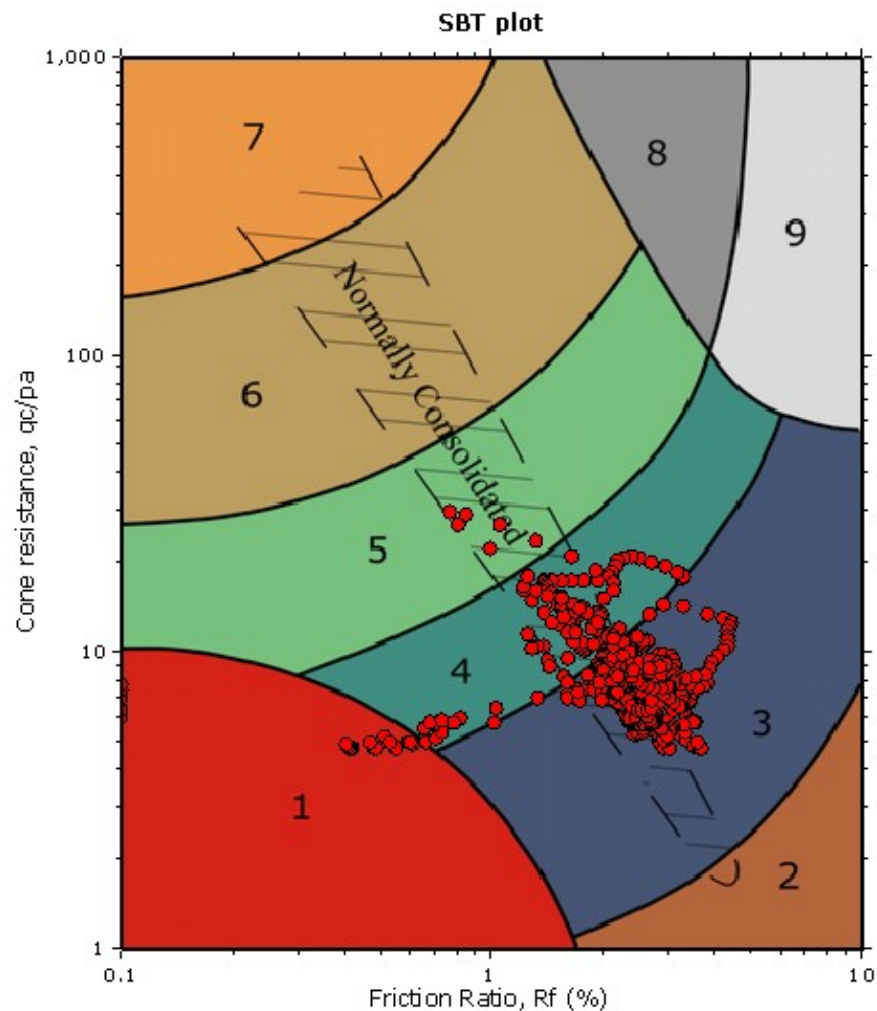
Total points in CPT file: 506
 Total points excluded: 77
 Exclusion percentage: 15.22%
 Number of layers detected: 5

Transition layer No	Number of points	Depth	SBT _n number	SBT _n description
Transition layer 1	32	Start depth: 0.38 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 1.00 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 2	7	Start depth: 1.02 (m)	4	Clay & silty clay
		End depth: 1.14 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 3	18	Start depth: 1.62 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 1.96 (m)	3	Clay
Transition layer 4	11	Start depth: 7.87 (m)	3	Clay
		End depth: 8.07 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 5	9	Start depth: 8.07 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 8.23 (m)	4	Clay & silty clay

Start depth: Depth where the transition layer begins

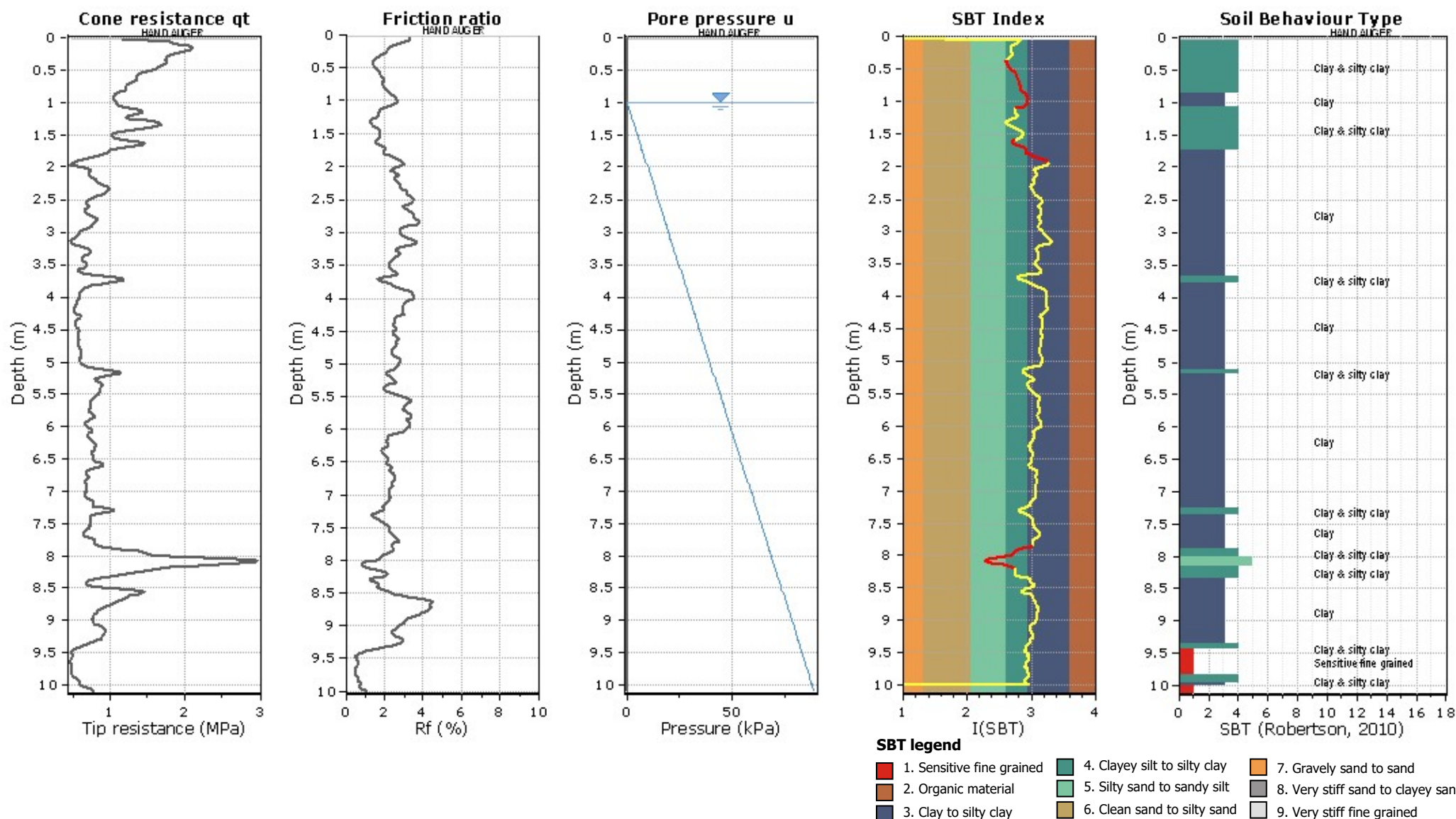
End depth: Depth where the transition layer ends

