



fondasol

Agence de BREST

13 rue Maupertuis

29200 Brest

☎ 02 98 41 46 90

✉ brest@groupefondasol.com

BREST METROPOLE



Sécurisation de talus

Route du Caro – PLOUGASTEL-DAOULAS (29)

Etude géotechnique G2_{PRO}

PR.29GT.25.0079-001

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	05/09/25	18	1ère diffusion – Document de travail	F. KERDRAON	F. KERDRAON
A	10/10/25	18	MAJ avec intégration d'un avant-métré	F. KERDRAON	G. GUEGUENIAT
B					
C					

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	3
A.1.	Eléments du contrat	3
A.2.	Mission selon la norme NF P94-500	3
A.3.	Documents de référence	3
A.4.	Documents spécifiques pour cette étude	4
B.	Descriptif général et observations in-situ	5
B.1.	Description du site	5
B.2.	Contexte géotechnique – Données disponibles	7
B.3.	Rappels G2 _{AVP} – Aléas – Orientations techniques	9
B.4.	Précision des enjeux	10
C.	Conception géotechnique	11
C.1.	Considérations sur la nature des parades	11
C.2.	Hypothèses de calcul	13
C.3.	Méthodes de dimensionnement	16
C.4.	Prédimensionnements	16
C.5.	Recommandations générales	17
C.6.	Essais et contrôles	17
C.7.	Quantitatif prévisionnel	18

ANNEXES

1. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500) – 1 page
2. Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500) – 1 page
3. Vue en plan – 1 page
4. Coupes – Etat actuel – 2 pages
5. Résultats des essais de conformité – 3 pages
6. Résultats des sondages au pénétromètre dynamique – 3 pages
7. Coupe de principe – 1 page
8. Présimensionnement – 18 pages

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

A.1. Eléments du contrat

Maître d'Ouvrage : BREST METROPOLE
Devis : SQ.29GT.25.03.053 du 15/04/2025
Commande : Marché BM-2025-0336 du 05/05/2025

A.2. Mission selon la norme NF P94-500

Suite à une régression chronique de la falaise bordant la route du Caro à Plougastel-Daoulas (29), BREST METROPOLE avait sollicité le BET Géotechnique GEOLITHE en pour une étude G2_{AVP} intégrant le diagnostic de stabilité du talus et la proposition de principes de parades.

Cette mission avait fait l'objet du rapport référencé I 6 45 I I I – Indice 0 du 27/01/2017.

Dans la continuité, BREST METROPOLE a sollicité FONDASOL pour la réalisation d'une mission G2_{PRO} de conception des confortements à mettre en œuvre pour sécuriser les enjeux vis-à-vis des aléas identifiés.

Le présent rapport comprend :

- Synthèse et interprétation des investigations complémentaires ;
- Description des choix constructifs des ouvrages géotechniques intégrant le phasage et les contraintes données par le Maître d'ouvrage ;
- Hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages : définition de valeurs caractéristiques des paramètres par ouvrage géotechnique ;
- Notes de prédimensionnement des ouvrages ;
- Dispositions constructives et/ou dispositifs de contrôle à envisager pendant les travaux, ainsi que pendant la durée de vie de l'ouvrage : valeurs seuils à retenir, contraintes de maintenance, etc. ;
- Quantitatif prévisionnel.

A.3. Documents de référence

La présente étude se base principalement sur les documents de référence suivants :

- NF P 94-500 « Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications » de Novembre 2013 et NF EN 1997-1 « Calcul géotechnique – Règles générales » de Juin 2005 ;
- NF P 94-270 « Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Ouvrages de soutènement – Remblais renforcés et massifs en sol cloué » d'octobre 2020 ;
- Projet national CLOUTERRE « Recommandations CLOUTERRE 1991 » et Projet national CLOUTERRE II « Additif 2002 aux recommandations CLOUTERRE 1991 » ;

- Guide Méthodologique 357-0 CEREMA « Protection contre les instabilités rocheuses – Dimensionnement et exécution des boulons » – Version provisoire de 2017.

A.4. Documents spécifiques pour cette étude

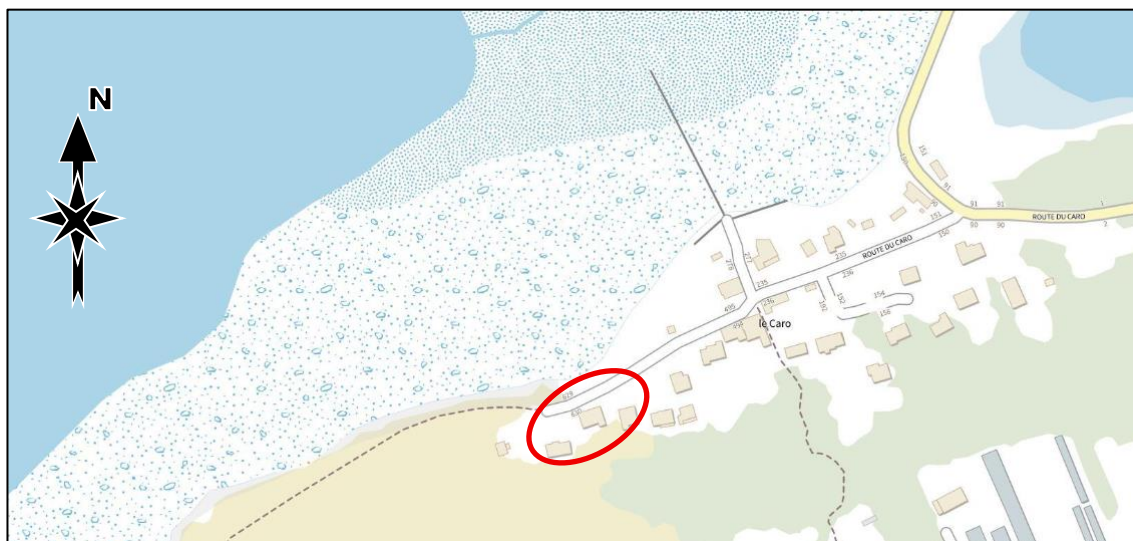
Pour les besoins de la présente étude, nous n'avons disposé que de notre étude précitée :

- Prises de vue BREST METROPOLE de janvier 2016 ;
- Rapport G2_{AVP} GEOLITHE – Dossier I6 451 I I – Indice 0 – 27/01/2017 ;
- Falaise du Caro – Plan de coupe – A&T OUEST – Dossier N° PGDI250 – 09/03/2021 – Formats pdf et dwg ;
- Plan topographique – BREST METROPOLE – Enregistré le 25/03/2025 – Format dwg ;
- Prises de vue BREST METROPOLE d'avril 2024.

B. DESCRIPTIF GENERAL ET OBSERVATIONS IN-SITU

B.1. Description du site

La falaise objet de la présente étude se situe en contrebas de route du Caro, en bordure d'estran, sur la commune de Plougastel-Daoulas (29).



Carte IGN et vue aérienne de la zone étudiée (cette dernière est extraite du rapport G2_{AVP})



Vue de face (2017) et limites latérales – Extrait de l'étude G2_{AVP}

On pourra se référer à l'étude G2_{AVP} pour plus de précisions mais on peut retenir les points principaux suivants, illustrés par les coupes AA à DD du Géomètre, fournies en Annexe 4 :

- Altitude de la route du Caro ≈ 13 NGF à l'Est et 16.5 NGF à l'Ouest ;
- Altitude du pied de falaise ≈ 4.5 NGF ± 0.3 m ;
- Hauteur de la falaise – y compris vestiges de muret en crête ≈ 9 m à l'Est (coupe DD) à 12 m à l'Ouest (coupe AA) ;
- Distance entre la rive Nord de la route du Caro et la crête de falaise ou les vestiges de muret localement présents ≈ 2 à 5.5 m ;
- Pente du talus (hors blocs de pied côté Est) :
 - $\approx 55^\circ$ / Horizontale en limite Est (Coupe AA) ;
 - Subverticale voire surplombante en partie centrale (Coupes BB et CC) ;
 - $\approx 45^\circ$ / Horizontale en limite Ouest (Coupe DD) ;

A noter également la présence de blocs / produits de démolition en pied de limite Est de la zone d'étude, pour partie issus de la dépose du parapet et de la dalle de la cale du Caro lors de travaux de confortement de celle-ci en 2008.

Ils figurent sur la coupe CC visible en Annexe 4.

Les quelques prises de vue ci-dessous donnent un aperçu de la zone étudiée au printemps 2025 :



Vue générale depuis l'Estran au Nord – 2025-05-13



Vue générale depuis l'Estran au Nord-Ouest – 2025-05-13

B.2. Contexte géotechnique – Données disponibles

Ici encore, nous renvoyons à l'étude G2_{AVP} pour plus de détails.

On peut retenir les points principaux suivants :

- La talus est constitué par une formation périglaciaire visible à l'affleurement et reconnue au droit du sondage pressiométrique SPI réalisé par GEOLITHE dans le cadre de son étude de 2017.

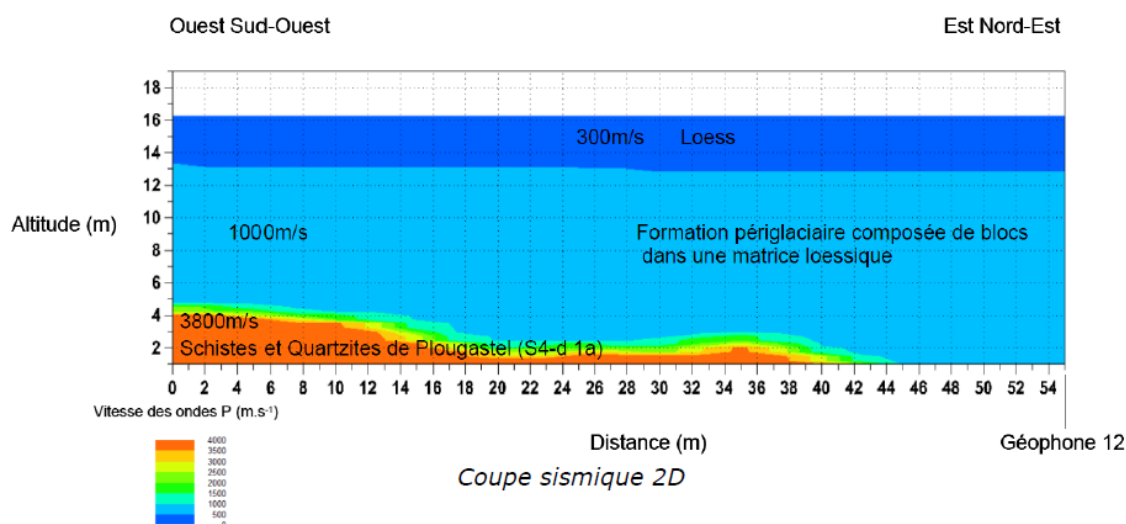
Cette formation comporte une partie supérieure limoneuse moyennement compacte, sur 2 à 3 m de profondeur depuis le niveau de la route du Caro :

Nature de sol	Profondeur	Module pressiométrique Em (MPa)	Pression limite Pl* (MPa)
Formation périglaciaire (Blocs + matrice loessique) Moyennement compacte	0 à 2.4m	7 à 13 MPa	1.13 à 1.48 MPa
Formation périglaciaire (Blocs + matrice loessique) Compacte à très compacte	2.4 à 13.5m	10.3 à 34.1 MPa	1.44 à 2.86 MPa

Modèle géotechnique déduit du sondage SPI – Extrait du rapport G2_{AVP}

- Il semble que le contexte soit assez homogène sur toute la longueur du secteur étudié, les schistes et quartzites de Plougastel, constituant le substratum dans le secteur, remontant néanmoins vers l'Ouest, où ils sont proches du niveau du pied de falaise.

Ceci a été mis en évidence via une reconnaissance géophysique (sismique – réfraction) par GEOLITHE (cf. haut de page suivante).



Coupe sismique 2D – Extrait du rapport G2_{AVP}

- Des identifications GTR, sur des échantillons remaniés prélevés en peau de talus, ont mis en évidence une matrice de formation classée C1B5 au sens du GTR.

Ces identifications avaient été complétées par des essais de cisaillement à la boîte de Casagrande sur échantillons reconstitués.

En synthèse :

Echantillon	Teneur en eau naturelle W _n (%)	Valeur au bleu de méthylène VBS	Classification GTR	Cohésion c' (kPa)	Angle de frottement ϕ' (°)
E1	7.22	0.43	C1B5	2	36
E2	8.11	0.33	B5	2	36
E3	11.23	0.25	B5		

Essais en laboratoire – Extrait du rapport G2_{AVP}

Nous y reviendrons, mais la cohésion déduite des essais est très faible, comparativement aux pentes présentées par le talus aujourd'hui.

GEOLITHE l'indiquait d'ailleurs très justement dans son rapport :

Par ailleurs, les valeurs de cohésion et d'angle de frottement sont à considérer avec précaution du fait qu'elles aient été mesurées sur la fraction 0/5mm et pour des échantillons remaniés. Au regard de la falaise dans son ensemble et de la nature des matériaux, l'angle de frottement mesuré nous semble cohérent (matériaux très charpentés). Par contre, la valeur de cohésion semble faible compte tenu de la verticalité de falaise. Un calcul inverse en limite de stabilité avec le logiciel Talren donne une valeur de cohésion de l'ordre de 24 kPa. La valeur réelle se trouve vraisemblablement entre la valeur mesurée et la valeur calculée.

Extrait du rapport G2_{AVP}

B.3. Rappels G2_{AVP} – Aléas – Orientations techniques

A l'issue de la phase diagnostic intégrée dans son rapport G2_{AVP}, le Bureau d'Etudes GEOLITHE concluait à une régression chronique de la falaise liée à :

- L'érosion climatique générant des chutes de pierres ;
- L'attaque de la mer en pied de talus, aggravée par des projections de galets, provoquant des glissements de volumes de quelques m³ ;
- Une pente subverticale de la formation meuble, incompatible avec une stabilité à long terme.

Les points particuliers suivants étaient également soulignés :

- La présence de remblais / blocs de démolition constitue une protection imparfaite et donc provisoire du pied de talus Est ;
- Le mur situé localement en crête de falaise, soutenant la chaussée, montre un état de dégradation avancée et une stabilité précaire, liés notamment à l'absence d'entretien et à la qualité du montage de l'ouvrage.

Concernant ce dernier, via quelques débroussaillages localisés, il semble qu'il se prolonge jusqu'à la limite Ouest de la parcelle EP-208, au-delà donc de la coupe CC établie par le Géomètre.

La photographie aérienne ancienne figurant dans le rapport G2_{AVP} semble le confirmer.

