

P. ANDRIEUX

Géotechnicien - Docteur en Géologie

97434 Saint Gilles les Bains



CARRIERE DE BOIS BLANC STABILITE DES TERRASSEMENTS

NOTE GEOTECHNIQUE

Affaire	RE	16	152	1
----------------	-----------	-----------	------------	----------

G1		G2			G3		G4		G5
ES	PGC	AVP	PRO	DCE	ETUDE	SUIVI	ETUDE	SUIVI	DIAG.

Indice	Date	Modifications	Origine modifications	Rédaction
a	18/10/16			P.A.



SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION	3
2 - LOCALISATION – GEOLOGIE GENERALE	4
3 - DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	7
4 – ANALYSE DE STABILITE	9
4-1 Vérification préalable.....	9
4-1 Vérification complémentaire.....	12
5 – COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS.....	19



1 - INTRODUCTION

La présente note contient une analyse de la stabilité des talus de la carrière de bois blanc en fonction des éléments disponibles concernant les principes d'extraction envisagés.

Elle est établie pour répondre aux inquiétudes concernant les avoisinants de la carrière et en particuliers la route des tamarins, pour laquelle une suspicion d'instabilité est soulevée comme un impact secondaire des conditions d'extraction.

La note correspond à une mission de diagnostic géotechnique (G5) au sens de la norme P 95-500. Elle s'appuie sur les documents et études disponibles.

2 - LOCALISATION – GEOLOGIE GENERALE

La zone d'étude est localisée entre la ravine du Trou au Nord-Ouest et la ravine des Avirons au Sud-Est. Elle est coupée en deux par la RN1 (Partie haute et partie basse de la Route des Tamarins).

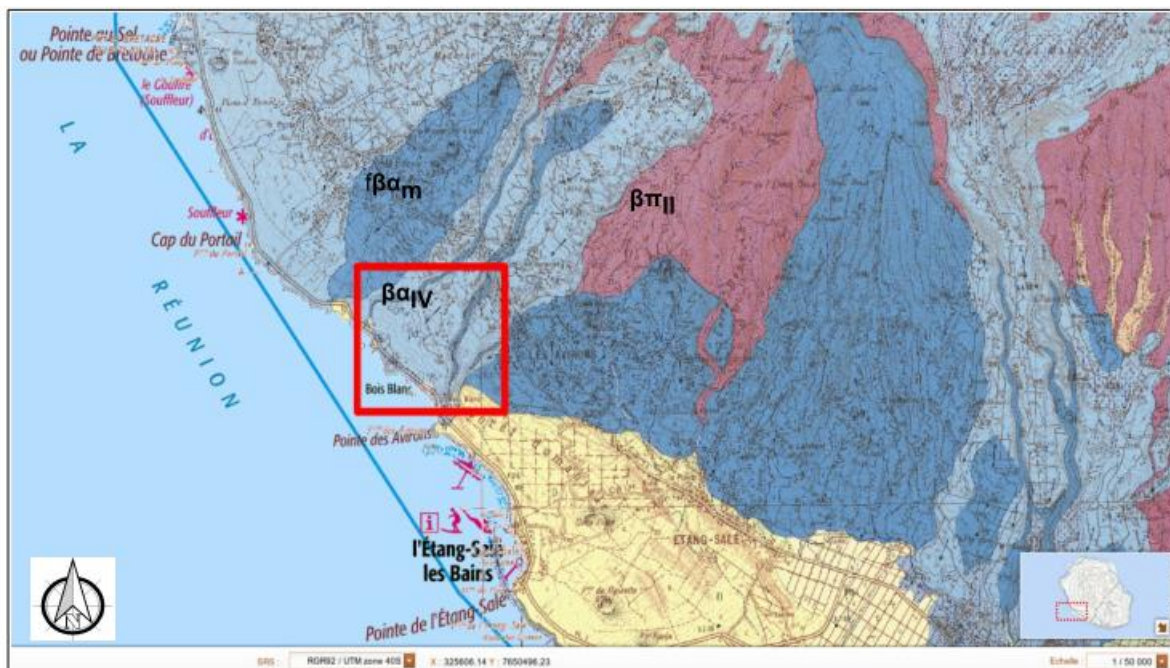


Contexte géologique

La carte géologique de la Réunion au 1/50 000 (illustration ci-dessous) décrit les formations géologiques suivantes dans le secteur d'étude :

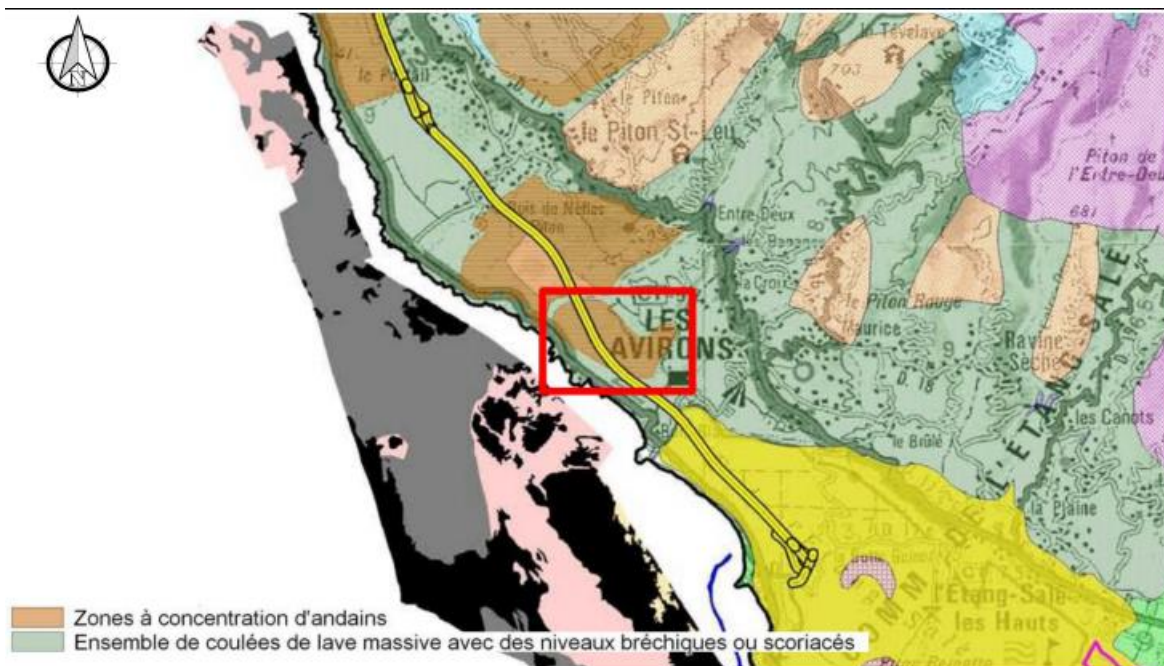
- **Fz** : alluvions fluviales récentes (sables, graviers, galets, blocs basaltiques) à l'exutoire des ravines présentes dans cette zone ;
- **$\beta\alpha$ IV** : formation du massif du Piton des Neiges, phase IV, série différenciée (env. 70000 à 230000 ans) → coulées basaltiques & andésitiques (Hawaïtes, Mugéarites), aphyriques ou à phénocristaux de feldspath et d'olivine, généralement peu abondants ;
- **cp IV2** : formation du massif du Piton des Neiges, phase IV, série différenciée → coulée pyroclastique des Trois Bassins, des Aviron, de Saint-Louis et de Saint-Pierre, présence d'éléments de ponces trachytiques et de roche grenue ;
- **f $\beta\alpha$ m** : formations du massif du Piton des Neiges, phase III, série différenciée (env. 250000 à 350000 ans) → coulées basaltiques & andésitiques à phénocristaux de feldspaths (Hawaïtes, Mugéarites) ;
- **$\beta\pi$ II** : formation du massif du Piton des Neiges, phase II, série sans termes différenciés (Env. 430000 à 2100000 ans) → coulées basaltiques à phénocristaux d'olivines (basaltes, basalts à olivine, océanites), et basaltes à nodules de péridot.