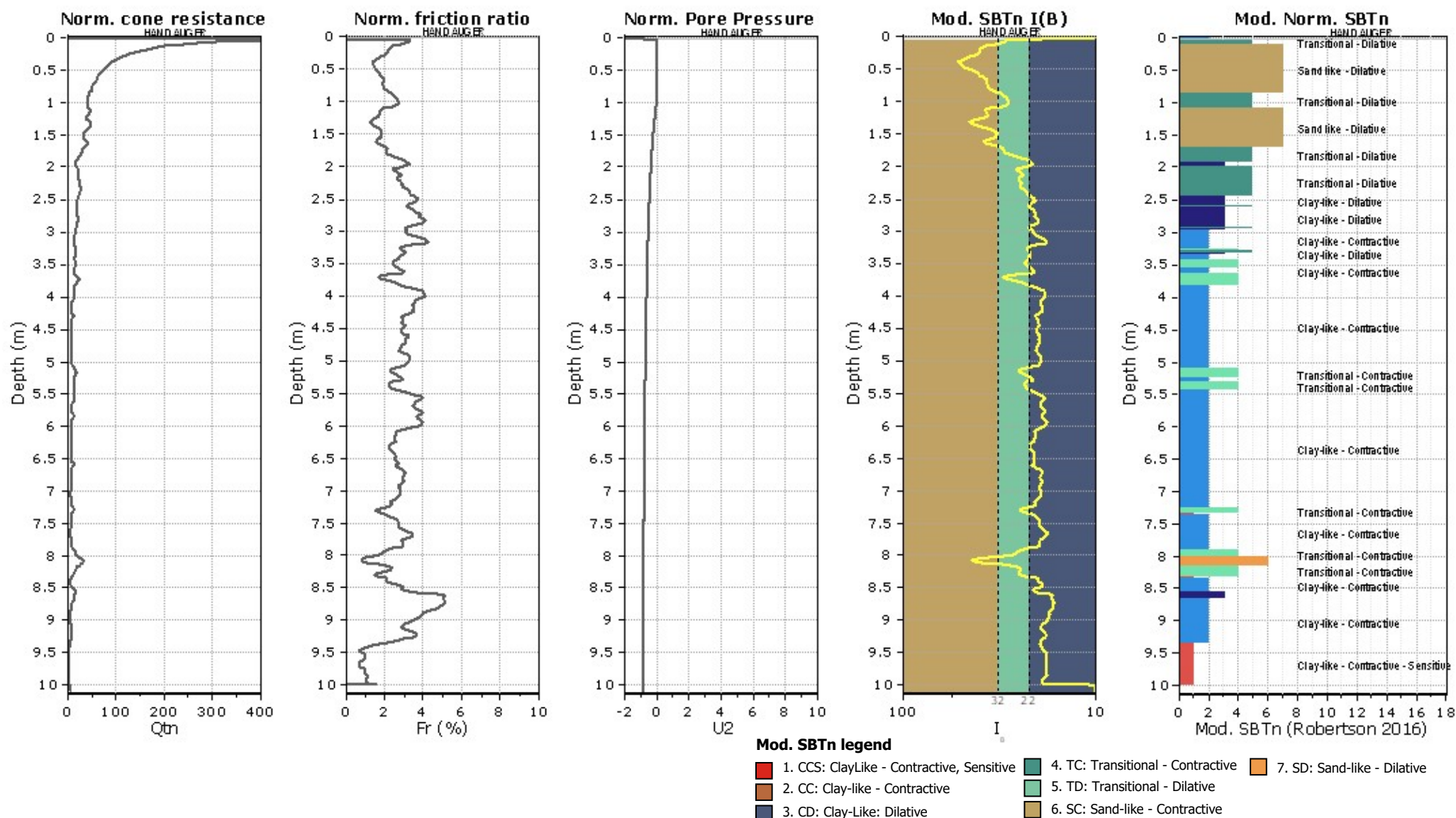
SBT - Bq plots



SBT legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |



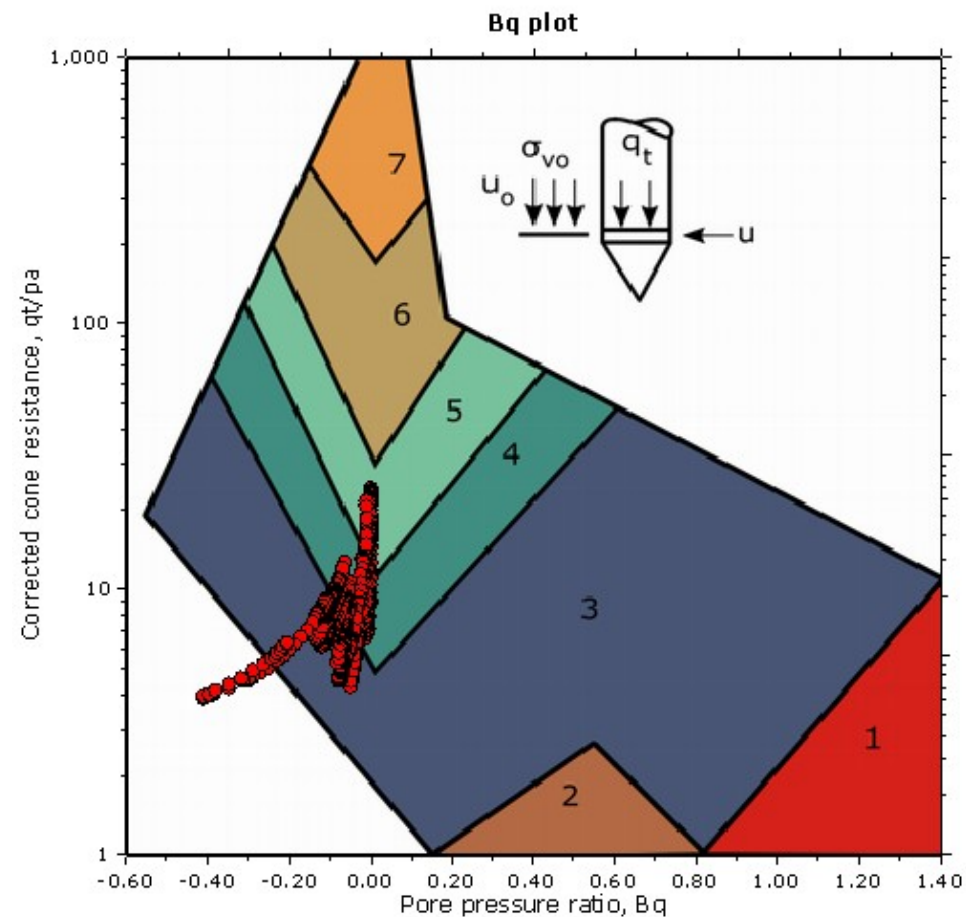
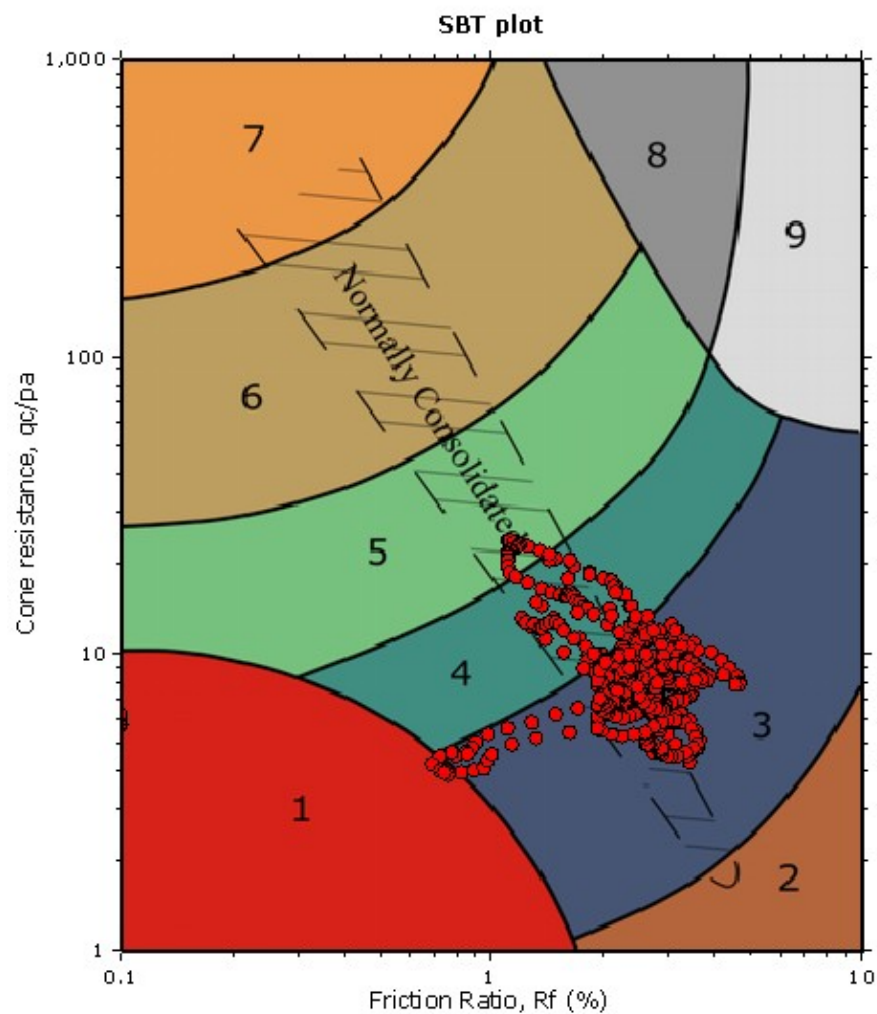


