République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العمومية

فرنسـيس جانســون

École Nationale Supérieure des Travaux Publics

Francis Jeanson

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de Base

Thème

Etude de stabilité d'un grand remblai au niveau de la pénétrante autoroutière de Béjaia du PK37+800 au PK38+300

Présenté par :

Boulkaria Narimane

Encadré par :

Mr Haddi Idir

Mr Hamadi Kamel

Promotion 2022/2023

© ENSTP-FJ - Garidi – Vieux Kouba

Remerciement :

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude envers les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce projet. Tout d'abord, je souhaite remercier chaleureusement l'ingénieur responsable des terrassements, M. BENAISSA Abou Sofiane, pour avoir proposé le thème de ce mémoire, pour ses conseils éclairés et pertinents, ainsi que pour sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce travail.

J'aimerais également exprimer ma reconnaissance envers M. SAIDANI Yanis et M. AREZKI Salem pour leur encadrement dans la partie étude de cas de ce mémoire, ainsi que pour tous leurs conseils et orientations.

Je souhaite exprimer ma gratitude envers le Pr. BOUAFIA Ali, Mme CHABOUR Saida et M. BOUKACEM Yacine pour leur collaboration fructueuse dans la réussite de mon travail, en répondant à toutes mes questions et en apportant leur expertise.

Enfin, je suis reconnaissant envers toutes les personnes qui ont apporté leur contribution à ce projet et je suis fier de partager mes résultats avec vous. Votre soutien et votre collaboration ont été inestimables pour la réalisation de ce travail.

Résumé

Le mémoire présenté porte sur l'étude de stabilité d'un grand remblai au niveau de la pénétrante autoroutière de Bejaïa. L'objectif principal de l'étude est d'assurer la sécurité et la fiabilité de la structure, en identifiant les modifications ou renforcements nécessaires pour améliorer sa stabilité. Le mémoire est divisé en deux parties :

La première partie est consacrée aux généralités et aux aspects théoriques de l'étude des remblais.

La deuxième partie est axée sur l'étude de cas d'un grand remblai en utilisons le logiciel **Géo5** pour l'analyse de la stabilité.

Mots clés : stabilité - remblai - modélisation numérique

ملخص

العمل المقدم يتعلق بدراسة ثبات ردم ترابي على مستوى طريق بجاية السريع. الهدف الرئيسي من الدراسة هو ضمان سلام ردم ، من خلال تحديد التعديلات أو التعزيزات اللازمة لتحسين استقراره. تنقسم الأطروحة إلى قسمين:

الجزء الأول مخصص للعموميات والجوانب النظرية لدراسة ردم ترابي .

لتحليل الاستقرار. GEO5يركز الجزء الثاني على دراسة حالة ردم ترابي كبير باستخدام برنامج

كلمات مفاتيح: استقرار - ردم ترابي - النمذجة العناصر

ABSTRACT

The presented thesis focuses on the stability study of a large embankment located on the Bejaïa highway. The main objective of the study is to ensure the safety and reliability of the structure, by identifying the modifications or reinforcements needed to improve its stability. The thesis is divided into two parts:

The first part is dedicated to the generalities and theoretical aspects of embankment studies.

The second part focuses on the case study of a large embankment, using the Géo5 software for stability analysis.

Key words: stability - embankment - numerical modeling

Abréviations

ω	teneur en eau
W	poids des terres
e	indice des vides
WL	limite de liquidité
WP	limite de plasticité
IC	indice de consistance
I_{CBR}	indice CBR
Cc	indice de compressibilité
Cg	indice de gonflement
Cv	coefficient de consolidation
σvo	contrainte verticale due au poids des terres
σc	contrainte appliquer
γh	poids volumique humide
γs	poids volumique des grains solides
γd	poids volumique sec
φ	angle de frottement
c	cohésion
α	angle entre le centre de gravité de la tranche et le rayon perpendiculaire sur le sol support
Pl	pression limite
Ep	module pressiométrique
GSI	Geological Strength Index

Sommaire

Généralité sur l'instabilité des remblais 2

1.1 Introduction : 3

1.2 Les remblais routiers : 3

1.3 Les mécanismes de rupture des talus en remblai : 3

1.3.1 Le Poinçonnement 3

1.3.2 Les glissements 4

1.4 Les causes d'instabilités des talus en remblai : 6

1.5 Conclusion : 7

Recherche bibliographique sur les Techniques de stabilisation des grands remblais 8

2.1 Introduction 9

2.2 Technique de stabilisation 9

2.3 Drainage 9

2.3.1 Collecte et canalisation des eaux de surface 9

2.3.2 Massifs drainants 9

2.3.3 Drains subhorizontaux 10

2.4 Modification géométrique 10

2.4.1 Butée au pied 10

2.4.2 Reprofilage 10

2.5 Technique de confortement des talus en remblai 11

2.5.1 Géotextiles 11

2.5.2 Mur en terre armée 13

2.6 Conclusion 16

Présentation du projet 17

3.1 Introduction 18

3.2 Présentation du projet 18

3.3 Contexte géographique 19

3.4 Situation topologie et géomorphologie 19

3.5 Sismicité de la zone 19

3.6 Contexte géologique 20

3.7 Hydrologie et Hydrogéologie 21

3.8 Conclusion 21

Compagne géotechnique 22

4.1 Introduction 23

4.2 Programme géotechnique réalisé 23
4.3 Synthèse de la reconnaissance géotechnique du sol support 23
4.3.1 Synthèse et interprétation des essais in situ 23
4.3.2 Synthèse des essais au laboratoire 27
4.4 Caractérisation de la marne 30
4.4.1 Détermination des caractéristiques mécanique de la marne 30
4.5 Synthèse d'identification du remblai 31
4.6 Conclusion 32
Analyse du degré de stabilité 33
5.1 Introduction 34
5.2 Détermination du facteur de sécurité 34
5.3.1 Présentation du logiciel Geo5 35
5.3.2 Caractéristique du profil le plus défavorable 36
5.3.3 Analyse numérique du degré de stabilité 36
5.3.4 Interprétation des résultats : 39
5.4 Analyse du glissement par un calcul manuel 39
5.4.1 Rappel théorique de la méthode 39
5.4.2 Example de calcul 40
Stabilisation des remblais 44
6.1 Introduction 45
6.2 Choix de la méthode de renforcement 45
6.3 Stabilisation par reprofilage 49
6.4 Renforcement du remblai par géotextile 50
6.4.1 Section PK37+871-PK38+010 51
6.4.2 Section PK 38+010 - 38+050 56
6.5.1 Section PK 38+010 - 38+050 66
6.6 Devis quantitatif estimatifs 75
6.6.1 Devis quantitatif estimatif du remblai renforcé par géotextile 75
6.6.2 Devis quantitatif estimatif du remblai stabiliser par un mur en gabion 75
6.7 Analyse multicritère 75
6.8 Analyse multicritère 76
6.8.1 Solution 1 : remblai renforce par géotextile 76
6.8.2 Stabilisation par mur en gabion 76
6.9 Conclusion 77

Liste des figures

Figure 1 -1 exemple de remblai routier ---------- 3
Figure1 -2 schéma d'une rupture par poinçonnement ---------- 4
Figure 1 -3 schéma d'un glissement plan---------- 4
Figure 1 -4 schéma d'un glissement rotationnel---------- 5
Figure 1-5 schéma des différents position des cercles de rupture d'un glissement rotationnel simple ---------- 5
Figure 1-6 schéma d'un glissement rotationnel complexe ---------- 6
Figure2-1 schéma d'un massif drainant ---------- 9
Figure2 -2 schéma des drains subhorizontaux----------10
Figure2-3 butée au pied du remblai----------10
Figure2-4 type de reprofilage----------11
Figure2-5 remblai renforcée par géotextile----------11
Figure2-6 géotextile libre ----------12
Figure2-7 géotextile fixé----------12
Figure 2-8 système de renforcement des talus raide----------13
Figure 2-9 remblai renforce en géotextile et soutenue en mur de soutènement----------13
Figure 2 -10 schéma d'un mur en terre armée ----------14
Figure 2-11 schéma des différentes instabilités d'un mur en terre armée ----------15
Figure 2-12 gabions à double torsion Figure 2-13 gabions électro-soudes ----------15
Figure 2-14 mur en gabion----------16
Figure 3-1 tracé autoroutier concerne par l'étude ----------18
Figure 3-2 image stellite du tracé en plan de la zone d'étude----------18
Figure 3-3 route portée par les remblais ----------19
Figure3-4 carte de zonage sismique du nord d'Algérie----------20
Figure 3-5 contexte géologique de la wilaya de Bejaïa ----------21
Figure3-6 réseau hydrographique de la wilaya de Bejaïa----------21
Figure 4-1 répartition des sondage carottés le long du tracé----------24
Figure 4-2 échantillons récupéré des sondages----------25
Figure 4 -3 abaque de casagrande----------28
Figure 4-4 cohésion et angle de frottement apparent ----------31
Figure 5-1 efforts caractéristiques de la stabilité d'un talus----------35
Figure 5-2 fonctions et solutions propose par Geo5 ----------35
Tableau 5-3 caractéristique du remblai----------36
Tableau 5-4 caractéristique du sol support----------36
Figure 5 -5 analyse de la stabilité du terrain naturel (cas profil 2)----------36
Figure5-6 analyse de la stabilité du terrain après terrassement des rendons d'accrochage ----------37
Figure 5 -7 analyse de la stabilité après remblaiement cas de suppression de la surcharge ----------38
Figure 5-8 analyse de la stabilité après remblaiement cas d'inclusion de la surcharge----------38
Figure 5-9 schéma illustratif du découpage des tranches ----------40

Figure 6.1 analyse de la stabilité du profil 5 (cas permanant)----------47
Figure 6.2 analyse de la stabilité du profil 5 (cas sismique)----------48
Figure 6.3 facteur de sécurité du profil 2 après la stabilisation par géotextile----------49
Figure 6.4 facteur de sécurité du profil 2 après la stabilisation par géotextile----------50
Figure 6.5 facteur de sécurité du profil 2 après la stabilisation par géotextile (cas permanant)----------51
Figure 6.6 facteur de sécurité du profil 2 après stabilisation par géotextile (cas sismique)----------53
Figure 6.7 vérification de la stabilité au glissement de la base du remblai et au renversement du profil 2----------53
Figure 6.8 vérification de la perte d'adhérence géotextile/sol du profil 2----------53
Figure 6.9 facteur de sécurité du profil 3 après stabilisation cas permanant----------54
Figure 6.10 facteur de sécurité du profil 3 après stabilisation par géotextile cas sismique----------55
Figure 6.11 facteur de sécurité du profil 3 après stabilisation cas permanant----------56
Figure 6.12 facteur de sécurité du profil 3 après la stabilisation cas sismique----------56
Figure 6.13 vérification de la stabilité au renversement et au glissement de la base----------57
Figure 6.14 vérification de la perte d'adhérence géotextile / sol----------57
Figure 6.16facteur de sécurité du profil 4 après la stabilisation cas sismique----------59
Figure 6.17 facteur de sécurité du profil 4 après le renforcement en géotextile cas permanant----------60
Figure 6.18 facteur de sécurité du profil 4 après le renforcement par géotextile cas sismique----------60
Figure 6.19 vérification de la stabilité au renversement et au glissement de la base du mur renforce en géotextile---61
Figure 6.20 vérification de la perte d'adhérence géotextile / sol ----------61
Figure 6.21 facteur de sécurité du profil2 après la stabilisation par un mur en gabion (cas permanant)----------62
Figure 6.22 facteur de sécurité du profil 2 après soutènement par un mur en gabion (sismique)---------- 63

Figure 6.23 facteur de sécurité du profil 2 après la stabilisation par mur en gabion cas permanant---------- 64
Figure 6.24 facteur de sécurité du profil 2 après la stabilisation par mur en gabion cas sismique---------- 65
Figure 6.25 vérification du dimensionnement---------- 66
Figure 6.26 facteur de sécurité du profil 4 après soutènement par un mu en gabion (cas permanant)---------- 67
Figure 6.27 facteur de sécurité du profil 4 après soutènement par un mur en gabion (cas sismique) ----------67
Figure 6.28 facteur de sécurité du profil 4 après soutènement par un mur en gabion (cas permanant)---------- 68
Figure 6.29 facteur de sécurité du profil 4 après soutènement par un mur en gabion (cas sismique) ----------69
Figure 6.30 vérification du dimensionnement----------70

Liste des tableaux

Tableau 4-1 : synthèse des sondages carottés 24
Tableau 4-2 synthèse des puits de reconnaissance 26
Tableau 4-3 résultats obtenus de l'essai pressiométrique 26
Tableau 4-4 résultats d'essais pressiométrique 26
Tableau 4-5 catégories du site selon les résultats des essais in situ 27
Tableau 4-6 synthèse des essais physique 27
Tableau 4-7 synthèse des essais œdométrique 28
Tableau 4-8 synthèse de l'essai CBR et l'essai Proctor 29
Tableau 4-9 synthèse de l'essai de cisaillement 29
Tableau 4-10 synthèse des essais au bleu de méthylène 29
Tableau 4-11 classification selon le VBS (SETRA/LCPC) 29
Tableau 4-12 synthèse des essais de la teneur en carbonate de calcium 30
Tableau 4-13 qualitatif selon la teneur en carbonate de calcium 30
Tableau 4-14 données du levé géologique 30
Tableau 4-15 synthèse des caractéristiques obtenue par RS-Data 31
Tableau 4-16 synthèse de la classification GTR 32
Tableau 6-1 synthèse des résultats obtenue après le reprofilage 50
Tableau 6-2 caractéristiques géométriques du renforcement par géotextile 51
Tableau 6-3 caractéristiques géométriques du renforcement par géotextiles 56
Tableau 6-4 caractéristiques géométriques du renforcement par geotextile 61
Tableau 6-5 caractéristiques du gabion 66
Tableau 6-6 caractéristiques du soutènement de la première section 66
Tableau 6-7 caractéristiques du soutènement de la première section 71
Tableau 6-8 devis quantitatif estimatif du remblai renforce par géotextile 75
Tableau 6--9 devis quantitatif estimatif du remblai stabiliser par un mur en gabion **Error! Bookmark not defined.**

INTRODUCTION GENERALE

La réalisation des remblais pose des problèmes associés aux caractéristiques géologie, géotechnique et hydrologique du site, qui entraîne parfois des difficultés à assurer leur stabilité.

Notre travail de fin d'étude consiste à étudier la stabilité d'un grand remblai situé entre PK37+800 et PK 38+300 au niveau de la pénétrante autoroutière de Bejaia qui relie le port de Bejaia a l'autoroute est ouest sur 100km en utilisant les logiciels de calculs << Géo5 >> pour l'analyse de la stabilité des remblais et <<RS data>> pour définir certain caractéristiques des matériaux du sol support.

En effet, la construction de ce grand remblai nécessite le respect des conditions d'utilisation des matériaux et les requis de compactage des couches. En fin, une évaluation de la stabilité basés sur le calcul du facteur de sécurité qui doit généralement être supérieur à 1,5 dans les remblais routiers.

Un modèle est conçu pour les calculs de stabilité par le logiciel Geo5 dans lequel la surface topographique, les hypothèses hydrauliques, les différentes couches de sol et leurs caractéristiques sont définis.

L'objectif de ce travail est d'améliorer nos connaissances sur la problématique de stabilité des grands remblais. Pour ce faire, le présent mémoire est divisé en deux parties :

- La première partie aborde les généralités et une recherche bibliographique sur les aspects théoriques.
  Dans un premier temps, nous présentons des généralités sur les caractéristiques générales des remblais ainsi que les causes et les modes de déformation qui peuvent impacter leur stabilité. Ensuite, nous passons en revue les différentes méthodes de renforcement de ce type de structure.

- La deuxième partie porte sur l'étude de cas, commençant par la présentation du projet et des différentes caractéristiques de la zone d'étude.
  Ensuite, les résultats des essais de l'investigation géotechnique ont été synthétisés et interprétés selon les normes.
  Pour analyser la stabilité, des modèles ont été créés afin déterminer les sections nécessitant un renforcement.
  Enfin, après l'évaluation des facteurs de sécurité obtenue après le confortement des remblais, un devis et une analyse multicritère sur les différents critères favorable et défavorable des méthodes de renforcement afin de juger la solution adéquate pour notre cas d'étude. Ces mesures seront prises en compte afin de prendre les dispositions nécessaires et d'effectuer le renforcement requis.

Chapitre 1
Généralité sur l'instabilité des remblais

1.1 Introduction *:*

Le premier chapitre de ce document traite de manière générale l'instabilité des remblais. Plus spécifiquement, il présente les différents mécanismes de rupture des ouvrages en remblais, ainsi que les causes de ces phénomènes.

1.2 Les remblais routiers :

Un remblai routier est un ouvrage en terre qui provient de la mise en place de matériaux pour rehausser ou niveler le terrain naturel. Il peut également être utilisé pour améliorer la capacité portante du sol. Le choix des matériaux utilisés pour le remblai routier dépend de plusieurs facteurs tels les conditions climatiques, la possibilité de traitement du matériau, le matériel du compactage et la hauteur du remblai...etc.

Selon le GTR les remblais peuvent se diviser à 3 types selon leurs hauteurs :

- Les remblais de faible hauteur sont limités à 5m
- Les remblais de hauteur moyenne sont limités à 10 m
- Les remblais de grande hauteur dépassent 10 m.



Figure 1 -1 exemple de remblai routier

1.3 Les mécanismes de rupture des talus en remblai :

Le mécanisme de rupture d'un remblai routier se réfère à la façon dont le remblai peut s'effondrer ou perdre sa stabilité en raison de différents facteurs. Parmi les mécanismes de rupture couramment observés, on retrouve :

- Le poinçonnement
- Les glissements

1.3.1 Le Poinçonnement

C'est lorsqu'un remblai pénètre le sol de support, il peut entraîner un affaissement ou un enfoncement à un point spécifique, provoquant un soulèvement du terrain naturel de part et d'autre et entraînant une déformation permanente. Ce phénomène est fréquemment observé lors de la construction d'un remblai sur un sol compressible.

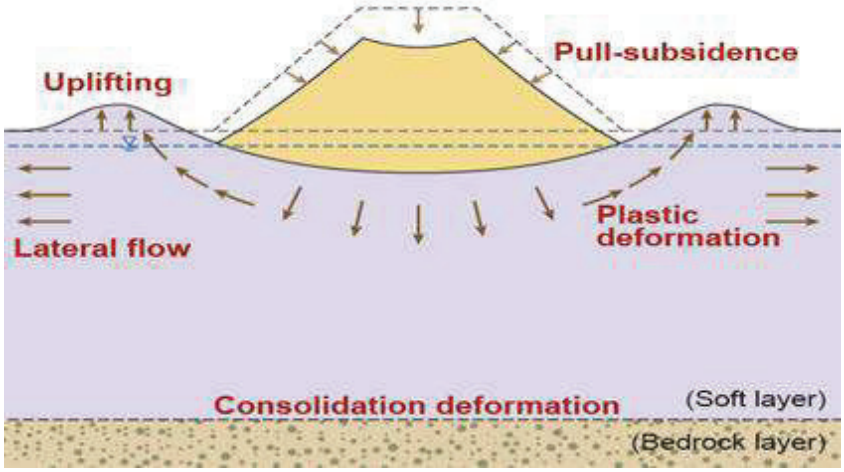


Figure1 -2 schéma d'une rupture par poinçonnement

1.3.2 Les glissements

Un glissement de terrain se réfère au déplacement de terrains meubles ou rocheux le long d'une surface de rupture ceci peu affectée :

- La stabilité interne : cas de glissements superficiels. Se limitent au corps du remblai.
- La stabilité générale : cas d'un glissements profonds pouvant impliquer, parfois, le remblai et une grande masse du terrain naturel.

Le type de glissement (rotationnel, plan ou complexe) dépend de plusieurs facteurs, tels que le nombre de couches impliquées, leur inclinaison (pendage) par rapport à l'horizontale et les propriétés de ces couches.

1.3.2.1 Les glissements plans

Les glissements plans se produisent lorsqu'il y a un cisaillement et une translation le long d'un plan incliné, plus ou moins régulier. La masse de sol en mouvement se comporte comme une entité solide, avec des déformations minimes et limitées à la surface de rupture. Ce type de rupture se produit lorsque le massif est bi- couches ayant des caractéristiques physico-chimiques et mécaniques très différentes, ou lorsque la longueur de la surface de glissement potentielle est considérable par rapport à l'épaisseur du terrain.

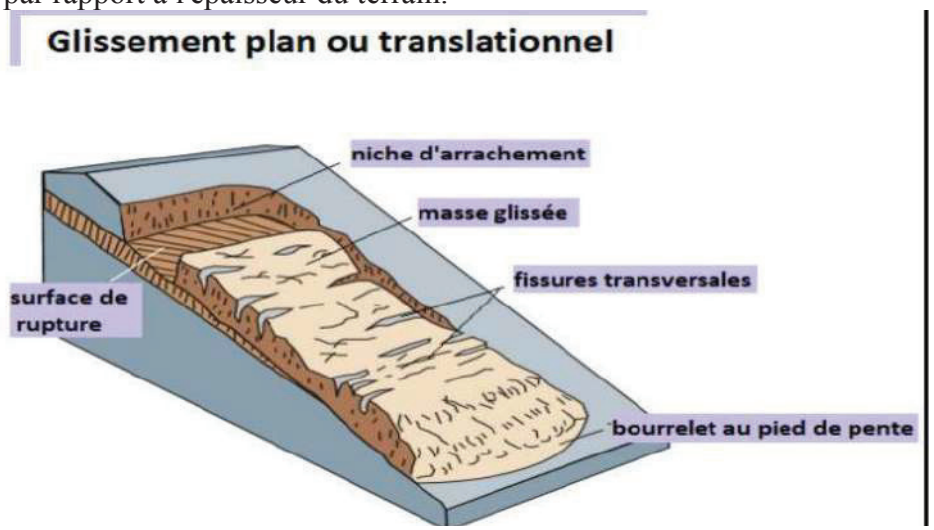


Figure 1 -3 schéma d'un glissement plan

1.3.2.2 Les glissements rotationnels

Le glissement rotationnel se caractérise par une surface de rupture de forme circulaire, qui peut s'étendre jusqu'à plusieurs mètres de profondeur. On distingue deux types de glissement rotationnel :

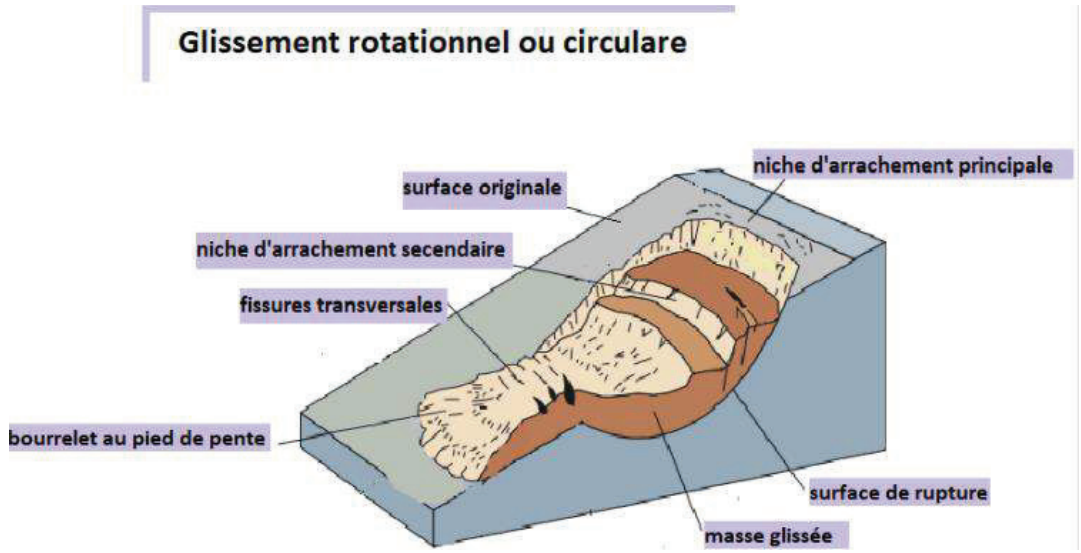


Figure 1 -4 schéma d'un glissement rotationnel

- **Les glissements rotationnels simples** se traduisent par un basculement de la masse le long d'une surface (glissements superficiels) ou en profondeur (glissements profonds) dans un milieu homogène et isotrope. [6]

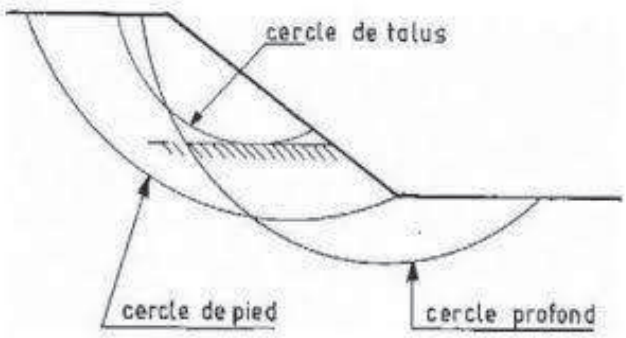


Figure 1-5 schéma des différents position des cercles de rupture d'un glissement rotationnel simple

- **Les glissements rotationnels complexes** : Ces types de glissements sont résultat de l'assemblage de plusieurs glissements rotationnels simples qui s'emboîtent les uns dans les autres, formant une surface de rupture globale qui n'est pas de forme circulaire. On les appelle des glissements en escalier, des glissements épicycloïdaux ou des glissements régressifs. Ces glissements se produisent souvent dans des environnements hétérogènes et anisotropes.

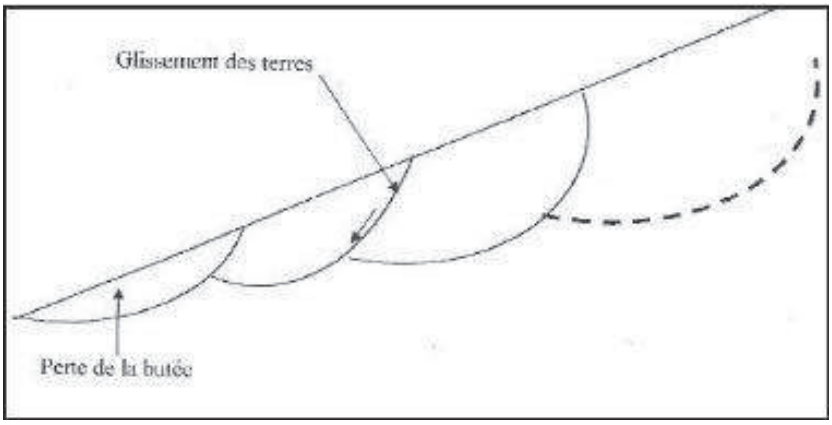


Figure 1-6 schéma d'un glissement rotationnel complexe

1.4 Les causes d'instabilités des talus en remblai :

D'après R.E. MAYER (2003), l'instabilité se matérialise lorsque les contraintes de cisaillement (poids des matériaux et pression d'eau interstitielle) sont supérieures à la résistance au cisaillement (cohésion et frottement) propres aux matériaux.

Par ailleurs, Les ruptures de talus et de remblais routiers ne sont pas toujours causées par la morphologie et la structure géologique. Citons quelques causes fréquentes de rupture :

- **Géologiques** : Ces facteurs sont responsables d'instabilités permanentes et comprennent la lithologie, la stratigraphie de la roche (orientation et angle d'inclinaison), les discontinuités stratigraphiques et structurelles, ainsi que l'altération des roches.

- **La pente** : La gravité joue un rôle essentiel dans la formation des glissements de terrain.

- **Hydrologie** : La résistance d'un terrain au glissement dépend de sa sensibilité à l'eau, qui est directement liée à la composition des matériaux constituant le versant. Les mouvements de terrain se produisent principalement lorsque de grandes quantités d'eau pénètrent dans le sol sur une période prolongée. Les variations de la quantité d'eau affectent considérablement les propriétés mécaniques de ces matériaux. L'eau peut s'infiltrer dans le sol à travers les couches supérieures, par ruissellement le long des pentes ou par remontée capillaire.

- **Le contexte climatique** : Les facteurs climatiques qui peuvent influencer les glissements de terrain comprennent la pluviométrie annuelle totale, la répartition des précipitations annuelles, l'accumulation éventuelle de neige, la température moyenne et les tendances climatiques en évolution.

- **Activités humaines** : celles-ci peuvent exercer une forte influence sur la stabilité d'une pente (Construction d'infrastructures : augmente le poids qui repose sur la pente et, partant, la force de gravité).

- **La sismicité/vibrations** : dues à un séisme ou à des activités humaines (explosion, passage d'un train).

- **L'érosion des surfaces des talus :** les glissements de terrain sont causés par les conditions atmosphériques et l'impact du climat, notamment les précipitations intenses, les périodes de gel, ainsi que l'imprégnation et la dessiccation du sol.

- **Des erreurs de conception lors de l'élaboration des projets d'ouvrages en terre** : Dans le cas des fondations de remblais constitués de sols pulvérulents, des problèmes peuvent survenir lorsque ces remblais sont construits sur des argiles, des alluvions, des sols compressibles, des karsts ou des terrains sujets aux déformations causées par l'infiltration. Ces problèmes peuvent être aggravés en cas de mauvaise assainissement ou d'évaluation globale insuffisante de la sécurité des ouvrages, notamment en ce qui concerne la stabilité des talus, la capacité de charge limite et les tassements de l'assise et du corps de l'ouvrage.

- **L'exécution défectueuse** : Par exemple, l'utilisation de sols inappropriés pour la construction de remblais, un compactage insuffisant, une inclinaison excessive des talus, le choix de technologies de construction incompatibles et l'absence d'un système de drainage adéquat peuvent causer des problèmes.

- **Des négligences durant l'exploitation** : Une mauvaise exploitation et un manque d'entretien peuvent aggraver les dysfonctionnements survenant pendant la période de mise en service.

La plus grande partie des sols occasionnant des désordres importants se classe dans les familles suivantes :

- Sols fins tels que les argiles ;
- Sables et graves argileux ;
- Alluvions grossières argileuses ;
- Roches et matériaux évolutifs tels que craies, schistes, et marnes.

1.5 Conclusion :

Ce chapitre a traité des généralités sur l'instabilité des remblais, il synthétise et analyse les déformations et les différents mécanismes de rupture des ouvrages en remblais, ainsi que les causes de ces phénomènes et les différentes auscultations intégré dans ce type d'ouvrage afin de suivre des déformations qui peuvent l'affecter.

D'après ce que nous avons développé dans ce chapitre, nous peuvent constater que le poinçonnement et le tassement affecte spécifiquement les sol support compressible.

Ces notions nous permettant d'étudier convenablement la stabilité de notre remblai et de prendre les mesures nécessaires afin d'éviter l'instabilité de ce dernier.

Chapitre

2

Recherche bibliographique sur les Techniques de stabilisation des grands remblais

2.1 Introduction

Dans le cadre de ce chapitre, nous allons présenter les diverses méthodes de stabilisation utilisées pour assurer la sécurité et la durabilité des grands remblais.

2.2 Technique de stabilisation

D'une manière générale, les techniques de stabilisation d'un grand remblai peuvent être groupées en quatre groupes :

- Drainage.
- Modification géométrique.
- Confortement des talus en remblais.
- Protection superficielle des talus en remblais.
-

2.3 Drainage

Le drainage est souvent employé, seul ou en combinaison avec d'autres méthodes, pour assurer la stabilité de la pente, car il permet de réduire la pression interstitielle dans le sol, augmentant ainsi la résistance de cisaillement du sol et diminuant les forces motrices de la pression de l'eau dans les fissures. Les techniques de drainage les plus couramment utilisées comprennent

2.3.1 Collecte et canalisation des eaux de surface

L'objectif des dispositifs de collecte et canalisation des eaux (fossés, caniveaux) est de limiter les infiltrations des eaux de surface dans les ouvrages en terre.

2.3.2 Massifs drainants

Les massifs drainants sont des ouvrages en matériaux granulaires grossiers mis en place en parement de talus ; leur rôle est d'annuler la pression interstitielle dans la portion correspondante de terrain et ils apportent également un gain de stabilité et prévient les glissements de terrain, les érosions, les inondations et autres problèmes liés à l'humidité.

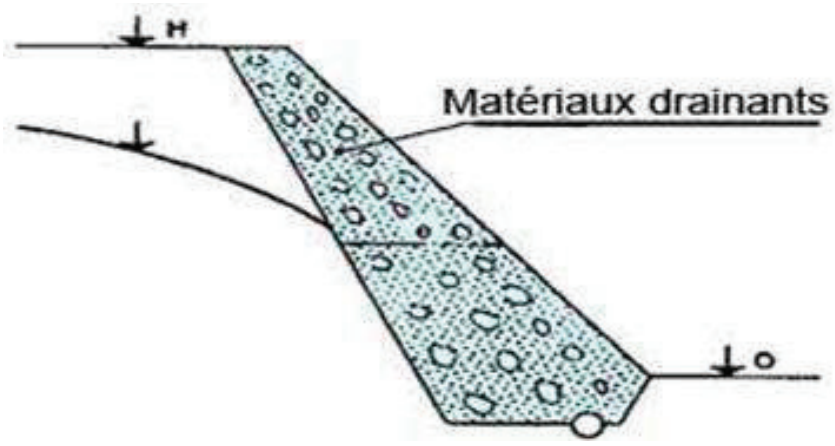


Figure2-1 schéma d'un massif drainant

2.3.3 Drains subhorizontaux

La mise en place de drains subhorizontaux peut contribuer à réduire les pressions interstitielles et à évacuer l'eau présente dans les aquifères locaux. Cette méthode implique la réalisation de plusieurs forages avec une faible inclinaison horizontale (2 à 5 degrés) dans lesquels des tubes crépinés sont insérés. Un système de collecte des eaux drainées à travers les tubes est ensuite installé, avec un exutoire approprié pour évacuer l'eau recueillie.

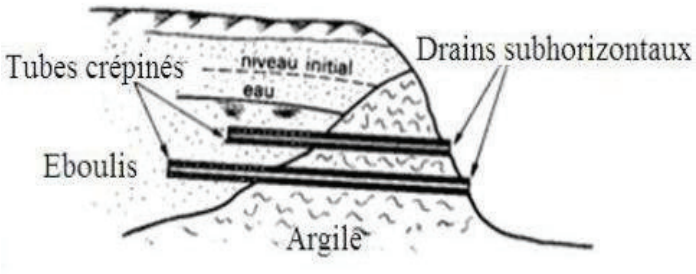


Figure2 -2 schéma des drains subhorizontaux

2.4 Modification géométrique

2.4.1 Butée au pied

Le chargement en pied, également appelé ouvrage de butée ou banquette dans certaines configurations, agit de deux manières pour améliorer la stabilité : d'une part, il permet d'équilibrer les forces motrices, et d'autre part, il aide à contenir les déplacements de la masse instable.

Pour garantir une stabilité optimale contre les grands glissements, deux vérifications sont nécessaires :

- L'ouvrage de butée doit être conçu de manière à limiter les risques de reprise du glissement en amont.
- L'ouvrage de butée ne doit pas déclencher d'autres glissements, tels que ceux pouvant se produire en aval.

Il convient de noter que les ouvrages de butée dimensionnés de cette manière, en plus de leur action gravitaire, peuvent également assurer un drainage du massif.

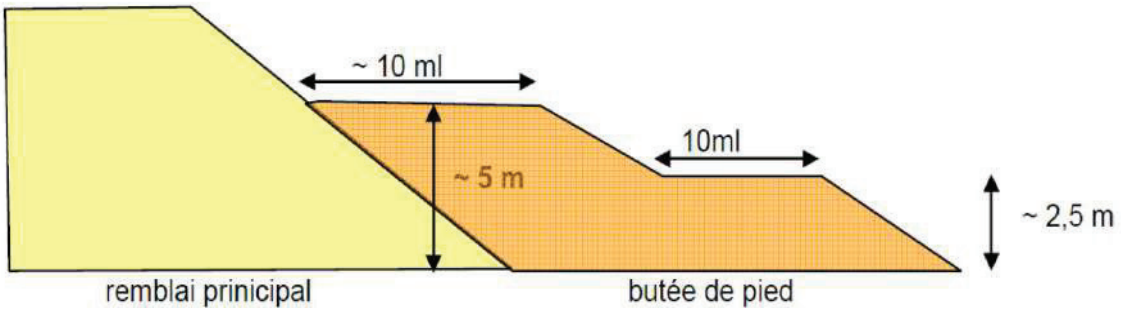


Figure2-3 butée au pied du remblai

2.4.2 Reprofilage

Le reprofilage d'un remblai consiste à modifier sa pente afin d'améliorer sa stabilité. Cette opération peut être nécessaire dans le cas où le remblai a subi des glissements de terrain, ou encore lorsque sa pente est trop raide pour être sécuritaire. Le reprofilage peut impliquer l'ajout ou le retrait de matériaux de remblai.

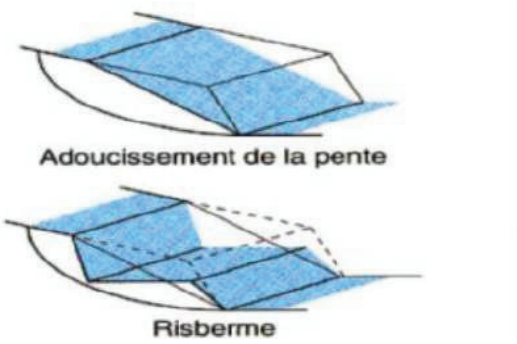


Figure2-4 type de reprofilage

2.5 Technique de confortement des talus en remblai

Le confortement des remblais est une technique utilisée pour renforcer et stabiliser les talus ou les pentes des remblais. Il est réalisé afin de prévenir les glissements de terrain, l'érosion et les déformations excessives.

Il existe plusieurs méthodes de confortement des remblais, en fonction des conditions géotechniques et des contraintes spécifiques du site. Voici quelques-unes des techniques couramment utilisées :

- Les géotextiles
- Les terres armées
- Les murs en gabion

2.5.1 Géotextiles

Les géotextiles de renforcement sont des matériaux géo synthétiques qui sont utilisés pour renforcer les sols en répartissant les charges et en réduisant les déformations des sols. Ils sont fabriqués à partir de fibres synthétiques, telles que le polyester ou le polypropylène, qui sont tissées ou non tissées pour former une structure poreuse. Cette structure poreuse permet à l'eau de s'infiltrer dans le sol. Le mode de fonctionnement d'un géotextile dans toute application est défini par les six fonctions suivantes :

• La séparation. • La filtration. • Le drainage. • Le renforcement. • La protection. • La lutte contre l'érosion



Figure2-5 remblai renforcée par géotextile

2.5.1.1 Caractéristique du géotextile

Pour l'étude du renforcement d'un remblai par géotextile, nous allons mettre en évidence uniquement les caractéristiques des géotextiles liées à la fonction de renforcement.

- **Propriétés physiques**

Les caractéristiques fondamentales du géotextile sont déterminées par sa composition matérielle telles que la masse surfacique et l'épaisseur.

- **Propriétés mécaniques**

Parmi les principales propriétés mécaniques des géotextiles, on trouve la résistance à la traction, la déformation à la rupture en traction, la perforation dynamique et le poinçonnement statique CBR.

- **Propriétés hydrauliques**

Afin d'empêcher l'accumulation d'eau dans le remblai, le géotextile doit posséder certaines caractéristiques hydrauliques, telles que la perméabilité et les ouvertures de filtration.

- **Interaction remblai-géotextile**

Afin de déterminer l'angle de frottement du géotextile selon le fascicule N^0 9 il est recommander lors d'absence d'essai de ce réfère à la formule suivante :

$$\frac{\text{tg } \varphi \text{ g}}{\text{tg } \varphi} = \frac{2}{3}$$

2.5.1.2 Disposition du géotextile :

Pour garantir l'efficacité et la performance du fonctionnement des nappes géotextile dans les remblais. Voici les principales dispositions de ce matériau de renforcement selon le pendage du talus artificiel β :

- Cas d'un pendage $\beta < 30^0$

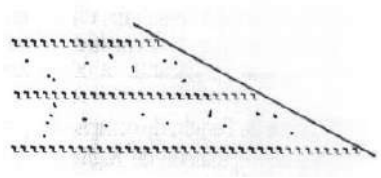


Figure2-6 géotextile libre

- Cas d'un pendage $30^0 < \beta < 45^0$

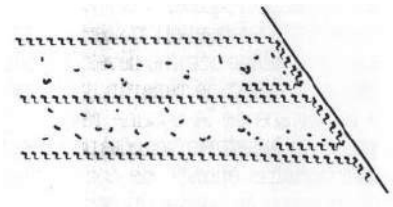


Figure2-7 géotextile fixé

- Cas d'un talus plus raide $45^0 < \beta < 60^0$

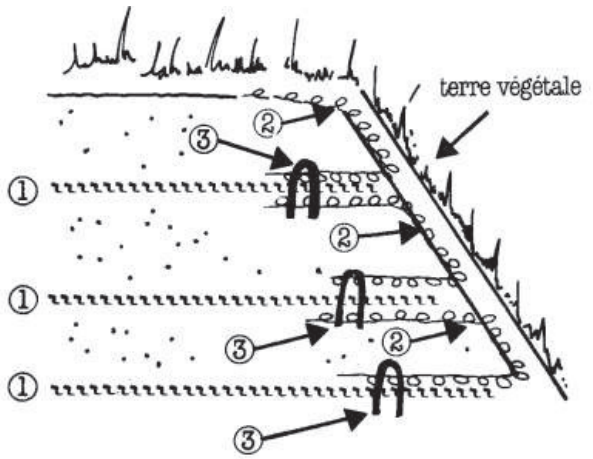


Figure 2-8 système de renforcement des talus raide

- Cas d'un talus artificiel vertical

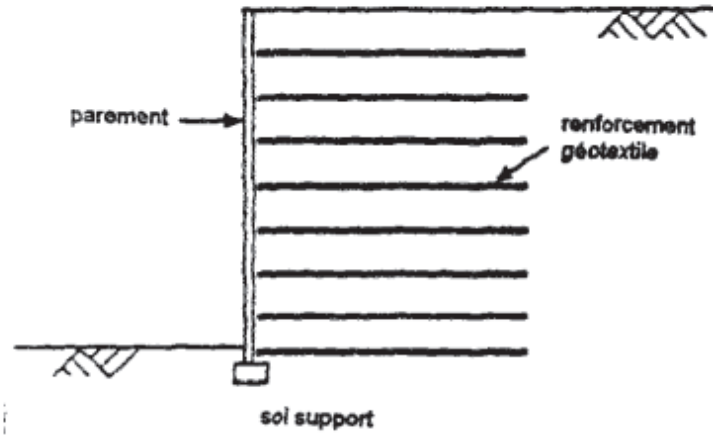


Figure 2-9 remblai renforce en géotextile et soutenue en mur de soutènement

2.5.2 Mur en terre armée

C'est un système de soutènement d'un remblai dont la stabilité est obtenue par frottement du sol sur des armatures métalliques plates et crénelées reliées à des écailles de béton. On distingue trois éléments principaux :

- **Les armatures :**

Les armatures se présentent sous la forme de bandes plus ou moins larges (5 à 10 cm), de faible épaisseur (quelques millimètres), souvent crénelées pour assurer un frottement plus important avec le sol à renforcer. Suivant les cas d'application, elles peuvent être constituées en :

- Acier inoxydable ou acier doux galvanisé
- Fibres de verre
- Géo-synthétiques

- **Remblai général**

En général les terres utilisées pour le remblai sont déterminantes pour la stabilité des structures de sol renforcé. En effet, il est possible d'utiliser n'importe quel type de terre mais il faut le traiter de telle sorte que l'angle de frottement interne soit élevé. Par conséquent les sols granulaires (sable, graviers ou fragments de pierres) qui ont un angle de frottement interne élevé s'avèrent être la meilleure solution.

- **Panneaux ou écailles de façade du mur**

Le panneau est la face apparente du remblai renforcé. Il est généralement en béton, mais il peut être en métal, en bois, en béton sec moulé ou autre matière. Les panneaux les plus utilisés sont les écailles cruciformes en béton

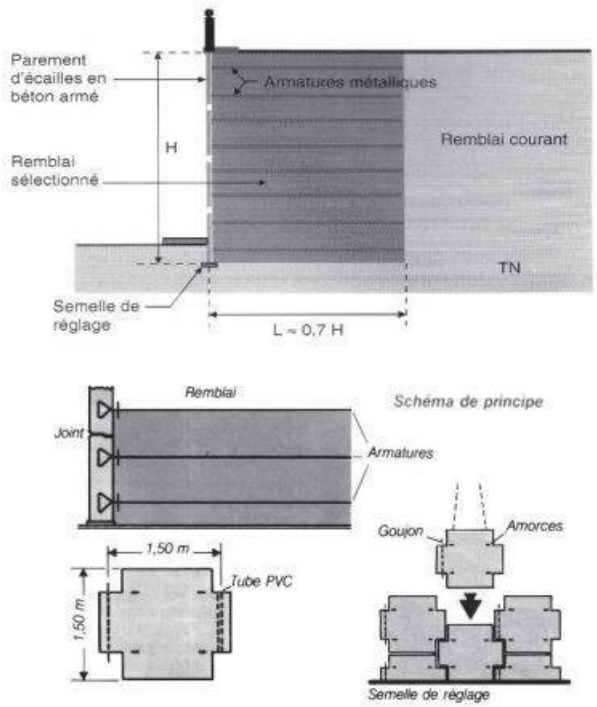


Figure 2 -10 schéma d'un mur en terre armée

- **Dimensionnement d'un mur en terre armée**

Se fait à la base d'un calcul aux états limites ultimes en analysant trois aspects de stabilité, à savoir

- La stabilité externe vis-à-vis du glissement à la base du mur, du renversement et d'insuffisance de capacité portante du sol.
- La stabilité interne de chaque lit d'armatures vis-à-vis de la résistance à la traction et de l'adhérence sol/armature.
- La stabilité d'ensemble vis-à-vis de la rupture du sol le long des surfaces de glissement.

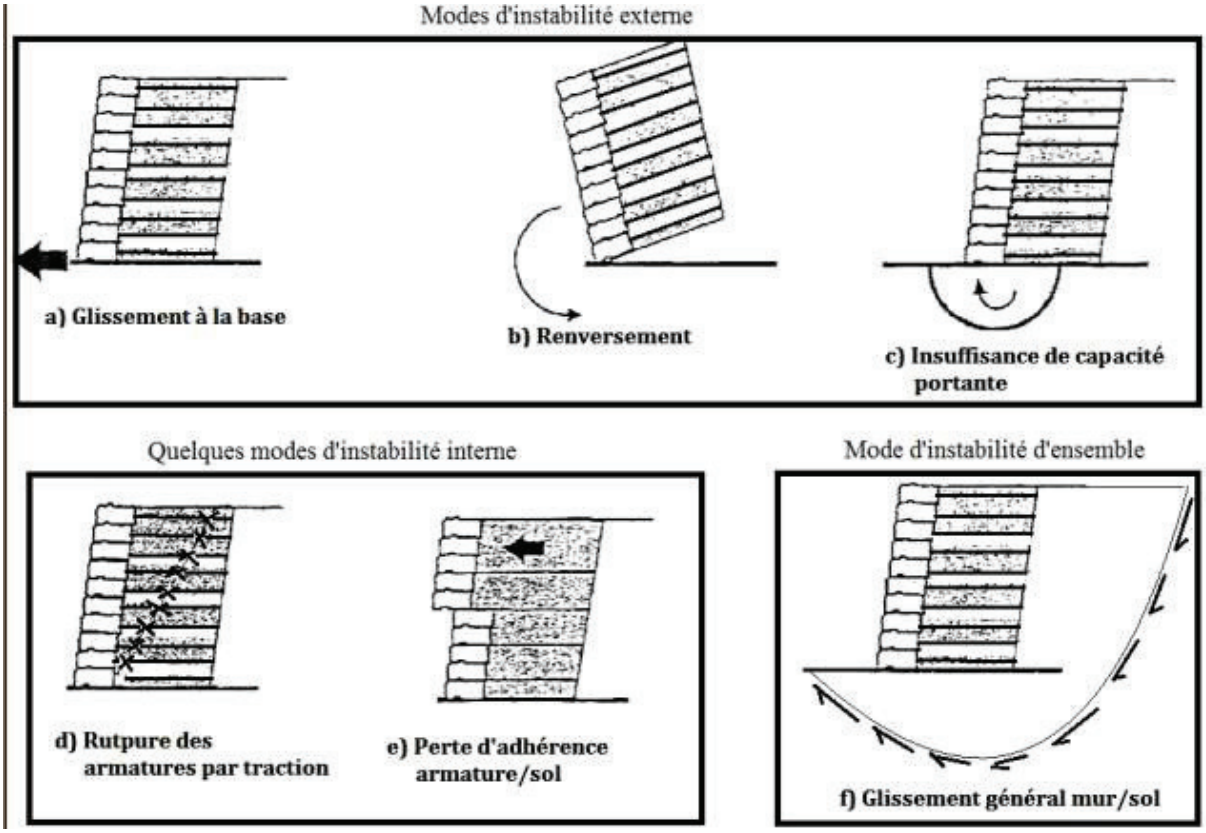


Figure 2-11 schéma des différentes instabilités d'un mur en terre armée

2.5.3 Mur en gabion

Un gabion désigne une cage, faite de solides fils d'acier et qui est remplie de pierres. Les ouvrages en gabions ne nécessitent pas de fondation et peuvent être réalisés directement sur le décaissement. Il existe deux types de grillage de gabions :

• Les gabions à double torsion, à mailles hexagonales, qui sont obtenus par tissage de fils métalliques de petits diamètres.

• Les gabions électro-soudés, à maille carrée ou rectangulaire, qui sont obtenus par soudage électrique de barrettes d'acier. Ce type de gabion possède une meilleure tenue et une très bonne rigidité. Ils sont plus faciles à mettre en œuvre, leur finition est meilleure, plus soignée. De plus, ils sont facilement récupérables et recyclables.



Figure 2-12 gabions à double torsion



Figure 2-13 gabions électro-soudes

Les murs en gabion fonctionnent de manière similaire aux massifs poids. Leur dimensionnement se fait en deux phases : d'abord en termes de stabilité interne, puis en termes de stabilité externe.

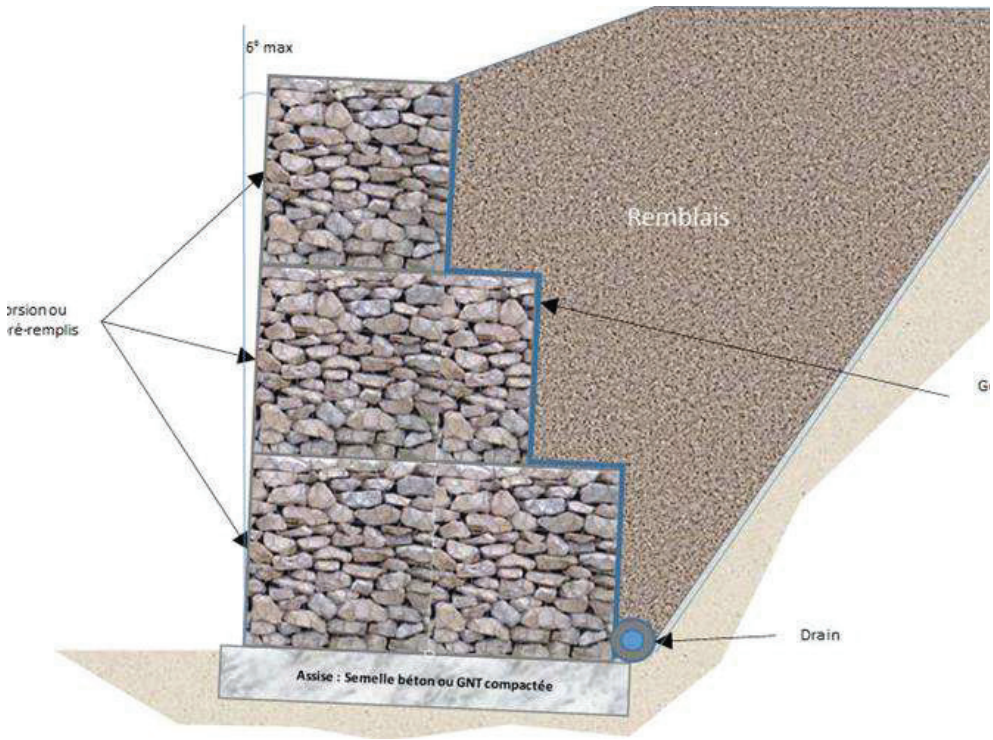


Figure 2-14 mur en gabion

2.6 Conclusion

Pour clôturer ce chapitre, nous avons évoqué les différentes méthodes de stabilisation des talus en remblai afin de faciliter la démarche d'étude et trouver la solution convenable a notre projet qui peut être aussi une combinaison de deux ou plusieurs méthodes.

Chapitre 3
Présentation du projet

3.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter le projet qui fait l'objet de l'étude de stabilité et analyser les particularités physiques de la zone d'étude qui pourraient influencer ledit projet.

3.2 Présentation du projet

Dans le cadre de notre projet nous étudierons la stabilité des remblais situé entre PK37+800 et PK 38+300 au niveau de la pénétrante autoroutière A20 liante le port de Bejaia a l'autoroute est-ouest sur 100km au niveau d'Ahnif.

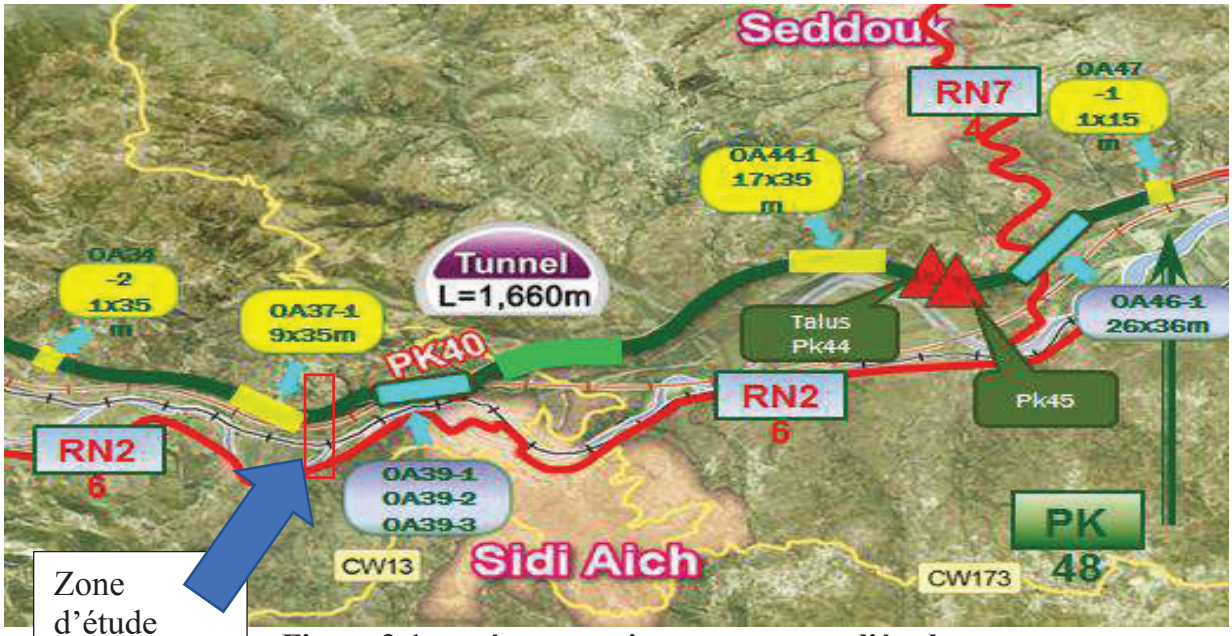


Figure 3-1 tracé autoroutier concerne par l'étude

Ce tracé est caractérisé par :

- **Le trace en plan**

La section étudiée (voir le plan A3 en annexe) est composée par les éléments suivants :

- Une clothoïde de 73m et d'une longueur de 33m.
- Un rayon de 650m et d'une longueur de 667m du PK 37+833 au PK 38+300

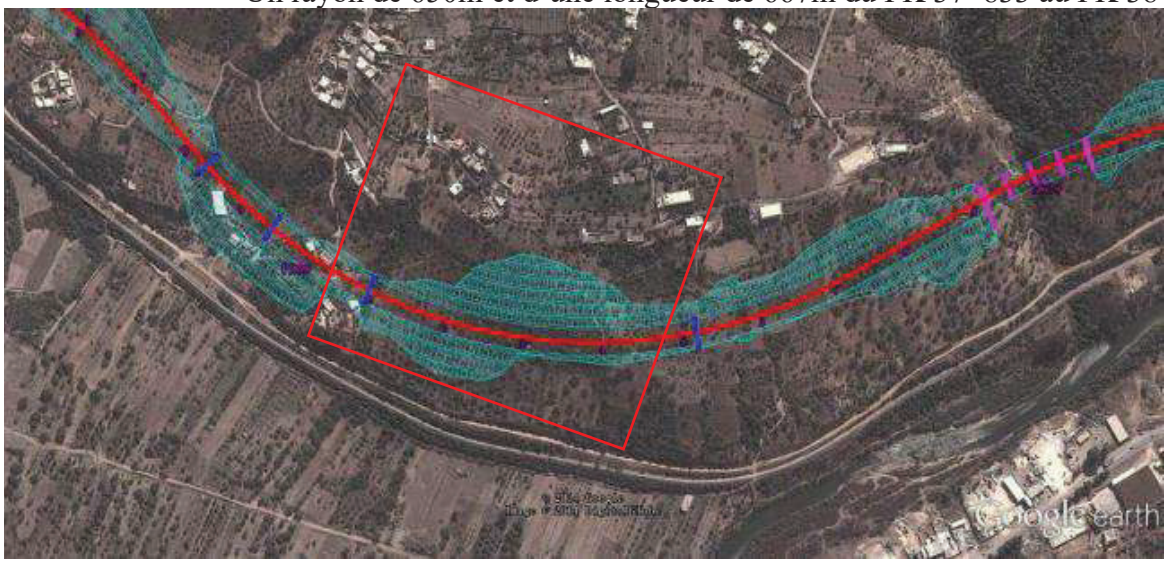


Figure 3-2 image stellite du tracé en plan de la zone d'étude

- **Le profil en long**

Le profil en long en annexe permet d'avoir une la distance entre le terrain naturelle et la ligne rouge de chaque point kilométrique, Ceci permet de faciliter la conception des remblais.

- **Les profils en travers**

D'après le profil en long et le trace en plan (voir l'annexe) on constate une variation dans le profil en travers :

- Profil en travers mixte
- Profil en travers en remblai

Le profil en travers dominant est un profil mixte en remblai déblai. L'altitude minimale sur l'axe de trace est de104.0m et l'altitude maximale de148.8m.

La configuration de la route portée sur le remblai est représentée ci-dessous.

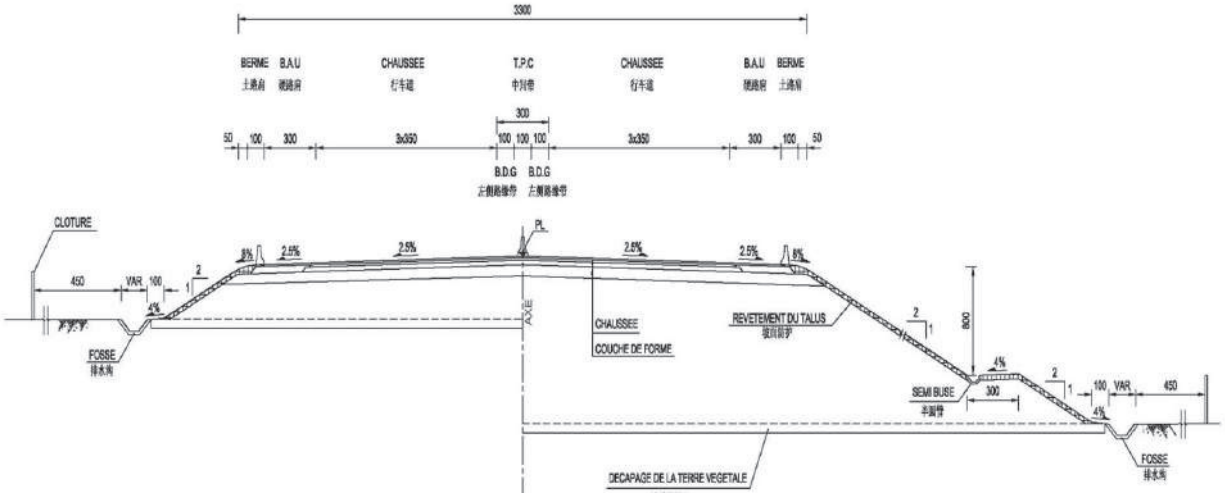


Figure 3-3 route portée par les remblais

3.3 Contexte géographique

Le présent projet se trouve à Sidi Ayad, un village situé dans la commune de Sidi Aich, à environ 43 km au sud de la ville de Béjaïa, dans la wilaya de Béjaïa en Algérie.

La commune est située sur les deux rives de la Soummam et est entourée par les localités de Leflaye, Souk-Oufella et Chemini au sud, Tinabdher à l'ouest, Sidi Ayad à l'est, Timezrit et Fenaïa Ilmaten au nord.

3.4 Situation topologie et géomorphologie

La zone du projet se trouve dans les coteaux Sidi Ayad qui est représenté par les collines avec un relief assez raide. La cote du terrain naturel du projet est de 90～177m. La pente pour le talus naturel est environs 25°.

3.5 Sismicité de la zone

Selon la situation géographique de Bejaïa, la section étudiée est classée en catégorie II a, avec un coefficient d'accélération sismique A=0.20g utilisé pour les études de travaux. Lors d'analyser et calculer la stabilité générale du talus, le coefficient sismique horizontal est pris K_h =0.5A=0.1, le coefficient sismique vertical est pris $K_v = \pm 0.3\ K_h$=0.03.

Ces classifications sont déterminées conformément aux dispositions techniques présentées dans les "Règles Parasismiques applicables au domaine des ouvrages d'art" (RPOA2008) d'après la carte de zonage et la classification d'ouvrage (ce dernier est un ouvrage du groupe 2) :

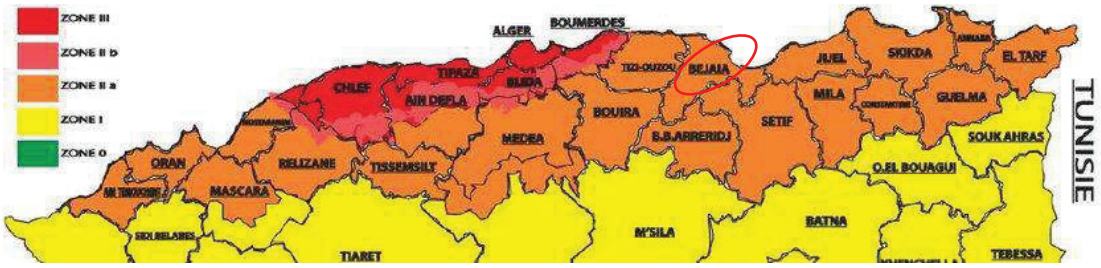


Figure3-4 carte de zonage sismique du nord d'Algérie

3.6 Contexte géologique

L'aire d'étude est située dans la zone de confluence de l'Atlas Tellien et du littoral méditerranéen et est constituée part des terrains mésozoïques et cénozoïques, avec des roches ignées très localisées.

- Triasique

Les dépôts les plus anciens appartiennent à la période Triasique ; le facies Keuper dans le secteur d'étude est formé par des argiles, marnes gypseuses, gypses avec quelques intercalations de grès et de possibles intrusions ophitiques

- Jurassique

Dans le secteur d'étude le Jurassique est représenté par des calcaires et dolomies du Lias

- Crétacé

Dans le secteur d'étude le Crétacé inferieur est formé par grès, marne- calcaires noirs, conglomérats et argiles Avec épisodes carbonatés ; le Crétacé Moyen par des marnes et calcaires et enfin le Crétacé Supérieur par une série marne-calcaire.

- Miocène

Dans le secteur d'étude est caractérisé par des marnes, calcaires, argiles et conglomérats

- Quaternaire

Les dépôts quaternaires forment des plaines étendues en fond des vallées, comme dans l'Atlas Plaines. Sa lithologie dépend en grand partie du type de formation superficielle et de la surface mère de laquelle elle procède. Les formations superficielles les plus anciennes appartiennent au Pléistocène et sont formées par des plaines alluviales anciennes, au niveau des terrassements, des éventails alluviaux et des regs, étant constitués, en général, par des graves avec matrice limon-sablonneuse.

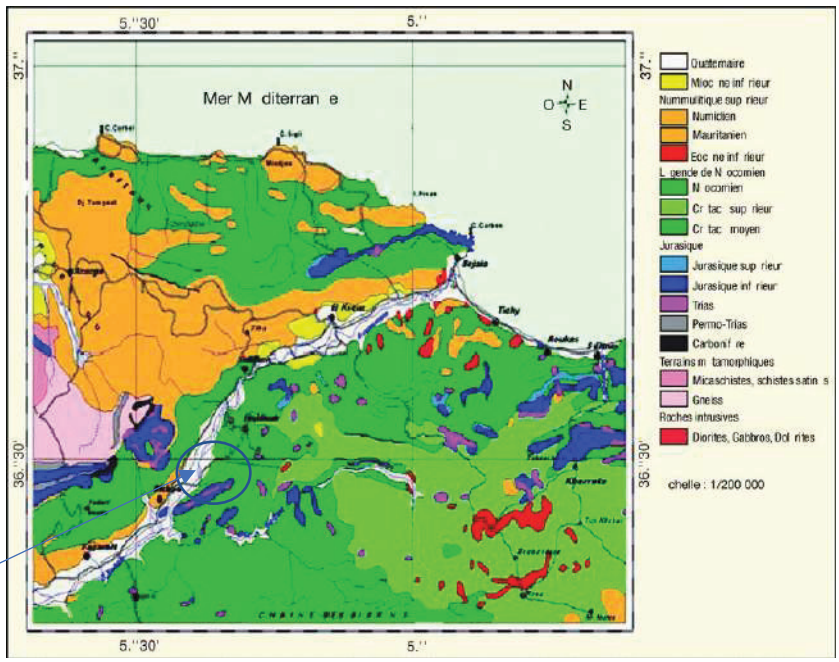


Figure 3-5 contexte géologique de la wilaya de Bejaïa

3.7 Hydrologie et Hydrogéologie

La pente de la zone du projet est assez raide, les ravins sont développés, les ruissellements de pentes s'assemblent et s'évacuent de fosses branches pendant la période pluvieuse, il n'y pas d'eaux régulières.

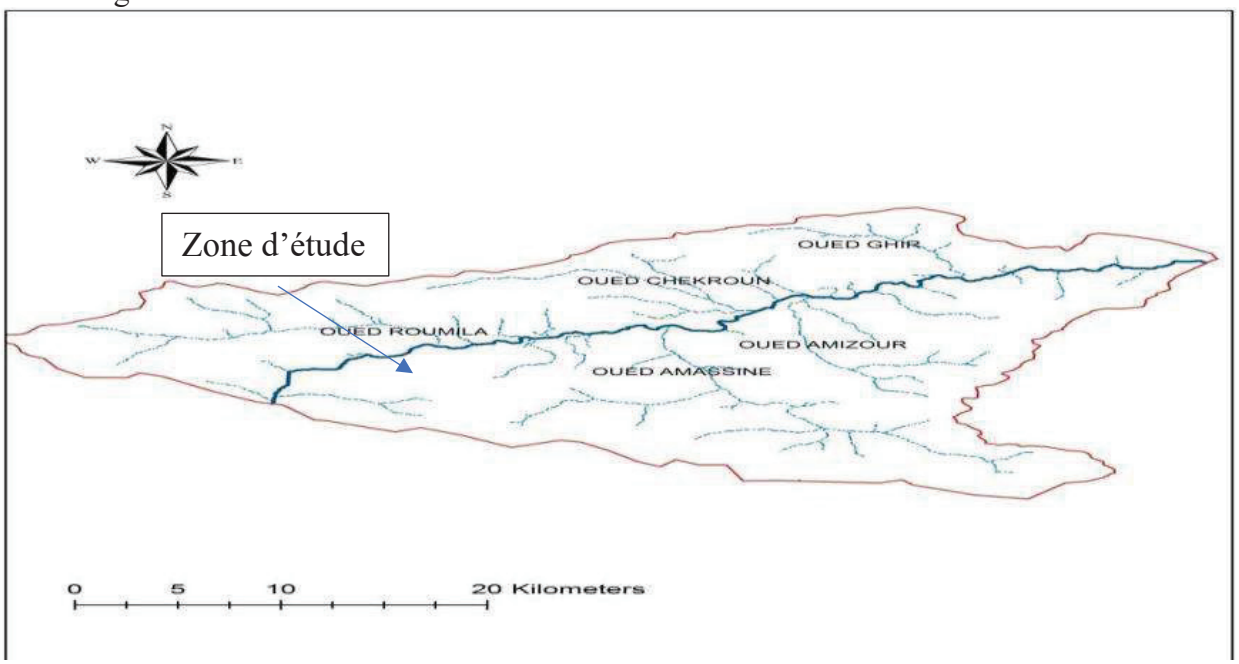


Figure3-6 réseau hydrographique de la wilaya de Bejaïa

3.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons pu présenter les différentes caractéristiques du projet et les conditions géographique, géologique et hydrologiques de la zone du projet afin d'assurer certain paramètre nécessaire dans l'étude de stabilité du remblai.

Chapitre
4
Compagne géotechnique

4.1 Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter les résultats des essais géotechniques qui ont été réalisé sur le site d'étude dans le cadre de la campagne géotechnique. Nous allons aussi interpréter les différents types d'essais réalisés et discuter l'implications de ces résultats dans l'étude de la stabilité du remblai.

4.2 Programme géotechnique réalisé

Les essais réalisés dans le cadre de la compagne géotechnique sont les suivants :

- **In situ**

1 essais géophysique
8 Sondages carottés
2 puits de reconnaissance
1 Sondage pressiométrique

- **Au laboratoire**

Essais d'dentification du sol
Essais mécaniques
Analyse chimique

4.3 Synthèse de la reconnaissance géotechnique du sol support

4.3.1 Synthèse et interprétation des essais in situ

4.3.1.1 Tomographie sismique

– **Principe de la tomographie sismique**

La tomographie sismique est une technique géophysique utilisée pour imager l'intérieur de la Terre en analysant la propagation des ondes sismiques. Elle permet de reconstruire la structure et les propriétés géologiques des différentes couches de la croûte terrestre.

La tomographie haute résolution à faible profondeur permet de visualiser l'augmentation progressive de densité des plaques océaniques, qui se refroidissent en s'éloignant des dorsales océaniques. À l'inverse, les boucliers archéens continentaux ont des vitesses sismiques anormalement élevées, ce qui signifie qu'ils sont denses et donc froids.

Le principe de la tomographie sismique repose sur l'envoi d'ondes sismiques à travers le sol à partir de sources contrôlées, telles que des explosifs ou des marteaux vibrants. Les ondes sismiques se propagent à travers les différentes couches géologiques, et une partie de l'énergie est réfléchie, réfractée ou diffusée à chaque interface.

Les variations de vitesse des ondes sismiques sont directement liées aux variations de propriétés physiques des matériaux, telles que la densité, la porosité, la lithologie, la saturation en fluides et l'état de roche.

Les failles et les cavités sont souvent plus faciles à localiser sur les profils tomographiques qu'en sismique réfraction conventionnelle.

– **Interprétation des résultats :**

La tomographie sismique interprète les changements de vitesses des ondes sismiques provoquées par des modifications de la température des couches traversées. Pour cela on distingue trois différentes couches dont la couche en vert jaunâtre caractérisé par une vitesse < 1000m/s, vert caractérisé par une vitesse variante de 1000 à 1700m/s et la couche bleu caractérisé par une vitesse

de propagation de 1700 à 2500m/s. d'après ceci ont distincte qu'on a trois couches de sols différents caractéristiques.

4.3.1.2 Sondages carottés

Afin d'obtenir la coupe lithologique du terrain étudiée des sondages carottés de 15m de profondeur ont été repartis tout le long du tracé en amont, en aval et au milieu.

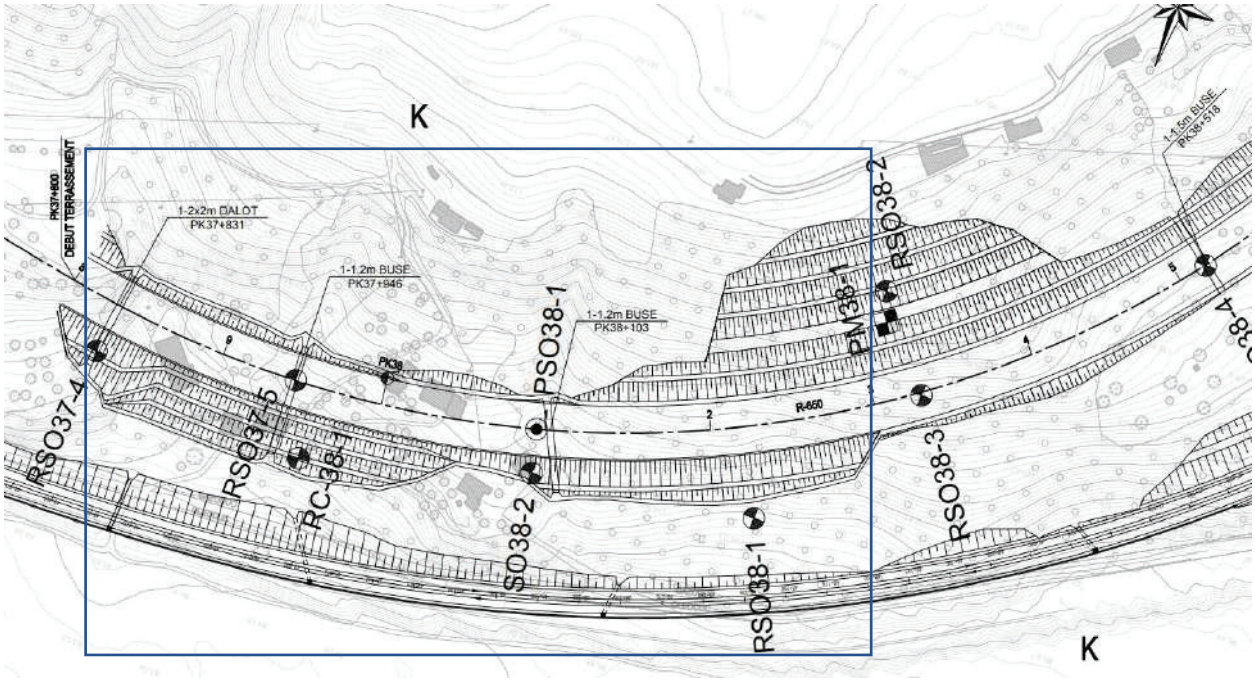


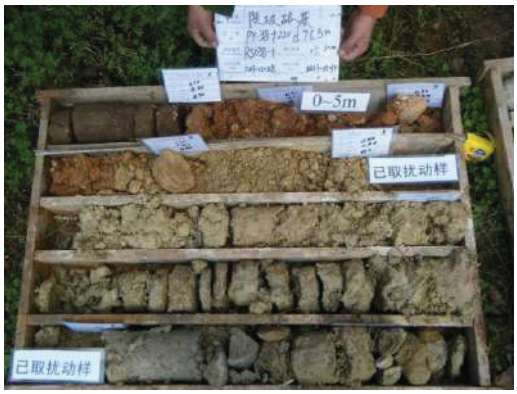
Figure 4-1 répartition des sondage carottés le long du tracé

D'après les sondages carottés **RSO37-4, RSO37-5, RC38.1, SO38-2 et RSO38-1** (voir l'annexe) on a obtenu la lithologie suivante :

Tableau 4-1 : synthèse des sondages carottés

N^0 du sondage	Nature de la couche	Profondeur	Nature du sol
RSO37-4	Grave fine	0.00-2.70	Sub-angulaire la teneur du sol est de 25% , humide, consolidation moyenne.
	Marne fortement altérée	2.70-5.20	La carotte est sous forme d'un sol bréchique gris claire dont la partie 0-0.3m est une argile peu plastique en couleur rouge brun
	Marne faiblement altérée	5.20-10.50	La carotte est sous forme d'un bloc gris foncé
	Marne fortement altérée	10.50-15.00	La carotte est sous forme d'un sol bréchique gris claire
RSO37-5	Marne intensément altérée	0.0-12.10	La carotte est sous forme d'un sol bréchique gris claire dont la partie 0-0.3m est une argile peu plastique en couleur rouge brun
	Marne faiblement altérée	12.1-12.30	La carotte est sous forme d'un bloc gris foncé

	Marne intensément altérée	12.30-15.20	La carotte est sous forme d'un sol bréchique gris claire
SO38-1	Marne fortement altérée	0.0- 10.30	La carotte est sous forme d'un sol bréchique gris claire dont la partie 0-0.3m est une argile peu plastique
RSO38-1	Terre végétale	0.0-0.30	Une carotte sous forme cylindrique courte, humide, remplie de racine végétale, sa consolidation est moyenne
	Argile peu plastique	0.30-4.10	Rougeâtre au-dessus de 1.1m a jaune brun, dure, la teneur en grave est de 5%
	Marne fortement altérée	4.10-15.10	Grise claire, la carotte est un sol sous forme bréchiques
RC 38-1	Argile limoneuse	0-2.5	Fiable qui devient marneuse a une profondeur de 1.80m
	Conglomérat	2.5-8.5	Peu à très peu consolider former de blocs, cailloux, gravions de marneux calcaire
	Marne	8.5-10.5	Sombre et friable



RSO38-1 Argile peu plastique 0.3-4.1m



RSO 37-4 Grave fine 0 - 2.7m



RSO 38-1 Marne frottement altérée



RSO38-2 Marne faiblement altérée

Figure 4-2 échantillons récupéré des sondages

- Eaux souterraines

Il n'est constaté d'eaux souterraines dans le cadre de la profondeur de reconnaissance effectuer sur la zone d'étude.

4.3.1.3 Puits de reconnaissance

D'après les deux puits de reconnaissance réaliser on a obtenu les résultats suivants :

Tableau 4-2 synthèse des puits de reconnaissance

N^0 de puits	Nature	Profondeur (m)	Description
PM 38-1	Limon sableux	0.0-2.0	Beige à partir de 2m on constate une marne dure a semi dure grisâtre

4.3.1.4 Essai pressiométrique <u>Norme NF P94-110</u>

Tableau 4-3 résultats obtenus de l'essai pressiométrique

Type de sol	**Profondeur en (m)**	**Module pressiométrique (MPa)**	**Pression limite (MPa)**	**E /Pl**
Argile	**2.0**	**16.3**	**0.723**	**23.1**
	3.5	**39**	**2.17**	**17.4**
Marne	**6.0**	**50.4**	**2.43**	**21.2**
	8.0	**51.6**	**2.46**	**21.6**
	10.0	**36.7**	**2.44**	**15.6**
	12.0	**29.6**	**2.51**	**12.3**
	14.0	**17**	**2.15**	**9.02**

- **Interprétation des résultats**

Afin de pouvoir classer le site en question, nous avons pris en compte le paramètre de la pression limite obtenue grâce au sondage pressiométrique réalise sur l'assiette du futur projet

– **P_l *** est la pression limite moyenne à travers la couche i d'épaisseur hi calculé par la formule suivante :

$$Pl* = \frac{\sum_{i=1}^{n} hi}{\sum_{i=1}^{n} (\frac{hi}{Pli})}$$

– **Ep*** module pressiométrique à travers la couche i d'épaisseur hi calculé par la formule suivante :

$$Ep* = \frac{\sum_{i=1}^{n} hi}{\sum_{i=1}^{n} (\frac{hi}{Epi})}$$

On a obtenu les résultats suivants :

Tableau 4-4 résultats d'essais pressiométrique

Coupe lithologique	**Profondeur (m)**	**E min (MPa)**	**E max (MPa)**	**Pl min (MPa)**	**Pl max (MPa)**	**Ep* (MPa)**	**Pl* (MPa)**	**E*/Pl***
Argile	**0 - 4**	**16.3**	**39**	**0.723**	**2.27**	**25.88**	**1.25**	**20.70**
Marne	**4 - 15**	**17**	**51.6**	**2.25**	**2.51**	**28.16**	**2.36**	**11.93**

Tableau 4-5 synthèse des essais physique

Sondage	Profondeur	Nature	ω (%)	γ_H (g/cm^3)	γ_S (g/cm^3)	γ_d (g/cm^3)	e	WL	WP	IP	Ic
RSO 37-5	6.5-6.7	Marne faiblement altérée	/	/	2.69	/	/	29.5	18.3	11.2	/
PSO 38-1	1.3-2.0	Marne fortement altérée	/	/	2.71	/	/	34.1	19.5	14.6	/
SO3 8-2	1.8-2.0	Marne fortement altérée	/	/	2.7	/	/	29.5	16.7	12.8	/
RSO 38-1	1.4-1.8	Argile peu plastique	24.6	1.94	2.71	1.56	0.741	39.7	24.7	15.0	1.01
RSO 38-1	3.0-3.4	Argile peu plastique	18.9	1.86	2.71	1.56	0.732	39.0	23.0	16.0	1.26

En se référant alors au tableau du RPOA (Règlement parasismique des ouvrages d'art) ci-dessous, les résultats d'essai pressiométrique indiquant que le sol en place est de la catégorie s2 sol ferme.

Tableau 4-6 catégories du site selon les résultats des essais in situ

Cat	Description		$\overline{q_c}$ (MPa) (c)	$\overline{N}$ (d)	$\overline{p_l}$ (MPa) (e)	$\overline{E_p}$ (MPa) (e)	$\overline{q_u}$ (MPa) (f)	$\overline{V_S}$ (m/s) (g)
S1	Rocheux (a)		–	--	>5	>100	>10	$V_s \geq 800$
S2	Ferme	Sable/ gravier	>15	>50	>2	>20	--	400≤ V_s<800
		Argile	>5	--	>2	>25	>0,4	
S3	Meuble	Sable/ gravier	5-15	10-50	1-2	5-20	--	200≤ V_s<400
		Argile	1,5-5	--	0,5-2	5-25	0,1-0,4	
S4	Très meuble (b)	Sable/ gravier	<5	<10	<1	<5	--	100≤ V_s<200
		Argile	<1,5	--	<0,5	<5	<0,1	

4.3.2 Synthèse des essais au laboratoire

4.3.2.1 Les essais physiques

La campagne d'essais physiques contient des essais de teneur en eau ω (%) réalisés selon la norme NF P94-050, des essais visant à déterminer la densité réalisée selon la norme NF P94-053, ainsi que des essais sur les limites d'Atterberg réalisés selon la norme NF P94-051. (Voir dans l'annexe pour plus de détails)

- Des essais granulométriques ont été effectués selon la norme NF94-057 sur des échantillons de sol prélevés a différents profondeurs des sondages carottés réalisés. Les tableaux récapitulatifs des résultats de la granulométrie se trouve en annexe. Les résultats des essais granulométriques indiquent un sol fin, car plus de 50% d'élément passent au tamis 80µm selon LCPC.

- Les teneurs en eau obtenues indiquent de la couche d'argile est **légèrement humide**

- En générale, on constate d'après les valeurs des densités sèches obtenues indiquent que le sol est peu dense, selon la norme P94-011.

- **Interprétation des résultats des essais des limites d'Atterberg NF P94-051**
  Les valeurs de limites de liquidité W_L et de l'indice Ip reportés sur le diagramme de casagrande (Ci-dessous), indiquent que la fraction fine est représentée par des argiles peu plastique.

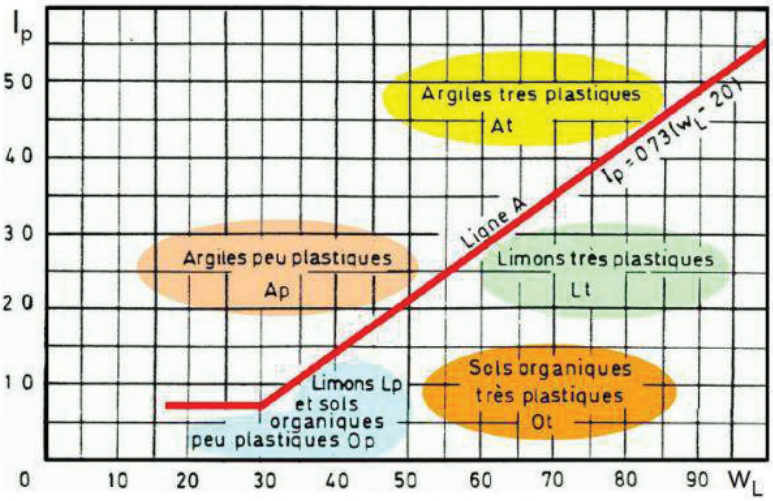


Figure 4 -3 abaque de casagrande

L'indice de plasticité Ip : sol peu plastique a plastique, selon la norme P94-011 car
11.2 < Ip < 16.0
L'indice de consistance > 1 donc le sol est très consistant selon XP la norme P94-011.

4.3.2.2 Les essais mécaniques :

- **Les essais œdométriques :**

Les échantillons prélevés de la réalisation des sondages carottés ont subi des essais selon la norme NF P 94-068. Le résultat des essais (voir dans l'annexe) est synthétisées par le tableau ci-dessous

Tableau 4-5 synthèse des essais œdométrique

				Compressibilité				
Sondage	Profondeur (m)	Nature	σv_0 (KPa)	σc (KPa)	Cc	Cg	Cv	Ch
RSO38-1	1.4-1.8	Argile peu plastique	62.4	76.1	0.1	0.017	7.06	7.12
RSO38-1	3.0-3.4	Argile peu plastique	62.4	161.3	0.190	0.025	0.03	

Interprétations des résultats :

- $\sigma v_o < \sigma c$ donc le sol est sur-consolidé
- Selon la qualification de l'état du sol en fonction de l'indice de compressibilité (k. Terzaghi) on qualifie l'argile dont l'indice de compressibilité Cc <0.2 comme peu compressible

– D'après les qualifications de l'état du sol en fonction de l'indice de gonflement (G. Sanglerat) on qualifie l'argile peu plastique dont Cg <0.025 comme très peu à peu gonflante.

- **Les essais CBR NF P 94-078 et Proctor NF P 94-093**

Tableau 4-6 synthèse de l'essai CBR et l'essai Proctor

			Essai Proctor		Essai CBR
N^0 sondage	Profondeur (m)	Type de sol	$\gamma_{d\ max}$ (g/cm^3)	ω_{opm} (%)	95% I_{CBR}
PM38-1	0.5-2	Argile peu plastique	1.885	10.5	11.82

- **Les essais de cisaillement NF P 94-074**

La boite de cisaillement est destinée aux essais de cisaillement rectiligne, dans lequel on cherche à obtenir la rupture de l'échantillon suivant un plan imposé. La mesure de σ et τ a la rupture, déterminée sur trois ou quatre échantillons permet le tracé de la droite :

$\tau = C + \sigma \operatorname{tg} \varphi$

Les essais de cisaillement rectiligne de type non consolidé non drainé (UU) et de type consolidé drainé (CD), effectués au laboratoire (voir dans l'annexe pour plus de détails), nous donne les résultats suivants :

Tableau 4-7 synthèse de l'essai de cisaillement

N^0 sondage	**Profondeur (m)**	**Type de sol**	C uu (KPa)	Φ uu	C_{CD} (Kpa)	Φ_{CD}
RSO38-3	1-1.45	Argile peu plastique	26.7	18.4	/	/
RSO38-4	0.5-0.9	Argile peu plastique	32.4	18.1	32.9	15.7
RS038-4	3.6-3.9	Argile peu plastique	21	16.4	22.9	17.5

4.3.2.3 Les essais chimiques *:*

- **Essai au bleu de méthylène**

Les échantillons prélevés de la réalisation des sondages carottés ont subi des analyses du bleu de méthylène selon la norme NF P 94-068. Le résultat des essais (voir dans l'annexe) est synthétisées par le tableau ci-dessous

Tableau 4-8 synthèse des essais au bleu de méthylène

Sondage	Profondeur (m)	VBS(g)
RSO38-1	1.4-1.8	1.6
RSO38-1	3.0-3.4	1.5

- **Interprétation**

Tableau 4-9 classification selon le VBS (SETRA/LCPC)

VBS = 0.1	Sol insensible à l'eau ;
VBS = 0.2	Apparition de la sensibilité à l'eau ;
VBS = 1.5	Seuil distinguant les sols sable-limoneux des sols sable-argileux ;
VBS = 2.5	Seuil distinguant les sols limoneux peu plastiques des sols limoneux de plasticité moyenne ;
VBS = 6	Seuil distinguant les sols limoneux des sols argileux ;
VBS = 8	seuil distinguant les sols argileux des sols très argileux.

En générale, les valeurs du VBS, obtenue d'échantillon testés varient entre 1.5 et 1.6 traduisent selon SETRA/LCPC, un sol sable-argileux.

- **Essai de la teneur en carbonate de calcium**

Les échantillons prélevés de la réalisation des sondages carottés ont subi des analyses de la teneur en carbonate de calcium selon la norme NF P 94-048. Le résultat des essais (voir dans l'annexe) est synthétisées par le tableau ci-dessous

Tableau 4-10 synthèse des essais de la teneur en carbonate de calcium

Sondage	Profondeur (m)	CaCo3 (%)
RSO 38-2	6.0-6.2	55.8
	10.2-12.3	46.9
	14.0-14.2	62.8

Interprétation

Selon la norme française NF P94-011 et les résultats de l'essai de la teneur en carbonate de calcium, le matériau testé présente une teneur en CaCO3 variant de 46,9 % à 62,8 %. Cette variation indique que le matériau est marneux.

Tableau 4-11 qualitatif selon la teneur en carbonate de calcium

Teneur en carbonates (%)	Qualificatif
$0 \le C_{ca} < 10$	non marneux
$10 \le C_{ca} < 30$	faiblement marneux
$30 \le C_{ca} < 70$	marneux
$70 \le C_{ca} < 90$	calcaro-marneux
$90 \le C_{ca} \le 100$	calcareux, crayeux *)
*) La distinction entre calcareux et crayeux se fait à partir de l'origine géologique.	

4.4 Caractérisation de la marne

Afin d'extraire les caractéristiques de la marne frottement altérée nous avons utilisé le logiciel d'analyse géotechnique RS-Data, développé par la société Roc-science. Ce dernier permet d'extraire les propriétés des matériaux rocheux et de sol en analysant leurs caractéristiques de résistance et géologique constitutif afin de déterminer les enveloppes de résistance et d'autres paramètres matériels tel que la cohésion et l'angle de frottement.

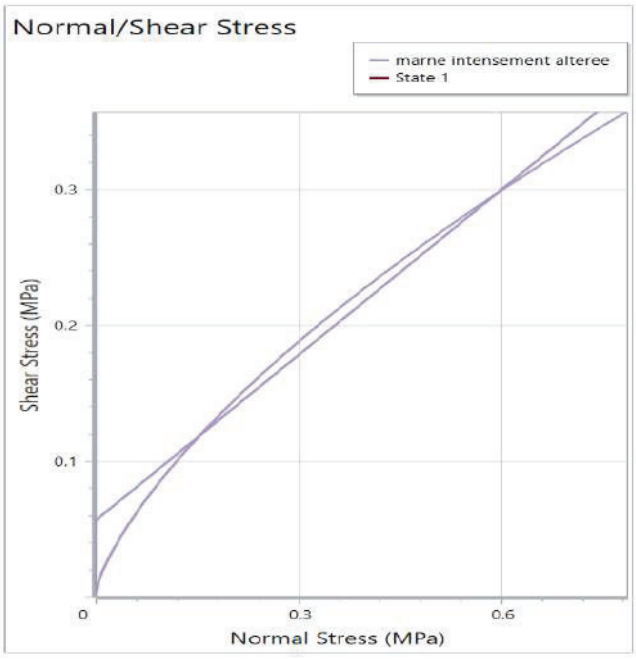
4.4.1 Détermination des caractéristiques mécanique de la marne

On a utilisé des données de levé géologiques (voir le tableau ci-dessous) combinées avec le logiciel d'analyse de la roche RS-Data (la théorie est basée sur les idées de Serrano, Aulala (1994) et Hacle (2002), la courbe de résistance à la compression intrinsèque en état de la pression définitive peut être remplacée par l'alignement droit avec l'angle de frottement φ et la cohésion c fixes).

Tableau 4-12 données du levé géologique

GSI	Resistance a la compression uni-axial de la roche intacte (MPa)	Mi
15	4	8

- Caractéristiques mécaniques



marne intensement alteree	
Hoek Brown Classification	
UCS of intact rock (MPa)	4
GSI	15
mi	8
disturbance factor	0

Mohr Coulomb Fit	
cohesion (MPa)	0.055
friction angle (°)	22.082

Figure 4-4 cohésion et angle de frottement apparent

Tableau 4-13 synthèse des caractéristiques obtenue par RS-Data

Matériau	γ (KN/m^3)	C (KPa)	φ^0
Marne frottement altérée	23	55	22

4.5 Synthèse d'identification du remblai

L'identification du sol de remblai consiste à déterminer les caractéristiques géotechniques du sol et de choisir le gisement d'emprunt le plus favorable.

- **Classification du sol**

La classification du sol dans ce cas a pour but de définir les matériaux utilisables en remblai en analysant les résultats des essais (voir l'annexe) effectuer sur les matériaux remanie de trois défirent gisement :

Gisement 1 : cas PK 31+500

D_{max} > 50 mm

D 0/50mm représente 80.91% > 80% donc c'est un C1 X

100% → 80.91 %

Y → 10.22% Y =1.22%

Le pourcentage passant à 0.08mm est 1.55, le pourcentage des passant a 2mm est de 69% le VBS=0.18g donc X représente B3

Pour conclure le matériau est un C1B3

Gisement 2 : cas PK 46+310

D_{max} > 50 mm

D 0/50mm représente 78.4% > 60% donc c'est un C1 X

Le pourcentage passant à 0.08mm est 26.3% et le VBS=2.0 g donc X représente B5

ω =45% et ω opn =10.50%

Pour conclure le matériau utiliser sera le C1B5ts

- **Synthèse**

On a synthétisé le tableau ci-dessous :

Tableau 4-14 synthèse de la classification GTR

Gisement	ω (%)	ω_{OPN} (%)	Classification GTR
PK 31+500	4.00	10.5	C1B5ts
PK 46+310	7.44	5.73	C1B3

- **Interprétation :**

Selon le GTR le matériaux C1B5ts est un sol normalement inutilisable en l'état en revanche le C1B3 peut être utilise à condition d'effectuer un compactage moyen.

- **Paramètre caractéristique du remblai**

Il est choisi le sol de C1B3 pour les matériaux de remblais. Lors du calcul, la couche de sol homogène sera en compte. Les indices physique et mécanique après compactage d'une couche de 40cm d'épaisseur sont comme suit : Le poids volumique γ= 20KN/m, la cohésion c=5kPa, l'angle de frottement interne φ=30°.

Il est important de noter qu'auprès des ouvrages hydrauliques existant dans la section d'étude l'épaisseur des couches compactée diminue a 25cm.

4.6 Conclusion

Les résultats d'investigation présentés dans ce chapitre ont mis en évidence que le sol support concerné par l'étude a une prédominance en :

- Marne constituer d'une forte teneur en carbonate de calcium.
- Une couche fine d'Argile peu plastique, très peu à peu gonflante, peu compressible et sur-consolidée.

En ce qui concerne les gisements identifiés, le gisement de PK 46+310 contient un matériau C1B3 utilisable en remblai.

Ces résultats nous permettent d'utiliser ces informations pour l'analyse de stabilité de notre projet dans les chapitres suivants.

Chapitre
5
Analyse du degré de stabilité

5.1 Introduction

Dans le cas courant, le calcul de stabilité des pentes est déterminé à partir du calcul à la rupture selon l'approche du critère de Mohr- Coulomb qui suppose que le sol est rigide-plastique.

Dans ce chapitre, le logiciel de calcul Geo5, est utilisé pour effectuer les calculs de stabilité des remblais en introduisant la géométrie réelle du terrain ainsi que les paramètres des sols rencontrés.

