



fondasol

FONDASOL RHONE-ALPES

106 AVENUE FRANKLIN ROOSEVELT

69120 VAULX EN VELIN

☎ 04 72 37 68 88

✉ lyon@groupefondasol.com

**DIR INTERDEPARTEMENTALE ROUTES
CENTRE-EST**



DIR Centre-Est

Direction Interdépartementale des Routes Centre-Est

**A72- Elargissement échangeur 14
Saint-Étienne(42)**

Etude géotechnique G2 PRO

PR.RAGT.25.0400 – 001 – 1^{ère} diffusion

Rév.	Date	Nb pages*	Modifications	Rédacteur	Contrôleur	Approbateur
-	06/03/2026	42	1 ^{ère} diffusion	C. WOLFF	B. DAMOUR	Y. DECROUX
A						
B						
C						

* Nombre de pages hors annexes, paginées séparément.

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	4
A.1.	Eléments du contrat	4
A.2.	Mission selon la norme NF P94-500	4
A.3.	Documents à notre disposition pour cette étude	5
A.4.	Description du projet	5
A.5.	Programme d'investigations	9
B.	Caractéristiques générales du site	10
B.1.	Description générale	10
B.2.	Résultats de l'enquête documentaire	12
C.	Synthèse des investigations	18
C.1.	Lithologie	18
C.2.	Données géomécaniques	20
C.3.	Essais et analyses en laboratoire	20
C.4.	Données hydrogéologiques	20
C.5.	Données liées au risque sismique	21
D.	Principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques	23
D.1.	Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques	23
D.2.	Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet	23
D.3.	Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines	24
D.4.	Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	24
E.	Etude des terrassements et soutènements	26
E.1.	Talus provisoires et définitifs	26
E.2.	Reprofilage du talus existant avec paroi clouée	26
E.3.	Conditions générales de terrassement	36
F.	Modes et matériaux de remblaiement	38
F.1.	Conditions de réalisation de la plateforme routière	38
F.2.	Matériaux de remblais	39
F.3.	Critères de réception remblais et assise de chaussées	40
G.	Suites à donner	42
G.1.	Incertitudes subsistant / risques résiduels	42
G.2.	Enchaînement des missions normalisées	42

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. Résultats des investigations in situ – 15 pages**
- 4. Risques naturels – 3 pages**
- 5. TALREN – Paroi clouée – 86 pages**

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

A.1. Eléments du contrat

Maître d'ouvrage : DIR INTERDEPARTEMENTALE ROUTES CENTRE-EST

Maître d'œuvre : INGEROP

Devis : SQ.RAGT.25.09.066

Commande : Accord mail du 22/12/2025 par DIR INTERDEPARTEMENTALE ROUTES CENTRE-EST.

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

Etude géotechnique G2 PRO selon la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013), en vue du projet de reprise de la bretelle d'entrée en sens 2 de l'échangeur I4 de l'autoroute A72.

Le présent rapport comprend :

- Synthèse et interprétation des investigations complémentaires
- Description des choix constructifs des ouvrages géotechniques intégrant le phasage et les contraintes du projet données par le maître d'œuvre
- Hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages : définition de valeurs caractéristiques des paramètres par ouvrage géotechnique
- Etude des terrassements de la bretelle
- Note de pré-dimensionnement du soutènement
- Dispositions constructives et/ou éventuels dispositifs de contrôle à envisager pendant les travaux, et/ou pendant la durée de vie de l'ouvrage ; valeurs seuils à retenir, contraintes de maintenance, etc.

Sont exclus de cette étude (liste non exhaustive) :

- Le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales
- Le dimensionnement interne des structures (ferraillage du parement ...)
- Le dimensionnement des structures de chaussées
- Etablissement des plans, coupes de projet, plans de coffrage et ferraillage
- Estimation des quantités, coûts et délais.

A.3. Documents à notre disposition pour cette étude

A.3.1. Documents préalables

Nous avons disposé pour cette étude des documents suivants :

N°	Document	Émetteur	Référence	Ind	Date Emission
[1].	Rapport d'Avant-Projet	INGEROP	-	A	08/09/2025
[2].	Carnet de plans Avant-Projet avec : - Plan de situation - Vue en plan générale - Vue en plan géométrie - Vue en plan des réseaux existants - Vue en plan des visibilités - Vue en plan hydraulique et assainissement existant / projet - Vue en plan des équipements - Profil en long - Profils en travers	INGEROP	LYSE-AVP-A72-S7_S8_Ech13_14_15- 04362 04164 04363 04364 04370 03936 04369 04365 04366 -A01	A	25/07/2025 25/07/2025 25/07/2025 25/07/2025 25/07/2025 27/08/2025 25/07/2025 25/07/2025 25/07/2025
[3].	Etude géotechnique G2AVP	Hydrogéotechnique	C.24.51.117	A	23/05/2025
[4].	Compte-rendu d'investigations géotechniques	Hydrogéotechnique	C.25.51.157	A	27/01/2026
[5].	Profils en travers	Ingerop	-	-	04/08/2025

A.3.2. Autres sources d'information

Notre étude s'est également basée sur les sources d'information suivantes :

- La carte IGN du secteur,
- Les données du BRGM,
- La carte géologique du secteur,
- Les données publiées sur le site georisques.gouv.fr,
- Les vues aériennes du secteur disponibles sur remonterletemps.ign.fr.

A.4. Description du projet

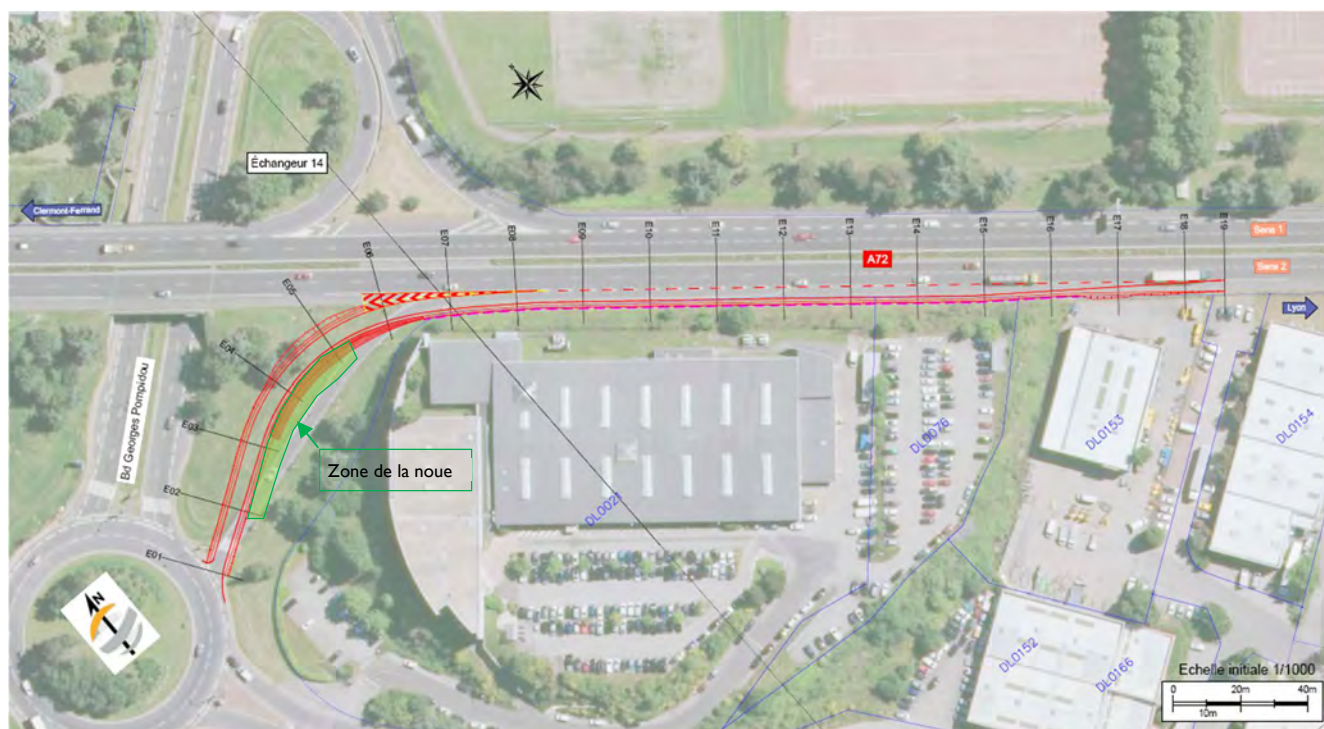
A.4.1. Caractéristiques générales du projet et des ouvrages

Le projet consiste à modifier la géométrie de la bretelle d'entrée de l'échangeur I4 en sens 2, pour en améliorer la sécurité :

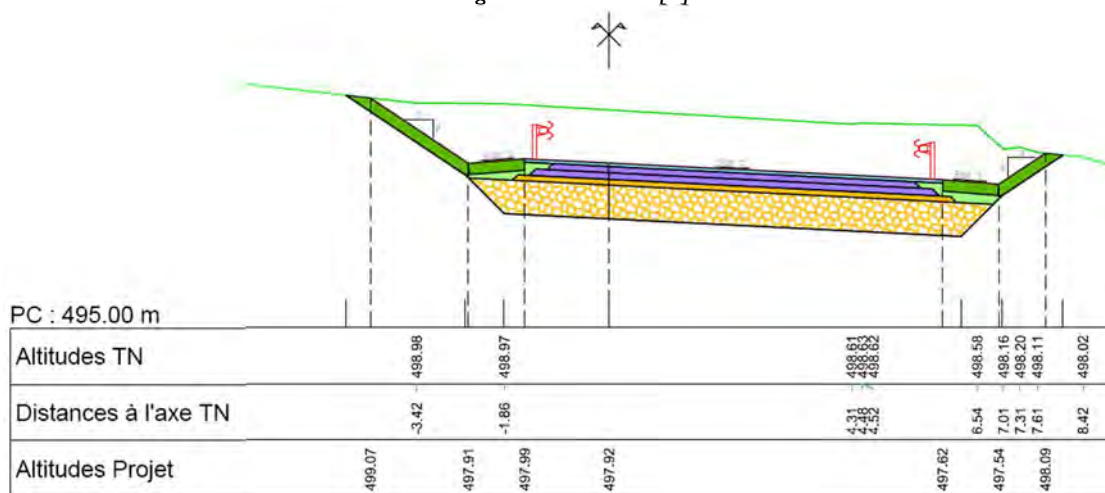
- En augmentant la longueur d'insertion et la largeur de la bretelle,
- Et en diminuant le rayon de giration de la bretelle.

L'aménagement prévoit également des évolutions des dispositifs de gestion des EP, avec notamment a création d'une noue d'infiltration reliée au réseau de collecte existant.

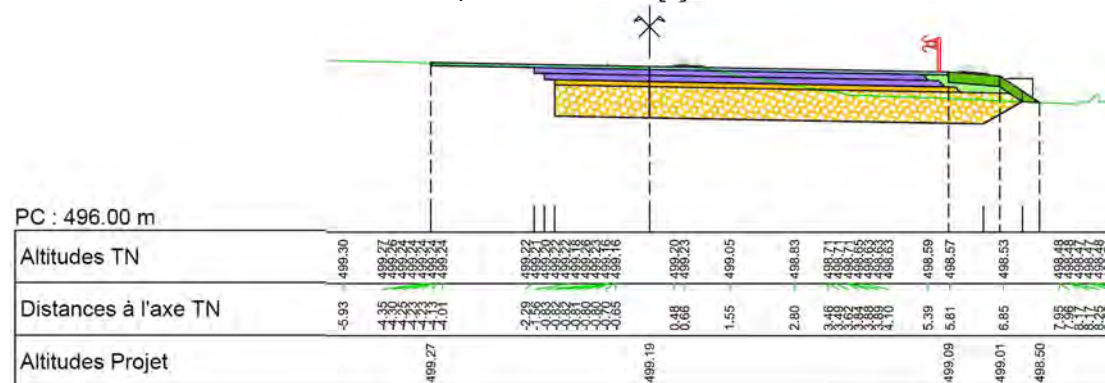
A titre informatif, il est envisagé une noue de 4.7 m de largeur en tête et 2 m en fond, talutée à 2H/IV, sur une profondeur de l'ordre de 2 m (plus une tranchée de rétention de 1 m de profondeur au fond).



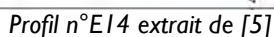
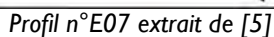
Plan général extrait de [2]



Profil n°E05 extrait de [5]



Profil n°E06 extrait de [5]



A.5. Programme d'investigations

A.5.1. Investigations *in-situ*

Les investigations suivantes ont été réalisées par Hydrogéotechnique* :

Sondage	Type	Altitude (m NGF)	Profondeur (m)	Essais	Equipement
SP1	Sondage pressiométrique	504.0	15	14	-
SP2	Sondage pressiométrique	498.4	8	7	-
SP4	Sondage pressiométrique	498.9	14.98	14	-
SP5	Sondage pressiométrique	496.9	14.96	14	-

Sondage	Type	Altitude (m NGF)	Profondeur (m)	Essais	Equipement
PD1	Pénétromètre dynamique	497.1	2.2	-	-
PD2	Pénétromètre dynamique	494.2	0.8	-	-
PM1	Pelle mécanique	496.8	2.1	-	-
PM2	Pelle mécanique	493.9	0.9	-	-
SC1	Sondage carotté	503.9	15	-	-
SC10	Sondage carotté	498.3	3.06	-	-
SC11	Sondage carotté	497.7	3.02	-	-

* Les sondages réalisés par Hydrogéotechnique seront signalés par un suffixe _H dans la suite du rapport.

Fondasol a réalisé les investigations suivantes :

Sondage	Type	Altitude (m NGF)	Profondeur (m)	Essais	Equipement
SC1 + PZ	Sondage carotté	496.3	4	-	Piézomètre ouvert diam. 51/60 à 4m de prof.
SC2	Sondage carotté	498.1	1.5	-	-
SC3 + PZ	Sondage carotté	506.6	8	-	Piézomètre ouvert diam. 51/60 à 7m de prof.
SP1 + PZ	Sondage pressiométrique	504.7	14	13	Piézomètre ouvert diam. 45/50 à 14m de prof.

Le nivellement des sondages a été réalisé par GPS dans le référentiel de nivellement NGF-IGN69 (repris par le terme NGF dans la suite du rapport).

A.5.2. Essais en laboratoire

Des essais au laboratoire ont été réalisés par Hydrogéotechnique sur 4 échantillons prélevés, dans le but d'en déterminer la classification selon le GTR.

Le résultat des essais est présenté dans le rapport [3] (les PV d'essais complets ne sont pas joints).

B. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

B.I.Description générale

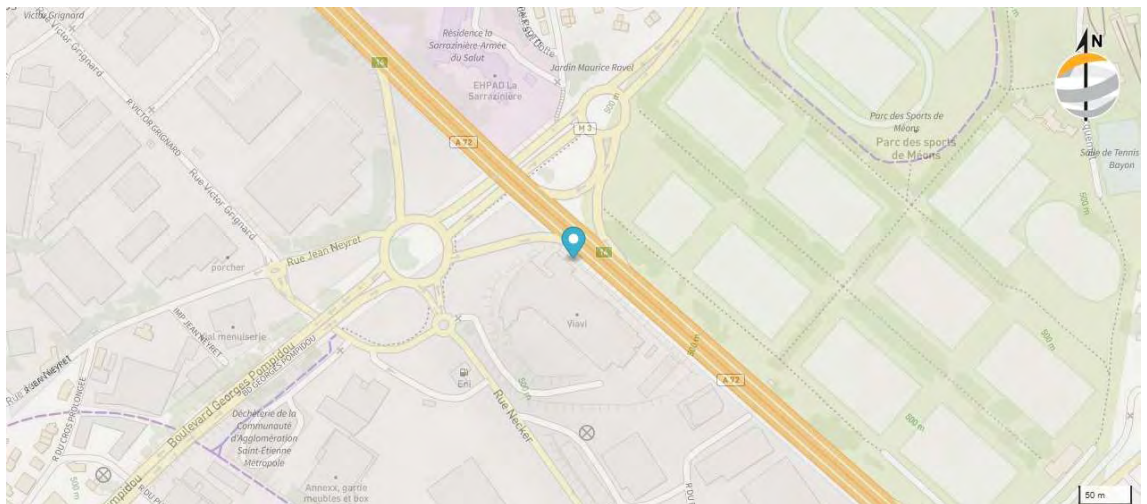
B.I.I. Situation et topographie

Situation du terrain :

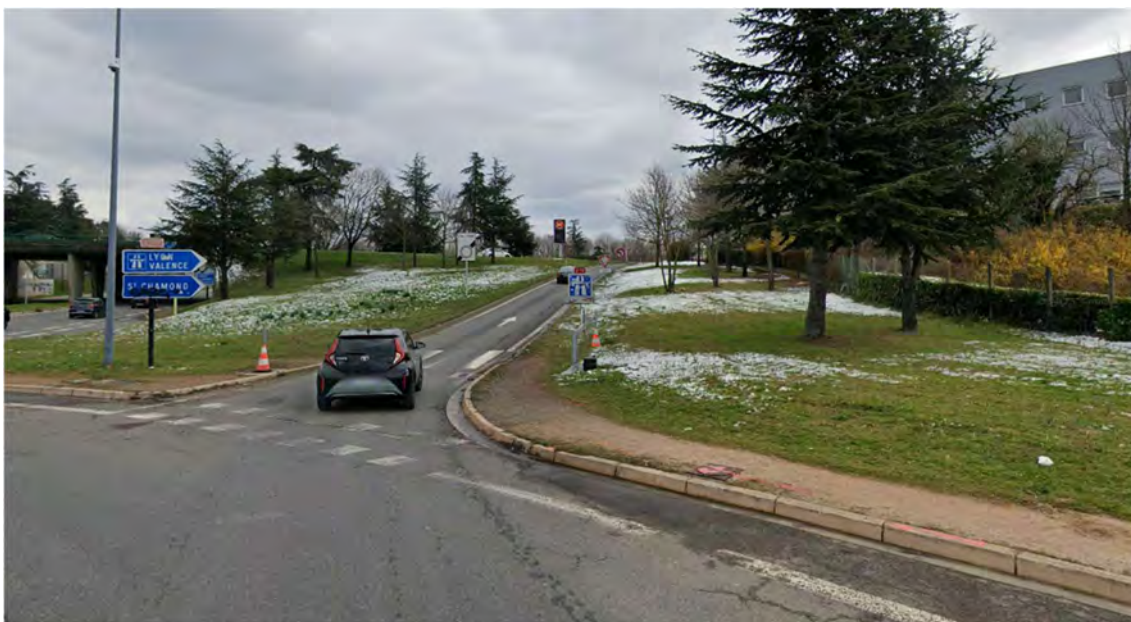
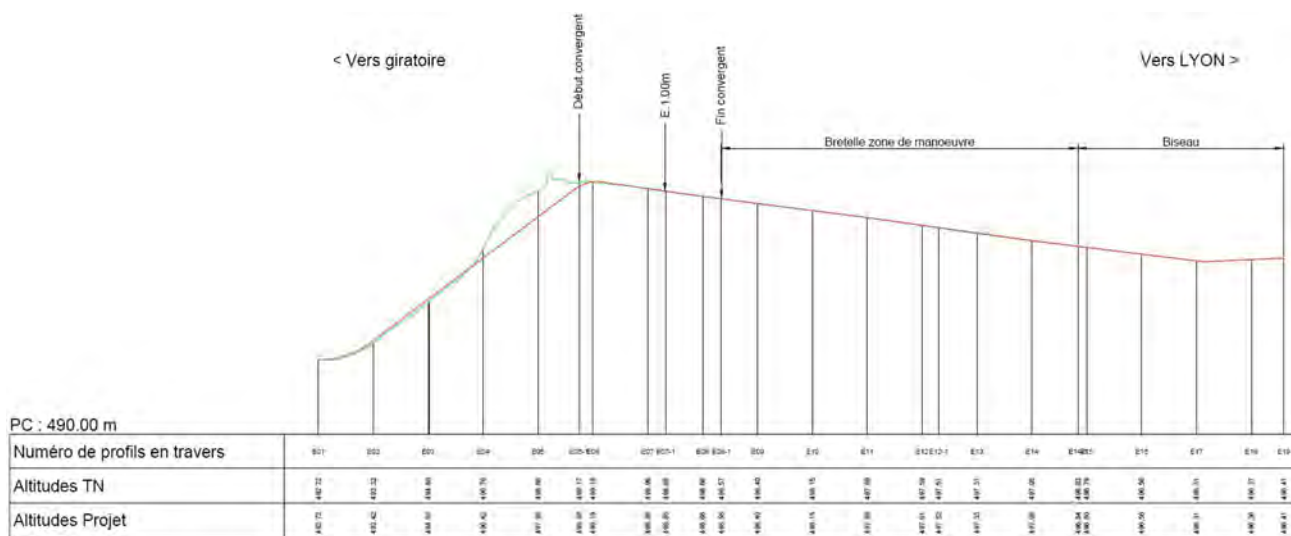
- Adresse du site : PR 3+470 del'A72 – vers le 34 rue Necker, 42000 Saint-Étienne.

Topographie :

- Altitude du site selon la carte IGN du secteur : environ 499 m NGF à 493 m NGF
- Au droit de l'emprise du projet, et au sommet du talus en amont de la bretelle, l'altimétrie de nos points de sondage varie entre les cotes 493.9 m NGF et 506.6 m NGF, soit un dénivelé d'environ de 13 m.
- La topographie le long de la bretelle est marquée par une montée du giratoire vers l'autoroute (environ 5° de pente, ou 9 %), puis une descente en pente très douce le long de l'autoroute (< 1°, ou 1.5%). Le bord de l'autoroute est occupé, au Sud-Ouest, par un haut talus raide.



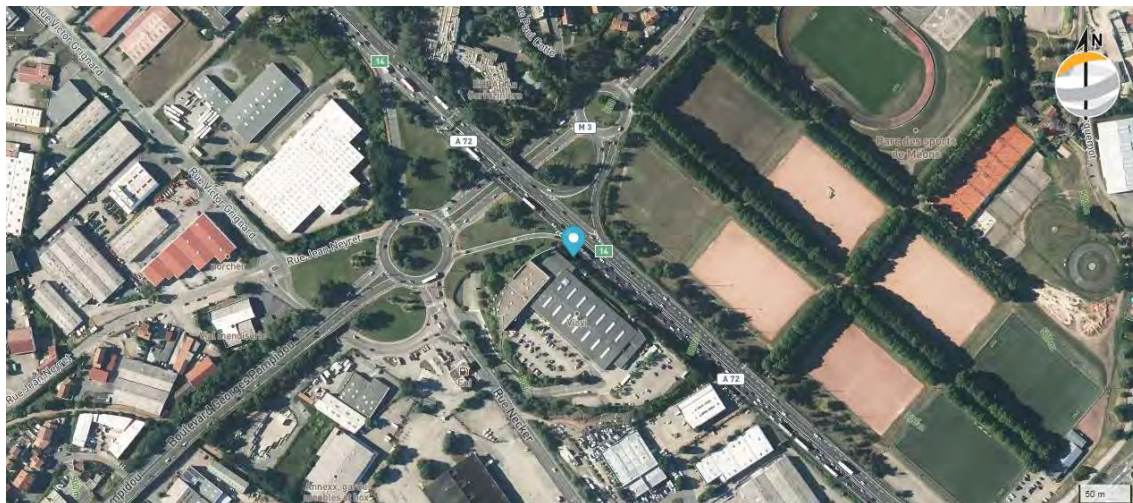
Extrait carte IGN



B.1.2. Le site et son environnement

Lors de notre intervention, le terrain était occupé par la bretelle d'accès et la voie d'insertion existantes, et le reste du site était enherbé, avec quelques arbres et arbustes.

Les parcelles environnantes sont occupées par le boulevard Georges Pompidou au Nord, l'autoroute au Nord-Est et par un bâtiment d'activité au Sud et Sud-Ouest (au sommet du talus).

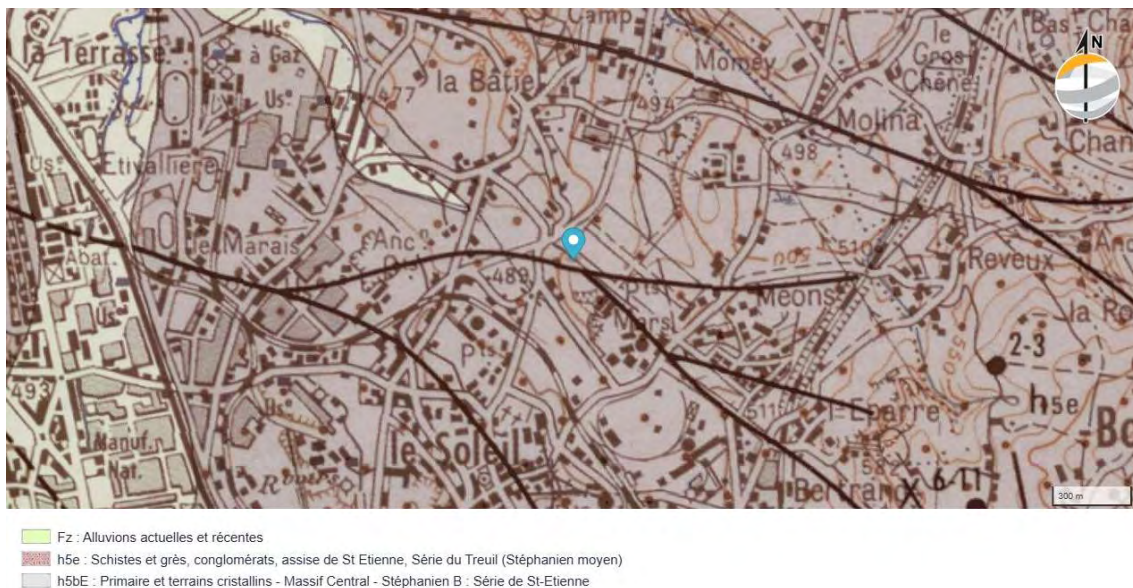


Photographie aérienne du site (Géoportail ©)

B.2. Résultats de l'enquête documentaire

B.2.1. Contexte géologique général

D'après la carte géologique de ST-ETIENNE et sa notice associée, les terrains du site seraient constitués, sous les remblais d'aménagement, par les schistes, grès et conglomérats de l'assise de St Etienne, Série du Treuil (Stéphanien moyen), notés h5e.



Extrait de la carte géologique de ST-ETIENNE (source : BRGM ©)

B.2.2. Risques naturels connus

Risque	Aléa / Sensibilité	Document réglementaire et date de prescription
Retrait-gonflement	Faible	Arrêté du 22 juillet 2020 JORF n°0195 du 9 août 2020
Inondations	Terrain situé hors zones de risque (cf. PPRNPI en vigueur)	PPRNPI du FURAN (prescrit le 02/09/2001) PPRNPI de l'Ondaine (prescrit le 20/10/2009) PPRNPI du Gier (prescrit le 09/09/2009)
Remontées de nappe	Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave	-
Cavités	Pas de cavité recensée à moins de 1000 m du projet	-
Mouvements de terrain	Pas de mouvement de terrain recensé à moins de 1000 m du projet	-
Risque minier	Terrain situé en zone Be-t côté giratoire, puis en zone Be sur la majorité de la voie d'insertion, mais l'extrémité Sud-Est est en zone BFe puis R3 (cf. PPRM en vigueur)	PPRM Multirisques de Saint-Etienne (prescrit le 03/05/2016)
Risque sismique	2 - FAIBLE	Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010. Code de l'Environnement, article D.563-8- I
Risque Radon	3	Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002

Cette liste n'est pas exhaustive. Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet tient compte des prescriptions liées à l'ensemble des risques, y compris non géotechniques.

Pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter aux extraits des cartes en Annexes.

Nous rappelons ci-dessous la définition des différentes zones du PPRM :

- **Zone Bleue** : surface des parcelles cadastrales urbanisées ou non urbanisées potentiellement urbanisables concernées par un aléa de type « effondrement localisé » et/ou « tassement » et/ou « glissement » et/ou « échauffement » de niveau faible ;
- **Zone Bleu Foncé** : surface des parcelles cadastrales situées en zones d'intérêts stratégiques impactées par un aléa de type « effondrement localisé » de niveau moyen, et/ou un aléa de type « effondrement localisé sur puits » de niveau moyen ou faible, et/ou par un « puits sans aléa (PUSA) », avec ou sans l'aléa « échauffement », « tassement » et « glissement ».
- **Zone Rouge R3** : surface des parcelles cadastrales urbanisées impactées par un aléa de type « effondrement localisé » de niveau moyen, et/ou un aléa de type « effondrement localisé sur puits » de niveau moyen ou faible, et/ou par un « puits sans aléa (PUSA) », avec ou sans l'aléa « échauffement », « tassement » et « glissement » ;



Extrait de la carte de zonage du PPRM

Les prescriptions pour la construction de nouveaux ouvrages dans ces zones sont, notamment (mais non exclusivement), les suivantes :

- Zone R3 :
 - Assurer la stabilité de l'ouvrage en cas de survenance d'un fontis de 10 m de diamètre.
- Zone BF :
 - Assurer la stabilité de l'ouvrage en cas de survenance d'un fontis de 10 m de diamètre.
- Zones Be et Be-t :
 - Assurer la stabilité de l'ouvrage en cas de survenance d'un fontis de 5 m de diamètre.
 - Assurer la stabilité de l'ouvrage en cas de tassement différentiel de 10 cm.