Transition layer No	Number of points	Depth	SBT _n number	SBT _n description
Transition layer 1	20	Start depth: 0.68 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 1.06 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 2	10	Start depth: 1.06 (m)	4	Clay & silty clay
		End depth: 1.24 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 3	7	Start depth: 1.30 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 1.42 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 4	5	Start depth: 2.04 (m)	4	Clay & silty clay
		End depth: 2.12 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 5	5	Start depth: 2.12 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 2.20 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 6	6	Start depth: 2.20 (m)	4	Clay & silty clay
		End depth: 2.30 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 7	6	Start depth: 2.30 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 2.40 (m)	4	Clay & silty clay
Transition layer 8	5	Start depth: 2.40 (m)	4	Clay & silty clay
		End depth: 2.48 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 9	8	Start depth: 2.48 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 2.62 (m)	3	Clay
Transition layer 10	11	Start depth: 2.92 (m)	3	Clay
		End depth: 3.12 (m)	5	Silty sand & sandy silt
Transition layer 11	10	Start depth: 3.24 (m)	5	Silty sand & sandy silt
		End depth: 3.42 (m)	4	Clay & silty clay

Start depth: Depth where the transition layer begins

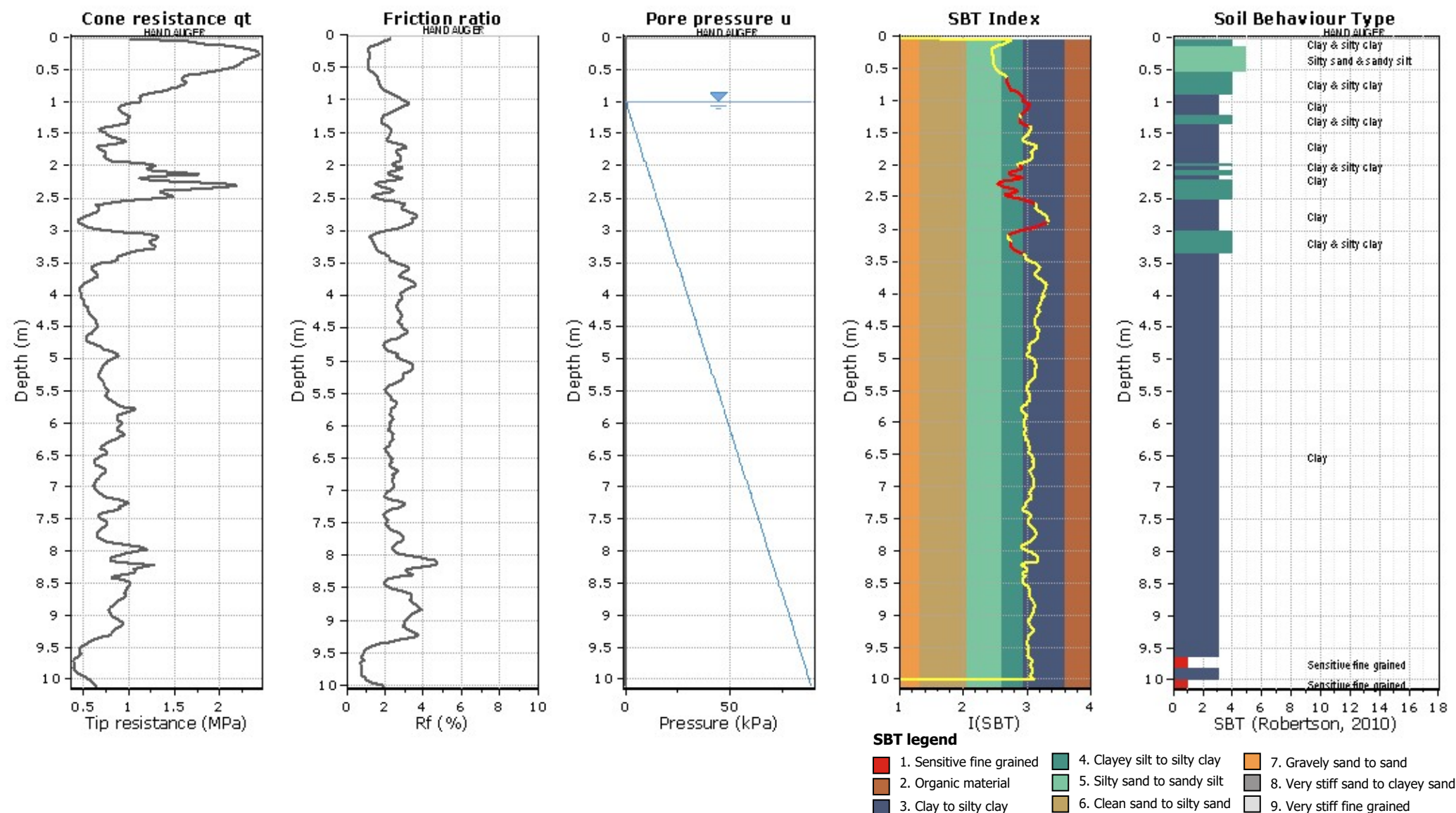
End depth: Depth where the transition layer ends

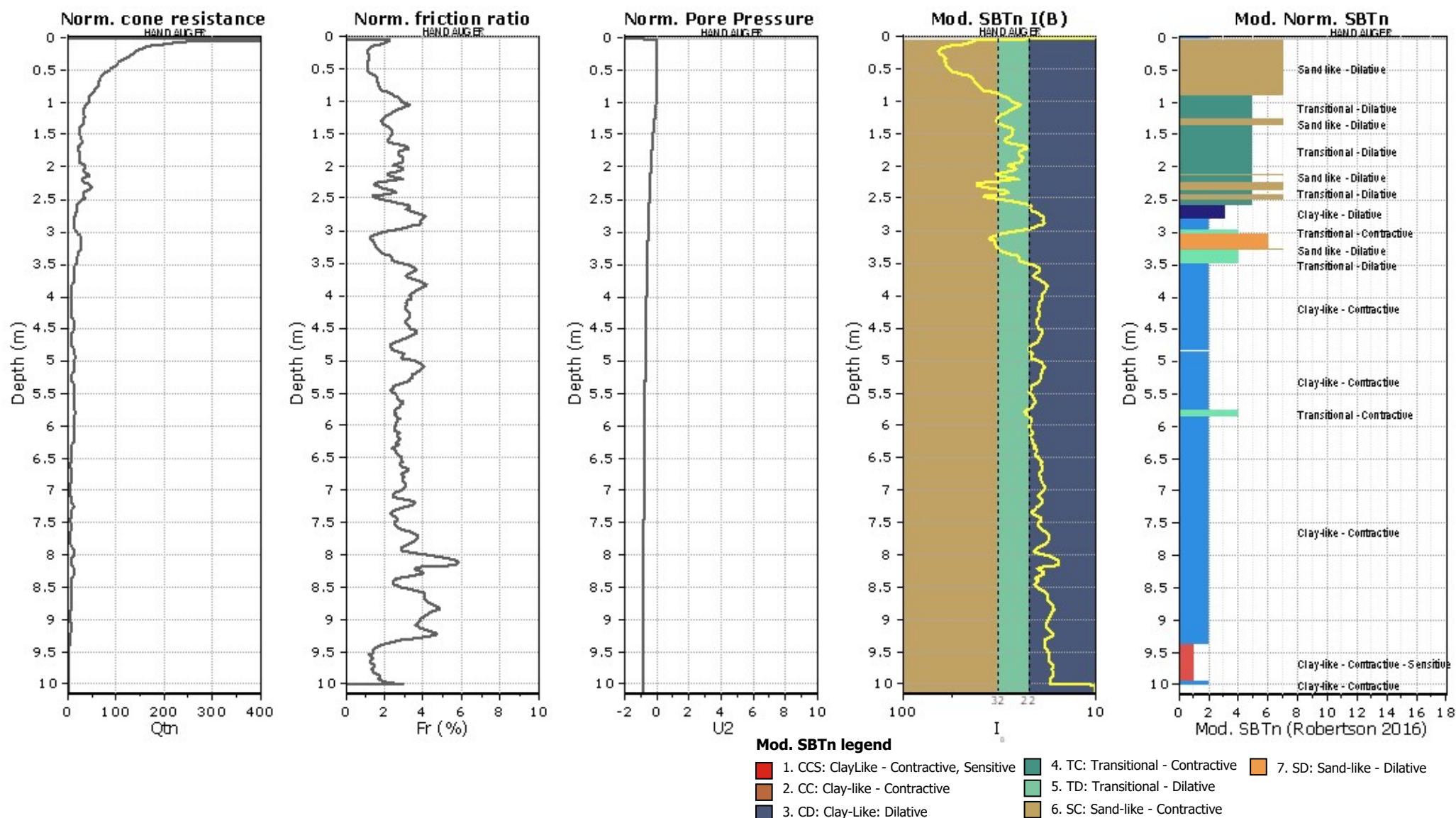
SBT - Bq plots



SBT legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |





Annexe II : Résultats des calculs TALREN

Données du projet

Numéro d'affaire : NPCP200121

Titre du calcul : Bassin La Hutte - Digue intermédiaire

Lieu : Escaudoeuvers

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Argile silteuse molle		18,0	28,00	7,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Remblais limoneux traité		18,0	30,00	20,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Argile silteuse molle		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Remblais limoneux traité		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	-50,000	40,000	2	-30,000	40,000	3	-20,100	46,600	4	-15,100	46,600	5	-5,600	40,000	6	20,000	40,000
7	-50,000	30,000	8	20,000	30,000												

