

8 Annexes

Annexe 1 : Recollement article C3.5.2 de l'arrêté n° 2577-2013/ARR/DIMENC du 08/10/2013

Annexe 2 : Plan d'état des lieux de la gestion des eaux en 2017

Annexe 3 : Plan de localisation des éléments des suivis environnementaux pour la période 2012-2017

Annexe 4 : Etude géotechnique verse Uluru

Annexe 5 : Etude géotechnique verse Carrière 3

Annexe 6 : Etude géotechnique verse Clémence 1 Ext

Annexe 7 : Etude géotechnique verse Belvédère Est

Annexe 8 : Etude géotechnique verse Rehausse HGL Ext

Annexe 9 : Procédure entretien accès et pistes

Annexe 10 : Méthodologie de dimensionnement et calcul des débits

Annexe 11 : Plan de gestion des eaux projet (2023)

Annexe 12 : Tableaux de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux projet (2023)

Annexe 13 : Fiches des ouvrages type

Annexe 14 : Plan de revégétalisation et de réhabilitation à 2023

Annexe 01

Recollement article C3.5.2 de l'arrêté n° 2577- 2013/ARR/DIMENC du 08/10/2013
--

Commune de Thio - Province Sud

CENTRE MINIER DE THIO – Site du Plateau

RECOLEMENT ARTICLE C3.5.2 DE L'ARRETE N°2577-2013/ARR/DIMENC DU 08/10/2013

Secteur/Exutoire	Type d'équipement	N° BVP	CREEK MAJEUR AU SEIN DU BVP	OUVRAGES	Signalétique nominative	Repère de jauges		Système de vidange volontaire		Echantillonnage automatique des MES et mesure du débit	
					FAIT (O/N)	AEM	FAIT (O/N)	AEM	FAIT (O/N)	AEM	FAIT (O/N)
Bord de Mer			BS01	O	X	O					
			BS03	N	X	N					
			BS04	O	X	O					
Ex01	BV1	St Paul	BS102*		X						
			DCES2	O	X	O			X	Nécessite aménagements	
DSPA1			O	X	O						
DCES4			O	X	O						
Ex02			DFLI2-3	O	X	O					
			DFLI1	O	X	O			X	CC2 réalisé	
Ex03			DCES5	O	X	N	N'existe plus				
Ex04			DGRIL2	O	X	O					
Ex05			DTOM3-4-5	O	X	N					
			DGRIL1	O	X	O					
			DTOM2	O	X	O					
			SEU01	N	X	N					
Ex06			DTOM8	O	X	O					
			DTOM9	O	X	O					
			DTOM10	O	X	O					
			DCAP1-RCAP2-RCAP1	O	X	N					
Ex59			BS109*		X						
	BS128*		X								
Ex07	BV2	1b	DRTE2	O	X	O					
			DTOM12	N	X	N					
DTOM14			O	X	N						
DTOM18			O	X	N						
Ex55			DRTE3	O	X	O					
Ex08	BV3	Moué	BS117*		X		X	N'existe pas – remplacé par DTE1 en amont			
DBAR1			O	X	N						
DSC2			O	X	O						
DBI2			O	X	O						
Ex09											

			DT2-DT3	N	X	O					
			BS119*		X						
			DBAR6	Ø	✕	N	N'existe plus				
			DSM2	O	X	N					
Ex11			DSM3	O	X	N					
Ex57			DSM4	O	X	N					
Ex13	BV3	Moué	BS1*		X						
Ex15			BS2*		X						
Ex16			BS3*		X						
Ex18	BV4	Mermoud	DSYS3	O	X	O			X	Nécessite aménagements	
			DSYS9	O	X	O					
Ex19	BV5	Cimetière	BS16*		X						
Ex20	BV6	Cimetière	DMOU4	O	X	N					
Ex21			BS5*		X						
Ex22			BS6*		X						
Ex54			BS4*		X						
Ex23	BV7	Belvédère	BS7*		X						
Ex24	BV8	Direction	RBEL9	Ø	✕	N	N'existe plus				
Ex25			RBEL6-5	O	X	N					
Ex26			DBEL5	O	X	O					
Ex28	BV9	Wellington	BS8*		X						
			BS18*		X						
Ex29			DBEL1	O	X	O	X	Nécessite aménagements			
			BS19*		X						
Ex30			DSPI6	Supprimé							
			DSPI7	O	X	O			X	Non réalisable	
Ex31			BS23*		X						
Ex32			DSPI10	O	X	O					
			BS110*		X						
Ex33			DCLEM1	O	X	O	X	Nécessite aménagements			
			DCEM1-bis	N	X	N	X	Nécessite aménagements			
			BS111*		X						
Ex34			DDOT3*		X						
			BS113*		X						
Ex46			BS31*		X						
Ex54			A-SEUIL-DDW	N	X	N					
Ex37	BV10	Carrière 3	BS32*		X						
Ex38	BV11	Amé	BS20*		X						
Ex39	BV12	Motocross et HGL	DHGL1	Ø	✕	Ø	N'existe plus				
			RHGL2	O	X	O					
			DHGL3	O	X	O					
Ex40			BS21*		X						
Ex41	BV13	Sapins	DFL3	Ø	✕	N	N'existe plus				
Ex42			DSPA7	O	X	N					
Ex43			DSPA6	O	X	N					

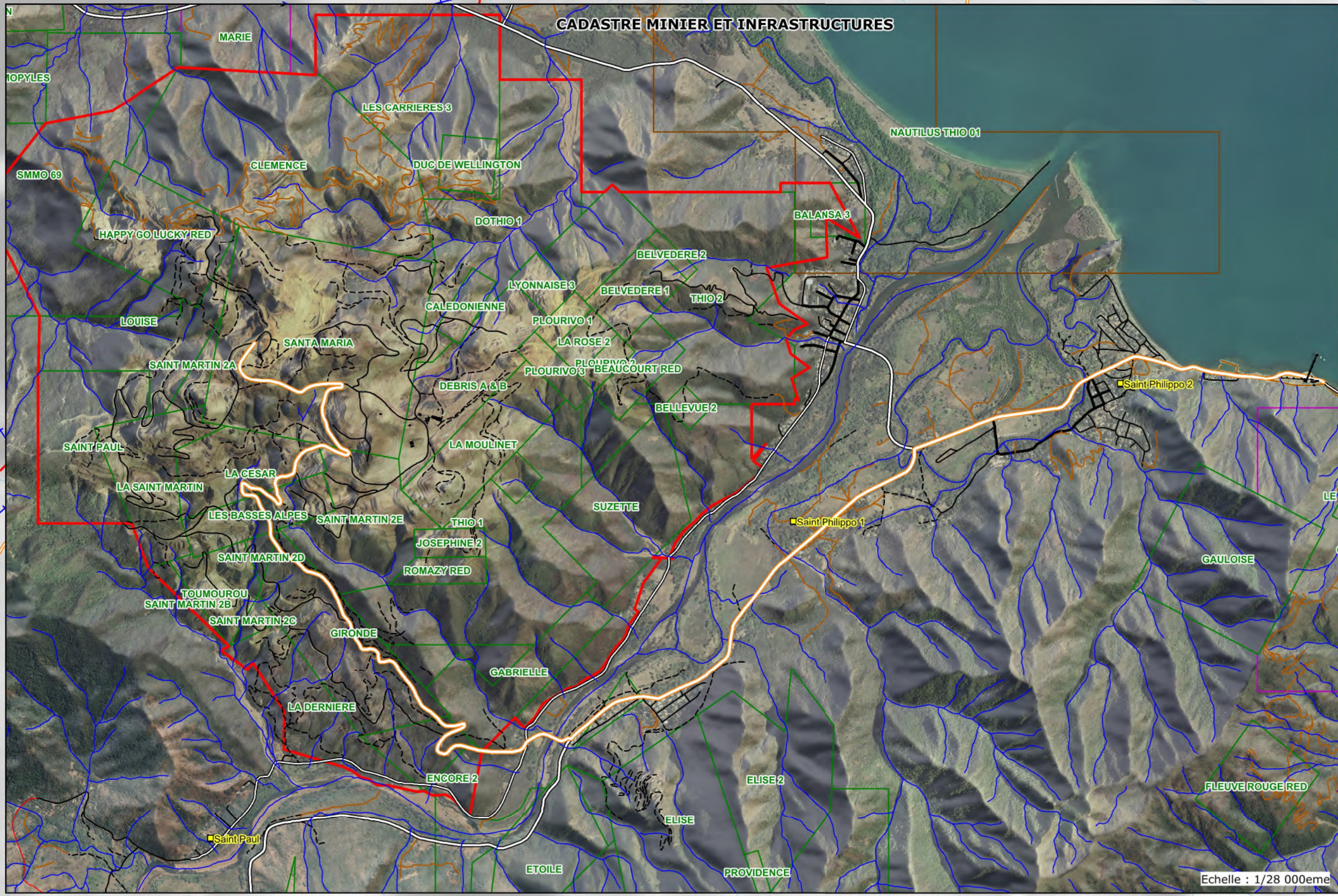
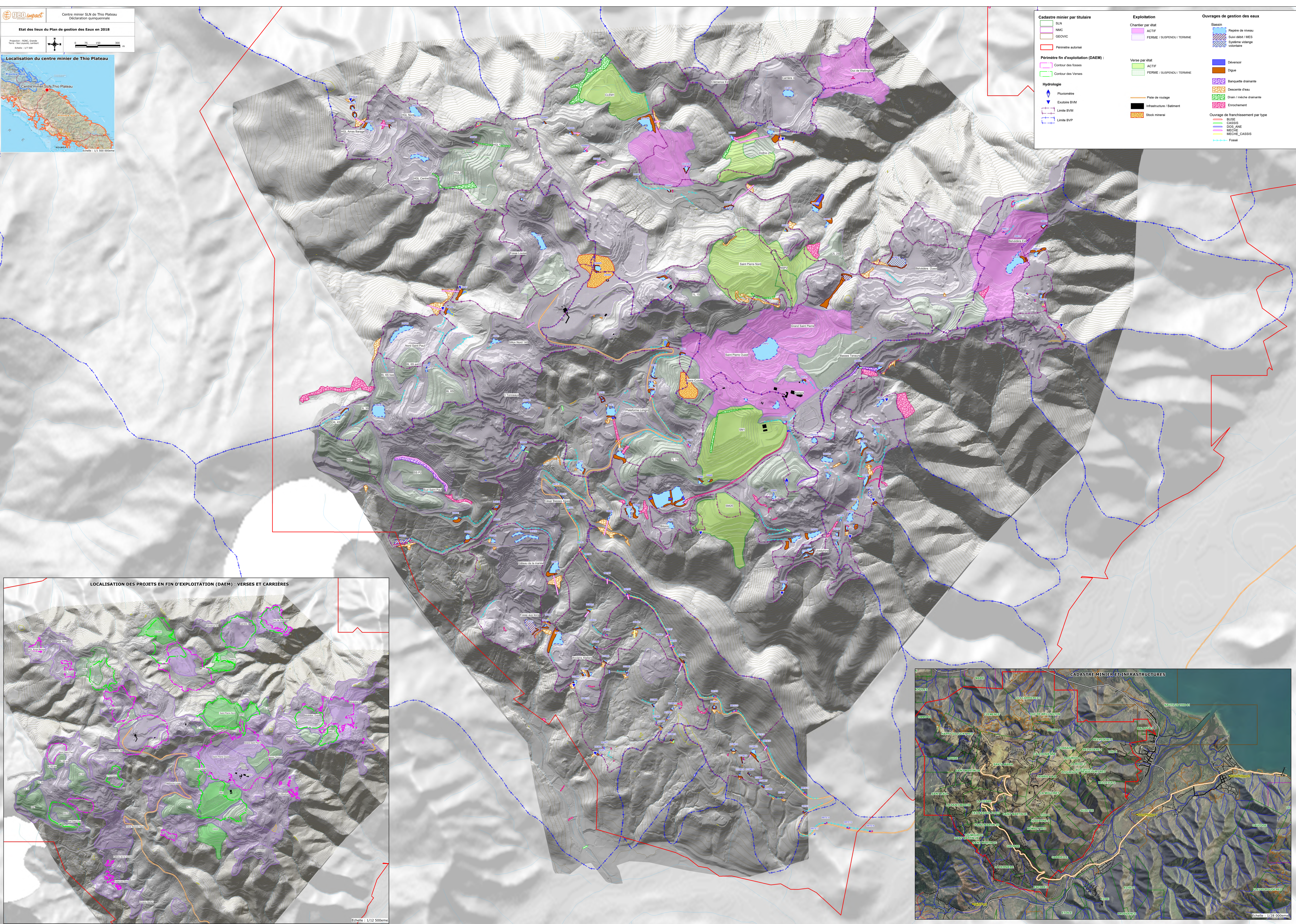
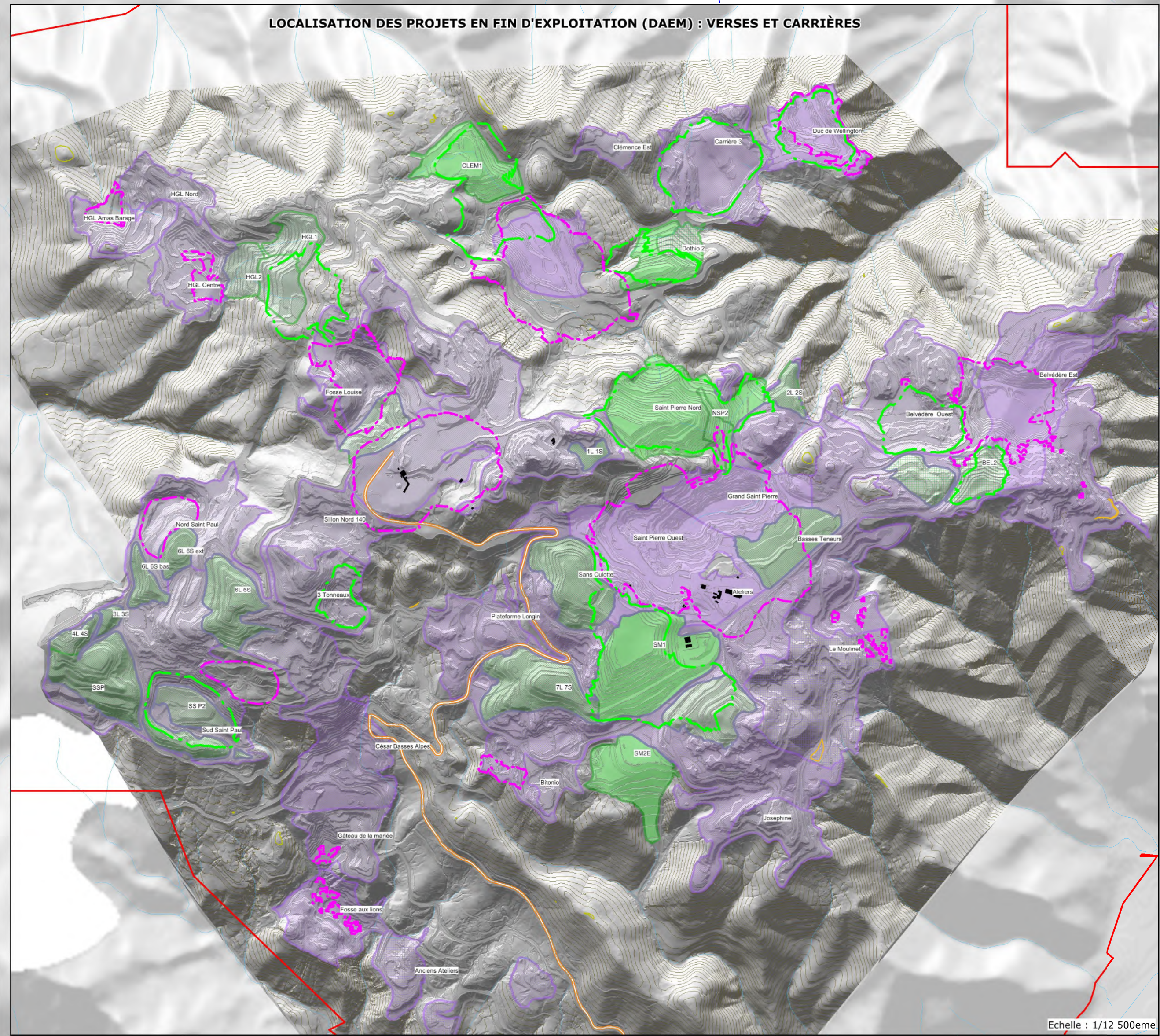
*ouvrages à créer

			DT2-DT3	N	X	O					
			BS119*		X						
			DBAR6	Ø	✕	N	N'existe plus				
			DSM2	O	X	N					
Ex11			DSM3	O	X	N					
Ex57			DSM4	O	X	N					
Ex13	BV3	Moué	BS1*		X						
Ex15			BS2*		X						
Ex16			BS3*		X						
Ex18	BV4	Mermoud	DSYS3	O	X	O			X	Nécessite aménagements	
			DSYS9	O	X	O					
Ex19	BV5	Cimetière	BS16*		X						
Ex20	BV6	Cimetière	DMOU4	O	X	N					
Ex21			BS5*		X						
Ex22			BS6*		X						
Ex54			BS4*		X						
Ex23	BV7	Belvédère	BS7*		X						
Ex24	BV8	Direction	RBEL9	Ø	✕	N	N'existe plus				
Ex25			RBEL6-5	O	X	N					
Ex26			DBEL5	O	X	O					
Ex28	BV9	Wellington	BS8*		X						
			BS18*		X						
Ex29			DBEL1	O	X	O	X	Nécessite aménagements			
			BS19*		X						
Ex30			DSPI6	Supprimé							
			DSPI7	O	X	O			X	Non réalisable	
Ex31			BS23*		X						
Ex32			DSPI10	O	X	O					
			BS110*		X						
Ex33			DCLEM1	O	X	O	X	Nécessite aménagements			
			DCEM1-bis	N	X	N	X	Nécessite aménagements			
			BS111*		X						
Ex34			DDOT3*		X						
			BS113*		X						
Ex46			BS31*		X						
Ex54			A-SEUIL-DDW	N	X	N					
Ex37	BV10	Carrière 3	BS32*		X						
Ex38	BV11	Amé	BS20*		X						
Ex39	BV12	Motocross et HGL	DHGL1	Ø	✕	Ø	N'existe plus				
			RHGL2	O	X	O					
			DHGL3	O	X	O					
Ex40			BS21*		X						
Ex41	BV13	Sapins	DFL3	Ø	✕	N	N'existe plus				
Ex42			DSPA7	O	X	N					
Ex43			DSPA6	O	X	N					

*ouvrages à créer

Annexe 02

Plan d'état des lieux de la gestion des eaux en 2017

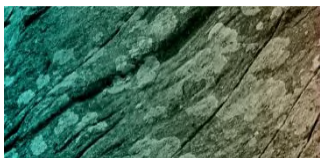


Annexe 03

Plan de localisation des éléments des suivis environnementaux pour la période 2012-2017
--

Annexe 04

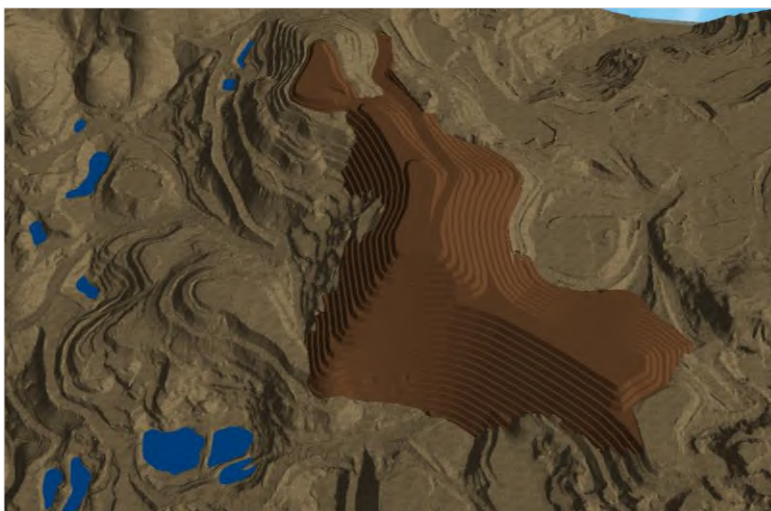
Etude géotechnique versé Uluru



JUSTIFICATIONS GEOTECHNIQUES RELATIVES AU PROJET DE LA VERSE « ULURU »

Mine de Thio

Client : SLN



Réf: MECATER /SLN/02/GJ/A/2016

A	05/02/2016	Création		
Révision	Date	Objet de la modification		
		Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom et prénom				
Fonction		Ingénieur d'études	Coordinateur projet	Expert

MECATER Ingénierie SARL CA / 75 000 DT MF 101 5913 V/A/M/000 ;

Sise Avenue du Koweït, 8050 Hammamet TUNISIE

Tél. : 00 216 72 265 655 Fax : 00 216 72 283 279

Web : www.mecater.com

SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET OBJET	1
2	DESCRIPTION du projet de la verse « Uluru »	1
3	CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE	2
4	ETAT DES LIEUX DU SITE	6
5	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	7
3.1.	Eléments méthodologiques	7
3.2.	Estimation des débits de pointe au niveau des différents exutoires	8
6	CONTEXTE GEOTECHNIQUE	9
6.1	Contexte géologique de la verse	9
6.2	Caractérisation des latérites stockées en verse	9
6.3	Caractéristiques mécaniques de référence des matériaux constitutifs de la verse et de l'assise	9
7	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	10
8	JUSTIFICATION DU DISPOSITIF DU DRAINAGE	10
8.1	Principe de drainage de la verse	10
8.1.1	Drainage de la zone au cours des travaux	10
8.1.2	Drainage de la verse en phase ultime	17
8.2	Présentation du dispositif de drainage	18
8.2.1	Mèche N°1	18
8.2.2	Mèches N°2	18
8.2.1	Mèches N°3	19
8.2.2	Mèche N°4	19
8.2.3	Caniveau aménagé au niveau de la piste d'accès de la verse	19
8.2.4	Descente d'eau	20
8.3	Dimensionnement des ouvrages hydrauliques	20
8.3.1	Mèches	20
8.3.2	Descente d'eau	22
8.3.3	Caniveau aménagé au niveau de la piste d'accès de la verse	23
8.4	Dispositif de sédimentation	23
8.4.1	Détermination de la capacité théorique du bassin de sédimentation	23
9	ANALYSE DE LA STABILITE DE LA VERSE	25
9.1	Principes	25
9.2	Résultats des calculs	25
10	DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PARTICULIERES	26
11	SURVEILLANCE DE LA VERSE	27
12	CONCLUSION	27

LISTE DES FIGURES

Figure N° 1 : Carte de pente de la verse « Uluru » (en degrés)	2
Figure N° 2 : Emprise de la verse « Uluru »	3
Figure N° 3 : Verse « Uluru » en phase ultime	4
Figure N° 4 : Profil en travers de la verse « Uluru »	5
Figure N° 5 : Relevé hydrogéologique au droit de la verse « Uluru »	7
Figure N° 6 : Dispositif de drainage de la verse en dessous de la cote 462 NGNC	11
Figure N° 7 : Dispositif de drainage de la verse entre les cotes 462 et 470 NGNC	12
Figure N° 8 : Dispositif de drainage de la verse entre les cotes 470 et 478 NGNC	13
Figure N° 9 : Dispositif de drainage entre les cotes 478 et 514 NGNC	14
Figure N° 10 : Dispositif de drainage de la verse entre les cotes 514 et 520 NGNC	15
Figure N° 11 : Dispositif de drainage de la verse entre les cotes 520 et 545 NGNC	16
Figure N° 12 : Dispositif de drainage de la verse au-dessus de la cote 545 NGNC	17
Figure N° 13 : Dispositif de drainage en phase ultime	18
Figure N° 14 : Coupe type du caniveau	20
Figure N° 15 : Coupe type de la descente d'eau	20
Figure N° 16 : Implantation des mèches aménagées au niveau de l'emprise de la verse « Uluru »	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 1 : Caractéristiques hydrologiques du site	8
Tableau N° 2 : Caractéristiques géotechniques des différents matériaux	10
Tableau N° 3 : Dimensions des mèches	21
Tableau N° 4 : Dimensions de la descente d'eau	23
Tableau N° 5 : Dimensions du caniveau	23
Tableau N° 6 : Capacité du dispositif de sédimentation	24
Tableau N° 7 : Valeurs des coefficients de sécurité pour les différentes configurations des talus libres de la verse	26

1 CONTEXTE ET OBJET

Dans le cadre de l'exploitation de la mine de Thio, les stériles issues de l'exploitation des chantiers Clémences et Grand St Pierre seront stockés dans une verse à latérite dénommée verse « Uluru ».

En phase ultime, la verse offrira une capacité de stockage de l'ordre de 2.9 millions de m³ et présentera un dénivelé maximal de 107 m.

Les justifications hydrauliques et géotechniques de la verse ont été élaborées par MECATER Ingénierie en 2012 (Réf : Mecater/SLN/37/AB/A/2012).

Suite au levé hydrogéologique de l'emprise de la verse réalisé par Mica Environnement en décembre 2015, la SLN a mandaté MECATER Ingénierie pour mettre à jour l'étude de la verse « Uluru ».

Nous présentons dans ce qui suit la mise à jour de l'étude en tenant compte de l'état des lieux réalisé par Mica.

2 DESCRIPTION DU PROJET DE LA VERSE « ULURU »

Le stockage des latérites sera réalisé à partir de la cote 458 NGNC et s'étendra vers l'Est contre le talus Sud-Est de la verse « St Martin SM 1 » et le talus Nord-Ouest de la verse « 9L_9S » assurant ainsi un confinement des produits stockés. A partir de la cote 520 NGNC, la verse « Uluru » s'appuiera sur la plateforme de la verse « Sans Culotte » (Cf. Figures N°2 et 4).

La zone d'ancrage de la verse est quasiment horizontale offrant ainsi des conditions favorables pour l'ancrage du pied de la verse.

En phase ultime, la verse présentera deux plateformes ; (Cf. Figure N°3) :

- Une plateforme Sud calée à la cote 535 NGNC avec une superficie proche de 1 ha.
- Une plateforme Nord calée à la cote 565 NGNC et présentant une superficie totale de 2 ha.

En phase ultime, la verse « Uluru » présentera quatre talus libres :

- Talus Nord-Est : Ce flanc s'étend sur plus de 250 m de largeur. Il est implanté sur un affleurement de péridotite. Il présente une pente maximale de 27° sur 57 m de hauteur maximale
- Talus Est : Le talus est ancré à la cote 510 NGNC et remonte jusqu'à la plateforme sommitale ultime fixée à la cote 565 NGNC, soit une hauteur maximale de 55 m ; Le pied du talus est ancré au niveau de la plateforme sommitale de la verse « sans culotte ».

Ce talus est traversé par une piste d'accès frontale qui part de la cote 520 jusqu'à atteindre la plateforme centrale de la verse soit la cote 565 NGNC.

Actuellement, le pied de la verse est situé à plus de 150 m par rapport à la fosse Grand St pierre. Par ailleurs, en phase ultime de l'exploitation de la fosse cette distance sera réduite à 25 m.

- Talus Ouest : Ce flanc présente le plus fort dénivelé, il vient s'ancrer sur le sommet de la verse 7L7S, puis au sommet des fronts d'une ancienne fosse constituée par des péridotites massives. Il est ancré à la cote 483 NGNC et remonte jusqu'à la plateforme ultime située à la cote 565 NGNC, soit une hauteur maximale de 82 m. La pente maximale du talus est limitée à 27°.
- Talus Sud-Ouest : Le pied du talus est implanté à la cote 457 NGNC, en aval de la piste d'accès entre les deux verses 9L9S et St Martin, et s'étend jusqu'à la plateforme sommitale calée à la cote 535 NGNC soit une hauteur maximale de 78 m. La pente maximale du talus est limitée à 27°.

3 CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE

L'emprise de la verse « Uluru » couvre une superficie proche de 18.5 ha se situant entre les cotes 458 et 553 NGNC.

La pente au niveau de la zone d'ancrage est inférieure à 10° offrant ainsi des conditions favorables pour l'ancrage du pied de la verse ; (CF. Figure N°1).

Ainsi, nous estimons que la topographie de l'assise est favorable à la stabilité des produits stockés. Elle offre un ancrage satisfaisant du pied de la verse et un confinement des produits stockés.

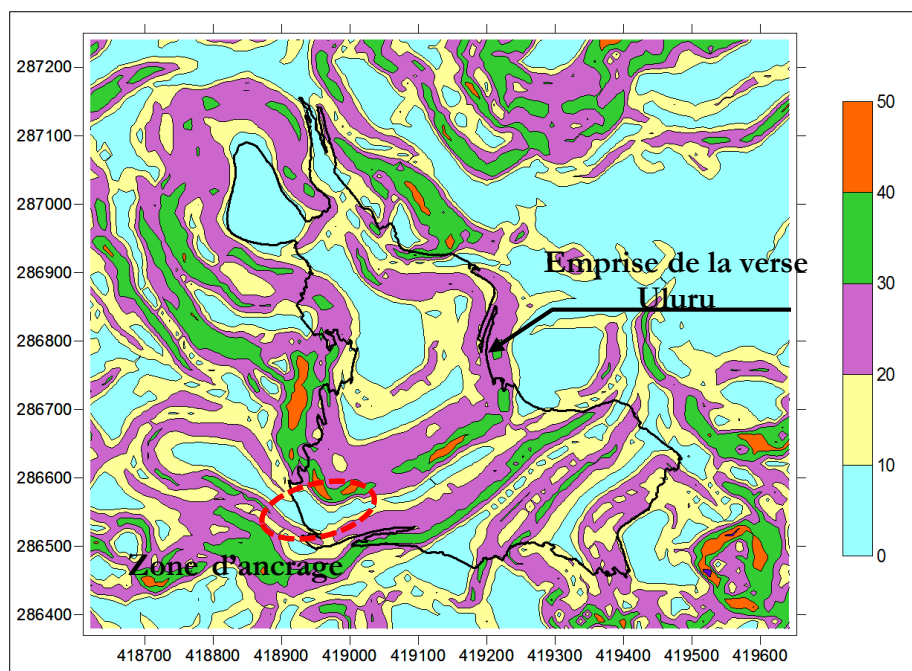


Figure N° 1 : Carte de pente de la verse « Uluru » (en degrés)

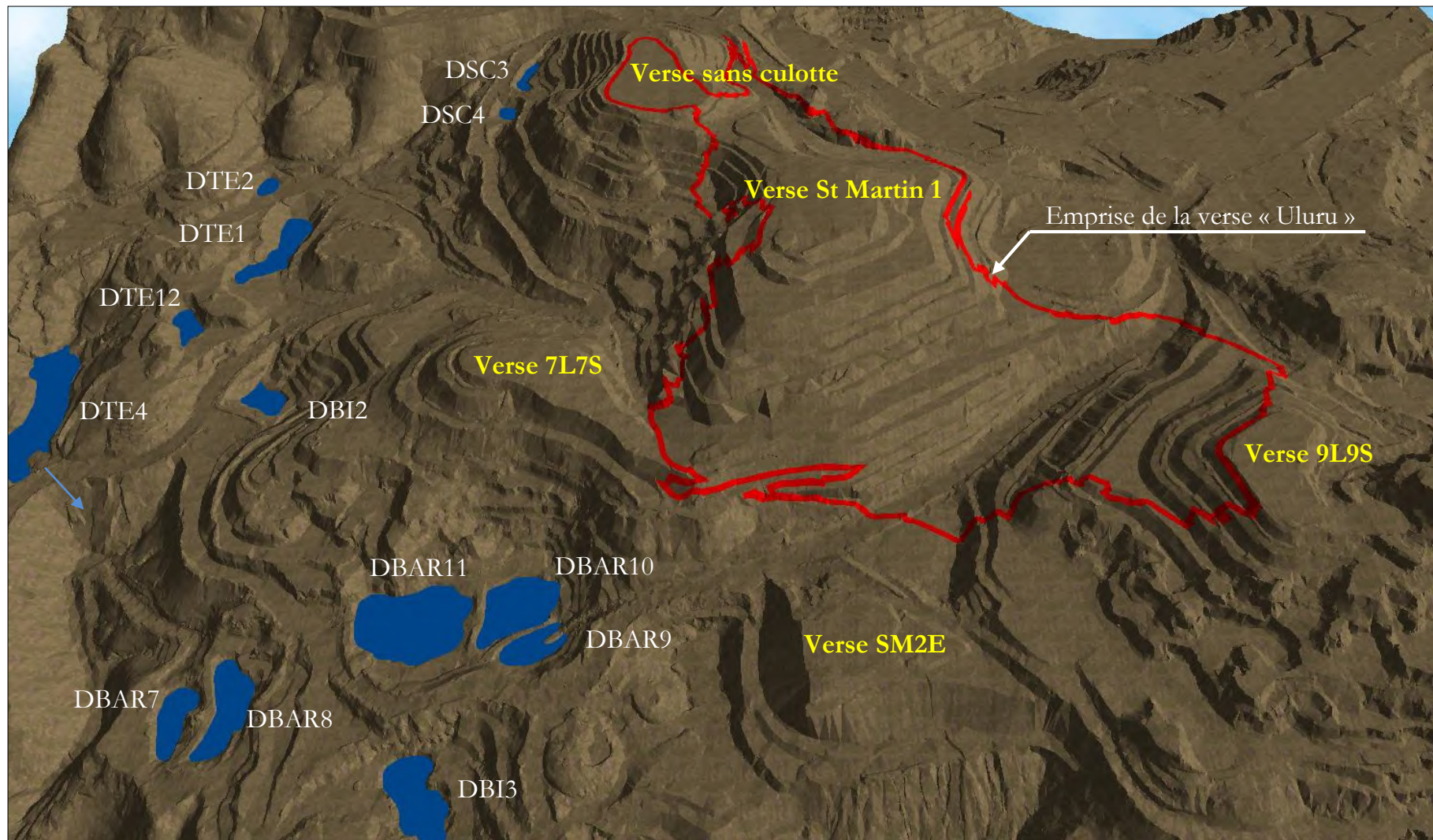


Figure N° 2 : Emprise de la verse « Uluru »