La zone prospectée comprend essentiellement les formations $\beta\alpha$ IV & f $\beta\alpha$ m composées de coulées basaltiques & andésitiques dont la direction d'écoulement est Sud-Ouest (vers le littoral). Le faciès $\beta\alpha$ IV, plus récent, affleure sur la quasi-totalité du site, tandis que le faciès f $\beta\alpha$ m, plus ancien, est surtout visible dans les ravines du Trou et des Aviron, encadrant le secteur étudié. La formation $\beta\pi$ II, la plus ancienne, affleure sur les hauteurs des Aviron et dans le fond de la ravine du même nom, ce qui témoigne de sa présence sous les ensembles géologiques décrits précédemment au niveau de la zone d'intérêt.



A cette carte est associée la carte géologique SDC du BRGM (schéma départemental des carrières - illustration 3 ci-après) qui décrit les ressources exploitables et exploitées en carrière sur l'ensemble du territoire réunionnais. Dans le secteur d'étude, les ressources énumérées sont essentiellement composées de :

- coulées de lave massive avec des niveaux brechiques et/ou scoriacés ;
- zones à concentration d'andains ;



Les terrains observés en surface (affleurements, talus en déblai de la route des Tamarins, ravines, ...) mettent en évidence des faciès géologiques formés de coulées basaltiques plus ou moins épaisses (décimétriques à métriques) dont les degrés d'altération sont variables, alternant avec des niveaux bréchiques et/ou scoriacés de puissance décimétrique à métrique.



Vue des formations en présence dans les talus de la route des tamarins

3 - DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Ce dossier est établi par référence aux documents suivants

- **Documents techniques**

- Plan topographique de la zone d'extension de la carrière

Rapports de sols

- Note technique Antea Group NT 15/452/Version A – Estimation de la stabilité des plateformes
- Note technique Antea Group NT 16/043/Version A – Estimation de stabilité des fosses
- Rapport d'intervention : Prospection Ravine du Trou à Saint Leu - sondages carottés (SC1 à SC3) – chantier n°13-25 – indice 00 du 18/10/2013 rédigé par FORINTECH ;
- Rapport d'intervention : Prospection Ravine du Trou à Saint Leu - sondages carottés (SC4 et SC5) – chantier n°14-04 – indice 00 du 14/03/2014 rédigé par FORINTECH ;

- **Documents normatifs**

- NF EN 1997-1 : Eurocode 7 : Calcul géotechnique
- Normes françaises en cours de validité à la date de rédaction du document (Reconnaitances / sondages et essais / classification des sols)



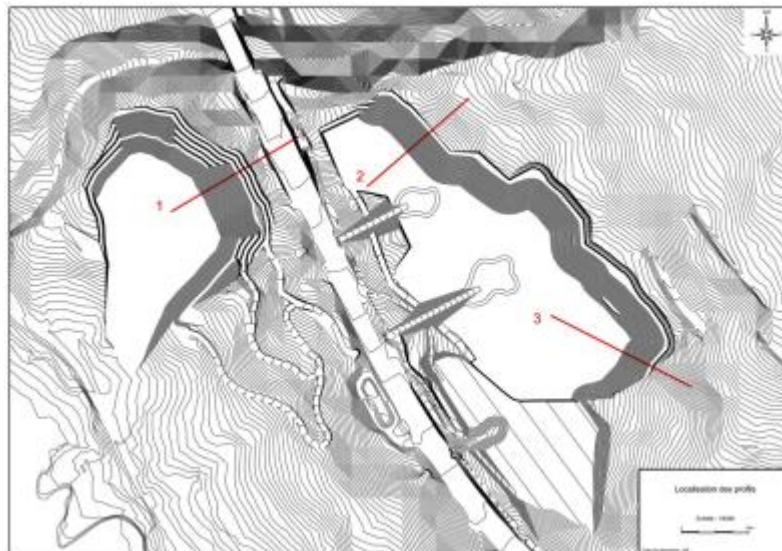
4 – ANALYSE DE STABILITE

4-1 Vérification préalable

En préalable à l'établissement d'un calcul de vérification de stabilité des fronts de taille, l'analyse bibliographique et documentaire fait apparaître qu'une première étude de ce type a déjà été produite et jointe en annexe du dossier d'autorisation d'exploitation (Pièces annexes 11.5).

La Société ANTEAGROUP présent une synthèse documentée de la nature et de la qualité des matériaux présents sur le site d'extraction.

Des modélisations sont présentées selon les profils ci-dessous :



Dans ce qui suit nous nous sommes intéressés particulièrement au profil 1 qui concerne l'interface avec la route des tamarins.

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

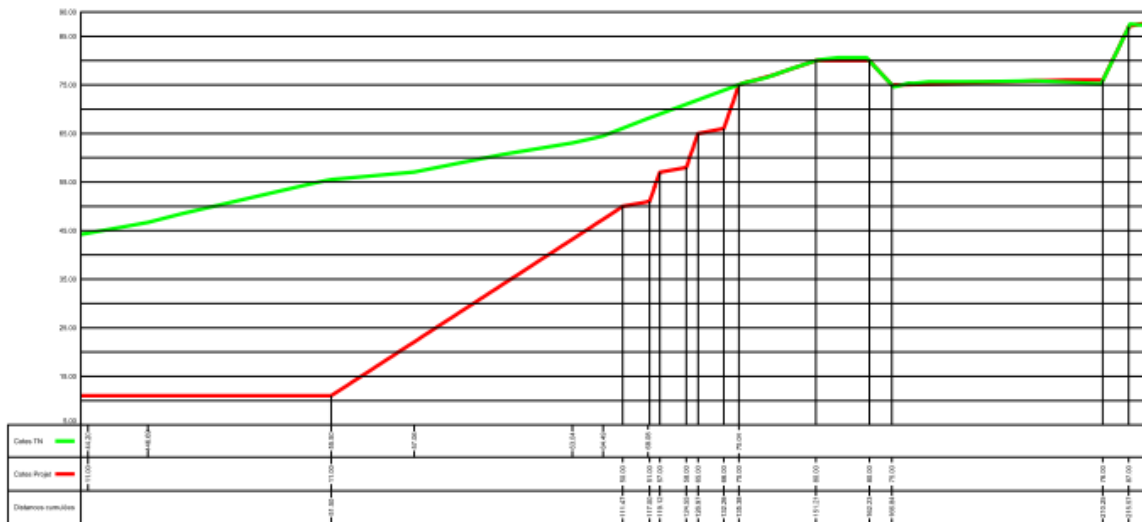
- Pour chaque surface potentielle de glissement, le coefficient de sécurité minimal, noté F_s , est calculé comme le rapport des efforts résistants (résistance au cisaillement du sol, renforcements, etc.) sur les efforts moteurs (poids des terrains, écoulement de l'eau dans le sol, etc.) ;
- Le coefficient 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.