Or, aucun décroché en partie supérieure de talus ne figure sur cette coupe.

- Une remontée du substratum s'effectue en pied de partie Ouest du talus, ce qui limite l'action des facteurs d'érosion, sans pour autant l'annuler.

La végétation s'y maintient néanmoins.

En conclusion de la partie diagnostic de son étude, GEOLITHE indiquait :

En l'état, la régression de la falaise et la perte de stabilité du mur pourront, à terme, atteindre la voirie, mais aussi potentiellement le sentier en limite d'étude.

La cinématique de régression sera la plus rapide dans la zone d'attaque préférentielle de la mer correspondant à la falaise vive non protégée compte tenu de la position de la falaise par rapport aux laisses de mer et au niveaux extrêmes énoncés.

Par ailleurs, dans le contexte de réchauffement climatique et de montée du niveau marin associés à l'accentuation des phénomènes climatiques, la régression de la falaise va s'accroître dans le temps.

D'autre part, en raison du caractère remobilisable des galets accumulés, un dégraissage de l'estran en cas de tempête n'est pas à exclure. Ceci provoquera une élimination rapide des remblais et une régression accélérée de la falaise par mise à nue de celle-ci.

Extrait du rapport G2_{AVP}

Sous réserve de lever quelques incertitudes (topographie, caractéristiques de la falaise Ouest, contrainte de frottement latéral, évolution de la zone d'accumulation de galets), les principes de parades envisageables proposées dans l'étude G2_{AVP} étaient les suivantes :

Type de parade	Emprise sur DPM	Objectif confinement/renforcement	Mise en œuvre	Coût
Mur poids ou L	Emprise de quelques mètres	Rempli les objectifs	Difficile compte tenu des accès et de la marée : nécessite une assise, quantités de béton importantes, matériels lourds	Elevé
Paroi béton	Ouvrage mince (#30cm)	Rempli les objectifs	Facile, pas d'assise requise, quantités de béton limitées, matériels légers	Moyen
Enrochements	Emprise large de plusieurs mètres	Non adapté du fait de la perméabilité de l'ouvrage et des phénomènes de ressac attendus à l'interface falaise / enrochement.	Difficile compte tenu des accès et de la marée, nécessite une fondation, des quantités de matériaux importantes et du matériel lourd	Moyen

Extrait du rapport G2_{AVP}

B.4. Précision des enjeux

En parallèle de 3 essais préalables sur clous d'essai réalisés en vertical depuis la rive Nord de la route du Caro, nous avons effectué 3 sondages au pénétromètre dynamique notés DPT1 à DPT3.

Leur positionnement – et celui des essais – figure sur le plan en Annexe 3.

Les résultats de ces sondages – Annexe 6 – confirment la présence d'une couverture peu compacte de 3 m d'épaisseur environ (le sondage DPT1 a été interrompu en raison d'une déviation excessive du train de tiges sur 3 tentatives. Déviation due aux blocs présents dans cet horizon).

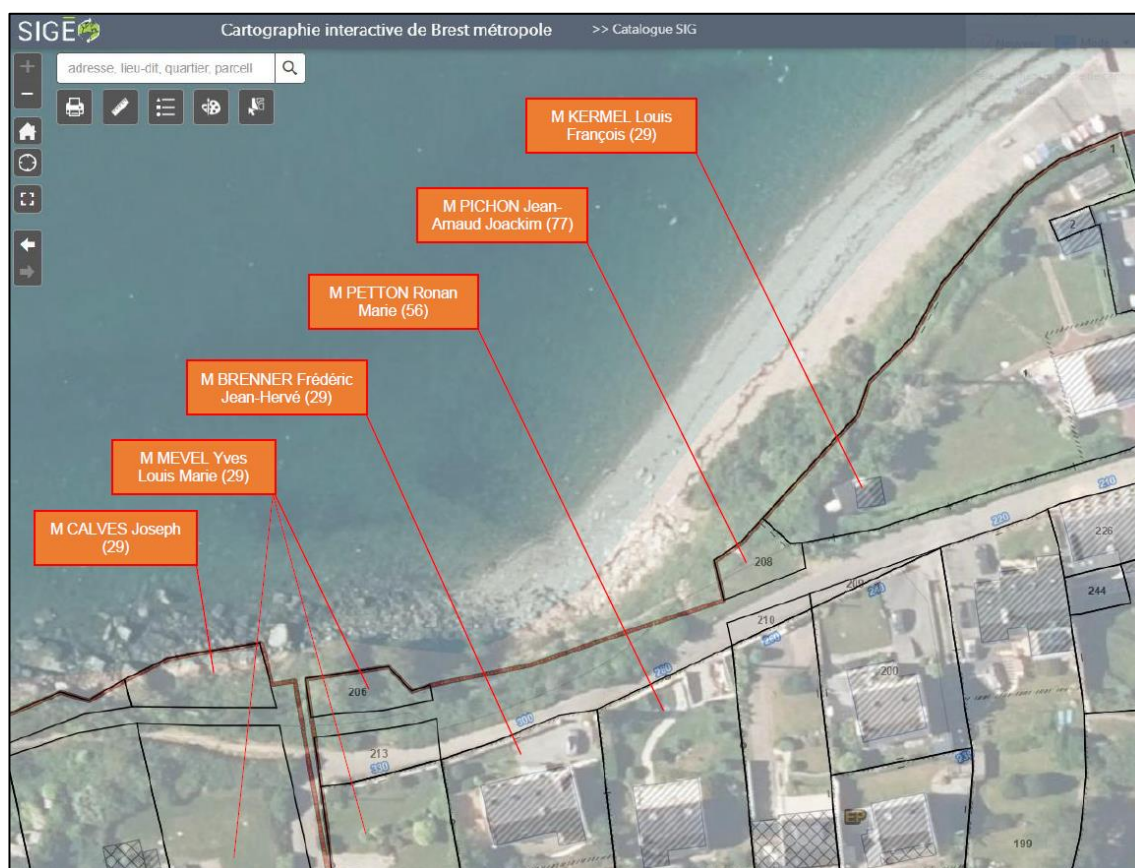
Le modèle de calcul retenu sera précisé en conception ci-après, mais une rétro-analyse à l'aide de Talren, intégrant les résultats de celle réalisée dans le cadre de la G2_{AVP}, permet de préciser :

- Une vulnérabilité à court terme des enjeux présents jusqu'à 3 m en retrait de la crête de talus → plateformes et murets situés au Nord de la rive de la route du Caro ;
- Une vulnérabilité à moyen / long terme des enjeux présents jusqu'à 5 à 10 m en retrait de la crête de talus → Route du Caro et limite Nord des parcelles EP-203 et EP-204.

Les Maisons d'habitation – notamment en coupe BB, Parcelle EP-204 – semblent exclues.

Les principes de cette solution sont présentés sur la coupe en Annexe 7.

Cependant, et cela est indiqué à juste titre dans l'étude G2_{AVP}, l'avis de la DDTM est requis, à plus forte raison en cas de réduction à long terme de l'estran vers le Nord (en recalant le niveau PHMA sur les différentes coupes, cette réduction serait de l'ordre de 5 m à 6 m environ).



Répartition des propriétés fournies par BREST METROPOLE

C.2. Hypothèses de calcul

Pour le dimensionnement des confortements, nous proposons de retenir :

- Classe de conséquence : CC2 ;
- Catégorie géotechnique : 2 ;
- Catégorie de durée d'utilisation du projet : 4/5 ;
- Durée indicative d'utilisation : 50 ans ;
- Justification sous sollicitations sismiques : sans objet.

C.2.1. Actions géotechniques

Des paramètres géotechniques sont proposés dans l'étude G2_{AVP}, notamment en ce qui concerne la résistance au cisaillement des matériaux constituant la falaise actuellement (cf. extrait repris en page 8).

La réévaluation de la cohésion par rapport aux résultats des essais de cisaillement sur échantillons reconstitués nous paraît effectivement nécessaire, dans la continuité de la rétro-analyse réalisée par GEOLITHE.

En intégrant les données de l'étude G2_{AVP} et les compléments de reconnaissances et observations faites au présent stade de la conception, nous proposons de retenir :

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks*B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Loess / Terrains décomprimés		19,0	30,00	5,0	0,0	150,0	-	-	Non	Non	Non
2	Formation périglaciaire		21,0	36,00	24,0	0,0	250,0	-	-	Non	Non	Non
3	Merlon de pied + enrochement		20,0	40,00	0,0	0,0	0,1	-	-	Non	Non	Non
4	Apport en tête		18,0	30,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	Γc	$\Gamma \tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	Loess / Terrains décomprimés		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	Formation périglaciaire		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	Merlon de pied + enrochement		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	Apport en tête		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

C.2.2. Frottement axial unitaire

Dans le cadre de la présente étude, nous avons mis en œuvre 3 clous d'essais, référencés E1 à E3 (Positionnement près des sondages DPT – cf. implantation sur le plan en Annexe 3).

Nous avons prévu de descendre ces clous vers 6 m de profondeur, cependant la forte présence de blocs nous a contraints, par manque de stabilité des parois, à limiter la longueur de ces clous et à tester la partie supérieure de la formation périglaciaire.

Les résultats obtenus sont fournis en Annexe 5.

Les q_s mesurés sont assez élevés, avec des valeurs supérieures à 200 voire 300 kPa, qu'il convient de comparer aux résistances de pointe mesurées sur les sondages au pénétromètre dynamique proches.

Si l'on se réfère aux abaques disponibles dans différents supports techniques traitant des clous / tirants d'ancrage, les résultats obtenus en E1 et E2 seraient plutôt représentatifs de la Formation périglaciaire compacte à très compacte rencontrée au delà de 3 m de profondeur.

Il faut également tenir compte d'une surconsommation de coulis pour le scellement des clous d'essai, les volumes injectés correspondant à au moins 3 fois les volumes théoriques à injecter.

Nous resterons donc prudents à ce stade, en retenant :

- 150 kPa dans la frange supérieure moyennement compacte ;
- 250 kPa dans les terrains compacts à très compacts sous-jacents.

Ces derniers seront ceux quasi exclusivement sollicités par les efforts de traction à la racine des clous.

C.2.3. Actions hydrauliques

Nous ne considérerons pas ici de niveau d'eau dans les calculs.

Les parois disposeront d'un réseau de barbacanes (1 unité / 4 m² au maximum) afin de s'affranchir de rétention d'eau à leur amont.

C.2.4. Actions extérieures et structurales

Nous intégrons, dans nos modèles :

- Une surcharge de 5 kPa au niveau de la route du Caro (trafic de type VL) ;
- Une surcharge de principe de 2.5 kPa sur les parcelles privées amont.

C.2.5. Propriétés des constituants des confortements

C.2.5.1. Clous

Nous retiendrons :

- Barre pleine à filetage continu type GewiØØ32 mm pour les clous – Contrainte à la rupture de 550 MPa / Limite élastique de 500 MPa.
- Corrosivité moyenne suivant Annexe F de NF P94-270) : 2.7 mm d'épaisseur sacrifiée à la corrosion.

Dans ces conditions, les résistances à la traction et au cisaillement retenus à long terme seront les suivantes :

		Calcul Base f_{yk}	
		$R_{t;d}$	$V_{pl;Rd}$
Ø barre (mm)	40	409	236
	32	242	140
	28	174	100
	25	131	76

F.2.1.6 - Épaisseur sacrifiée à la corrosion pour les aciers béton (Barres d'acier pleines conforme à [NF EN 10080](#))

Tableau F.2.1.6.1 — Épaisseur sacrifiée à la corrosion pour les aciers béton

Catégorie de corrosion	Jusqu'à 2 ans	Pour 5 ans	Pour 25 ans	Pour 50 ans	Pour 75 ans	Pour 100 ans
Valeurs recommandées pour la perte d'épaisseur « ΔE_p »						
par corrosion dans les sols et l'eau						
I	P.O.	P.O.	P.O.	P.O.	P.O.	P.O.
II	1,00 mm	2,10 mm	4,00 mm	P.O.	P.O.	P.O.
III	0,00 mm	0,70 mm	2,00 mm	2,70 mm	3,30 mm	4,00 mm
IV	0,00 mm	0,40 mm	1,00 mm	1,30 mm	1,70 mm	2,00 mm
V	0,00 mm	0,20 mm	0,60 mm	0,90 mm	1,10 mm	1,40 mm

Note : P.O. : Protection Obligatoire par dispositif de protection suivant NF EN 1537.

Extrait Annexe F – NF P94-270

Dans le cadre des travaux, des analyses de corrosion des aciers par les sols seront à réaliser.

Les autres hypothèses prises en compte sont les suivantes :

- Longueur des clous : 3 à 8 m ;
- $\varnothing_{\text{forage}} \geq 90 \text{ mm}$.

C.2.5.2. Coulis de scellement :

- Ciment de type CEM III/B 42.5 – PMES ou équivalent ;
- C/E > 2 – Dosage à 1200 kg/m³ minimum ;
- Scellement gravitaire.

C.2.5.3. Béton projeté

- XS3 – C35/45 ;

Les treillis soudés et armatures pour béton armé seront conformes aux Normes NF EN 10080 – NF A35-080-2 avec Fe E 500 - $f_y = 500 \text{ MPa}$ – $f_u = 550 \text{ MPa}$.

C.3. Méthodes de dimensionnement

Les calculs sont menés à l'aide du logiciel TALREN avec application de la méthode de Bishop et recherches automatique ou manuelle des cercles de glissement les plus défavorables.

Les calculs en stabilité générale sont effectués conformément à la Norme d'application de l'Eurocode 7, NF P94-270 « Ouvrages de soutènement – Remblais renforcés et massifs en sol cloué », selon l'approche de calcul 3 sous combinaison d'action à l'ELU fondamental, avec application des facteurs partiels A2 + M2 + R3 (+ coefficient de modèle de 1.1 – Ouvrage considéré peu sensible aux déformation).

C.4. Prédimensionnements

Les prédimensionnements sont fournis en Annexe 8.

Ils sont réalisés au niveau de la coupe BB sur laquelle la hauteur de paroi nécessaire sera maximale.

Les travaux / confortement prévus sont :

- Mise en œuvre d'un merlon en pied de talus pour une mécanisation des travaux sans contraintes de marée ;
- Déblai / reprofilage en partie haute du talus, suivant une pente de 2h/1v, en conservant une bande horizontale de 2 m minimum par rapport à la rive de la route du Caro ;
- Paroi BA de 0.25 m d'épaisseur jusqu'à la cote 8 NGF dans la solution 1, et jusqu'en pied de talus dans la solution 2 ;

- Mise en œuvre de 3 lignes de clous Ø32 mm de 4 à 8 m de longueur (espacement latéral de 2 m).
- Reprise / reprofilage du merlon de pied et protection par une carapace en enrochements ;
- Evacuation des excédents.