Lors de la vérification de la stabilité du remblai de PK37+800 au PK38+300 cinq profils on était extrait afin d'analyser leur stabilité selon leurs hauteur et pendage.

En plus nous avons réalisé un calcul analytique par la méthode de FELLENIUS afin de comparer entre le facteur de sécurité et d'approcher la ligne de rupture probable, dans notre cas, nous avons considéré un rayon de glissement est circulaire.

5.2 Détermination du facteur de sécurité

Le coefficient de sécurité global F_S est défini comme le rapport de la contrainte de cisaillement maximale τmax à la contrainte de cisaillement mobilisée le long de la surface de rupture τ. Il est défini par l'expression suivante :

$$F_S=\frac{\tau}{\tau m}$$

Ce rapport peut avoir l'une des valeurs suivantes :

- FS =1 : les terrains sont en équilibre critique ;
- FS>1 : les terrains sont stables (il n'y a pas de glissement) ;
- FS <1 : les terrains sont instables (il y a un glissement).

Dans la réalité, et l'expérience dans le domaine de stabilité des pentes dans la combinaison permanant (état statique) montre que :

- Si FS > 1,5 : le talus est stable ;
- Si FS< 1 : il y a un glissement ;
- 1≤FS≤1,5 : le risque est réel, surtout si FS se rapproche de 1.

La contrainte de cisaillement mobilisable τ dépend principalement des caractéristiques intrinsèques des matériaux (cohésion c' et l'angle de frottement interne φ'). La contrainte de cisaillement maximale τm est liée à des actions déstabilisantes telles que l'eau, le poids de terre et les surcharges.

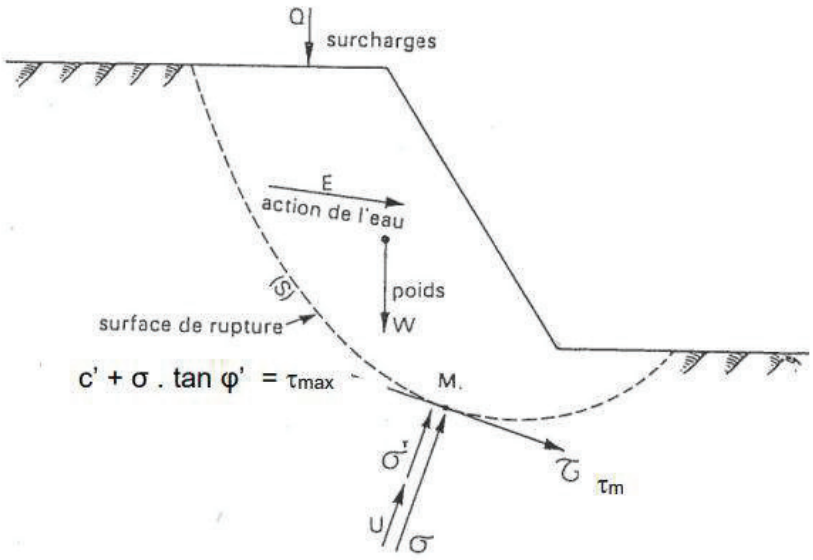


Figure 5-1 efforts caractéristiques de la stabilité d'un talus

5.3 Analyse du glissement par un calcul numérique

Afin d'analyser la stabilité d'un grand remblai de 700m de longueur. On procède par l'analyse des profils en travers et d'extraire les profils différents (selon le pendage et la hauteur), dans notre cas on a 5 différents profils. Dans la suite de ce chapitre l'application a était faite sur le profil le plus défavorable (profil 2)

5.3.1 Présentation du logiciel Geo5

GEO5 est un logiciel géotechnique intuitif pour l'analyse de la majorité des problèmes géotechniques basés sur les méthodes analytiques et la méthode des éléments finis. Il représente une suite de programmes pour l'analyse géotechnique. Chaque programme analyse un type de structure spécifique ce qui rend les programmes faciles à utiliser et intuitifs. Si dessous, sont présentées les différents programmes proposés par GEO5 :

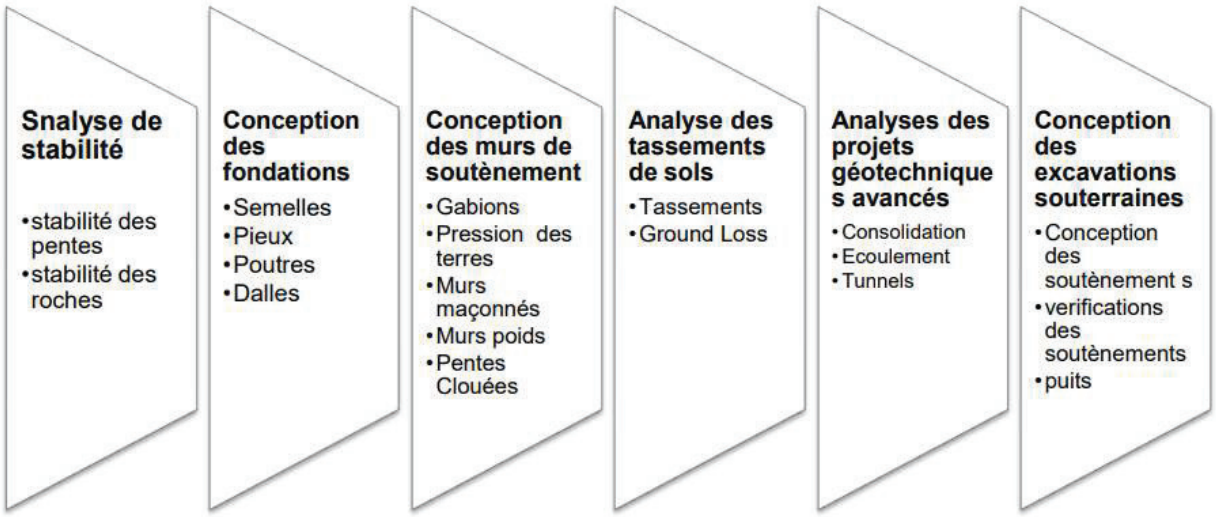


Figure 5-2 fonctions et solutions propose par Geo5

5.3.2 Caractéristique du profil le plus défavorable

L'analyse du profil le plus défavorable a étais effectuer selon les paramètres suivants :

- Remblai

Un remblai d'une hauteur de 24m caractérisé par les caractéristiques ci-dessous

Tableau 5-3 caractéristique du remblai

Matériau	γ (KN/m^3)	C (KPa)	φ
Remblai	20	5	30

- Sol support

Tableau 5-4 caractéristique du sol support

Matériau	γ (KN/m^3)	C (KPa)	φ
Marne	23	55	22

- Surcharge 10 KPa
- Pas de nappe phréatique
- A l'état statique

5.3.3 Analyse numérique du degré de stabilité

L'analyse numérique de la stabilité d'un remblai passe par :

- **L'analyse de la stabilité du terrain naturel**

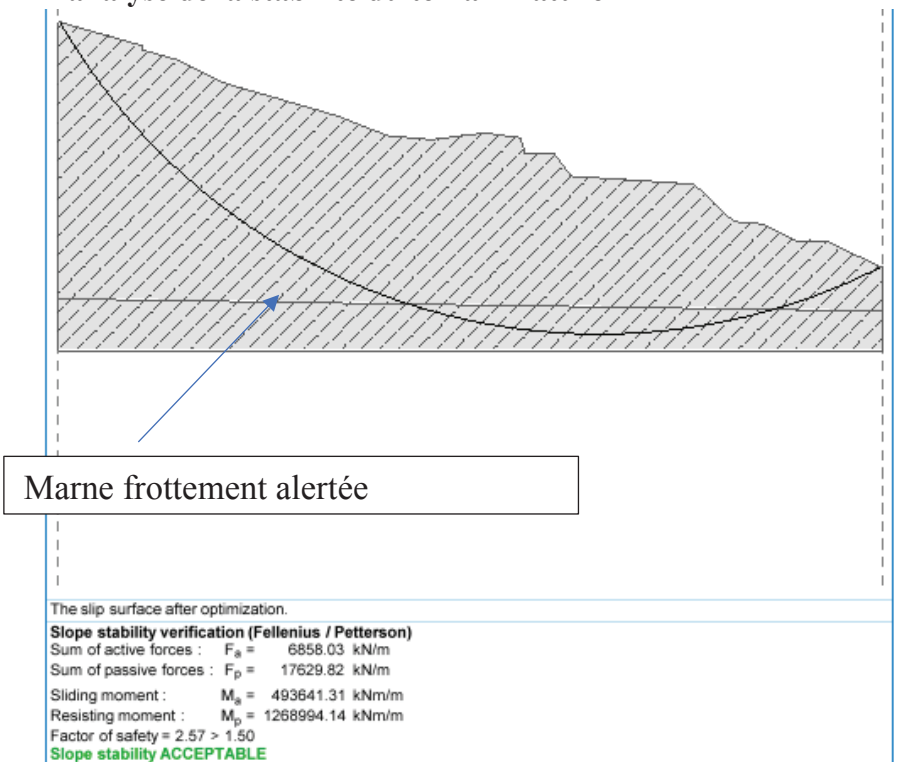


Figure 5 -5 analyse de la stabilité du terrain naturel (cas profil 2)

- **L'analyse de la stabilité après le terrassement des rendons d'accrochage** (ce calcul ce fait selon les caractéristiques mécanique a long et à court terme) afin d'assurer que le terrain est stable durant les travaux pour notre cas on effectuer un calcul baser sur les caractéristiques de la marne apparent à cause d'un manque de données.

  D'abord, la couche lâche superficielle est éliminée avant de remblayer la plate-forme, puis, les remblais seront ancres dans ce terrain par des redans, dont la largeur est supérieure ou égale à 3,0m, inclines vers l'extérieur.

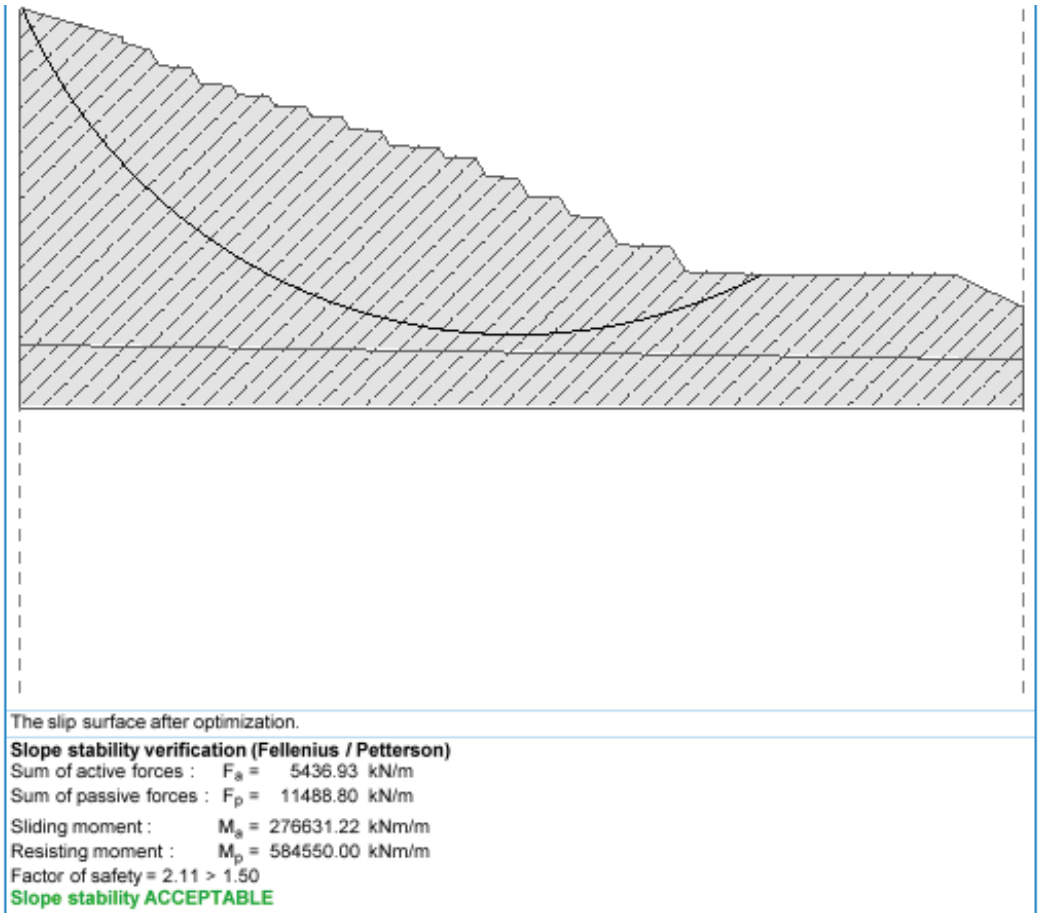


Figure5-6 analyse de la stabilité du terrain après terrassement des rendons d'accrochage

- **Analyse de la stabilité du remblai qui sera comparer à la valeur calculer manuellement.**

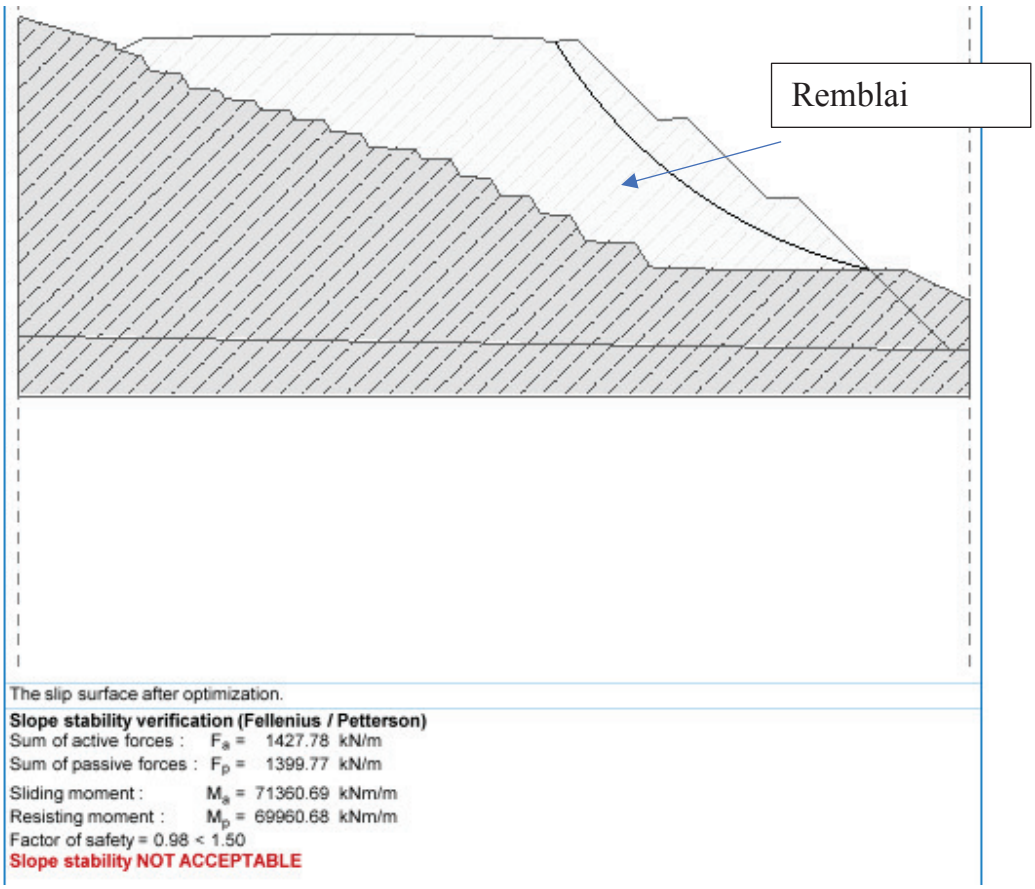


Figure 5 -7 analyse de la stabilité après remblaiement cas de suppression de la surcharge

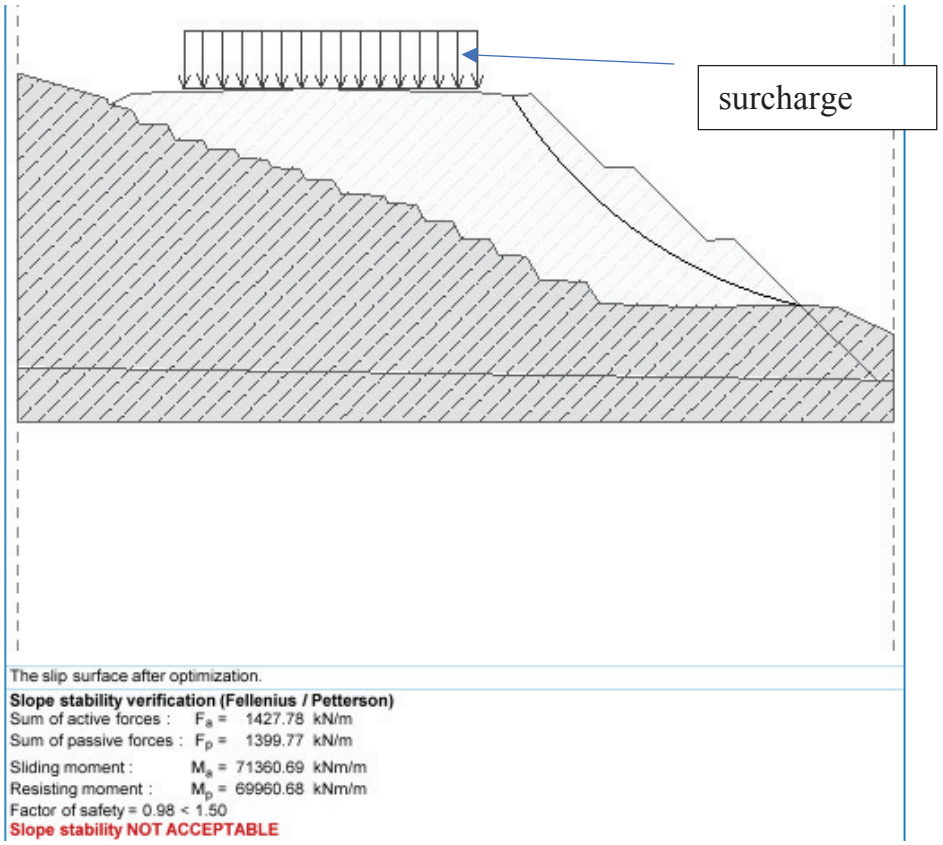


Figure 5-8 analyse de la stabilité après remblaiement cas d'inclusion de la surcharge

On constate que le coefficient de sécurité calculer numériquement pour une analyse optimiser est le même avec ou sans inclusion de la surcharge (la surcharge n'exerce aucune influence dans tant quelle est pas inclue dans le cercle de la ligne de rupture).

- **Analyse de la partie aval du remblai** puisque c'est un terrain en pente de plus l'instabilité de la partie aval présente un risque pour les usagers de la pénétrante en plus elle provoque des charges supplémentaires qui peuvent affecter la stabilité du remblai

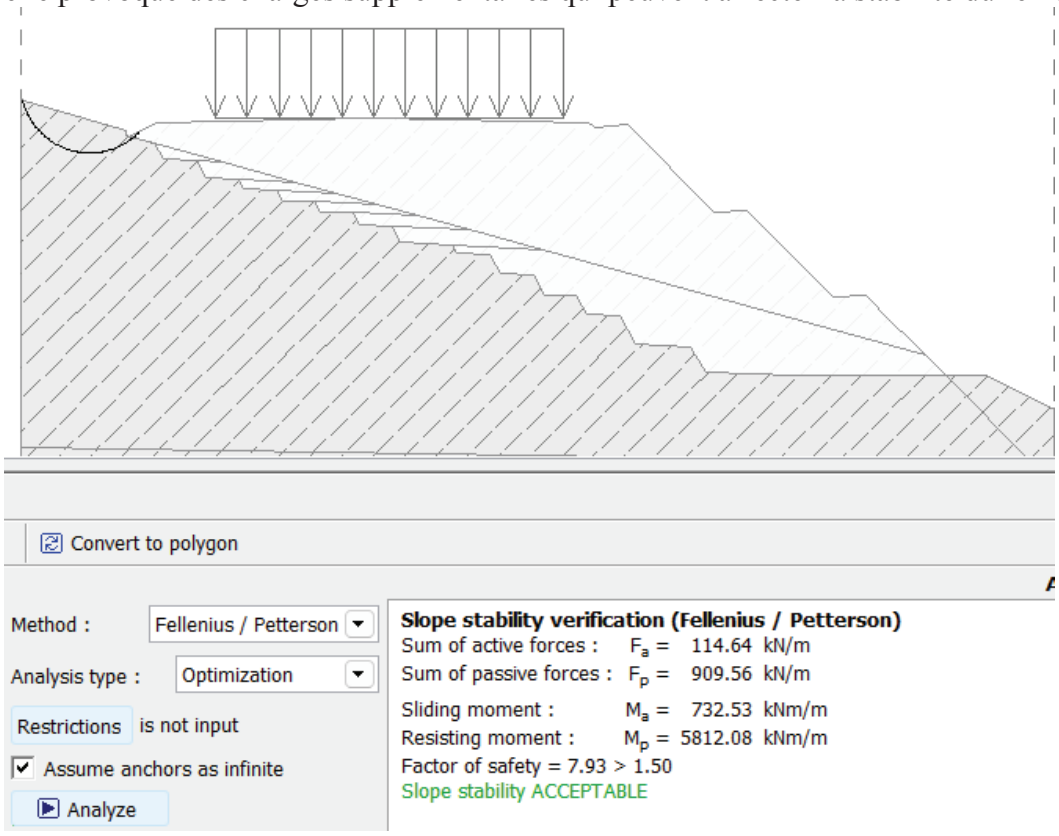


Figure 5-9 analyse du facteur de sécurité de la partie aval du remblai

5.3.4 Interprétation des résultats :

D'après cette analyse en déduit que le terrain naturel est stable en revanche l'instabilité se mobilise au niveau du remblai routier car la valeur minimale du coefficient de sécurité a l'état statique données par le logiciel Géo5 est F=0.98 <1,5.

5.4 Analyse du glissement par un calcul manuel

Le calcul manuel de la stabilité d'un talus se fait par tâtonnement en cherchant la ligne de glissement la plus défavorable tout en observant de façon critique la géométrie, les caractéristiques géotechniques et hydrauliques du talus. Ceci conduit à étudier bien peu de surfaces. Alors avant de faire l'analyse par logiciel, on commence le calcul manuel en considérant un cercle de rupture et on calcule le coefficient de sécurité par la méthode de Fellenius.

5.4.1 Rappel théorique de la méthode

Cette méthode est limitée aux ruptures circulaires et repose sur l'hypothèse suivante : E(x) et T(x) les efforts inter-tranches sont invariables d'une tranche à l'autre. On peut alors calculer facilement la résistance au glissement sous forme d'un moment. Pour obtenir le moment moteur, il est nécessaire de décomposer la masse en mouvement en tranches verticales, le bras de levier étant alors le rayon du cercle multiplié par le sinus de l'angle d'inclinaison de la base de la tranche.

Le coefficient de sécurité peut être défini comme le rapport des deux moments, et on obtient :

$$Fs = \frac{\sum_{k=1}^{n} \mathrm{CL} + \mathrm{W}\cos\alpha\ \mathrm{tg}\varphi}{\sum_{k=1}^{n} \mathrm{W}\ \sin\alpha}$$

5.4.2 Example de calcul

Caractéristique du remblai :

Matériau	γ (KN/m^3)	C (KPa)	φ^0
Remblai	20	5	30

Caractéristique de la ligne de rupture :

- Rayon : 31.4m

On devise la surface en trois tranches comme montrer sur la figure ci-dessus :

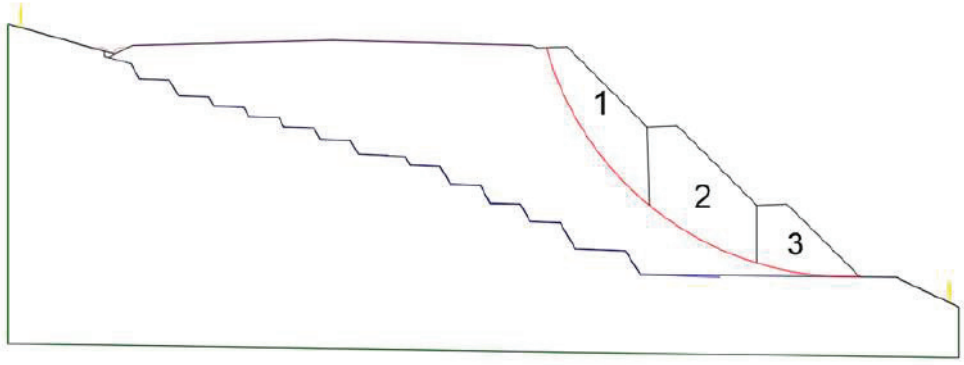


Figure 5-9 schéma illustratif du découpage des tranches

Tableau 5-5 résultats de la méthode des tranches

N^0	1	2	3
α	49	28.5	9.4
C.L	134.2	78.1	25.8
W	1281	1820	864
W cosα tgφ	485.2	923.5	492.1
W sin α	966	868.4	141.1
CL+W cosα tgφ	619.4	1001.6	517.9

$$\mathrm{Fs} = \frac{\sum_{k=1}^{n} \mathrm{CL+W}\cos\alpha\ \mathrm{tg}\varphi}{\sum_{k=1}^{n} \mathrm{W}\ \sin\alpha} = 1.08$$

- **Interprétation des résultats :**

D'après le calcul manuel en constate que y a une instabilité interne dans le corps du remblai vu que le cercle a l'intérieure du remblai donne un coefficient de stabilité 1.01 < 1.5

5.5 Synthèse d'analyse du degré de stabilité du remblai

L'analyse a étais effectuer selon les paramètres suivants :

- Caractéristiques du remblai

Tableau 5-6 caractéristiques du remblai

Matériau	γ (KN/m^3)	C (KPa)	φ
Remblai	20	5	30

- Caractéristiques du sol support

Tableau 5-7 caractéristiques du sol support

		Long terme		Court terme	
Matériau	γ (KN/m^3)	C (KPa)	φ	C (KPa)	φ
Argile	19	32.6	16.35	24.7	17.6

Matériau	γ (KN/m^3)	C (KPa)	φ
Marne	23	55	22

- Pas de nappe phréatique
- A l'état statique
- Surcharge 10 KPa

D'après les résultats obtenus de l'analyse de la stabilité des cinq profils en travers (voir l'annexe). Le tableau ci-dessous synthétise le degré de stabilité du remblai de chaque section.

Tableau 5-8 synthèses d'analyse du degré de stabilité du terrain naturel

Profils	Section	Fs obtenue	Fs nécessaire
Profil 1	PK 37+800 - 37+871	1.88	1.50
Profil 2	PK 37+871 - 38+010	2.57	1.50
Profil 3	PK 38+010 - 38+050	1.68	1.50
Profil 4	PK 38+050 - 38+280	2.62	1.50
Profil 5	PK 38+280 - 38+300	3.52	1.50

Tableau 5-9 synthèses d'analyse du degré de la stabilité après terrassement des rendons d'accrochage

Profils	Section	Fs obtenue	Fs nécessaire
Profil 1	PK 37+800 - 37+871	1.86	1.50
Profil 2	PK 37+871 - 38+010	2.11	1.50
Profil 3	PK 38+010 - 38+050	1.63	1.50
Profil 4	PK 38+050 - 38+280	2.72	1.50
Profil 5	PK 38+280 - 38+300	3.30	1.50

Tableau 5-10 synthèses du degré de la stabilité après remblaiement

Profils	Section	Fs obtenue	Fs nécessaire	Conclusion

Profil 1	PK 37+800 - 37+871	1.66	1.50	Profil stable
Profil 2	PK 37+871 - 38+010	0.98	1.50	Profil instable
Profil 3	PK 38+010 - 38+050	1.07	1.50	Profil instable
Profil 4	PK 38+050 - 38+280	0.99	1.50	Profil instable
Profil 5	PK 38+280 - 38+300	1.39	1.50	Profil instable

Tableau 5.11 analyse de la stabilité des déblais

Profils	Section	Fs obtenue	Fs nécessaire	Conclusion
Profil 1	PK 37+800 - 37+871	2.73	1.50	Profil stable
Profil 2	PK 37+871 - 38+010	7.93	1.50	Profil stable
Profil 3	PK 38+010 - 38+050	1.68	1.50	Profil stable
Profil 4	PK 38+050 - 38+280	3.19	1.50	Profil stable
Profil 5	PK 38+280 - 38+300	3.45	1.50	Profil stable

5.6 Vérification de la stabilité au poinçonnement

Après avoir constaté la présence d'une couche d'argile dans la section 5 et vérifier que le remblai est large vis-à-vis l'épaisseur du sol compressible, on utilise l'expression définie par Mendel et Salençon afin d'analyser le degré de la stabilité du remblai vis-à-vis le poinçonnement.

$$F = \frac{Qmax}{Q}$$

Avec

$$Qmax = Cu * Nc * \frac{B}{H}$$

$$Q = \gamma r * Hr$$

Sachant que

$$Nq = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2})$$

$$Nc = (Nq - 1)cot\varphi$$

Légende :

F facteur de sécurité
Q_{max} pression limite sur le sol
Cu cohésion non drainée
N_c coefficient de portance
B largeur moyenne du remblai
H hauteur de la couche compressible
H_r hauteur du remblai
γr poids volumique du remblai

- **Caractéristiques des matériaux**

Tableau 5-12 caractéristiques du remblai

Matériau	B (m)	Hr (m)	γr (KN/m^3)	φ

Remblai	24	9	20	16.35

Tableau 5-13 caractéristiques de la couche compressible

Matériau	Cu (KPa)	H (m)
Couche d'argile	24.9	2

- **Résultats et interprétation**

Nq = 2.63
Nc = 2.18

F doit être supérieure à 3 afin d'assurer la stabilité du remblai vis-à-vis le poinçonnement. F = 3.619 > 3 donc la stabilité vis-à-vis le poinçonnement du remblai est vérifié en phase de travaux et en phase définitif.

5.7 Conclusion

Nous avons calculé le coefficient de sécurité par la méthode des tranches, car cette méthode est particulièrement conseillée pour les talus hétérogènes. Le calcul manuel avec la méthode de Fellenius donne un coefficient de sécurité de 1.08, alors que le calcul par Géo 5 donne 0.98 pour le cas le plus défavorable. On constate un léger écart entre les valeurs du coefficient de sécurité calculées par les deux méthodes due au nombre de tranche pris et aux approximations lors du calcul des surfaces.

D'après les résultats obtenus le terrain naturel et après terrassement des rendons d'accrochage est stable en revanche l'instabilité apparait dans les remblais (coté aval) du PK37+871 au PK 38+300 ceci implique un renforcement ou soutènement des remblais.

L'analyse de la partie aval à donner des résultats favorables car les déblais des profils mixtes présentent de bonnes caractéristiques géotechniques (C, Ø, Pl, Ep…), Conditions hydrogéologiques favorables : Absence de nappe alimentée sous gradient hydraulique, et les pentes sont adaptées au déblaiement effectuer

Section les résultats d'analyse de la stabilité au poinçonnement on déduit que les remblais de la section 38+280 au 38+300 sont stable vis-à-vis le poinçonnement.

Chapitre
6
Stabilisation des remblais

6.1 Introduction

Cette partie est la plus importante dans notre projet parce qu'enfin notre but est de trouver les solutions favorables techniquement et économiquement pour stabiliser le remblai, Donc le choix de la technique de la stabilisation devra être le fruit d'un compromis entre trois aspects qui sont :

- Analyse des paramètres techniques de site.
- La connaissance des techniques de stabilisation.
- Les impératifs technico-économiques.

Nous allons dans ce chapitre effectué une stabilisation par reprofilage pour la section entre PK38+280 et PK 38+300 puis opté pour une évaluation de faisabilité des deux méthodes de confortement des remblais entre PK37+871 et PK38+280 et s'assurer de leurs efficacités, en nous basant sur le résultat d'investigations. Nos deux méthodes proposées sont :

- Renforcement par géotextile
- Renforcement par mur en gabion

Après l'analyse de chaque méthode proposée, on optera pour celle qui correspond au mieux aux conditions du site.

6.2 Choix de la méthode de renforcement

En analysant les cercles de ruptures des remblais à l'état finale ou en cours de la construction on observer les cas suivants :

- **Section PK37+800-37+871**

  Le facteur de sécurité dans le cas permanant est proche de 1.5 et puisque 4m de terrain plat avant d'atteindre la suite du terrain en pente en opte pour un reprofilage.

- **Section PK37+871-38+010**

  D'après l'analyse des résultats du profil caractérisant de la section 1, on a constaté une instabilité interne des remblais lors de la construction de la première banquette de 8m sans prendre en considérations les surcharges. L'analyse après construction du remblai entier donne des lignes de rupture traversant de trois banquettes existantes.

- Remblai

  Un remblai d'une hauteur de 24m caractérisé par les caractéristiques ci-dessous

Matériau	γ (KN/m^3)	C (KPa)	φ
Remblai	20	5	30

- Sol support

Matériau	γ (KN/m^3)	C (KPa)	φ
Marne	23	55	22

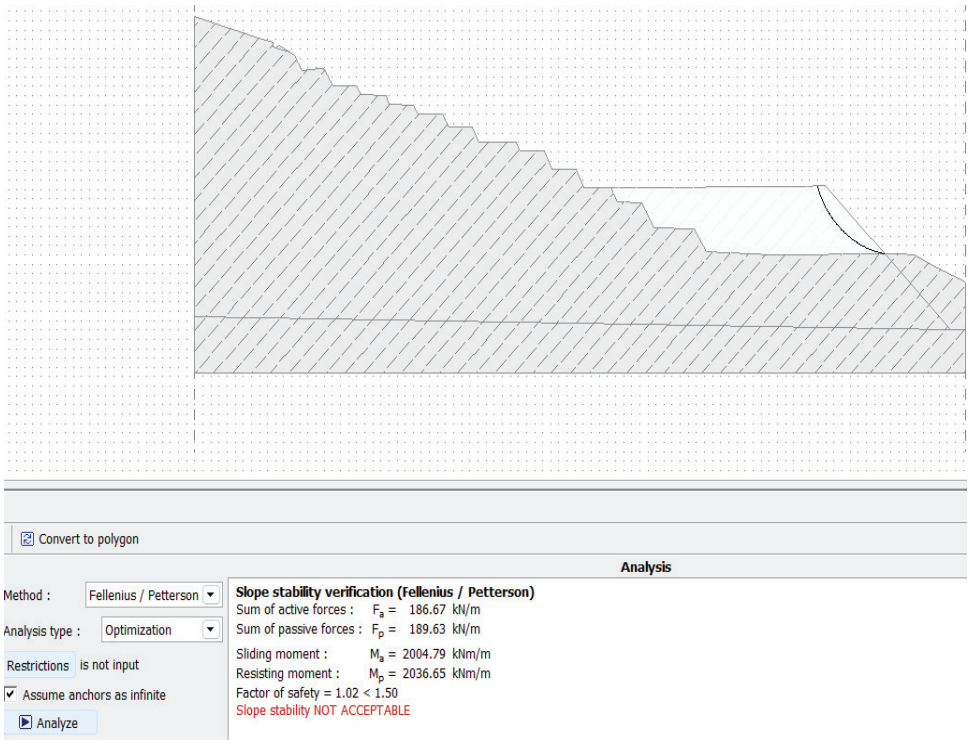


Figure 6.1 analyse du facteur de sécurité de la première banquette

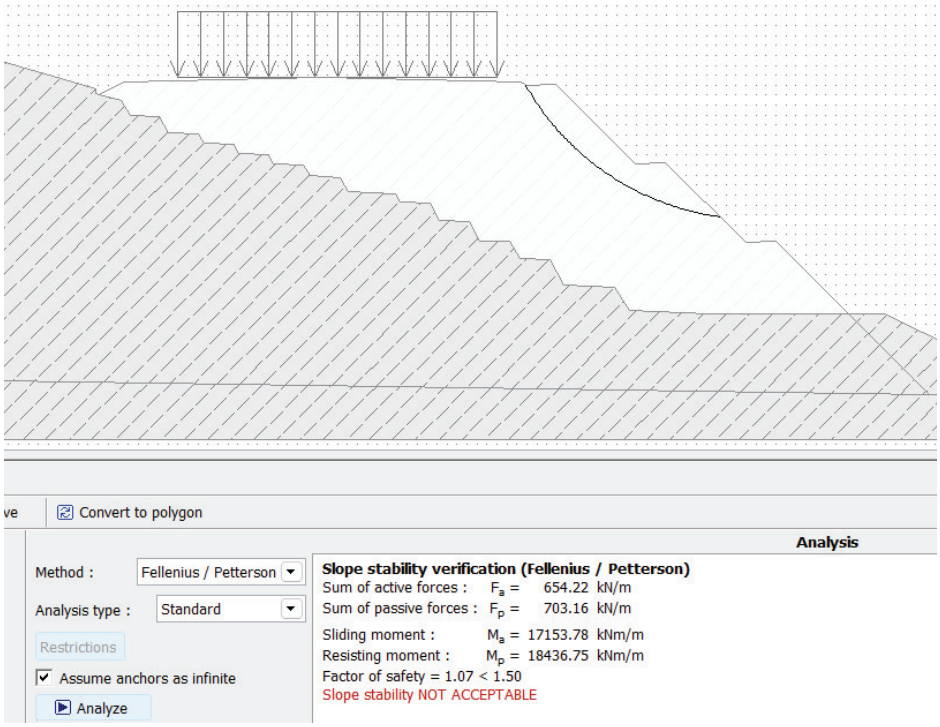


Figure 6-2 lignes de rupture existante dans le 2eme profil

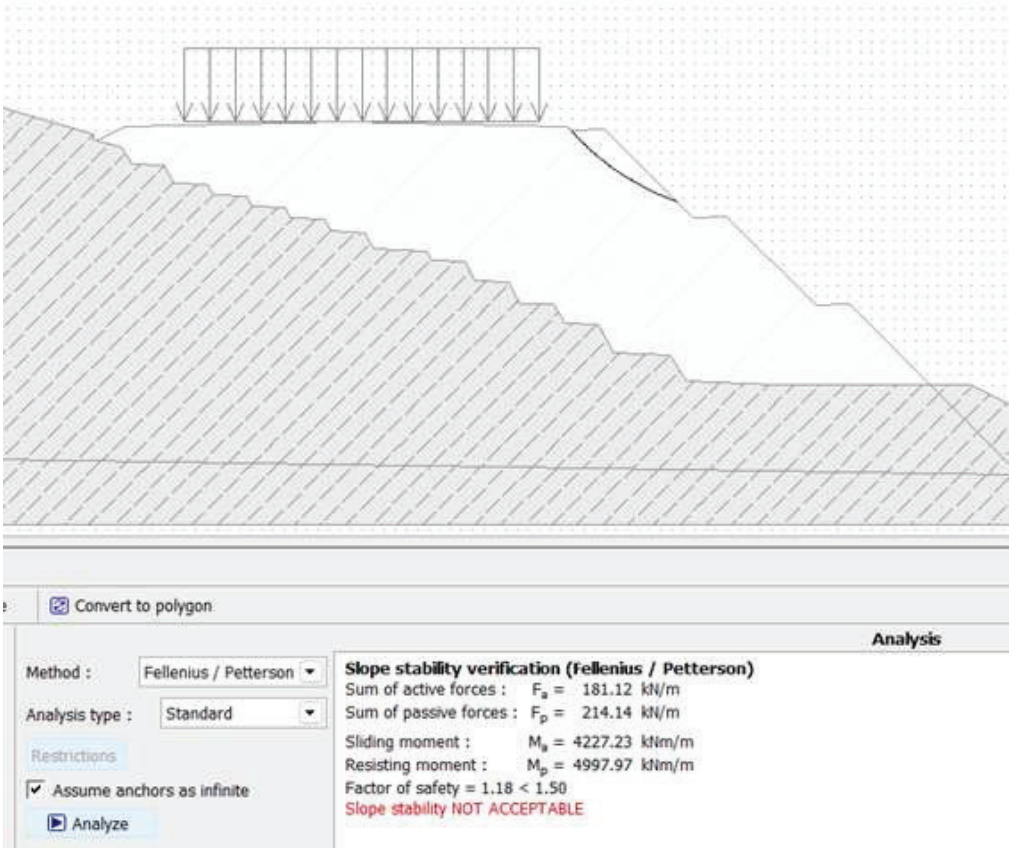


Figure 6-3 lignes de rupture existante dans la dernière banquette du 2eme profil

- **Section PK 38+010- 38+050**

L'analyse du profile caractérisant de la deuxième section nous a permet de déduire que la deuxième banquette est stable contrairement à la première en revanche la première banquette de 8m est instable comme le cas précèdent.

- **Section PK38+050-38+280**

L'analyse du profile caractérisant de la troisième section nous a permet de déduire que les deux banquettes sont instables. L'instabilité de la première banquette est due au poids de la deuxième en revanche la première est instable à cause de sa hauteur qui atteint les 8m.

Tableau 6-1 caractéristiques des matériaux de la 3eme section

Matériau	$\gamma(KN/m^3)$	C (KPa)	φ (^{0})
Argile	19	32.6	16.35
Marne	23	55	22
Remblai	20	5	30

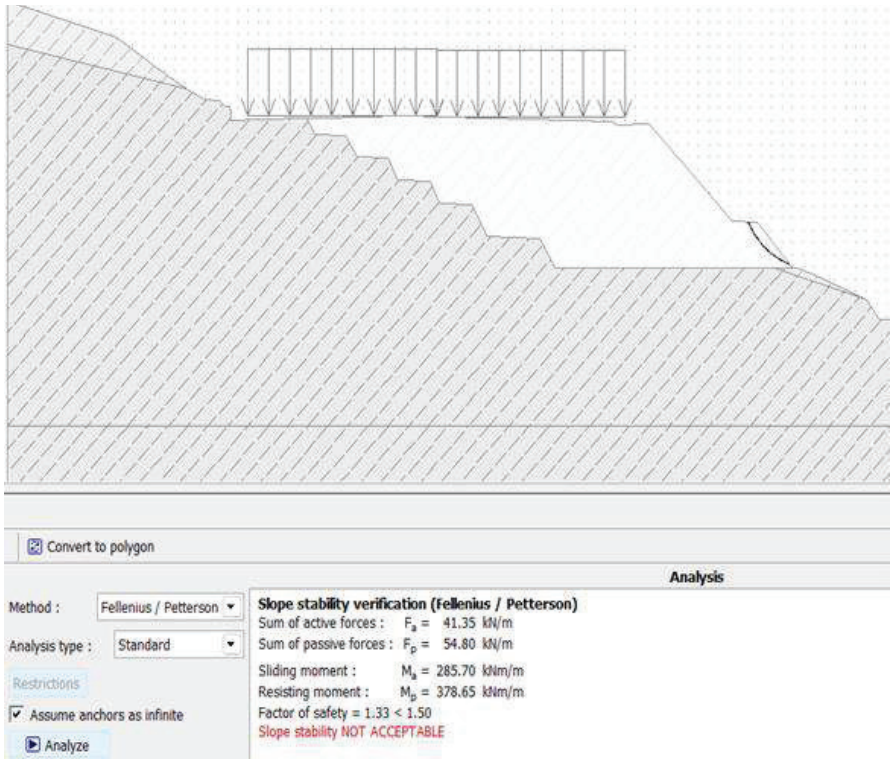


Figure 6-4 lignes de rupture existante dans le 4eme profil instable au niveau de la première banquette

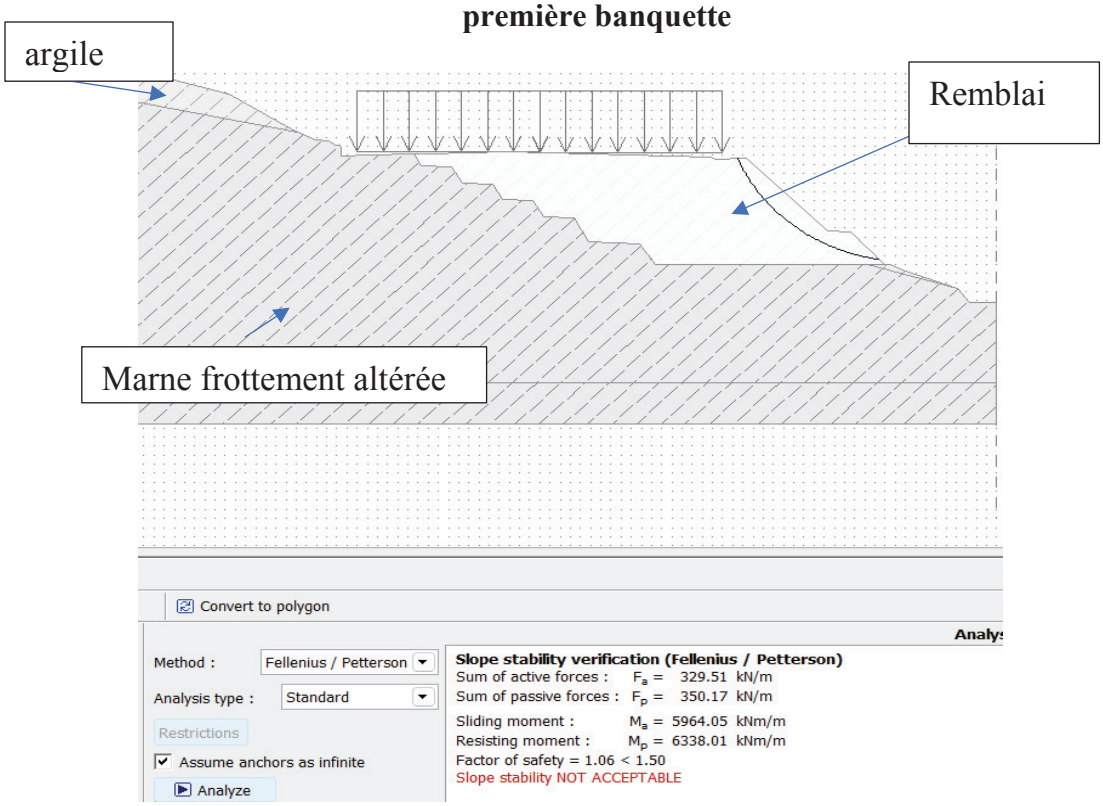


Figure 6-5 lignes de rupture existante dans le 4eme profil instable

D'après l'analyse des cercles de rupture et des causes d'instabilité des remblais on a opté pour un renforcement par géotextile ou bien un mur en gabion avec des armatures en extensions car l'instabilité se mobilise au niveau des couches superficielle du remblai et ceci est due à la hauteur de ce dernier et la cohésion du matériau utiliser en remblai.

6.3 Stabilisation par reprofilage

Par suite d'instabilité observer dans la section entre **PK38+280 – PK 38+300.** Nous avons opté pour un reprofilage de la pente du deuxième talus adoucis de 40^0 à 30^0 dans le but de stabiliser le profil. Il faut prévoir un drainage pour éviter la stagnation dans les remblais.

- **Cas permanant**

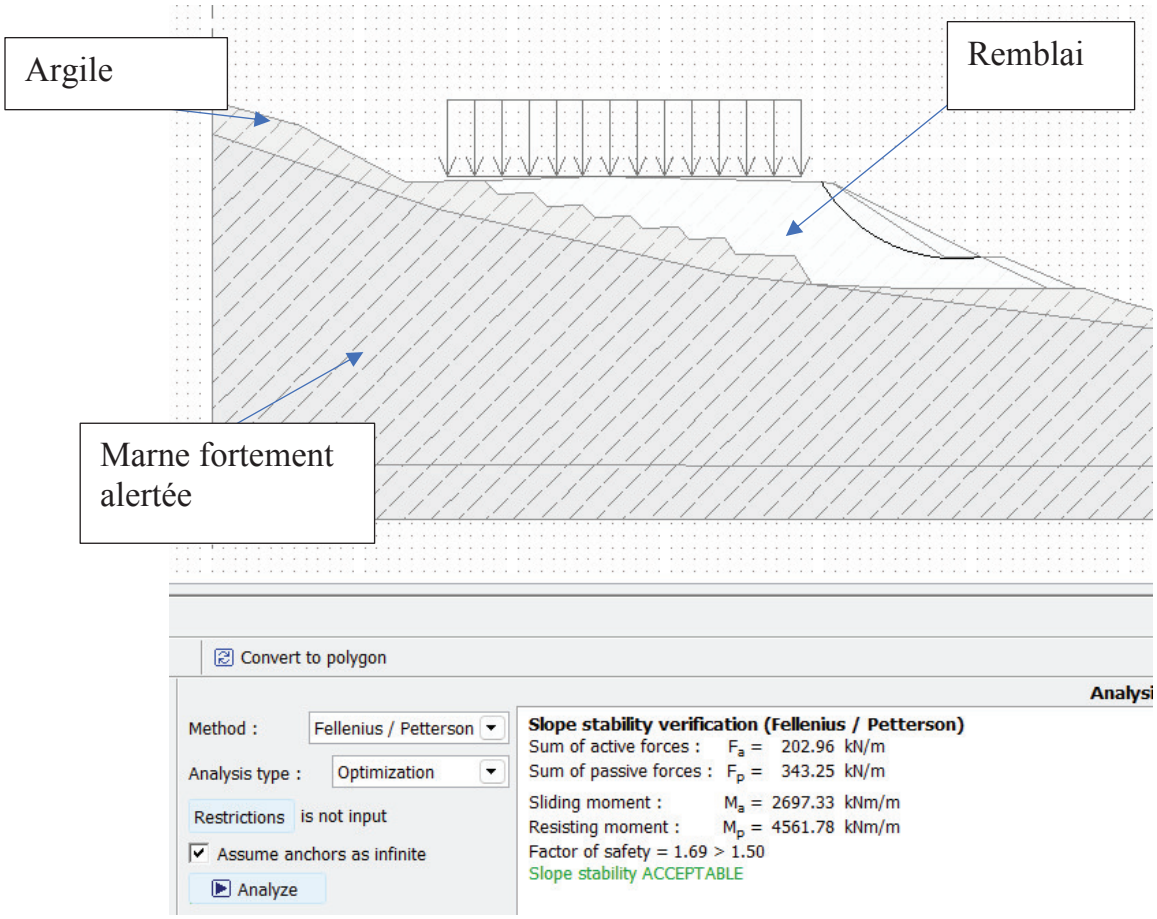


Figure 6-6 analyse de la stabilité du profil 5 après le reprofilage (cas permanant)

- **Cas sismique**

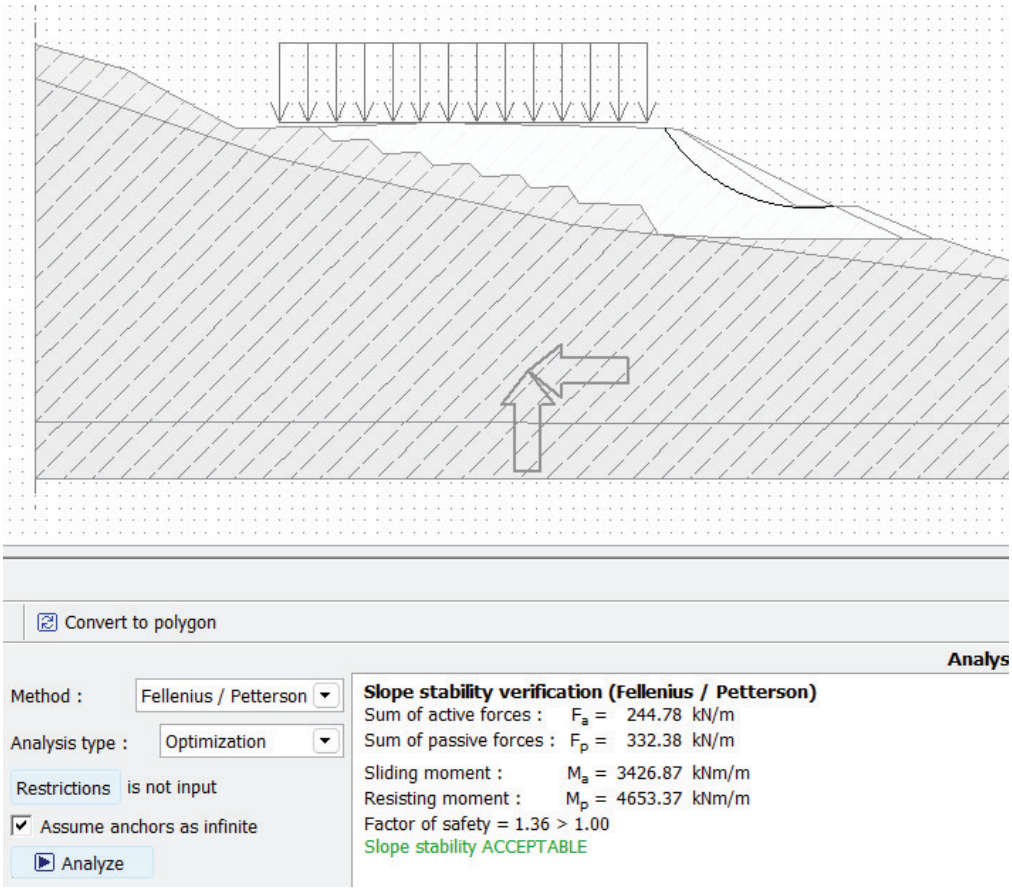


Figure 6-7 analyse de la stabilité du profil 5 après le reprofilage (cas sismique)

Tableau 6-2 synthèse des résultats obtenue après le reprofilage

Cas permanant		Cas sismique	
Fs obtenue	Fs rechercher	Fs obtenue	Fs rechercher
1.75	1.50	1.40	1.00

6.4 Renforcement du remblai par géotextile

Afin de renforcer les remblais entre les PK37+871 et PK38+280, nous proposons comme première solution l'utilisation d'un géotextile GEOTER200 fixé avec un recouvrement de L= 3*épaisseur de la couche. Ce géotextile de renforcement présente une résistance à la traction de 200,00 kN/m recommandée par le fascicule 9 intitulée Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans le renforcement des ouvrages en terre.

Il est important de noter que le recouvrement entre les nappes de géotextile doit être de 30 cm afin d'assurer une bonne performance du renforcement recommandée par le fascicule 9 intitulée Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans le renforcement des ouvrages en terre.

De plus, il est recommandé d'installer un système de drainage dans le remblai afin de prévenir toute stagnation d'eau. Ce système de drainage permettra d'évacuer efficacement l'eau qui pourrait s'accumuler dans les remblais, réduisant ainsi les risques d'instabilité.

6.4.1 Section PK37+871-PK38+010

Les remblais de la première section sont caractérisés par une hauteur de 24 m, divisée en trois banquettes de 8 m chacun avec pendage de 1/1.

Tableau 6-3 caractéristiques géométriques du renforcement par géotextile

	Espacement entre les géotextiles (m)	La longueur d'ancrage de la géotextile (m)	Nombre de géotextile
1ere banquette	0.4	20	20
2eme banquette	0.4	22	20
3eme banquette	0.4	24	18

6.4.1.1 Vérification de la stabilité globale du remblai au glissement

- **Cas permanant**

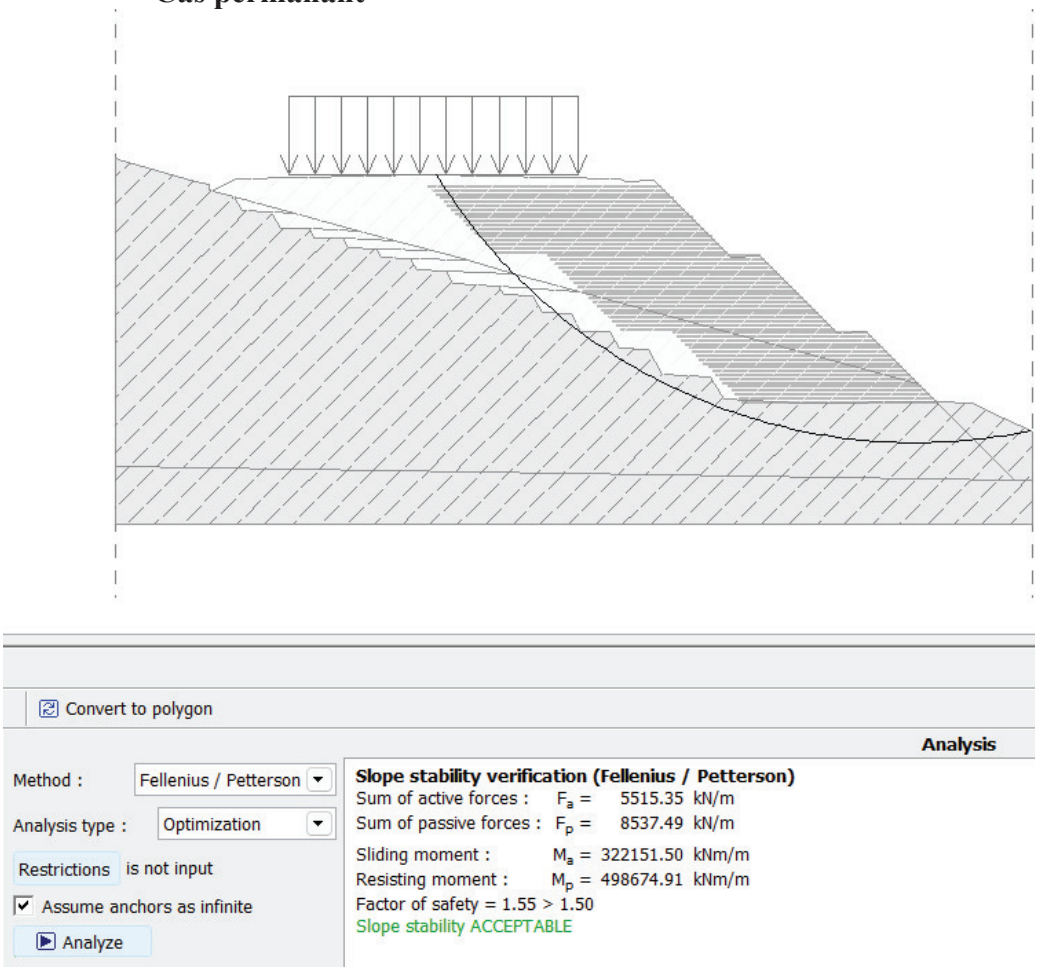


Figure 6-8 analyse de la stabilité globale du profil 2 après la stabilisation par géotextile (cas permanant)

- **Cas sismique**

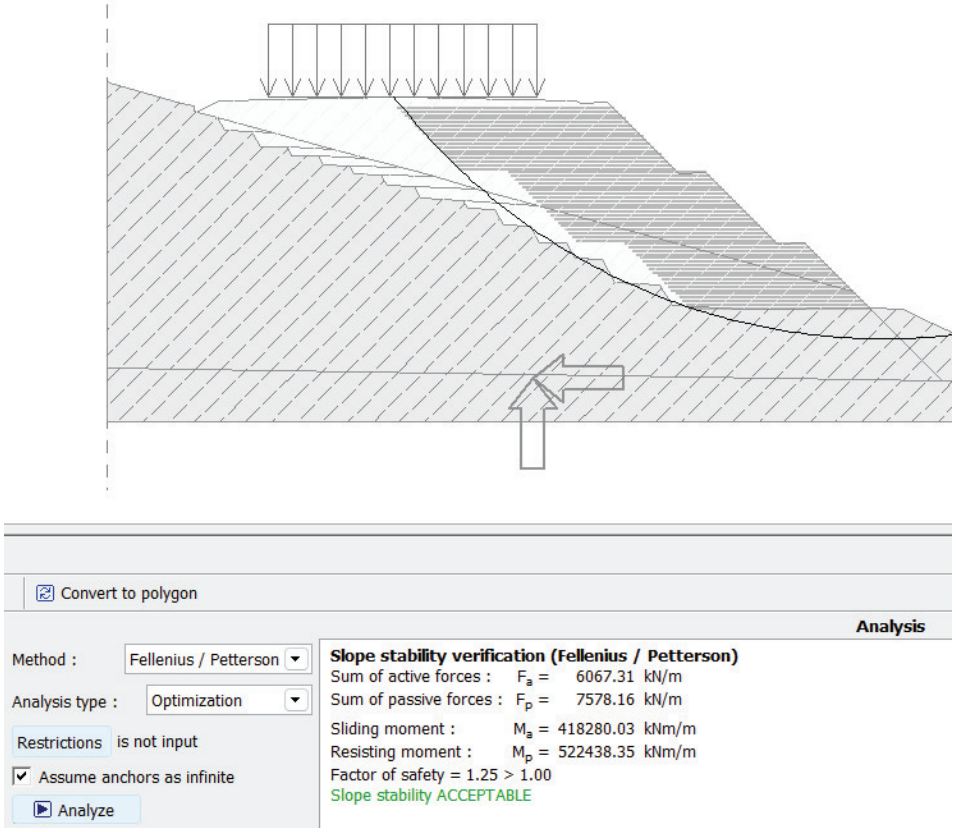


Figure 6-9 analyse de la stabilité globale du profil 2 après la stabilisation par géotextile (cas sismique)

Interprétation des résultats

Après avoir modéliser le profil, insérer les paramètres géotechniques et renforcer le remblai instable avec le géotextile, on a constaté qu'après renforcement le profil est stable dans les deux cas permanant et sismique.

6.4.1.2 Vérification de la stabilité interne du remblai au glissement

- Cas permanant

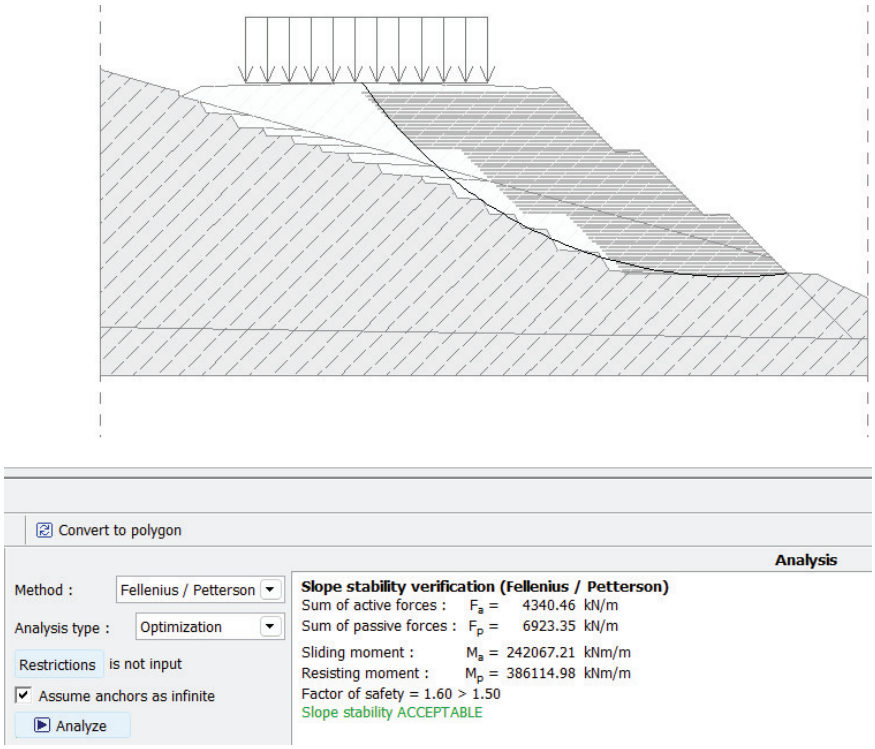


Figure 6-10 facteur de sécurité du profil 2 après la stabilisation par géotextile (cas permanant)

- **Cas sismique**

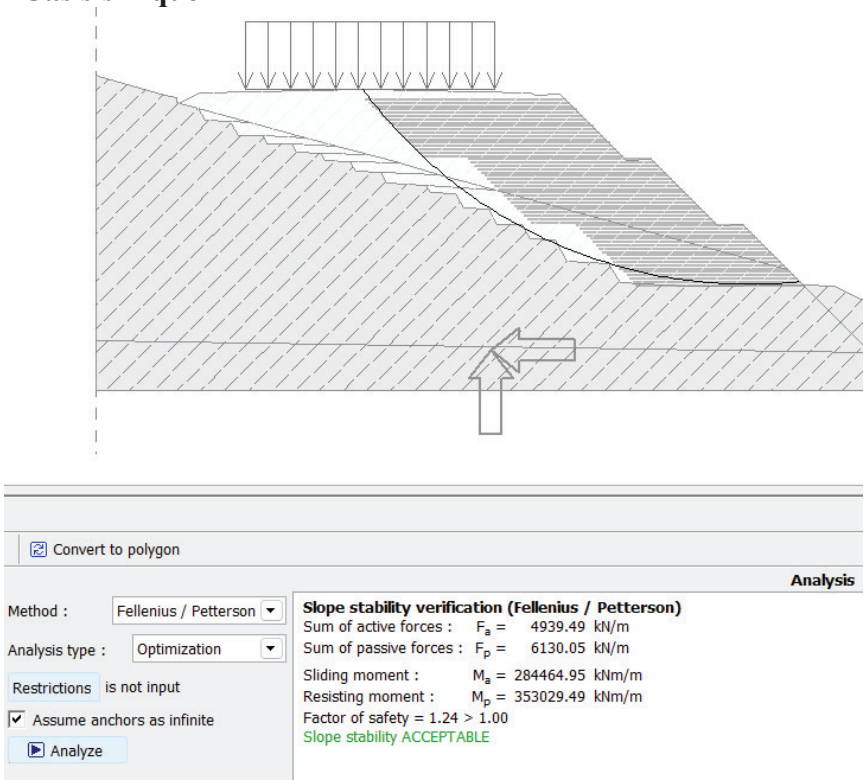
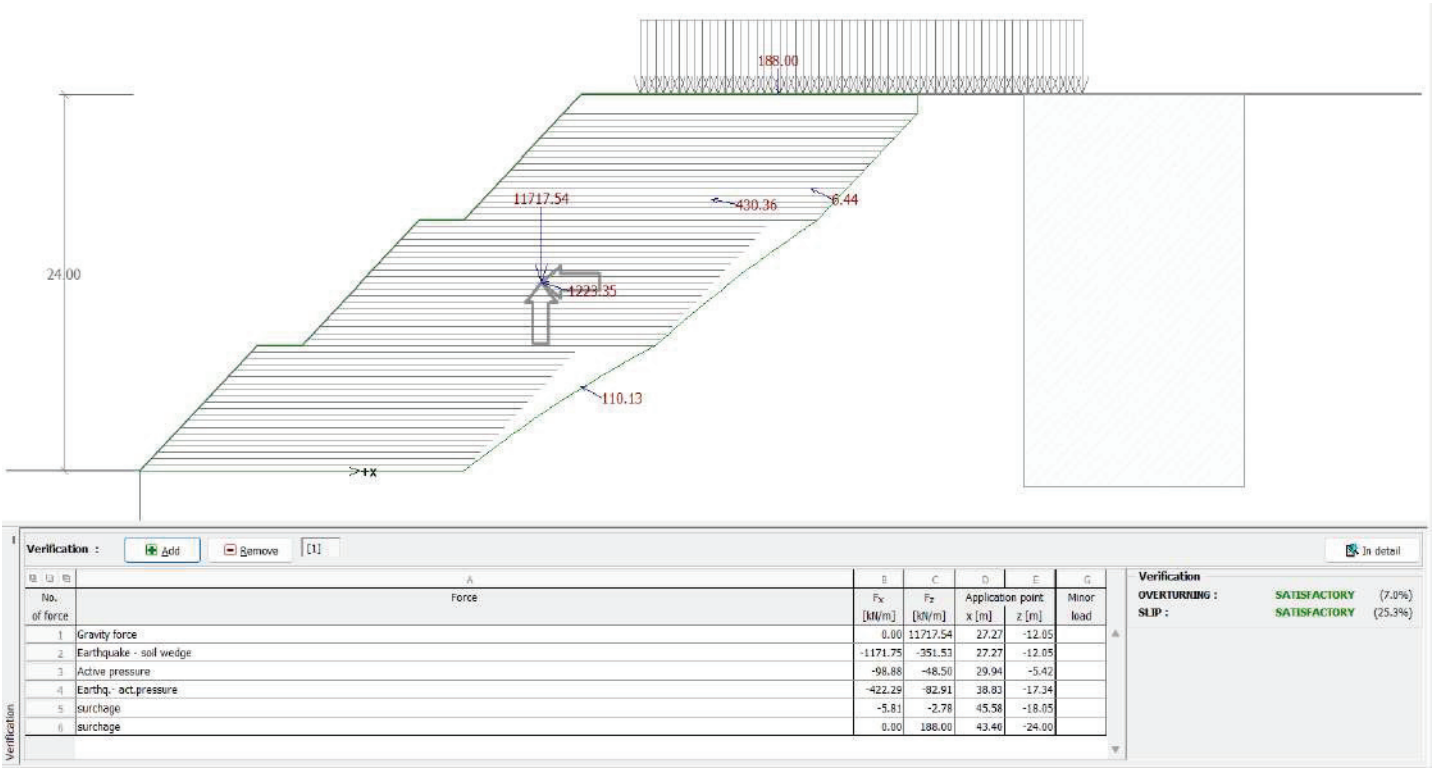


Figure 6-11 facteur de sécurité du profil 2 après stabilisation par géotextile (cas sismique)

- **Interprétation des résultats**

Après avoir vérifié la stabilité interne par la méthode de Fellenuis. On synthétique que la stabilité interne est vérifiée dans le cas sismique et le cas permanant.

6.4.1.3 Vérification de la stabilité au renversement et au glissement de la base du mur renforcé en géotextile



No. of force	Force	Fx [kN/m]	Fz [kN/m]	Application point x [m]	Application point z [m]	Minor load
1	Gravity force	0.00	11717.54	27.27	-12.05	
2	Earthquake - soil wedge	-1171.75	-351.53	27.27	-12.05	
3	Active pressure	-98.88	-48.50	29.94	-5.42	
4	Earthq. - act.pressure	-422.29	-82.91	38.83	-17.34	
5	surchage	-5.81	-2.78	45.58	-18.05	
6	surchage	0.00	188.00	43.40	-24.00	

Figure 6-12 vérification de la stabilité au glissement de la base du remblai et au renversement du profil 2

- **Interprétation des résultats**

Selon EN1997 et EN 1992-1-1 le mur renforcer en géotextile est stable envers le glissement de la base car 25.3%<100% et au reversement car 7.0%<100%. Sachant que selon le fascicule N9 la vérification des murs renforcer en géotextile au reversement est justifier uniquement dans le cas d'un mur verticale sur un sol support rigide mais elle ce fait automatiquement dans cette version du logiciel.

6.4.1.4 Vérification de la perte d'adhérence géotextiles / sol

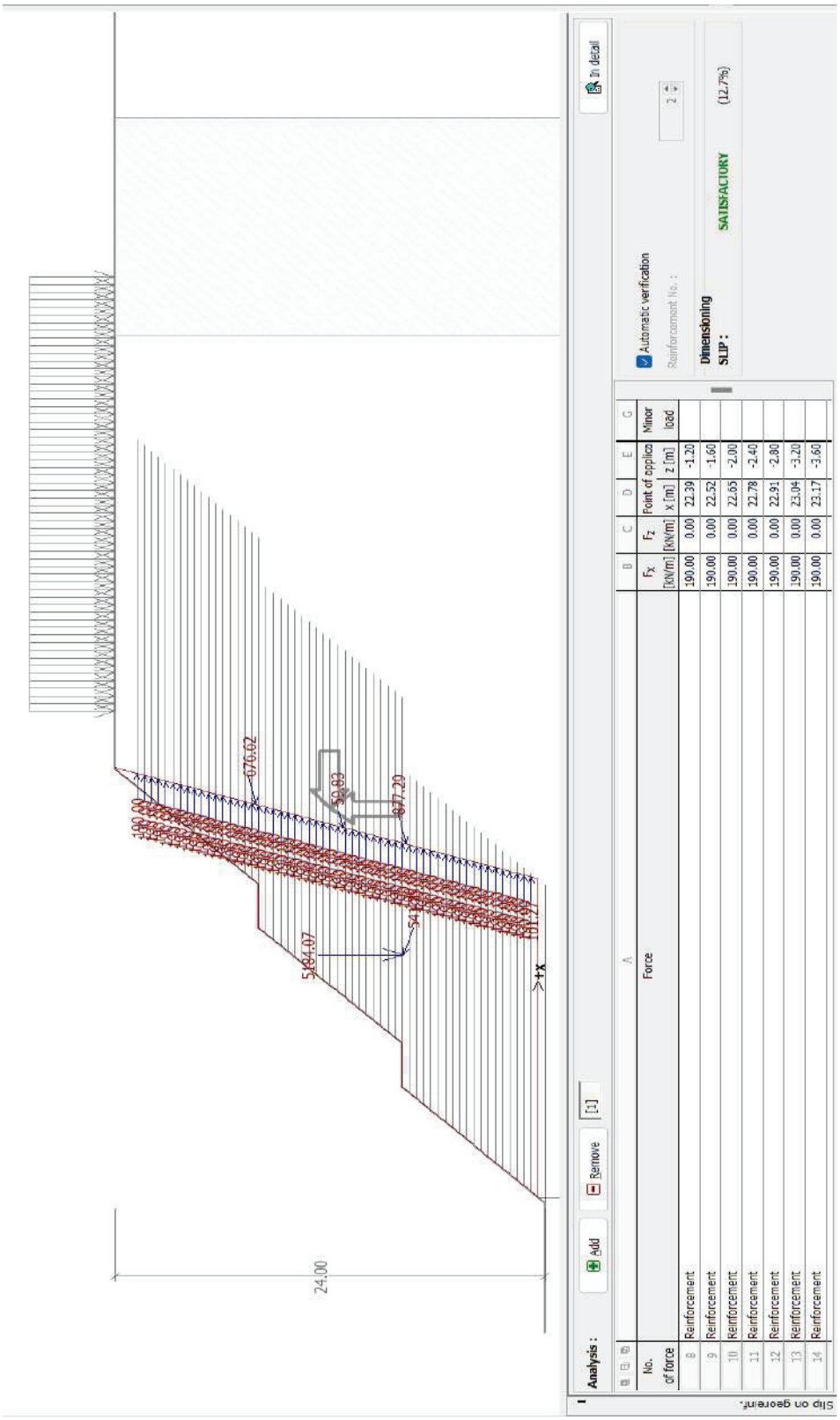


Figure 6-13 vérifications de la perte d'adhérence géotextile/sol du profil 2

- **Interprétation des résultats**

Selon EN1997 et EN1992-1-1 et d'après l'analyse automatique le cas le plus défavorable est celui dans la figure ci-dessus. La vérification a donné un pourcentage de 12.7% < 100 % donc l'adhérence entre le géotextile et le sol est vérifiée.

6.4.2 Section PK 38+010 - 38+050

Les remblais de la deuxième section sont caractérisés par une hauteur de 14m, divisée en deux banquettes la première a une hauteur de 8m et un pendage de 45^0, la seconde a 6m et un pendage de 30^0. (Voir la modélisation du talus ci-dessous).

Tableau 6-4 caractéristiques de la section 3

Matériau	$\gamma(KN/m^3)$	C (KPa)	φ (^{0})
Argile	19	32.6	16.35
Marne	23	55	22
Remblai	20	5	30

Tableau 6-5caractéristiques géométriques du renforcement par géotextiles

	Espacement entre les géotextiles (m)	La longueur d'ancrage de la géotextile (m)	Nombre de géotextile
1ere banquette	0.8	18	10
2eme banquette	/	/	/

6.4.2.1 Vérification de la stabilité globale

- **Cas permanant**

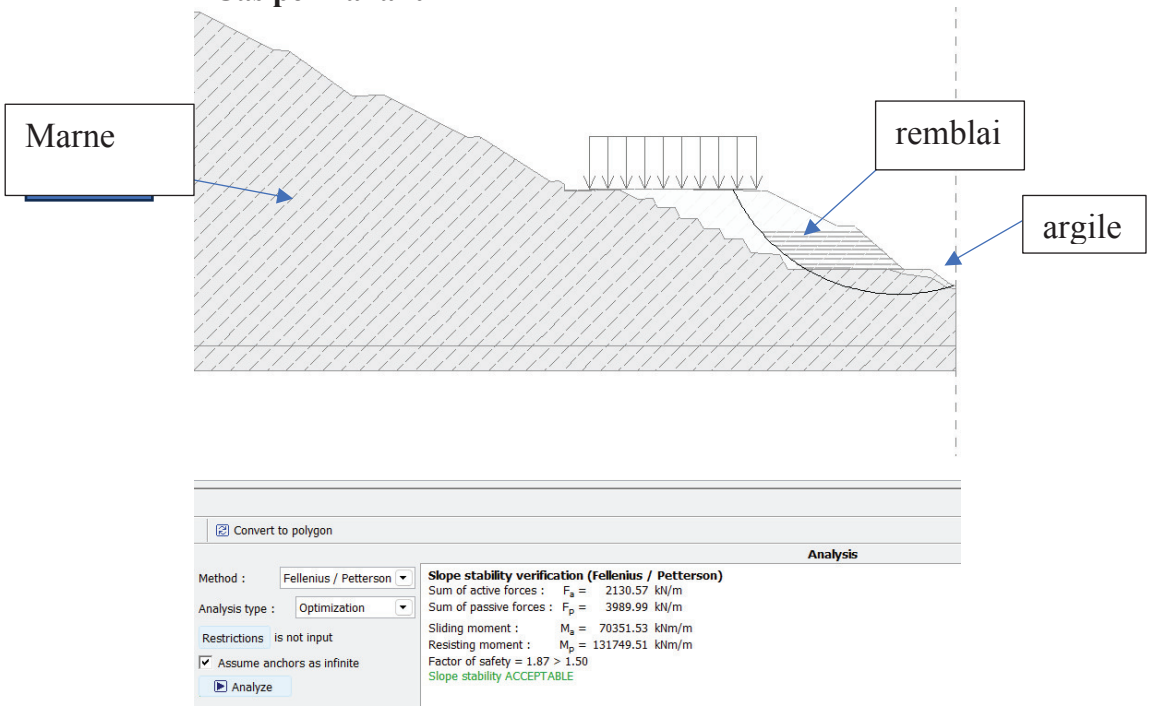


Figure 6-14 facteur de sécurité du profil 3 après stabilisation cas permanant

- **Cas sismique**

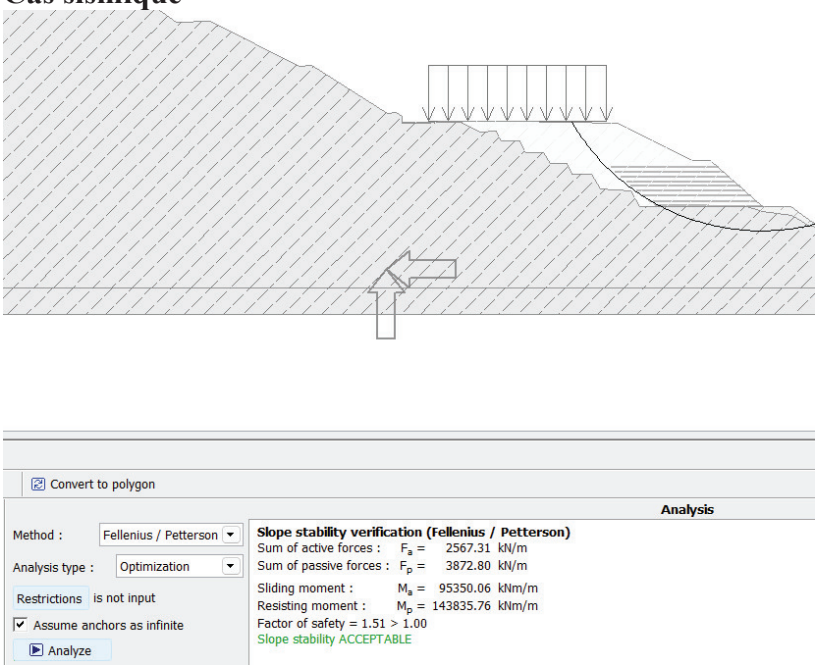


Figure 6-15 facteur de sécurité du profil 3 après stabilisation par géotextile cas sismique

- **Interprétation des résultats**

D'après les résultats obtenus ci-dessus le profil est stable dans les deux cas.

6.4.2.2 Vérification de la stabilité interne

- **Cas permanant**

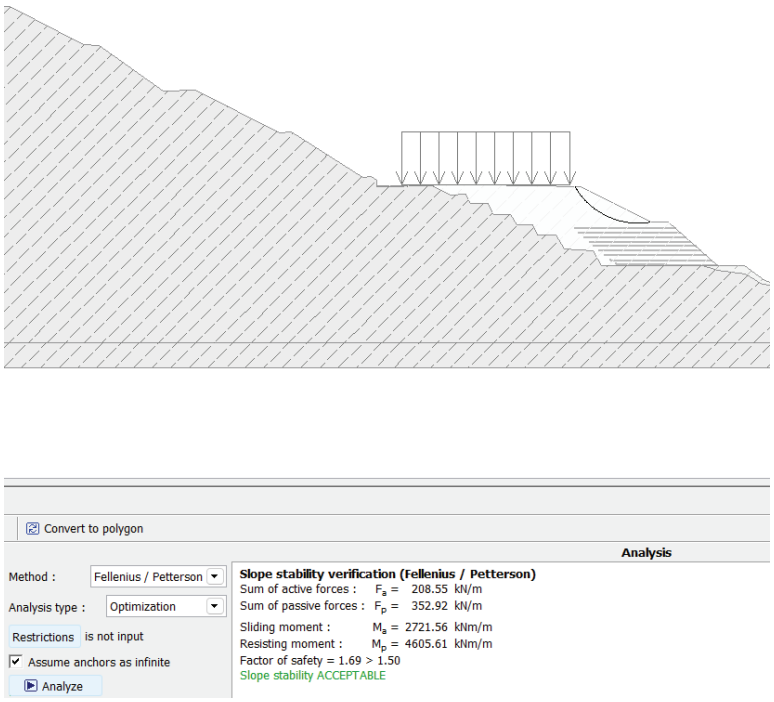
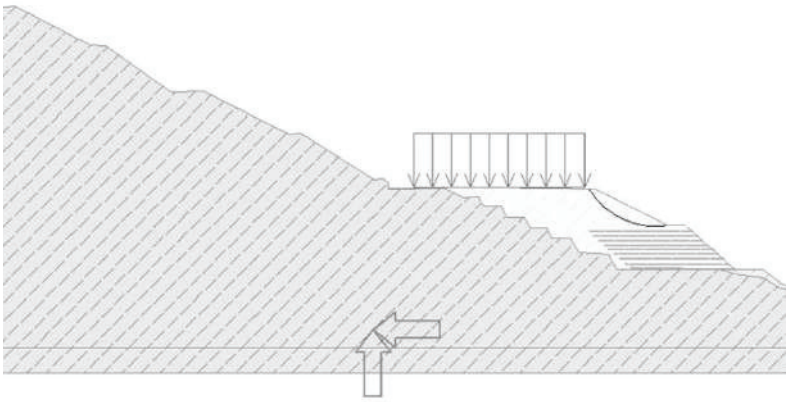


Figure 6-13 facteur de sécurité interne du profil 3 après stabilisation cas permanant

- **Cas sismique**



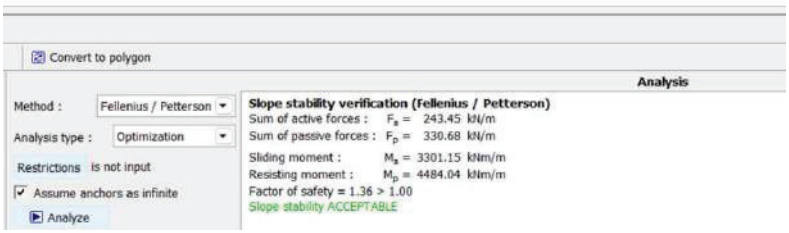


Figure 6-14 facteur de sécurité interne du profil 3 après la stabilisation cas sismique

- **Interprétation des résultats**

Apres l'analyse de la stabilité interne du profil 3 par Fellenius on a constaté que le profil est stable dans le cas statique et pseudo-statique.

6.4.2.3 Vérification de la stabilité au renversement et au glissement de la base du mur renforcé en géotextile

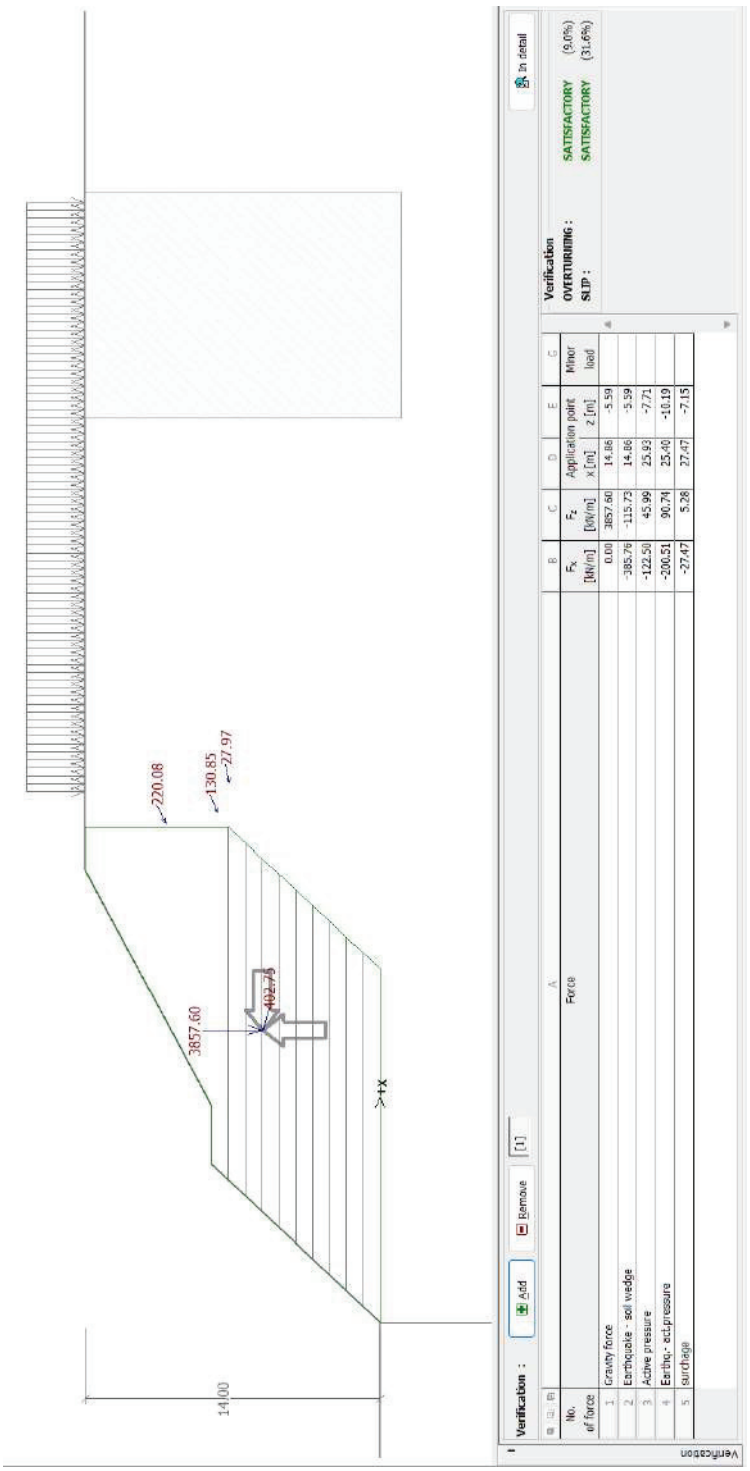


Figure 6-15 vérification de la stabilité du profil 3 au renversement et au glissement de la base

- **Interprétation des résultats**

Selon les normes EN1997 et EN 1992-1-1, le mur renforcé par géotextile est stable envers le glissement de la base car 31,6 % est inférieur à 100 %, et également stable au renversement car

9,0% est inférieur à 100 %. Pour le renversement, ce dernier est n'est pas justifier car le talus n'est pas vertical par rapport au sol rigide mais il se calcul automatiquement par le logiciel.

6.4.2.4 Vérification de la perte d'adhérence géotextiles / sol

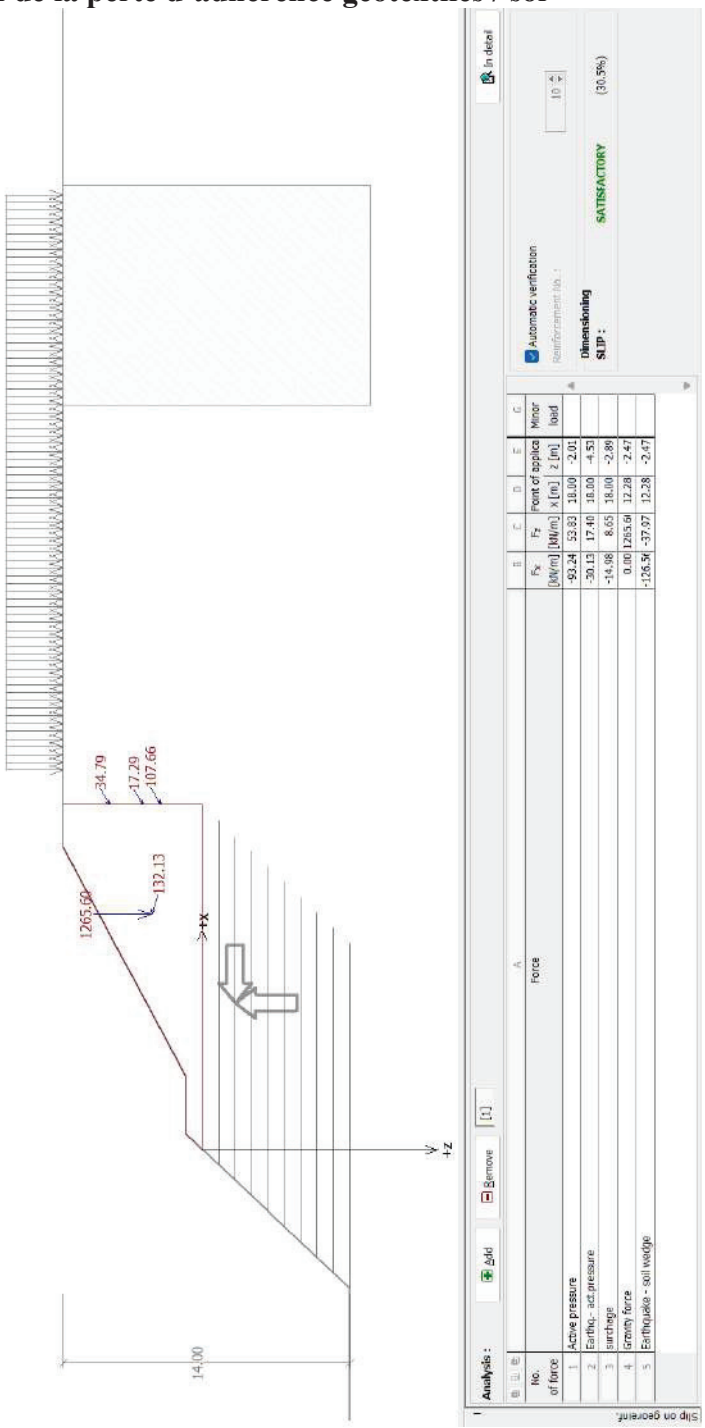


Figure 6-16 vérification de la perte d'adhérence géotextile / sol

- **Interprétation des résultats**

Selon EN1997 et EN1992-1-1 et d'après l'analyse automatique le cas le plus défavorable est celui dans la figure ci-dessus. La vérification a donné un pourcentage de 30.5% < 100 % donc l'adhérence entre le géotextile et le sol est vérifiée.

6.4.3 Section PK 38+050-38-280

Les remblais de la troisième section sont caractérisés par une hauteur de 12m, divisée en deux banquettes la première a une hauteur de 4m et un pendage de 45^0, la seconde a 8m et un pendage de 45^0. (Voir la modélisation du talus ci-dessous).

Matériau	$\gamma(KN/m^3)$	C (KPa)	$\varphi\ (^0)$
Argile	19	32.6	16.35
Marne	23	55	22
Remblai	20	5	30

Tableau 6-6 caractéristiques géométriques du renforcement par geotextile

	Espacement entre les géotextiles (m)	La longueur d'ancrage de la géotextile (m)	Nombre de géotextile
1ere banquette	0.8	16	5
2eme banquette	0.8	16	10

6.4.3.1 Vérification de la stabilité globale

- **Cas permanant**

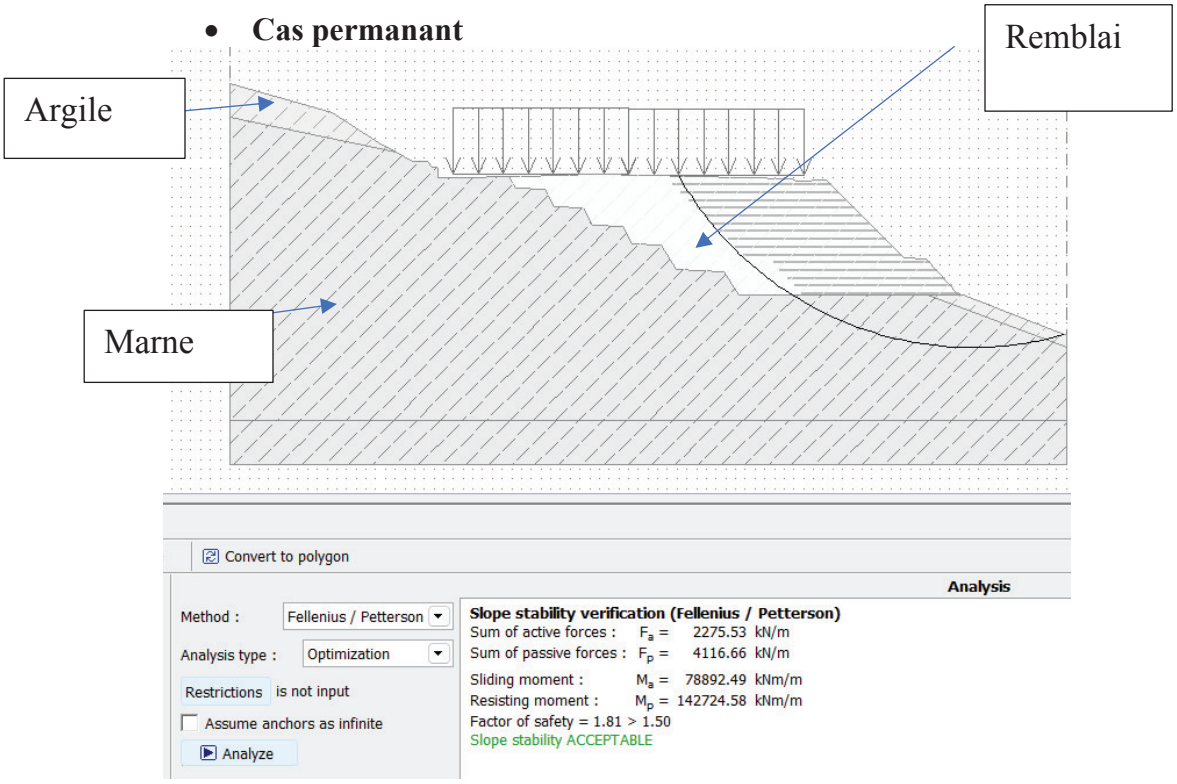


Figure 6-17 facteur de sécurité du profil 4 après la stabilisation cas permanant

- **Cas sismique**

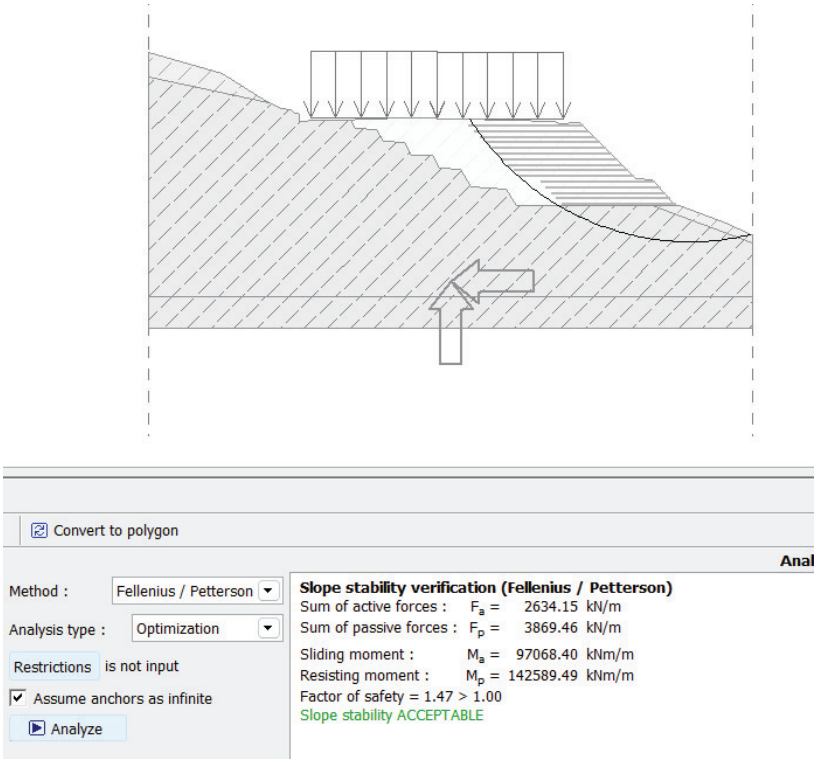


Figure 6-18 facteur de sécurité du profil 4 après la stabilisation cas sismique

D'après les résultats obtenus ci-dessus le profil est stable dans les deux cas.