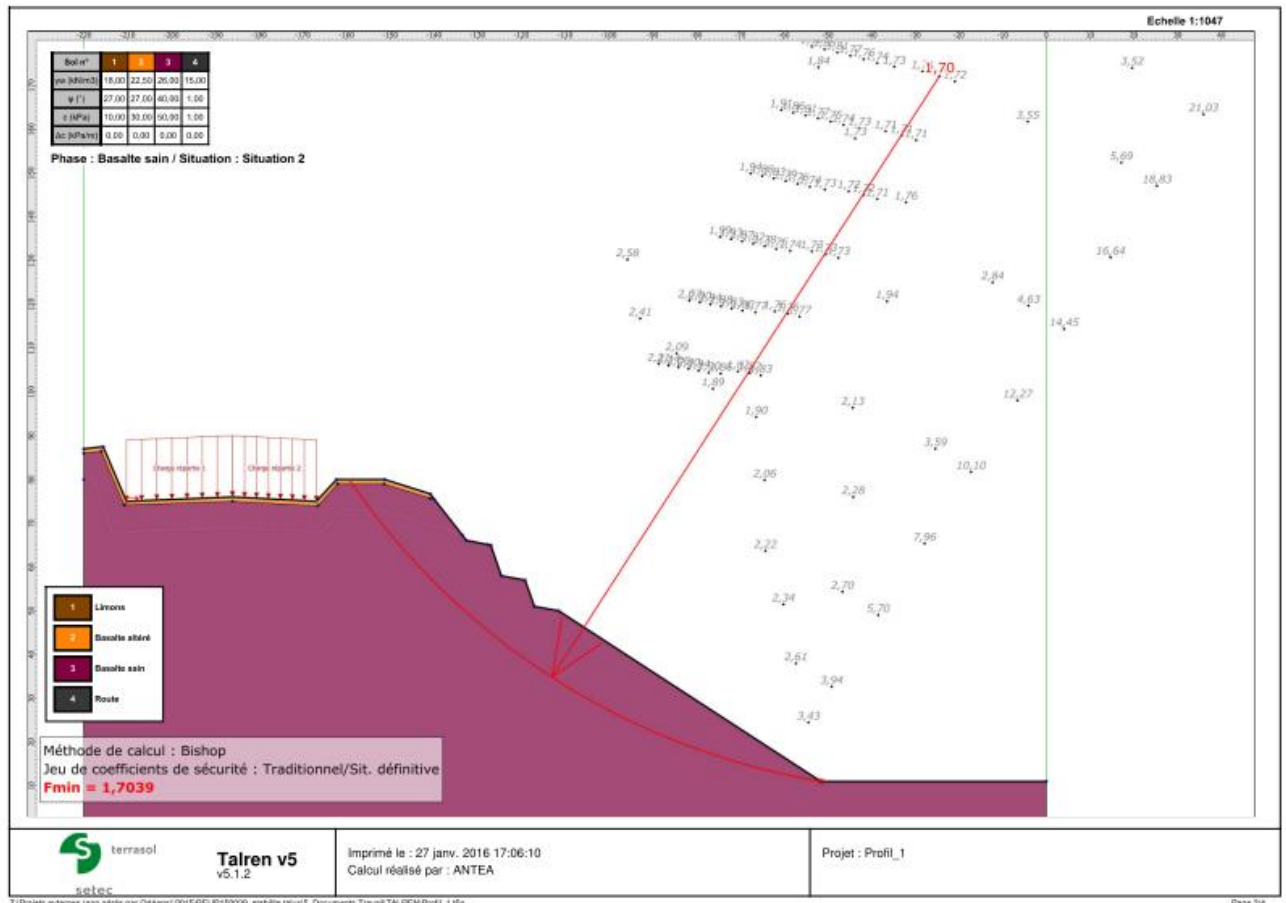
Pour le profil 1 ; le modèle géotechnique appliqué est le suivant

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

Le profil de calcul est tiré des données topographiques et des plans prévisionnels d'extraction. Une surcharge routière de 20 Kpa est appliquée en tête pour simuler les charges de la route des tamarins.



Les résultats produits confirment la stabilité des terrassements en phase définitive, avec obtention de coefficients de sécurité $F_s > 1.5$:



Commentaires :

La simulation de calcul présentée est satisfaisante vis-à-vis des conditions de calcul, cependant, pour des questions de simplification de calcul, le massif est considéré comme homogène et constitué d'un seul et même type de matériau de caractéristiques constantes.

Pour se rapprocher de la réalité, ce même calcul doit être conduit en reportant une lithologie plus détaillée, révélatrice des conditions effectives du site.

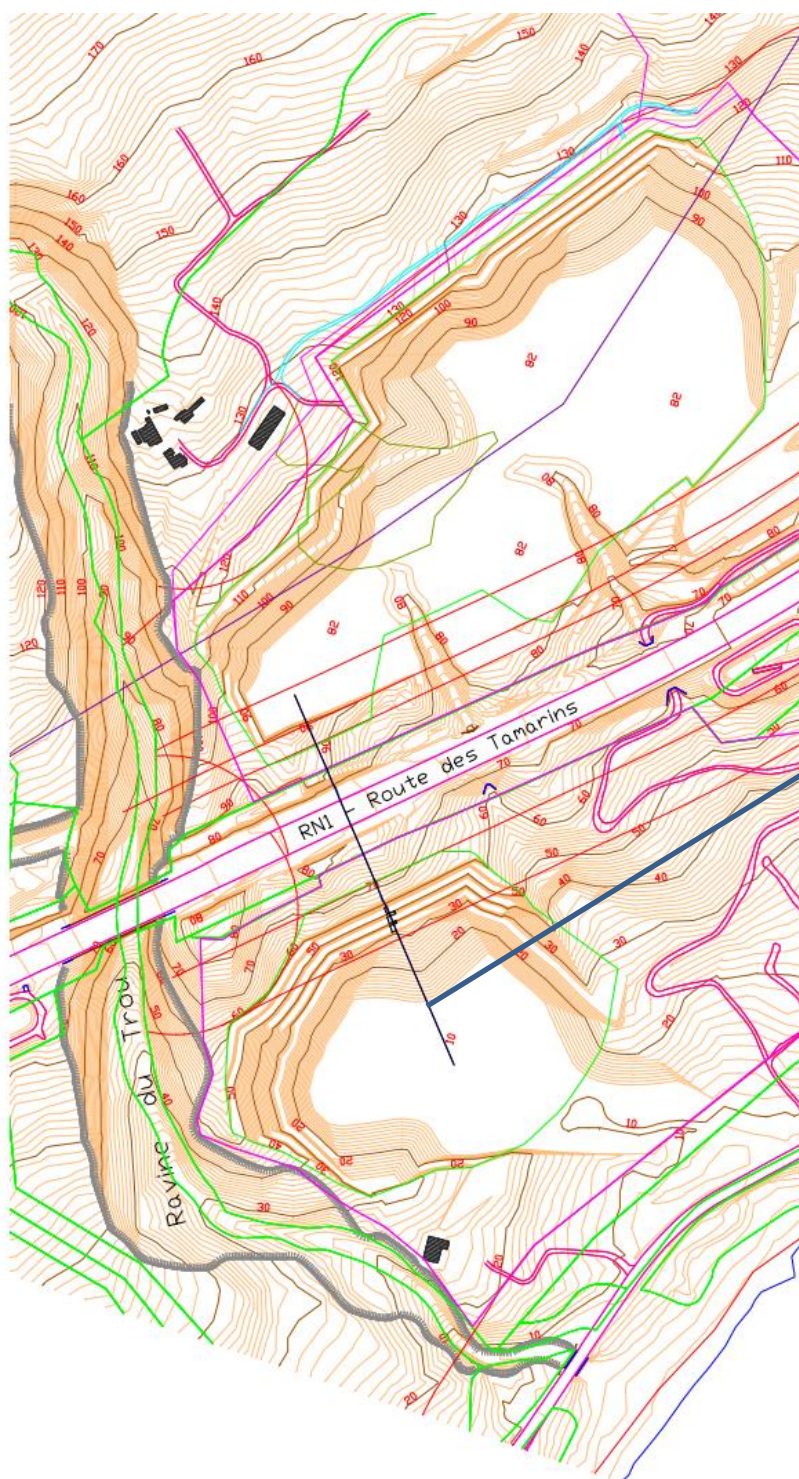
Cette approche est détaillée dans les pages suivantes.