C.5. Recommandations générales

Pour la mise en œuvre des clous, il conviendra de prévoir :

- La mise en place d'un dispositif de centrage des clous dans le forage (1 distanceur à corbeille tous les 2 m – 2 unités minimum par clou) ;
- Une injection gravitaire avec compensation du coulis après la première décantation (ou le recours à des clous autoforants).

De manière générale, la réalisation des clous devra satisfaire aux spécifications de la Norme NF EN 14490.

En ce qui concerne la paroi en béton projeté, on retiendra :

- Classe de résistance : C35/45 ;
- Teneur minimum en liant : 350 kg/m³ ;
- Rapport E/C maximum : 0.5.

Les parois seront pourvues de barbacanes (tubes crépinés à fond plein de diamètre intérieur ≥ 60 mm), à raison d'une unité pour 4 m² minimum, avec chaussette géotextile de protection et occultation avant projection.

C.6. Essais et contrôles

Des essais seront à prévoir afin de valider l'exécution des travaux ainsi que la nature des matériaux utilisés, notamment :

- Complément d'essais de conformité (3 unités) ;
- Analyse de la corrosivité en laboratoire sur cuttings ;
- Essais de contrôle sur clou éventuellement ;
- Essais d'écrasement sur coulis de scellement des clous (NF EN 196-1) ;
- Réalisation d'une fiche de forage par clou.

C.7. Quantitatif prévisionnel



PLOUGASTEL-DAOULAS - Route du Caro - Quantitatif Stade PRO

				PRIX UNITAIRE	MONTANT
SERIE A - Prix généraux					
A-1	Installation de chantier	ft	1		
A-2	Amenée et repli de l'ensemble des matériels de chantier	ft	1		
A-3	Etudes d'exécution et de méthodes, PAQ et récolement	ft	1		
A-4	Constats, protection des sites et des ouvrages existants, nettoyage et remise en état en fin de chantier	ft	1		
A-5	Essai de corrosion des aciers par les sols	u	3		
A-6	Essai de conformité sur ancrage ne faisant pas partie de l'ouvrage, y/c réalisation du clou (Rocher)	u	3		
A-7	Essai de contrôle sur clou	u	PM		PM
SOUS-TOTAL A					
SERIE B - Travaux de confortement					
B-1	Evacuation des produits de démolition non inertes présents sur le grève à l'Est	ft	1		
B-2	Mise en œuvre d'un merlon de pied (Volume estimé : 1 000 m ³)	ft	1		
B-3	Débroussaillage - Purges - Nettoyage - Reprofilage du talus en tête	ft	1		
B-4	Forage et mise en œuvre de clous hauts - Ø32 mm - L=8 ml - Esp. 2 m	u	25		
B-5	Forage et mise en œuvre de clous intermédiaires - Ø32 mm - L=6 ml - Esp. 2 m	u	25		
B-6	Forage et mise en œuvre de clous bas - Ø32 mm - L=4 ml - Esp. 2 m	u	25		
B-7	Provision de clous courts Ø32 mm de 4 ml pour sécurisation ponctuelle et placage des TS dans les zones de hors-profil	u	10		
B-8	Paroi en béton projeté de 0.25 m armée par 2 nappes de TS	m ³	91		
B-9	Mise en œuvre de la carapace en enrochements en pied et évacuation des surplus du merlon provisoire	t	1090		
SOUS-TOTAL B					
TOTAL HT					

Ce rapport conclut la mission G2_{PRO} qui nous a été confiée pour cette affaire.

Selon la Norme NF P94-500, cette phase doit être suivie des phases DCE/ACT visant notamment à vérifier avant l'envoi du DCE aux entreprises, que les préconisations de l'étude G2 sont bien prises en compte dans les paragraphes du CCTP relatifs aux ouvrages géotechniques.

Il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.



ANNEXES

I. ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P94-500) – I PAGE

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

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

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	Études 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	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de 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 (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (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
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

2. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500) – I PAGE

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

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PRELABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

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

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

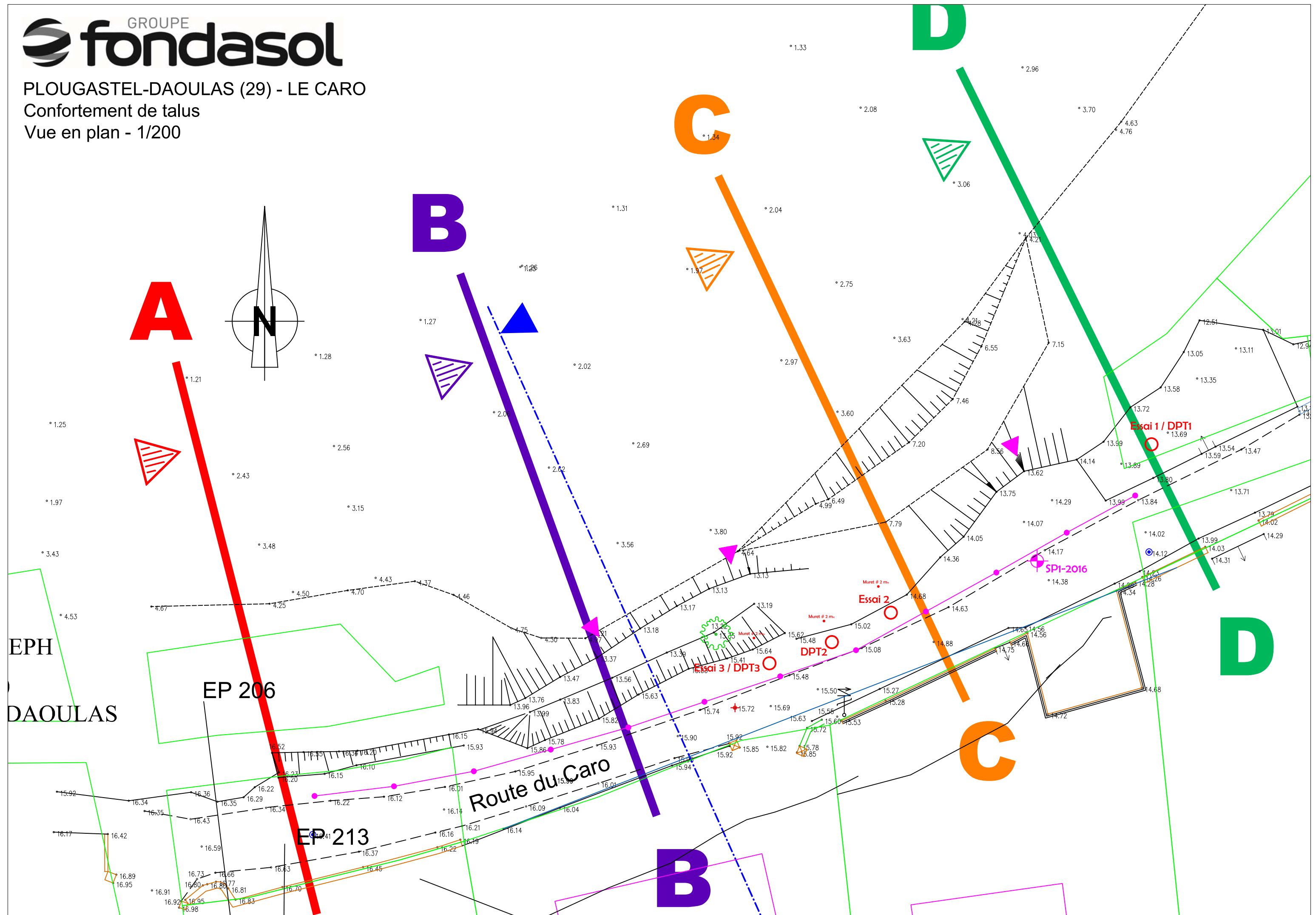
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

