

 <p>anteagroup</p> <p>Direction Régionale Paris Centre Normandie Implantation d'Orléans Pôle Infrastructures</p>	<p>Client : SCPR</p> <p>N° de l'affaire : REUP150039</p> <p>Intitulé : Ravine du Trou – Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter – Etude de la stabilité de la plateforme et des fronts de taille</p>
<p>Rédacteur : Laurence HUCHET – laurence.huchet@anteagroup.com</p>	
<p>Vérification : Eric ANTEMI - eric.antemi@anteagroup.com</p>	
<p>Destinataires : Thierry SCHANTZ – schantz@scpr.re</p>	
<p>Copie à :</p>	
<p>Objet : Estimation de la stabilité des plateformes</p>	

Note technique Antea Group NT 15/452/Version B

1. CONTEXTE GENERAL	2
1.1. Contexte général et objectifs.....	2
1.2. Contexte géologique	2
1.3. Contexte hydrogéologique	3
1.4. Données disponibles.....	3
2. PRINCIPE DES MODELISATIONS	4
2.1. Profils envisagés.....	4
2.2. Outil de modélisation.....	5
3. HYPOTHESES DE CALCULS – PROFILS PROJET	6
3.1. Géométrie des modèles.....	6
3.2. Géologie	6
3.3. Paramètres géotechniques	6
3.4. Niveau de nappe	7
3.5. Surcharge	7
4. RESULTATS – PROFILS PROJET	7
5. PRESCRIPTIONS ET RECOMMANDATIONS POUR LA REALISATION DES PLATEFORMES.....	10
5.1. Géométrie	10
5.2. Caractéristiques des matériaux limoneux	10
5.3. Caractéristiques des matériaux de remblais	11
5.4. Prescriptions pour l'exécution des plateformes.....	11

1. CONTEXTE GENERAL

1.1. Contexte général et objectifs

Il est envisagé l'ouverture d'une carrière, la Ravine du Trou, sur la commune de Saint-Leu, au lieu-dit Bois Blanc. Dans le cadre de ce projet, la SCPR prévoit des aménagements notamment la création de plateformes en matériaux de remblais issus du site.

Le projet de la carrière a fait l'objet d'un Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter. Des investigations géotechniques et géophysiques ont été réalisées en vue d'identifier le sous-sol et d'adapter les zones d'exploitation.

L'objectif de cette note est l'estimation de la stabilité des plateformes prévues et de fournir les prescriptions nécessaires à la définition d'autres aménagements à créer (géométrie, caractéristiques des matériaux, essais complémentaires, ...).

1.2. Contexte géologique

Au droit du site, les formations géologiques appartiennent aux coulées issues du Piton des Neige, Phase III et Phase IV.

Les sondages carottés ont mis en évidence la lithologie suivante au droit de la zone d'étude :

- Limons bruns, présent sur épaisseur variable,
- Basalte altéré, présent sur une épaisseur variable,
- Basalte sain et fracturé, intercalation de niveaux scoriacés et altérés à grande profondeur.

Les panneaux électriques ont permis d'appréhender avec plus de précision les zones fortement altérées et de localiser la roche saine, objet de l'exploitation.



Figure 1 : Coulées et brèches observées sur le talus amont de la RN1, à proximité de la Ravine du Trou (extrait DDAE initial)

Les investigations ont abouti au zonage suivant :

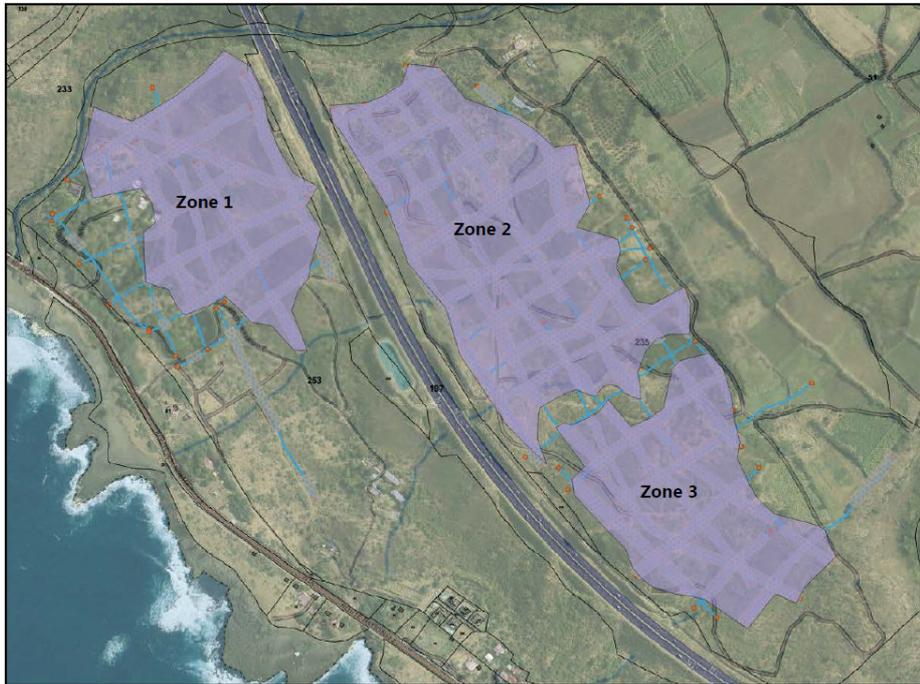


Figure 2 : Carte d'interpolation des ensembles rocheux (extrait DDAE initial)

Pour chacune des zones, les observations sont les suivantes :

- **Zone 1** : au sud de la Route des Tamarins, les terrains limoneux sont quasiment absents ou présents sur une très faible épaisseur, de l'ordre de 30 cm (résultats sondage SC4 et SC5). Les matériaux rocheux les plus résistants, intéressants pour l'exploitation, sont proches de la surface, environ 5 m de profondeur.
- **Zone 2 et 3** : la profondeur du toit rocheux, basalte sain se situe entre 5 et 30 m d'après les investigations géophysiques. Les sondages carottés mettent en évidence des épaisseurs de limons variant de 6 à 11 m et du basalte altéré jusqu'à une profondeur de l'ordre de 14 m. Des niveaux scoriacés et fortement altérés ont été reconnus au droit du sondage SC1 aux profondeurs suivantes : entre 27 et 29 m, entre 32 et 40 m, entre 43 et 45 m (fin du sondage).

1.3. Contexte hydrogéologique

Au droit du site, le réservoir est basaltique et contient une nappe libre, profonde, alimentée par l'infiltration des eaux météoriques en amont du site. Il s'agit de la nappe de base. Elle est en relation avec le niveau de la mer et présente un gradient faible (quelques ‰). De fait, plus on s'éloigne de la cote, plus la nappe est profonde.

1.4. Données disponibles

Les résultats d'investigations suivants ont été transmis en vue d'établir la présente note :

- Chantier n°13-25, Prospection – Ravine du Trou – Saint Leu – Investigations géologiques, rapport d'intervention, FORINTECH, 18/10/2013,
- Chantier n°14-04, Prospection – Ravine du Trou – Saint Leu – Investigations géologiques zone avale, rapport d'intervention, FORINTECH, 14/03/2014,

- Chantier n°14-17, Prospection – Ravine du Trou – Saint Leu – Piézomètre zone avale, rapport d'intervention, FORINTECH, 22/05/2014,
- Dossier RE 13033/4, Site d'emprunt potentiel au lieu-dit « Bois Blanc » sur la commune de Saint-Leu, Campagne géophysique panneaux électriques, indice B, IDDOI, 27/05/2014.

Les plans de localisation des sondages extraits des rapports de FORINTECH sont joints en annexe de la présente note.

2. PRINCIPE DES MODELISATIONS

2.1. Profils envisagés

Les modélisations portent sur 6 profils, répartis sur l'ensemble des plateformes envisagées pour le projet d'exploitation. Ils sont représentatifs des situations les plus défavorables rencontrées sur chacune de ses plateformes : hauteur de remblais maximale.

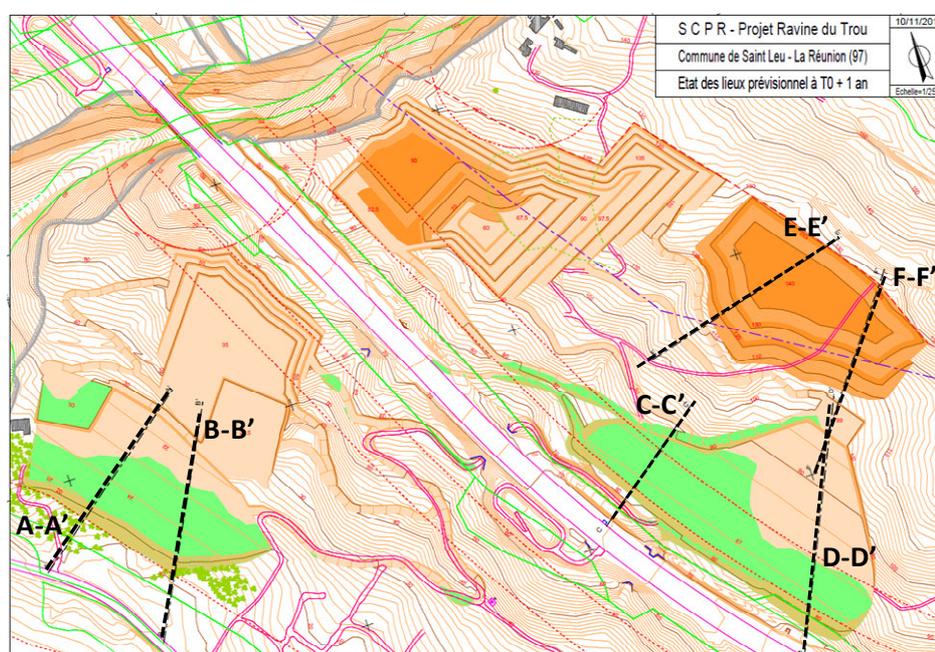


Figure 3 : Localisation des profils étudiés

Le plan de localisation et les profils étudiés sont joints en annexe.

Les données des profils sont les suivantes :

Profils	Zone	Géométrie
A-A'	1	Remblai de l'ordre de 12,5 m de hauteur, pente 3H/2V soit 33°
B-B'	1	Remblai de l'ordre de 14 m de hauteur, pente 3H/2V soit 33°
C-C'	2/3	Remblai de l'ordre de 5,5 m de hauteur, pente 3H/2V soit 33° Terrain naturel accidenté en contrebas du remblai
D-D'	3	Remblai de l'ordre de 15,5 m de hauteur, pente 3H/2V soit 33°
E-E'	2/3	Hauteur maximale de remblais de 27 m avec pente générale de l'ordre de 28° Trois (3) talus de l'ordre de 10, 10 et 7 m de hauteur, pente 3H/2V

		soit 33°, risbermes de l'ordre de 5 m de largeur.
F-F'	3	Hauteur maximale de remblais de 35 m avec pente générale de l'ordre de 30° Trois (3) talus de l'ordre de 10, 10 et 15 m de hauteur, pente 3H/2V soit 33°, risbermes de l'ordre de 5 m de largeur.

Tableau 1 : Géométrie des profils

2.2. Outil de modélisation

Les calculs de stabilité présentés ci-après sont réalisés avec le logiciel TALREN version 5.1.3 édité par TERRASOL, par la méthode dite de « Bishop » :

- pour chaque surface potentielle de glissement, le coefficient de sécurité, noté F_s , est calculé comme le rapport des efforts résistants (résistance au cisaillement du sol, renforcements, etc.) sur les efforts moteurs (poids des terrains, écoulement de l'eau dans le sol, etc.) ;
- le coefficient de sécurité F_s retenu est celui dont la valeur est la plus faible et qui correspond donc à la surface de rupture la plus critique.

En appliquant la méthode traditionnelle, les coefficients partiels appliqués sur les données d'entrée n'ont aucune pondération (coefficients égaux à 1).

La stabilité est considérée classiquement comme assurée si $F_s \geq 1,30$ pour les ouvrages provisoires et $F_s \geq 1,50$ pour des ouvrages définitifs.

Pour la présente étude de stabilité, il sera recherché un coefficient de sécurité $\geq 1,50$.

3. HYPOTHESES DE CALCULS – PROFILS PROJET

3.1. Géométrie des modèles

La géométrie des modèles correspond aux profils A-A' à F-F' présentés au §2.1 et joints en annexe.

3.2. Géologie

Les investigations montrent des différences d'épaisseurs des terrains superficiels, limons et basaltes altérés, entre la zone 1 (Sud de la route des Tamarins) et les zones 2 et 3 (Nord de la route des Tamarins). Ces observations ont été prises en compte dans les modélisations, 2 lithologies ont été établies. Les épaisseurs prises en compte sont issues des résultats des investigations géotechniques (sondages carottés), notamment des observations les plus défavorables.

Zone	Profils	Epaisseurs	
		Limons/Colluvions	Basalte altéré
1	A-A'	1 m	6 m
	B-B'		
2/3	C-C'	8 m	7 m
	D-D'		
	E-E'		
	F-F'		

Tableau 2 : Lithologies modélisées

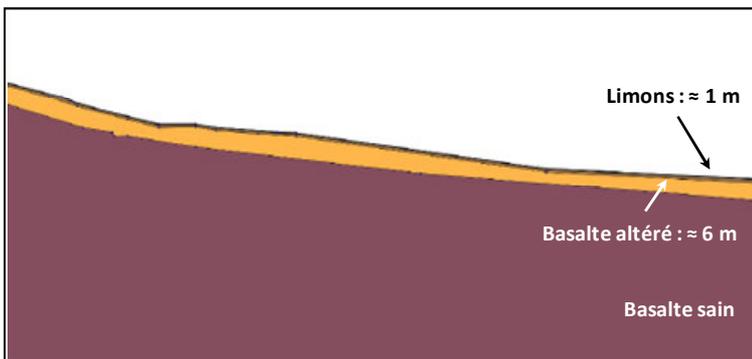


Figure 4 : Profil A-A'

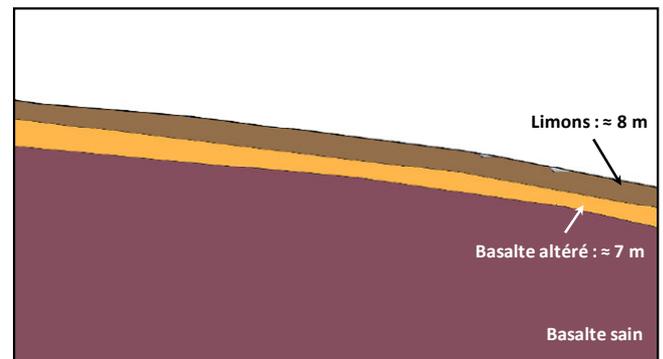


Figure 5 : Profil E-E'

Nota : Les caractérisations géologiques de surface faites d'après les observations de terrain ont montré des colluvions de surface sur environ 20 cm puis au maximum jusqu'à 1,5m d'un mélange de colluvions et blocs de basalte. Les limons indiqués sur les coupes de sondage correspondent à des observations des sondeurs et sont plus souvent des interfaces de coulées altérées (basaltes scoriacés, gratons) que des limons proprement dit. Pour des raisons de sécurité, les terrains de surface sont considérés comme des limons. Leur épaisseur est donc certainement surestimés et leur caractéristiques géotechniques sous estimées.

3.3. Paramètres géotechniques

Les paramètres de calculs ont été déterminés à partir de notre expérience de terrains similaires et des observations faites sur les matériaux prélevés (photographies des caisses à carottes).

Les remblais seront constitués de matériaux extraits du site et feront l'objet d'essais en laboratoire lors de l'exécution des travaux en vue de s'assurer de leurs caractéristiques.

Les paramètres devront être vérifiés par des essais en laboratoire.

Formation	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
Limons	18	10	27
Basalte altéré	22,5	30	27
Basalte sain fracturé	26	50	33
Remblais	20	2	40

Tableau 3 : Caractéristiques mécaniques retenues pour les modélisations

Légende :

γ : poids volumique apparent,
 c' : cohésion effective,
 ϕ' : angle de frottement effectif.

3.4. Niveau de nappe

En raison de la profondeur de la nappe, il n'a pas été pris en compte de niveau d'eau dans les modèles.

3.5. Surcharge

Pour prendre en compte la circulation des engins, une surcharge de 20 kPa a été prise en compte sur toute la surface de la plateforme.

4. RESULTATS – PROFILS PROJET

Les figures ci-après indiquent les résultats obtenus pour les profils B-B' et E-E'. L'ensemble des résultats sont joints en annexe, pour chaque profil.