4-1 Vérification complémentaire

Une vérification de stabilité est présentée ci-après en se basant sur les informations suivantes

- Intégration des données topographiques actualisées et du plan d'extraction proposé :



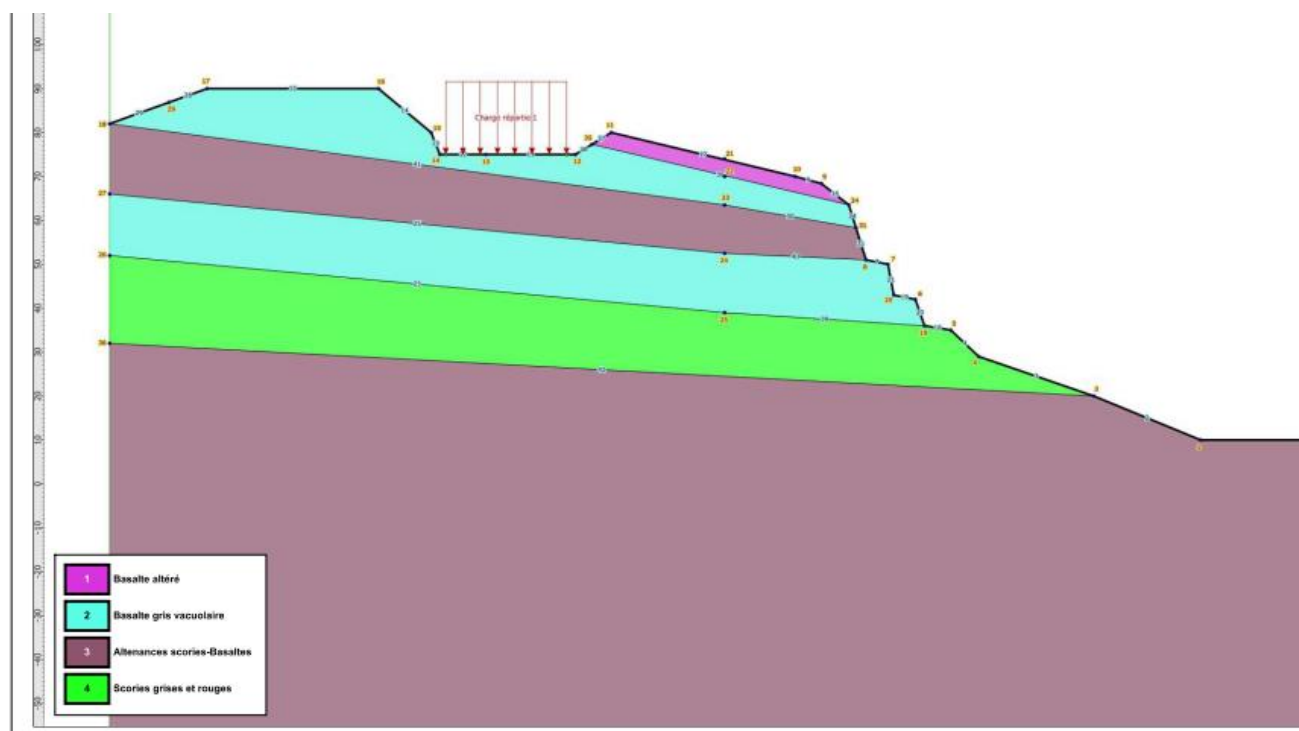
- Prise en compte des données géologiques extraites des sondages carottés et des investigations réalisées sur site :
 - Sondages carottés SC4 et SC5
 - Données géophysiques du profil P21E1 et P14E1



Les données correspondantes sont rappelées en annexes 1

A partir de ces données, nous avons établi une maquette de profil de stabilité détaillée dans le schéma ci-dessous. La géométrie du profil est extraite du plan topo donné plus haut. L'axe général choisi pour les calculs de stabilité est dessiné sur le plan. Il traverse la route des tamarins et s'étend à l'aval jusqu'au carreau de carrière pour sa phase définitive de travaux :





La lithologie est, comme on l'a exposé, détaillée par rapport aux études préalables, et on fera ainsi figurer les alternances notées dans les sondages carottés, en particulier la présence de couches de scories à la base ou la présence d'alternances de basaltes/scories, caractéristiques de ces milieux, tout au long de la route des tamarins.



Les interfaces sont calculées sur les indications des sondages carottés. L'ensemble des couches considérées sont affectées d'un pendage de planèze, soit environ 10 /15° en direction de la mer. En principe ce pendage est une condition défavorable pour les études de stabilité.

Concernant les paramètres intrinsèques des sols en place, nous avons pris le parti de détailler là aussi les caractéristiques des terrains en fonction de leur nature. Cette option conduit à la prise en considération des hypothèses suivantes :

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	c
1	Basalte altéré		22,0	35,00	30,0	0,0	
2	Basalte gris vacuolaire		28,0	50,00	100,0	0,0	
3	Alternances scories-Basaltos		22,0	38,00	30,0	0,0	
4	Scories grises et rouges		18,0	38,00	10,0	0,0	

Cette discrétisation des sols permet de considérer des comportements différenciés selon les couches. A noter que ces valeurs restent, dans leur ensemble, homogènes à celles qui avaient été proposées par ANTEA. Elles sont majoritairement déduites de l'expérience et des observations sur site de l'état des talus existants le long de la RN1.

Enfin, pour ce qui concerne les conditions de calcul, la méthode utilisée est identique à ce qui a déjà été fait sur la zone : Logiciel TALREN 5 – Méthode des tranches de BISHOP.

Les calculs présentés sont réalisés aux états limites, conformément aux Eurocodes. Les pondérations sur les actions et les constituants sont extraits des EC7.

Nous avons complété les simulations de calcul en considérant 2 états caractéristiques

- **Une situation traditionnelle à long terme** : Les coefficients de pondération sont ramenés à 1. Le coefficient de sécurité global justifiant de la stabilité à long terme doit être $F_s > 1.5$

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Traditionnel/Sit. définitive

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,500	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

- **Une situation accidentelle en condition sismiques** : La Réunion étant placée en zone sismique d'aléa faible, cette justification est indispensable. Elle prend en compte une accélération nominale de $1.1m/s^2$ selon les règles parasismiques applicables. Les coefficients de pondération appliqués sont alors détaillés comme suit. Le coefficient de sécurité global recherché doit être $F_s > 1$

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Sismique

Détail du jeu de coefficients de sécurité

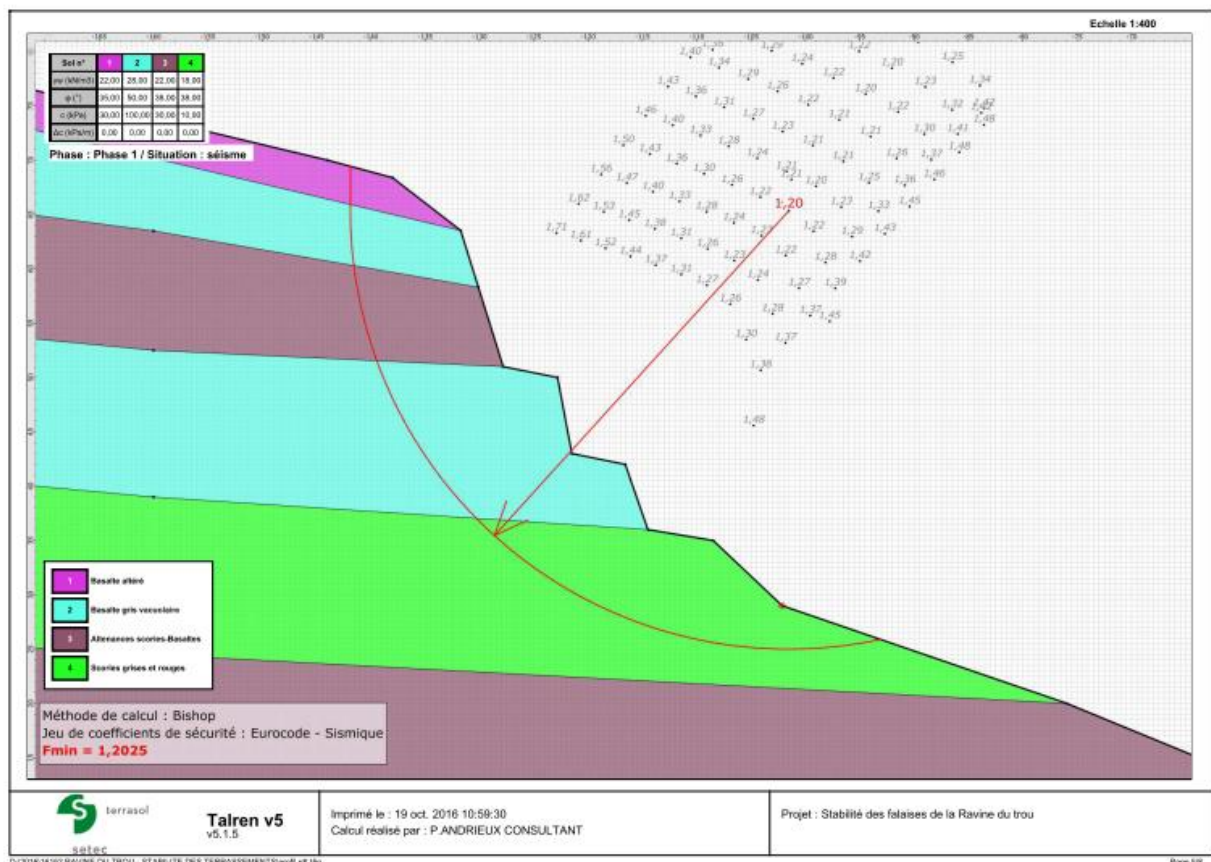
Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,250	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

La surcharge routière de 20 Kpa est maintenue.