Nous avons consulté les arrêtés de catastrophe naturelle publiés sur la commune. Il est à noter :

- 13 arrêtés Inondation/Coulées de boue entre 1982 et 2022
- 1 arrêté Glissement de Terrain en 1983

Pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter au tableau récapitulatif en Annexes.

B.2.3. Éléments relatifs à l'historique du site

L'analyse des vues aériennes disponibles sur remonterletemps.ign.fr montre des terrassements divers sur la zone depuis 1938 (première image disponible) et jusqu'à l'aménagement de l'échangeur et de l'autoroute vers 1970. Le bâtiment en amont du talus longeant la voie d'insertion apparaît entre 1979 et 1982. L'échangeur est modifié entre 1996 et 1999.



1938



1942



1950



1953



1960



1967



1970



1973



1979



1982



1991



1993



1996



1999

Vues aériennes (source : remonterletemps.ign.fr)

C. SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS

C.I. Lithologie

Les sondages ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante (sous la terre végétale ou l'enrobé) :

- **Formation 1 : Graves sableuses à sables gravelo-limoneux (remblais probable),**
- **Formation 2 : Grave sablo-limoneuse à limon sablo-graveleux** rencontrée sur les sondages en pied du talus,
Il pourrait s'agir, en partie inférieure, de substratum désagrégé (équivalent à la formation 4-a).
- **Formation 3 : Limon sablo-graveleux** rencontré en tête de talus,
- **Formation 4-a : Substratum rocheux désagrégé,**
- **Formation 4-b : Substratum rocheux fracturé.**

On peut distinguer trois zones :

- Dans la zone entre le giratoire et l'autoroute, le substratum est atteint à faible profondeur.
- Dans le talus surplombant la voie d'insertion, le substratum est surmonté par des remblais sablo-graveleux et des terrains de recouvrement limono-sableux, d'épaisseur variable.
- En pied de talus le substratum est surmonté par des remblais et/ou terrains de recouvrement sablo-graveleux, d'épaisseur variable.

Nota : La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. En outre, elle ne permet pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers (blocs, ...).

- Section du giratoire à l'autoroute (d'Est en Ouest) :

N°	Nature de la formation	PM2_H	PD2_H	SC1 + PZ	PM1_H	PD1_H	SC2	SP2_H
		<i>prof (cote)</i>						
1	Terrains gravelo-limoneux (Remblai probable)	0.0 (493.9)	0.0 (494.2)	0.0 (496.3)	0.0 (496.8)	0.0 (497.1)	0.0 (498.1)	0.0 (498.4)
4-a	Roche très fracturée / altérée	-	-	-	0.8 (496.0)	0.8 (496.3)	-	0.8 (497.6)
4-b	Roche fracturée	0.8 (493.1)	0.3 (493.9)	1.2 (495.1)	2.0 (494.8)	2.0 (495.1)	-	-
-	Base du sondage	0.9 (493.0)	0.8 (493.4)	4.0 (492.3)	2.1 (494.7)	2.2 (494.9)	1.5 (496.6)	8.0 (490.4)

- Section d'insertion sur l'autoroute – haut du talus (du Nord-Ouest au Sud-Est) :

N°	Nature de la formation	SC1_H	SP1_H	SP1 + PZ	SC3 + PZ
		<i>prof (cote)</i>			
1	Terrains de recouvrement gravo-limoneux (Rb probable)	0.0 (503.9)	0.0 (504.0)	-	-
3	Limon sablo-graveleux	2.6 (501.3)	1.5 (502.5)	0.0 (504.7)	0.0 (506.6)
4-a	Roche très fracturée / altérée	4.5 (499.4)	4.5 (499.5)	-	3.1 (503.5)
4-b	Roche fracturée	11.7 (492.2)	11.7 (492.3)	1.6 (503.1)	4.0 (502.6)
-	Base du sondage	15.0 (488.9)	15.0 (489.0)	14.0 (490.7)	8.0 (498.6)

- Section d'insertion sur l'autoroute – en bas du talus (du Nord-Ouest au Sud-Est) :

N°	Nature de la formation	SP4_H	SC10_H	SC11_H	SP5_H
		<i>prof (cote)</i>			
1	Terrains gravo-limoneux (Remblai probable)	0.0 (498.9)	0.0 (498.3)	0.0 (497.7)	0.0 (496.9)
2	Sable-gravo-limoneux à grave sableuse	1.5 (497.4)	2.3 (496.0)	1.5 (496.2)	-
4-a	Roche fracturée	7.8 (491.0)	-	-	1.5 (495.4)
-	Base du sondage	15.0 (483.9)	3.1 (495.3)	3.0 (494.7)	15.0 (482.0)

Il est rappelé que l'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes.

Toutefois, il paraît important de relever que le terrain peut contenir des polluants ou autres éléments agressifs vis-à-vis des matériaux constituant les infrastructures.

Le diagnostic pollution des sols devra être réalisé par un bureau d'études spécialisé. FONDASOL se tient à disposition pour réalisation cette prestation.

C.2. Données géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in situ à partir des essais pressiométriques et pénétrométriques. Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

		Essais pressiométriques								Pénétrromètre dynamique	
N°	Formation	Pression limite nette p _{LM} * (MPa)				Module pressiométrique E _M (MPa)				Nb val	Résistance de pointe q _d (MPa)
		Min	Max	Moyenne (*)	Ecart-type	Min	Max	Moyenne (*)	Ecart-type		
1	Remblai gravelo-sablo-limoneux	0.54	2.89	2.06	1.08	3.7	59.6	39.0	25.1	3	2 < q _d < 5 ^(**)
2	Grave sablo-limoneuse à limon sablo-graveleux	2.56	3.44	2.95	0.34	37.0	234.7	97.3	71.2	6	-
3	Limon sablo-graveleux	1.67	3.80	2.90	0.91	15.6	173.3	77.2	58.6	4	-
4-a	Substratum rocheux désagrégé	1.28	3.80	2.52	0.83	15.3	114.6	37.2	25.4	14	q _d > 30
4-b	Substratum rocheux fracturé	2.37	4.89	4.59	0.59	35.1	> 500	272.8	145.7	34	-

(*) Moyenne arithmétique

(**) Essais uniquement dans la section du giratoire à l'autoroute

C.3. Essais et analyses en laboratoire

C.3.1. Essais géotechniques

Nous renvoyons au rapport d'étude G2AVP d'Hydrogéotechnique [3] pour le détail des 2 classifications GTR réalisées. En synthèse, les résultats sont les suivants :

Sondage	Profondeur (m)	Formation	Classe GTR
PM2	0.5	Remblai	G3
PM1	1.0	Substratum altéré	VC2 II

Nous attirons cependant l'attention sur la variabilité interne des terrains échantillonnés. Les classes GTR des échantillons testés ne sont pas représentatives de l'entièreté de la formation.

C.4. Données hydrogéologiques

C.4.1. Niveaux d'eau

Les forages ont été réalisés à l'eau, ce qui fausse les éventuelles observations de venues d'eau.

Les niveaux d'eau mentionnés dans les coupes de forage, en annexe, correspondent à des observations réalisées lors de notre intervention sur site, influencées par le fluide utilisé pour le forage, la durée d'observation dans le cas de terrains peu perméables, les conditions pluviométriques ayant précédé ces relevés....

L'intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques plus précises, dans la mesure où les informations mentionnées dans le rapport d'étude correspondent nécessairement à celles relevées à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques. Ces éléments ne peuvent être obtenus qu'à partir d'une étude hydrogéologique spécifique.

Le suivi des piézomètres posés sur site permettra de préciser ces informations. Un suivi mensuel sur 6 mois est en cours (fin des relevés prévue en juin 2026).

C.4.2. Données sur la perméabilité des sols

Nous avons effectué 2 essais de perméabilité par infiltration de type PORCHET à charge variable à 1.5 m de profondeur/TN.

L'essai Porchet est un essai de perméabilité ponctuel, qui a été réalisé dans les sondages carottés à main à faible profondeur. Cet essai est essentiellement utilisé pour déterminer la capacité d'un sol à infiltrer des eaux.

Sondage	Profondeur de l'essai (m)	Perméabilité k (m/s)	Nature du sol testé
SC1	Entre 0 et 1.5 m	7.0×10^{-7}	Roche très fracturée
SC2	Entre 0 et 1.5 m	1.2×10^{-6}	Sable limono-graveleux

La perméabilité mesurée est discordante avec la nature blocailleuse (roche fracturée) et sablo-limono-graveleuse des terrains testés. Cela traduit la présence d'une fraction limoneuse, entraînant un probable phénomène de colmatage.

Nous attirons l'attention sur le fait que les essais caractérisent les terrains très localement (c'est-à-dire au droit des sondages et à la profondeur de l'essai) du fait des dimensions limitées des cavités d'essais. Les valeurs de perméabilité peuvent varier dans de larges limites à l'échelle du projet, notamment selon les variations de la granularité des terrains.

De plus, ces valeurs ponctuelles peuvent s'écarter de la valeur de la perméabilité à grande échelle.

Nous conseillons donc à l'équipe de conception de tenir compte des risques d'hétérogénéité et de retenir des valeurs prudentes par type de sol, dans un souci de sécurité vis-à-vis du dimensionnement des ouvrages.

C.5. Données liées au risque sismique

Compte-tenu de la catégorie d'importance des ouvrages III et de la zone de sismicité 2, l'effet d'un séisme sera à considérer pour le dimensionnement structurel des ouvrages. L'analyse du risque de liquéfaction n'est toutefois pas à considérer.

C.5.1. Classe de sol sismique

Avec les éléments actuels et à ce stade, la classe de sol retenue est la **Classe A**

C.5.2. Paramètres de calcul liés au séisme

Zone de sismicité : **2**

D'où l'accélération maximale au rocher : $a_{gr} = 0.7$

Catégorie d'importance du bâtiment : **III**

D'où le coefficient d'importance : $\gamma_I = 1.2$

Classe de sol : **A**

D'où le paramètre de sol : $S = I$

D'où $a_{max} = a_{gr} \times \gamma_I \times S = 0.840 \text{ m/s}^2$

Remarques importantes :

Les éléments donnés ci-dessus suivent les hypothèses de l'EUROCODE 8, pour une zone de sismicité donnée. S'il existe des préconisations spécifiques sur le site concernant les accélérations à retenir, il appartient à l'équipe de conception d'en tenir compte.

L'hypothèse de catégorie d'importance, qui influence les paramètres de calculs structurels, doit être confirmée par le Maître d'ouvrage.

D. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

D.1. Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques

Des contraintes spécifiques et aléas géotechniques liés au projet et au site ont été mis en évidence :

- Un site largement remanié par plusieurs phases de terrassement, résultant en des épaisseurs variables de remblais et de terrains de recouvrement.
- Un substratum de nature variable (grès, schiste, charbon...), et présentant des fronts d'altérations très irréguliers.
- Un passif minier avec des risques d'apparitions de tassements différentiels importants, voire de fontis.
- Les possibles circulations d'eau erratiques et intermittentes dans les terrains.
- La proximité de voies majeures (boulevard Georges Pompidou, autoroute A72).
- La présence d'un talus surmonté d'un bâtiment d'activité le long de la voie d'insertion.
- La présence de plantes exotiques envahissantes au droit du site.

Nota : Le projet n'aggrave pas le risque minier, sous réserve d'une bonne gestion des eaux pluviales. Toutefois la voirie et le talus (avec ou sans soutènement) ne sont pas « résistants » à l'apparition de fontis.

D.2. Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet

D.2.1. Déboisement

Les travaux de déboisement dans la section du giratoire à l'autoroute impacteront le projet ; notamment en ce qui concerne la traficabilité, l'assise des plateformes, les problématiques de rétention d'eau...

Il faudra relever l'implantation des arbres dont le dessouchage remaniera les sols superficiels sur des profondeurs possiblement supérieures au mètre, ce qui nécessitera une attention particulière lors de la création de la plateforme sous voirie.

A noter également que le défrichage des talus rocheux (le long de la voie d'insertion) peut entraîner la déstabilisation de cailloux voire de blocs. Une attention particulière devra être portée à la sécurité des équipes pendant ces travaux.

Nous attirons l'attention des entreprises sur la présence de plantes exotiques envahissantes au droit du site (cf. par exemple document [1], §1.4.6, 1.4.7 et 3.2.1). Ces dernières nécessiteront un traitement spécifique en amont des terrassements.

D.2.2. Déblais, remblais, soutènements

Le niveau fini du projet et la pente du terrain conduisent à prévoir la mise en œuvre :

- De remblai inférieurs à 0.7 m/TA,
- De déblais inférieurs à 2.5 m,
- Le recul et raidissement du pied de talus le long de la voie d'insertion, avec mise en place d'un soutènement.

On se reportera aux chapitres F et E ci-après pour l'étude de ces ouvrages.

A noter qu'au stade de l'étude AVP, il avait été envisagé une solution de soutènement de type paroi berlinoise autostable.

La configuration du site oblige à réaliser la berlinoise depuis l'aval du talus, sur les voies de l'autoroute. Le forage et la mise en place des profilés de la berlinoise nécessiteraient donc la réalisation d'une rampe/plateforme de travail provisoire en remblai le long du talus.

De plus, l'ébauche dimensionnelle de la paroi berlinoise en phase AVP ne correspond pas, d'après les données d'entrées G2PRO, à une situation enveloppe (talus existant plus raide, écran légèrement plus haut, présence de surcharges en amont, variabilité des sols le long du linéaire...). Il est donc probable que le dimensionnement de l'écran ébauché soit sous-estimé.

Pour ces deux raisons, et bien que la solution de paroi berlinoise autostable reste une solution techniquement valable, nous étudierons dans le présent rapport une solution de paroi clouée. Celle-ci a l'avantage d'une plus grande flexibilité d'adaptation de l'ouvrage lors de sa mise en œuvre, et ne nécessite pas de rampe/plateforme de travail provisoire. Elle implique cependant un contrôle plus important au cours de la vie de l'ouvrage, comme détaillé au paragraphe E.2.8.

D.3. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines

Avertissement : quelles que soient les dispositions de gestion des eaux mises en œuvre, il conviendra de vérifier que ces dispositions respectent la réglementation en vigueur.

Les investigations ont ponctuellement rencontré des venues circulations d'eau dans les terrains superficiels. Le projet ne recoupera cependant pas de nappe.

Des dispositions de drainage de la plateforme et de la paroi clouée sont néanmoins à prévoir, pour la gestion des eaux météoriques notamment (réalisation d'un matelas granulaire, de formes de pentes, de fossés, ...).

D.4. Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La ZIG est le volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement. La forme et l'extension de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

La ZIG s'étend sur une distance horizontale de l'ordre de 3 H (H étant la hauteur des talus, en déblais ou en remblais) au tour des aménagement projetés.

Elle est donc de l'ordre de 3 m autour de la voie, dans les sections en profil rasant, 6 m dans le virage (profil E05), et jusqu'à 27 m en amont du talus le long de la voie d'insertion.

Les ouvrages avoisinants inclus dans la ZIG sont alors, notamment :

- L'autoroute A72,
- Le giratoire boulevard Georges Pompidou,

- Les bâtiments et voiries situés en amont du talus le long de la voie d'insertion
- Les réseaux aériens et enterrés de la zone.

Compte tenu des ouvrages concernés, il conviendra de réaliser, avant le démarrage des études EXE les reconnaissances et description précises des structures et fondations des ouvrages situés dans l'emprise de la ZIG, ainsi que leur diagnostic structurel (descentes de charges, déplacements limites admissibles, sensibilité aux vibrations, ...).

Afin de prémunir les intérêts du maître d'ouvrage, il est vivement recommandé de procéder à un référentiel préventif sur l'ensemble des constructions comprises dans la ZIG, et ce avant toute intervention de l'entreprise sur le site.

Les hypothèses géotechniques de calcul, et ébauches dimensionnelles le cas échéant, des ouvrages définis ci-avant sont fournies dans les chapitres suivants.

E. ETUDE DES TERRASSEMENTS ET SOUTÈNEMENTS

E.1. Talus provisoires et définitifs

Nota : Ce paragraphe ne concerne pas le reprofilage du talus existant le long de la voie d'insertion. Ce reprofilage est traité au paragraphe E.2.

Pour des talus en déblai de hauteur inférieure à 2.5 m et en l'absence de surcharges en crête sur une largeur d'au moins 1 m, les pentes seront réglées suivant des pentes maximales de 3H /2V. Les pentes provisoires pourront être raidies à 1H/IV dans la frange peu altérée du substratum.

Si des arrivées d'eau étaient observées dans les talus en déblais, il faudrait les capter et les collecter. A cet effet, il pourra être envisagé :

- Des tranchées drainantes ;
- Des éperons et/ou masques drainants.

Compte tenu de la sensibilité à l'eau des terrains, on prévoira de plus la mise en place d'une rigole ou d'un bourrelet en haut des talus pour canaliser les eaux de ruissellement hors de l'emprise des fouilles.

L'eau sera conduite vers un exutoire autorisé sans risque pour le chantier et les avoisinants, conformément aux règlements relatifs à la protection de l'environnement.

Des dispositions devront être prises pour empêcher la dégradation des faces des talus sous l'action du ruissellement des eaux et/ou de dépôts éoliens. A cet effet, on pourra prévoir par exemple une végétalisation rapide, efficace et pérenne et/ou la mise en place de masques granulaires.

E.2. Reprofilage du talus existant avec paroi clouée

E.2.1. Coupes étudiées

On étudie trois profils du linéaire :

- Le profil 7, avec la hauteur d'écran la plus haute du linéaire le plus proche du bâtiment amont, et dans une zone où le toit du substratum sain est particulièrement profond, en amont comme en aval ;
- Le profil 14, avec la hauteur d'écran la plus haute du linéaire, et dans une zone où le toit du substratum sain est particulièrement profond côté aval ;
- Le profil 15, avec le talus amont le plus haut et le plus raide, en aval du parking, et dans une zone où le toit du substratum est peu profond.

On suppose pour la paroi clouée un fruit de 1H/4V.

E.2.2. Données d'entrée

E.2.2.1. Données altimétriques

	Coupe 7	Coupe 13	Coupe 15
Niveau du fond de fouille ⁽¹⁾	497.8 m NGF	496.1 m NGF	495.6 m NGF
Niveau de la voie d'insertion finie	498.8 m NGF	497.1 m NGF	496.6 m NGF
Niveau en tête de talus amont	503.6 m NGF	504.1 m NGF	505.9 m NGF
Pente du talus amont	37°	45°	60°

⁽¹⁾ : En première approche, il a été retenu un fond de forme provisoire à -1.0 m du niveau fini de la route. Dans les calculs de prédimensionnement, il n'a ensuite pas été pas considéré d'incertitude sur le niveau des excavations devant l'écran. Ceci implique notamment un contrôle fiable du niveau du terrain devant l'écran pendant les travaux. Ce contrôle peut constituer un point d'arrêt dans les travaux.

E.2.2.2. Charges et surcharges appliquées à l'arrière de l'écran

A ce stade, et suite aux échanges avec le Maître d'Œuvre, les hypothèses de charges retenues pour permettre le prédimensionnement de l'écran sont les suivantes :

	Coupe 7	Coupe 13	Coupe 15
Bâtiment amont	20 kPa à partir de 3.5 m de la crête de talus	20 kPa à partir de 10 m de la crête de talus	-
Circulation en amont	5 kPa à partir de 0.5 m de la crête de talus	5 kPa à partir de 0.5 m de la crête de talus	10 kPa à partir de 1 m de la crête de talus

E.2.2.3. Déplacement limite

Selon les informations qui nous ont été communiquées par le Maître d'Œuvre, le déplacement limite de l'écran est fixé à 2.6 cm.

E.2.3. Hypothèses de calcul

E.2.3.1. Paramètres géotechniques

Les modèles géotechniques retenus au stade PRO sont les suivants :

COUPE 7 :

SP2_H, SPI_H, SCI_H et SP4_H

Couche	Cote de la base (m NGF)	
	Amont	Aval
Remblai gravelo-sableux	502.45	497.4
Limon sablo-graveleux	499.5	/
Grave sablo-limoneuse	/	491.0
Substratum rocheux désagrégé	492.2	/
Substratum rocheux fracturé	-	-

COUPE 13 :

SPI et SCII_H

Couche	Cote de la base (m NGF)	
	Amont	Aval
Remblai gravelo-sableux	/	496.2
Limon sablo-graveleux	503.1	/
Grave sablo-limoneuse	/	491.0
Substratum rocheux désagrégé	502.6	/
Substratum rocheux fracturé	-	-

COUPE 15 :

SC3 et SP5_H

Couche	Cote de la base (m NGF)	
	Amont	Aval
Remblai gravelo-sableux	/	495.4
Limon sablo-graveleux	503.5	/
Grave sablo-limoneuse	/	/
Substratum rocheux désagrégé	502.6	/
Substratum rocheux fracturé	-	-

POUR TOUTES LES COUPES :

Couche	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	pl^* (MPa)	E_M (MPa)	$\alpha^{(1)}$	c' (°)	φ' (kPa)	$q_{s\ clou}$ (kPa)
Remblai gravelo-sableux	19	9	1.0	10	1/3	0	30	-
Limon sablo- graveleux	19	9	2.5	35	1/2	4	30	128
Grave sablo- limoneuse	19	9	2.5	50	1/3	1	33	-
Substratum rocheux désagrégé	19	9	2.4	30	1/3	1	33	176
Substratum rocheux fracturé	20	10	4.5	200	1/2	10	40	447

⁽¹⁾ : Coefficient rhéologique

E.2.3.2. Niveaux d'eau

On ne considère aucune interaction de la nappe avec l'écran.

Un drainage du parement est toutefois nécessaire pour éviter l'apparition de surpressions liées aux infiltrations d'eau depuis la plateforme amont.

E.2.3.3. Paramètres sismiques

Les paramètres pris en compte sont les suivants :

- Valeur de l'accélération : $a_{gr} = 0.7$ (zone de sismicité 2) ;
- Coefficient d'importance : $\gamma_I = 1.2$ (ouvrage de catégorie d'importance III) ;
- Accélération horizontale de calcul pour le sol de classe A : $a_g = \gamma_I \cdot a_{gr} = 0.84$;
- Paramètre de sol $S = 1.0$ (classe de sol A).

E.2.4. Caractéristiques de la paroi clouée

On considère les caractéristiques de clous suivantes :

Caractéristique	Coupe 7	Coupe 13	Coupe 15
Clous	Barres type Gewi Ø32 mm ($f_y \geq 500$ MPa, $E = 210\ 000$ MPa)	Barres type Gewi Ø32 mm ($f_y \geq 500$ MPa, $E = 210\ 000$ MPa)	Barres type Gewi Ø32 mm ($f_y \geq 500$ MPa, $E = 210\ 000$ MPa)
Cote du 1 ^{er} lit de clou	500.4 m NGF	499.7 m NGF	497.5 m NGF
Nombre de lit de clous	3	3	2

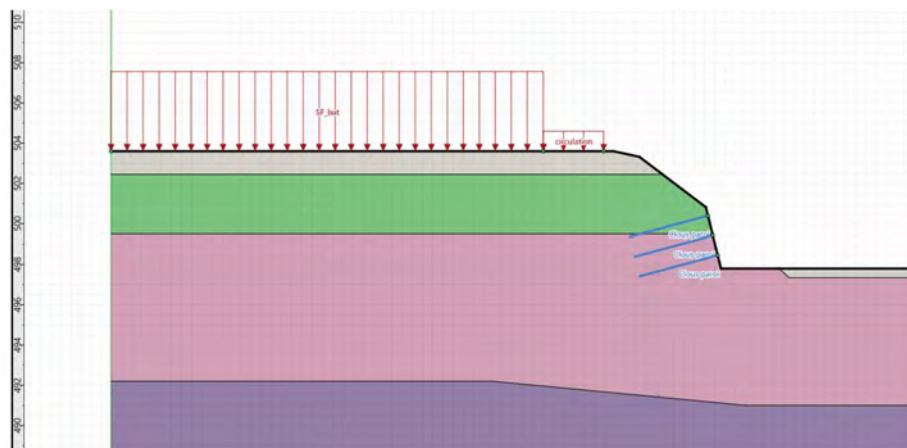
Caractéristique	Coupe 7	Coupe 13	Coupe 15
Espacement vertical maximal (entraxe)	1.0 m	1.5 m	1.0 m
Espacement horizontal maximal (entraxe)	2.0 m	2.0 m	2.0 m
Longueur des clous	4 m	4 m	4 m
Angle des clous sur l'horizontale	15°	15°	15°
Diamètre de forage	90 mm	90 mm	90 mm
Type de scellement	injection gravitaire	injection gravitaire	injection gravitaire

Concernant la prise en compte de la corrosion, l'indice global SA+C est évalué à 12, selon les indications du tableau F.2.1.3.1 de la NF P94-270.

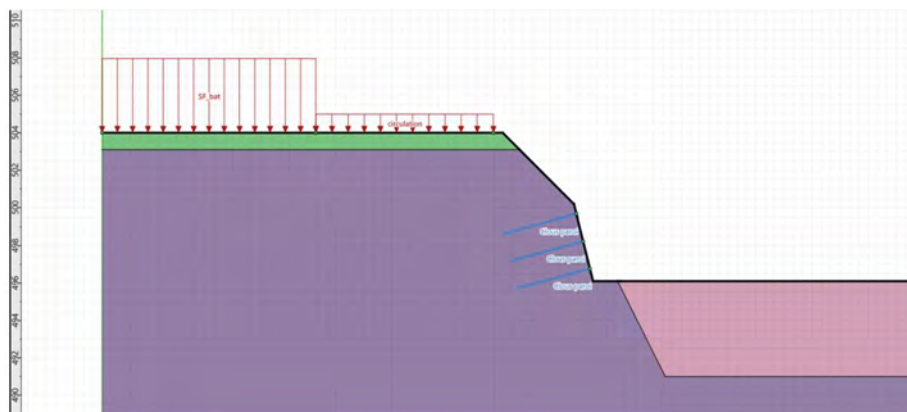
La catégorie de corrosion associée au sol et à l'eau est alors II et correspond à un milieu corrosif.

Dans ces conditions, les clous devront faire l'objet d'une Protection Obligatoire pour la corrosion.

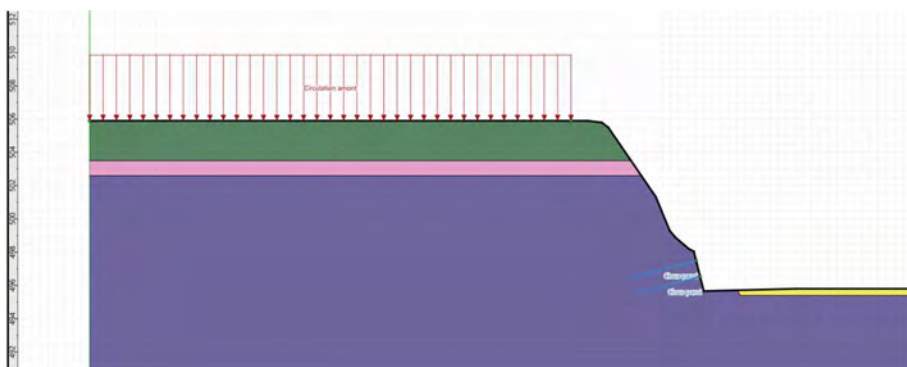
Nota : Des mesures complémentaires de résistivité et du pH permettraient de réévaluer la catégorie de corrosion.



Coupe profil 7 (phase au fond de forme)



Coupe profil 13 (phase au fond de forme)



Coupe profil 15 (phase au fond de forme)

E.2.5. Principes de calcul

La stabilité de talus est vérifiée avec la méthode de calcul de Bishop, pour des surfaces de rupture circulaires.

Les calculs sont réalisés à l'aide du logiciel Talren V6.

La vérification est menée avec l'approche de calcul 3 de l'Eurocode 7, avec un coefficient partiel de modèle égal à 1,05 en situation de projet transitoire, 1,1 en situation de projet durable et 1,0 en situation de projet sismique. On vise un facteur de sécurité sur la stabilité $F_s = 1,0$.

Pour la vérification au séisme, nous avons considéré les coefficients sismiques horizontal (k_h) et vertical (k_v) suivants :

$$k_h = a_{gr} \times \gamma_1 \times S / g / r = 0.043$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h = \pm 0.021$$

avec le facteur $r = 2$.