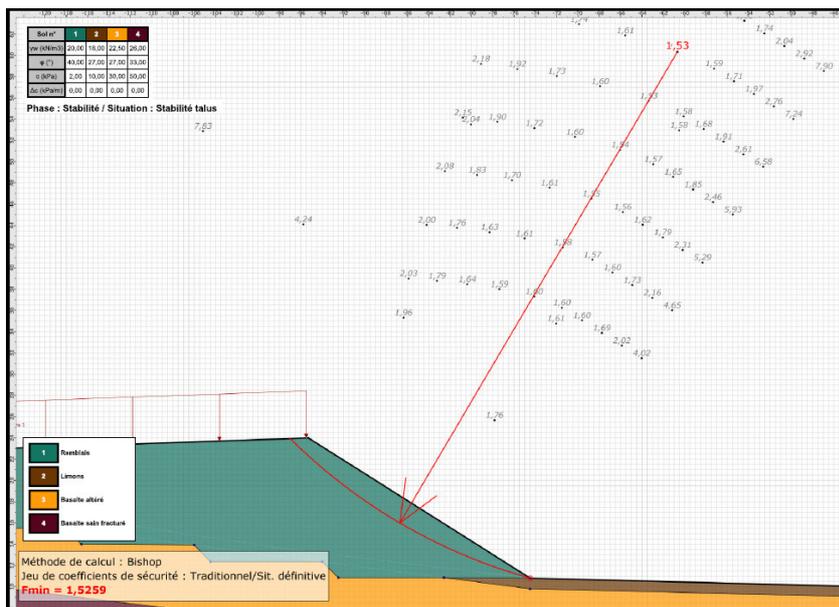


Figure 6 : Résultats profil B-B' – $F_s = 1,53$

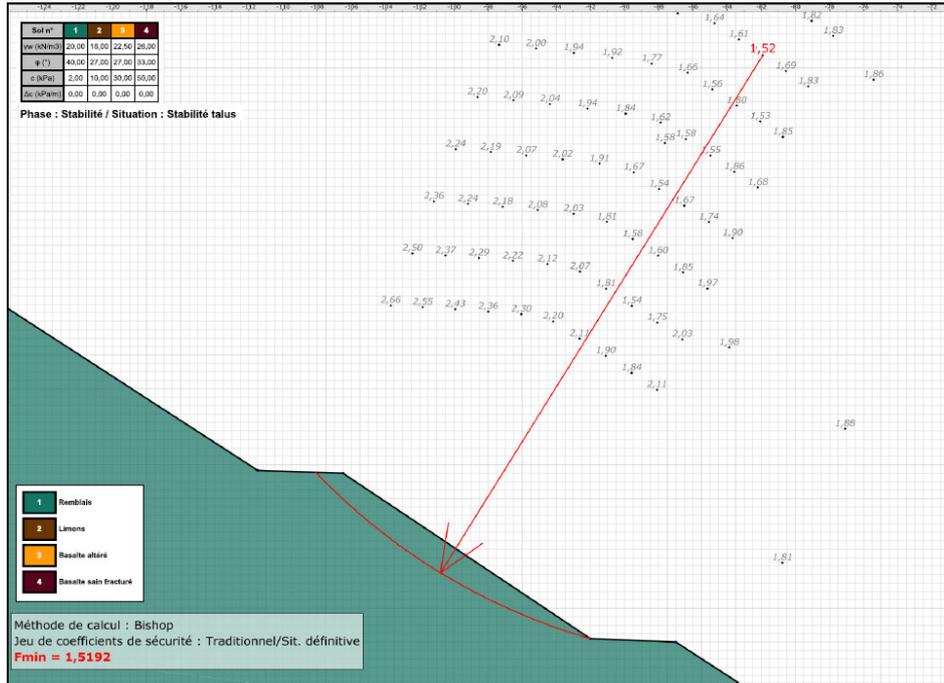


Figure 7 : Résultats profil E-E' – $F_s = 1,52$

Les coefficients de sécurité obtenus sont présentés ci-après :

Profil	Coefficient de sécurité F_s
A-A'	1,51
B-B'	1,53
C-C'	1,63
D-D'	1,53
E-E'	1,52
F-F'	1,50

Tableau 4 : Résultats des calculs

Dans les hypothèses de calculs considérées, la stabilité des plateformes est assurée pour chaque profil.

Remarque - Profil C-C' :

Une vérification a été faite sur le talus situé en aval de la future plateforme afin de visualiser les conséquences de la mise en oeuvre de la plateforme sur ce talus.

Pour mémoire, il s'agit du terrain actuellement en place, sa géométrie ne sera en rien modifiée lors des travaux, il ne présente actuellement pas de signe d'instabilité.

Le coefficient de sécurité, pour une surface de rupture passant en pied de ce talus, a été estimé avant et après mise en œuvre des matériaux de remblais.

⇒ Dans les deux situations, les coefficients de sécurité sont identiques : pas d'influence du remblai sur le talus aval.

A noter que ces coefficients de sécurité sont inférieurs à 1,5 (stabilité assurée en phase définitive). Ceci s'explique par 2 raisons :

- Etant donné la topographie du talus, l'épaisseur de matériaux limoneux doit être moins importante que celle modélisée : géométrie simplifiée pour la modélisation de la plateforme et absence de données au droit de talus, sans incidence pour le projet.
- Les caractéristiques des matériaux limoneux sont sécuritaires et ne tiennent pas compte de la présence éventuelle de blocs de basalte qui viennent renforcer ponctuellement le massif (voir remarques sur les limons de surface, §3.2).

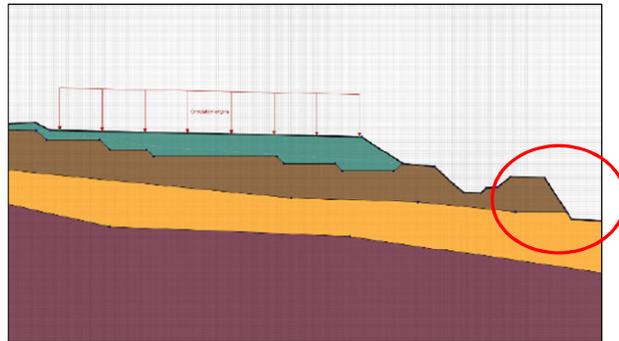


Figure 8 : Profil C-C' – talus aval

5. PRESCRIPTIONS ET RECOMMANDATIONS POUR LA REALISATION DES PLATEFORMES

5.1. Géométrie

Quelle que soit la zone considérée, les recommandations sont les suivantes :

- Pente maximale des talus de 33 ° (3H/2V),
- Pour les talus de hauteur supérieure à 15 m, des risbermes seront aménagées. Les rehausses auront une hauteur maximale de 10 m. La largeur minimale des risbermes sera de 4 m. **Le nombre de rehausses sera limité à 3.**

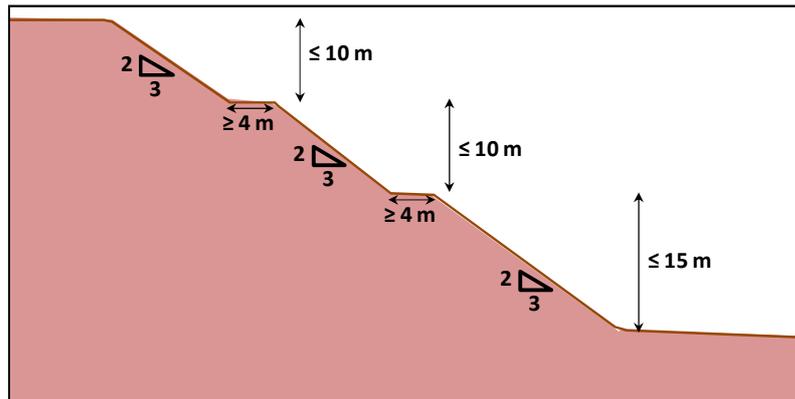


Figure 9 : Principe d'aménagement

5.2. Caractéristiques des matériaux limoneux

Les paramètres géotechniques pris en compte dans les calculs reposent sur les descriptions des sondages carottés et notre retour d'expérience des terrains réunionnais de ce secteur.

Les **caractéristiques des terrains superficiels**, qualifiés de limons sur les comptes rendus de sondage, devront être vérifiées préalablement aux terrassements, notamment au droit des zones 2 et 3 où l'épaisseur des matériaux peut atteindre plusieurs mètres. La validation des caractéristiques se fera sur la base :

- des résultats d'essais de cisaillement sur échantillons intacts (cohésion effective et angle de frottement),
- des descriptions des sondages carottés.

Sur les zones 2 et 3, il sera réalisé à minima 2 essais de cisaillement et 2 sondages carottés sur chaque zone.

Sur la zone 1, il sera réalisé à minima 1 essai de cisaillement et 1 sondage carotté.

Cet horizon comprenant des blocs et localement des bancs de basalte, il convient d'avoir une vision d'ensemble en complément des résultats des essais de cisaillement qui restent des données ponctuelles.

5.3. Caractéristiques des matériaux de remblais

Les caractéristiques des matériaux de remblais devront être validées par des **essais de cisaillement à la boîte** sur matériaux recompressés à l'Optimum Proctor. Les conditions de compactage et proportions des différents matériaux seront identiques à celles prévues pour la réalisation des travaux. Ces essais seront complétés par des essais d'identification :

- **analyse granulométrique,**
- **valeur au bleu (caractérisation de l'argilosité des matériaux).**

Ces essais seront réalisés :

- préalablement aux travaux pour validation des modèles géotechniques et des calculs de stabilité,
- pendant les travaux pour s'assurer des performances des matériaux.

5.4. Prescriptions pour l'exécution des plateformes

Préalablement à la mise en oeuvre du remblai, les **matériaux limoneux devront être décapés** (colluvions de pente) :

- Remblais de hauteur ≤ 7 m : les matériaux limoneux seront décapés sur une hauteur de 1 à 2 m si leur épaisseur est importante. L'assise sera inspectée par un géotechnicien pour validation. En cas de présence de matériaux mous ou trop altérés, il sera procédé à la purge partielle ou totale des matériaux limoneux au droit de la future plateforme, sous contrôle du géotechnicien.
- Remblai de grande hauteur, > 7 m : les limons seront décapés sur toute leur hauteur, ils ne pourront constituer l'assise des futures plateformes.

Des **redans d'accrochage** seront systématiquement réalisés pour assurer une meilleure assise des matériaux de remblais à mettre en oeuvre. La hauteur maximale des redans sera de 2,5 m, pente maximale 1H/1V.

Dans la réalisation des modelés, une attention particulière sera portée sur la **gestion des eaux pluviales** dans les zones de remblai. L'entreprise sera extrêmement vigilante sur les pentes des plateformes afin de ne pas créer de contre-pente et ainsi de zone de rétention d'eau en niveau haut de plateforme et risbermes mais également en pied des remblais.

Pendant toute la réalisation des plateformes, un **suivi topographique** sera mis en place. A minima :

- Remblais de hauteur ≤ 7 m : un relevé final,
- Remblais de hauteur ≤ 15 m : un relevé en cours et un relevé final,
- Remblais de hauteur > 15 m : un relevé vers 7 m, puis à chaque risberme et relevé final.

Les matériaux de remblais seront mis en oeuvre conformément aux prescriptions issues du Guide des Terrassements Routiers (GTR) en fonction de la nature des matériaux mis en oeuvre.

Il relèvera la classe à laquelle appartient chacun des compacteurs. La **qualité de compactage** sera constatée :

- soit par l'intermédiaire de la mesure de l'énergie de compactage dépensée et de l'épaisseur des couches mises en oeuvre (**e, Q/S**),

- soit, dans le cas où la méthode précédente ne pourrait être appliquée, par mesure de la masse volumique en place des sols ou au gammadensimètre,
- soit par l'intermédiaire d'essais de plaque.

L'énergie du compactage sera exprimée pour un compacteur donné au moyen du rapport Q/S dans lequel :

- Q est le volume du sol exprimé en mètres cubes compactés pendant une journée de travail,
- S est la surface brute balayée par le compacteur pendant le même temps.

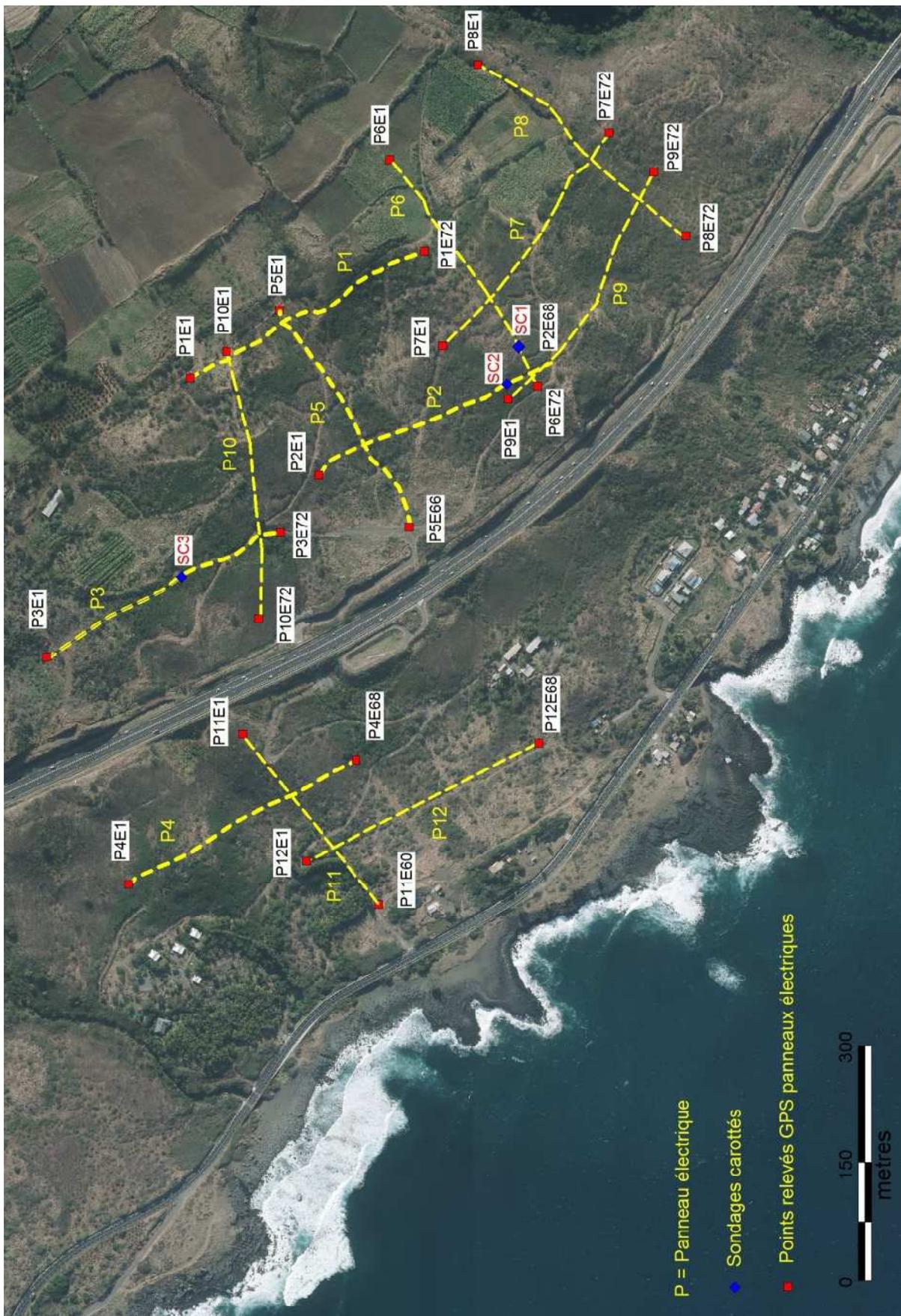
Les valeurs Q/S et « e » (épaisseur des couches) constatées sur le remblai en place devront respecter les valeurs limites définies aux tableaux contenus dans le GTR de Septembre 1992 pour le type de matériaux mis en œuvre et pour les types de compacteurs employés.

Il conviendra de s'assurer en permanence du bon fonctionnement des engins de compactage (vitesse, fréquence de vibration), de la bonne répartition de l'effort de compactage à la surface de la plateforme mise en œuvre et du respect de l'épaisseur des couches fixées.