6.4.3.2 Vérification de la stabilité interne

- **Cas permanant**

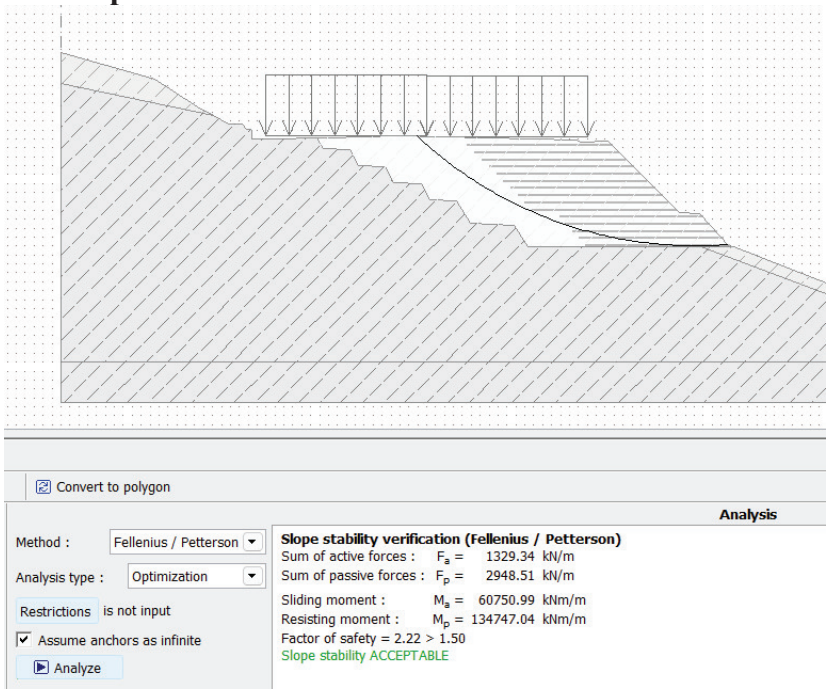


Figure 6-19 facteur de sécurité du profil 4 après le renforcement en géotextile cas permanant

- **Cas sismique**

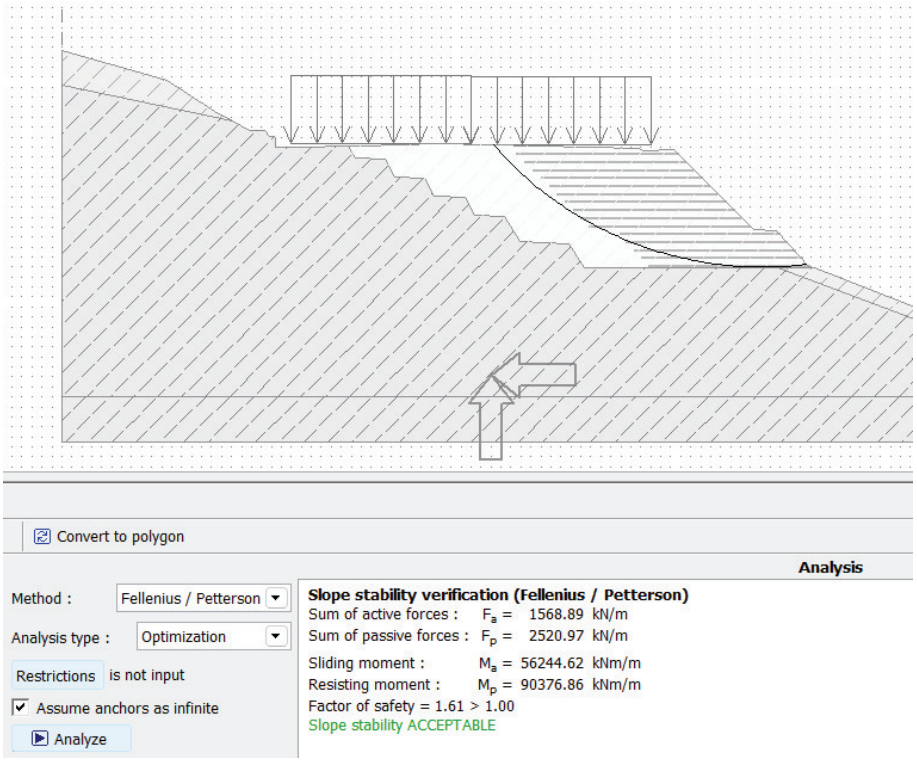


Figure 6-20 facteur de sécurité du profil 4 après le renforcement par géotextile cas sismique

- **Interprétation des résultats**

D'après la méthode d'analyse utilisée ci-dessus la stabilité interne du remblai est vérifiée dans les deux cas.

6.4.3.3 Vérification de la stabilité au renversement et au glissement de la base du mur renforcé en géotextile

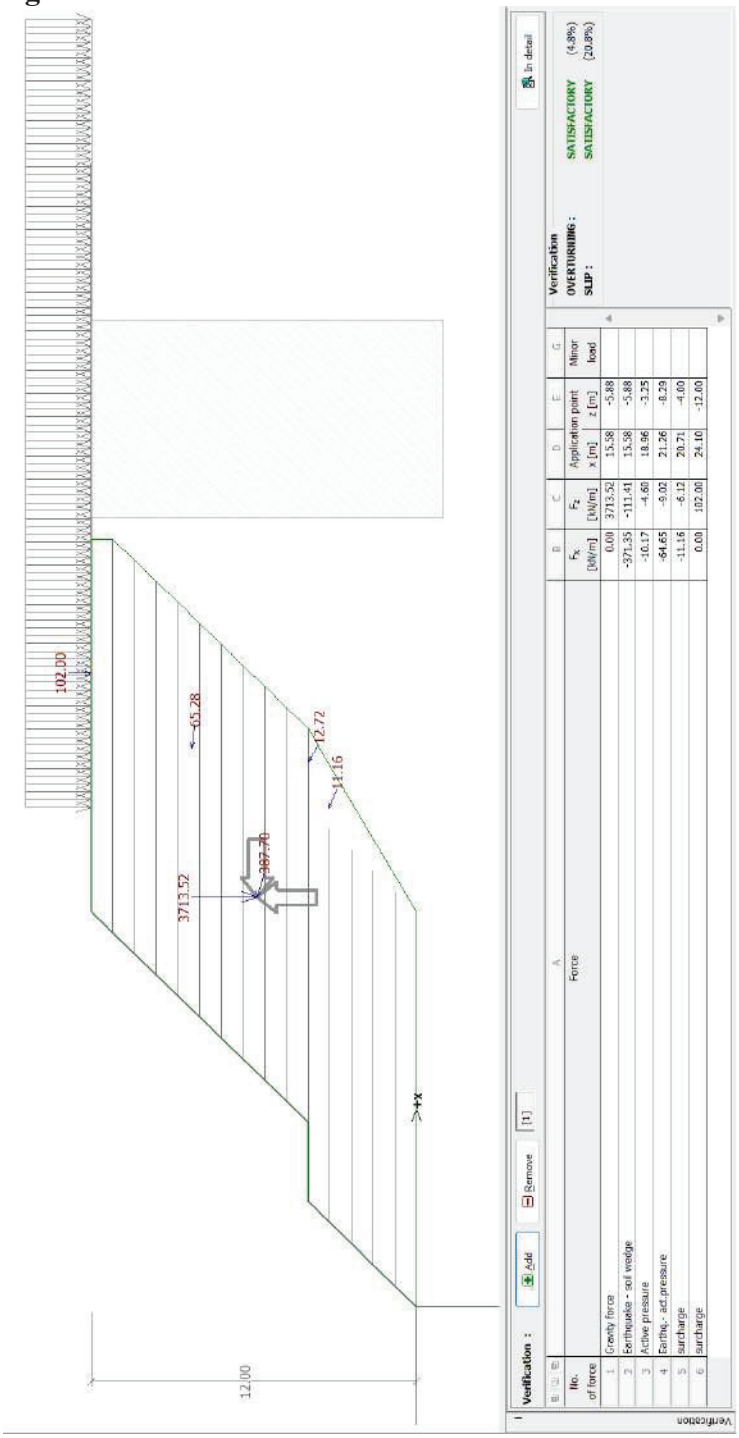


Figure 6.21 vérification de la stabilité au renversement et au glissement de la base du mur renforce en géotextile

- **Interprétation des résultats**

Selon les normes EN1997 et EN 1992-1-1, le mur renforcé par géotextile est stable contre le glissement de la base car 20.8 % est inférieur à 100 %, et également stable au renversement car

4.8% est inférieur à 100 %. Pour le renversement, ce dernier est n'est pas justifier car le talus n'est pas vertical par rapport au sol rigide mais il se calcul automatiquement.

6.4.3.4 Vérification de la perte d'adhérence géotextiles / sol

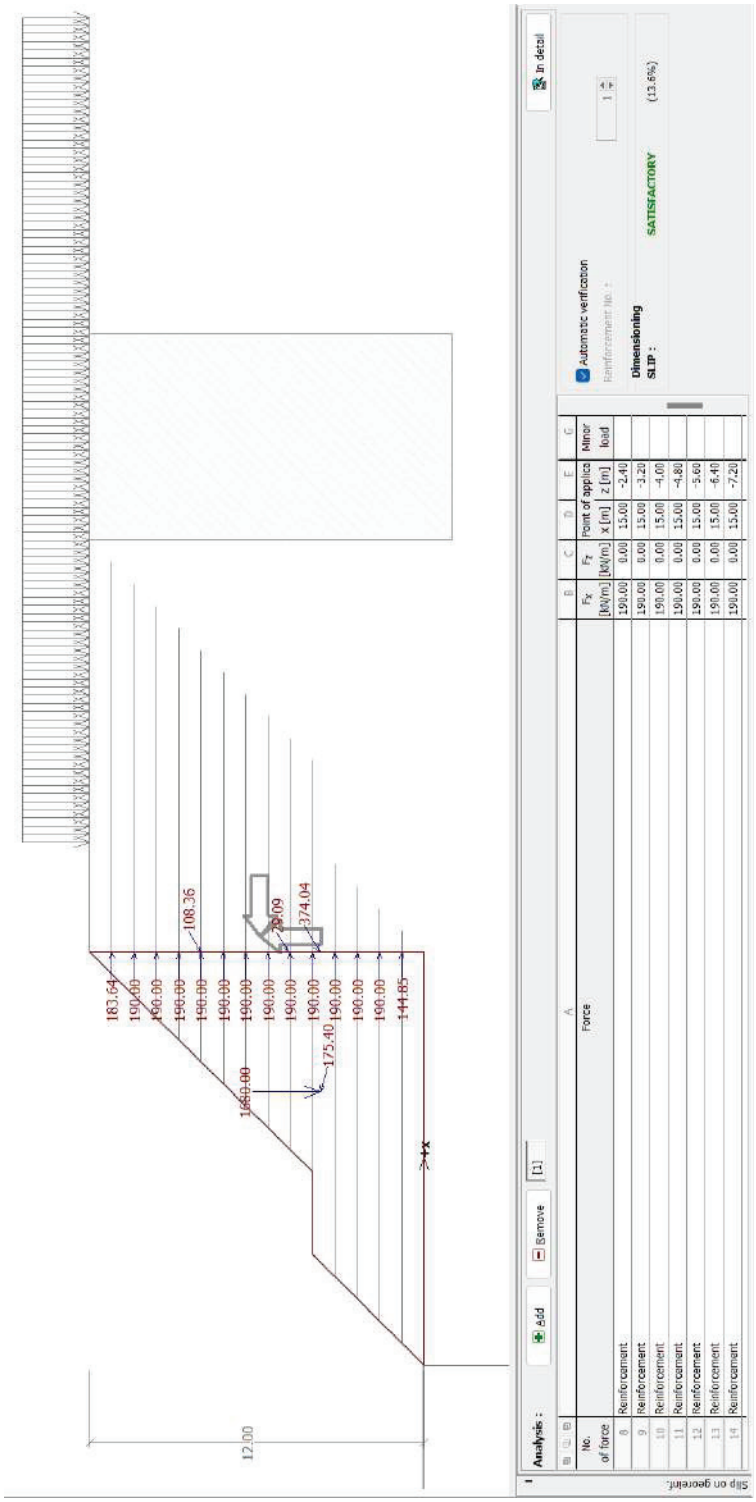


Figure 6.22 vérification de la perte d'adhérence géotextile / sol

- **Interprétation des résultats**

Selon EN1997 et EN1992-1-1 et d'après l'analyse automatique le cas le plus défavorable est celui dans la figure ci-dessus. La vérification a donné un pourcentage de 13.6% < 100 % donc l'adhérence entre le géotextile et le sol est vérifiée.

6.5 Soutènement du remblai par un mur en gabion

Afin de renforcer les remblais entre PK38+050 et PK38+280, nous avons proposé comme deuxième solution un soutènement en gabions renforce par des armatures en géogrille TENSAR 40RE. Cette solution a été appliquée uniquement sur le profil 3 et le profil 4, car la hauteur du profil 2 ne permettait pas d'utiliser un mur en gabions pour le soutenir. Un mur en gabions dans le profil 2 aurait entraîné un risque de renversement du mur de soutènement, ce qui aurait potentiellement entraîné l'effondrement du remblai.

- Caractéristique des matériaux utilisés

Tableau 6-7 caractéristiques des matériaux

Matériau	C (KPa)	φ	γ (KN/m^3)
Gabion	0	35	25
Marne	55	22	23
Argile	32.6	16.35	19
Remblai	5	30	20

6.5.1 Section PK 38+010 - 38+050

Les remblais de la deuxième section sont caractérisés par une hauteur de 14 m, divisée en deux banquettes la première est de 6m soutenue par un mur en gabion qui contient des armatures en extension géogrilles) et la seconde est de 8m avec pendage de 30^0 (toutes les caractéristiques se trouve en détails dans l'annexe).

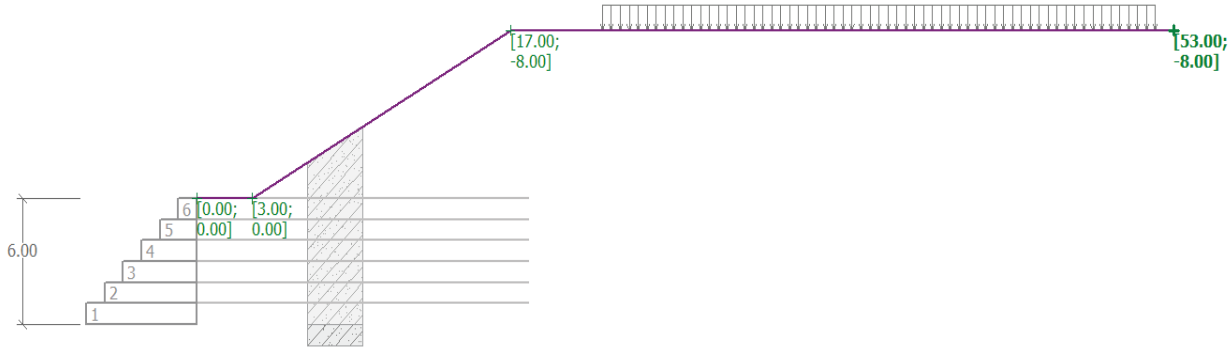


Figure 6-23 analyse de la stabilité après soutènement par gabion du profil 3

Tableau 6-5 caractéristiques du soutènement de la première section

Longueur d'armature d'extension (m)	Resistance a la traction des géogrilles (KN/m)	Hauteur du soutènement (m)	Hauteur de la caisse en gabion (m)	Longueur de la caisse en gabion de base (m)	Ecart de longueur entre les caisses (m)

18	52.74	6	1	6	1

6.5.1.1 Vérification de la stabilité globale

- **Cas permanant**

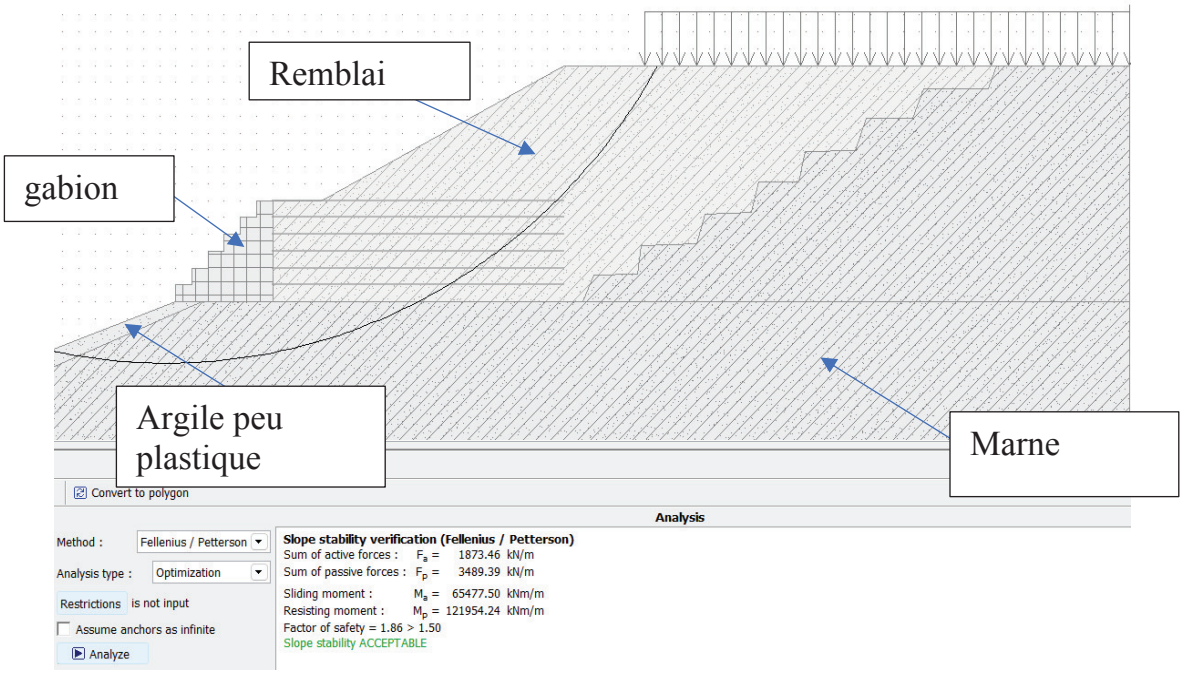


Figure 6-24 analyse de la stabilité après soutènement par gabion du profil 3

- **Cas sismique**

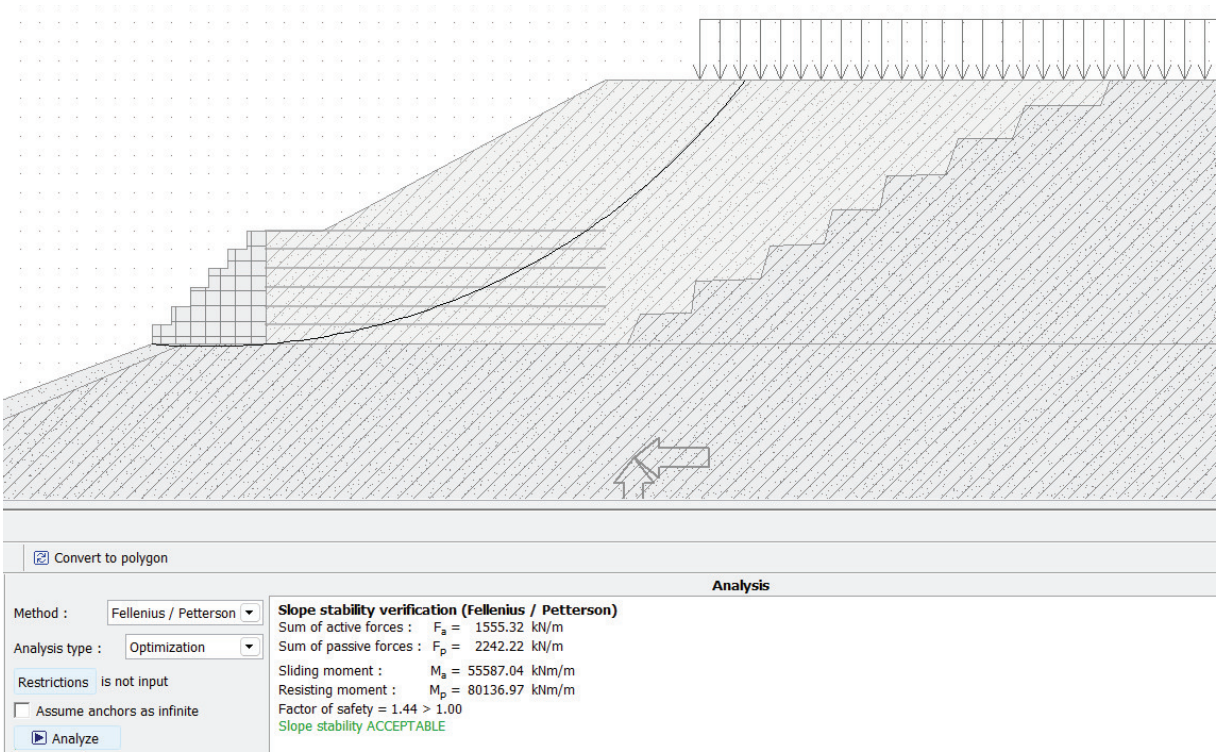


Figure 6-25 analyse de la stabilité après soutènement par gabion du profil 3

D'après les résultats obtenue la stabilité globale est vérifiée

6.5.1.2 Vérification de la stabilité interne

- **Cas permanant**

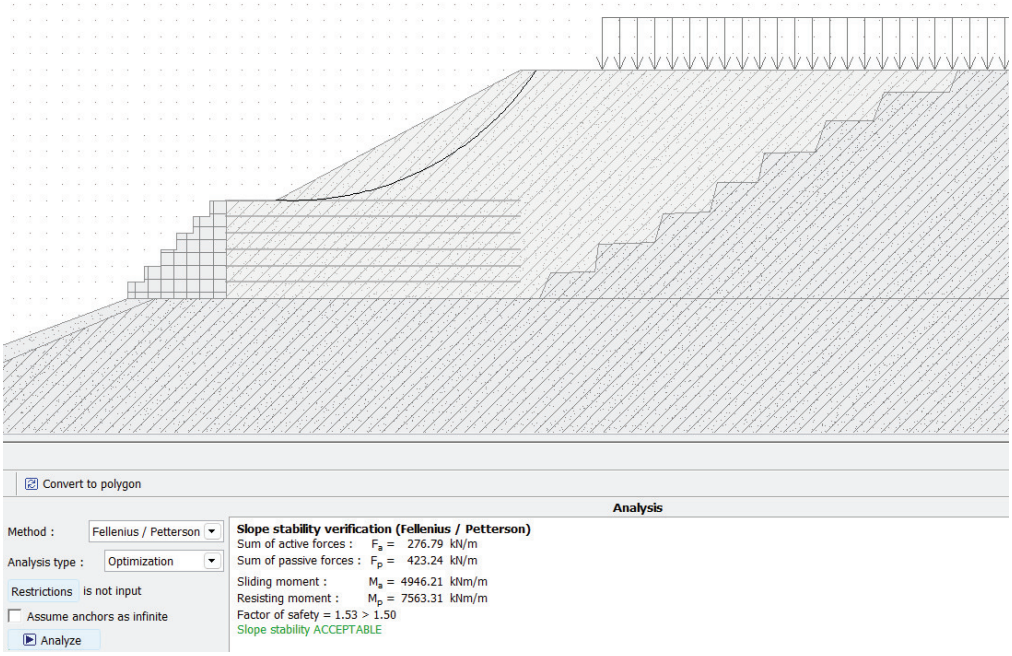


Figure 6-26 analyse de la stabilité après soutènement par gabion du profil 3

- **Cas sismique**

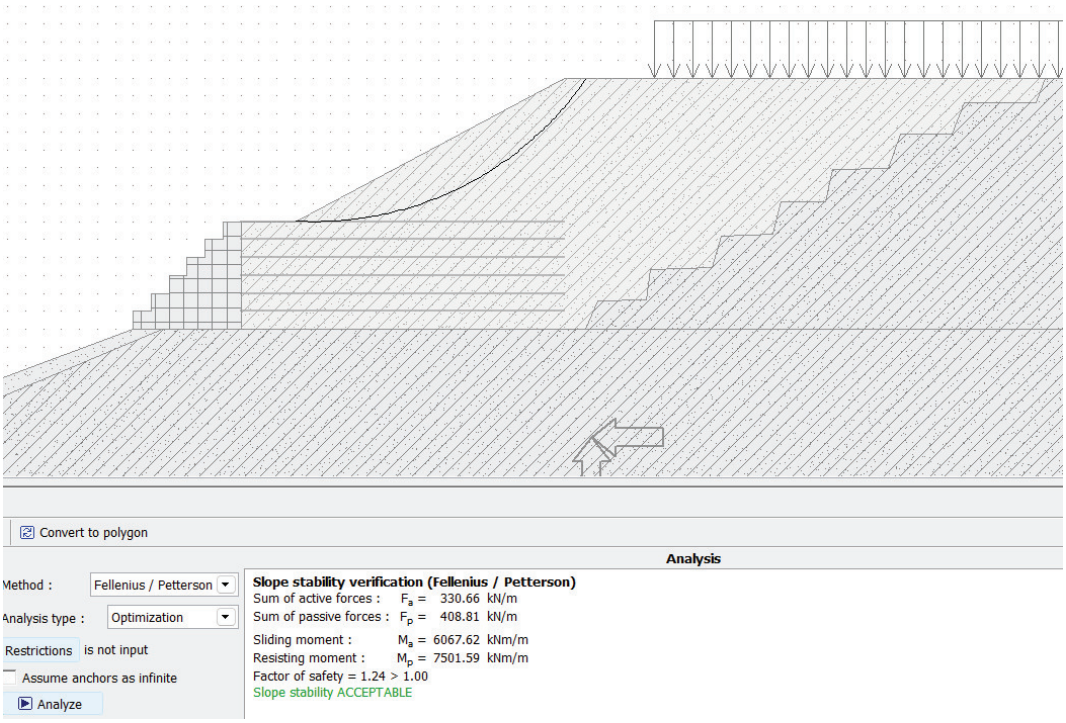


Figure 6-27 analyse de la stabilité après soutènement par gabion du profil 3

D'après les résultats obtenue la stabilité interne est vérifiée

6.5.1.3 Vérification du dimensionnement

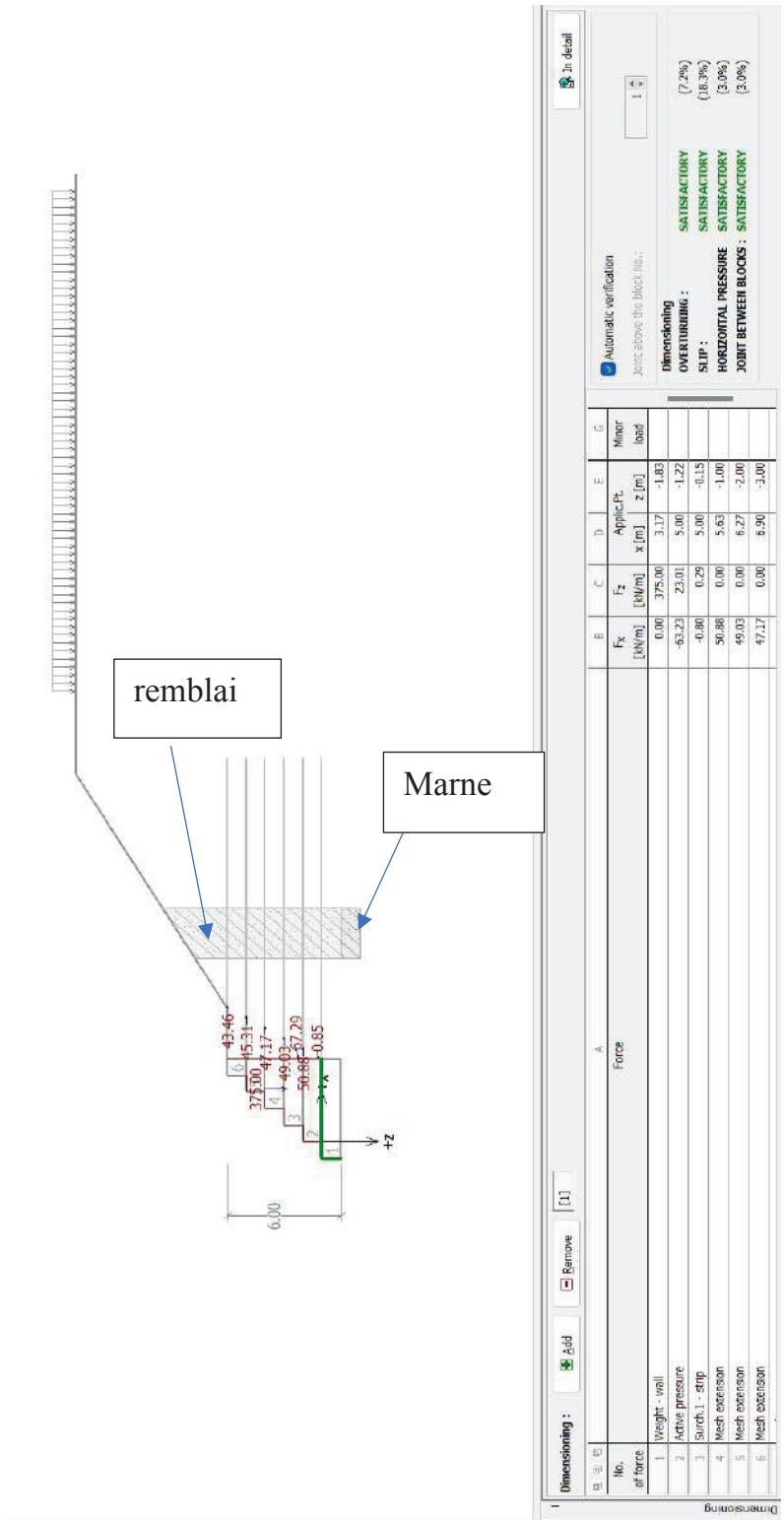


Figure 6-28 vérification du dimensionnement du mur en gabion du profil 3

- **Interprétation des résultats**

Selon EN1997 et les résultats obtenus dans l'analyse ci-dessus le mur en gabion est stable vis-à-vis le renversement, le glissement, basculement et rupture interne.

6.5.2 Section PK 38+050 - 38+280

Les remblais de la quatrième section sont caractérisés par une hauteur de 12 m deviser en deux banquettes la première est soutenue avec un mur en gabion avec des extensions en géogrilles caractériser par une hauteur de 6m et la deuxième est caractériser par une hauteur de 6m et un pendage de 30^0 (Voir la modélisation du talus ci-dessous).

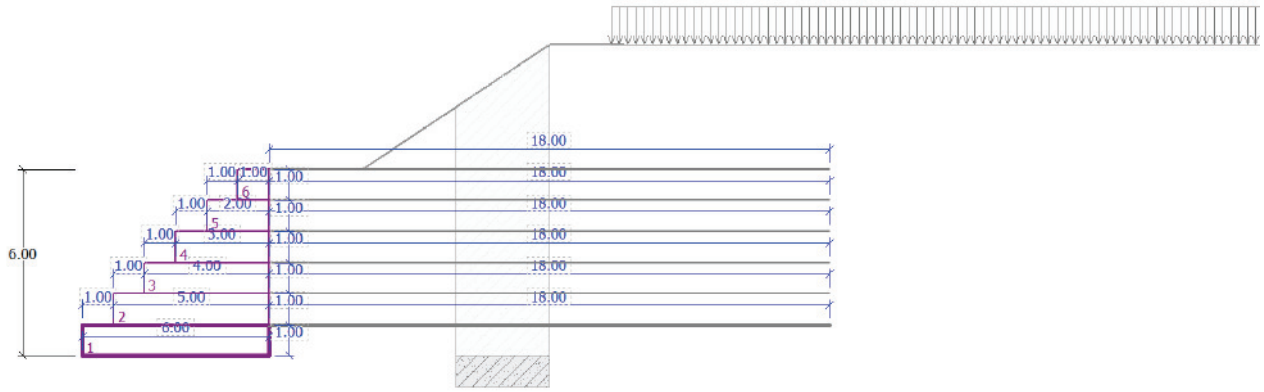


Figure 6-29 schéma du soutènement du profil 4

Tableau 6-6 caractéristiques du soutènement de la première section

Longueur d'armature d'extension (m)	Resistance a la traction des armature(kN/m)	Hauteur du soutènement (m)	Hauteur de la caisse en gabion (m)	Longueur de la caisse en gabion de base (m)	Ecart de longueur entre les caisses (m)
18	52.74	6	1	6	1

Tableau 6-7 caractéristiques des matériaux

Matériau	C (KPa)	φ	γ (KN/m^3)
Gabion	0	35	25
Marne	55	22	23
Argile	32.6	16.35	19
Remblai	5	30	20

6.5.2.1 Vérification de la stabilité globale

- **Cas permanant**

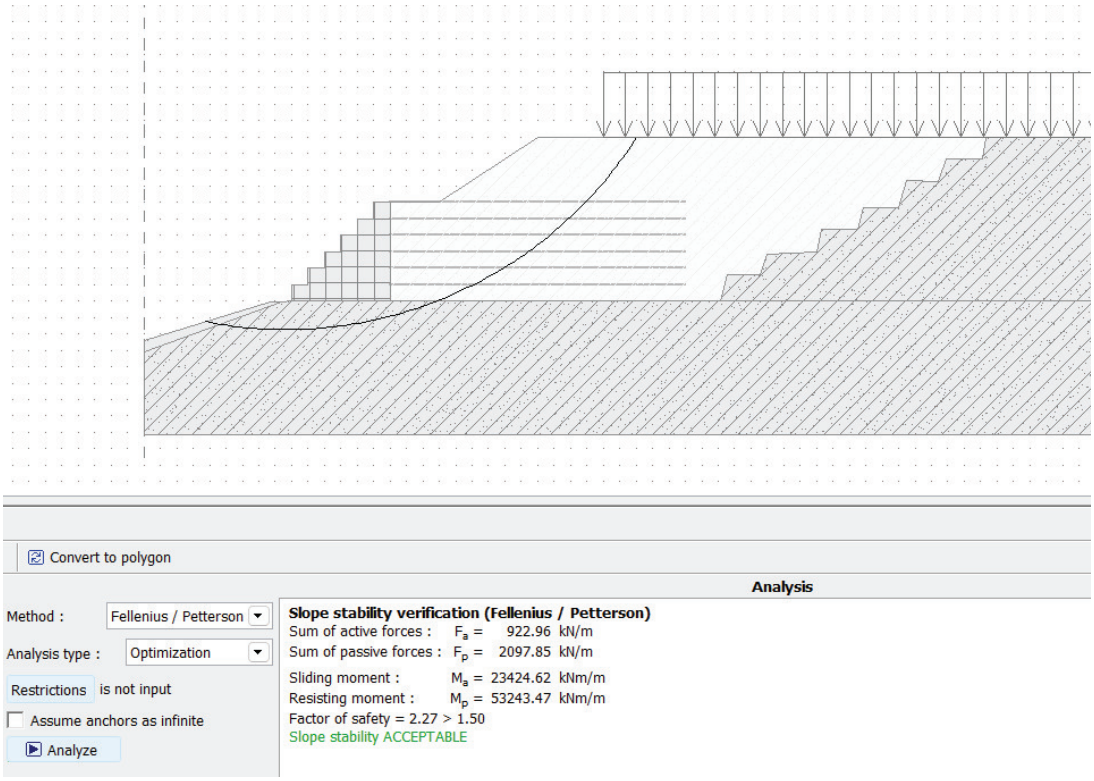


Figure 6-30 facteur de sécurité après soutènement par gabion du profil 4 (cas permanant)

- **Cas sismique**

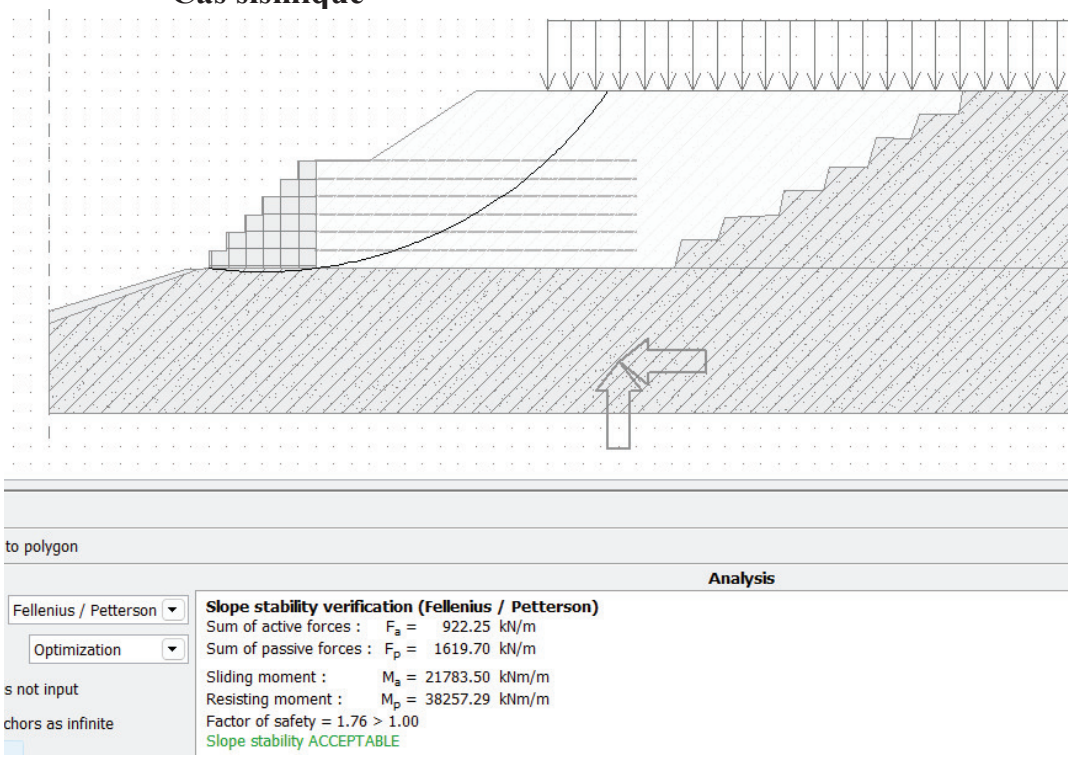


Figure 6-31 facteur de sécurité après soutènement par gabion du profil 4 cas sismique

D'après les résultats obtenue la stabilité globale est vérifiée

6.5.2.2 Vérification de la stabilité interne

- **Cas permanant**

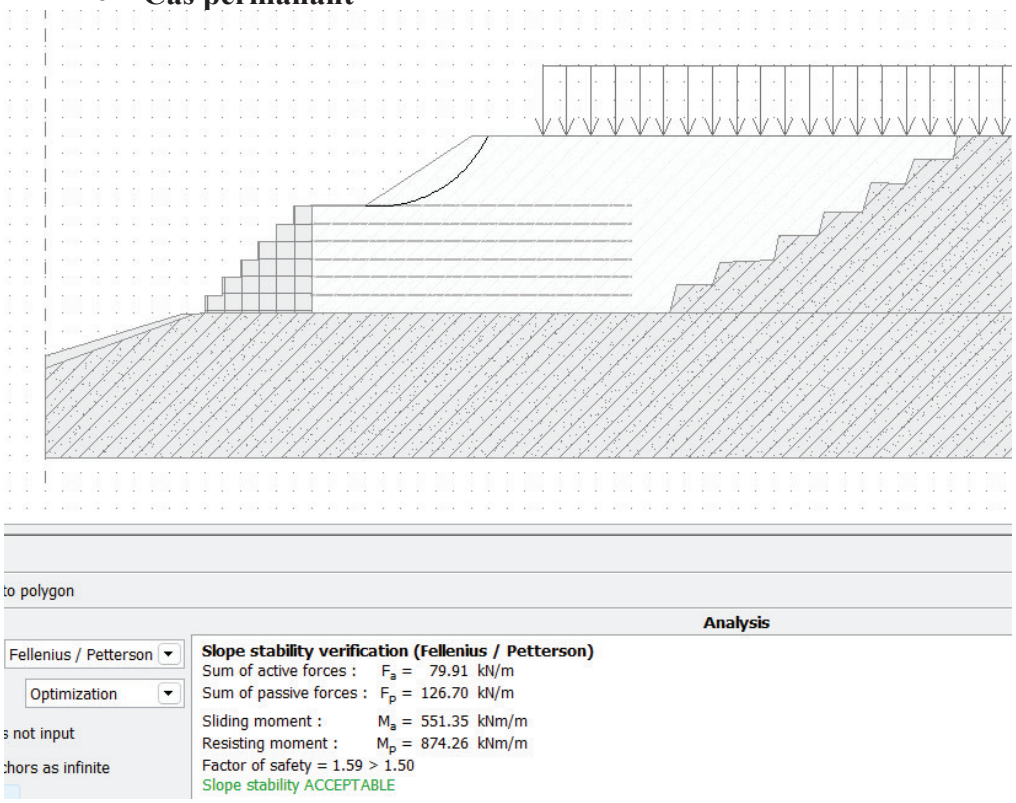


Figure 6-32 facteur de sécurité après soutènement par gabion du profil 4

- **Cas sismique**

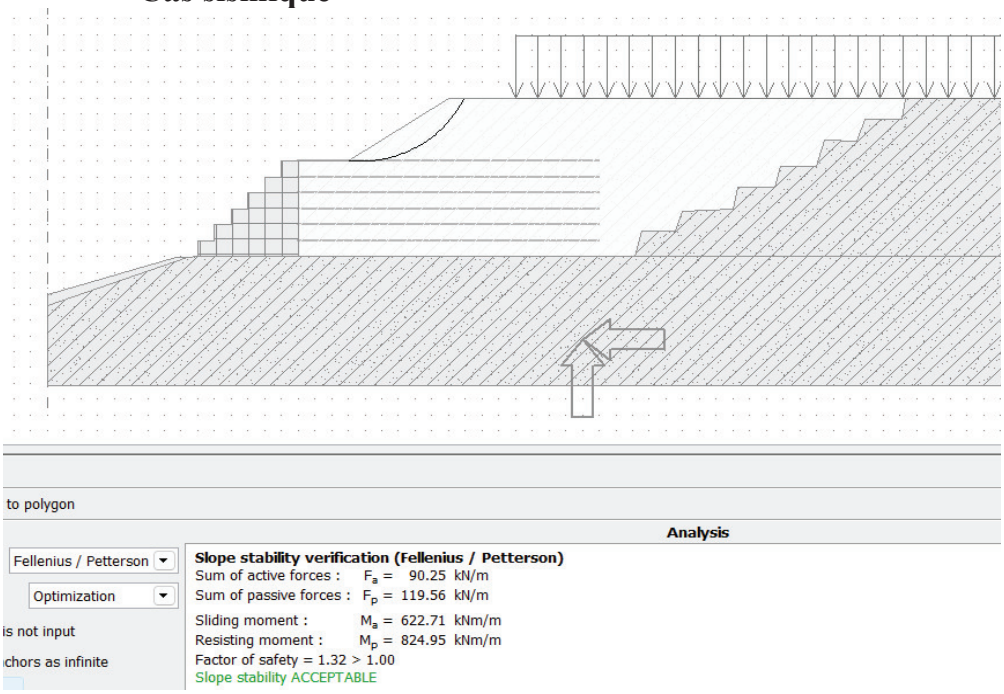


Figure 6-33 facteur de sécurité du soutènement par gabion du profil 4

- **Interprétation des résultats**

D'après les résultats obtenue la stabilité interne est vérifiée

6.5.2.3 Vérification du dimensionnement

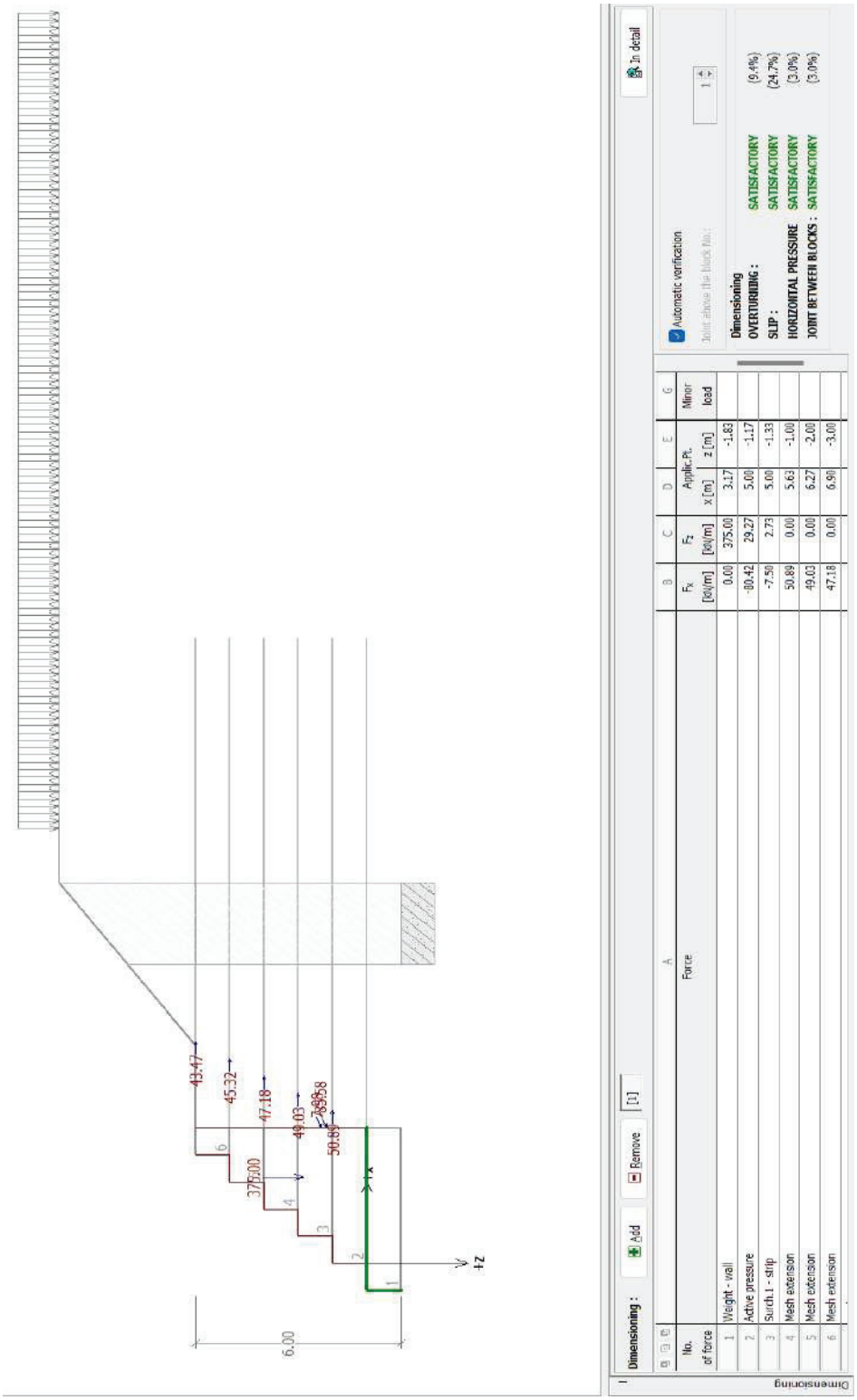


Figure 6-34 vérification du dimensionnement du soutènement (cas profil 4)

- **Interprétation des résultats**

Selon EN1997 et les résultats obtenus dans l'analyse ci-dessus le mur en gabion est stable vis-à-vis le renversement, le glissement, basculement et rupture interne.

6.6 Devis quantitatif estimatifs

6.6.1 Devis quantitatif estimatif du remblai renforcé par géotextile

Tableau 6-8 devis quantitatif estimatif du remblai renforce par géotextile

Désignation	U	Q	Prix unitaire en DA	Montant en DA
Etude	F	1	37 600	37 600.00
Décapage de la terre végétale	m^3	1620	300	486 000.00
Déblai	m^3	9743	350	3 410 050.00
Réglage de la fouille	m^2	12 000	540	6 480 000.00
Mise en remblai	m^3	263 661	650	171 379 650.00
Géotextile	m^2	264 128.4	1600	422 605 440.00
Montant hors taxe				604 398 740.00
TVA 19 %				114 835 760.00
Montant en TTC				719 234 500.00

6.6.2 Devis quantitatif estimatif du remblai stabiliser par un mur en gabion

Tableau 6-9 devis quantitatif estimatif du remblai stabiliser par un mur en gabion avec une extension en géogrille

Désignation	U	Q	Prix unitaire en DA	Montant en DA
Etude	F	1	37 600	37600.00
Décapage de la terre végétal le	m^3	1 620	300	486000.00
Déblai	m^3	9 743	350	3 410 050.00
Réglage de la fouille	m^2	1200	540	648 000.00
Mise en remblai	m^3	219 047	650	142 380 550.00
Armature en extension (géogrille TANSER 40 RE)	m^2	29 160	500	14 580 000.00
Gabion en maille à double torsion	m^3	5670	1941	11 005 470.00
Renforcement par géotextile	m^2	190 513.4	1600	304 821 440.00
Montant hors taxe				477 369 110.00
TVA 19%				90 700 130.00
Montant en TTC				568 069 240.00

6.7 Analyse multicritère

Cette permet de juger la solution optimale selon les avantages et les inconvénients et le cout de chacune.

6.8 Analyse multicritère

Cette permet de juger la solution optimale selon les avantages et les inconvénients et le cout de chacune.

6.8.1 Solution 1 : remblai renforce par géotextile

La solution consiste à renforcer entièrement les remblais avec du géotextile pour prévenir les glissements superficiels causés par la hauteur des remblais et la cohésion de ce dernier.

6.8.1.1 Les avantages

a) Amélioration de la stabilité : Le géotextile de renforcement répartit les charges sur une plus grande surface, réduisant ainsi les contraintes et améliorant la stabilité du remblai. Cela permet de réduire les risques de glissement ou d'affaissement.

b) Durabilité et résistance aux intempéries : Les géotextiles de renforcement sont conçus pour être durables et résistants aux conditions climatiques et aux agressions chimiques. Ils conservent leurs propriétés mécaniques et leur intégrité structurelle dans le temps, assurant ainsi la stabilité à long terme du remblai.

c) Facilité de mise en œuvre : Le géotextile de renforcement est relativement facile à installer, ce qui réduit les temps de construction et les coûts associés. Il peut être adapté à différentes formes de remblai et peut être utilisé pour renforcer des zones de tailles variées.

6.8.1.2 Les inconvénients

a) Coût initial : L'utilisation de géotextiles de renforcement peut entraîner un coût initial plus élevé par rapport aux techniques de remblayage traditionnelles. Cela est dû aux matériaux spécialisés et à la main-d'œuvre requise pour l'installation.

6.8.2 Stabilisation par mur en gabion

La solution proposée consiste à renforcer une section spécifique des remblais à l'aide d'un mur en gabion, tandis que la première section instable reste renforcée par du géotextile en raison de la hauteur importante du remblai, entraîne à son renversement.

6.8.2.1 Avantages

Le renforcement des remblais par des murs en gabions présente plusieurs avantages. Voici quelques-uns des principaux avantages :

a) Résistance à la pression latérale : Les gabions sont des structures en treillis métallique remplis de pierres ou de gravier. Lorsqu'ils sont empilés pour former un mur, ils offrent une résistance élevée à la pression latérale exercée par le sol du remblai. Cela permet de stabiliser efficacement les talus et de prévenir les glissements de terrain.

b) Flexibilité : Les gabions sont flexibles et s'adaptent aux mouvements du sol. Ils peuvent se déformer légèrement sans se rompre, ce qui est particulièrement avantageux dans les zones

sujettes aux mouvements du sol, aux vibrations ou aux tremblements de terre. Cette flexibilité réduit les contraintes exercées sur le mur et prolonge sa durée de vie.

c) Drainage amélioré : Les gabions permettent un bon drainage à travers les pierres ou le gravier qu'ils contiennent. Cela aide à réduire les pressions hydrostatiques et à éviter l'accumulation d'eau à l'intérieur du remblai, ce qui pourrait compromettre sa stabilité. Un bon drainage contribue également à prévenir l'érosion du sol.

d) Facilité de construction : Les gabions sont relativement faciles à construire. Les éléments en treillis métallique sont préfabriqués et peuvent être assemblés sur place. Le remplissage avec des pierres ou du gravier peut être effectué manuellement ou mécaniquement. Cette facilité de construction permet de réaliser des travaux plus rapides et plus économiques par rapport à d'autres techniques de renforcement.

e) Esthétiquement attrayant : Les murs en gabions peuvent également présenter un avantage esthétique. Les pierres ou le gravier utilisés pour remplir les gabions peuvent être choisis pour s'harmoniser avec l'environnement naturel ou pour créer des aménagements paysagers attrayants. Cela permet de concilier la fonctionnalité et l'esthétique du projet.

6.8.2.2 Inconvénients

Bien que le renforcement des remblais par des murs en gabions présente plusieurs avantages, il existe également certains inconvénients à prendre en compte :

a) Durée de vie limitée : Les gabions ont une durée de vie limitée par rapport à d'autres matériaux de construction tels que le béton armé. Les éléments en treillis métallique peuvent se corroder avec le temps, en particulier dans les environnements corrosifs tels que les zones côtières. Une maintenance régulière et un remplacement périodique des gabions endommagés peuvent être nécessaires pour assurer la durabilité du système.

b) Les coûts de la main-d'œuvre et d'installation des gabions peuvent varier en fonction de la taille du mur et des caractéristiques spécifiques du site.

c) Restrictions de conception : Les murs en gabions peuvent être moins adaptés à des situations où des contraintes spécifiques de conception doivent être respectées, par exemple, dans les zones sismiques ou lorsque des hauteurs de murs importantes sont requises. Dans de tels cas, d'autres solutions de renforcement des remblais pourraient être plus appropriées.

6.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons renforcé une section de remblais par reprofilage, car il s'agit de la solution la plus économique. Pour les autres sections, nous avons choisi un renforcement par géotextile, qui a donné des coefficients de sécurité plus intéressants que le renforcement par mur en gabion.

Cependant, lors de l'estimation quantitative du devis pour un remblai renforcé en géotextile, nous avons constaté que le montant global est beaucoup plus élevé que celui du remblai renforcé par un mur en gabion. De plus, la deuxième solution est recommandée du point de vue esthétique et de l'amélioration du drainage afin d'éviter la stagnation d'eau.

Il est important de noter que le renforcement par mur en gabion est plus économique, mais il est moins durable que la solution en géotextile.

En conclusion, notre choix de renforcement a pris en compte plusieurs facteurs, tels que l'économie, la sécurité, l'esthétique et le drainage. Bien que le renforcement par géotextile soit plus coûteux, il offre de meilleurs coefficients de sécurité. Cependant, le renforcement par mur en gabion peut être préféré pour son aspect esthétique, son amélioration du drainage et son coût initial plus bas, bien qu'il soit moins durable à long terme.

Conclusion générale

L'objectif de ce mémoire était de développer la compréhension du comportement des ouvrages en terre armée, en particulier l'interaction sol/renforcement. Ce travail a permis d'améliorer les connaissances dans ce domaine.

Dans ce mémoire, nous avons d'abord abordé des notions générales sur l'instabilité des remblais et les différentes méthodes de renforcement adaptées aux ouvrages en terre.

Ensuite, nous avons présenté notre cas d'étude qui porte sur la stabilité des grands remblais entre les PK37+800 et 38+300 de la pénétrante autoroutière de Bejaïa.

L'analyse des résultats de la campagne géotechnique nous a conduit à adopter une nouvelle méthode d'extraction des caractéristiques mécanique pour cela nous avons utilisé le logiciel RS-data ainsi que les données du levé géologique. Cette méthode a été utilisée pour extraire les caractéristiques de la marne qu'on peux pas identifier avec les corrélations et l'essai pressiométrique car cette dernière génère un angle de frottement dans le cas non drainée.

Après l'analyse des profils en travers on a extrait cinq profils caractéristiques choisie selon la hauteur et le pendage du terrain naturel. On a effectué une analyse de la stabilité des cas suivants : terrain naturelle, après terrassement des rendons d'accrochage, après remblaiement et enfin la stabilité de la partie aval du remblai. La vérification de la stabilité au glissement des différents profils a été réalisée à l'aide du programme GEO5, en utilisant la méthode de Fellenius, et les résultats ont été comparés à une vérification manuelle par la méthode de Fellenius. Les deux méthodes ont donné des résultats très proches, bien que des écarts soient observés en raison d'erreurs de calcul de la surface et de nombre de tranche pris. Nous avons conclu que l'instabilité vis-à-vis le glissement est interne (à l'intérieur du remblai) et elle se produit entre les PK37+871 et PK38+300. La stabilité au poinçonnement a également été vérifiée dans la section où l'argile est présente.

Notre choix de méthode de renforcement a fait l'objet d'une étude comparative entre deux méthodes de stabilisation des remblais (les murs en gabion avec des armatures en extension et les géotextiles) ses deux méthodes ont été choisie après une analyse de la hauteur de ses remblais, la cohésion faible du matériau utilisée en remblai, et les lignes de ruptures qui étaient superficielles ceci a pour but de trouver la solution optimale et appropriée à notre cas, en justifiant la stabilité interne et globale en vérifiant le coefficient de sécurité FS et la stabilité au renversement de l'ouvrage renforcé.

L'interaction sol/armature a était constaté lors d'analyse de la stabilité après renforcement, le facteur de sécurité augmente en double par fois grâce au frottement sol/armatures (l'angle de frottement sol armatures)

Dans la dernière partie, nous avons effectué une étude comparative des facteurs de sécurité obtenus, des devis quantitatifs et estimatifs, ainsi qu'une analyse multicritère pour juger de la solution optimale.

En conclusion, ce projet a été une expérience très bénéfique pour nous, tant sur le plan scientifique que technique. Cela représente une étape importante qui nécessite une connaissance de certaines notions de base des sciences de l'ingénieur.

Reference

Livre et Guide :

1. Ali bouafia, Calcul des ouvrage géotechnique problème résolue,729 pages Edition 2018

2. Ali bouafia, **Introduction à la réglementation géotechnique T.2 : murs et ecrans de soutenement calcul parasismique,** éditer par **O.P.U, 2017**

3. COMITÉ FRANÇAIS DES GÉOSYNTHÉTIQUES, Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans le renforcement des ouvrages en terre Édition de 1990

4. Chapitre IV : Méthodes de confortement

5. E. STILGER-SZYDLO, Rupture des remblais routiers causés par l'infiltration de l'eau, REVUE FRANÇAISE DE GÉOTECHNIQUE N° 117 4e trimestre 2006

6. Institut Supérieur du Bâtiment et des Travaux Publics, CONCEPTION ET CALCUL DES MURS DE SOUTENEMENT EN TERRE ARMEE, Année 2015-2016

7. Guide des terrassements routier GTR

8. L. Closset F. Wojtkowiak, Géotechnique appliquée à la sécurité des exploitations à ciel ouvert en terrains alluvionnaires, Février 1993 R 36818

Article :

1. DESCAZEAUD Mathieu FARAGGI Thomas SOULAGE Julia - MURS DE SOUTENEMENT - Comparaison environnementale et financière de différentes technologies

2. Mohamed KHEMISSA, METHODES D'ANALYSE DE LA STABILITE ET TECHNIQUES DE STABILISATION DES PENTES, Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'ingénieur - JNGG39; 2006 Lyon (France)

Site :

1. **https://www.rocscience.com/learning/the-precursor-to-rsdata-hoek-brown-failure-criterion**

2. **https://observatoire-regional-risques-paca.fr/phenomenes/phenomenes-naturels/mouvements-de-terrain**

3. **https://images.google.com/imghp?hl=fr&gl=fr**

4. **http://infoterre.brgm.fr/rapports/RR-33402-FR.pdf**

5. **https://www.univ-chlef.dz/FGCA/wp-content/uploads/2019/06/cours-STABILITE-DES-TALUS-barrage-en-terre.pdf**

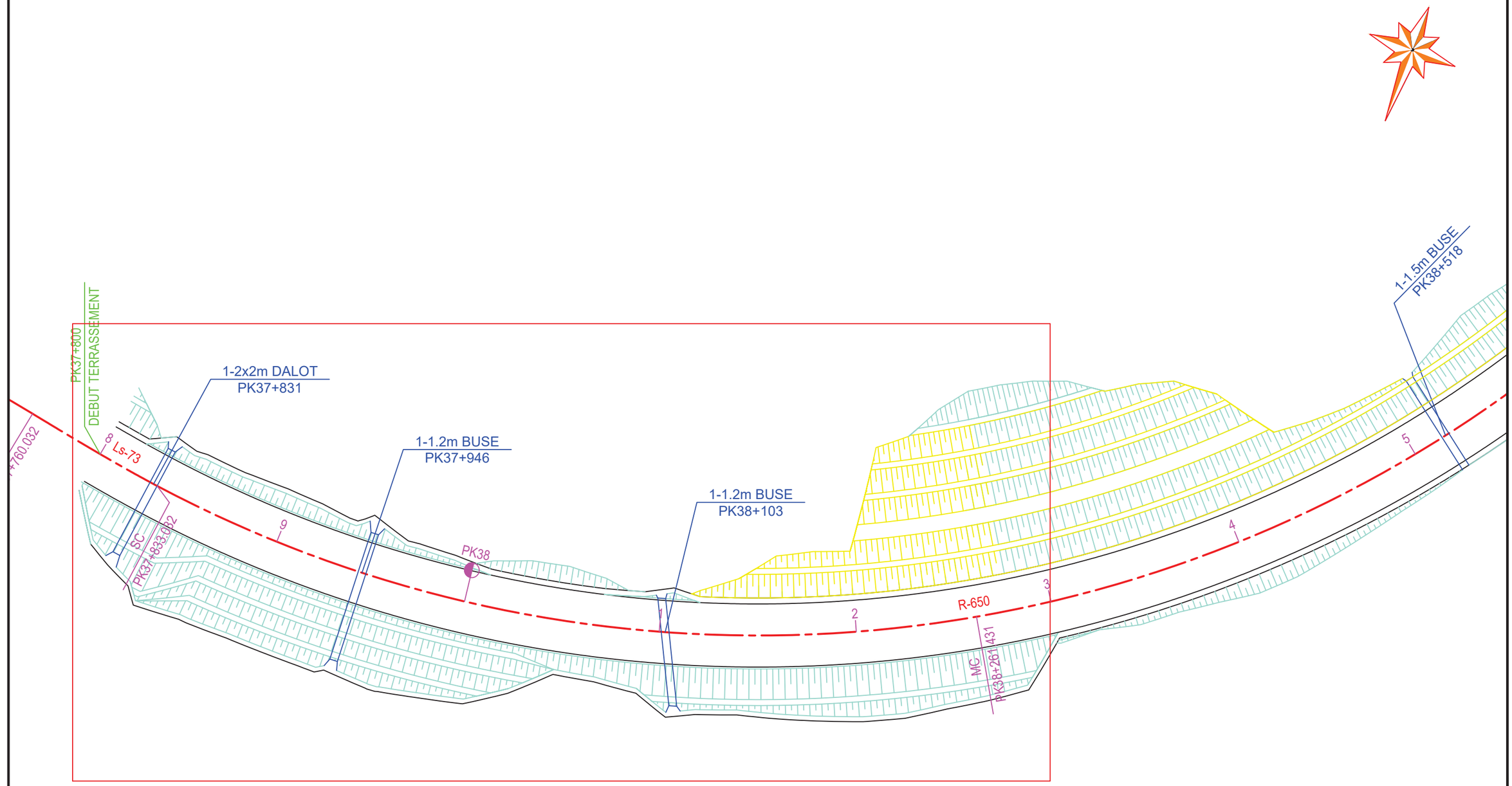
6. **http://benkhelifa-dz.com/gabion/**

7. **http://www.gabions.fr/#:~:text=Sp%C3%A9cialiste%20des%20gabions%2C%20AquaTerra%20Solutions,%C5%93uvre%20plus%20facile%20et%20rapide.**

Annexes

Géométrie de la route

TRACE EN PLAN		
PK37+800~PK38+500		
Page: 1	Sur: 2	



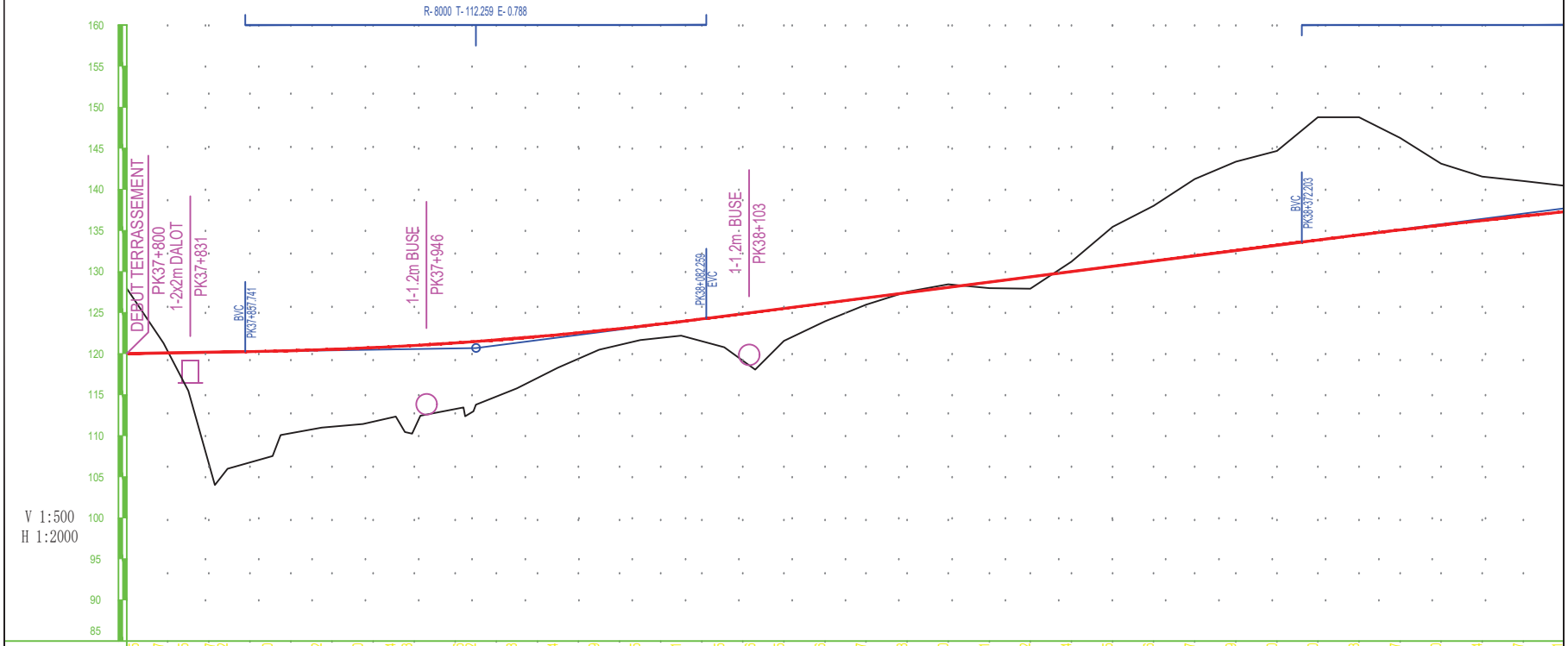
Liste de droites,courbes et angles de rotaion

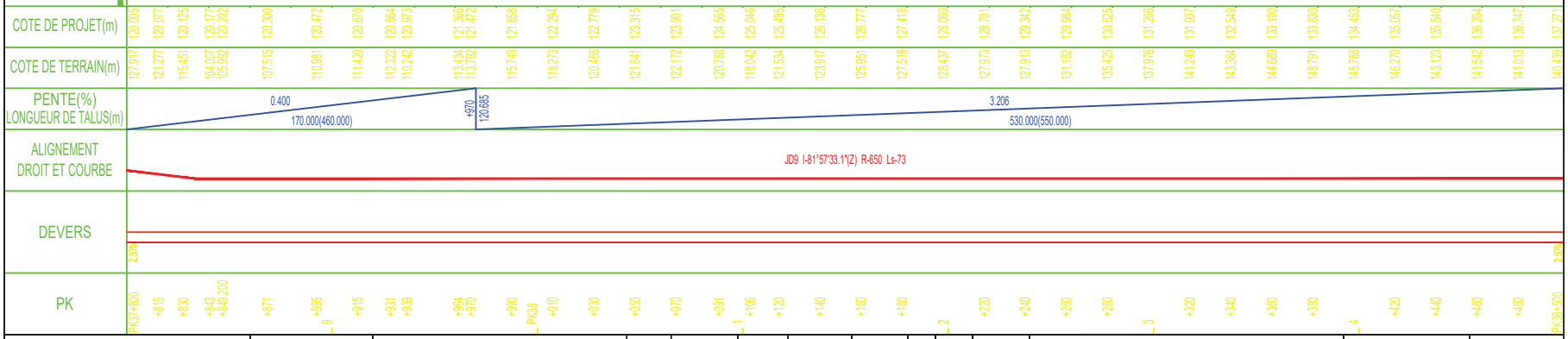
N°	Intersection	Angle de rotation (° ' ")	Paramètre s de courbes (m)					
			Rayon	Longueur de courbe	Longueur de tangente	Longueur global de courbe	Distance externe	Confronter et corriger
JD9	PK38+361.455	81°57'33.1"(Z)	650	73	601.423	1002.798	211.444	200.048

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	TRACE EN PLAN 平面设计图
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.3	

ELABORE PAR: Liu.W.W	ECHELLE: 1:2000
VERIFIE PAR: Zu.Y.D	DATE: 11/2015

PROFIL EN LONG
PK37+800~PK38+500
Page: 1 Sur: 2





REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	PROFIL EN LONG 纵断面设计图	ELABORE PAR: Liu.W.W	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.5		VERIFIE PAR: Zu.Y.D	DATE: 11/2015

Compagne géotechnique

LOG DE SONDAGE

DESIGNATION DES TRAVAUX: REMBLAI ET DALOT

NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE: m
NIVEAU D'EAU STABLE: m

Sondage N°	RSO37-4	POSITION DE SONDAGE	PK37+831.00 D 30.00m				PROFONDEUR DE SONDAGE	15.00	m
COTE DE TERRAIN	108.30 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	663529.93	DATE DE DEBUT	2014-1-5	
COTE DE SONDAGE	108.30 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4054152.95	DATE DE FIN	2014-1-7	

N°DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:100	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N°DE ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) %
				▽ 108.30				20 40 60 80
①	G	2.70	105.60		Grave fine: rouge brune, la composition granulométrique est principalement en calcaire et malière, en forme sub-angulaire, la teneur de sol est environ de 25%, humide, consolidation moyenne.	N'=5,5 2.00-2.20	1 2.00-2.15	
	Ma	5.20	103.10		Marne: fortement altérée, grise claire, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, avec de carotte formée de sol bréchique, dont la couche 0-0.3 m est l'argile peu plastique en couleur rouge brune.	N'=8,15 3.80-4.00	2 3.80-3.95	
③	Ma	10.50	97.80		Marne: faiblement altérée, grise foncée, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, carotte en forme de bloc.		3 9.20-11.70	
	Ma	15.00	93.30		Marne: fortement altérée, grise claire, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, la carotte est en forme de sol bréchique.	N'=18,21 11.10-11.30 N'=50Refus 13.50-13.57 N'=50Refus 14.50-14.52	4 11.10-11.25 5 13.50-13.65 6 14.50-14.65	

LOG DE SONDAGE

DESIGNATION DES TRAVAUX: DALOT DE REMBLAI

NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE: m
NIVEAU D'EAU STABLE: m

Sondage N°	RSO37-5	POSITION DE SONDAGE	PK37+946.00				PROFONDEUR DE SONDAGE	15.20	m
COTE DE TERRAIN	112.65 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	663411.86	DATE DE DEBUT	2014-2-15	
COTE DE SONDAGE	112.65 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4054126.43	DATE DE FIN	2014-2-16	

N°DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:100	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N°DE ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) %
				▽ 112.65				20 40 60 80
					Marne: fortement altérée, grise claire, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, avec de carotte formée de sol bréchique, dont la couche 0-0.3 m est l'argile peu plastique en couleur rouge brune.	N'=8,8 3.50-3.70	1 3.20-3.40	
③	Ma	12.10	100.55			N'=8,10 7.10-7.30	2 6.50-6.70	
	Ma	12.90	99.75		Marne: faiblement altérée, grise foncée, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, carotte en forme de bloc.	N'=11,13 11.20-11.40	3 9.20-9.40	
	Ma	15.20	97.45		Marne: fortement altérée, grise claire, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, la carotte est en forme de sol bréchique.	N'=11,14 14.40-14.60		

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	COLONNE DE SONDAGES ET DE PUITS 钻孔和挖探柱状图	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.5		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

LOG DE SONDAGE

DESIGNATION DES TRAVAUX:	PICF ET REMBLAI						NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE		m
							NIVEAU D'EAU STABLE		m
Sondage N°	SC38-2	POSITION DE SONDAGE	PK38+095.00 D 26.50m				PROFONDEUR DE SONDAGE	10.30	m
COTE DE TERRAIN	113.17 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	653258.62	DATE DE DEBUT	2014-3-13	
COTE DE SONDAGE	113.17 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4054127.58	DATE DE FIN	2014-3-14	

N° DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:100	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N° DE ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) % 20 40 60 80
				113.17		6.10-6.30		
③	Ma	10.30	102.87		Marne: fortement altérée, principalement grise claire, dont la couche au niveau de 2-3.2m est en couleur de gingembre, la composition principale est en minéral argileux et calcite, la diaclse était bien développée, remplies des produits complètement altérés, agglutinage argileux, carotte en forme de sol bréchique et en forme de sol localement ,dont la partie au niveau de 0-0.3 m est l'argile peu plastique.	N'=6,11 2.00-2.20	1 1.80-2.00	
						N'=7,19 4.50-4.70	2 4.50-4.70	
						N'=7,26 6.10-6.30	3 7.60-7.80	
						N'=6,23 8.00-8.20		

LOG DE SONDAGE

DESIGNATION DES TRAVAUX:	REMBLAI DE VERSANT RAIDE						NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE		m
							NIVEAU D'EAU STABLE		m
Sondage N°	RSC38-1	POSITION DE SONDAGE	PK38+220.00 D 76.56m				PROFONDEUR DE SONDAGE	15.10	m
COTE DE TERRAIN	104.41 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	653114.40	DATE DE DEBUT	2013-12-28	
COTE DE SONDAGE	104.41 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4054124.23	DATE DE FIN	2013-12-30	

N° DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:100	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N° DE ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) % 20 40 60 80
	TV	0.30	104.11	104.41	Terre végétale: rouge sombre, carotte en forme de cylindre court, intercalée avec un grand nombre des racines de plante, humide, consolidation moyenne.			
②	Ap	4.10	100.31		Argile peu plastique: de rougeâtre à jaune-brun, rougeâtre au-dessus de 1.1m et jaune-brun au-dessous, dure, la teneur en grave est de 5%.	N=2,3,5 1.85-2.30	1 1.40-1.80	
							2 3.00-3.40	
						N=3,5,9 3.45-3.90		
						N'=8,14 4.30-4.50		
③	Ma	15.10	89.31		Marne: fortement altérée, grise claire, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, la carotte est en forme de sol bréchique.	N'=12,38 6.00-6.20	3 6.00-6.20	
						N'=18,39 8.20-8.40	4 8.20-8.40	
						N'=12,14 10.20-10.40	5 10.20-10.40	
						N'=13,18 12.10-12.30	6 12.10-12.30	
						N'=15,20 14.00-14.20	7 14.00-14.20	

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	COLONNE DE SONDAGES ET DE PUITS 钻孔和挖探柱状图	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.5			

LOG DE SONDAGE

NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE: m
NIVEAU D'EAU STABLE: m

DESIGNATION DES TRAVAUX: TALUS

Sondage N°	RSO38-2	POSITION DE SONDAGE	PK38+330.00 G 64.00m				PROFONDEUR DE SONDAGE	25.00	m
COTE DE TERRAIN	166.24 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	653098.25	DATE DE DEBUT		
COTE DE SONDAGE	166.24 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4053948.59	DATE DE FIN		

N° DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:150	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N° ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) % 20 40 60 80
				166.24				
②	Ap	2.30	163.94		Argile peu plastique: rouge brune, dure, avec des graviers.	N'=8,13 2.30-2.50	1 2.00-2.20	
③	Ma	8.10	158.14		Marne: faiblement altérée, jaune grisâtre, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, formation stratifiée, tassement par frappe, la carotte au-dessus de 6.9m est en forme de brèche et de bloc au-dessous.	N'=13,16 6.00-6.20	2 8.30-8.50	
	Ma	13.60	152.64		Marne: faiblement altérée, gris clair à gris foncé, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, formation stratifiée, rebondissement par frappe, carotte en forme de cylindre court dont peu en forme de bloc, où de 8.1m à 9.2m est en gris foncé.		3 9.80-10.00	
							4 12.60-12.80	
	Ma	15.20	151.04		Marne: fortement altérée, jaune grisâtre, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, formation stratifiée, tassement par frappe, carotte en forme de bloc.	N'=50Refus 14.20-14.28		
④	Ma	16.80	149.44		Marne: faiblement altérée, gris clair, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, formation stratifiée, rebondissement par frappe, carotte en forme de cylindre court dont peu en forme de bloc.		5 16.30-16.50	
	Ma	18.30	147.94			N'=50Refus 17.60-17.66	6 18.30-25.00	
	Ma	25.00	141.24		Marne: fortement altérée, jaune grisâtre, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, formation stratifiée, carotte en forme de bloc.			
					Marne: faiblement altérée, gris clair, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, formation stratifiée, rebondissement par frappe, carotte en forme de cylindre court dont peu en forme de bloc.			



RSO38-2 Argile peu plastique et Marne 0.0-5.0m



RSO38-2 Marne 5.0-10.0m



RSO38-2 Marne 10.0-15.0m



RSO38-2 Marne 15.0-20.0m


RSO38-2 Marne 20.0-25.0m

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	COLONNE DE SONDAGES ET DE PUITS 钻孔和挖探柱状图	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.5		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

LOG DE SONDAGE

NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE m
NIVEAU D'EAU STABLE m

DESIGNATION DES TRAVAUX: TALUS

Sondage N°	RSO38-3	POSITION DE SONDAGE	PK38+330.00				PROFONDEUR DE SONDAGE	15.10 m	
COTE DE TERRAIN	141.59 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	653055.90	DATE DE DEBUT	2014-2-3	
COTE DE SONDAGE	141.59 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4053999.67	DATE DE FIN	2014-2-3	

N°DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:100	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N°DE ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) % (20 40 60 80)
				141.59				
②	Ap	1.50	140.09		Argile peu plastique: gris intercalé avec blanc, très ferme- dure, peu de coquillage.		1 1.00-1.45	
③	Ma	15.10	126.49		Marne: fortement altérée, jaune grisâtre, la composition principale et en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, tassement par frappe, carotte en forme de sable gravier, les couches de 4.9-5.8m et de 9.9-10.1m sont en forme de fragment, dur.	N'=18,24 2.50-2.70 N'=21,30 6.80-7.00 N'=28,36 11.00-11.20 N'=41,50Refus 14.03-14.20	2 5.40-5.60 3 9.60-9.80	



RSO38-3 Argile peu plastique et Marne0.0-5.0m



RSO38-3 Marne 5.0-10.0m



RSO38-3 Marne 10.0-15.1m

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	COLONNE DE SONDAGES ET DE PUITS 钻孔和挖探柱状图	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.5		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

LOG DE SONDAGE

DESIGNATION DES TRAVAUX: DALOT ET REMBLAI

NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE: m
NIVEAU D'EAU STABLE: m

Sondage N°	RSO38-4	POSITION DE SONDAGE	PK38+518.00				PROFONDEUR DE SONDAGE	10.00	m
COTE DE TERRAIN	139.99 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	652923.82	DATE DE DEBUT	2014-2-6	
COTE DE SONDAGE	139.99 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4053865.07	DATE DE FIN	2014-2-6	

N° DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:100	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N° DE ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) % 20 40 60 80
				▽ 139.99				
②	Ap	5.00	134.99		Argile peu plastique: gris intercalé avec blanc, très ferme -dure, peu de coquillage.	N=5,5,6 0.95-1.40	1 0.50-0.95	
						N=5,6,6 3.90-4.35	2 3.60-3.90	
③	Ma	10.00	129.99		Marne: fortement altérée, jaune gris intercalé avec vert gris, la composition principale est en minéral argileux et calcite, agglutinage argileux, formation stratifiée, tassement par frappe, carotte en forme de sable gravier.	N'=4,6 6.20-6.40	3 6.20-6.50	
						N'=8,13 8.80-9.00	4 9.10-9.30	

LOG DE SONDAGE

DESIGNATION DES TRAVAUX: TALUS

NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE: m
NIVEAU D'EAU STABLE: m

Sondage N°	RSO38-5	POSITION DE SONDAGE	PK38+740.00 G 40.00m				PROFONDEUR DE SONDAGE	18.20	m
COTE DE TERRAIN	157.30 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	652861.99	DATE DE DEBUT	2014-1-19	
COTE DE SONDAGE	157.30 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4053655.17	DATE DE FIN	2014-1-21	

N° DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:150	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N° DE ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) % 20 40 60 80
				▽ 157.30				
②	AP	3.00	154.30		Argile peu plastique: rouge brunâtre, la nature de sol n'est pas homogène, la teneur de grave est environ de 20%, carotte en forme de cylindre, ferme, partiellement intercalée avec la couche mince de brèche.	N'=50Refus 2.14-2.20	1 1.70-1.90	
						N'=11,38 4.30-4.50		
③	Ma	7.00	150.30		Marne: diaclase et fissure bien développées, entre fissure intercalée avec beaucoup d'argile, de 4.3m à 7m est en jaune gris, fortement altérée et en forme de brèche, de 7m à 12.1m est en noir grisâtre, faiblement altérée, carotte en forme de cylindre court et de bloc, rebondissement par frappe, au-dessous de 12.1m est en jaune gris, fortement altérée et en forme de brèche. Le niveau d'eau souterraine n'est pas visible dans le présent forage.	N'=50Refus 7.10-7.18	2 9.10-11.90	
		12.10	145.20			N'=39,50Refus 12.30-12.44		
		18.20	139.10			N'=50Refus 16.30-16.35		

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	SAPTA 中国铁建 GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	COLONNE DE SONDAGES ET DE PUITS 钻孔和挖探柱状图	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.5		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

LOG DE SONDAGE

NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE: m
NIVEAU D'EAU STABLE: m

DESIGNATION DES TRAVAUX: TALUS

Sondage N°	RSO38-6	POSITION DE SONDAGE	PK38+740.00				PROFONDEUR DE SONDAGE	10.00	m
COTE DE TERRAIN	143.28 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	652824.18	DATE DE DEBUT	2014-1-22	
COTE DE SONDAGE	143.28 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4053667.75	DATE DE FIN	2014-1-23	

N°DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:100	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N°DE ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) % 20 40 60 80
				143.28				
②	Ap	2.40	140.88		Argile peu plastique: rouge brunâtre, la nature de sol n'est pas homogéne, la teneur de grave est environ de 20%, carotte en forme de cylindre, ferme, partiellement intercalée avec la couche mince de brèche.	N'=8,14 2.00-2.20	1 0.50-0.70 / 2 1.50-1.70	
③	Ma	5.90	137.38		Marne: diaclase et fissure bien développées, entre fissure intercalée avec beaucoup d'argile, 2.4m à 5.9m est en jaune gris, fortement altérée et en forme de brèche, de 5.9m à 6.8m est en noir grisâtre, faiblement altérée, carotte en forme de cylindre court et de bloc, rebondissement par frappe, au-dessous de 6.8m est en jaune gris, fortement altérée et en forme de brèche. Le niveau d'eau souterraine n'est pas visible dans le présent forage.	N'=11,19 4.30-4.50 / N'=50Refus 6.00-6.02	3 6.00-6.70	
		6.80	136.48					
		10.00	133.28			N'=21,27 9.10-9.30		

LOG DE SONDAGE

NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE: m
NIVEAU D'EAU STABLE: m

DESIGNATION DES TRAVAUX: REMBLAI DE VERSANT RAIDE

Sondage N°	RSO38-7	POSITION DE SONDAGE	PK38+840.00 D 80.00m				PROFONDEUR DE SONDAGE	15.20	m
COTE DE TERRAIN	117.85 m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E	652716.62	DATE DE DEBUT	2014-1-25	
COTE DE SONDAGE	117.85 m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N	4053697.39	DATE DE FIN	2014-1-26	

N°DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:100	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N°DE ECHANTILION m	RECUPERATION (RQD) % 20 40 60 80
				117.85				
②	Ap	2.30	115.55		Argile peu plastique: rouge brune clair, la nature de sol n'est pas homogène, la teneur de grave est environ de 10%, carotte en forme de cylindre, dure.	N=3,3,5 1.80-2.25	1 1.20-2.00	
③	Ma	7.00	110.85		Marne: diaclse et fissure bien développées, intercalée avec beaucoup d'argile entre fissure, de 2.3m à 7m est en jaune gris, fortement altérée en forme de brèche, de 7m à 12m est en noir grisâtre, faiblement altérée, carotte en forme de cylindre court, de 12m à 15.2m est en jaune gris, fortement altérée en forme de brèche. Le niveau d'eau souterraine n'est pas visible dans le présent forage.	N'=11,12 3.40-3.60 / N'=15,18 6.30-6.50	2 4.00-10.00	
		12.00	105.85			N'=50Refus 9.20-9.28 / N'=19,26 12.30-12.50		
		15.20	102.65					

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	COLONNE DE SONDAGES ET DE PUITS 钻孔和挖探柱状图	ELABORE PAR: Zhao.Y.C / VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: / DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.5			

LOG DE SONDAGE

DESIGNATION DES TRAVAUX: PK39+000 Viaduc

NIVEAU D'EAU A LA PREMIERE VUE m
NIVEAU D'EAU STABLE m

Sondage N°	SC38-3		POSITION DE SONDAGE	PK38+917.80 G 2.00m			PROFONDEUR DE SONDAGE	35.40	m
COTE DE TERRAIN	141.70	m	METHODE DE SONDAGE	CIRCULATION INVERSE	COORDONEES DE SONDAGE	E 652769.60	DATE DE DEBUT	2014-1-19	
COTE DE SONDAGE	141.70	m	TYPE DE LA SONDEUSE	XY-1		N 4053498.30	DATE DE FIN	2014-1-26	

N°DE LA COUCHE	SYMBOLE	PROFONDEUR	COTE DE LA COUCHE	LOG ECHELLE 1:200	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 PROFONDEUR / PENETROMETRE DYNAMIQUE N 63.5 NORMALE	N°DE ECHANTILLON m	RECUPERATION (RQD) %
	G	0.30	141.40	141.70				20 40 60 80
③	Ma	4.50	137.20		Marne: jaune-brune, fortement altérée, fortement concassée, présentée par la forme du sol avec des graviers, roche molle, le carottage peut être cassé par la main, facilement fragile par battage, il s'amollit facilement à l'eau, il existe localement le roche fortement altéré. 0-0.3m gravier anguleux lâche; 4.5-6.4m marne, gris foncé, faiblement altérée, le carotte sous forme de colonne court et motteux.	N'=6,11 1.90-2.10 / N'=5,15 4.00-4.20 / N'=50Refus 6.07-6.10 / N'=9,17 8.10-8.30 / N'=8,13 10.00-10.20 / N'=6,23 11.80-12.00 / N'=10,31 14.00-14.20 / N'=23,50Refus 16.10-16.30 / N'=50Refus 18.00-18.06 / N'=50Refus 20.20-20.23 / N'=27,50Refus 21.80-21.92 / N'=50Refus 24.40-24.46 / N'=50Refus 26.00-26.04 / N'=50Refus 28.00-28.03 / N'=50Refus 30.00-30.04 / N'=50Refus 32.00-32.07		
		6.40	135.30					
		16.00	125.70					
③	Ma	35.40	106.30		Marne: gris, gris foncé, fortement altérée, fortement concassée, présentée par la forme de gravier anguleux avec des cailloux, roche molle, le carottage peut être cassé par la main, le carottage peut être cassé par la main, facilement fragile par battage.			

GROUPEMENT KS

RAPPORT DE FORAGE

Page 1 de 1

LTPEST (D.R. Sétif)

SONDAGE: RC-38-1
X: 653 391
Y: 4 054 171
Z:

Projet: Etude d'APD de la liaison autoroutière Port de Béjaia - Ahnif
Lot Route

Date des travaux: Du 20/10 au 20/10/12

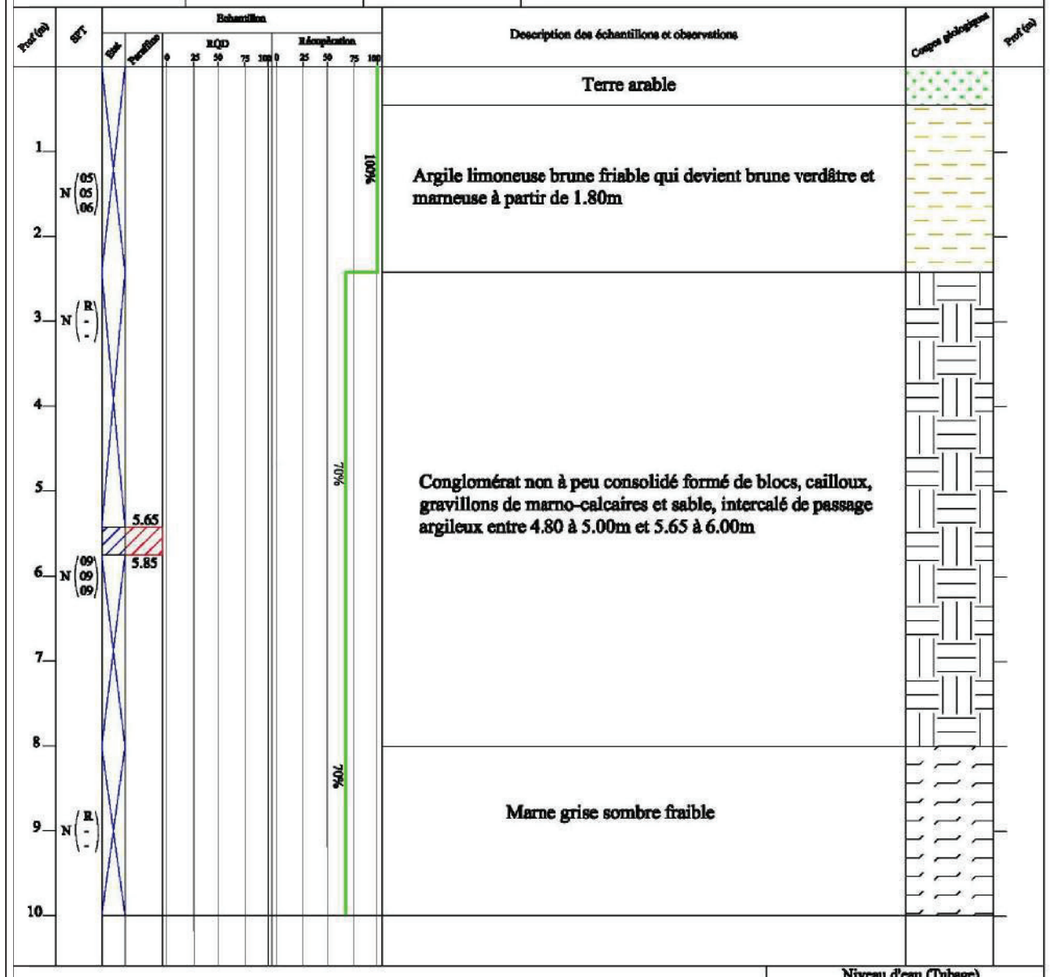
Etats: Remanié; Intact; Perdu; C.R

Type: CF: Carottier Fendu; TM: Tube Mince; PS: A Piston; CR: Carottier de Roc; LA: Echantillon délavé; PW: Carottier Lyn_Fondatec

Essai: K: Perméabilité; Y: Sciss. Intact; K: Sciss. Remanié; PA: Packer

Calibre	Méthode	Profondeur	Date
116 mm	Rotation	De 0.00 à 10.00 m	20-10-12
Détubage et pose de piézomètre			20-10-12

3 m tubage au total de diamètre 128 mm



Remarques:

- Un piézomètre a été posé

Niveau d'eau (Tubage)		
Date	Heure	Profondeur

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	SAPTA 中国铁建 GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	COLONNE DE SONDAGES ET DE PUITS 钻孔和挖探柱状图	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.5		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

GROUPEMENT KS

RAPPORT DE PUITS

PM-38-1
X: 0 653 088
Y: 4 053 961 **Z:**

LTPEST (D.R. Sétif)

Projet: Etude d'APD de la liaison autoroutière Port de Béjaia - Ahnif
Lot route

Type de sondage	Type d'échantillons	Type d'essais	Date des travaux: 10/11/12
☒ Puits ☐ Tranchée ☐ Tarière Diam..... mm	TA : Tarière MA : Manuel TM : Tube BA : Bloc	EP : Essai de percolation PS : Résistance en pointe au pénétromètre statique PD : Pénétromètre dynamique leger Résistance au cisaillement V : Intacte_chantier (KPa) Vr : Intacte_chantier (KPa)	ELEVATION T.N : m ☒ Géodésique ☐ Arbitraire EXCAVATION Début :..... Fin : ..... Equipement utilisé:..... Marque :..... Modèle :..... Godet :.....

Coordonnées : .....
PHOTOGRAPHIE ☒ Oui ☐ Non
Numéros :.....

STRATIGRAPHIE				ECHANTILLON / ESSAI		
PROF (m)	DESCRIPTION DES SOLS (Granularité, carbonatés, matières organiques, plasticité & résistance)	% CAILLOUX (60-200 mm)	% BLOC (>200mm)	PROF (m)	TYPE Echantillons	Etat/ Résultats
	Terre végétale.			0.00 à 0.40 m		
1.00 / 1.50 / 2.00	Limon sableuse beige et à partir de 2.00m de profondeur présence de la marne semi dure à dure grisâtre.			0.30 à 2.10 m		2 sac
3.00 / 4.00 / 5.00						

ARRET DU SONDAGE
☒ A la profondeur demandée ☐ Refus sur roc ☐ Refus sur blocs
☐ Suite à l'effondement des parois ☐ Refus sur roc probable ☐ Infiltrations d'eau trop importantes
Prof (m) : m ☐ A la profondeur maximale de l'appareil ☐ Refus sur sol trés dense

INFILTRATION D'EAU
☒ Acune infiltration
☐ Infiltrations à m d'intensité
☐ Infiltrations à .....m d'intensité .....