E.2.6. Phasage de calcul

Le phasage de calcul est le suivant :

P1 : Excavation jusqu'à 20 cm sous le niveau du 1^{er} lit de clou et pose du 1^{er} lit de clous (par plots alternés),

P2 : Excavation jusqu'à 20 cm sous le niveau du 2^{ème} lit de clou et pose du 2^{ème} lit de clous (par plots alternés),

P3 : Excavation jusqu'au fond de forme avec pose du 3^{ème} lit de clous (par plots alternés),

P3 : Remblaiement jusqu'à la cote finale de la route et passage aux caractéristiques de clous après corrosion,

P4 : Calcul en situation sismique.

Le détail des calculs est présenté en annexe.

E.2.7. Résultats des calculs

Dans les conditions et avec les hypothèses présentées dans le présent rapport, la stabilité de la paroi clouée est vérifiée avec $F_s \geq 1,0$ pour toutes les phases de calcul de chaque profil.

De façon simplifiée et sécuritaire, nous considérons que l'effort en tête de clou (TR ;0) est égal à l'effort de traction maximale dans le clou (Tmax ;d), soit :

- 62.5 kN pour la coupe 7
- 118.5 kN pour la coupe 13
- 194.0 kN pour la coupe 15

Pour une paroi clouée de l'ordre de 3 m de hauteur (2 m en phase définitive), les déplacements horizontaux et verticaux attendus (en tête de parement) seraient d'ordre centimétrique.

Le parement de la paroi clouée (dont les platines, les éventuels paniers, le ferrailage...) devra être dimensionné en phase EXE. Il sera a priori composé de béton projeté armé par deux nappes de treillis soudé.

E.2.8. Dispositions constructives et sujétions d'exécution

Une mission G3 d'étude et de suivi géotechniques d'exécution devra être réalisée par l'entreprise.

E.2.8.1. Interfaces entre les différents travaux

Au stade des études d'exécution, les interfaces entre les différents travaux (soutènement, terrassements, VRD, etc.) seront à étudier et mettre au point en tenant compte des aspects suivants (liste non exhaustive) :

- Le dimensionnement de la paroi devra notamment tenir compte :
 - Des éventuelles charges et surcharges à proximité de l'écran : stockage de matériaux et/ou de matériels, circulation d'engins, installations de chantier (grues, centrales d'injection, cantonnements, ...) ;
 - Des éventuelles sur-excavations nécessaires à la réalisation des infrastructures et des ouvrages provisoires et/ou définitifs (dispositifs de drainage, réseaux, etc.).
- Un phasage spécifique des travaux est à mettre au point, avec notamment :
 - La réalisation d'un repérage préalable des infrastructures et/ou ouvrages enterrés préexistants (réseaux en particulier) et la mise en œuvre des dispositions et/ou des adaptations éventuellement nécessaires (dévoisement des réseaux, adaptations de la position de l'écran, ...)
 - La réalisation des terrassements qui devront être réalisées en plusieurs étapes successives, avec réalisation des clous et du parement à l'avancement ;

Les méthodologies de travaux devront tenir compte des contraintes liées à la situation de chantier en domaine autoroutier, le long des voies.

E.2.8.2. Réalisation de la paroi clouée

La paroi clouée sera réalisée conformément aux normes NF P94-270, NF EN 14490 et aux Recommandations Clouterre (1991 et 2002).

L'entreprise devra employer une méthodologie d'exécution adaptée au contexte et mettre en œuvre les moyens nécessaires et suffisants pour réaliser les clous permettant de répondre aux objectifs du projet. Ceux-ci devront notamment permettre :

- D'atteindre les longueurs requises ;
- D'éviter de modifier les caractéristiques des terrains (lubrification, par exemple) et faire chuter la résistance d'interaction terrain-clou ;
- D'assurer la stabilité du forage jusqu'à la mise en place de l'armature et la réalisation du scellement (si nécessaire prévoir un tubage) ;
- De garantir le centrage de l'armature et l'enrobage de coulis (écarteurs, centreurs) ;
- D'éviter tout dommage sur les infrastructures et ouvrages existants.

Il conviendra notamment de prévoir un phasage/calepinage adapté à la présence d'avoisinants, le cas échéant.

On tiendra compte en particulier des points suivants :

- Stabilité provisoire des terrassements avant réalisation des clous et du béton projeté,
- la présence d'éléments grossiers de grandes dimensions (cailloux, blocs) qui peuvent être très durs et très abrasifs ;
- la présence de niveaux de matériaux très grossiers et ouvert,
- la présence de rocher à des profondeurs variables,
- La possibilité de venues d'eau anarchiques.

Compte tenu de ces points, des surconsommations de coulis ou mortier de scellement sont à prévoir.

Avant mise en place du béton projeté pour la réalisation du parement, les éventuels éléments instables devront être purgés.

Un dispositif de liaison assurera la jonction entre chaque tête de clou et le parement. Les têtes de clous seront associées à des plaques de répartition et à un parement en béton projeté armé qui permettront de répartir les efforts induits par les clous.

Les surconsommations de béton liées aux hors-profils devront être prises en compte.

Une réalisation par plots alternés est impérative devant la paroi clouée, pour chaque passe de terrassements. La largeur des plots et la hauteur des passes de terrassement devront être adaptées à la tenue réelle du terrain à court terme.

La mise en œuvre des clous, des dispositifs de drainage, et du parement en béton projeté armé s'effectuera à l'avancement des terrassements, en descendant. Nous rappelons notamment que le terrassement et la mise en place du béton du parement doivent s'effectuer dans la même

journée, et qu'un délai minimal doit être respecté entre les passes successives de terrassement afin que le coulis ou le mortier de scellement des clous et le béton du parement présentent une résistance suffisante.

L'ouvrage étant définitif, les clous et les têtes de clous devront être protégés contre la corrosion.

Compte tenu de la longueur de la paroi d'une part, et des risques de tassements différentiels d'autre part (contexte post-minier), le parement comportera des joints de dilatation à intervalles réguliers.

E.2.8.3. Suivis et contrôles

La surveillance, les essais et les contrôles devront être réalisés selon les prescriptions des normes NF P94-270 et NF EN 14490. Ils comporteront notamment :

- Contrôle des matériaux (dont essais de convenue sur le coulis ou le mortier de scellement, et sur le béton du parement).
- Au moins 6 essais de conformité seront à réaliser impérativement en début de chantier sur des clous sacrificiels, et au moins 5 essais de contrôle sont à prévoir sur les clous de l'ouvrage.
- Examen visuel du drainage et des venues d'eau éventuelles pour adaptation du système de drainage.
- Contrôle de la déformation de l'ouvrage (mesure des déformations via des cibles topographiques, avec minimum 3 profils instrumentés répartis le long de la paroi, et à raison d'un contrôle au minimum par passe de terrassement puis de façon hebdomadaire jusqu'à stabilisation des mesures). La précision des mesures sera de ± 2 mm.

De plus, du fait de la présence d'avoisinants dans la ZIG, le plan d'instrumentation devra notamment comprendre :

- Des géophones tridimensionnels (suivi des vibrations), si nécessaire,
- Des cibles topographiques (suivi des déplacements) si le bâtiment en amont est particulièrement sensible (à définir par le BET structure). Celles-ci seront alors positionnées sur les constructions avoisinantes (à plusieurs niveaux pour pouvoir déceler un basculement). La précision des mesures sera de ± 1 mm. A préciser par un BET Structure.

Les dispositifs et fréquences de contrôles doivent permettre de détecter aussitôt que possible une anomalie dans le comportement des ouvrages réalisés, des ouvrages avoisinants et des terrains. A titre indicatif, la fréquence des mesures pourra être de deux fois par semaine pendant la durée des opérations de terrassement, et jusqu'à stabilisation constatée des mesures, sur quatre séries de mesures successives. Après la fin des terrassements, la cadence pourra être ramenée à 1 fois par mois s'il n'y a pas d'évolution. Pour les phases de travaux sensibles et/ou si l'évolution des paramètres met en évidence un comportement de l'ouvrage non conforme aux prévisions, la fréquence des mesures devra être augmentée.

La collecte et l'analyse des résultats de l'instrumentation des ouvrages du projet devra être réalisée à l'avancement par l'entreprise, dans le cadre du suivi géotechnique d'exécution.

Le dépassement du seuil d'alerte donnera lieu à l'analyse des phénomènes et des causes, à un renforcement du suivi et amènera l'entreprise à anticiper des solutions à mettre en œuvre en

cas de dépassement du seuil d'arrêt, en accord avec le maître d'œuvre, le titulaire de la mission G4 et le bureau de contrôle.

Le dépassement du seuil d'arrêt donnera lieu à la mise en œuvre des adaptations et/ou des dispositions constructives complémentaires prédéfinies.

L'entreprise devra établir un compte-rendu de chantier dont le contenu devra être conforme à la norme NF EN 14490. Celui-ci devra notamment comprendre les fiches d'exécution des clous avec les enregistrements de paramètres de forage et les informations relatives à l'injection (volume et pression de mise en œuvre du coulis, ...) pour chacun des clous, et les résultats des essais de contrôle sur le coulis, le suivi du comportement de l'ouvrage.

Un récolement précis des clous en X, Y et Z devra être réalisé après exécution et un plan de récolement devra être établi.

Des contrôles de la paroi sont à prévoir durant la vie de l'ouvrage :

- Contrôle du bon fonctionnement des dispositifs de drainage (curage des barbacanes et des drains ..., a minima une fois tous les 5 ans, à adapter en fonction du comportement constaté de l'ouvrage)
- Contrôle de la déformation de l'ouvrage (mesure des déformations du parement, une fois par ans les 10 premières années puis une fois tous les 5 ans)
- Contrôle de la durabilité des clous (extraction de deux témoins au bout de 10 ans, puis une fois tous les 20 ans ; il convient par conséquent de prévoir l'intégration de 12 témoins de durabilité dans la paroi clouée, répartis sur le linéaire).

E.2.8.4. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines

On prévoira :

- Des bandes verticales de géotextile drainant reliées à un drain en pied de paroi, réparties sur 50% du linéaire, derrière le parement,
- Des barbacanes selon une maille de maximum 10 m², réparties sur toute la surface du parement. Celles-ci devront être prolongées sur 50 cm à l'arrière du parement.

La position des drains et le phasage d'exécution seront adaptés pour éviter le colmatage des éléments de drainage et de leurs exutoires par le coulis de scellement des clous.

Le talus en amont de la paroi sera protégé vis-à-vis des eaux de ruissellement par une végétalisation.

Les eaux collectées devront être évacuées conformément aux règlements relatifs à la protection de l'environnement, vers un ou des exutoires autorisés, sans risque pour le chantier, les ouvrages construits et les avoisinants.

Nous précisons que tout ouvrage, de prélèvement et/ou de rejet, même temporaire, est soumis au Code de l'environnement (loi sur l'Eau) et que les rejets des eaux en phase chantier doivent être réalisés au niveau d'un exutoire pérenne.

E.2.8.5. Terrassements

La profondeur des excavations devant les parois a une importance primordiale en particulier sur les déplacements des parois. Aussi, nous recommandons de prévoir un contrôle fiable du niveau des excavations à proximité du pied des parois. Dans le cas contraire, il faudra tenir compte, dans les calculs au stade des études d'exécution, d'une incertitude sur la profondeur du fond de fouille.

Si des terrassements même ponctuels doivent descendre au-delà du niveau pris en compte dans les calculs, des vérifications spécifiques seront nécessaires, et pourront impliquer des modifications du dimensionnement des ouvrages de soutènement.

E.2.8.6. Dispositions vis-à-vis des avoisinants

Afin de prémunir les intérêts du maître d'ouvrage, il est vivement recommandé de procéder à un référé préventif sur l'ensemble des constructions comprises dans la ZIG, et ce avant toute intervention de l'entreprise sur le site.

D'une manière générale, des dispositions et précautions devront être prises pour éviter tout désordre dans les infrastructures et/ou ouvrages existants. Celles-ci devront notamment permettre de maîtriser les vibrations, de limiter des déformations des terrains supportant les existants à des valeurs très faibles et acceptables par ceux-ci et d'éviter toutes actions ou sollicitations préjudiciables pour les existants.

E.3. Conditions générales de terrassement

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, ...) afin d'assurer l'assainissement et la portance des plateformes et d'éviter de générer des désordres dans les avoisinants pouvant être influencés par les travaux.

Des difficultés de circulation des engins de chantier sont à prévoir en période de pluie notamment. La réalisation d'une couche de forme granulaire pourra être nécessaire à la traficabilité.

Les terrassements seront exécutés en dehors des périodes de pluie.

Les terrassements pourront être en partie réalisés à la pelle mécanique.

La présence de rocher à faible profondeur impose cependant de prévoir des moyens de déroctage importants pour la réalisation des terrassements (BRH, dent de déroctage, ...). Nous attirons l'attention sur les basses fréquences de vibrations générées par les BRH, hautement préjudiciables aux constructions situées à proximité. L'entreprise intégrera dans sa méthodologie des dispositions permettant d'éviter de générer des désordres dans les existants.

On veillera à donner aux fonds de formes des formes de pentes afin d'évacuer les eaux de ruissellement et il sera mis en place un système d'assainissement de la plateforme dès la phase travaux.

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de définir le type de filière adapté, à partir d'une étude environnementale spécifique.

Concernant le réemploi des déblais du site en remblais :

- Les matériaux des couches 1 et 2 pourront être employés en remblais selon les prescriptions du GTR.

En cas de pluie, les matériaux ne sont pas forcément réutilisables en remblais avec des garanties de qualité suffisante.

Ces sols sont a priori utilisables en couche de forme sous réserve de la réalisation d'essais Los Angeles et Micro-Deval en conformité en lien avec le GTR.

- Pour les matériaux du substratum altéré, compte tenu de leur forte hétérogénéité et de leur sensibilité aux variations hydrique, leur réutilisation en remblai nécessitera un tri

important, et un concassage des plus gros éléments. Les possibilités de réemploi semblent donc très limitées.

- Nous ne nous prononçons pas ici sur les questions environnementales du réemploi (liées notamment à l'éventuelle pollution des sols).

F. MODES ET MATERIAUX DE REMBLAIMENT

F.1. Conditions de réalisation de la plateforme routière

Pour la réalisation de la couche de forme au droit du nouveau tracé et de l'élargissement (hors structures de voirie), il faudra nécessairement d'employer des remblais d'apport de bonne qualité. Nous préconisons un remblai granulaire insensible à l'eau et résistant à la circulation de chantier (type grave 0/50 mm à 0/100 mm, ou équivalent en concassé rocheux).

Les conditions de mise en œuvre devront être vérifiées suivant le GTR 2023.

Il conviendra notamment :

- de qualifier la Partie Supérieure des Terrassements (PST) via des essais adaptés, pour adapter la couche de forme prévue,
- Compte tenu du contexte de risque minier, de porter une attention particulière aux fonds de forme en déblai pour rechercher d'éventuelles anomalies, notamment dans la partie Sud-Est du projet,
- de compacter modérément les fonds de forme,
- de purger tout élément évolutif ou grossier, et tout sol décomprimé par les intempéries ou les travaux,
- de mettre en place un géotextile anti-contaminant et anti-poinçonnement de classe 4 sur le fond de forme,
- de mettre en œuvre les matériaux à un état hydrique adapté et lors de conditions climatiques favorables (pas de pluie), selon les préconisations du GTR,
- de mettre en œuvre les matériaux par couche unitaire, avec un compactage approprié.

Au démarrage et pendant les travaux, il conviendra de :

- réaliser des essais de contrôles de la PST (essais de plaque).
- prévoir des essais de laboratoire complémentaires afin de préciser les spécificités du chantier, les états hydriques, les conditions de réutilisation.
- prévoir un contrôle soigné des opérations de remblaiement (gamma-densimètre, essais de plaque, essais au pénétro-densimètre...).

Pour les talus en remblai de hauteur inférieure à 0.7 m, en l'absence de surcharges en crête sur une largeur d'au moins 0.5 m, les pentes seront réglées suivant des pentes maximales de 3H /2V.

F.2. Matériaux de remblais

Pour les différents remblais devant être mis en œuvre et en accordance aux exigences du chantier et du projet du MOE, nous proposons l'emploi des matériaux suivants :

Nature et utilisation des matériaux	Provenances	Prescriptions ⁽¹⁾	Observations
Remblais courants (remblai sans fonction mécanique)	Matériaux issus des déblais ou fourniture extérieure	$D_{max} \leq 500$ mm Sols réutilisables en remblai selon le GTR. Nature et provenance soumis à l'agrément du MOE.	Sols F4 exclus
Remblais contigus O.A.	Fourniture en carrière à la charge de l'Entreprise	$D_{max} \leq 50$ mm $VBS \leq 0,1$ $LA+MDE \leq 80$ passant à 80mm $\leq 5\%$ sur la fraction 0/50mm	
Matériaux pour remblaiement de purges du terrain	Matériaux charpentés issus des déblais ou de fournitures extérieures	$D_{max} \leq 300$ mm $VBS \leq 0,2$ passant à 63 $\mu m \leq 15\%$ Matériaux compatibles avec les pentes de talus projetés	Pour un réemploi de déblais, les matériaux devront être assurés exempts de débris anthropiques
Matériaux pour PST	Matériaux charpentés issus des déblais ou de fournitures extérieures	$D_{max} \leq 300$ mm $VBS \leq 0,2$ Classe VC I, VC2, S, G, II Matériaux non ou peu gélifs selon la norme NF P98-086	Pour un réemploi de déblais, les matériaux devront être assurés exempts de débris anthropiques
Couche de forme de la section courante de l'A72	Fourniture en carrière à la charge de l'Entreprise	GNT 0/63 ou 0/80 mm $LA \leq 40$ et $MDE \leq 35$ passant à 80 $\mu m \leq 15\%$ granulats non gélifs $VBS \leq 0,1$	Granulats issus du concassage rocheux ou réemploi des matériaux déblayés possible sous réserves de l'obtention des critères indiqués ci-contre
Couche de réglage de la section courante		GNT3 0/20 mm ou GNT2 0/31,5 $D_{nc}, LA \leq 25$ et $MDE \leq 25$ Gravillons III Sables : b Angularités : Ang3 Non gélif	
Remblai pour dépôts	Matériaux impropres à la mise en remblai du projet et qui sont issus des déblais, des reprises sur stock et du décapage.		Évacuation en décharge
Tranchées drainantes, masques ou éperons drainants	Fourniture extérieure	GNT 20/100 , $D_{max} \leq 100$ mm, $LA+MDE < 80$ insensibles à l'eau : $Vbs < 0,1$ $0 - 20mm < 15\%$ $0 - 80\mu < 5\%$ Les autres spécifications des matériaux classés G3I suivant la norme P 11 300	Tranchée équipée d'un drain enveloppé d'un géotextile de filtration
Géotextiles	Fourniture à la charge de l'Entreprise		

Nature et utilisation des matériaux	Provenances	Prescriptions ⁽¹⁾	Observations
Terre végétale	Produits de décapage des emprises aux abords de la section courante		

On se référera aux documents de codifications des sols et granulats suivants :

(1) Classification de la norme NFP 11-300 (matériaux de terrassement)

(2) Norme NF EN 13285 (graves non traitées)

(3) Norme NF P18-545 (granulats)

L'utilisation de matériaux en dehors de ceux cités ci-avant devra faire l'objet d'étude et de contrôle spécifique en phase EXE au plus tard.

F.3. Critères de réception remblais et assise de chaussées

F.3.1. Dispositions générales

La mise en œuvre des remblais techniques nécessite la réalisation d'une étude particulière en phase d'exécution dans le cadre de la mission G3 de l'entreprise qui devra préciser en particulier la méthodologie, les matériaux employés, les contrôles.

Hors structures de voiries, il est préconisé une qualité de compactage q3 pour l'ensemble des remblais mis en œuvre, soit :

- $\gamma_{dmoy} \geq 98,5 \% \gamma_{dOPN}$,
- $\gamma_{dfc} \geq 96 \% \gamma_{dOPN}$.

Des essais à la plaque seront réalisés à l'avancement tous les 80 cm de matériaux mis en place et sur la couche de forme (couche de réglage) finale, à raison d'un essai tous les 250 m², afin de s'assurer de ces critères. Des sondages avec essais pressiométriques et des essais au pénétrorodensimètre seront également réalisés à raison d'un sondage tous les 250 m², afin de s'assurer du critère de portance et valider le q3.

Alternativement, le critère q3 pourra être vérifié par mesure au gamma-densimètre.

Pour les remblais techniques, les objectifs à atteindre pour les essais pressiométriques de contrôle en fin de montée de remblais sur toute la hauteur de remblaiement :

- PI = 1.0 MPa
- EM = 15 MPa
- qd > 8 à 10 MPa

F.3.2. Contexte PST/Arase

En tenant compte de la nature des sols existants et du profil (déblai et/ou remblais) du projet, on considérera que l'on situe dans un contexte de PST/AR suivants au droit des différents zones :

Localisation	Contexte terrassement	PST/AR	Plateforme visée
Section courante	Profil rasant ou en déblai	PST2/AR I	PF2qs

** Dans la mesure où les matériaux soit à une teneur hydrique « m », une parfaite maîtrise d'évacuation des eaux est présente, une imperméabilisation au niveau de l'arase et un remblaiement constitué purement de sols insensibles à l'eau, une requalification en AR2 pourra être envisagée.*

Notons qu'en cas de réalisation de travaux en période de fortes intempéries, la qualité de l'arase pourrait chuter à une qualité PST1/ARI voire PST0/AR0, notamment pour les parties en profil rasant.

Une mesure de portance par essais de poinçonnement (IPI) ou par essais à la plaque (EV2) en début de travaux permettra de s'assurer des conditions de traficabilité de chantier et d'adapter si nécessaire la méthode et l'épaisseur des couches.

Si $IPI < 3$ ou $EV2 < 20 \text{ MPa}$: la traficabilité sur le chantier n'est pas assurée et l'arase est de classe AR0.

Dans ce cas, il convient d'améliorer l'arase par une substitution, et/ou des travaux de drainage (fossés profonds, rabattement, ...) de manière à pouvoir la reclasser a minima en classe AR1.

Si $IPI > 3$ ou $20 < EV2 < 50 \text{ MPa}$: la traficabilité sur le chantier est assurée et la classe d'arase est au minimum AR1.

En appliquant la règle sécuritaire au sens du GTR, les épaisseurs prévisionnelles de la couche de forme sont les suivantes :

Dans le cas PST1-ARI (état hydrique « h ») :

PF2 : 0,75 m de matériaux granulaire insensible à l'eau, naturel ou concassé de roche dure, pouvant être réduit à 0,65 m avec intercalation d'un géotextile de séparation et filtration.

PF2qs : 1,00 m de matériaux granulaire insensible à l'eau, naturel ou concassé de roche dure, pouvant être réduit à 0,90 m avec intercalation d'un géotextile de séparation et filtration.

Dans le cas PST2-ARI (état hydrique « m ») :

PF2 : 0,50 m de matériaux granulaire insensible à l'eau, naturel ou concassé de roche dure.

PF2qs : 0,75 m de matériaux granulaire insensible à l'eau, naturel ou concassé de roche dure.

COMPORTEMENT AU GEL

Couche de forme : Pour des matériaux indiqués en §F.2, il pourra être considéré une classe de sensibilité au gel SGn au niveau de la couche de forme.

PST : Les matériaux constituant la PST étant de classe variée (G3 et V2 I2 échantillonnés) on retiendra par défaut pour tous une classe de sensibilité au gel SGt.

G. SUITES A DONNER

G.1. Incertitudes subsistant / risques résiduels

Nous soulignons la variabilité des épaisseurs de remblais et de l'épaisseur de la frange de substratum altéré au droit du site.

La conception du soutènement devra tenir compte de possibles circulations d'eau erratiques et intermittentes dans les terrains.

Nous rappelons que le passif minier du site implique des risques d'apparitions de tassements différentiels importants, voire de fontis. Ce risque est pré-existant, et non amplifié par le projet sous réserve d'une bonne gestion des eaux.

Le béton/coulis devra être résistant aux éventuelles agressions chimiques du milieu encaissant (à définir par des analyses de sol spécifiques).

G.2. Enchaînement des missions normalisées

Le présent rapport conclut la phase PRO de la mission d'étude géotechnique de conception G2 confiée à Fondasol, dans l'état des données disponibles.

Selon la norme NF P94-500, cette phase est insuffisante pour consulter les entreprises ; elle doit être suivie de la phase 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. Elle permet ensuite une assistance à l'analyse technique des offres (base et variantes éventuelles) lors de la phase ACT.

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.

FONDASOL est à la disposition du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre pour réaliser la mission d'étude G2 phase DCE/ACT et la mission G4.



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 (choix constructifs)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
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 (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'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'avoisinants avec visite du site et des alentours.

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

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 avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

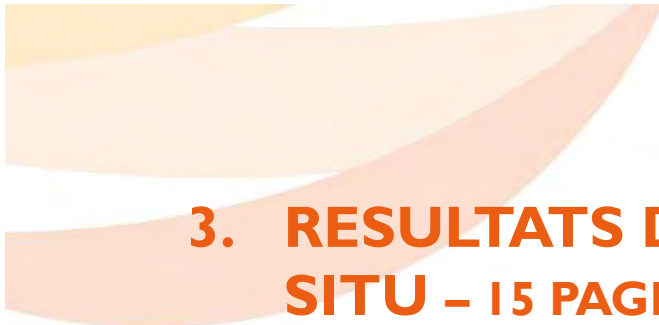
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique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

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.

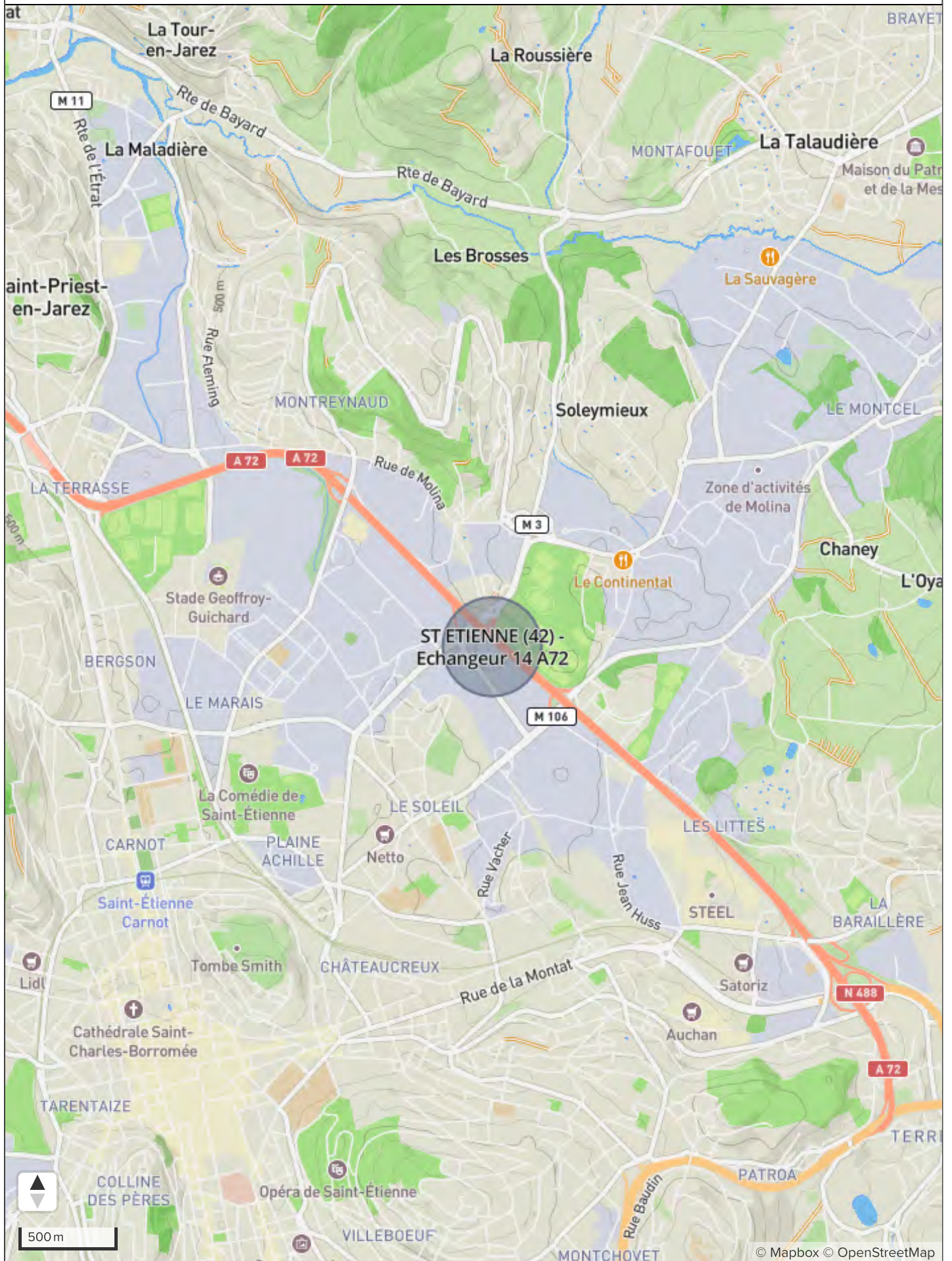
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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 .