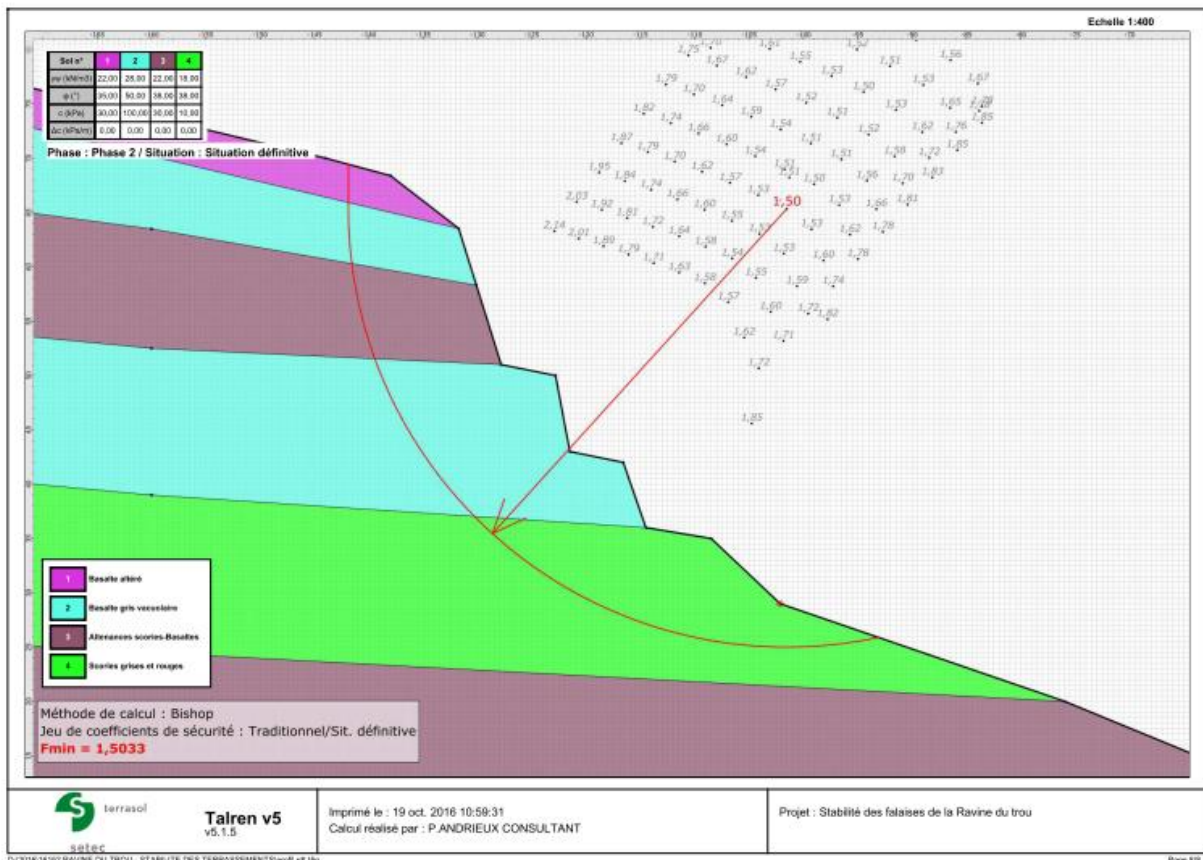
RESULTATS DES CALCULS

Pour toutes les situations examinées, le calcul montre que la stabilité des talus est atteinte.

En situation accidentelle sous séisme, le coefficient de sécurité mini obtenu est $F=1.2 > 1$ donc satisfaisant ;



En situation traditionnelle de long terme, le coefficient de sécurité mini obtenu est **F=1.5**





5 – COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS

Si on peut considérer comme légitimes des interrogations quand la stabilité en grand des terrassements prévus pour les extractions de matériaux dans la carrière de la ravine du trou, les différentes simulations effectuées, que ce soit en massif homogène ou en distinguant les couches unitaires, conduisent à écarter tout risque d'instabilité majeure.

Que l'on considère des états accidentels ou la situation de fin de travaux à long terme, les calculs présentés ne laissent aucunement présager l'apparition d'un risque pour les usagers et la route des tamarins en amont des fosses d'extraction.

Le fait d'avoir introduit une composante sismique dans les calculs inclue les effets des ébranlements causés par l'exploitation. Il vient que quelles que soient les conditions de l'exploitation, il n'y a pas lieu de considérer la probabilité de grand glissements ou d'écroulements en masses.

Des instabilités locales se produiront de toute évidence vu l'état de fracturation du massif, mais il ne s'agira que de chutes de blocs localisées, orientées vers la carrière et prises en compte dans le processus d'exploitation.

Les pentes des gradins d'exploitation seront relevées à l'avancement. Des vérifications complémentaires de stabilité pourront être menées en cours d'exploitation pour intégrer la réalité des fronts de tailles et s'assurer du maintien de cette stabilité à l'avancement des travaux.

LE GEOTECHNICIEN



ANNEXES

- **ANNEXE 1**
 - **Sondages carottés SC4 et SC5**
 - **Profils géophysique**

- **ANNEXE 2**
 - **Justification de stabilité – Profil Talren**



ANNEXE 1



	RAVINE DU TROU SCPR		Chantier 14.04
	Cote NGR : 74.00 m	Profondeur : 0,00 - 35,00 m	
Machine : SEDIDRILL 750	X : 40 324 926 E		
Dates : Du 03/03 au 10/03/2014	Y : 7 650 620 N		

1/220

Forage : SC 4

EXGTE 2.30/LB1EPF460FR

Profondeur	Cote NGR	Lithologie	Outil	Tubage	Caisses	% de Récupération			RQD		
						0	50	100	0	50	100
0,30 m	74	Limon marron + radicelles	Carottier au câble Ø SQ à couronne diamantée	Tubage SQ	CN 1	[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 23, 83]		
1	73	Basalte gris sain peu fracturé									
2,00 m	72	Basalte + limon en morceau				[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 19, 83]		
3,00 m	71	Basalte altéré marron gris									
4,00 m	70	Basalte gris vacuolaire				[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 109, 74]		
5	69	Basalte gris vacuolaire									
6,00 m	68	Basalte altéré + scories				[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 95, 81]		
7	67										
8	66										
9	65										
10,50 m	64	Basalte gris vacuolaire fracturé				[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 45, 0]		
11	63										
12	62										
13	61										
14	60										
15	59										
16	58										
17	57										
18,40 m	56	Basalte sain vacuolaire peu fracturé				[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 39, 10]		
19	55										
20,00 m	54	Basalte altéré limoneux				[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 70, 0]		
21,50 m	53										
22	52	Scories à basalte altéré scoriacé				[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 14, 0]		
23	51										
24	50										
25,00 m	49										
26	48	Scories gris				[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 25, 0]		
27	47										
28	46										
29	45										
30	44										
31	43										
32,50 m	42	Scories gris rouge				[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 50, 0]		
33	41										
34	40										
35,00 m	39										
36	38					[Bar chart: 0-100%]			[Bar chart: 0, 0]		
37	37										
38	36										
39	35										
40	34										
41	33										
42	32										
43	31										
44	30										
45	29										
46	28										