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	7	8

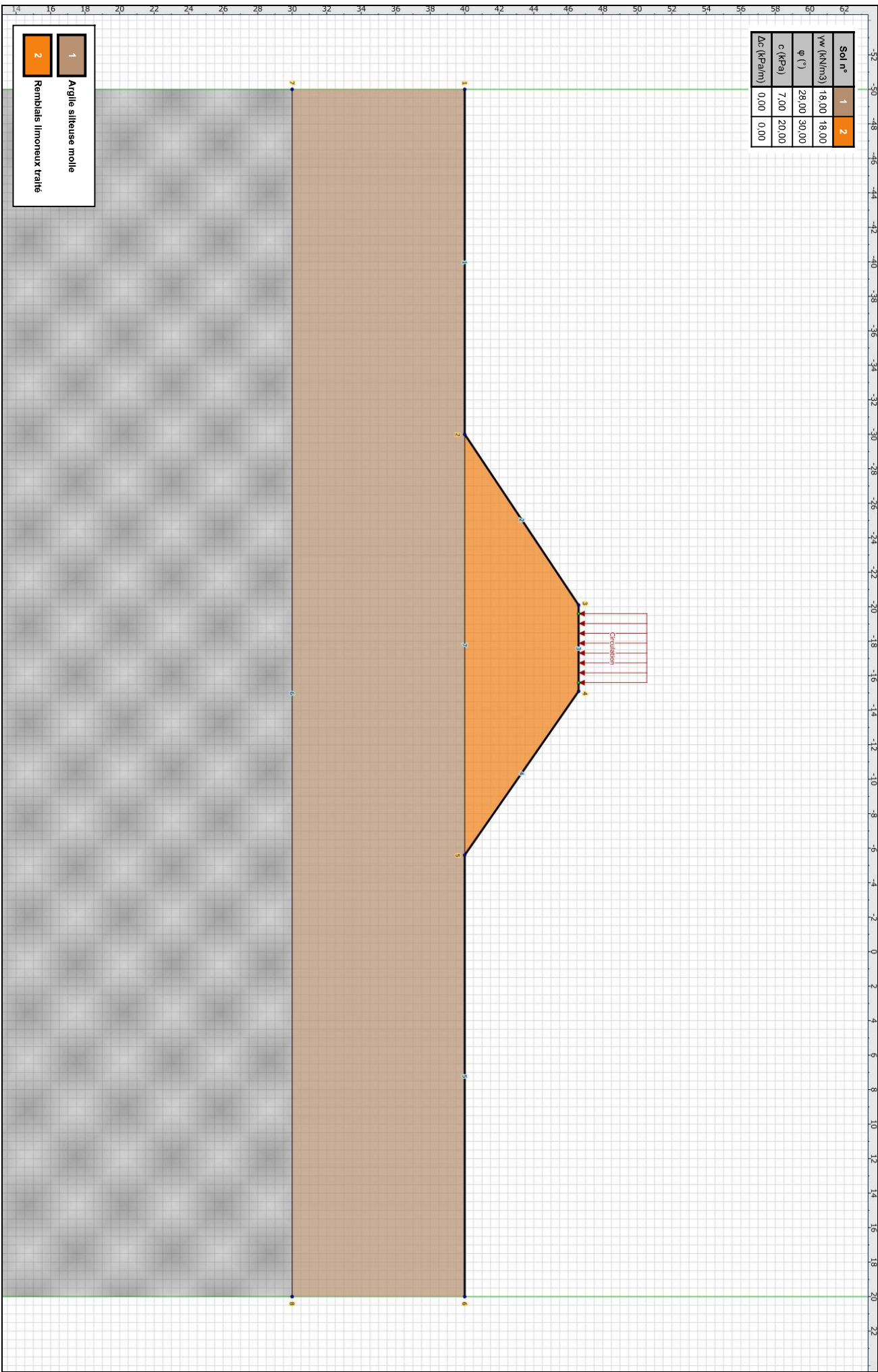
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Circulation	-19,600	46,600	10,0	-15,600	46,600	10,0	90,00



Talren v5
v5.2.4

Imprimé le : 31 mars 2021 15:15:31
Calcul réalisé par : ANTEA
Projet : Bassin La Hutte - Digue intermédiaire



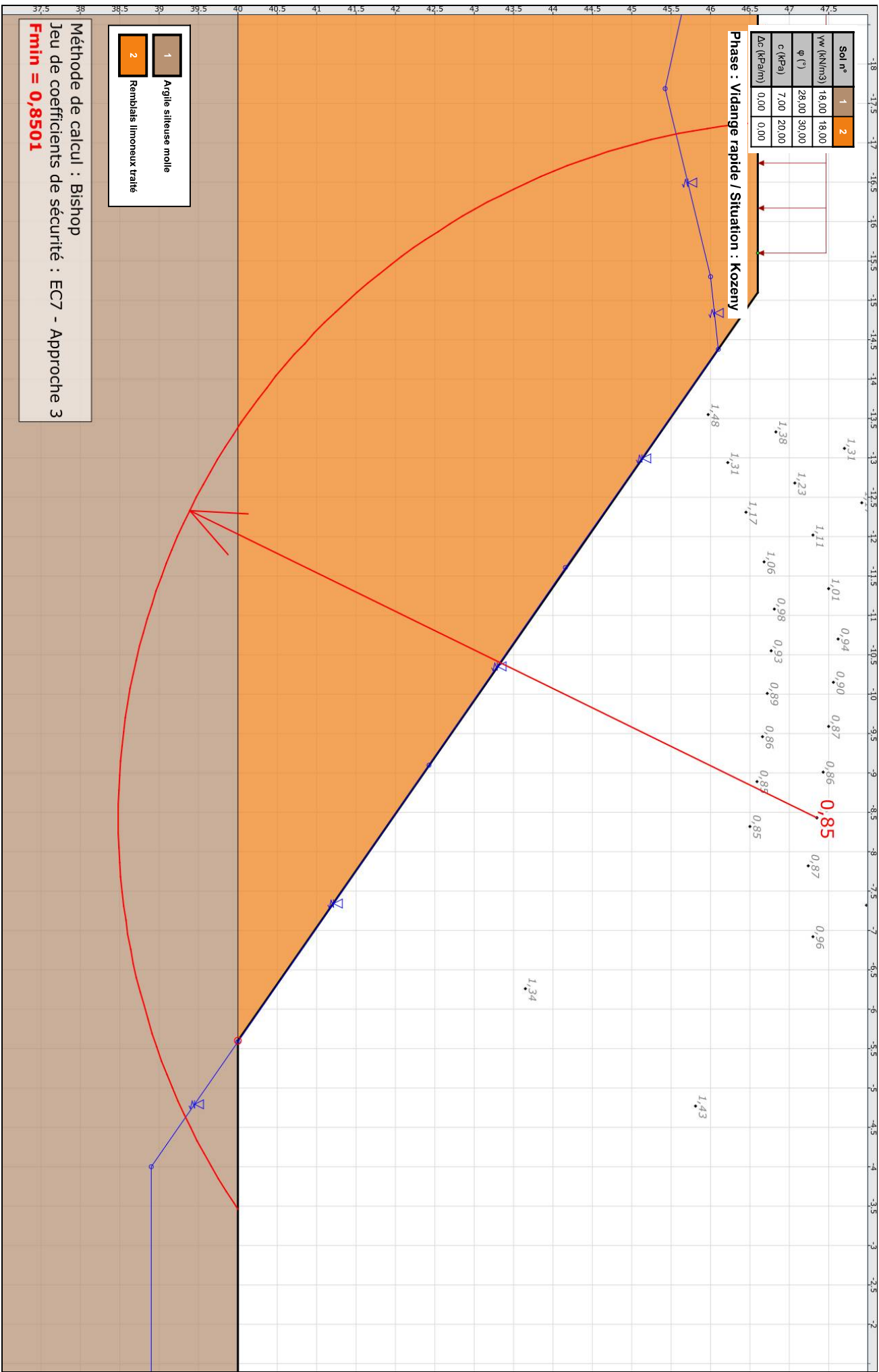
Sélec

Talren v5
v5.2.4

Imprimé le : 31 mars 2021 15:15:31
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Bassin La Hutte - Digue intermédiaire