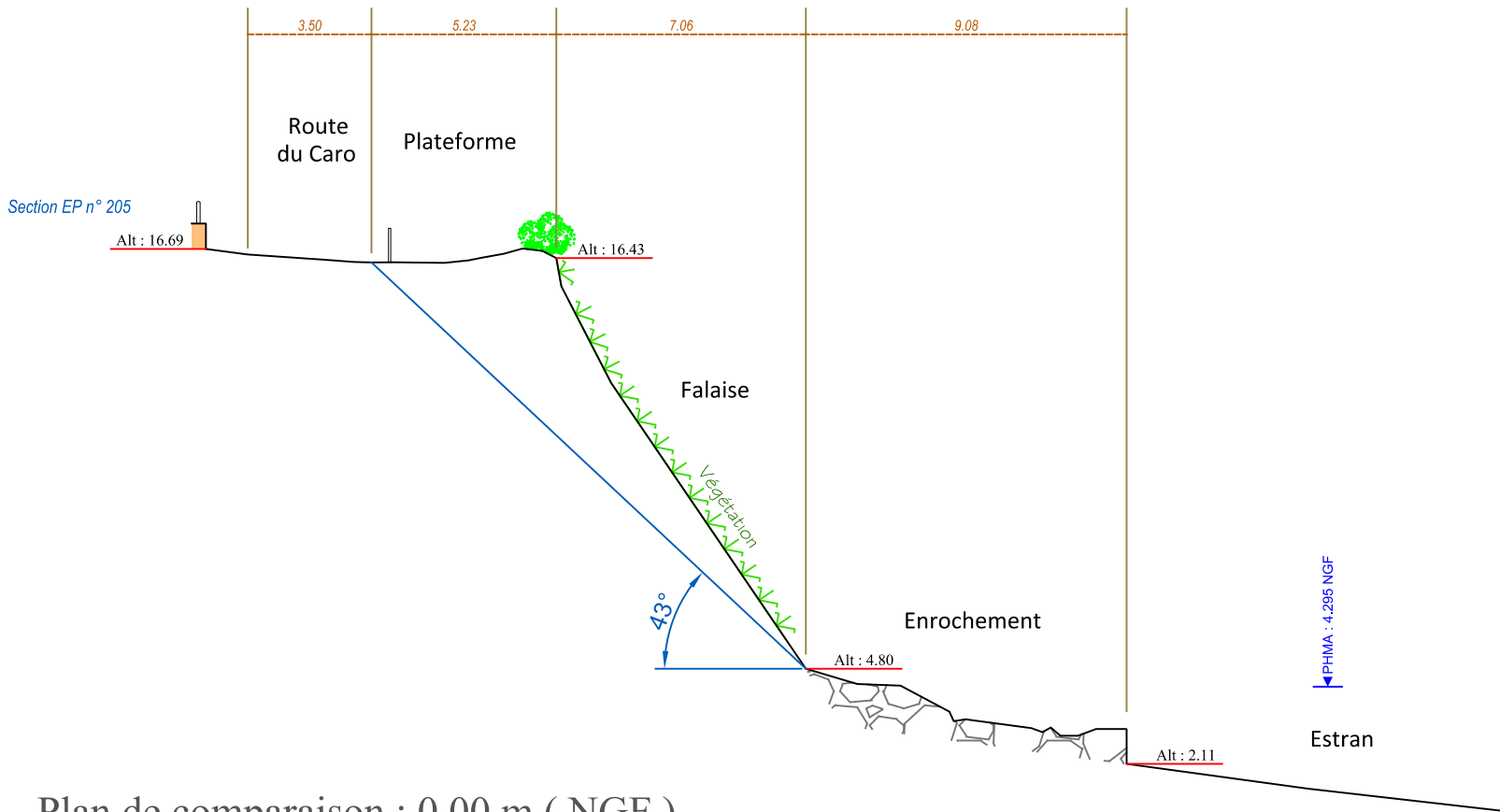
Février 2014

3. VUE EN PLAN – I PAGE

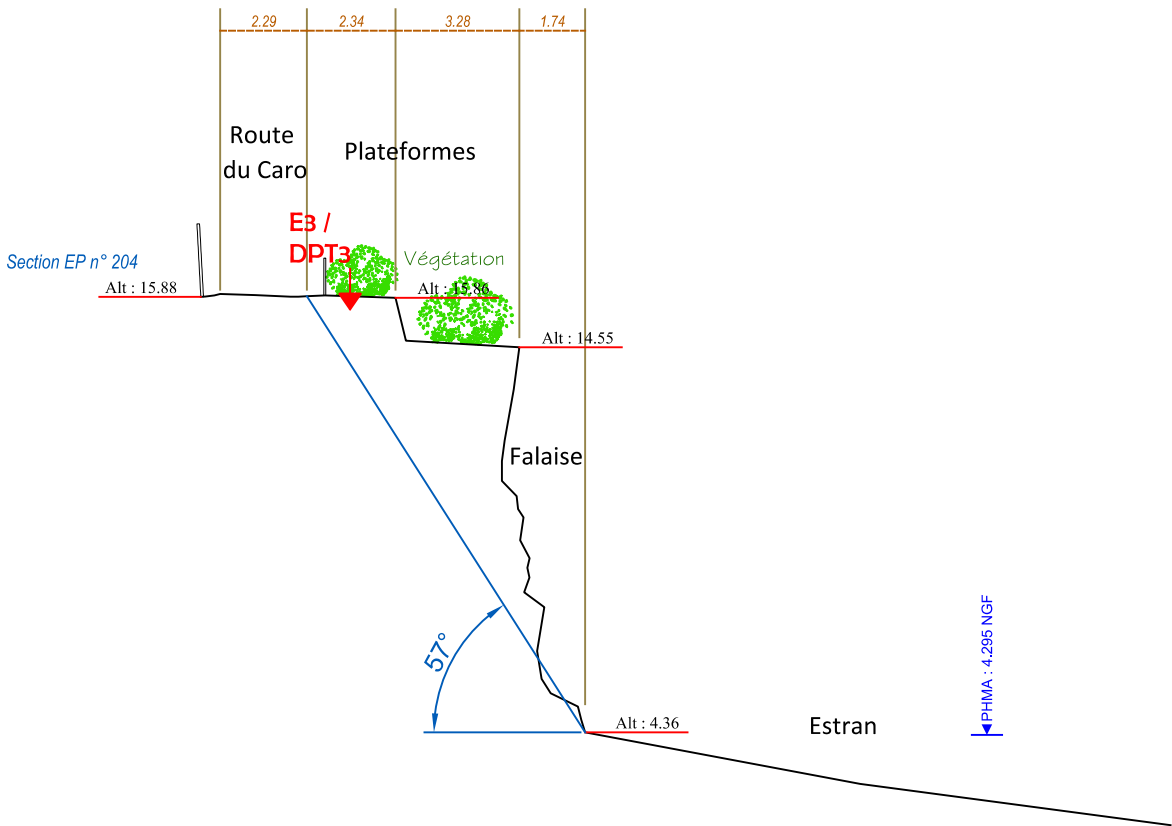


4. COUPES – ETAT ACTUEL – 2 PAGES

Coupe AA

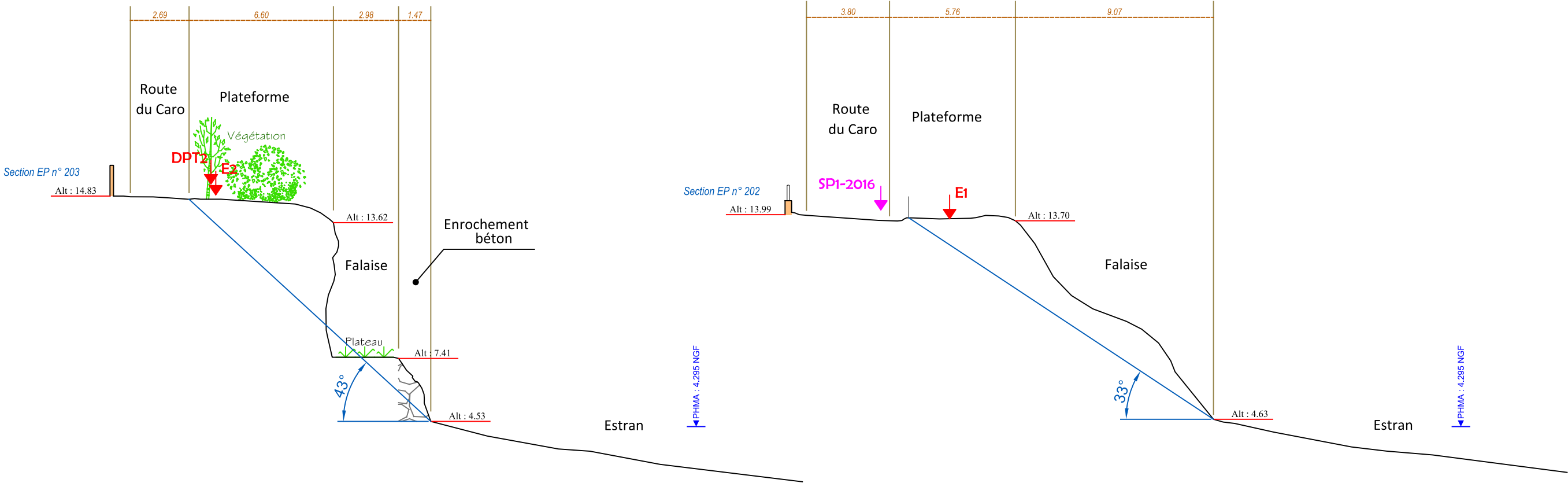


Coupe BB



Coupe CC

Coupe DD

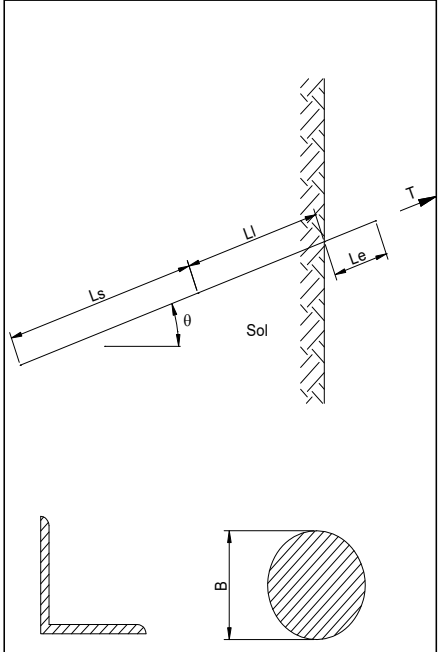
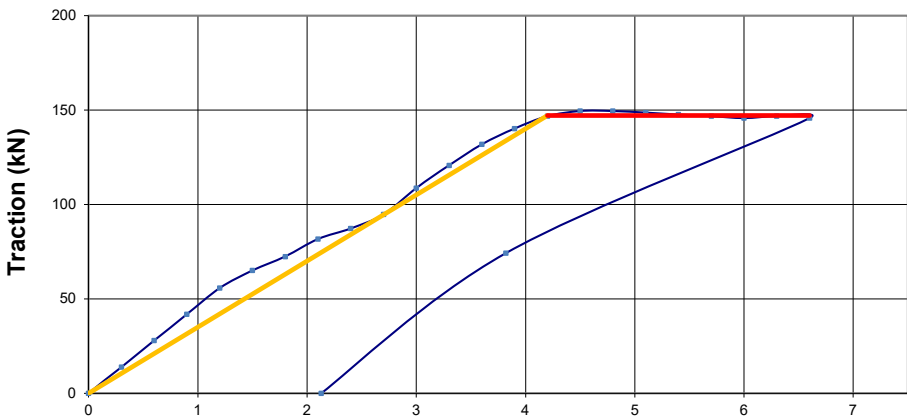


Plan de comparaison : 0.00 m (NGF)

5. RESULTATS DES ESSAIS DE CONFORMITE – 3 PAGES

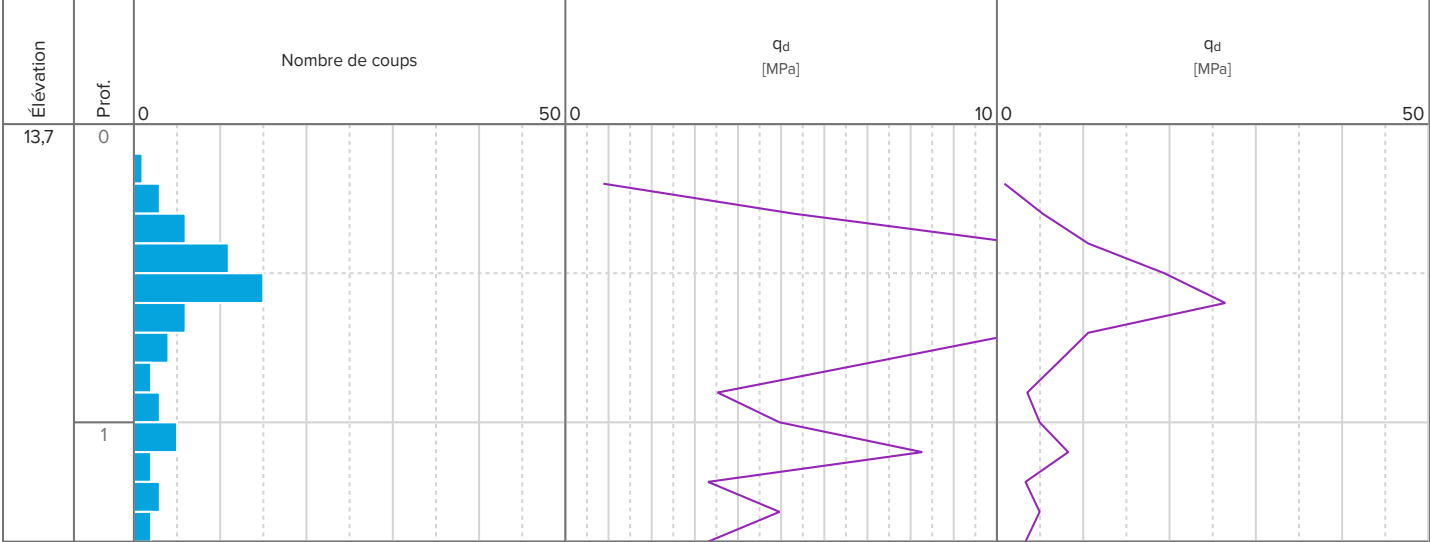
						Procès-verbal d'essai de clou à vitesse de déplacement constante selon la norme NF P 94-242-1					
Ingénieur : Florent KERDRAON						Chantier: PLOUGASTEL-DAOULAS - Le Caro			Clou d'essai d'arrachement n° E1		
Essai réalisé par F. KERDRAON						N° Dossier: 29GT.25.0079			Clou d'essai battu-foré foré		
NB : Scellement réalisé dans...						Section vérin : 92.83 cm²			Date: 30/06/2025		
									Heure début : 12h30		
									Heure fin : 13h30		
Y (mm)	P (bars)	T (kN)	Y (mm)	P (KN/m²)	T (kN)	Longueur hs hors sol $L_e =$ 1.00 m					
0	0	0.0	11.7	86	79.8	Longuer libre dans sol $L_l =$ 0.00 m					
0.3	12.5	11.6	12.0	88.2	81.9	Longueur totale $L_{totale} =$ 3.00 m					
0.6	20.1	18.7	12.3	87.2	80.9	Adhérente au sol $L_s =$ 2.00 m					
0.9	29.7	27.6	12.6	87.5	81.2				$q_{se} =$ 120 KPa		
1.2	36.3	33.7	12.9	87.6	81.3	Clou foré					
1.5	37	34.3	13.2	87.9	81.6	Surface latérale scel. $S =$ 0.3958 m²					
1.8	40.2	37.3	13.5	88.3	82.0	Diamètre outil $B =$ 0.063 m					
2.1	44.2	41.0	13.8	89.5	83.1						
2.4	46.4	43.1	14.1	89.5	83.1	Clou battu					
2.7	49	45.5	14.4	90	83.5	Périmètre du clou $P =$ m					
3.0	50.8	47.2	14.7	91.2	84.7	Surface latérale du clc $S =$ m²					
3.3	53.1	49.3	15.0	91.5	84.9						
3.6	55	51.1	15.3	91.7	85.1	Aire de la section de l'élément de					
3.9	57.9	53.7	15.6	92	85.4	Renforcement : $A_e =$ 0.0005 m²					
4.2	59.7	55.4	15.9	92.7	86.1	Diamètre nominal : $\varnothing_{barre} =$ 0.025 m					
4.5	61.9	57.5	16.2	93	86.3	Traction limite d'élasticité					
4.8	64.2	59.6	16.5	92.9	86.2	$T_p = (>1.1 T_{max})$ 245 kN					
5.1	65	60.3	16.8	93.1	86.4				$T_{max} =$ 221 kN		
5.4	66.4	61.6	17.1	93.5	86.8				$P_{max} =$ 238 bars		
5.7	68.3	63.4	17.4	93.2	86.5	Inclinaison du clou $\theta =$ 15 °					
6.0	65.6	60.9	17.7	92.9	86.2						
6.3	68.2	63.3	18.0	93	86.3						
6.6	70.7	65.6	18.3	93	86.3						
6.9	72.9	67.7	18.6	93	86.3						
7.2	72.1	66.9	18.9								
7.5	74	68.7	19.2								
7.8	72.3	67.1	19.5								
8.1	75.4	70.0	19.8								
8.4	77	71.5	20.1								
8.7	78	72.4	20.4								
9.0	79.1	73.4	20.7								
9.3	80.3	74.5	21.0								
9.6	81.4	75.6	21.3								
9.9	81.2	75.4	21.6								
10.2	82.5	76.6	21.9								
10.5	83.4	77.4	22.2								
10.8	84.1	78.1	22.5								
11.1	84.2	78.2	22.8								
11.4	85	78.9	23.1								
Estimation du déplacement minimal à la rupture :											
$\Delta l_{IE} =$ 12.1 mm (pour T_{max})											
$\Delta l_{IE} =$ 10.8 mm (pour T_{lim} retenue)											
Déchargement											
$T=0.5T_{LP} =$ 45 bars											
y à 5 min = 16.3 mm											
$T = 0$ 0 bars											
y à 5 min = 13.0 mm											
						Efforts de traction					
						Estimation		TLE (kN) = 47.5		$T_{max} = 2TLE$ (kN) 95.00	
						Résultats		Effort de pic : $T_{LP} =$ 86.5		kN	
								Traction lim. retenue : $T_{LR} =$ 82.0		kN	
						Contraintes d'interaction limites (kPa) :					
						$q_{sp} =$ 219				$q_{sr} =$ 207	

						Procès-verbal d'essai de clou à vitesse de déplacement constante selon la norme NF P 94-242-1							
Ingénieur : Florent KERDRAON						Chantier: PLOUGASTEL-DAOULAS - Le Caro			Clou d'essai d'arrachement n° E2				
Essai réalisé par F. KERDRAON						N° Dossier: 29GT.25.0079			Clou d'essai battu-foré foré				
NB : Scellement réalisé dans...						Section vérin : 92.83 cm²			Date: 30/06/2025				
									Heure début : 11h30				
									Heure fin : 12h30				
Y (mm)	P (bars)	T (kN)	Y (mm)	P (KN/m²)	T (kN)	Longueur hs hors sol $L_e =$	1.00 m						
0	0	0.0	11.7	100	92.8	Longueur libre dans sol $L_i =$	1.50 m						
0.3	8	7.4	12.0	100.2	93.0	Longueur totale $L_{totale} =$	4.50 m						
0.6	14.7	13.6	12.3	101.5	94.2	Adhérente au sol $L_s =$	2.00 m						
0.9	17	15.8	12.6	96.3	89.4		$q_{se} = 120$ KPa						
1.2	21.3	19.8	12.9	101.2	93.9	Clou foré		Surface latérale scel. $S =$				0.3958 m²	
1.5	25.9	24.0	13.2	105.5	97.9	Diamètre outil $B =$		0.063 m					
1.8	28.6	26.5	13.5	112	104.0								
2.1	31.6	29.3	13.8	118	109.5								
2.4	41.6	38.6	14.1	122	113.3	Clou battu							
2.7	44	40.8	14.4	122.8	114.0	Périmètre du clou $P =$		m					
3.0	46	42.7	14.7	127	117.9	Surface latérale du clc $S =$		m²					
3.3	47	43.6	15.0	126.5	117.4								
3.6	49.6	46.0	15.3	126.8	117.7	Aire de la section de l'élément de							
3.9	51.9	48.2	15.6	125.7	116.7	Renforcement : $A_e =$		0.0005 m²					
4.2	56.8	52.7	15.9	125	116.0	Diamètre nominal : $\varnothing_{barre} =$		0.025 m					
4.5	59.3	55.0	16.2	120.1	111.5	Traction limite d'élasticité							
4.8	62.3	57.8	16.5	119.7	111.1	$T_p = (>1.1 T_{max})$		245 kN					
5.1	64.9	60.2	16.8	118	109.5			$T_{max} = 221$ kN					
5.4	67	62.2	17.1	117	108.6			$P_{max} = 238$ bars					
5.7	67	62.2	17.4	115.2	106.9	Inclinaison du clou $\theta =$		15 °					
6.0	69.7	64.7	17.7	114.2	106.0								
6.3	75.8	70.4	18.0	112	104.0								
6.6	84.3	78.3	18.3	112	104.0								
6.9	85.6	79.5	18.6	112	104.0								
7.2	90.5	84.0	18.9										
7.5	92.3	85.7	19.2										
7.8	93.2	86.5	19.5										
8.1	92	85.4	19.8										
8.4	89.2	82.8	20.1										
8.7	89.3	82.9	20.4										
9.0	91.7	85.1	20.7										
9.3	90.5	84.0	21.0										
9.6	91.3	84.8	21.3										
9.9	93.2	86.5	21.6										
10.2	94.2	87.4	21.9										
10.5	96.2	89.3	22.2										
10.8	97	90.0	22.5										
11.1	97.9	90.9	22.8										
11.4	98.7	91.6	23.1										
Estimation du déplacement minimal à la rupture :													
$\Delta l_{IE} = 15.4$ mm (pour T_{max})													
$\Delta l_{IE} = 12.3$ mm (pour T_{lim} retenue)													
Déchargement													
$T=0.5T_{LP} = 60$ bars													
y à 5 min = 18.2 mm													
T = 0 0 bars													
y à 5 min = 17.4 mm													
						Efforts de traction							
						Estimation		TLE (kN) = 47.5		$T_{max} = 2TLE$ (kN) 221.00			
						Résultats		Effort de pic : $T_{LP} = 117.0$		kN			
								Traction lim. retenue : $T_{LR} = 93.0$		kN			
						Contraintes d'interaction limites (kPa) :							
						$q_{sp} = 296$		$q_{sr} = 235$					