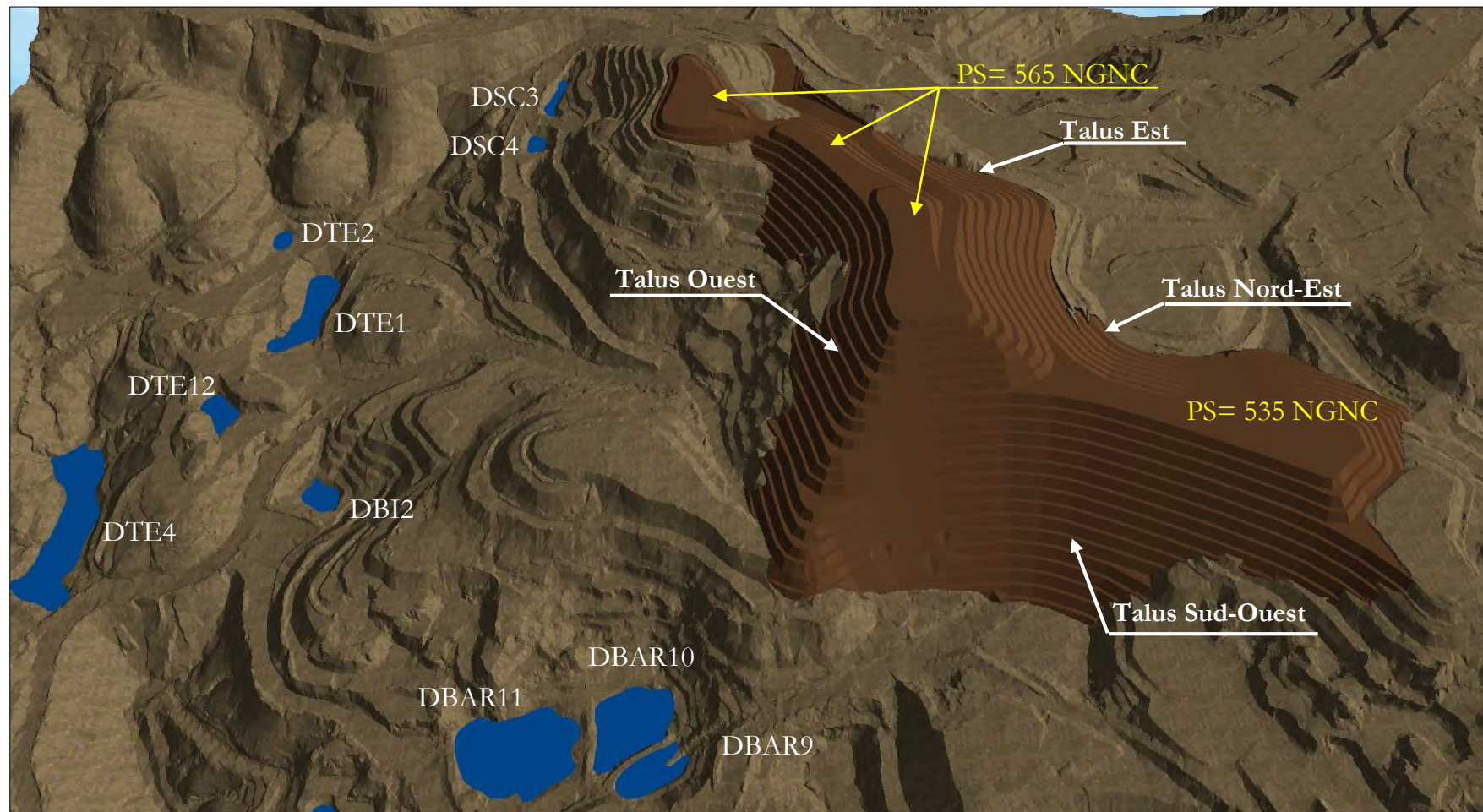


Figure N° 3 : Verse « Uluru » en phase ultime

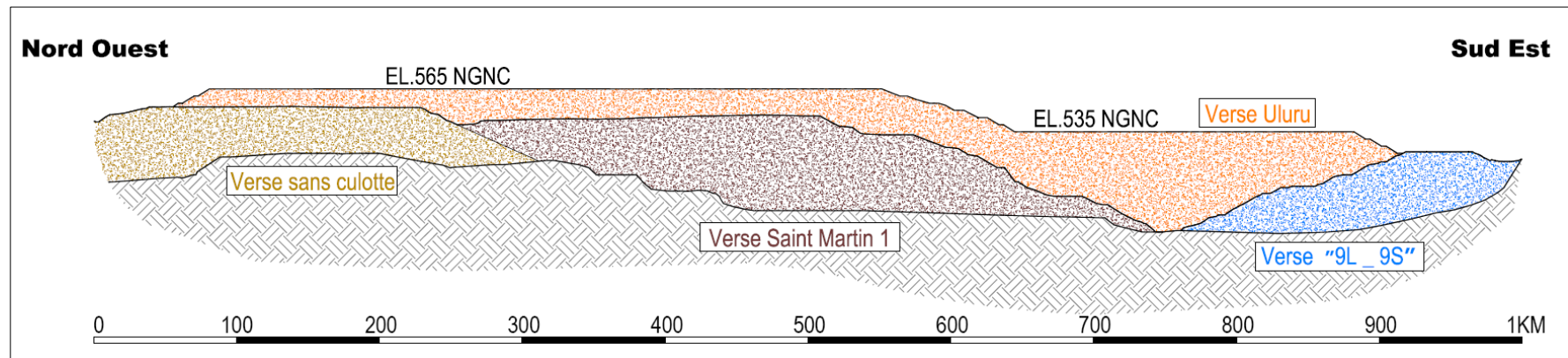


Figure N° 4 : Profil en travers de la verse « Uluru »

4 ETAT DES LIEUX DU SITE

Avant le début des travaux de stockage dans la verse « Uluru », une étude hydrogéologique a été réalisée au droit du site par le bureau d'études Mica Environnement (Réf : 15.184-V1). Cette cartographie montre que (Cf. Figure N°5) :

- La verse est située intégralement dans le bassin versant originel du creek Moué. Elle sera construite en bordure Sud de la faille Dispatch de direction N140 qui participe au drainage profond du massif.
- L'absence de couche de serpentine au droit du site du projet.
- La verse sera posée sur une cellule latéritique qui a été exploitée puis remblayée par les verses St Martin et 9L9S. Cette cellule présente des signes de soutirage, et est recoupée par des failles normales drainantes de direction N40-60° et N0. Des pertes ont été observées le long de la piste entre les deux verses St Martin et 9L9S.
- Les couloirs N60 sont très ouverts et sont donc vulnérables au phénomène de soutirage.
- Les pertes observées le long de la piste sont reliées aux émergences dans le creek SM2E. Ces émergences ont été étanchées au cours des travaux de réaménagement de la verse SM2E.
- Les failles de direction N40-60° se raccordent à la faille de direction N140° et concentrent les écoulements souterrains dans la bordure Sud-Est du plateau.
- L'exploitation de la fosse Grand St pierre provoquera l'exploitation de la cellule latéritique située au droit de l'axe drainant N60. Une infiltration d'eau concentrée dans la brèche pourrait entraîner des phénomènes de mise en charge du conduit et la possibilité d'apparition de fontis au droit de la brèche.

A l'issu du relevé hydrogéologique, Mica environnement a recommandé les dispositions constructives suivantes que nous approuvons :

- Etanchéifier la piste située entre la verse St Martin et la verse 9L9S ainsi que la zone sous le pied de la verse et ce, afin de minimiser les infiltrations induites par l'axe de drainage N60. Cette étanchéification devra être réalisée par la mise en place d'une couche de latérites compactées.
- Etanchéifier avec des latérites compactées le fond de fosse Grand St Pierre, calé à la cote 416 NGNC (CF. Dessin N°8).

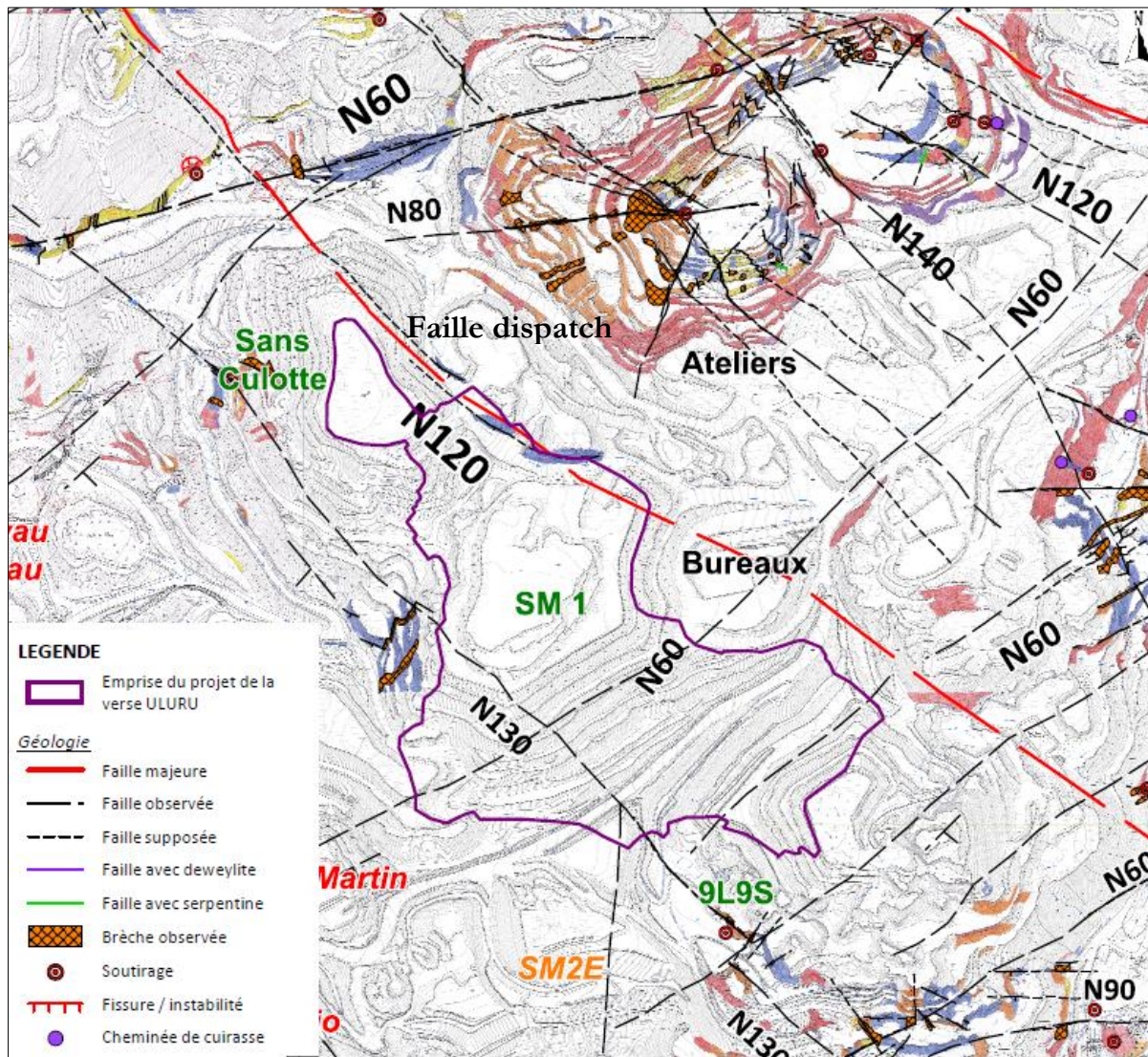


Figure N° 5 : Relevé hydrogéologique au droit de la verse « Uluru »

5 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

3.1. Eléments méthodologiques

Le site du projet collecte les eaux de ruissellement d'un bassin versant situé entre les cotes 553 et 458 NGNC.

En se basant sur les courbes IDF de la station météo de **Canala**, nous avons estimé l'intensité des pluies pour des récurrences vingtennale et centennale.

Les débits de crue au niveau des exutoires sont calculés par la formule rationnelle.

La méthode CIA consiste à calculer le débit maximum à partir de l'intensité de pluie relative à une récurrence donnée. Elle se présente sous la forme :

$$Q = \frac{C.I.A}{3,6}$$

- Q : Débit de pointe (m³/s) de période de retour T.
- A : Surface du bassin versant (km²).
- C : Coefficient de ruissellement relatif à la période de retour (**C=1**).
- I : Intensité de la pluie pour la période de retour T (mm).
- t_c : Temps de concentration du bassin versant donné par la formule de Giandoti (heures)

$$t_c = \frac{1,5L + 4\sqrt{S}}{0,8\sqrt{H}}$$

- L : Longueur du talweg principal (km).
- S : Surface du bassin versant (km²).
- H : Différence de l'altitude moyenne du bassin et celle de l'exutoire (m).

3.2. Estimation des débits de pointe au niveau des différents exutoires

Au cours de la construction de la verse, le drainage des eaux provenant de la plateforme sommitale et du bassin versant résiduel sera assuré par quatre mèches en enrochements (mèches N°1, 2, 3 et 4) aménagées au niveau des lignes d'écoulements préférentielles. A partir de la cote 520 NGNC, une partie des eaux de ruissellement sera gérée en surface via la descente d'eau aménagée au niveau du talus Sud de la verse.

En phase ultime le drainage de la plateforme sommitale sera assuré en surface moyennant la descente d'eau et un caniveau aménagé au niveau de la piste d'accès de la verse.

Le débit de pointe collecté par les différents ouvrages de drainage de la verse est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau N° 1 : Caractéristiques hydrologiques du site

Exutoires	S BV	Tc	I20	Q20	I100	Q100	Débit spécifique
	(ha)	(min)	(mm/h)	(m ³ /s)	(mm/h)	(m ³ /s)	(m ³ /s/km ²)
Mèche N°1	20.30	39.66	93	5.25	118	6.69	32.95
Mèche N°2	5.32	20	109	1.62	131	1.94	36.47
Mèche N°3	3.27	14	119	1.08	138	1.25	38.23
Mèche N°4	1.53	15	117	0.5	137	0.58	37.91
Descente d'eau	6.21	15.8	116	2	135	2.34	37.68
Caniveau aménagé au niveau de la piste frontale	7.45	19.33	110	2.29	131	2.73	36.64

6 CONTEXTE GEOTECHNIQUE

6.1 Contexte géologique de la verse

Les logs des sondages géologiques au niveau de l'emprise de la verse montrent la présence de quatre horizons :

- Un remblai de latérites, d'épaisseur variable qui atteint par endroit les 50 m.
- Un horizon de latérites en place identifiés localement avec une épaisseur maximale ne dépassant pas les 7 m.
- Des saprolites terreuses (Alt 5 et 6) présentant une épaisseur variant de 8 à 54 m.
- Des saprolites rocheuses.

6.2 Caractérisation des latérites stockées en verse

En se référant aux mesures réalisées sur des prélèvements de latérite au niveau de la verse HGL2, nous avons constaté que les caractéristiques intrinsèques des latérites de Thio ne présentent pas de différences significatives par rapport à celles des latérites des autres centres miniers de la SLN. Ces derniers présentent les caractéristiques de référence suivantes :

- Elles ont une teneur en eau de l'ordre de 40%. Elles sont souvent saturées en eau.
- Leur cohésion non drainée est très variable. Elle dépend de la teneur en eau. Leur angle de frottement non drainé varie de 17° à 37° pour une réduction de la teneur en eau de 27 à 52 %.
- Leur cohésion intrinsèque est supérieure à 10 KPa. L'angle de frottement intrinsèque est de l'ordre de 38° .
- Elles sont moyennement compressibles (C_c de l'ordre de 0,2). Leur consolidation primaire est plutôt rapide (C_v de l'ordre de 10^{-2} cm²/s). Sous charge fixe, elles subissent un fluage lent générant des tassements assez importants.

6.3 Caractéristiques mécaniques de référence des matériaux constitutifs de la verse et de l'assise

Les caractéristiques mécaniques de l'ensemble des matériaux constitutifs de la verse et de l'assise qui seront utilisées dans les calculs de stabilité mécanique de la verse sont résumées dans le tableau N°2.

Tableau N° 2 : Caractéristiques géotechniques des différents matériaux

Matériaux	Poids volumique apparent (KN/m ³)	Cohésion (KPa)	Angle de frottement (Degrés)
Latérites en verse	20	10	38
Latérites en place	18	15	35
Saprolites terreuses	16	10	25
Saprolites rocheuses	22	40	35

7 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Les conditions hydrogéologiques du site sont similaires aux conditions générales que l'on rencontre dans les massifs de péridotites en Nouvelle Calédonie à savoir :

- La partie sommitale du massif composée de plateaux ou de zones de faibles pentes permet une infiltration de l'eau de ruissellement à travers la couche de latérites et de saprolites terreuses qui présentent des perméabilités en grand non négligeable (de l'ordre de 10^{-5} m/s).
- L'eau percole verticalement dans les saprolites rocheuses selon un chemin préférentiel correspondant aux zones les plus fracturées.
- Les sous-écoulements verticaux se bloquent souvent au niveau de la semelle de serpentine subhorizontale et donnent naissance à des résurgences d'eau sur les flancs du massif.
- Pendant la saison pluvieuse, une nappe temporaire peut se former dans les zones les plus fracturées du massif avec un niveau hydrostatique qui est souvent à plus de 10 m sous le toit des saprolites rocheuses.

Nous estimons que ce contexte hydrogéologique est favorable à l'implantation de la verse. Néanmoins, nous recommandons d'étanchéifier la piste entre les verses St Martin 1 et 9L9S et ce afin de limiter les infiltrations provoquées par l'axe drainant N60.

8 JUSTIFICATION DU DISPOSITIF DU DRAINAGE

8.1 Principe de drainage de la verse

8.1.1 Drainage de la zone au cours des travaux

- Gestion des eaux en dessous de la cote 462 NGNC :

En dessous de la cote 462, la gestion des eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale et du bassin versant résiduel sera assurée par une mèche en enrochements nommée «mèche N°1».

Avant la mise en place de la mèche N°1, la piste située entre les verses St Martin et 9L9S sera étanchéifiée avec des latérites compactées afin de minimiser les infiltrations provoquées par l'axe drainant N60.

Les eaux collectées par la mèche seront décantées dans les bassins de sédimentation DBAR9, DBAR10, DBAR11 et DBI03 aménagés au pied de la verse (Cf. Figure N°6).

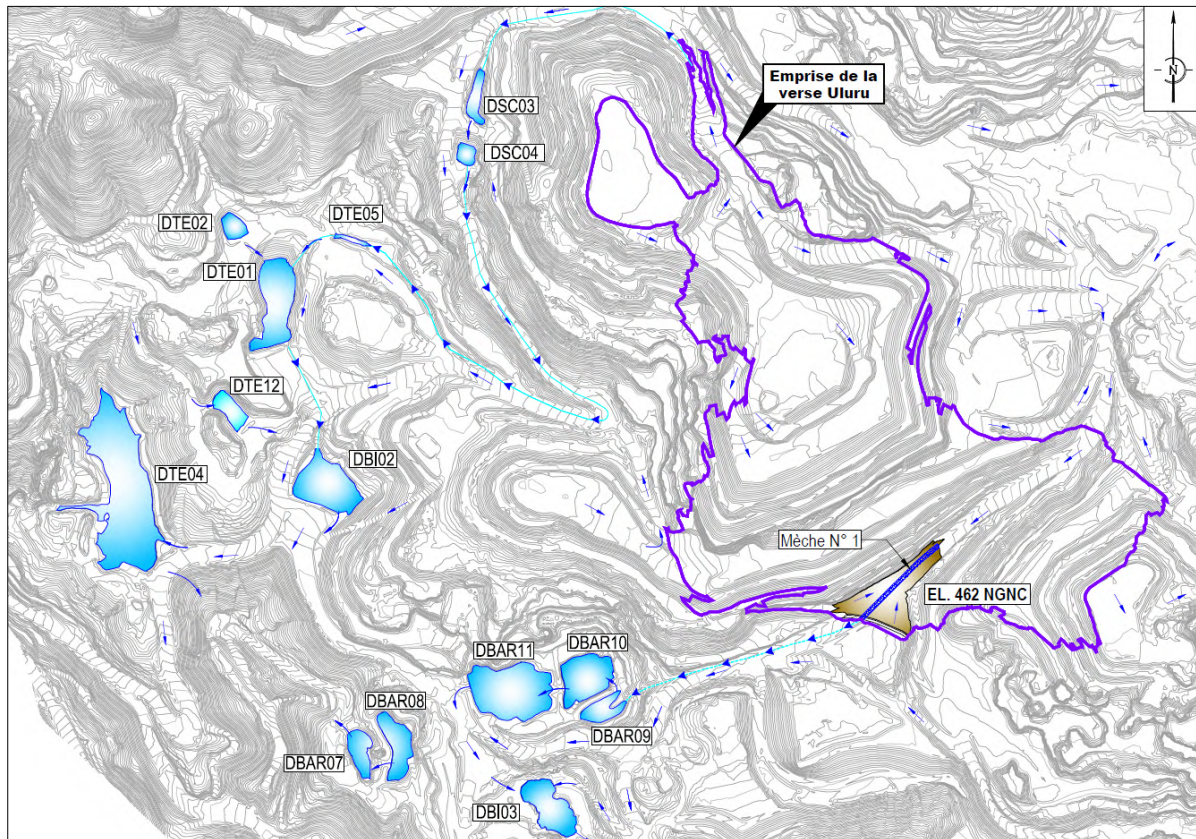


Figure N° 6 : Dispositif de drainage de la verse en dessous de la cote 462 NGNC

- Gestion des eaux entre les cotes 462 et 470 NGNC :

Le drainage des eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale et du bassin versant résiduel sera assuré par deux mèches en enrochements nommées mèche N°1 et 2.

Les eaux collectées par les mèches seront décantées dans les bassins de sédimentation DBAR9, DBAR10, DBAR11 et DBI03 aménagés au pied de la verse ; (Cf. Figure N°7).

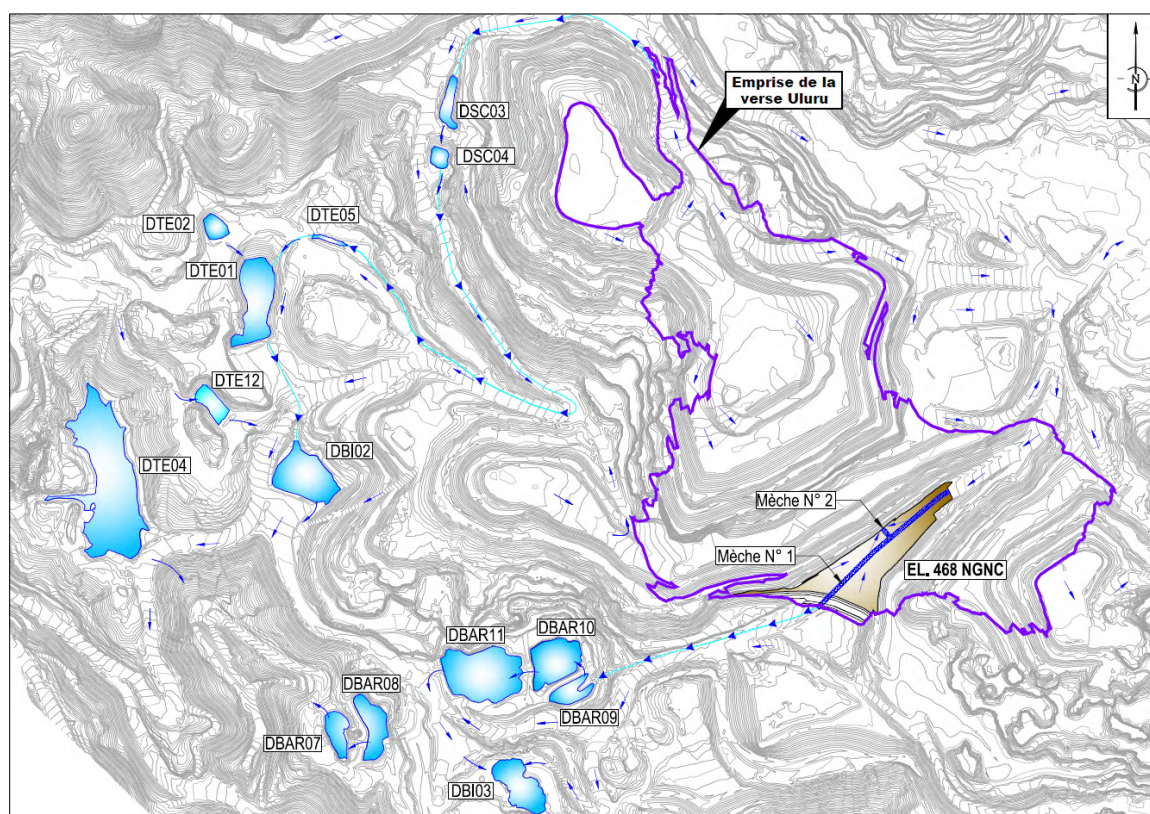


Figure N° 7 : Dispositif de drainage de la verse entre les cotes 462 et 470 NGNC

- Gestion des eaux entre les cotes 470 et 478 NGNC :

Durant cette phase, le drainage des eaux sera assuré par les mèches N°1, 2 et 3. Les eaux collectées seront décantées dans les bassins de sédimentation DBAR9, DBAR10, DBAR11 et DBI03 aménagés au pied de la verse ; (Cf. Figure N°8).

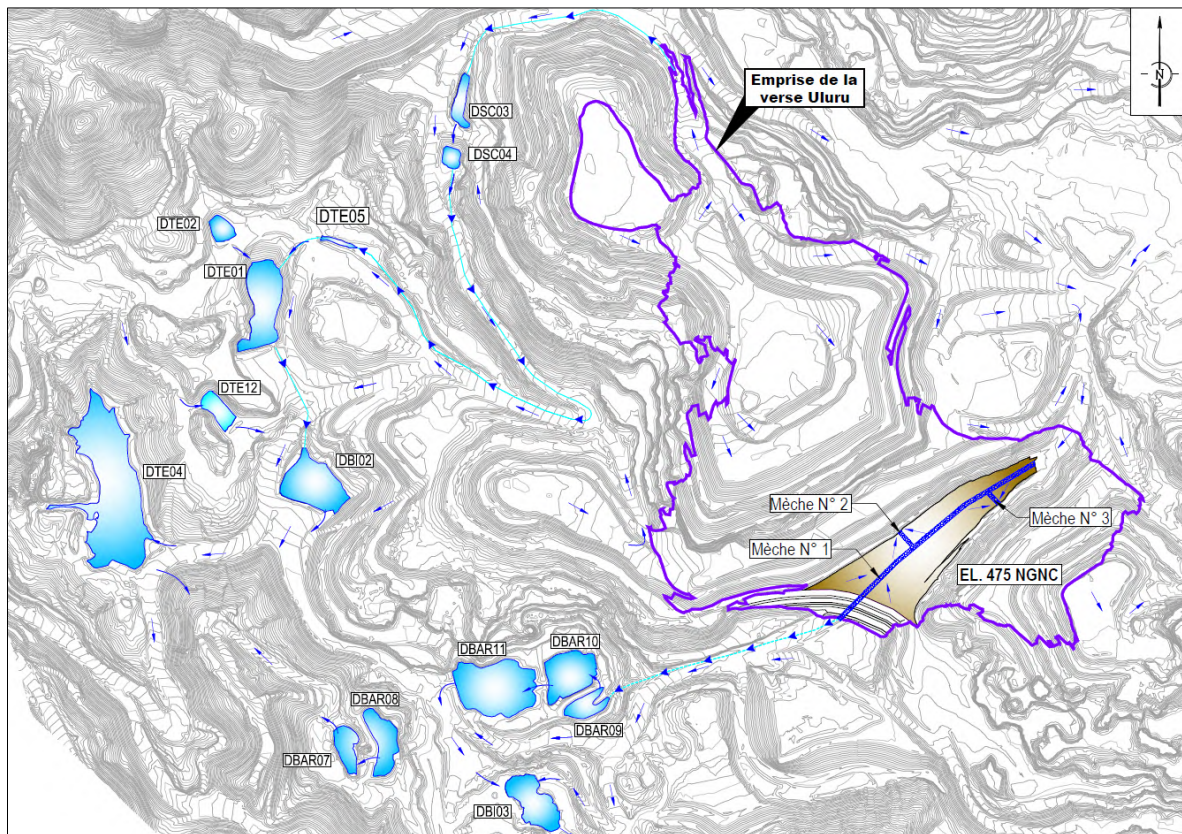


Figure N° 8 : Dispositif de drainage de la verse entre les cotes 470 et 478 NGNC

- Gestion des eaux entre les cotes 478 et 514 NGNC :

A partir de la cote 478 NGNC, l'entrée de la mèche N°1 sera mise hors d'eau et fermée par un bouchon de latérites compactées. Ainsi, l'évacuation des eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale et du bassin versant résiduel sera assurée par les mèches N°2 et 3 ; (Cf. Figure N°9).

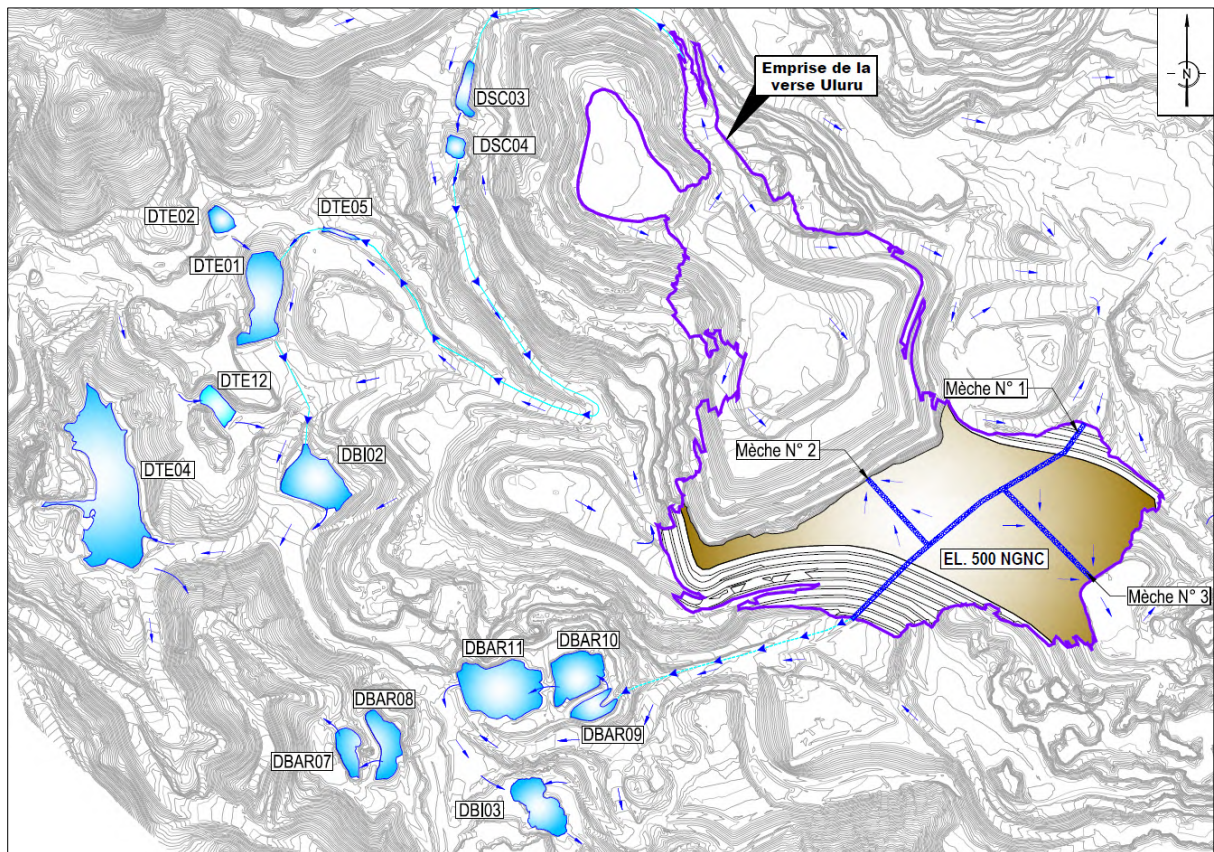


Figure N° 9 : Dispositif de drainage entre les cotes 478 et 514 NGNC

- Gestion des eaux entre les cotes 514 et 520 NGNC :

A partir de la cote 514 NGNC, le stockage débutera dans la partie Nord de la verse. Le drainage de cette partie sera assuré par une nouvelle mèche nommée «mèche N°4». Les eaux collectées seront décantées dans les bassins de sédimentation DSC03, DSC04, DTE05, DTE 01 et DBI02 ; (Cf. Figure N°10).

Les eaux de ruissellement dans la partie Sud de la verse sont drainés par les mèches N°2 et 3. Ainsi, les eaux collectées seront décantées dans les bassins de sédimentation DBAR9, DBAR10, DBAR11 et DBI03 aménagés au pied de la verse.