Annexe 1

Plans de localisation des investigations

(2 pages)





Annexe 2

Etat des lieux prévisionnel – Localisation des profils
(1 page)

S C P R - Projet Ravine du Trou

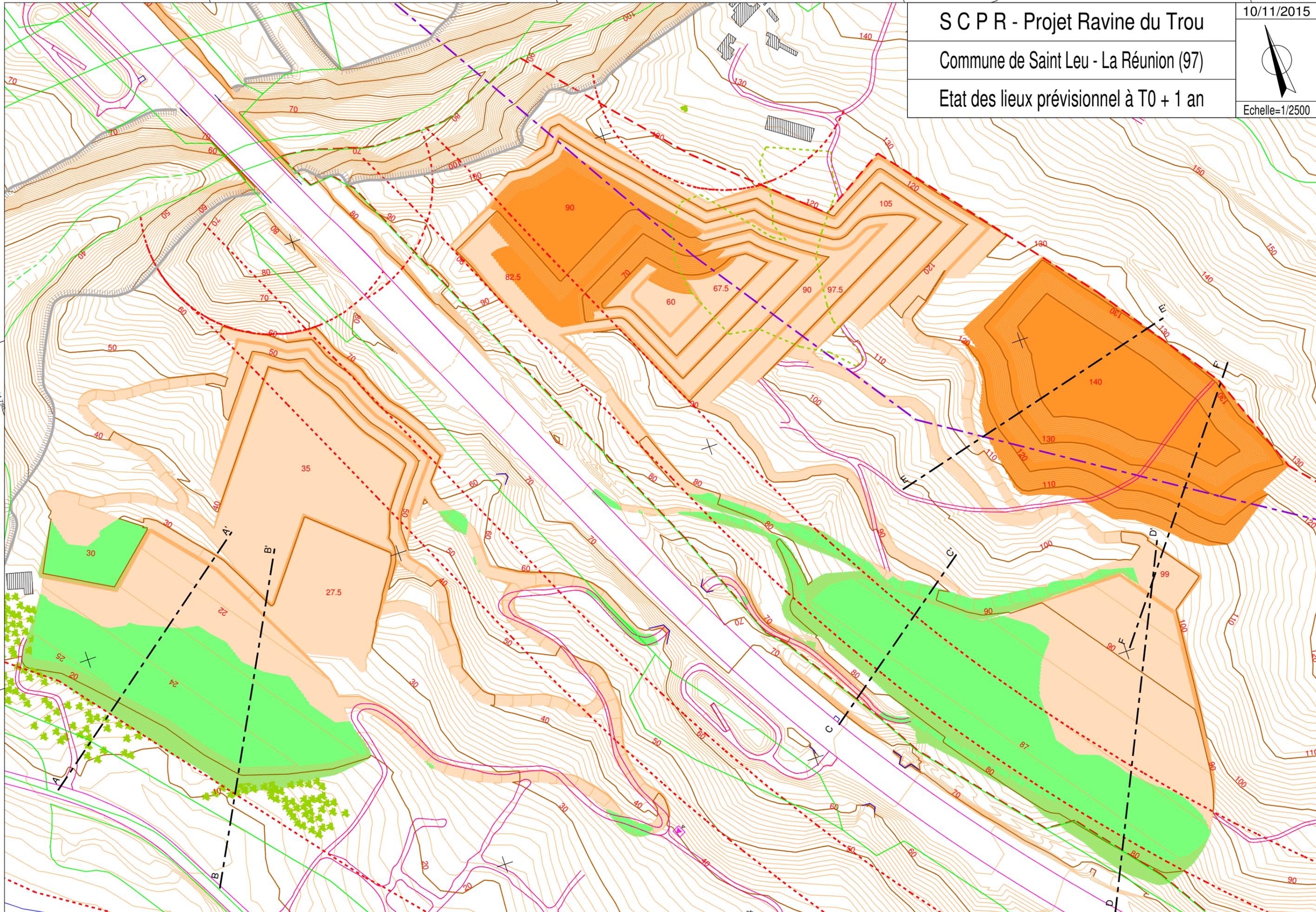
Commune de Saint Leu - La Réunion (97)

Etat des lieux prévisionnel à T0 + 1 an

10/11/2015



Echelle=1/2500



Annexe 3

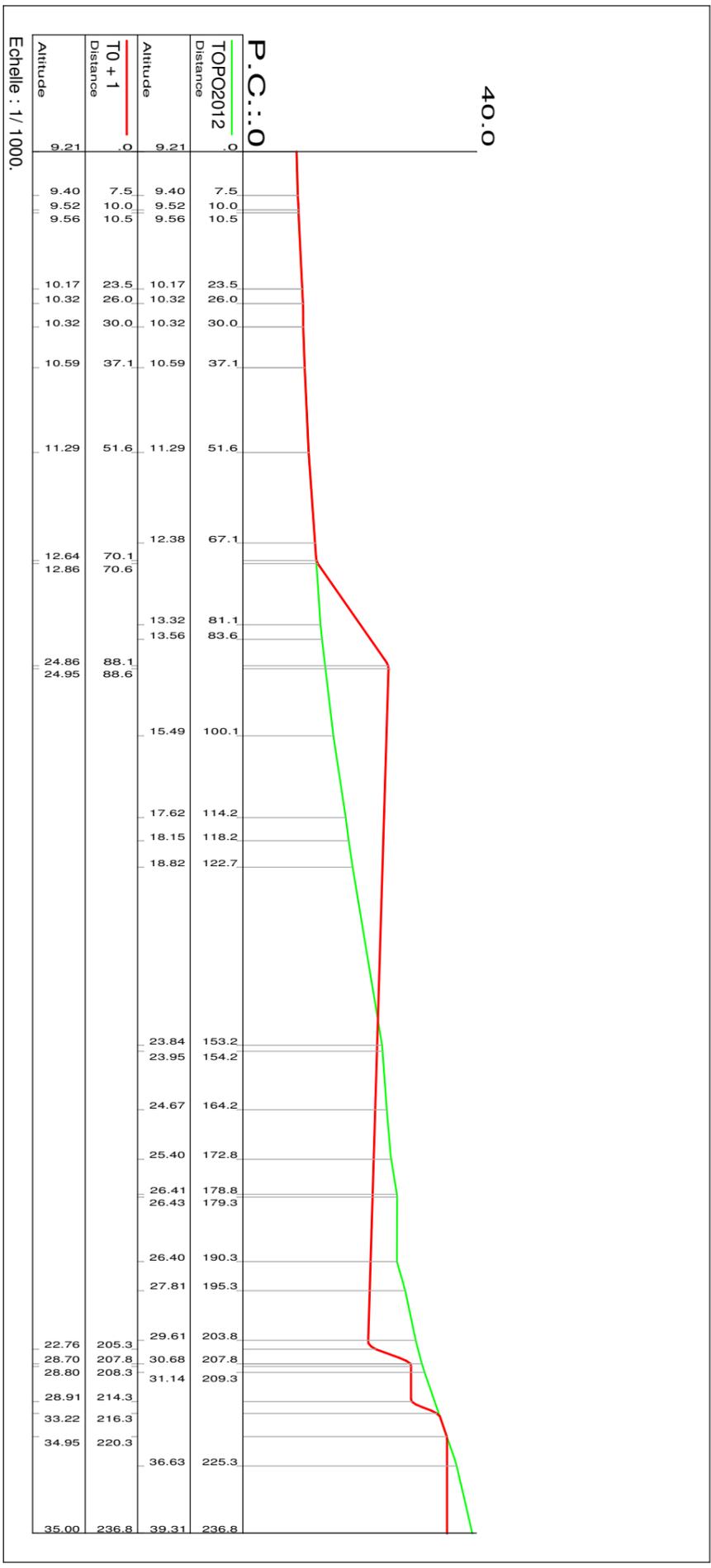
Profils de calcul

(6 pages)

S C P R - Projet Ravine du Trou

Commune de Saint Leu - La Réunion (97)

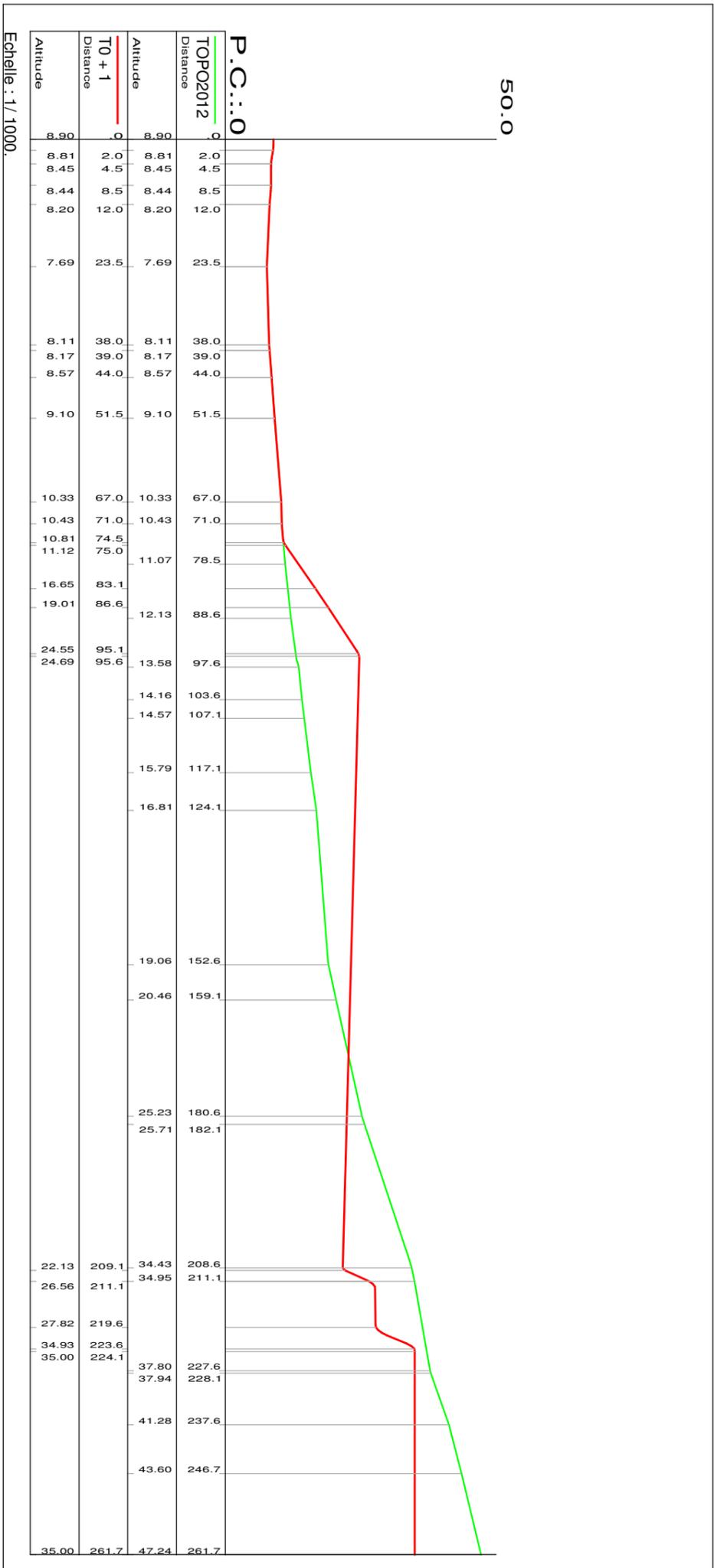
Etat T0 + 1 an - Section A A'



S C P R - Projet Ravine du Trou

Commune de Saint Leu - La Réunion (97)

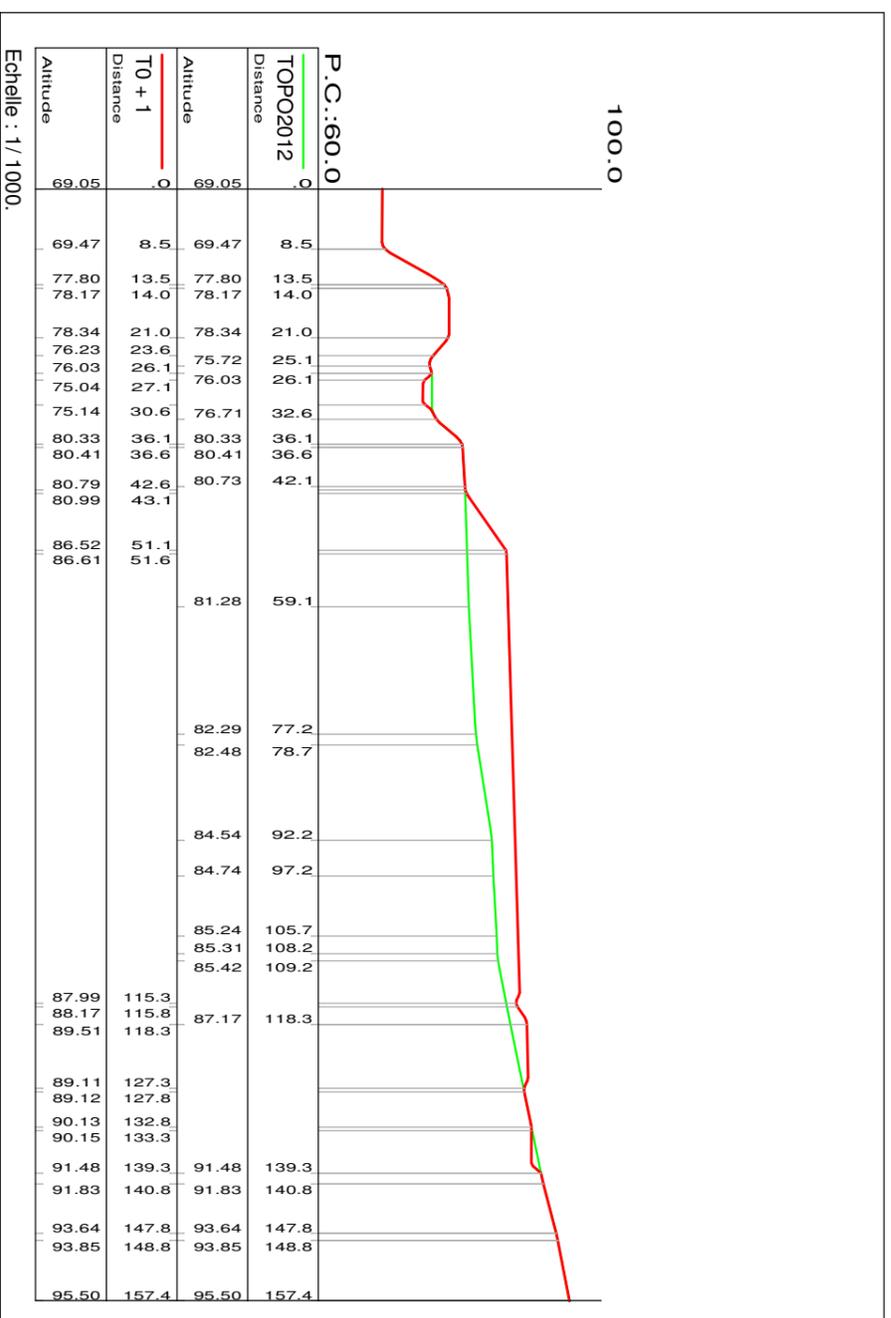
Etat T0 + 1 an - Section B B'



S C P R - Projet Ravine du Trou

Commune de Saint Leu - La Réunion (97)

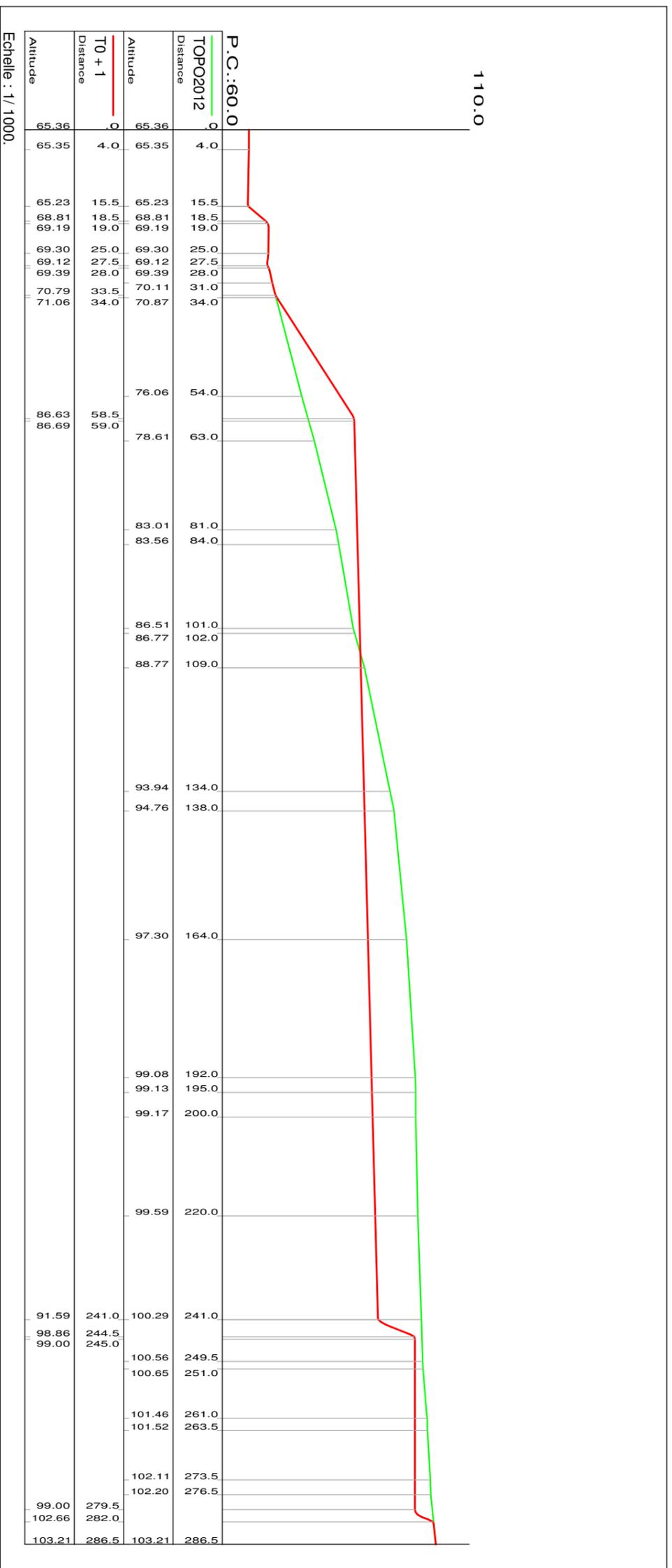
Etat T0 + 1 an - Section C C'