Sélec

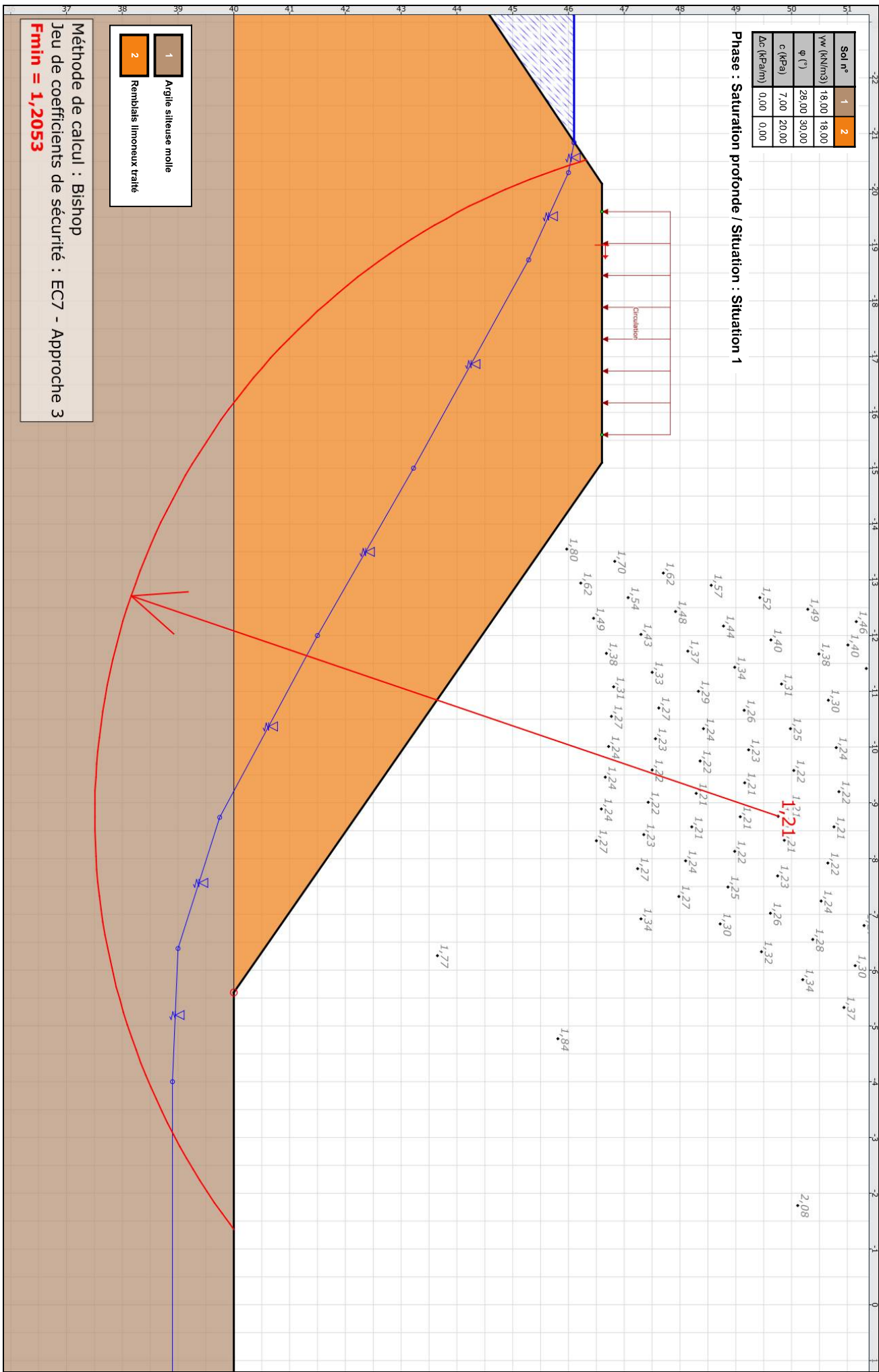
Talren v5
v5.2.4

Imprimé le : 31 mars 2021 15:15:31
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Bassin La Hutte - Digue intermédiaire

Sol n°	1	2
γ_w (kN/m ³)	18.00	18.00
ϕ (°)	28.00	30.00
c (kPa)	7.00	20.00
Δc (kPa/m)	0.00	0.00

Phase : Saturation profonde / Situation : Situation 1



sétec

Talren v5
v5.2.4

Imprimé le : 31 mars 2021 15:15:31
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Bassin La Hutte - Digue intermédiaire

Données du projet

Numéro d'affaire : NPCP200121

Titre du calcul : La Hutte Nord - CPT31

Lieu : Escaudoeuves

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Argile silteuse moyennement ferme		19,0	32,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Argile silteuse molle et MO		19,0	28,00	7,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	terre décantée		18,0	28,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Argile silteuse molle		19,0	28,00	7,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	remblai traité		19,0	30,00	20,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Argile silteuse moyennement ferme		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Argile silteuse molle et MO		-	-	-	Effective	Linéaire
3	terre décantée		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Argile silteuse molle		-	-	-	Effective	Linéaire
5	remblai traité		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

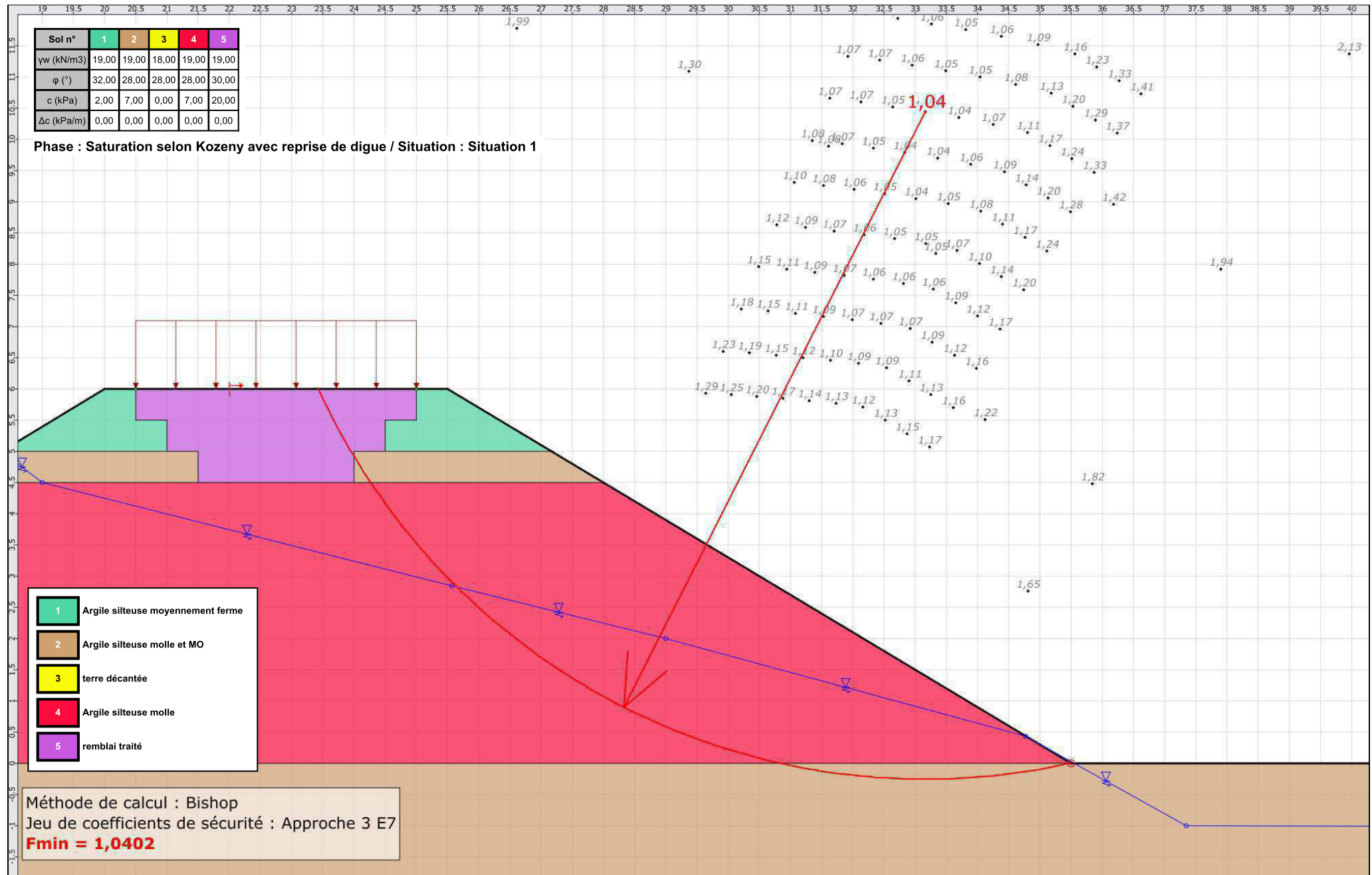
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	10,000	0,000	2	20,000	6,000	3	25,500	6,000	4	35,500	0,000	5	0,000	0,000	6	75,000	0,000
9	0,000	-6,000	10	75,000	-6,000	11	35,000	0,300	12	0,000	2,800	13	14,698	2,806	14	27,167	5,000
15	18,348	5,000	16	31,337	2,498	17	14,186	2,500	18	13,689	2,203	19	31,829	2,203	20	12,515	1,502
21	33,000	1,500	22	0,000	-2,400	23	75,000	-2,400	24	20,500	5,500	25	21,000	5,500	26	21,000	5,000
27	20,500	6,000	28	21,500	5,000	29	21,500	4,500	30	25,000	6,000	31	25,000	5,500	32	24,500	5,500
33	24,500	5,000	34	24,000	5,000	35	24,000	4,500	37	28,000	4,500	39	17,518	4,500			