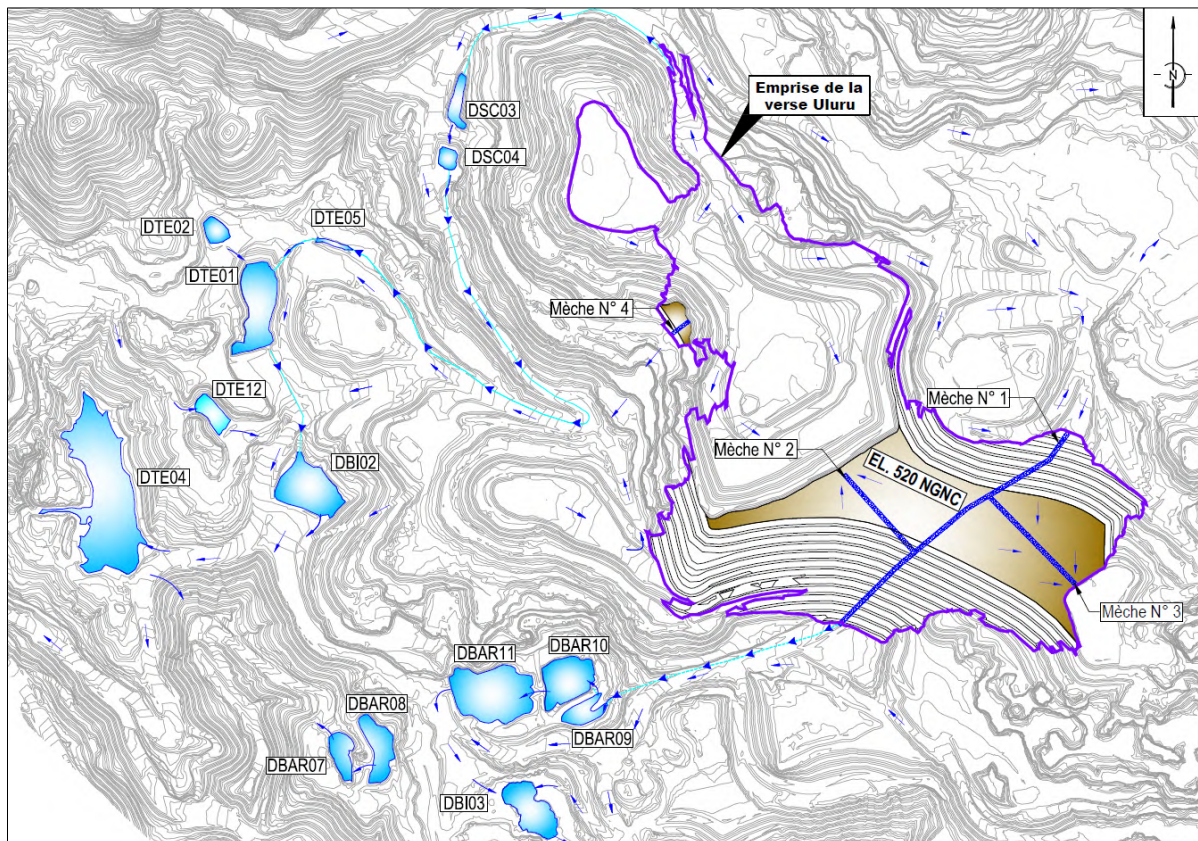


Figure N° 10 : Dispositif de drainage de la verse entre les cotes 514 et 520 NGNC

- Gestion des eaux entre les cotes 520 et 545 NGNC :

A partir de la cote 520 NGNC, la mèche N°3 sera mise hors d'eau et fermée par un bouchon de latérites compactées.

Le drainage des eaux de ruissellement de la plateforme Sud se fera en surface via une descente d'eau aménagée au niveau du talus de la verse « 9L_9S ». Les eaux collectées seront décantées dans des petits décanteurs puis évacuées vers le fond de la fosse Grand St pierre.

Par ailleurs, le drainage de la plateforme sommitale Nord sera assuré par les mèches N°2 et 4. Les eaux collectées par la mèche N°2 seront évacuées vers les bassins de sédimentation DBAR9, DBAR10, DBAR11 et DBI03 aménagés au pied de la verse.

Les eaux collectées par la mèche N°4 seront évacuées vers les bassins de sédimentation DSC03, DSC04, DTE05, DTE 01 et DBI02 aménagés à l'Ouest de la verse ; (Cf. figure N°11).

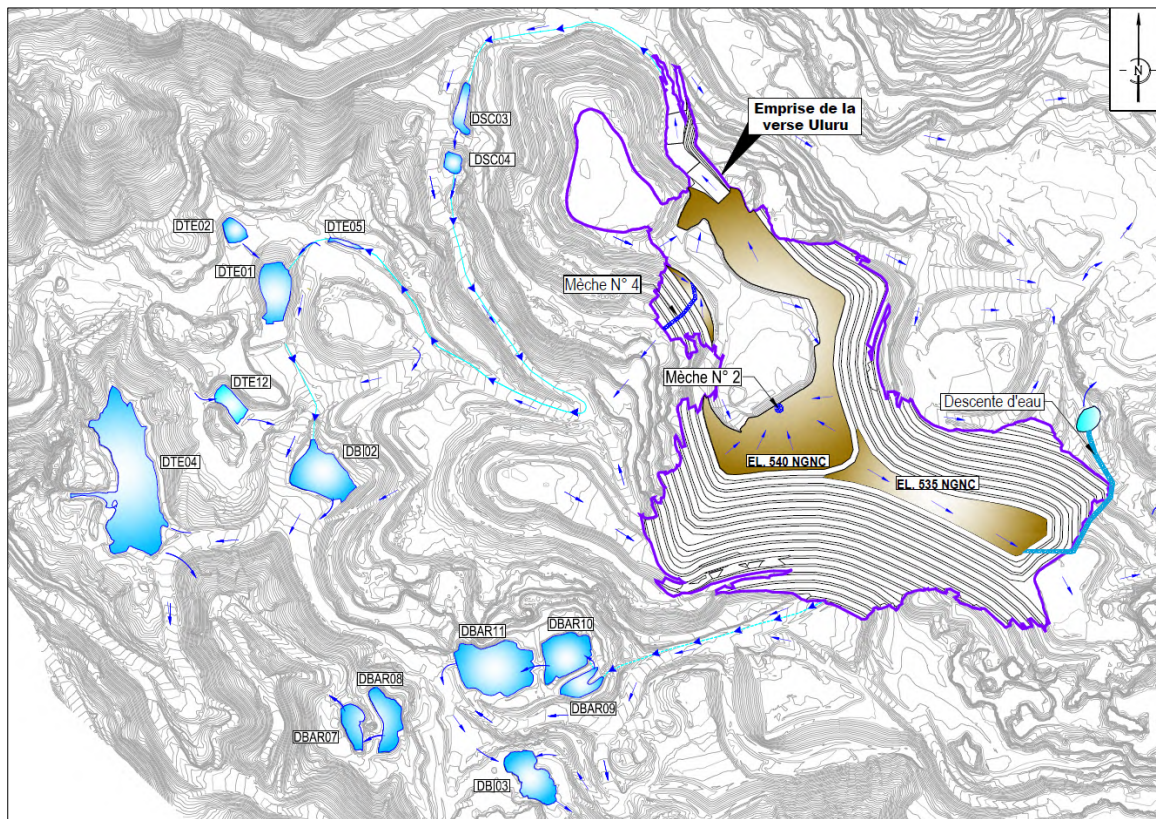


Figure N° 11 : Dispositif de drainage de la verse entre les cotes 520 et 545 NGNC

- Gestion des eaux au-dessus de la cote 545 NGNC :

A partir de la cote 545 NGNC, les mèche N°2 et 4 seront mises hors d'eau et fermées par un bouchon de latérites compactées. La gestion des eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale se fera en surface via un caniveau aménagé le long de la piste frontale de la verse. Les eaux collectées seront décantées dans les bassins de sédimentation DSC03, DSC04, DTE05, DTE 01 et DBI02.

Par ailleurs, le drainage de la plateforme sommitale Sud est assuré en surface via la descente d'eau aménagé au niveau du talus de la verse « 9L_9S ». Les eaux collectées seront décantées dans des petits décanteurs puis évacuées vers le fond de la fosse Grand St pierre ; (Cf. Figure N°12).

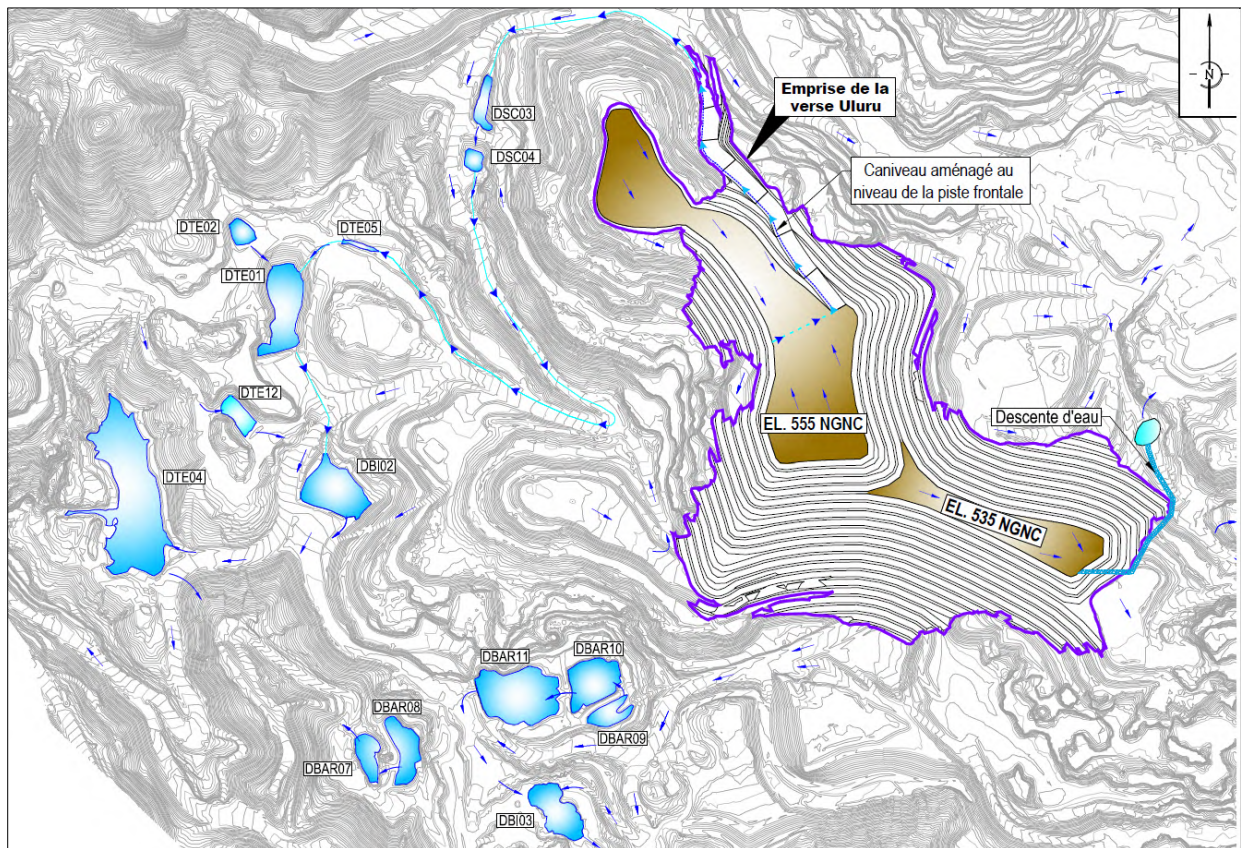


Figure N° 12 : Dispositif de drainage de la verse au-dessus de la cote 545 NGNC

8.1.2 Drainage de la verse en phase ultime

En phase ultime, la verse présentera deux plateformes sommitales ; (Cf. Figure N°13) :

- Le drainage de la plateforme sommitale Sud calée à la cote 535 NGNC, est assuré par la descente d'eau aménagée sur le talus Sud de la verse. Les eaux évacuées seront rejetées dans le fond de la fosse Grand St Pierre.
- Le drainage de la plateforme sommitale Nord calée à la cote 565 NGNC est assuré par un caniveau aménagé le long de la piste frontale de la verse. Les eaux collectées par l'ouvrage seront décantées dans les bassins de sédimentation DSC03, DSC04, DTE05, DTE 01 et DBI02.

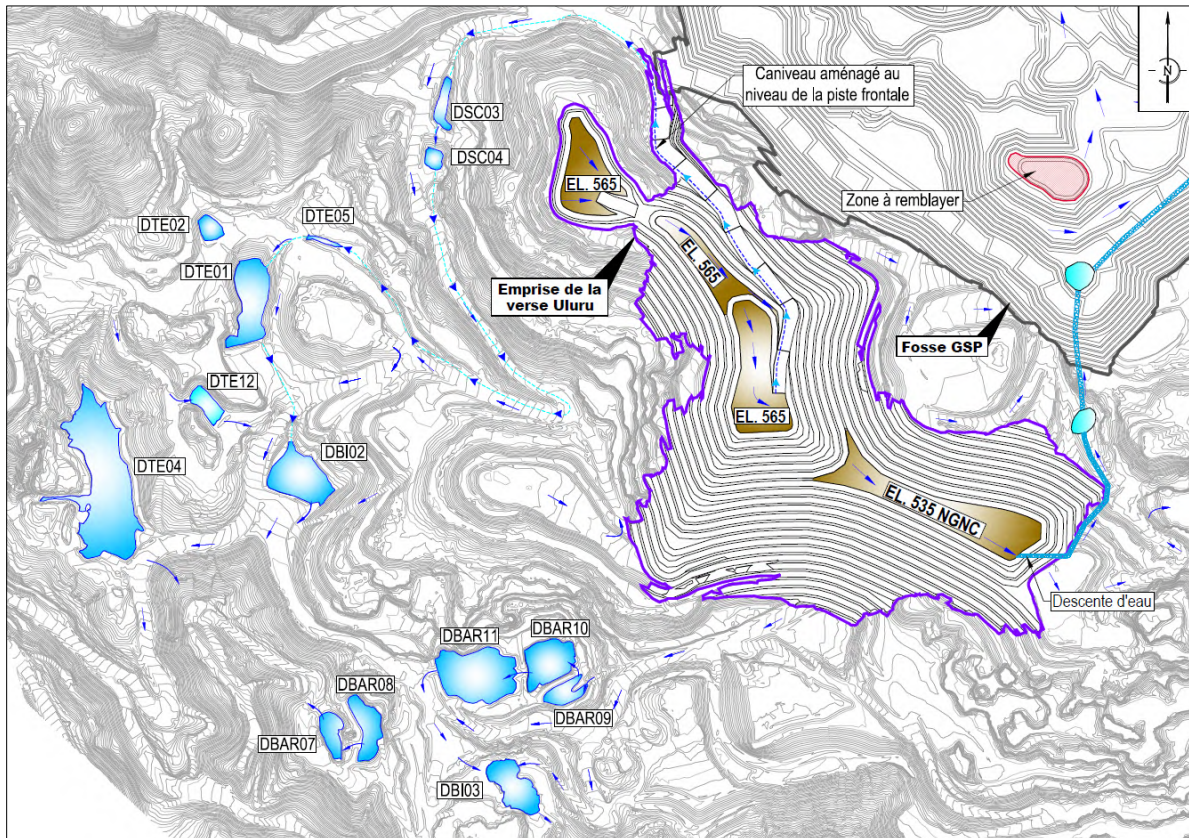


Figure N° 13 : Dispositif de drainage en phase ultime

8.2 Présentation du dispositif de drainage

8.2.1 Mèche N°1

Au démarrage de la construction de la verse « Uluru », l'évacuation des eaux accumulées sur la plateforme sommitale sera assurée par la mèche N°1.

Le débit vingtennale évacué par cette mèche est évalué à $5.25 \text{ m}^3/\text{s}$. La pente moyenne du terrain naturel est proche de 5%. Ainsi, la mèche N°1 aura une section de 70 m^2 .

A partir de la cote 478 NGNC, l'entrée de la mèche N°1 sera mise hors d'eau et fermée par un bouchon de latérites compactées.

La mèche sera composée d'enrochements de diamètre $\phi 300 \text{ mm}$ et entourée par du géotextile séparateur.

8.2.2 Mèches N°2

Entre les cotes 462 et 545 NGNC, le drainage de la plateforme sommitale et du bassin versant résiduel sera en partie assuré par la mèche N°2.

Le débit vingtennal à évacuer par la mèche est estimé à $1.62 \text{ m}^3/\text{s}$. Ainsi, la mèche N°2 aura une section de 10 m^2 dans les fortes pentes et 35 m^2 dans les replats.

A partir de la cote 545 NGNC, le mèche N°2 sera mise hors d'eau et fermée par un bouchon de latérites compactées.

La mèche sera composée d'enrochements de diamètre $\phi 300$ mm et entourée par du géotextile séparateur.

8.2.1 Mèches N°3

Entre les cotes 470 et 520 NGNC, le drainage de la plateforme sommitale et du bassin versant résiduel sera assuré en partie par la mèche N°3.

Le débit vingtennal à évacuer par la mèche est estimé à $1.08 \text{ m}^3/\text{s}$. La pente moyenne du terrain naturel est comprise entre 2 et 40%. Ainsi, la mèche N°3 aura une section de 5 m^2 dans les fortes pentes et 25 m^2 dans les replats.

A partir de la cote 520 NGNC, la mèche N°3 sera mise hors d'eau et fermée par un bouchon de latérites compactées.

La mèche sera composée d'enrochements de diamètre $\phi 300$ mm et entourée par du géotextile séparateur.

8.2.2 Mèche N°4

A partir de la cote 514 NGNC, une partie des eaux provenant de la plateforme Nord sera acheminée vers les bassins de sédimentation DTE5, DTE1 et DBI02 via la mèche N°4. Le débit vingtennal évacué par cette mèche est estimé à $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

La mèche N°4 fera 5 m^2 de section et sera composée d'enrochements de diamètre $\phi 300$ mm et sera entourée par du géotextile séparateur.

A partir de la cote 545 NGNC, la mèche N°4 sera mise hors d'eau et fermée par un bouchon de latérites compactées.

8.2.3 Caniveau aménagé au niveau de la piste d'accès de la verse

A partir de la cote 545 NGNC ainsi qu'en phase ultime, les eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale seront en partie acheminées vers les bassins de sédimentation DSC3, DSC4, DTE5, DTE 1 et DBI2 moyennant un caniveau aménagé le long de la piste d'accès de la verse.

Cet ouvrage présente une pente de 9%. Le débit centennal évacué par le caniveau est évalué à 2.73 m^3 , ainsi l'ouvrage trapézoïdal (1V/1H) fera 1.5 m de largeur sur 0.75 m de profondeur et sera revêtu en enrochements $\phi 100$ à 200 mm sur une épaisseur de 50 cm posés sur du géotextile séparateur ; (Cf. Figure N°14).

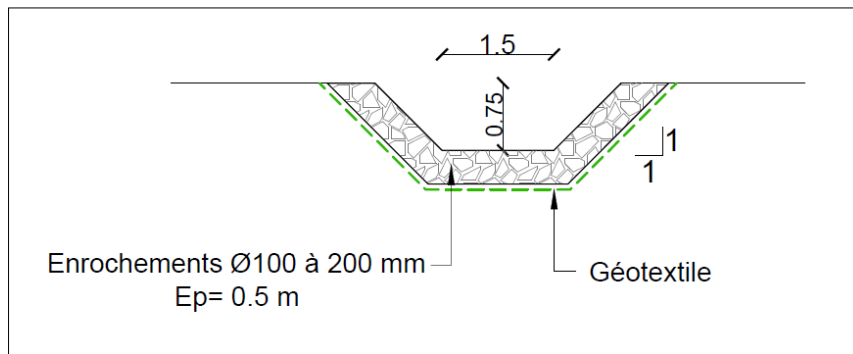


Figure N° 14 : Coupe type du caniveau

8.2.4 Descente d'eau

A partir de la cote 520 NGNC, le drainage de la plateforme sommitale Sud sera en partie assuré par une descente d'eau aménagée sur le talus de la verse 9L9S. Les eaux transitant par la descente seront décantées dans le fond de la fosse Grand St Pierre.

Le débit centennal évacué par la descente d'eau est évalué à 2.34 m³/s.

L'ouvrage sera construit au fur et à mesure de la construction de la verse. Il fera 1.5 m de largeur et 0.75 m de profondeur et sera aménagée en enrochements ϕ 300 mm sur une épaisseur de 1 m posés sur un géotextile séparateur ; (Cf. figure N°15).

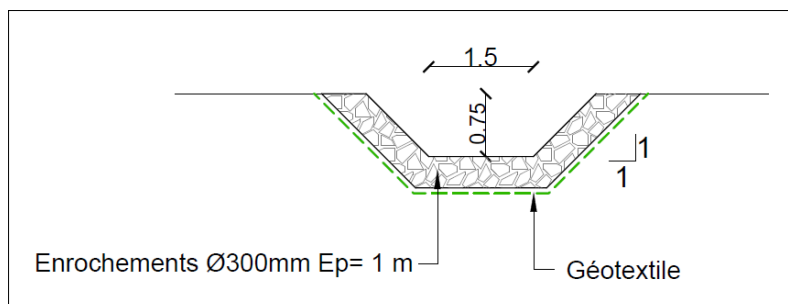


Figure N° 15 : Coupe type de la descente d'eau

8.3 Dimensionnement des ouvrages hydrauliques

8.3.1 Mèches

Au cours de la construction de la verse « Uluru » le drainage de la plateforme sommitale sera assuré par quatre mèches en enrochements placées au niveau des lignes d'écoulement préférentiel ; (Cf. Figures N°16).

En appliquant la formule de Stephenson « 1979 », la section minimale S de la mèche est égale à :

$$S \geq Q \cdot \left(\frac{K_{st}}{g d n^2} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot i^{-\frac{1}{2}}$$

Avec :

$$K_{ST} : \text{Coefficient de Stephenson} : K_{ST} = \frac{800}{R_e} + K_i$$

R_e : nombre de Reynolds

K_i : paramètre représentant l'angularité de l'enrochement ($K = 2$)

g : Constante gravitationnelle (m/s^2)

d : diamètre moyen des blocs ($= 0,3m$)

n : Porosité d'enrochement ($= 0,3$)

i : gradient hydraulique $= Dh/Dx$ avec h est la charge hydraulique

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des différentes mèches :

Tableau N° 3 : Dimensions des mèches

N° de la mèche	Débit de la crue vingtennale (m^3/s)	Section de la mèche (m^2)	
		Fortes pentes	Au niveau des replats
Mèche N°1	5.25	70	
Mèche N°2	1.62	10	35
Mèche N°3	1.08	5	25
Mèche N°4	0.5	5	

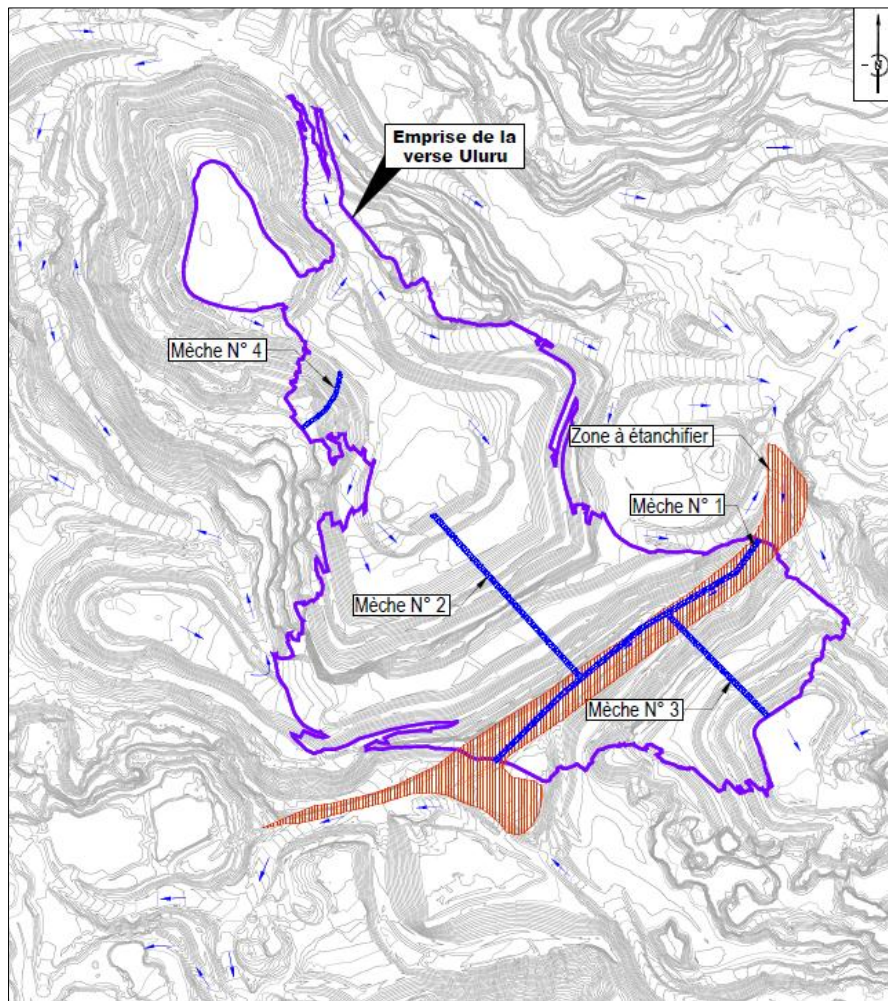


Figure N° 16 : Implantation des mèches aménagées au niveau de l'emprise de la verse « Uluru »

8.3.2 Descente d'eau

Au cours des travaux de mise en verse, et à partir de la cote 520 NGNC ainsi qu'en phase ultime, le drainage d'une partie de la plateforme sommitale se fera en surface moyennant une descente d'eau aménagée au niveau du talus de la verse « 9L9S ».

Le dimensionnement des ouvrages à ciel ouvert est basé sur la formule de Manning-Strickler donnée par la formule :

$$Q = V.S = S.K.R_H^{2/3}.i^{1/2}$$

Avec : K : coefficient de Manning-Strickler (K=25)

R_h : Rayon hydraulique

I : pente de la descente

Étant donné que la descente d'eau est un ouvrage permanent, nous avons adopté une crue de récurrence centennale pour dimensionner cet ouvrage.

Les dimensions de la descente d'eau ainsi que la charge d'eau lors du passage de la crue centennale sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 4 : Dimensions de la descente d'eau

Ouvrage	Q100 (m ³ /s)	Pente moyenne (%)	Largeur à la base (m)	Profondeur (m)	Charge d'eau (m)	Vitesse maximale lors du passage de la crue centennale (m/s)
Descente d'eau	2.34	30	1.5	0.75	0.272	4.87
		10	1.5	0.75	0.375	3.34

La descente d'eau sera revêtue par des enrochements ϕ 300 mm sur une épaisseur minimale de 1 m, posés sur du géotextile séparateur.

8.3.3 Caniveau aménagé au niveau de la piste d'accès de la verse

A partir de la cote 545 NGNC ainsi qu'en phase ultime, le drainage de la plateforme sommitale se fera en surface moyennant le caniveau aménagé le long de la piste d'accès de la verse.

Pour le dimensionnement du caniveau, nous avons appliqué la formule de Manning-Strickler. Les dimensions du caniveau ainsi que la charge lors du passage de la crue centennale sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 5 : Dimensions du caniveau

Ouvrage	Q100 (m ³ /s)	Pente moyenne (%)	Largeur à la base (m)	Profondeur (m)	Charge d'eau (m)	Vitesse maximale lors du passage de la crue centennale (m/s)
Caniveau	2.73	9	1.5	0.75	0.422	3.36

Le caniveau sera revêtue par des enrochements ϕ 100 à 200 mm sur une épaisseur minimale de 50 cm, posés sur du géotextile séparateur.

8.4 Dispositif de sédimentation

8.4.1 Détermination de la capacité théorique du bassin de sédimentation

Au cours de la construction de la verse « Uluru » et jusqu'à atteindre la cote 520 NGNC, les eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale et du bassin versant résiduel seront acheminées vers les bassins de sédimentation DBAR9, DBAR10, DBAR11 et DBI03.

A partir de la cote 520 NGNC, une partie des eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale seront décantées dans les bassins de sédimentation DSC03, DSC04, DTE05, DTE 01 et DBI02.

En phase finale, les eaux provenant de la partie Sud de la verse seront décantées dans le fond de la fosse Grand St Pierre, qui offre une capacité de stockage importante.

La capacité de rétention de référence correspond au volume de la crue de récurrence biennale d'une durée de deux heures. Ce volume est déterminé par la formule suivante :

$$V = C \times H_{2h} \times S$$

Avec :

V : Volume de la retenue (10^3 m^3)

C : coefficient de ruissellement pour la crue biennale ($C=1$)

H_{2h} : Hauteur de pluie relative à une durée de 2 heures et une période de retour de 2 ans (mm)

S : surface du bassin versant (km^2)

Les capacités théoriques ainsi que les pourcentages de rétention des différents ouvrages sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau N° 6 : Capacité du dispositif de sédimentation

Situation	Ouvrage	Surface du BV (ha)	Hauteur de pluie (mm)	Volume théorique de la retenue de sédimentation (m^3)	Volume disponible (m^3)	Pourcentage de rétention (%)
En phase de construction	DBAR9, DBAR10, DBAR11 et DBI03	36.7	75.6	27 745	15 240	55
	DSC03, DSC04, DTE05, DTE 01 et DBI02	32.49	75.6	24 562	23 275	95
En phase ultime	DBAR9, DBAR10, DBAR11 et DBI 03	19.73	75.6	14 915	15 240	102
	DSC03, DSC04, DTE05, DTE 01 et DBI02	40.13	75.6	30 338	23 275	77

Les calculs montrent qu'au cours des travaux, les bassins de sédimentation DBAR9, DBAR10, DBAR11 et DBI03 aménagés en série au pied de la verse « 7L7S » permettent de stocker 55% du volume généré par une crue biennale d'une durée de deux heures.

En phase ultime, les mèches N°1, 2 et 3 sont fermées, ainsi les bassins de sédimentation permettront de retenir la totalité du volume d'eau générée par une crue 2h/2 ans.

Par ailleurs, au démarrage des travaux les bassins de sédimentation DSC03, DSC04, DTE05, DTE 01 et DBI02 permettent de stocker 95% du volume généré par une crue biennale d'une durée de deux heures. En phase ultime, ces bassins recevront la totalité des eaux de ruissellement de la plateforme Nord permettant ainsi de retenir 77% du volume d'eau généré par une crue 2h/2ans.

En phase ultime, l'emprise de la fosse Grand St Pierre s'étendra sur 40.9 ha, ce qui permet de retenir la totalité des eaux de ruissellement acheminées par la descente d'eau aménagée au niveau de la verse « 9L9S ».

9 ANALYSE DE LA STABILITE DE LA VERSE

9.1 Principes

Compte tenu du contexte géotechnique du site, deux mécanismes de rupture peuvent affecter la verse :

- Une rupture intrinsèque touchant uniquement le talus de la verse sans affecter l'assise.
- Une rupture profonde affectant l'horizon des saprolites terreuses.

Vu la faible pente de l'assise dans la zone d'ancrage, le glissement sur interface est peu vraisemblable.

Six coupes représentant les configurations extrêmes des talus de la verse ont été étudiées (CF. Annexe 1).

9.2 Résultats des calculs

Les calculs du coefficient de sécurité vis-à-vis du glissement sont basés sur la méthode des tranches verticales (Code de calcul TALREN).

Les résultats des calculs des coefficients de sécurité sont présentés dans le tableau N°7. Les surfaces de glissement potentiel sont présentées en annexe N°2.

Ils montrent qu'en conditions normales :

- Les coefficients de sécurité relatifs à une rupture intrinsèque de la verse sont supérieurs à 1.6 et ce pour les 5 talus libres.
- Les coefficients de sécurité vis-à-vis d'une rupture profonde de la verse sont supérieurs à 1.48.

Ces mêmes calculs montrent qu'en conditions sismiques :

- Les coefficients de sécurité relatifs à la rupture intrinsèque de la verse suite à un séisme de 0.08 g sont supérieurs à 1.38 et ce pour les 5 talus libres.

- Les coefficients de sécurité vis-à-vis d'une rupture profonde de la verse suite à un séisme de 0.08 g sont supérieurs à 1.22.

Nous estimons ainsi que le potentiel de stabilité de la verse « Uluru » est suffisant pour couvrir les aléas géotechniques et naturels (séismes, pluies extrêmes, hétérogénéité locale des matériaux de l'assise ou de la verse, ...).

Tableau N° 7 : Valeurs des coefficients de sécurité pour les différentes configurations des talus libres de la verse

Localisation	Coupes	Coefficient de sécurité minimale en conditions normale		Coefficient de sécurité minimale en conditions sismiques (séisme allégeant)		Coefficient de sécurité minimale en conditions sismiques (séisme pesant)	
		Glissement intrinsèque	Glissement profond	Glissement intrinsèque	Glissement profond	Glissement intrinsèque	Glissement profond
Talus Est	Coupe N°1	1.82	2.47	1.52	2.03	1.51	2.00
Talus Nord Est	Coupe N°2	1.79	1.75	1.50	1.47	1.48	1.45
Talus Sud-Ouest	Coupe N°3	1.95	2.03	1.62	1.68	1.59	1.65
Talus Sud	Coupe N°4	1.72	1.73	1.44	1.45	1.41	1.43
Talus Ouest	Coupe N°5	1.63	1.48	1.38	1.24	1.38	1.22

NB : Pour la coupe N°3, nous avons adopté une pente de 27° bien que la coupe n'est pas perpendiculaire au flanc libre de la verse.