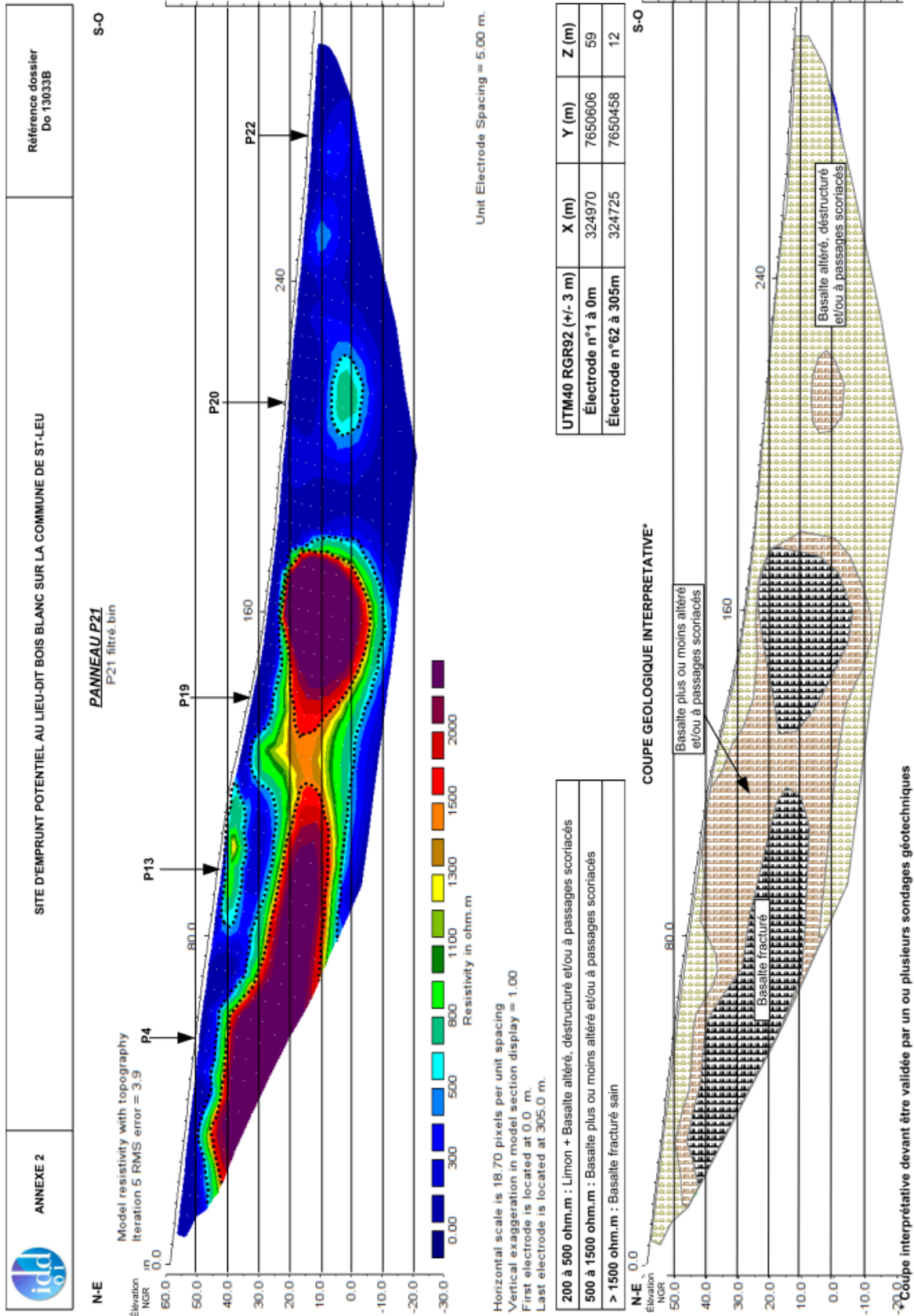
	RAVINE DU TROU SCPR		Chantier 14.04
	Cote NGR : 71.00 m	Profondeur : 0,00 - 35,00 m	
Machine : SEDIDRILL 750	X : 40 324 946 E		
Dates : Du 19/02 au 03/03/2014	Y : 7 650 500 N		

1/220

Forage : SC5

EXGTE 2.30/LB1EPF460FR

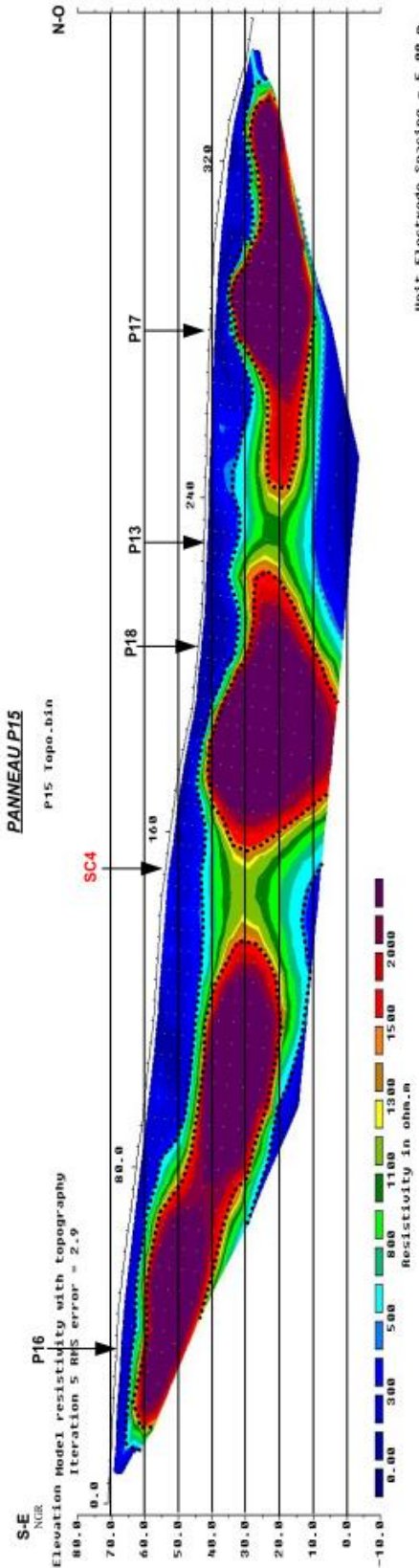
Profondeur	Cote NGR	Lithologie	Outil	Tubage	Caisnes	% de Récupération			RQD		
						0	50	100	0	50	100
0,20 m	71	Basalte gris blanc + limon marron	Carottier au câble Ø SQ à couronne diamantée	Tubage SQ	CN 1	1			0		
1	70	Basalte gris blanc + limon marron compact				2		70	47		
3,00 m	69	Basalte altéré fracturé voire en morceaux				3					
4,50 m	68	Basalte altéré scoriacé				4					
4	67					5		50	0		
5	66	Basalte gris rouge vacuolaire peu fracturé				6					
6	65					7					
7,50 m	64					8			84		
8,50 m	63	Basalte gris rouge vacuolaire fracturé				9			70		
9	62					10			97		
11,50 m	61	Basalte gris sain fracturé				11			83		
12,60 m	60					12			0		
13	59	Basalte gris blanc sain peu fracturé				13			86		
14,50 m	58					14			81		
15	57	Basalte gris blanc fracturé				15			60		
16	56					16			44		
17	55					17			0		
18	54	Basalte gris blanc sain				18			0		
19,50 m	53					19			85		
20	52	Basalte gris blanc sain en morceau				20			95		
21	51					21		100	99		
22	50	Basalte gris sain fracturé				22			38		
23,10 m	49					23			63		
23,50 m	48	Basalte gris sain fracturé				24			66		
24	47					25			96		
25	46	Basalte gris sain fracturé				26			65		
26	45					27			82		
27	44	Basalte gris sain fracturé à scoriacé				28			97		
28	43					29			68		
29	42	Scorie rouge + sable				30			97		
30	41					31			74		
31,50 m	40					32			0		
32,50 m	39					33			70		
33	38					34					
34	37					35					
35,00 m	36		36								
36	35		37								
37	34		38								
38	33		39								
39	32		40								
40	31		41								
41	30		42								
42	29		43								
43	28		44								
44	27		45								
45	26		46								