S C P R - Projet Ravine du Trou

Commune de Saint Leu - La Réunion (97)

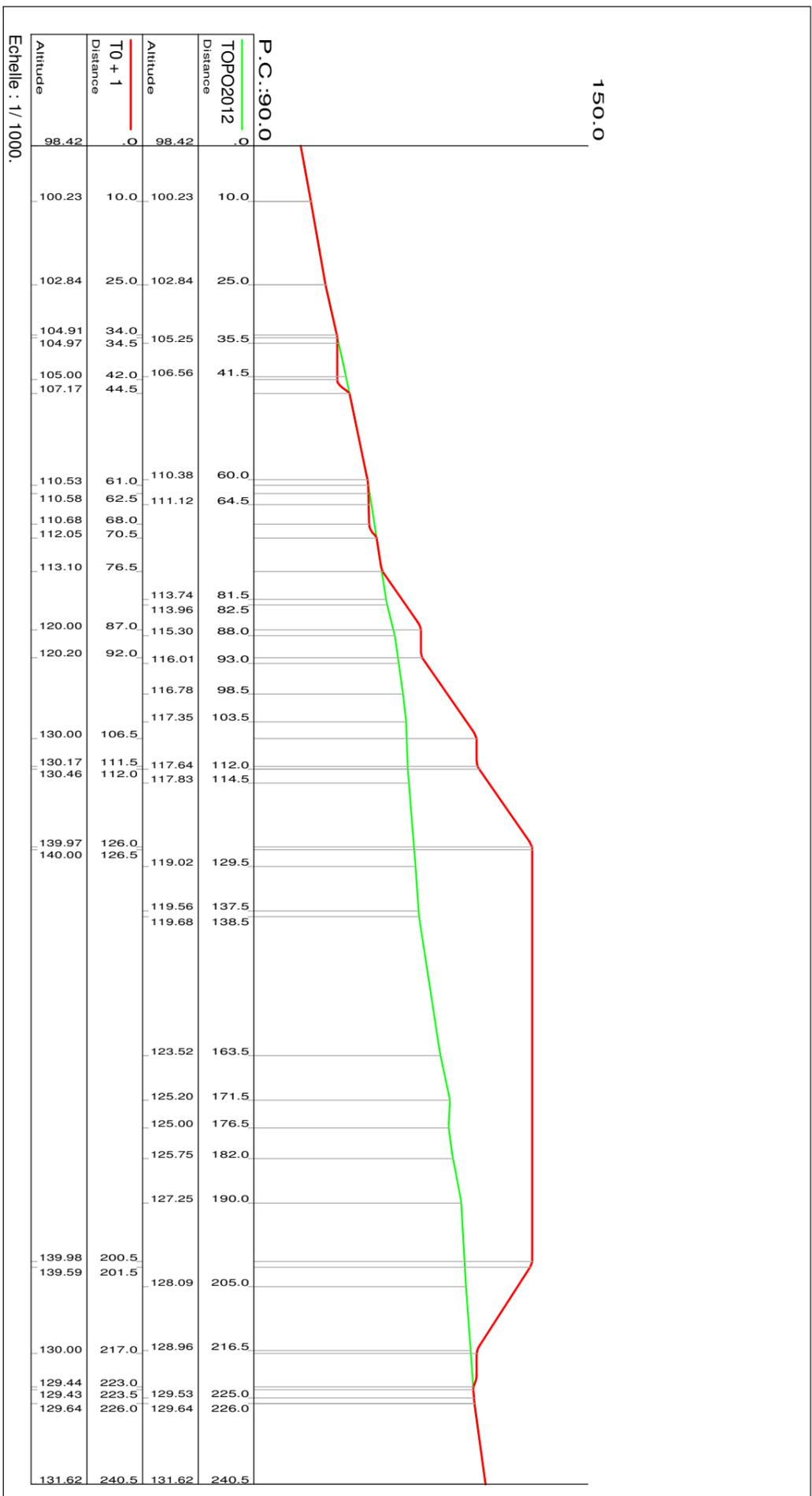
Etat T0 + 1 an - Section D D'



S C P R - Projet Ravine du Trou

Commune de Saint Leu - La Réunion (97)

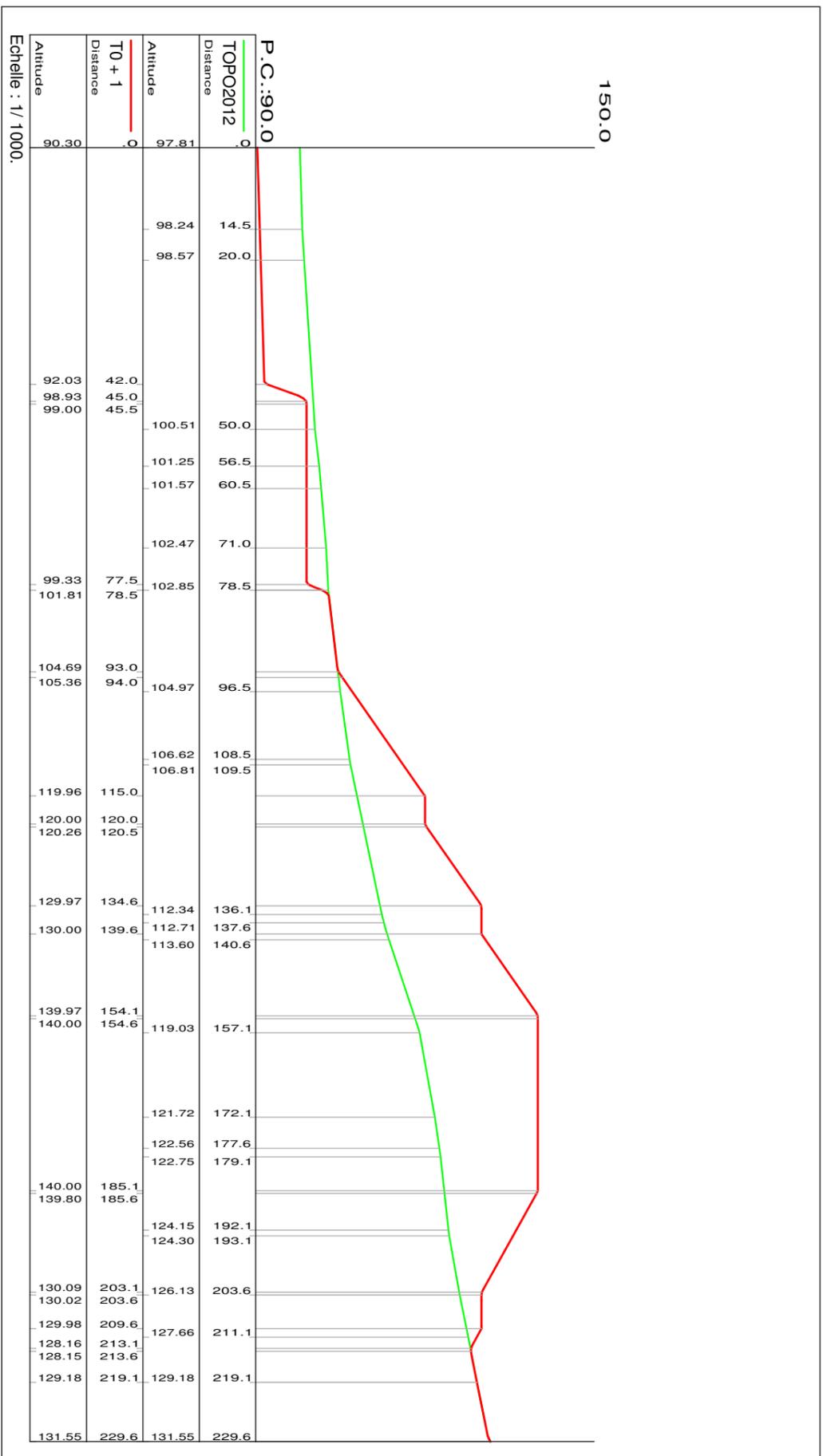
Etat T0 + 1 an - Section E'E'



S C P R - Projet Ravine du Trou

Commune de Saint Leu - La Réunion (97)

Etat T0 + 1 an - Section F F'



Annexe 4

Résultats de calculs TALREN :

- Profil A-A'
- Profil B-B'
- Profil C-C'
- Profil D-D'
- Profil E-E'
- Profil F-F'

(23 pages)

Données du projet

Numéro d'affaire : REUP150039

Titre du calcul : Profil A-A'

Lieu : Saint-Leu

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		20,0	40,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Limons		18,0	27,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Basalte altéré		22,5	27,00	30,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Basalte sain fracturé		26,0	33,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Limons		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Basalte altéré		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Basalte sain fracturé		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y			
1	-237,000	39,310	2	-237,000	35,000	3	-220,300	34,950	4	-216,300	33,220	5	-209,300	31,140	6	-208,300	28,800	7	-190,300	26,400
8	-178,800	26,410	9	-172,800	25,400	11	-147,900	23,700	12	-88,100	24,860	13	-69,500	12,640	14	0,000	9,210	15	-214,000	28,910
16	-204,000	22,760	17	-153,621	23,840	18	-237,000	38,500	19	-224,460	34,962	21	-200,000	27,900	22	-190,300	25,400	23	-178,800	25,610
24	-172,800	24,400	25	-147,900	22,700	26	-70,100	11,640	27	0,000	8,000	28	-159,661	23,503	29	-237,000	32,500	30	-214,000	25,500
31	-204,778	23,853	32	-200,000	22,827	33	-178,800	19,400	34	-109,200	11,300	35	0,000	2,200	36	-215,617	31,940	37	-77,193	12,648
38	-88,000	12,500	39	-90,000	14,469	40	-101,354	14,500	41	-104,000	16,459	42	-116,275	16,500	43	-118,308	18,493	44	-130,210	18,500
45	-132,294	20,481	46	-145,000	20,500	47	-147,074	22,583	48	-150,000	23,751	49	-149,833	23,668						

Segments

	Point 1	Point 2																		
1	1	3	3	3	4	5	15	6	8	11	12	9	12	13	10	13	14	11	4	5
12	5	7	13	7	8	14	8	9	15	9	17	19	11	13	20	18	19	22	21	22
23	22	23	24	23	24	25	24	28	28	28	25	30	26	27	31	28	32	32	16	32
33	29	30	34	6	31	35	16	31	36	30	31	37	32	33	38	33	34	39	34	35
40	2	19	41	3	19	42	19	36	43	36	4	44	36	15	45	36	21	47	26	37
49	37	39	51	39	41	53	41	43	55	43	45	56	25	47	57	45	47	58	17	48
59	11	48	60	47	46	61	46	45	62	45	44	63	44	43	64	43	42	65	42	41
66	41	40	67	40	39	68	39	38	69	38	37	70	37	13	71	48	49	72	49	28
73	49	11	74	49	25															

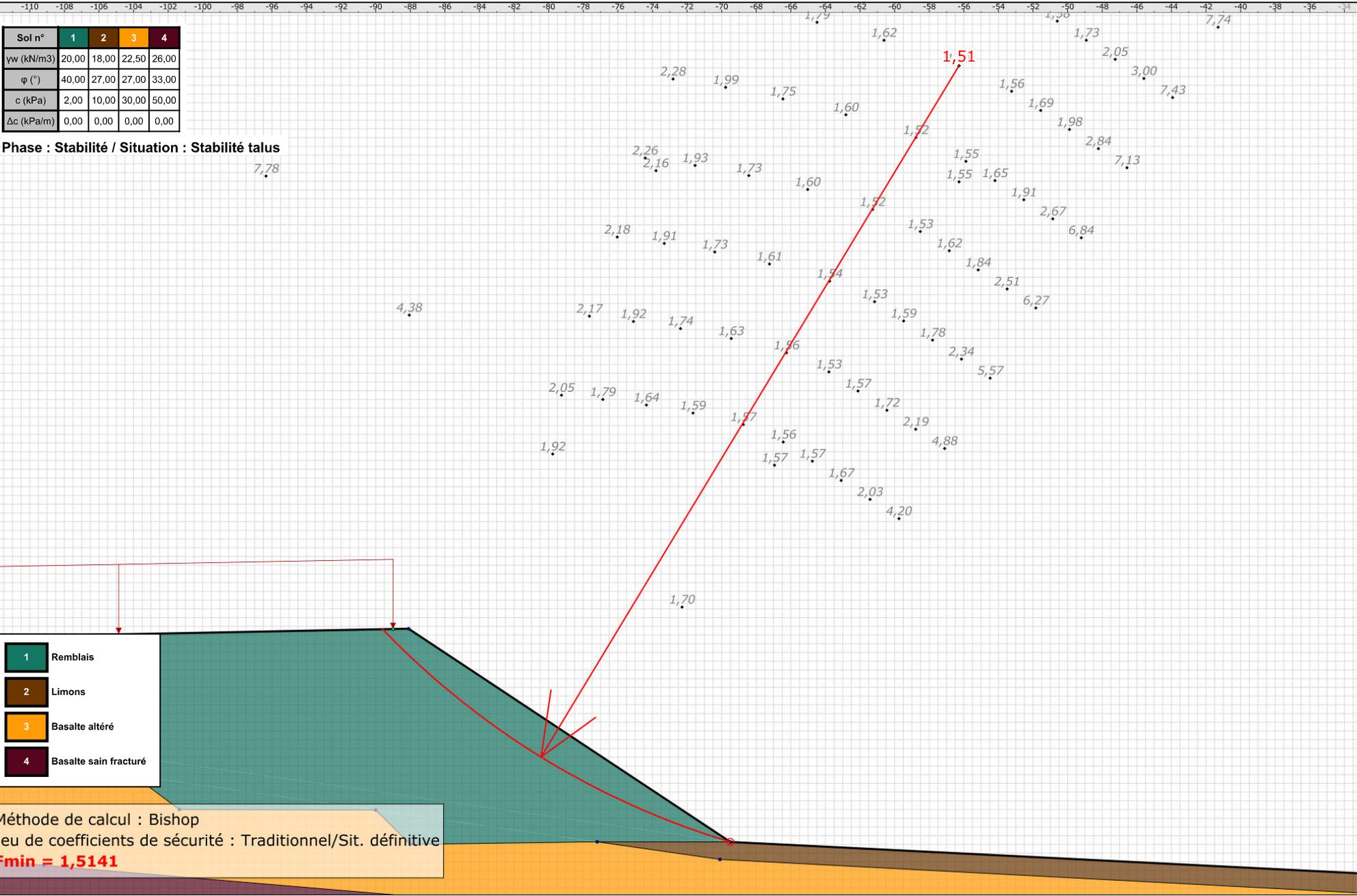
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Circulation engins	-200,000	22,827	20,0	-89,000	24,843	20,0	90,00



Talren v5
v5.1.2

Imprimé le : 27 janv. 2016 14:27:38
Calcul réalisé par : ANTEA
Projet : Profil A-A'