10 DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PARTICULIERES

Nous conseillons de respecter les dispositions constructives générales du guide de construction des verses à SLN ainsi que les dispositions particulières suivantes :

D1 : Nous recommandons d'étanchéifier la piste située entre les verses St Martin 1 et 9L9S ainsi que le pied de la verse, et cela avant la mise en place de la mèche N°1. L'étanchéification se fera par la mise en place d'une couche de latérites compactée et d'une nappe de géotextile ;

D2 : A la fin d'exploitation de la fosse Grand St Pierre, nous recommandons d'étanchéifier le fond de la fosse calé à la cote 416 NGNC par des latérites compactées. Cette disposition constructive permet de minimiser le risque de soutirage dans la conduite bréchique de direction N60 ;

D3 : La plateforme sommitale devra être inclinée à 4% vers les mèches ;

D4 : La descente d'eau doit être construite au fur et à mesure de la construction de la verse ;

D5 : A partir de la cote 478 NGNC, l'entrée de la mèche N°1 sera mise hors d'eau et fermée par un bouchon de latérites compactées et entourée de géotextile ;

D6 : A partir de la cote 520 NGNC, la mèche N°3 sera mise hors d'eau et fermées par un bouchon de latérites compactées et entourée de géotextile ;

D7 : A partir de la cote 545 NGNC, les mèche N°2 et 4 seront mises hors d'eau et fermées par un bouchon de latérites compactées et entourée de géotextile ;

D8 : En phase ultime, il faut remblayer la partie située en amont de la mèche N°1 jusqu'à la cote 489 NGNC. Ceci permet de mettre hors d'eau la mèche N°1.

11 SURVEILLANCE DE LA VERSE

Afin d'assurer la construction de la verse dans des conditions sécuritaires, nous recommandons d'installer un inclinomètre au niveau du talus Sud-Ouest à la cote 490 NGNC et descendant jusqu'à 10 m dans le rocheux (CF dessin N°11).

En plus de l'auscultation, un contrôle et une surveillance visuelle seront assurés de la façon suivante :

- Un suivi technique hebdomadaire réalisé par le responsable d'exploitation, ayant suffisamment d'expérience dans les nouvelles techniques de stockage des latérites.
- 1 audit semestriel assuré par un spécialiste en géotechnique.
- 1 visite d'inspection annuelle, assurée par un expert en géotechnique.

12 CONCLUSION

La construction de la verse « Uluru » nécessite essentiellement l'aménagement de :

- Quatre mèches en enrochements placées au niveau des lignes d'écoulement préférentiels ;
- Une descente d'eau aménagée contre le talus de la verse, sur la plateforme sommitale de la verse 9L9S.
- Un caniveau aménagé le long de la piste d'accès à la plateforme sommitale de la verse.

Durant la construction de la verse, la gestion des eaux se fera via les quatre mèches en enrochement et la descente d'eau. En phase ultime, la gestion des eaux sera réalisée en surface moyennant un caniveau et une descente d'eau.

Le contexte géotechnique est favorable à la construction de la verse. En effet :

- La morphologie de l'assise offre un confinement satisfaisant des latérites stockées ;
- La zone d'ancrage de la verse présente une faible pente ;
- L'analyse géotechnique montre que la stabilité de la verse est assurée en conditions normales et en conditions exceptionnelles.

Afin de contrôler la stabilité de la verse au cours de sa construction et en phase ultime, un dispositif d'auscultation composé d'un inclinomètre sera installé. Ce dispositif sera associé à un contrôle visuel.

ANNEXE N°1 : Coupes

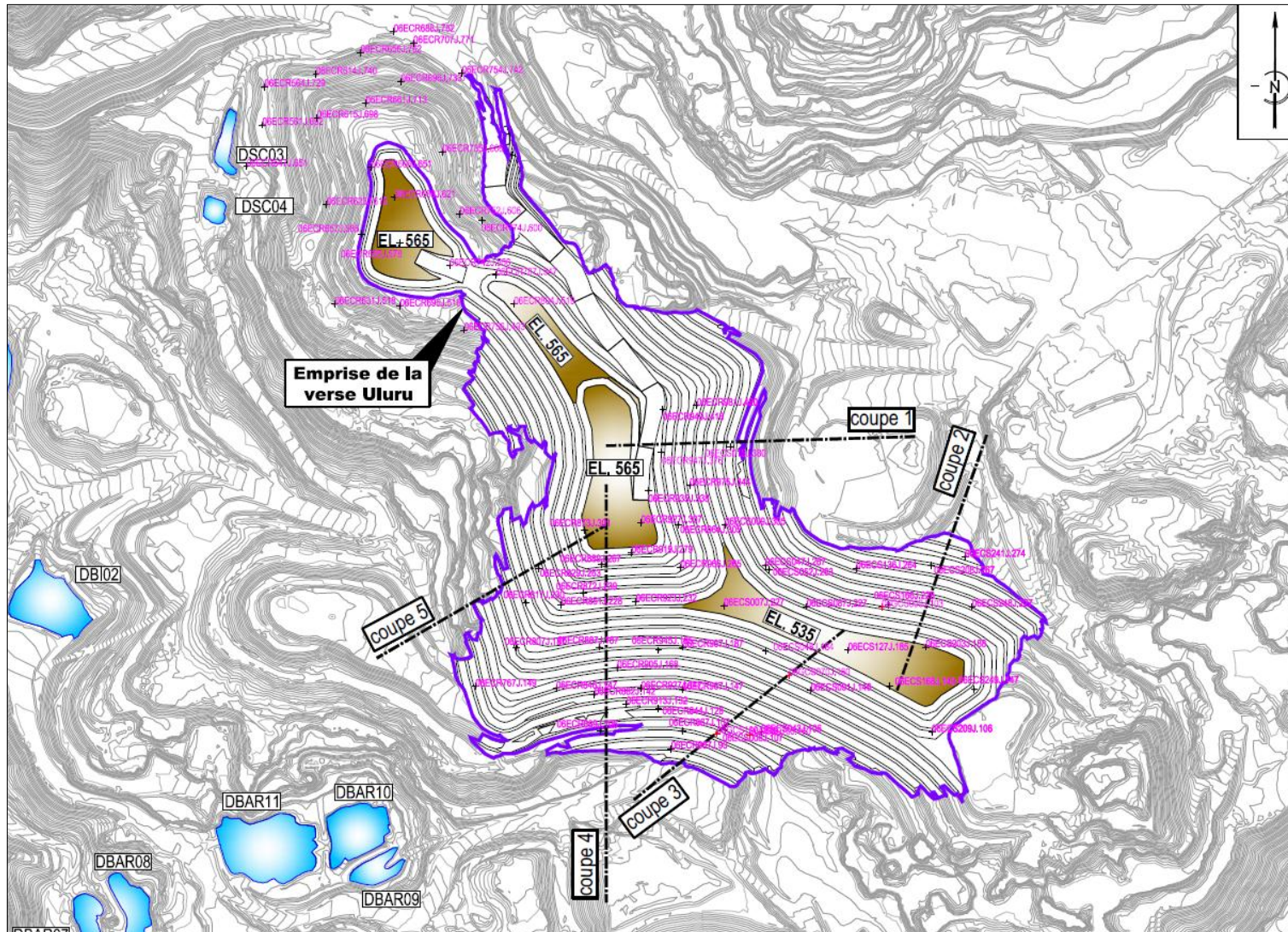


Figure - 1 : Implantation des coupes adoptées pour l'étude de stabilité

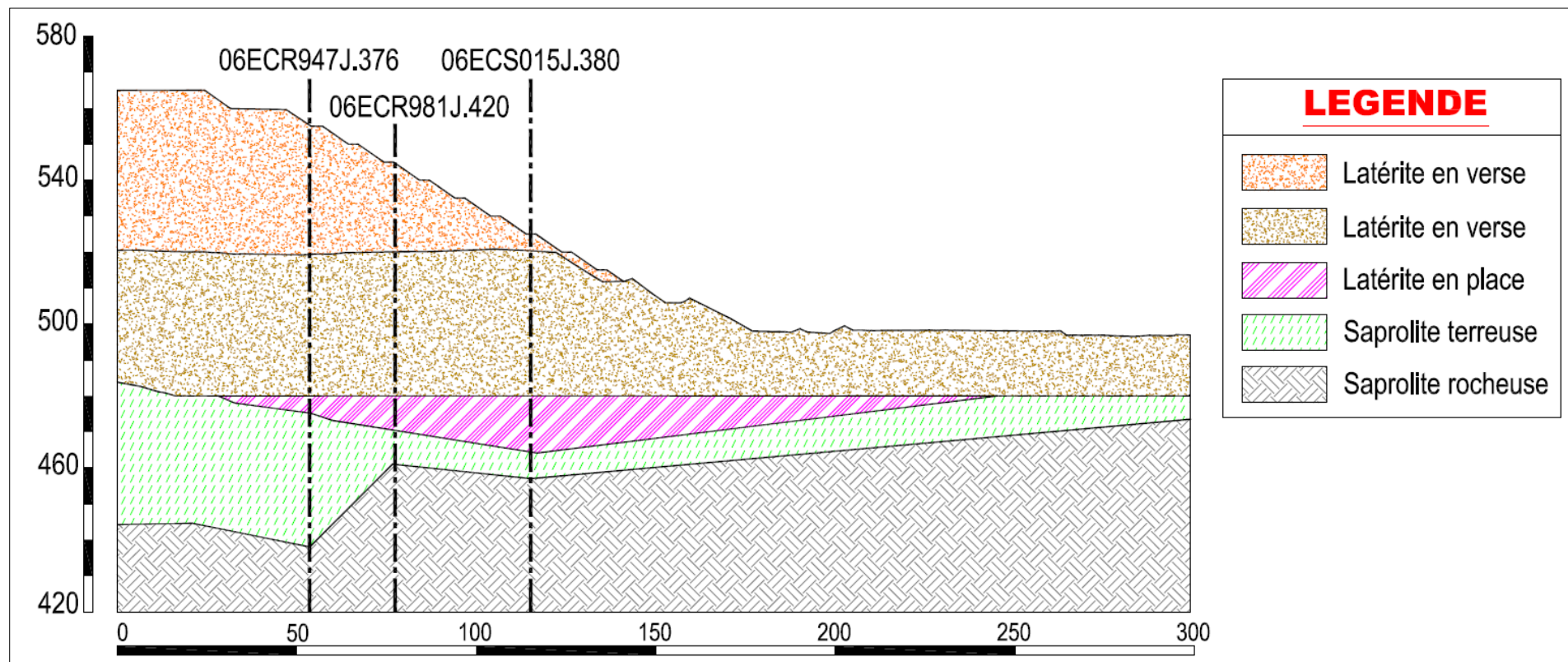


Figure - 2 : Coupe géotechnique N°1

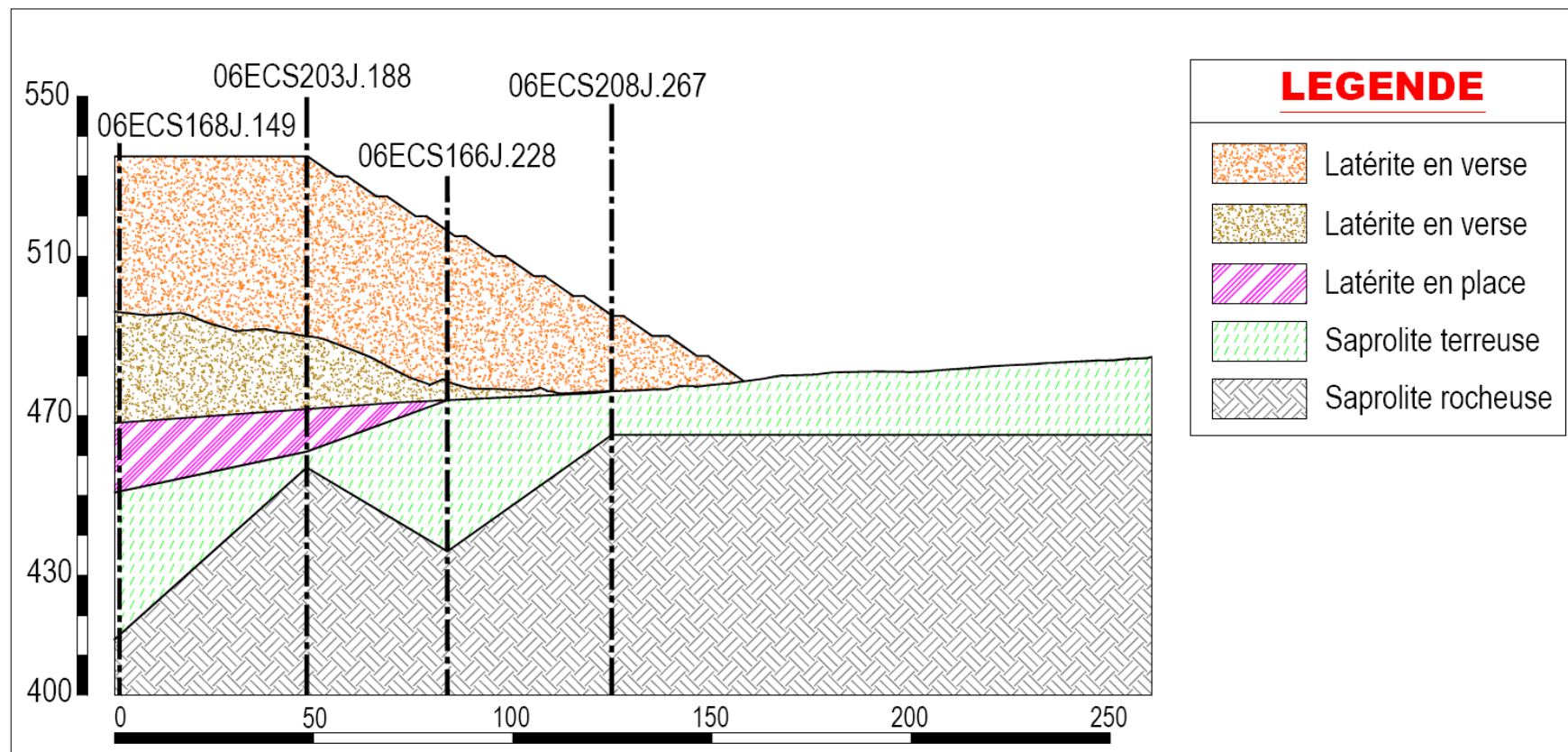


Figure - 3 : Coupe géotechnique N°2

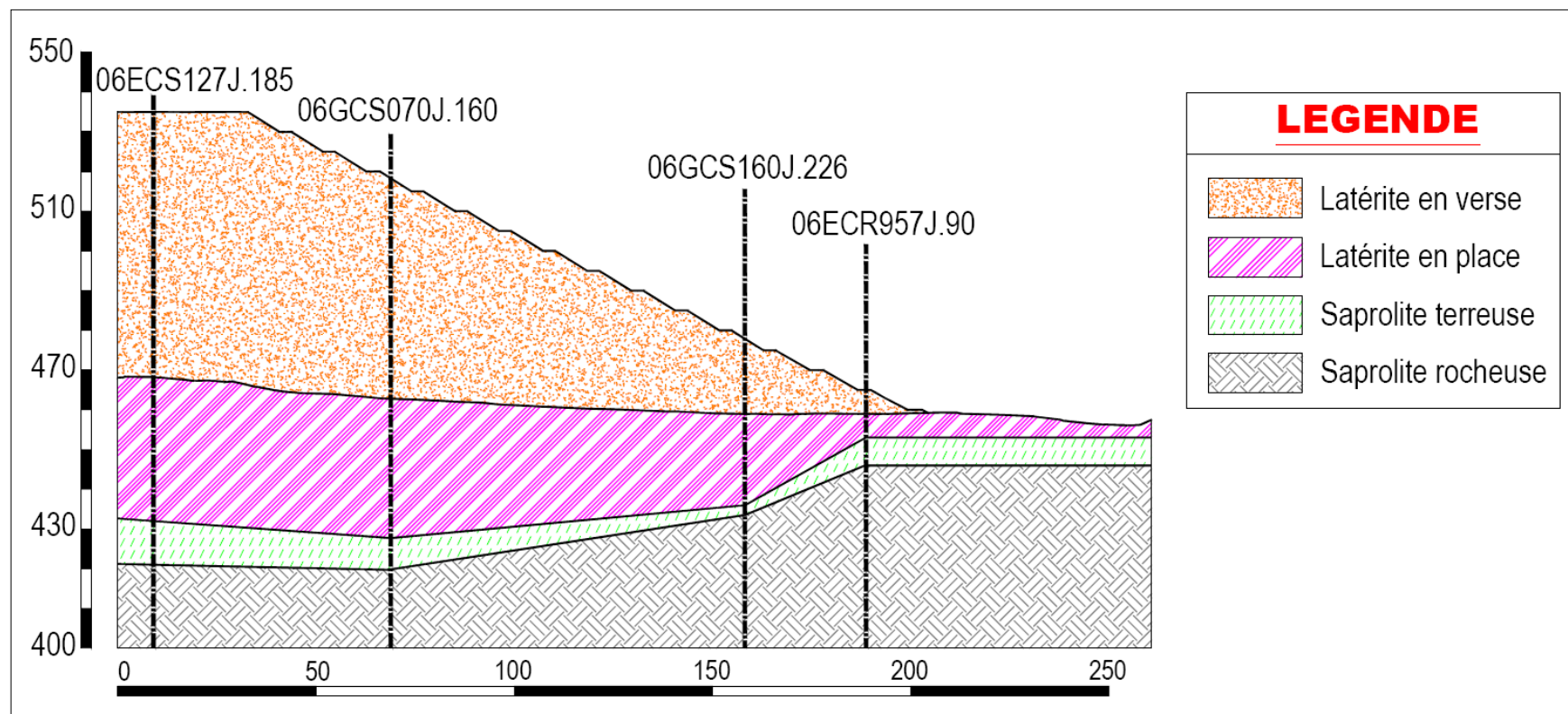


Figure - 4 : Coupe géotechnique N°3

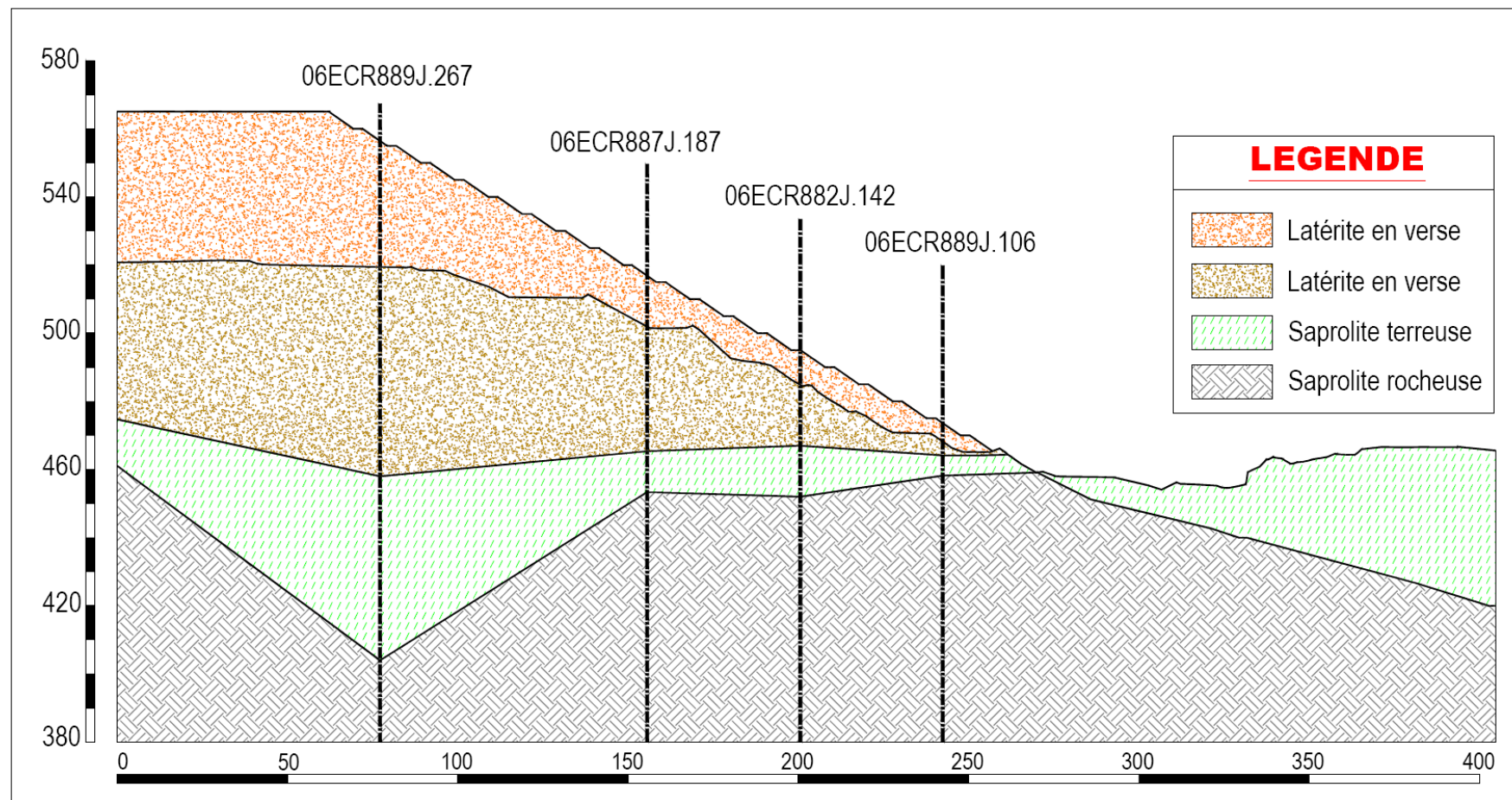


Figure - 5 : Coupe géotechnique N°4

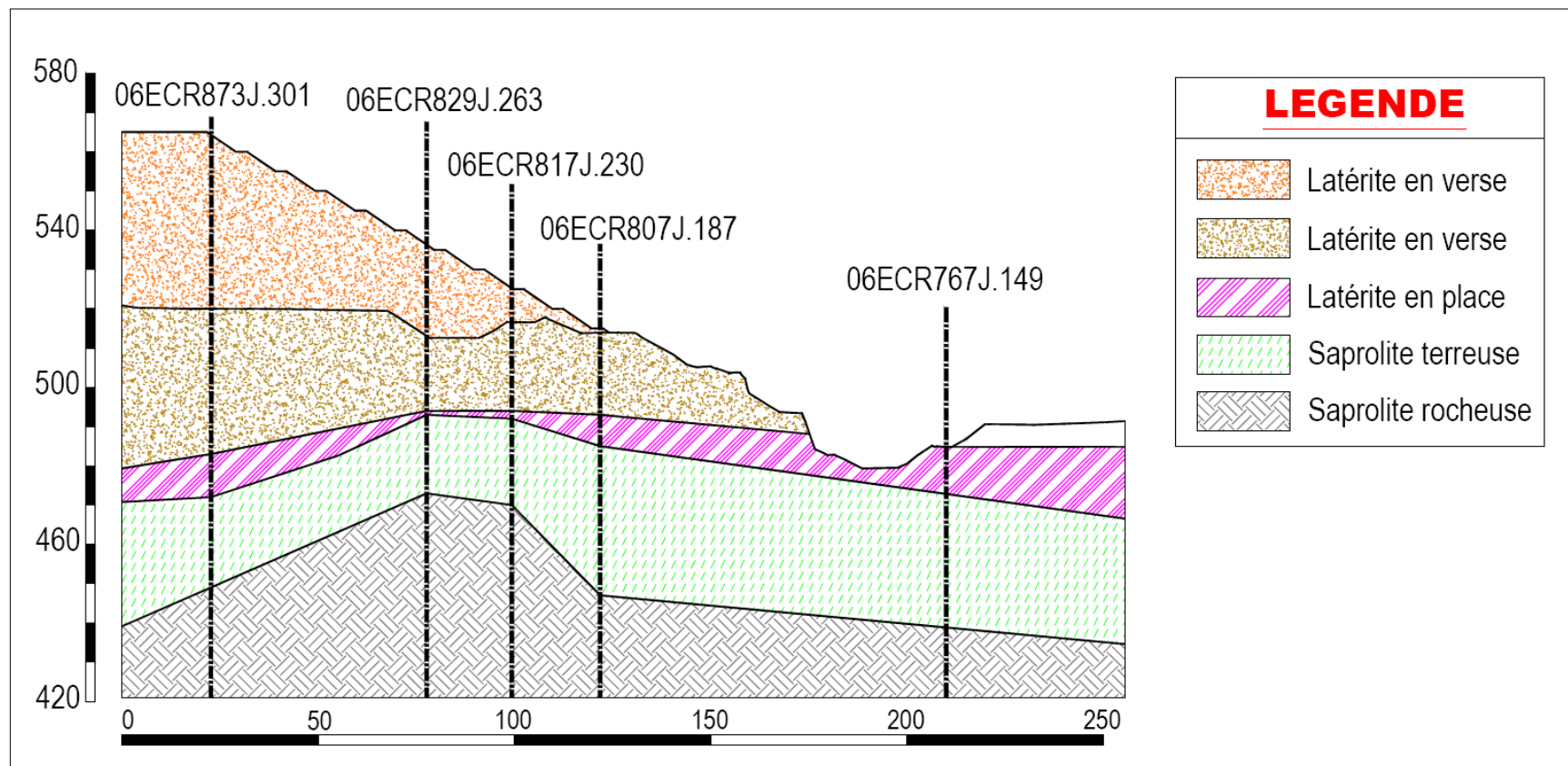


Figure - 6 : Coupe géotechnique N°5

ANEXE N°2 : SORTIES TALREN

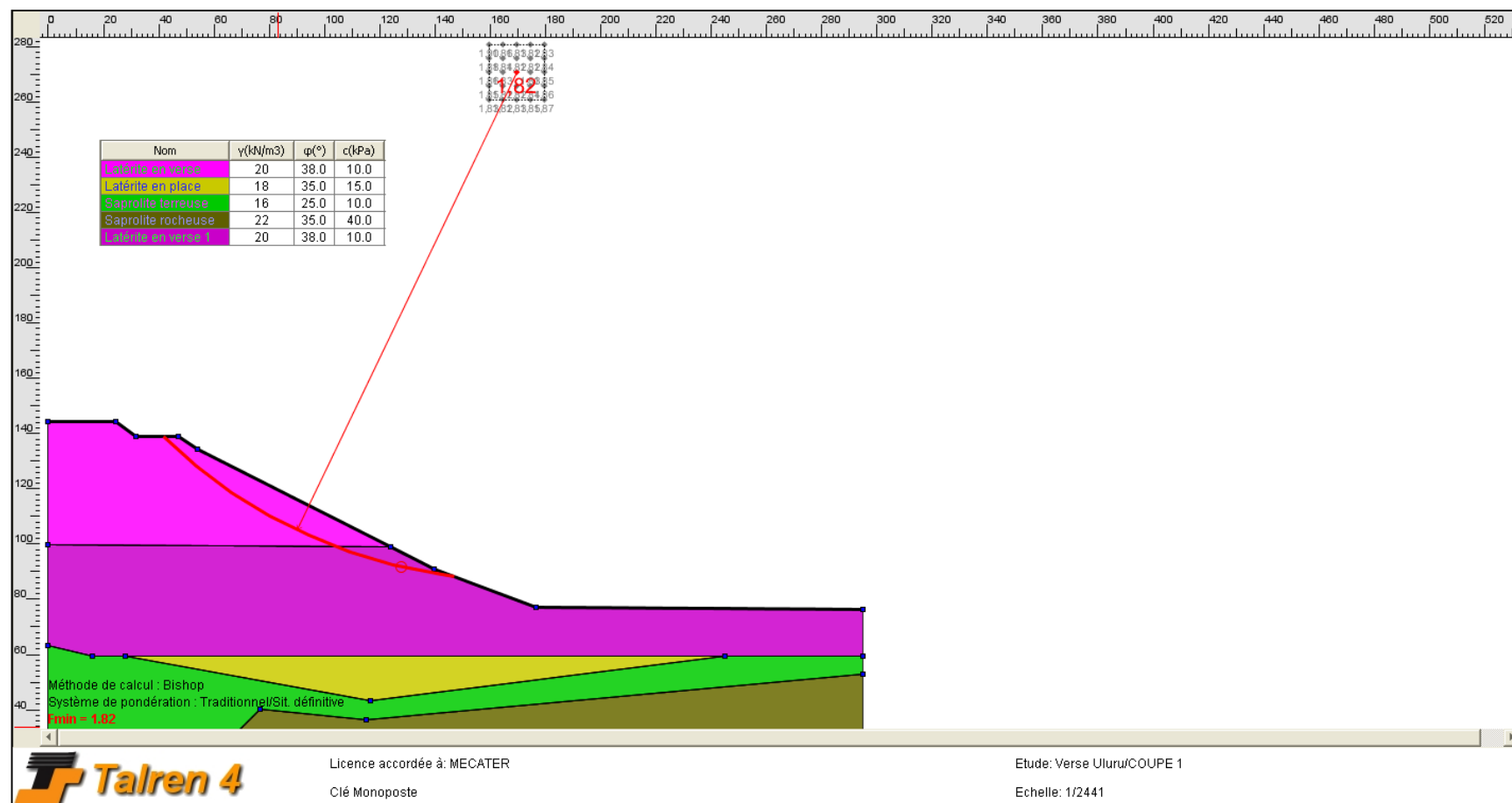


Figure - 7 : Stabilité au glissement intrinsèque du talus Est (Coupe N°1) (FS=1.82)



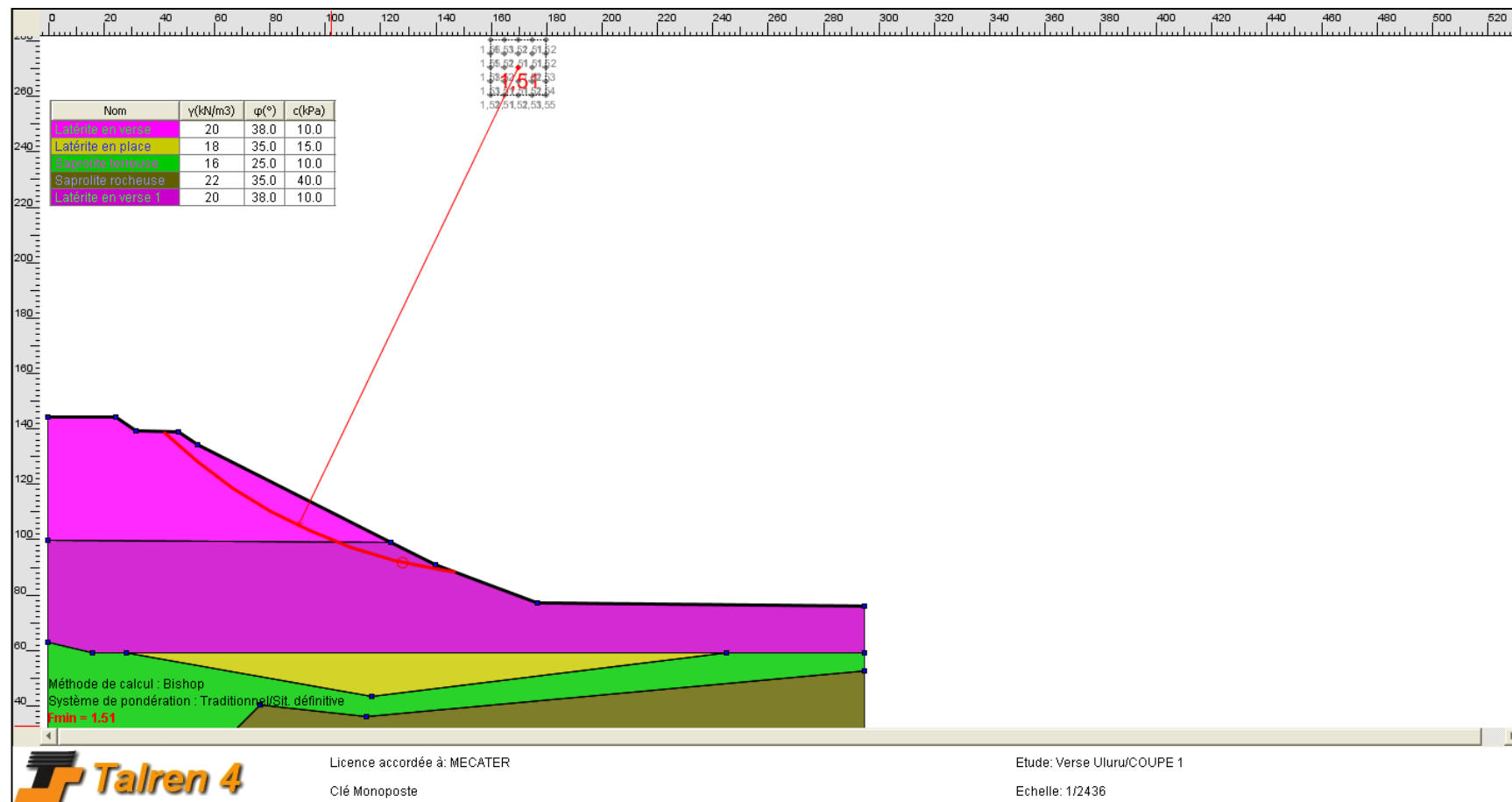


Figure - 9 : Stabilité au glissement intrinsèque du talus Est de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°1) (FS=1.51)