STABILITE DES PAROIS
☐ Stables
☐ Instables à partir de m

DIMENSION DE L'EXCAVATION (m)

DESCRIPTION DU SITE (végétation, pente de la surface, blocs humidité, etc):
REMARQUES :

GROUPEMENT KS

RAPPORT DE PUITS

PM-38-2
X: 0 652 904
Y: 4 053 606
Z:

LTPEST (D.R. Sétif)

Projet: Etude d'APD de la liaison autoroutière Port de Béjaia - Ahnif
Lot route :

Type de sondage	Type d'échantillons	Type d'essais	Date des travaux: 24/10/12
☒ Puits ☐ Tranchée ☐ Tarière Diam..... mm	TA : Tarière MA : Manuel TM : Tube BA : Bloc	EP : Essai de percolation PS : Résistance en pointe au pénétromètre statique PD : Pénétromètre dynamique leger Résistance au cisaillement V : Intacte_chantier (KPa) Vr : Intacte_chantier (KPa)	ELEVATION T.N : m ☒ Géodésique ☐ Arbitraire EXCAVATION Début :..... Fin : ..... Equipement utilisé:..... Marque :..... Modèle :..... Godet :.....

Coordonnées : .....
PHOTOGRAPHIE ☒ Oui ☐ Non
Numéros :.....

STRATIGRAPHIE				ECHANTILLON / ESSAI		
PROF (m)	DESCRIPTION DES SOLS (Granularité, carbonatés, matières organiques, plasticité & résistance)	% CAILLOUX (60-200 mm)	% BLOC (>200mm)	PROF (m)	TYPE Echantillons	Etat/ Résultats
1.00 / 1.50	Remblai (matériau de dépot).			0.00 à 1.60 m		2 sac
2.00 / 3.00	Argile marneuse rougeâtre			1.60 à 3.00 m		2 sac
4.00 / 5.00						2 sac

ARRET DU SONDAGE
☒ A la profondeur demandée ☐ Refus sur roc ☐ Refus sur blocs
☐ Suite à l'effondement des parois ☐ Refus sur roc probable ☐ Infiltrations d'eau trop importantes
Prof (m) : ☐ A la profondeur maximale de l'appareil ☐ Refus sur sol trés dense

INFILTRATION D'EAU
☒ Acune infiltration
☐ Infiltrations à m d'intensité
☐ Infiltrations à .....m d'intensité .....

STABILITE DES PAROIS
☐ Stables
☐ Instables à partir de m

DIMENSION DE L'EXCAVATION (m)

DESCRIPTION DU SITE (végétation, pente de la surface, blocs humidité, etc):
REMARQUES :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	COLONNE DE SONDAGES ET DE PUITS 钻孔和挖探柱状图	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.5		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

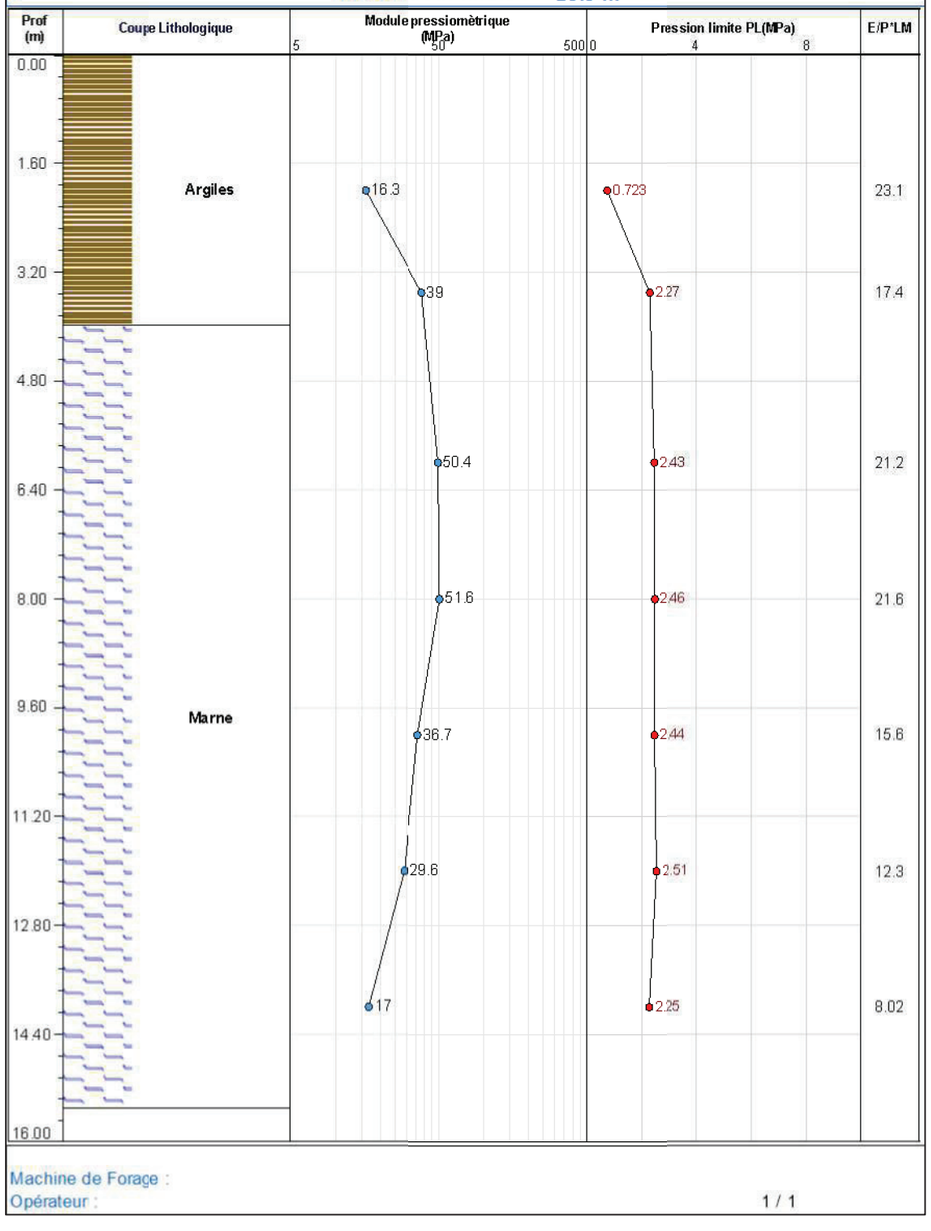
APAGEO
Matériel de Géotechnique - Geotechnical Equipment
www.apageo.com

Diagraphie de Fora

Dossier : FSDI-38-2014
Sondage : PSO38-1
Chantier : Pénétrant du Béjala à Ahnif
Adresse : PK38+095

X=653265.24; Y=4054102.01; h=119.43

Profondeur finale : 15.5 m



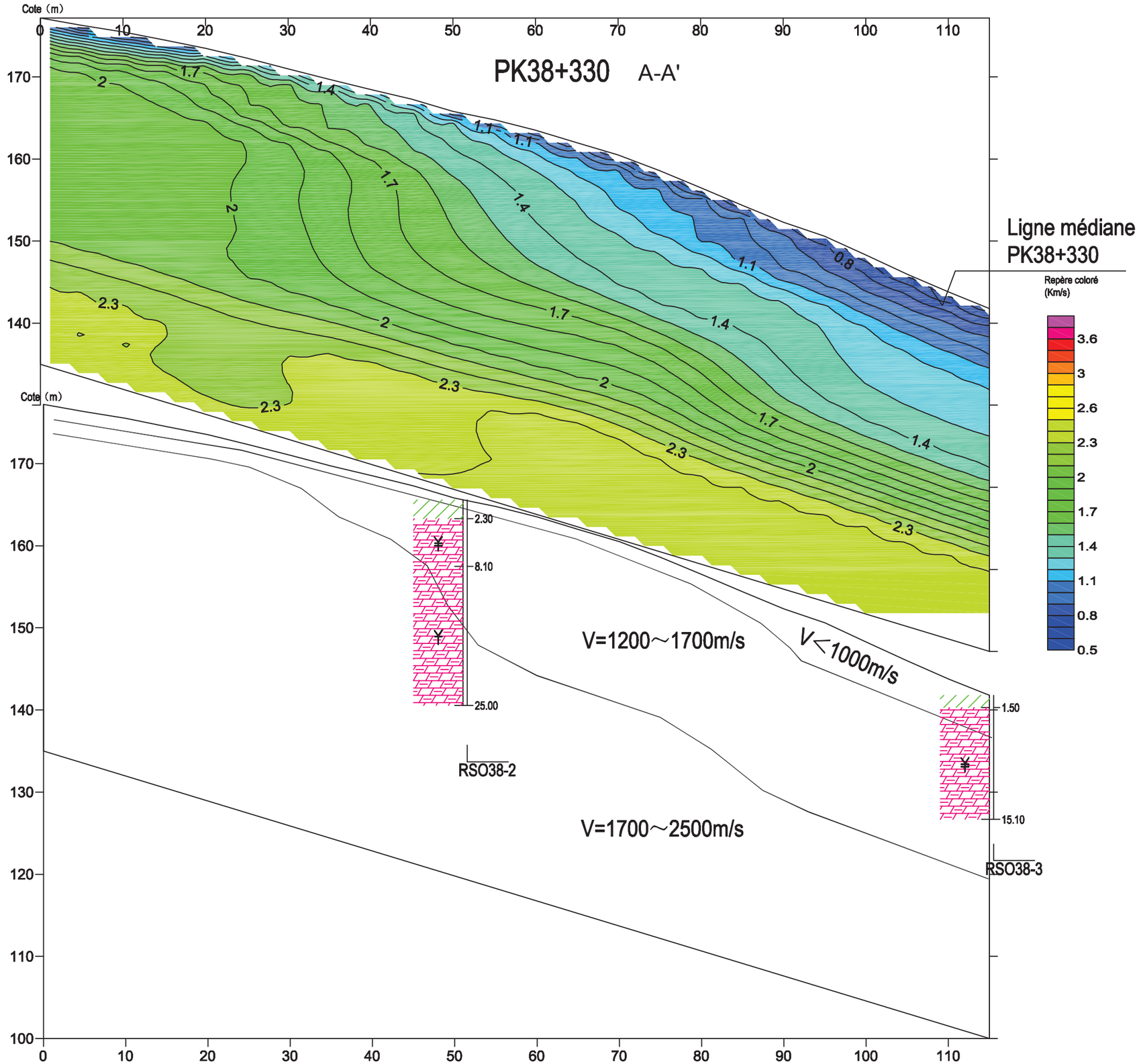
Machine de Forage :
Opérateur :

1 / 1

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RESULTATS DES ESSAIS PRESSIOMETRIQUES 旁压试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.6		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

CARTE ISO-COURBE DE VITESSE TOMOGRAPHIQUE

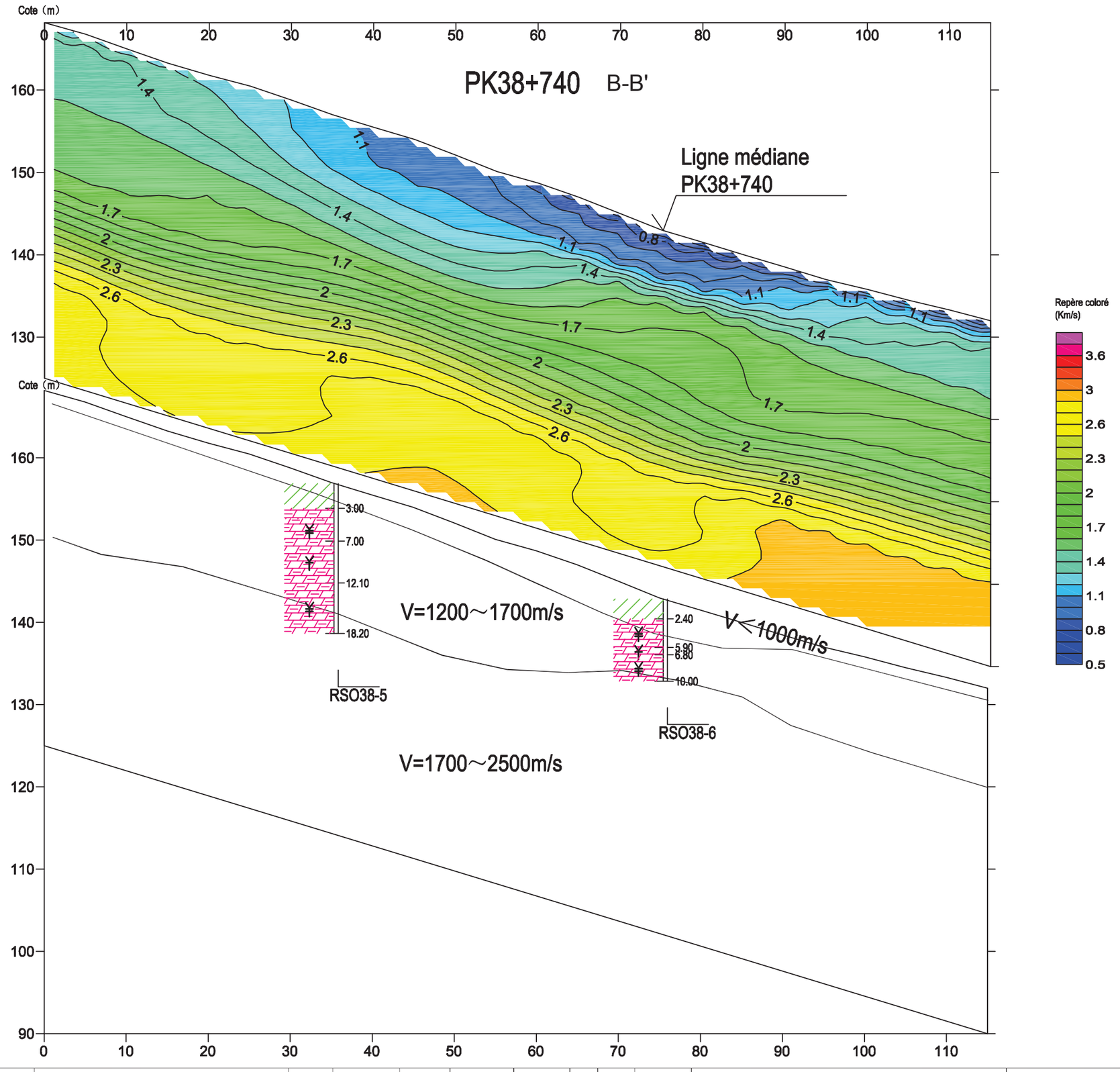
FIGURE PRESUMEE DES CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	FIGURE DES RESULTATS DE L'ESSAI DE VITESSE D'ONDES 波速测试成果图
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.7	

ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

FIGURE PRESUMEE DES CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES CARTE ISO-COURBE DE VITESSE TOMOGRAPHIQUE



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	FIGURE DES RESULTATS DE L'ESSAI DE VITESSE D'ONDES 波速测试成果图
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.7	

ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Chantier: Sondage N°: RSO37-4 Site de sondage: PK37+831D30m

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γd	γs	e	wL	wP	IP	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO3(%)	CLASSIFICATION DE SOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cg	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			×10-4cm2/s	×10-3cm2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10-2	(kPa)	(g)		
1	1441	2.00-2.15										100	74.7	34.9	9.3	3.6	0.9	0.1		G														B4	
2	1442	3.8-3.95										100	83.6	45.0	10.2	3.9	0.9	0.1		G														B4	
3	1443	9.20-11.70										100	38.7	17.8	5.2	1.1	0.2	0.0		G														B4	
4	1444	11.10-11.25										100	59.9	24.1	10.0	1.7	0.3	0.0		G														B4	
5	1445	13.50-13.65										100	54.8	25.8	8.4	4.3	0.8	0.1		G														B4	
6	1446	14.50-14.65										100	44.7	19.1	6.4	1.6	0.4	0.1		G														B4	

Chantier: Sondage N°: RSO37-5 Site de sondage: PK37+946

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γd	γs	e	wL	wP	IP	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO3(%)	CLASSIFICATION DE SOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cg	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			×10-4cm2/s	×10-3cm2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10-2	(kPa)	(g)		
1	2355	3.2-3.4										100	73.0	29.1	17.3	15.5	3.7	0.4		G														B5	
2	2356	6.5-6.7				2.69		29.5	18.3	11.2		100	100	87.8	75.5	73.5	33.7	5.8		Ap														A1	
3	2357	9.2-9.4										100	100	48.5	28.8	26.9	5.9	1.0		G														B5	

Chantier: Sondage N°: PSO38-1 Site de sondage: PK38+095

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γd	γs	e	wL	wP	IP	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO3(%)	CLASSIFICATION DE SOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cg	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			×10-4cm2/s	×10-3cm2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10-2	(kPa)	(g)		
1	2275	1.3-2.0				2.71		34.1	19.5	14.6		100	100	81.0	62.5	47.5	25.1	6.1		Ap														A2th	

Chantier: Sondage N°: SO38-2 Site de sondage: PK38+095D26.5

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γd	γs	e	wL	wP	IP	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO3(%)	CLASSIFICATION DE SOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cg	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			×10-4cm2/s	×10-3cm2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10-2	(kPa)	(g)		
1	2358	1.8-2.0				2.70		29.5	16.7	12.8		100	95.1	67.7	51.0	48.3	18.8	4.3		Ap														A2th	
2	2359	4.5-4.7										100	100	67.1	38.6	33.2	11.7	2.6		S														B5	
3	2360	7.6-7.8										100	86.4	44.2	30.7	28.7	9.7	2.2		G														B5	

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT SYNTHETIQUE D'ESSAIS DES SOLS 土工试验总表	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.8		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Chantier: Sondage N°: RSO38-1 Site de sondage: PK38+220d76.5m

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γd	γs	e	wL	wP	IP	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO3(%)	CLASSIFICATION DE SOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cg	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			×10-3cm2/s	×10-3cm2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10-2	(kPa)	(g)		
1	924	1.4-1.8	24.6	1.94	1.56	2.71	0.741	39.7	24.7	15.0	1.01	100	100	100	100	100	55.8	14.7	65.3	Ap	76.1	0.095	0.017	7.06	7.12	8.95	11.3	26.7	23.7					1.6	A2h	
2	925	3.0-3.4	18.9	1.86	1.56	2.71	0.732	39.0	23.0	16.0	1.26	100	100	100	100	100	53.7	13.8		Ap	161.3	0.190	0.025	0.03		15.0	17.0							1.2	A2s	
3	926	6.0-6.2										100	44.7	13.1	5.5	1.1	0.2	0.0	55.8	G														B4	
4	927	8.2-8.4										100	86.8	26.2	11.6	6.1	2.0	0.2		G														B4	
5	928	10.2-10.4										100	57.7	24.4	5.2	3.1	1.1	0.1	46.9	G														B4	
6	929	12.1-12.3										100	54.3	16.2	3.9	2.2	0.8	0.1		G														B4	
7	930	14.0-14.2										100	60.8	27.0	7.1	0.4	0.1	0.0	62.8	G														B4	

Chantier: Sondage N°: RSO38-2 Site de sondage: PK38+330à gauche64

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γd	γs	e	wL	wP	IP	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO3(%)	CLASSIFICATION DE SOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cg	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			×10-3cm2/s	×10-3cm2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10-2	(kPa)	(g)		
1	1626	2.0-2.2				2.70		35.2	22.1	13.1		100	100.0	100.0	87.5	82.0	35.5	9.2		Ap														A2th	

Chantier: Sondage N°: RSO38-3 Site de sondage: PK38+330

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γd	γs	e	wL	wP	IP	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO3(%)	CLASSIFICATION DE SOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cg	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			×10-3cm2/s	×10-3cm2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10-2	(kPa)	(g)		
1	1625	1.0-1.45	16.8	1.86	1.59	2.69	0.689	28.4	17.1	11.3	1.03	100	100.0	100.0	95.8	89.0	30.4	7.8		Ap	110.7	0.117	0.016	6.61		18.4	26.7								A1	

Chantier: Sondage N°: RSO38-4 Site de sondage: PK38+518

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γd	γs	e	wL	wP	IP	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO3(%)	CLASSIFICATION DE SOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cg	200kPa Cv	200kPa Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccD	φcD	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			×10-3cm2/s	×10-3cm2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10-2	(kPa)	(g)		
1	1621	0.5-0.95	22.9	1.77	1.44	2.70	0.875	36.8	24.4	12.4	1.12	100	100.0	100.0	96.2	89.9	43.6	11.1		Ap	104.4	0.214	0.027	6.82		32.4	18.1	32.9	15.7						A2m	
2	1622	3.6-3.9	23.5	1.89	1.53	2.71	0.771	36.4	21.9	14.5	0.89	100	100.0	100.0	95.8	90.0	39.1	9.2		Ap	62.0	0.210	0.037	4.93		21.0	16.4	22.9	17.5						A2th	
3	1623	6.2-6.4	21.5			2.72		38.3	22.1	16.2	1.04									Ap															A2h	
4	1624	9.1-9.5	25.4			2.71		38.5	23.4	15.1	0.87									Ap															A2th	

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT SYNTHETIQUE D'ESSAIS DES SOLS 土工试验总表	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.8			

Chantier: Sondage N°: RSO38-5 Site de sondage: PK38+740G40m

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γs	γd	e	wL	wP	Ip	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO(%)	CLASSIFICATION DESOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cε	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm^3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			• 10^{4}cm^2/s	• 10^{4}cm^2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10^{-2}	(kPa)	(g)		
1	1286	1.7-1.9										100	70.5	34.8	13.3	8.0	2.5	0.3		G														B4	

Chantier: Sondage N°: RSO38-6 Site de sondage: PK38+740

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γs	γd	e	wL	wP	Ip	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO(%)	CLASSIFICATION DESOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cε	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm^3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			• 10^{4}cm^2/s	• 10^{4}cm^2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10^{-2}	(kPa)	(g)		
1	1285	0.5-0.7	22.6			2.69		30.7	19.7	11.0	0.74	100	100	100	92.1	72.6	35.1	7.5		Ap														A1	
2	1285-1	1.5-1.7	25.5			2.70		31.8	19.5	12.3	0.51	100	100	100	93.2	79.3	40.8	9.3		Ap														A2th	

Chantier: Sondage N°: RSO38-7 Site de sondage: PK38+840D80m

N° ECH	N° ESSAI	PROFONDEUR	w	γh	γs	γd	e	wL	wP	Ip	Ic	GRANULOMETRIQUE 200 mm	20.0 mm	2.0 mm	0.2 mm	0.08 mm	0.02 mm	0.002 mm	CaCO(%)	CLASSIFICATION DESOL	COMPRESSIBILITE Pc	Cc	Cε	Cv	Ch	CISAILLEMENT cuu	φuu	ccu	φcu	Essai cisaillement Triaxial c'p	φ'p	GONFLEMENT Rg	δg	VBS	GTR	NOTICE
		(m)	(%)	(g/cm^3)				(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(kPa)			• 10^{4}cm^2/s	• 10^{4}cm^2/s	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	(kPa)	(deg)	×10^{-2}	(kPa)	(g)		
1	1284	1.2-2.0	15.4	1.71	1.48	2.70	0.822	37.7	23.7	14.0	1.59	100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		Ap	88.8	0.276	0.033	5.85										A2ts	

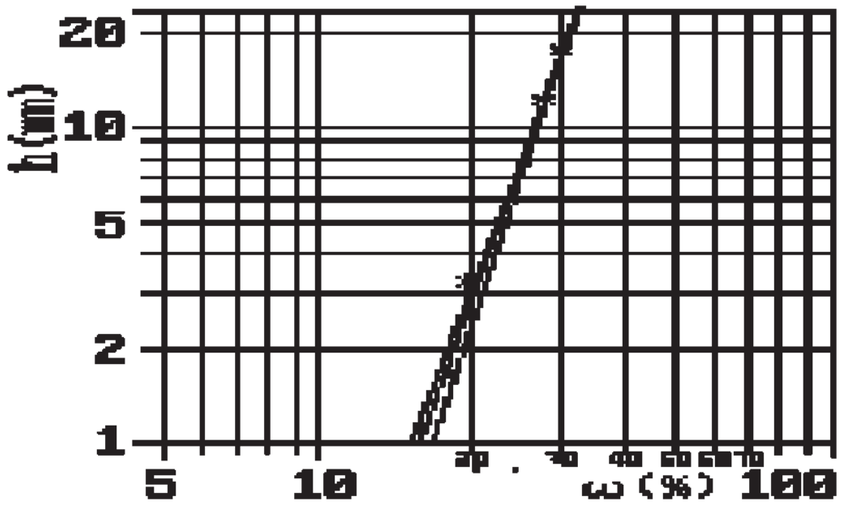
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER: EXE-2-11	NIVEAU ETUDE: EXE	EMETTEUR: FHCC1	LOCALISATION: SECTION 2	SPECIALITE: TER	N°: 2-1 / INDICE: E / DESSIN NO.: 2.11.13.8
RAPPORT SYNTHETIQUE D'ESSAIS DES SOLS 土工试验总表	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:	VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015				

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	RS037-5
Site de sondage	PK37+946	N° echantillons	RS037-5-2
N° Essai	2356	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	6.5-6.7	Date d'essai	04/2014

h(cm)	3.2	12.2	17.4
w(%)	19.7	27.6	29.7



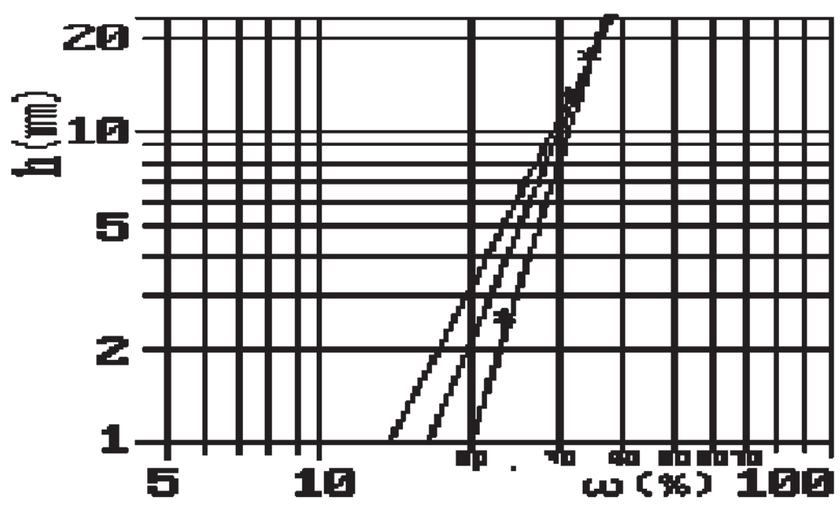
Limite de plasticité wp = 18.3 % limite de liquidité wL = 29.5 %

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	PS038-1
Site de sondage	PK38+095	N° echantillons	PS038-1-1
N° Essai	2275	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.3-2.0	Date d'essai	03/2014

h(cm)	2.5	13.1	17.4
w(%)	23.3	31.3	34.3



Limite de plasticité wp = 19.5 % limite de liquidité wL = 34.1 %

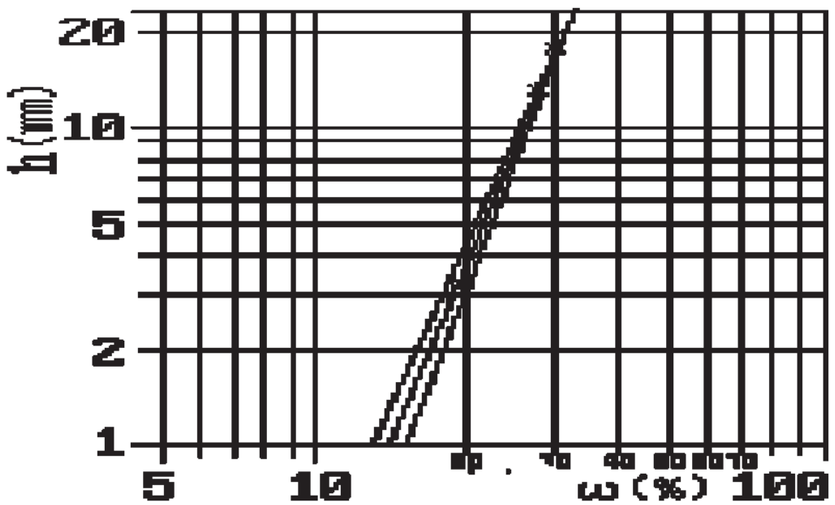
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE LIMITE LIQUIDITE 塑液限试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.9			

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	S038-2
Site de sondage	PK38+095D26.5	N° echantillons	S038-2-1
N° Essai	2358	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.8-2.0	Date d'essai	04/2014

h(cm)	3.2	13.2	17.8
w(%)	19.7	27.4	29.9



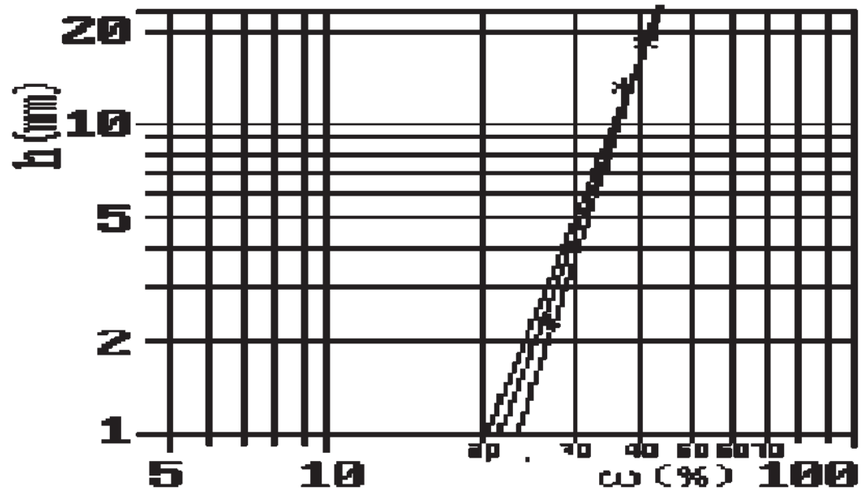
Limite de plasticité wp = 16.7 % limite de liquidité wL = 29.5 %

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	RS038-1
Site de sondage	PK38+220d76.5m	N° echantillons	RS038-1-1
N° Essai	924	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.4-1.8	Date d'essai	02/2014

h(cm)	2.3	13.1	18.0
w(%)	26.7	37.2	40.2



Limite de plasticité wp = 24.7 % limite de liquidité wL = 39.7 %

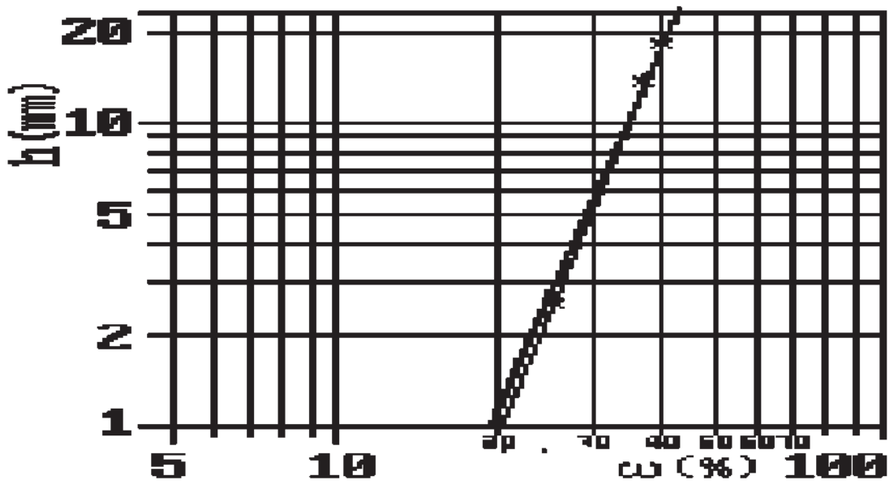
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE LIMITE LIQUIDITE 塑液限试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.9		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	RS038-1
Site de sondage	PK38+220d76.5m	N° echantillons	RS038-1-2
N° Essai	925	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	3.0-3.4	Date d'essai	02/2014

h(cm)	2.5	13.5	18.1
w(%)	24.9	36.7	39.6



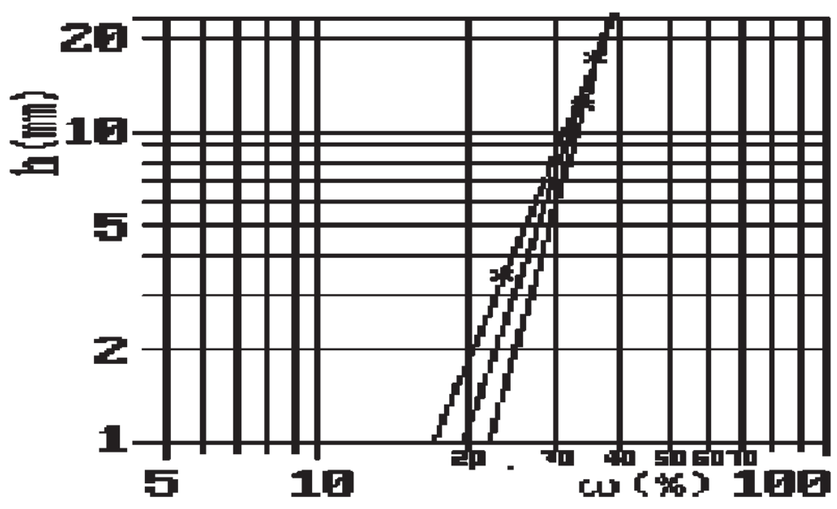
Limite de plasticité wp = 23.0 % limite de liquidité wL = 39.0 %

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	RS038-2
Site de sondage	PK9+575	N° echantillons	RS038-2-1
N° Essai	1626	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	2.0-2.2	Date d'essai	02/2014

h(cm)	3.4	12.1	17.2
w(%)	23.2	33.2	35.3



Limite de plasticité wp = 22.1 % limite de liquidité wL = 35.2 %

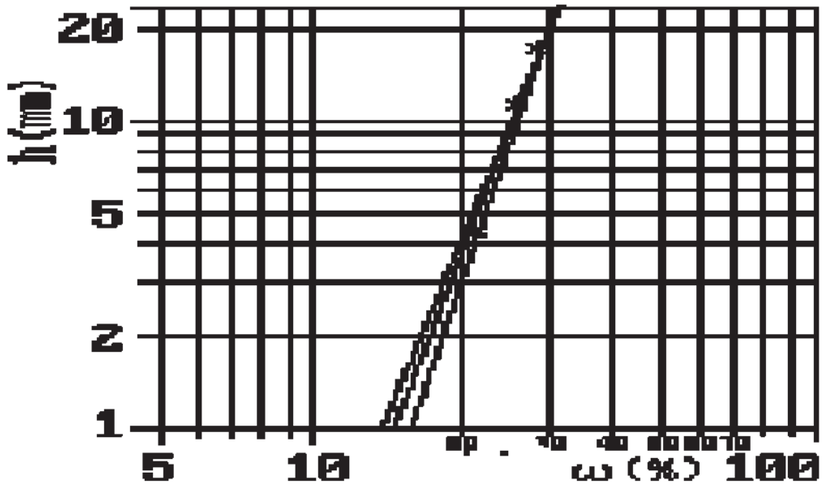
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE LIMITE LIQUIDITE 塑液限试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.9			

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94—052—1

Chantier		N° Dossier	RS038-3
Site de sondage	PK38+330	N° echantillons	RS038-3-1
N° Essai	1625	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.0-1.45	Date d'essai	02/2014

h(cm)	4.3	11.9	17.1
w(%)	21.2	25.5	28.4



Limite de plasticité wp = 17.1 %　　limite de liquidité wL = 28.4 %

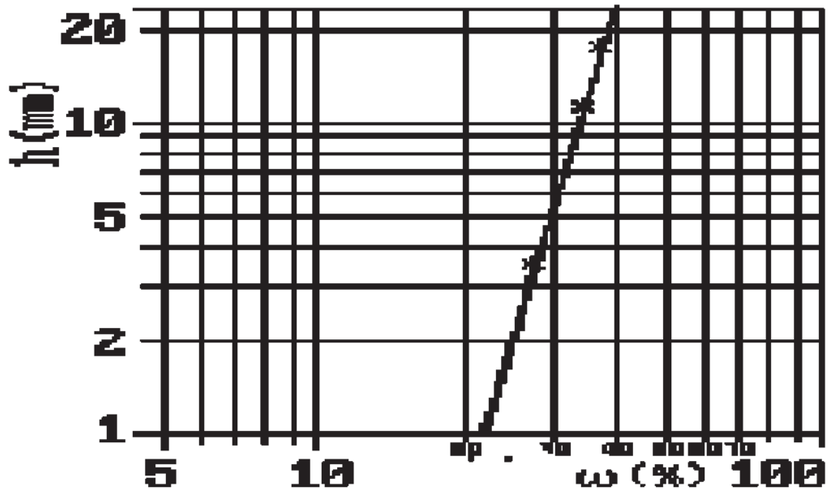
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE LIMITE LIQUIDITE 塑液限试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.9		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-1
N° Essai	1621	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	0.5-0.95	Date d'essai	02/2014

h(cm)	9.5	11.9	17.4
w(%)	27.3	34	37



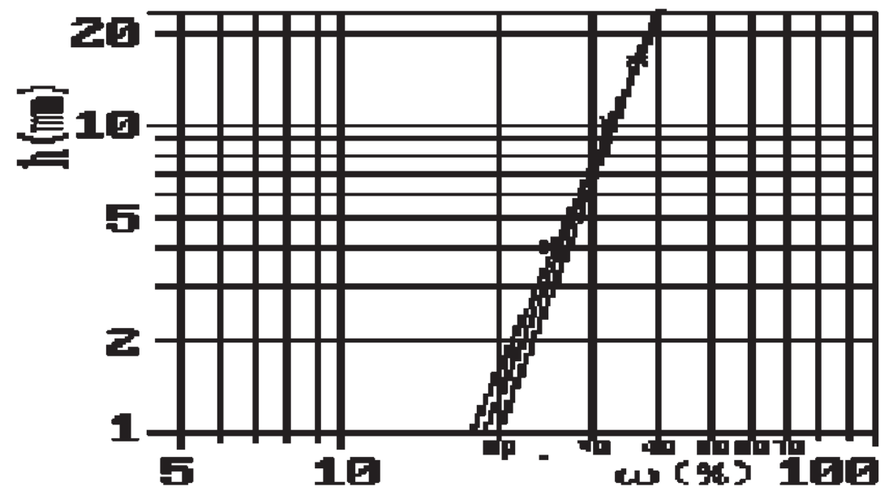
Limite de plasticité wp = 24.4 %　　limite de liquidité wL = 36.8 %

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-2
N° Essai	1622	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	3.6-3.9	Date d'essai	02/2014

h(cm)	4	10.1	16.2
w(%)	25	32.5	36



Limite de plasticité wp = 21.9 %　　limite de liquidité wL = 36.4 %

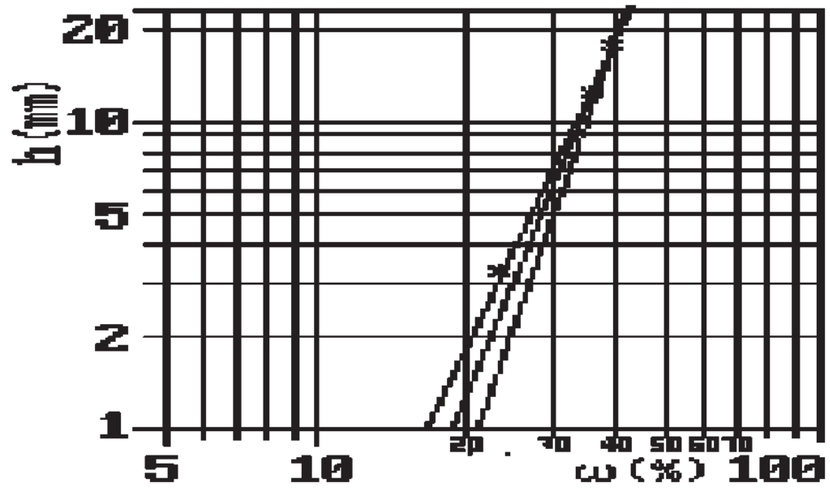
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	SAPTA 中国铁建 GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE LIMITE LIQUIDITE 塑液限试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.9		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94—052—1

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-3
N° Essai	1623	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	6.2-6.4	Date d'essai	02/2014

h(cm)	3.2	12.3	17.7
w(%)	23.2	35.8	38.7



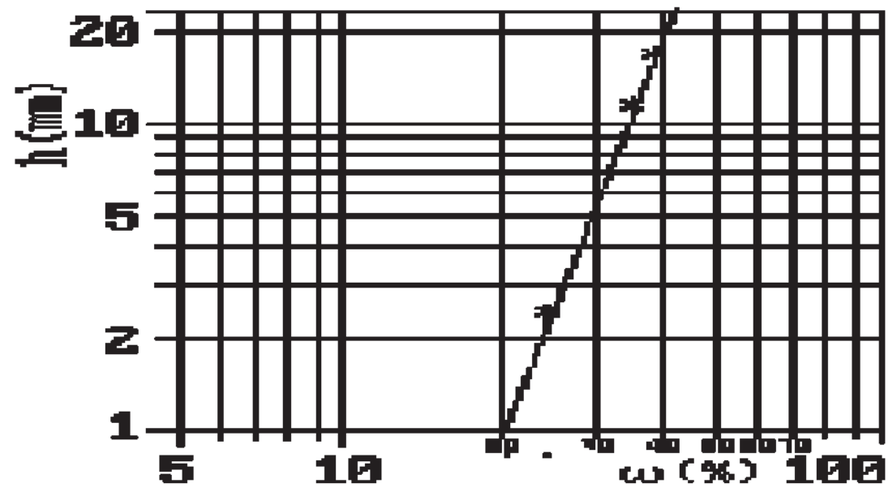
Limite de plasticité wp = 22.1 % limite de liquidité wL = 38.3 %

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94—052—1

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-4
N° Essai	1624	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	9.1-9.5	Date d'essai	02/2014

h(cm)	2.4	11.4	16.9
w(%)	24.3	35.1	38.4



Limite de plasticité wp = 23.4 % limite de liquidité wL = 38.5 %

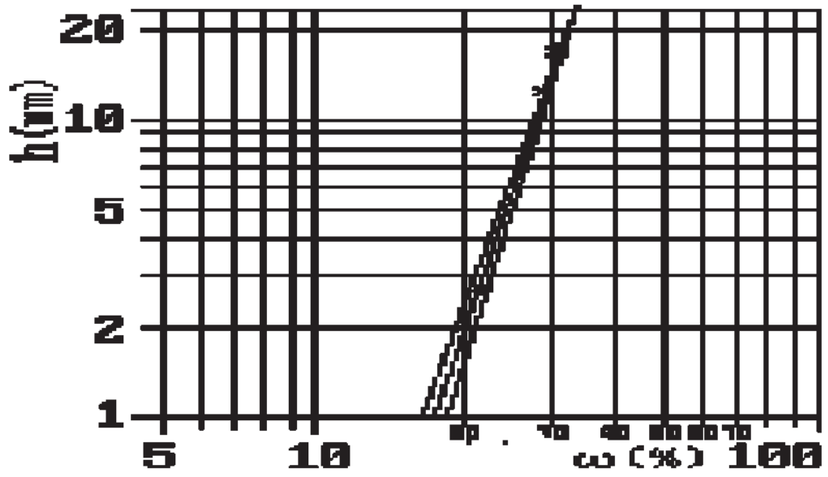
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE LIMITE LIQUIDITE 塑液限试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.9			

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	RS038-6
Site de sondage	PK38+740	N° echantillons	RS038-6-1
N° Essai	1285	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	0.5-0.7	Date d'essai	02/2014

h(cm)	2.7	12.4	16.9
w(%)	21.7	28.6	30.7



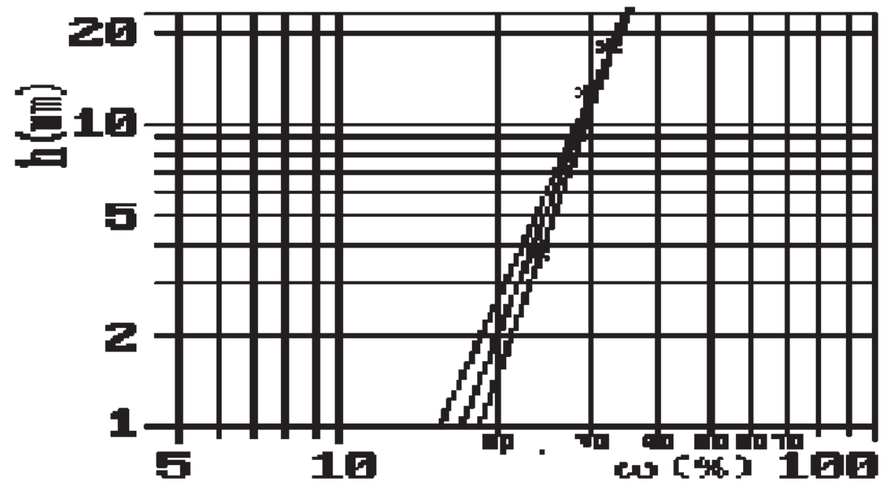
Limite de plasticité wp = 19.7 % limite de liquidité wL = 30.7 %

Rapport d'essai de limite de liquidité

Effectué conformément à la norme NF P 94－052－1

Chantier		N° Dossier	RS038-6
Site de sondage	PK38+740	N° echantillons	RS038-6-2
N° Essai	1285-1	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.5-1.7	Date d'essai	02/2014

h(cm)	3.7	12.5	17.8
w(%)	23.6	29.3	32.1



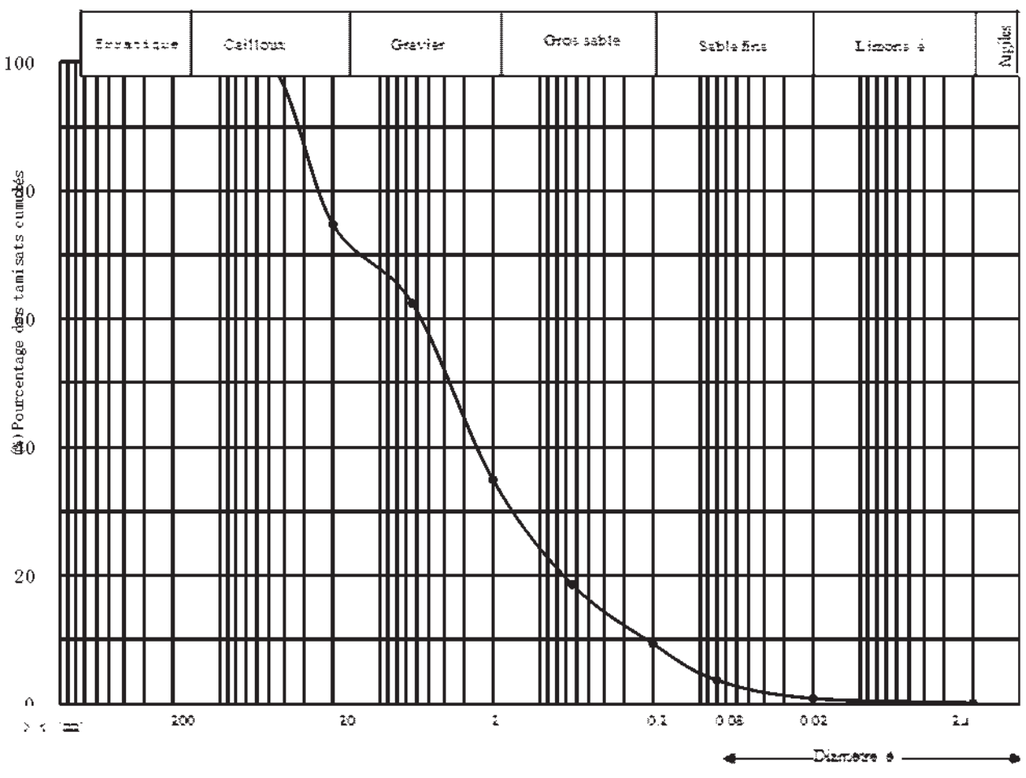
Limite de plasticité wp = 19.5 % limite de liquidité wL = 31.8 %

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE LIMITE LIQUIDITE 塑液限试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E				

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS037-4
Site de sondage	PK37+831D30m	N° echantillons	RS037-4-1
N° Essai	1441	Dénomination de sol	G
Profondeur (m)	2.00-2.15	Date d'essai	02/2014

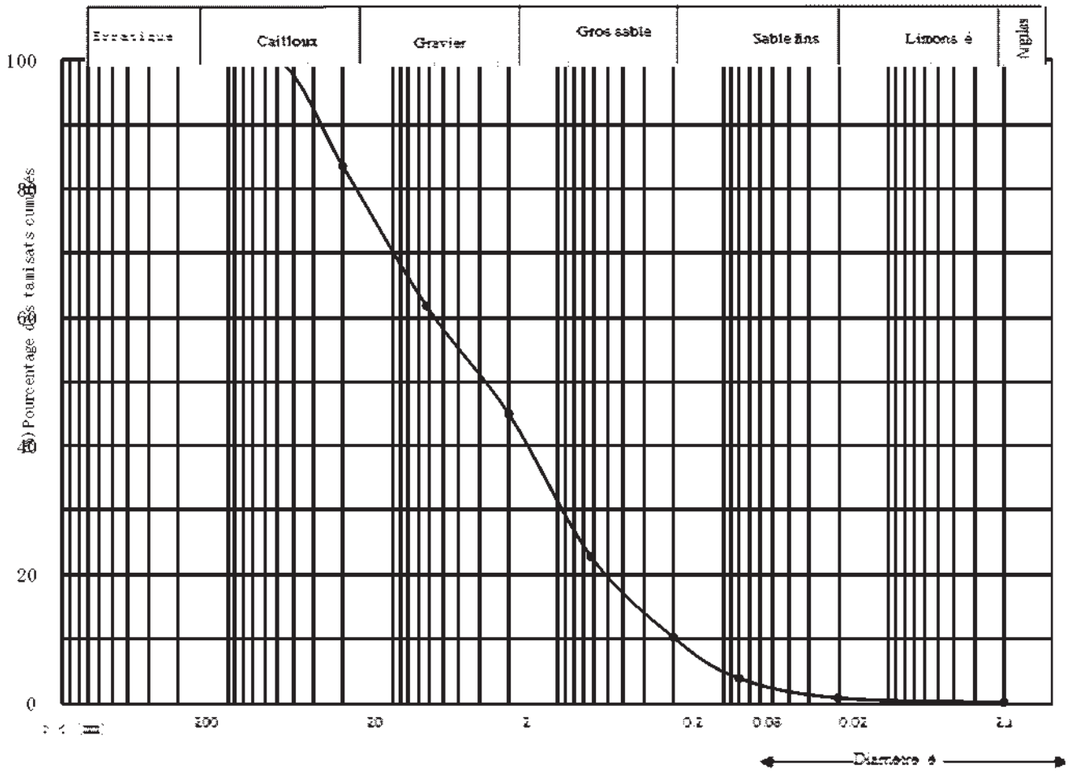


d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	74.7	62.4	34.9	18.5	9.3	3.6	0.9	0.1

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS037-4
Site de sondage	PK37+831D30m	N° echantillons	RS037-4-2
N° Essai	1442	Dénomination de sol	G
Profondeur (m)	3.8-3.95	Date d'essai	02/2014

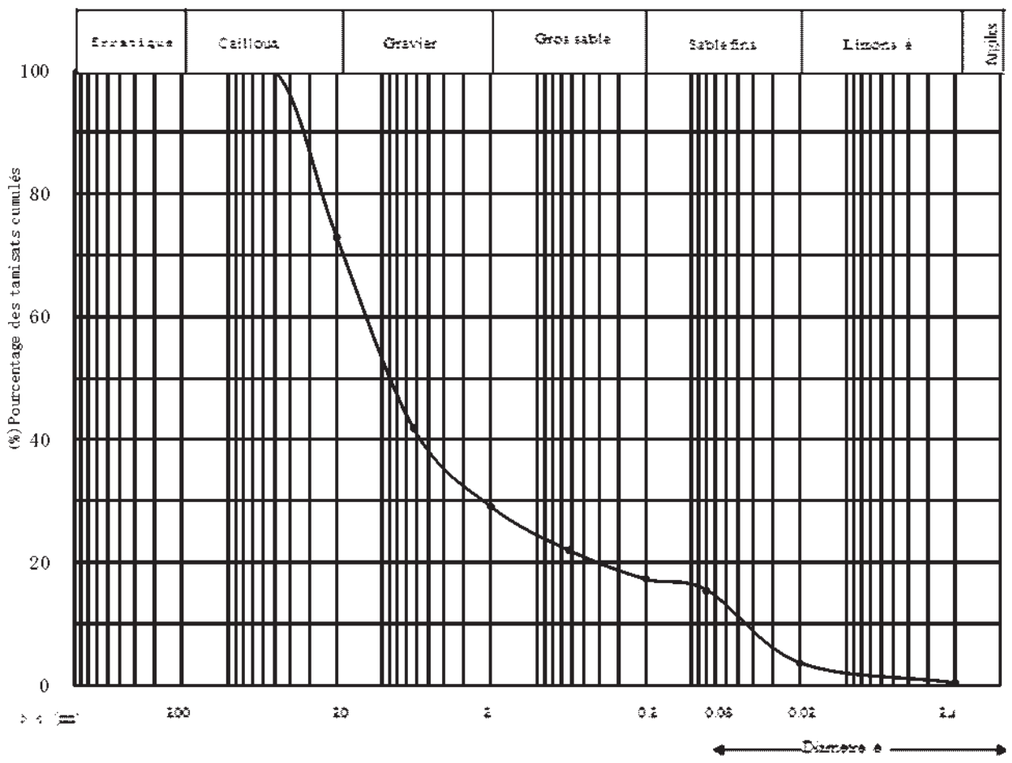


d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	83.6	61.8	45.0	22.9	10.2	3.9	0.9	0.1

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS037-5
Site de sondage	PK37+946	N° echantillons	RS037-5-1
N° Essai	2355	Dénomination de sol	G
Profondeur (m)	3.2-3.4	Date d'essai	04/2014

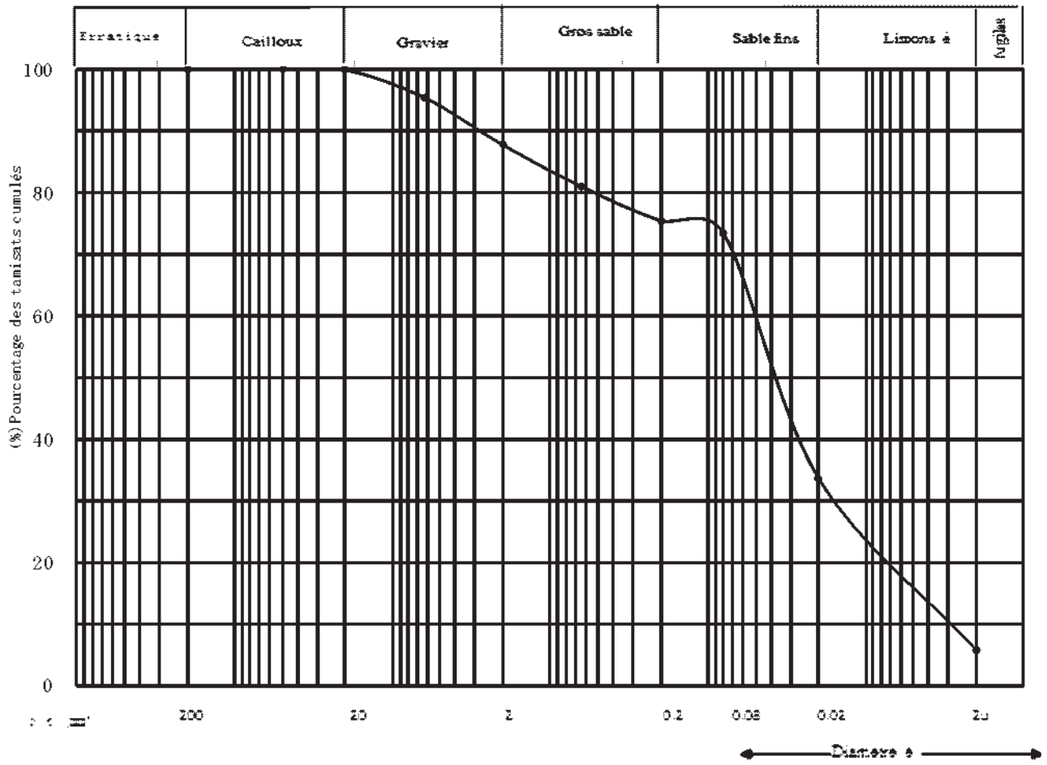


d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	73.0	41.7	29.1	22.0	17.3	15.5	3.7	0.4

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS037-5
Site de sondage	PK37+946	N° echantillons	RS037-5-2
N° Essai	2356	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	6.5-6.7	Date d'essai	04/2014



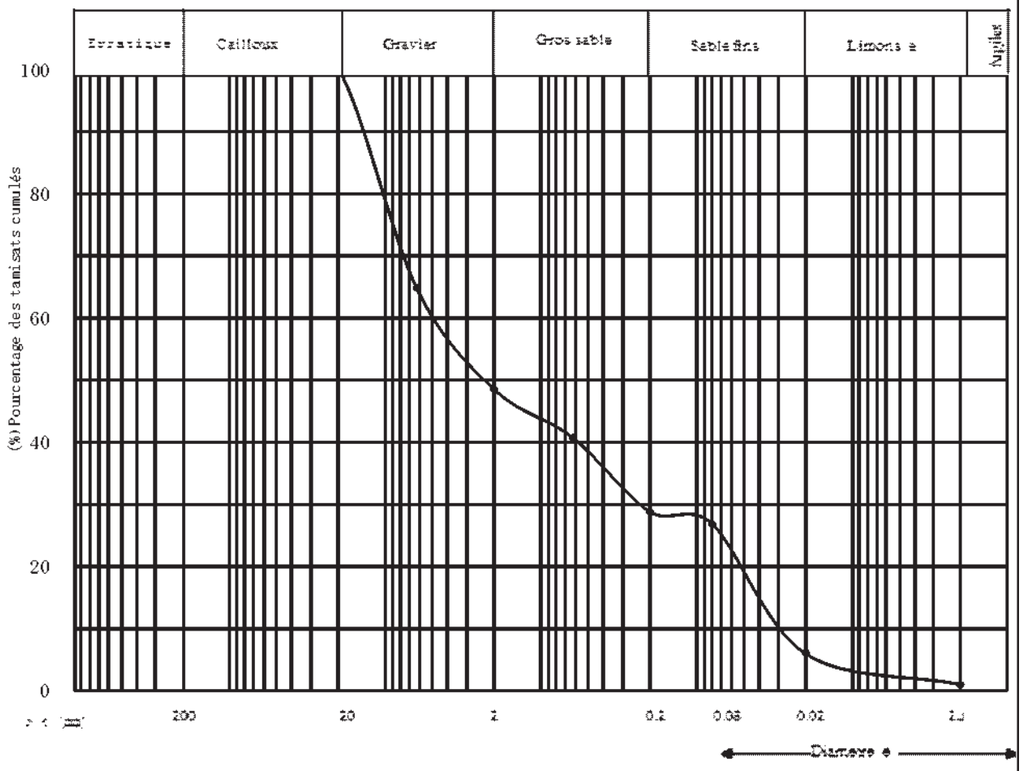
d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	95.5	87.8	81.0	75.5	73.5	33.7	5.8

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE 颗粒分析试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.10			

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS037-5
Site de sondage	PK37+946	N° echantillons	RS037-5-3
N° Essai	2357	Dénomination de sol	G
Profondeur (m)	9.2-9.4	Date d'essai	04/2014

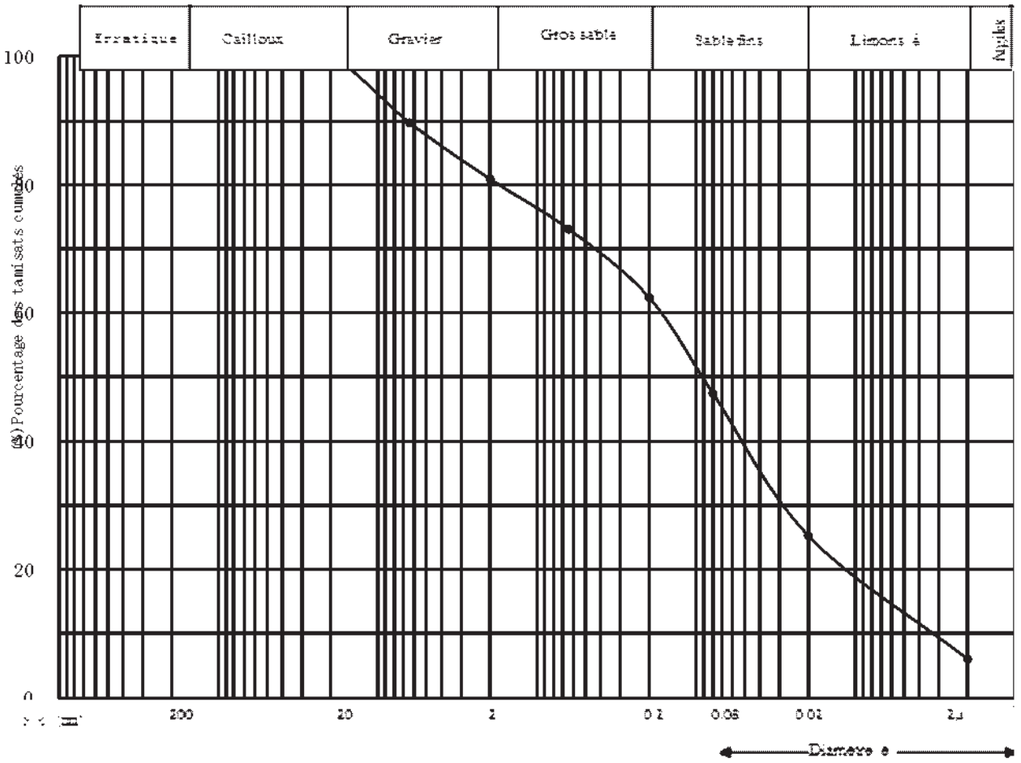


d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	64.8	48.5	40.8	28.8	26.9	5.9	1.0

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	PS038-1
Site de sondage	PK38+095	N° echantillons	PS038-1-1
N° Essai	2275	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.3-2.0	Date d'essai	03/2014



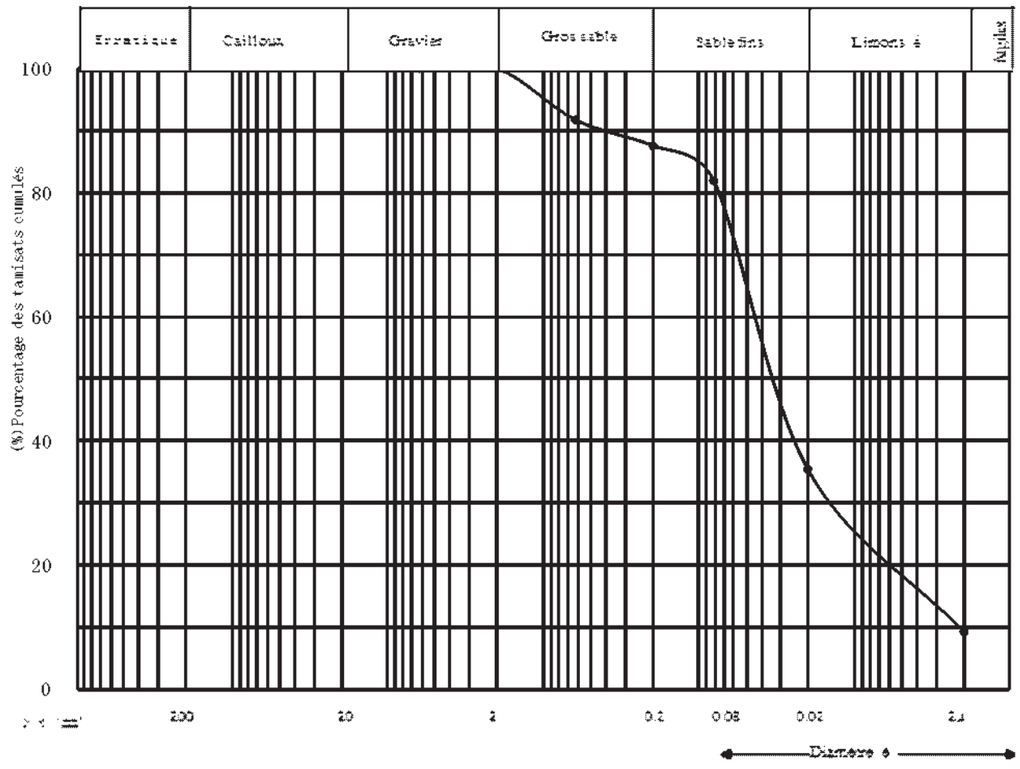
d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	89.7	81.0	73.1	62.5	47.5	25.1	6.1

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE 颗粒分析试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.10		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-2
Site de sondage	PK38+330à gauche64	N° echantillons	RS038-2-1
N° Essai	1626	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	2.0-2.2	Date d'essai	02/2014

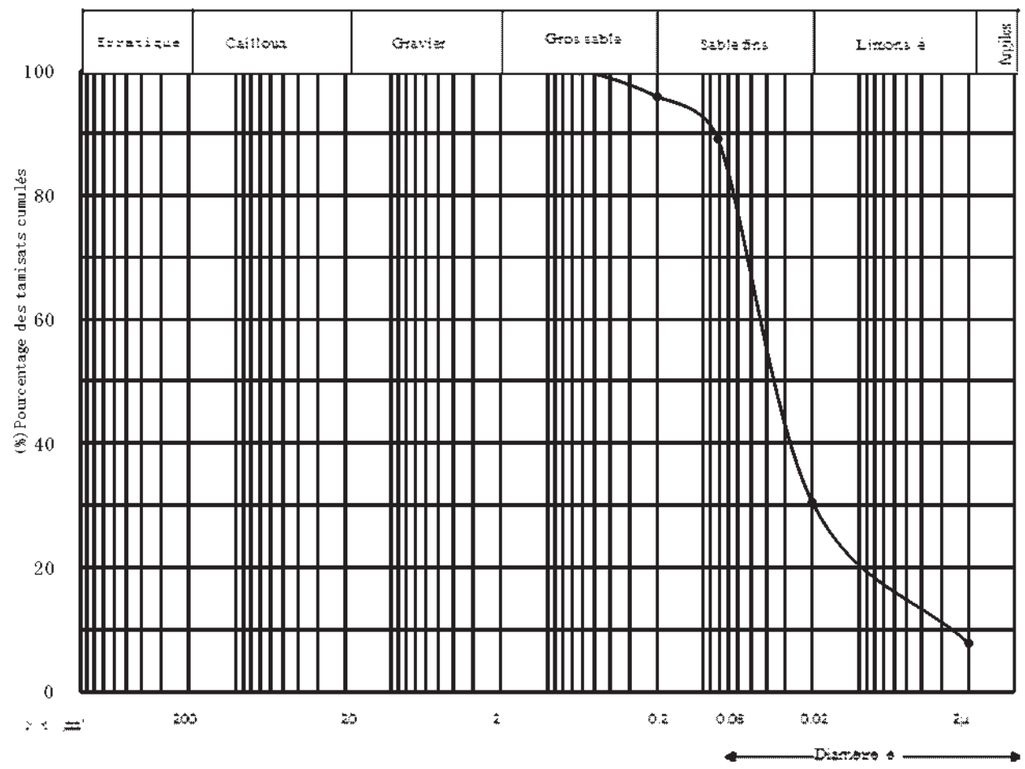


d(mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	91.7	87.5	82.0	35.5	9.2

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-3
Site de sondage	PK38+330	N° echantillons	RS038-3-1
N° Essai	1625	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.0-1.45	Date d'essai	02/2014



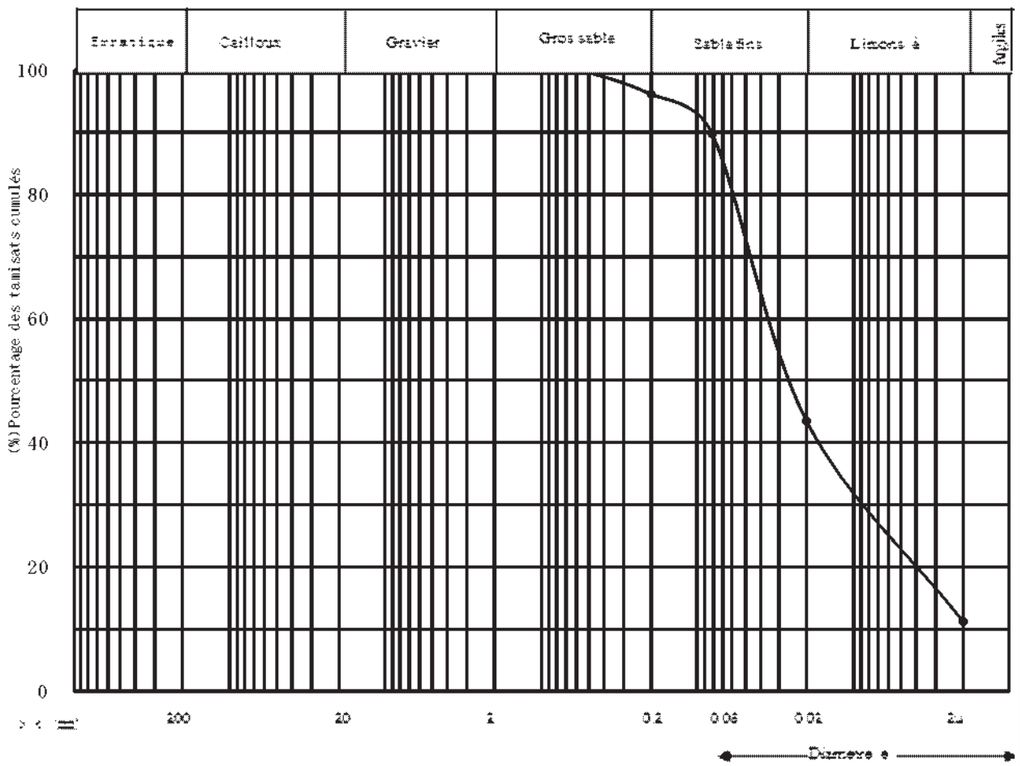
d(mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	95.8	89.0	30.4	7.8

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE 颗粒分析试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.10			

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-1
N° Essai	1621	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	0.5-0.95	Date d'essai	02/2014

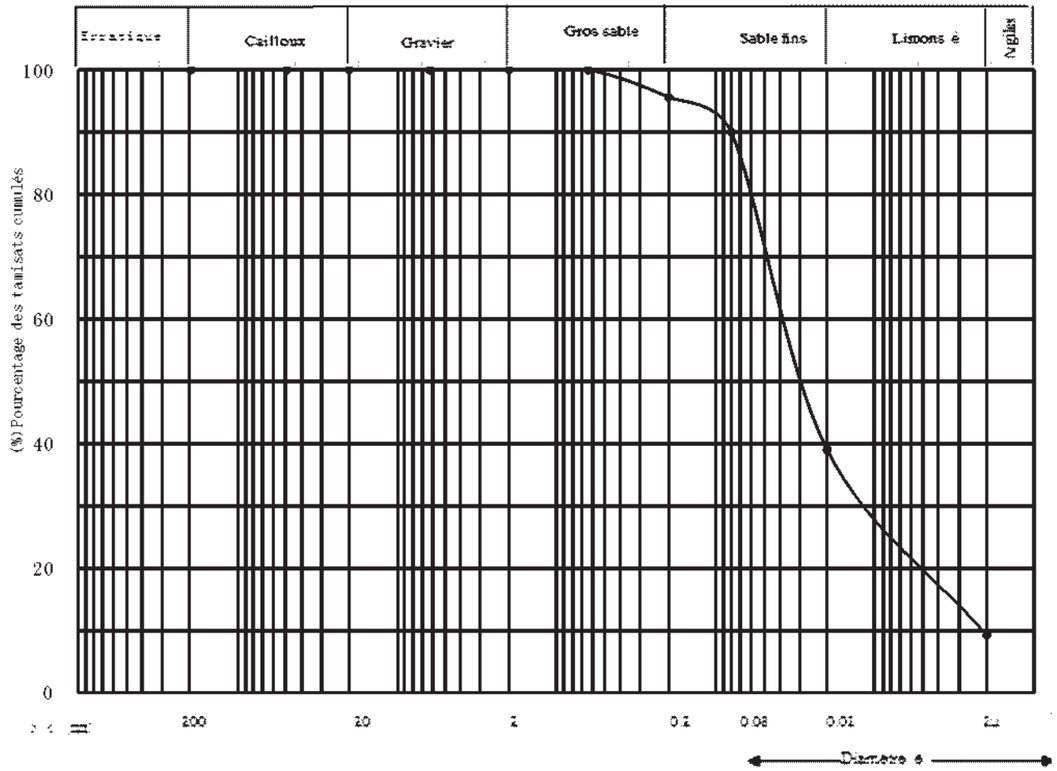


d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.2	89.9	43.6	11.1

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-2
N° Essai	1622	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	3.6-3.9	Date d'essai	02/2014

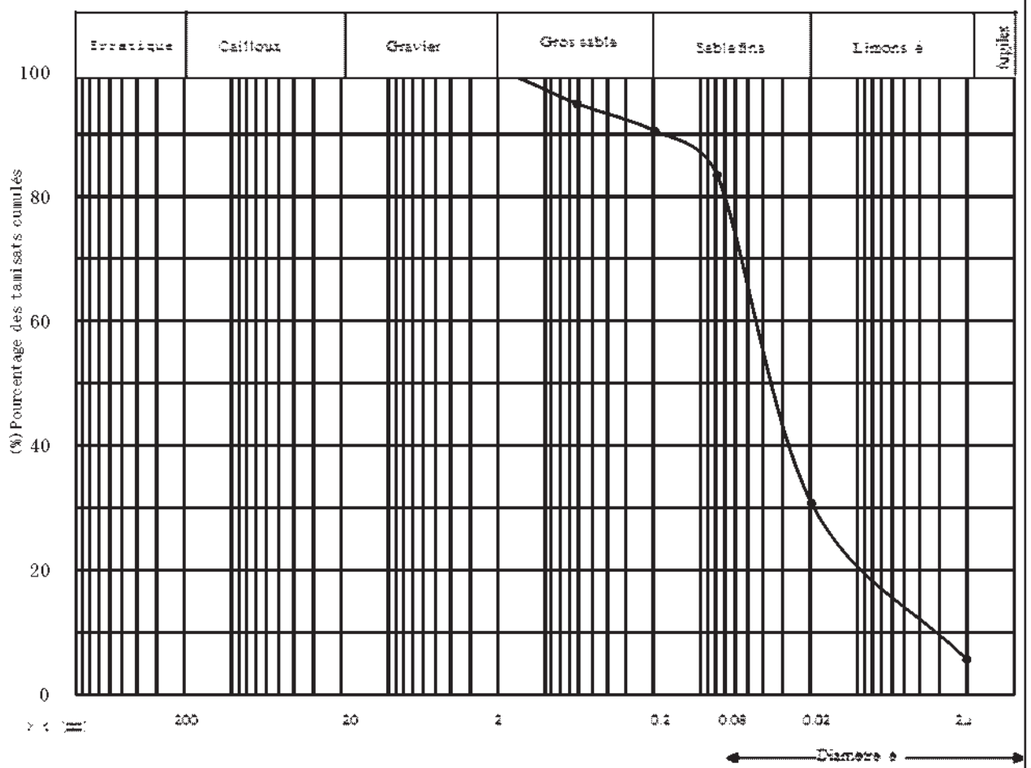


d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	95.8	90.0	39.1	9.2

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-3
N° Essai	1623	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	6.2-6.4	Date d'essai	02/2014

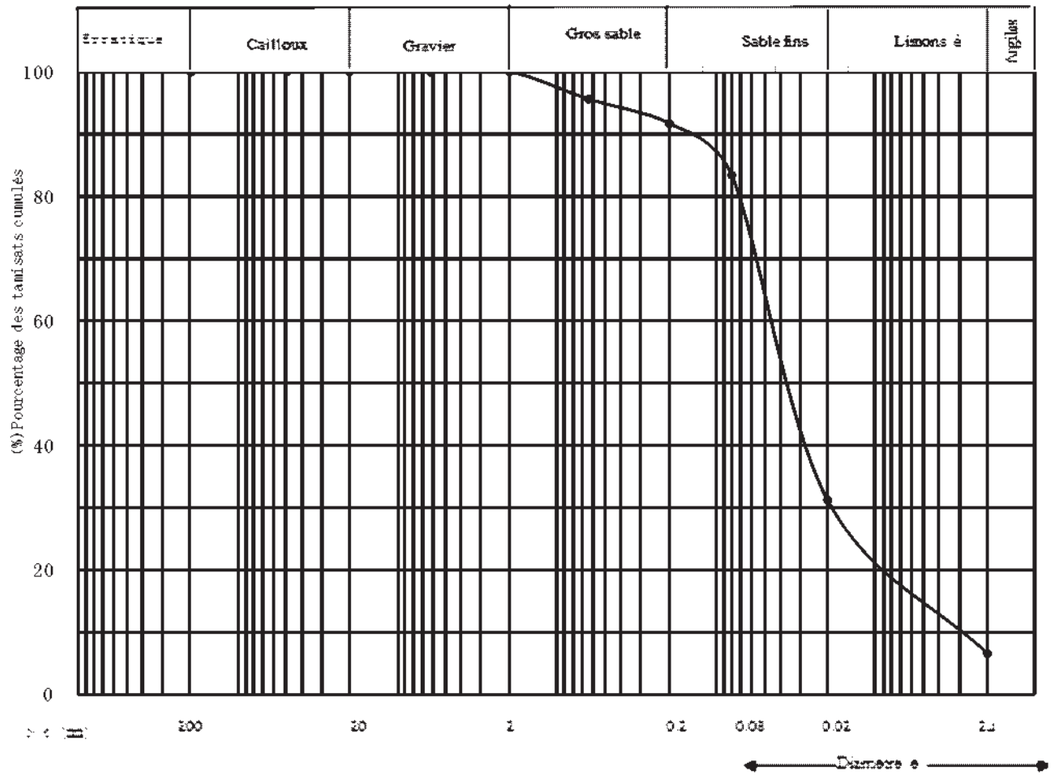


d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	94.9	90.5	83.4	30.7	5.5

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-4
N° Essai	1624	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	9.1-9.5	Date d'essai	02/2014



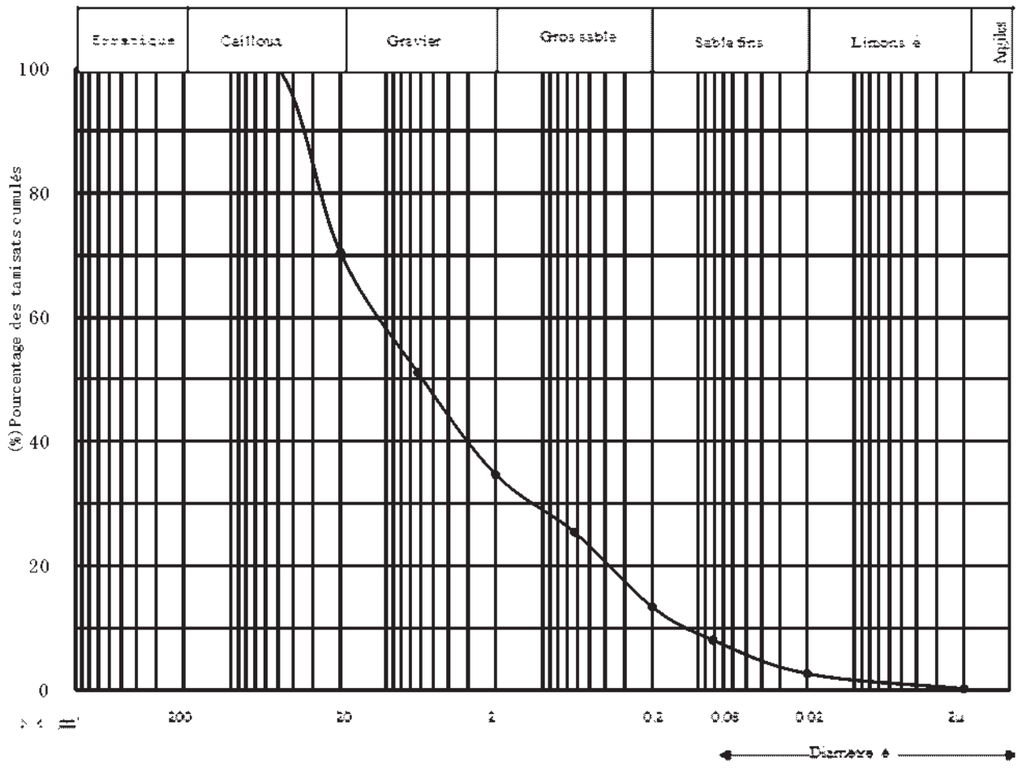
d (mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	95.7	91.9	83.6	31.1	6.4

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE 颗粒分析试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.10			

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-5
Site de sondage	PK38+740G40m	N° echantillons	RS038-5-1
N° Essai	1286	Dénomination de sol	G
Profondeur (m)	1.7-1.9	Date d'essai	02/2014



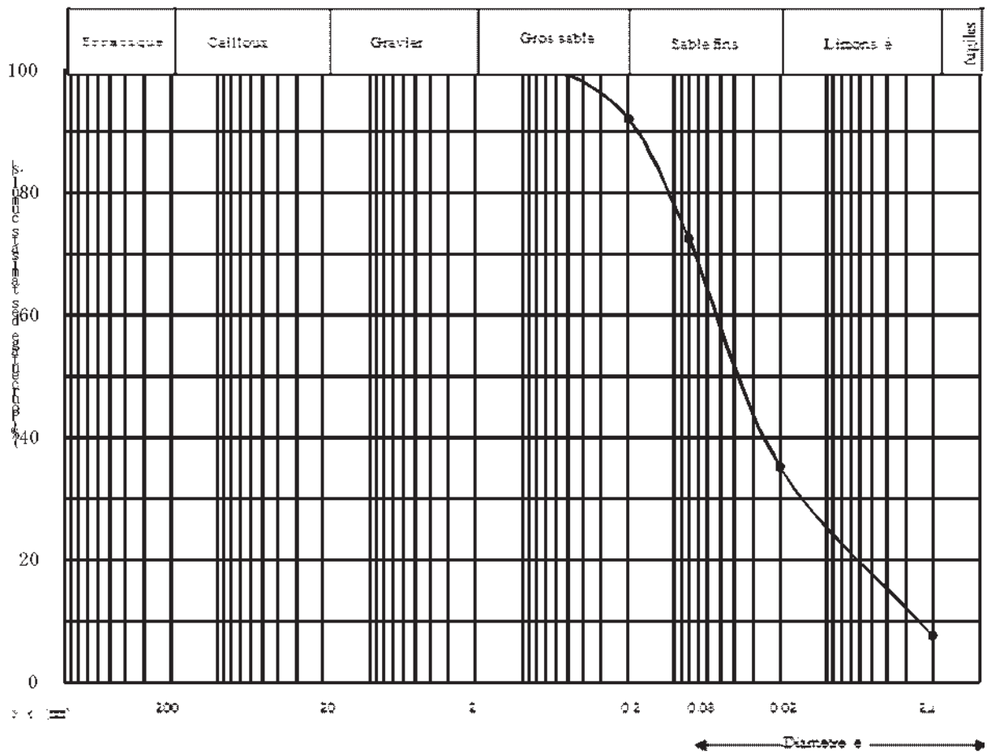
d(mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	70.5	51.2	34.8	25.3	13.3	8.0	2.5	0.3

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE 颗粒分析试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.10		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-6
Site de sondage	PK38+740	N° echantillons	RS038-6-1
N° Essai	1285	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	0.5-0.7	Date d'essai	02/2014

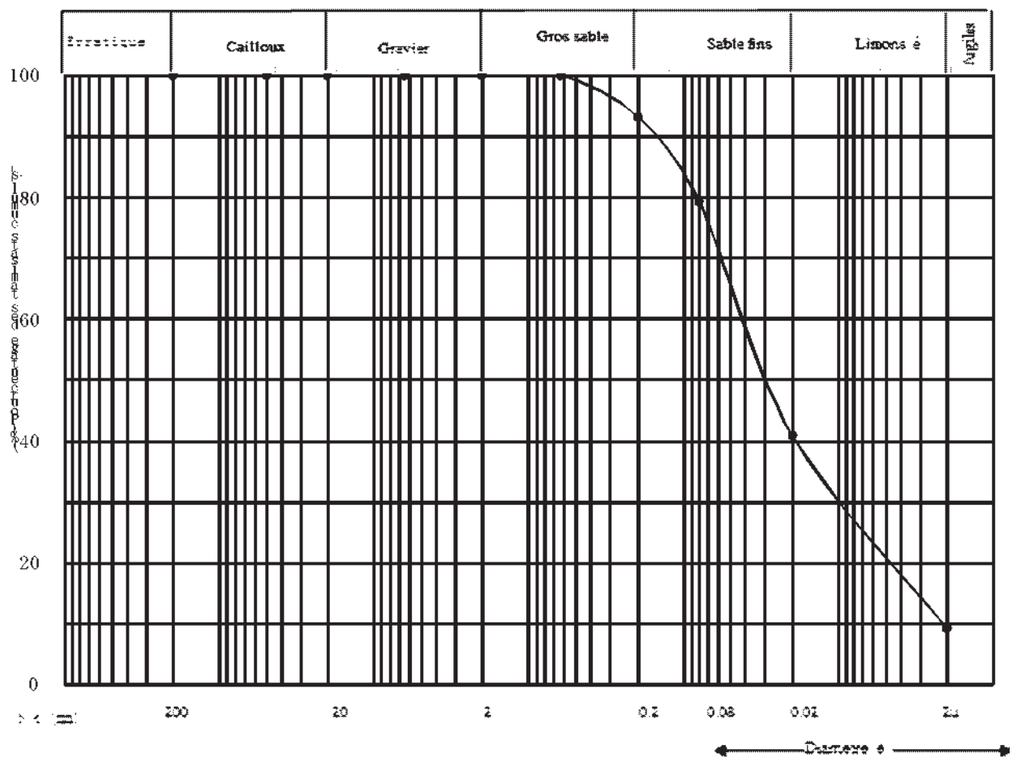


d(mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	92.1	72.6	35.1	7.5

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-6
Site de sondage	PK38+740	N° echantillons	RS038-6-2
N° Essai	1285-1	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.5-1.7	Date d'essai	02/2014

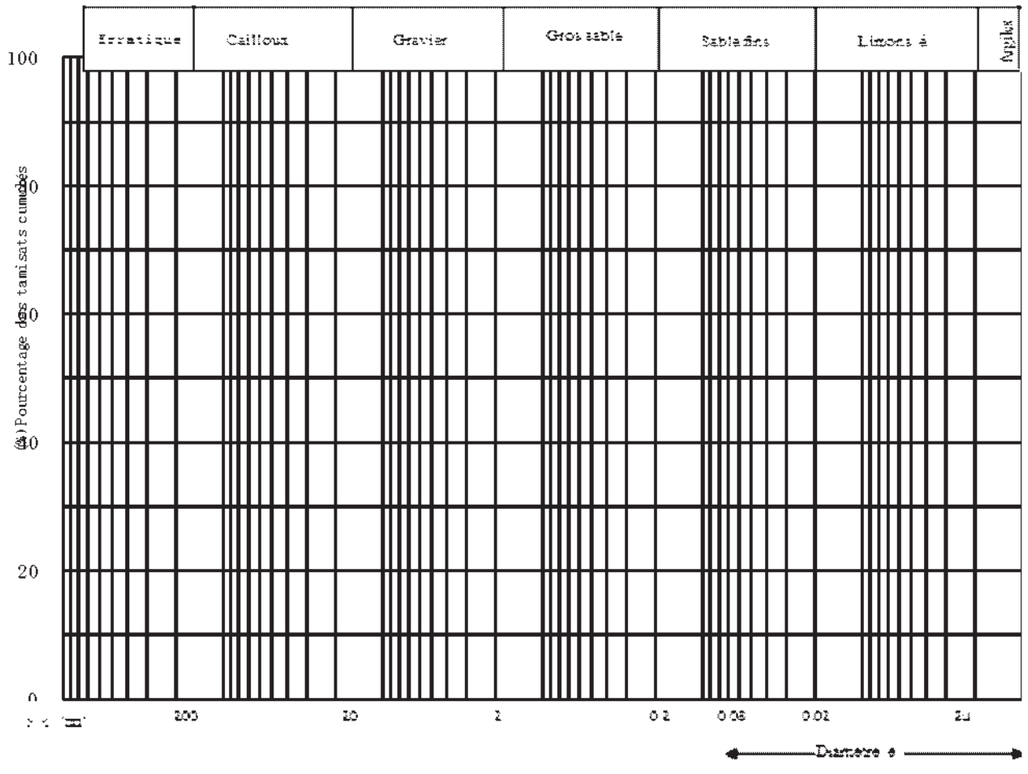


d(mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.2	79.3	40.8	9.3

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	RS038-7
Site de sondage	PK38+840D80m	N° echantillons	RS038-7-1
N° Essai	1284	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.2-2.0	Date d'essai	02/2014

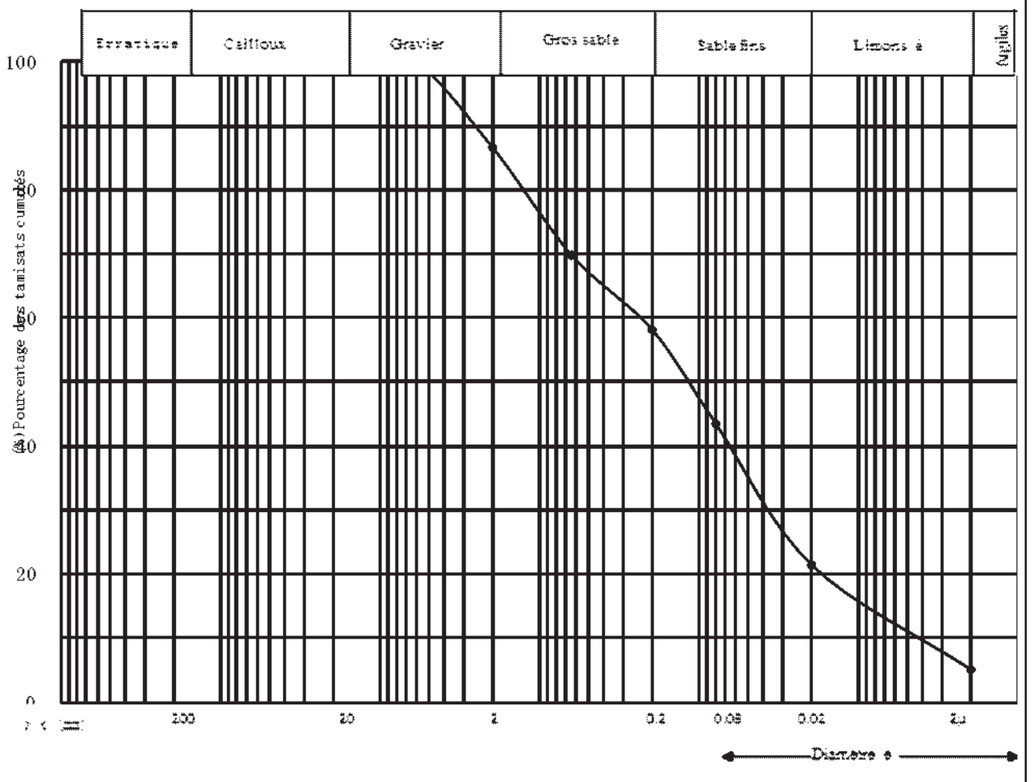


d(mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Rapport d'essai d'analyse granulométrique

Effectué conformément à la norme NF P 94-056、057

Chantier		N° Dossier	PS038-4
Site de sondage	PK38+953.9	N° echantillons	PS038-4-1
N° Essai	2274	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	0.5-1.0	Date d'essai	03/2014



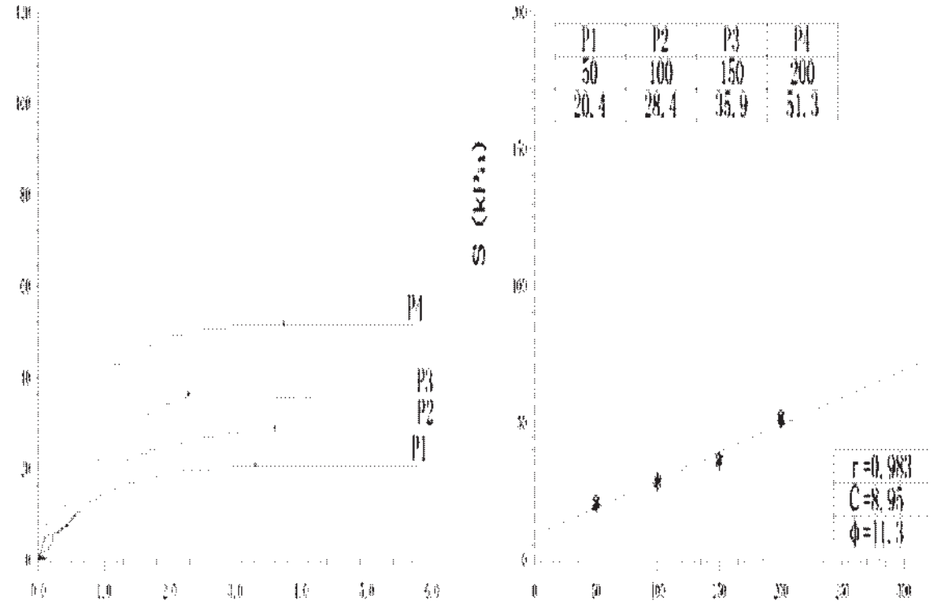
d(mm)	200.0	50.0	20.0	6.3	2	0.63	0.2	0.08	0.02	0.002
%	100.0	100.0	100.0	100.0	86.6	69.8	58.1	43.4	21.4	5.1

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE 颗粒分析试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.10			

Rapport d'essai de cisaillement rectiligne(UU)

Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier			N° Dossier	RS038-1
Site de sondage	PK38+220d76.5m		N° echantillons	RS038-1-1
N° Essai	924		Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.4-1.8		Date d'essai	02/2014
Paramètres de sol	Hauteur=20 mm	Diamètre= 61.8mm	Vitesse de cisaillement	0.8mm/min



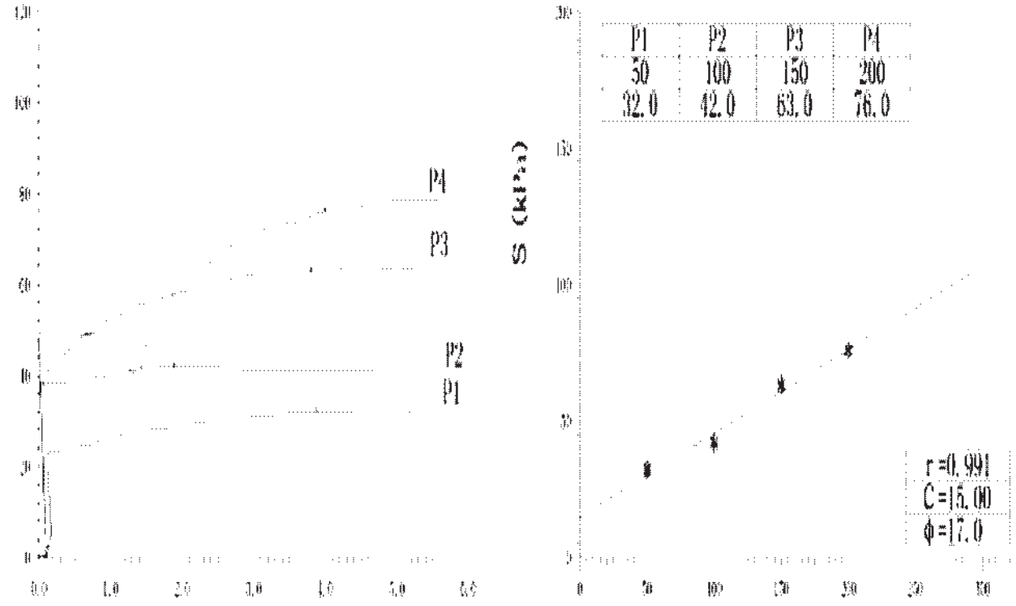
Résultats d'essai	c_{uu}	Φ_{uu}
	kPa	(°)
	9.0	11.3