						Procès-verbal d'essai de clou à vitesse de déplacement constante selon la norme NF P 94-242-1					
Ingénieur : Florent KERDRAON						Chantier: PLOUGASTEL-DAOULAS - Le Caro			Clou d'essai d'arrachement n° E3		
Essai réalisé par F. KERDRAON						N° Dossier: 29GT.25.0079			Clou d'essai battu-foré foré		
NB : Scellement réalisé dans...						Section vérin : 92.83 cm²			Date: 30/06/2025		
									Heure début : 9h30		
									Heure fin : 10h30		
Y (mm)	P (bars)	T (kN)	Y (mm)	P (KN/m²)	T (kN)	Longueur hs hors sol $L_e = 1.00$ m					
0	0	0.0	11.7		0.0	Longueur libre dans sol $L_i = 0.00$ m					
0.3	15	13.9	12.0		0.0	Longueur totale $L_{totale} = 3.00$ m					
0.6	30	27.8	12.3		0.0	Adhérente au sol $L_s = 2.00$ m					
0.9	45	41.8	12.6		0.0	$q_{se} = 120$ KPa					
1.2	60	55.7	12.9		0.0	Clou foré					
1.5	70	65.0	13.2		0.0	Surface latérale scel. $S = 0.3958$ m²					
1.8	78	72.4	13.5		0.0	Diamètre outil $B = 0.063$ m					
2.1	88	81.7	13.8		0.0						
2.4	94	87.3	14.1		0.0	Clou battu					
2.7	102	94.7	14.4		0.0	Périmètre du clou $P =$ m					
3.0	117	108.6	14.7		0.0	Surface latérale du clc $S =$ m²					
3.3	130	120.7	15.0		0.0						
3.6	142	131.8	15.3		0.0	Aire de la section de l'élément de					
3.9	151	140.2	15.6		0.0	Renforcement : $A_e = 0.0005$ m²					
4.2	158	146.7	15.9		0.0	Diamètre nominal : $\varnothing_{barre} = 0.025$ m					
4.5	161	149.5	16.2		0.0	Traction limite d'élasticité					
4.8	161	149.5	16.5		0.0	$T_p = (>1.1 T_{max})$ 245 kN					
5.1	160	148.5	16.8		0.0	$T_{max} = 221$ kN					
5.4	159	147.6	17.1		0.0	$P_{max} = 238$ bars					
5.7	158	146.7	17.4		0.0	Inclinaison du clou $\theta = 15^\circ$					
6.0	157	145.7	17.7		0.0						
6.3	158	146.7	18.0		0.0						
6.6	157	145.7	18.3		0.0						
6.9		0.0	18.6		0.0						
7.2		0.0	18.9								
7.5		0.0	19.2								
7.8		0.0	19.5								
8.1		0.0	19.8								
8.4		0.0	20.1								
8.7		0.0	20.4								
9.0		0.0	20.7								
9.3		0.0	21.0								
9.6		0.0	21.3								
9.9		0.0	21.6								
10.2		0.0	21.9								
10.5		0.0	22.2								
10.8		0.0	22.5								
11.1		0.0	22.8								
11.4		0.0	23.1								
Estimation du déplacement minimal à la rupture :											
$\Delta l_{IE} = 12.1$ mm (pour T_{max})											
$\Delta l_{IE} = 11.4$ mm (pour T_{lim} retenue)											
						Courbe effort - Déplacement du clou					
											
						Déplacement de la tête du clou (mm)					
Déchargement											
$T=0.5T_{LP} = 80$ bars						Estimation TLE (kN) = 47.5 Tmax = 2TLE (kN) 95.00					
y à 5 min = 3.8 mm						Efforts de traction					
						Résultats					
$T = 0$ 0 bars						Effort de pic : $T_{LP} = 147.0$ kN					
y à 5 min = 2.1 mm						Traction lim. retenue : $T_{LR} = 147.0$ kN					
						Contraintes d'interaction limites (kPa) : $q_{sp} = 371$ $q_{sr} = 371$					

6. RESULTATS DES SONDAGES AU PENETROMETRE DYNAMIQUE – 3 PAGES

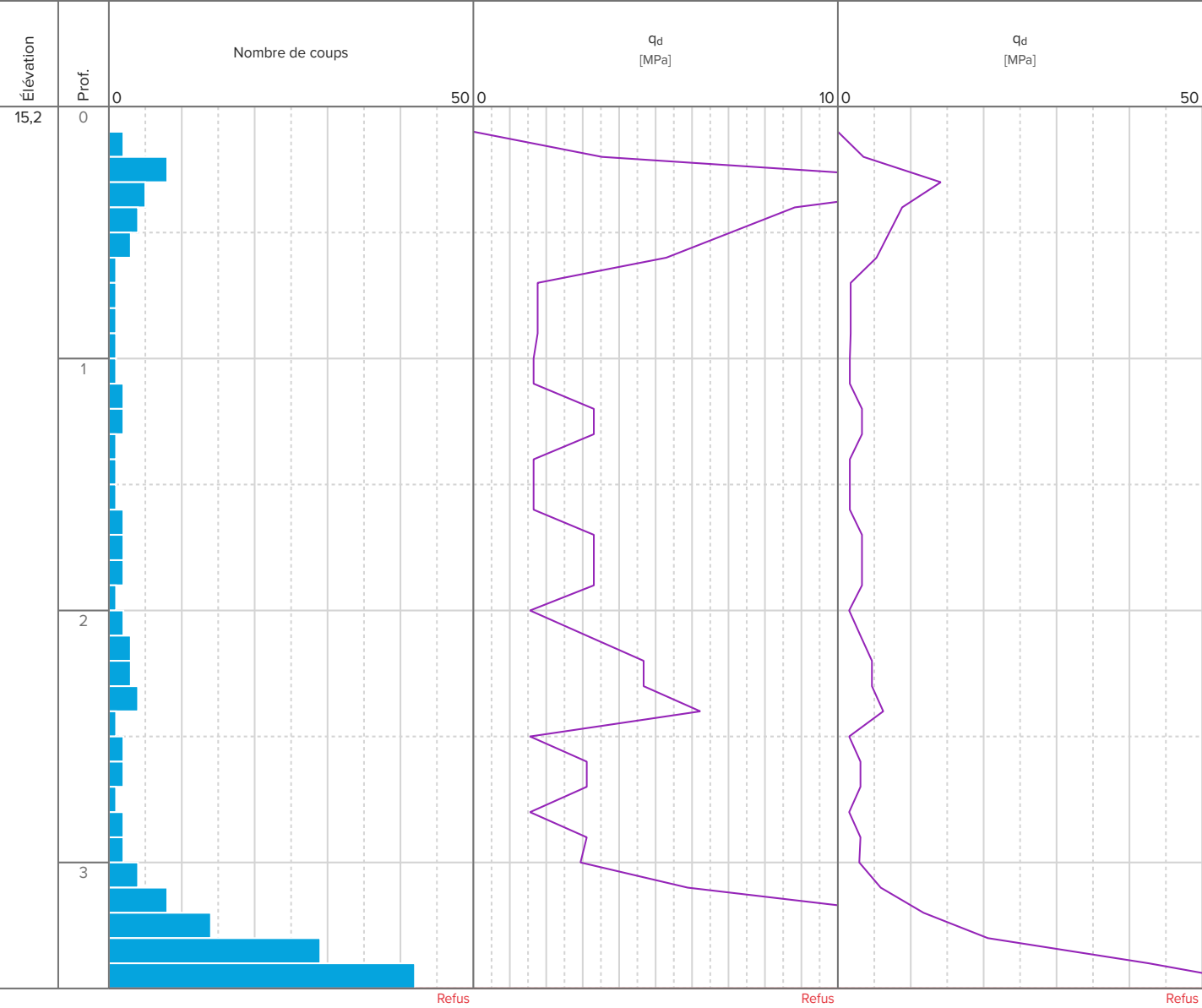
DPT1	Longitude		Latitude		Système de coordonnées				
	-4,441234118		48,340267626		WGS 84				
	Élévation		Nivellement		Angle	Azimut	Prof. atteinte		
	+13,7 m		NGF		-	-	1,4 m		
Données		Type		Début		Fin		Machine	Opérateur
DPT1_DPT_DYNAMIQUE		Pénétromètre dynamique		13/06/2025 15:01:00		13/06/2025 18:00:00		FL40.14	MENUET Nicolas
Type de pénétromètre								Facteur de correction	
DPSH-B								1,0	
Hauteur de chute		Surface de pointe		Masse frappante		Masse accessoire		Masse de la tige	
75,0 cm		20,0 cm ²		63,5 kg		15,0 kg		5,6 kg/m	



DPT2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
-4,441398951	48,340191450	WGS 84		
Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
+15,2 m	NGF	-	-	3,4 m

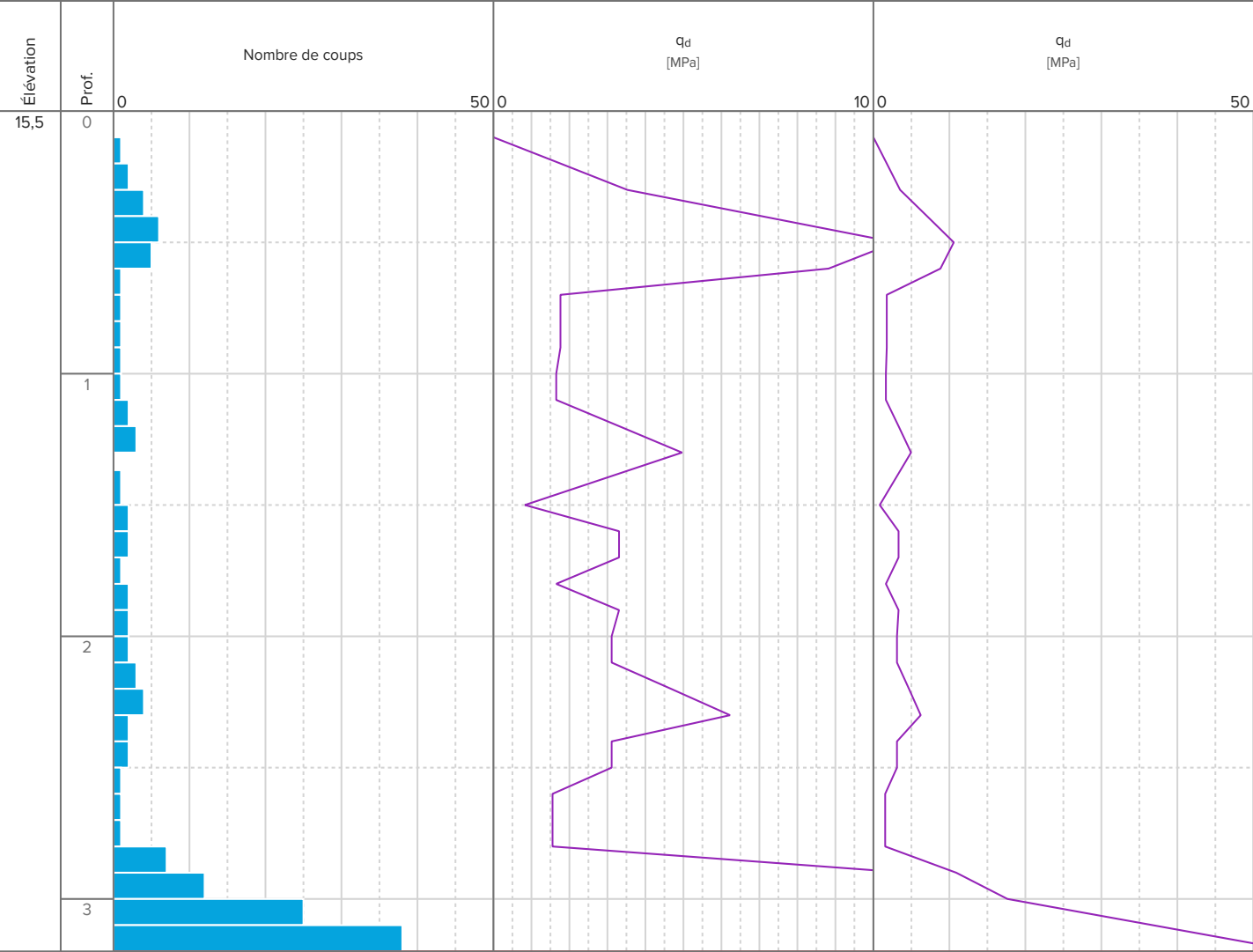
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPT2_DPT_DYNAMIQUE	Pénétromètre dynamique	13/06/2025 15:03:00	13/06/2025 18:00:00	FL40.14	MENUET Nicolas
Type de pénétromètre				Facteur de correction	
DPSH-B				1,0	
Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige	
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m	