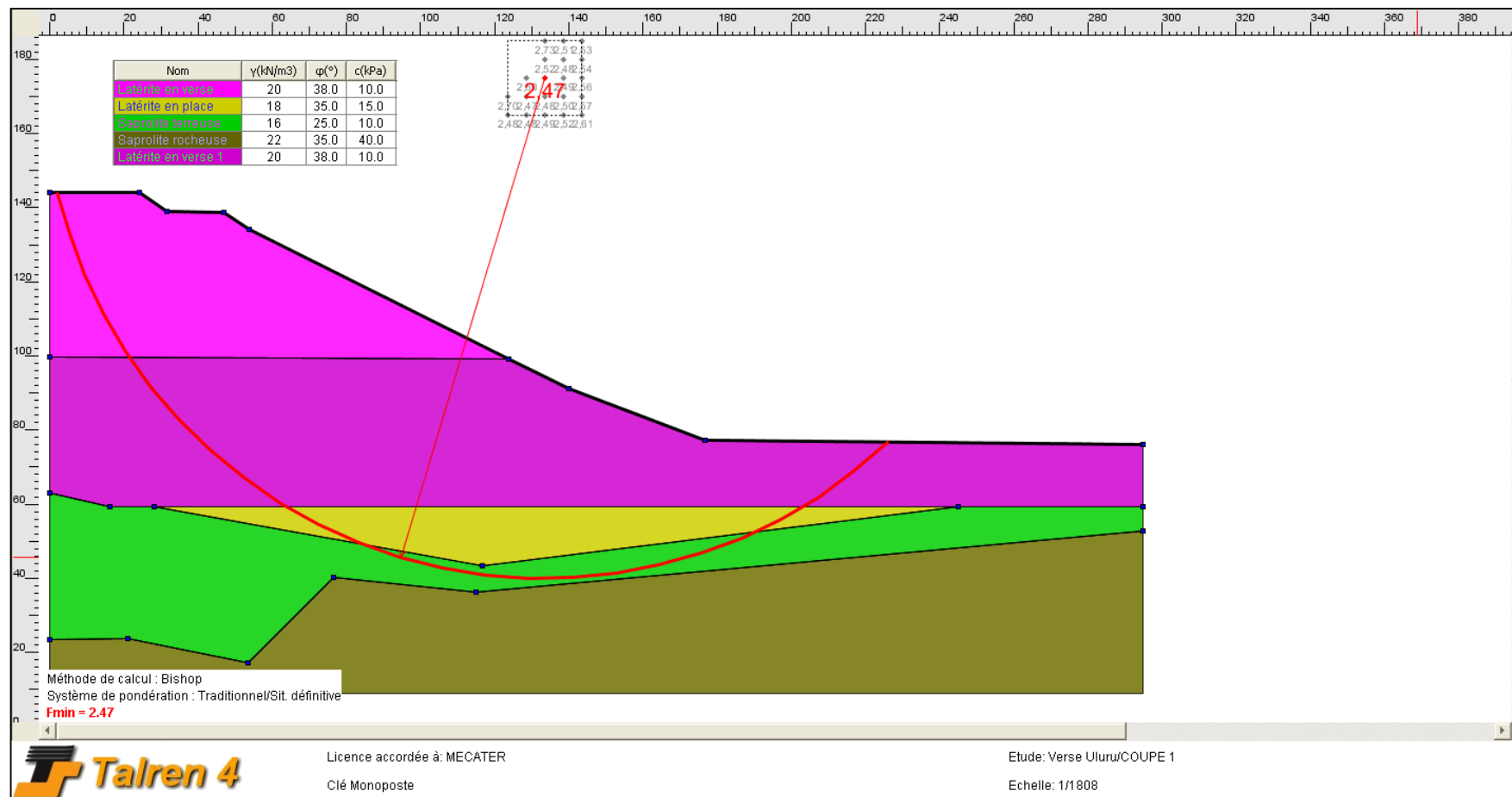


Figure - 10 : Stabilité au glissement profond du talus Est (Coupe N°1) (FS=2.47)

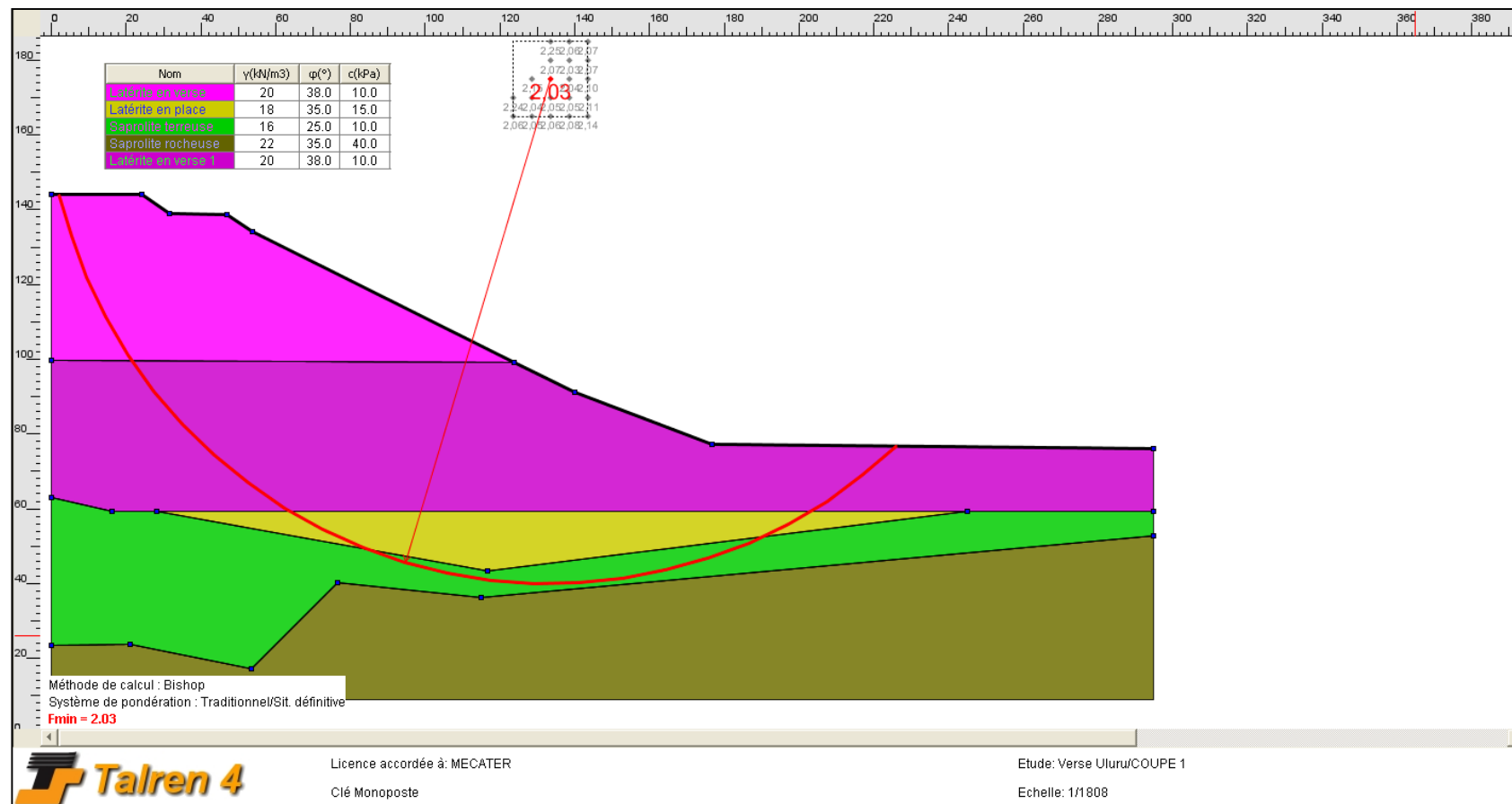


Figure - 11 : Stabilité au glissement profond du talus Est de la versé suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°1) (FS=2.03)

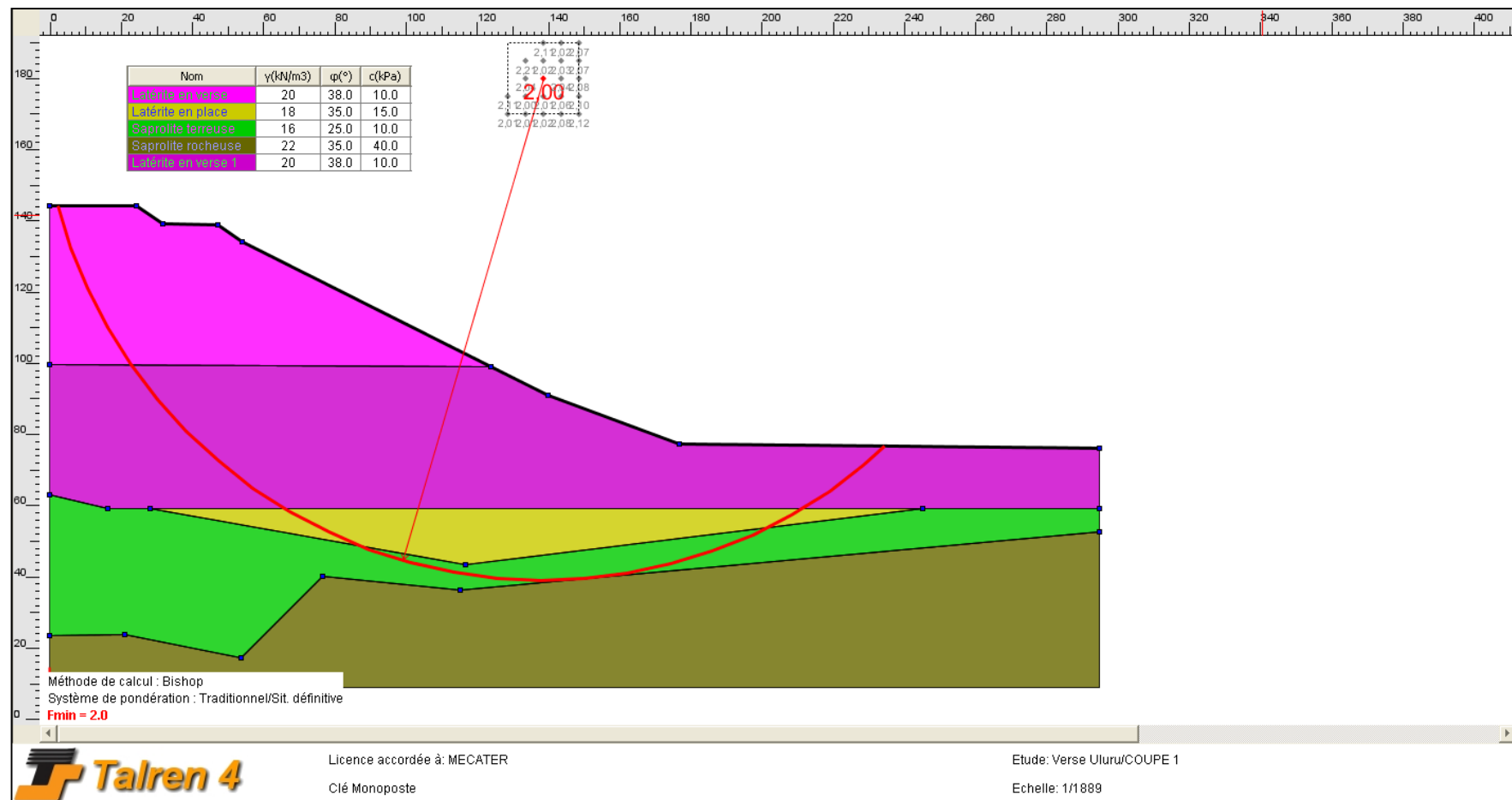


Figure - 12 : Stabilité au glissement profond du talus Est de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°1) (FS=2.00)

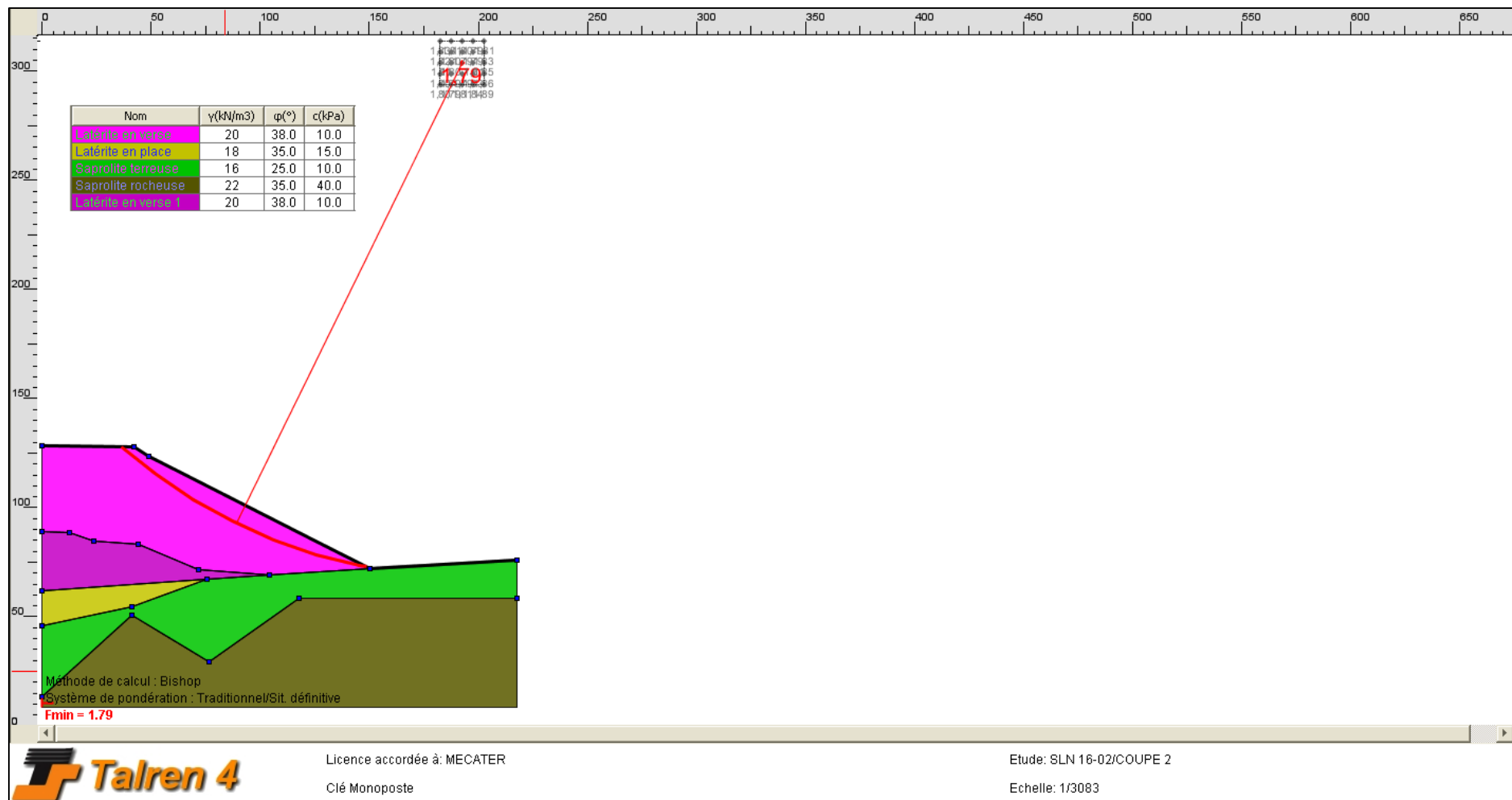


Figure - 13 : Stabilité au glissement intrinsèque du talus Nord Est (Coupe N°2) (FS=1.79)

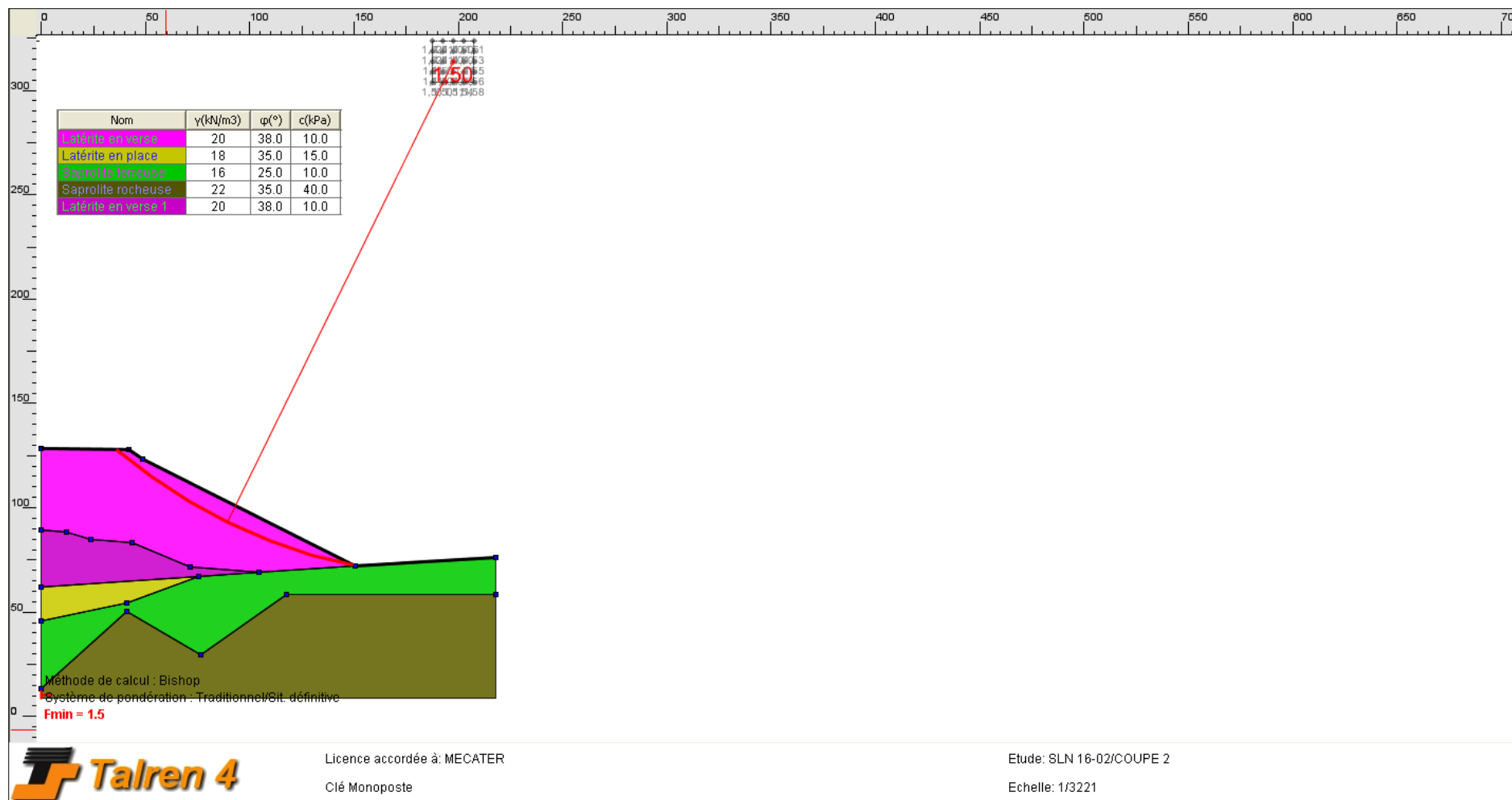


Figure - 14 : Stabilité au glissement intrinsèque du talus Nord Est de la verse suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°2) (FS=1.50)

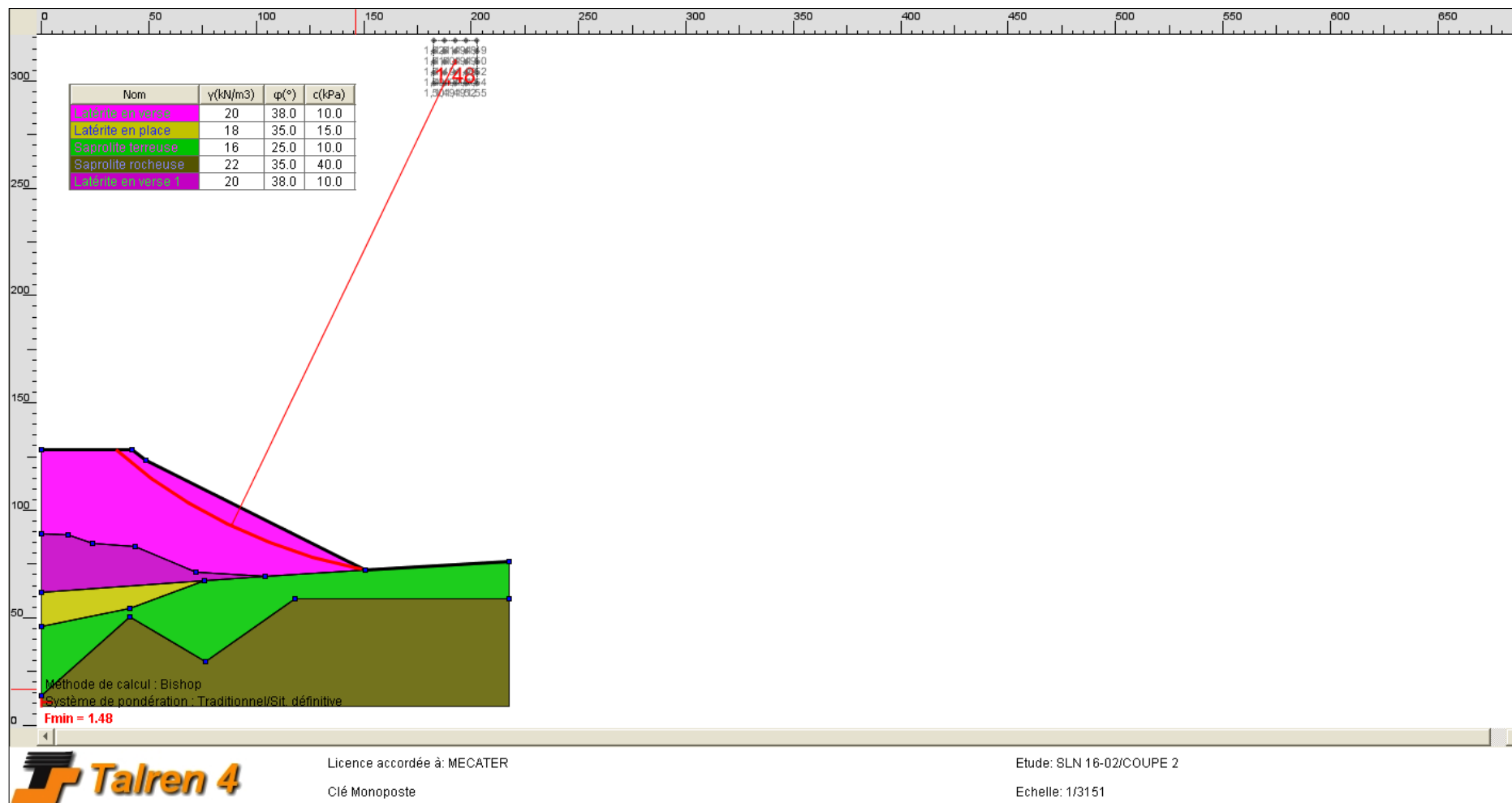


Figure - 15 : Stabilité au glissement intrinsèque du talus Nord Est de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°2) (FS=1.48)

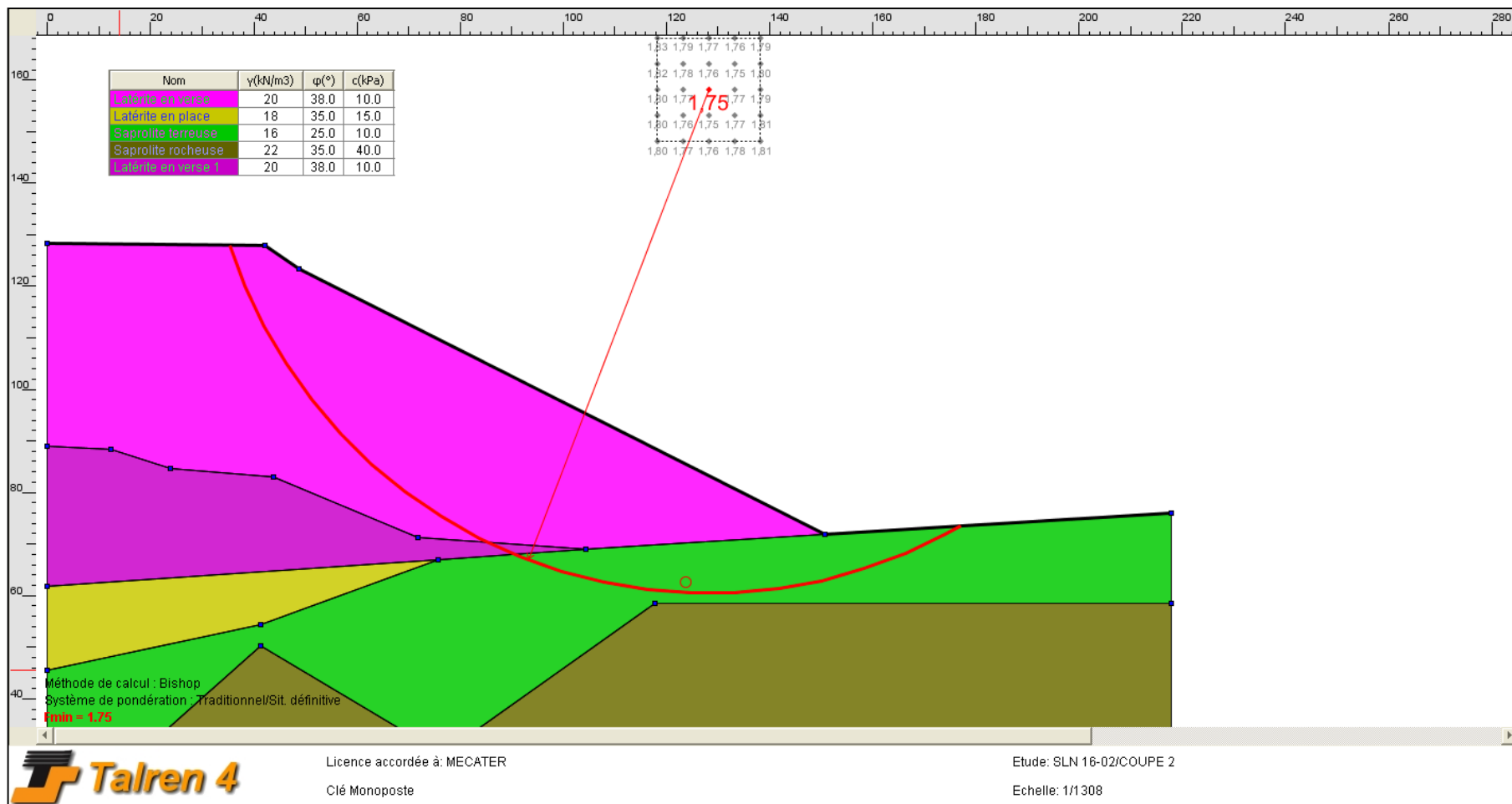


Figure - 16 : Stabilité au glissement profond du talus Nord Est (Coupe N°2) (FS=1.75)

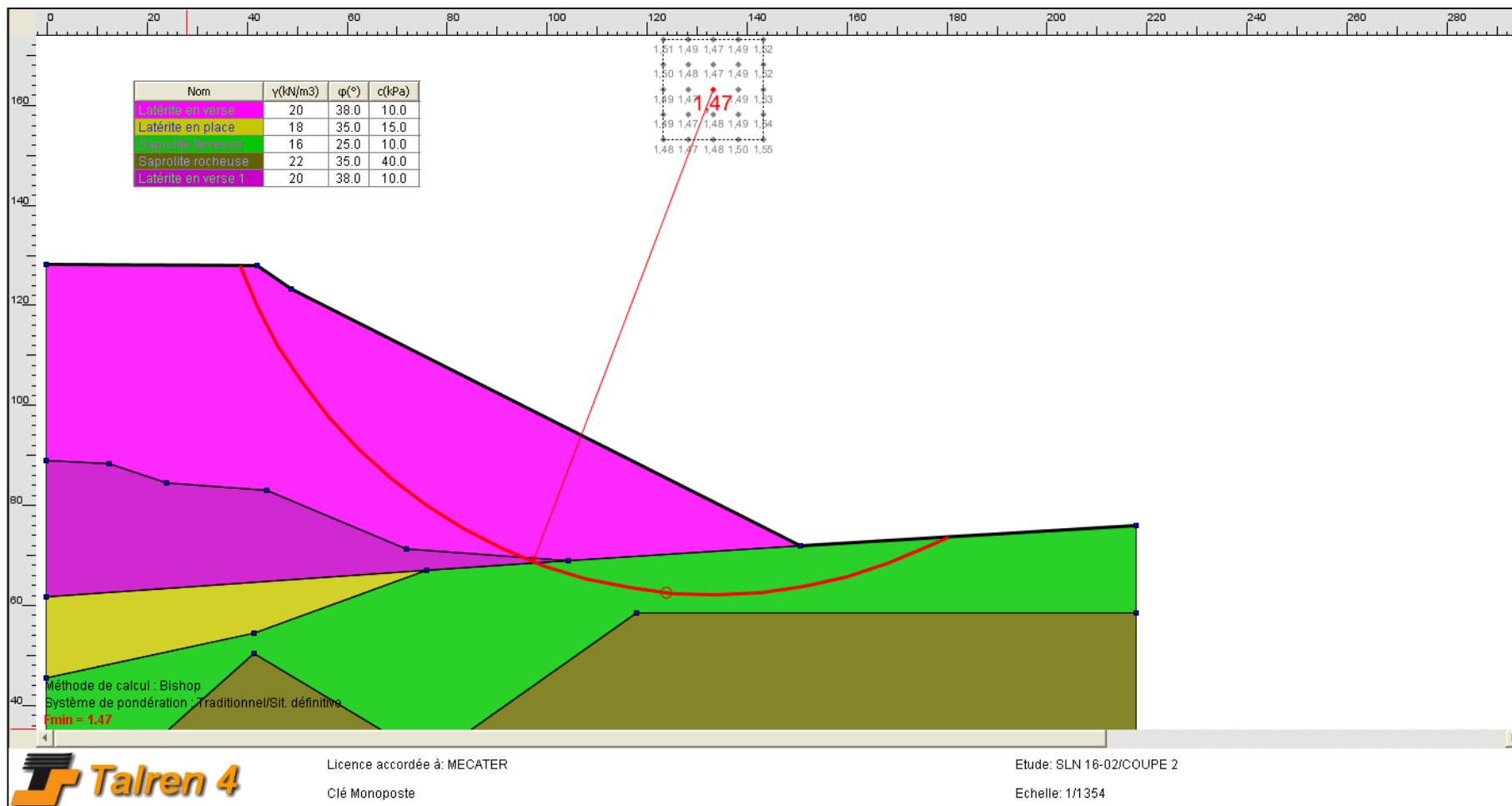


Figure - 17 : Stabilité au glissement profond du talus Nord Est de la verse suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°2) (FS=1.47)

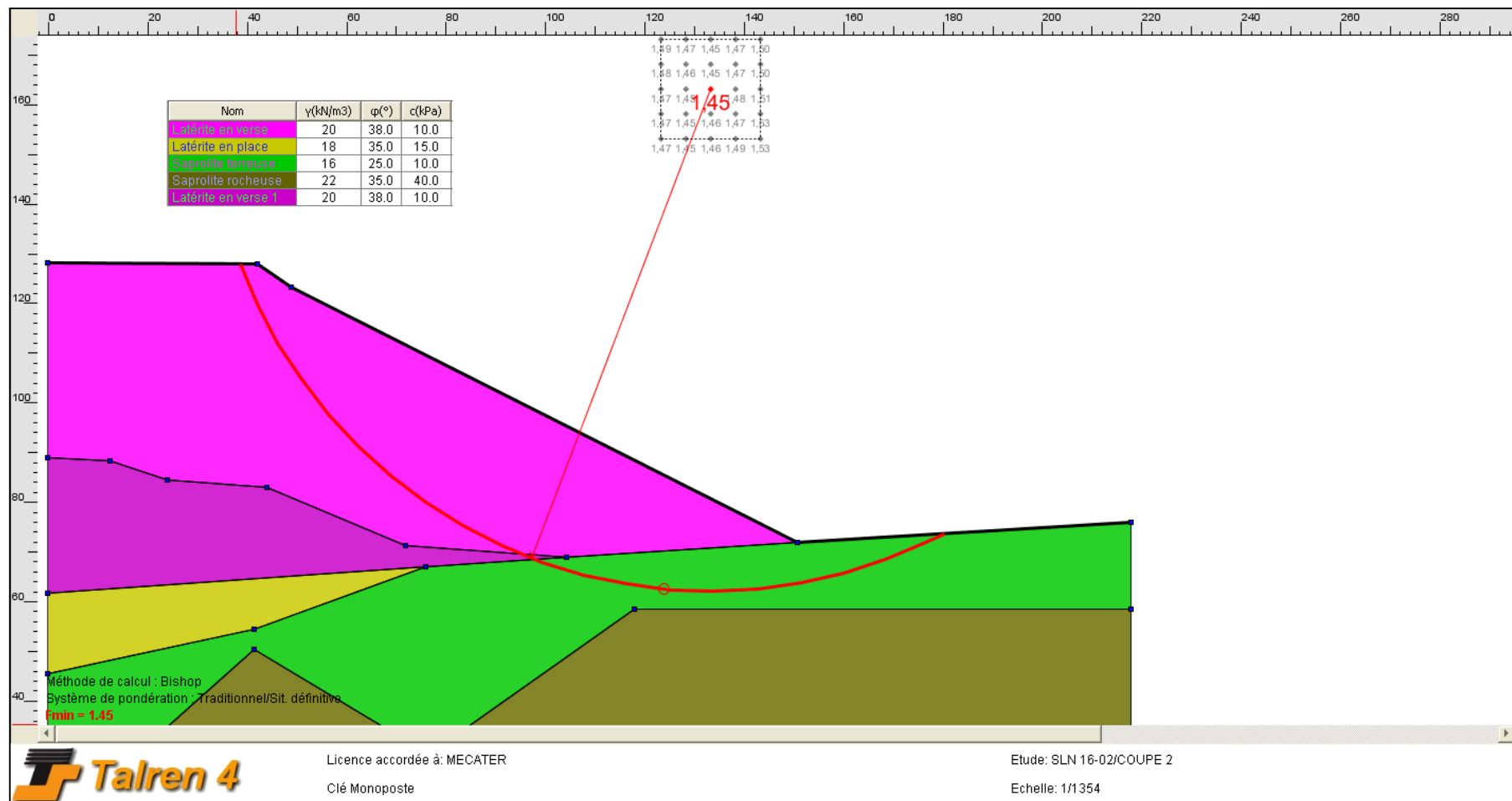


Figure - 18 : Stabilité au glissement profond du talus Nord Est de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°2) (FS=1.45)