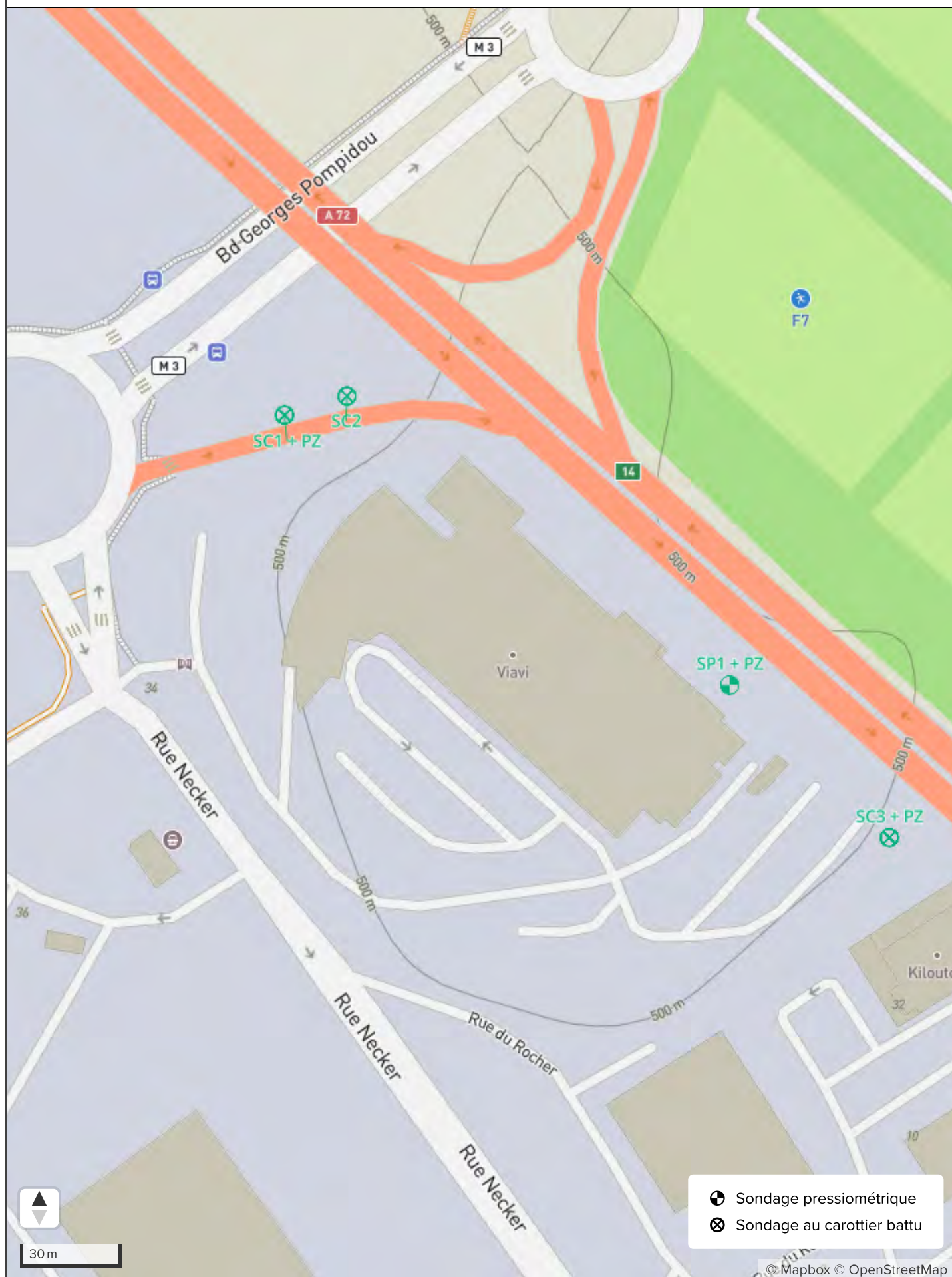


3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU – 15 PAGES

PLAN DE LOCALISATION



PLAN D'IMPLANTATION





PLAN D'IMPLANTATION

Précision des relevés (X / Y)	Relevé par géomètre
Décimètre	Non
Système de coordonnées du projet	Nivellement
WGS 84	NGF

	WGS 84		
Nom	Longitude	Latitude	Élévation [m]
SC1 + PZ	4,406722	45,458072	496,3
SC2	4,406957	45,458122	498,1
SC3 + PZ	4,409005	45,456954	506,6
SP1 + PZ	4,408403	45,457357	504,7

fondasol			ST ETIENNE (42) - Echangeur 14 A72				(N° Projet: PR.RAGT.25.0400) Saint-Étienne (42)							
SC1 + PZ			Longitude		Latitude		Système de coordonnées			Précision des relevés				
			4,406722		45,458072		WGS 84			Décimètre				
			Élévation		Prof. atteinte		Angle		Azimut		Nivellement		Précision des nivellements	
			+496,3 m		4,0 m		-		-		NGF		Décimètre	
Début					Fin			Machine			Opérateur			
23/01/2026					23/01/2026			SD10			ESIG			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions							Outils	Fluides	Tubages	Equipements	Niveau d'eau
496,3	0		Limon graveleux brun noir. Dmax = 40mm 0,2 m							Carottier percussion - trousse renforcée - diam 114 mm	A sec	Diam 120-140 mm - rotopercussion	Piézomètre ouvert	
496,1			Sable gravelo-limoneux marron. Dmax = 90mm											
	1		1,2 m											
495,1			Roche fracturée gris sombre											
	2													
	3													
492,3	4		4 m							4 m	4 m	1 m	4 m	

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC1 + PZ	+496,3 mNGF	4,0 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE



DécimètreESIG496,6

Voir commentaire

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC2	+498,1 mNGF	1,5 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE



Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC3 + PZ	+506,6 mNGF	8,0 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE



Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC3 + PZ	+506,6 mNGF	8,0 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE



6,0 m

8,0 m

Caisse 4

SC1 + PZ

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
4,406722	45,458072	WGS 84		
Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
+496,3 m	NGF	-	-	4,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PZO-SC1 + PZ	Piézomètre ouvert	23/01/2026	23/01/2026	SD10	ESIG

Sondage

Prof.	P	4,0 m
Diamètre	D	116,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Après équipement	H _w	0,5 m

Tube

☒ PVC		
Diamètre intérieur	D _t	51,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	60,0 mm
Crépines	De	2,0 à 4,0 m
Développement		☒ Non
Bouchon de fond		☒ Oui
Hauteur hors sol	H _t	1,0 m

Remblais

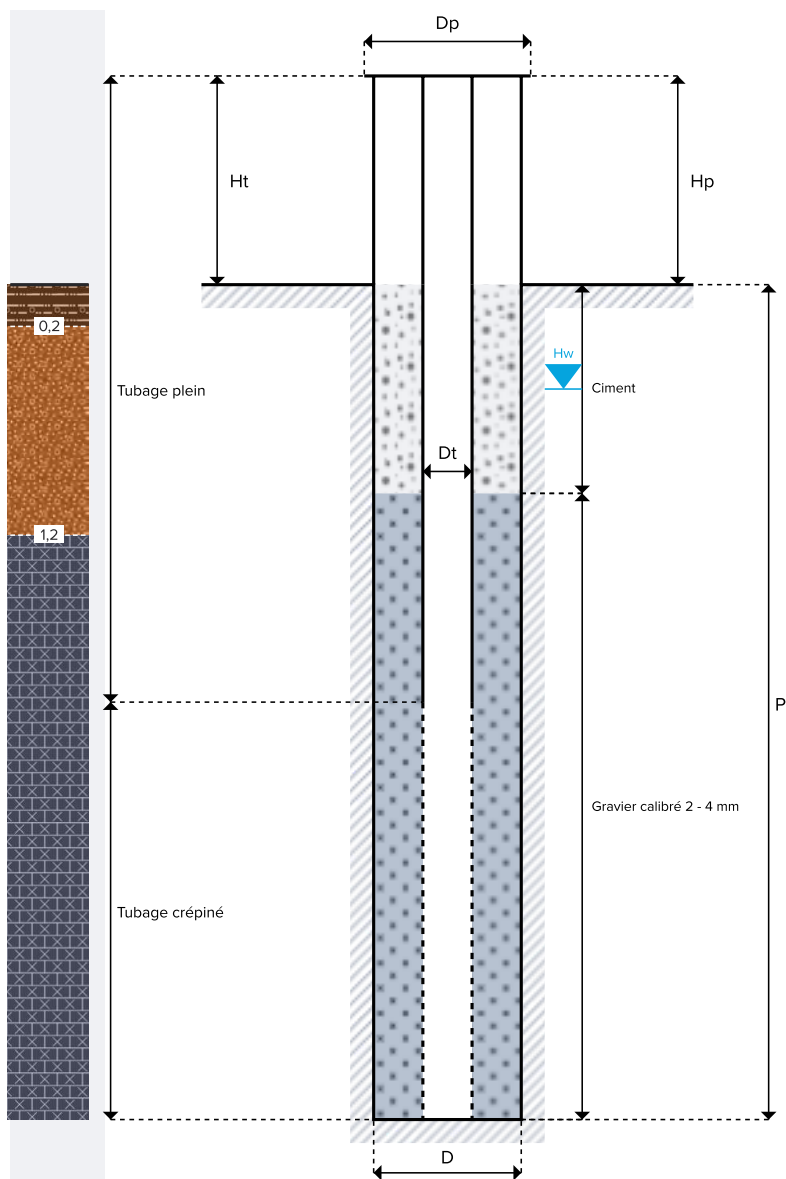
Ciment	De	0,0 à 1,0 m
Bouchon argile	De	1,0 à 1,0 m
Gravier calibré 2 - 4 mm	De	1,0 à 4,0 m

Protection

Tête métallique		☒ Oui
Cadenas		☒ Oui
Bouche à clef		☒ Non
Regard béton		☒ Non
Diamètre protection	D _p	116,0 mm
Hauteur hors sol	H _p	0,7 m

Réception Piézomètre

Profondeur Eau - Début réception	- m
Profondeur Eau - Fin réception	- m
Durée réception	- h



SC3 + PZ

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
4,409005	45,456954	WGS 84		
Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
+506,6 m	NGF	-	-	8,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PZO-SC3 + PZ	Piézomètre ouvert	22/01/2026	22/01/2026	SD10	ESIG

Sondage

Prof.	P	7,0 m
Diamètre	D	116,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Après équipement	H _w	2,0 m

Tube

☒ PVC		
Diamètre intérieur	D _t	51,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	60,0 mm
Crépines	De	2,0 à 7,0 m
Développement		☒ Non
Bouchon de fond		☒ Oui
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m

Remblais

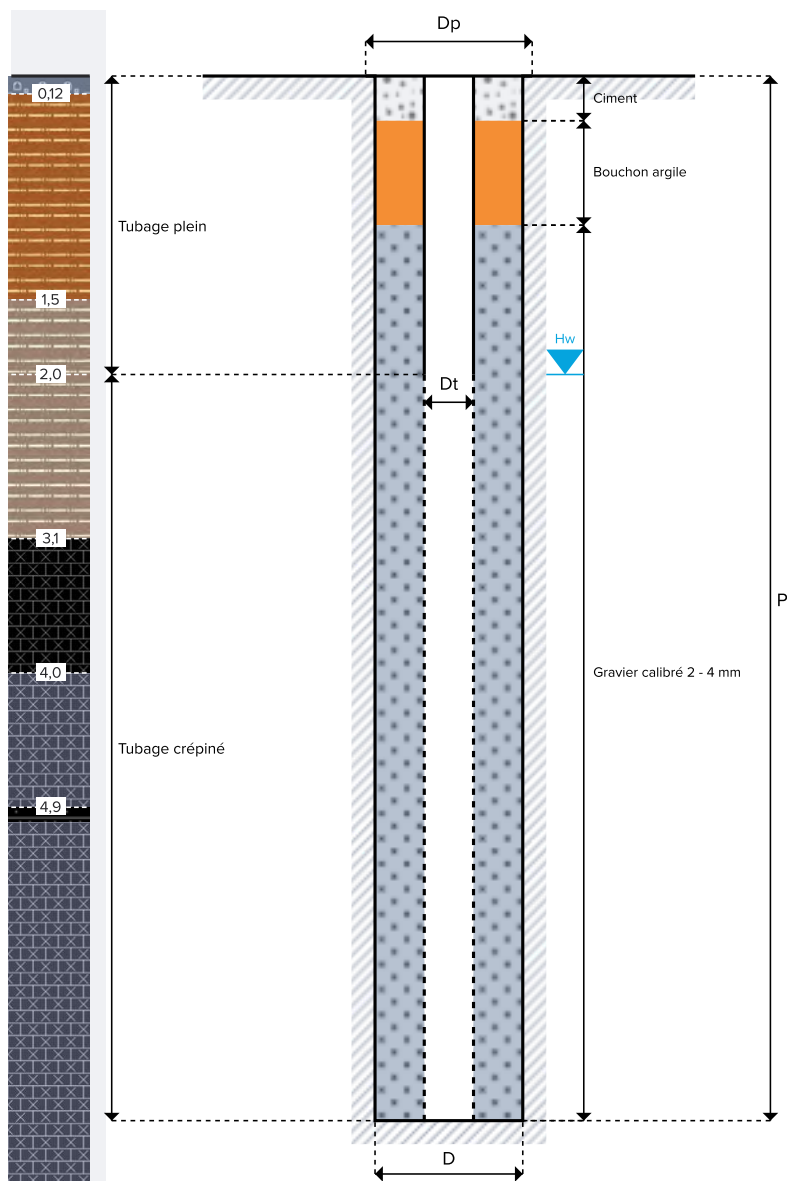
Ciment	De	0,0 à 0,3 m
Bouchon argile	De	0,3 à 1,0 m
Gravier calibré 2 - 4 mm	De	1,0 à 7,0 m

Protection

Tête métallique		☒ Non
Cadenas		☒ Non
Bouche à clef		☒ Oui
Regard béton		☒ Non
Diamètre protection	D _p	116,0 mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m

Réception Piézomètre

Profondeur Eau - Début réception	- m
Profondeur Eau - Fin réception	- m
Durée réception	- h



Sondage

Niveau d'eau

Tube

☒ PVC

Crépines De **2,0** à **14,0** m

Développement	☒ Non
---------------	---

Bouchon de fond	☒ Oui
-----------------	---

Hauteur hors sol	H_t	0,5 m
------------------	-------	--------------

Remblais

Ciment De 0,0 à 1,0 m

Bouchon argile	De 1,0 à 1,0 m
----------------	----------------

Gravier calibré 2 - 4 mm	De 1,0 à 14,0 m
--------------------------	-------------------------------

Protection

Tête métallique ☒ Oui

Cadenas	☒ Non
---------	---

Bouche à clef ☒ Non

Regard béton ☒ Non

Diamètre protection	D _p	90,0 mm
---------------------	----------------	---------

Hauteur hors sol	H_p	0,6 m
------------------	-------	--------------

Réception Piézomètre

Profondeur Eau - Début réception	- m
----------------------------------	-----

Profondeur Eau - Fin réception	- m
--------------------------------	-----

Durée réception	- h
-----------------	-----

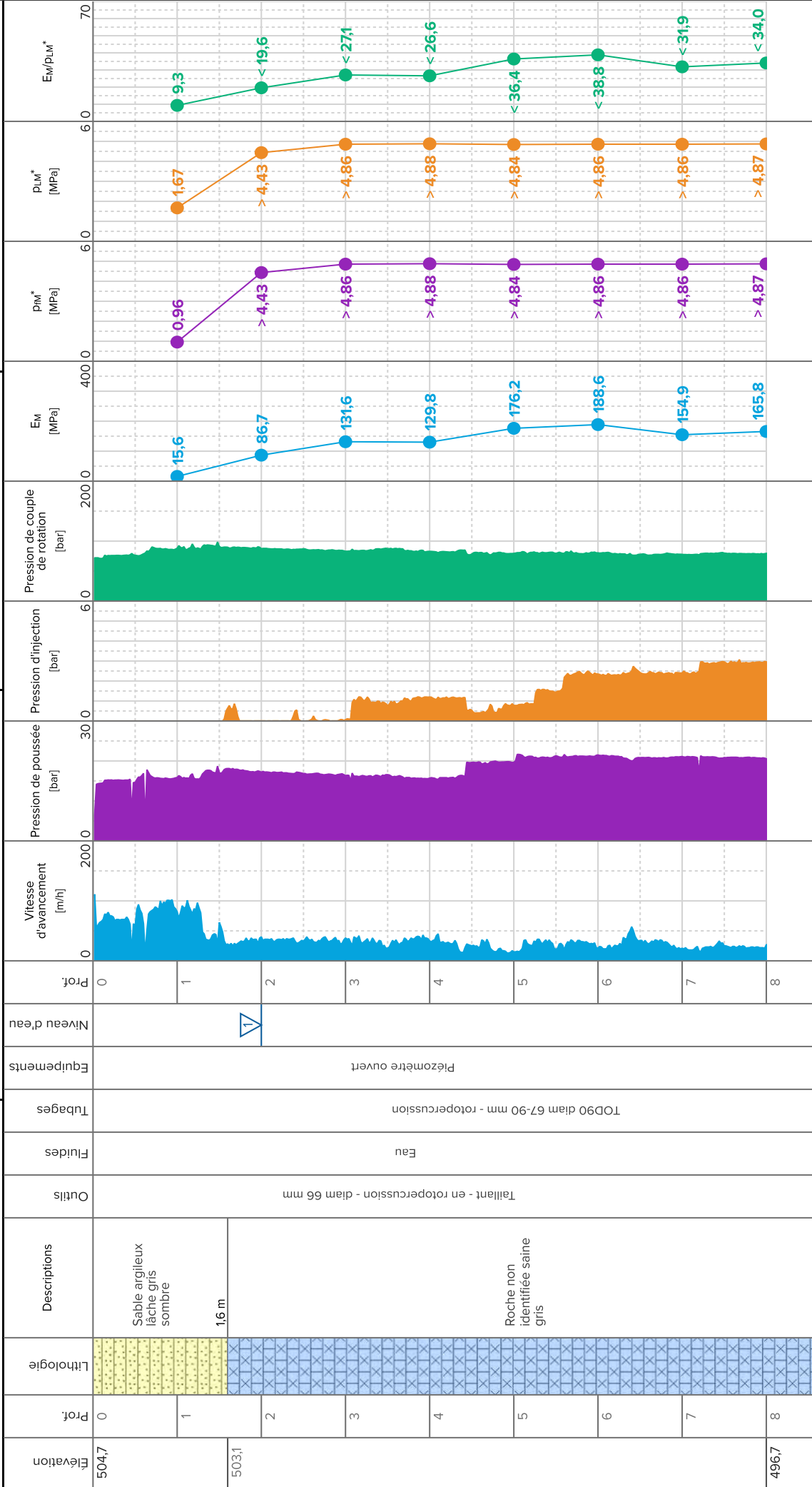


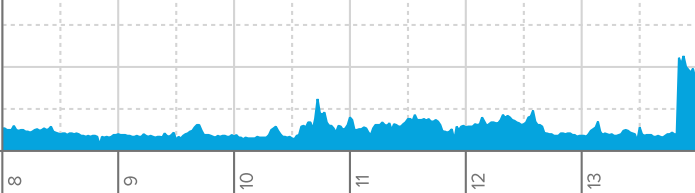
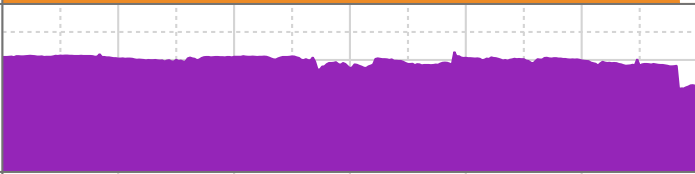
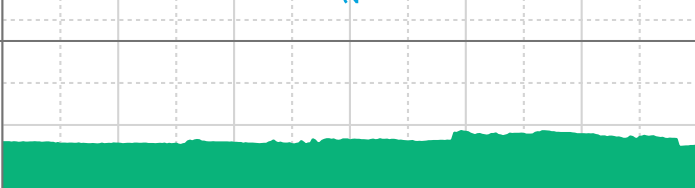
SP1 + PZ

Système de coordonnées

Longitude		Latitude	
4.408403		45.457357	
Élévation		Angle	
+504,7 m		-	
Azimut		Prof. atteinte	
-		14,0 m	

Début		Fin	
21/01/2026		22/01/2026	
Machine		Opérateur	
SD10		ESIG	



SP1 + PZ			Longitude		Latitude		Système de coordonnées									
			4,408403		45,457357		WGS 84									
			Élévation		Nivellement		Angle									
			+504,7 m		NGF		-									
			Azimut		-											
			Prof. atteinte		14,0 m											
Début			Fin			Machine			Opérateur							
21/01/2026			22/01/2026			SD10			ESIG							
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Equipements	Niveau d'eau	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression d'injection [bar]	Pression de couple de rotation [bar]	Em [MPa]	p _{lm} * [MPa]	pl _m * [MPa]	Em/pl _m *
496,7	8		Roche non identifiée saine gris	Taillant - en rotoperçussion - diam 66 mm	Eau	TOD90 diam 67-90 mm - rotoperçussion/tubages	14 m	14 m					165,8	> 4,87	> 4,87	< 34,0
	9												216,5	> 4,89	> 4,89	< 44,3
	10												133,9	> 4,87	> 4,87	< 27,5
	11												262,0	> 4,86	> 4,86	< 53,9
	12												300,3	> 4,88	> 4,88	< 61,5
	13												219,9	> 4,87	> 4,87	< 45,1
490,7	14															

1

Niveau d'eau fin de forage. Non stabilisé - forage à l'eau - 2m

soilcloud.tech

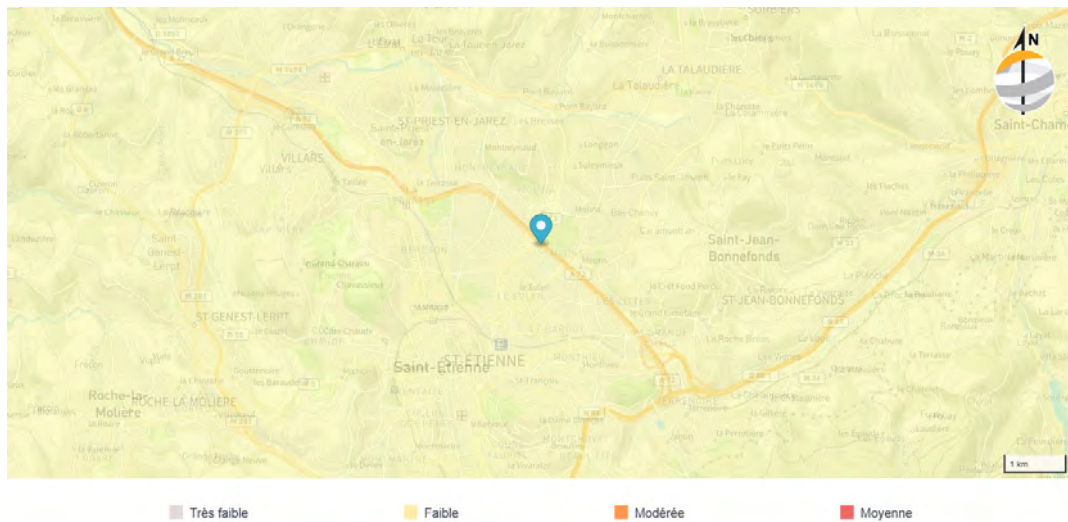


4. RISQUES NATURELS – 3 PAGES

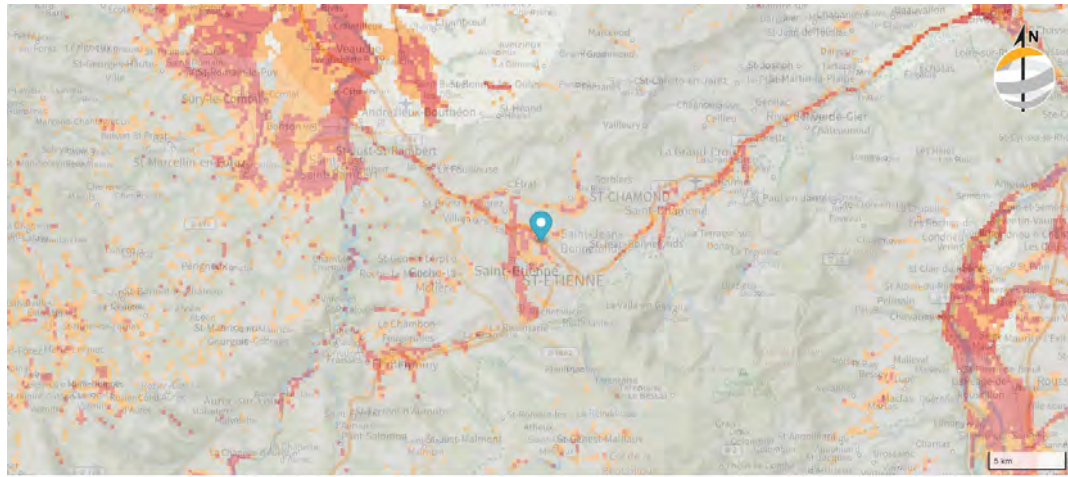
Carte 1 : Risque mouvements de terrain



Carte 2 : Risque sismique



Carte 3 : Risque remontées de nappe avec niveau de fiabilité



Extrait de la carte d'exposition aux remontées de nappes avec niveau de fiabilité (source : Georisques)

Tableau 1 : Liste des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle

Code National CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le journal officiel du	Risque	Commune
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982	Tempête	SAINT-ETIENNE
NOR19821215	26/11/1982	28/11/1982	15/12/1982	22/12/1982	Poids de la Neige	SAINT-ETIENNE
NOR19830621	01/05/1983	31/05/1983	21/06/1983	24/06/1983	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
NOR19830621	01/05/1983	31/05/1983	21/06/1983	24/06/1983	Glissement de Terrain	SAINT-ETIENNE
NOR19830910	22/07/1983	23/07/1983	10/09/1983	11/09/1983	Tempête	SAINT-ETIENNE
NOR19830910	22/07/1983	23/07/1983	10/09/1983	11/09/1983	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
NOR19830910	22/07/1983	23/07/1983	10/09/1983	11/09/1983	Grêle	SAINT-ETIENNE
NOR19851002	06/06/1985	06/06/1985	02/10/1985	18/10/1985	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
NOR19860730	25/04/1986	02/05/1986	30/07/1986	20/08/1986	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
INTE9300602A	05/07/1993	06/07/1993	26/10/1993	03/12/1993	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
INTE9400539A	23/08/1994	23/08/1994	15/11/1994	24/11/1994	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
INTE0300095A	23/08/2002	23/08/2002	24/02/2003	09/03/2003	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
INTE0300740A	01/12/2003	02/12/2003	12/12/2003	13/12/2003	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
IOCE0831273A	01/11/2008	02/11/2008	24/12/2008	31/12/2008	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
IOCE0924271A	02/07/2009	02/07/2009	16/10/2009	21/10/2009	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
INTE1928835A	01/07/2019	01/07/2019	14/10/2019	16/11/2019	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
INTE2014522A	01/01/2019	30/06/2019	17/06/2020	10/07/2020	Sécheresse	SAINT-ETIENNE
IOME2224383A	17/08/2022	17/08/2022	24/08/2022	25/08/2022	Inondations et/ou Coulées de Boue	SAINT-ETIENNE
IOME2415881A	01/04/2022	30/09/2022	18/06/2024	02/07/2024	Sécheresse	SAINT-ETIENNE
IOME2415881A	01/04/2022	30/09/2022	18/06/2024	02/07/2024	Sécheresse	SAINT-ETIENNE
IOME2415881A	01/07/2023	30/09/2023	18/06/2024	02/07/2024	Sécheresse	SAINT-ETIENNE
IOME2415881A	01/07/2023	30/09/2023	18/06/2024	02/07/2024	Sécheresse	SAINT-ETIENNE



5. TALREN – PAROI CLOUEE – 86 PAGES

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : PR.RAG.25. 400

Titre du calcul : Profil 7

Lieu : N/A

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	503,600	2	25,000	503,600	3	26,280	503,320	4	30,340	500,250	5	31,600	499,280	6	33,730	498,820
7	38,000	498,990	8	70,000	499,000	9	0,000	499,500	11	31,314	499,500	12	0,000	492,200	13	19,000	492,200
14	31,600	491,000	15	70,000	491,000	16	33,730	497,350	17	70,000	497,350	18	0,000	502,450	20	27,431	502,450
21	30,340	497,800	22	70,000	497,800	23	30,340	499,500	24	33,233	497,800	25	30,340	498,800	26	32,118	498,810
28	29,585	500,821	29	29,915	499,500	32	29,690	500,400	34	30,090	498,800	37	29,790	500,000	38	30,340	500,000
39	30,665	500,000	41	29,727	500,250												

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	5	5	6	6	6	7	7	7	8	10	11	5	11	12	13
12	13	14	13	14	15	15	16	17	16	18	20	17	20	3	21	23	11	23	21	24
25	24	16	26	24	22	27	23	25	28	21	25	29	25	26	30	26	24	31	26	5
32	26	6	34	28	20	35	28	4	37	29	23	38	29	9	41	32	28	44	34	29
45	34	21	46	34	25	49	37	29	50	37	38	51	38	4	52	38	23	53	38	39
54	39	11	55	39	4	56	4	41	57	41	37	58	41	32						

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		19,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Limons sablo-graveleux		19,0	30,00	4,0	0,0	128,1	-	-	Non	Non	Non
3	Substratum altéré		19,0	33,00	1,0	0,0	175,9	-	-	Non	Non	Non
4	Substratum fracturé		20,0	40,00	10,0	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	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	Limons sablo-graveleux		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	Substratum altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	Substratum fracturé		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	SF_bat	0,000	503,600	20,0	21,500	503,600	20,0	90,00
2	circulation	21,500	503,600	5,0	24,500	503,600	5,0	90,00

Clous

	Nom	X	Y	Espacement horizontal	Inclinaison/horizontale	Largeur base de diffusion	Angle de diffusion	RNcal	Longueur	Rqs
1	Clous paroi	29,690	500,400	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
2	Clous paroi	29,932	499,430	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
3	Clous paroi	30,174	498,460	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
4	Clous paroi corrodés	29,690	500,400	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
5	Clous paroi corrodés	29,932	499,430	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
6	Clous paroi corrodés	30,174	498,460	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-

Clous (cont.) (1/2)

	Nom	Rayon équivalent	Règle de calcul de la résistance par frottement	Rc	Moment de plastification	EI
1	Clous paroi	0,055	RAcal,RCimp	0,0	-	-
2	Clous paroi	0,055	RAcal,RCimp	0,0	-	-
3	Clous paroi	0,055	RAcal,RCimp	0,0	-	-
4	Clous paroi corrodés	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-
5	Clous paroi corrodés	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:22:22
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7

Données du projet

Clous (cont.) (2/2)

	Nom	Rayon équivalent	Règle de calcul de la résistance par frottement	Rc	Moment de plastification	EI
6	Clous paroi corrodés	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-

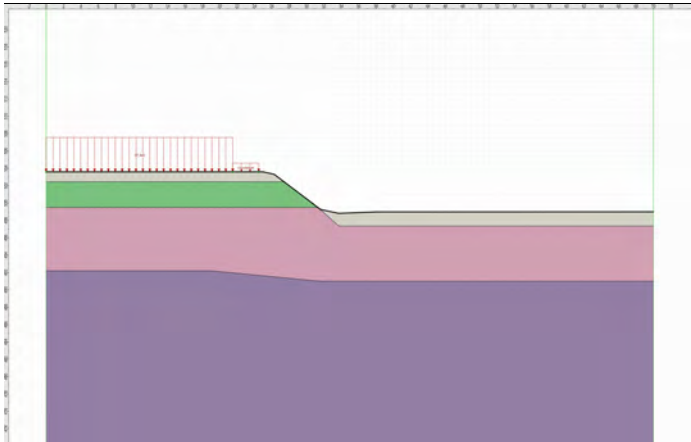
Clous (cont.)