ANNEXE 2

SITE D'EMPRUNT POTENTIEL AU LIEU-DIT BOIS BLANC SUR LA COMMUNE DE ST-LEU

Référence dossier
Do 13033B

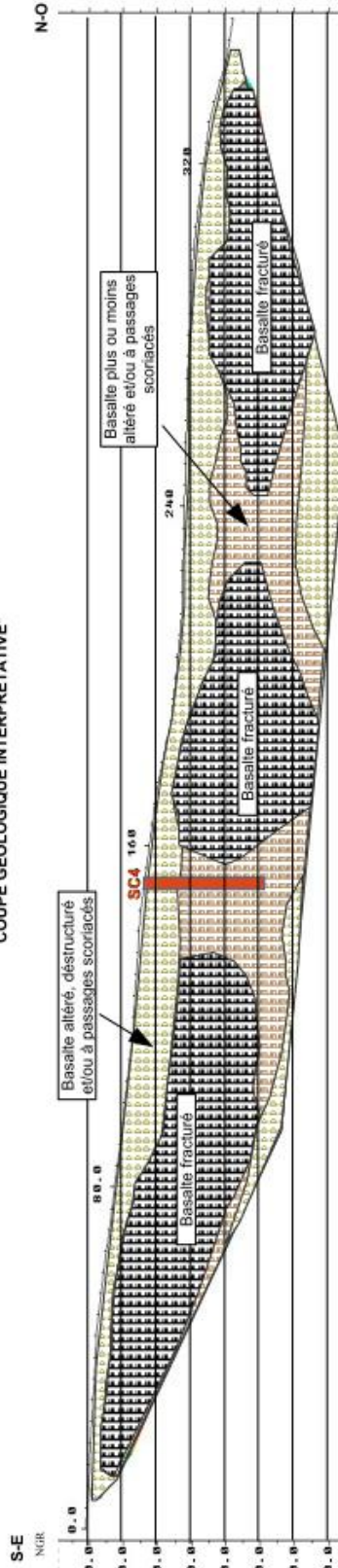


Horizontal scale is 18.34 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 1.11
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 955.0 m.

200 à 500 ohm.m	: Limon + Basalte altéré, déstructuré et/ou à passages scoriacés
500 à 1500 ohm.m	: Basalte plus ou moins altéré et/ou à passages scoriacés
> 1500 ohm.m	: Basalte fracturé sain

UTM40 RGR92 (+/- 3 m)	X (m)	Y (m)	Z (m)
Électrode n°1 à 0m	325071	7650574	70
Électrode n°72 à 355m	324743	7650690	28

COUPE GEOLOGIQUE INTERPRETATIVE*



* Coupe interprétative étalonnée sur le sondage carotté SC4



ANNEXE 2

Données du projet

Numéro d'affaire : RE 16152

Titre du calcul : Stabilité des falaises de la Ravine du trou

Lieu : Carrière

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	Basalte altéré		22,0	35,00	30,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Basalte gris vacuolaire		28,0	50,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Altéranes scories-Basaites		22,0	38,00	30,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Scories grises et rouges		18,0	38,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Basalte altéré		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Basalte gris vacuolaire		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Altéranes scories-Basaites		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Scories grises et rouges		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

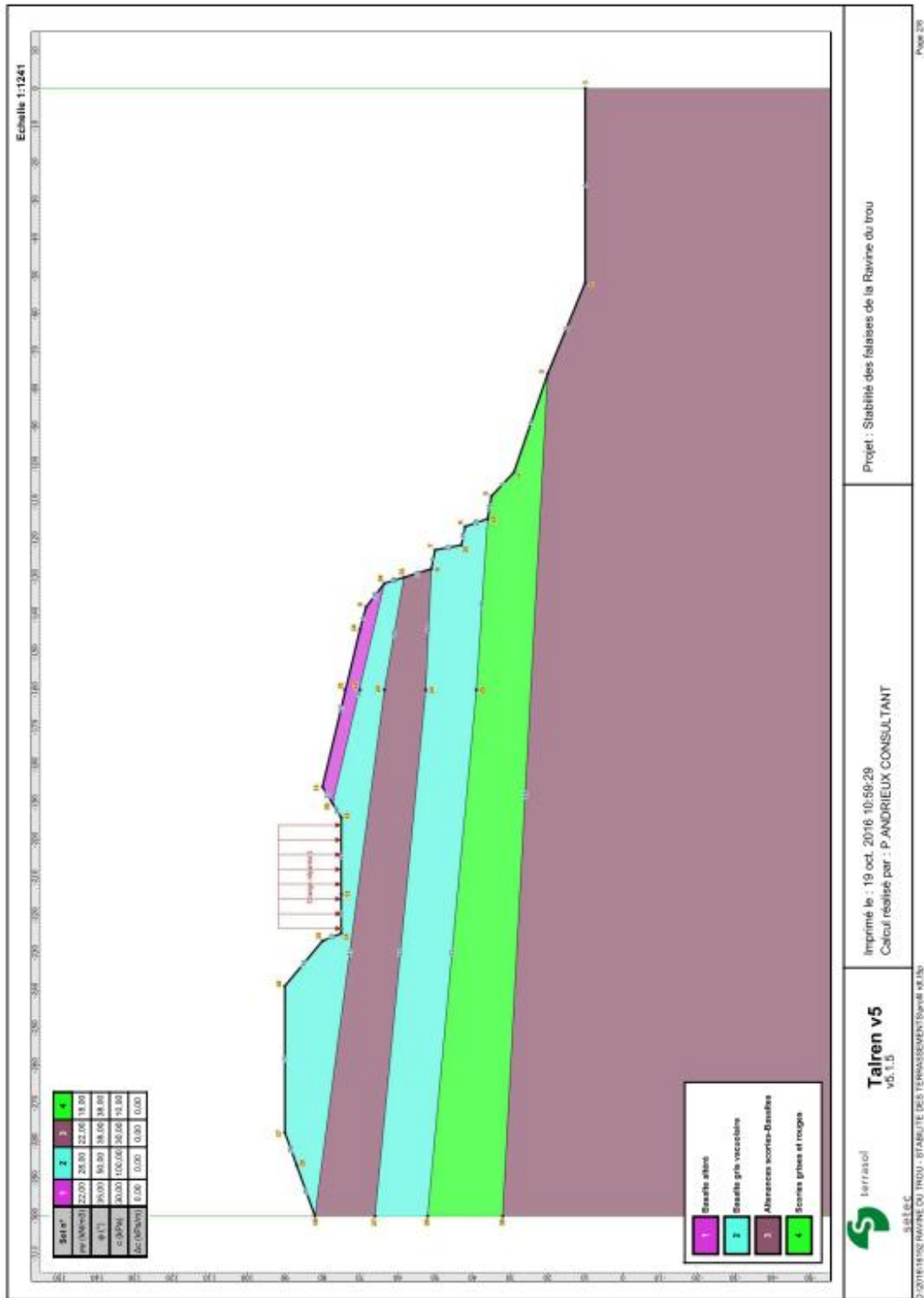
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y			
1	-0,000	10,000	2	-51,641	10,000	3	-75,943	20,000	4	-102,147	29,000	5	-108,500	35,000	6	-116,582	42,000	7	-122,813	50,000
8	-127,814	51,000	9	-138,000	68,395	10	-143,966	70,000	11	-185,813	80,000	12	-193,982	75,000	13	-214,342	75,000	14	-224,814	75,000
15	-226,813	80,000	16	-238,814	90,000	17	-277,814	90,000	18	-300,000	82,000	19	-114,500	36,000	20	-121,500	43,000	21	-160,000	74,000
22	-160,000	70,000	23	-160,000	63,500	24	-160,000	52,500	25	-160,000	39,000	26	-300,000	52,000	27	-300,000	66,000	28	-286,505	86,866
31	-130,101	58,317	34	-131,729	63,529	35	-190,208	77,310	36	-300,000	32,000									