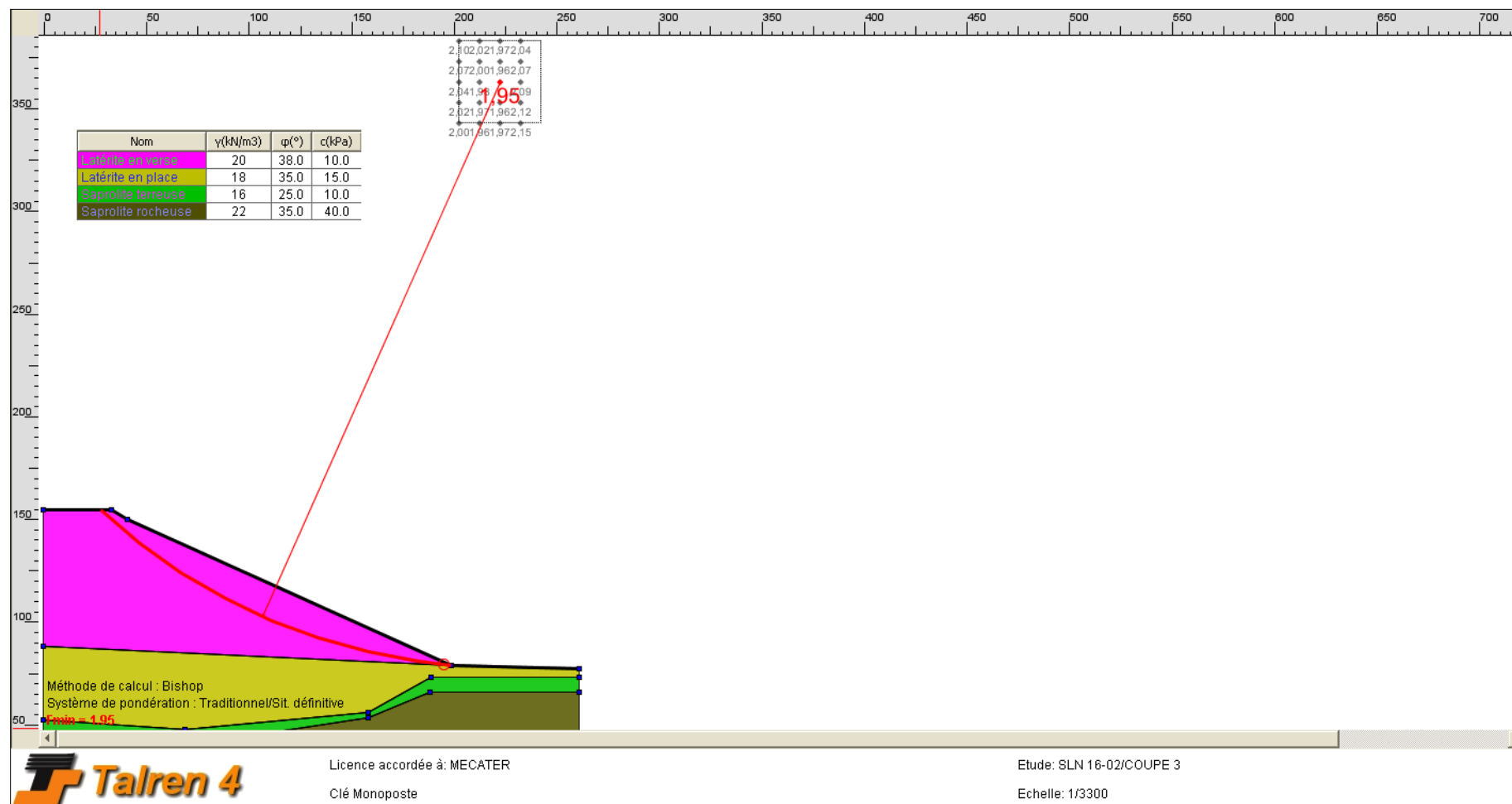


Figure - 19: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Sud-Ouest (Coupe N°3) (FS=1.95)

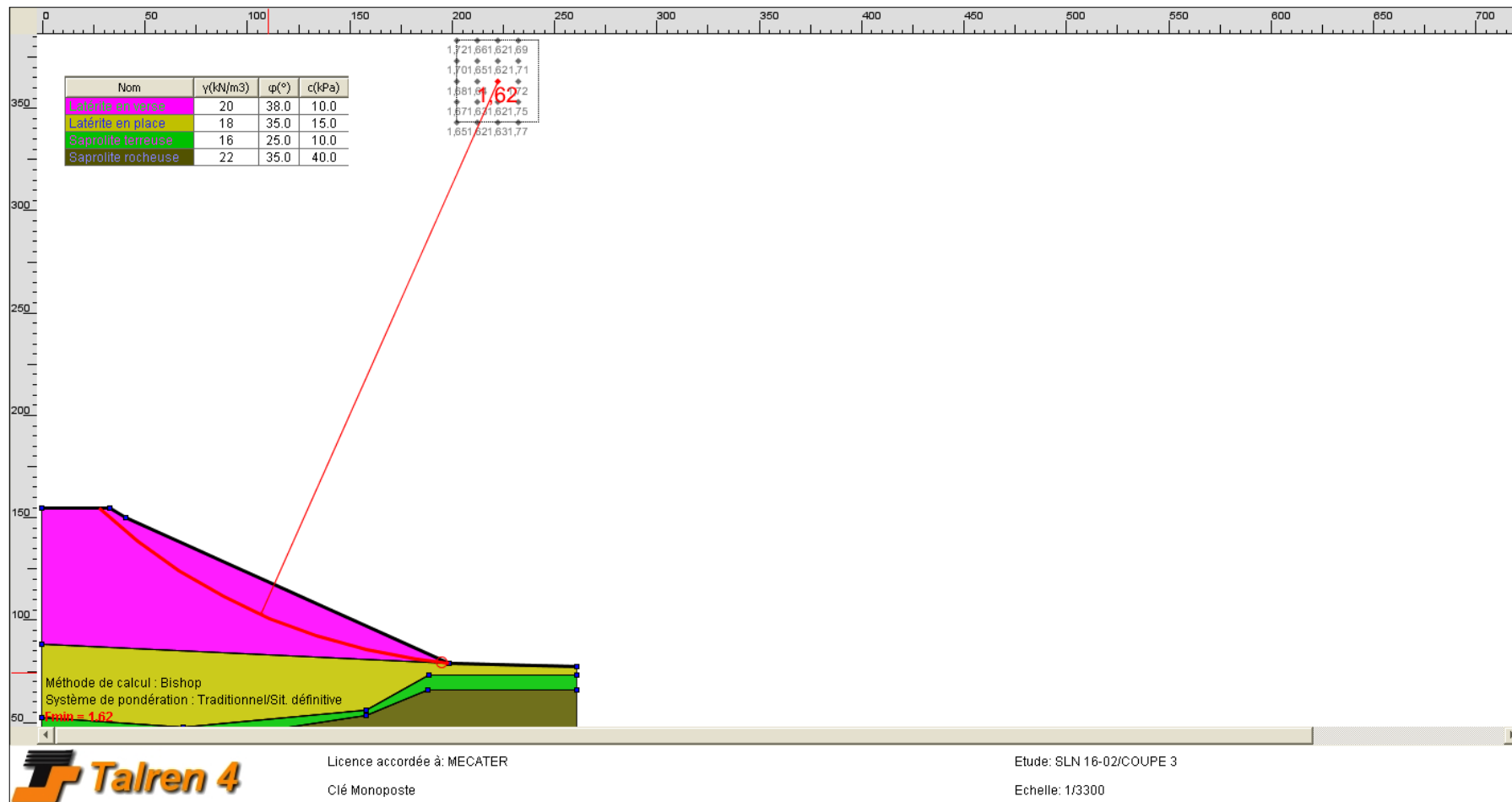


Figure - 20: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Sud-Ouest de la verse suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°3) (FS=1.62)

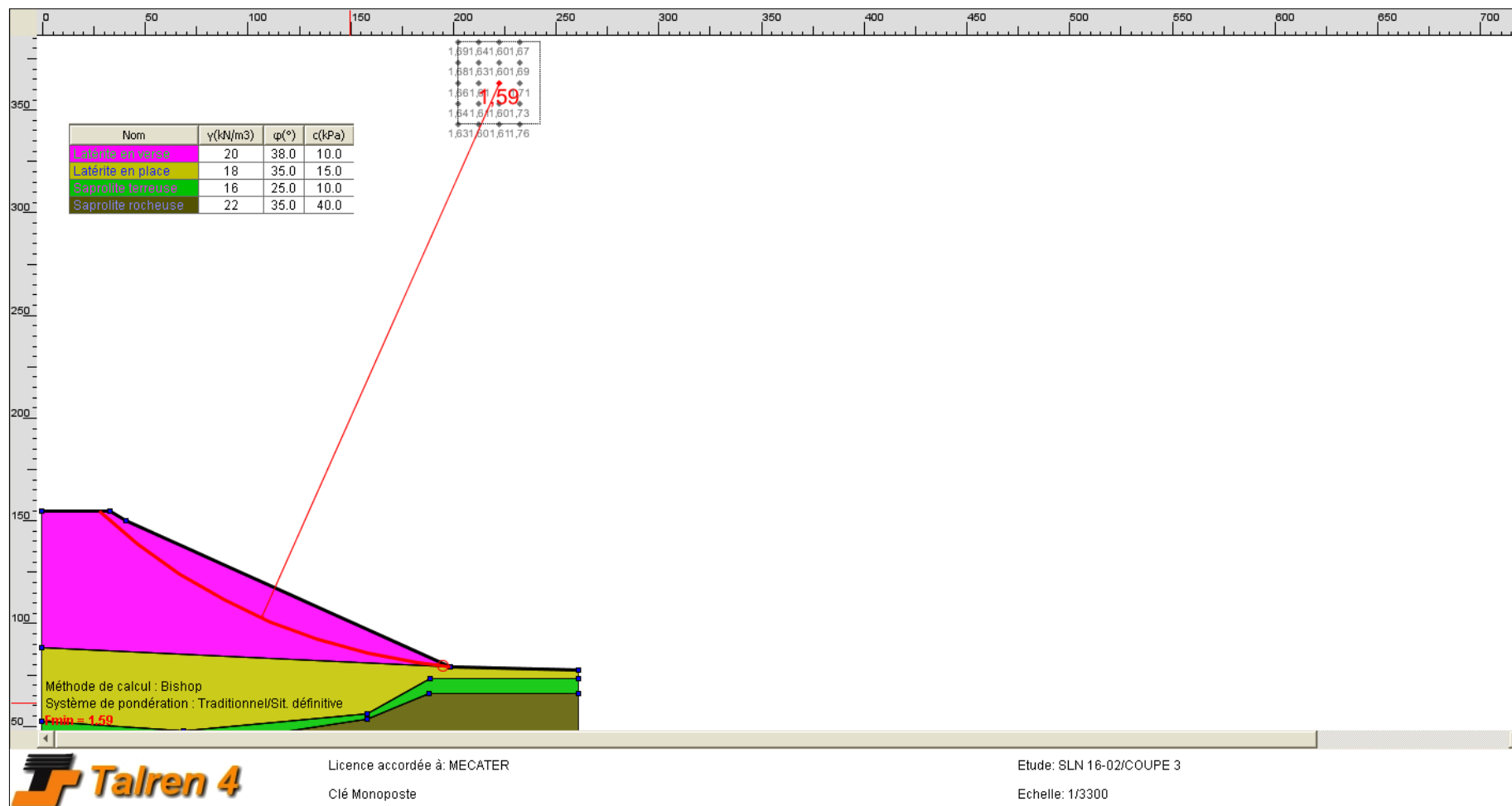


Figure - 21: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Sud-Ouest de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°3) (FS=1.59)

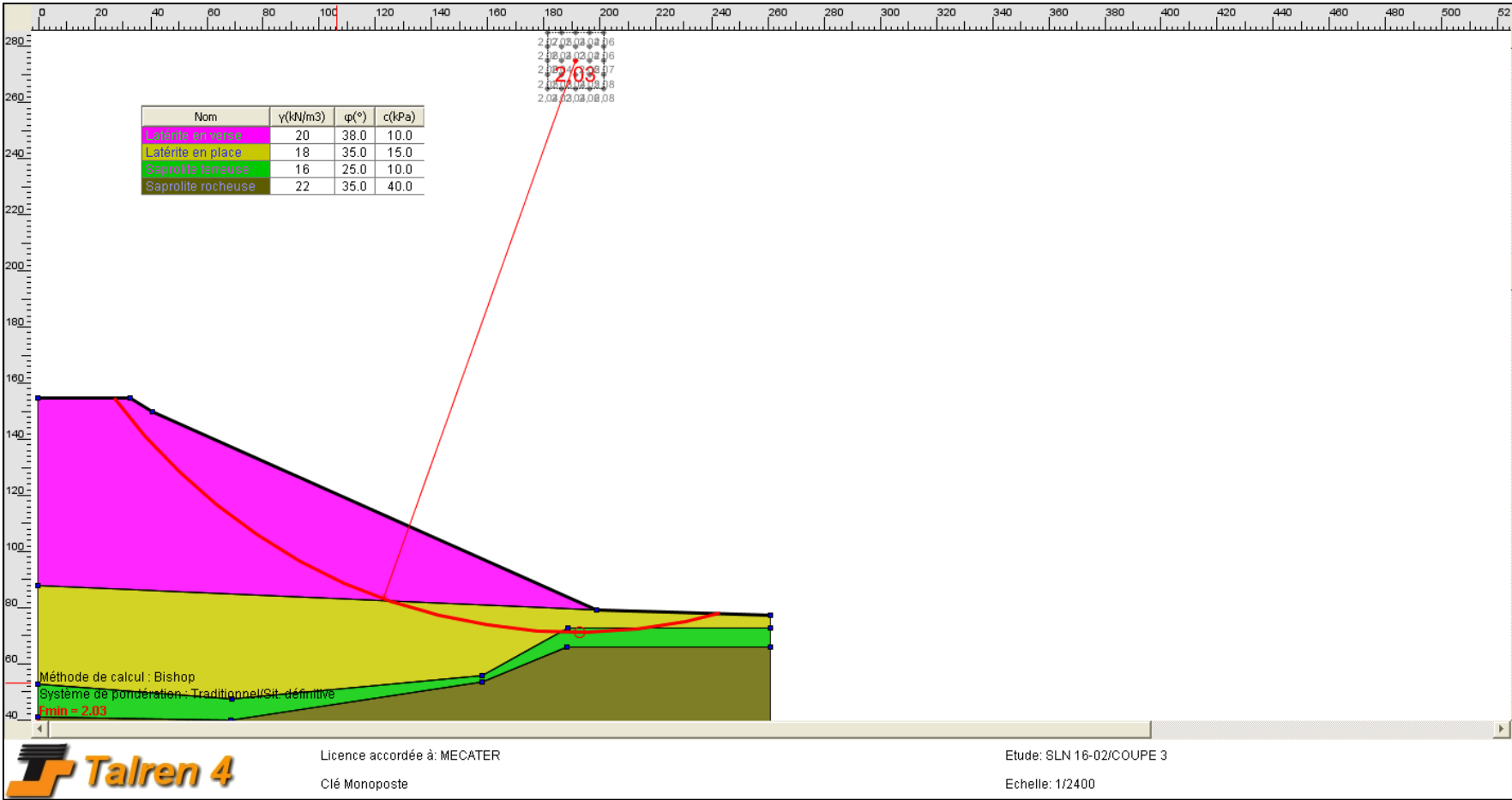


Figure - 22: Stabilité au glissement profond du talus Sud-Ouest (Coupe N°3) (FS=2.03)

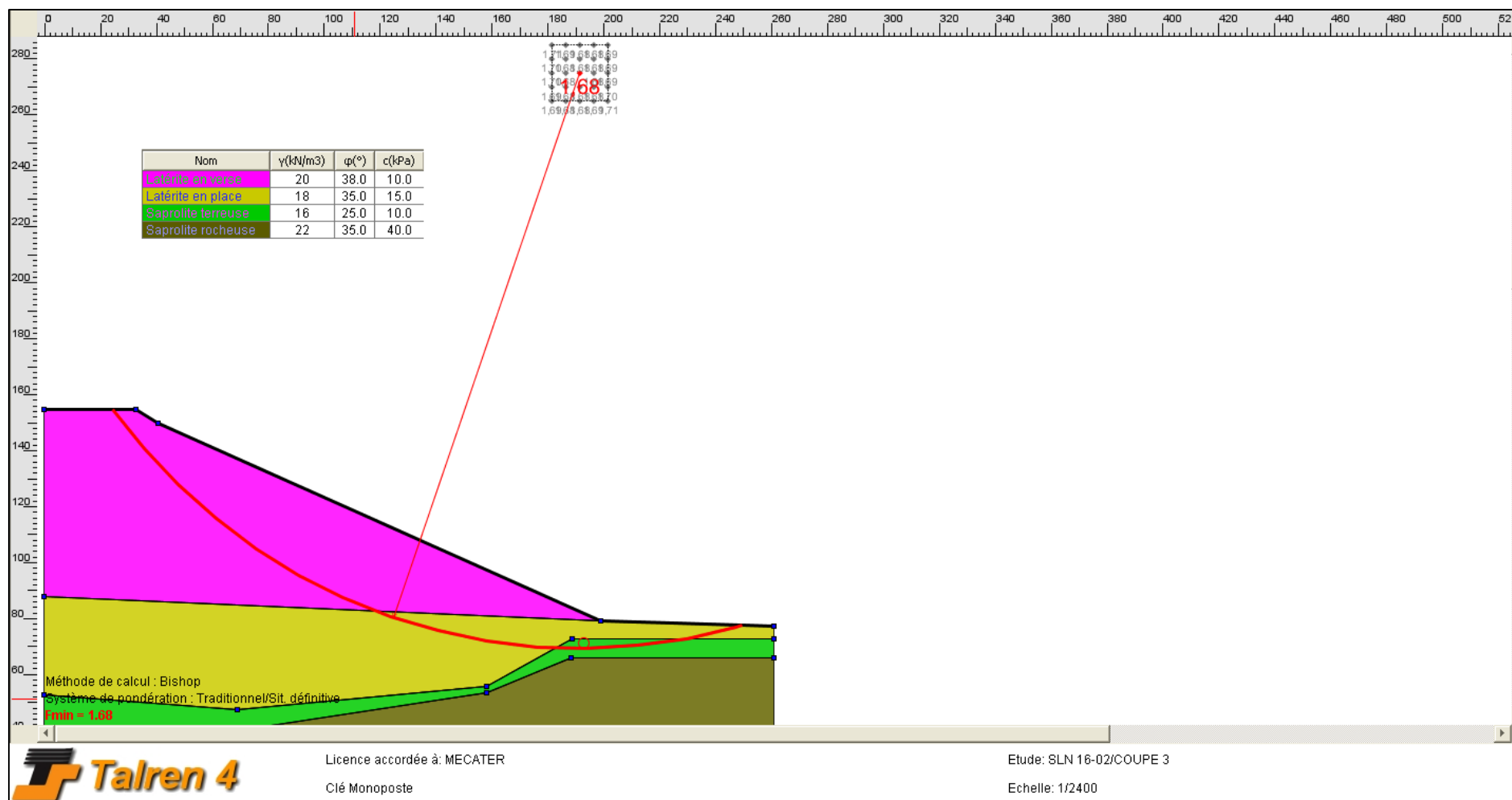


Figure - 23: Stabilité au glissement profond du talus Sud-Ouest de la verse suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°3) (FS=1.68)

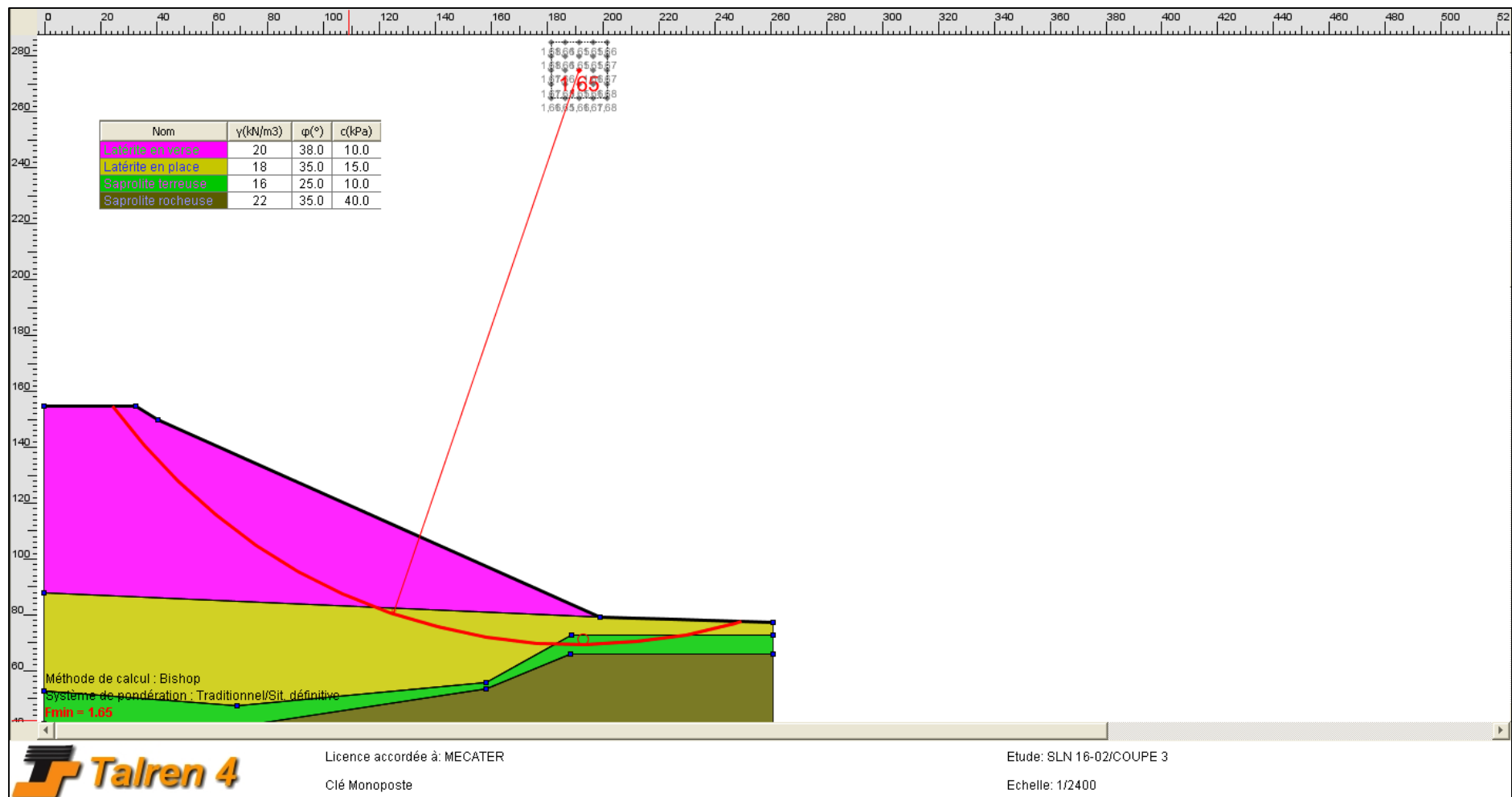


Figure - 24: Stabilité au glissement profond du talus Sud-Ouest de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°3) (FS=1.65)

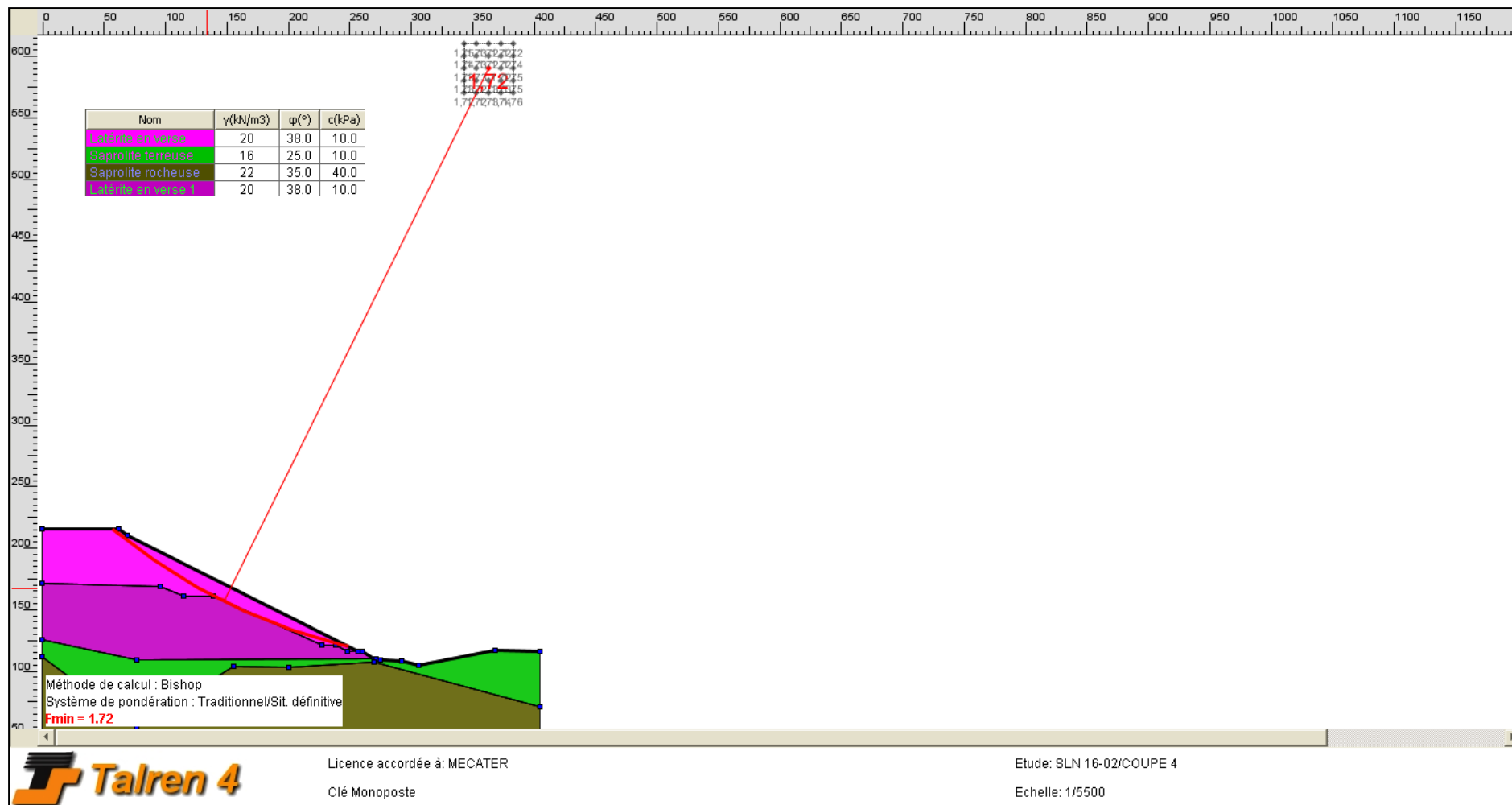


Figure - 25: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Sud (Coupe N°4) (FS=1.72)

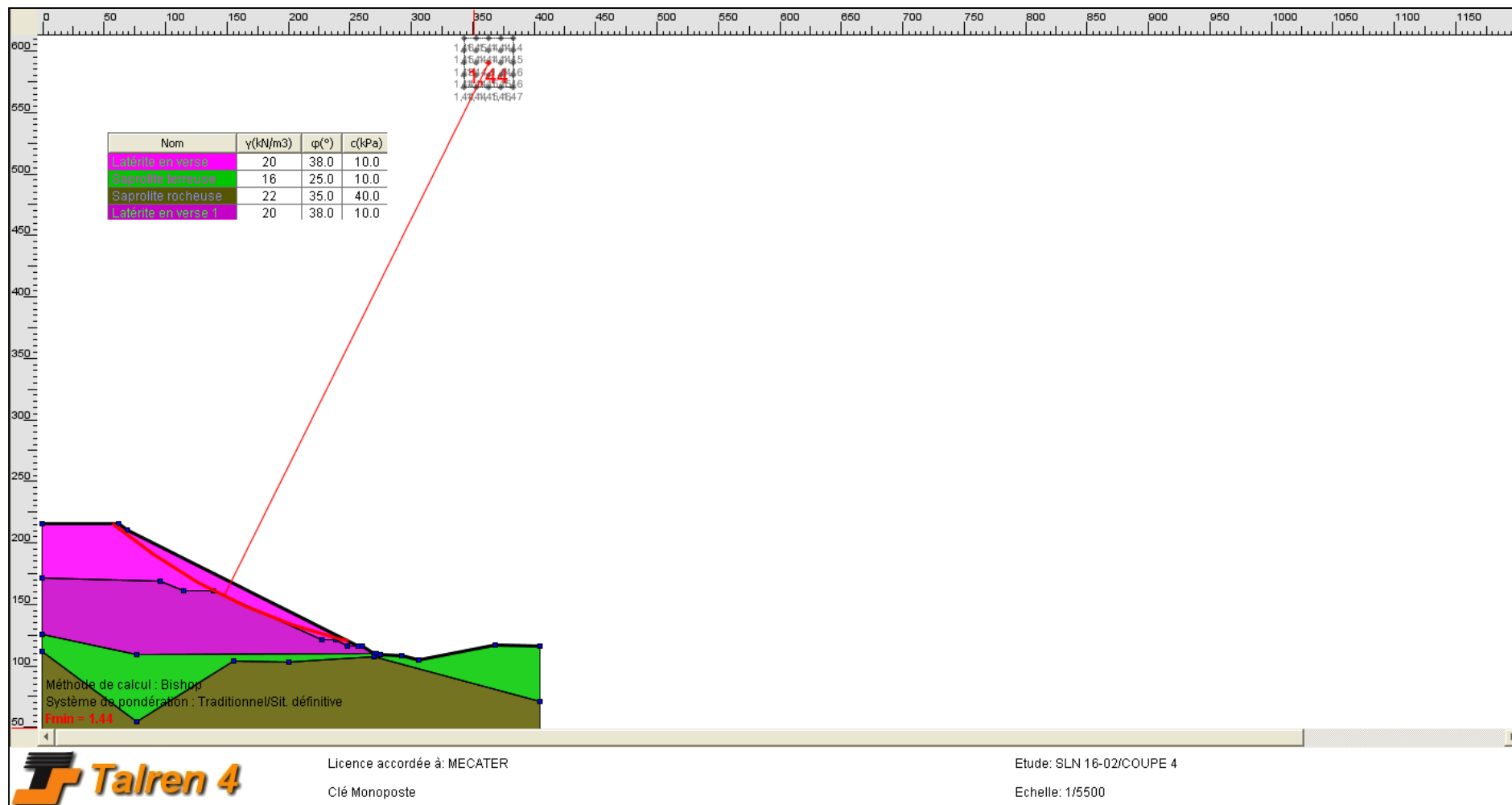


Figure - 26: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Sud de la verse suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°4) (FS=1.44)