DPT3

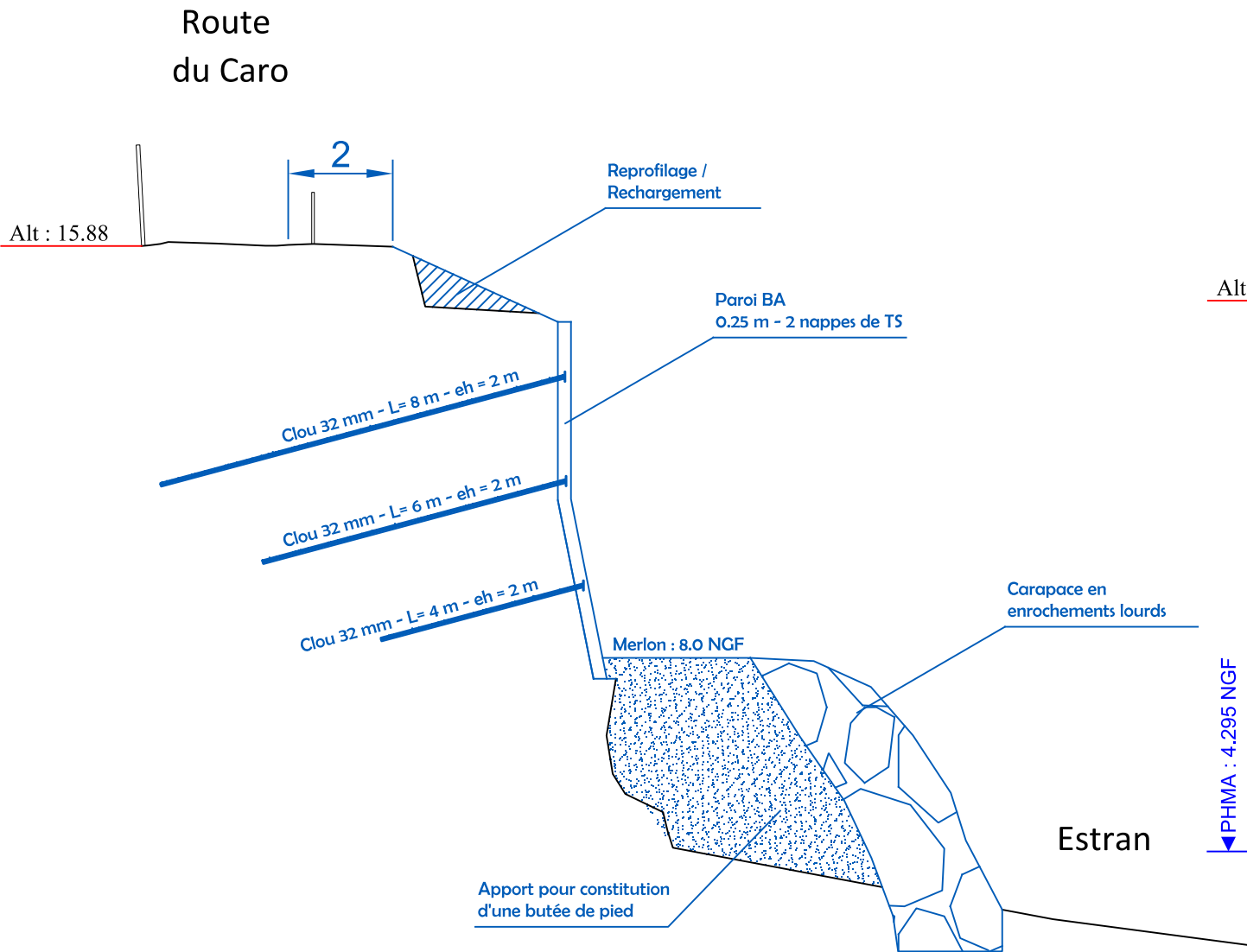
Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
-4,441579931	48,340133239	WGS 84		
Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
+15,5 m	NGF	-	-	3,2 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPT3_DPT_DYNAMIQUE	Pénétromètre dynamique	13/06/2025 15:13:00	13/06/2025 18:00:00	FL40.14	MENUET Nicolas
Type de pénétromètre				Facteur de correction	
DPSH-B				1,0	
Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige	
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m	

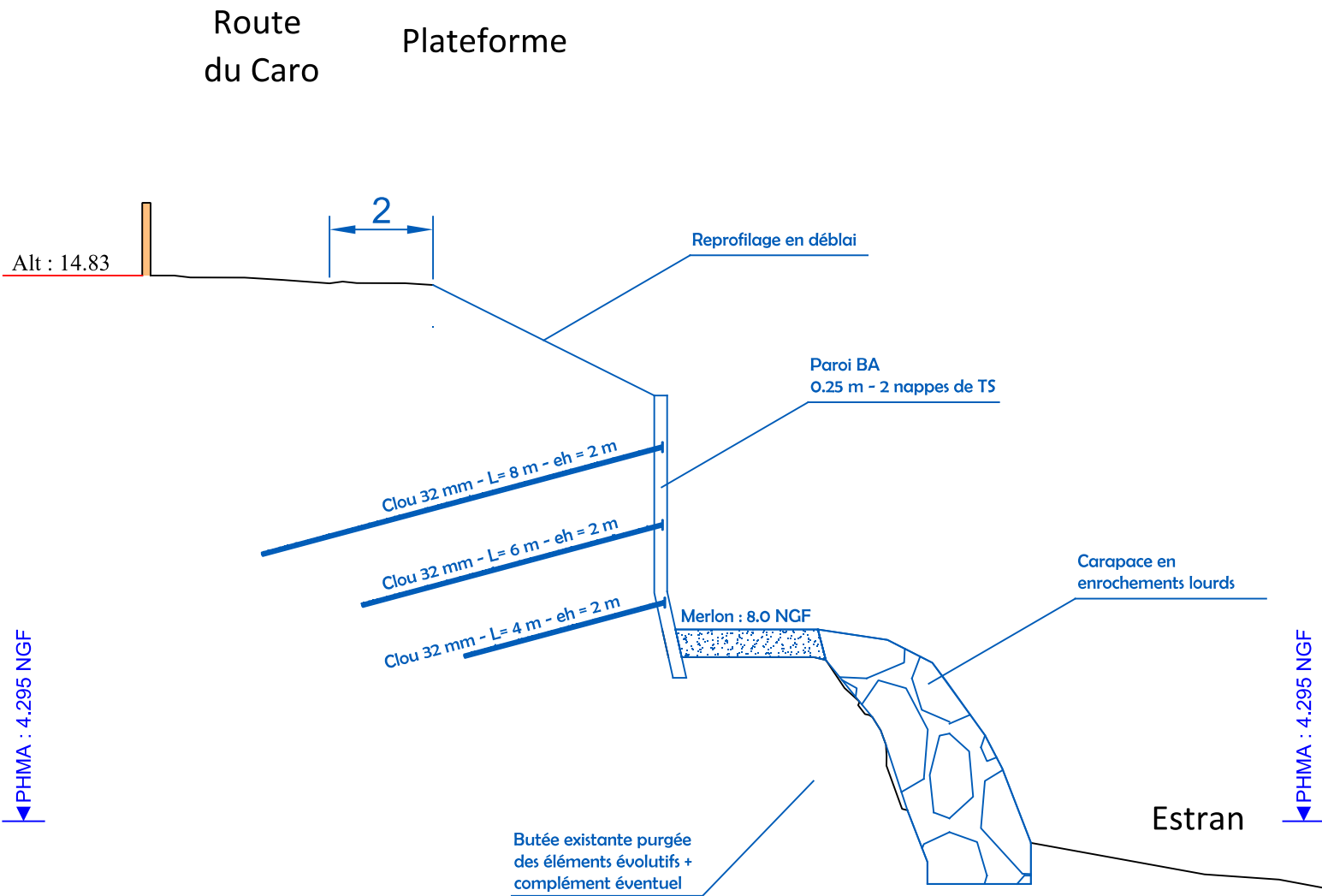


7. COUPE DE PRINCIPE – I PAGE

Coupe BB



Coupe CC



Plan de comparaison : 0.00 m (NGF)

8. PRESIMENSIONNEMENT – 18 PAGES

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : PR.29GT.25.0079

Titre du calcul : Coupe BB

Lieu : Plougastel-Daoulas - Le Caro

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	15,880	2	5,600	15,880	3	6,150	16,000	4	8,400	15,900	5	10,700	15,860	6	11,000	14,750
7	14,000	14,550	8	14,000	13,000	9	14,150	8,050	10	14,900	5,400	11	15,550	5,050	12	15,750	4,350
13	23,000	3,000	14	30,000	2,050	15	9,500	13,000	17	17,150	8,000	18	13,053	8,000	19	14,164	8,000
21	21,956	3,194	22	0,000	13,000	23	10,400	15,900	25	10,472	15,864	26	10,734	15,733	27	12,962	14,619
28	14,000	14,100															

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
1	1	2	2	2	3	3	3	4	8	8	9	10	10	11	11	11	12	13	13	14
14	2	15	15	15	8	18	18	15	19	18	10	20	18	19	21	19	9	22	19	10
23	19	17	24	17	21	25	21	12	26	21	13	27	22	15	28	23	25	29	25	4
30	25	5	31	25	26	32	26	5	33	26	6	34	26	27	35	27	6	36	27	7
37	27	28	38	28	7	39	28	8												

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Loess / Terrains décomprimés		19,0	30,00	5,0	0,0	150,0	-	-	Non	Non	Non
2	Formation périglaciaire		21,0	36,00	24,0	0,0	250,0	-	-	Non	Non	Non
3	Merlon de pied + enrochement		20,0	40,00	0,0	0,0	0,1	-	-	Non	Non	Non
4	Apport en tête		18,0	30,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	Loess / Terrains décomprimés		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	Formation périglaciaire		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	Merlon de pied + enrochement		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	Apport en tête		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voirie	6,150	16,000	5,0	8,400	15,900	5,0	90,00
2	Parcelle privée	0,000	15,880	2,5	5,600	15,880	2,5	90,00

Clous

	Nom	X	Y	Espacement horizontal	Inclinaison/horizontale	Largeur base de diffusion	Angle de diffusion	RNcal	Longueur	Rqs
1	Clou 1	14,050	13,500	2,000	15,00	1,000	10,00	242,0	8,000	-
2	Clou 2	14,050	11,500	2,000	15,00	1,000	10,00	242,0	6,000	-
3	Clou 3	14,100	9,500	2,000	15,00	1,000	10,00	242,0	4,000	-
4	Clou 4	14,350	7,500	2,000	15,00	1,000	10,00	242,0	4,000	-
5	Clou 5	14,900	5,500	2,000	15,00	1,000	10,00	242,0	3,000	-

Clous (cont.)

	Nom	Rayon équivalent	Règle de calcul de la résistance par frottement	Rc	Moment de plastification	EI
1	Clou 1	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-
2	Clou 2	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-
3	Clou 3	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-
4	Clou 4	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-
5	Clou 5	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-



Talren v6
v6.2.6

Imprimé le : 5 sept. 2025 09:19:06
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Coupe BB

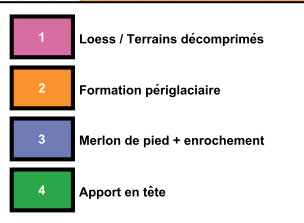
Données du projet

Clous (cont.)

	Nom	Angle critique	Traction	Cisaillement	qsclou issu de	θbarre	σa	Valeur de Ra imposée	Rqs calculé à partir de qsclou
1	Clou 1	-	Externe	-	Abaques	-	-	Oui	Oui
2	Clou 2	-	Externe	-	Abaques	-	-	Oui	Oui
3	Clou 3	-	Externe	-	Abaques	-	-	Oui	Oui
4	Clou 4	-	Externe	-	Abaques	-	-	Oui	Oui
5	Clou 5	-	Externe	-	Abaques	-	-	Oui	Oui

Clous (cont.)

	Nom	Résistance au cisaillement variable le long du clou	Matériau du clou
1	Clou 1	Non	-
2	Clou 2	Non	-
3	Clou 3	Non	-
4	Clou 4	Non	-
5	Clou 5	Non	-



Données de la phase 1

Nom de la phase : Rétro-analyse

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Loess / Terrains décomprimés	2	2	3	Loess / Terrains décomprimés	3	3	4	Loess / Terrains décomprimés
8	8	9	Formation périglaciaire	10	10	11	Formation périglaciaire	11	11	12	Formation périglaciaire
13	13	14	Formation périglaciaire	15	15	8	Formation périglaciaire	21	19	9	Formation périglaciaire
22	19	10	Formation périglaciaire	25	21	12	Formation périglaciaire	26	21	13	Formation périglaciaire
27	22	15	Formation périglaciaire	29	25	4	Loess / Terrains décomprimés	30	25	5	Loess / Terrains décomprimés
32	26	5	Loess / Terrains décomprimés	33	26	6	Loess / Terrains décomprimés	35	27	6	Loess / Terrains décomprimés
36	27	7	Loess / Terrains décomprimés	38	28	7	Loess / Terrains décomprimés	39	28	8	Loess / Terrains décomprimés

Liste des éléments activés

Polygones : Polygone entre les points 8,9,19,18,15
Polygone entre les points 10,18,19
Polygone entre les points 1,2,15,22
Polygone entre les points 10,11,12,21,13,14,xMax,xMin,22,15,18
Polygone entre les points 2,3,4,25,26,6,27,28,8,15
Polygone entre les points 25,5,26
Polygone entre les points 27,7,28

Conditions hydrauliques : Néant



Talren v6
v6.2.6

Imprimé le : 5 sept. 2025 09:19:06
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Coupe BB

Données de la situation 1

Nom de la phase : Rétro-analyse
Nom de la situation : Calcul Auto
Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale
Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique
Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Unitaire
Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique
 Γ_{Rd} : 1.0
Type de surface de rupture : Circulaire automatique
Nombre de découpages : 10
Incrément sur le rayon : 0,200
Abscisse émergence limite aval : 13,750
Type de recherche : Point de passage de base
Point de passage de base : X= 14,950; Y= 4,700
Écarter les surfaces de peau : Non
Nombre de tranches : 100
Prise en compte du séisme : Non