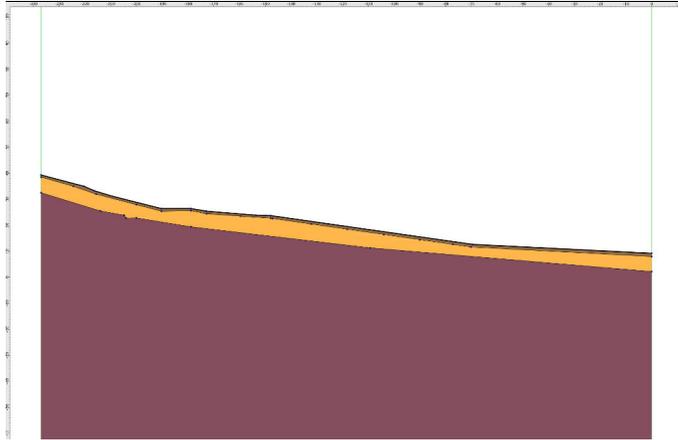


Talren v5
v5.1.2

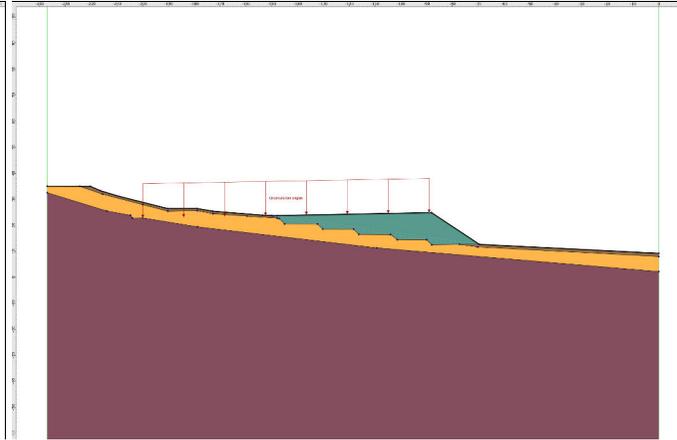
Imprimé le : 27 janv. 2016 14:27:39
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil A-A'

Schéma de phasage



Phase 1: Géométrie initiale



Phase 2: Stabilité

Données du projet

Numéro d'affaire : REUP150039

Titre du calcul : Profil B-B'

Lieu : Saint-Leu

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		20,0	40,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Limons		18,0	27,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Basalte altéré		22,5	27,00	30,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Basalte sain fracturé		26,0	33,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Limons		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Basalte altéré		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Basalte sain fracturé		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y			
1	-262,000	47,240	2	-262,000	35,000	3	-237,600	41,280	4	-227,600	37,800	5	-224,000	35,000	6	-219,600	27,820	7	-208,600	34,430
8	-212,200	27,100	9	-209,100	22,130	10	-180,600	25,230	11	-169,500	22,360	12	-152,500	22,000	13	-97,600	13,580	14	-95,300	24,000
15	-74,500	10,810	16	0,000	8,900	17	-262,000	46,000	18	-227,600	36,800	19	-208,600	33,400	20	-169,636	21,342	21	-152,500	20,000
22	-74,500	9,800	23	0,000	8,000	24	0,000	2,800	25	-74,500	3,800	26	-169,500	15,500	27	-180,600	18,300	28	-208,600	26,400
29	-227,600	30,800	30	-262,000	40,200	31	-242,970	35,000	32	-220,405	29,134	33	-192,708	21,803	34	-82,575	10,856	35	-94,000	12,350
36	-92,500	10,856	37	-106,000	13,919	38	-104,500	12,350	39	-118,090	15,500	40	-116,600	14,000	41	-130,094	17,070	42	-128,500	15,500
43	-142,084	18,638	44	-140,500	17,100	45	-154,000	20,100	46	-168,200	20,150	47	-152,600	18,700						

Segments

	Point 1	Point 2																		
1	1	3	2	3	4	5	6	8	6	8	9	7	4	7	9	7	10	10	10	11
11	11	12	12	12	13	13	13	15	14	12	14	15	14	15	16	15	16	18	12	20
19	30	31	20	31	2	21	31	5	22	31	29	23	17	18	24	29	32	25	32	5
26	32	6	27	32	28	28	18	19	29	19	20	30	28	33	31	33	9	32	33	20
33	33	27	34	27	26	35	20	21	36	26	25	38	22	23	39	24	25	41	22	34
43	34	35	45	35	37	47	37	39	49	39	41	50	21	43	51	41	43	52	20	46
53	46	45	54	45	47	55	47	43	56	43	44	57	44	41	58	41	42	59	42	39
60	39	40	61	40	37	62	37	38	63	38	35	64	35	36	65	36	34	66	34	15

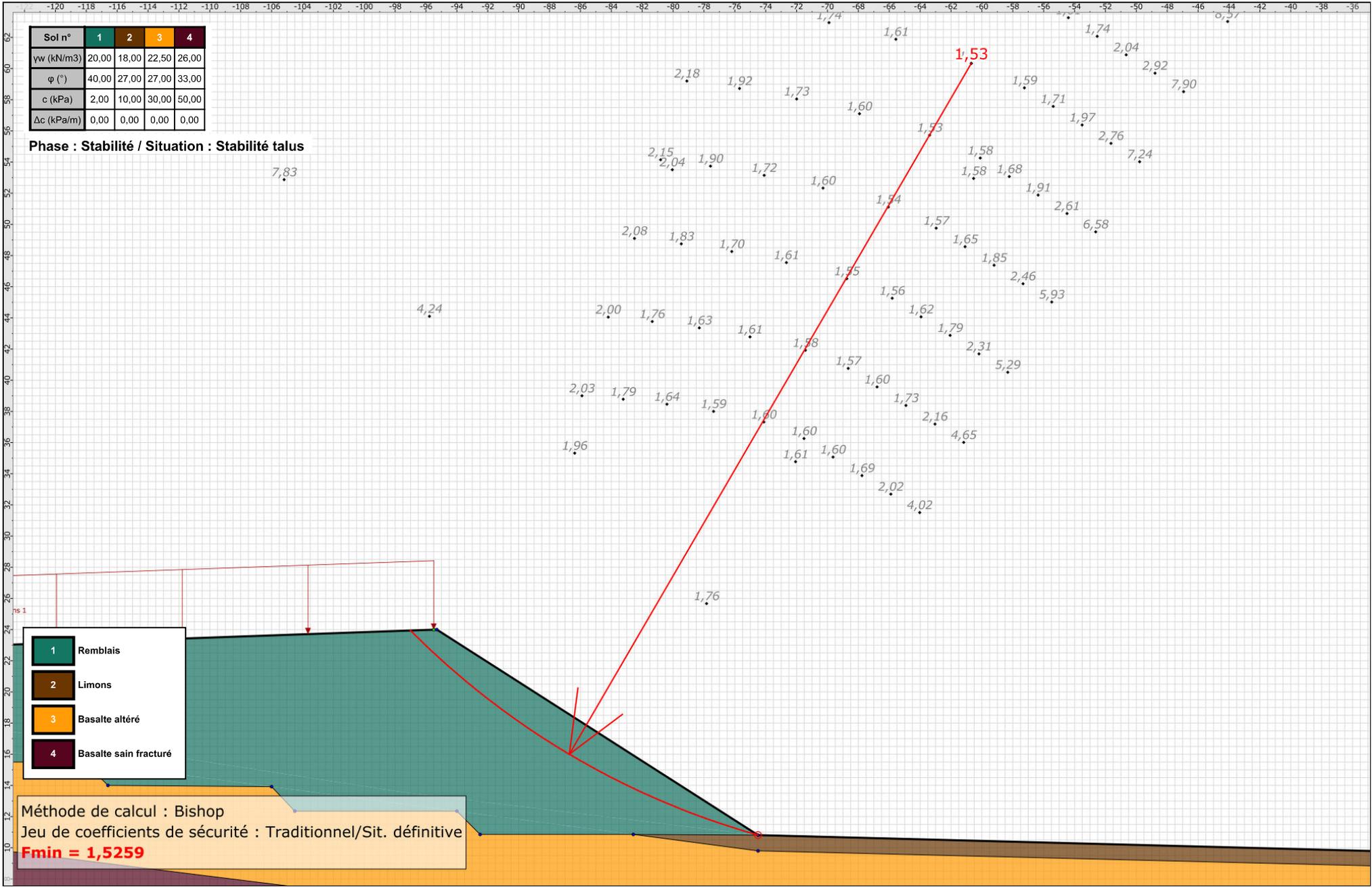
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Circulation engins 1	-152,500	22,000	20,0	-95,500	23,993	20,0	90,00
2	Circulation engins 2	-169,636	21,342	20,0	-152,500	22,000	20,0	90,00
3	Circulation engins 3	-209,100	22,130	20,0	-169,636	21,342	20,0	90,00



Talren v5
v5.1.2

Imprimé le : 27 janv. 2016 13:40:08
Calcul réalisé par : ANTEA
Projet : Profil B-B'

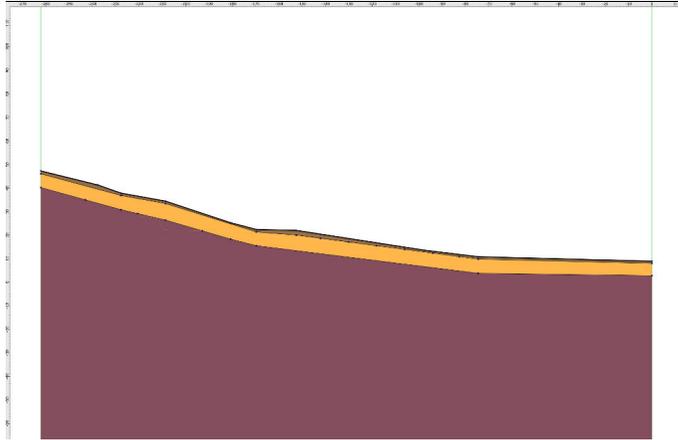


Talren v5
v5.1.2

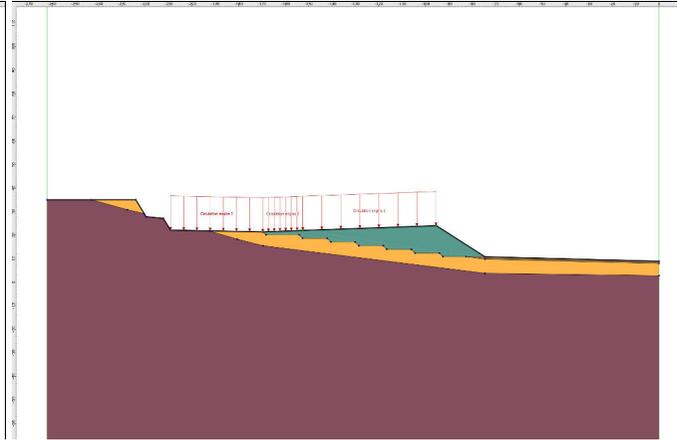
Imprimé le : 27 janv. 2016 13:40:09
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil B-B'

Schéma de phasage



Phase 1: Géométrie initiale



Phase 2: Stabilité

Données du projet

Numéro d'affaire : REUP150039

Titre du calcul : Profil C-C'

Lieu : Saint-Leu

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		20,0	40,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Limons		18,0	27,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Basalte altéré		22,5	27,00	30,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Basalte sain fracturé		26,0	33,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Limons		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Basalte altéré		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Basalte sain fracturé		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

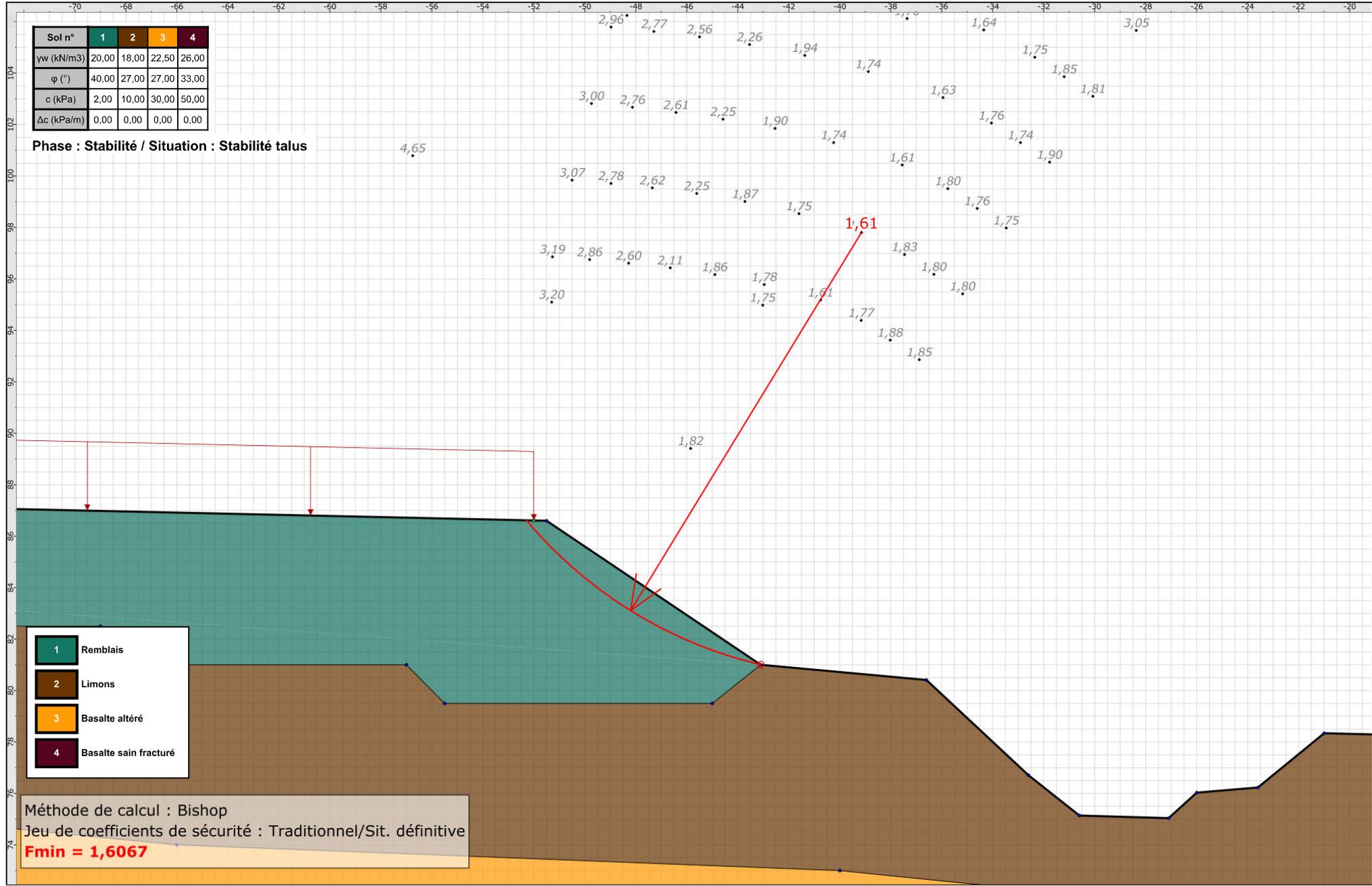
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y			
1	-158,000	95,500	2	-139,300	91,480	3	-138,000	90,150	4	-133,300	90,150	5	-127,300	89,100	6	-118,300	89,500	7	-92,200	84,540
8	-51,500	86,600	9	-43,100	81,000	10	-36,600	80,410	11	-32,600	76,710	12	-26,000	76,030	13	-8,500	69,470	14	0,000	69,050
15	-14,000	78,170	16	-21,000	78,340	17	-30,600	75,140	18	-27,100	75,040	19	-23,600	76,230	20	-115,300	87,990	21	-158,000	87,000
22	-127,300	80,000	23	-66,000	74,000	24	-40,000	73,000	25	-20,000	71,000	26	-9,467	71,000	27	-158,000	80,000	28	-103,000	68,000
29	-54,000	66,000	30	0,000	58,000	31	-45,000	79,500	32	-57,000	81,000	33	-55,500	79,500	34	-69,000	82,500	35	-67,500	81,000
36	-95,500	84,000	37	-94,000	82,500	38	-105,000	86,000	39	-103,000	84,000	40	-118,092	87,904	41	-116,000	86,000	42	-126,200	88,000

Segments

	Point 1	Point 2																		
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	2	4	5	4	5	7	5	6	8	6	20
9	20	8	10	8	9	11	7	9	12	9	10	13	10	11	14	11	17	15	17	18
16	11	12	17	12	18	18	12	19	19	19	16	20	16	15	22	13	14	23	15	26
24	13	26	25	26	25	26	25	24	27	23	24	28	22	23	29	21	22	30	27	28
31	28	29	32	29	30	33	5	42	34	5	40	35	7	40	36	42	40	37	40	41
38	41	38	39	38	39	40	39	36	41	36	37	42	37	34	43	34	35	44	35	32
45	32	33	46	33	31	47	31	9												

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Circulation engins	-113,294	87,946	20,0	-52,000	86,611	20,0	90,00