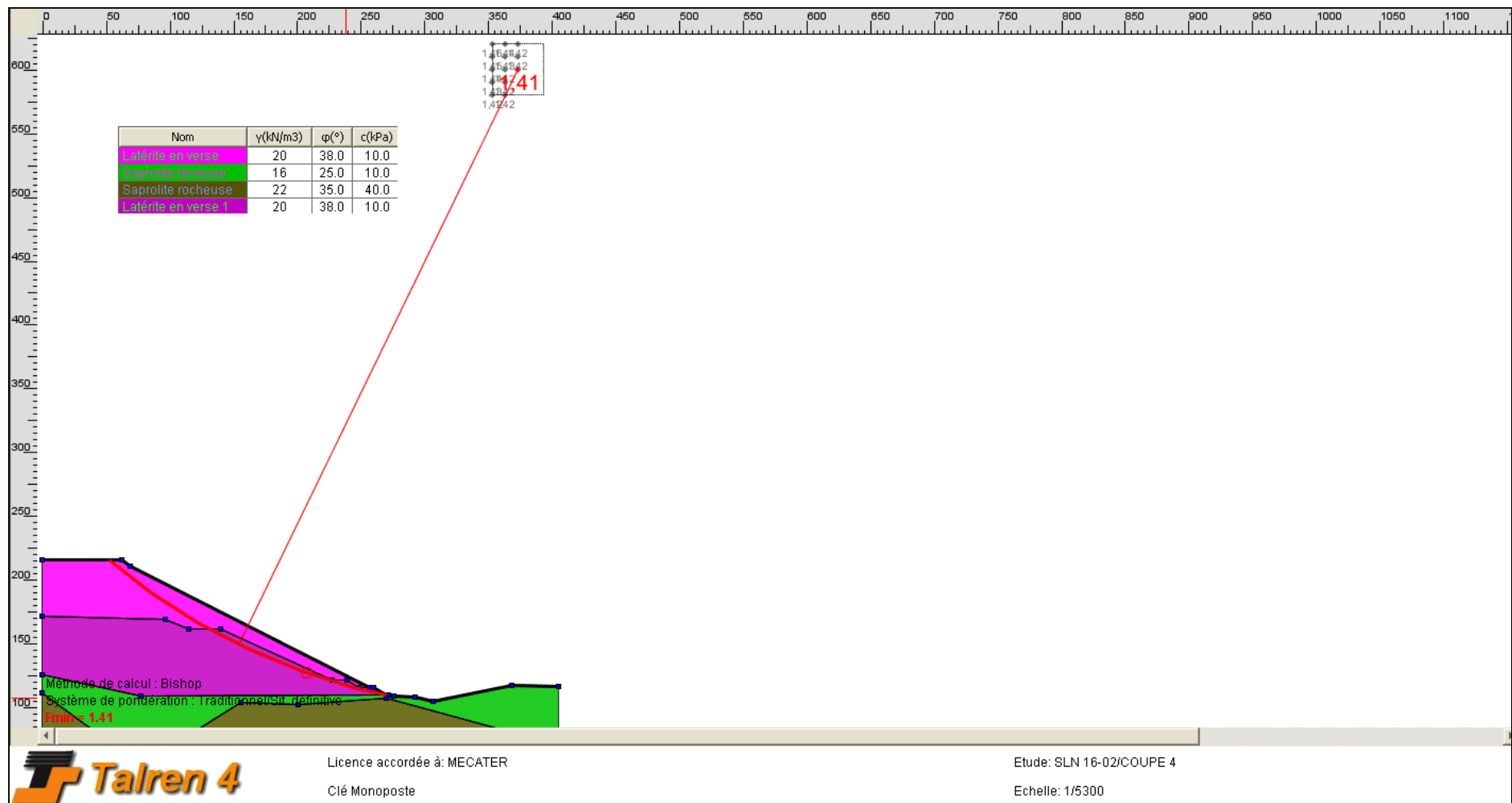


Figure - 27 : Stabilité au glissement intrinsèque du talus Sud de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°4) (FS=1.41)

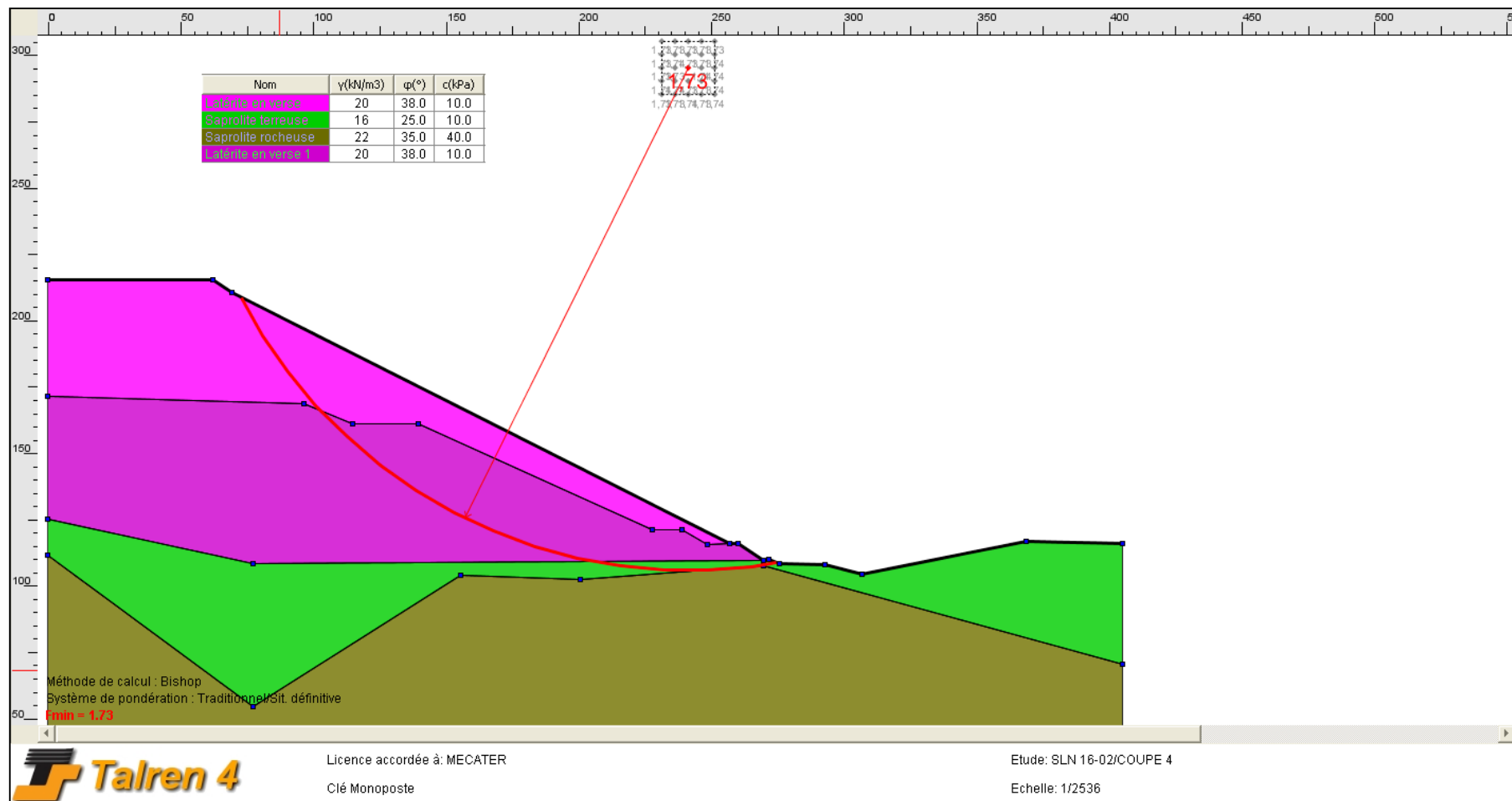


Figure - 28: Stabilité au glissement profond du talus Sud (Coupe N°4) (FS=1.73)

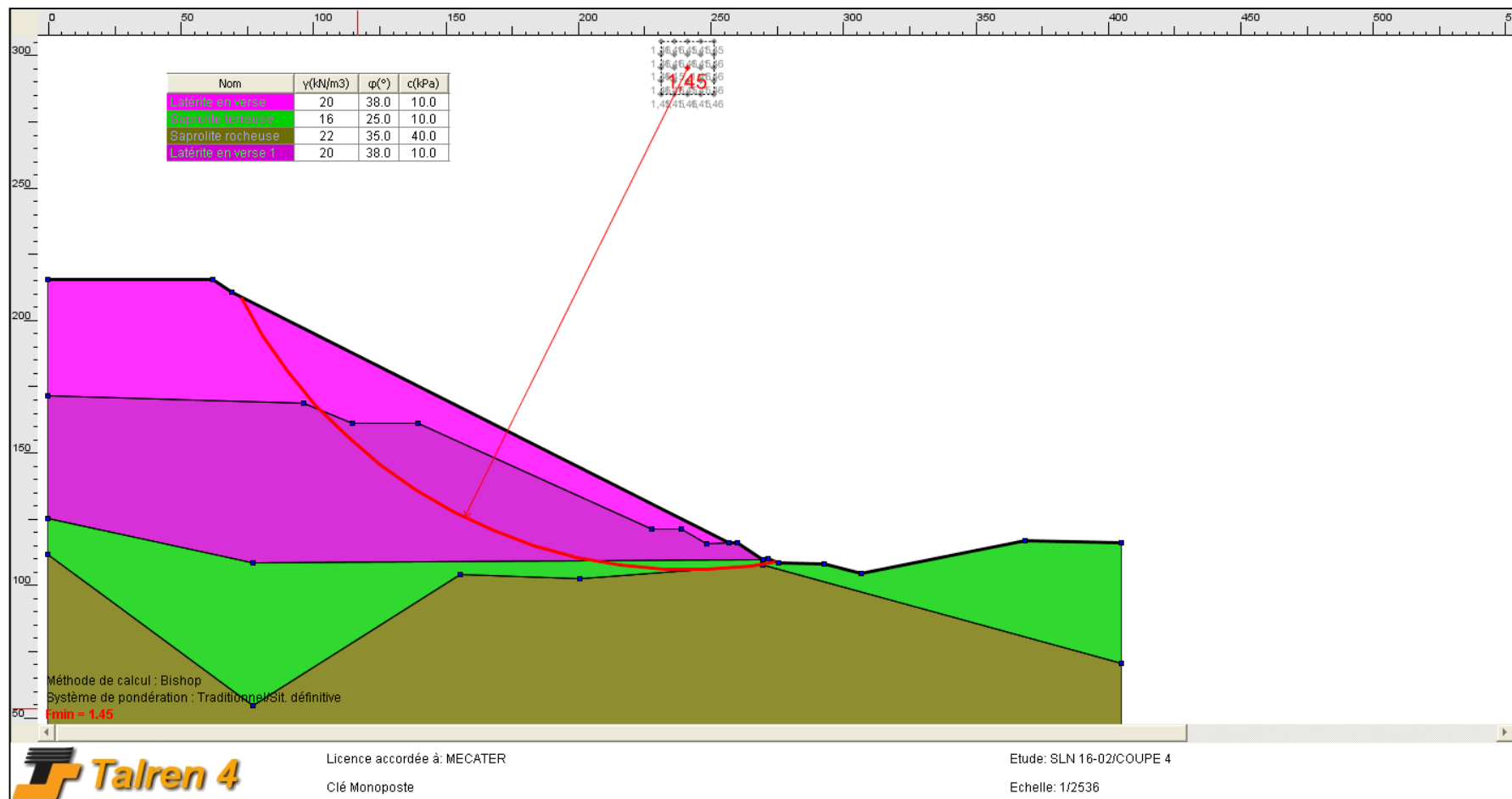


Figure - 29 : Stabilité au glissement profond du talus Sud de la verse suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°4) (FS=1.45)

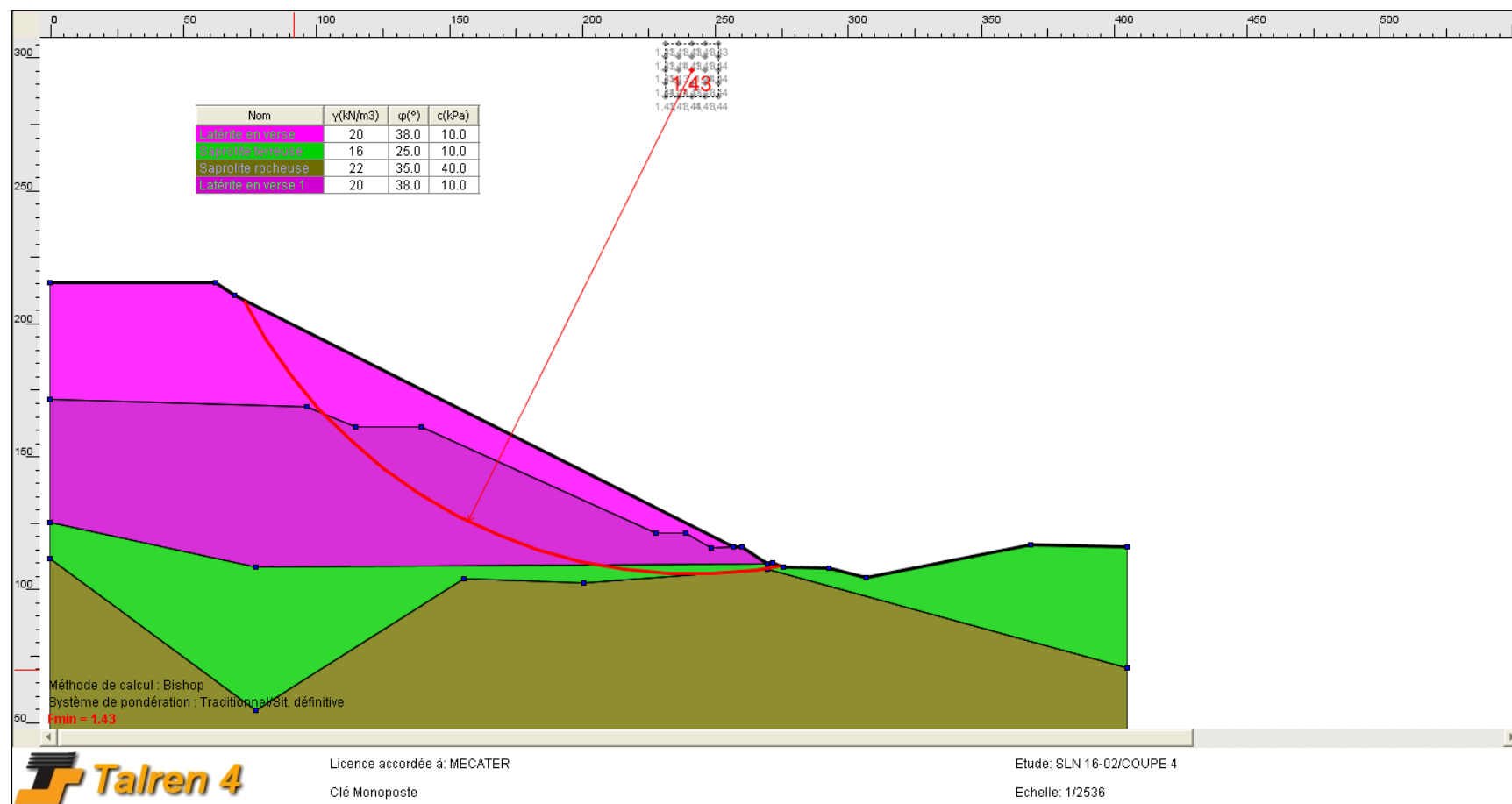


Figure - 30 : Stabilité au glissement profond du talus Sud de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°4) (FS=1.43)

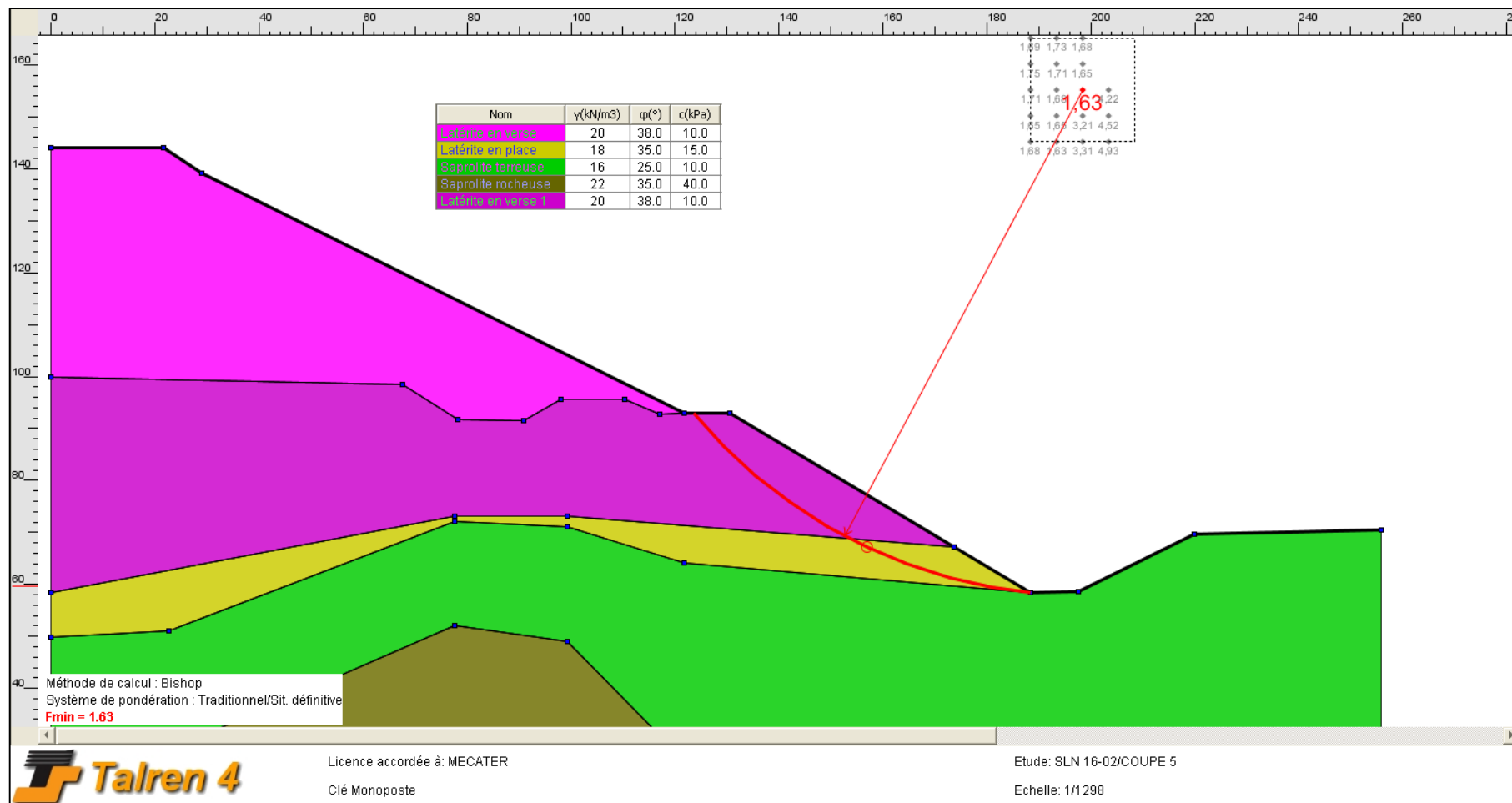


Figure - 31: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Ouest (Coupe N°5) (FS=1.63)

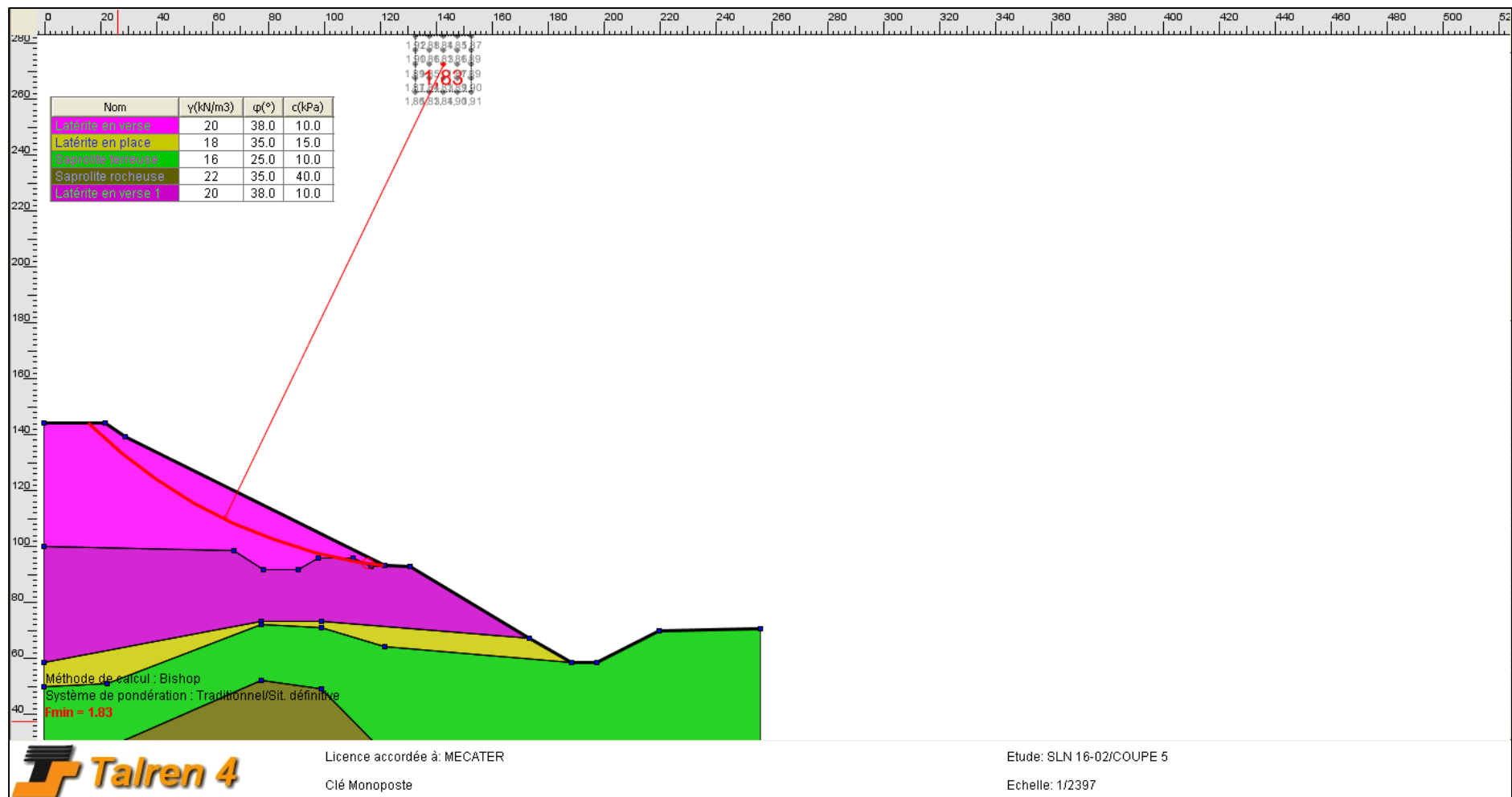


Figure - 32: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Ouest (Coupe N°5) (FS=1.83)

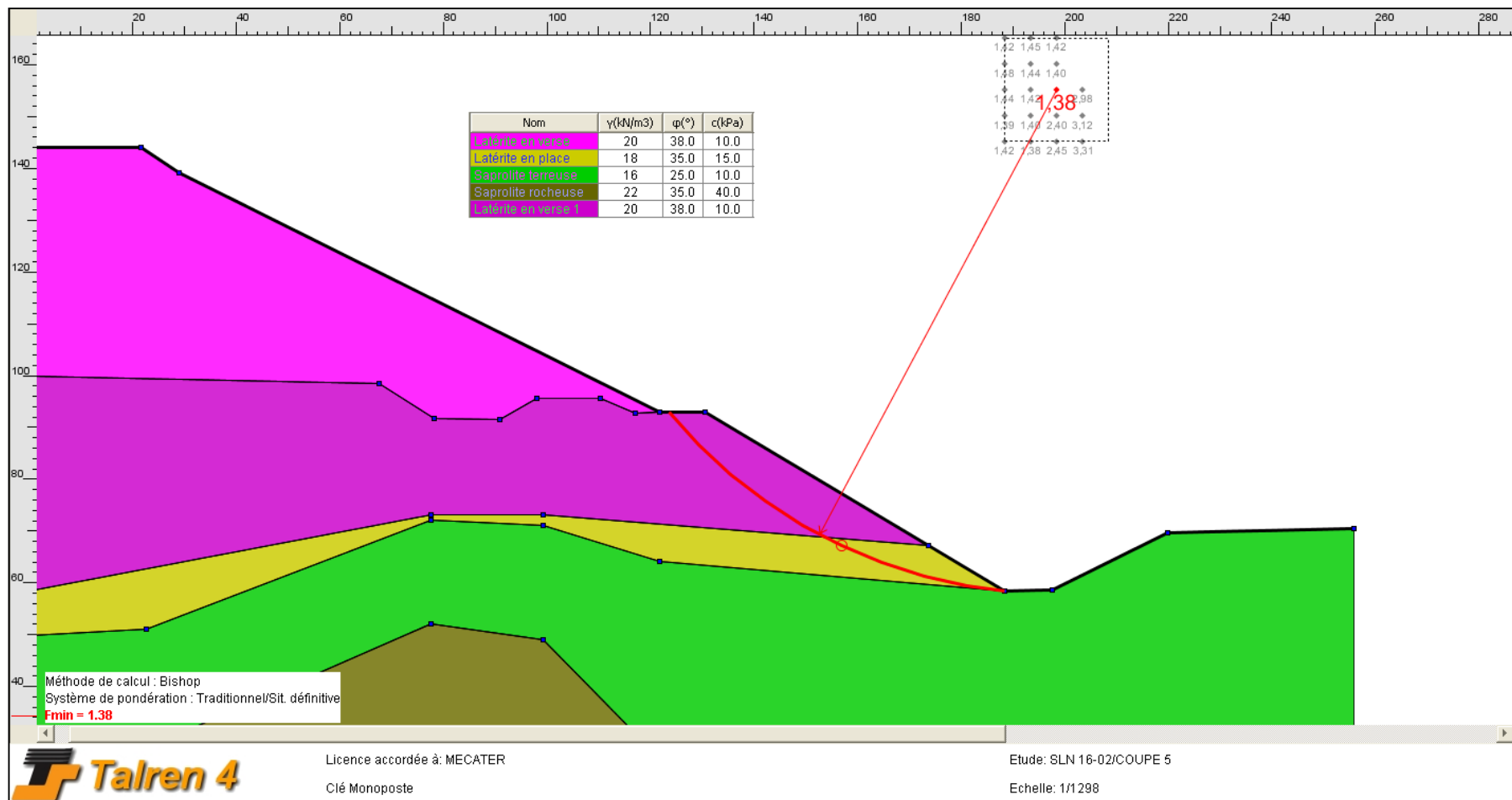


Figure - 33: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Ouest de la verse suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°5) (FS=1.38)

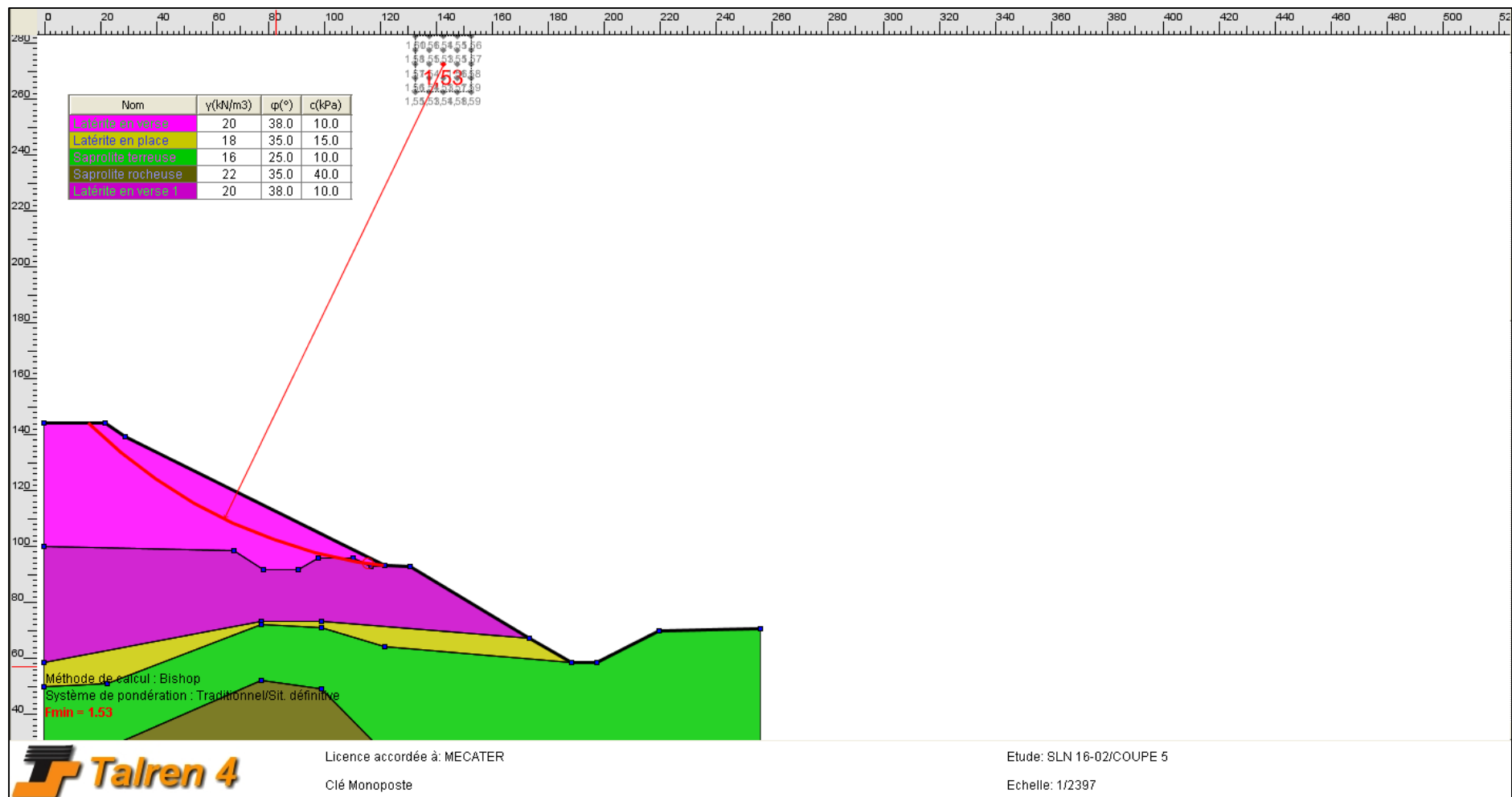


Figure - 34: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Ouest de la verse suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°5) (FS=1.53)

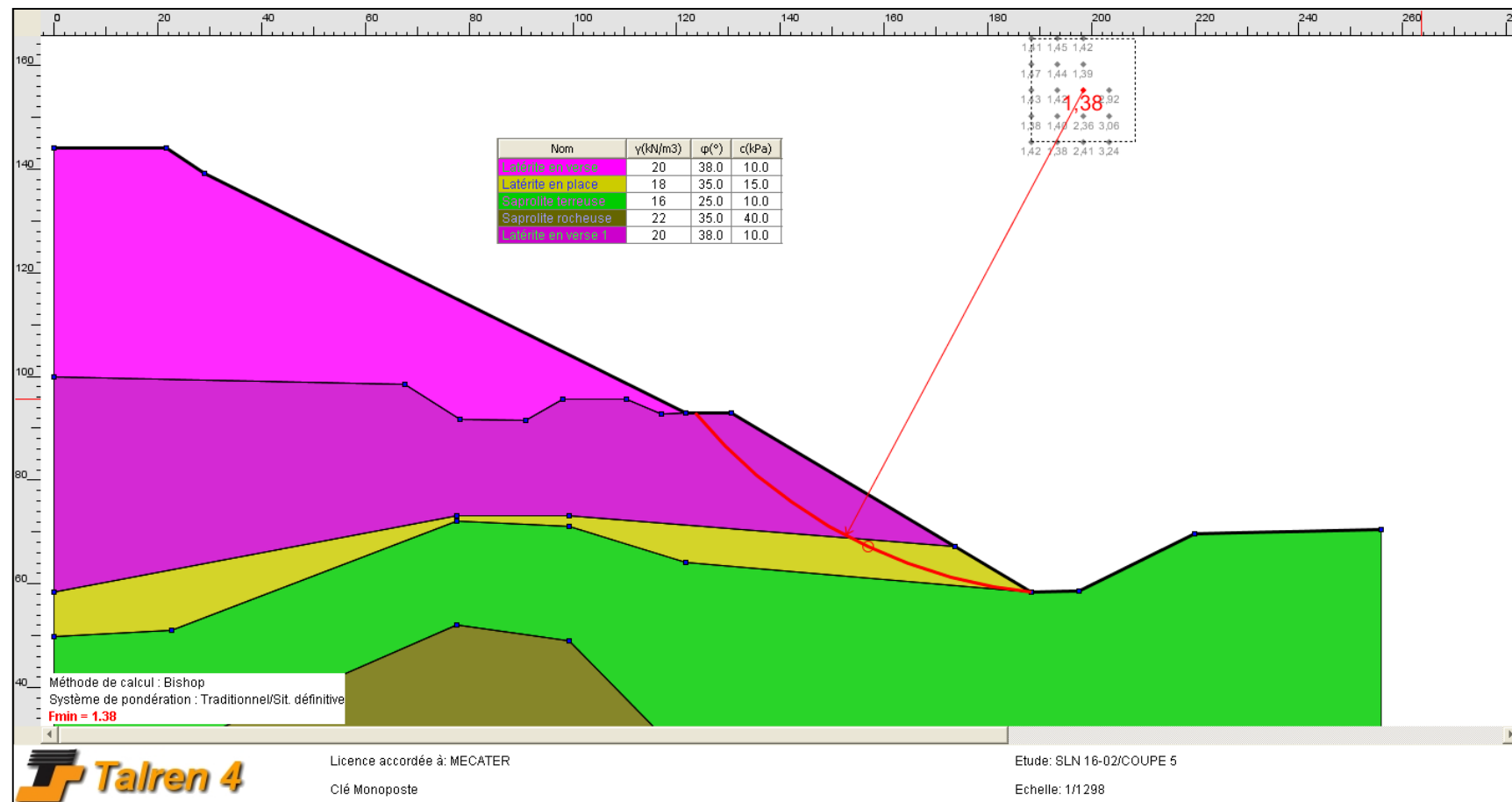


Figure - 35: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Ouest de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°5) (FS=1.38)