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
4	5	1	5	1	4	6	4	6	12	9	10	13	4	11	17	12	13	19	2	15
21	3	14	26	13	17	31	16	19	33	17	18	35	11	21	36	19	21	37	1	20
38	18	20	39	24	25	41	15	26	42	2	27	44	27	24	45	25	26	47	26	28
48	28	29	49	3	30	50	27	30	51	30	31	52	31	32	53	14	33	55	33	32
56	28	34	57	33	34	58	34	35	59	29	35	60	35	37	62	37	14	63	29	39
65	39	15	66	13	39	67	37	16												

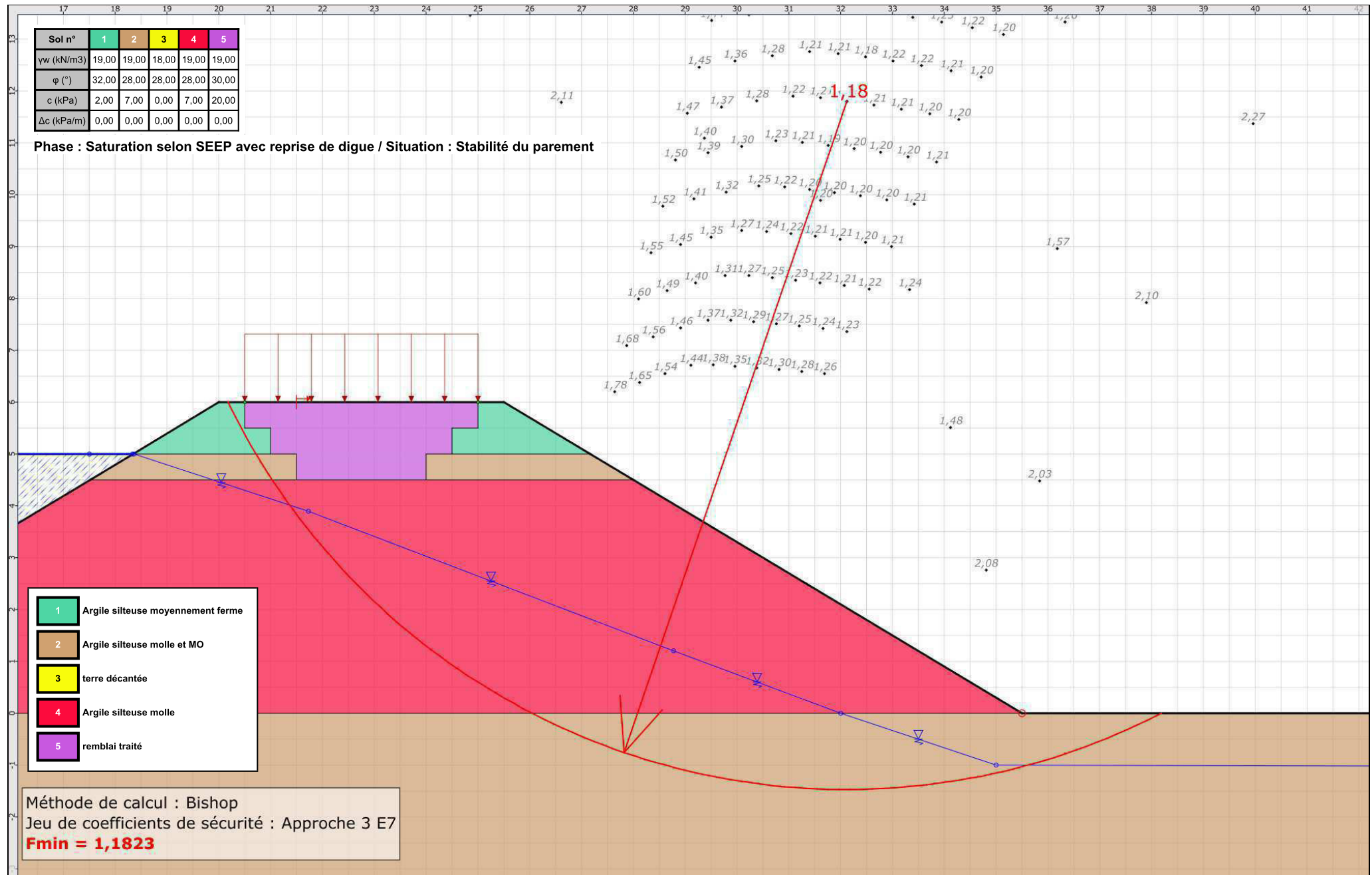
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	20,500	6,000	10,0	25,000	6,000	10,0	90,00



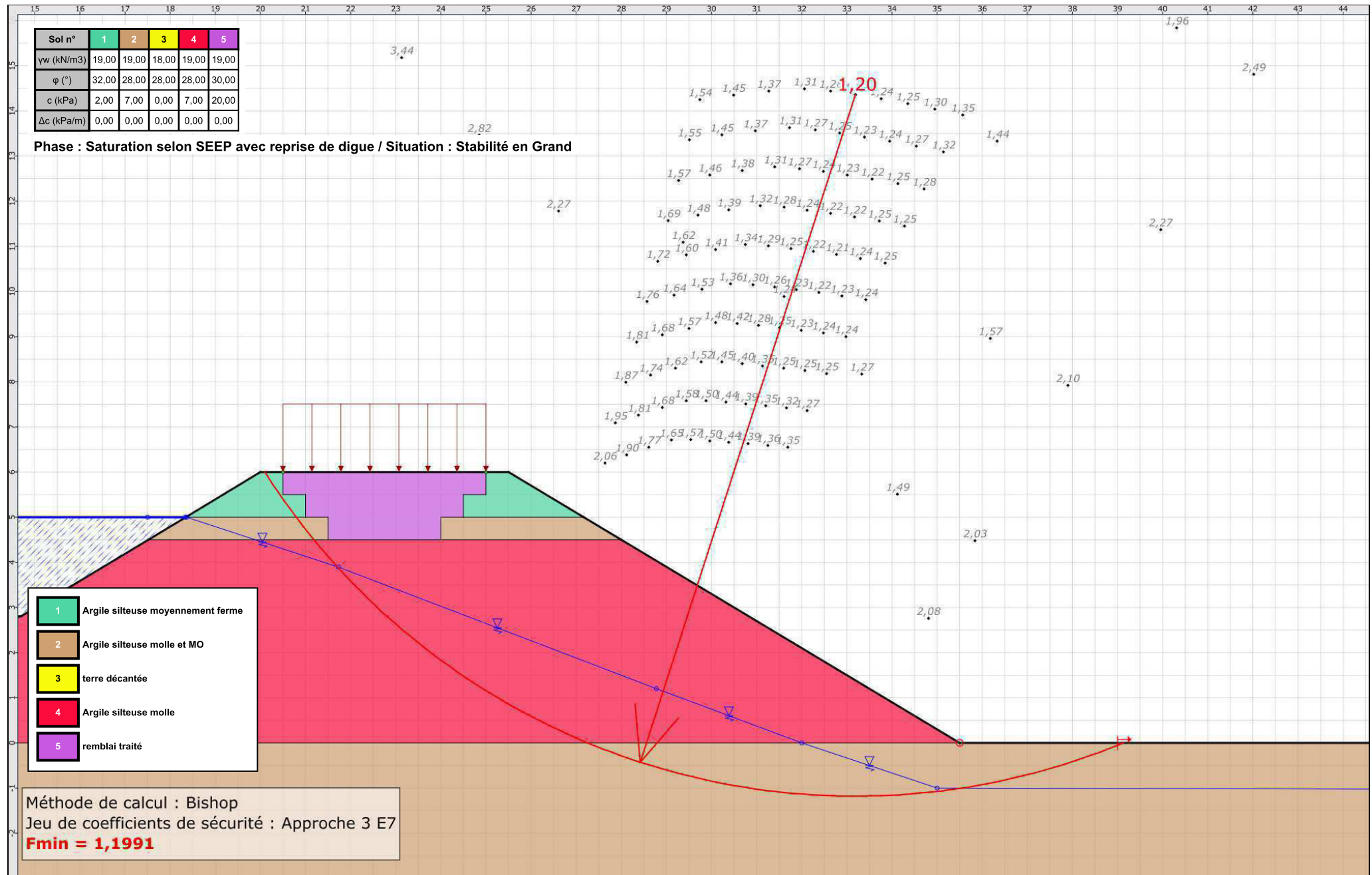
Sol n°	1	2	3	4	5
γ_w (kN/m ³)	19,00	19,00	18,00	19,00	19,00
φ (°)	32,00	28,00	28,00	28,00	30,00
c (kPa)	2,00	7,00	0,00	7,00	20,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Saturation selon SEEP avec reprise de digue / Situation : Stabilité du parement