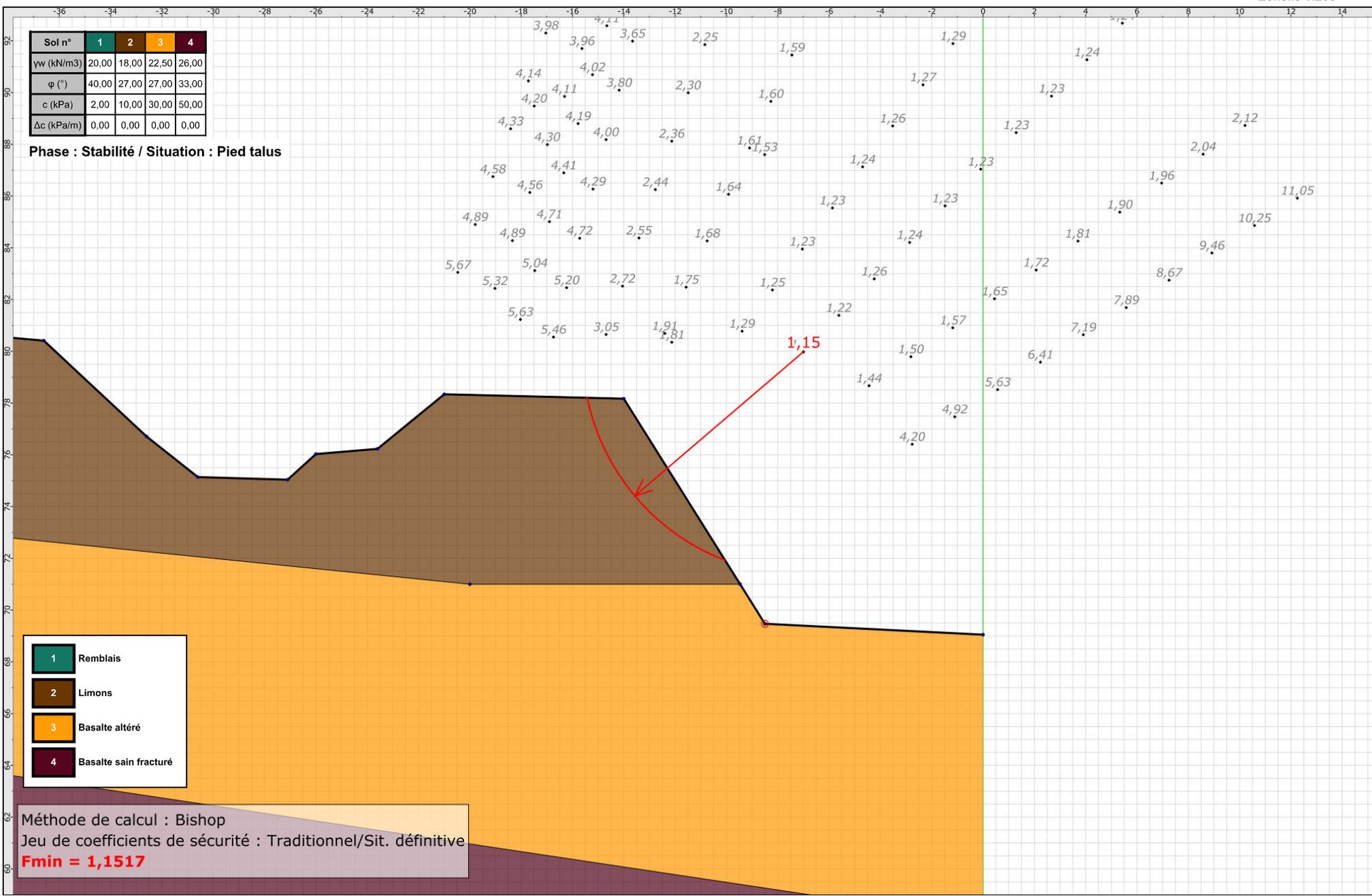
Talren v5
v5.1.2

Imprimé le : 27 janv. 2016 14:36:13
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil C-C'

Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m3)	20,00	18,00	22,50	26,00
φ (°)	40,00	27,00	27,00	33,00
c (kPa)	2,00	10,00	30,00	50,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Stabilité / Situation : Pied talus



1	Remblais
2	Limons
3	Basalte altéré
4	Basalte sain fracturé

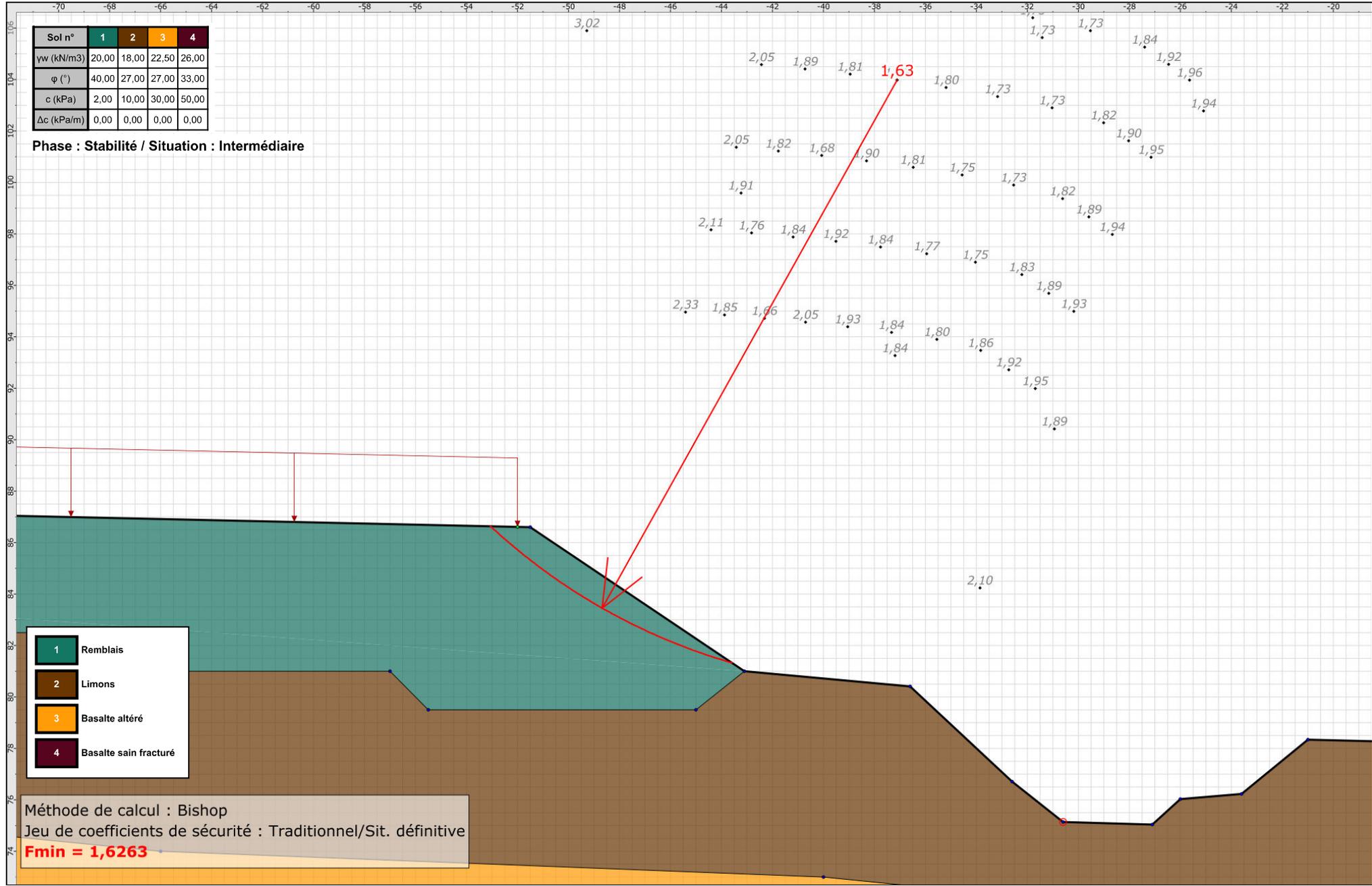
Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Traditionnel/Sit. définitive
Fmin = 1,1517



Talren v5
v5.1.2

Imprimé le : 27 janv. 2016 14:36:13
 Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil C-C'



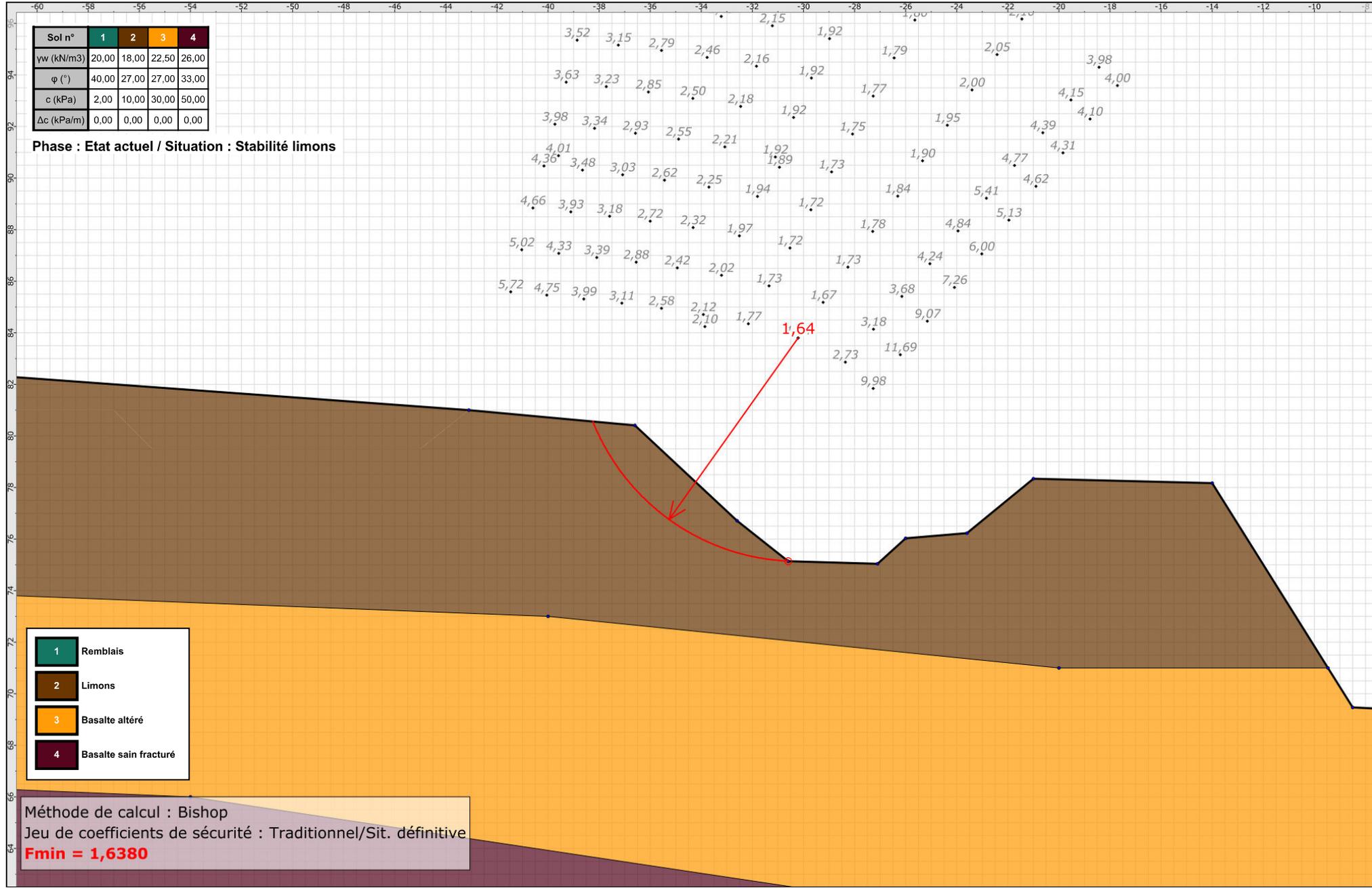
Talren v5
v5.1.2

Imprimé le : 27 janv. 2016 14:36:14
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil C-C'

Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m3)	20,00	18,00	22,50	26,00
φ (°)	40,00	27,00	27,00	33,00
c (kPa)	2,00	10,00	30,00	50,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat actuel / Situation : Stabilité limons



1	Remblais
2	Limons
3	Basalte altéré
4	Basalte sain fracturé

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Traditionnel/Sit. définitive
Fmin = 1,6380



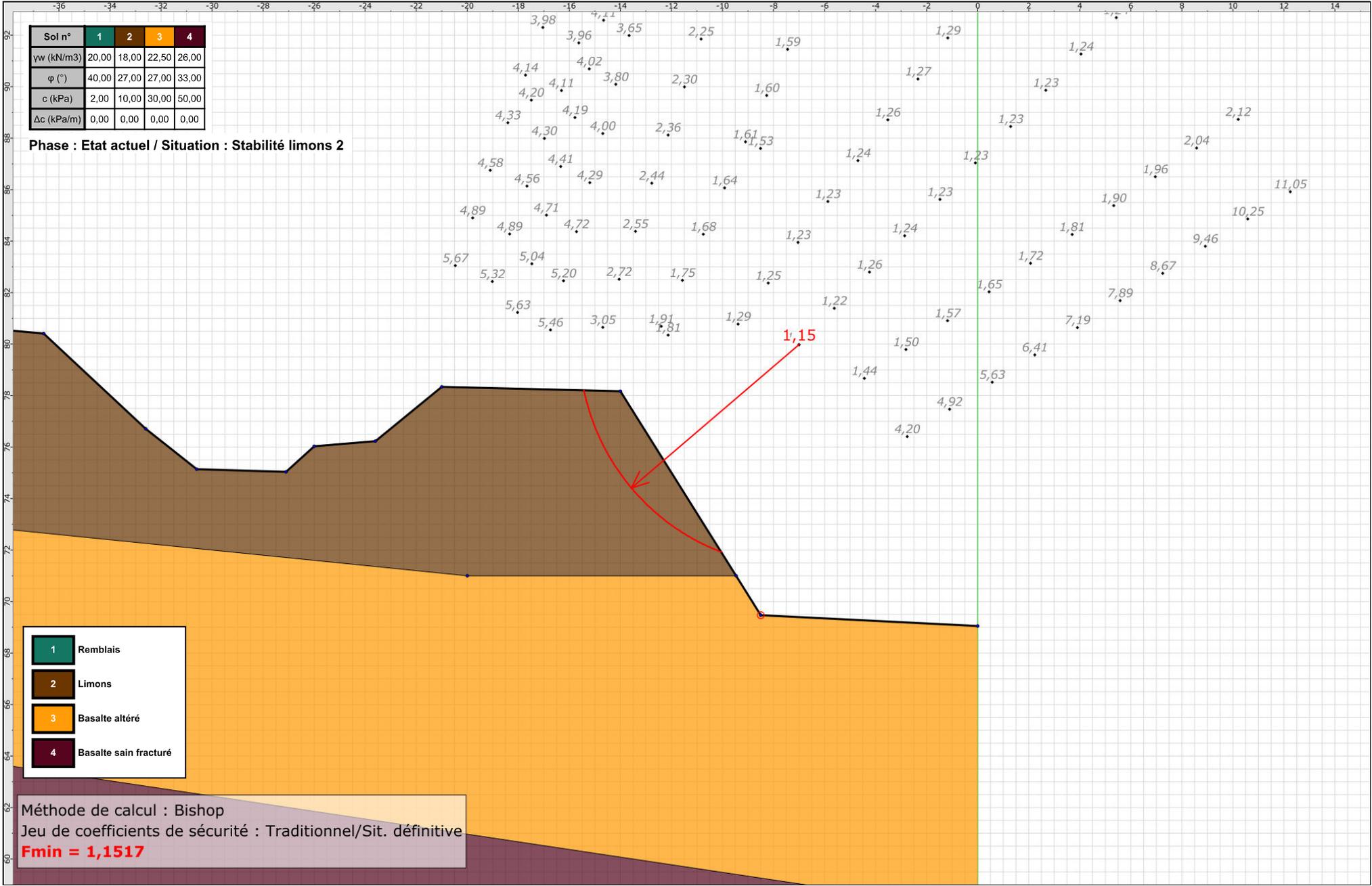
Talren v5
v5.1.2

Imprimé le : 27 janv. 2016 14:36:14
 Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil C-C'

Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m3)	20,00	18,00	22,50	26,00
φ (°)	40,00	27,00	27,00	33,00
c (kPa)	2,00	10,00	30,00	50,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat actuel / Situation : Stabilité limons 2



1	Remblais
2	Limons
3	Basalte altéré
4	Basalte sain fracturé

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Traditionnel/Sit. définitive
Fmin = 1,1517