	Nom	Angle critique	Traction	Cisaillement	qsclou issu de	θbarre	σα	Valeur de Ra imposée	Rqs calculé à partir de qsclou
1	Clous paroi	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
2	Clous paroi	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
3	Clous paroi	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
4	Clous paroi corrodés	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
5	Clous paroi corrodés	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
6	Clous paroi corrodés	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui

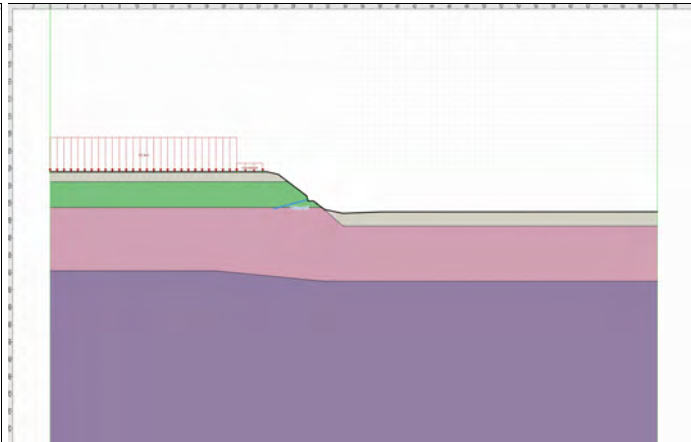
Clous (cont.)

	Nom	Résistance au cisaillement variable le long du clou	Matériau du clou
1	Clous paroi	Non	-
2	Clous paroi	Non	-
3	Clous paroi	Non	-
4	Clous paroi corrodés	Non	-
5	Clous paroi corrodés	Non	-
6	Clous paroi corrodés	Non	-

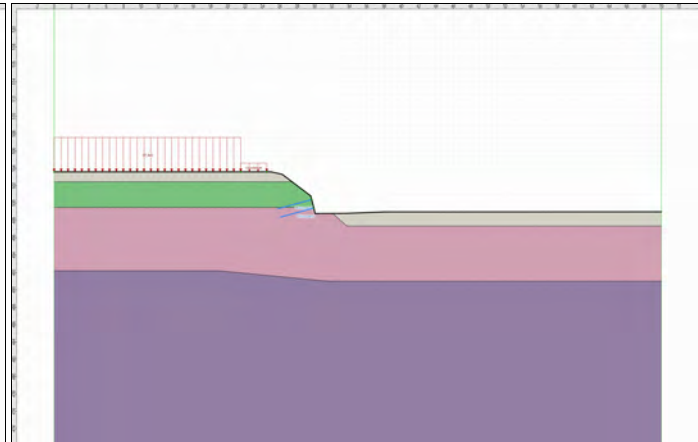
Schéma de phasage



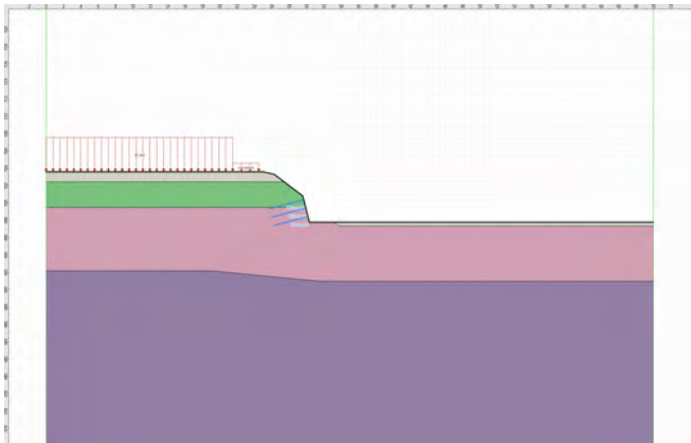
Phase 1: Existant



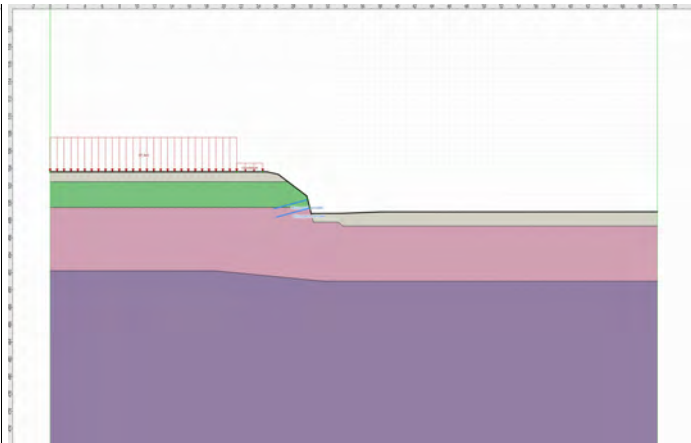
Phase 2: Provisoire lit 1



Phase 3: Provisoire lit 2



Phase 4: Provisoire lit 3



Phase 5: Phase Projet

Données de la situation 1

Nom de la phase : Existant

Nom de la situation : Existant unitaire

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 : 29,500

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 31,600; Y= 499,280

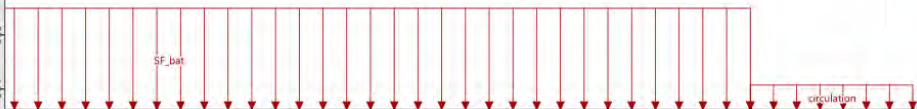
Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Existant / Situation : Existant unitaire



1	Remblais
2	Limons sablo-graveleux
3	Substratum altéré
4	Substratum fracturé

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire

 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,2932$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

Données de la situation 1

Nom de la phase : Provisoire lit 1

Nom de la situation : Situation 1

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 28,500

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 29,727; Y= 500,250

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

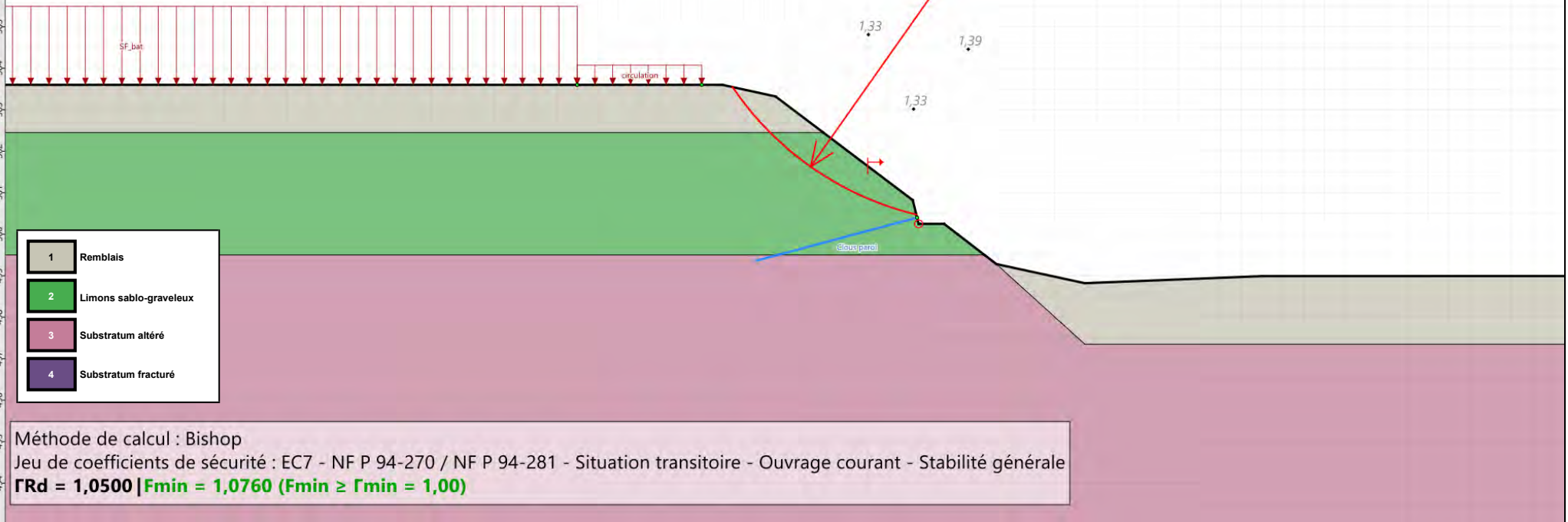


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:22:23
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Provisoire lit 1 / Situation : Situation 1



Données de la situation 2

Nom de la phase : Provisoire lit 1

Nom de la situation : Situation 1 (1)

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 29,707

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 29,727; Y= 500,250

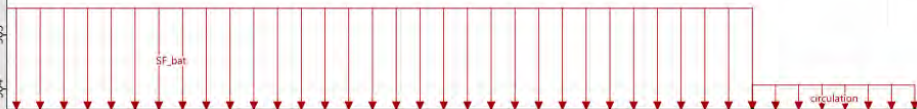
Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Provisoire lit 1 / Situation : Situation 1 (1)



1	Remblais
2	Limon sablo-graveleux
3	Substratum altéré
4	Substratum fracturé

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation transitoire - Ouvrage courant - Stabilité générale

 $\Gamma_{Rd} = 1,0500$ | $F_{min} = 1,4259$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

Données de la situation 1

Nom de la phase : Provisoire lit 2

Nom de la situation : Situation 1

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 28,718

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 30,090; Y= 498,800

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:22:24
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7

Données de la situation 1

Nom de la phase : Provisoire lit 3

Nom de la situation : Situation 1

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 15

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 28,739

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 30,340; Y= 497,800

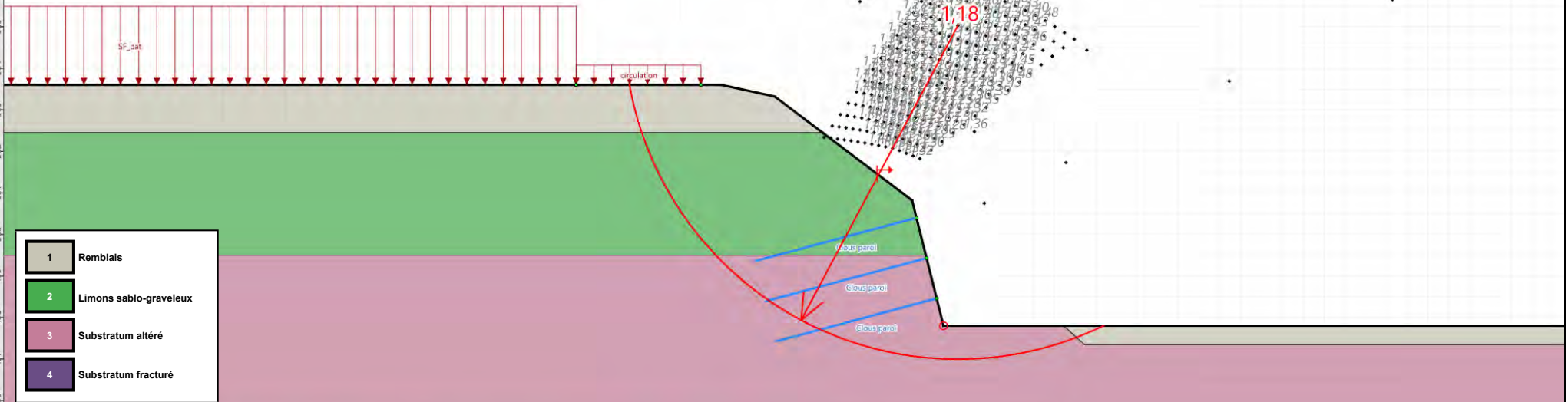
Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Provisoire lit 3 / Situation : Situation 1



1	Remblais
2	Limons sablo-graveleux
3	Substratum altéré
4	Substratum fracturé

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation transitoire - Ouvrage courant - Stabilité générale

 $\Gamma_{Rd} = 1,0500$ | $F_{min} = 1,1824$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase Projet

Nom de la situation : Situation 1

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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	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 : 29,118

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 30,340; Y= 498,800

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

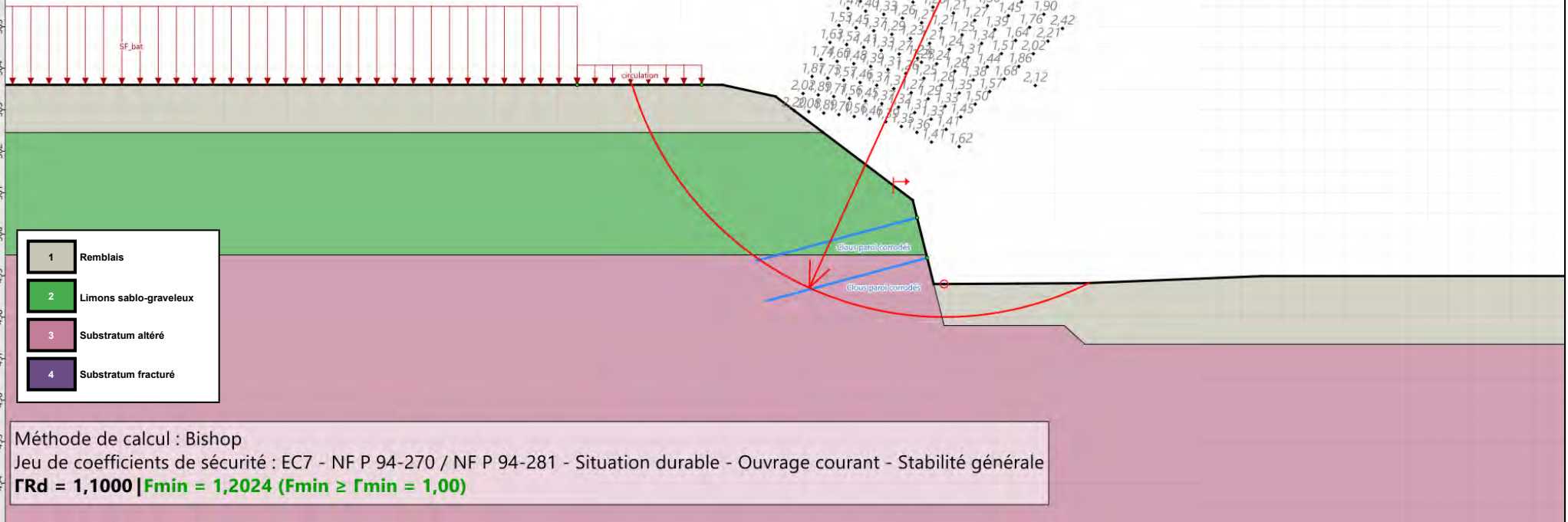


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:22:25
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase Projet / Situation : Situation 1



Données de la situation 3

Nom de la phase : Phase Projet

Nom de la situation : Situation sismique

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 sismique - 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	$\Gamma_{tan\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,700	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,050	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

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 : 29,715

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 30,340; Y= 498,800

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,043

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,021

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Oui

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

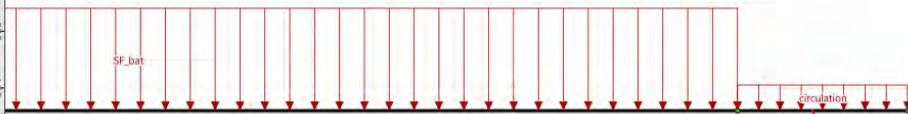


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:22:25
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase Projet / Situation : Situation sismique



1	Remblais
2	Limons sablo-graveleux
3	Substratum altéré
4	Substratum fracturé

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation sismique - Stabilité générale

 $\Gamma_{Rd} = 1,0000$ | $F_{min} = 1,5438$ ($F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00$)

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Provisoire lit 1

Nom de la situation : Situation 1 (1)

Surface critique : N°= 785; X0= 33,41; Y0= 512,11; R= 13,21

N°= 785; X0= 33,41; Y0= 512,11; R= 13,21

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	2,408	62,407	2	1	0,000	0	5

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Provisoire lit 2

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 1407; X0= 30,12; Y0= 505,81; R= 7,81

N°= 1407; X0= 30,12; Y0= 505,81; R= 7,81

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0
2	Clous paroi	0,981	32,236	2	1	0,000	0	5

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Provisoire lit 3

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 4584; X0= 30,69; Y0= 505,03; R= 8,03

N°= 4584; X0= 30,69; Y0= 505,03; R= 8,03

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0
2	Clous paroi	0,068	2,235	2	1	0,000	0	5
3	Clous paroi	1,105	36,318	2	1	0,000	0	5

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase Projet

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 1402; X0= 30,34; Y0= 505,85; R= 7,84

N°= 1402; X0= 30,34; Y0= 505,85; R= 7,84

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi corrodés	0,075	2,014	2	1	0,000	0	5
2	Clous paroi corrodés	1,119	30,076	2	1	0,000	0	5

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase Projet

Nom de la situation : Situation sismique

Surface critique : N°= 1399; X0= 30,34; Y0= 505,85; R= 7,84

N°= 1399; X0= 30,34; Y0= 505,85; R= 7,84

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi corrodés	0,075	2,191	2	1	0,000	0	5
2	Clous paroi corrodés	1,119	32,730	2	1	0,000	0	5

Données de la situation 1

Nom de la phase : Provisoire lit 1

Nom de la situation : Situation 1

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Analyse de stabilité interne de paroi clouée (calage automatique des efforts en tête de clous)

Tableau des efforts en tête des clous

	Nom du clou	Type	Axial
1	Clous paroi	Ajustement automatique	—

Situation de référence : -

Méthode de calcul : Calcul à la rupture

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Gestion de XF : Calcul avec valeur imposée

XF imposé : 1,0000

Type de surface de rupture : Spirales logarithmiques

Intervalle d'entrée

Point gauche $X_K=$ 0,000; $Y=$ 503,600

Point droit $X_K=$ 25,000; $Y=$ 503,600

Nombre de découpages $\leq$ 0

Intervalle de sortie

Point gauche $X_K=$ 29,790; $Y=$ 500,000

Point droit $X_K=$ 40,000; $Y=$ 498,991

Nombre de découpages $\leq$ 5

Spirales : à concavité vers le haut

Exploration : Par pas de 10°

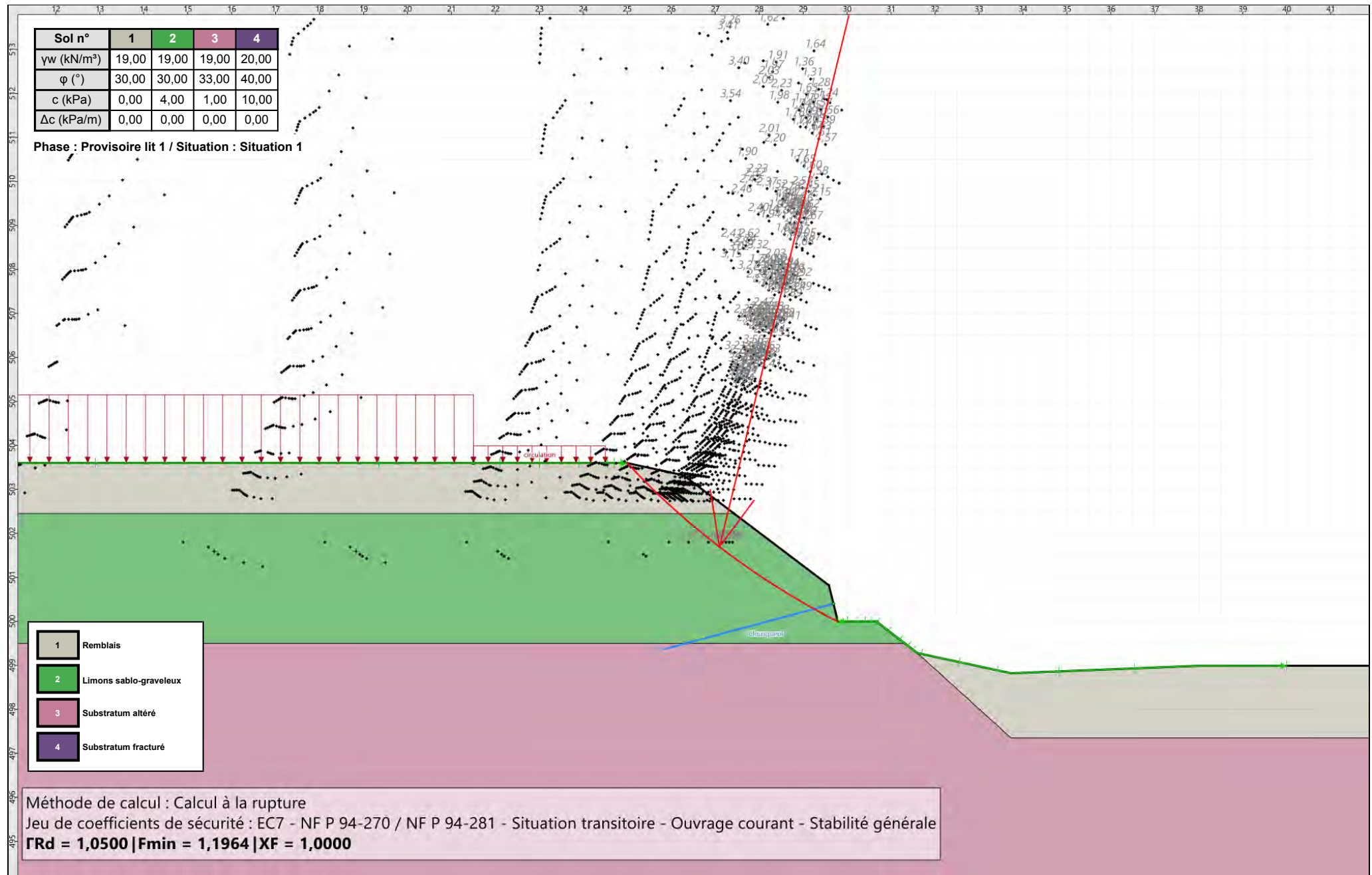
Angle au centre maximal : 180,00

Précision sur le rayon : 0,010

Autoriser l'ajustement de la précision : Non

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non



Données de la situation 1

Nom de la phase : Provisoire lit 2

Nom de la situation : Situation 1

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Analyse de stabilité interne de paroi clouée (calage automatique des efforts en tête de clous)

Tableau des efforts en tête des clous

	Nom du clou	Type	Axial
1	Clous paroi	Valeur récupérée à partir d'une situation de référence	—
2	Clous paroi	Ajustement automatique	—

Situation de référence : Situation 1

Méthode de calcul : Calcul à la rupture

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Gestion de XF : Calcul avec valeur imposée

XF imposé : 1,0000

Type de surface de rupture : Spirales logarithmiques

Intervalle d'entrée

Point gauche $X=0,000$; $Y=503,600$

Point droit $X=25,000$; $Y=503,600$

Nombre de découpages ≤ 0

Intervalle de sortie

Point gauche $X=30,090$; $Y=498,800$

Point droit $X=38,000$; $Y=498,990$

Nombre de découpages ≤ 5

Spirales : à concavité vers le haut

Exploration : Par pas de 10°

Angle au centre maximal : 180,00

Précision sur le rayon : 0,010

Autoriser l'ajustement de la précision : Non

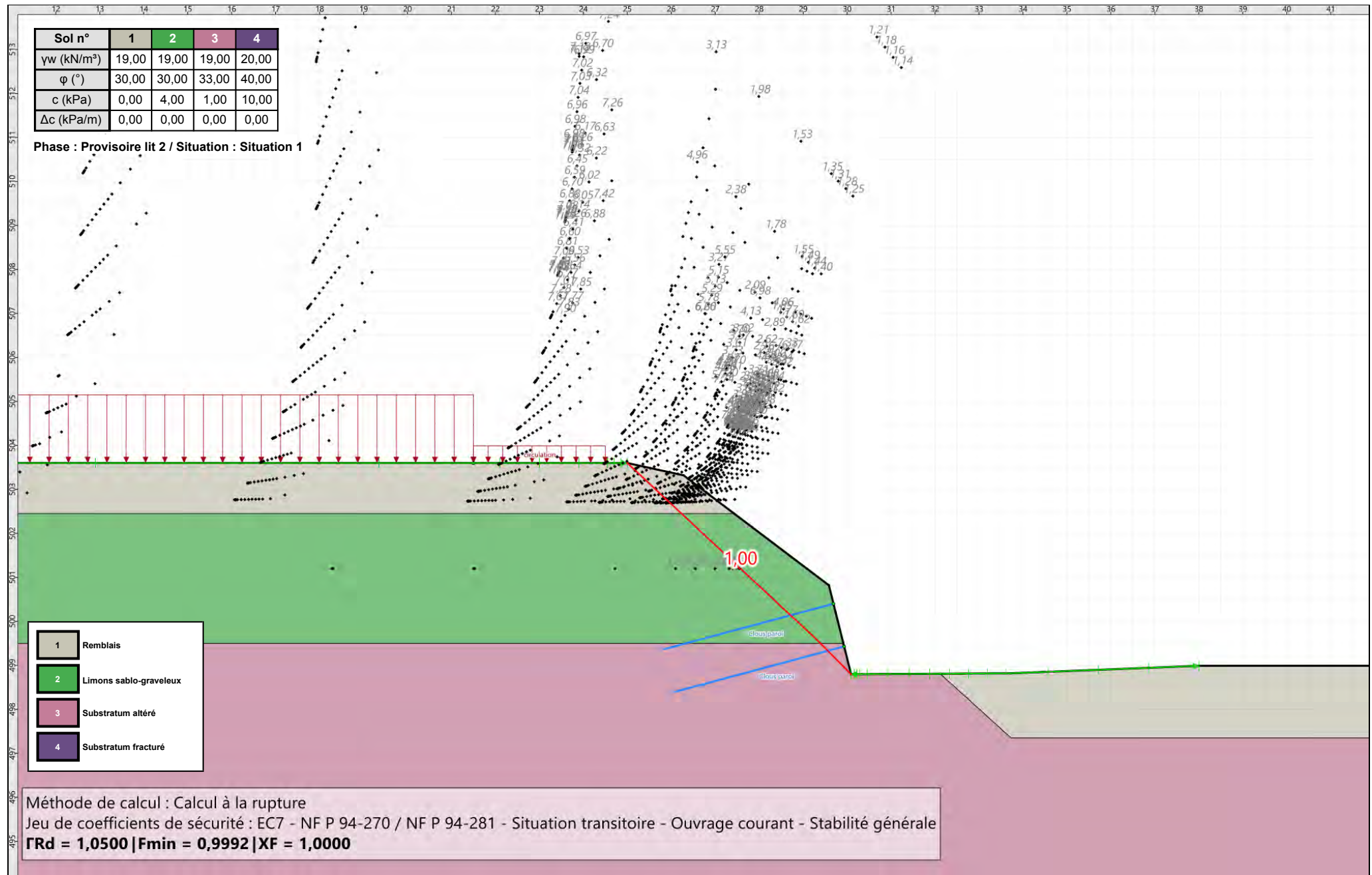
Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:24:08
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7