Observation

Rapport d'essai de cisaillement rectiligne(UU)

Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier			N° Dossier	RS038-1
Site de sondage	PK38+220d76.5m		N° echantillons	RS038-1-2
N° Essai	925		Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	3.0-3.4		Date d'essai	02/2014
Paramètres de sol	Hauteur=20 mm	Diamètre= 61.8mm	Vitesse de cisaillement	0.8mm/min



Résultats d'essai	c_{uu}	Φ_{uu}
	kPa	(°)
	15.0	17.0

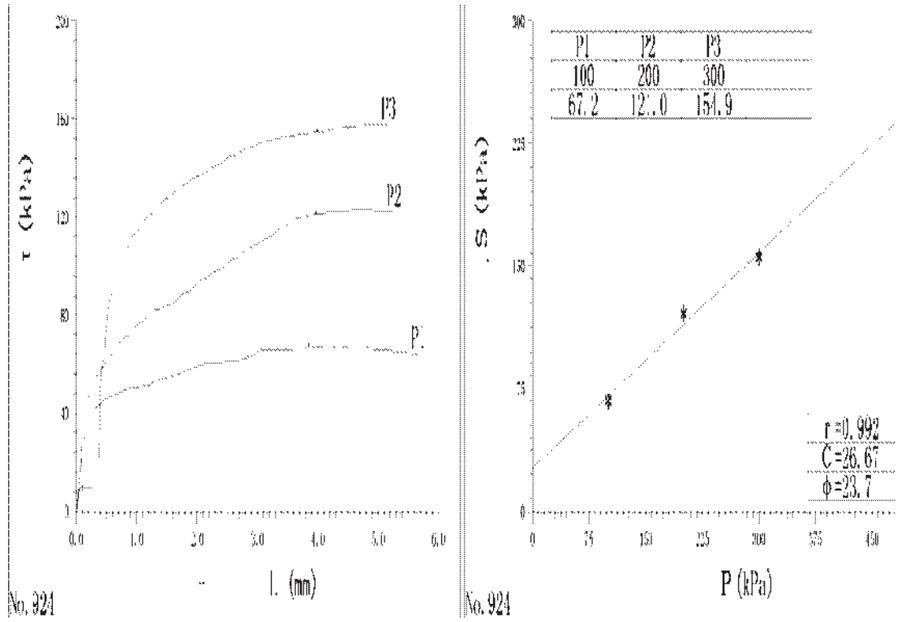
Observation

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE CISAILLEMENT RECTILIGNE 剪切力学试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.11			

Rapport d'essai de cisaillement rectiligne(CU)

Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier			N° Dossier	RS038-1
Site de sondage	PK38+220d76.5m		N° echantillons	RS038-1-1
N° Essai	924		Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.4-1.8		Date d'essai	02/2014
Paramètres de sol	Hauteur=20 mm	Diamètre= 61.8mm	Vitesse de cisaillement	0.8mm/min



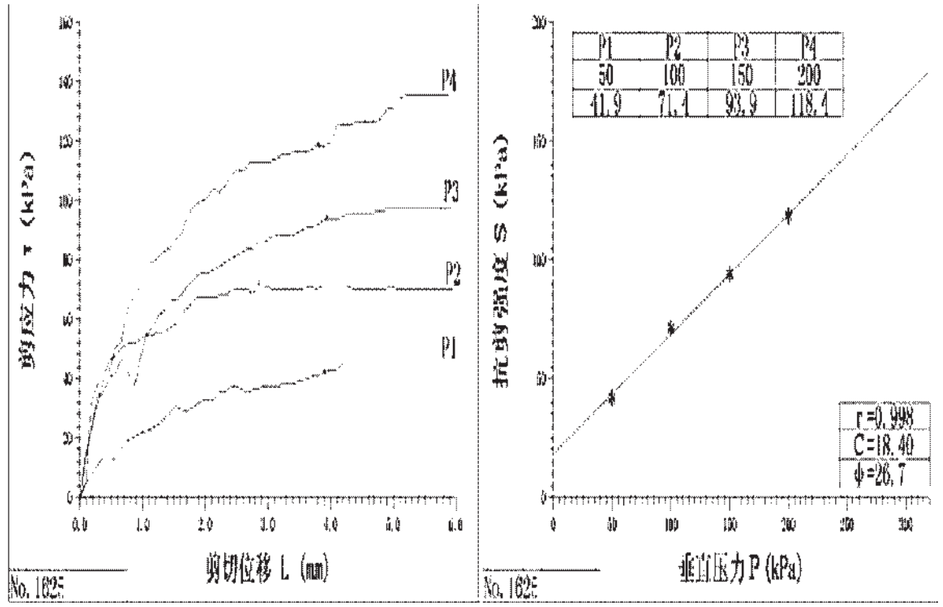
Résultats d'essai	c_{cu}	Φ_{cu}
	kPa	(°)
	26.7	23.7

Observation

Rapport d'essai de cisaillement rectiligne(UU)

Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier			N° Dossier	RS038-3
Site de sondage	PK38+330		N° echantillons	RS038-3-1
N° Essai	1625		Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.0-1.45		Date d'essai	02/2014
Paramètres de sol	Hauteur=20 mm	Diamètre= 61.8mm	Vitesse de cisaillement	0.8mm/min



Résultats d'essai	c_{uu}	Φ_{uu}
	kPa	(°)
	18.4	26.7

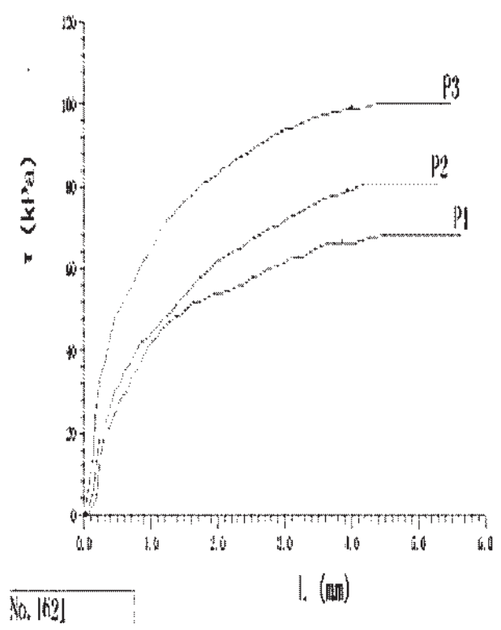
Observation

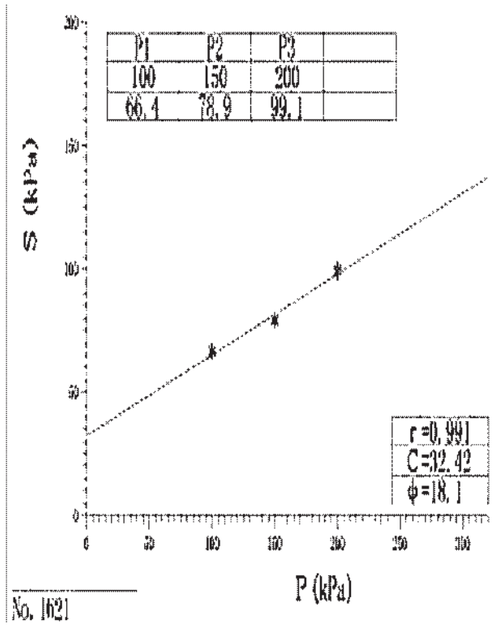
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE CISAILLEMENT RECTILIGNE 剪切力学试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.11			

Rapport d'essai de cisaillement rectiligne(UU)

Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier			N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518		N° echantillons	RS038-4-1
N° Essai	1621		Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	0.5-0.95		Date d'essai	02/2014
Paramètres de sol	Hauteur=20 mm	Diamètre= 61.8mm	Vitesse de cisaillement	0.8mm/min





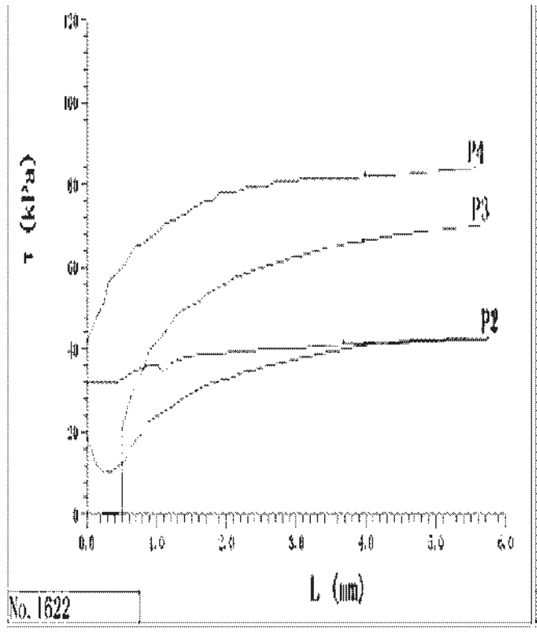
Résultats d'essai	c_{uu}	Φ_{uu}
	kPa	(°)
	32.4	18.1

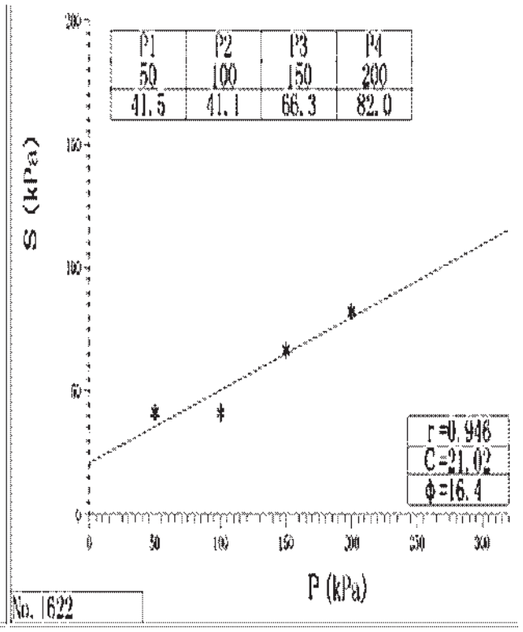
Observation

Rapport d'essai de cisaillement rectiligne(UU)

Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier			N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518		N° echantillons	RS038-4-2
N° Essai	1622		Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	3.6-3.9		Date d'essai	02/2014
Paramètres de sol	Hauteur=20 mm	Diamètre= 61.8mm	Vitesse de cisaillement	0.8mm/min





Résultats d'essai	c_{uu}	Φ_{uu}
	kPa	(°)
	21.0	16.4

Observation

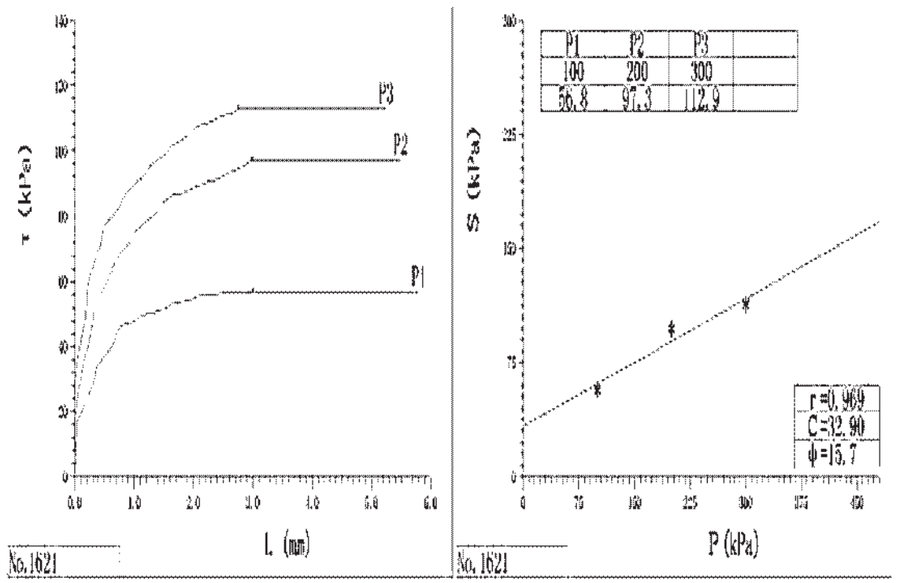
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE CISAILLEMENT RECTILIGNE 剪切力学试验报告
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.11	

ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Rapport d'essai de cisaillement rectiligne(CD)

Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier			N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518		N° echantillons	RS038-4-1
N° Essai	1621		Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	0.5-0.95		Date d'essai	02/2014
Paramètres de sol	Hauteur=20 mm	Diamètre= 61.8mm	Vitesse de cisaillement	0.02mm/min



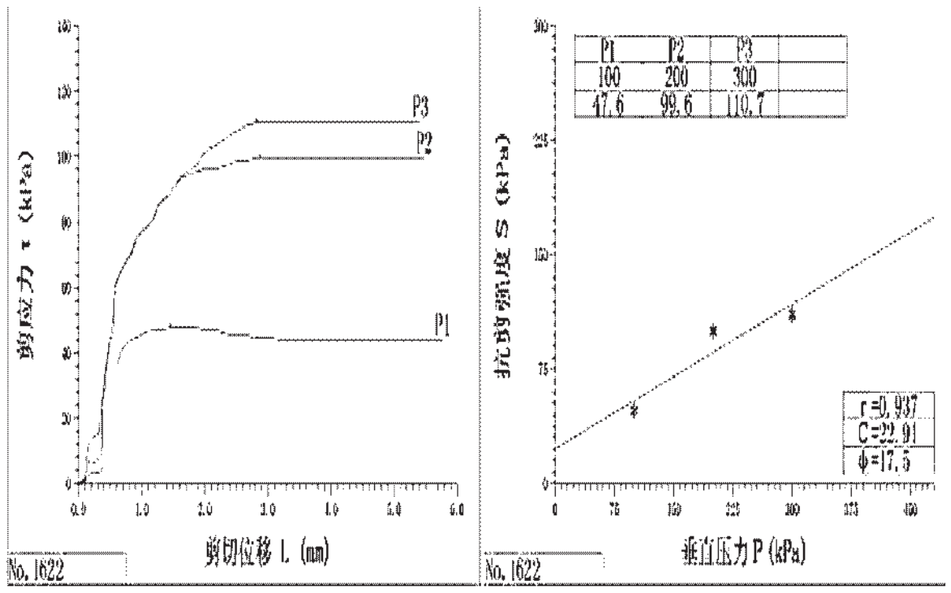
Résultats d'essai	C_{cd}	Φ_{cd}
	kPa	(°)
	32.9	15.7

Observation

Rapport d'essai de cisaillement rectiligne(CD)

Effectué conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier			N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518		N° echantillons	RS038-4-2
N° Essai	1622		Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	3.6-3.9		Date d'essai	02/2014
Paramètres de sol	Hauteur=20 mm	Diamètre= 61.8mm	Vitesse de cisaillement	0.02mm/min



Résultats d'essai	C_{cd}	Φ_{cd}
	kPa	(°)
	22.9	17.5

Observation

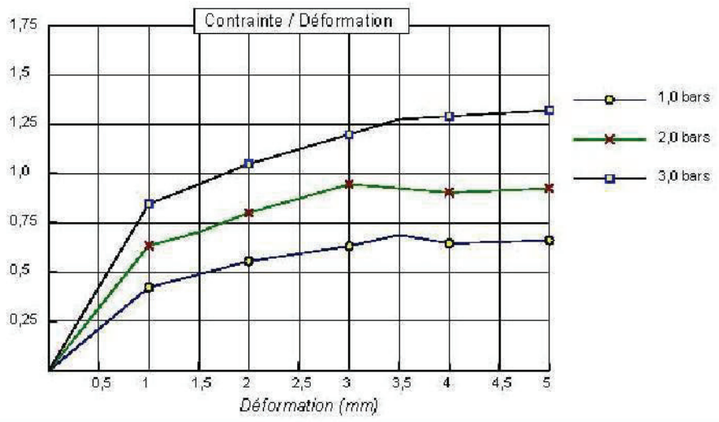
LABORATOIRE DE L'HABITAT ET DE LA CONSTRUCTION DU CENTRE "LHCC"
UNITE OUED SMAR

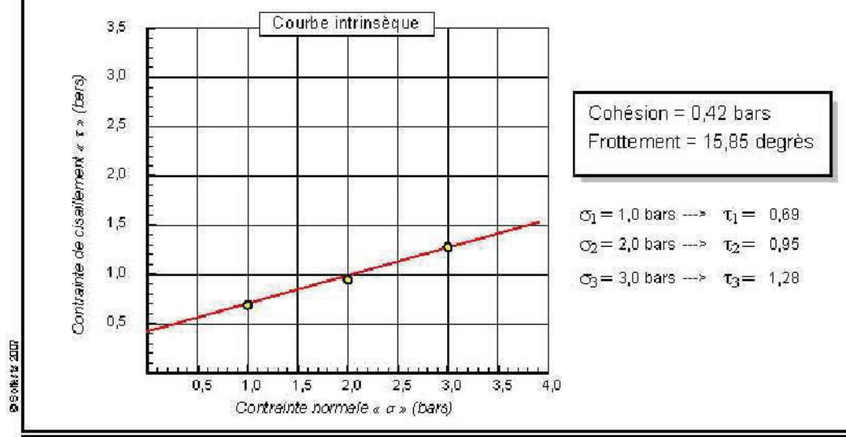
RAPPORT D'ESSAI
ESSAI DE CISAILLEMENT
NF P94-071-1

Client : Groupement CRCC -SAPTA — **N° Projet : 43L-2014**
Projet : Pénétrante Autoroutière Bejaia
Endroit : Bejaia

Sondage n° : RSO38-7 PK38+840 D80 m
Profondeur : 1.65 à 1.80 m
Nature :
Date essais : 15/03/2014

Type d'essai : CD
Vitesse de cisaillement : 0.006 mm/mn





Remarque :

Préparé par : | Approuvé par : | Date :

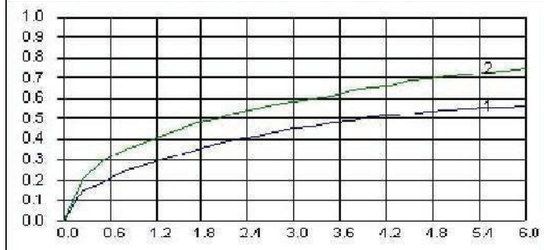
ESSAI AU CISAILLEMENT RECTILIGNE

Titre : PENETRANTE BEJAIA LOT ROURE
Localisation du Chantier : BEJAIA — Norme : NFP 94-071-2 — Coef dynamométrique : 0.072
Essai N° : 05 — No de l'echantillon : RC38 — Comparateur. No1 : 1
Date : 14/12/2012 — Nature du sol : ARGILE PEU GRAVELEUSE — Comparateur. No2 : 2
Dossier N° : 63-2012 — Profondeur : 5.65-5.85 m — Vitesse de cisaillement : 1.2
Opérateur : BOUZIDI - AIFA — Type D'essai : UU

Teneur en eau et densité

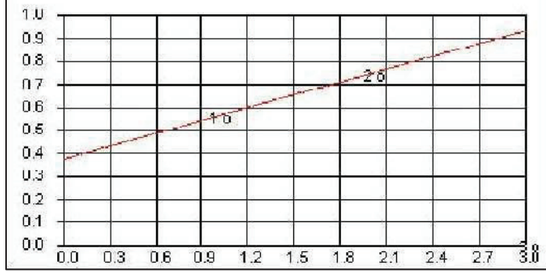
		B1	B2	B3	B4
w	I				
	F				
γ	H				
	S				

Résistance / cisaillement



Tassement gonflement

Courbe Intrinseque



Affichage des résultats

Angle de frottement=10

Cohesion=0.377

σ	τ
1	0.563
2	0.749
3	

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	SAPTA 中国铁建 GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.11

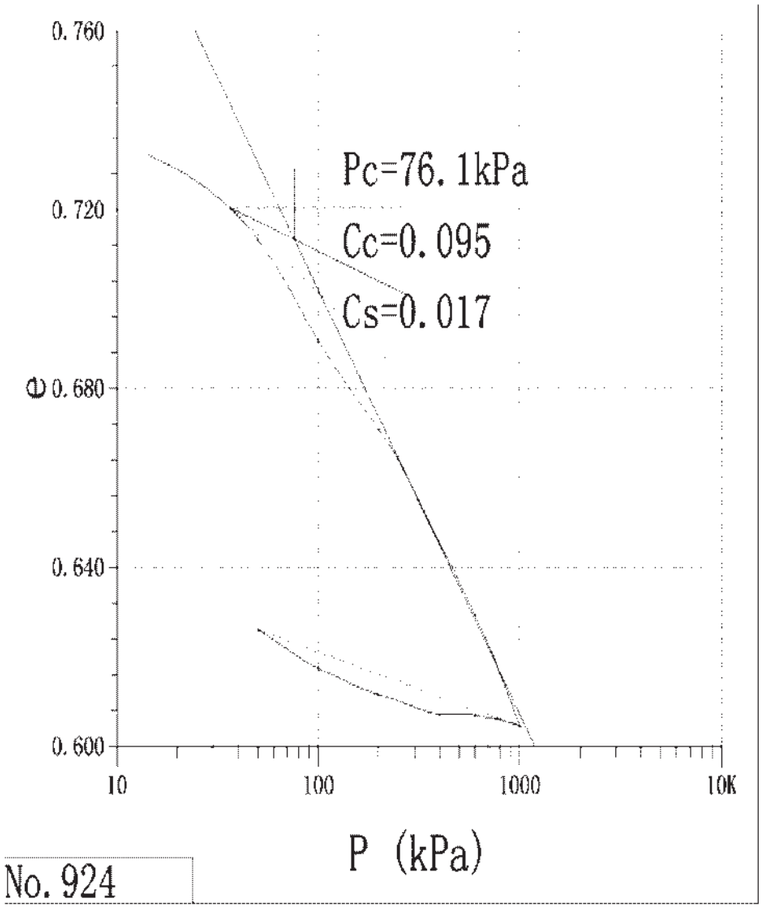
RAPPORT D'ESSAIS DE CISAILLEMENT RECTILIGNE
剪切力学试验报告

ELABORE PAR: Zhao.Y.C — ECHELLE:
VERIFIE PAR: Chao.X.Y — DATE: 11/2015

Rapport d'essai d'oedomètre

Effectué conformément à la norme NF P 94-090-1

Chantier		N° Dossier	RS038-1
Site de sondage	PK38+220d76.5m	N° echantillons	RS038-1-1
N° Essai	924	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.4-1.8	Date d'essai	02/2014



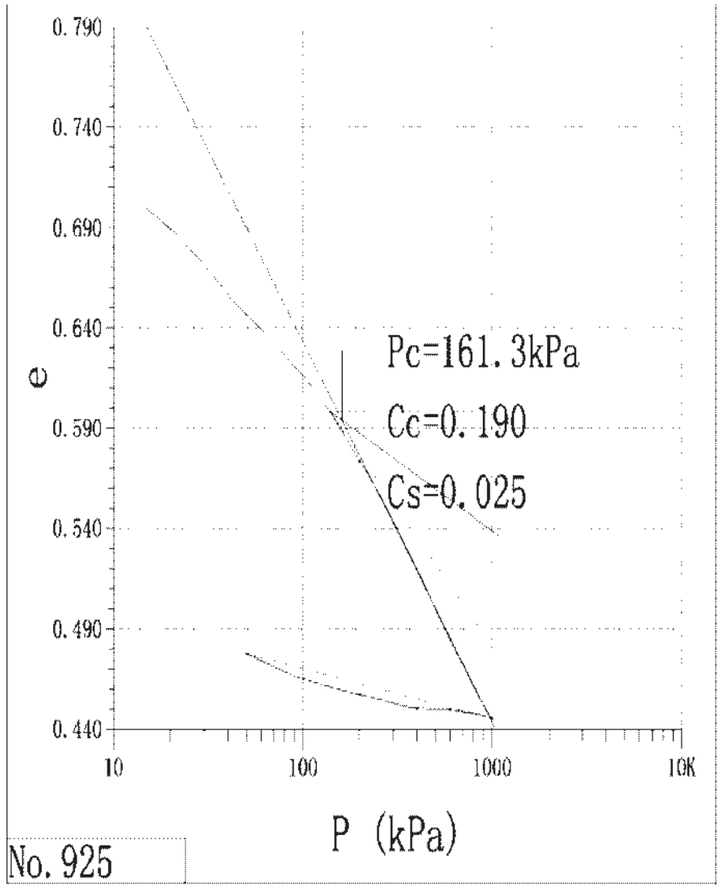
Pi	ei
kPa	--
0.0	0.741
50.0	0.713
100.0	0.691
200.0	0.671
400.0	0.645
600.0	0.629
1000.0	0.604
600.0	0.607
400.0	0.607
200.0	0.612
100.0	0.617
50.0	0.626

Pc= 76.1 kPa Cc= 0.095 Cg=Cs= 0.017

Rapport d'essai d'oedomètre

Effectué conformément à la norme NF P 94-090-1

Chantier		N° Dossier	RS038-1
Site de sondage	PK38+220d76.5m	N° echantillons	RS038-1-2
N° Essai	925	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	3.0-3.4	Date d'essai	02/2014



Pi	ei
kPa	--
0.0	0.732
50.0	0.647
100.0	0.616
200.0	0.574
400.0	0.520
600.0	0.484
1000.0	0.445
600.0	0.450
400.0	0.450
200.0	0.457
100.0	0.465
50.0	0.478

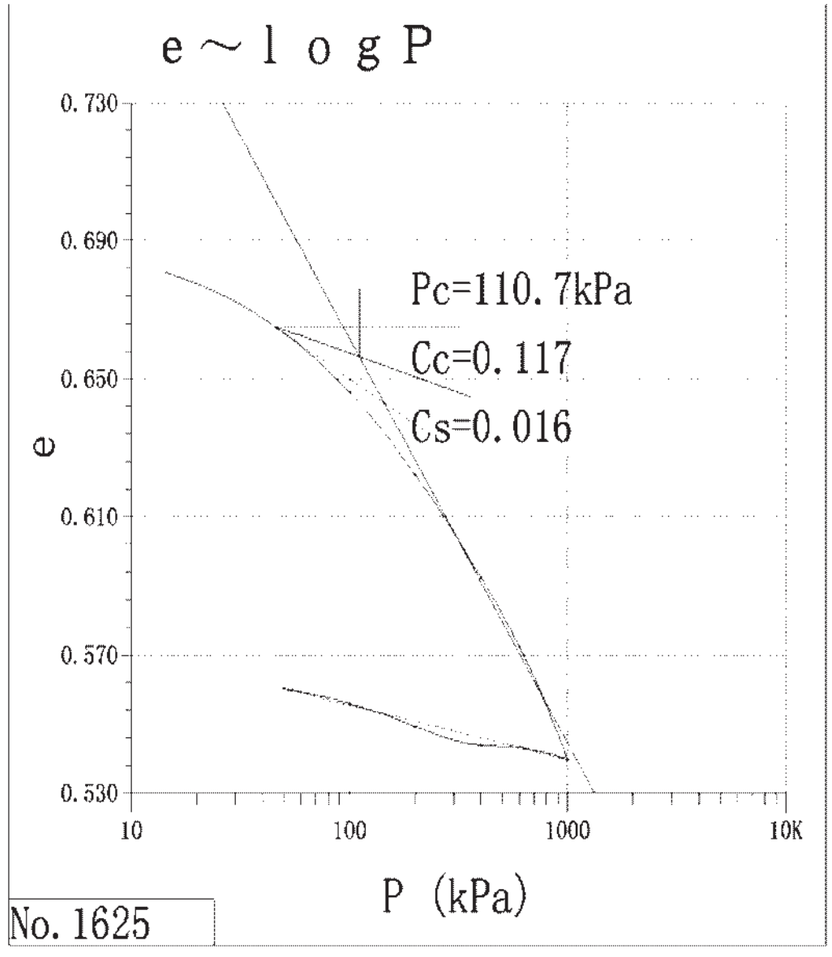
Pc= 161.3 kPa Cc= 0.190 Cg=Cs= 0.025

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	SAPTA 中国铁建 GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS D'ESSAI D'OEDOMETRE 固结试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.12		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Rapport d'essai d'oedomètre

Effectué conformément à la norme NF P 94-090-1

Chantier		N° Dossier	RS038-3
Site de sondage	PK38+330	N° echantillons	RS038-3-1
N° Essai	1625	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.0-1.45	Date d'essai	02/2014



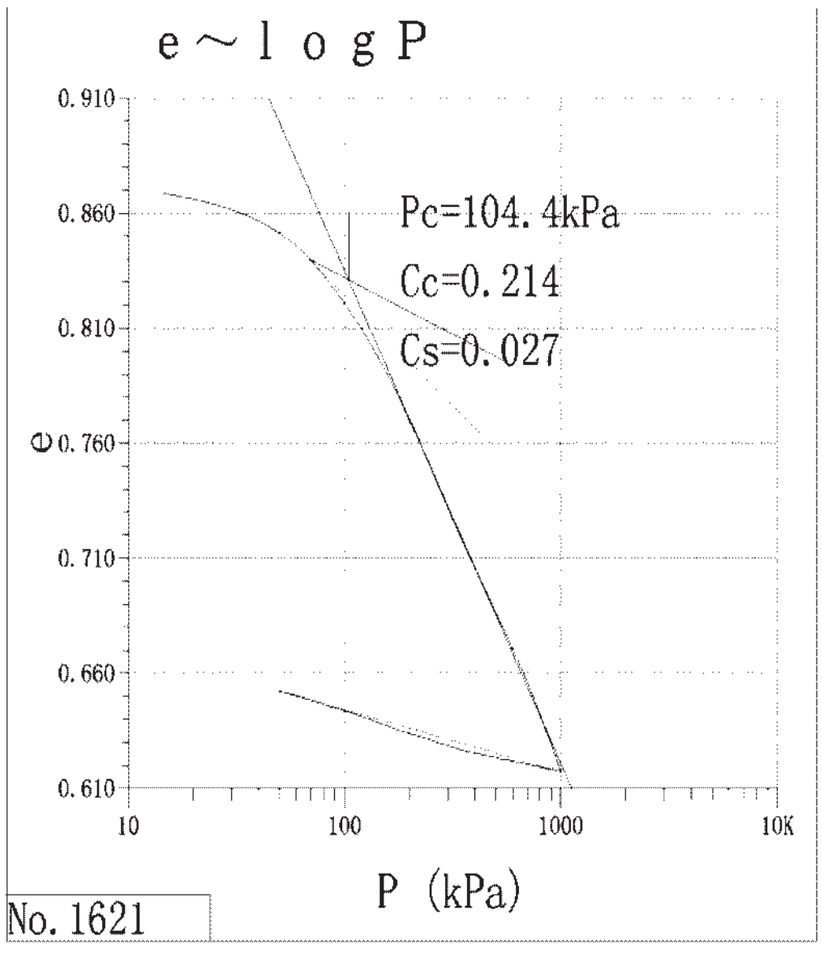
Pi	ei
kPa	--
0.0	0.689
50.0	0.663
100.0	0.646
200.0	0.622
400.0	0.592
600.0	0.572
1000.0	0.540
600.0	0.543
400.0	0.544
200.0	0.549
100.0	0.556
50.0	0.560

Pc= 110.7 **kPa** Cc= 0.117 Cg=Cs= 0.016

Rapport d'essai d'oedomètre

Effectué conformément à la norme NF P 94-090-1

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-1
N° Essai	1621	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	0.5-0.95	Date d'essai	02/2014



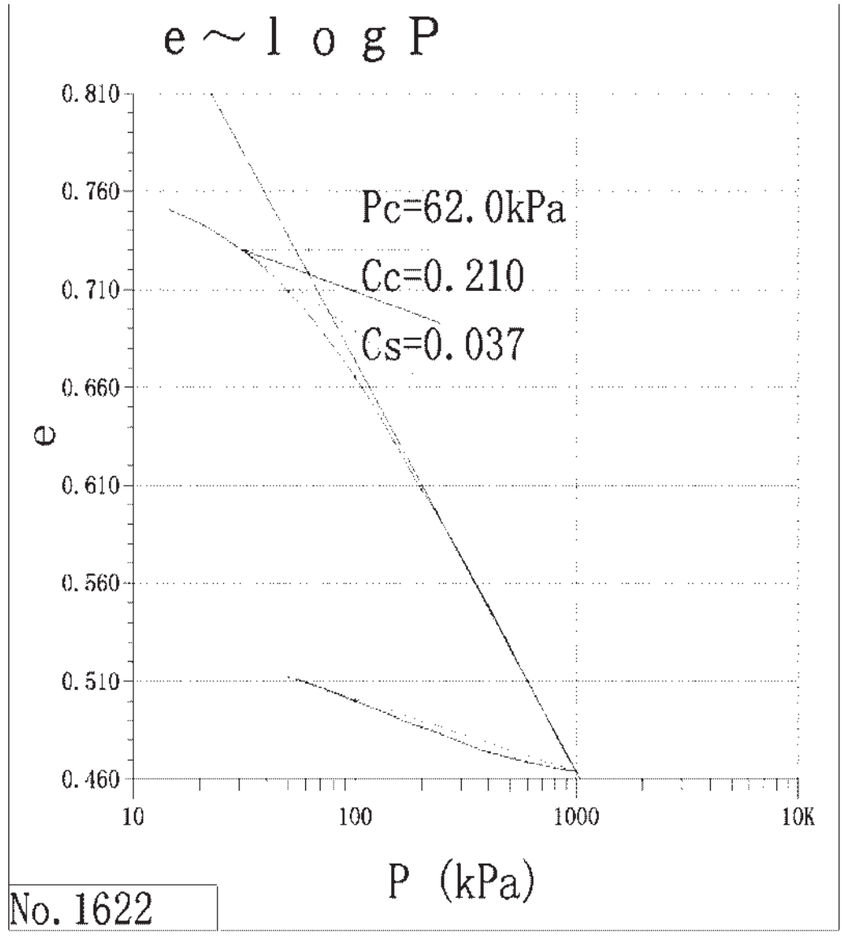
Pi	ei
kPa	--
0.0	0.875
50.0	0.851
100.0	0.821
200.0	0.770
400.0	0.706
600.0	0.670
1000.0	0.617
600.0	0.622
400.0	0.625
200.0	0.634
100.0	0.644
50.0	0.652

Pc= 104.4 **kPa** Cc= 0.214 Cg=Cs= 0.027

Rapport d'essai d'oedomètre

Effectué conformément à la norme NF P 94-090-1

Chantier		N° Dossier	RS038-4
Site de sondage	PK38+518	N° echantillons	RS038-4-2
N° Essai	1622	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	3.6-3.9	Date d'essai	02/2014



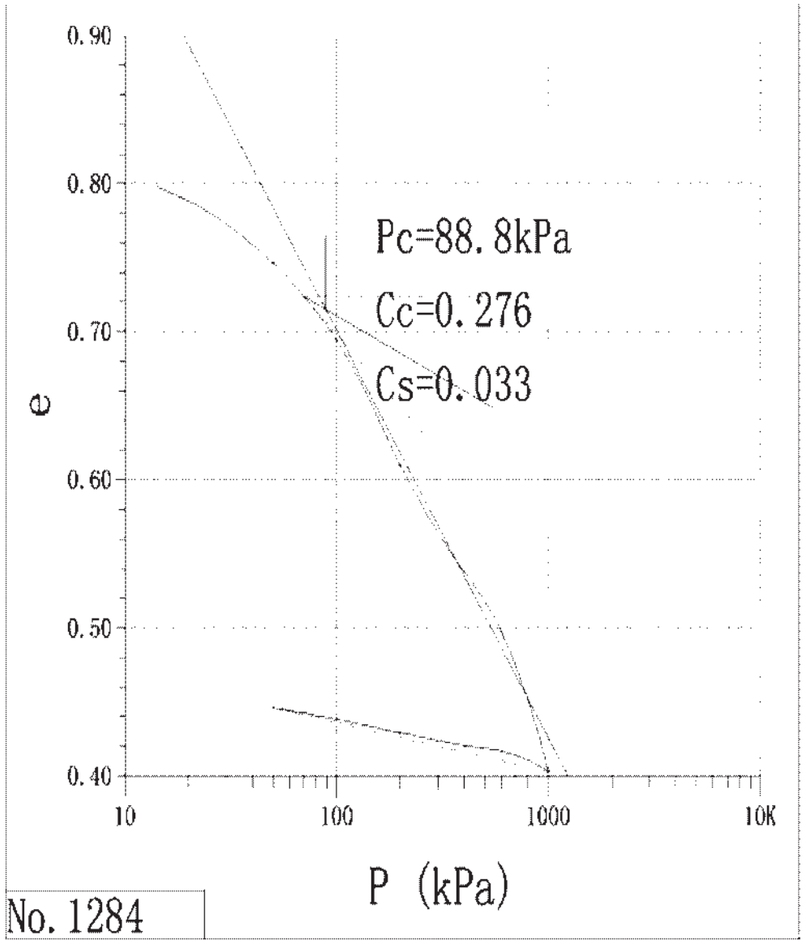
Pi	ei
kPa	--
0.0	0.771
50.0	0.709
100.0	0.665
200.0	0.608
400.0	0.549
600.0	0.510
1000.0	0.464
600.0	0.469
400.0	0.474
200.0	0.486
100.0	0.500
50.0	0.512

Pc= 62.0 kPa Cc= 0.210 Cg=Cs= 0.037

Rapport d'essai d'oedomètre

Effectué conformément à la norme NF P 94-090-1

Chantier		N° Dossier	RS038-7
Site de sondage	PK38+840D80m	N° echantillons	RS038-7-1
N° Essai	1284	Dénomination de sol	Ap
Profondeur (m)	1.2-2.0	Date d'essai	02/2014



Pi	ei
kPa	--
0.0	0.822
50.0	0.746
100.0	0.694
200.0	0.610
400.0	0.538
600.0	0.498
1000.0	0.403
600.0	0.417
400.0	0.420
200.0	0.429
100.0	0.438
50.0	0.446

Pc= 88.8 kPa Cc= 0.276 Cg=Cs= 0.033

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS D'ESSAI D'OEDOMETRE 固结试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.12		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Rapport d'essai physico-mécanique de roche

Selon NF P94-420 NF P94-423 NF P 94-064 NF P94-410-1

No de sondage: RSO38-2 Position de forage: PK38+330G64m

Référence au Labo		48					
Lintologie		marne					
Profondeur d'échantillonnage		8.3-8.5	9.8-10	16.3-16.5			
(MPa) Résistance à compression uniaxiale	Etat saturé	30.3	20.8				
	Valeur moyenne	25.6					
	Etat séché par cuisson	45.4	37.1	38.8			
	Valeur moyenne	40.4					
Densité (g/cm^3)		2.62	2.66	2.63			
Valeur moyenne (g/cm^3)		2.64					
Taux d'absorption d'eau (%)		1.23	1.11				
Kd Coefficient d' amollissement		0.63					
Résistance de cisaillement séché	C (MPa)						
	φ (°)						

Rapport d'essai physico-mécanique de roche

Selon NF P94-420 NF P94-423 NF P 94-064 NF P94-410-1

No de sondage: RSO38-3 Position de forage: PK38+330

Référence au Labo		47					
Lintologie		marne					
Profondeur d'échantillonnage		5.4-5.6					
(MPa) Résistance à compression uniaxiale	Etat saturé	22.9	24.8				
	Valeur moyenne	23.9					
	Etat séché par cuisson	39.2	29.2				
	Valeur moyenne	34.2					
Densité (g/cm^3)		2.61	2.63	2.69			
Valeur moyenne (g/cm^3)		2.64					
Taux d'absorption d'eau (%)		1.56	1.56				
Kd Coefficient d' amollissement		0.70					
Résistance de cisaillement séché	C (MPa)						
	φ (°)						

Rapport d'essai physico-mécanique de roche

Selon NF P94-420 NF P94-423 NF P 94-064 NF P94-410-1

No de sondage: RSO38-5 Position de forage: PK38+740G40m

Référence au Labo		49					
Lintologie		marne					
Profondeur d'échantillonnage		9.1-11.9					
(MPa) Résistance à compression uniaxiale	Etat saturé	34.2	35.9				
	Valeur moyenne	35.1					
	Etat séché par cuisson	29.8	39.8	53.6			
	Valeur moyenne	41.1					
Densité (g/cm^3)		2.66	2.70	2.63			
Valeur moyenne (g/cm^3)		2.66					
Taux d'absorption d'eau (%)		1.08	1.21				
Kd Coefficient d' amollissement		0.85					
Résistance de cisaillement séché	C (MPa)						
	φ (°)						

Rapport d'essai physico-mécanique de roche

Selon NF P94-420 NF P94-423 NF P 94-064 NF P94-410-1

No de sondage: RSO38-6 Position de forage: PK38+740

Référence au Labo		46					
Lintologie		marne					
Profondeur d'échantillonnage		6-6.7					
(MPa) Résistance à compression uniaxiale	Etat saturé	28.7	24.9				
	Valeur moyenne	26.8					
	Etat séché par cuisson	30.5	35.7	32.2			
	Valeur moyenne	32.8					
Densité (g/cm^3)		2.69	2.66	2.72			
Valeur moyenne (g/cm^3)		2.69					
Taux d'absorption d'eau (%)		1.08	1.23				
Kd Coefficient d' amollissement		0.82					
Résistance de cisaillement séché	C (MPa)						
	φ (°)						

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.13

RAPPORT D'ESSAIS DE RESISTANCE A PRESSION UNI AXIAL
单轴抗压强度试验成果表

ELABORE PAR: Zhao.Y.C ECHELLE:
VERIFIE PAR: Chao.X.Y DATE: 11/2015

Rapport d'essai physico-mécanique de roche

Selon NF P94-420 NF P94-423 NF P 94-064 NF P94-410-1

No de sondage: RSO38-7 Position de forage: PK38+840D80m

Référence au Labo		35					
Lintologie		marne					
Profondeur d'échantillonnage		4-4.1					
(MPa) Résistance à compression uniaxiale	Etat saturé	17.8	17.0				
	Valeur moyenne	17.4					
	Etat séché par cuisson	43.3	43.0				
	Valeur moyenne	43.2					
Densité (g/cm^3)		2.71	2.68	2.64			
Valeur moyenne (g/cm^3)		2.68					
Taux d'absorption d'eau (%)		0.52	0.82				
Kd Coefficient d' amollissement		0.40					
Résistance de cisaillement séché	C (MPa)						
	φ (°)						

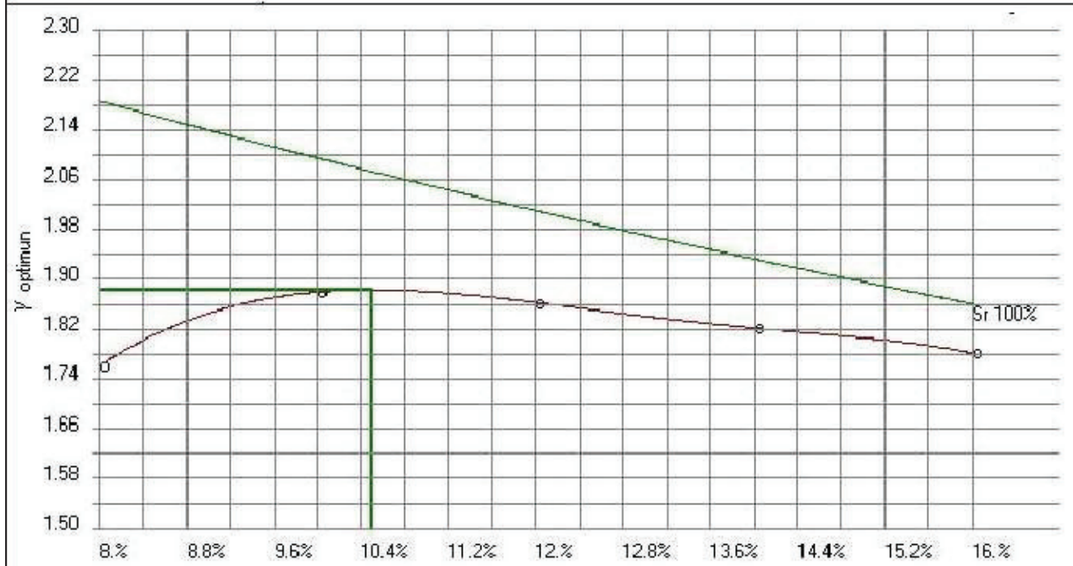
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE RESISTANCE A PRESSION UNI AXIAL 单轴抗压强度试验成果表	ELABORE PAR: Zhao.Y.C VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.13			

ESSAI PROCTOR

Titre du projet : AUTOROUTE BEJ
N° du point (ou puits) * : PM 38-1
Dossier N° * : 661-ROT-12
Type de sol :
Provenance :
Teneur en eau optimal : 10.5%

Densité seche max : 1.883
Date : 15-12-12
Profondeur en m : 0.50-2.0
Type : Pm
Fraction 20 /D en % :
Densité absolue en T/m3 : 2.65

Densité séche max corrigée :
Classification :



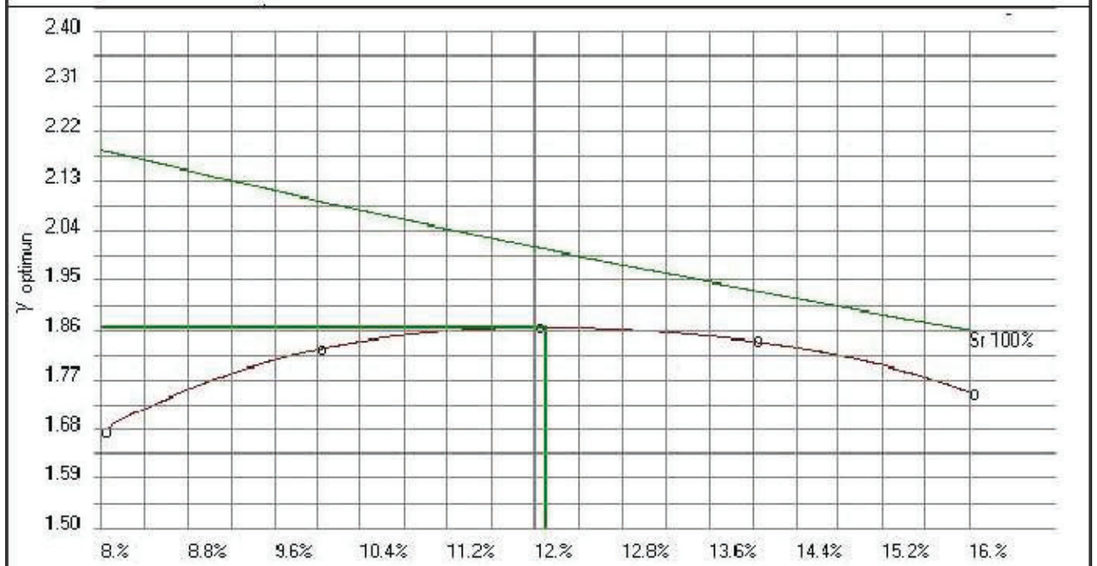
ESSAI PROCTOR

Titre du projet : AUTOROUTE BEJ
N° du point (ou puits) * : PM 38-2
Dossier N° * : 661-ROT-12
Type de sol :
Provenance :
Teneur en eau optimal : 12.1%

Densité seche max : 1.865
Date : 20-12-12
Profondeur en m : 1.60-3.00
Type : Pm
Fraction 20 /D en % :
Densité absolue en T/m3 : 2.65

Densité séche max corrigée :
Classification :

2.49

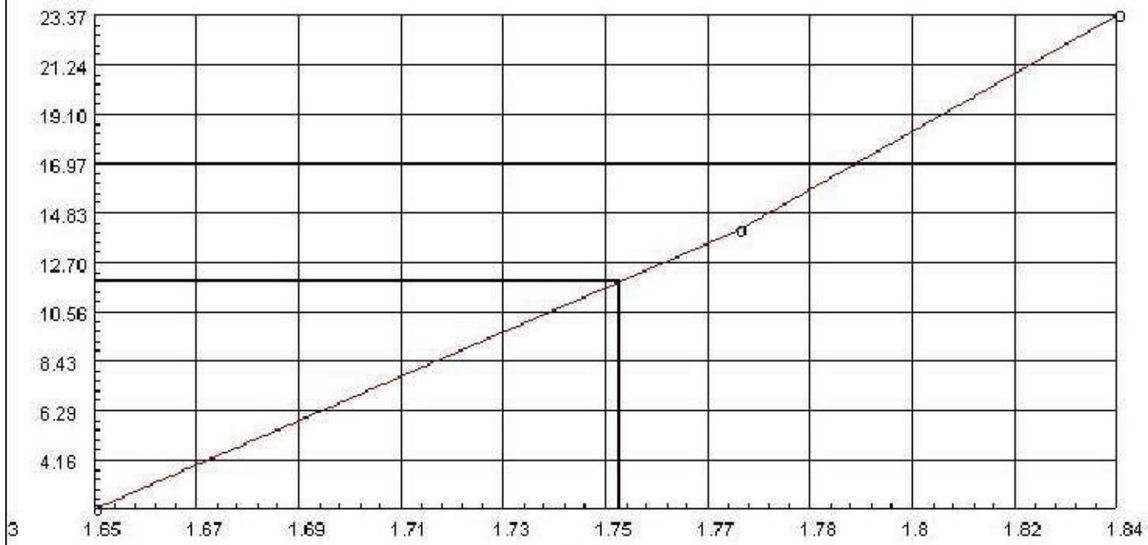


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE PROCTOR NORMAL 击实试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C / VERIFIE PAR: Chao.X.Y	ECHELLE: / DATE: 11/2015
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.14			

GRAPHIQUE OPM A 95%

Titre :
Localisation/Chantier : PENTRANTE BEJAIA
Essai N° * : PM-38-1
Date : 15-12-2012

Dossier N° * :
Opérateur :
Norme : NFP 94 078



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	SAPTA 中国铁建 GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE CBR CBR试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.15		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

مخبر المراقبة النوعية و المطابقة لمواد البناء، الطرقات و الأشغال العمومية
LABORATOIRE DE CONTROLE, BATIMENTS, TRAVAUX PUBLICS, ETUDE DE SOL, ANALYSE DES MATERIAUX FERREUX ET NON FERREUX
SNC BOUNIA Samir & frères / Agrément n° 155 du 14/07/2009 et n° 028 du 03/02/2011
Adresse: Cité Mezglouf face à la Gendarerie Nationale, Amizour (w) Bejaia
Tel: 034.24.07.16 fax: 034.24.06.91
E-Mail: bounia-laboratoire@hotmail.fr

DOS N° : 06/AC/2014

Nous avons l'honneur de vous transmettre les résultats des analyses chimiques (Teneur en carbonate Ca CO3) des échantillons suivants :

Ces résultats sont insérés dans le tableau suivant :

Code	PK	Position (gauche/droite)	Profondeur		Teneur en carbonate Ca CO3
PSO34-8	PK34+600	Axe		6.0-6.2	3.84
RSO37-2	PK37+535	G	45m	14.5-14.7	7.69
RSO38-2	PK38+330	G	64m	9.8-10.0	50
RSO38-2	PK38+330	G	64m	16.3-16.5	42.30
RSO43-1	PK43+540	G	65m	21.0-21.2	15.38
RSO47-4	PK47+620	Axe		14.2-14.4	30.76
RSO49-2	PK49+500	G	57m	20.0-20.2	46.15
RSO51-5	PK51+300	G	32m	11.2-11.4	38.46
SO68-1	PK68+340	AXE		12.3-12.5	43.84

Laboratoire

B.T.P S.N.C BOUNIA SAMIR & FRÈRES Amizour w. BEJAIA AGN° 155/2009 — Directeur de Labo A. BOUDER

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	中国铁建 SAPTA GROUPEMENT CRCC-SAPTA	LIAISON AUTOTOUTIERE RELIANT LE PORT DE BEJAIA A L'AUTOROUTE EST-OUEST AU NIVEAU D'AHNIF SUR 100KM	DOSSIER	NIVEAU ETUDE	EMETTEUR	LOCALISATION	SPECIALITE	N°	INDICE	DESSIN NO.	RAPPORT D'ESSAIS DE TENEUR EN CARBONATE CaCO3 碳酸钙含量试验报告	ELABORE PAR: Zhao.Y.C	ECHELLE:
			EXE-2-11	EXE	FHCC1	SECTION 2	TER	2-1	E	2.11.13.16		VERIFIE PAR: Chao.X.Y	DATE: 11/2015

Analyse du degré de la stabilité

Slope stability analysis

Input data

Project

Task : etude de stabilite du 1er profil caracteristique de la section PK37+800- PK37+071
Date : 5/16/2023

Settings

USA - Safety factor

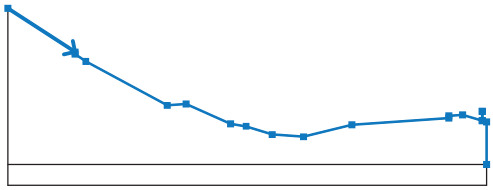
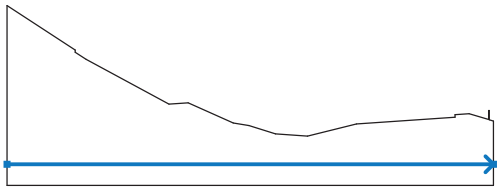
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.50	[–]

Safety factors			
Transient design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.50	[–]

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	34.33	14.76	24.73	14.76	24.23
		17.13	22.67	35.03	12.98	39.15	13.27
		48.94	8.94	52.35	8.40	58.08	6.58
		64.98	6.09	75.58	8.70	96.89	10.20
		96.89	10.70	99.92	10.92	104.20	9.66
		104.20	11.66	104.30	11.66	104.30	9.63
		105.20	9.37	105.21	0.00		
2		0.00	0.00	105.21	0.00		

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]
1	marne fortement alteree		22.00	55.00	23.00
2	remblai		30.00	5.00	20.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m3]	γ_s [kN/m3]	n [–]
1	marne fortement alteree		24.00		
2	remblai		20.00		

Soil parameters

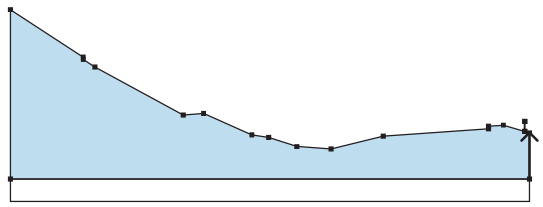
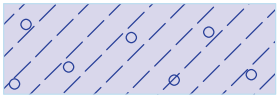
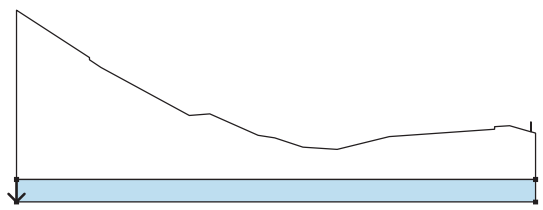
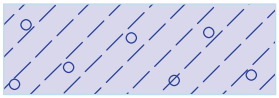
marne fortement alteree

Unit weight : γ = 23.00 kN/m3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 22.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 55.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 24.00 kN/m3

remblai

Unit weight : γ = 20.00 kN/m3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 30.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 5.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m3

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		105.21	0.00	105.20	9.37	marne fortement alteree
		104.30	9.63	104.30	11.66	
		104.20	11.66	104.20	9.66	
		99.92	10.92	96.89	10.70	
		96.89	10.20	75.58	8.70	
		64.98	6.09	58.08	6.58	
		52.35	8.40	48.94	8.94	
		39.15	13.27	35.03	12.98	
		17.13	22.67	14.76	24.23	
		14.76	24.73	0.00	34.33	
		0.00	0.00			
2		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		105.21	-4.57	105.21	0.00	
						

Water

Water type : No water

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1 (stage 1)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	26.37	[m]	Angles :	α_1 =	-81.80	[°]
	z =	37.98	[m]		α_2 =	19.09	[°]
Radius :	R =	26.45	[m]				
The slip surface after optimization.							

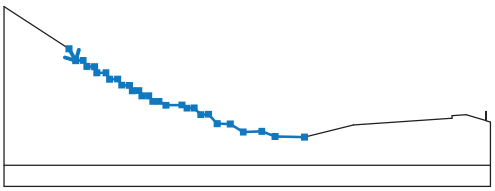
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2410.88 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 4530.72 kN/m

Sliding moment : M_a = 63767.80 kNm/m
Resisting moment : M_p = 119837.64 kNm/m
Factor of safety = 1.88 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

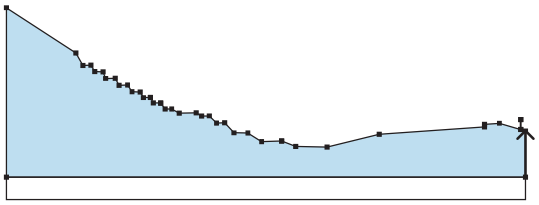
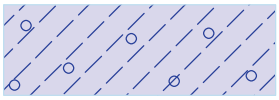
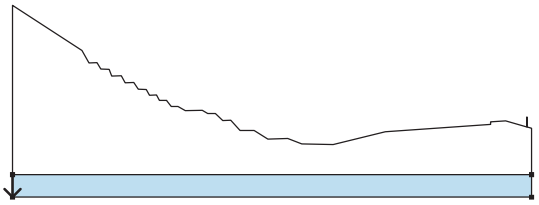
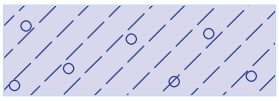
Input data (Stage of construction 2)

Earth cut

No.	Cut location	Coordinates of cut points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		14.07	25.18	15.50	22.63	17.13	22.67
		17.93	21.38	19.59	21.34	20.09	20.00
		22.05	20.01	22.84	18.63	24.56	18.65
		25.46	17.33	27.14	17.26	27.74	16.11
		29.16	16.17	29.80	15.03	31.28	15.02
		32.18	13.80	33.50	13.81	35.03	12.98
		38.48	13.04	39.55	12.36	41.11	12.41
		42.59	10.96	44.22	11.03	46.11	8.98
		48.94	8.94	51.73	7.20	55.76	7.32
		58.62	6.23	64.98	6.09		

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		105.21	0.00	105.20	9.37	marne fortement alteree
		104.30	9.63	104.30	11.66	
		104.20	11.66	104.20	9.66	
		99.92	10.92	96.89	10.70	
		96.89	10.20	75.58	8.70	
		64.98	6.09	58.62	6.23	
		55.81	7.30	55.76	7.32	
		51.73	7.20	48.94	8.94	
		46.11	8.98	44.22	11.03	
		42.59	10.96	41.11	12.41	
		39.55	12.36	38.48	13.04	
		35.03	12.98	33.50	13.81	
		32.18	13.80	31.29	15.00	
		31.28	15.02	29.80	15.03	
		29.17	16.15	29.16	16.17	
		27.74	16.11	27.14	17.26	
		25.46	17.33	24.56	18.65	
		22.84	18.63	22.05	20.01	
		20.09	20.00	19.59	21.34	
		17.93	21.38	17.13	22.67	
		15.50	22.63	14.07	25.18	
		0.00	34.33	0.00	0.00	
2		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		105.21	-4.57	105.21	0.00	
						

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : transient

Results (Stage of construction 2)

Analysis 1 (stage 2)

Circular slip surface

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slip surface parameters							
Center :	x =	35.82	[m]	Angles :	α_1 =	-81.49	[°]
	z =	39.53	[m]		α_2 =	26.19	[°]
Radius :	R =	36.02	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 4152.16 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 7724.26 kN/m

Sliding moment : M_a = 149560.77 kNm/m

Resisting moment : M_p = 278227.86 kNm/m

Factor of safety = 1.86 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

Analysis 2 (stage 2)

Circular slip surface

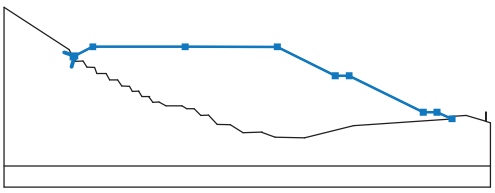
Slip surface parameters							
Center :	x =	34.86	[m]	Angles :	α_1 =	-76.51	[°]
	z =	42.52	[m]		α_2 =	19.76	[°]
Radius :	R =	35.65	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Bishop)

Analysis has not been performed.

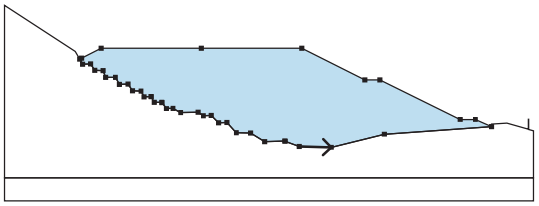
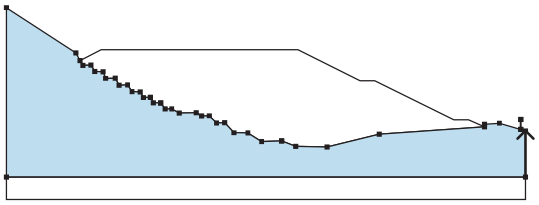
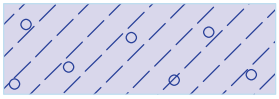
Input data (Stage of construction 3)

Embankment interface

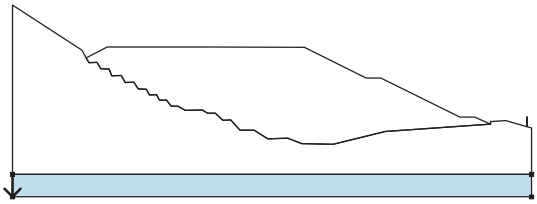
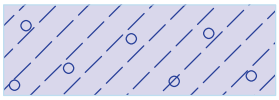
No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		14.94	23.62	15.33	23.82	19.20	25.79
		39.16	25.79	59.12	25.78	71.65	19.51
		74.65	19.50	90.67	11.63	93.67	11.63
		96.89	10.20				

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		58.62	6.23	64.98	6.09	remblai
		75.58	8.70	96.89	10.20	
		93.67	11.63	90.67	11.63	
		74.65	19.50	71.65	19.51	
		59.12	25.78	39.16	25.79	
		19.20	25.79	15.33	23.82	
		14.94	23.62	15.50	22.63	
		17.13	22.67	17.93	21.38	
		19.59	21.34	20.09	20.00	
		22.05	20.01	22.84	18.63	
		24.56	18.65	25.46	17.33	
		27.14	17.26	27.74	16.11	
		29.16	16.17	29.17	16.15	
		29.80	15.03	31.28	15.02	
		31.29	15.00	32.18	13.80	
		33.50	13.81	35.03	12.98	
		38.48	13.04	39.55	12.36	
		41.11	12.41	42.59	10.96	
		44.22	11.03	46.11	8.98	
		48.94	8.94	51.73	7.20	
		55.76	7.32	55.81	7.30	
2		105.21	0.00	105.20	9.37	marne fortement alteree
		104.30	9.63	104.30	11.66	
		104.20	11.66	104.20	9.66	
		99.92	10.92	96.89	10.70	
		96.89	10.20	75.58	8.70	
		64.98	6.09	58.62	6.23	
		55.81	7.30	55.76	7.32	
		51.73	7.20	48.94	8.94	
		46.11	8.98	44.22	11.03	
		42.59	10.96	41.11	12.41	
		39.55	12.36	38.48	13.04	
		35.03	12.98	33.50	13.81	
		32.18	13.80	31.29	15.00	
		31.28	15.02	29.80	15.03	
		29.17	16.15	29.16	16.17	
		27.74	16.11	27.14	17.26	
		25.46	17.33	24.56	18.65	
		22.84	18.63	22.05	20.01	
		20.09	20.00	19.59	21.34	
		17.93	21.38	17.13	22.67	
		15.50	22.63	14.94	23.62	
		14.07	25.18	0.00	34.33	
		0.00	0.00			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
3		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		105.21	-4.57	105.21	0.00	

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	Yes		strip	permanent	on terrain	x = 25.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m²

Surcharges

No.	Name
1	surcharge

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : transient

Results (Stage of construction 3)

Analysis 1 (stage 3)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	35.10	[m]	Angles :	α_1 =	-77.60	[°]
	z =	41.88	[m]		α_2 =	57.56	[°]
Radius :	R =	35.74	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Bishop)

Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 3)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	88.61	[m]	Angles :	α_1 =	-48.71	[°]
	z =	53.33	[m]		α_2 =	2.83	[°]
Radius :	R =	41.75	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Analysis has not been performed.

Analysis 3 (stage 3)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	88.60	[m]	Angles :	α_1 =	-48.69	[°]
	z =	53.36	[m]		α_2 =	2.84	[°]
Radius :	R =	41.78	[m]				
The slip surface after optimization.							

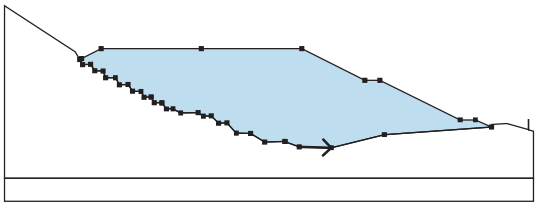
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 849.53 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 1407.17 kN/m

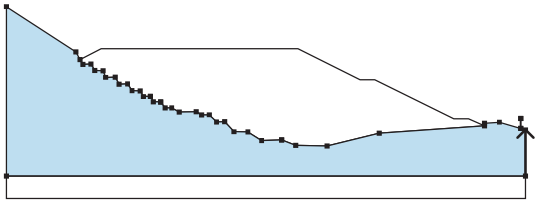
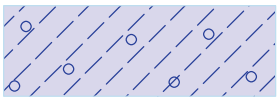
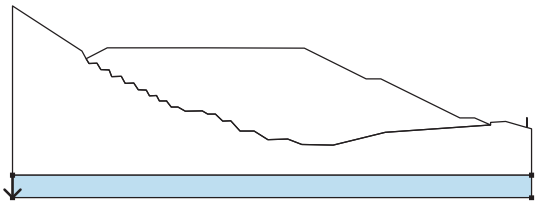
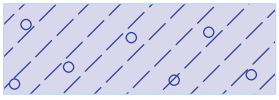
Sliding moment : M_a = 35493.23 kNm/m
Resisting moment : M_p = 58791.36 kNm/m
Factor of safety = 1.66 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 4)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		58.62	6.23	64.98	6.09	remblai
		75.58	8.70	96.89	10.20	
		93.67	11.63	90.67	11.63	
		74.65	19.50	71.65	19.51	
		59.12	25.78	39.16	25.79	
		19.20	25.79	15.33	23.82	
		14.94	23.62	15.50	22.63	
		17.13	22.67	17.93	21.38	
		19.59	21.34	20.09	20.00	
		22.05	20.01	22.84	18.63	
		24.56	18.65	25.46	17.33	
		27.14	17.26	27.74	16.11	
		29.16	16.17	29.17	16.15	
		29.80	15.03	31.28	15.02	
		31.29	15.00	32.18	13.80	
		33.50	13.81	35.03	12.98	
		38.48	13.04	39.55	12.36	
		41.11	12.41	42.59	10.96	
		44.22	11.03	46.11	8.98	
		48.94	8.94	51.73	7.20	
		55.76	7.32	55.81	7.30	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
2		105.21	0.00	105.20	9.37	marne fortement alteree
		104.30	9.63	104.30	11.66	
		104.20	11.66	104.20	9.66	
		99.92	10.92	96.89	10.70	
		96.89	10.20	75.58	8.70	
		64.98	6.09	58.62	6.23	
		55.81	7.30	55.76	7.32	
		51.73	7.20	48.94	8.94	
		46.11	8.98	44.22	11.03	
		42.59	10.96	41.11	12.41	
		39.55	12.36	38.48	13.04	
		35.03	12.98	33.50	13.81	
		32.18	13.80	31.29	15.00	
		31.28	15.02	29.80	15.03	
		29.17	16.15	29.16	16.17	
		27.74	16.11	27.14	17.26	
		25.46	17.33	24.56	18.65	
		22.84	18.63	22.05	20.01	
		20.09	20.00	19.59	21.34	
		17.93	21.38	17.13	22.67	
		15.50	22.63	14.94	23.62	
		14.07	25.18	0.00	34.33	
		0.00	0.00			
3		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		105.21	-4.57	105.21	0.00	
						

Surcharge

No.	Surcharge		Type	Type of action	Location	Origin	Length	Width	Slope	Magnitude		
	new	change			z [m]	x [m]	l [m]	b [m]	α [°]	q, q_1, f, F	q_2	unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 25.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m^2

Surcharges

No.	Name
1	surcharge

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Settings of the stage of construction

Design situation : transient

Results (Stage of construction 4)

Analysis 1 (stage 4)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	35.10	[m]	Angles :	α_1 =	-77.60	[°]
	z =	41.88	[m]		α_2 =	57.56	[°]
Radius :	R =	35.74	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Bishop)

Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 4)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	88.61	[m]	Angles :	α_1 =	-48.71	[°]
	z =	53.33	[m]		α_2 =	2.83	[°]
Radius :	R =	41.75	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Analysis has not been performed.

Analysis 3 (stage 4)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	11.94	[m]	Angles :	α_1 =	-86.01	[°]
	z =	35.02	[m]		α_2 =	14.72	[°]
Radius :	R =	11.77	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 586.40 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 1602.76 kN/m

Sliding moment : M_a = 6901.98 kNm/m

Resisting moment : M_p = 18864.51 kNm/m

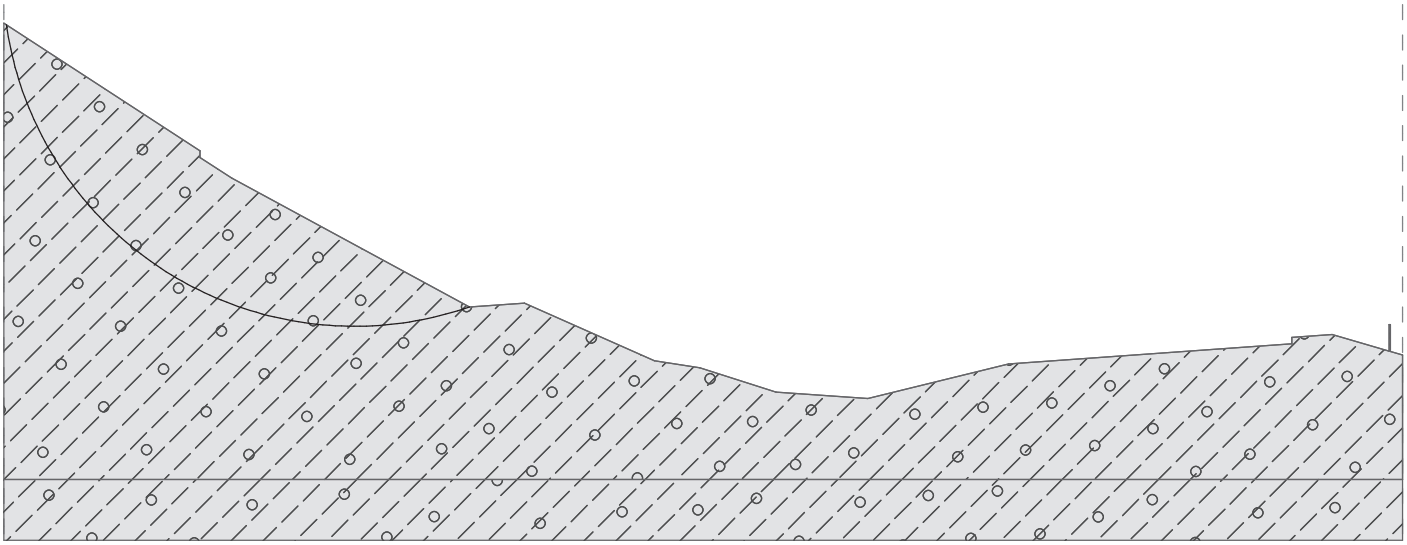
Factor of safety = 2.73 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

etude de stabilite du 1er profil caracteristique de la section PK37+800- PK37+071

Name :	Stage - analysis : 1 - 1



The slip surface after optimization.

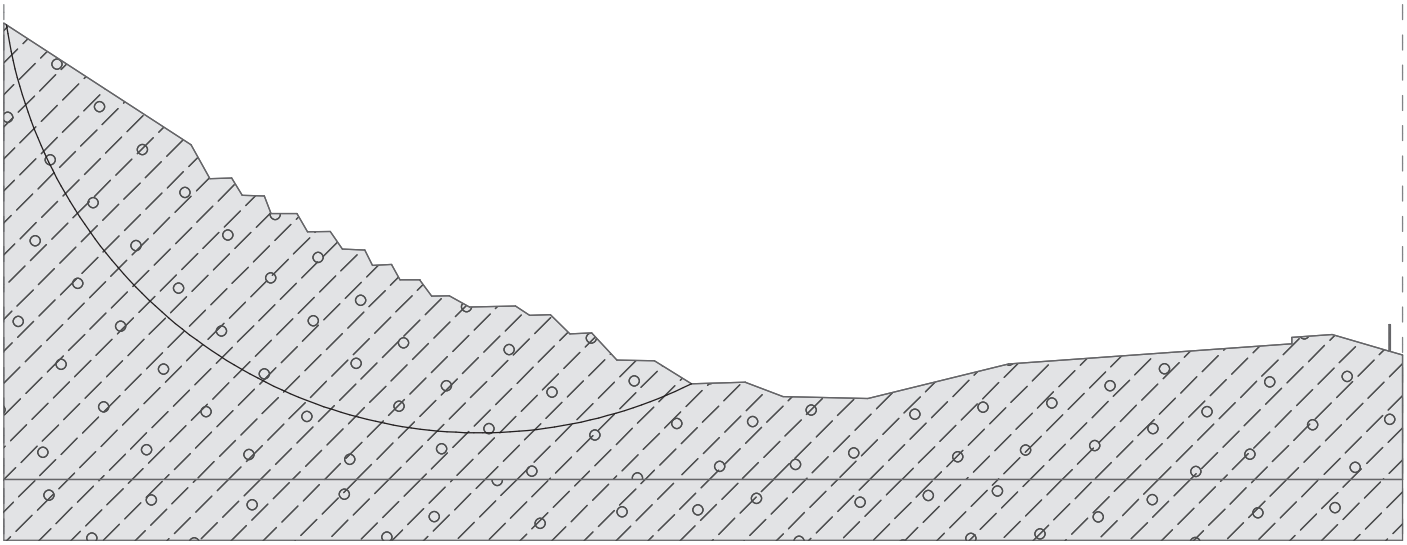
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2410.88 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 4530.72 kN/m

Sliding moment : M_a = 63767.80 kNm/m
Resisting moment : M_p = 119837.64 kNm/m
Factor of safety = 1.88 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 2 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 4152.16 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 7724.26 kN/m

Sliding moment : M_a = 149560.77 kNm/m

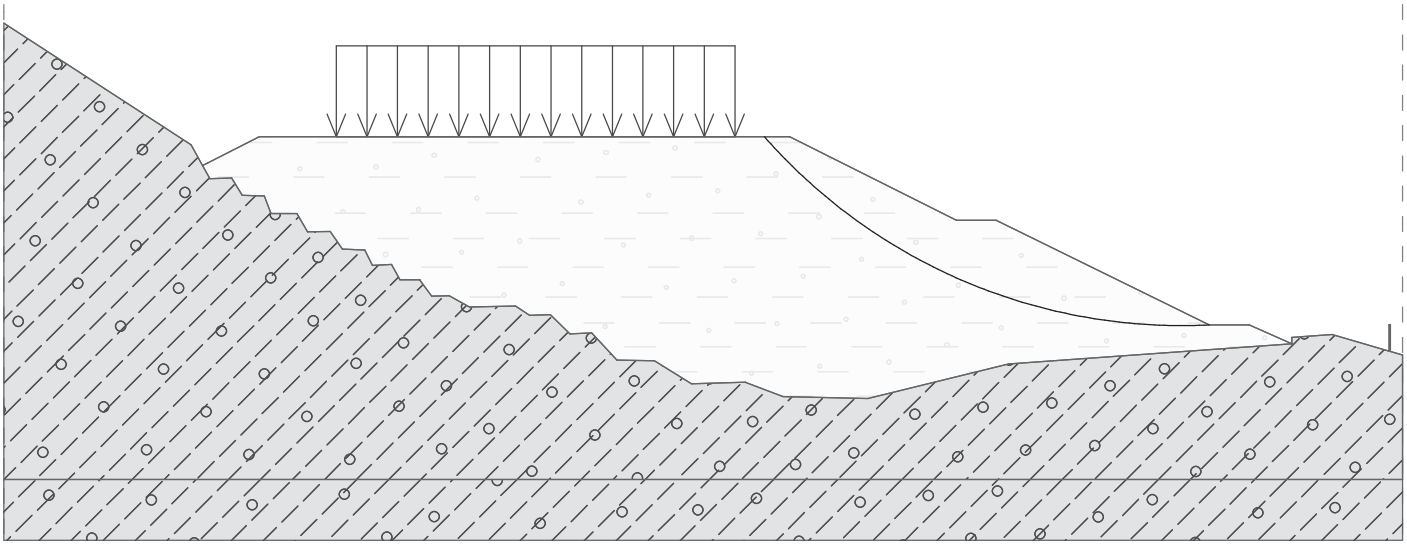
Resisting moment : M_p = 278227.86 kNm/m

Factor of safety = 1.86 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 3 - 3



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 849.53 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 1407.17 kN/m

Sliding moment : M_a = 35493.23 kNm/m

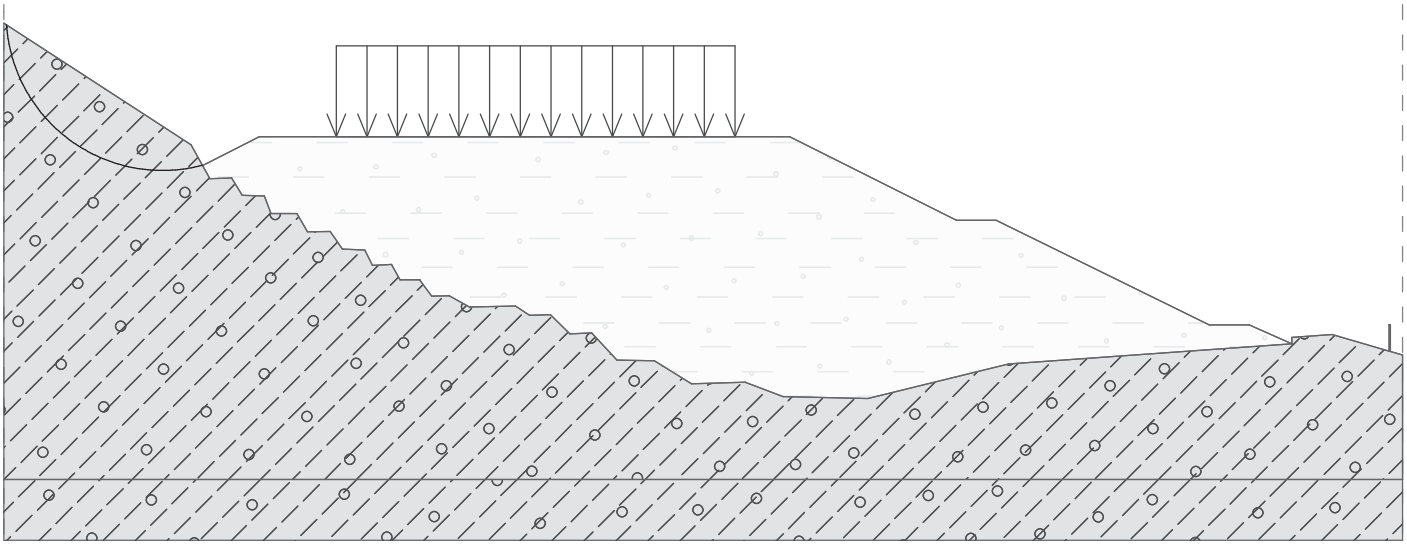
Resisting moment : M_p = 58791.36 kNm/m

Factor of safety = 1.66 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name : | **Stage - analysis : 4 - 3**



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 586.40 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 1602.76 kN/m

Sliding moment : M_a = 6901.98 kNm/m

Resisting moment : M_p = 18864.51 kNm/m

Factor of safety = 2.73 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slope stability analysis

Input data

Project

Task : analyse du degre de stabiliter du profil 2 caracteristique de la section PK37+871-PK38+010
Date : 5/16/2023

Settings

USA - Safety factor

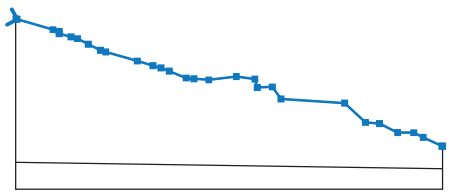
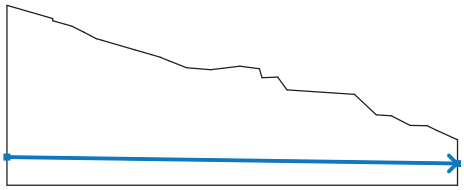
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.50	[–]

Safety factors			
Seismic design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.00	[–]

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	33.46	0.30	33.37	8.29	31.07
		9.70	30.68	9.70	30.18	12.32	29.46
		13.74	29.06	16.17	27.83	18.89	26.45
		20.09	26.10	27.11	24.06	30.62	23.04
		32.44	22.51	34.27	21.78	38.07	20.26
		39.80	20.11	43.11	19.84	49.26	20.60
		53.40	20.04	53.96	18.18	57.27	18.27
		59.24	15.61	73.47	14.68	78.07	10.34
		81.25	10.09	85.27	8.09	88.89	8.05
		90.99	7.01	95.16	5.09	95.30	5.03
2		0.00	1.40	95.16	0.00	95.30	0.00

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]
1	marne fortement alteree		22.00	55.00	23.00
2	remblai		30.00	5.00	20.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m3]	γ_s [kN/m3]	n [–]
1	marne fortement alteree		24.00		
2	remblai		20.00		

Soil parameters

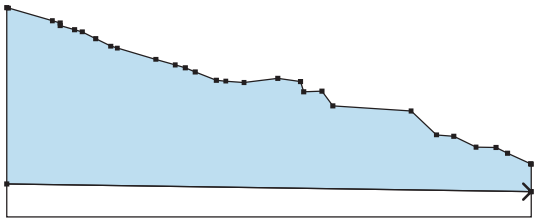
marne fortement alteree

Unit weight : γ = 23.00 kN/m3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 22.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 55.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 24.00 kN/m3

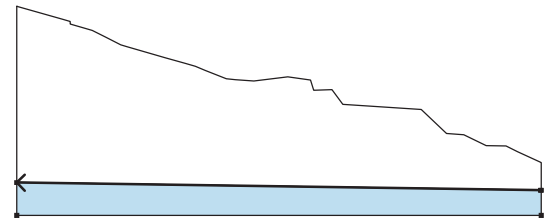
remblai

Unit weight : γ = 20.00 kN/m3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 30.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 5.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m3

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		95.16	0.00	95.30	0.00	marne fortement alteree
		95.30	5.03	95.16	5.09	
		90.99	7.01	88.89	8.05	
		85.27	8.09	81.25	10.09	
		78.07	10.34	73.47	14.68	
		59.24	15.61	57.27	18.27	
		53.96	18.18	53.40	20.04	
		49.26	20.60	43.11	19.84	
		39.80	20.11	38.07	20.26	
		34.27	21.78	32.44	22.51	
		30.62	23.04	27.11	24.06	
		20.09	26.10	18.89	26.45	
		16.17	27.83	13.74	29.06	
		12.32	29.46	9.70	30.18	
		9.70	30.68	8.29	31.07	
		0.30	33.37	0.00	33.46	
		0.00	1.40			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
2		95.16	0.00	0.00	1.40	marne fortement alteree
		0.00	-4.57	95.30	-4.57	
		95.30	0.00			

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1 (stage 1)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	62.53	[m]	Angles :	α_1 =	-60.14	[°]
	z =	69.19	[m]		α_2 =	26.95	[°]
Radius :	R =	71.88	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

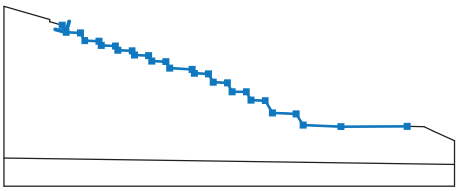
Sum of active forces : F_a = 6866.61 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 17651.41 kN/m

Sliding moment : M_a = 493572.17 kNm/m
Resisting moment : M_p = 1268783.02 kNm/m
Factor of safety = 2.57 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

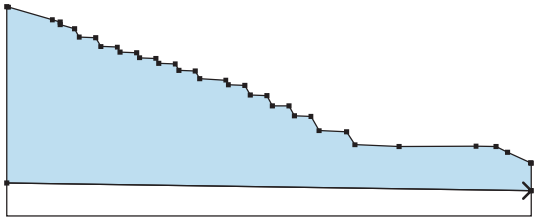
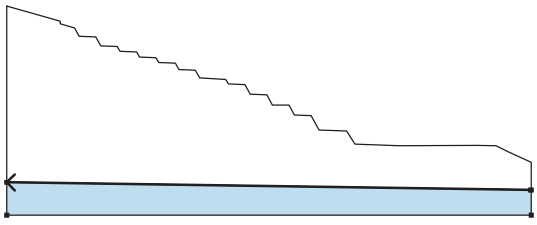
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Input data (Stage of construction 2)

Earth cut

No.	Cut location	Coordinates of cut points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		12.32	29.46	13.17	27.95	16.17	27.83
		17.09	26.22	20.09	26.10	20.60	25.20
		23.60	25.08	24.11	24.18	27.11	24.06
		27.62	23.16	30.62	23.04	31.27	21.90
		34.27	21.78	35.07	20.38	39.80	20.11
		40.27	19.29	43.27	19.17	44.27	17.41
		47.27	17.29	48.27	15.41	51.27	15.41
		52.27	13.65	55.27	13.53	56.77	10.93
		61.77	10.73	63.27	8.37	71.27	8.05
		85.27	8.09				

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		95.16	0.00	95.30	0.00	marne fortement alteree
		95.30	5.03	95.16	5.09	
		90.99	7.01	88.89	8.05	
		85.27	8.09	71.27	8.05	
		63.27	8.37	61.77	10.73	
		56.77	10.93	55.27	13.53	
		52.27	13.65	51.27	15.41	
		48.27	15.41	47.27	17.29	
		44.27	17.41	43.27	19.17	
		40.27	19.29	39.80	20.11	
		35.07	20.38	34.27	21.78	
		31.27	21.90	30.62	23.04	
		27.62	23.16	27.11	24.06	
		24.11	24.18	23.60	25.08	
		20.60	25.20	20.09	26.10	
		17.09	26.22	16.17	27.83	
		13.17	27.95	12.32	29.46	
		9.70	30.18	9.70	30.68	
		8.29	31.07	0.30	33.37	
		0.00	33.46	0.00	1.40	
2		95.16	0.00	0.00	1.40	marne fortement alteree
		0.00	-4.57	95.30	-4.57	
		95.30	0.00			

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 2)

Analysis 1 (stage 2)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	47.04	[m]	Angles :	α_1 =	-67.01	[°]
	z =	53.27	[m]		α_2 =	27.37	[°]
Radius :	R =	50.88	[m]				
The slip surface after optimization.							

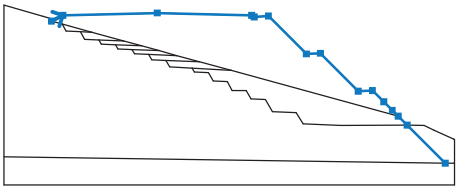
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 5436.93 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 11488.80 kN/m

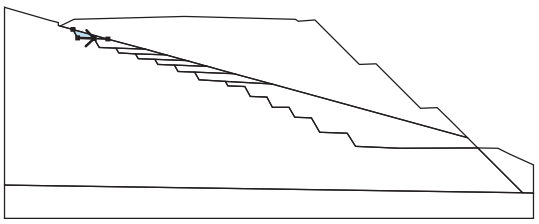
Sliding moment : M_a = 276631.22 kNm/m
Resisting moment : M_p = 584550.00 kNm/m
Factor of safety = 2.11 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 3)

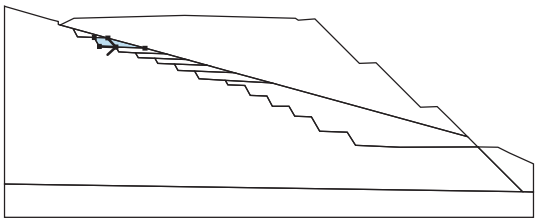
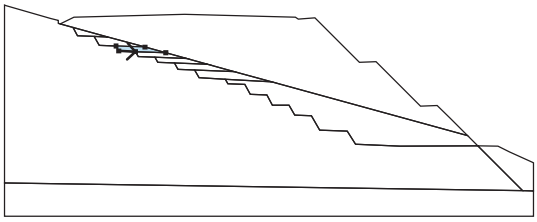
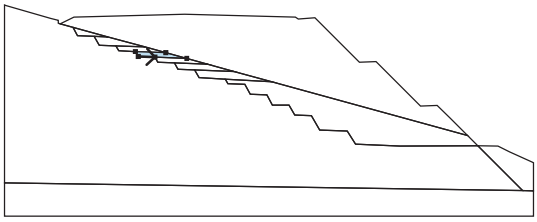
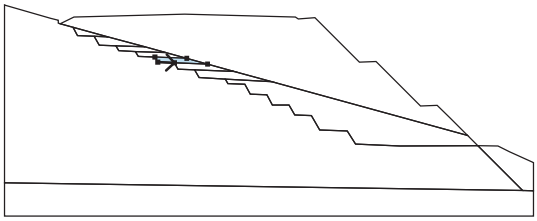
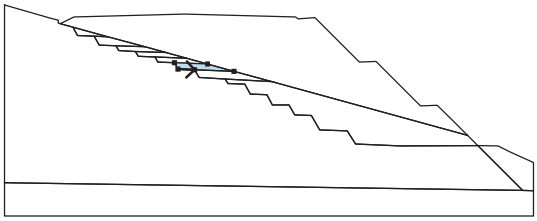
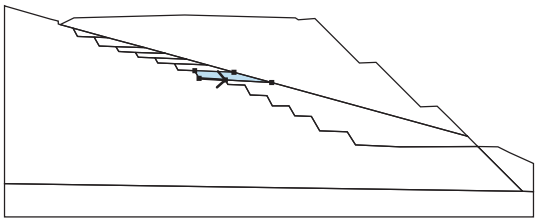
Embankment interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		10.06	30.08	12.49	31.30	32.44	31.80
		52.40	31.30	52.93	30.96	55.94	31.15
		63.94	23.15	66.94	23.27	74.94	15.27
		77.94	15.39	80.31	13.04	82.13	11.23
		83.40	9.96	85.27	8.09	93.33	0.03

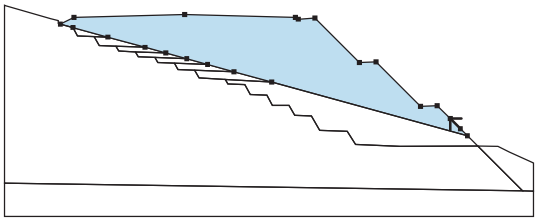
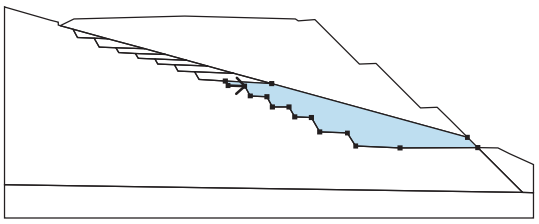
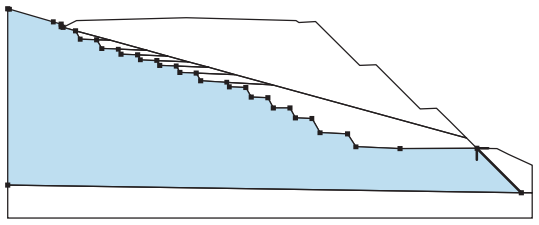
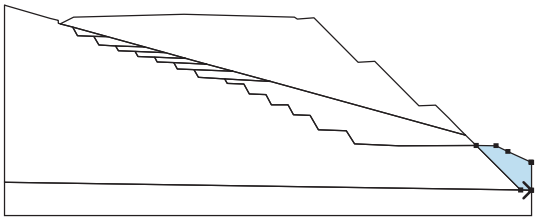
Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		13.17	27.95	16.17	27.83	remblai
		18.62	27.73	12.32	29.46	

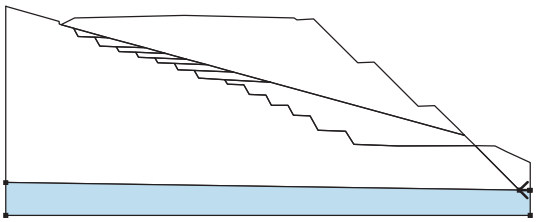
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
2		17.09	26.22	20.09	26.10	remblai
		25.33	25.89	18.62	27.73	
		16.17	27.83			
3		20.60	25.20	23.60	25.08	remblai
		29.08	24.86	25.33	25.89	
		20.09	26.10			
4		24.11	24.18	27.11	24.06	remblai
		32.83	23.83	29.08	24.86	
		23.60	25.08			
5		27.62	23.16	30.62	23.04	remblai
		36.58	22.80	32.83	23.83	
		27.11	24.06			
6		31.27	21.90	34.27	21.78	remblai
		41.33	21.50	36.58	22.80	
		30.62	23.04			
7		35.07	20.38	39.80	20.11	remblai
		48.13	19.63	41.33	21.50	
		34.27	21.78			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
8		82.13	11.23	80.31	13.04	remblai
		77.94	15.39	74.94	15.27	
		66.94	23.27	63.94	23.15	
		55.94	31.15	52.93	30.96	
		52.40	31.30	32.44	31.80	
		12.49	31.30	10.06	30.08	
		12.32	29.46	18.62	27.73	
		25.33	25.89	29.08	24.86	
		32.83	23.83	36.58	22.80	
		41.33	21.50	48.13	19.63	
		83.40	9.96			
9		40.27	19.29	43.27	19.17	remblai
		44.27	17.41	47.27	17.29	
		48.27	15.41	51.27	15.41	
		52.27	13.65	55.27	13.53	
		56.77	10.93	61.77	10.73	
		63.27	8.37	71.27	8.05	
		85.27	8.09	83.40	9.96	
		48.13	19.63	39.80	20.11	
10		93.33	0.03	85.27	8.09	marne fortement alteree
		71.27	8.05	63.27	8.37	
		61.77	10.73	56.77	10.93	
		55.27	13.53	52.27	13.65	
		51.27	15.41	48.27	15.41	
		47.27	17.29	44.27	17.41	
		43.27	19.17	40.27	19.29	
		39.80	20.11	35.07	20.38	
		34.27	21.78	31.27	21.90	
		30.62	23.04	27.62	23.16	
		27.11	24.06	24.11	24.18	
		23.60	25.08	20.60	25.20	
		20.09	26.10	17.09	26.22	
		16.17	27.83	13.17	27.95	
		12.32	29.46	10.06	30.08	
		9.70	30.18	9.70	30.68	
		8.29	31.07	0.30	33.37	
		0.00	33.46	0.00	1.40	
11		95.16	0.00	95.30	0.00	marne fortement alteree
		95.30	5.03	95.16	5.09	
		90.99	7.01	88.89	8.05	
		85.27	8.09	93.33	0.03	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
12		95.16	0.00	93.33	0.03	marne fortement alteree
		0.00	1.40	0.00	-4.57	
		95.30	-4.57	95.30	0.00	

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	Yes		strip	permanent	on terrain	x = 18.00	l = 32.00		0.00	10.00		kN/m^2

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 3)

Analysis 1 (stage 3)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	80.84	[m]	Angles :	α_1 =	-61.82	[°]
	z =	45.53	[m]		α_2 =	-11.25	[°]
Radius :	R =	30.75	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 3)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	80.84	[m]	Angles :	α_1 =	-61.82	[°]
	z =	45.53	[m]		α_2 =	-11.25	[°]
Radius :	R =	30.75	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Analysis has not been performed.