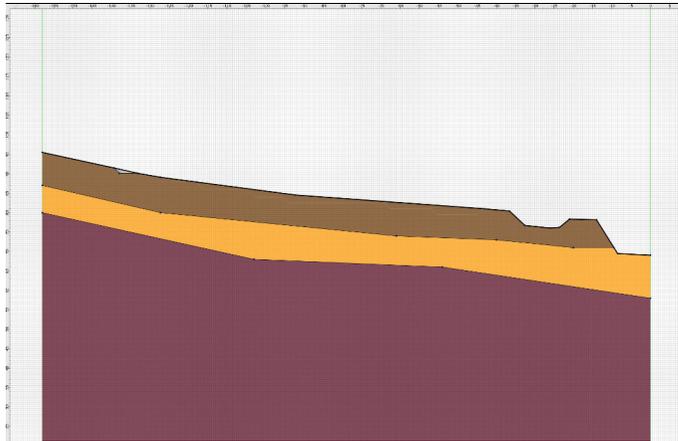


Talren v5
v5.1.2

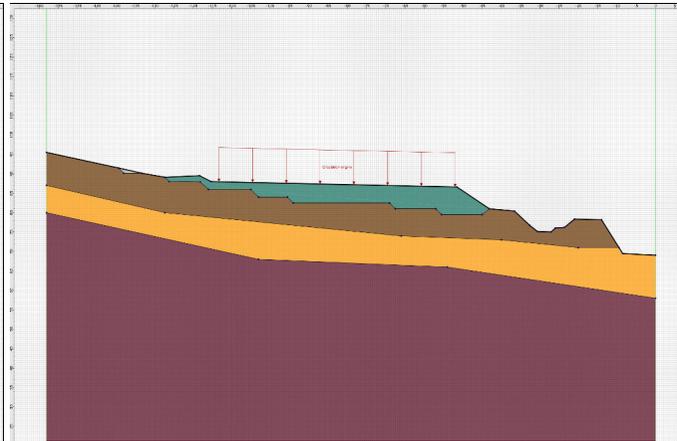
Imprimé le : 27 janv. 2016 14:36:14
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil C-C'

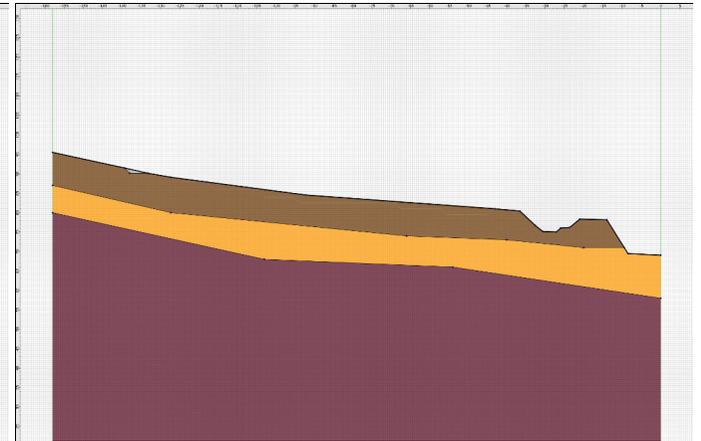
Schéma de phasage



Phase 1: Géométrie initiale



Phase 2: Stabilité



Phase 3: Etat actuel

Données du projet

Numéro d'affaire : REUP150039

Titre du calcul : Profil D-D'

Lieu : Saint-Leu

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		20,0	40,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Limons		18,0	27,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Basalte altéré		22,5	27,00	30,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Basalte sain fracturé		26,0	33,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Limons		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Basalte altéré		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Basalte sain fracturé		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y			
1	-287,000	103,210	2	-282,000	102,660	3	-279,500	99,000	4	-245,000	99,000	5	-241,000	91,590	6	-195,000	99,130	7	-138,000	94,760
8	-81,000	83,010	9	-59,000	86,690	10	-34,000	71,060	11	-27,500	69,120	12	-19,000	69,190	13	-15,500	65,230	14	0,000	65,360
15	-104,839	87,924	16	-287,000	95,000	17	-194,000	91,000	18	-117,000	84,000	19	-27,500	61,000	20	0,000	58,000	21	-287,000	90,000
22	-159,000	82,000	23	-81,000	69,000	24	-27,000	55,000	25	0,000	51,000	26	-241,791	93,056	27	-183,444	90,040	28	-65,500	71,060
29	-75,000	71,060	30	-78,000	74,000	31	-88,000	74,000	32	-91,000	77,318	33	-101,000	77,300	34	-104,281	80,731	35	-114,000	80,700
36	-127,000	84,000	37	-128,000	85,000	38	-140,000	85,000	39	-141,500	86,227	40	-156,500	86,220	41	-158,000	87,727	42	-180,000	87,727
43	-78,089	74,000	44	-77,968	73,969															

Segments

	Point 1	Point 2																		
1	1	2	2	2	3	3	3	4	5	2	6	6	6	7	8	7	15	10	15	9
11	15	8	12	9	10	13	8	10	14	10	11	15	11	12	16	12	13	17	13	14
18	16	26	19	26	4	20	26	5	21	26	17	22	17	27	23	27	15	24	27	5
27	19	20	28	21	22	29	22	23	30	23	24	31	24	25	33	19	28	36	18	34
37	32	34	39	18	37	41	37	39	42	27	41	43	39	41	44	27	42	45	42	41
46	41	40	47	40	39	48	39	38	49	38	37	50	37	36	51	36	18	52	18	35
53	35	34	54	34	33	55	33	32	56	32	31	57	31	43	59	43	32	60	43	30
61	30	44	62	44	43	63	44	28	64	44	29	65	29	28	66	28	10			

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Circulation engins	-239,500	91,550	20,0	-59,153	86,694	20,0	90,00

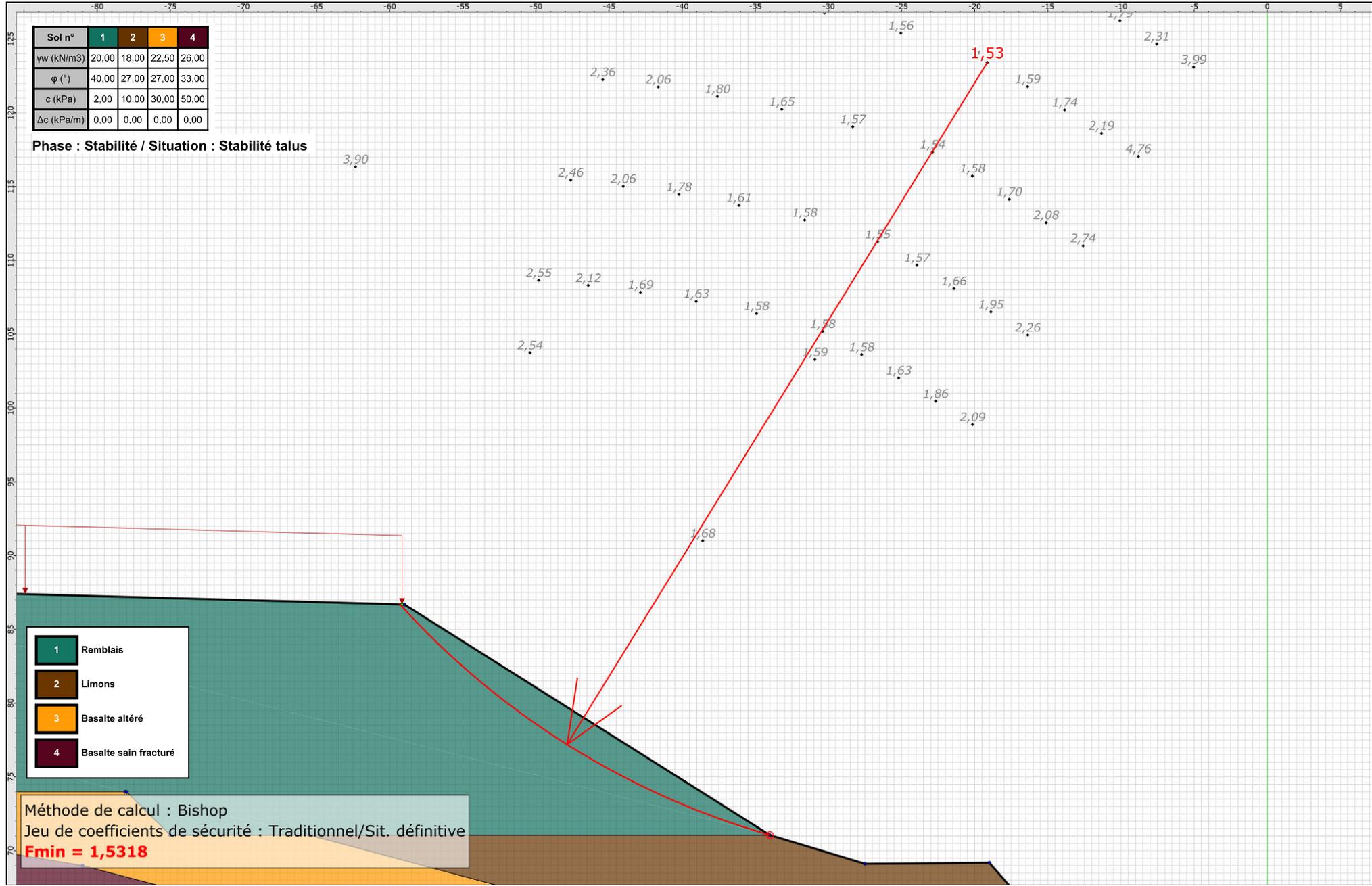


Talren v5
v5.1.2

Imprimé le : 27 janv. 2016 14:40:25
Calcul réalisé par : ANTEA
Projet : Profil D-D'

Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m3)	20,00	18,00	22,50	26,00
φ (°)	40,00	27,00	27,00	33,00
c (kPa)	2,00	10,00	30,00	50,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Stabilité / Situation : Stabilité talus

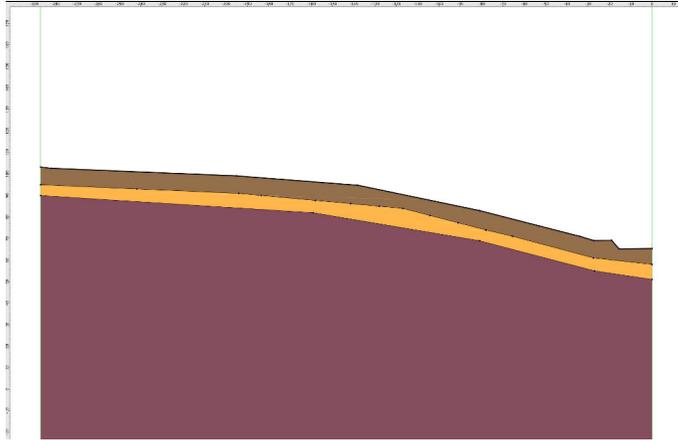


Talren v5
v5.1.2

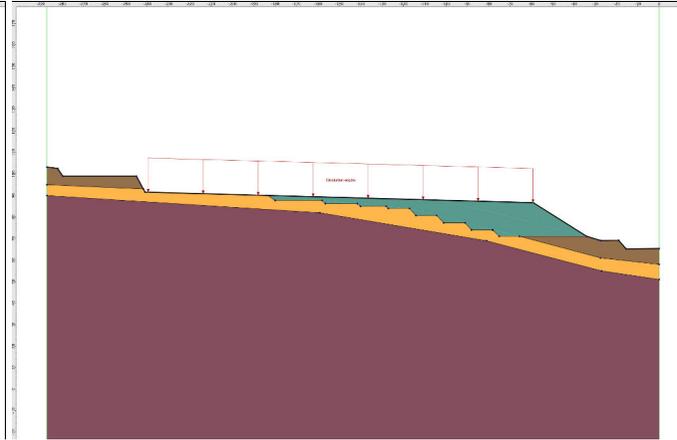
Imprimé le : 27 janv. 2016 14:40:26
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil D-D'

Schéma de phasage



Phase 1: Géométrie initiale



Phase 2: Stabilité

Données du projet

Numéro d'affaire : REUP150039

Titre du calcul : Profil E-E'

Lieu : Saint-Leu

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		20,0	40,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Limons		18,0	27,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Basalte altéré		22,5	27,00	30,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Basalte sain fracturé		26,0	33,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Limons		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Basalte altéré		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Basalte sain fracturé		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

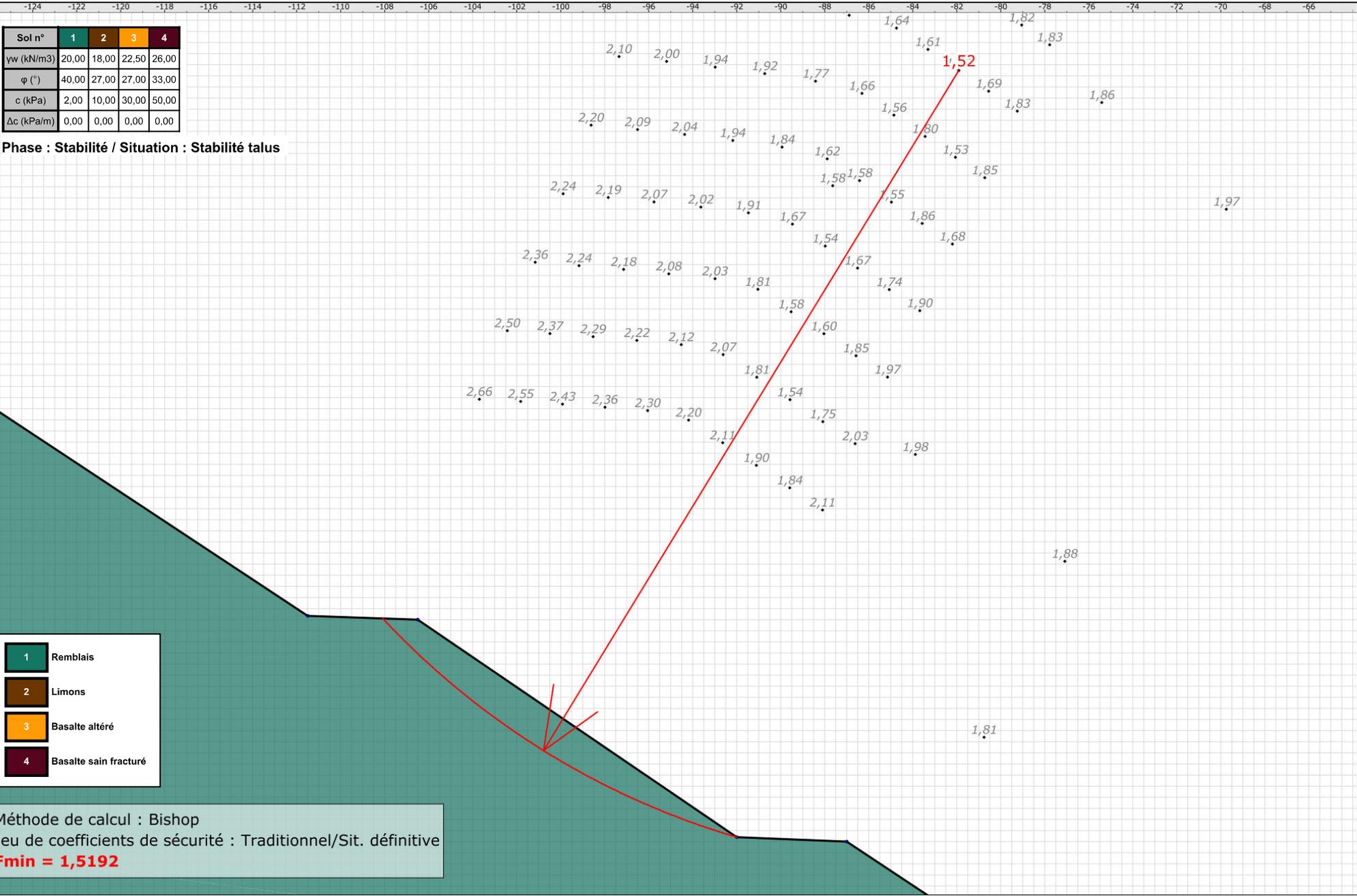
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y			
1	-240,000	131,620	2	-226,000	129,640	3	-217,000	130,000	4	-200,500	139,980	5	-171,500	125,200	6	-126,500	140,000	7	-111,500	130,170
8	-106,500	130,000	9	-92,000	120,200	10	-87,000	120,000	11	-76,500	113,100	12	-70,500	112,050	13	-61,000	110,530	14	-44,500	107,170
15	-41,500	106,560	16	-34,500	105,000	17	-68,000	110,680	18	-42,500	105,000	19	0,000	98,420	20	-240,000	125,000	21	-76,500	105,000
22	0,000	91,000	23	-240,000	115,000	24	-112,000	103,000	25	-41,500	93,000	26	0,000	84,000	27	-133,729	112,000	28	-151,000	114,113
29	-78,000	111,500	30	-149,000	112,000	31	-165,000	115,826	32	-163,000	114,200	33	-180,000	117,661	34	-178,000	116,000	35	-200,000	120,107
36	-197,500	118,000	37	-212,500	121,636	38	-211,000	120,000												