Données de la situation 1

Nom de la phase : Provisoire lit 3

Nom de la situation : Situation 1

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Analyse de stabilité interne de paroi clouée (calage automatique des efforts en tête de clous)

Tableau des efforts en tête des clous

	Nom du clou	Type	Axial
1	Clous paroi	Valeur récupérée à partir d'une situation de référence	—
2	Clous paroi	Valeur récupérée à partir d'une situation de référence	—
3	Clous paroi	Ajustement automatique	—

Situation de référence : Situation 1

Méthode de calcul : Calcul à la rupture

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Gestion de XF : Calcul avec valeur imposée

XF imposé : 1,0000

Type de surface de rupture : Spirales logarithmiques

Intervalle d'entrée

Point gauche $X=0,000$; $Y=503,600$

Point droit $X=25,000$; $Y=503,600$

Nombre de découpages ≤ 0

Intervalle de sortie

Point gauche $X=30,340$; $Y=497,800$

Point droit $X=38,000$; $Y=497,800$

Nombre de découpages ≤ 5

Spirales : à concavité vers le haut

Exploration : Par pas de 10°

Angle au centre maximal : $180,00$

Précision sur le rayon : $0,010$

Autoriser l'ajustement de la précision : Non

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

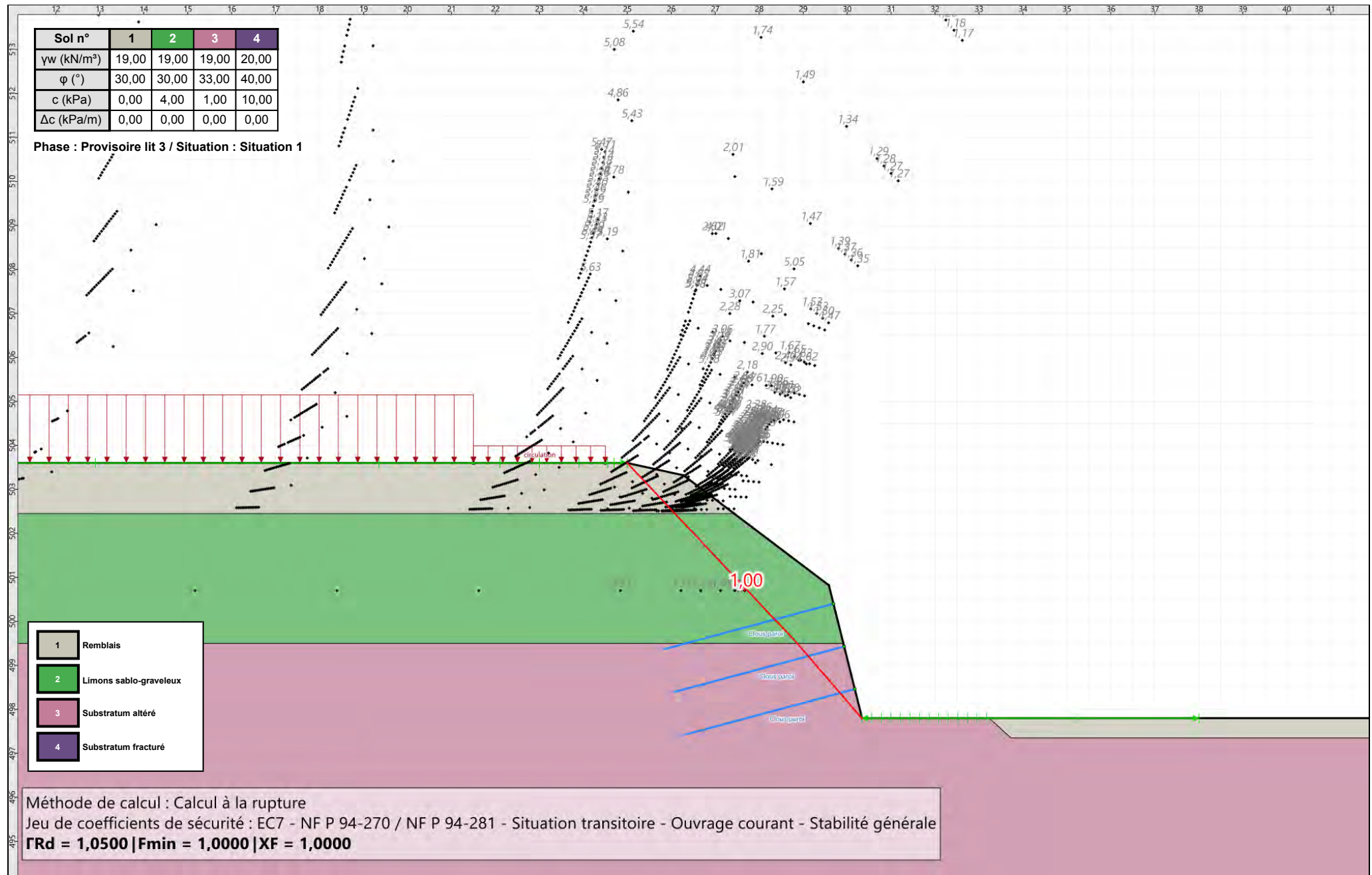


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:24:08
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Provisoire lit 3 / Situation : Situation 1



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase Projet

Nom de la situation : Situation 1

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Analyse de stabilité interne de paroi clouée (calage automatique des efforts en tête de clous)

Tableau des efforts en tête des clous

	Nom du clou	Type	Axial
1	Clous paroi corrodés	Ajustement automatique	–
2	Clous paroi corrodés	Ajustement automatique	–

Situation de référence : -

Méthode de calcul : Calcul à la rupture

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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.1

Gestion de XF : Calcul avec valeur imposée

XF imposé : 1,0000

Type de surface de rupture : Spirales logarithmiques

Intervalle d'entrée

Point gauche $X=0,000$; $Y=503,600$

Point droit $X=25,000$; $Y=503,600$

Nombre de découpages ≤ 0

Intervalle de sortie

Point gauche $X=30,090$; $Y=498,800$

Point droit $X=38,000$; $Y=498,990$

Nombre de découpages ≤ 5

Spirales : à concavité vers le haut

Exploration : Par pas de 10°

Angle au centre maximal : $180,00$

Précision sur le rayon : $0,010$

Autoriser l'ajustement de la précision : Non

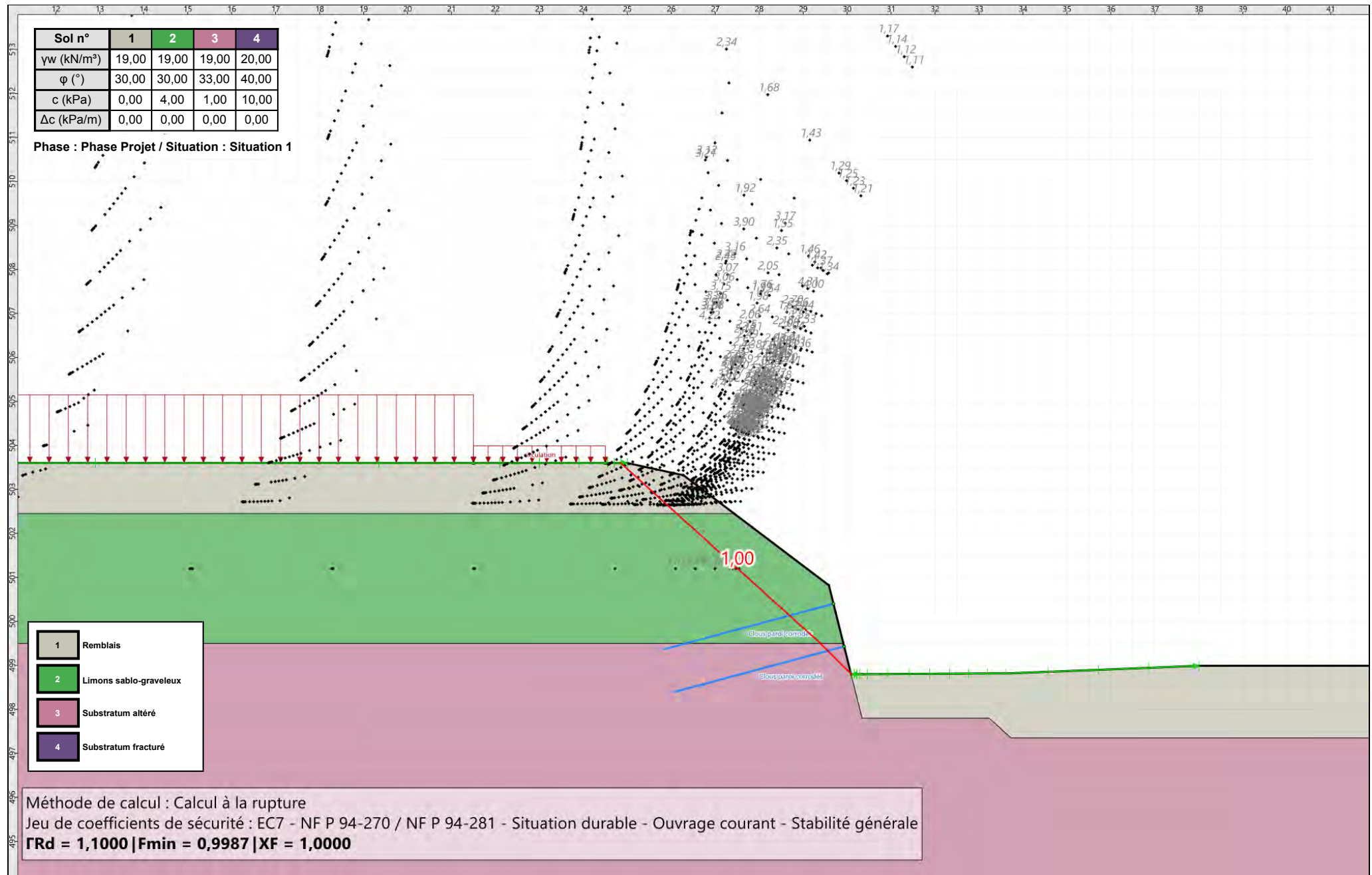
Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:24:08
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase Projet

Nom de la situation : Situation sismique

Option de calcul : Calcul de stabilité externe générale

Type d'analyse paramétrique : Analyse de stabilité interne de paroi clouée (calage automatique des efforts en tête de clous)

Tableau des efforts en tête des clous

	Nom du clou	Type	Axial
1	Clous paroi corrodés	Valeur récupérée à partir d'une situation de référence	-
2	Clous paroi corrodés	Valeur récupérée à partir d'une situation de référence	-

Situation de référence : Situation 1

Méthode de calcul : Calcul à la rupture

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - NF P 94-270 / NF P 94-281 - Situation sismique - 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	$\Gamma_{tan\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,700	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,050	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.0

Gestion de XF : Calcul avec valeur imposée

XF imposé : 1,0000

Type de surface de rupture : Spirales logarithmiques

Intervalle d'entrée

Point gauche X= 0,000; Y= 503,600

Point droit X= 25,000; Y= 503,600

Nombre de découpages 0

Intervalle de sortie

Point gauche X= 30,090; Y= 498,800

Point droit X= 38,000; Y= 498,990

Nombre de découpages 5

Spirales : à concavité vers le haut

Exploration : Par pas de 10°

Angle au centre maximal : 180,00

Précision sur le rayon : 0,010

Autoriser l'ajustement de la précision : Non

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) 0,043

Coefficient kv (accélération verticale) 0,021

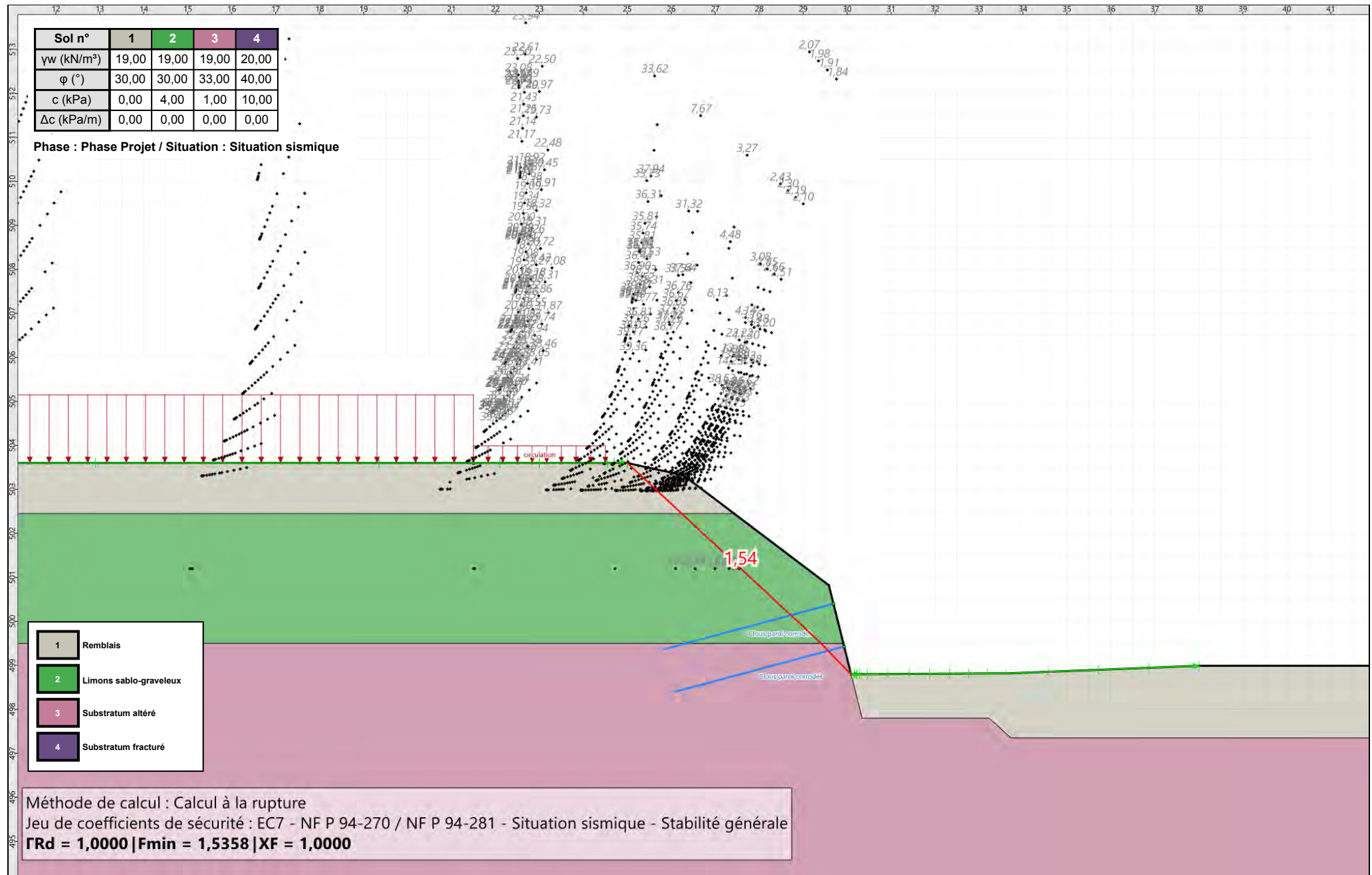
Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Oui

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:24:09
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7



Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Provisoire lit 1

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 513; Xp=30,83; Yp=517,01

N°= 513; Xp=30,83; Yp=517,01

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	0,455	10,881	2	3	0,000	0	5

Efforts en tête des clous TR,0

Clous paroi : 0,00 (Non applicable)

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Provisoire lit 2

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 161; Xp=27,55; Yp=501,20

N°= 161; Xp=27,55; Yp=501,20

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	1,010	24,175	2	3	0,000	0	5
2	Clous paroi	0,381	19,849	2	3	0,000	0	5

Efforts en tête des clous TR,0

Clous paroi : 0,00 (Valeur imposée)

Clous paroi : 7,33 (Calcul convergé)



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 4 mars 2026 15:24:09
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 7

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Provisoire lit 3

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 161; Xp=27,67; Yp=500,70

N°= 161; Xp=27,67; Yp=500,70

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	1,382	33,063	2	3	0,000	0	5
2	Clous paroi	0,845	35,083	2	3	0,000	0	5
3	Clous paroi	0,345	25,903	2	3	0,000	0	5

Efforts en tête des clous TR,0

Clous paroi : 0,00 (Valeur imposée)

Clous paroi : 7,33 (Valeur imposée)

Clous paroi : 14,56 (Calcul convergé)

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase Projet

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 145; Xp=27,47; Yp=501,20

N°= 145; Xp=27,47; Yp=501,20

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi corrodés	1,033	30,952	2	3	0,000	0	5
2	Clous paroi corrodés	0,382	18,787	2	3	0,000	0	5

Efforts en tête des clous TR,0

Clous paroi corrodés : 6,23 (Calcul convergé)

Clous paroi corrodés : 6,23 (Calcul convergé)

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase Projet

Nom de la situation : Situation sismique

Surface critique : N°= 161; Xp=27,55; Yp=501,20

N°= 161; Xp=27,55; Yp=501,20

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi corrodés	1,003	32,342	2	3	0,000	0	5
2	Clous paroi corrodés	0,375	19,630	2	3	0,000	0	5

Efforts en tête des clous TR,0

Clous paroi corrodés : 6,23 (Valeur imposée)

Clous paroi corrodés : 6,23 (Valeur imposée)

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : PR.RAG.25. 400

Titre du calcul : Profil 13

Lieu : N/A

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	504,000	2	21,440	504,000	3	25,840	499,600	4	28,000	497,820	5	28,800	497,220	6	32,280	497,320
7	70,000	497,320	9	26,277	496,100	10	70,000	496,100	11	26,277	497,100	12	26,277	499,240	13	0,000	503,100
15	22,340	503,100	16	26,277	496,200	17	70,000	496,200	18	30,140	491,000	19	70,000	491,000	24	25,256	500,184
26	30,140	496,200	27	27,258	497,147	28	27,702	496,200	29	27,749	496,100	32	25,382	499,680	35	26,277	496,772
38	26,277	498,726	39	27,071	497,138	40	27,540	496,200	41	27,590	496,100	44	25,427	499,500	45	25,890	499,500
46	25,961	499,500	49	25,802	498,000	50	26,277	498,000	51	26,640	498,000	52	27,782	498,000	54	26,027	497,100

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	4	4	5	5	5	6	6	6	7	15	15	2	18	9	16	30	18	19
32	24	15	33	24	3	35	5	26	37	26	17	40	27	5	42	28	26	46	29	10
52	32	24	61	35	11	62	35	16	70	13	15	72	38	12	75	39	11	76	39	27
77	39	40	79	40	28	80	40	41	82	41	29	83	41	18	86	44	32	87	44	45
88	45	3	89	45	38	90	45	46	91	46	12	92	46	3	94	49	44	96	49	50
97	50	38	98	50	11	99	50	51	100	51	38	101	51	39	102	51	52	103	52	12
104	52	4	107	54	9	108	54	11	109	49	54	110	9	41	111	16	40			

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		19,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Limons sablo-graveleux		19,0	30,00	4,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Substratum altéré		19,0	33,00	1,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Substratum fracturé		20,0	40,00	10,0	0,0	447,2	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	Limons sablo-graveleux		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	Substratum altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	Substratum fracturé		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	SF_bat	0,000	504,000	20,0	11,440	504,000	20,0	90,00
2	circulation	11,440	504,000	5,0	20,940	504,000	5,0	90,00

Clous

	Nom	X	Y	Espacement horizontal	Inclinaison/horizontale	Largeur base de diffusion	Angle de diffusion	RNcal	Longueur	Rqs
1	Clous paroi	25,382	499,680	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
2	Clous paroi	25,746	498,225	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
3	Clous paroi	26,110	496,770	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
4	Clous paroi corrodés	25,382	499,680	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
5	Clous paroi corrodés	25,746	498,225	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
6	Clous paroi corrodés	26,110	496,770	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-

Clous (cont.) (1/2)

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



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:03:25
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 13

Données du projet

Clous (cont.) (2/2)

	Nom	Rayon équivalent	Règle de calcul de la résistance par frottement	Rc	Moment de plastification	EI
5	Clous paroi corrodés	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-
6	Clous paroi corrodés	0,045	RAcal,RCimp	0,0	-	-

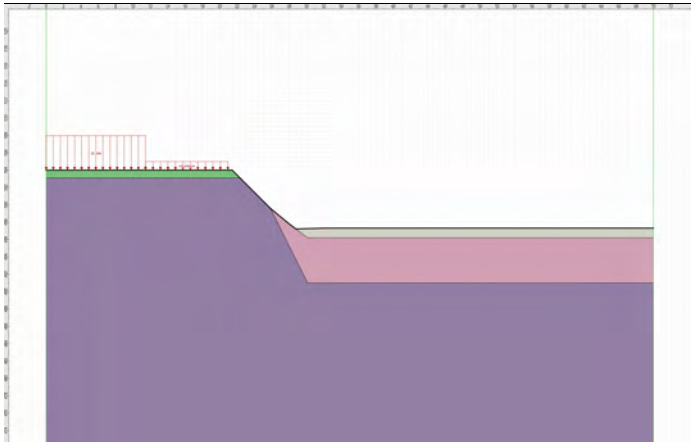
Clous (cont.)

	Nom	Angle critique	Traction	Cisaillement	qscrou issu de	θbarre	σa	Valeur de Ra imposée	Rqs calculé à partir de qscrou
1	Clous paroi	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
2	Clous paroi	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
3	Clous paroi	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
4	Clous paroi corrodés	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
5	Clous paroi corrodés	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
6	Clous paroi corrodés	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui

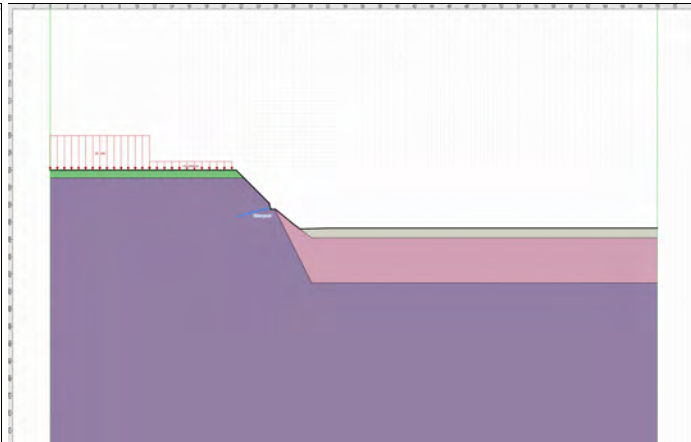
Clous (cont.)

	Nom	Résistance au cisaillement variable le long du clou	Matériau du clou
1	Clous paroi	Non	-
2	Clous paroi	Non	-
3	Clous paroi	Non	-
4	Clous paroi corrodés	Non	-
5	Clous paroi corrodés	Non	-
6	Clous paroi corrodés	Non	-

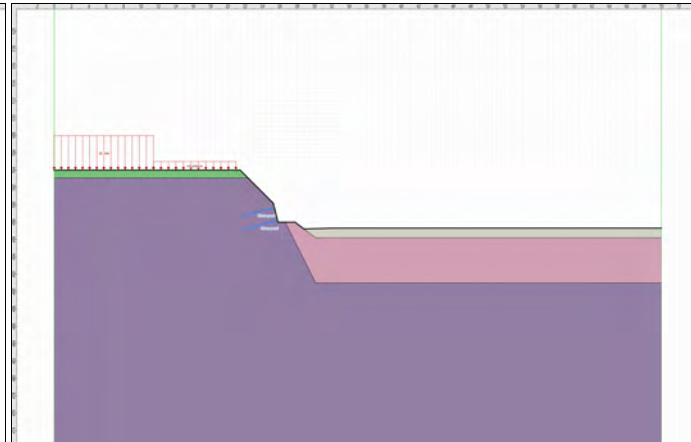
Schéma de phasage



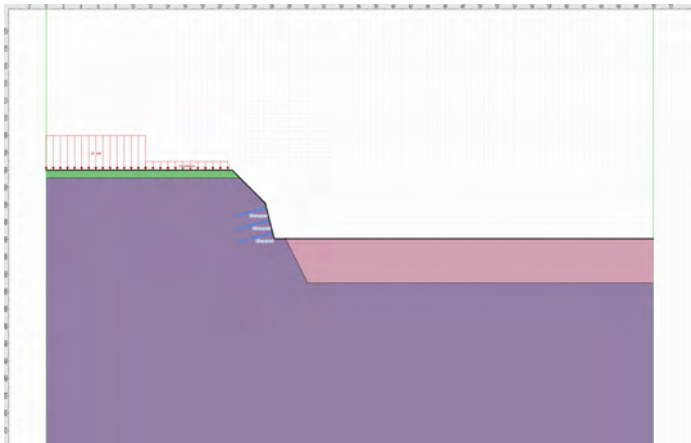
Phase 1: Existant



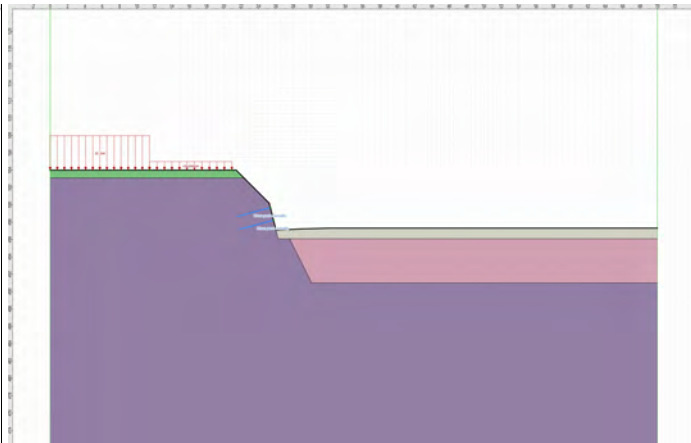
Phase 2: Phase provisoire 1



Phase 3: Phase provisoire 2



Phase 4: Phase provisoire 3



Phase 5: Phase 5

Données de la situation 1

Nom de la phase : Existant

Nom de la situation : Situation 1

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 : 25,500

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 28,800; Y= 497,220

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

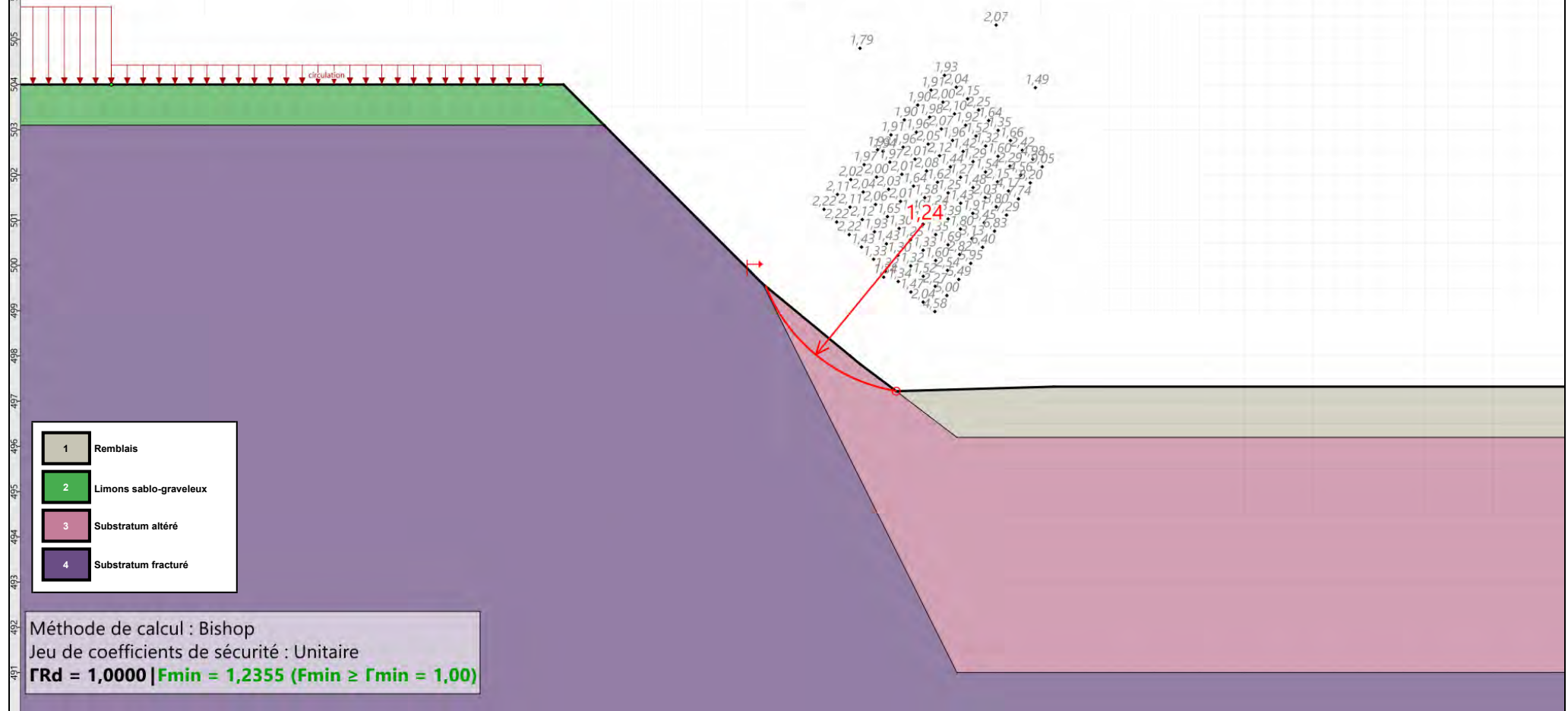


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:03:26
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 13