Analysis 3 (stage 3)

Circular slip surface

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slip surface parameters							
Center :	x =	80.84	[m]	Angles :	α_1 =	-61.82	[°]
	z =	45.53	[m]		α_2 =	-11.25	[°]
Radius :	R =	30.75	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)
Analysis has not been performed.

Analysis 4 (stage 3)

Circular slip surface

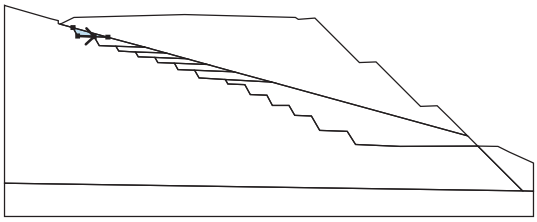
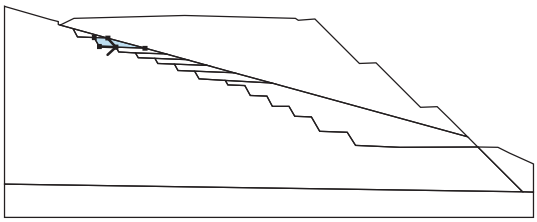
Slip surface parameters							
Center :	x =	96.55	[m]	Angles :	α_1 =	-58.80	[°]
	z =	57.00	[m]		α_2 =	-13.01	[°]
Radius :	R =	50.18	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)
Sum of active forces : F_a = 1441.99 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 1413.67 kN/m

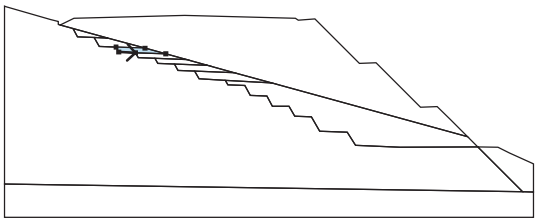
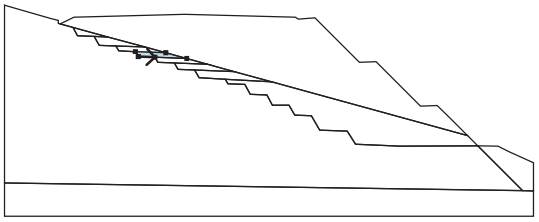
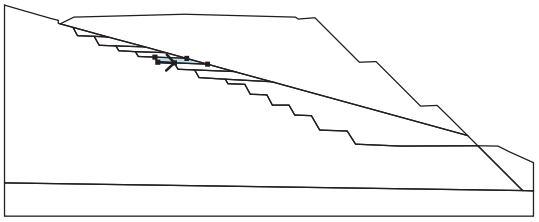
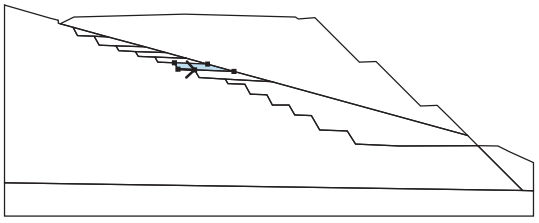
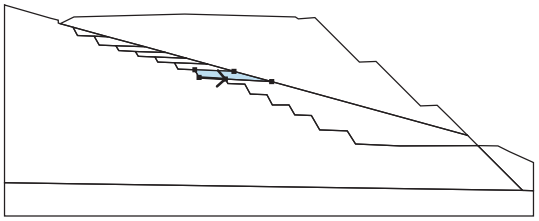
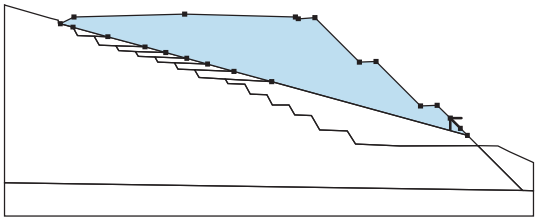
Sliding moment : M_a = 72358.90 kNm/m
Resisting moment : M_p = 70937.94 kNm/m
Factor of safety = 0.98 < 1.50
Slope stability NOT ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 4)

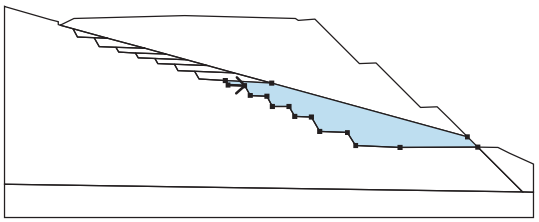
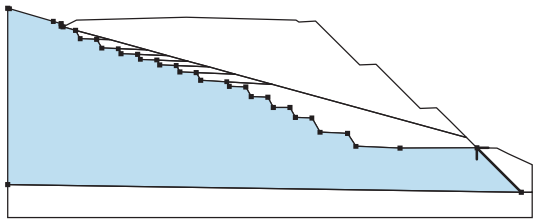
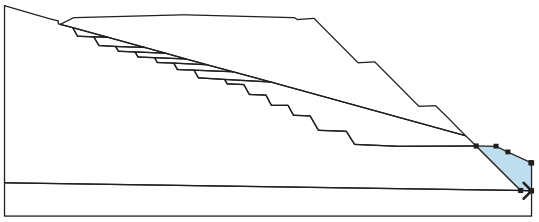
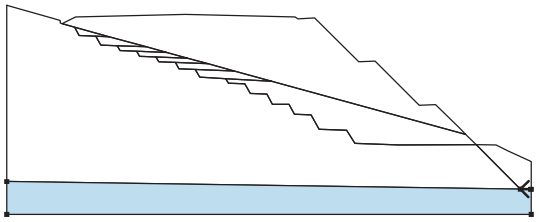
Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
1		13.17	27.95	16.17	27.83	remblai
		18.62	27.73	12.32	29.46	
2		17.09	26.22	20.09	26.10	remblai
		25.33	25.89	18.62	27.73	
		16.17	27.83			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
3		20.60	25.20	23.60	25.08	remblai
		29.08	24.86	25.33	25.89	
		20.09	26.10			
4		24.11	24.18	27.11	24.06	remblai
		32.83	23.83	29.08	24.86	
		23.60	25.08			
5		27.62	23.16	30.62	23.04	remblai
		36.58	22.80	32.83	23.83	
		27.11	24.06			
6		31.27	21.90	34.27	21.78	remblai
		41.33	21.50	36.58	22.80	
		30.62	23.04			
7		35.07	20.38	39.80	20.11	remblai
		48.13	19.63	41.33	21.50	
		34.27	21.78			
8		82.13	11.23	80.31	13.04	remblai
		77.94	15.39	74.94	15.27	
		66.94	23.27	63.94	23.15	
		55.94	31.15	52.93	30.96	
		52.40	31.30	32.44	31.80	
		12.49	31.30	10.06	30.08	
		12.32	29.46	18.62	27.73	
		25.33	25.89	29.08	24.86	
		32.83	23.83	36.58	22.80	
		41.33	21.50	48.13	19.63	
		83.40	9.96			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
9		40.27	19.29	43.27	19.17	remblai
		44.27	17.41	47.27	17.29	
		48.27	15.41	51.27	15.41	
		52.27	13.65	55.27	13.53	
		56.77	10.93	61.77	10.73	
		63.27	8.37	71.27	8.05	
		85.27	8.09	83.40	9.96	
		48.13	19.63	39.80	20.11	
10		93.33	0.03	85.27	8.09	marne fortement alteree
		71.27	8.05	63.27	8.37	
		61.77	10.73	56.77	10.93	
		55.27	13.53	52.27	13.65	
		51.27	15.41	48.27	15.41	
		47.27	17.29	44.27	17.41	
		43.27	19.17	40.27	19.29	
		39.80	20.11	35.07	20.38	
		34.27	21.78	31.27	21.90	
		30.62	23.04	27.62	23.16	
		27.11	24.06	24.11	24.18	
		23.60	25.08	20.60	25.20	
		20.09	26.10	17.09	26.22	
		16.17	27.83	13.17	27.95	
		12.32	29.46	10.06	30.08	
		9.70	30.18	9.70	30.68	
		8.29	31.07	0.30	33.37	
		0.00	33.46	0.00	1.40	
11		95.16	0.00	95.30	0.00	marne fortement alteree
		95.30	5.03	95.16	5.09	
		90.99	7.01	88.89	8.05	
		85.27	8.09	93.33	0.03	
12		95.16	0.00	93.33	0.03	marne fortement alteree
		0.00	1.40	0.00	-4.57	
		95.30	-4.57	95.30	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	Yes	65.25	8.04	85.25	8.11	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
2	Yes	64.92	8.44	84.92	8.44	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
3	Yes	64.53	8.84	84.52	8.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
4	Yes	64.13	9.24	84.12	9.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	inforceme	Point to the left		Point to the right		Length	Strength	Pull out resist.	End of
	new	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	L [m]	R_t [kN/m]		reinf.
5	Yes	63.73	9.64	83.72	9.64	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
6	Yes	63.23	10.04	83.32	10.04	20.09	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
7	Yes	62.93	10.44	82.92	10.44	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
8	Yes	62.53	10.84	82.52	10.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
9	Yes	62.13	11.24	82.12	11.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
10	Yes	61.72	11.64	81.72	11.64	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
11	Yes	61.22	12.04	81.32	12.04	20.10	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
12	Yes	60.82	12.44	80.91	12.44	20.09	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
13	Yes	60.52	12.84	80.51	12.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
14	Yes	60.12	13.24	80.11	13.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
15	Yes	59.70	13.64	79.70	13.64	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
16	Yes	59.30	14.04	79.30	14.04	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
17	Yes	58.90	14.44	78.90	14.44	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
18	Yes	58.50	14.84	78.49	14.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
19	Yes	58.09	15.24	78.09	15.24	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
20	Yes	52.57	15.64	74.57	15.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
21	Yes	52.17	16.04	74.17	16.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
22	Yes	51.77	16.44	73.77	16.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
23	Yes	50.97	17.24	72.97	17.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
24	Yes	51.37	16.84	73.37	16.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
25	Yes	50.57	17.64	72.57	17.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
26	Yes	50.17	18.04	72.17	18.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
27	Yes	49.77	18.44	71.77	18.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
28	Yes	49.37	18.84	71.37	18.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
29	Yes	48.97	19.24	70.97	19.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
30	Yes	48.57	19.64	70.57	19.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
31	Yes	48.17	20.04	70.17	20.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
32	Yes	47.77	20.44	69.77	20.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
33	Yes	47.37	20.84	69.37	20.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
34	Yes	46.97	21.24	68.97	21.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
35	Yes	46.57	21.64	68.57	21.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
36	Yes	46.17	22.04	68.17	22.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
37	Yes	45.77	22.44	67.77	22.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
38	Yes	45.37	22.84	67.37	22.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
39	Yes	44.97	23.24	66.97	23.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
40	Yes	39.45	23.64	63.45	23.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
41	Yes	39.05	24.04	63.05	24.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
42	Yes	38.65	24.44	62.65	24.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
43	Yes	38.25	24.84	62.25	24.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
44	Yes	37.85	25.24	61.85	25.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
45	Yes	37.45	25.64	61.45	25.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
46	Yes	37.05	26.04	61.05	26.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
47	Yes	36.65	26.44	60.65	26.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
48	Yes	36.25	26.84	60.25	26.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
49	Yes	35.85	27.24	59.85	27.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
50	Yes	35.45	27.64	59.45	27.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
51	Yes	35.05	28.04	59.05	28.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
52	Yes	34.65	28.44	58.65	28.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
53	Yes	34.25	28.84	58.25	28.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
54	Yes	33.85	29.24	57.85	29.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
55	Yes	33.45	29.64	57.45	29.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
56	Yes	33.05	30.04	57.05	30.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
57	Yes	32.65	30.44	56.65	30.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	Yes		strip	permanent	on terrain	x = 18.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m^2

Surcharges

No.	Name
1	surcharge

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 4)

Analysis 1 (stage 4)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	83.12	[m]	Angles :	α_1 =	-58.51	[°]
	z =	62.29	[m]		α_2 =	11.83	[°]
Radius :	R =	58.41	[m]				
The slip surface after optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00
22	0.00
23	0.00
24	0.00
25	0.00
26	0.00
27	0.00
28	0.00
29	0.00
30	0.00
31	0.00
32	0.00
33	0.00
34	0.00
35	0.00
36	0.00
37	0.00
38	0.00
39	0.00
40	0.00
41	0.00
42	0.25
43	0.77
44	1.30
45	1.82
46	2.35
47	2.87
48	3.40
49	3.93
50	4.86
51	5.78
52	6.71
53	7.63
54	8.56
55	9.48
56	10.41
57	11.33

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 5515.35 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 8537.49 kN/m

Sliding moment : M_a = 322151.50 kNm/m

Resisting moment : M_p = 498674.91 kNm/m

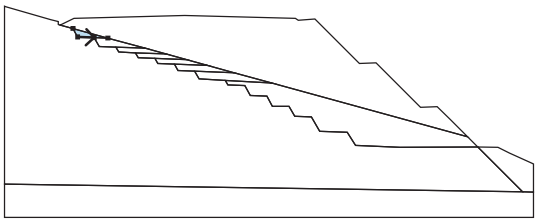
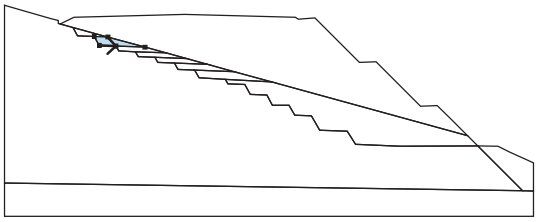
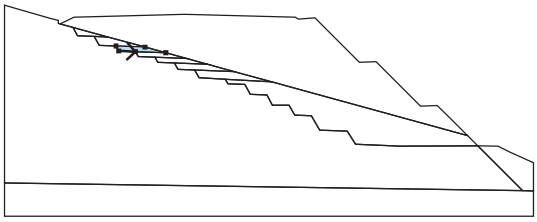
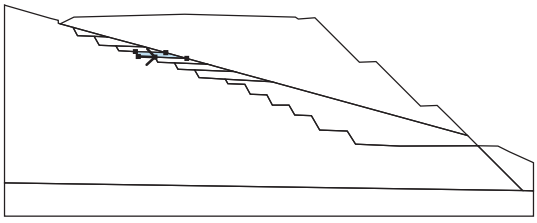
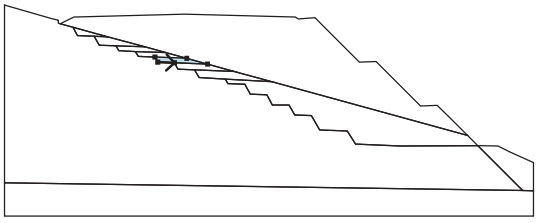
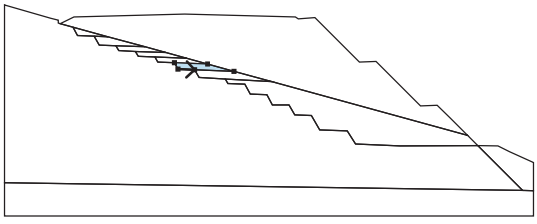
Factor of safety = 1.55 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

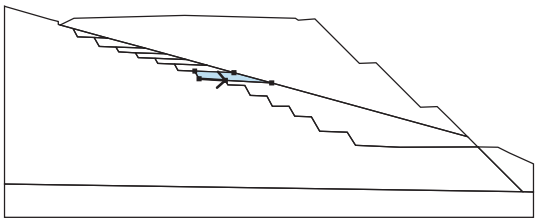
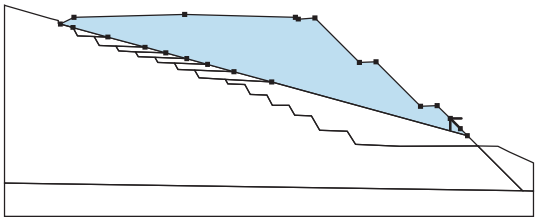
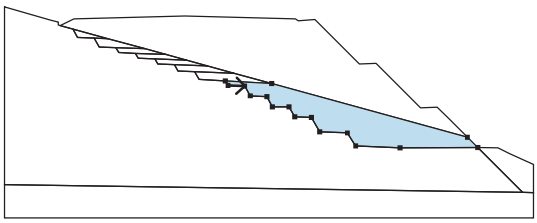
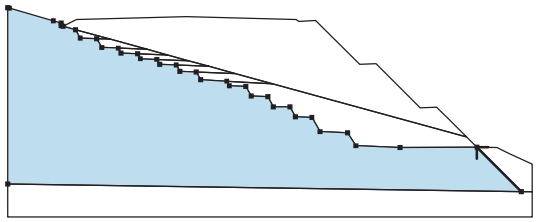
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Input data (Stage of construction 5)

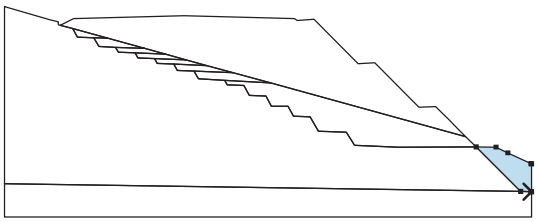
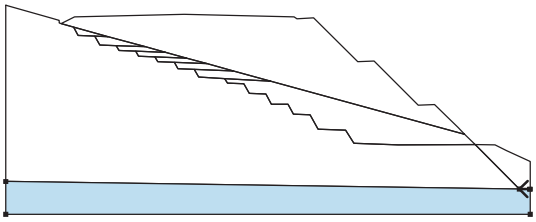
Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		13.17	27.95	16.17	27.83	remblai
		18.62	27.73	12.32	29.46	
2		17.09	26.22	20.09	26.10	remblai
		25.33	25.89	18.62	27.73	
		16.17	27.83			
3		20.60	25.20	23.60	25.08	remblai
		29.08	24.86	25.33	25.89	
		20.09	26.10			
4		24.11	24.18	27.11	24.06	remblai
		32.83	23.83	29.08	24.86	
		23.60	25.08			
5		27.62	23.16	30.62	23.04	remblai
		36.58	22.80	32.83	23.83	
		27.11	24.06			
6		31.27	21.90	34.27	21.78	remblai
		41.33	21.50	36.58	22.80	
		30.62	23.04			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
7		35.07	20.38	39.80	20.11	remblai
		48.13	19.63	41.33	21.50	
		34.27	21.78			
8		82.13	11.23	80.31	13.04	remblai
		77.94	15.39	74.94	15.27	
		66.94	23.27	63.94	23.15	
		55.94	31.15	52.93	30.96	
		52.40	31.30	32.44	31.80	
		12.49	31.30	10.06	30.08	
		12.32	29.46	18.62	27.73	
		25.33	25.89	29.08	24.86	
		32.83	23.83	36.58	22.80	
		41.33	21.50	48.13	19.63	
		83.40	9.96			
9		40.27	19.29	43.27	19.17	remblai
		44.27	17.41	47.27	17.29	
		48.27	15.41	51.27	15.41	
		52.27	13.65	55.27	13.53	
		56.77	10.93	61.77	10.73	
		63.27	8.37	71.27	8.05	
		85.27	8.09	83.40	9.96	
		48.13	19.63	39.80	20.11	
10		93.33	0.03	85.27	8.09	marne fortement alteree
		71.27	8.05	63.27	8.37	
		61.77	10.73	56.77	10.93	
		55.27	13.53	52.27	13.65	
		51.27	15.41	48.27	15.41	
		47.27	17.29	44.27	17.41	
		43.27	19.17	40.27	19.29	
		39.80	20.11	35.07	20.38	
		34.27	21.78	31.27	21.90	
		30.62	23.04	27.62	23.16	
		27.11	24.06	24.11	24.18	
		23.60	25.08	20.60	25.20	
		20.09	26.10	17.09	26.22	
		16.17	27.83	13.17	27.95	
		12.32	29.46	10.06	30.08	
		9.70	30.18	9.70	30.68	
		8.29	31.07	0.30	33.37	
		0.00	33.46	0.00	1.40	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
11		95.16	0.00	95.30	0.00	marne fortement alteree
		95.30	5.03	95.16	5.09	
		90.99	7.01	88.89	8.05	
		85.27	8.09	93.33	0.03	
12		95.16	0.00	93.33	0.03	marne fortement alteree
		0.00	1.40	0.00	-4.57	
		95.30	-4.57	95.30	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	No	65.25	8.04	85.25	8.11	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
2	No	64.92	8.44	84.92	8.44	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
3	No	64.53	8.84	84.52	8.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
4	No	64.13	9.24	84.12	9.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
5	No	63.73	9.64	83.72	9.64	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
6	No	63.23	10.04	83.32	10.04	20.09	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
7	No	62.93	10.44	82.92	10.44	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
8	No	62.53	10.84	82.52	10.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
9	No	62.13	11.24	82.12	11.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
10	No	61.72	11.64	81.72	11.64	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
11	No	61.22	12.04	81.32	12.04	20.10	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
12	No	60.82	12.44	80.91	12.44	20.09	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
13	No	60.52	12.84	80.51	12.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
14	No	60.12	13.24	80.11	13.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
15	No	59.70	13.64	79.70	13.64	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
16	No	59.30	14.04	79.30	14.04	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
17	No	58.90	14.44	78.90	14.44	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
18	No	58.50	14.84	78.49	14.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
19	No	58.09	15.24	78.09	15.24	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
20	No	52.57	15.64	74.57	15.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
21	No	52.17	16.04	74.17	16.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
22	No	51.77	16.44	73.77	16.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
23	No	50.97	17.24	72.97	17.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
24	No	51.37	16.84	73.37	16.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
25	No	50.57	17.64	72.57	17.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
26	No	50.17	18.04	72.17	18.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
27	No	49.77	18.44	71.77	18.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
28	No	49.37	18.84	71.37	18.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
29	No	48.97	19.24	70.97	19.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
30	No	48.57	19.64	70.57	19.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
31	No	48.17	20.04	70.17	20.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
32	No	47.77	20.44	69.77	20.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
33	No	47.37	20.84	69.37	20.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
34	No	46.97	21.24	68.97	21.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
35	No	46.57	21.64	68.57	21.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
36	No	46.17	22.04	68.17	22.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
37	No	45.77	22.44	67.77	22.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
38	No	45.37	22.84	67.37	22.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
39	No	44.97	23.24	66.97	23.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
40	No	39.45	23.64	63.45	23.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
41	No	39.05	24.04	63.05	24.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
42	No	38.65	24.44	62.65	24.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
43	No	38.25	24.84	62.25	24.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
44	No	37.85	25.24	61.85	25.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
45	No	37.45	25.64	61.45	25.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
46	No	37.05	26.04	61.05	26.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
47	No	36.65	26.44	60.65	26.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
48	No	36.25	26.84	60.25	26.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
49	No	35.85	27.24	59.85	27.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
50	No	35.45	27.64	59.45	27.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
51	No	35.05	28.04	59.05	28.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
52	No	34.65	28.44	58.65	28.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
53	No	34.25	28.84	58.25	28.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
54	No	33.85	29.24	57.85	29.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
55	No	33.45	29.64	57.45	29.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
56	No	33.05	30.04	57.05	30.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
57	No	32.65	30.44	56.65	30.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 18.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m^2

Surcharges

No.	Name
1	surcharge

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0.10
Vertical seismic coefficient : K_v = 0.03

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 5)

Analysis 1 (stage 5)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	86.88	[m]	Angles :	α_1 =	-52.66	[°]
	z =	73.61	[m]		α_2 =	6.78	[°]
Radius :	R =	68.94	[m]				
The slip surface after optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	3.39
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00
22	0.00
23	0.00
24	0.00
25	0.00
26	0.00
27	0.00
28	0.00
29	0.00
30	0.00
31	0.00
32	0.00
33	0.00
34	0.00
35	0.00
36	0.00
37	0.00
38	0.00
39	0.00
40	0.00
41	0.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

42	0.00
43	0.00
44	0.00
45	0.00
46	0.00
47	0.04
48	0.20
49	0.36
50	0.52
51	0.75
52	1.26
53	1.78
54	2.29
55	2.81
56	3.32
57	3.84

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 6067.31 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 7578.16 kN/m

Sliding moment : M_a = 418280.03 kNm/m

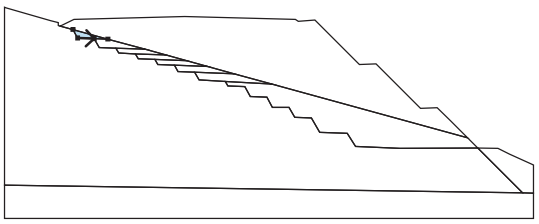
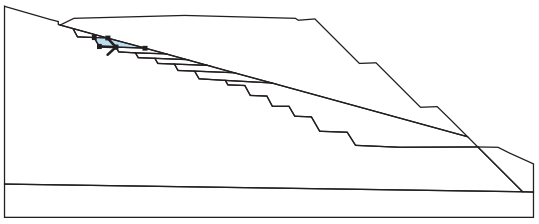
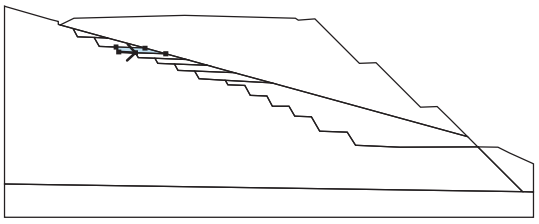
Resisting moment : M_p = 522438.35 kNm/m

Factor of safety = 1.25 > 1.00

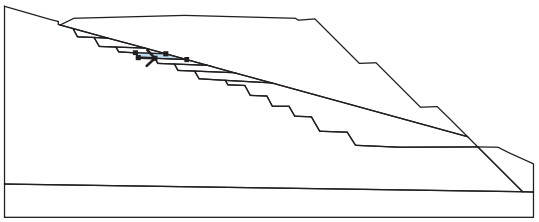
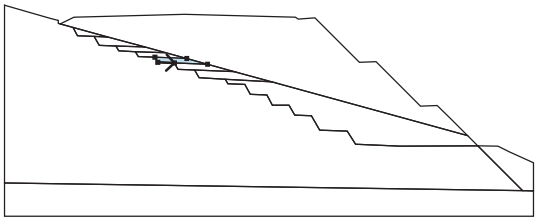
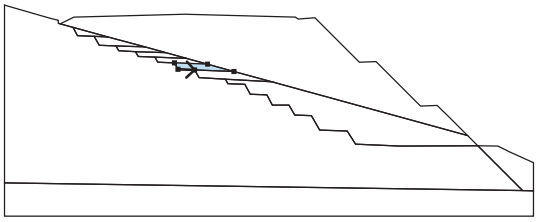
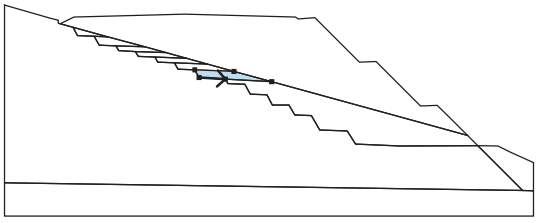
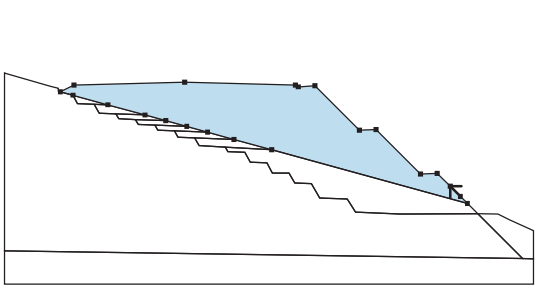
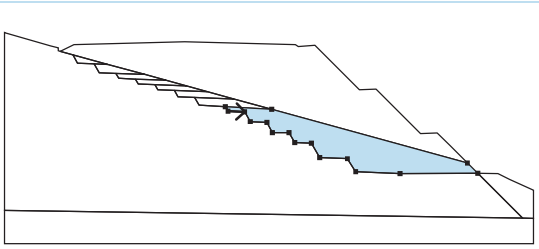
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 6)

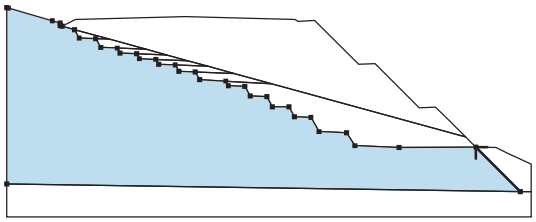
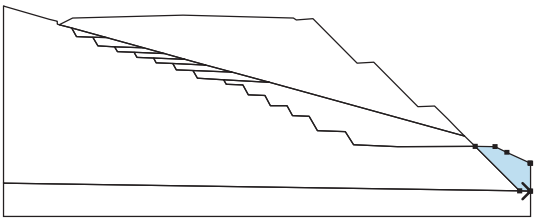
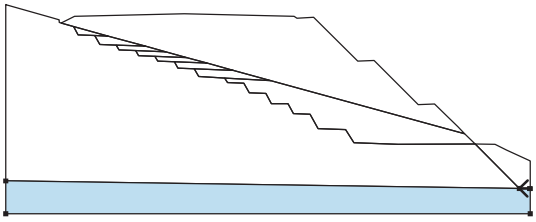
Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		13.17	27.95	16.17	27.83	remblai
		18.62	27.73	12.32	29.46	
2		17.09	26.22	20.09	26.10	remblai
		25.33	25.89	18.62	27.73	
		16.17	27.83			
3		20.60	25.20	23.60	25.08	remblai
		29.08	24.86	25.33	25.89	
		20.09	26.10			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
4		24.11	24.18	27.11	24.06	remblai
		32.83	23.83	29.08	24.86	
		23.60	25.08			
5		27.62	23.16	30.62	23.04	remblai
		36.58	22.80	32.83	23.83	
		27.11	24.06			
6		31.27	21.90	34.27	21.78	remblai
		41.33	21.50	36.58	22.80	
		30.62	23.04			
7		35.07	20.38	39.80	20.11	remblai
		48.13	19.63	41.33	21.50	
		34.27	21.78			
8		82.13	11.23	80.31	13.04	remblai
		77.94	15.39	74.94	15.27	
		66.94	23.27	63.94	23.15	
		55.94	31.15	52.93	30.96	
		52.40	31.30	32.44	31.80	
		12.49	31.30	10.06	30.08	
		12.32	29.46	18.62	27.73	
		25.33	25.89	29.08	24.86	
		32.83	23.83	36.58	22.80	
		41.33	21.50	48.13	19.63	
		83.40	9.96			
9		40.27	19.29	43.27	19.17	remblai
		44.27	17.41	47.27	17.29	
		48.27	15.41	51.27	15.41	
		52.27	13.65	55.27	13.53	
		56.77	10.93	61.77	10.73	
		63.27	8.37	71.27	8.05	
		85.27	8.09	83.40	9.96	
		48.13	19.63	39.80	20.11	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
10		93.33	0.03	85.27	8.09	marne fortement alteree
		71.27	8.05	63.27	8.37	
		61.77	10.73	56.77	10.93	
		55.27	13.53	52.27	13.65	
		51.27	15.41	48.27	15.41	
		47.27	17.29	44.27	17.41	
		43.27	19.17	40.27	19.29	
		39.80	20.11	35.07	20.38	
		34.27	21.78	31.27	21.90	
		30.62	23.04	27.62	23.16	
		27.11	24.06	24.11	24.18	
		23.60	25.08	20.60	25.20	
		20.09	26.10	17.09	26.22	
		16.17	27.83	13.17	27.95	
		12.32	29.46	10.06	30.08	
		9.70	30.18	9.70	30.68	
		8.29	31.07	0.30	33.37	
		0.00	33.46	0.00	1.40	
11		95.16	0.00	95.30	0.00	marne fortement alteree
		95.30	5.03	95.16	5.09	
		90.99	7.01	88.89	8.05	
		85.27	8.09	93.33	0.03	
12		95.16	0.00	93.33	0.03	marne fortement alteree
		0.00	1.40	0.00	-4.57	
		95.30	-4.57	95.30	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	No	65.25	8.04	85.25	8.11	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
2	No	64.92	8.44	84.92	8.44	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
3	No	64.53	8.84	84.52	8.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
4	No	64.13	9.24	84.12	9.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
5	No	63.73	9.64	83.72	9.64	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
6	No	63.23	10.04	83.32	10.04	20.09	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
7	No	62.93	10.44	82.92	10.44	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
8	No	62.53	10.84	82.52	10.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
9	No	62.13	11.24	82.12	11.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
10	No	61.72	11.64	81.72	11.64	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
11	No	61.22	12.04	81.32	12.04	20.10	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
12	No	60.82	12.44	80.91	12.44	20.09	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
13	No	60.52	12.84	80.51	12.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
14	No	60.12	13.24	80.11	13.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
15	No	59.70	13.64	79.70	13.64	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
16	No	59.30	14.04	79.30	14.04	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
17	No	58.90	14.44	78.90	14.44	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
18	No	58.50	14.84	78.49	14.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
19	No	58.09	15.24	78.09	15.24	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
20	No	52.57	15.64	74.57	15.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
21	No	52.17	16.04	74.17	16.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
22	No	51.77	16.44	73.77	16.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
23	No	50.97	17.24	72.97	17.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
24	No	51.37	16.84	73.37	16.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
25	No	50.57	17.64	72.57	17.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
26	No	50.17	18.04	72.17	18.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
27	No	49.77	18.44	71.77	18.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
28	No	49.37	18.84	71.37	18.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
29	No	48.97	19.24	70.97	19.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
30	No	48.57	19.64	70.57	19.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
31	No	48.17	20.04	70.17	20.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
32	No	47.77	20.44	69.77	20.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
33	No	47.37	20.84	69.37	20.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
34	No	46.97	21.24	68.97	21.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
35	No	46.57	21.64	68.57	21.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
36	No	46.17	22.04	68.17	22.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
37	No	45.77	22.44	67.77	22.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
38	No	45.37	22.84	67.37	22.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
39	No	44.97	23.24	66.97	23.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
40	No	39.45	23.64	63.45	23.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
41	No	39.05	24.04	63.05	24.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
42	No	38.65	24.44	62.65	24.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
43	No	38.25	24.84	62.25	24.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
44	No	37.85	25.24	61.85	25.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
45	No	37.45	25.64	61.45	25.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
46	No	37.05	26.04	61.05	26.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
47	No	36.65	26.44	60.65	26.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
48	No	36.25	26.84	60.25	26.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
49	No	35.85	27.24	59.85	27.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
50	No	35.45	27.64	59.45	27.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
51	No	35.05	28.04	59.05	28.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
52	No	34.65	28.44	58.65	28.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
53	No	34.25	28.84	58.25	28.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
54	No	33.85	29.24	57.85	29.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
55	No	33.45	29.64	57.45	29.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
56	No	33.05	30.04	57.05	30.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
57	No	32.65	30.44	56.65	30.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 18.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m²

Surcharges

No.	Name
1	surcharge

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0.10
Vertical seismic coefficient : K_v = 0.03

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 6)

Analysis 1 (stage 6)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	78.60	[m]	Angles :	α_1 =	-53.81	[°]
	z =	65.80	[m]		α_2 =	6.19	[°]
Radius :	R =	57.59	[m]				
The slip surface after broken optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	0.00
2	75.00
3	49.12
4	32.08
5	18.68
6	8.71
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

21	0.00
22	0.00
23	0.00
24	0.00
25	0.00
26	0.00
27	0.00
28	0.00
29	0.00
30	0.00
31	0.00
32	0.00
33	0.00
34	0.00
35	0.00
36	0.00
37	0.00
38	0.00
39	0.00
40	0.00
41	0.00
42	0.00
43	0.00
44	0.00
45	0.00
46	0.00
47	0.00
48	0.00
49	0.13
50	0.38
51	0.64
52	0.89
53	1.48
54	2.09
55	2.69
56	3.30
57	3.90

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 4939.49 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 6130.05 kN/m

Sliding moment : M_a = 284464.95 kNm/m

Resisting moment : M_p = 353029.49 kNm/m

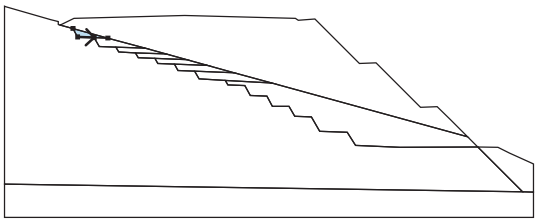
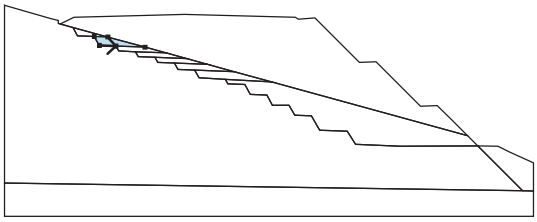
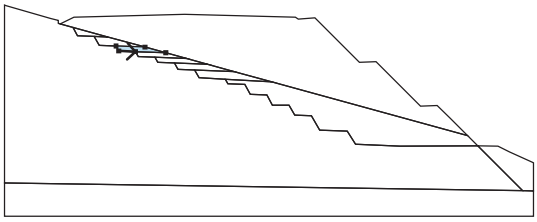
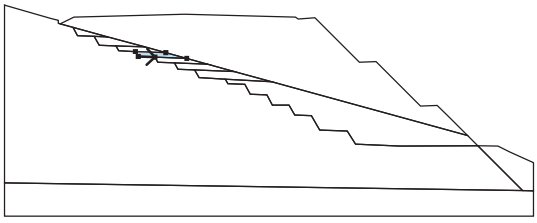
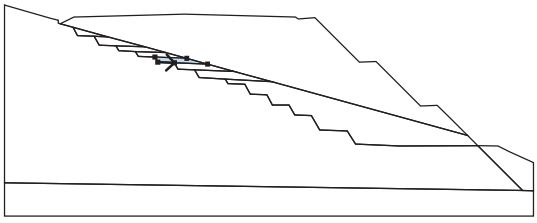
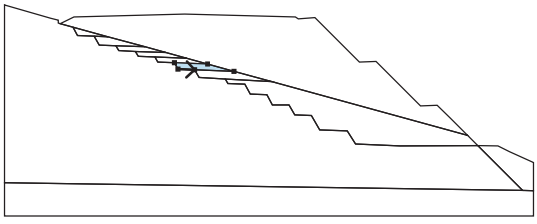
Factor of safety = 1.24 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

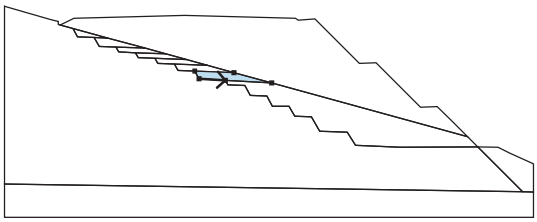
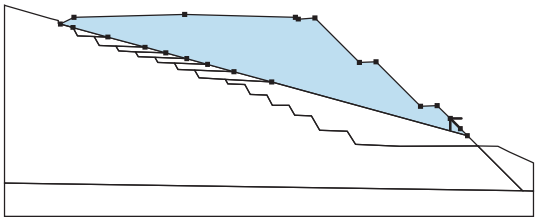
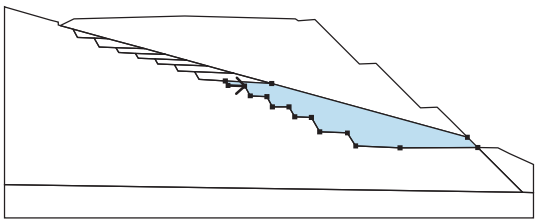
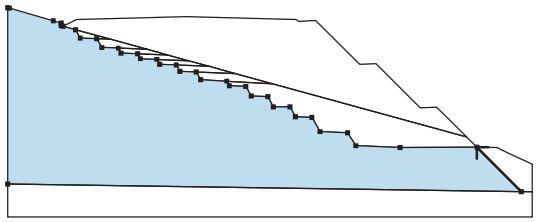
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Input data (Stage of construction 7)

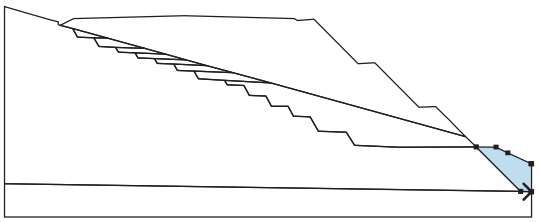
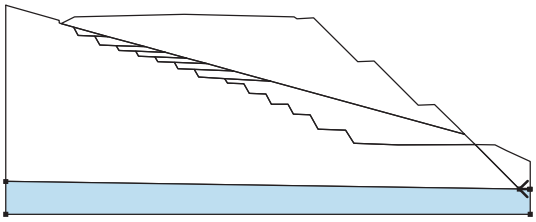
Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		13.17	27.95	16.17	27.83	remblai
		18.62	27.73	12.32	29.46	
2		17.09	26.22	20.09	26.10	remblai
		25.33	25.89	18.62	27.73	
		16.17	27.83			
3		20.60	25.20	23.60	25.08	remblai
		29.08	24.86	25.33	25.89	
		20.09	26.10			
4		24.11	24.18	27.11	24.06	remblai
		32.83	23.83	29.08	24.86	
		23.60	25.08			
5		27.62	23.16	30.62	23.04	remblai
		36.58	22.80	32.83	23.83	
		27.11	24.06			
6		31.27	21.90	34.27	21.78	remblai
		41.33	21.50	36.58	22.80	
		30.62	23.04			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
7		35.07	20.38	39.80	20.11	remblai
		48.13	19.63	41.33	21.50	
		34.27	21.78			
8		82.13	11.23	80.31	13.04	remblai
		77.94	15.39	74.94	15.27	
		66.94	23.27	63.94	23.15	
		55.94	31.15	52.93	30.96	
		52.40	31.30	32.44	31.80	
		12.49	31.30	10.06	30.08	
		12.32	29.46	18.62	27.73	
		25.33	25.89	29.08	24.86	
		32.83	23.83	36.58	22.80	
		41.33	21.50	48.13	19.63	
		83.40	9.96			
9		40.27	19.29	43.27	19.17	remblai
		44.27	17.41	47.27	17.29	
		48.27	15.41	51.27	15.41	
		52.27	13.65	55.27	13.53	
		56.77	10.93	61.77	10.73	
		63.27	8.37	71.27	8.05	
		85.27	8.09	83.40	9.96	
		48.13	19.63	39.80	20.11	
10		93.33	0.03	85.27	8.09	marne fortement alteree
		71.27	8.05	63.27	8.37	
		61.77	10.73	56.77	10.93	
		55.27	13.53	52.27	13.65	
		51.27	15.41	48.27	15.41	
		47.27	17.29	44.27	17.41	
		43.27	19.17	40.27	19.29	
		39.80	20.11	35.07	20.38	
		34.27	21.78	31.27	21.90	
		30.62	23.04	27.62	23.16	
		27.11	24.06	24.11	24.18	
		23.60	25.08	20.60	25.20	
		20.09	26.10	17.09	26.22	
		16.17	27.83	13.17	27.95	
		12.32	29.46	10.06	30.08	
		9.70	30.18	9.70	30.68	
		8.29	31.07	0.30	33.37	
		0.00	33.46	0.00	1.40	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
11		95.16	0.00	95.30	0.00	marne fortement alteree
		95.30	5.03	95.16	5.09	
		90.99	7.01	88.89	8.05	
		85.27	8.09	93.33	0.03	
12		95.16	0.00	93.33	0.03	marne fortement alteree
		0.00	1.40	0.00	-4.57	
		95.30	-4.57	95.30	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	No	65.25	8.04	85.25	8.11	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
2	No	64.92	8.44	84.92	8.44	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
3	No	64.53	8.84	84.52	8.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
4	No	64.13	9.24	84.12	9.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
5	No	63.73	9.64	83.72	9.64	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
6	No	63.23	10.04	83.32	10.04	20.09	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
7	No	62.93	10.44	82.92	10.44	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
8	No	62.53	10.84	82.52	10.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
9	No	62.13	11.24	82.12	11.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
10	No	61.72	11.64	81.72	11.64	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
11	No	61.22	12.04	81.32	12.04	20.10	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
12	No	60.82	12.44	80.91	12.44	20.09	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
13	No	60.52	12.84	80.51	12.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
14	No	60.12	13.24	80.11	13.24	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
15	No	59.70	13.64	79.70	13.64	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
16	No	59.30	14.04	79.30	14.04	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
17	No	58.90	14.44	78.90	14.44	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
18	No	58.50	14.84	78.49	14.84	19.99	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
19	No	58.09	15.24	78.09	15.24	20.00	173.00	l_k = 20.00 m	Fixed
20	No	52.57	15.64	74.57	15.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
21	No	52.17	16.04	74.17	16.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
22	No	51.77	16.44	73.77	16.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
23	No	50.97	17.24	72.97	17.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
24	No	51.37	16.84	73.37	16.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
25	No	50.57	17.64	72.57	17.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
26	No	50.17	18.04	72.17	18.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
27	No	49.77	18.44	71.77	18.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
28	No	49.37	18.84	71.37	18.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
29	No	48.97	19.24	70.97	19.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
30	No	48.57	19.64	70.57	19.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
31	No	48.17	20.04	70.17	20.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
32	No	47.77	20.44	69.77	20.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
33	No	47.37	20.84	69.37	20.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
34	No	46.97	21.24	68.97	21.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
35	No	46.57	21.64	68.57	21.64	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
36	No	46.17	22.04	68.17	22.04	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
37	No	45.77	22.44	67.77	22.44	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
38	No	45.37	22.84	67.37	22.84	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
39	No	44.97	23.24	66.97	23.24	22.00	173.00	l_k = 22.00 m	Fixed
40	No	39.45	23.64	63.45	23.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
41	No	39.05	24.04	63.05	24.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
42	No	38.65	24.44	62.65	24.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
43	No	38.25	24.84	62.25	24.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
44	No	37.85	25.24	61.85	25.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
45	No	37.45	25.64	61.45	25.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
46	No	37.05	26.04	61.05	26.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
47	No	36.65	26.44	60.65	26.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
48	No	36.25	26.84	60.25	26.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
49	No	35.85	27.24	59.85	27.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
50	No	35.45	27.64	59.45	27.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
51	No	35.05	28.04	59.05	28.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
52	No	34.65	28.44	58.65	28.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
53	No	34.25	28.84	58.25	28.84	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
54	No	33.85	29.24	57.85	29.24	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
55	No	33.45	29.64	57.45	29.64	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
56	No	33.05	30.04	57.05	30.04	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed
57	No	32.65	30.44	56.65	30.44	24.00	173.00	l_k = 24.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 18.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m^2

Surcharges

No.	Name
1	surcharge

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 7)

Analysis 1 (stage 7)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	86.88	[m]	Angles :	α_1 =	-52.66	[°]
	z =	73.61	[m]		α_2 =	6.78	[°]
Radius :	R =	68.94	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 7)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	78.41	[m]	Angles :	α_1 =	-55.43	[°]
	z =	63.44	[m]		α_2 =	7.06	[°]
Radius :	R =	55.77	[m]				
The slip surface after broken optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	57.00
2	37.07
3	22.03
4	10.46
5	0.18
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00
22	0.00
23	0.00
24	0.00
25	0.00
26	0.00
27	0.00
28	0.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

29	0.00
30	0.00
31	0.00
32	0.00
33	0.00
34	0.00
35	0.00
36	0.00
37	0.00
38	0.00
39	0.00
40	0.00
41	0.00
42	0.00
43	0.00
44	0.00
45	0.00
46	0.19
47	0.56
48	0.92
49	1.28
50	1.65
51	2.01
52	2.52
53	3.25
54	3.97
55	4.70
56	5.42
57	6.14

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 4340.46 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 6923.35 kN/m

Sliding moment : M_a = 242067.21 kNm/m

Resisting moment : M_p = 386114.98 kNm/m

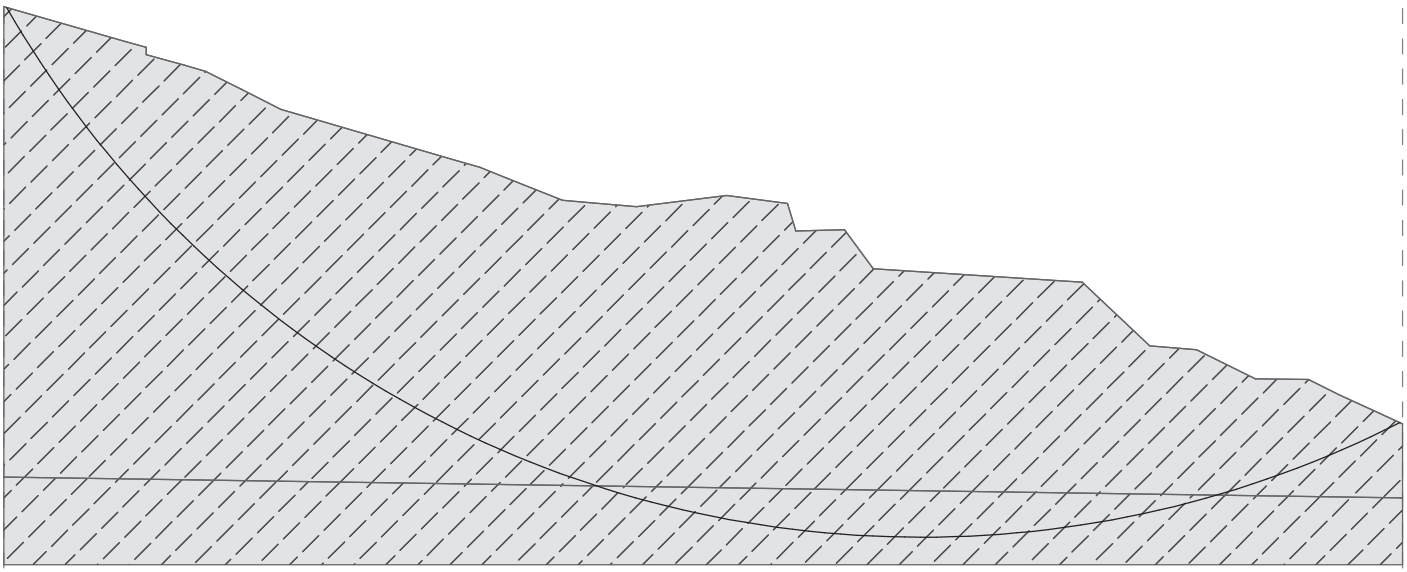
Factor of safety = 1.60 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

analyse du degre de stabiliter du profil 2 caracteristique de la section PK37+871-PK38+010

Name :	Stage - analysis : 1 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 6866.61 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 17651.41 kN/m

Sliding moment : M_a = 493572.17 kNm/m

Resisting moment : M_p = 1268783.02 kNm/m

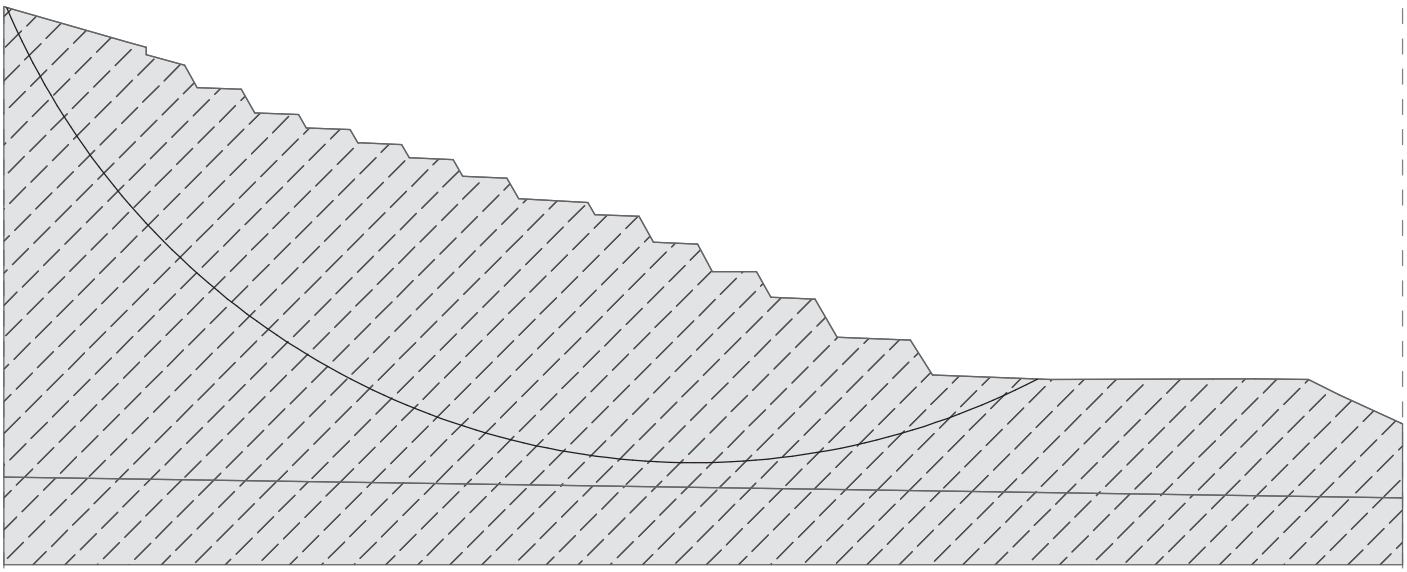
Factor of safety = 2.57 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

analyse du degre de stabiliter du profil 2 caracteristique de la section PK37+871-PK38+010

Name :	Stage - analysis : 2 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 5436.93 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 11488.80 kN/m

Sliding moment : M_a = 276631.22 kNm/m

Resisting moment : M_p = 584550.00 kNm/m

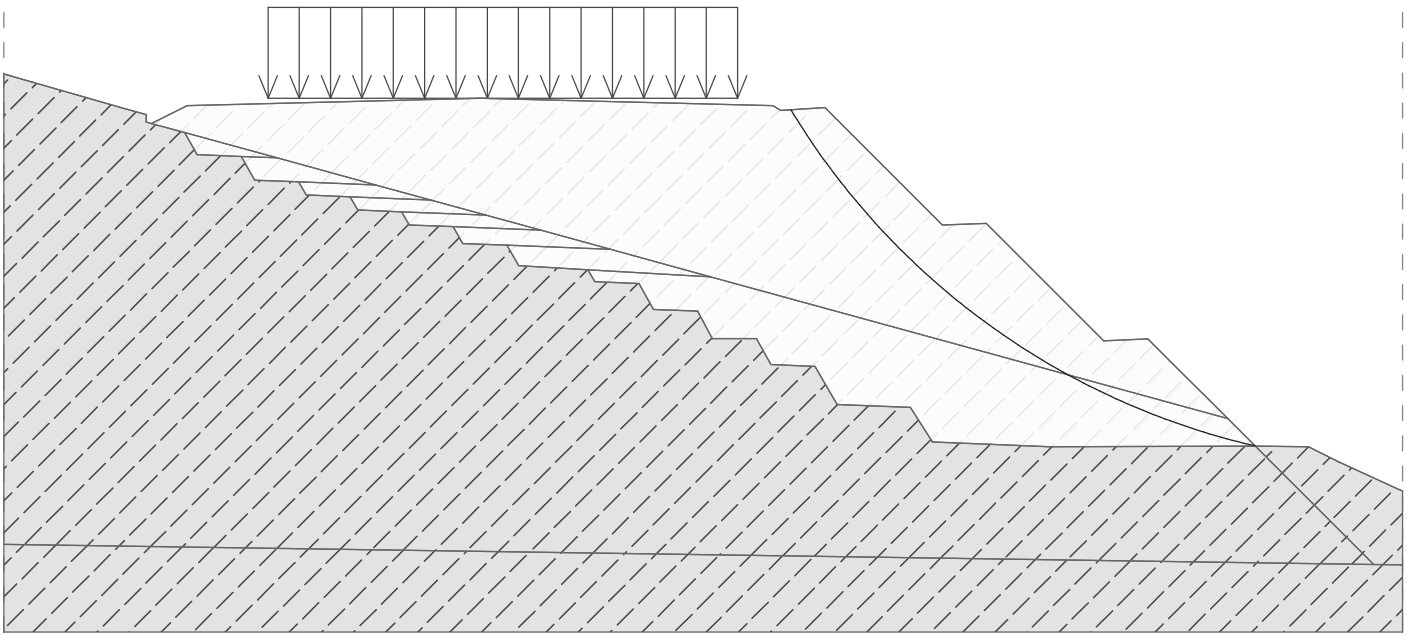
Factor of safety = 2.11 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

analyse du degre de stabiliter du profil 2 caracteristique de la section PK37+871-PK38+010

Name :	Stage - analysis : 3 - 4



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 1441.99 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 1413.67 kN/m

Sliding moment : M_a = 72358.90 kNm/m

Resisting moment : M_p = 70937.94 kNm/m

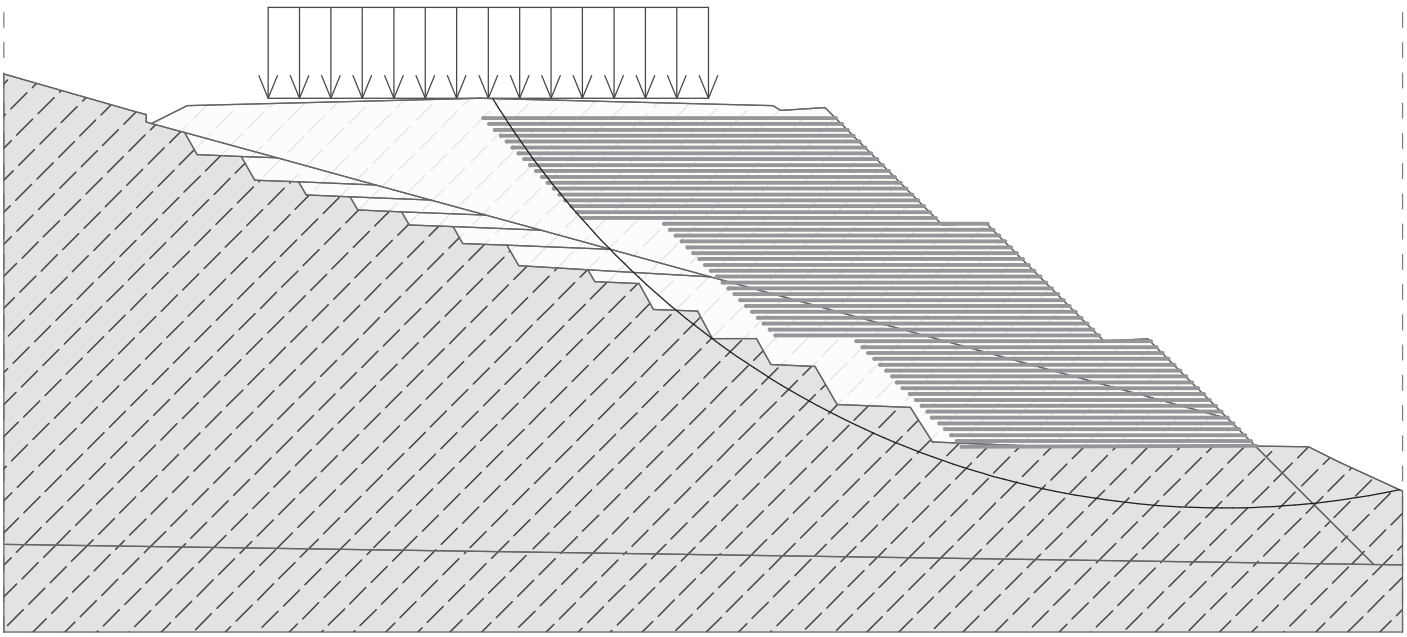
Factor of safety = 0.98 < 1.50

Slope stability NOT ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

analyse du degre de stabiliter du profil 2 caracteristique de la section PK37+871-PK38+010

Name :	Stage - analysis : 4 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 5515.35 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 8537.49 kN/m

Sliding moment : M_a = 322151.50 kNm/m

Resisting moment : M_p = 498674.91 kNm/m

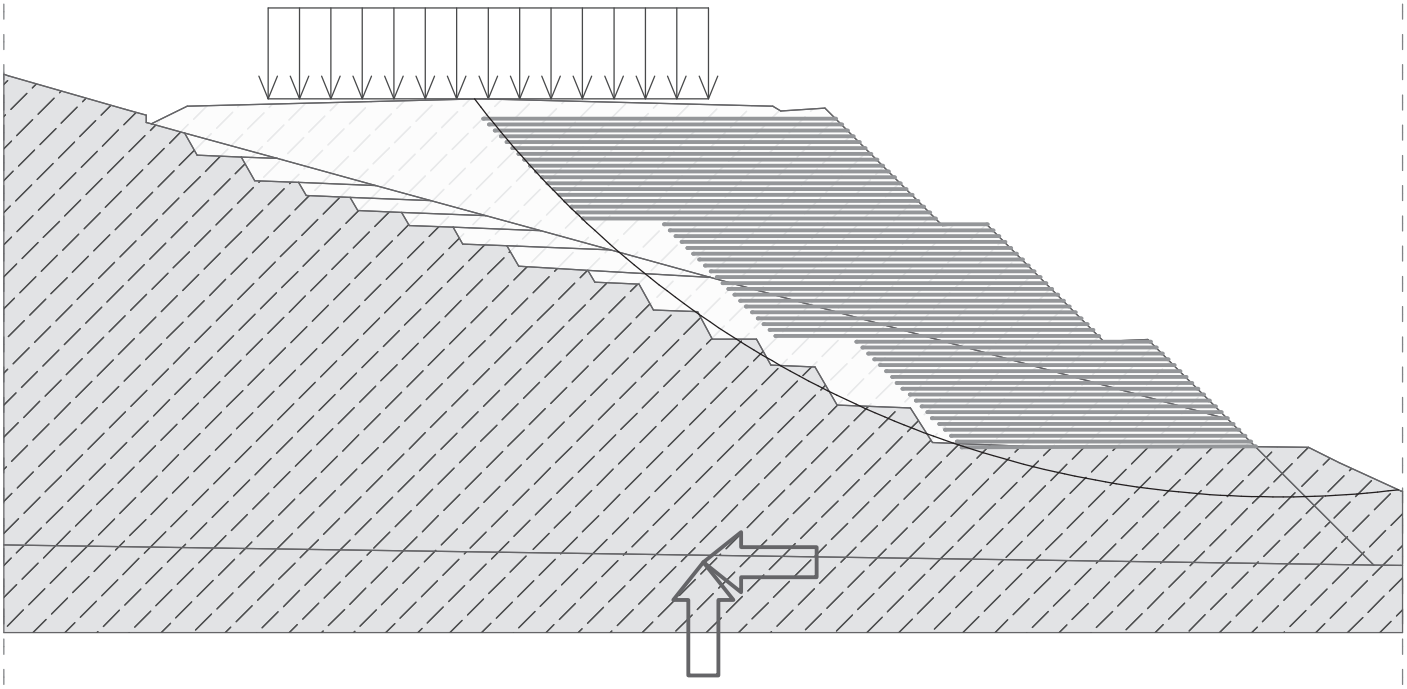
Factor of safety = 1.55 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

analyse du degre de stabiliter du profil 2 caracteristique de la section PK37+871-PK38+010

Name :	Stage - analysis : 5 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 6067.31 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 7578.16 kN/m

Sliding moment : M_a = 418280.03 kNm/m

Resisting moment : M_p = 522438.35 kNm/m

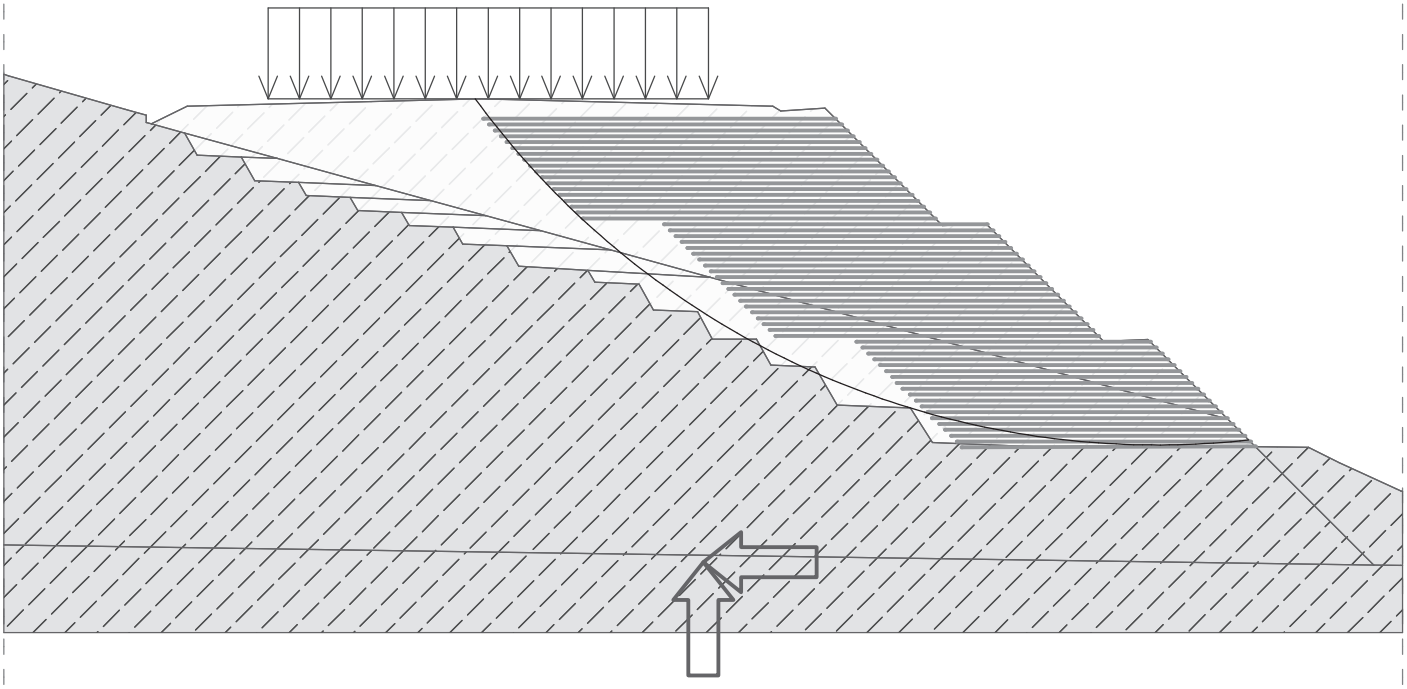
Factor of safety = 1.25 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

analyse du degre de stabiliter du profil 2 caracteristique de la section PK37+871-PK38+010

Name :	Stage - analysis : 6 - 1



The slip surface after broken optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 4939.49 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 6130.05 kN/m

Sliding moment : M_a = 284464.95 kNm/m

Resisting moment : M_p = 353029.49 kNm/m

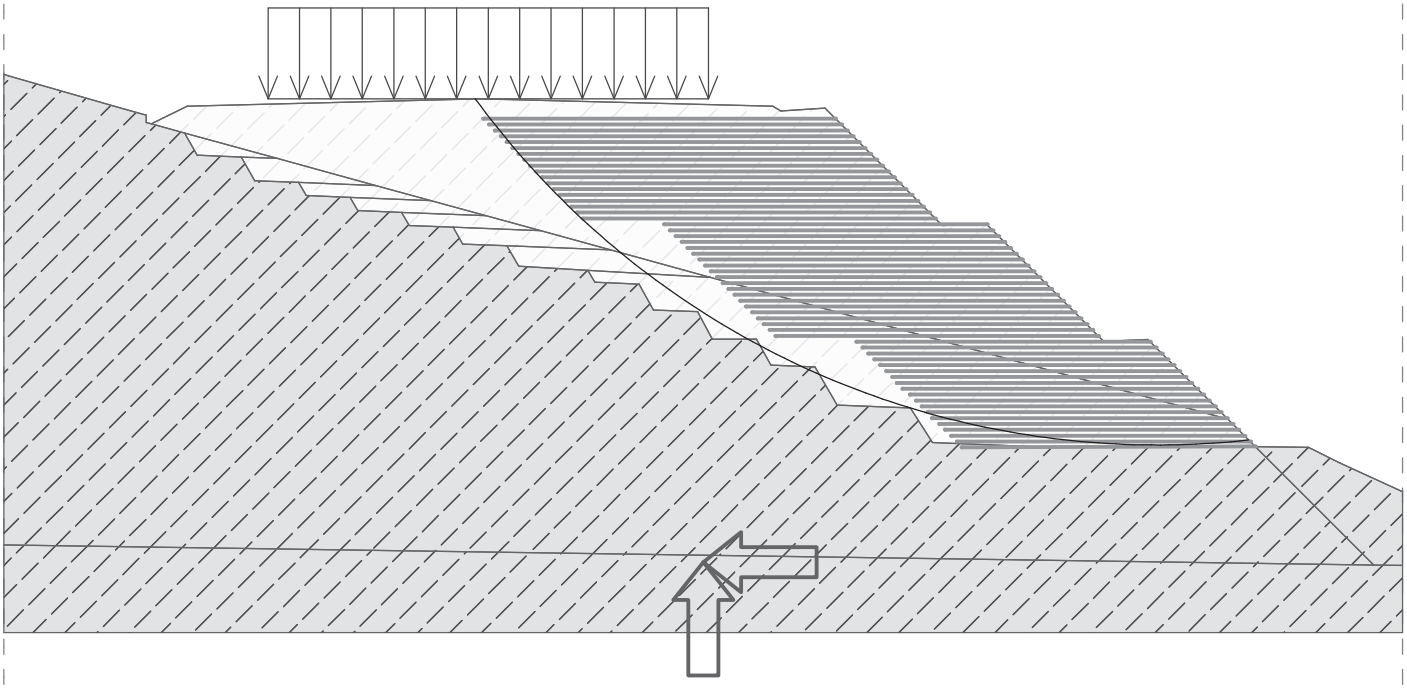
Factor of safety = 1.24 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

analyse du degre de stabiliter du profil 2 caracteristique de la section PK37+871-PK38+010

Name :	Stage - analysis : 6 - 1



The slip surface after broken optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 4939.49 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 6130.05 kN/m

Sliding moment : M_a = 284464.95 kNm/m

Resisting moment : M_p = 353029.49 kNm/m

Factor of safety = 1.24 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slope stability analysis

Input data

Project

Task : etude de stabilite du profil 3 caracteristique de la section PK38+010-38+050
Date : 5/16/2023

Settings

USA - Safety factor

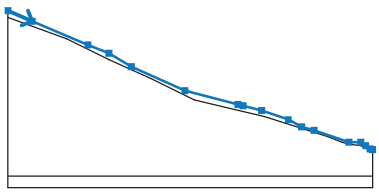
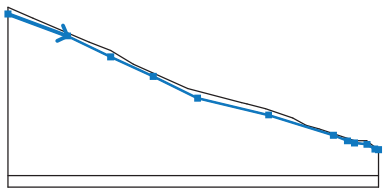
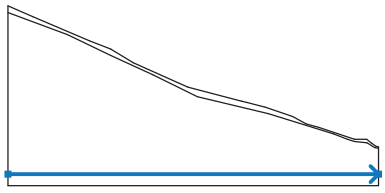
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.50	[–]

Safety factors			
Seismic design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.00	[–]

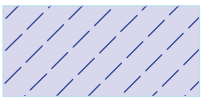
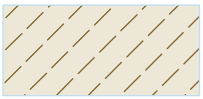
Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	66.29	9.74	62.06	32.04	52.60
		40.47	49.24	49.41	43.81	70.87	34.24
		92.06	28.73	94.12	28.21	101.52	26.34
		112.24	22.66	117.52	19.80	122.55	18.37
		136.53	13.65	141.27	13.65	143.24	12.23
		144.96	10.97	145.86	10.72	145.94	10.70
2		0.00	63.60	23.47	54.99	40.41	46.73
		57.23	39.07	74.67	30.50	102.66	23.85
		128.21	15.85	133.74	13.66	136.53	12.86
		141.40	12.27	144.52	10.40	145.94	10.15
3		0.00	0.00	145.94	0.00		

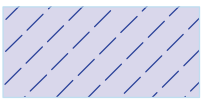
Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
1	remblai		30.00	5.00	20.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]
2	marne intensenment alteree		22.00	55.00	23.00
3	argile peu plastique		16.35	32.60	19.00

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	n [–]
1	remblai		20.00		
2	marne intensenment alteree		24.00		
3	argile peu plastique		20.00		

Soil parameters

remblai

Unit weight : γ = 20.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 30.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 5.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

marne intensenment alteree

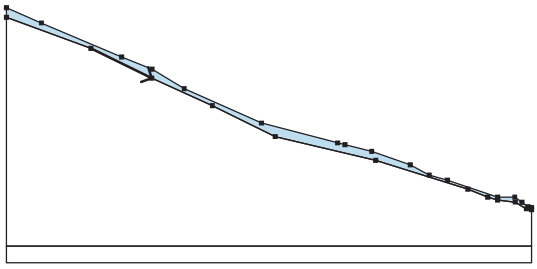
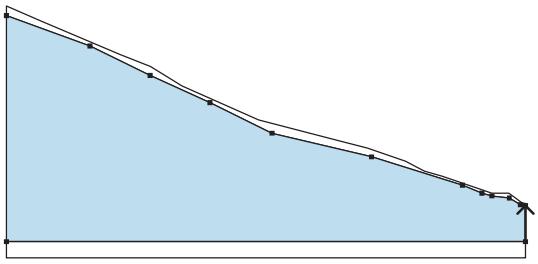
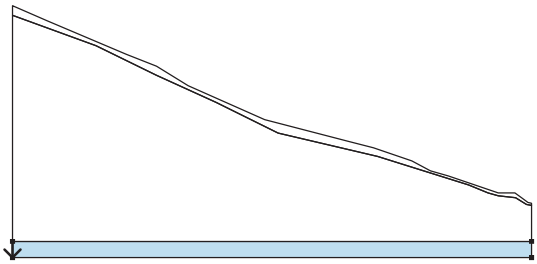
Unit weight : γ = 23.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 22.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 55.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 24.00 kN/m^3

argile peu plastique

Unit weight : γ = 19.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 16.35 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 32.60 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		23.47	54.99	40.41	46.73	argile peu plastique
		57.23	39.07	74.67	30.50	
		102.66	23.85	128.21	15.85	
		133.74	13.66	136.53	12.86	
		141.40	12.27	144.52	10.40	
		145.94	10.15	145.94	10.70	
		145.86	10.72	144.96	10.97	
		143.24	12.23	141.27	13.65	
		136.53	13.65	122.55	18.37	
		117.52	19.80	112.24	22.66	
		101.52	26.34	94.12	28.21	
		92.06	28.73	70.87	34.24	
		49.41	43.81	40.47	49.24	
		32.04	52.60	9.74	62.06	
		0.00	66.29	0.00	63.60	
2		145.94	0.00	145.94	10.15	marne intensenment alteree
		144.52	10.40	141.40	12.27	
		136.53	12.86	133.74	13.66	
		128.21	15.85	102.66	23.85	
		74.67	30.50	57.23	39.07	
		40.41	46.73	23.47	54.99	
		0.00	63.60	0.00	0.00	
3		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne intensenment alteree
		145.94	-4.57	145.94	0.00	

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1 (stage 1)

Circular slip surface

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slip surface parameters							
Center :	x =	61.77	[m]	Angles :	α_1 =	-68.89	[°]
	z =	89.98	[m]		α_2 =	23.93	[°]
Radius :	R =	66.01	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 9389.04 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 15735.74 kN/m

Sliding moment : M_a = 619770.86 kNm/m

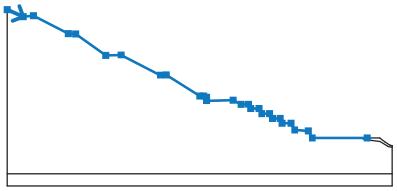
Resisting moment : M_p = 1038716.07 kNm/m

Factor of safety = 1.68 > 1.50

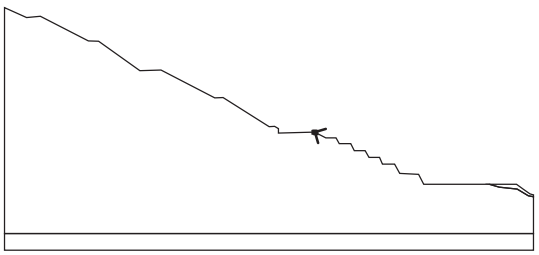
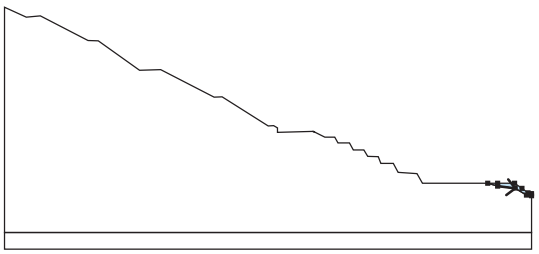
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 2)

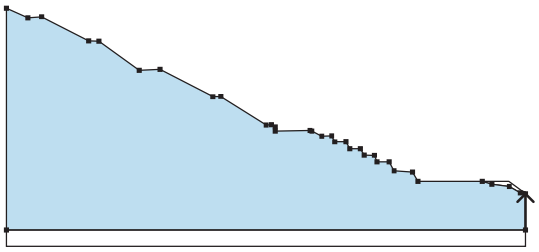
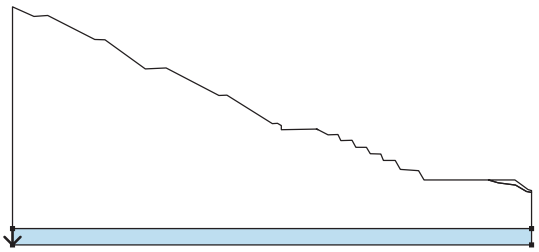
Earth cut

No.	Cut location	Coordinates of cut points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	62.34	6.06	59.62	9.89	59.96
		23.12	53.20	25.99	53.09	37.36	44.91
		43.20	45.13	58.04	37.48	60.27	37.56
		73.03	29.53	74.53	29.60	75.57	29.01
		75.57	27.77	85.63	27.97	88.67	26.39
		91.46	26.44	92.33	24.79	95.49	24.81
		96.54	22.85	99.52	22.85	100.57	21.07
		103.51	21.00	104.23	19.18	107.63	19.18
		109.01	16.63	114.21	16.31	115.70	13.65
		136.53	13.65				

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		85.89	27.83	85.63	27.97	argile peu plastique
		85.34	27.96			
2		136.53	12.86	141.40	12.27	argile peu plastique
		144.52	10.40	145.94	10.15	
		145.94	10.70	145.86	10.72	
		144.96	10.97	143.24	12.23	
		141.27	13.65	136.53	13.65	
		133.77	13.65			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
3		145.94	0.00	145.94	10.15	marne intensenment alteree
		144.52	10.40	141.40	12.27	
		136.53	12.86	133.77	13.65	
		115.70	13.65	114.21	16.31	
		109.01	16.63	107.63	19.18	
		104.23	19.18	103.51	21.00	
		100.57	21.07	99.52	22.85	
		96.54	22.85	95.49	24.81	
		92.33	24.79	91.46	26.44	
		88.67	26.39	85.89	27.83	
		85.34	27.96	75.57	27.77	
		75.57	29.01	74.53	29.60	
		73.03	29.53	60.27	37.56	
		58.04	37.48	43.20	45.13	
		37.36	44.91	25.99	53.09	
		23.12	53.20	9.89	59.96	
		6.06	59.62	0.00	62.34	
		0.00	0.00			
4		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne intensenment alteree
		145.94	-4.57	145.94	0.00	

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 2)

Analysis 1 (stage 2)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	58.35	[m]	Angles :	α_1 =	-64.77	[°]
	z =	89.64	[m]		α_2 =	15.72	[°]
Radius :	R =	64.27	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 7748.11 kN/m

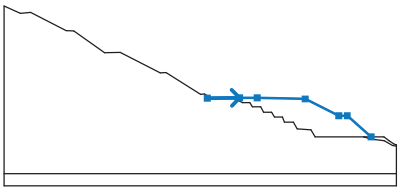
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Sum of passive forces : F_p = 12993.35 kN/m

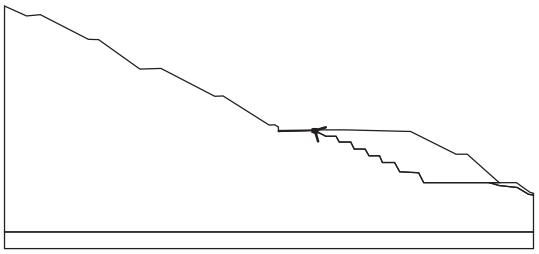
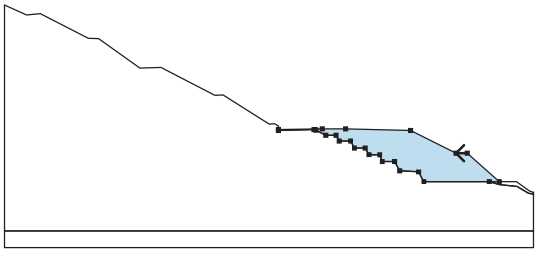
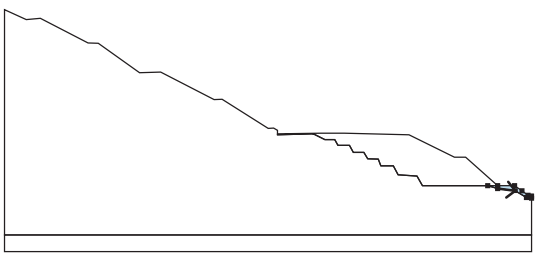
Sliding moment : M_a = 497970.91 kNm/m
Resisting moment : M_p = 835082.85 kNm/m
Factor of safety = 1.68 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 3)

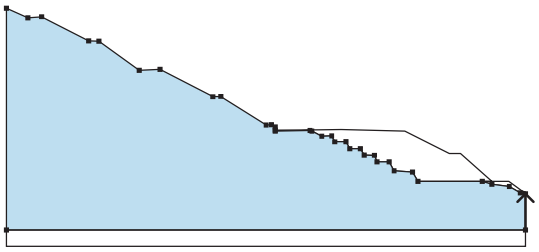
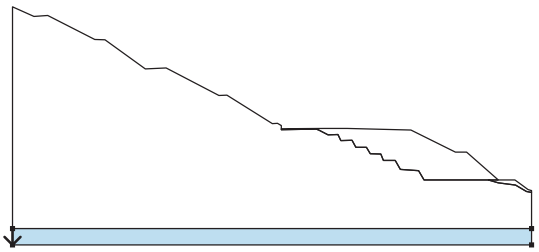
Embankment interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		75.57	28.04	87.66	28.15	94.12	28.21
		112.02	27.76	124.56	21.49	127.68	21.49
		136.53	13.65				

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		85.89	27.83	85.63	27.97	argile peu plastique
		85.34	27.96			
2		127.68	21.49	124.56	21.49	remblai
		112.02	27.76	94.12	28.21	
		87.66	28.15	75.57	28.04	
		75.57	27.77	85.34	27.96	
		85.63	27.97	85.89	27.83	
		88.67	26.39	91.46	26.44	
		92.33	24.79	95.49	24.81	
		96.54	22.85	99.52	22.85	
		100.57	21.07	103.51	21.00	
		104.23	19.18	107.63	19.18	
		109.01	16.63	114.21	16.31	
		115.70	13.65	133.77	13.65	
		136.53	13.65			
3		136.53	12.86	141.40	12.27	argile peu plastique
		144.52	10.40	145.94	10.15	
		145.94	10.70	145.86	10.72	
		144.96	10.97	143.24	12.23	
		141.27	13.65	136.53	13.65	
		133.77	13.65			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
4		145.94	0.00	145.94	10.15	marne intensenment alteree
		144.52	10.40	141.40	12.27	
		136.53	12.86	133.77	13.65	
		115.70	13.65	114.21	16.31	
		109.01	16.63	107.63	19.18	
		104.23	19.18	103.51	21.00	
		100.57	21.07	99.52	22.85	
		96.54	22.85	95.49	24.81	
		92.33	24.79	91.46	26.44	
		88.67	26.39	85.89	27.83	
		85.34	27.96	75.57	27.77	
		75.57	28.04	75.57	29.01	
		74.53	29.60	73.03	29.53	
		60.27	37.56	58.04	37.48	
		43.20	45.13	37.36	44.91	
		25.99	53.09	23.12	53.20	
		9.89	59.96	6.06	59.62	
		0.00	62.34	0.00	0.00	
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne intensenment alteree
		145.94	-4.57	145.94	0.00	

Surcharge

No.	Surcharge		Type	Type of action	Location	Origin	Length	Width	Slope	Magnitude		
	new	change			z [m]	x [m]	l [m]	b [m]	α [°]	q, q_1, f, F	q_2	unit
1	Yes		strip	permanent	on terrain	x = 80.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m^2

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0.10
Vertical seismic coefficient : K_v = 0.03

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 3)

Analysis 1 (stage 3)

Circular slip surface

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slip surface parameters							
Center :	x =	138.08	[m]	Angles :	α_1 =	-69.03	[°]
	z =	25.91	[m]		α_2 =	-7.26	[°]
Radius :	R =	12.35	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 245.11 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 222.96 kN/m

Sliding moment : M_a = 3027.08 kNm/m

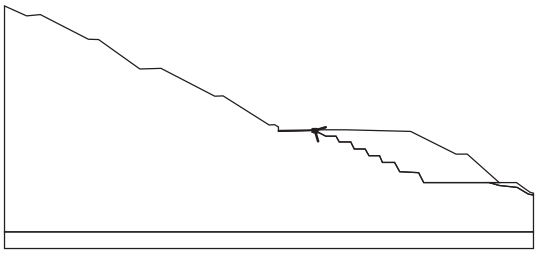
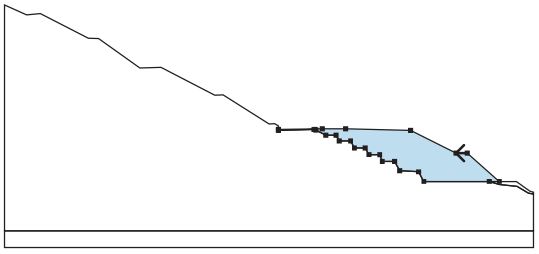
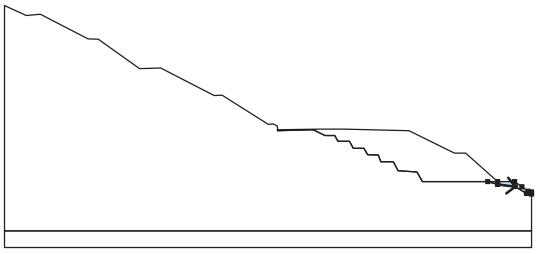
Resisting moment : M_p = 2753.50 kNm/m

Factor of safety = 0.91 < 1.00

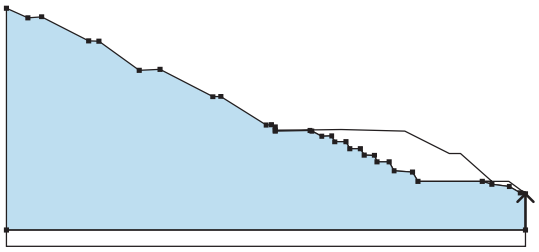
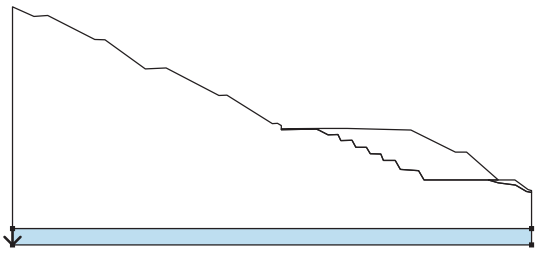
Slope stability NOT ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 4)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		85.89	27.83	85.63	27.97	argile peu plastique
		85.34	27.96			
2		127.68	21.49	124.56	21.49	remblai
		112.02	27.76	94.12	28.21	
		87.66	28.15	75.57	28.04	
		75.57	27.77	85.34	27.96	
		85.63	27.97	85.89	27.83	
		88.67	26.39	91.46	26.44	
		92.33	24.79	95.49	24.81	
		96.54	22.85	99.52	22.85	
		100.57	21.07	103.51	21.00	
		104.23	19.18	107.63	19.18	
		109.01	16.63	114.21	16.31	
		115.70	13.65	133.77	13.65	
		136.53	13.65			
3		136.53	12.86	141.40	12.27	argile peu plastique
		144.52	10.40	145.94	10.15	
		145.94	10.70	145.86	10.72	
		144.96	10.97	143.24	12.23	
		141.27	13.65	136.53	13.65	
		133.77	13.65			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
4		145.94	0.00	145.94	10.15	marne intensenment alteree
		144.52	10.40	141.40	12.27	
		136.53	12.86	133.77	13.65	
		115.70	13.65	114.21	16.31	
		109.01	16.63	107.63	19.18	
		104.23	19.18	103.51	21.00	
		100.57	21.07	99.52	22.85	
		96.54	22.85	95.49	24.81	
		92.33	24.79	91.46	26.44	
		88.67	26.39	85.89	27.83	
		85.34	27.96	75.57	27.77	
		75.57	28.04	75.57	29.01	
		74.53	29.60	73.03	29.53	
		60.27	37.56	58.04	37.48	
		43.20	45.13	37.36	44.91	
		25.99	53.09	23.12	53.20	
		9.89	59.96	6.06	59.62	
		0.00	62.34	0.00	0.00	
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne intensenment alteree
		145.94	-4.57	145.94	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	Yes	118.45	13.95	136.45	13.72	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
2	Yes	117.45	14.75	135.53	14.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
3	Yes	117.45	14.75	135.53	14.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
4	Yes	116.41	15.53	134.41	15.53	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
5	Yes	115.41	16.33	133.50	16.33	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
6	Yes	114.41	17.13	132.60	17.13	18.19	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
7	Yes	113.70	17.93	131.70	17.93	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
8	Yes	112.80	18.73	130.80	18.73	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
9	Yes	111.80	19.53	129.89	19.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
10	Yes	111.00	20.33	128.99	20.33	17.99	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 80.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m²

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 4)

Analysis 1 (stage 4)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	132.50	[m]	Angles :	α_1 =	-42.90	[°]
	z =	67.51	[m]		α_2 =	3.97	[°]
Radius :	R =	53.71	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Bishop)

Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 4)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	135.67	[m]	Angles :	α_1 =	-64.29	[°]
	z =	42.24	[m]		α_2 =	17.64	[°]
Radius :	R =	33.02	[m]				
The slip surface after optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	2.47
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.12

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2130.57 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 3989.99 kN/m

Sliding moment : M_a = 70351.53 kNm/m

Resisting moment : M_p = 131749.51 kNm/m

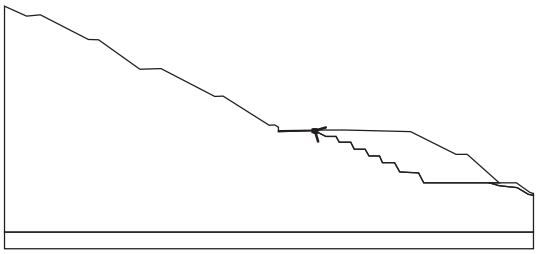
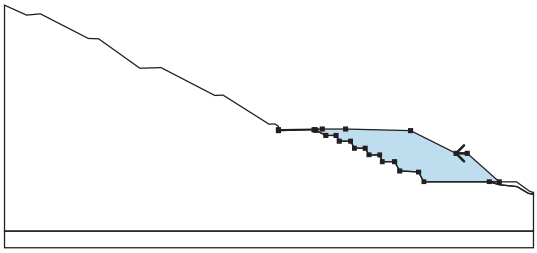
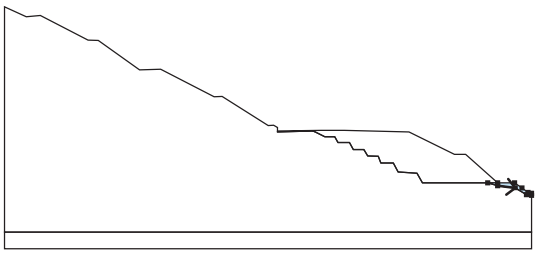
Factor of safety = 1.87 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

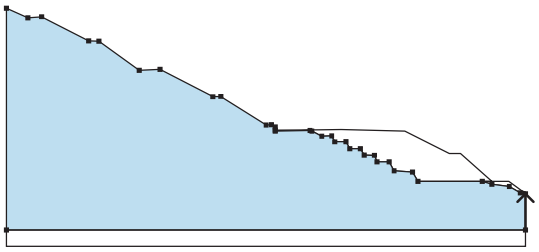
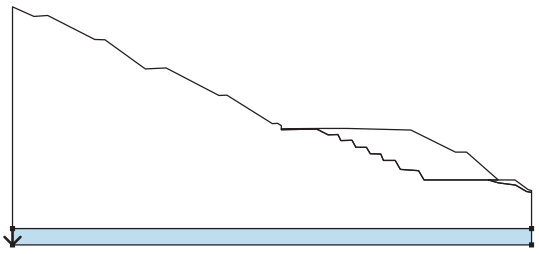
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Input data (Stage of construction 5)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		85.89	27.83	85.63	27.97	argile peu plastique
		85.34	27.96			
2		127.68	21.49	124.56	21.49	remblai
		112.02	27.76	94.12	28.21	
		87.66	28.15	75.57	28.04	
		75.57	27.77	85.34	27.96	
		85.63	27.97	85.89	27.83	
		88.67	26.39	91.46	26.44	
		92.33	24.79	95.49	24.81	
		96.54	22.85	99.52	22.85	
		100.57	21.07	103.51	21.00	
		104.23	19.18	107.63	19.18	
		109.01	16.63	114.21	16.31	
		115.70	13.65	133.77	13.65	
		136.53	13.65			
3		136.53	12.86	141.40	12.27	argile peu plastique
		144.52	10.40	145.94	10.15	
		145.94	10.70	145.86	10.72	
		144.96	10.97	143.24	12.23	
		141.27	13.65	136.53	13.65	
		133.77	13.65			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
4		145.94	0.00	145.94	10.15	marne intensenment alteree
		144.52	10.40	141.40	12.27	
		136.53	12.86	133.77	13.65	
		115.70	13.65	114.21	16.31	
		109.01	16.63	107.63	19.18	
		104.23	19.18	103.51	21.00	
		100.57	21.07	99.52	22.85	
		96.54	22.85	95.49	24.81	
		92.33	24.79	91.46	26.44	
		88.67	26.39	85.89	27.83	
		85.34	27.96	75.57	27.77	
		75.57	28.04	75.57	29.01	
		74.53	29.60	73.03	29.53	
		60.27	37.56	58.04	37.48	
		43.20	45.13	37.36	44.91	
		25.99	53.09	23.12	53.20	
		9.89	59.96	6.06	59.62	
		0.00	62.34	0.00	0.00	
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne intensenment alteree
		145.94	-4.57	145.94	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	z [m]	Point to the right x [m]	z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	No	118.45	13.95	136.45	13.72	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
2	No	117.45	14.75	135.53	14.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
3	No	117.45	14.75	135.53	14.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
4	No	116.41	15.53	134.41	15.53	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
5	No	115.41	16.33	133.50	16.33	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
6	No	114.41	17.13	132.60	17.13	18.19	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
7	No	113.70	17.93	131.70	17.93	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
8	No	112.80	18.73	130.80	18.73	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
9	No	111.80	19.53	129.89	19.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
10	No	111.00	20.33	128.99	20.33	17.99	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	q_2	unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 80.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m²

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0.10
Vertical seismic coefficient : K_v = 0.03

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 5)

Analysis 1 (stage 5)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	132.50	[m]	Angles :	α_1 =	-42.90	[°]
	z =	67.51	[m]		α_2 =	3.97	[°]
Radius :	R =	53.71	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Bishop)
Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 5)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	136.32	[m]	Angles :	α_1 =	-59.63	[°]
	z =	46.73	[m]		α_2 =	14.54	[°]
Radius :	R =	37.14	[m]				
The slip surface after optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	4.53
2	0.22
3	0.22
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

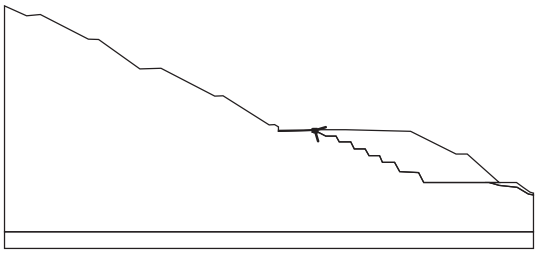
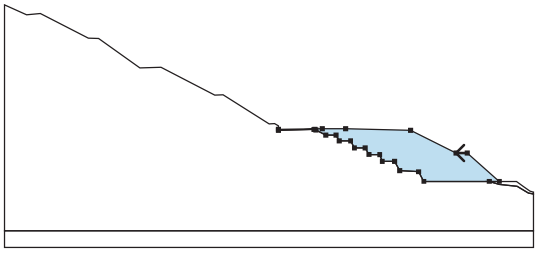
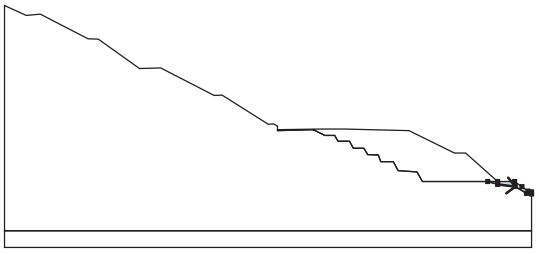
Sum of active forces : F_a = 2567.31 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 3872.80 kN/m

Sliding moment : M_a = 95350.06 kNm/m
Resisting moment : M_p = 143835.76 kNm/m
Factor of safety = 1.51 > 1.00
Slope stability ACCEPTABLE

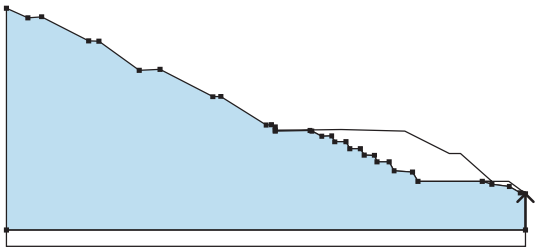
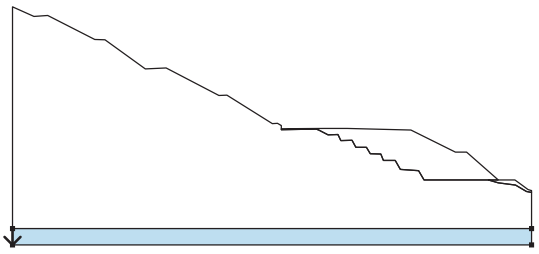
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Input data (Stage of construction 6)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		85.89	27.83	85.63	27.97	argile peu plastique
		85.34	27.96			
2		127.68	21.49	124.56	21.49	remblai
		112.02	27.76	94.12	28.21	
		87.66	28.15	75.57	28.04	
		75.57	27.77	85.34	27.96	
		85.63	27.97	85.89	27.83	
		88.67	26.39	91.46	26.44	
		92.33	24.79	95.49	24.81	
		96.54	22.85	99.52	22.85	
		100.57	21.07	103.51	21.00	
		104.23	19.18	107.63	19.18	
		109.01	16.63	114.21	16.31	
		115.70	13.65	133.77	13.65	
		136.53	13.65			
3		136.53	12.86	141.40	12.27	argile peu plastique
		144.52	10.40	145.94	10.15	
		145.94	10.70	145.86	10.72	
		144.96	10.97	143.24	12.23	
		141.27	13.65	136.53	13.65	
		133.77	13.65			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
4		145.94	0.00	145.94	10.15	marne intensenment alteree
		144.52	10.40	141.40	12.27	
		136.53	12.86	133.77	13.65	
		115.70	13.65	114.21	16.31	
		109.01	16.63	107.63	19.18	
		104.23	19.18	103.51	21.00	
		100.57	21.07	99.52	22.85	
		96.54	22.85	95.49	24.81	
		92.33	24.79	91.46	26.44	
		88.67	26.39	85.89	27.83	
		85.34	27.96	75.57	27.77	
		75.57	28.04	75.57	29.01	
		74.53	29.60	73.03	29.53	
		60.27	37.56	58.04	37.48	
		43.20	45.13	37.36	44.91	
		25.99	53.09	23.12	53.20	
		9.89	59.96	6.06	59.62	
		0.00	62.34	0.00	0.00	
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne intensenment alteree
		145.94	-4.57	145.94	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	z [m]	Point to the right x [m]	z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	No	118.45	13.95	136.45	13.72	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
2	No	117.45	14.75	135.53	14.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
3	No	117.45	14.75	135.53	14.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
4	No	116.41	15.53	134.41	15.53	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
5	No	115.41	16.33	133.50	16.33	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
6	No	114.41	17.13	132.60	17.13	18.19	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
7	No	113.70	17.93	131.70	17.93	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
8	No	112.80	18.73	130.80	18.73	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
9	No	111.80	19.53	129.89	19.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
10	No	111.00	20.33	128.99	20.33	17.99	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	q_2	unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 80.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m²

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0.10
Vertical seismic coefficient : K_v = 0.03

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 6)

Analysis 1 (stage 6)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	132.50	[m]	Angles :	α_1 =	-42.90	[°]
	z =	67.51	[m]		α_2 =	3.97	[°]
Radius :	R =	53.71	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Bishop)
Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 6)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	122.46	[m]	Angles :	α_1 =	-58.47	[°]
	z =	34.88	[m]		α_2 =	9.08	[°]
Radius :	R =	13.56	[m]				
The slip surface after optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

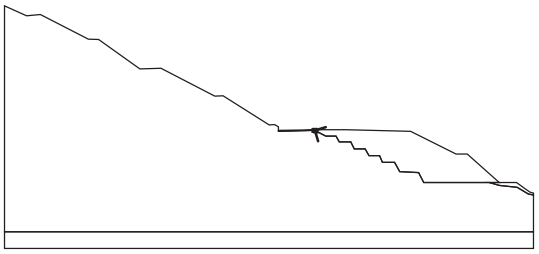
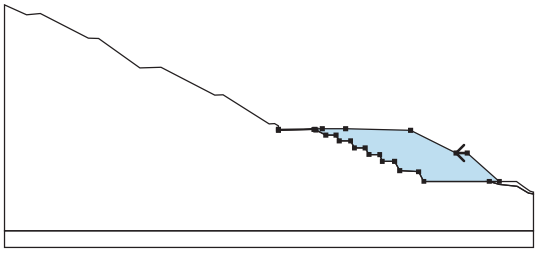
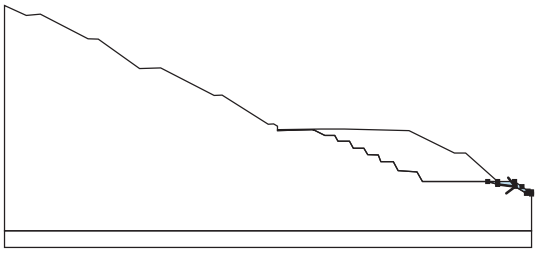
Sum of active forces : F_a = 243.45 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 330.68 kN/m

Sliding moment : M_a = 3301.15 kNm/m
Resisting moment : M_p = 4484.04 kNm/m
Factor of safety = 1.36 > 1.00
Slope stability ACCEPTABLE

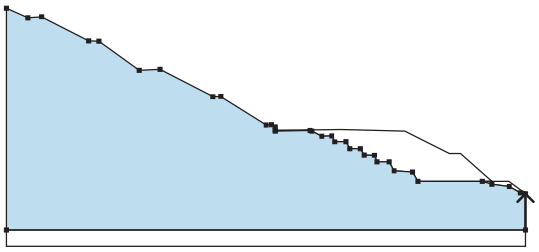
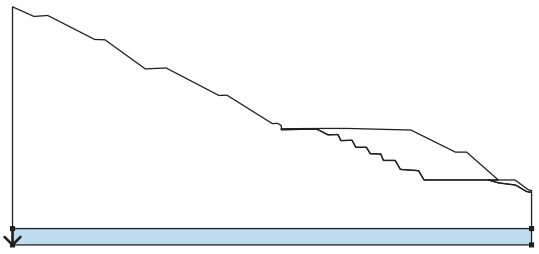
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Input data (Stage of construction 7)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		85.89	27.83	85.63	27.97	argile peu plastique
		85.34	27.96			
2		127.68	21.49	124.56	21.49	remblai
		112.02	27.76	94.12	28.21	
		87.66	28.15	75.57	28.04	
		75.57	27.77	85.34	27.96	
		85.63	27.97	85.89	27.83	
		88.67	26.39	91.46	26.44	
		92.33	24.79	95.49	24.81	
		96.54	22.85	99.52	22.85	
		100.57	21.07	103.51	21.00	
		104.23	19.18	107.63	19.18	
		109.01	16.63	114.21	16.31	
		115.70	13.65	133.77	13.65	
		136.53	13.65			
3		136.53	12.86	141.40	12.27	argile peu plastique
		144.52	10.40	145.94	10.15	
		145.94	10.70	145.86	10.72	
		144.96	10.97	143.24	12.23	
		141.27	13.65	136.53	13.65	
		133.77	13.65			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
4		145.94	0.00	145.94	10.15	marne intensenment alteree
		144.52	10.40	141.40	12.27	
		136.53	12.86	133.77	13.65	
		115.70	13.65	114.21	16.31	
		109.01	16.63	107.63	19.18	
		104.23	19.18	103.51	21.00	
		100.57	21.07	99.52	22.85	
		96.54	22.85	95.49	24.81	
		92.33	24.79	91.46	26.44	
		88.67	26.39	85.89	27.83	
		85.34	27.96	75.57	27.77	
		75.57	28.04	75.57	29.01	
		74.53	29.60	73.03	29.53	
		60.27	37.56	58.04	37.48	
		43.20	45.13	37.36	44.91	
		25.99	53.09	23.12	53.20	
		9.89	59.96	6.06	59.62	
		0.00	62.34	0.00	0.00	
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne intensenment alteree
		145.94	-4.57	145.94	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	No	118.45	13.95	136.45	13.72	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
2	No	117.45	14.75	135.53	14.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
3	No	117.45	14.75	135.53	14.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
4	No	116.41	15.53	134.41	15.53	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
5	No	115.41	16.33	133.50	16.33	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
6	No	114.41	17.13	132.60	17.13	18.19	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
7	No	113.70	17.93	131.70	17.93	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
8	No	112.80	18.73	130.80	18.73	18.00	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
9	No	111.80	19.53	129.89	19.53	18.09	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed
10	No	111.00	20.33	128.99	20.33	17.99	190.00	l_k = 18.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 80.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m²

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 7)

Analysis 1 (stage 7)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	132.50	[m]	Angles :	α_1 =	-42.90	[°]
	z =	67.51	[m]		α_2 =	3.97	[°]
Radius :	R =	53.71	[m]				
Specified slip surface.							