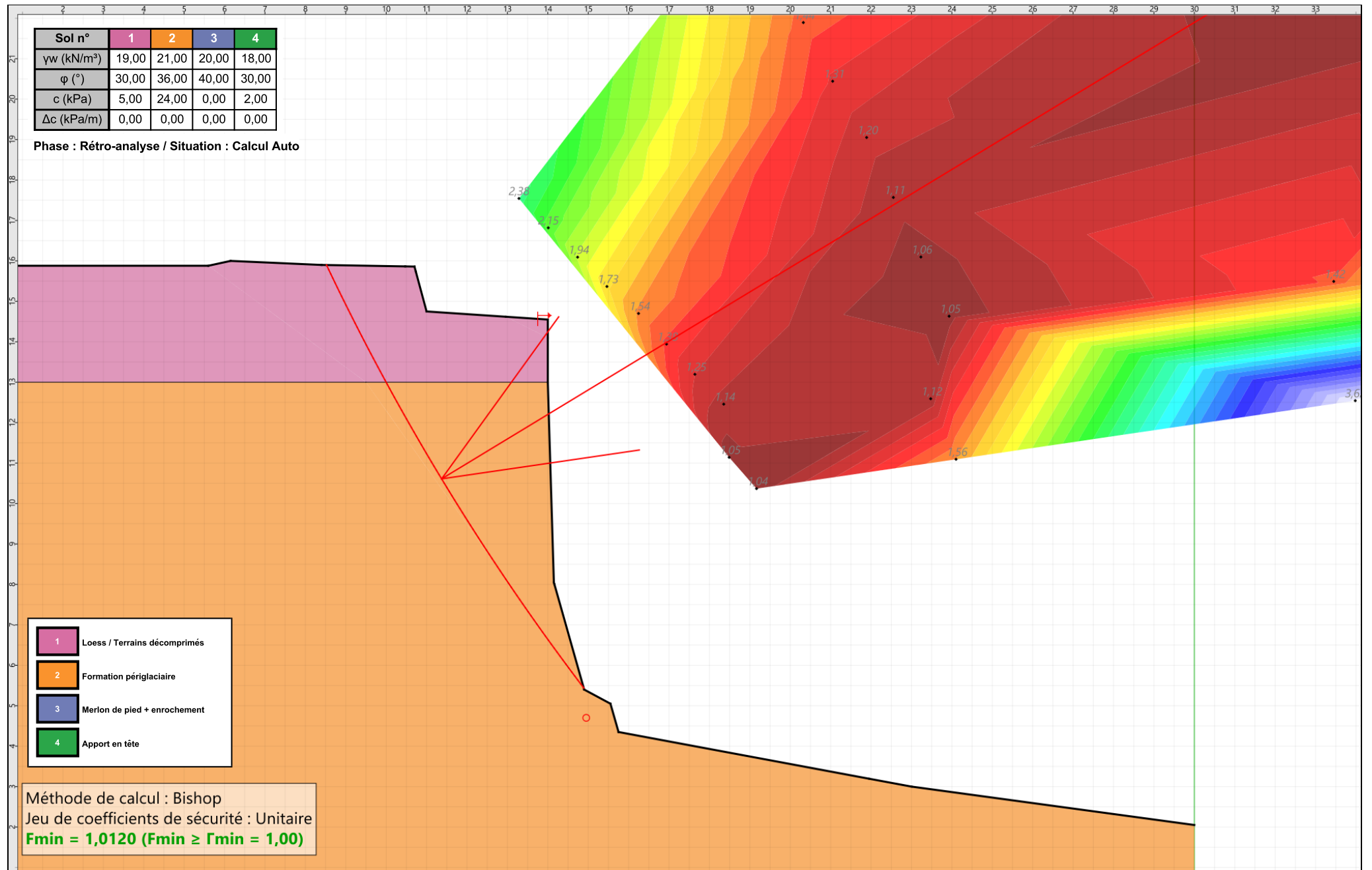


Talren v6
v6.2.6

Imprimé le : 5 sept. 2025 09:19:06
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Coupe BB

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	19,00	21,00	20,00	18,00
φ (°)	30,00	36,00	40,00	30,00
c (kPa)	5,00	24,00	0,00	2,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Rétro-analyse / Situation : Calcul Auto



Données de la situation 2

Nom de la phase : Rétro-analyse

Nom de la situation : Calcul Manuel

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Unitaire

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.0

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 35,000; Y= 8,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 2,000; Y= 2,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 25,00; la verticale= 25,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 15; en Y= 15

Incrément sur le rayon : 0,200

Nombre d'incréments sur le rayon : 15

Abscisse émergence limite aval : 13,750

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 14,150; Y= 8,050

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

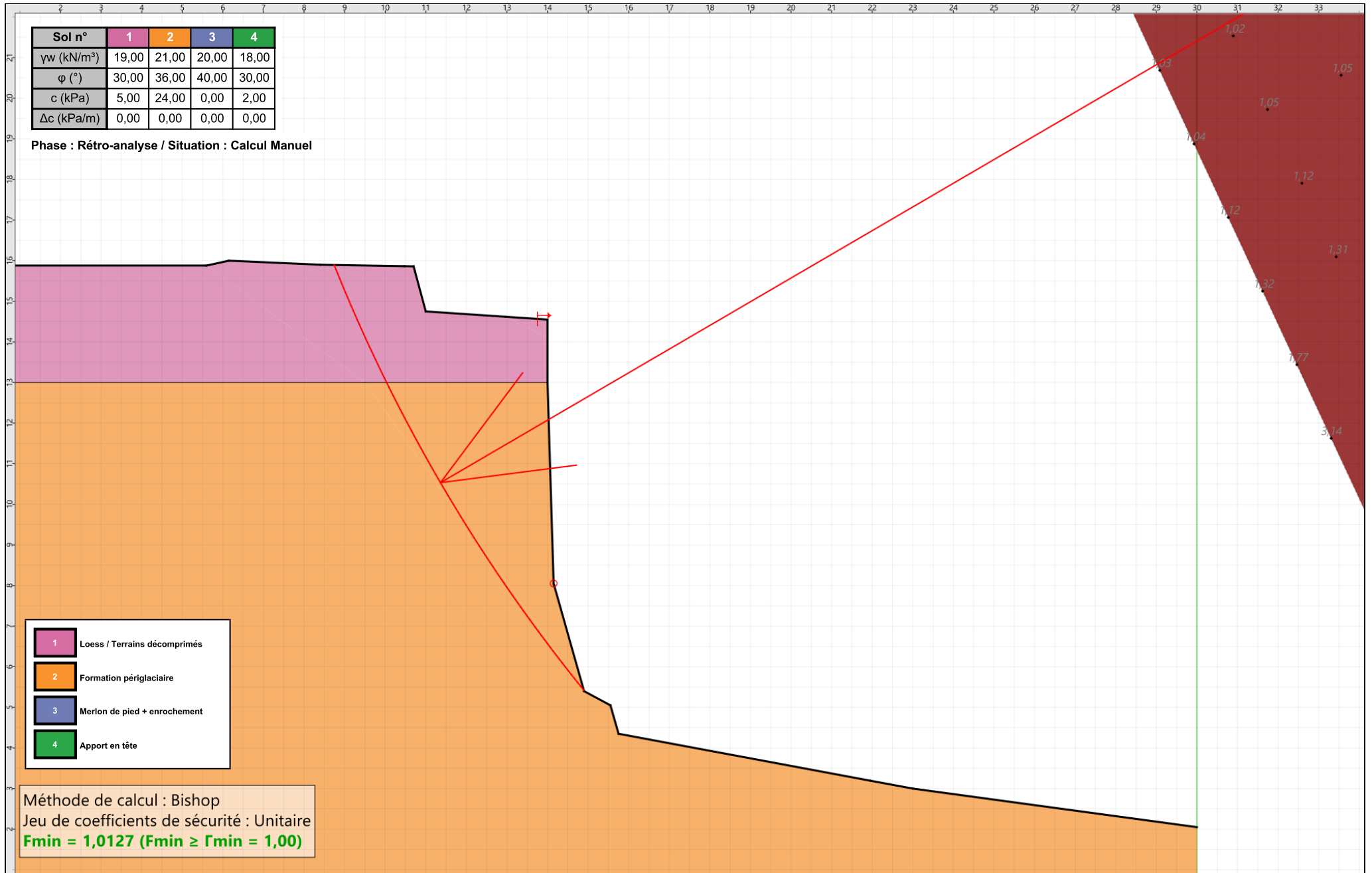


Talren v6
v6.2.6

Imprimé le : 5 sept. 2025 09:19:07
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Coupe BB

1	Loess / Terrains décomprimés
2	Formation périglaciaire
3	Merlon de pied + enrochement
4	Apport en tête

Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
Fmin = 1,0127 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)



Données de la phase 2

Nom de la phase : Etat conforté sans Merlon

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Loess / Terrains décomprimés	2	2	3	Loess / Terrains décomprimés	3	3	4	Loess / Terrains décomprimés
8	8	9	Formation périglaciaire	10	10	11	Formation périglaciaire	11	11	12	Formation périglaciaire
13	13	14	Formation périglaciaire	15	15	8	Formation périglaciaire	21	19	9	Formation périglaciaire
22	19	10	Formation périglaciaire	25	21	12	Formation périglaciaire	26	21	13	Formation périglaciaire
27	22	15	Formation périglaciaire	29	25	4	Loess / Terrains décomprimés	31	25	26	Loess / Terrains décomprimés
33	26	6	Loess / Terrains décomprimés	34	26	27	Apport en tête	35	27	6	Loess / Terrains décomprimés
37	27	28	Loess / Terrains décomprimés	39	28	8	Loess / Terrains décomprimés				

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Voirie
Parcelle privée

Clous : Clou 1
Clou 2
Clou 3
Clou 4
Clou 5

Polygones : Polygone entre les points 8,9,19,18,15
Polygone entre les points 10,18,19
Polygone entre les points 1,2,15,22
Polygone entre les points 10,11,12,21,13,14,xMax,xMin,22,15,18
Polygone entre les points 2,3,4,25,26,6,27,28,8,15
Polygone entre les points 6,26,27

Conditions hydrauliques : Néant



Talren v6
v6.2.6

Imprimé le : 5 sept. 2025 09:19:07
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Coupe BB

Données de la situation 1

Nom de la phase : Etat conforté sans Merlon

Nom de la situation : Calcul Auto

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation durable - Ouvrage courant - Stabilité générale

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,850	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,150	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.1

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 13,750

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 14,950; Y= 4,700

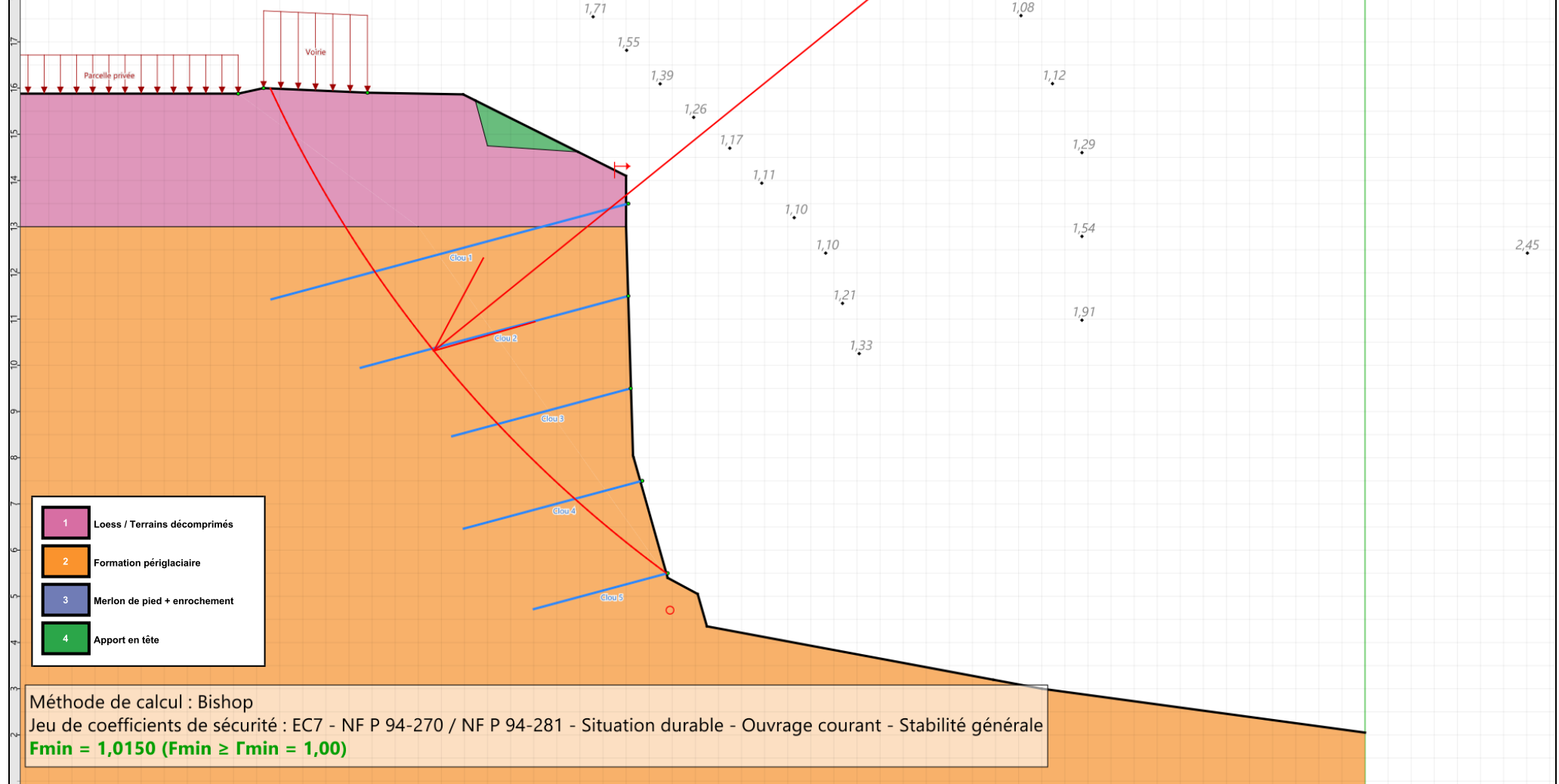
Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	21,00	20,00	18,00
φ (°)	30,00	36,00	40,00	30,00
c (kPa)	5,00	24,00	0,00	2,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat conforté sans Merlon / Situation : Calcul Auto



Données de la situation 2

Nom de la phase : Etat conforté sans Merlon

Nom de la situation : Calcul Manuel

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation durable - Ouvrage courant - Stabilité générale

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,850	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,150	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.1

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 22,784; Y= 6,168

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 25,00; la verticale= 25,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 15; en Y= 15