Sol n°	1	2	3	4	5
γ_w (kN/m ³)	19,00	19,00	18,00	19,00	19,00
φ (°)	32,00	28,00	28,00	28,00	30,00
c (kPa)	2,00	7,00	0,00	7,00	20,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Saturation selon SEEP avec reprise de digue / Situation : Stabilité en Grand



Données du projet

Numéro d'affaire : NPCP200121

Titre du calcul : Recyclage Est CPT2R

Lieu : Escaudoeuves

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Silt sableux		19,0	28,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Argile moyennement molle		19,0	20,00	12,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Argile molle		19,0	20,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Argile très molle		19,0	20,00	8,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	Terre décantée		18,0	28,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
6	Palplanche		70,0	45,00	100000,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
7	Remblai compacté		19,0	35,00	15,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Silt sableux		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Argile moyennement molle		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Argile molle		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Argile très molle		-	-	-	Effective	Linéaire
5	Terre décantée		-	-	-	Effective	Linéaire
6	Palplanche		-	-	-	Effective	Linéaire
7	Remblai compacté		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	0,000	3	32,500	5,000	4	37,500	5,000	6	75,000	0,000	73	47,500	0,000	74	25,000	-0,000
87	0,000	-2,500	88	75,000	-2,500	89	0,000	-3,600	90	75,000	-3,600	91	0,000	-4,300	92	75,000	-4,300
93	0,000	-5,000	94	75,000	-5,000	95	26,500	1,000	98	26,950	1,300	99	28,000	2,000	101	29,950	3,300
104	30,850	3,900	105	32,050	4,700	107	0,000	2,500	110	28,750	2,500	113	43,800	-2,000	114	44,000	-2,000
115	44,000	1,000	120	43,800	1,000	121	45,500	0,000	122	44,000	0,938	123	43,900	1,000	124	43,800	1,063
125	43,420	1,300	126	42,300	2,000	127	40,220	3,300	128	39,260	3,900	129	37,980	4,700			

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
14	3	4	129	73	6	133	74	1	178	94	93	179	91	92	180	90	89	181	87	88
183	95	74	193	98	95	197	99	98	214	104	101	218	105	104	219	105	3	227	110	101
228	110	99	229	110	107	249	120	95	250	120	113	251	113	114	252	121	122	253	122	114
254	122	115	255	122	123	256	123	120	257	123	115	258	123	124	260	124	120	261	124	125
263	125	98	264	125	126	265	126	99	267	126	127	268	127	101	270	127	128	272	128	104
273	128	129	274	129	105	276	129	4	277	121	73									

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	33,000	5,000	10,0	37,000	5,000	10,0	90,00

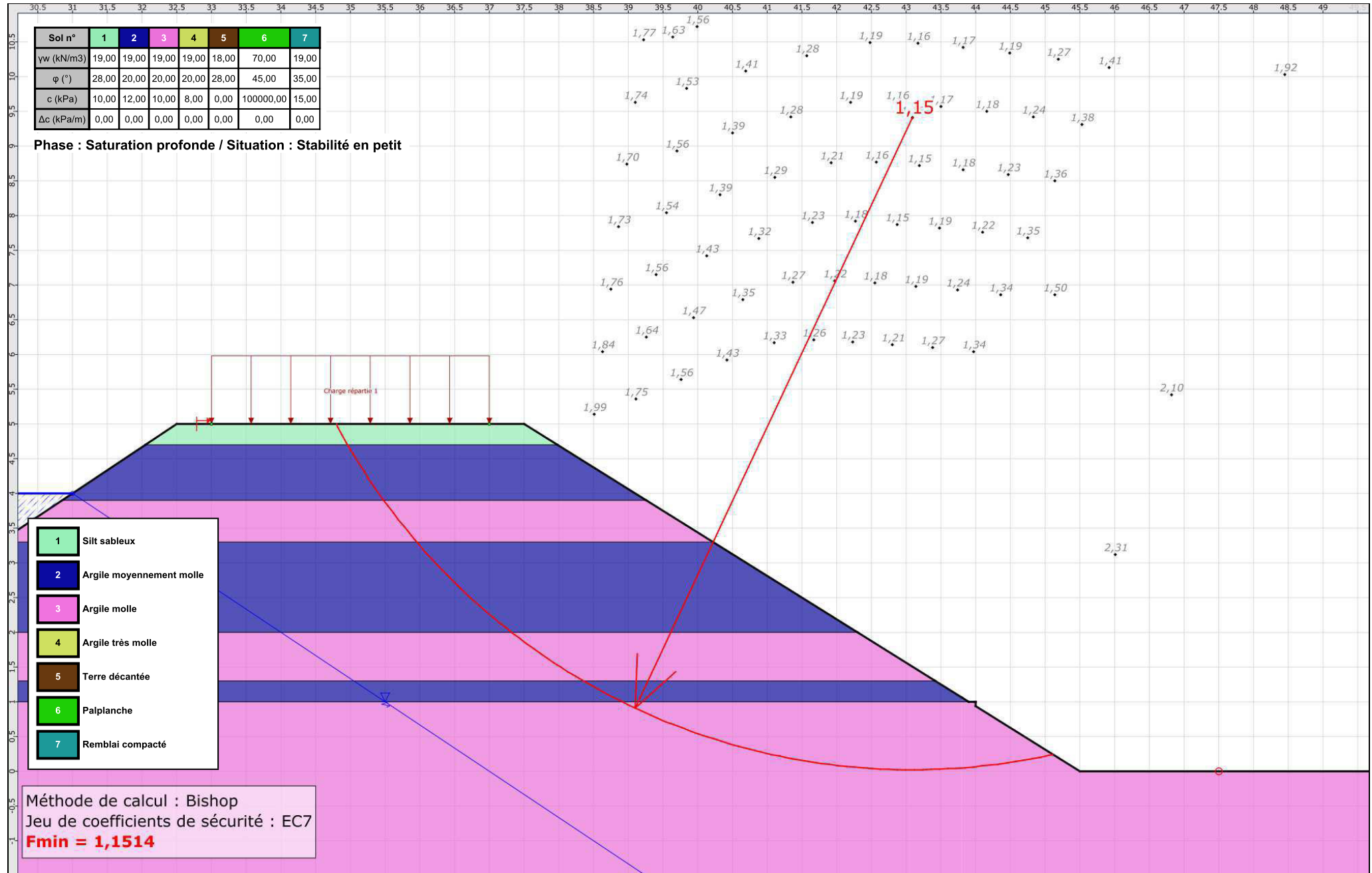


Talren v5
v5.2.9

Imprimé le : 29 avr. 2021 10:52:21
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP
Projet : Recyclage Est CPT2R