Slope stability verification (Bishop)

Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 7)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	122.29	[m]	Angles :	α_1 =	-59.85	[°]
	z =	34.34	[m]		α_2 =	10.04	[°]
Radius :	R =	13.05	[m]				
The slip surface after optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 208.55 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 352.92 kN/m

Sliding moment : M_a = 2721.56 kNm/m

Resisting moment : M_p = 4605.61 kNm/m

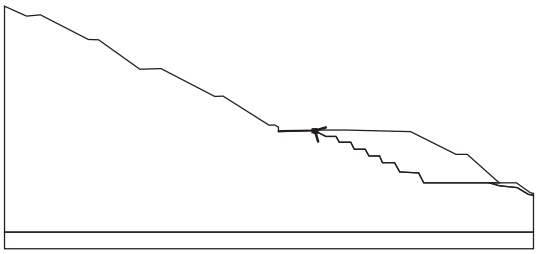
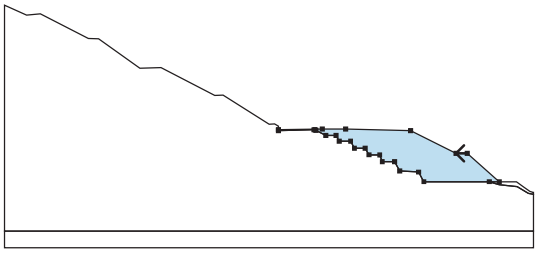
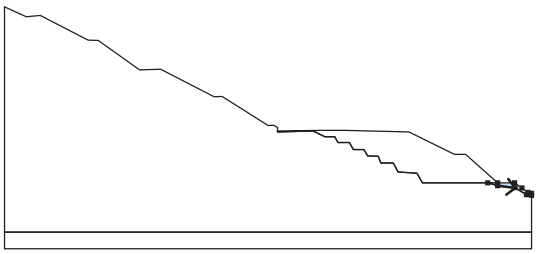
Factor of safety = 1.69 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

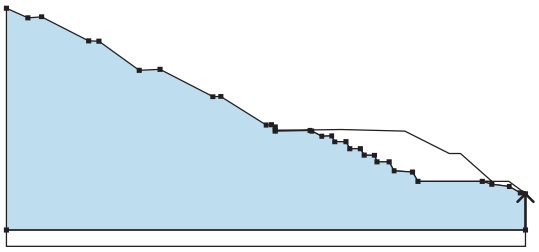
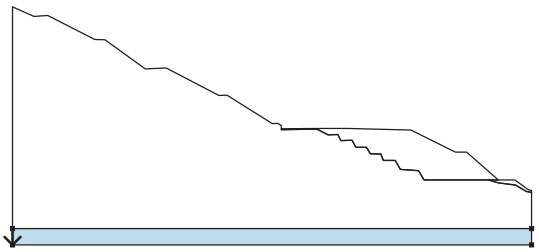
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Input data (Stage of construction 8)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		85.89	27.83	85.63	27.97	argile peu plastique
		85.34	27.96			
2		127.68	21.49	124.56	21.49	remblai
		112.02	27.76	94.12	28.21	
		87.66	28.15	75.57	28.04	
		75.57	27.77	85.34	27.96	
		85.63	27.97	85.89	27.83	
		88.67	26.39	91.46	26.44	
		92.33	24.79	95.49	24.81	
		96.54	22.85	99.52	22.85	
		100.57	21.07	103.51	21.00	
		104.23	19.18	107.63	19.18	
		109.01	16.63	114.21	16.31	
		115.70	13.65	133.77	13.65	
		136.53	13.65			
3		136.53	12.86	141.40	12.27	argile peu plastique
		144.52	10.40	145.94	10.15	
		145.94	10.70	145.86	10.72	
		144.96	10.97	143.24	12.23	
		141.27	13.65	136.53	13.65	
		133.77	13.65			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
4		145.94	0.00	145.94	10.15	marne intensenment alteree
		144.52	10.40	141.40	12.27	
		136.53	12.86	133.77	13.65	
		115.70	13.65	114.21	16.31	
		109.01	16.63	107.63	19.18	
		104.23	19.18	103.51	21.00	
		100.57	21.07	99.52	22.85	
		96.54	22.85	95.49	24.81	
		92.33	24.79	91.46	26.44	
		88.67	26.39	85.89	27.83	
		85.34	27.96	75.57	27.77	
		75.57	28.04	75.57	29.01	
		74.53	29.60	73.03	29.53	
		60.27	37.56	58.04	37.48	
		43.20	45.13	37.36	44.91	
		25.99	53.09	23.12	53.20	
		9.89	59.96	6.06	59.62	
		0.00	62.34	0.00	0.00	
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne intensenment alteree
		145.94	-4.57	145.94	0.00	

Surcharge

No.	Surcharge		Type	Type of action	Location	Origin	Length	Width	Slope	Magnitude		
	new	change			z [m]	x [m]	l [m]	b [m]	α [°]	q, q_1, f, F	q_2	unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 80.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m^2

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 8)

Analysis 1 (stage 8)

Circular slip surface

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slip surface parameters							
Center :	x =	57.87	[m]	Angles :	α_1 =	-65.41	[°]
	z =	88.65	[m]		α_2 =	17.18	[°]
Radius :	R =	63.43	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 7824.33 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 13125.37 kN/m

Sliding moment : M_a = 496297.50 kNm/m

Resisting moment : M_p = 832542.19 kNm/m

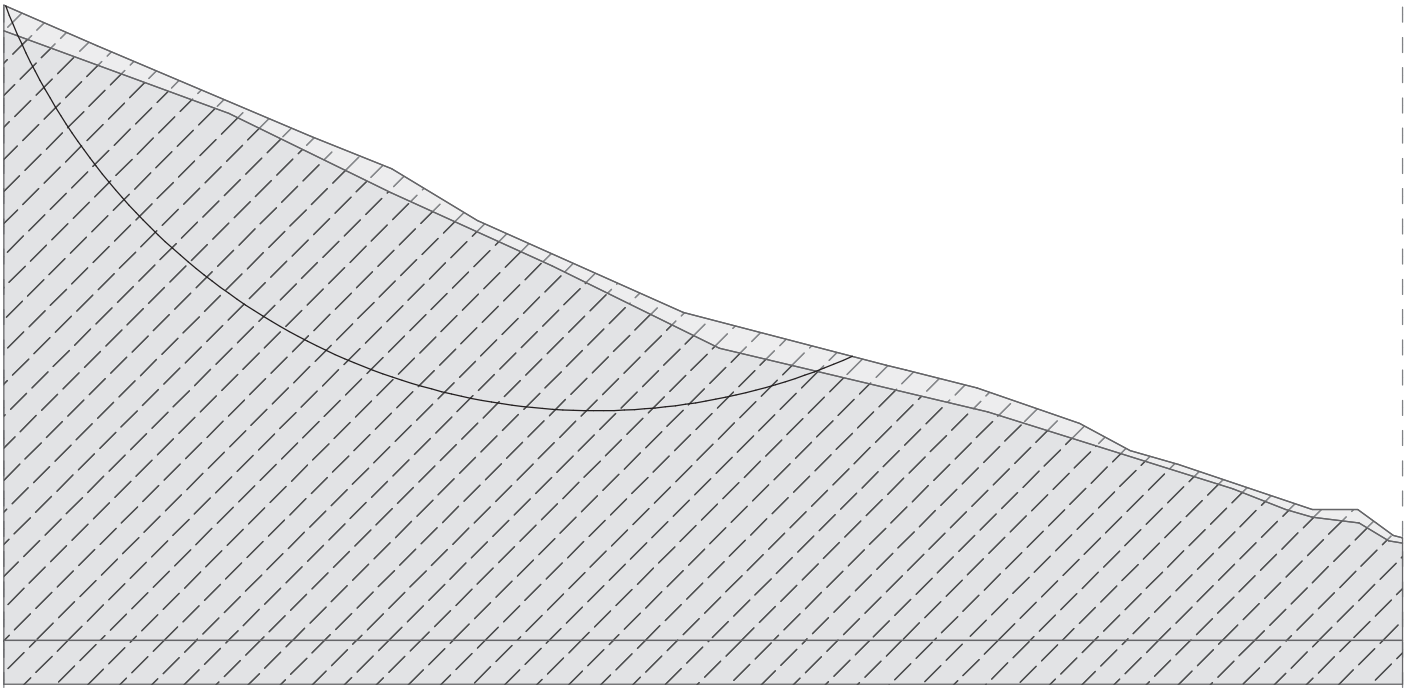
Factor of safety = 1.68 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

etude de stabilite du profil 3 caracteristique de la section PK38+010-38+050

Name :	Stage - analysis : 1 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 9389.04 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 15735.74 kN/m

Sliding moment : M_a = 619770.86 kNm/m

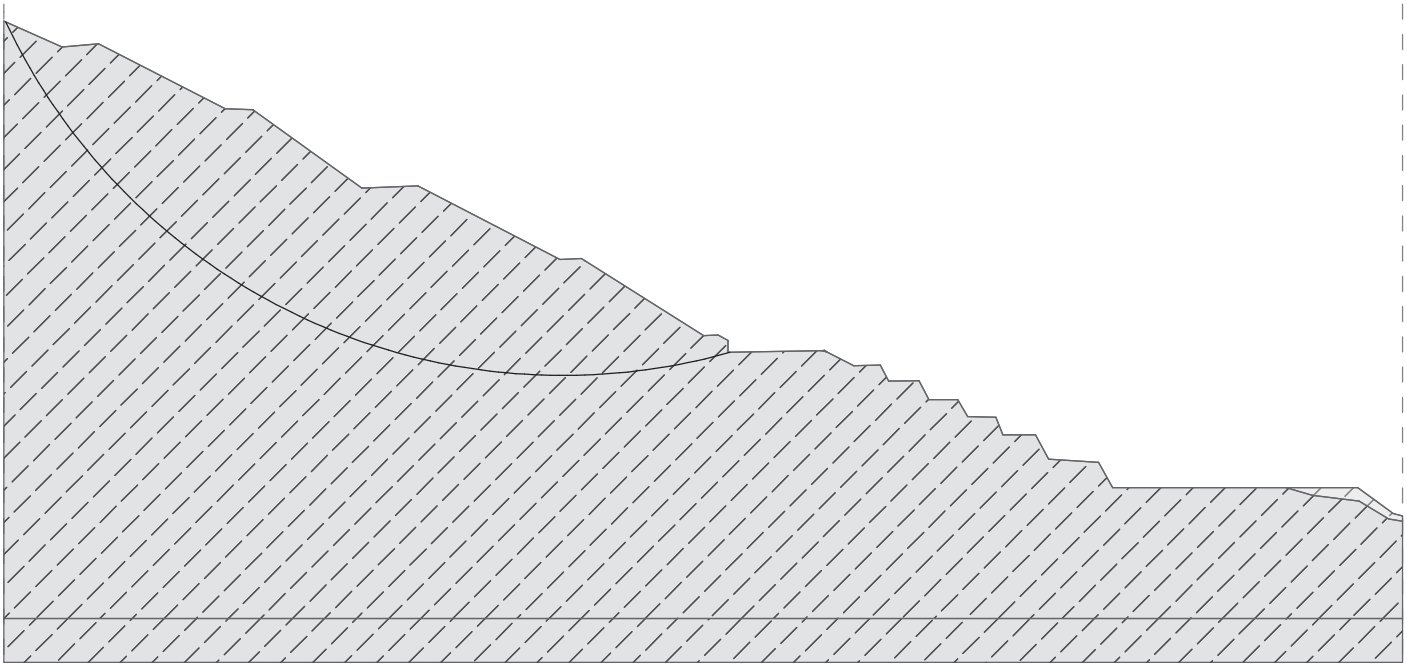
Resisting moment : M_p = 1038716.07 kNm/m

Factor of safety = 1.68 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 2 - 1



The slip surface after optimization.

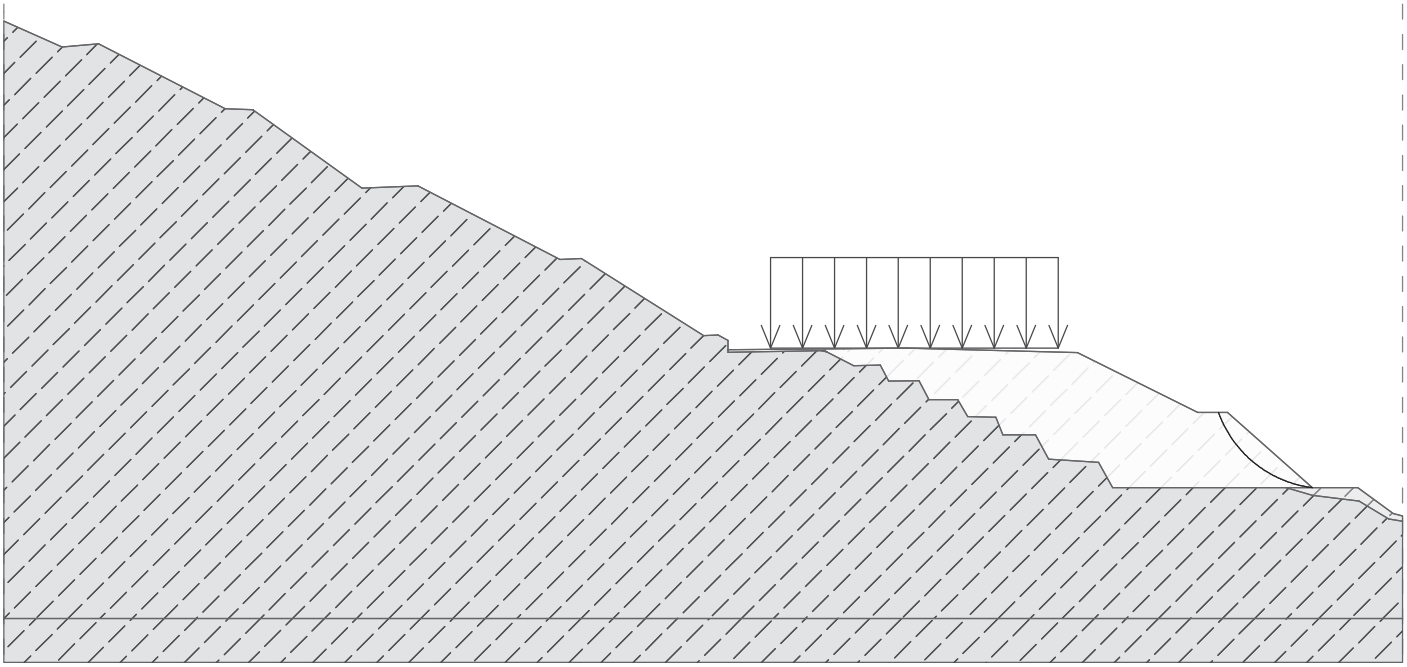
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 7748.11 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 12993.35 kN/m

Sliding moment : M_a = 497970.91 kNm/m
Resisting moment : M_p = 835082.85 kNm/m
Factor of safety = 1.68 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 3 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 216.85 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 232.14 kN/m

Sliding moment : M_a = 2595.73 kNm/m

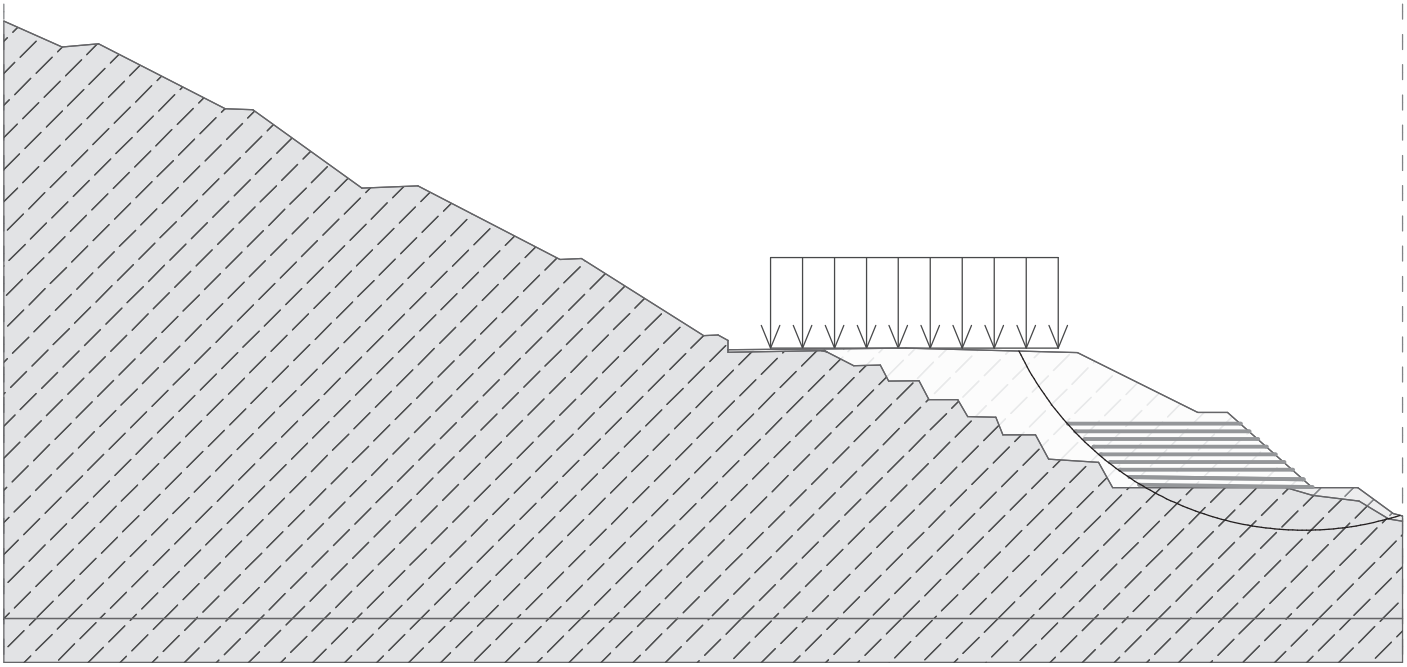
Resisting moment : M_p = 2778.70 kNm/m

Factor of safety = 1.07 < 1.50

Slope stability NOT ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 4 - 2



The slip surface after optimization.

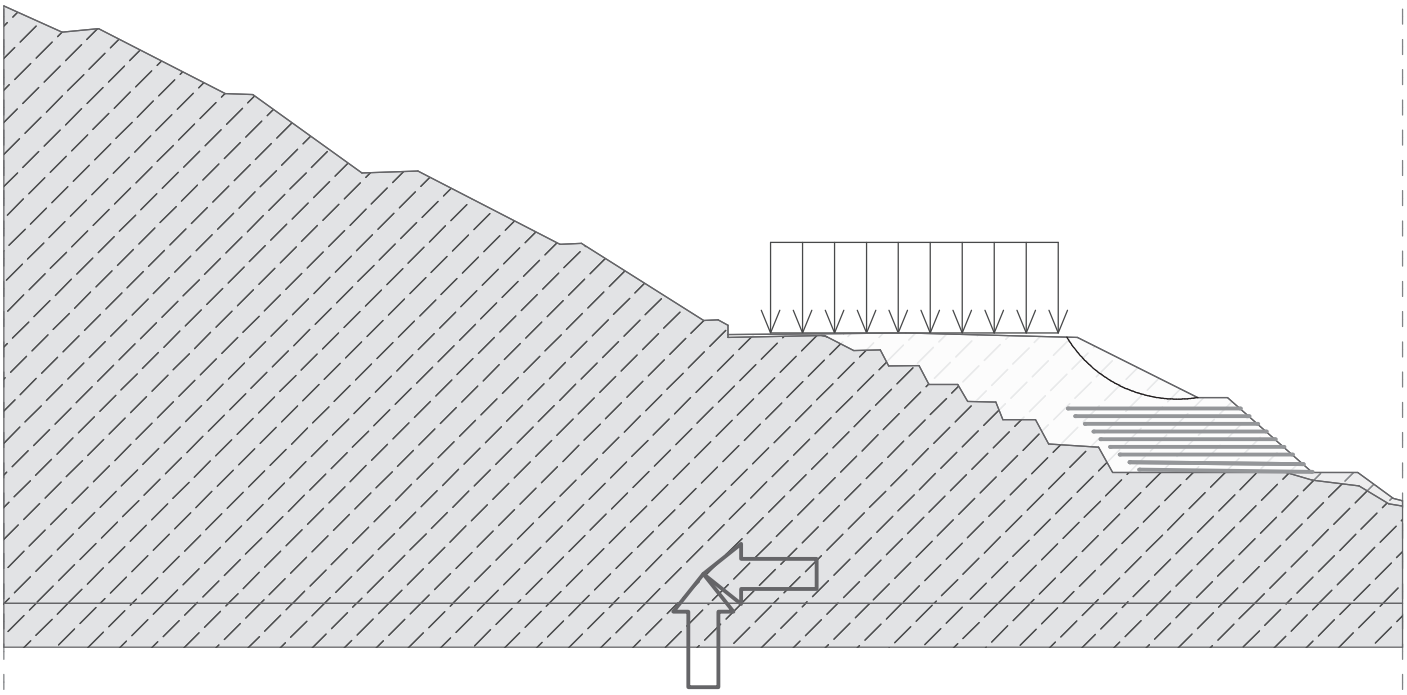
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2130.57 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 3989.99 kN/m

Sliding moment : M_a = 70351.53 kNm/m
Resisting moment : M_p = 131749.51 kNm/m
Factor of safety = 1.87 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 6 - 2



The slip surface after optimization.

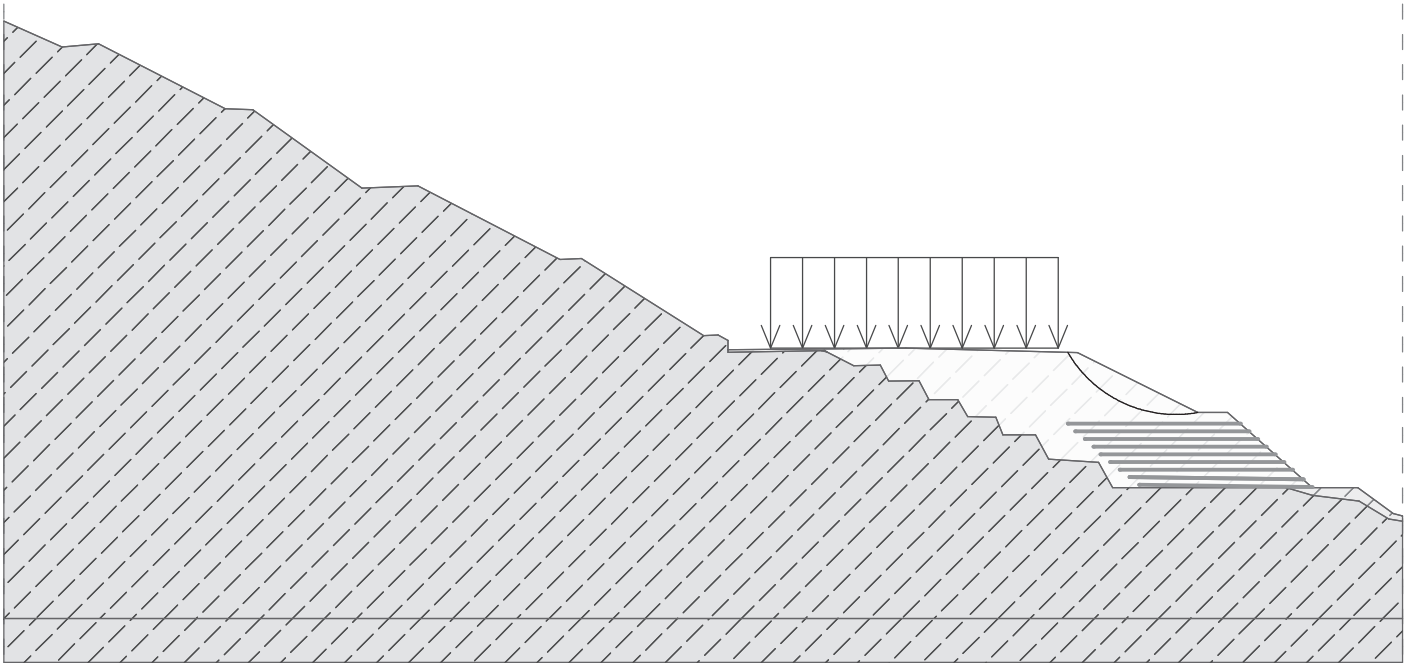
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 243.45 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 330.68 kN/m

Sliding moment : M_a = 3301.15 kNm/m
Resisting moment : M_p = 4484.04 kNm/m
Factor of safety = 1.36 > 1.00
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 7 - 2



The slip surface after optimization.

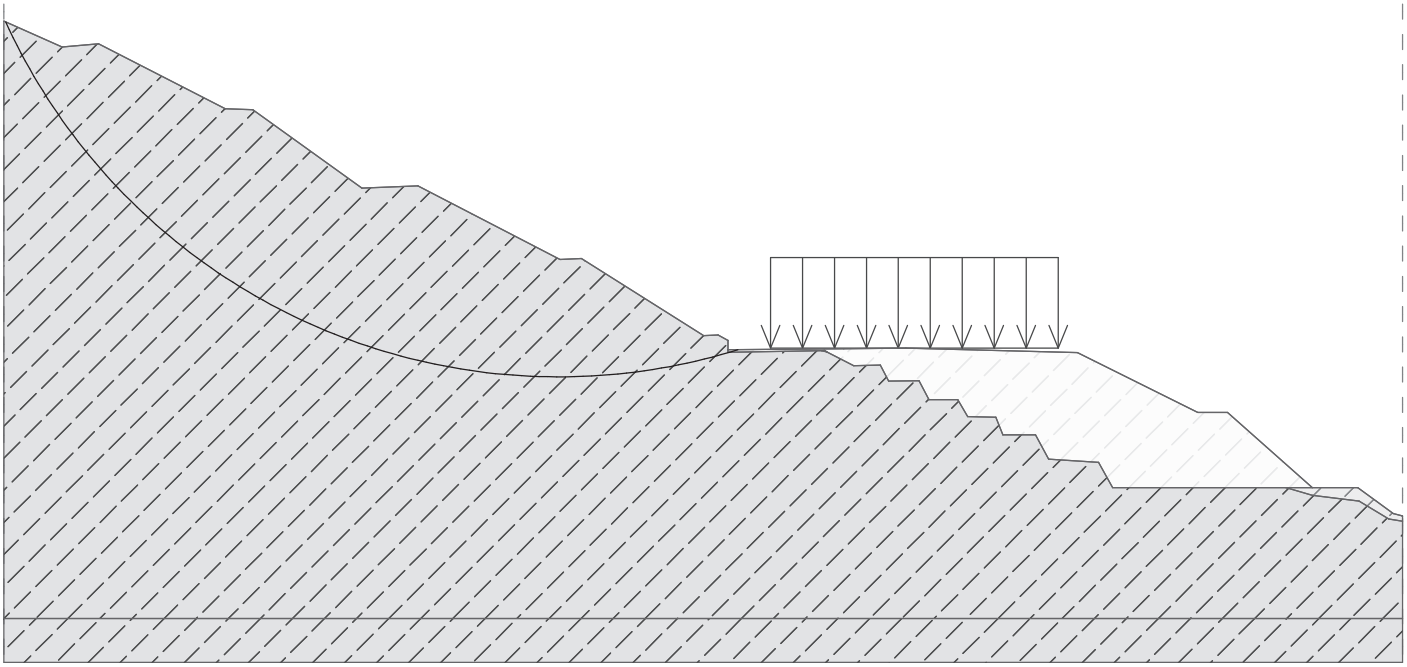
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 208.55 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 352.92 kN/m

Sliding moment : M_a = 2721.56 kNm/m
Resisting moment : M_p = 4605.61 kNm/m
Factor of safety = 1.69 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 8 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 7824.33 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 13125.37 kN/m

Sliding moment : M_a = 496297.50 kNm/m
Resisting moment : M_p = 832542.19 kNm/m
Factor of safety = 1.68 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Gabion analysis

Input data

Project

Task : verification du dimensionnement d'un mur en gabion pour soutenir le profil 3
Date : 6/3/2023

Settings

(input for current task)

Materials and standards

AASHTO - reduce parameters of friction soil/soil by 2/3 φ

Wall analysis

Active earth pressure calculation :	Coulomb
Passive earth pressure calculation :	Mazindrani (Rankin)
Earthquake analysis :	Mononobe-Okabe
Shape of earth wedge :	Calculate as skew
Allowable eccentricity :	0.333
Verification methodology :	according to EN 1997
Design approach :	2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	γ_G =	1.35	[–]	1.00	[–]
Variable actions :	γ_Q =	1.50	[–]	0.00	[–]
Water load :	γ_w =	1.35	[–]		

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on overturning :	γ_{Re} =	1.40	[–]
Partial factor on sliding resistance :	γ_{Rh} =	1.10	[–]
Partial factor on bearing capacity :	γ_{Rv} =	1.40	[–]
Partial factor on gabion mesh strength :	γ_{Rn1} =	1.10	[–]
Partial factor on gabion joint strength :	γ_{Rn2} =	1.10	[–]

Partial factors for variable actions			
Permanent design situation			
Factor for combination value :	ψ_0 =	0.70	[–]
Factor for frequent value :	ψ_1 =	0.50	[–]
Factor for quasi-permanent value :	ψ_2 =	0.30	[–]

Material of blocks - filling

No.	Name	γ [kN/m³]	φ [°]	c [kPa]
1	Material No. 1	25.00	35.00	0.00

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Material of blocks - mesh

No.	Name	Strength overh. R_t [kN/m]	Spacing of vert. meshes v [m]	Bear.cap. of front joint R_s [kN/m]
1	Material No. 1	52.74	0.50	52.74

Geometry of structure

No.	Width b [m]	Height h [m]	Offset a [m]	Material
6	1.00	1.00	1.00	Material No. 1
5	2.00	1.00	1.00	Material No. 1
4	3.00	1.00	1.00	Material No. 1
3	4.00	1.00	1.00	Material No. 1
2	5.00	1.00	1.00	Material No. 1
1	6.00	1.00	-	Material No. 1

No.	Mesh extension	Length l [m]	Bear.cap. R_t [kN/m^2]	Material
6	YES	18.00	52.74	Material No. 1
5	YES	18.00	52.74	Material No. 1
4	YES	18.00	52.74	Material No. 1
3	YES	18.00	52.74	Material No. 1
2	YES	18.00	52.74	Material No. 1
1	YES	18.00	52.74	Material No. 1

No.	Mesh extension	Coefficient C [–]	Anchor. length l_k [m]	Bearing capacity T_p [kN/m^2]	Material
6	YES	-	18.00	-	Material No. 1
5	YES	-	18.00	-	Material No. 1
4	YES	-	18.00	-	Material No. 1
3	YES	-	18.00	-	Material No. 1
2	YES	-	18.00	-	Material No. 1
1	YES	-	18.00	-	Material No. 1

Gabion slope = 0.00 °
Overall height = 6.00 m
Overall wall volume = 21.00 m^3/m

Soil parameters

remblai

Unit weight : γ = 20.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 30.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 5.00 kPa
Angle of friction struc.-soil : δ = 20.00 °
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

marne

Unit weight : γ = 23.00 kN/m^3
Stress-state : effective

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Angle of internal friction : φ_{ef} = 22.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 55.00 kPa
Angle of friction struc.-soil : δ = 14.66 °
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : γ_{sat} = 23.00 kN/m^3

Geological profile and assigned soils

No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern
1	6.00	remblai	
2	-	marne	

Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

Terrain profile

No.	Coordinate x [m]	Depth z [m]
1	0.00	0.00
2	3.00	0.00
3	17.00	-8.00
4	53.00	-8.00
5	54.00	-8.00

Origin [0,0] is located in upper right edge of construction.
Positive coordinate +z has downward direction.

Water influence

Ground water table is located below the structure.

Input surface surcharges

No.	Surcharge new	Surcharge change	Action	Mag.1 [kN/m^2]	Mag.2 [kN/m^2]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
1	YES		permanent	10.00		22.00	30.00	on terrain

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure is not considered.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Weight - wall	0.00	-2.17	525.00	3.83	1.000	1.000	1.350
Active pressure	108.08	-1.50	39.34	6.00	1.350	1.350	1.350

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Surch.1 - strip	3.48	-0.65	1.27	6.00	1.000	1.350	1.350
Mesh extension	-50.87	-1.00	0.00	6.64	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-49.00	-2.00	0.00	7.28	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-47.14	-3.00	0.00	7.91	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-45.27	-4.00	0.00	8.55	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-43.40	-5.00	0.00	9.19	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-41.53	-6.00	0.00	9.83	1.000	1.000	1.000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment M_{res} = 2340.19 kNm/m

Overturning moment M_{ovr} = 220.66 kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{res} = 583.60 kN/m

Active horizontal force H_{act} = 150.60 kN/m

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 127.26 kPa

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the centre of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [–]	Stress [kPa]
1	-1471.15	763.56	-126.60	0.000	127.26
2	-1318.03	579.81	-126.60	0.000	96.56

Service load acting at the centre of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-1332.81	565.60	-165.65

Design load acting at the centre of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [–]	Stress [kPa]
1	-1471.15	763.56	-126.60	0.000	127.26
2	-1318.03	579.81	-126.60	0.000	96.56

Service load acting at the centre of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-1332.81	565.60	-165.65

Verification of foundation soil

Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force e = 0.000

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Maximum allowable eccentricity e_{alw} = 0.333

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Verification of bearing capacity

Design bearing capacity of foundation soil	R	=	0.00 kPa
Partial factor on bearing capacity	γ_{Rv}	=	1.40
Max. stress at footing bottom	σ	=	127.26 kPa
Bearing capacity of foundation soil	R_d	=	0.00 kPa

Bearing capacity of foundation soil is NOT SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is NOT SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Weight - wall	0.00	-1.83	375.00	3.17	1.000	1.000	1.350
Active pressure	63.23	-1.22	23.01	5.00	1.350	1.350	1.350
Surch.1 - strip	0.80	-0.15	0.29	5.00	1.000	1.350	1.350
Mesh extension	-50.88	-1.00	0.00	5.63	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-49.03	-2.00	0.00	6.27	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-47.17	-3.00	0.00	6.90	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-45.31	-4.00	0.00	7.54	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-43.46	-5.00	0.00	8.17	1.000	1.000	1.000

Verification of the most stressed construction joint - above the block No. 1

Check for overturning stability

Resisting moment M_{res} = 1452.33 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 104.37 kNm/m

Joint for overturning stability is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{res} = 473.14 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 86.44 kN/m

Joint for slip is SATISFACTORY

Maximum pressure on the bottom block = 107.54 kPa
Red.Coeff. by offset of top block = 0.00
Average value of pressure on face = 4.36 kPa
Shear force transmitted by friction = 376.51 kN/m

Bearing capacity against transverse pressure:

Joint bear.capacity = 47.95 kN/m
Computed stress-state = 1.45 kN/m

Transverse pressure check is SATISFACTORY

Joint btw. blocks check:

Mesh material bear.capacity = 47.95 kN/m
Computed stress-state = 1.45 kN/m

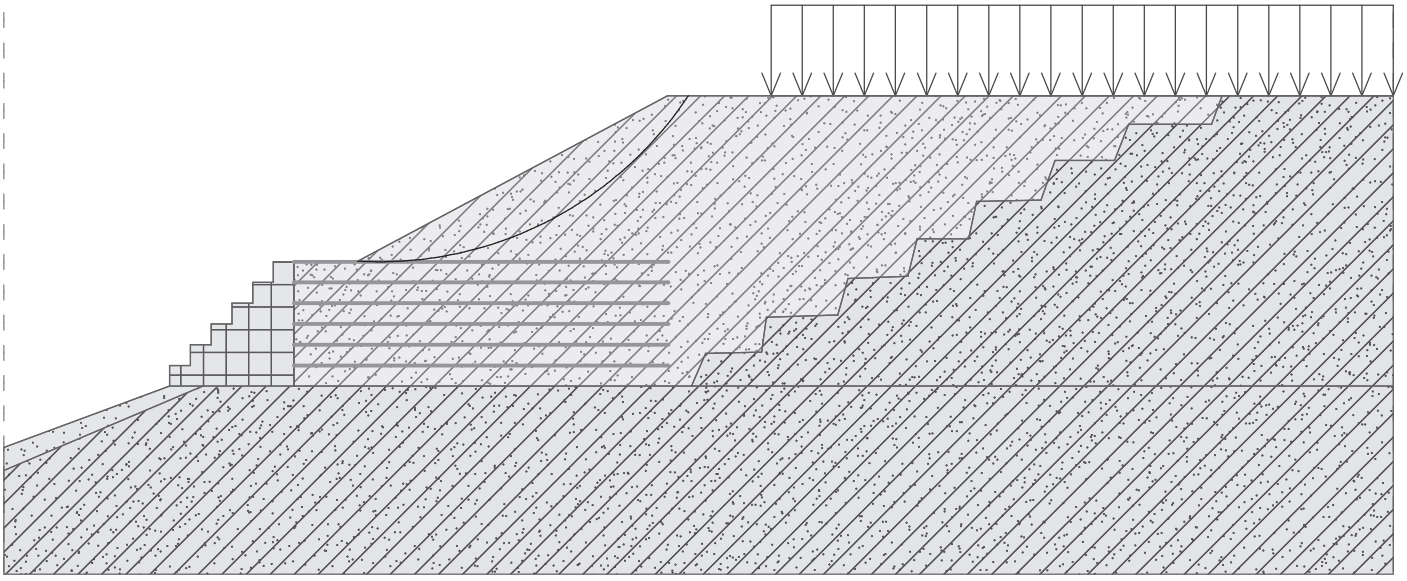
[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Joint between blocks is SATISFACTORY

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

verification de la stabilite du profil 3 renforce en gabion

Name :	Stage - analysis : 1 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 276.79 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 423.24 kN/m

Sliding moment : M_a = 4946.21 kNm/m

Resisting moment : M_p = 7563.31 kNm/m

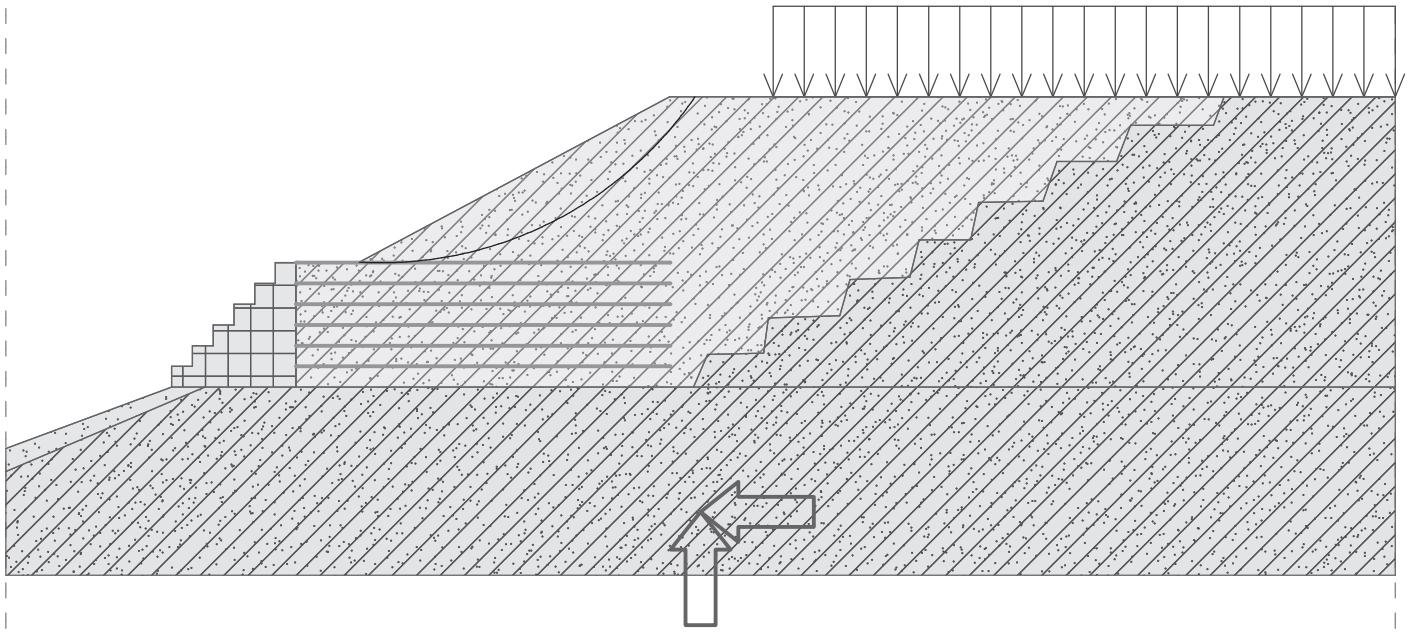
Factor of safety = 1.53 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

verification de la stabilite du profil 3 renforce en gabion

Name :	Stage - analysis : 2 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 330.66 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 408.81 kN/m

Sliding moment : M_a = 6067.62 kNm/m

Resisting moment : M_p = 7501.59 kNm/m

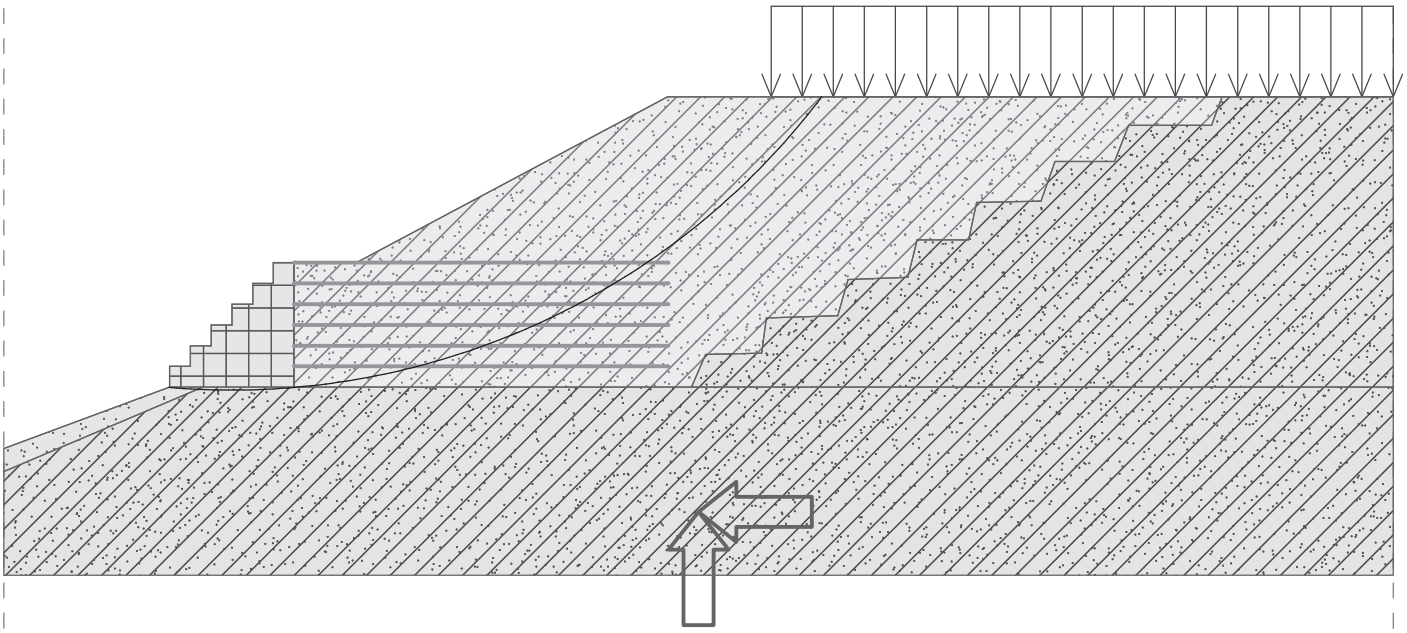
Factor of safety = 1.24 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

verification de la stabilite du profil 3 renforce en gabion

Name :	Stage - analysis : 3 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 1555.32 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 2242.22 kN/m

Sliding moment : M_a = 55587.04 kNm/m

Resisting moment : M_p = 80136.97 kNm/m

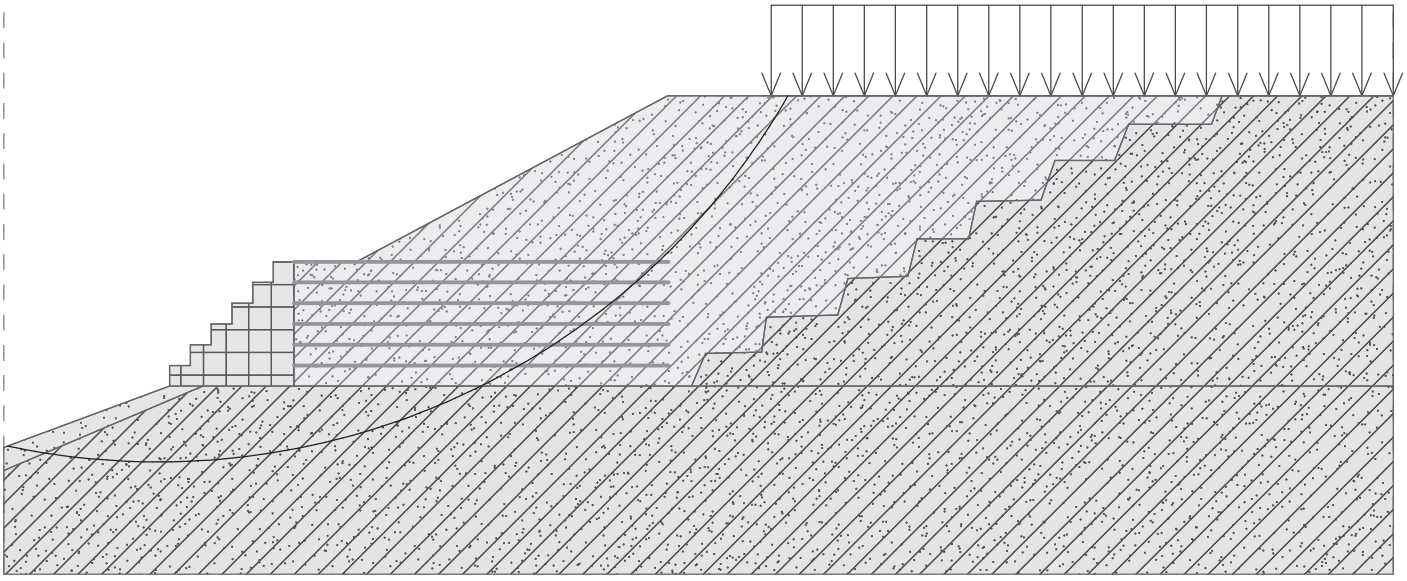
Factor of safety = 1.44 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

verification de la stabilite du profil 3 renforce en gabion

Name :	Stage - analysis : 4 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 1873.46 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 3489.39 kN/m

Sliding moment : M_a = 65477.50 kNm/m

Resisting moment : M_p = 121954.24 kNm/m

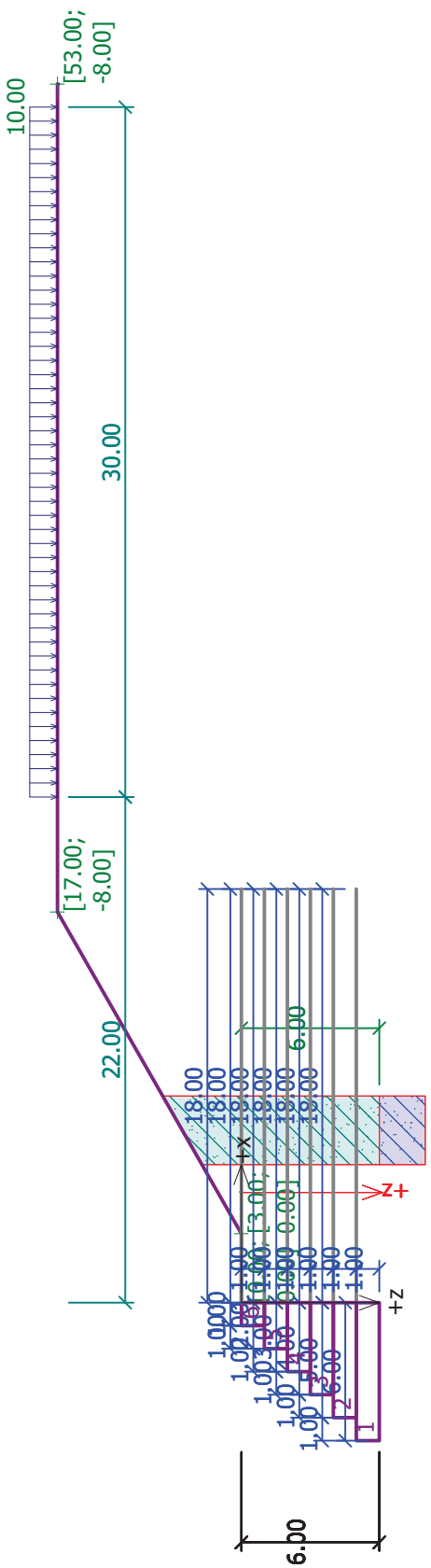
Factor of safety = 1.86 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

verification du dimensionnement d'un mur en gabion pour soutenir le profil 3

Name :	Stage : 1



[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slope stability analysis

Input data

Project

Task : etude de stabilite du profil 4 de PK38+050-PK338+280
Date : 5/16/2023

Settings

USA - Safety factor

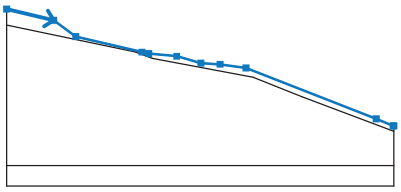
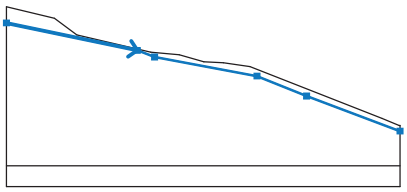
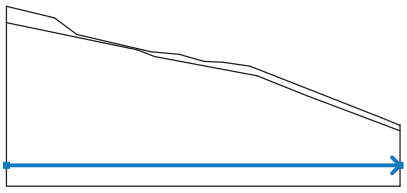
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard
Verification methodology : Safety factors (ASD)

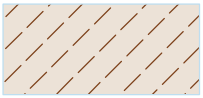
Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.50	[–]

Safety factors			
Seismic design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.00	[–]

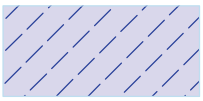
Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	34.73	10.47	32.23	15.35	28.59
		30.08	25.17	31.56	24.83	37.78	24.25
		43.13	22.73	47.39	22.46	53.18	21.67
		82.07	10.34	85.81	8.81	86.00	8.81
2		0.00	31.19	28.61	25.19	32.35	23.75
		54.73	19.59	65.60	15.22	86.00	7.56
3		0.00	0.00	86.00	0.00		

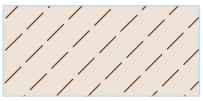
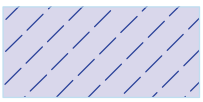
Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]
1	argile peu plastique		16.35	32.60	19.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]
2	marne fortement alteree		22.00	55.00	23.00
3	remblai		30.00	5.00	20.00

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	n [–]
1	argile peu plastique		20.00		
2	marne fortement alteree		24.00		
3	remblai		20.00		

Soil parameters

argile peu plastique

Unit weight : γ = 19.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 16.35 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 32.60 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

marne fortement alteree

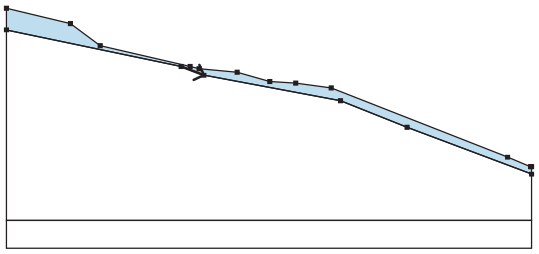
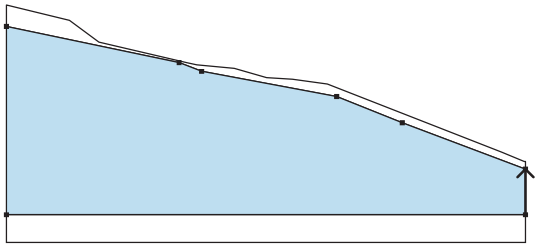
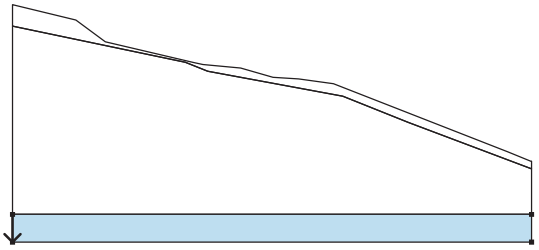
Unit weight : γ = 23.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 22.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 55.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 24.00 kN/m^3

remblai

Unit weight : γ = 20.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 30.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 5.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
1		28.61	25.19	32.35	23.75	argile peu plastique
		54.73	19.59	65.60	15.22	
		86.00	7.56	86.00	8.81	
		85.81	8.81	82.07	10.34	
		53.18	21.67	47.39	22.46	
		43.13	22.73	37.78	24.25	
		31.56	24.83	30.08	25.17	
		15.35	28.59	10.47	32.23	
		0.00	34.73	0.00	31.19	
2		86.00	0.00	86.00	7.56	marne fortement alteree
		65.60	15.22	54.73	19.59	
		32.35	23.75	28.61	25.19	
		0.00	31.19	0.00	0.00	
3		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		86.00	-4.57	86.00	0.00	

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1 (stage 1)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	58.02	[m]	Angles :	α_1 =	-57.55	[°]
	z =	71.45	[m]		α_2 =	23.92	[°]
Radius :	R =	68.52	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 5475.09 kN/m

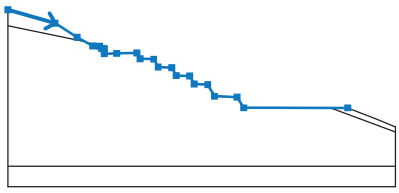
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Sum of passive forces : F_p = 14280.74 kN/m

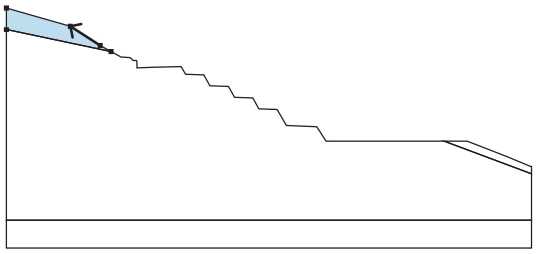
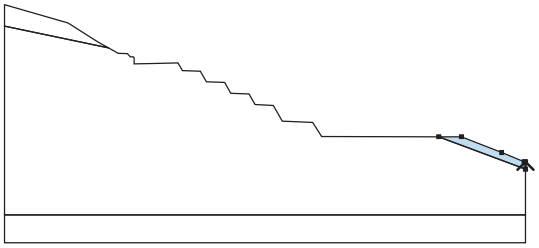
Sliding moment : M_a = 375153.31 kNm/m
Resisting moment : M_p = 978516.61 kNm/m
Factor of safety = 2.61 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 2)

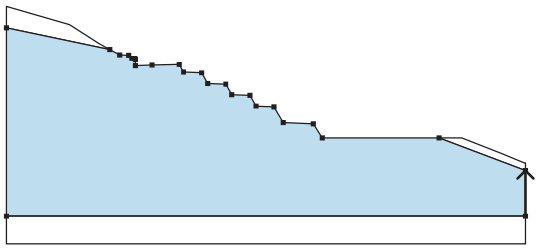
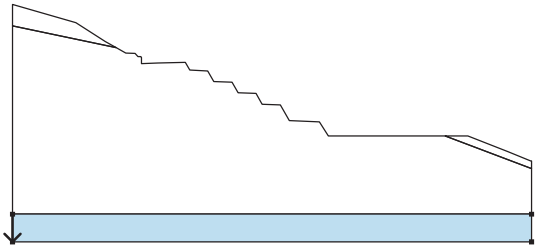
Earth cut

No.	Cut location	Coordinates of cut points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	34.73	10.47	31.73	15.35	28.59
		18.78	26.69	20.28	26.63	20.78	26.13
		21.28	26.13	21.37	25.95	21.37	24.95
		24.13	25.03	28.64	25.13	29.35	23.87
		32.35	23.75	33.35	21.99	36.35	21.87
		37.35	20.11	40.35	19.99	41.35	18.23
		44.35	18.11	45.85	15.51	50.85	15.31
		52.35	12.95	75.45	12.94		

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		15.35	28.59	10.47	31.73	argile peu plastique
		0.00	34.73	0.00	31.19	
		17.15	27.59			
2		86.00	7.56	86.00	8.81	argile peu plastique
		85.81	8.81	82.07	10.34	
		75.45	12.94	71.67	12.94	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
3		86.00	0.00	86.00	7.56	marne fortement alteree
		71.67	12.94	52.35	12.95	
		50.85	15.31	45.85	15.51	
		44.35	18.11	41.35	18.23	
		40.35	19.99	37.35	20.11	
		36.35	21.87	33.35	21.99	
		32.35	23.75	29.35	23.87	
		28.64	25.13	24.13	25.03	
		21.37	24.95	21.37	25.95	
		21.28	26.13	20.78	26.13	
		20.28	26.63	18.78	26.69	
		17.15	27.59	0.00	31.19	
		0.00	0.00			
4		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		86.00	-4.57	86.00	0.00	

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 2)

Analysis 1 (stage 2)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	38.26	[m]	Angles :	α_1 =	-69.31	[°]
	z =	49.05	[m]		α_2 =	27.47	[°]
Radius :	R =	40.69	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 3802.26 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 8361.40 kN/m

Sliding moment : M_a = 154713.86 kNm/m

Resisting moment : M_p = 340225.49 kNm/m

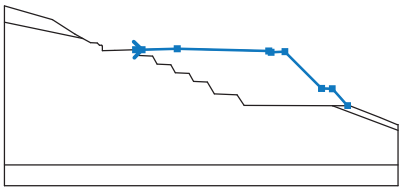
Factor of safety = 2.20 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

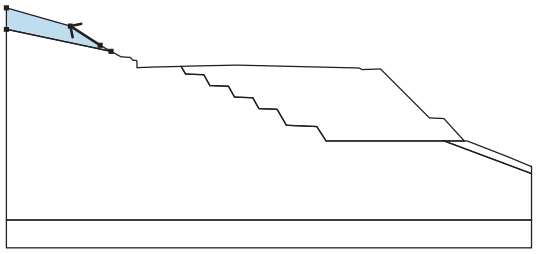
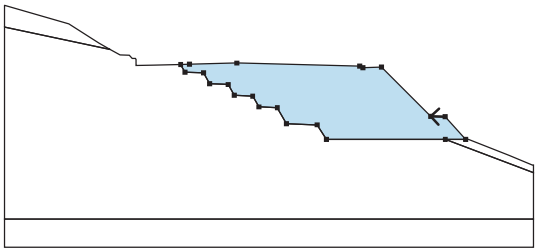
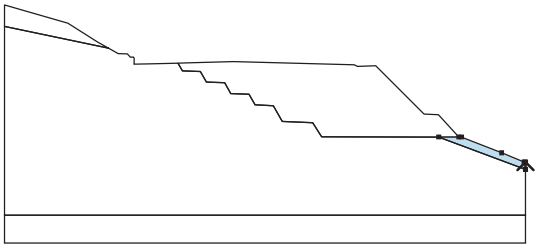
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Input data (Stage of construction 3)

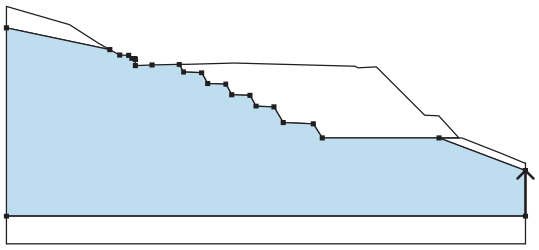
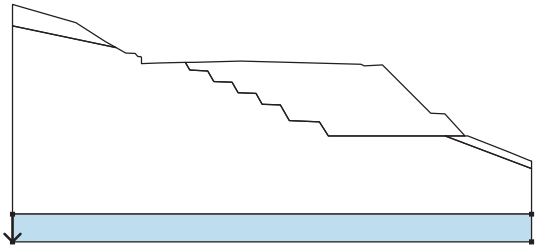
Embankment interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		28.64	25.13	30.08	25.17	37.78	25.36
		57.73	24.86	58.28	24.59	61.28	24.71
		69.28	16.71	71.64	16.62	74.99	12.94

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		15.35	28.59	10.47	31.73	argile peu plastique
		0.00	34.73	0.00	31.19	
		17.15	27.59			
2		71.64	16.62	69.28	16.71	remblai
		61.28	24.71	58.28	24.59	
		57.73	24.86	37.78	25.36	
		30.08	25.17	28.64	25.13	
		29.35	23.87	32.35	23.75	
		33.35	21.99	36.35	21.87	
		37.35	20.11	40.35	19.99	
		41.35	18.23	44.35	18.11	
		45.85	15.51	50.85	15.31	
		52.35	12.95	71.67	12.94	
		74.99	12.94			
3		86.00	7.56	86.00	8.81	argile peu plastique
		85.81	8.81	82.07	10.34	
		75.45	12.94	74.99	12.94	
		71.67	12.94			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
4		86.00	0.00	86.00	7.56	marne fortement alteree
		71.67	12.94	52.35	12.95	
		50.85	15.31	45.85	15.51	
		44.35	18.11	41.35	18.23	
		40.35	19.99	37.35	20.11	
		36.35	21.87	33.35	21.99	
		32.35	23.75	29.35	23.87	
		28.64	25.13	24.13	25.03	
		21.37	24.95	21.37	25.95	
		21.28	26.13	20.78	26.13	
		20.28	26.63	18.78	26.69	
		17.15	27.59	0.00	31.19	
		0.00	0.00			
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		86.00	-4.57	86.00	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	z [m]	Point to the right x [m]	z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	Yes	58.90	13.04	74.90	13.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
2	Yes	58.17	13.84	74.17	13.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
3	Yes	57.44	14.64	73.44	14.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
4	Yes	56.71	15.44	72.71	15.44	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
5	Yes	56.00	16.24	71.99	16.24	15.99	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
6	Yes	52.95	17.04	68.95	17.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
7	Yes	52.15	17.84	68.15	17.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
8	Yes	51.35	18.64	67.35	18.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
9	Yes	50.50	19.44	66.55	19.44	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
10	Yes	49.75	20.24	65.75	20.24	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
11	Yes	48.95	21.04	64.95	21.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
12	Yes	48.15	21.84	64.15	21.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
13	Yes	47.35	22.64	63.35	22.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
14	Yes	46.50	23.44	62.55	23.44	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
15	Yes	45.70	24.24	61.75	24.24	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	q_2	unit
1	Yes		strip	permanent	on terrain	x = 23.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m²

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
2	Yes		strip	permanent	on terrain	x = 41.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m^2

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 3)

Analysis 1 (stage 3)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	76.39	[m]	Angles :	α_1 =	-60.56	[°]
	z =	42.19	[m]		α_2 =	15.73	[°]
Radius :	R =	34.67	[m]				
The slip surface after optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.16
12	2.19
13	5.28
14	9.33
15	12.78

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2275.53 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 4116.66 kN/m

Sliding moment : M_a = 78892.49 kNm/m
Resisting moment : M_p = 142724.58 kNm/m

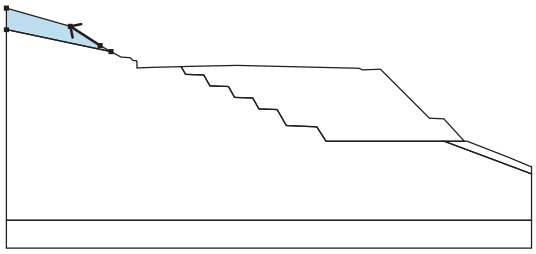
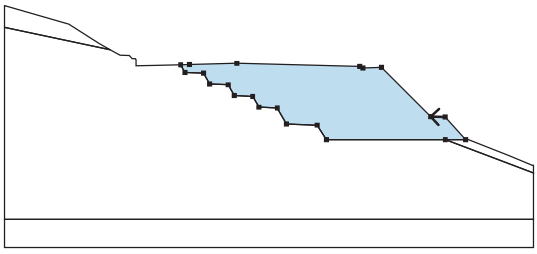
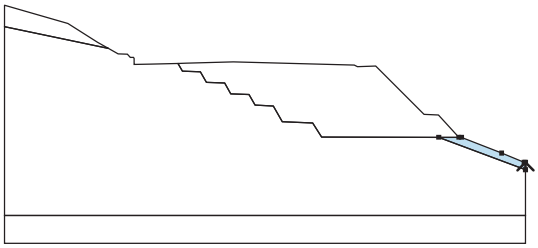
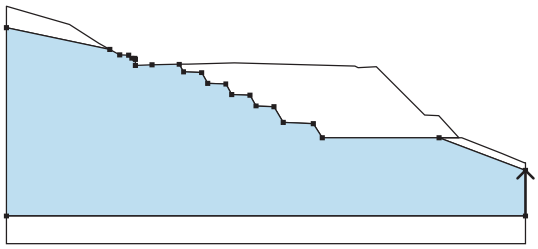
Factor of safety = 1.81 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

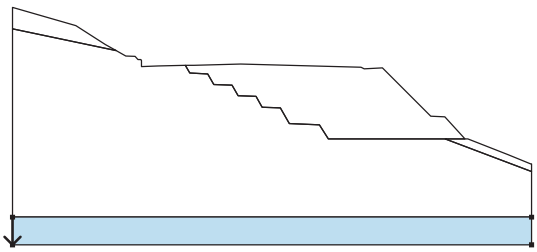
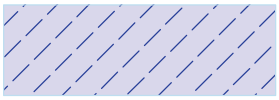
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Input data (Stage of construction 4)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		15.35	28.59	10.47	31.73	argile peu plastique
		0.00	34.73	0.00	31.19	
		17.15	27.59			
2		71.64	16.62	69.28	16.71	remblai
		61.28	24.71	58.28	24.59	
		57.73	24.86	37.78	25.36	
		30.08	25.17	28.64	25.13	
		29.35	23.87	32.35	23.75	
		33.35	21.99	36.35	21.87	
		37.35	20.11	40.35	19.99	
		41.35	18.23	44.35	18.11	
		45.85	15.51	50.85	15.31	
		52.35	12.95	71.67	12.94	
		74.99	12.94			
3		86.00	7.56	86.00	8.81	argile peu plastique
		85.81	8.81	82.07	10.34	
		75.45	12.94	74.99	12.94	
		71.67	12.94			
4		86.00	0.00	86.00	7.56	marne fortement alteree
		71.67	12.94	52.35	12.95	
		50.85	15.31	45.85	15.51	
		44.35	18.11	41.35	18.23	
		40.35	19.99	37.35	20.11	
		36.35	21.87	33.35	21.99	
		32.35	23.75	29.35	23.87	
		28.64	25.13	24.13	25.03	
		21.37	24.95	21.37	25.95	
		21.28	26.13	20.78	26.13	
		20.28	26.63	18.78	26.69	
		17.15	27.59	0.00	31.19	
		0.00	0.00			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		86.00	-4.57	86.00	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	No	58.90	13.04	74.90	13.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
2	No	58.17	13.84	74.17	13.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
3	No	57.44	14.64	73.44	14.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
4	No	56.71	15.44	72.71	15.44	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
5	No	56.00	16.24	71.99	16.24	15.99	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
6	No	52.95	17.04	68.95	17.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
7	No	52.15	17.84	68.15	17.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
8	No	51.35	18.64	67.35	18.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
9	No	50.50	19.44	66.55	19.44	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
10	No	49.75	20.24	65.75	20.24	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
11	No	48.95	21.04	64.95	21.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
12	No	48.15	21.84	64.15	21.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
13	No	47.35	22.64	63.35	22.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
14	No	46.50	23.44	62.55	23.44	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
15	No	45.70	24.24	61.75	24.24	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 23.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m²
2	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 41.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m²

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0.10
Vertical seismic coefficient : K_v = 0.03

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Results (Stage of construction 4)

Analysis 1 (stage 4)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	77.05	[m]	Angles :	α_1 =	-58.14	[°]
	z =	44.61	[m]		α_2 =	13.74	[°]
Radius :	R =	36.85	[m]				
The slip surface after optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	1.66
14	5.20
15	8.14

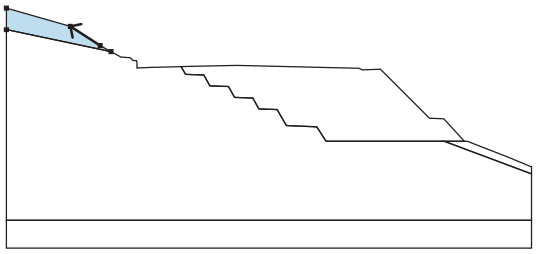
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2634.15 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 3869.46 kN/m

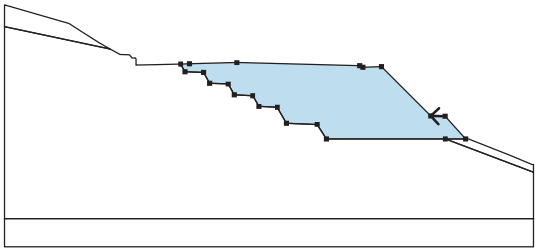
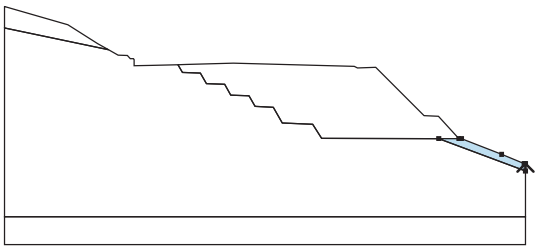
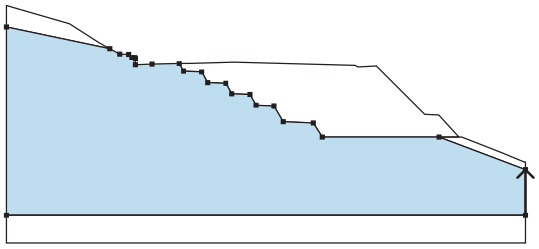
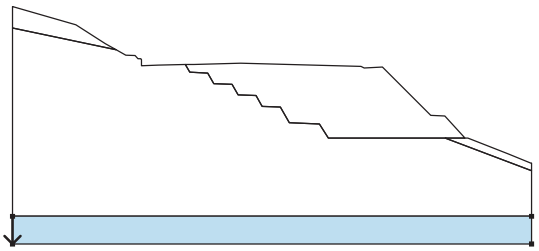
Sliding moment : M_a = 97068.40 kNm/m
Resisting moment : M_p = 142589.49 kNm/m
Factor of safety = 1.47 > 1.00
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 5)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		15.35	28.59	10.47	31.73	argile peu plastique
		0.00	34.73	0.00	31.19	
		17.15	27.59			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
2		71.64	16.62	69.28	16.71	remblai
		61.28	24.71	58.28	24.59	
		57.73	24.86	37.78	25.36	
		30.08	25.17	28.64	25.13	
		29.35	23.87	32.35	23.75	
		33.35	21.99	36.35	21.87	
		37.35	20.11	40.35	19.99	
		41.35	18.23	44.35	18.11	
		45.85	15.51	50.85	15.31	
		52.35	12.95	71.67	12.94	
		74.99	12.94			
3		86.00	7.56	86.00	8.81	argile peu plastique
		85.81	8.81	82.07	10.34	
		75.45	12.94	74.99	12.94	
		71.67	12.94			
4		86.00	0.00	86.00	7.56	marne fortement alteree
		71.67	12.94	52.35	12.95	
		50.85	15.31	45.85	15.51	
		44.35	18.11	41.35	18.23	
		40.35	19.99	37.35	20.11	
		36.35	21.87	33.35	21.99	
		32.35	23.75	29.35	23.87	
		28.64	25.13	24.13	25.03	
		21.37	24.95	21.37	25.95	
		21.28	26.13	20.78	26.13	
		20.28	26.63	18.78	26.69	
		17.15	27.59	0.00	31.19	
		0.00	0.00			
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		86.00	-4.57	86.00	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	No	58.90	13.04	74.90	13.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
2	No	58.17	13.84	74.17	13.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
3	No	57.44	14.64	73.44	14.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
4	No	56.71	15.44	72.71	15.44	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
5	No	56.00	16.24	71.99	16.24	15.99	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
6	No	52.95	17.04	68.95	17.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
7	No	52.15	17.84	68.15	17.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
8	No	51.35	18.64	67.35	18.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
9	No	50.50	19.44	66.55	19.44	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
10	No	49.75	20.24	65.75	20.24	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
11	No	48.95	21.04	64.95	21.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
12	No	48.15	21.84	64.15	21.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
13	No	47.35	22.64	63.35	22.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
14	No	46.50	23.44	62.55	23.44	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
15	No	45.70	24.24	61.75	24.24	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 23.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m²
2	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 41.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m²

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0.10
Vertical seismic coefficient : K_v = 0.03

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 5)

Analysis 1 (stage 5)

Circular slip surface

Slip surface parameters						
Center :	x =	75.25	[m]	Angles :	α_1 =	-56.91 [°]
	z =	44.58	[m]		α_2 =	12.81 [°]
Radius :	R =	35.56	[m]			
Specified slip surface.						

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)
Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 5)

Circular slip surface

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slip surface parameters							
Center :	x =	70.20	[m]	Angles :	α_1 =	-48.79	[°]
	z =	48.84	[m]		α_2 =	7.19	[°]
Radius :	R =	35.85	[m]				
The slip surface after broken optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	112.01
2	51.06
3	24.19
4	5.66
5	0.00
6	8.55
7	0.75
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 1568.89 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 2520.97 kN/m

Sliding moment : M_a = 56244.62 kNm/m

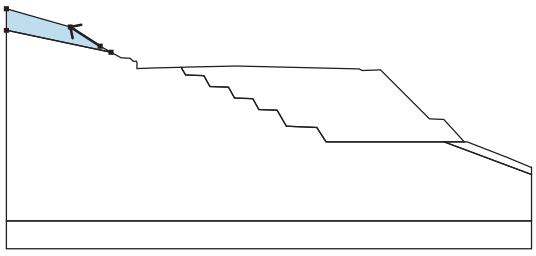
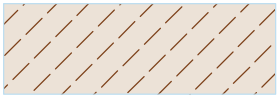
Resisting moment : M_p = 90376.86 kNm/m

Factor of safety = 1.61 > 1.00

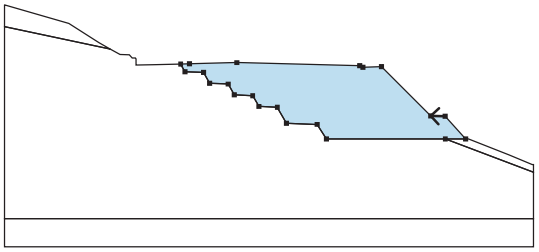
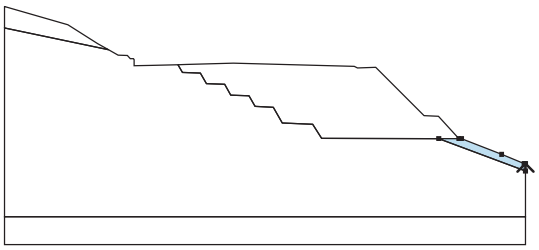
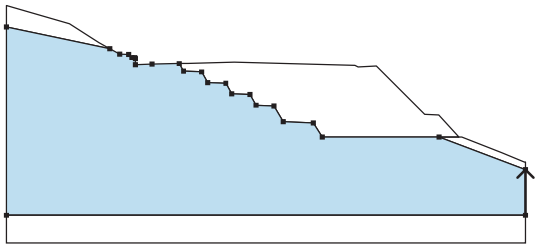
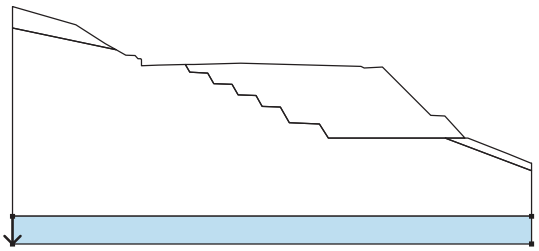
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 6)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		15.35	28.59	10.47	31.73	argile peu plastique
		0.00	34.73	0.00	31.19	
		17.15	27.59			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
2		71.64	16.62	69.28	16.71	remblai
		61.28	24.71	58.28	24.59	
		57.73	24.86	37.78	25.36	
		30.08	25.17	28.64	25.13	
		29.35	23.87	32.35	23.75	
		33.35	21.99	36.35	21.87	
		37.35	20.11	40.35	19.99	
		41.35	18.23	44.35	18.11	
		45.85	15.51	50.85	15.31	
		52.35	12.95	71.67	12.94	
		74.99	12.94			
3		86.00	7.56	86.00	8.81	argile peu plastique
		85.81	8.81	82.07	10.34	
		75.45	12.94	74.99	12.94	
		71.67	12.94			
4		86.00	0.00	86.00	7.56	marne fortement alteree
		71.67	12.94	52.35	12.95	
		50.85	15.31	45.85	15.51	
		44.35	18.11	41.35	18.23	
		40.35	19.99	37.35	20.11	
		36.35	21.87	33.35	21.99	
		32.35	23.75	29.35	23.87	
		28.64	25.13	24.13	25.03	
		21.37	24.95	21.37	25.95	
		21.28	26.13	20.78	26.13	
		20.28	26.63	18.78	26.69	
		17.15	27.59	0.00	31.19	
		0.00	0.00			
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		86.00	-4.57	86.00	0.00	

Reinforcements

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
1	No	58.90	13.04	74.90	13.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
2	No	58.17	13.84	74.17	13.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
3	No	57.44	14.64	73.44	14.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
4	No	56.71	15.44	72.71	15.44	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	inforceme new	Point to the left x [m]	Point to the left z [m]	Point to the right x [m]	Point to the right z [m]	Length L [m]	Strength R_t [kN/m]	Pull out resist.	End of reinf.
5	No	56.00	16.24	71.99	16.24	15.99	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
6	No	52.95	17.04	68.95	17.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
7	No	52.15	17.84	68.15	17.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
8	No	51.35	18.64	67.35	18.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
9	No	50.50	19.44	66.55	19.44	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
10	No	49.75	20.24	65.75	20.24	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
11	No	48.95	21.04	64.95	21.04	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
12	No	48.15	21.84	64.15	21.84	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
13	No	47.35	22.64	63.35	22.64	16.00	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
14	No	46.50	23.44	62.55	23.44	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed
15	No	45.70	24.24	61.75	24.24	16.05	190.00	l_k = 16.00 m	Fixed

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 23.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m²
2	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 41.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m²

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 6)

Analysis 1 (stage 6)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	71.11	[m]	Angles :	α_1 =	-43.00	[°]
	z =	58.73	[m]		α_2 =	4.60	[°]
Radius :	R =	45.70	[m]				
The slip surface after broken optimization.							

Reinforcement forces

Reinforcement	Force [kN/m]
1	139.56
2	51.98
3	19.57
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 1329.34 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 2948.51 kN/m

Sliding moment : M_a = 60750.99 kNm/m

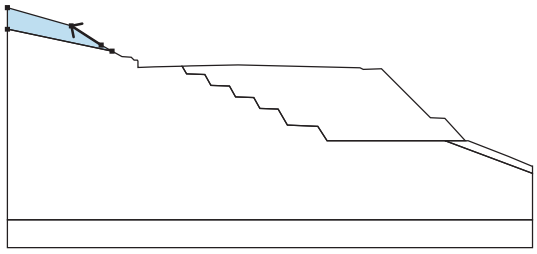
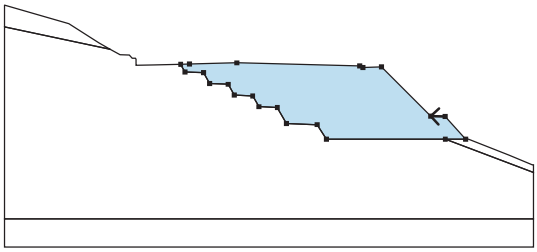
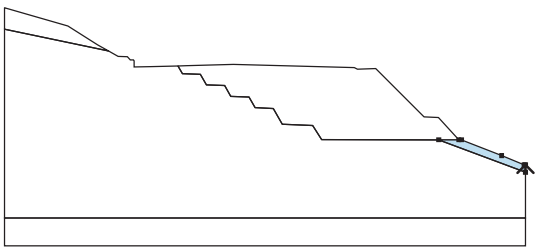
Resisting moment : M_p = 134747.04 kNm/m

Factor of safety = 2.22 > 1.50

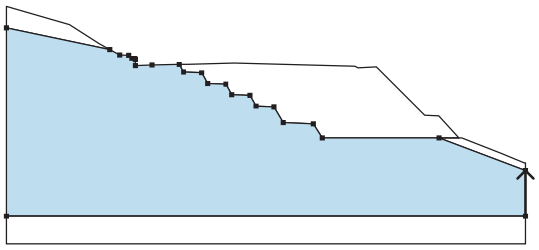
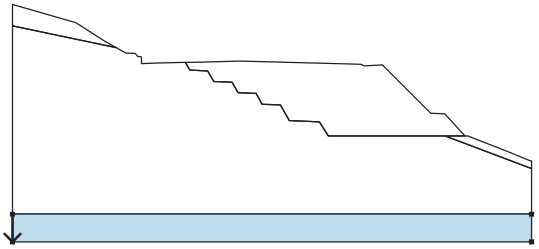
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 7)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
1		15.35	28.59	10.47	31.73	argile peu plastique
		0.00	34.73	0.00	31.19	
		17.15	27.59			
2		71.64	16.62	69.28	16.71	remblai
		61.28	24.71	58.28	24.59	
		57.73	24.86	37.78	25.36	
		30.08	25.17	28.64	25.13	
		29.35	23.87	32.35	23.75	
		33.35	21.99	36.35	21.87	
		37.35	20.11	40.35	19.99	
		41.35	18.23	44.35	18.11	
		45.85	15.51	50.85	15.31	
		52.35	12.95	71.67	12.94	
		74.99	12.94			
3		86.00	7.56	86.00	8.81	argile peu plastique
		85.81	8.81	82.07	10.34	
		75.45	12.94	74.99	12.94	
		71.67	12.94			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
4		86.00	0.00	86.00	7.56	marne fortement alteree
		71.67	12.94	52.35	12.95	
		50.85	15.31	45.85	15.51	
		44.35	18.11	41.35	18.23	
		40.35	19.99	37.35	20.11	
		36.35	21.87	33.35	21.99	
		32.35	23.75	29.35	23.87	
		28.64	25.13	24.13	25.03	
		21.37	24.95	21.37	25.95	
		21.28	26.13	20.78	26.13	
		20.28	26.63	18.78	26.69	
		17.15	27.59	0.00	31.19	
		0.00	0.00			
5		0.00	0.00	0.00	-4.57	marne fortement alteree
		86.00	-4.57	86.00	0.00	

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 23.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m²
2	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 41.00	l = 18.00		0.00	10.00		kN/m²

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 7)

Analysis 1 (stage 7)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	71.87	[m]	Angles :	α_1 =	-70.16	[°]
	z =	28.89	[m]		α_2 =	-12.02	[°]
Specified slip surface.							

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slip surface parameters				
Radius :	R =	12.45	[m]	
Specified slip surface.				

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Analysis has not been performed.

Analysis 2 (stage 7)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	15.58	[m]	Angles :	α_1 =	-72.81	[°]
	z =	39.43	[m]		α_2 =	26.23	[°]
Radius :	R =	16.10	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 716.88 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 2274.23 kN/m

Sliding moment : M_a = 11541.72 kNm/m

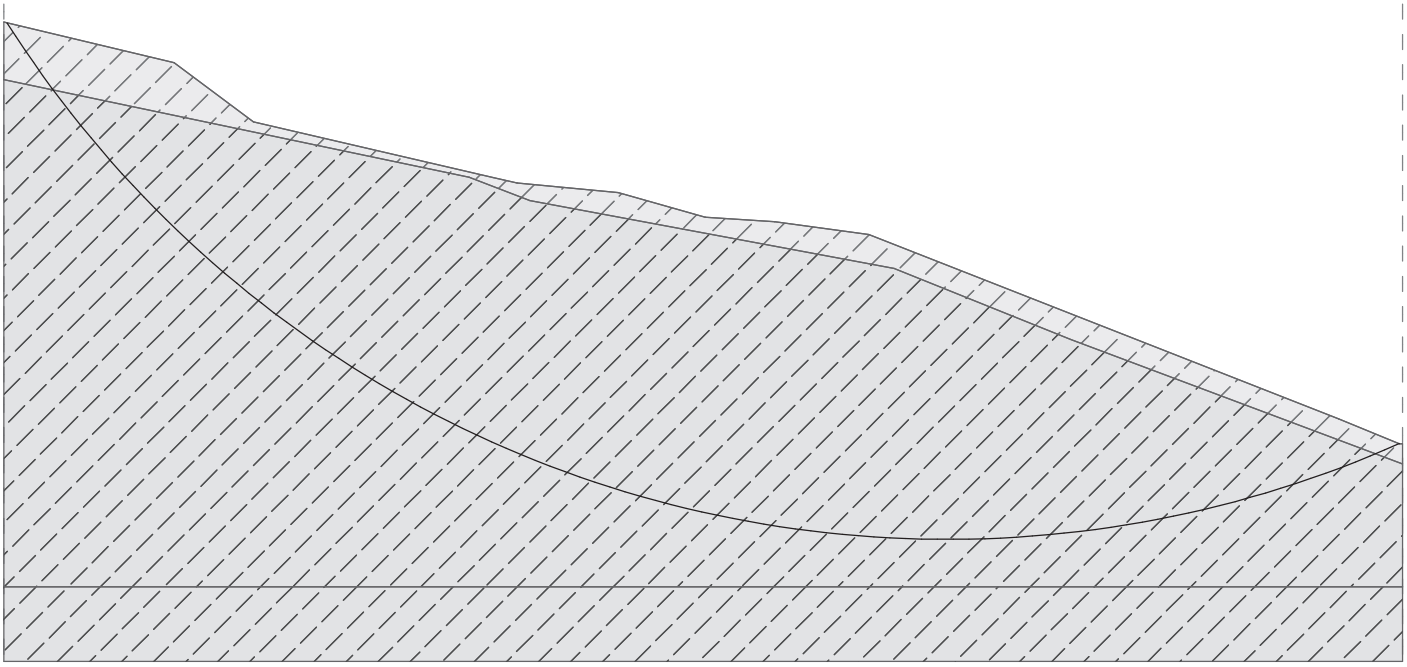
Resisting moment : M_p = 36615.04 kNm/m

Factor of safety = 3.17 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 1 - 1



The slip surface after optimization.