Segments

	Point 1	Point 2																		
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	6	5	2	5	6	6	7	7	7	8
8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15
15	16	15	16	16	19	17	14	18	18	18	16	19	12	17	20	17	13	21	5	11
23	21	22	24	23	24	25	24	25	26	25	26	28	21	27	30	27	28	32	28	31
34	31	33	36	33	35	37	20	37	38	35	37	39	2	37	40	37	38	41	38	35
42	35	36	43	36	33	44	33	34	45	34	31	46	31	32	47	32	28	48	28	30
49	30	27	50	27	29	51	29	11												

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Circulation d'engins	-199,740	139,980	20,0	-126,856	140,000	20,0	90,00

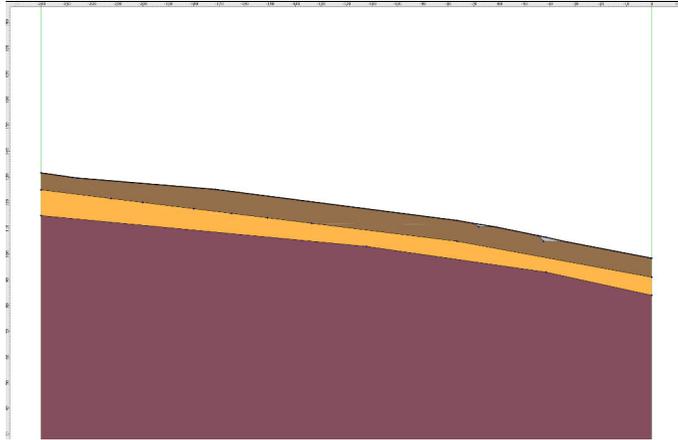


Talren v5
v5.1.2

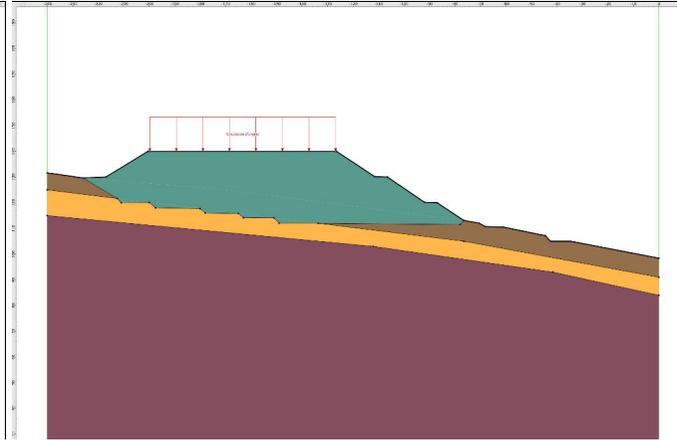
Imprimé le : 27 janv. 2016 14:13:07
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil E-E'

Schéma de phasage



Phase 1: Géométrie initiale



Phase 2: Stabilité

Données du projet

Numéro d'affaire : REUP150039

Titre du calcul : Profil F-F'

Lieu : Saint-Leu

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		20,0	40,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Limons		18,0	27,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Basalte altéré		22,5	27,00	30,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Basalte sain fracturé		26,0	33,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Limons		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Basalte altéré		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Basalte sain fracturé		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y			
1	-230,000	131,550	2	-213,600	128,150	3	-209,600	129,980	4	-203,600	130,020	5	-185,100	140,000	6	-154,600	140,000	7	-139,600	130,000
8	-134,600	129,970	9	-120,000	120,000	10	-115,000	119,860	11	-91,500	104,633	12	-79,000	102,000	13	-77,500	99,330	14	-45,000	98,830
15	0,000	97,810	16	0,000	90,300	17	-193,100	124,300	18	-157,100	119,030	19	-137,600	112,710	20	-50,000	100,510	21	-42,000	92,030
22	-230,000	125,000	23	-157,100	111,000	24	-93,000	97,000	25	-57,000	93,000	26	-8,000	92,000	27	0,000	91,000	28	-230,000	117,000
29	-178,000	107,000	30	-107,000	93,000	31	-57,000	86,000	32	0,000	84,000	33	-42,296	92,700	34	-128,160	104,679	35	-138,000	104,670
36	-140,000	107,265	37	-150,000	107,260	38	-152,000	109,886	39	-161,000	110,000	40	-162,759	112,087	41	-173,000	112,000	42	-175,000	114,438
43	-185,500	114,500	44	-188,000	116,934	45	-200,000	117,000	46	-202,368	119,693	47	-212,000	119,700	48	-214,000	121,927	49	-224,000	122,000
50	-226,846	124,394																		

Segments

	Point 1	Point 2																		
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	
8	8	9	9	9	10	11	11	12	12	12	13	15	21	16	16	2	17	17	18	
18	18	19	19	10	11	20	19	11	21	12	20	22	13	14	23	20	15	26	24	25
27	25	33	28	33	14	29	33	21	30	33	26	31	26	27	32	28	29	33	29	30
34	30	31	35	31	32	37	24	34	39	34	36	40	23	38	41	36	38	43	23	40
45	40	42	47	42	44	49	44	46	51	46	48	52	22	50	53	48	50	54	50	49
55	49	48	56	48	47	57	47	46	58	46	45	59	45	44	60	44	43	61	43	42
62	42	41	63	41	40	64	40	39	65	39	38	66	38	37	67	37	36	68	36	35
69	35	34	70	34	11	71	22	2												

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Circulation engins	-184,500	140,000	20,0	-154,780	140,000	20,0	90,00

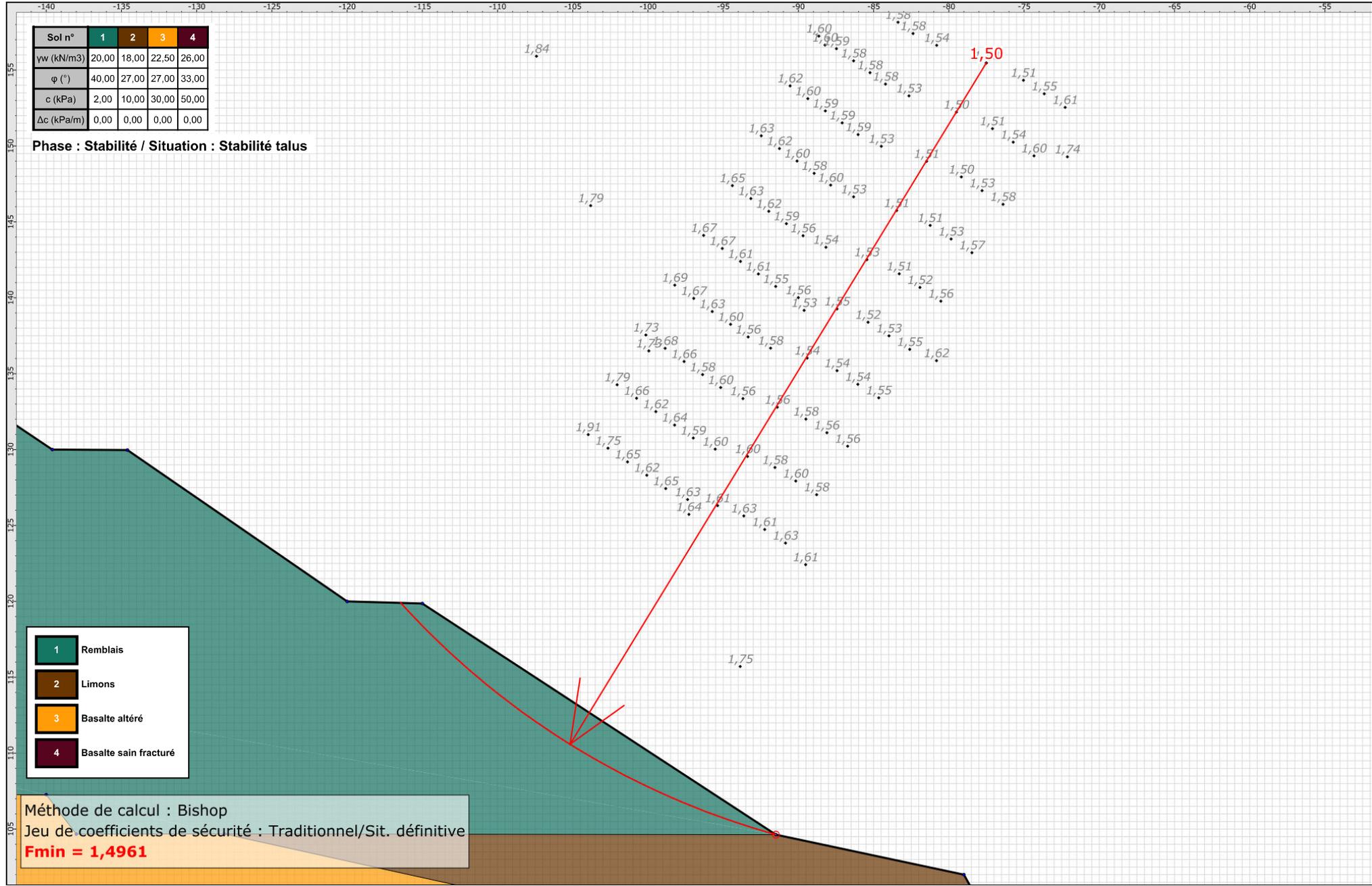


Talren v5
v5.1.2

Imprimé le : 27 janv. 2016 14:08:19
Calcul réalisé par : ANTEA
Projet : Profil F-F'

Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m3)	20,00	18,00	22,50	26,00
φ (°)	40,00	27,00	27,00	33,00
c (kPa)	2,00	10,00	30,00	50,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Stabilité / Situation : Stabilité talus



- 1 Remblais
- 2 Limons
- 3 Basalte altéré
- 4 Basalte sain fracturé

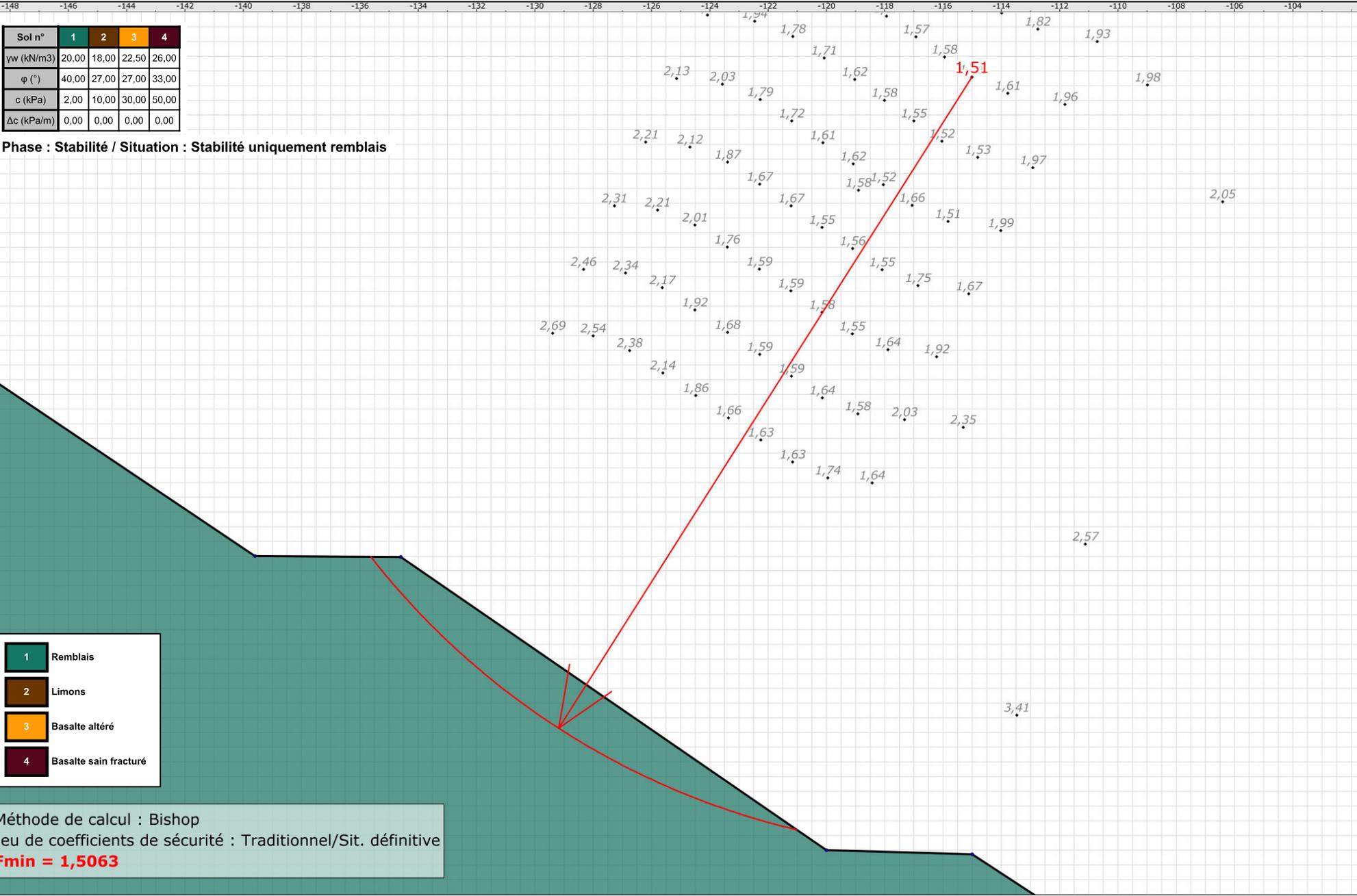
Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Traditionnel/Sit. définitive
Fmin = 1,4961



Talren v5 v5.1.2

Imprimé le : 27 janv. 2016 14:08:20
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil F-F'



Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m3)	20,00	18,00	22,50	26,00
φ (°)	40,00	27,00	27,00	33,00
c (kPa)	2,00	10,00	30,00	50,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Stabilité / Situation : Stabilité uniquement remblais

- 1 Remblais
- 2 Limons
- 3 Basalte altéré
- 4 Basalte sain fracturé

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Traditionnel/Sit. définitive
Fmin = 1,5063

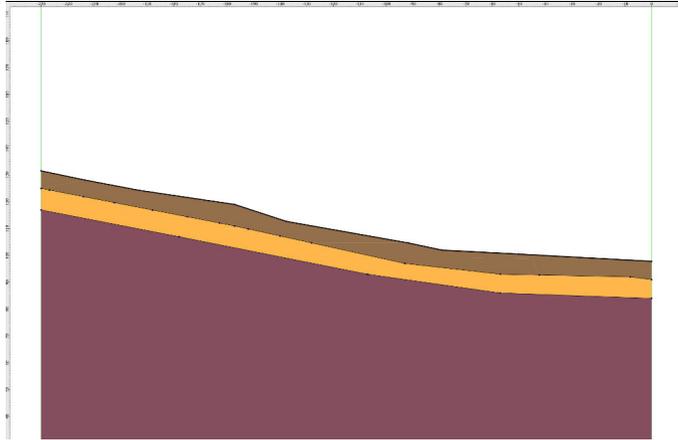


Talren v5
v5.1.2

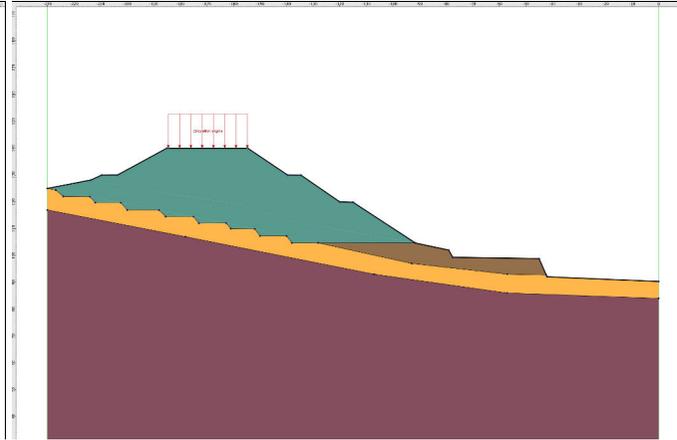
Imprimé le : 27 janv. 2016 14:08:20
Calcul réalisé par : ANTEA

Projet : Profil F-F'

Schéma de phasage



Phase 1: Géométrie initiale



Phase 2: Stabilité