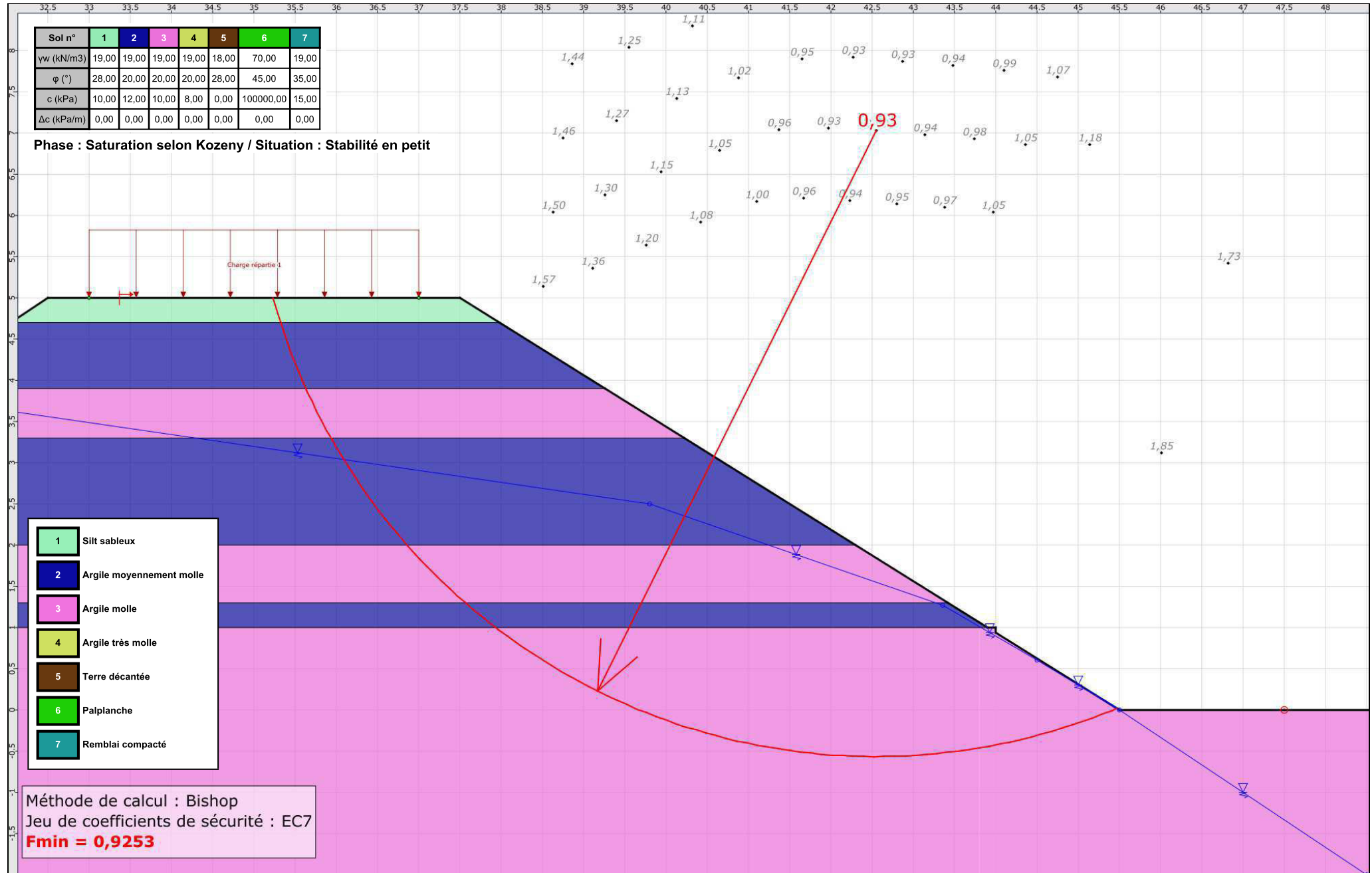
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7
γ_w (kN/m ³)	19,00	19,00	19,00	19,00	18,00	70,00	19,00
φ (°)	28,00	20,00	20,00	20,00	28,00	45,00	35,00
c (kPa)	10,00	12,00	10,00	8,00	0,00	100000,00	15,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

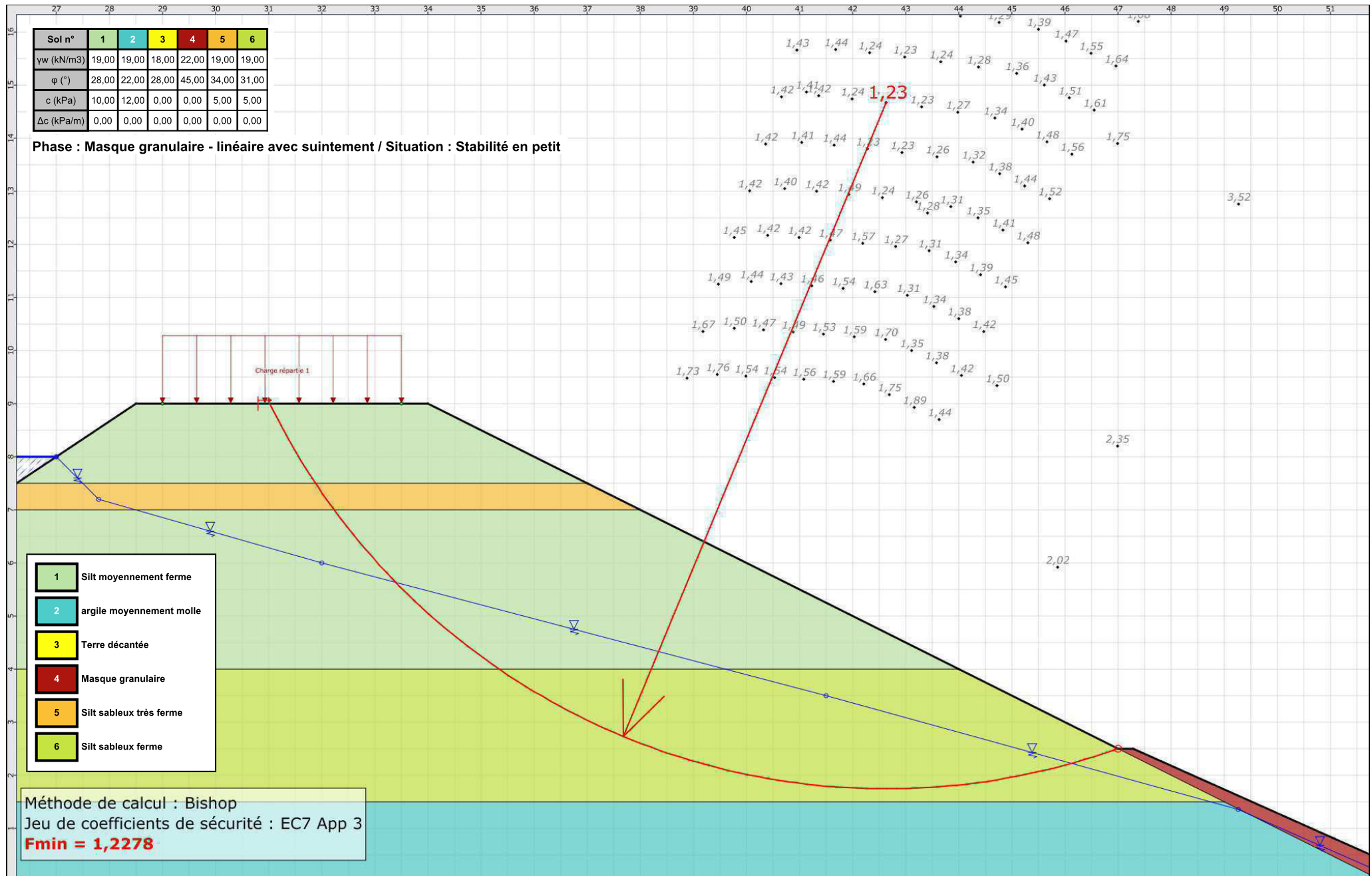
Phase : Saturation profonde / Situation : Stabilité en petit



Sol n°	1	2	3	4	5	6	7
γ_w (kN/m ³)	19,00	19,00	19,00	19,00	18,00	70,00	19,00
φ (°)	28,00	20,00	20,00	20,00	28,00	45,00	35,00
c (kPa)	10,00	12,00	10,00	8,00	0,00	100000,00	15,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Saturation selon Kozeny / Situation : Stabilité en petit





Données du projet

Numéro d'affaire : NPCP200121

Titre du calcul : Digue intermédiaire

Lieu : Escaudoeuves

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	silt argileux moyennement ferme		19,0	28,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	terres décantées		18,0	28,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	terres décantées à ajouter		18,0	28,00	1,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Argile molle		19,0	28,00	1,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	silt argileux moyennement ferme		-	-	-	Effective	Linéaire
2	terres décantées		-	-	-	Effective	Linéaire
3	terres décantées à ajouter		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Argile molle		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	39,000	2	30,000	39,000	4	45,600	49,400	5	50,600	49,400	6	66,200	39,000	7	150,000	39,000
10	53,900	47,200	11	42,300	47,200	14	55,850	45,900	15	40,350	45,900	18	56,600	45,400	19	39,600	45,400
22	62,600	41,400	23	33,600	41,400	24	0,000	38,200	25	150,000	38,200	26	0,000	37,400	27	150,000	37,400
29	150,000	48,900	31	150,000	46,900	33	41,850	46,900	34	44,850	48,900	35	51,350	48,900	36	69,200	39,000
39	54,350	48,900	40	62,500	45,500	42	150,000	45,500	43	56,450	45,500	44	0,000	45,500	45	39,750	45,500
46	67,500	45,500	47	70,500	43,000	48	150,000	43,000									

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
4	5	4	6	1	2	30	22	18	31	22	6	33	23	19	34	23	2	43	33	15
44	33	11	47	34	11	48	34	4	50	35	10	51	35	5	53	7	36	54	6	36
61	35	39	63	39	40	72	14	43	73	18	43	74	43	40	75	10	14	76	2	6
77	44	45	78	45	19	79	45	15	80	45	43	81	46	47	82	47	48	83	42	46
84	40	46																		

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	46,100	49,400	10,0	50,100	49,400	10,0	90,00



Talren v5
v5.2.9

Imprimé le : 29 avr. 2021 19:09:04
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP
Projet : Digue intermédiaire

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	19,00	18,00	18,00	19,00
φ (°)	28,00	28,00	28,00	28,00
c (kPa)	10,00	0,00	1,00	1,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Stabilité parement actuel / Situation : Stabilité du parement