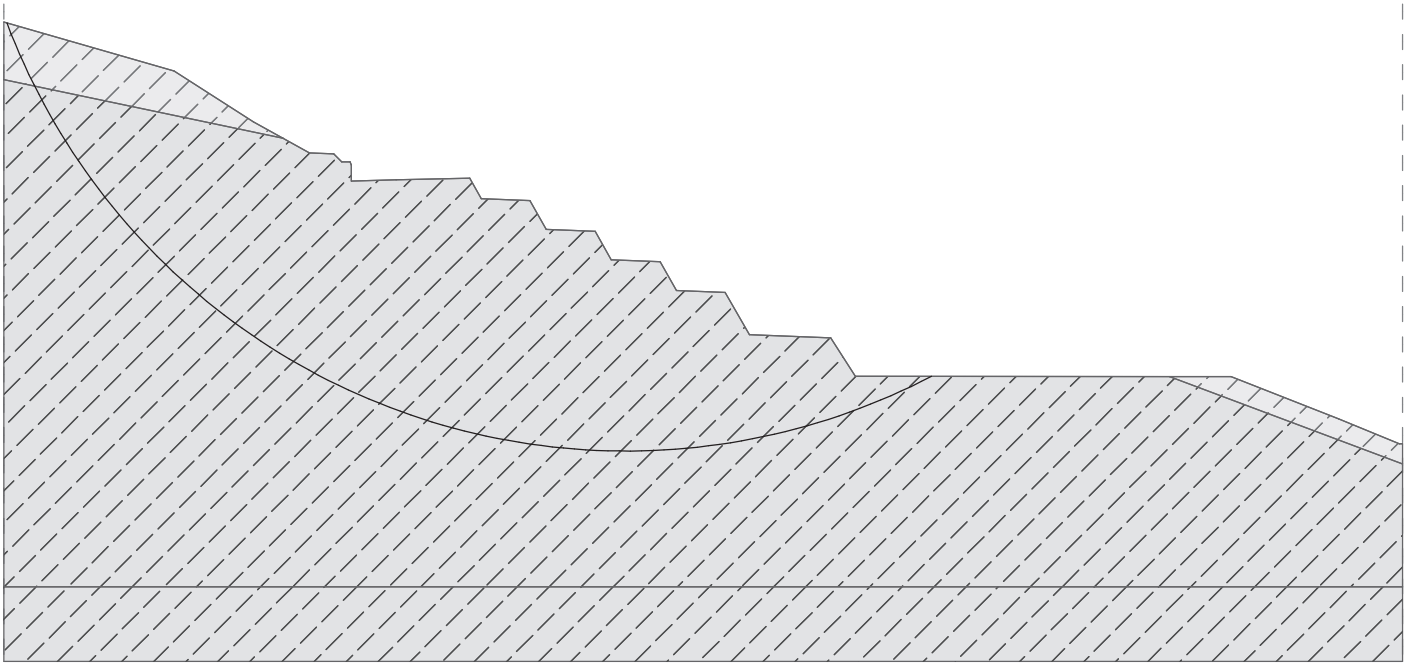
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 5475.09 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 14280.74 kN/m

Sliding moment : M_a = 375153.31 kNm/m
Resisting moment : M_p = 978516.61 kNm/m
Factor of safety = 2.61 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 2 - 1



The slip surface after optimization.

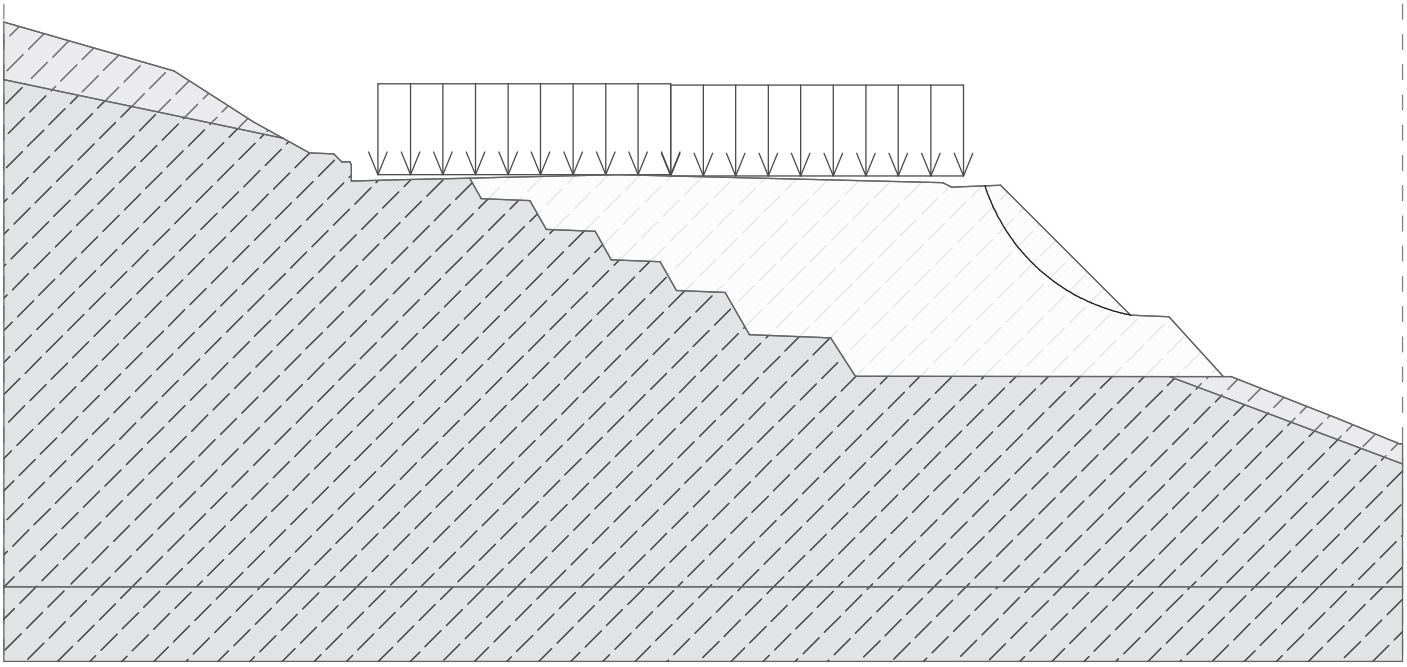
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 3802.26 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 8361.40 kN/m

Sliding moment : M_a = 154713.86 kNm/m
Resisting moment : M_p = 340225.49 kNm/m
Factor of safety = 2.20 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 3 - 1



The slip surface after optimization.

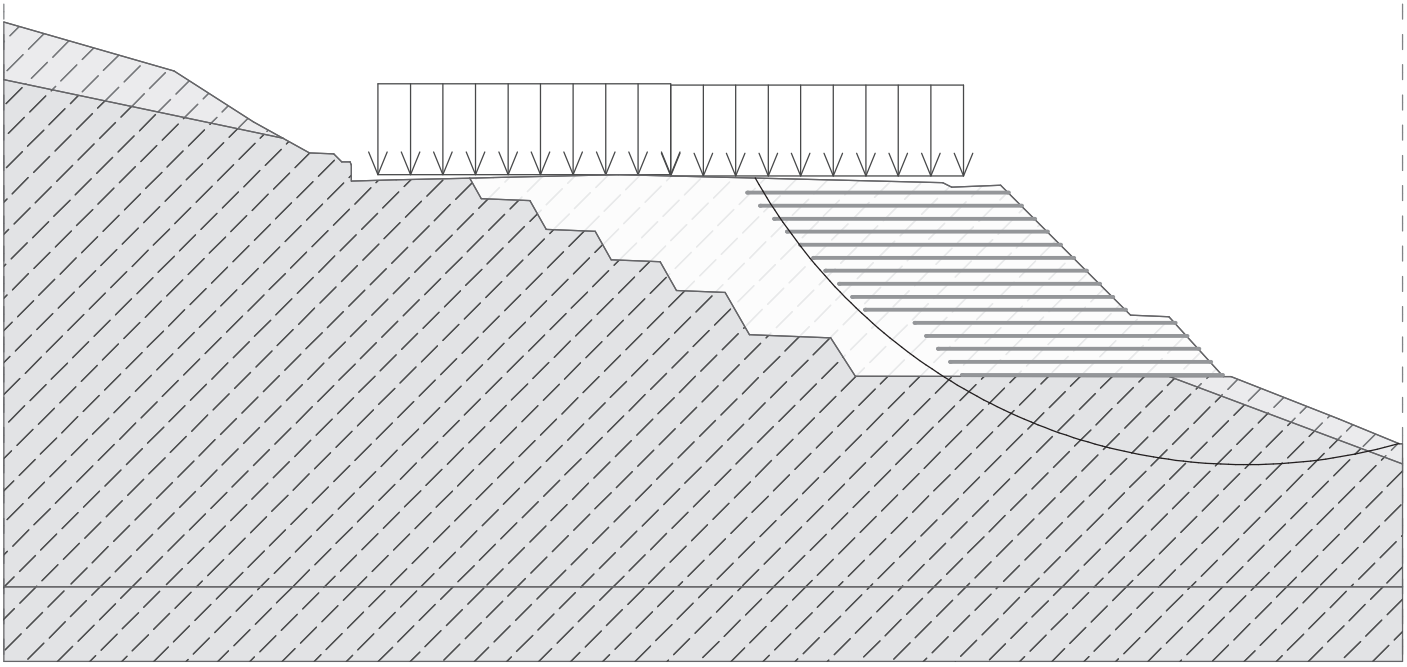
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 213.46 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 210.42 kN/m

Sliding moment : M_a = 2514.52 kNm/m
Resisting moment : M_p = 2478.71 kNm/m
Factor of safety = 0.99 < 1.50
Slope stability NOT ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 3 - 1



The slip surface after optimization.

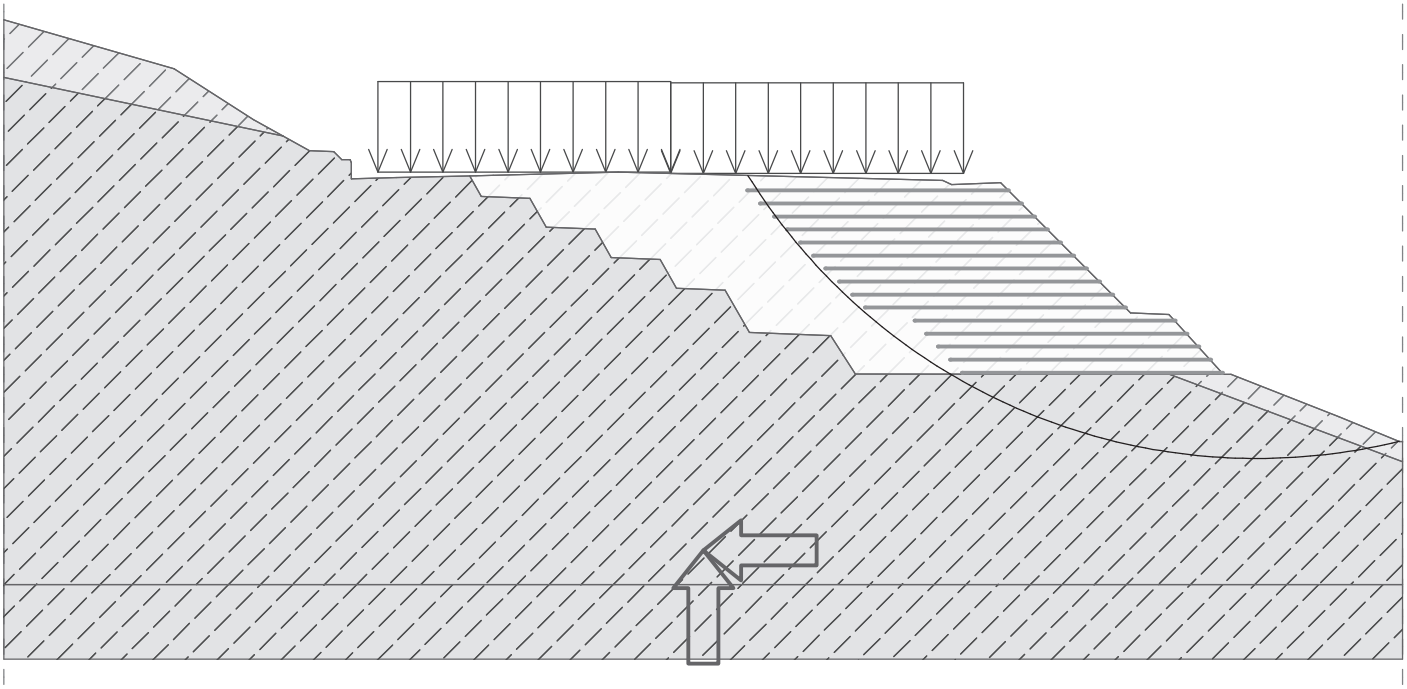
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2275.53 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 4116.66 kN/m

Sliding moment : M_a = 78892.49 kNm/m
Resisting moment : M_p = 142724.58 kNm/m
Factor of safety = 1.81 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 4 - 1



The slip surface after optimization.

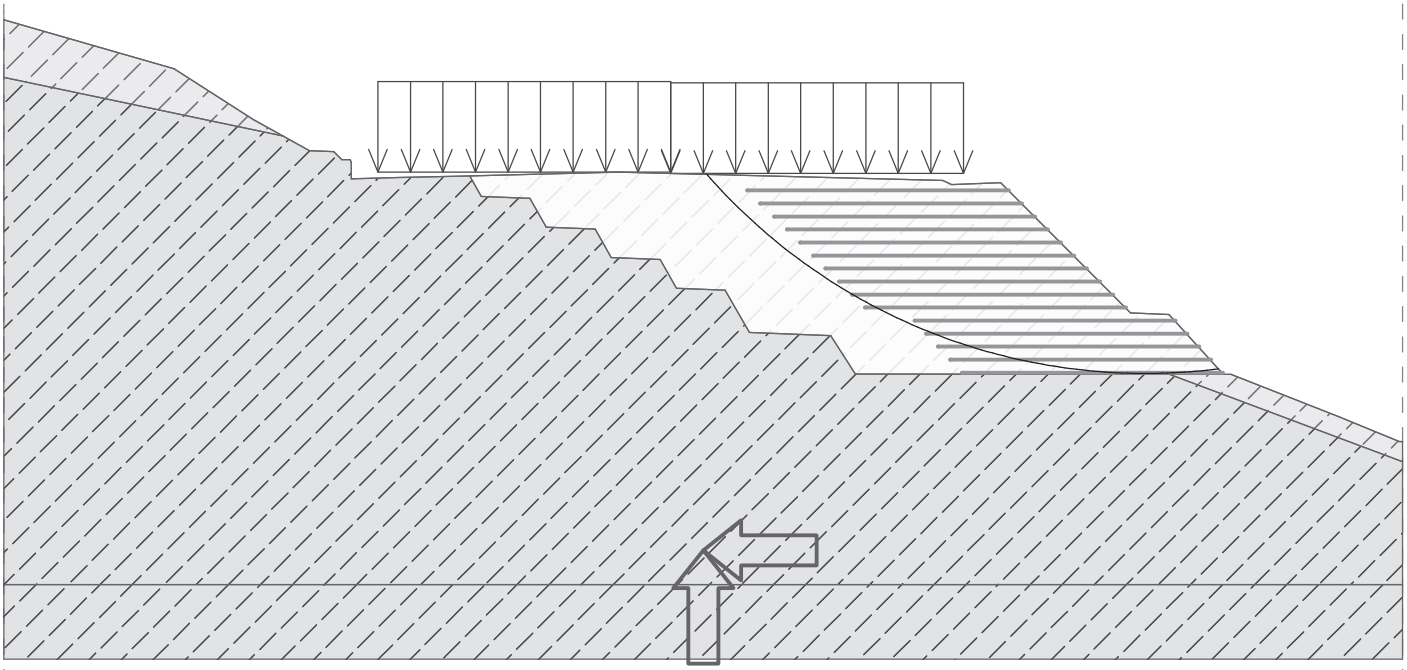
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2634.15 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 3869.46 kN/m

Sliding moment : M_a = 97068.40 kNm/m
Resisting moment : M_p = 142589.49 kNm/m
Factor of safety = 1.47 > 1.00
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 5 - 2



The slip surface after broken optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 1568.89 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 2520.97 kN/m

Sliding moment : M_a = 56244.62 kNm/m

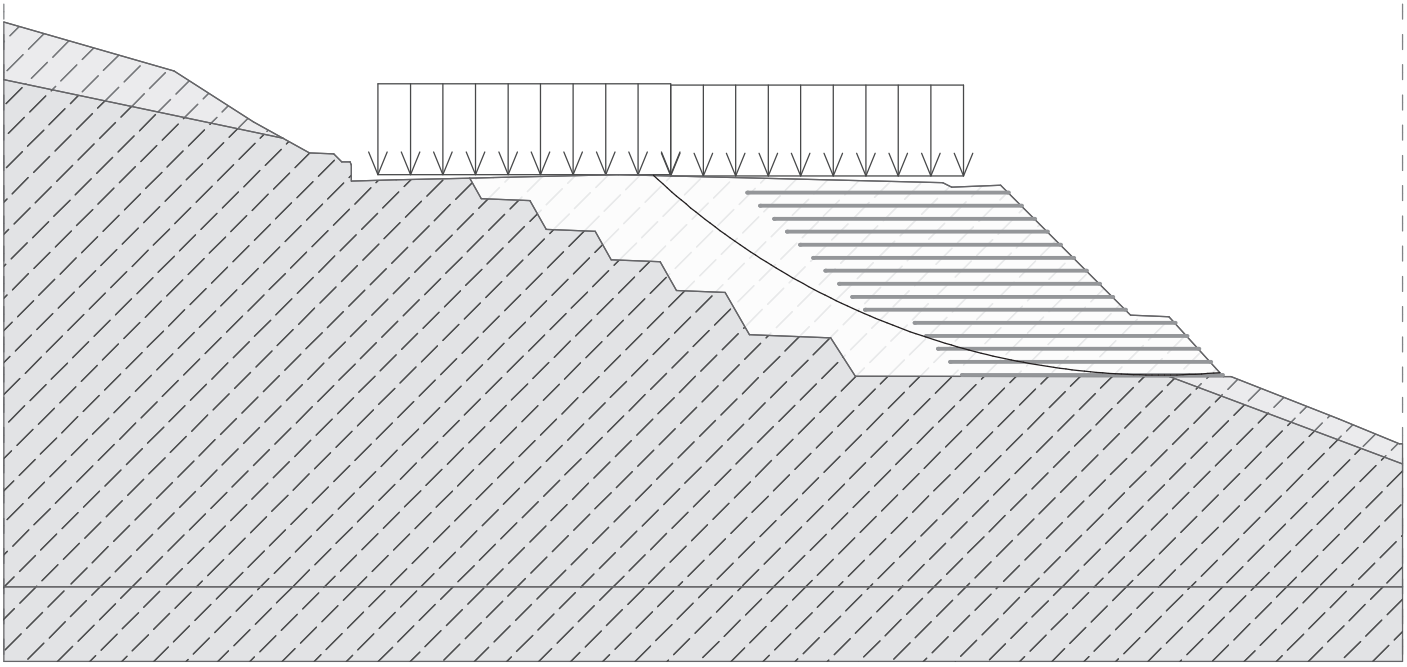
Resisting moment : M_p = 90376.86 kNm/m

Factor of safety = 1.61 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 6 - 1



The slip surface after broken optimization.

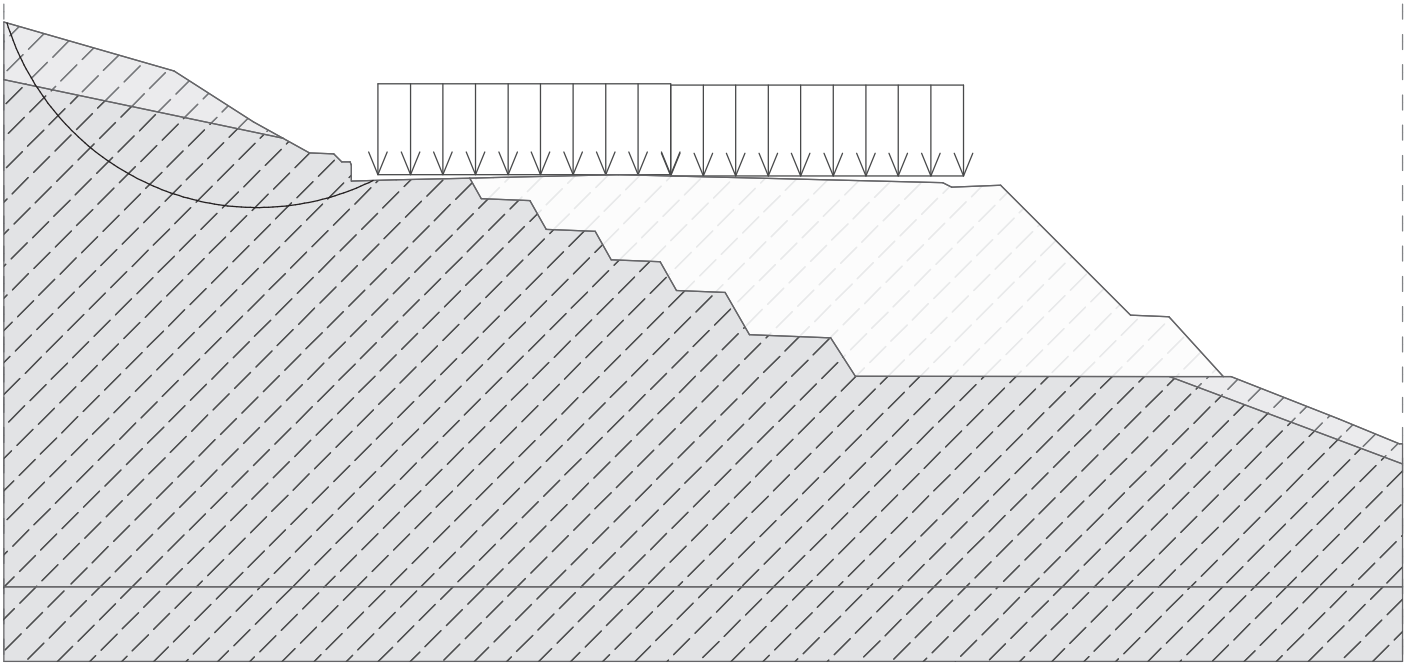
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 1329.34 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 2948.51 kN/m

Sliding moment : M_a = 60750.99 kNm/m
Resisting moment : M_p = 134747.04 kNm/m
Factor of safety = 2.22 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 7 - 2



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 716.88 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 2274.23 kN/m

Sliding moment : M_a = 11541.72 kNm/m

Resisting moment : M_p = 36615.04 kNm/m

Factor of safety = 3.17 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Gabion analysis

Input data

Project

Task : verification du dimensionnemet (profil 4)
Date : 6/3/2023

Settings

(input for current task)

Materials and standards

AASHTO - reduce parameters of friction soil/soil by 2/3 φ

Wall analysis

Active earth pressure calculation :	Coulomb
Passive earth pressure calculation :	Mazindrani (Rankin)
Earthquake analysis :	Mononobe-Okabe
Shape of earth wedge :	Calculate as skew
Allowable eccentricity :	0.333
Verification methodology :	according to EN 1997
Design approach :	2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	γ_G =	1.35	[–]	1.00	[–]
Variable actions :	γ_Q =	1.50	[–]	0.00	[–]
Water load :	γ_w =	1.35	[–]		

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on overturning :	γ_{Re} =	1.40	[–]
Partial factor on sliding resistance :	γ_{Rh} =	1.10	[–]
Partial factor on bearing capacity :	γ_{Rv} =	1.40	[–]
Partial factor on gabion mesh strength :	γ_{Rn1} =	1.10	[–]
Partial factor on gabion joint strength :	γ_{Rn2} =	1.10	[–]

Partial factors for variable actions			
Permanent design situation			
Factor for combination value :	ψ_0 =	0.70	[–]
Factor for frequent value :	ψ_1 =	0.50	[–]
Factor for quasi-permanent value :	ψ_2 =	0.30	[–]

Material of blocks - filling

No.	Name	γ [kN/m³]	φ [°]	c [kPa]
1	Material No. 1	25.00	35.00	0.00

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Material of blocks - mesh

No.	Name	Strength overh. R_t [kN/m]	Spacing of vert. meshes v [m]	Bear.cap. of front joint R_s [kN/m]
1	Material No. 1	52.74	0.50	52.74

Geometry of structure

No.	Width b [m]	Height h [m]	Offset a [m]	Material
6	1.00	1.00	1.00	Material No. 1
5	2.00	1.00	1.00	Material No. 1
4	3.00	1.00	1.00	Material No. 1
3	4.00	1.00	1.00	Material No. 1
2	5.00	1.00	1.00	Material No. 1
1	6.00	1.00	-	Material No. 1

No.	Mesh extension	Length l [m]	Bear.cap. R_t [kN/m^2]	Material
6	YES	18.00	52.74	Material No. 1
5	YES	18.00	52.74	Material No. 1
4	YES	18.00	52.74	Material No. 1
3	YES	18.00	52.74	Material No. 1
2	YES	18.00	52.74	Material No. 1
1	YES	18.00	52.74	Material No. 1

No.	Mesh extension	Coefficient C [–]	Anchor. length l_k [m]	Bearing capacity T_p [kN/m^2]	Material
6	YES	-	18.00	-	Material No. 1
5	YES	-	18.00	-	Material No. 1
4	YES	-	18.00	-	Material No. 1
3	YES	-	18.00	-	Material No. 1
2	YES	-	18.00	-	Material No. 1
1	YES	-	18.00	-	Material No. 1

Gabion slope = 0.00 °
Overall height = 6.00 m
Overall wall volume = 21.00 m^3/m

Soil parameters

remblai

Unit weight : γ = 20.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 30.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 5.00 kPa
Angle of friction struc.-soil : δ = 20.00 °
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

marne

Unit weight : γ = 23.00 kN/m^3
Stress-state : effective

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Angle of internal friction : φ_{ef} = 22.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 55.00 kPa
Angle of friction struc.-soil : δ = 18.00 °
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : γ_{sat} = 23.00 kN/m^3

Geological profile and assigned soils

No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern
1	6.00	remblai	
2	-	marne	

Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

Terrain profile

No.	Coordinate x [m]	Depth z [m]
1	0.00	0.00
2	3.00	0.00
3	9.00	-4.00
4	10.00	-4.00

Origin [0,0] is located in upper right edge of construction.
Positive coordinate +z has downward direction.

Water influence

Ground water table is located below the structure.

Input surface surcharges

No.	Surcharge new	Surcharge change	Action	Mag.1 [kN/m^2]	Mag.2 [kN/m^2]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
1	YES		permanent	10.00		11.00	30.00	on terrain

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure is not considered.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Weight - wall	0.00	-2.17	525.00	3.83	1.000	1.000	1.350
Active pressure	128.90	-1.54	46.91	6.00	1.350	1.350	1.350
Surch.1 - strip	10.29	-1.83	3.75	6.00	1.350	1.350	1.350

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Mesh extension	-50.87	-1.00	0.00	6.64	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-49.01	-2.00	0.00	7.27	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-47.14	-3.00	0.00	7.91	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-45.28	-4.00	0.00	8.55	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-43.41	-5.00	0.00	9.18	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-41.55	-6.00	0.00	9.82	1.000	1.000	1.000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 2400.44 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 292.66 kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 590.78 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 187.90 kN/m

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 129.52 kPa

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the centre of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [–]	Stress [kPa]
1	-1440.91	777.14	-89.36	0.000	129.52
2	-1287.78	593.39	-89.36	0.000	98.90

Service load acting at the centre of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-1310.46	575.66	-138.07

Design load acting at the centre of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [–]	Stress [kPa]
1	-1440.91	777.14	-89.36	0.000	129.52
2	-1287.78	593.39	-89.36	0.000	98.90

Service load acting at the centre of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-1310.46	575.66	-138.07

Verification of foundation soil

Eccentricity verification
Max. eccentricity of normal force e = 0.000
Maximum allowable eccentricity e_{alw} = 0.333

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Verification of bearing capacity

Design bearing capacity of foundation soil $R = 0.00$ kPa
Partial factor on bearing capacity $\gamma_{Rv} = 1.40$
Max. stress at footing bottom $\sigma = 129.52$ kPa
Bearing capacity of foundation soil $R_d = 0.00$ kPa

Bearing capacity of foundation soil is NOT SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is NOT SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Weight - wall	0.00	-1.83	375.00	3.17	1.000	1.000	1.350
Active pressure	80.42	-1.17	29.27	5.00	1.350	1.350	1.350
Surch.1 - strip	7.50	-1.33	2.73	5.00	1.350	1.350	1.350
Mesh extension	-50.89	-1.00	0.00	5.63	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-49.03	-2.00	0.00	6.27	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-47.18	-3.00	0.00	6.90	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-45.32	-4.00	0.00	7.53	1.000	1.000	1.000
Mesh extension	-43.47	-5.00	0.00	8.16	1.000	1.000	1.000

Verification of the most stressed construction joint - above the block No. 1

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 1494.74$ kNm/m
Overturning moment $M_{ovr} = 139.99$ kNm/m

Joint for overturning stability is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 480.65$ kN/m
Active horizontal force $H_{act} = 118.69$ kN/m

Joint for slip is SATISFACTORY

Maximum pressure on the bottom block = 109.89 kPa
Red.Coeff. by offset of top block = 0.00
Average value of pressure on face = 4.36 kPa
Shear force transmitted by friction = 384.73 kN/m

Bearing capacity against transverse pressure:

Joint bear.capacity = 47.95 kN/m
Computed stress-state = 1.45 kN/m

Transverse pressure check is SATISFACTORY

Joint btw. blocks check:

Mesh material bear.capacity = 47.95 kN/m
Computed stress-state = 1.45 kN/m

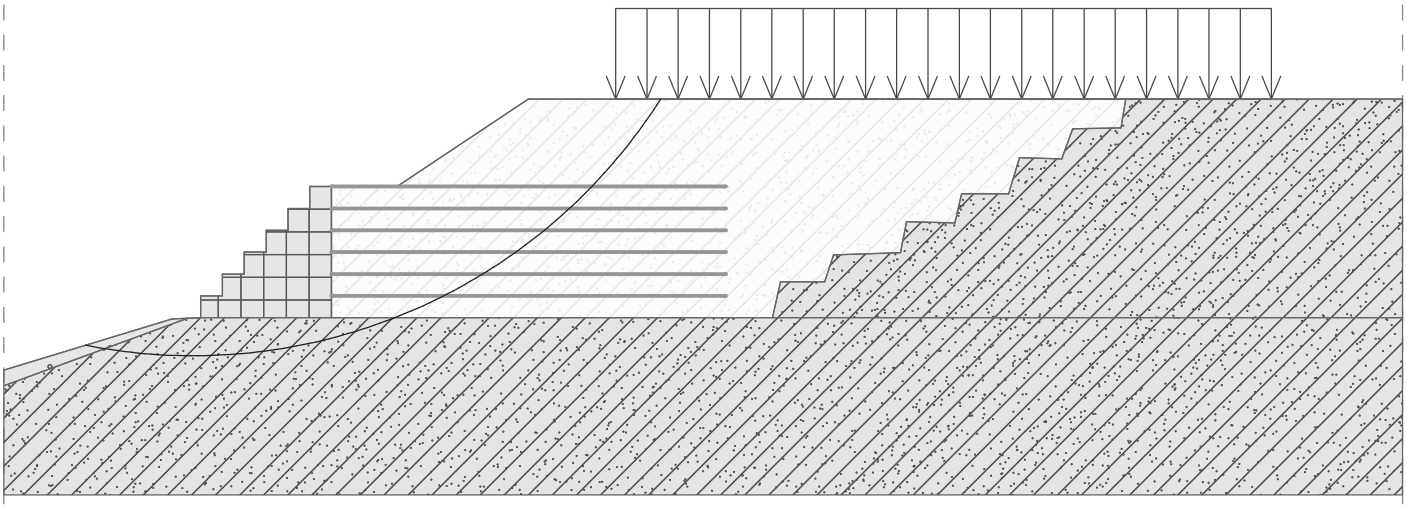
Joint between blocks is SATISFACTORY

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

[GeoStructural Analysis - Gabion Wall | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

verification de la stabilite du profil 4 renforce en gabion

Name :	Stage - analysis : 1 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 922.96 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 2097.85 kN/m

Sliding moment : M_a = 23424.62 kNm/m

Resisting moment : M_p = 53243.47 kNm/m

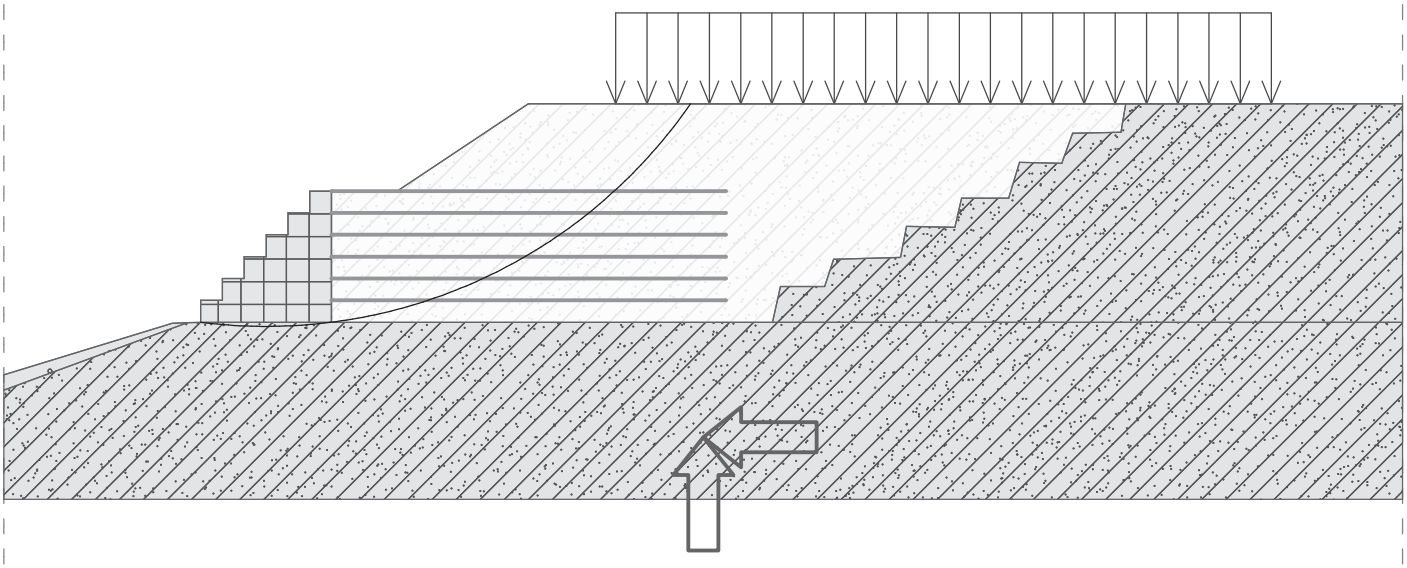
Factor of safety = 2.27 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

verification de la stabilite du profil 4 renforce en gabion

Name :	Stage - analysis : 2 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 922.25 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 1619.70 kN/m

Sliding moment : M_a = 21783.50 kNm/m

Resisting moment : M_p = 38257.29 kNm/m

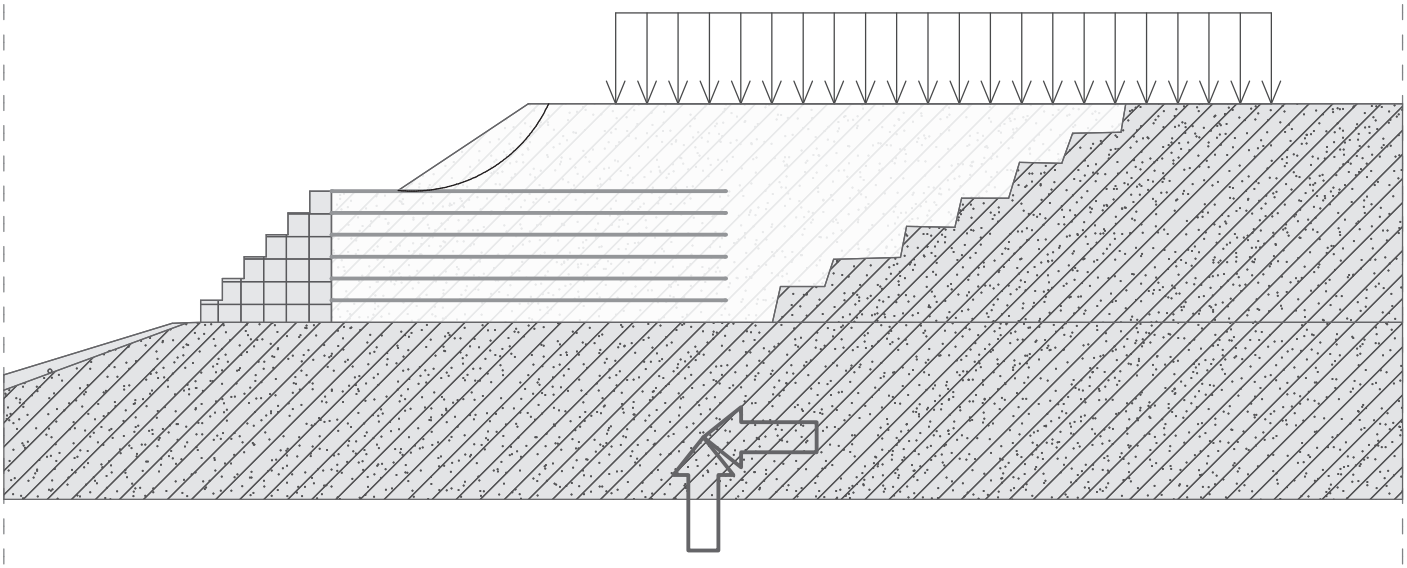
Factor of safety = 1.76 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

verification de la stabilite du profil 4 renforce en gabion

Name :	Stage - analysis : 3 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 90.25 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 119.56 kN/m

Sliding moment : M_a = 622.71 kNm/m

Resisting moment : M_p = 824.95 kNm/m

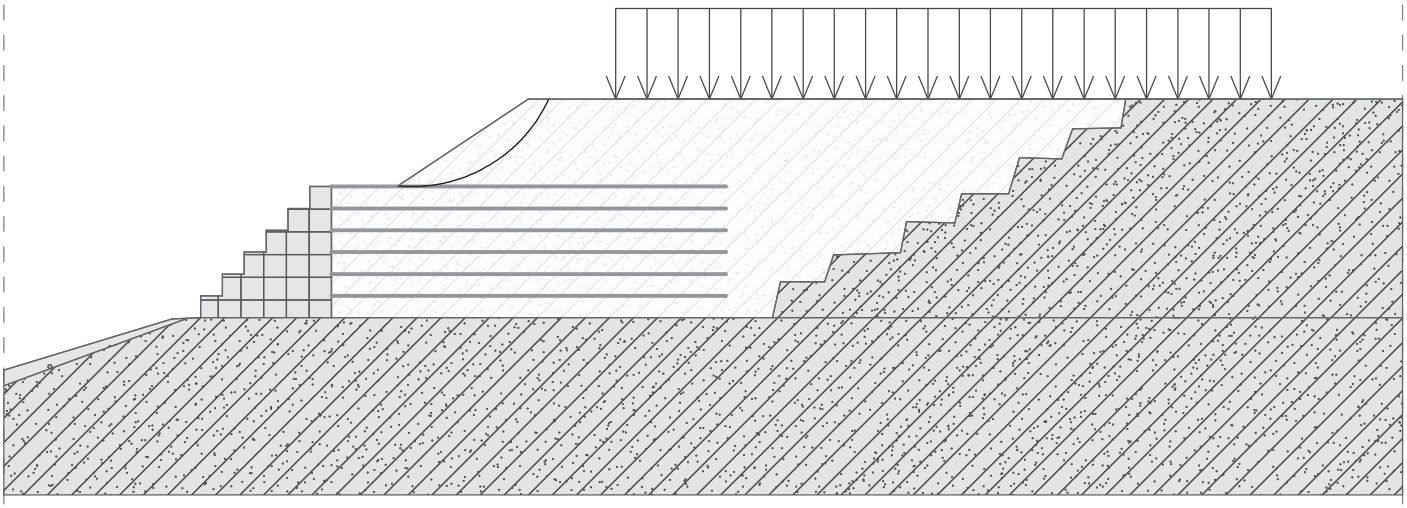
Factor of safety = 1.32 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

verification de la stabilite du profil 4 renforce en gabion

Name :	Stage - analysis : 4 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 79.91 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 126.70 kN/m

Sliding moment : M_a = 551.35 kNm/m

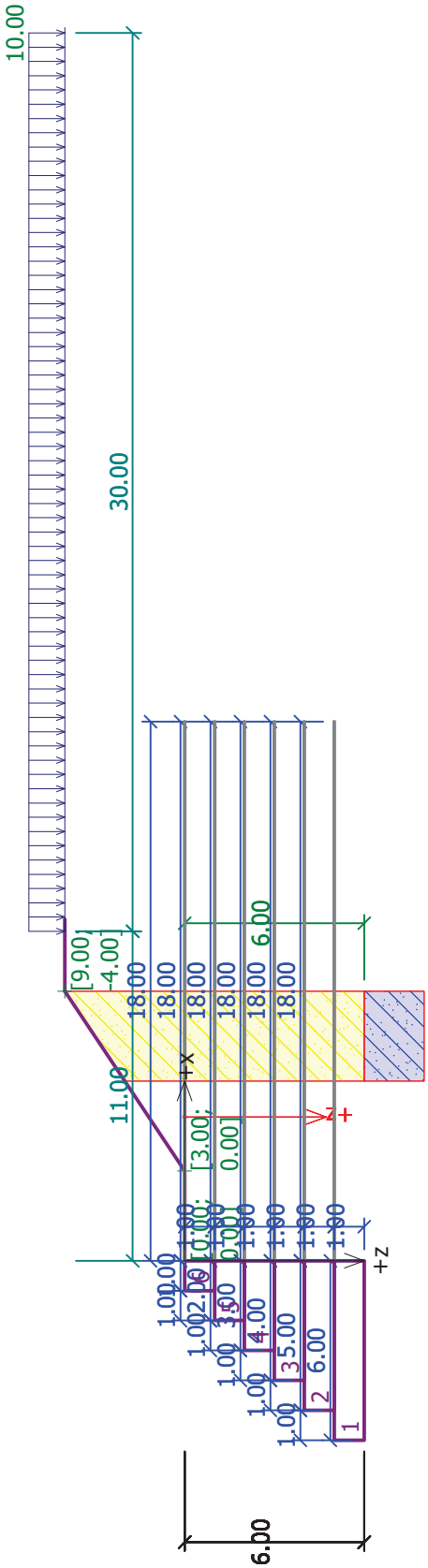
Resisting moment : M_p = 874.26 kNm/m

Factor of safety = 1.59 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage : 1


10.00
30.00
9.00
4.00
18.00
18.00
18.00
18.00
18.00
6.00
11.00
3.00
0.00
1.00
1.00
1

Slope stability analysis

Input data

Project

Task : etude de stabilite du profil 5 caracterisant la section PK38+280-38+300
Date : 5/16/2023

Settings

USA - Safety factor

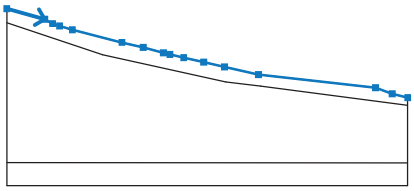
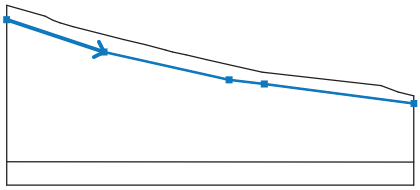
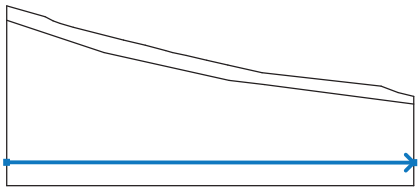
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.50	[–]

Safety factors			
Seismic design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.00	[–]

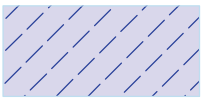
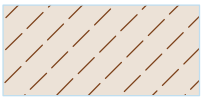
Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	30.91	7.59	28.76	9.18	27.91
		10.59	27.41	13.17	26.68	23.12	24.12
		27.42	23.14	31.44	22.04	32.77	21.70
		35.52	21.08	39.56	20.17	43.70	19.23
		50.52	17.68	74.04	15.04	77.39	13.79
		80.50	13.04				
2		0.00	28.08	19.24	21.68	43.96	16.18
		50.95	15.36	80.50	11.51		
3		0.00	0.00	80.50	-0.06		

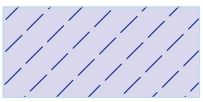
Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
1	remblai		30.00	5.00	20.00

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]
2	marne fortement alteree		22.00	55.00	23.00
3	argile peu plastique		16.35	32.60	19.00

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	n [–]
1	remblai		20.00		
2	marne fortement alteree		24.00		
3	argile peu plastique		20.00		

Soil parameters

remblai

Unit weight : γ = 20.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 30.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 5.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

marne fortement alteree

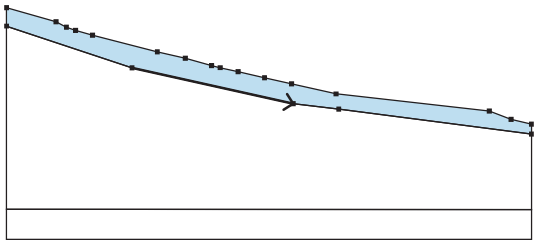
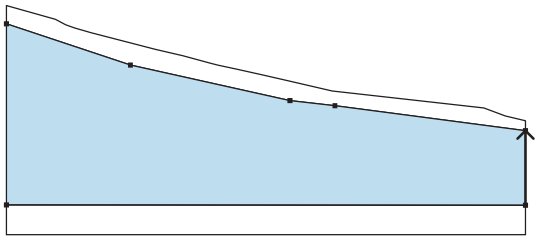
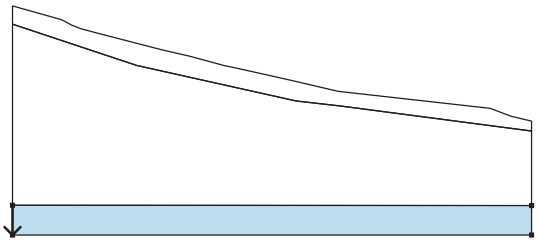
Unit weight : γ = 23.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 22.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 55.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 24.00 kN/m^3

argile peu plastique

Unit weight : γ = 19.00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 16.35 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 32.60 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
1		19.24	21.68	43.96	16.18	argile peu plastique
		50.95	15.36	80.50	11.51	
		80.50	13.04	77.39	13.79	
		74.04	15.04	50.52	17.68	
		43.70	19.23	39.56	20.17	
		35.52	21.08	32.77	21.70	
		31.44	22.04	27.42	23.14	
		23.12	24.12	13.17	26.68	
		10.59	27.41	9.18	27.91	
		7.59	28.76	0.00	30.91	
		0.00	28.08			
2		80.50	-0.06	80.50	11.51	marne fortement alteree
		50.95	15.36	43.96	16.18	
		19.24	21.68	0.00	28.08	
		0.00	0.00			
3		0.00	0.00	0.00	-4.63	marne fortement alteree
		80.50	-4.63	80.50	-0.06	

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1 (stage 1)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	33.64	[m]	Angles :	α_1 =	-66.73	[°]
	z =	45.24	[m]		α_2 =	39.13	[°]
Radius :	R =	36.41	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

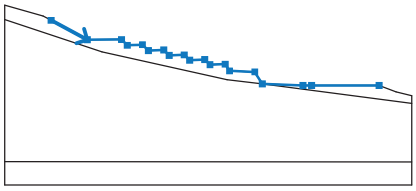
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Sum of active forces : F_a = 2221.88 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 7831.40 kN/m

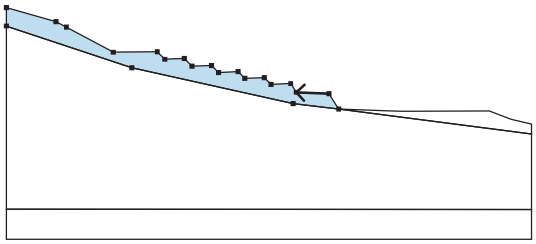
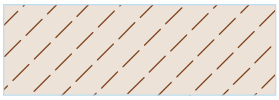
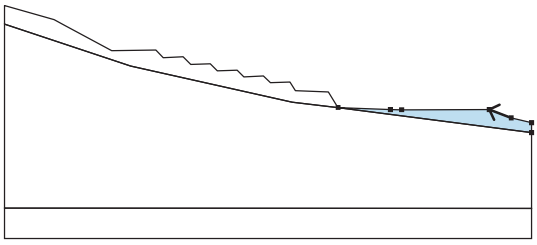
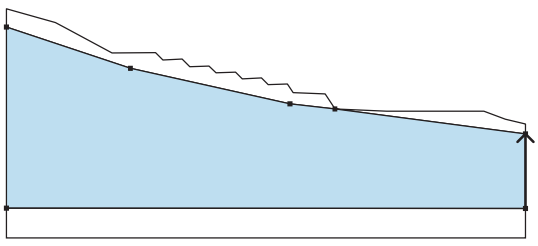
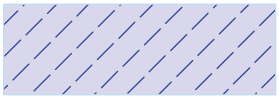
Sliding moment : M_a = 80898.49 kNm/m
Resisting moment : M_p = 285141.45 kNm/m
Factor of safety = 3.52 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 2)

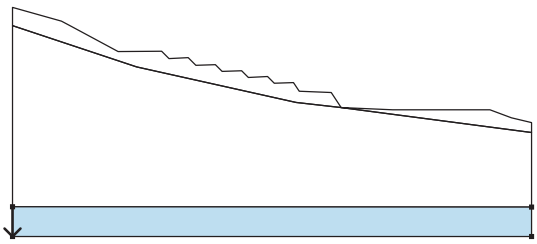
Earth cut

No.	Cut location	Coordinates of cut points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		9.18	27.91	16.36	24.06	23.12	24.12
		24.26	22.98	27.26	23.10	28.44	21.92
		31.44	22.04	32.52	20.96	35.52	21.08
		36.56	20.05	39.56	20.17	40.59	19.13
		43.59	19.25	44.45	17.92	49.45	17.72
		50.95	15.36	58.95	15.04	60.67	15.02
		74.04	15.04				

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		49.45	17.72	44.45	17.92	argile peu plastique
		43.59	19.25	40.59	19.13	
		39.56	20.17	36.56	20.05	
		35.52	21.08	32.52	20.96	
		31.44	22.04	28.44	21.92	
		27.26	23.10	24.26	22.98	
		23.12	24.12	16.36	24.06	
		9.18	27.91	7.59	28.76	
		0.00	30.91	0.00	28.08	
		19.24	21.68	43.96	16.18	
		50.95	15.36			
2		77.39	13.79	74.04	15.04	argile peu plastique
		60.67	15.02	58.95	15.04	
		50.95	15.36	80.50	11.51	
		80.50	13.04			
3		80.50	-0.06	80.50	11.51	marne fortement alteree
		50.95	15.36	43.96	16.18	
		19.24	21.68	0.00	28.08	
		0.00	0.00			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
4		0.00	0.00	0.00	-4.63	marne fortement alteree
		80.50	-4.63	80.50	-0.06	

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 2)

Analysis 1 (stage 2)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	36.00	[m]	Angles :	α_1 =	-65.69	[°]
	z =	47.03	[m]		α_2 =	35.50	[°]
Radius :	R =	39.29	[m]				
The slip surface after optimization.							

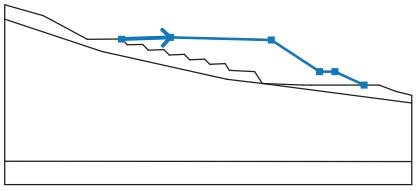
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2495.68 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 8224.85 kN/m

Sliding moment : M_a = 98055.09 kNm/m
Resisting moment : M_p = 323154.28 kNm/m
Factor of safety = 3.30 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

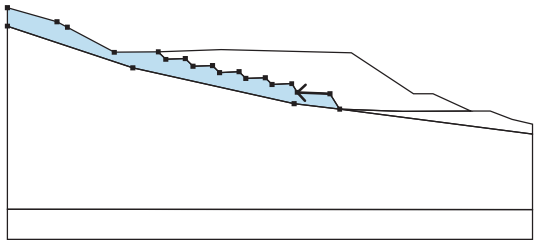
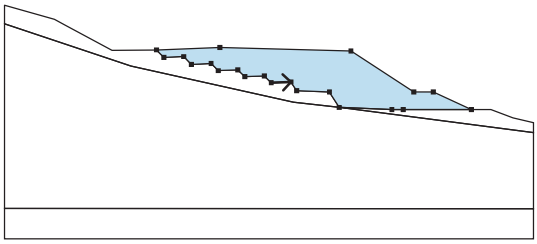
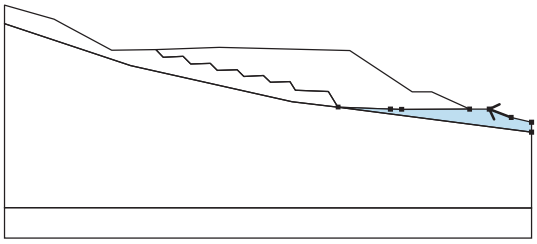
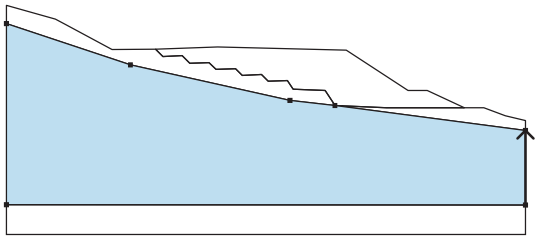
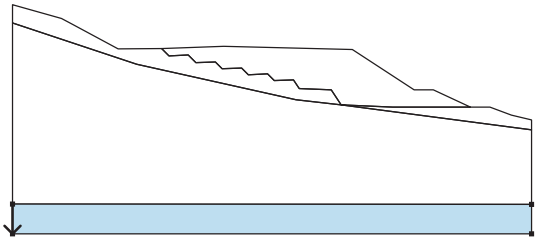
Input data (Stage of construction 3)

Embankment interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m] x	z	x	z	x	z
1		23.12	24.12	32.77	24.47	52.72	23.97
		62.27	17.70	65.27	17.70	71.04	15.04

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		49.45	17.72	44.45	17.92	argile peu plastique
		43.59	19.25	40.59	19.13	
		39.56	20.17	36.56	20.05	
		35.52	21.08	32.52	20.96	
		31.44	22.04	28.44	21.92	
		27.26	23.10	24.26	22.98	
		23.12	24.12	16.36	24.06	
		9.18	27.91	7.59	28.76	
		0.00	30.91	0.00	28.08	
		19.24	21.68	43.96	16.18	
		50.95	15.36			
2		40.59	19.13	43.59	19.25	remblai
		44.45	17.92	49.45	17.72	
		50.95	15.36	58.95	15.04	
		60.67	15.02	71.04	15.04	
		65.27	17.70	62.27	17.70	
		52.72	23.97	32.77	24.47	
		23.12	24.12	24.26	22.98	
		27.26	23.10	28.44	21.92	
		31.44	22.04	32.52	20.96	
		35.52	21.08	36.56	20.05	
		39.56	20.17			
3		77.39	13.79	74.04	15.04	argile peu plastique
		71.04	15.04	60.67	15.02	
		58.95	15.04	50.95	15.36	
		80.50	11.51	80.50	13.04	
4		80.50	-0.06	80.50	11.51	marne fortement alteree
		50.95	15.36	43.96	16.18	
		19.24	21.68	0.00	28.08	
		0.00	0.00			
5		0.00	0.00	0.00	-4.63	marne fortement alteree
		80.50	-4.63	80.50	-0.06	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	Yes		strip	permanent	on terrain	x = 20.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m²

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 3)

Analysis 1 (stage 3)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	61.78	[m]	Angles :	α_1 =	-64.98	[°]
	z =	28.61	[m]		α_2 =	2.56	[°]
Radius :	R =	10.92	[m]				
The slip surface after optimization.							

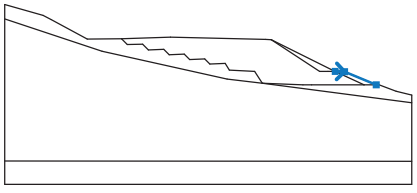
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 169.15 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 235.31 kN/m

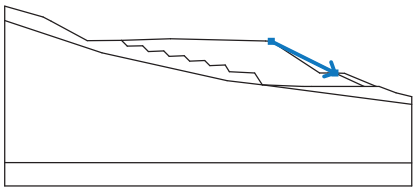
Sliding moment : M_a = 1847.11 kNm/m
Resisting moment : M_p = 2569.63 kNm/m
Factor of safety = 1.39 < 1.50
Slope stability NOT ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 4)

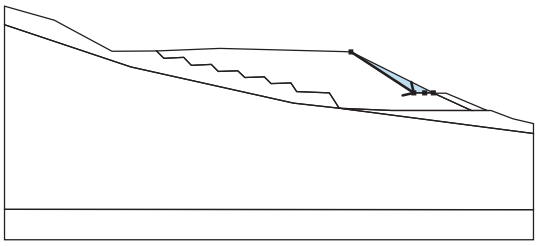
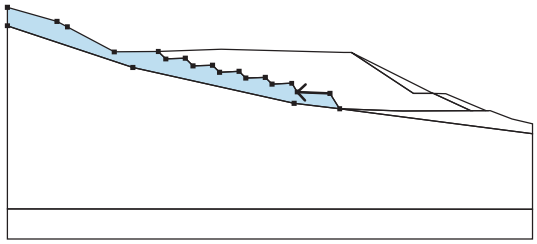
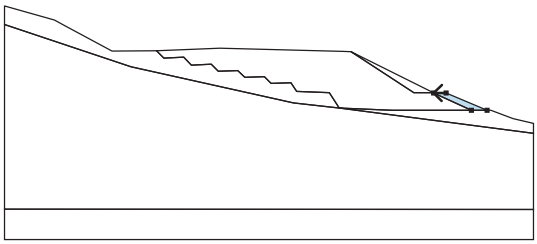
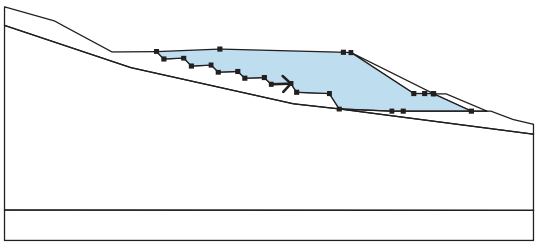
Embankment interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m] x	z	x	z	x	z
1		65.32	17.68	67.22	17.65	73.43	15.04

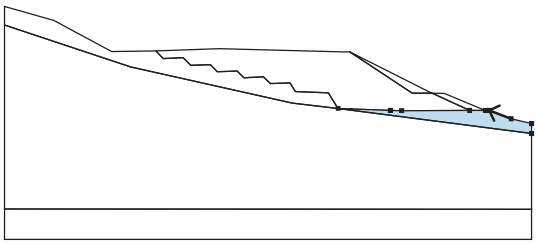
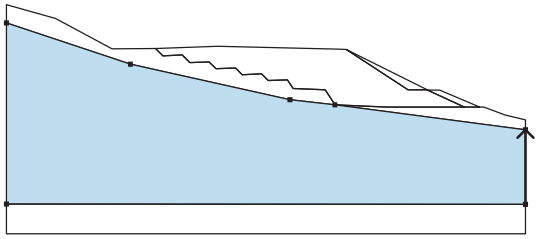
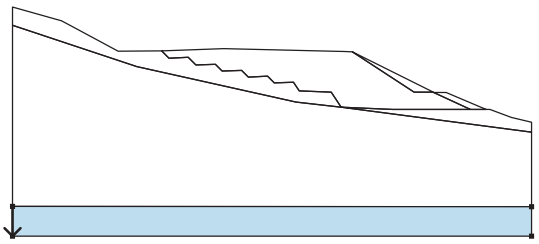
[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
2		52.72	23.97	65.27	17.70		

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		52.72	23.97	62.27	17.70	remblai
		63.93	17.70	65.27	17.70	
2		49.45	17.72	44.45	17.92	argile peu plastique
		43.59	19.25	40.59	19.13	
		39.56	20.17	36.56	20.05	
		35.52	21.08	32.52	20.96	
		31.44	22.04	28.44	21.92	
		27.26	23.10	24.26	22.98	
		23.12	24.12	16.36	24.06	
		9.18	27.91	7.59	28.76	
		0.00	30.91	0.00	28.08	
		19.24	21.68	43.96	16.18	
		50.95	15.36			
3		67.22	17.65	65.32	17.68	remblai
		71.04	15.04	73.43	15.04	
4		40.59	19.13	43.59	19.25	remblai
		44.45	17.92	49.45	17.72	
		50.95	15.36	58.95	15.04	
		60.67	15.02	71.04	15.04	
		65.32	17.68	65.27	17.70	
		63.93	17.70	62.27	17.70	
		52.72	23.97	51.58	24.00	
		32.77	24.47	23.12	24.12	
		24.26	22.98	27.26	23.10	
		28.44	21.92	31.44	22.04	
		32.52	20.96	35.52	21.08	
		36.56	20.05	39.56	20.17	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
5		77.39	13.79	74.04	15.04	argile peu plastique
		73.43	15.04	71.04	15.04	
		60.67	15.02	58.95	15.04	
		50.95	15.36	80.50	11.51	
		80.50	13.04			
6		80.50	-0.06	80.50	11.51	marne fortement alteree
		50.95	15.36	43.96	16.18	
		19.24	21.68	0.00	28.08	
		0.00	0.00			
7		0.00	0.00	0.00	-4.63	marne fortement alteree
		80.50	-4.63	80.50	-0.06	

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 20.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m^2

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0.10
Vertical seismic coefficient : K_v = 0.03

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 4)

Analysis 1 (stage 4)

Circular slip surface

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Slip surface parameters							
Center :	x =	63.31	[m]	Angles :	α_1 =	-57.47	[°]
	z =	31.53	[m]		α_2 =	8.38	[°]
Radius :	R =	14.00	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 244.78 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 332.38 kN/m

Sliding moment : M_a = 3426.87 kNm/m

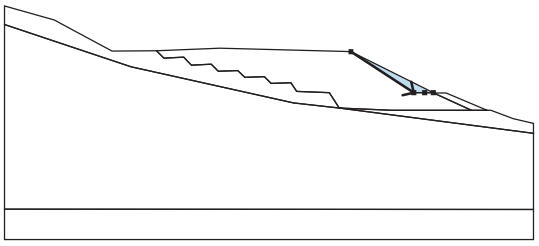
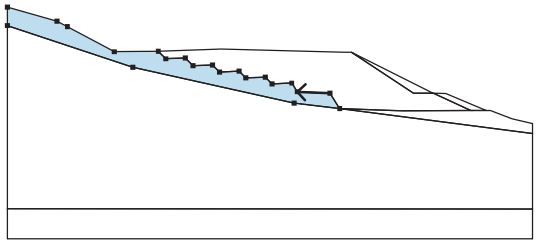
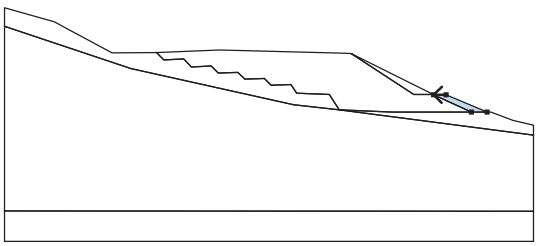
Resisting moment : M_p = 4653.37 kNm/m

Factor of safety = 1.36 > 1.00

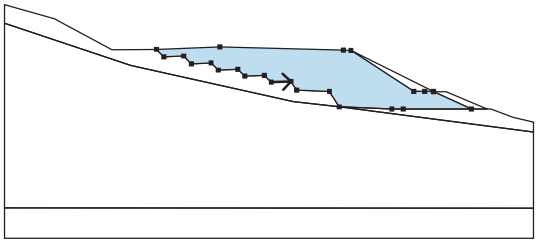
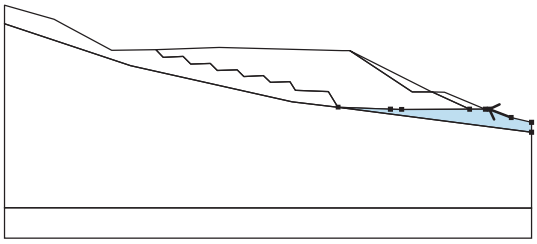
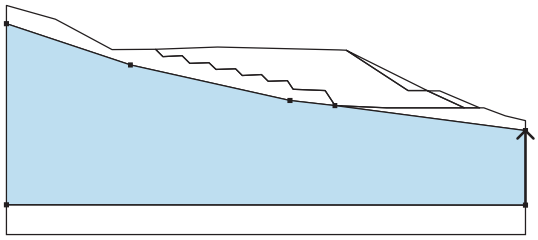
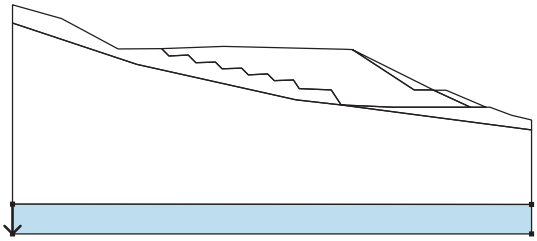
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 5)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
1		52.72	23.97	62.27	17.70	remblai
		63.93	17.70	65.27	17.70	
2		49.45	17.72	44.45	17.92	argile peu plastique
		43.59	19.25	40.59	19.13	
		39.56	20.17	36.56	20.05	
		35.52	21.08	32.52	20.96	
		31.44	22.04	28.44	21.92	
		27.26	23.10	24.26	22.98	
		23.12	24.12	16.36	24.06	
		9.18	27.91	7.59	28.76	
		0.00	30.91	0.00	28.08	
		19.24	21.68	43.96	16.18	
		50.95	15.36			
3		67.22	17.65	65.32	17.68	remblai
		71.04	15.04	73.43	15.04	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m] x	z	x	z	Assigned soil
4		40.59	19.13	43.59	19.25	remblai
		44.45	17.92	49.45	17.72	
		50.95	15.36	58.95	15.04	
		60.67	15.02	71.04	15.04	
		65.32	17.68	65.27	17.70	
		63.93	17.70	62.27	17.70	
		52.72	23.97	51.58	24.00	
		32.77	24.47	23.12	24.12	
		24.26	22.98	27.26	23.10	
		28.44	21.92	31.44	22.04	
		32.52	20.96	35.52	21.08	
		36.56	20.05	39.56	20.17	
5		77.39	13.79	74.04	15.04	argile peu plastique
		73.43	15.04	71.04	15.04	
		60.67	15.02	58.95	15.04	
		50.95	15.36	80.50	11.51	
		80.50	13.04			
6		80.50	-0.06	80.50	11.51	marne fortement alteree
		50.95	15.36	43.96	16.18	
		19.24	21.68	0.00	28.08	
		0.00	0.00			
7		0.00	0.00	0.00	-4.63	marne fortement alteree
		80.50	-4.63	80.50	-0.06	

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 20.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m^2

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 5)

Analysis 1 (stage 5)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	63.21	[m]	Angles :	α_1 =	-59.20	[°]
	z =	30.80	[m]		α_2 =	9.17	[°]
Radius :	R =	13.29	[m]				
The slip surface after optimization.							

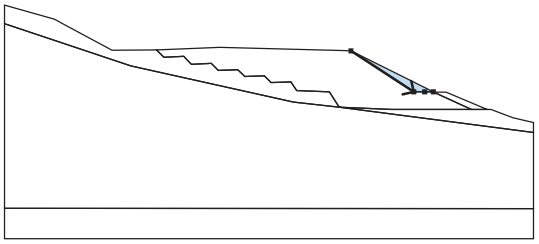
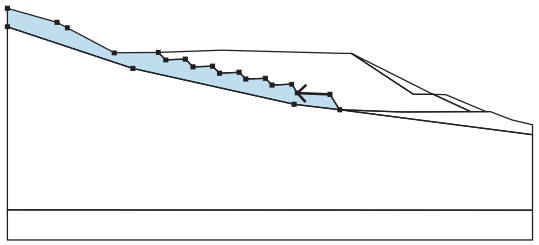
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 202.96 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 343.25 kN/m

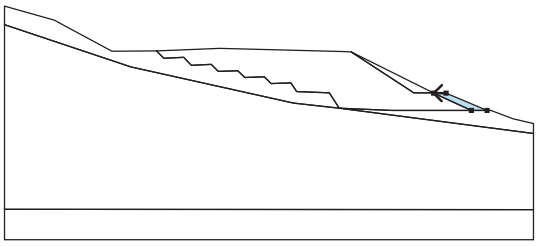
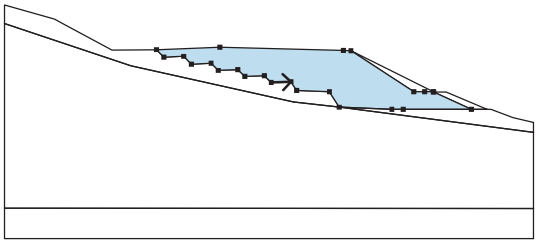
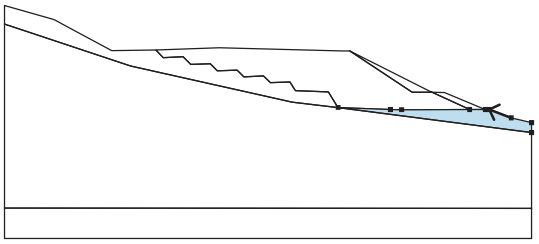
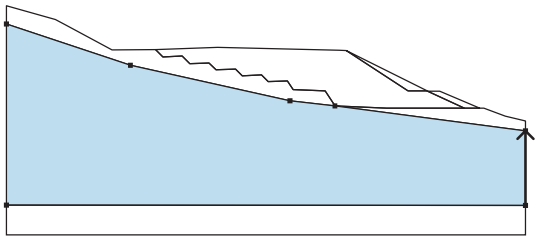
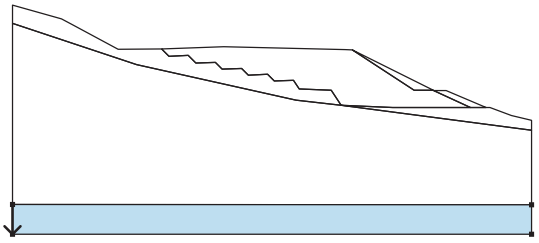
Sliding moment : M_a = 2697.33 kNm/m
Resisting moment : M_p = 4561.78 kNm/m
Factor of safety = 1.69 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

Input data (Stage of construction 6)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		52.72	23.97	62.27	17.70	remblai
		63.93	17.70	65.27	17.70	
2		49.45	17.72	44.45	17.92	argile peu plastique
		43.59	19.25	40.59	19.13	
		39.56	20.17	36.56	20.05	
		35.52	21.08	32.52	20.96	
		31.44	22.04	28.44	21.92	
		27.26	23.10	24.26	22.98	
		23.12	24.12	16.36	24.06	
		9.18	27.91	7.59	28.76	
		0.00	30.91	0.00	28.08	
		19.24	21.68	43.96	16.18	
		50.95	15.36			

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
3		67.22	17.65	65.32	17.68	remblai
		71.04	15.04	73.43	15.04	
4		40.59	19.13	43.59	19.25	remblai
		44.45	17.92	49.45	17.72	
		50.95	15.36	58.95	15.04	
		60.67	15.02	71.04	15.04	
		65.32	17.68	65.27	17.70	
		63.93	17.70	62.27	17.70	
		52.72	23.97	51.58	24.00	
		32.77	24.47	23.12	24.12	
		24.26	22.98	27.26	23.10	
		28.44	21.92	31.44	22.04	
		32.52	20.96	35.52	21.08	
		36.56	20.05	39.56	20.17	
5		77.39	13.79	74.04	15.04	argile peu plastique
		73.43	15.04	71.04	15.04	
		60.67	15.02	58.95	15.04	
		50.95	15.36	80.50	11.51	
		80.50	13.04			
6		80.50	-0.06	80.50	11.51	marne fortement alteree
		50.95	15.36	43.96	16.18	
		19.24	21.68	0.00	28.08	
		0.00	0.00			
7		0.00	0.00	0.00	-4.63	marne fortement alteree
		80.50	-4.63	80.50	-0.06	

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Surcharge

No.	Surcharge new	Surcharge change	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude q, q_1, f, F	Magnitude q_2	Magnitude unit
1	No	No	strip	permanent	on terrain	x = 20.00	l = 30.00		0.00	10.00		kN/m^2

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 6)

Analysis 1 (stage 6)

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	14.87	[m]	Angles :	α_1 =	-52.78	[°]
	z =	39.96	[m]		α_2 =	5.37	[°]
Radius :	R =	15.97	[m]				
The slip surface after optimization.							

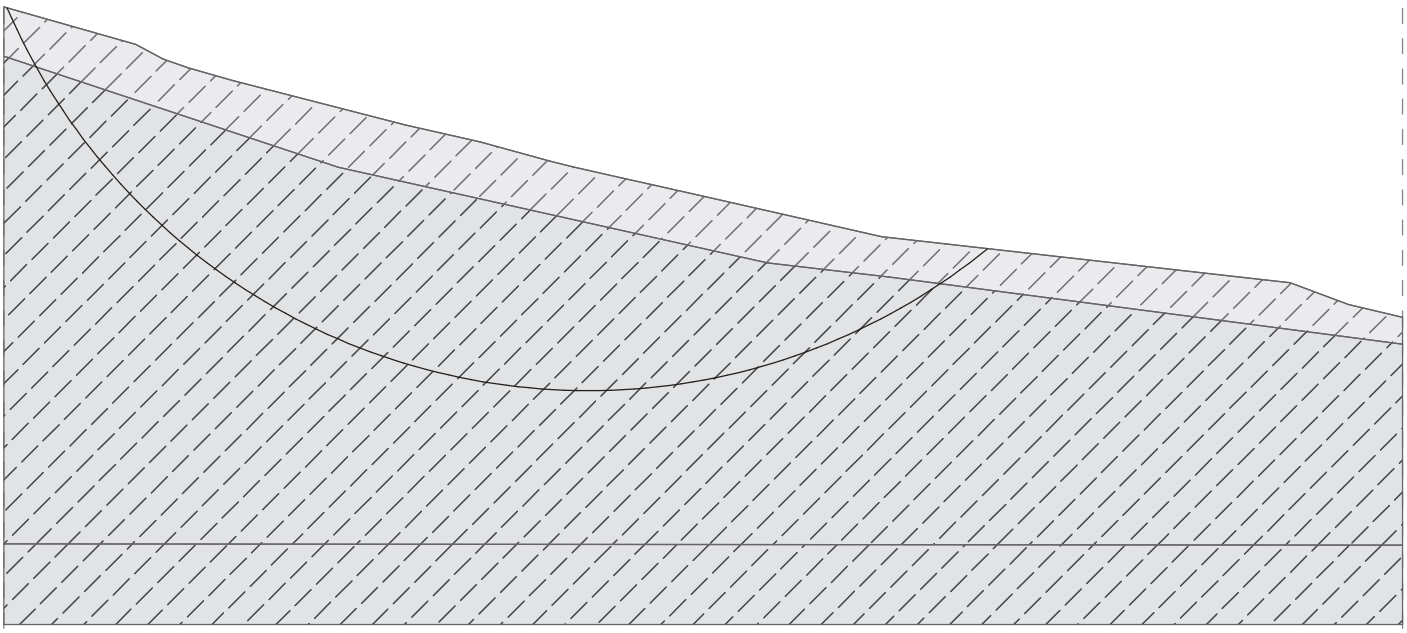
Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 192.62 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 664.22 kN/m

Sliding moment : M_a = 3076.19 kNm/m
Resisting moment : M_p = 10607.58 kNm/m
Factor of safety = 3.45 > 1.50
Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 1 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2221.88 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 7831.40 kN/m

Sliding moment : M_a = 80898.49 kNm/m

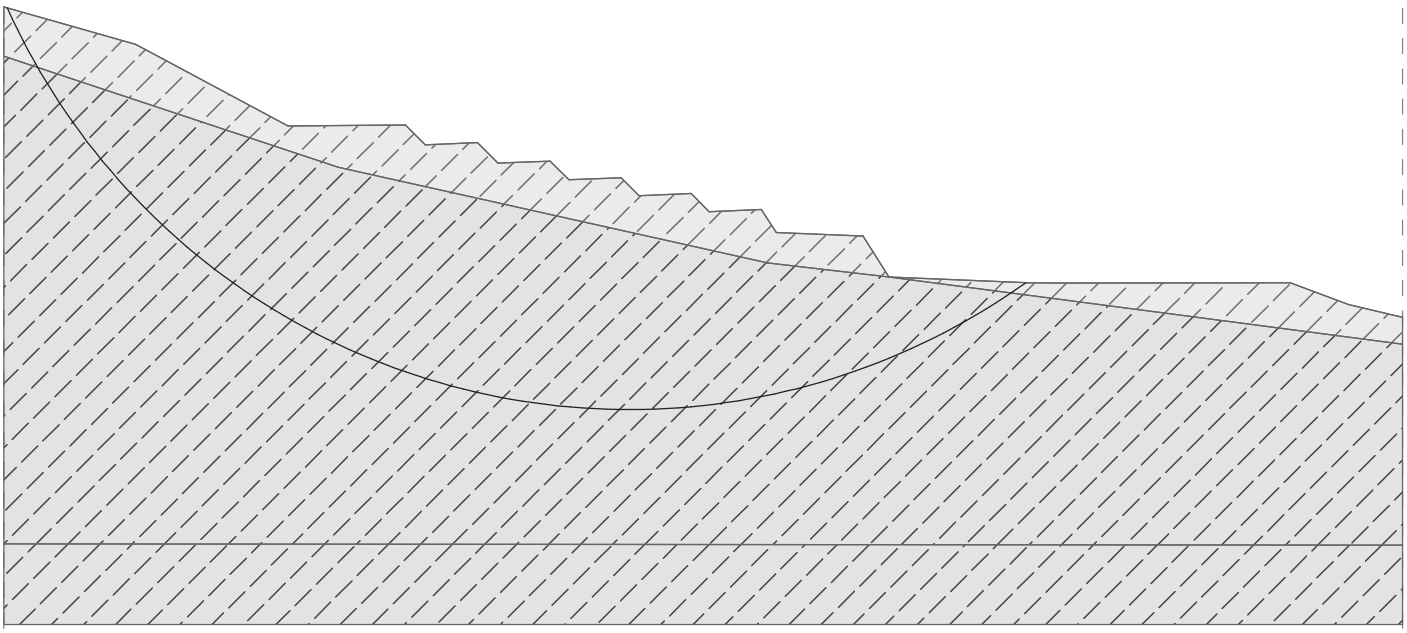
Resisting moment : M_p = 285141.45 kNm/m

Factor of safety = 3.52 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 2 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 2495.68 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 8224.85 kN/m

Sliding moment : M_a = 98055.09 kNm/m

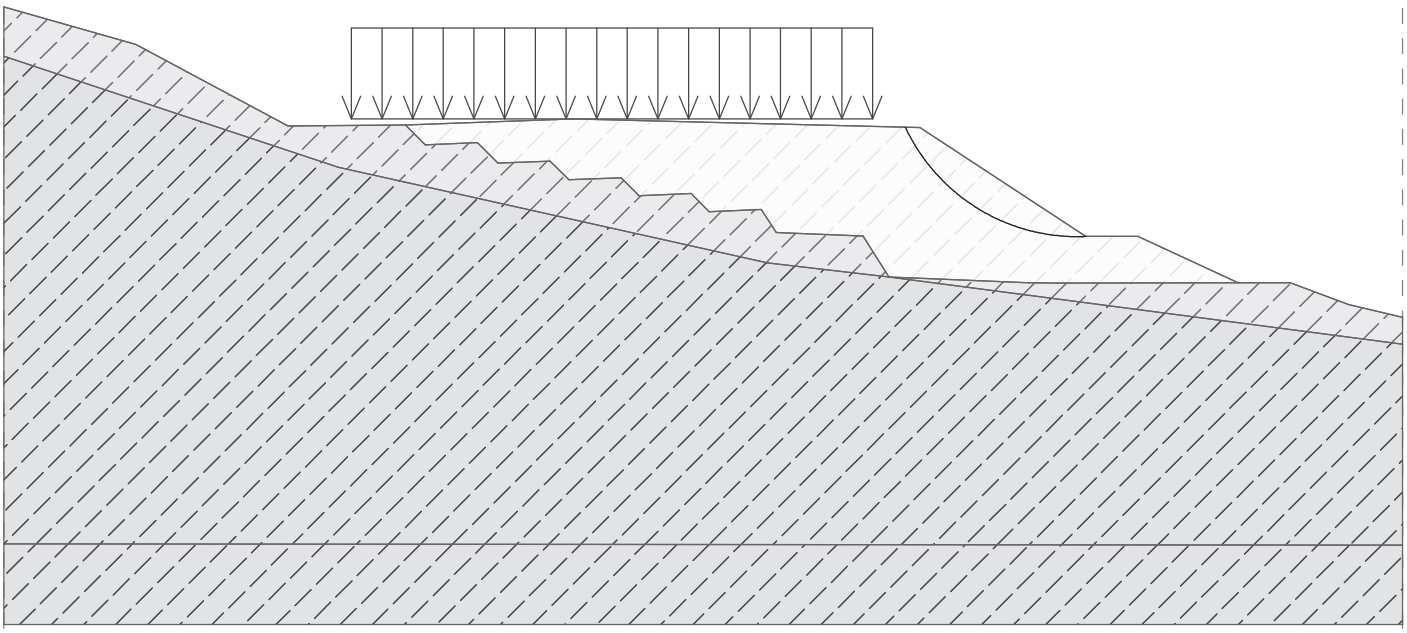
Resisting moment : M_p = 323154.28 kNm/m

Factor of safety = 3.30 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 3 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 169.15 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 235.31 kN/m

Sliding moment : M_a = 1847.11 kNm/m

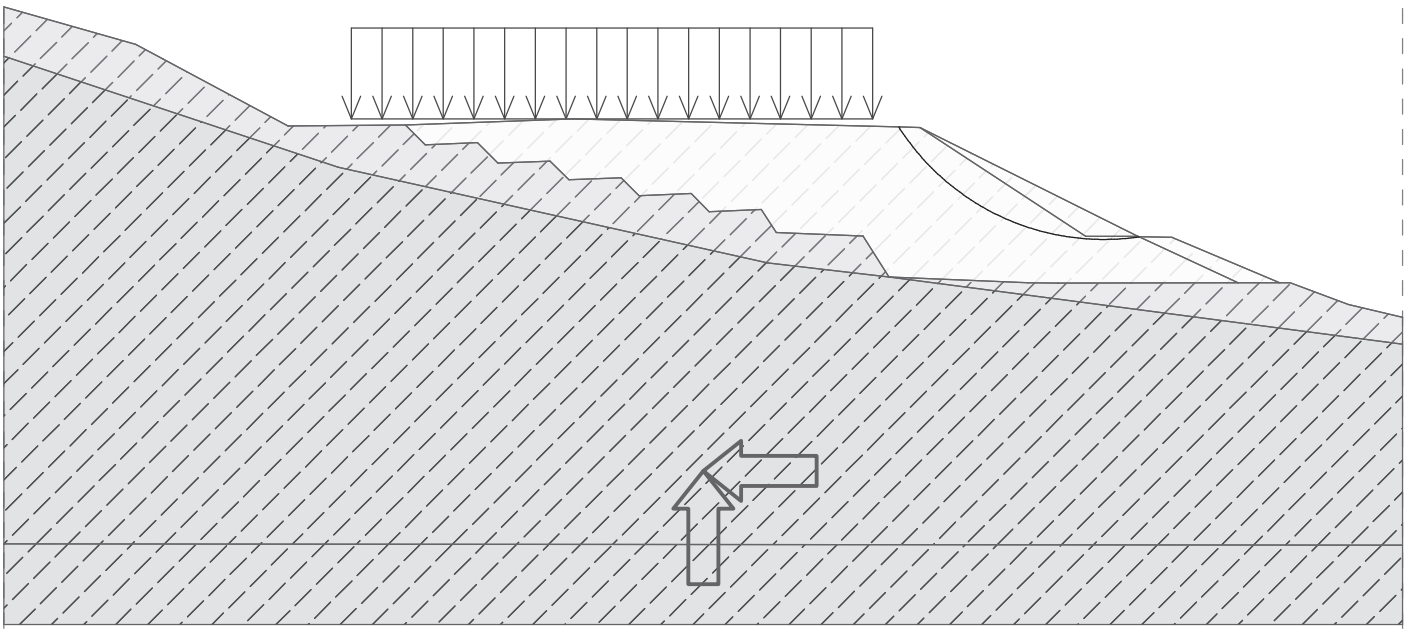
Resisting moment : M_p = 2569.63 kNm/m

Factor of safety = 1.39 < 1.50

Slope stability NOT ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 4 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 244.78 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 332.38 kN/m

Sliding moment : M_a = 3426.87 kNm/m

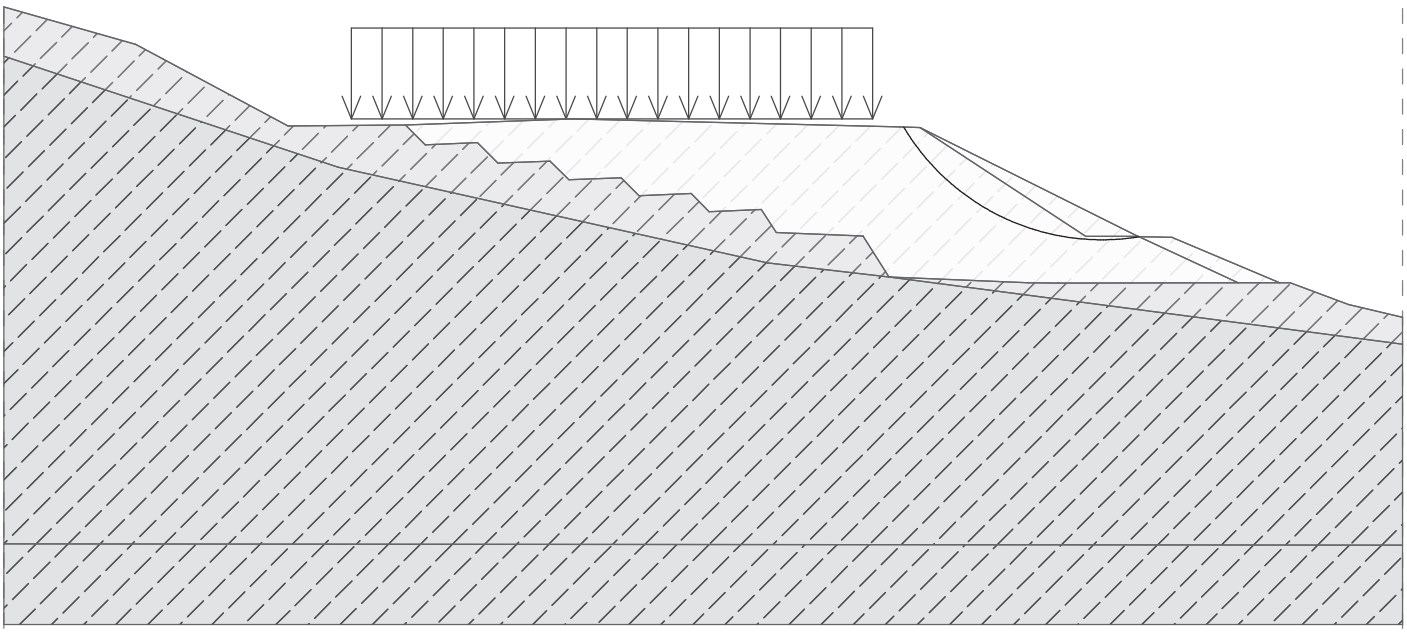
Resisting moment : M_p = 4653.37 kNm/m

Factor of safety = 1.36 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 5 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 202.96 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 343.25 kN/m

Sliding moment : M_a = 2697.33 kNm/m

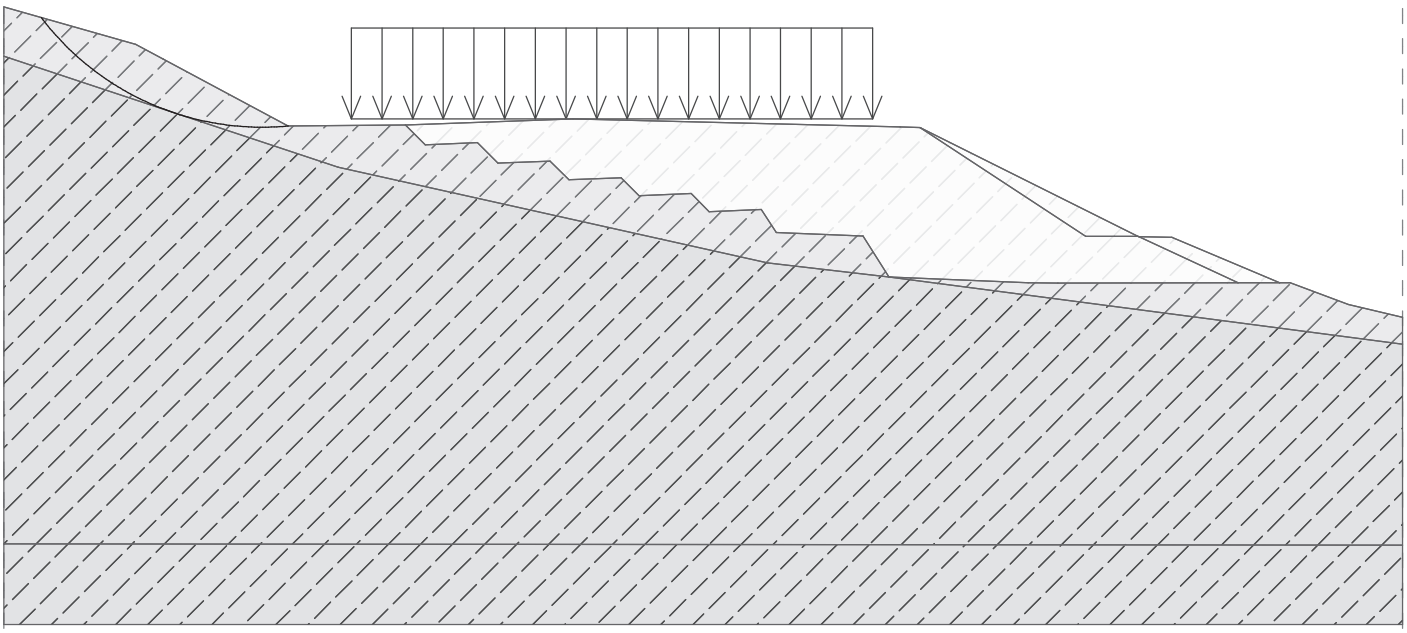
Resisting moment : M_p = 4561.78 kNm/m

Factor of safety = 1.69 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Name :	Stage - analysis : 6 - 1



The slip surface after optimization.

Slope stability verification (Fellenius / Petterson)

Sum of active forces : F_a = 192.62 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 664.22 kN/m

Sliding moment : M_a = 3076.19 kNm/m

Resisting moment : M_p = 10607.58 kNm/m

Factor of safety = 3.45 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

[GeoStructural Analysis - Slope Stability | version 5.18.4.0 | Copyright © 2014 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Fiche technique du géotextile

AFITEX ALGERIE

LE RENFORCEMENT

AFITEX
L'intelligence des sols

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

A – Historique

AFITEX développe depuis sa création, il y a 16 ans, ses activités dans les secteurs du drainage, du soutènement et de l'étanchéité. Dans ce même laps de temps, l'entreprise a mis en place un marketing structuré dans les marchés **de l'environnement**, **du bâtiment** et des **travaux publics** avec l'ambition de devenir l'un des tous premiers spécialistes européens dans son domaine d'activité.

L'entreprise a été fondée en 1992 par Didier Benamu et Yves Durkheim pour reprendre la commercialisation de produits de drainage fabriqués et diffusés jusqu'alors par la société SOMMER. A cette date en effet, le groupe SOMMER ALLIBERT avait souhaité se désengager de la commercialisation des produits techniques dans le domaine du drainage pour se recentrer sur le cœur de son métier.

En 2001, SOMMER, fournisseur historique d'AFITEX, cesse la production de ses matériaux de drainage. Afin de garantir la pérennité de l'entreprise, les fondateurs d'Afitex s'engagent dans un projet industriel visant à reprendre les outils de production de ce fournisseur et à les transférer sur un nouveau site de production situé à Champhol. En outre, le projet industriel comportait un volet innovant puisque l'entreprise a mis au point une unité d'assemblage de géotextiles techniques afin de disposer d'une gamme complète dans le domaine de la protection de l'environnement et de la lutte contre l'érosion. Ce projet innovant réussi avait alors été aidé par l'ANVAR.

Depuis janvier 2002, l'entreprise développe son implantation industrielle à Champhol, Entre 2002 et 2007, AFITEX se deploie au travers de filiales notamment en Algérie, à la Réunion, au Canada puis au Maroc en 2008. Le chiffre d'affaires a triplé entre 2002 et 2007. L'effectif de l'entreprise est passé en 6 ans de 8 à 50 collaborateurs en France métropolitaine et près de 100 dans l'ensemble des filiales.

Soucieuse de la durabilité de ses produits et de sa propre pérennité, l'entreprise mène depuis son implantation en terre d'Eure et Loir une politique qualité importante. Certifiée ISO 9001 en 2006, elle continue à améliorer sa performance avec pour objectif la satisfaction de ses clients, salariés et actionnaires.



AFITEX
L'intelligence des sols



GEOTER 200

Descriptif & Composition

Géotextile composite de renforcement et de séparation, tissé-tricoté-tramé, à mise en tension immédiate.

Caractéristiques Mécaniques & Dimensionnelles				
Caractéristiques	**Norme**		**valeur**	**unité**
Masse surfacique	NF EN ISO 9864		407	g/m²
Résistance à la rupture en traction	NF EN ISO 10319	Sens longitudinal	200	kN/m
		Sens transversal	10	
Déformation à la rupture en traction		Sens longitudinal	11	%
		Sens transversal	8	
Perforation dynamique	NF EN 13433		14	mm
Poinçonnement statique CBR	NF EN 12236		3,8	kN

Caractéristiques hydrauliques			
Perméabilité	NF EN ISO 11058	30.10^{-3}	m/s
Ouverture de filtration	NF EN ISO 12956	198	µm

Conditionnement			
Rouleau	Longueur	100	m
	Largeur	5,3	m

Les spécifications techniques sont susceptibles d'être modifiées à tout moment.
Veuillez vous rapprocher du service technique afin de valider que vous disposez bien de la dernière version.

AFITEX 13-15 rue Louis Blériot
28300 CHAMPHOL
tel: +33(0) 2 37 18 01 51
fax: +33(0) 2 37 18 01 60

AFAQ ISO 9001

mars-12