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Existant / Situation : Situation 1



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase provisoire 1

Nom de la situation : Situation 1

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 22,500

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 25,427; Y= 499,500

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

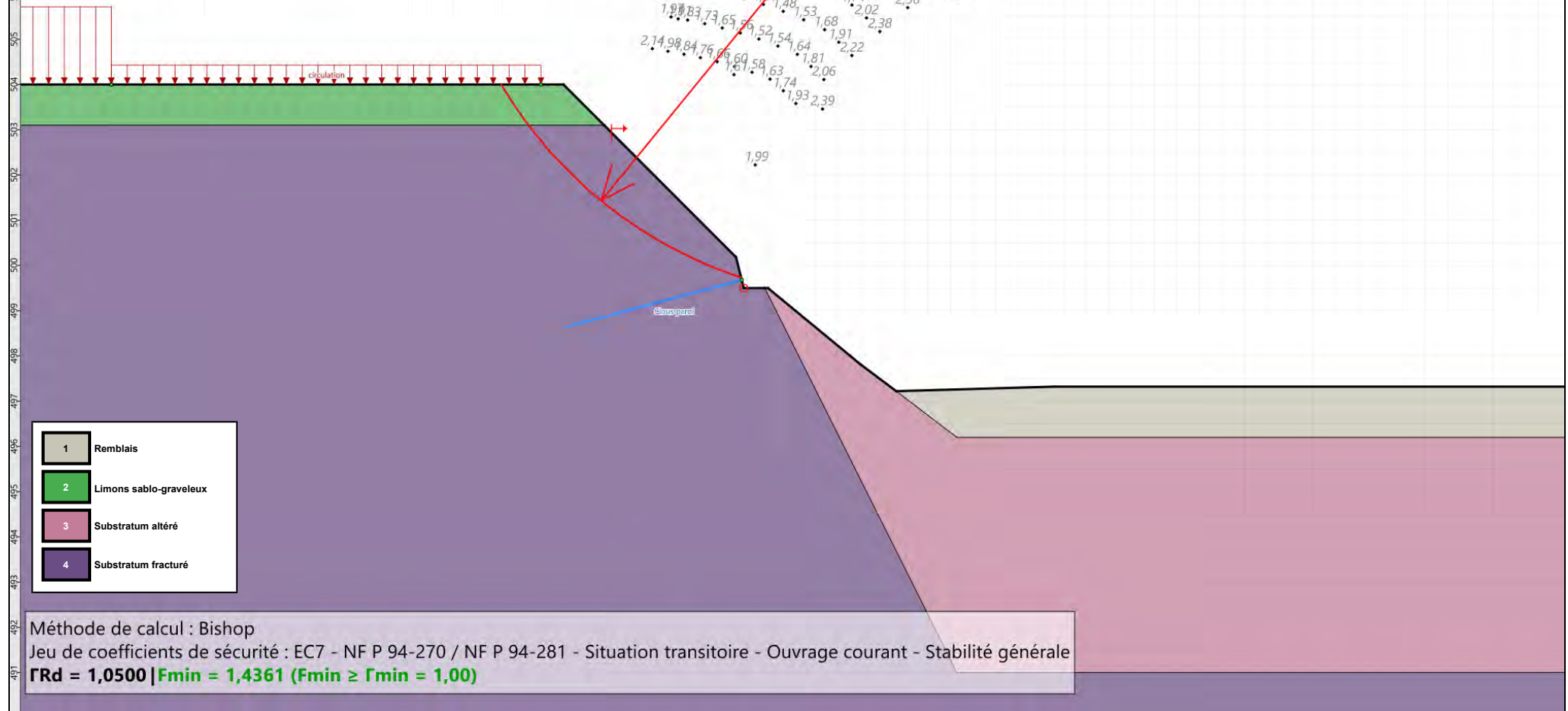


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:03:26
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 13

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase provisoire 1 / Situation : Situation 1



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase provisoire 1

Nom de la situation : Situation 1 (1)

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,000

Abscisse émergence limite aval : 25,402

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 25,427; Y= 499,500

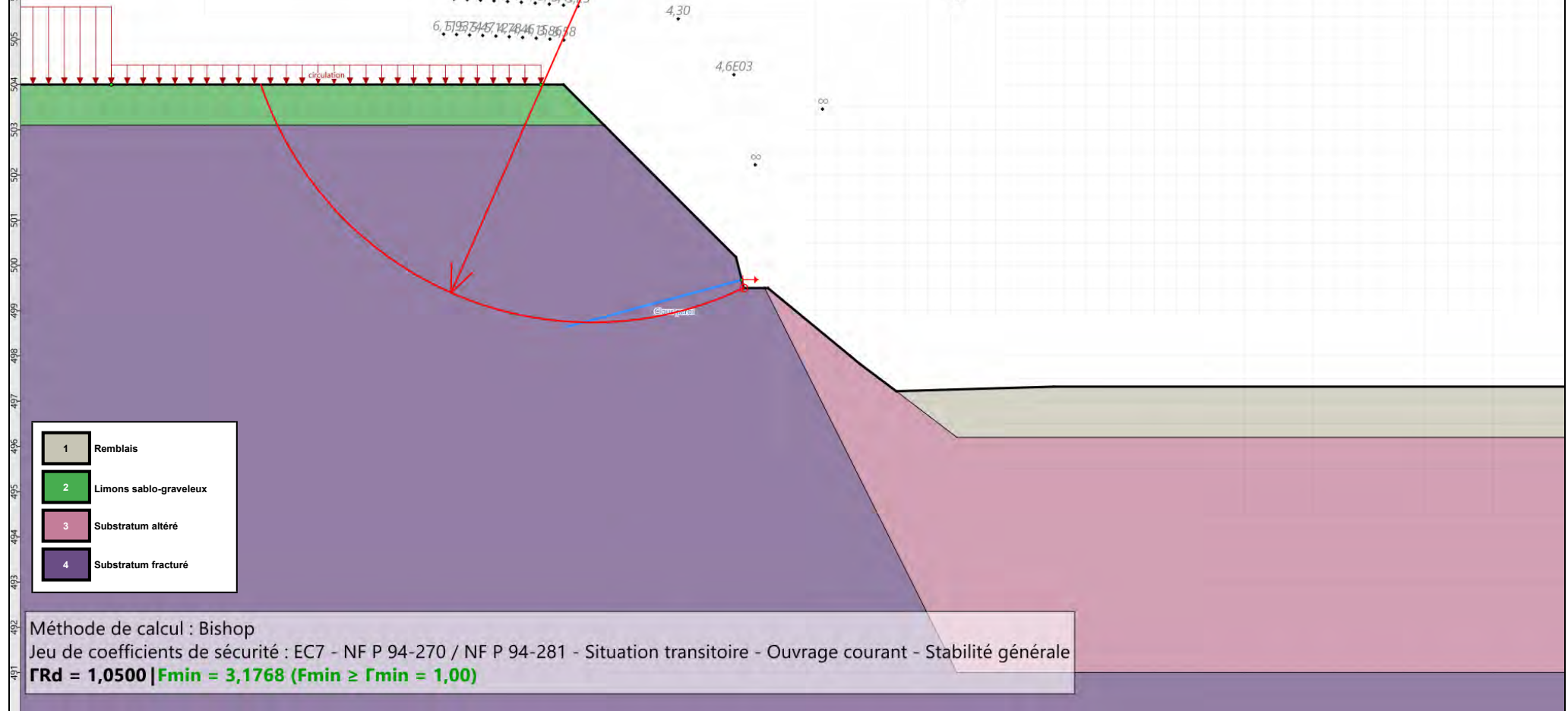
Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase provisoire 1 / Situation : Situation 1 (1)



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase provisoire 2

Nom de la situation : Situation 1

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 23,000

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 25,802; Y= 498,000

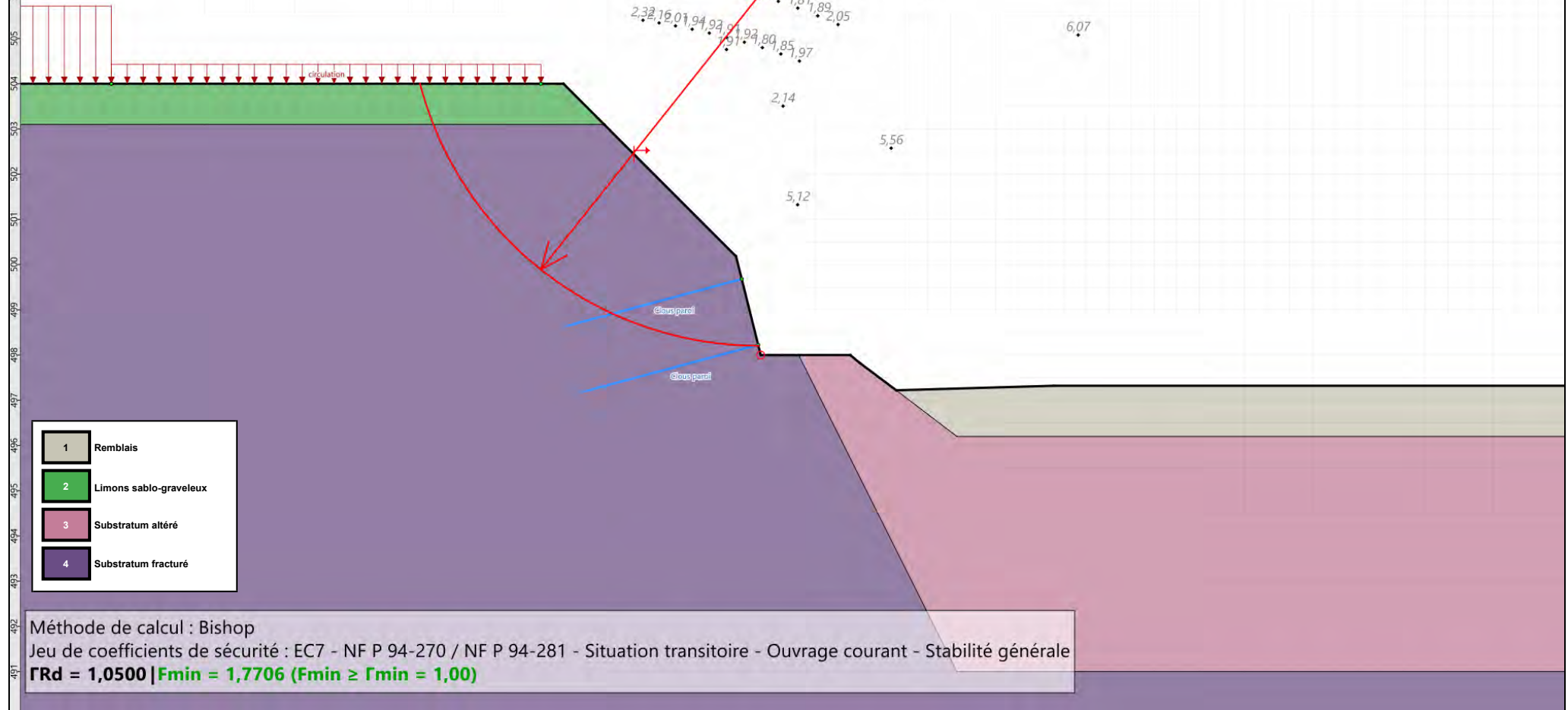
Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase provisoire 2 / Situation : Situation 1



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase provisoire 2

Nom de la situation : Situation 1 (1)

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,000

Abscisse émergence limite aval : 25,768

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 25,802; Y= 498,000

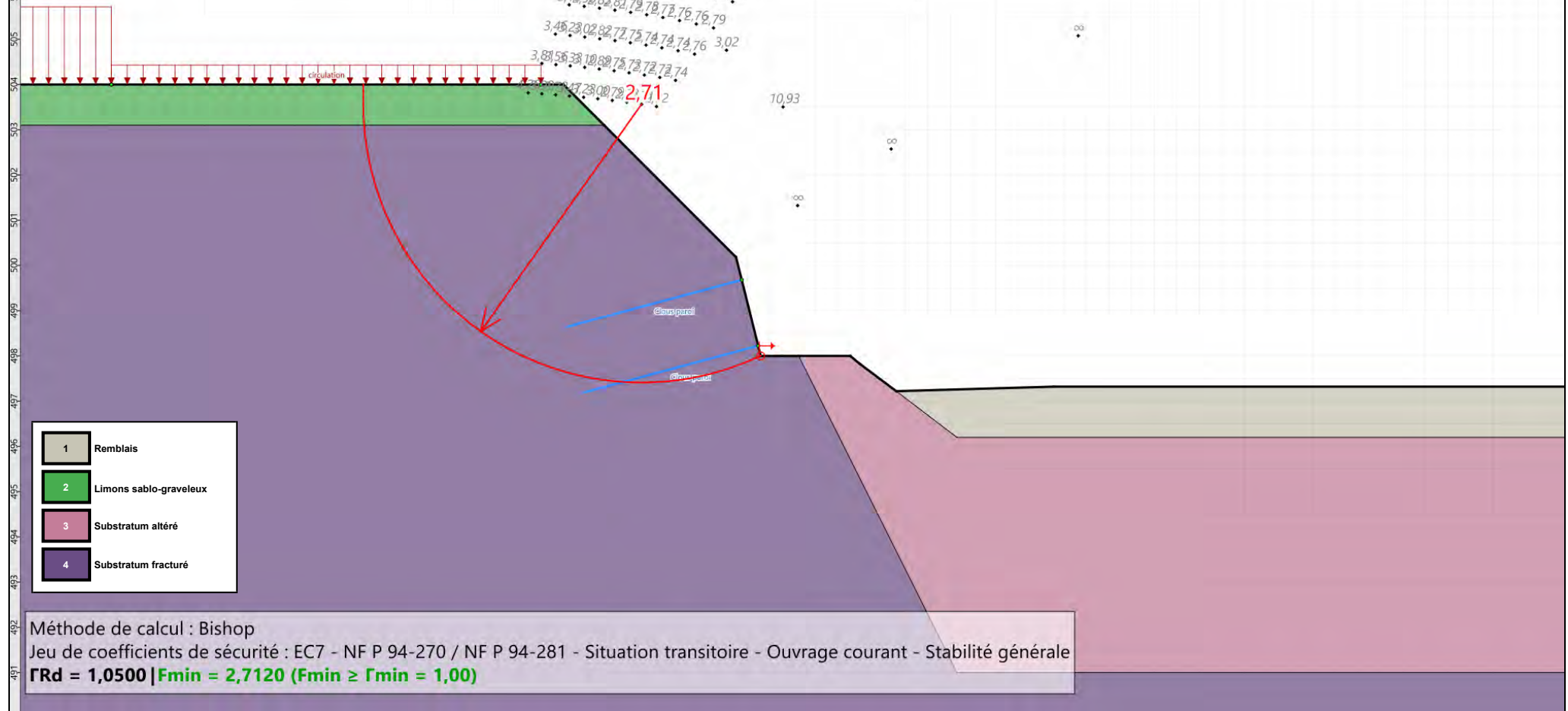
Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase provisoire 2 / Situation : Situation 1 (1)



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase provisoire 3

Nom de la situation : Situation 1

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 23,000

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 26,277; Y= 496,100

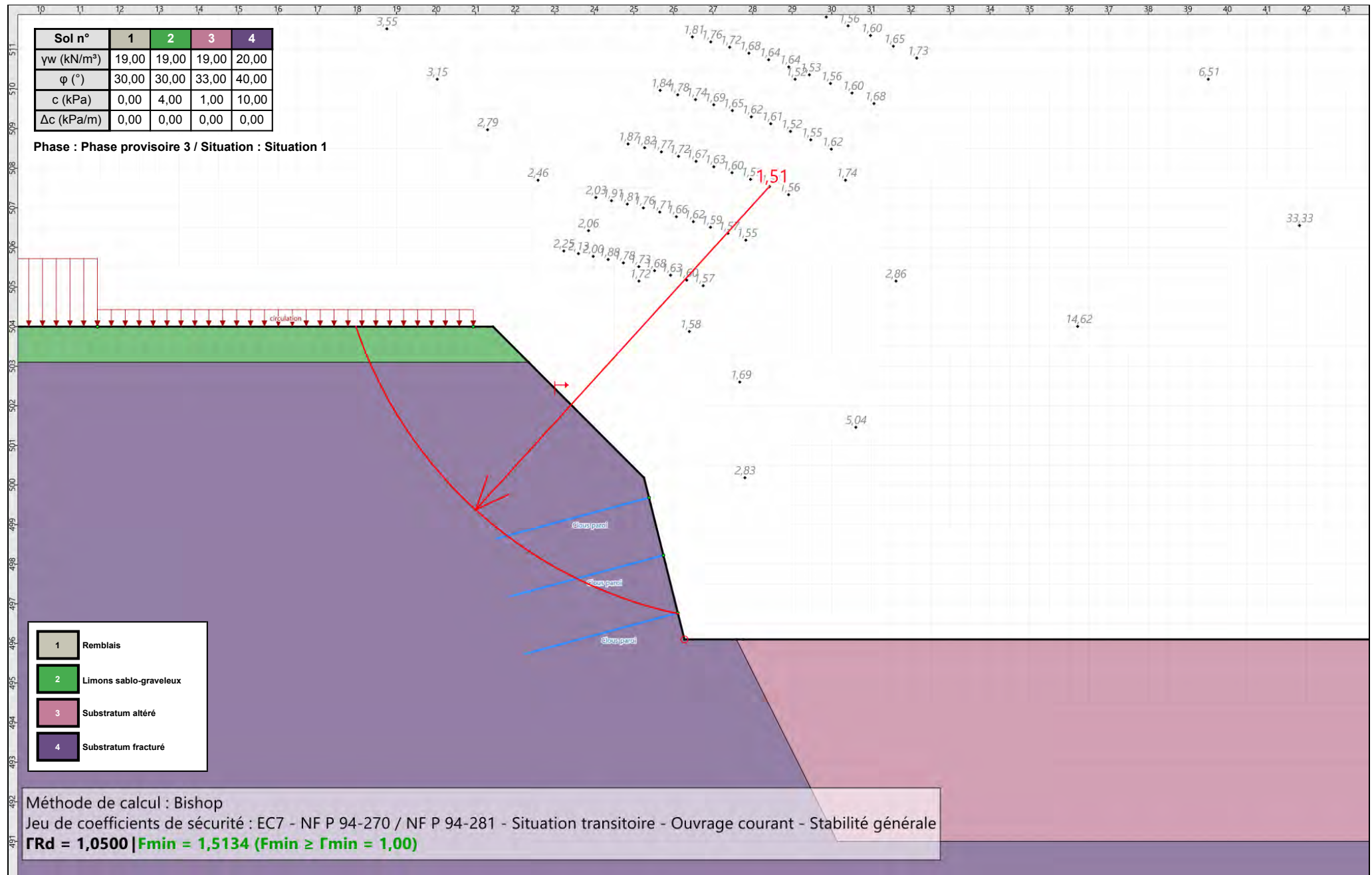
Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase provisoire 3 / Situation : Situation 1



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase provisoire 3

Nom de la situation : Situation 1 (1)

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 26,163

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 26,277; Y= 496,100

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 5

Nom de la situation : Situation 1

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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	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 : 23,500

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 26,027; Y= 497,100

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

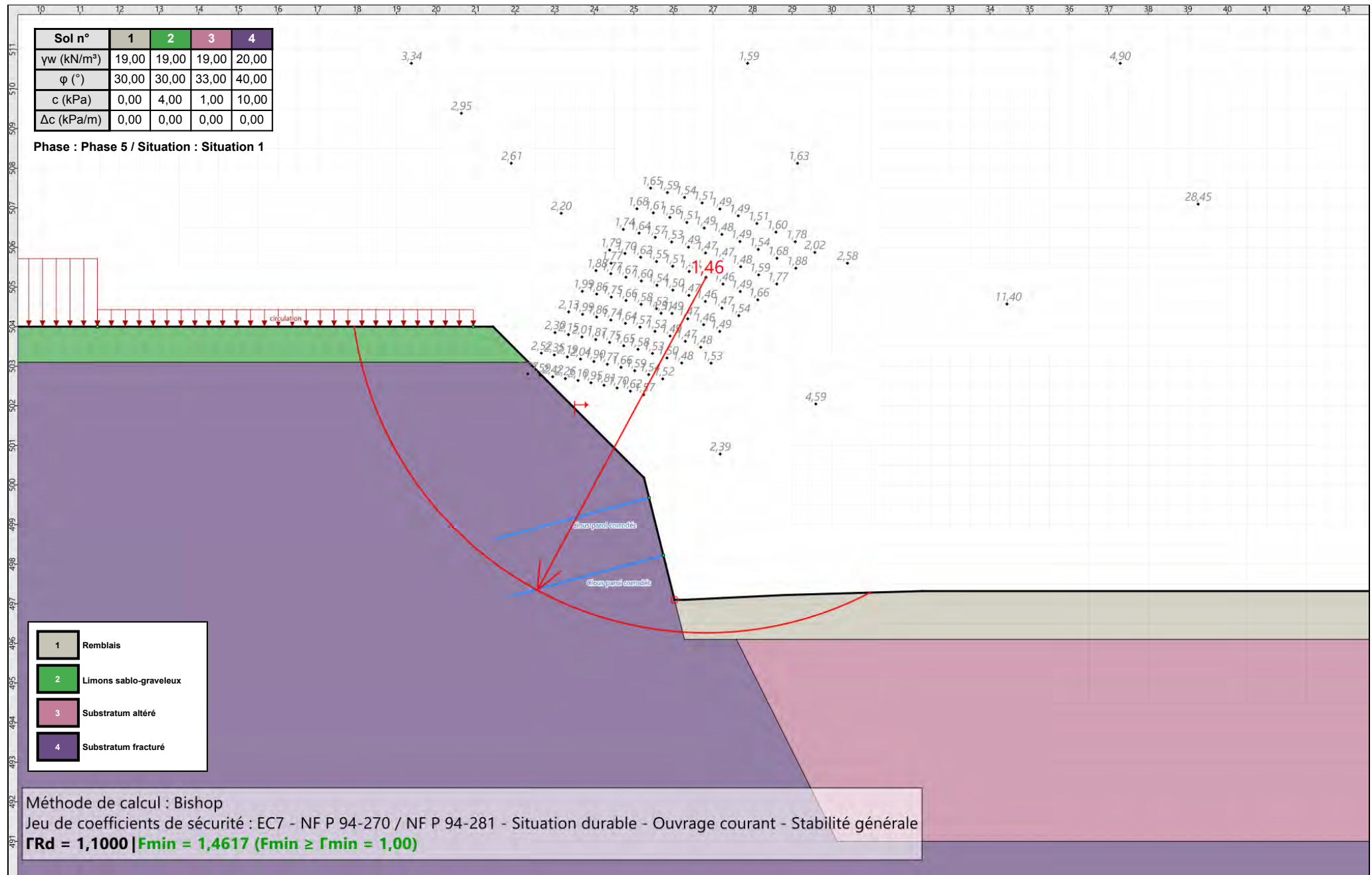


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:03:28
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : Profil 13

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 5 / Situation : Situation 1



Données de la situation 3

Nom de la phase : Phase 5

Nom de la situation : Situation sismique

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 sismique - 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	$\Gamma_{tan\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,700	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,050	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

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 : 23,613

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 26,027; Y= 497,100

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,043

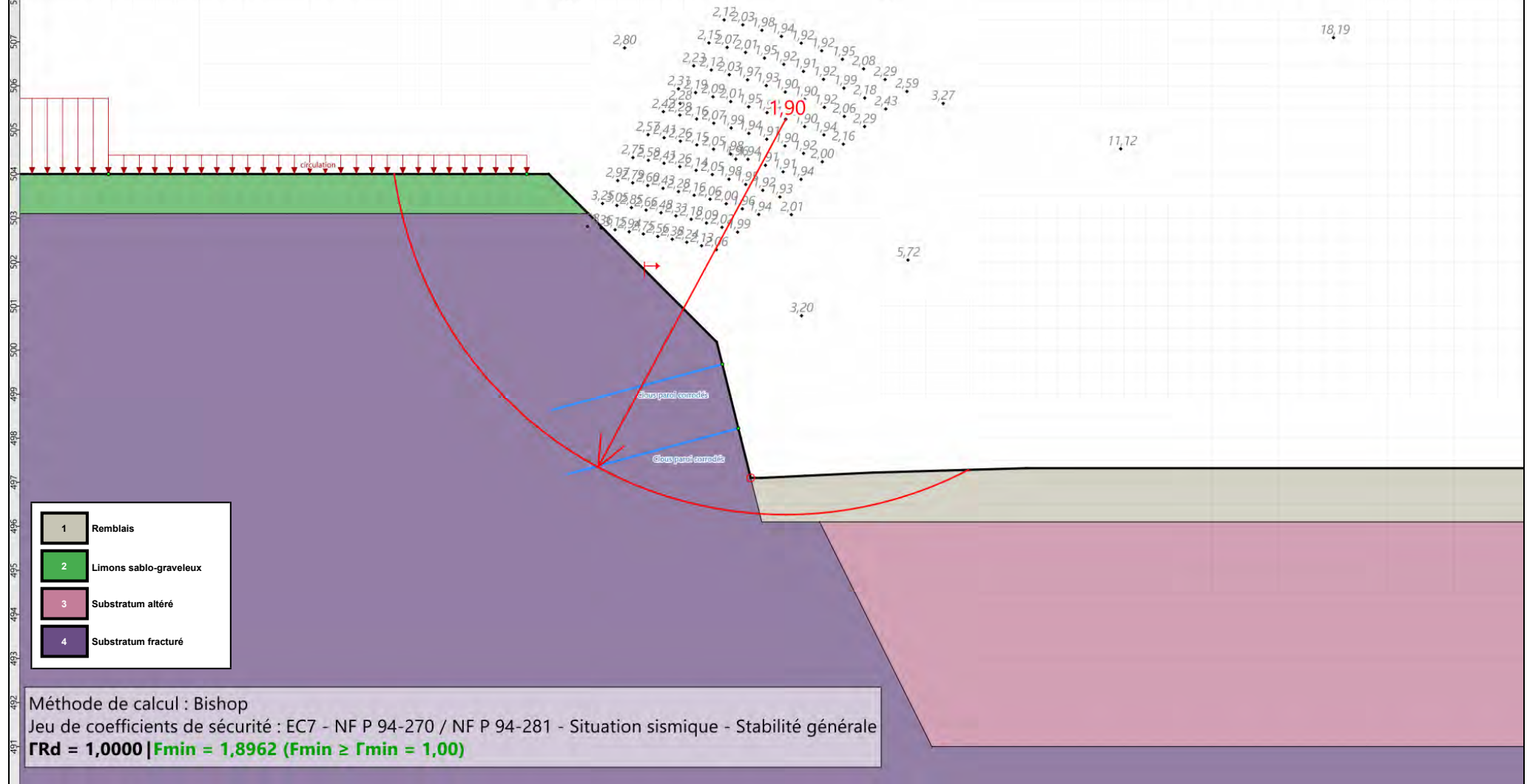
Coefficient kv (accélération verticale) : 0,021

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Oui

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	19,00	20,00
ϕ (°)	30,00	30,00	33,00	40,00
c (kPa)	0,00	4,00	1,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 5 / Situation : Situation sismique



Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase provisoire 1

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 1445; X0= 28,41; Y0= 508,95; R= 9,70

N°= 1445; X0= 28,41; Y0= 508,95; R= 9,70

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase provisoire 1

Nom de la situation : Situation 1 (1)

Surface critique : N°= 103; X0= 22,07; Y0= 506,47; R= 7,73

N°= 103; X0= 22,07; Y0= 506,47; R= 7,73

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	0,380	25,939	2	1	0,000	0	5

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase provisoire 2

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 1225; X0= 25,77; Y0= 505,96; R= 7,75

N°= 1225; X0= 25,77; Y0= 505,96; R= 7,75

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	1,044	71,382	2	1	0,000	0	5
2	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase provisoire 2

Nom de la situation : Situation 1 (1)

Surface critique : N°= 111; X0= 23,17; Y0= 503,56; R= 6,15

N°= 111; X0= 23,17; Y0= 503,56; R= 6,15

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0
2	Clous paroi	0,911	62,267	2	1	0,000	0	5

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase provisoire 3

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 884; X0= 28,42; Y0= 507,54; R= 11,03

N°= 884; X0= 28,42; Y0= 507,54; R= 11,03

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	0,287	19,582	2	1	0,000	0	5
2	Clous paroi	1,732	118,379	2	1	0,000	0	5
3	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase provisoire 3

Nom de la situation : Situation 1 (1)

Surface critique : N°= 946; X0= 27,66; Y0= 504,77; R= 9,57

N°= 946; X0= 27,66; Y0= 504,77; R= 9,57

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0
2	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0
3	Clous paroi	1,404	95,970	2	1	0,000	0	5

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase 5

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 1133; X0= 26,82; Y0= 505,24; R= 8,98

N°= 1133; X0= 26,82; Y0= 505,24; R= 8,98

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi corrodés	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0
2	Clous paroi corrodés	0,665	45,457	2	1	0,000	0	5

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase 5

Nom de la situation : Situation sismique

Surface critique : N°= 1133; X0= 26,82; Y0= 505,24; R= 8,98

N°= 1133; X0= 26,82; Y0= 505,24; R= 8,98

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi corrodés	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0
2	Clous paroi corrodés	0,665	49,468	2	1	0,000	0	5

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : PR.RAGT.25.0400

Titre du calcul : A72-Ech14-talus voie d'insertion

Lieu : N/A

Commentaires : SC3-SP5H

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	505,900	2	30,000	505,900	3	30,850	505,800	4	31,250	505,500	5	34,110	501,330	6	34,950	499,300
7	35,280	498,900	8	36,100	498,200	9	37,380	497,550	10	38,400	496,900	11	39,200	496,700	12	42,580	496,800
13	70,000	496,800	14	30,000	503,500	15	0,000	503,500	17	0,000	502,600	18	30,000	502,600	20	32,622	503,500
21	33,239	502,600	22	39,200	495,400	23	70,000	495,400	25	37,000	495,660	26	42,580	495,800	27	70,000	495,800
28	37,000	497,743	29	39,034	495,711	30	37,000	496,600	31	38,531	496,655	33	36,404	498,046	36	36,540	497,500
39	36,765	496,600	42	36,590	497,300	43	37,000	497,300	44	37,772	497,300						

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	4	5	6	6	6	7	7	7	7	8	10	10	11
11	11	12	12	12	13	13	15	14	14	14	20	15	20	4	18	17	18	19	18	21	
20	21	20	21	21	5	23	22	23	26	28	9	28	25	29	30	29	22	31	29	26	
32	26	27	34	25	30	35	30	31	36	31	29	37	31	10	38	31	12	40	33	28	
41	33	8	44	36	33	48	39	25	49	39	30	51	42	39	52	42	36	53	42	43	
54	43	28	55	43	30	56	43	44	57	44	9	58	44	10							

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Limons sablo-graveleux		19,0	30,00	4,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Substratum altéré		19,0	33,00	1,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Substratum fracturé		20,0	40,00	20,0	0,0	447,2	-	-	Non	Non	Non
4	Grave sablo-limoneuse		19,0	33,00	0,0	0,0	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	Limons sablo-graveleux		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	Substratum altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	Substratum fracturé		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	Grave sablo-limoneuse		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Circulation amont	0,000	505,900	10,0	29,000	505,900	10,0	90,00

Clous

	Nom	X	Y	Espacement horizontal	Inclinaison/horizontale	Largeur base de diffusion	Angle de diffusion	RNcal	Longueur	Rqs
1	Clous paroi	36,540	497,500	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
2	Clous paroi	36,783	496,530	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
3	Clous paroi corrodés	36,540	497,500	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-
4	Clous paroi corrodés	36,783	496,530	2,000	15,00	1,000	10,00	-	4,000	-

Clous (cont.)