Incrément sur le rayon : 0,200

Nombre d'incréments sur le rayon : 15

Abscisse émergence limite aval : 13,750

Type de recherche : Point de passage de base

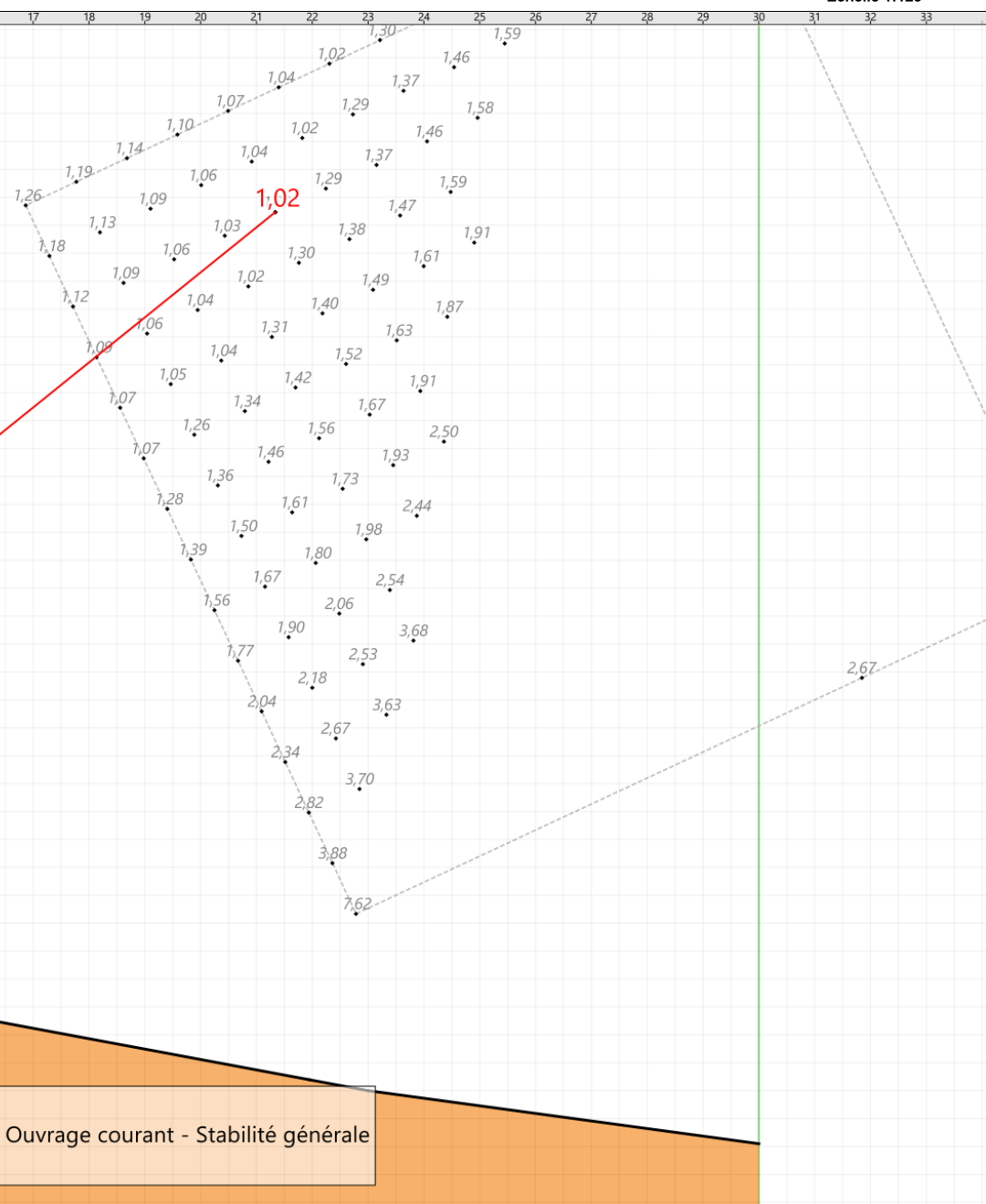
Point de passage de base : X= 14,950; Y= 4,700

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Fmin = 1,0167 (Fmin ≥ Γmin = 1,00)



Données de la phase 3

Nom de la phase : Etat conforté avec Merlon

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
1	1	2	Loess / Terrains décomprimés	2	2	3	Loess / Terrains décomprimés	3	3	4	Loess / Terrains décomprimés	
8	8	9	Formation périglaciaire	10	10	11	Formation périglaciaire	11	11	12	Formation périglaciaire	
13	13	14	Formation périglaciaire	15	15	8	Formation périglaciaire	21	19	9	Formation périglaciaire	
22	19	10	Formation périglaciaire	23	19	17	Merlon de pied + enrochement	24	17	21	Merlon de pied + enrochement	
25	21	12	Formation périglaciaire	26	21	13	Formation périglaciaire	27	22	15	Formation périglaciaire	
29	25	4	Loess / Terrains décomprimés	31	25	26	Loess / Terrains décomprimés	33	26	6	Loess / Terrains décomprimés	
34	26	27	Apport en tête	35	27	6	Loess / Terrains décomprimés	37	27	28	Loess / Terrains décomprimés	
39	28	8	Loess / Terrains décomprimés									

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Voirie
Parcelle privée

Clous : Clou 1
Clou 2
Clou 3

Polygones : Polygone entre les points 8,9,19,18,15
Polygone entre les points 10,18,19
Polygone entre les points 11,10,19,17,21,12
Polygone entre les points 1,2,15,22
Polygone entre les points 10,11,12,21,13,14,xMax,xMin,22,15,18
Polygone entre les points 2,3,4,25,26,6,27,28,8,15
Polygone entre les points 6,26,27

Conditions hydrauliques : Néant



Talren v6
v6.2.6

Imprimé le : 5 sept. 2025 09:19:08
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Coupe BB

Données de la situation 1

Nom de la phase : Etat conforté avec Merlon

Nom de la situation : Calcul Auto

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation durable - Ouvrage courant - Stabilité générale

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,850	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,150	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.1

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 9,370

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 9,800; Y= 13,650

Écarter les surfaces de peau : Oui

Activer le critère de profondeur : Oui

Profondeur inférieure à (m) : 1,000

Activer le critère de distance entre extrémités : Non

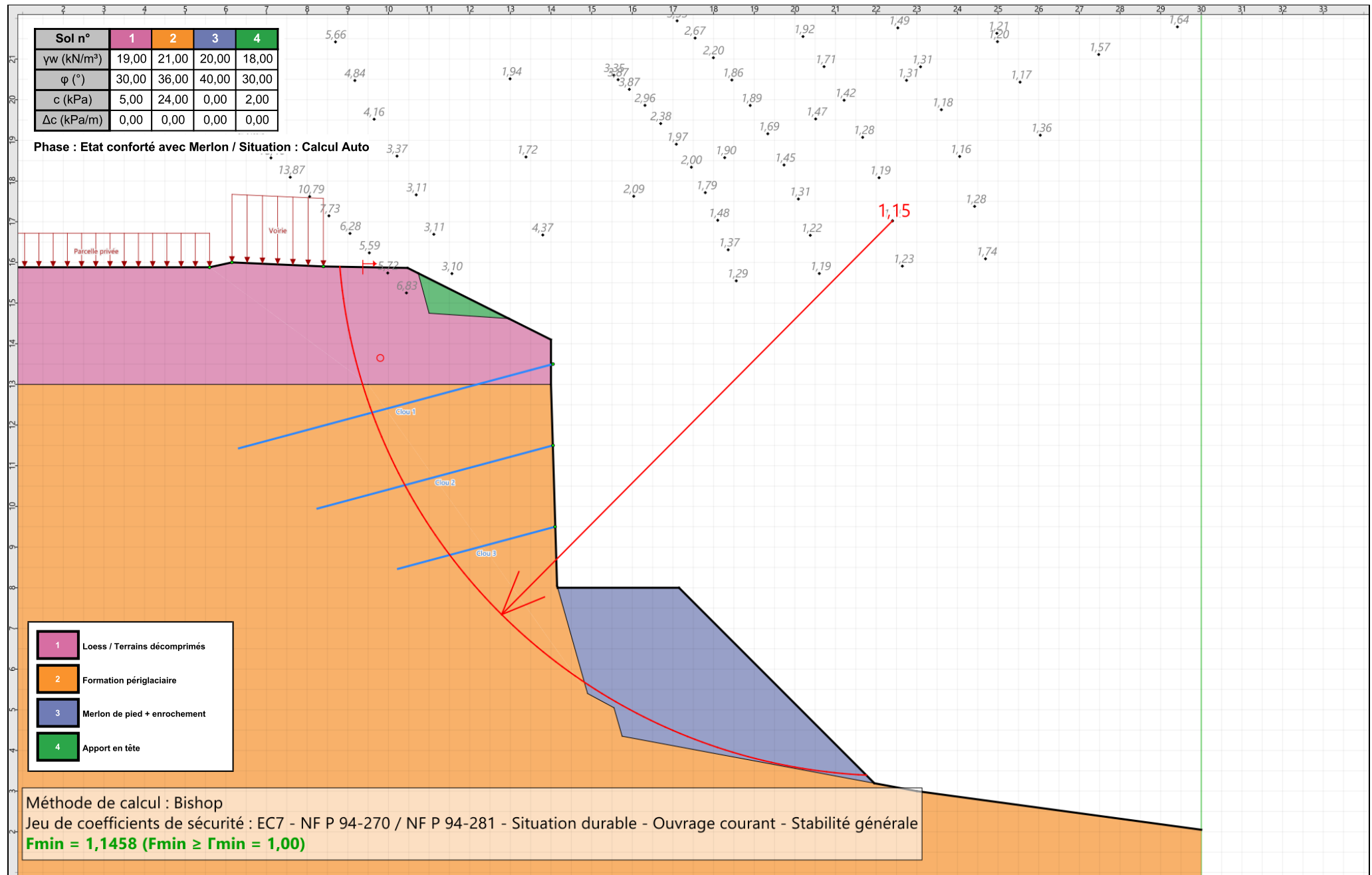
Activer le critère de volume de sol glissant : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	21,00	20,00	18,00
ϕ (°)	30,00	36,00	40,00	30,00
c (kPa)	5,00	24,00	0,00	2,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat conforté avec Merlon / Situation : Calcul Auto



Données de la situation 2

Nom de la phase : Etat conforté avec Merlon

Nom de la situation : Calcul Manuel

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Calcul de stabilité classique

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation durable - Ouvrage courant - Stabilité générale

Détails du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	$\Gamma_{tan\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,850	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,150	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.1

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 15,721; Y= 12,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 25,00; la verticale= 25,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 15; en Y= 15

Incrément sur le rayon : 0,200

Nombre d'incréments sur le rayon : 15

Abscisse émergence limite aval : 9,250

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 9,800; Y= 14,177

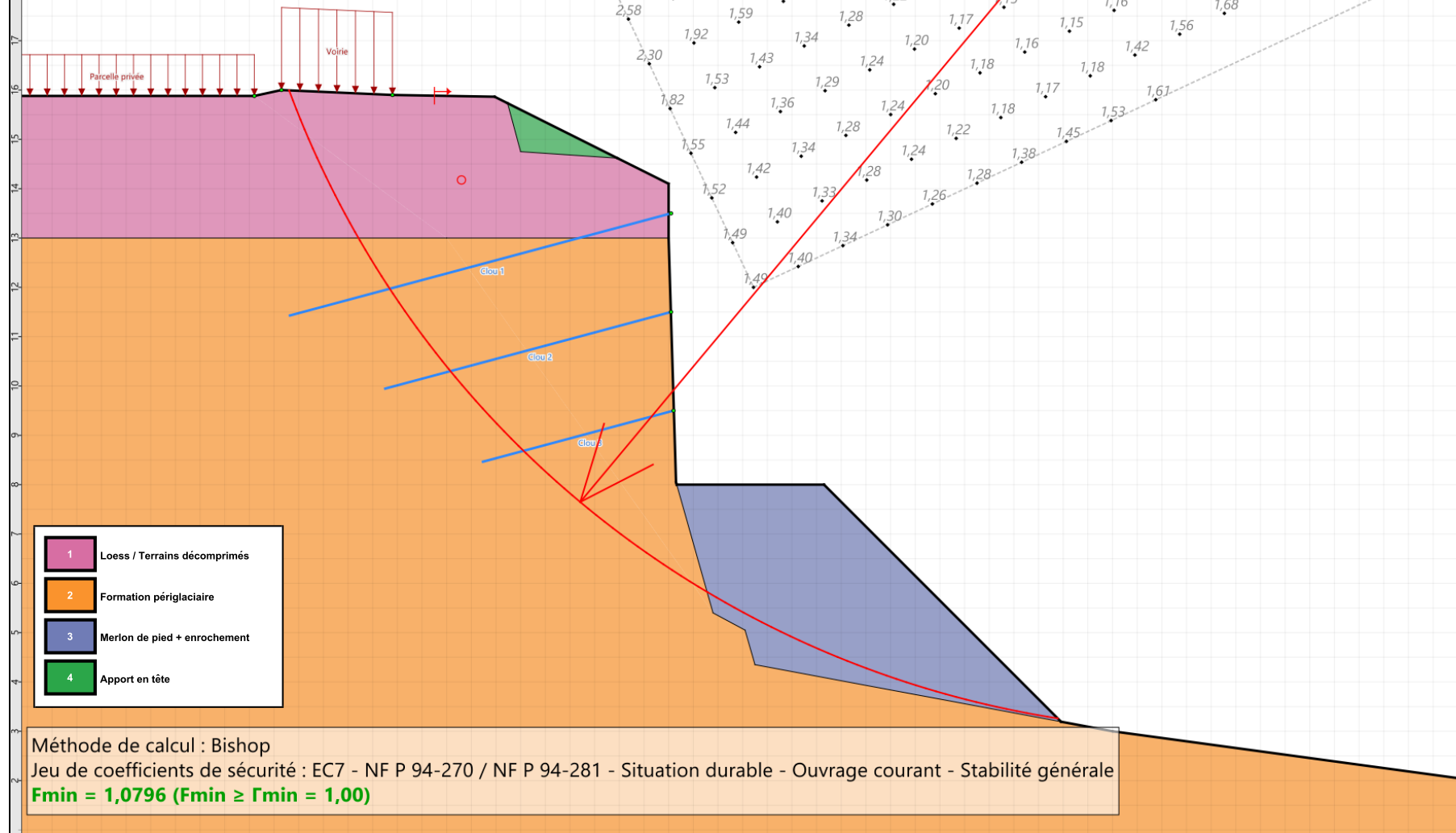
Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	21,00	20,00	18,00
φ (°)	30,00	36,00	40,00	30,00
c (kPa)	5,00	24,00	0,00	2,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat conforté avec Merlon / Situation : Calcul Manuel



The logo graphic consists of a stylized, three-dimensional sphere. The top half of the sphere is a solid orange color. The bottom half is a light gray color. The middle section of the sphere is a white, curved band that contains the text 'fondasol'. The sphere is filled with a collage of images: a modern glass skyscraper, a lush green building with a vertical garden, and a city street at night with glowing orange lights. The sphere is set against a white background.

fondasol

www.groupefondasol.com