Segments

	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2
1	1	2	2	3	3	4	4	5	7	7	8	9	9	10	11	12
12	13	14	13	14	15	16	15	16	17	17	10	11	18	19	5	19
20	6	19	21	7	20	23	25	26	25	24	27	28	29	17	29	18
31	31	8	34	34	31	35	34	9	36	34	35	37	35	11	36	12
40	24	8	41	23	18	42	3	36								

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	-223,500	75,000	20,0	-196,000	75,000	20,0	90,00



Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase 1

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent			
1	1	2	Attenances scories-Basaltes	2	2	3	Attenances scories-Basaltes	3	3	4	Scories grises et rouges
4	4	5	Scories grises et rouges	7	7	8	Basalte gris vacuolaire	9	9	10	Basalte altéré
11	12	13	Basalte gris vacuolaire	12	13	14	Basalte gris vacuolaire	13	14	15	Basalte gris vacuolaire
14	15	16	Basalte gris vacuolaire	15	16	17	Basalte gris vacuolaire	17	10	11	Basalte altéré
18	19	5	Scories grises et rouges	18	20	6	Basalte gris vacuolaire	20	6	19	Basalte gris vacuolaire
21	7	20	Basalte gris vacuolaire	23	25	26	Scories grises et rouges	25	24	27	Basalte gris vacuolaire
28	29	17	Basalte gris vacuolaire	28	29	18	Basalte gris vacuolaire	30	23	31	Attenances scories-Basaltes
31	31	8	Attenances scories-Basaltes	34	34	31	Basalte gris vacuolaire	35	34	9	Basalte altéré
36	34	35	Basalte gris vacuolaire	37	35	11	Basalte altéré	38	35	12	Basalte gris vacuolaire
39	19	25	Scories grises et rouges	40	24	8	Basalte gris vacuolaire	41	23	18	Attenances scories-Basaltes
42	3	36	Attenances scories-Basaltes								

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Néant



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 1

Nom de la situation : séisme

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Sismique

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_g	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,dou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,dou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_{a,dou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : -277,814

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -102,147; Y= 29,000

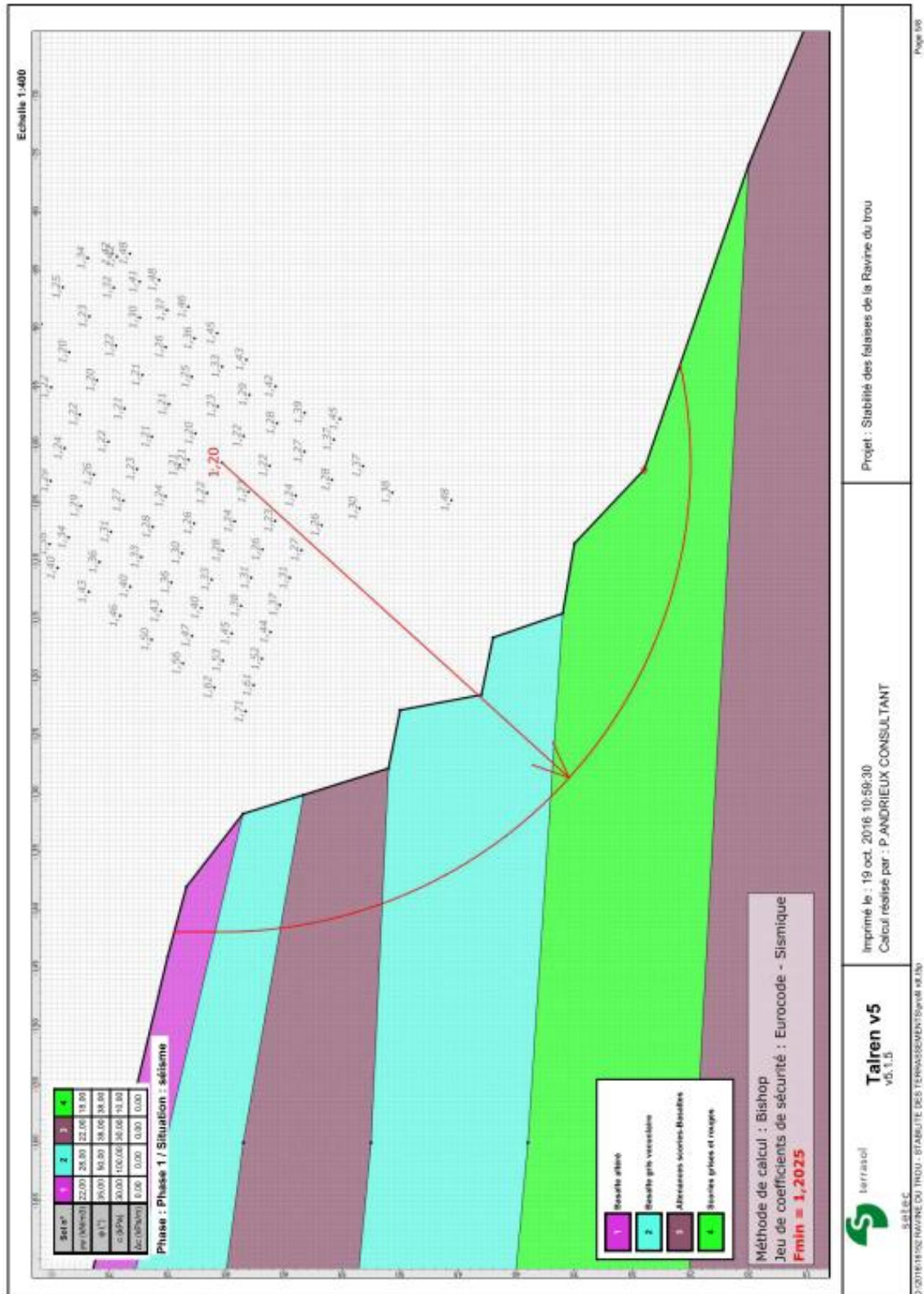
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2025

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1185; X0= -101,54; Y0= 65,34; R= 40,34



Données de la phase 2

Nom de la phase : Phase 2

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent			
1	1	2	Attenances scories-Basaltes	2	2	3	Attenances scories-Basaltes	3	3	4	Scories grises et rouges
4	4	5	Scories grises et rouges	7	7	8	Basalte gris vacuolaire	9	9	10	Basalte altéré
11	12	13	Basalte gris vacuolaire	12	13	14	Basalte gris vacuolaire	13	14	15	Basalte gris vacuolaire
14	15	16	Basalte gris vacuolaire	15	16	17	Basalte gris vacuolaire	17	10	11	Basalte altéré
18	19	5	Scories grises et rouges	19	20	6	Basalte gris vacuolaire	20	6	19	Basalte gris vacuolaire
21	7	20	Basalte gris vacuolaire	23	25	26	Scories grises et rouges	25	24	27	Basalte gris vacuolaire
28	29	17	Basalte gris vacuolaire	29	29	18	Basalte gris vacuolaire	30	23	31	Attenances scories-Basaltes
31	31	8	Attenances scories-Basaltes	34	34	31	Basalte gris vacuolaire	35	34	9	Basalte altéré
36	34	35	Basalte gris vacuolaire	37	35	11	Basalte altéré	38	35	12	Basalte gris vacuolaire
39	19	25	Scories grises et rouges	40	24	8	Basalte gris vacuolaire	41	23	18	Attenances scories-Basaltes
42	3	36	Attenances scories-Basaltes								

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Néant



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 2

Nom de la situation : Situation définitive

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Traditionnel/Sit. définitive

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,500	Γ_{s1}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_g	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clo,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,dou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clo}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : -277,814

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -102,147; Y= 29,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,5033

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1185; X0= -101,54; Y0= 65,34; R= 40,34