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

Clous (cont.) (1/2)

	Nom	Angle critique	Traction	Cisaillement	qsclou issu de	θbarre	σa	Valeur de Ra imposée	Rqs calculé à partir de qsclou
1	Clous paroi	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:41:24
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : A72-Ech14-talus voie d'insertion

Données du projet

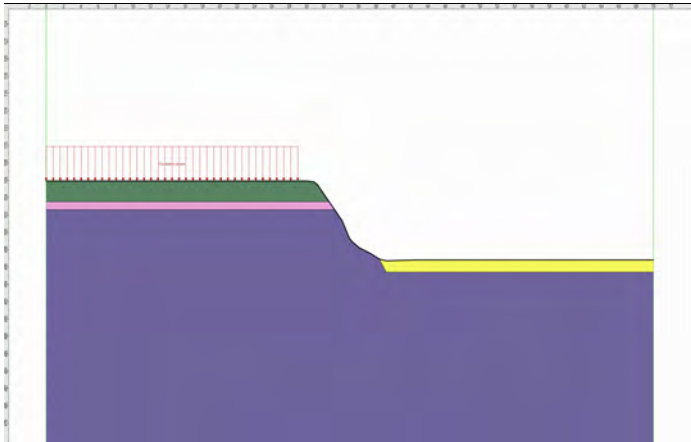
Clous (cont.) (2/2)

	Nom	Angle critique	Traction	Cisaillement	qsclou issu de	θbarre	σa	Valeur de Ra imposée	Rqs calculé à partir de qsclou
2	Clous paroi	-	Externe	-	Abaques	0,032	5,00E05	Non	Oui
3	Clous paroi corrodés	-	Externe	-	Abaques	0,029	5,00E05	Non	Oui
4	Clous paroi corrodés	-	Externe	-	Abaques	0,029	5,00E05	Non	Oui

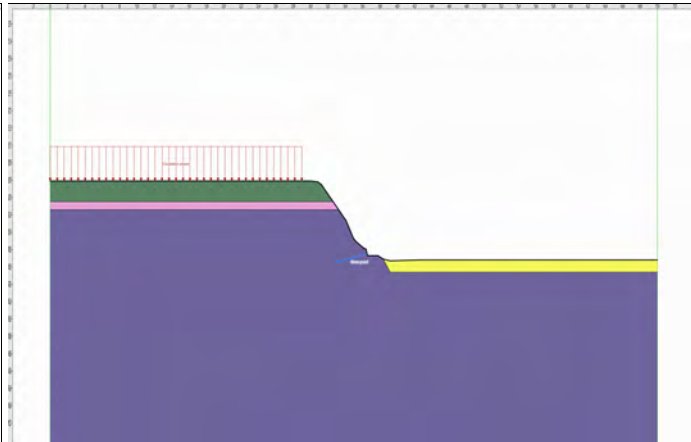
Clous (cont.)

	Nom	Résistance au cisaillement variable le long du clou	Matériau du clou
1	Clous paroi	Non	-
2	Clous paroi	Non	-
3	Clous paroi corrodés	Non	-
4	Clous paroi corrodés	Non	-

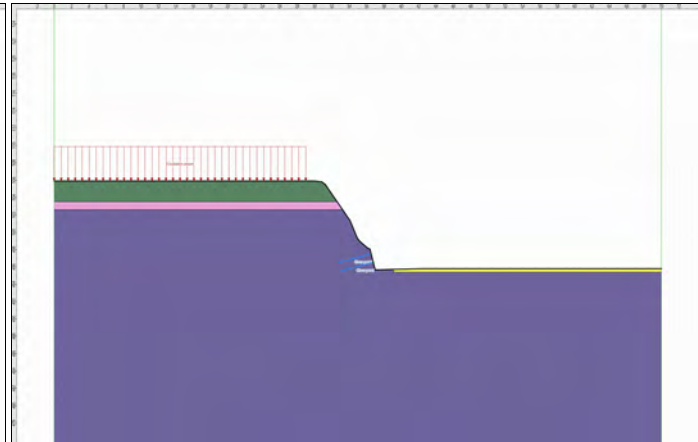
Schéma de phasage



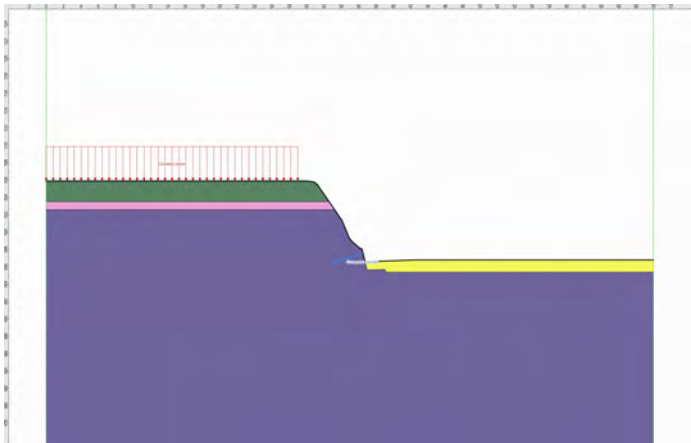
Phase 1: Existant



Phase 2: Provisoire lit 1



Phase 3: Provisoire lit 2



Phase 4: Phase 3

Données de la situation 1

Nom de la phase : Existant

Nom de la situation : Existant - unitaire

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 : 33,672

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 38,400; Y= 496,900

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

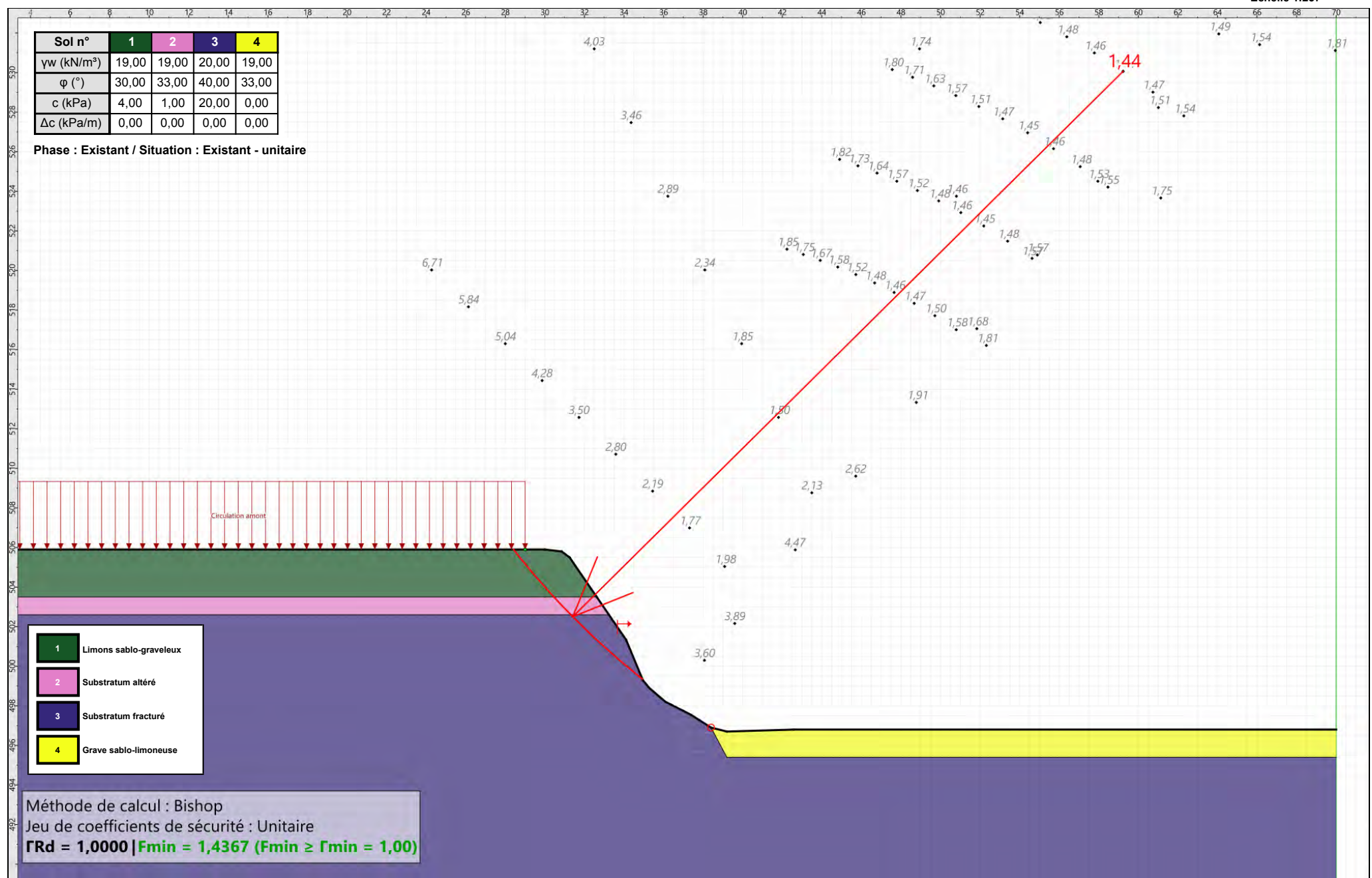


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:41:24
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : A72-Ech14-talus voie d'insertion

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	20,00	19,00
ϕ (°)	30,00	33,00	40,00	33,00
c (kPa)	4,00	1,00	20,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Existant / Situation : Existant - unitaire



Données de la situation 1

Nom de la phase : Provisoire lit 1

Nom de la situation : Situation 1

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 36,100

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 36,590; Y= 497,300

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

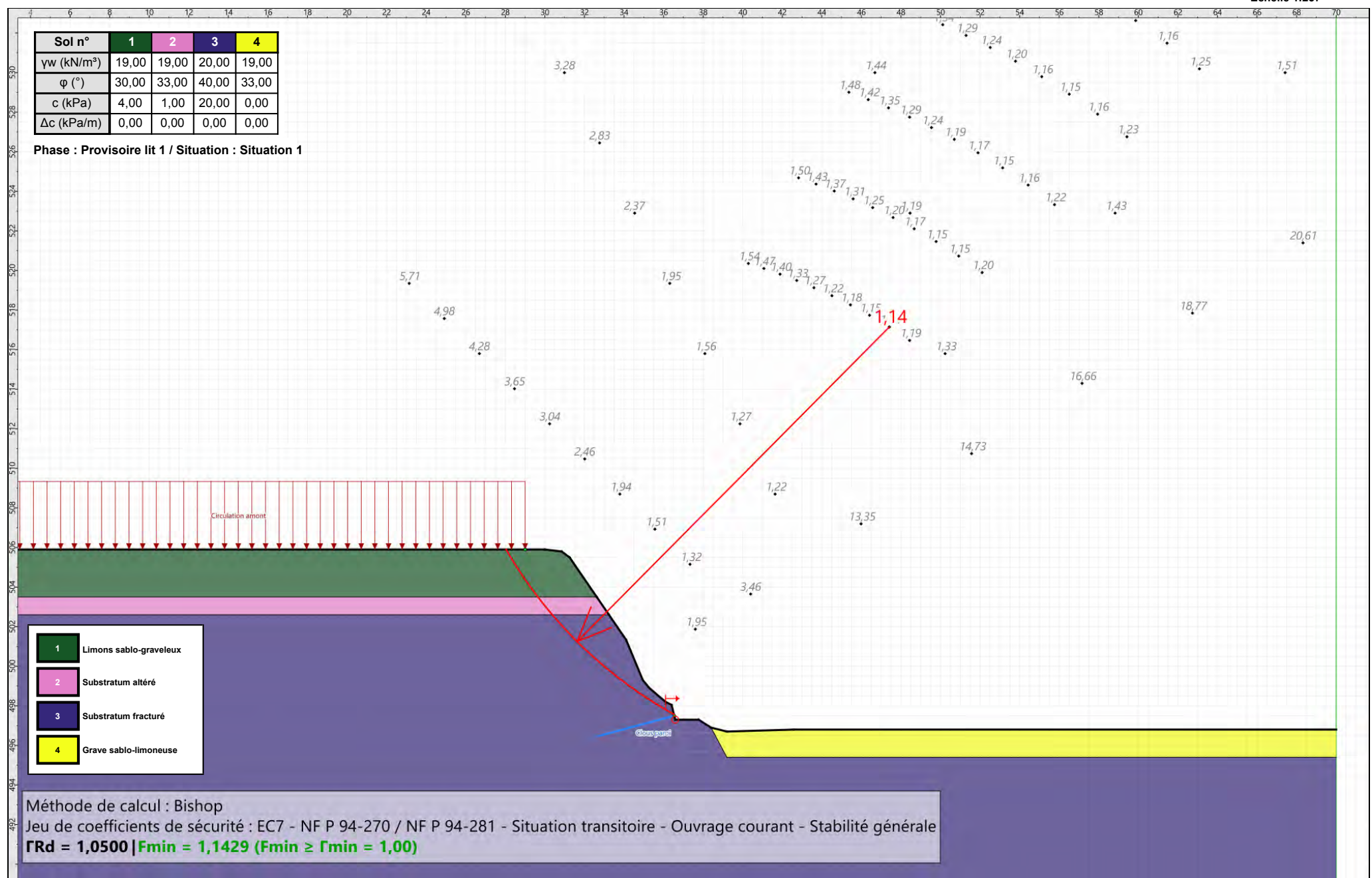


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:41:24
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : A72-Ech14-talus voie d'insertion

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	20,00	19,00
ϕ (°)	30,00	33,00	40,00	33,00
c (kPa)	4,00	1,00	20,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Provisoire lit 1 / Situation : Situation 1



Données de la situation 1

Nom de la phase : Provisoire lit 2

Nom de la situation : Situation 1

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 transitoire - 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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

Détermination de Γ_{Rd} : Automatique

Γ_{Rd} : 1.05

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 36,100

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 37,000; Y= 495,660

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

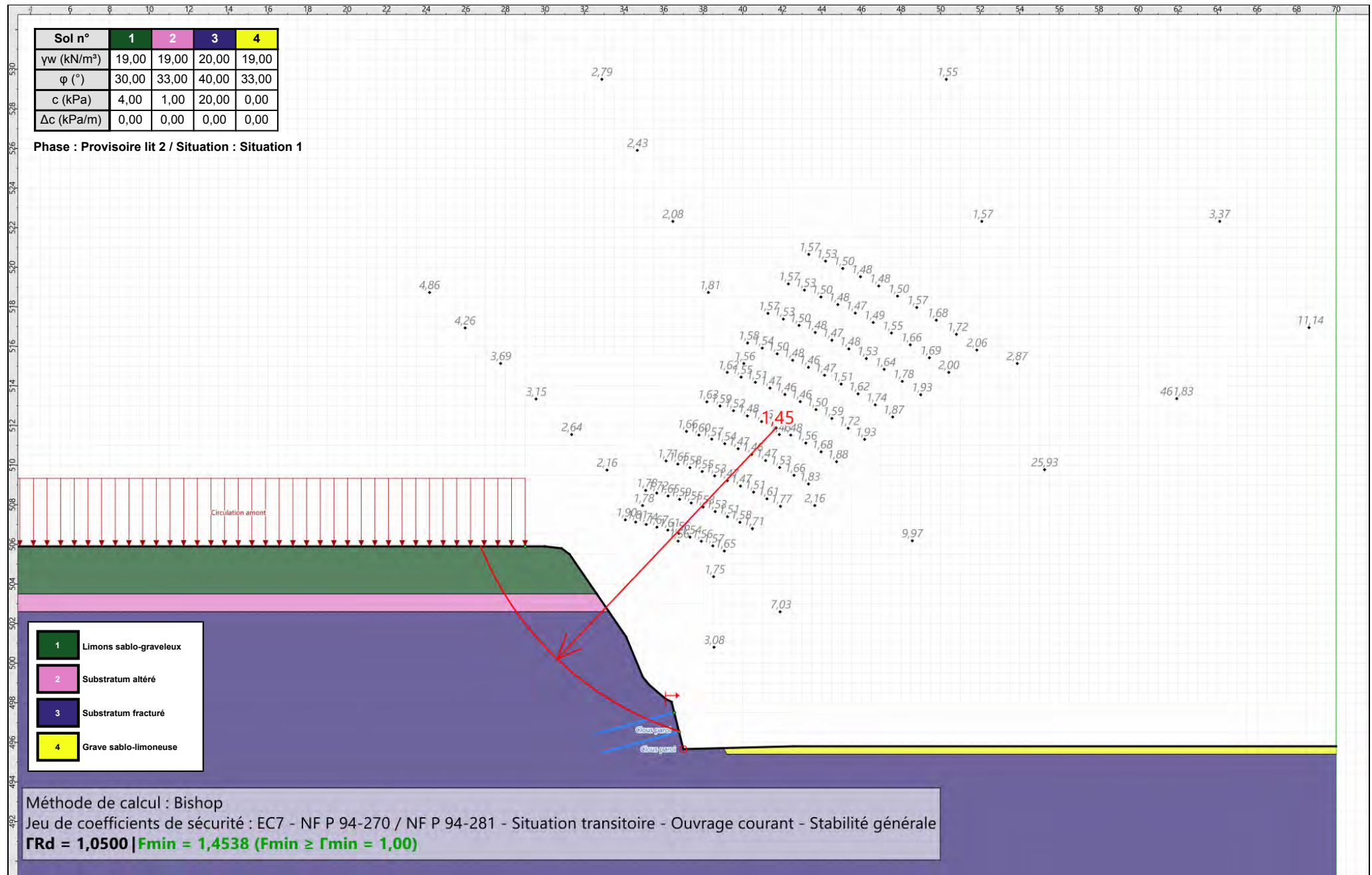


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:41:24
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : A72-Ech14-talus voie d'insertion

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	20,00	19,00
ϕ (°)	30,00	33,00	40,00	33,00
c (kPa)	4,00	1,00	20,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Provisoire lit 2 / Situation : Situation 1



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Projet

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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	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 : 35,500

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 36,765; Y= 496,600

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

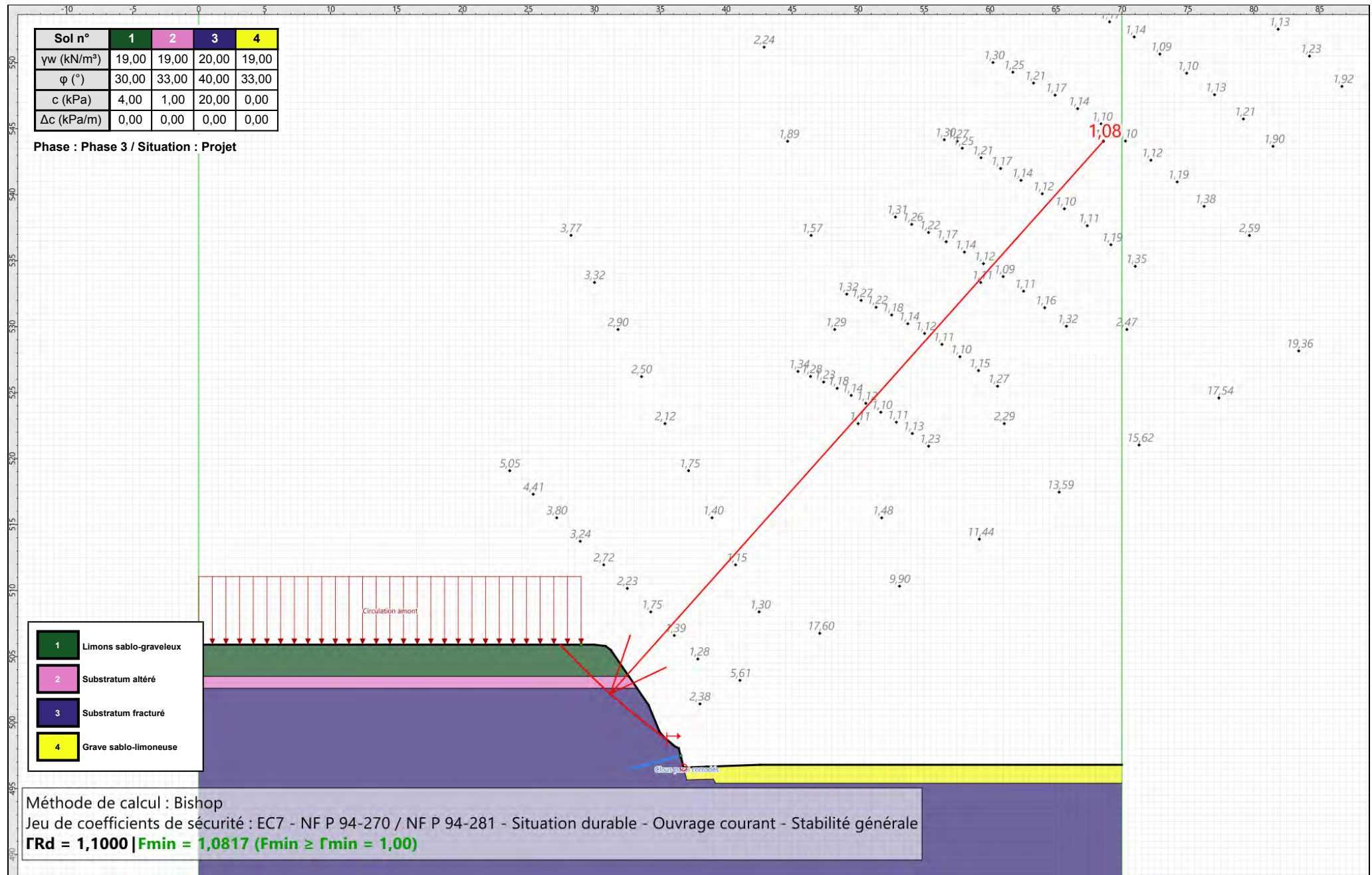


Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:41:25
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : A72-Ech14-talus voie d'insertion

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	19,00	19,00	20,00	19,00
ϕ (°)	30,00	33,00	40,00	33,00
c (kPa)	4,00	1,00	20,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 3 / Situation : Projet



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Projet (1)

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	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	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 : 0,000

Abscisse émergence limite aval : 35,500

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 36,765; Y= 496,600

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:41:25
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : A72-Ech14-talus voie d'insertion

1	Limons sablo-graveleux
2	Substratum altéré
3	Substratum fracturé
4	Grave sablo-limoneuse

$$\Gamma_{Rd} = 1,1000 \mid F_{min} = 1,3945 \text{ (} F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00 \text{)}$$


Page 14/23

Données de la situation 3

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Situation sismique

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 sismique - 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	$\Gamma_{tan\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,700	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,050	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,250	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,250	-	-

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 : 36,100

Type de recherche : Point de passage de base

Point de passage de base : X= 37,000; Y= 496,600

Écarter les surfaces de peau : Non

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,043

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,021

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Oui

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non



Talren v6
v6.2.19

Imprimé le : 3 mars 2026 18:41:25
Calcul réalisé par : FONDASOL
Projet : A72-Ech14-talus voie d'insertion

1	Limons sablo-graveleux
2	Substratum altéré
3	Substratum fracturé
4	Grave sablo-limoneuse

$$\Gamma_{Rd} = 1,0000 \mid F_{min} = 1,4083 \text{ (} F_{min} \geq \Gamma_{min} = 1,00 \text{)}$$


Page 16/23

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Provisoire lit 1

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 760; X0= 47,41; Y0= 517,14; R= 22,40

N°= 760; X0= 47,41; Y0= 517,14; R= 22,40

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Provisoire lit 2

Nom de la situation : Situation 1

Surface critique : N°= 1154; X0= 41,68; Y0= 511,88; R= 16,08

N°= 1154; X0= 41,68; Y0= 511,88; R= 16,08

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi	2,652	181,231	2	1	0,000	0	5
2	Clous paroi	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Projet

Surface critique : N°= 169; X0= 68,60; Y0= 544,05; R= 56,13

N°= 169; X0= 68,60; Y0= 544,05; R= 56,13

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi corrodés	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Projet (1)

Surface critique : N°= 132; X0= 43,99; Y0= 514,95; R= 19,72

N°= 132; X0= 43,99; Y0= 514,95; R= 19,72

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi corrodés	2,832	193,528	2	1	0,000	0	5

Résultats détaillés par renforcement

Efforts dans les renforcements

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Situation sismique

Surface critique : N°= 883; X0= 47,48; Y0= 517,08; R= 22,40

N°= 883; X0= 47,48; Y0= 517,08; R= 22,40

	Nom	LU	RNcal	ITR	IPTR	Rc	ICIS	IPCI
1	Clous paroi corrodés	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0

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 white, curved band. The middle section of the sphere is a transparent, curved band that reveals a collage of images: a modern glass skyscraper, a lush green building with a vertical garden, and an aerial view of a city with orange location pins. The word "fondasol" is written in orange lowercase letters across the white band.

fondasol

www.groupefondasol.com