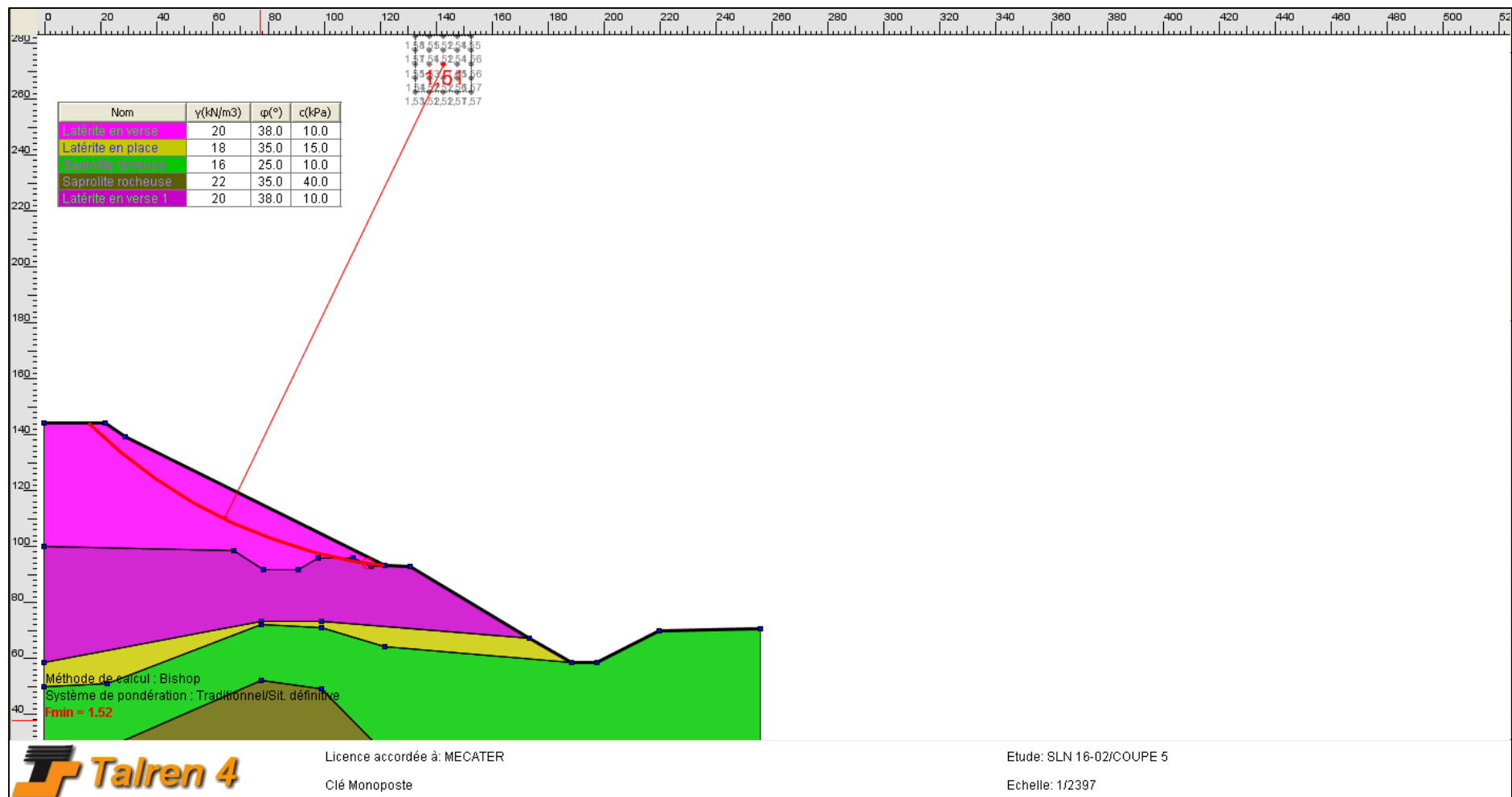


Figure - 36: Stabilité au glissement intrinsèque du talus Ouest de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°5) (FS=1.51)

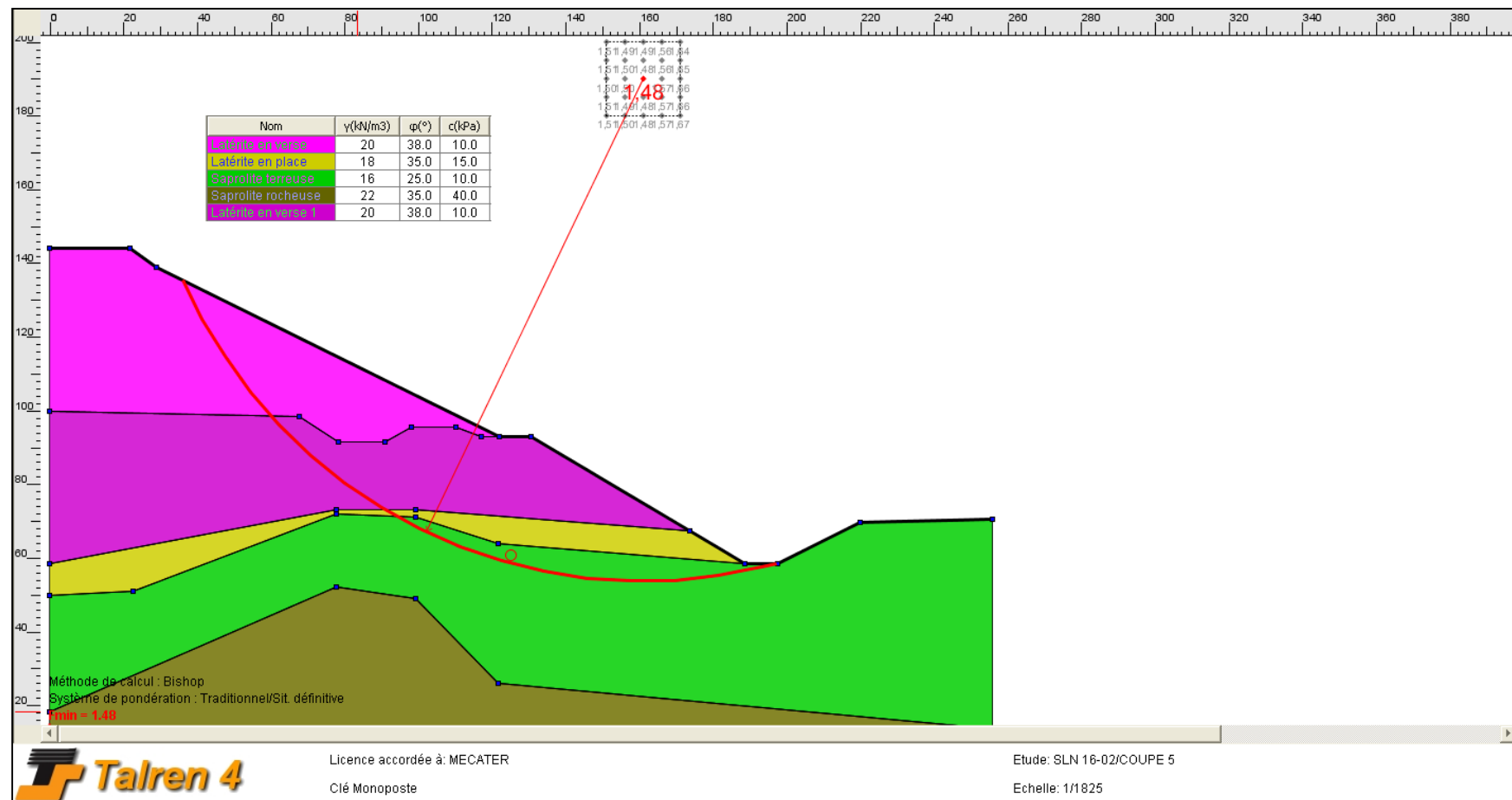


Figure - 37: Stabilité au glissement profond du talus Ouest de la verse (Coupe N°5) (FS=1.48)

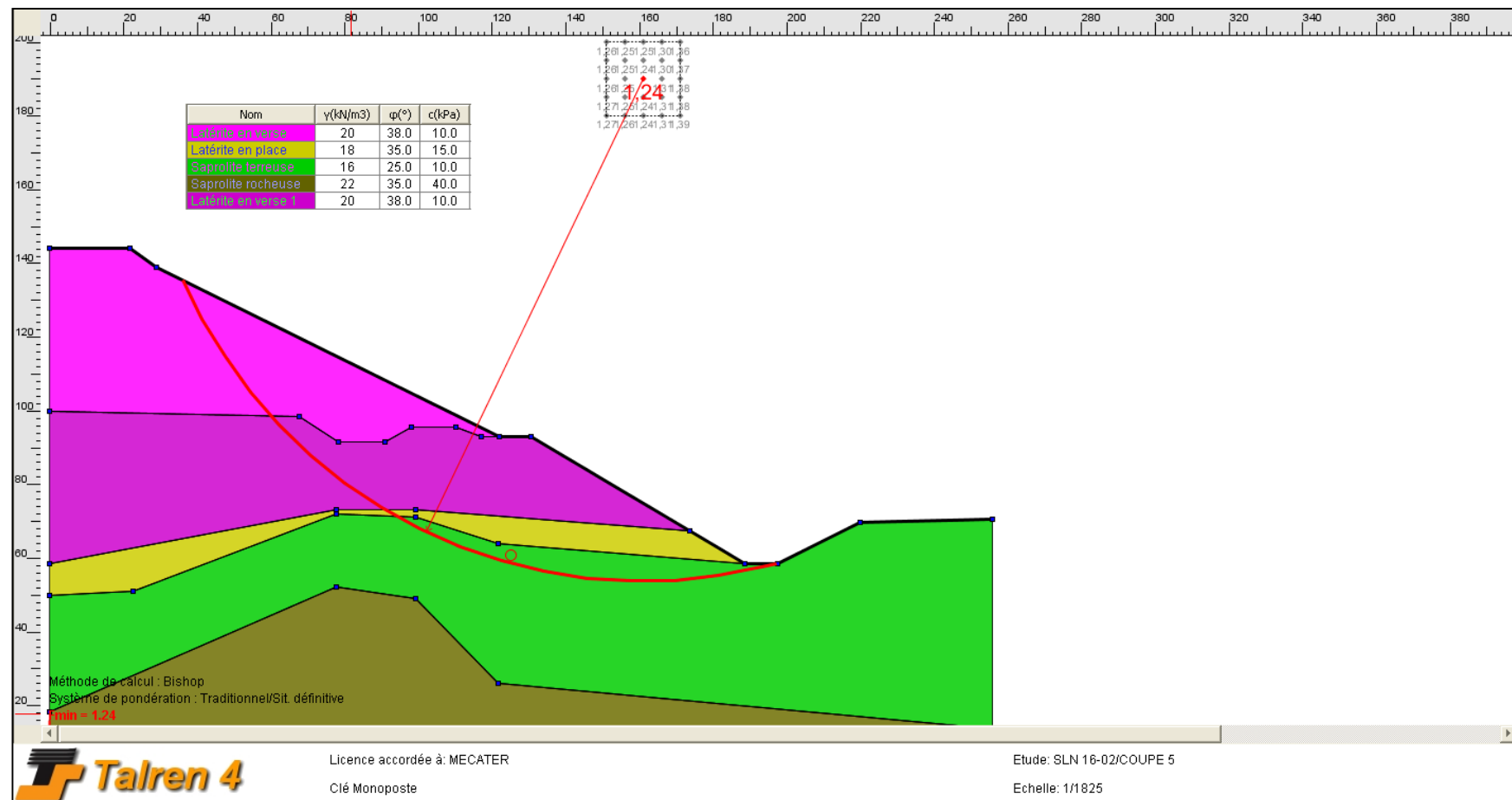


Figure - 38: Stabilité au glissement profond du talus Ouest de la verse suite à un séisme allégeant de 0.08 g (Coupe N°5) (FS=1.24)

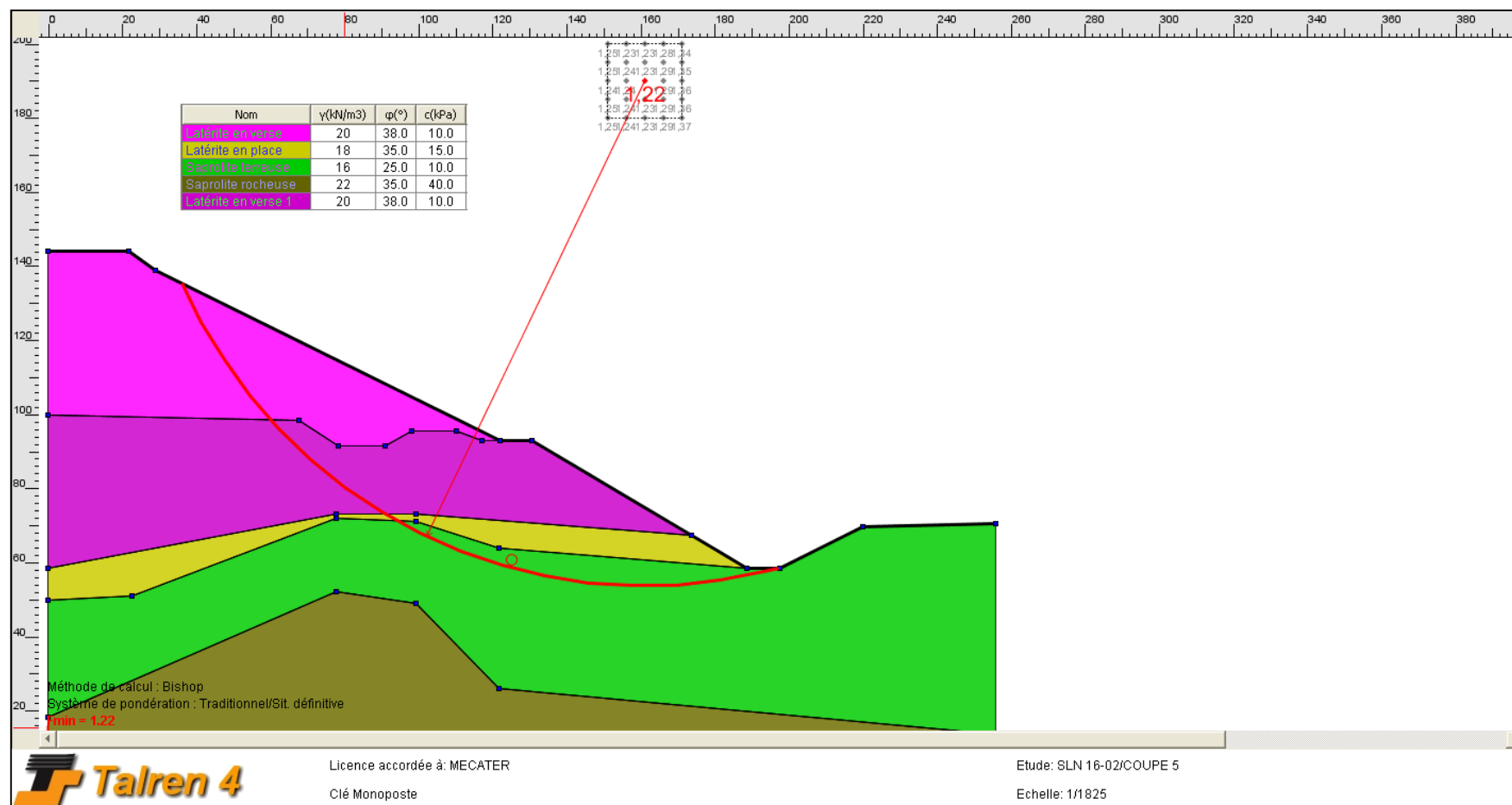
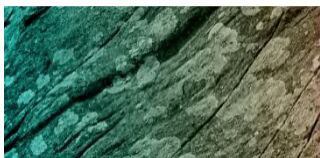


Figure - 39: Stabilité au glissement profond du talus Ouest de la verse suite à un séisme pesant de 0.08 g (Coupe N°5) (FS=1.22)

Annexe 05

Etude géotechnique verse Carrière 3
--



MISE A JOUR DU DISPOSITIF DE DRAINAGE DE LA VERSE CARRIERE 3

MINE DE THIO

Client : SLN



Réf: MECATER Ingénierie/SLN/08/GJ/C/2015

C	25/06/2015	<i>Mise à jour du dispositif de drainage de la verse</i>		
B	19/08/2012	<i>Modification du phasage d'exploitation</i>		
A	18/02/2011	<i>Création</i>		
Révision	Date	Objet de la modification		
		Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom et prénom				
Fonction		Ingénieur d'études	Coordinateur projets NC	Expert

MECATER Ingénierie SARL CA / 75 000 DT MF 101 5913 V/A/M/000 ;

Sise Avenue du Koweït, 8050 Hammamet TUNISIE

Tél. : 00 216 72 265 655 Fax : 00 216 72 283 279

Web : www.mecater.com

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
2	DESCRIPTION DU PROJET DE LA VERSE « CARRIERE 3 »	1
3	ETAT DES LIEUX DU SITE	3
4	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	4
4.1	Éléments méthodologiques	4
4.2	Estimation des débits de pointe au niveau des différents exutoires	5
5	JUSTIFICATION DU DISPOSITIF DU DRAINAGE	7
5.1	Principe de drainage de la verse	7
5.1.1	Mise hors d'eau du chantier de stockage	7
5.1.2	Gestion des eaux en cours de construction de la verse	7
•	Gestion des eaux en dessous de la cote 410	7
•	Gestion des eaux au-dessus de la cote 410	11
5.1.3	Dispositif de drainage en phase ultime	12
5.2	Présentation du dispositif de drainage	14
5.2.1	Dispositif de drainage interne	14
5.2.2	Canal périphérique	15
5.2.3	Caniveau aménagé au niveau de la piste frontale de la verse	15
5.2.4	Dispositif de sédimentation	16
5.3	Dimensionnement des ouvrages hydrauliques	16
5.3.1	Tapis drainant aménagé au fond de la fosse	16
5.3.2	Mèches	17
5.3.3	Canal périphérique et caniveau	19
5.3.4	Dispositif de sédimentation	19
5.3.5	Dimensionnement des évacuateurs de crues des bassins de sédimentation	21
6	DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PARTICULIERES	22
7	CONCLUSION	23

LISTE DES FIGURES

Figure N° 1 : Vue 3D de la verse « Carrière 3 » en phase ultime	2
Figure N° 2 : Carte géologique de la fosse « carrière 3 »	3
Figure N° 3 : Dispositif de drainage en dessous de la cote 357 NGNC	8
Figure N° 4 : Dispositif de drainage entre les cotes 357 et 380 NGNC	9
Figure N° 5 : Dispositif de drainage entre les cotes 380 et 388 NGNC	10
Figure N° 6 : Dispositif de drainage entre les cotes 388 et 410 NGNC	11
Figure N° 7 : Dispositif de drainage au-dessus de la cote 410 NGNC	12
Figure N° 8 : Dispositif de drainage en phase ultime	13
Figure N° 9 : Implantation du dispositif de drainage interne de la verse	14
Figure N° 10 : Coupe type du canal périphérique	15
Figure N° 11 : Coupe type du caniveau au niveau de la piste frontale	16
Figure N° 12 : coupe type des évacuateurs de crue	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 1 : Caractéristiques hydrologiques	6
Tableau N° 2 : Volume du tapis drainant	17
Tableau N° 3 : Caractéristiques des ouvrages de drainage interne de la verse	18
Tableau N° 4 : Dimensionnement du caniveau et du canal périphérique	19
Tableau N° 5 : Capacité du dispositif de sédimentation	20
Tableau N° 6 : Caractéristiques hydrologiques	21
Tableau N° 7 : Caractéristiques d'écoulement au-dessus des seuils pour une crue 1/100	22

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de l'exploitation du gisement « Carrière 3 » à Thio, il est prévu d'auto-comblir la fosse par des latérites sur une épaisseur maximale de 114 m.

La justification géotechnique de la verse a été élaborée en juillet 2012 (Réf : Mecater/SLN/14/GJ/B/2011-2012).

Suite au levé hydrogéologique de la fosse « carrière 3 » réalisée par Mica Environnement en novembre 2014, la SLN a mandaté MECATER Ingénierie pour mettre à jour le dispositif de drainage de la verse.

Nous présentons dans ce qui suit les plans de gestion des eaux et les nouvelles dimensions des ouvrages hydrauliques.

2 DESCRIPTION DU PROJET DE LA VERSE « CARRIERE 3 »

Le stockage des latérites sera réalisé à partir du fond de la fosse situé à la cote 321 NGNC et se poursuivra sur les talus rocheux sans ouverture à la topographie jusqu'à la cote 357 NGNC.

En phase ultime la verse offrira une capacité de stockage de l'ordre de 4.2 millions de m³. Le dénivelé maximal des talus libre de la verse sera de 78 m avec une pente intégratrice limitée à 27°.

En phase ultime, la verse présentera une seule plateforme sommitale calé à la cote 435 NGNC et cinq talus libres (CF. Figure N°1).

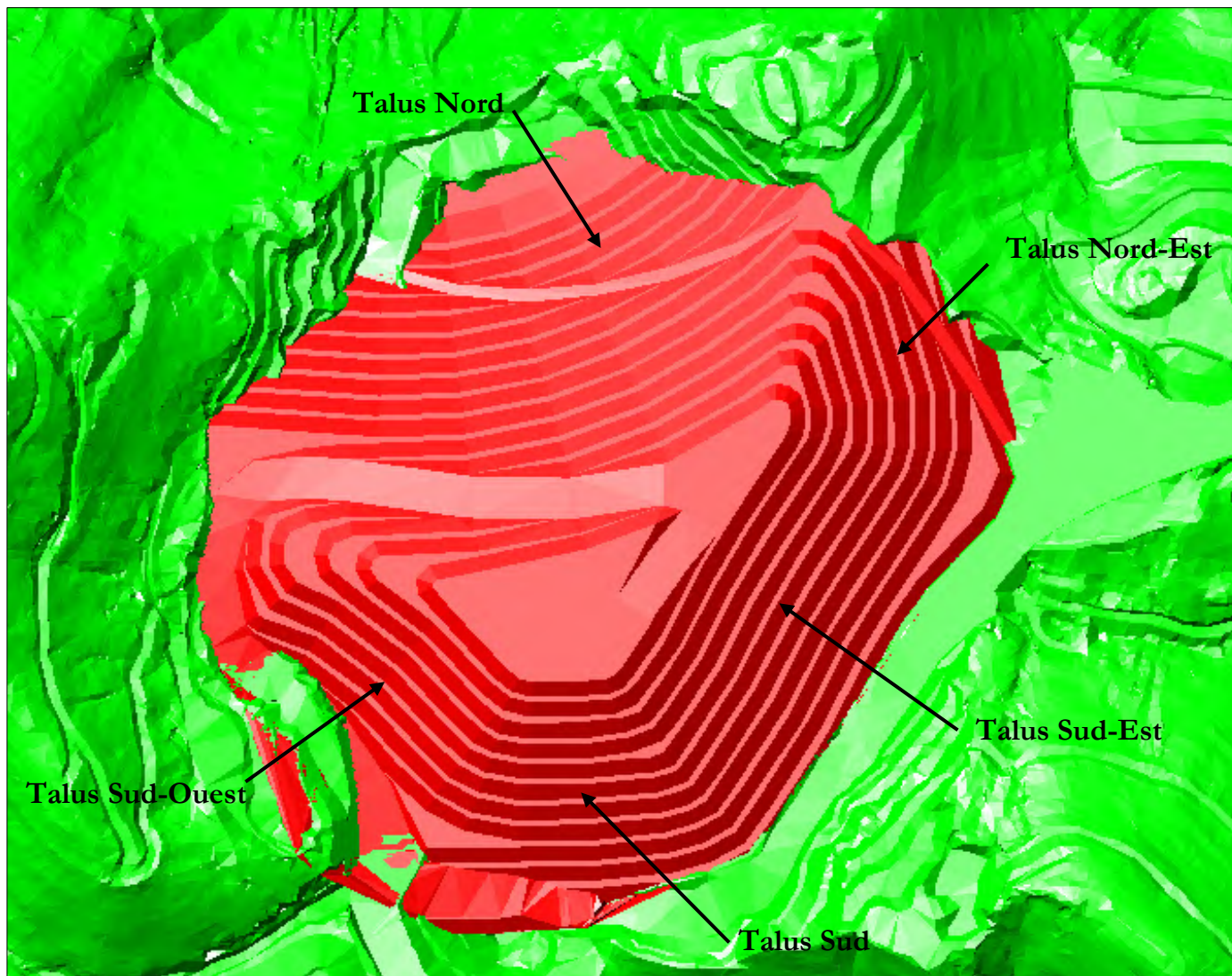


Figure N° 1 : Vue 3D de la verse « Carrière 3 » en phase ultime

3 ETAT DES LIEUX DU SITE

Avant le comblement de la fosse, un état des lieux a été effectué par Mica Environnement (Réf : 14.191). Cette cartographie montre:

- Le fond de fosse est majoritairement constitué par des péridotites.
- Une contribution souterraine à l'alimentation en eau du fond de fosse en période de crue. L'eau souterraine est majoritairement apportée par la brèche N20° qui passe sous la verse Douthio 2 et débouche au milieu de la carrière
- L'existence des pertes d'eau dans le canal passant au pied de la verse Douthio 2, une connexion avec le fond de fosse « carrière 3 » est probable.
- L'existence de sorties d'eaux sur le flanc naturel Nord entre les cotes 260 et 320 NGNC. Le cheminement de l'eau se fait par la brèche de direction N130 qui longe le flanc Est de la fosse.
- Un arrachement du versant Nord dû à de multiples résurgences temporaires alimentées par l'infiltration dans le fond de fosse Carrière 3.

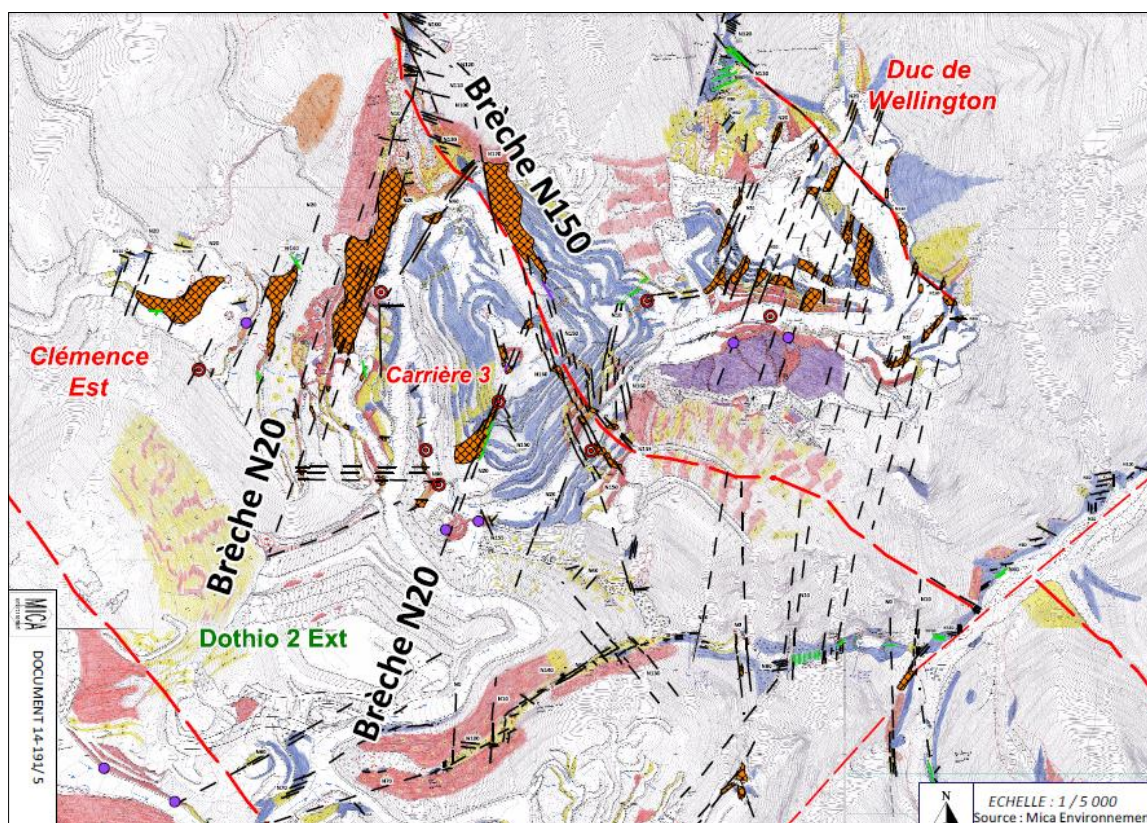


Figure N° 2 : Carte géologique de la fosse « carrière 3 »

A l'issue du relevé hydrogéologique, Mica environnement a recommandé de :

- Garder le principe d'infiltration des eaux en fond de la fosse conformément aux plans de gestion des eaux élaboré par Mecater ingénierie.

- Redimensionner le tapis drainant et la mèche N°2 en prenant en compte les apports d'eau souterraine.
- Limiter le bassin versant résiduel en aménageant un canal périphérique étanche à l'Ouest de l'emprise de la verse.
- Etanchéifier les bassins DDT02 et 3.
- Limiter le déversement des eaux de surface dans le versant Nord de Carrière 3.
- Supprimer la descente d'eau et diriger les eaux de la plateforme vers le creek situé au pied de la verse Douthio 2.
- Envoyer les eaux des talus de verse vers le creek situé au sud de la fosse Duc de Wellington.
- Créer une banquette drainante sur le flanc Nord de la verse afin de limiter le bassin versant Nord. Les eaux interceptées par cette banquette seront rejetées dans le bassin de sédimentation aménagé à l'Est de la verse.
- Créer des bassins de sédimentation dans le creek situé au pied de la verse Douthio 2.

Nous tenons à signaler que le contexte topographique en aval du bassin DDT03 est défavorable pour l'aménagement de nouveaux bassins. Ainsi, nous déconseillons la construction de nouveaux bassins et nous recommandons de mettre en conformité le bassin DDT03.

Par ailleurs, les débits des apports d'eau souterraine sont de l'ordre de quelques litres par seconde en période de crue. Ce débit est négligeable comparé au débit transitant par les mèches et le tapis à savoir quelques mètres cube par seconde.

Dans ce qui suit, nous allons évaluer la section du tapis drainant et de la mèche N°2 et adopter une majoration de 20% pour tenir compte des éventuels apports d'eau souterraine.

4 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

4.1 Éléments méthodologiques

Après la mise en place du canal périphérique à l'Ouest de la verse, le bassin versant a été réduit à l'impluvium de la fosse. Ainsi le débit évacué par les différents ouvrages a été réduit.

En se basant sur les courbes IDF de la station météo de Canala, nous avons estimé l'intensité des pluies pour des récurrences vingtennale et centennale.

Les débits de crue au niveau des exutoires sont calculés par la formule rationnelle.

La méthode CIA consiste à calculer le débit maximum à partir de l'intensité de pluie relative à une récurrence donnée. Elle se présente sous la forme :

$$Q = \frac{C.I.A}{3,6}$$

Avec :

- Q : Débit de pointe (m³/s) de période de retour T.
- A : Surface du bassin versant (km²).
- C : Coefficient de ruissellement relatif à la période de retour.
- I : Intensité de la pluie pour la période de retour T (mm).
- t_c : Temps de concentration du bassin versant naturel donné par la formule de Giandoti (min) :

$$t_c = \frac{1,5L + 4\sqrt{S}}{0,8\sqrt{H}}$$

t_c : Temps de concentration des eaux sur la plateforme de la verse donné par la formule :

$$t_c = \frac{L}{V}$$

Avec :

- L : Longueur du talweg principal (km).
- S : Surface du bassin versant (km²).
- H : Différence de l'altitude moyenne du bassin et celle de l'exutoire (m).
- V : Vitesse maximale des écoulements sur une plateforme inclinée à 4% (0,5 m/s).

4.2 Estimation des débits de pointe au niveau des différents exutoires

Au cours de la construction de la verse et avant d'atteindre la cote 410 NGNC, le drainage de la plateforme sommitale sera assuré par cinq mèches en enrochement aménagées sur les talus de la fosse. Les eaux collectées seront infiltrées dans le massif rocheux via le tapis drainant aménagée dans le fond de la fosse.

A partir de la cote 410 NGNC et en phase ultime, le drainage de la plateforme sommitale sera assuré par le caniveau aménagé sur la piste frontale de la verse.

Le débit de pointe collecté par les différents ouvrages de drainage de la verse est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 1 : Caractéristiques hydrologiques

Exutoires	Ouvrages dimensionnés	S BV	Tc	I20	Q20	I100	Q100	Débit spécifique
		(ha)	(min)	(mm/h)	(m³/s)	(mm/h)	(m³/s)	(m³/s/km²)
Canal périphérique (CF. Annexe, figure N°1)	Canal périphérique	4.69	15.84	116	1.51	135	1.77	37.73
Caniveau (CF. Annexe, figure N°2)	Caniveau	5.19	43.49	91	1.31	117	1.68	32.37
Mèches 1, 2, 3, 4, 5 et le tapis drainant (CF. Annexe, figure N°3)	Mèches 1, 5 et le tapis drainant	12.84	17.85	113	4.03	133	4.46	34.74
Mèches 2, 3, et 4 (CF. Annexe, figure N°4)	Mèches 2 et 4	9.97	22.35	107	2.96	129	3.57	35.8
Mèche 3 (CF. Annexe, figure N°5)	Mèche 3	8.87	24.22	104	2.58	127	3.14	35.4

5 JUSTIFICATION DU DISPOSITIF DU DRAINAGE

5.1 Principe de drainage de la verse

5.1.1 Mise hors d'eau du chantier de stockage

Au cours des travaux de comblement de la fosse et en phase ultime, les eaux de ruissellement provenant du bassin versant résiduel seront interceptées par un canal périphérique étanche aménagé en amont du talus Ouest de la verse.

Les eaux collectées par le canal seront acheminées vers le bassin de sédimentation DDT03 sans transiter par l'ouvrage DDT02. En effet, le bassin de sédimentation DDT02 est un ouvrage vulnérable.

5.1.2 Gestion des eaux en cours de construction de la verse

- Gestion des eaux en dessous de la cote 410

Le stockage des latérites débutera en fond de la fosse situé à la cote 321 NGNC et se poursuivra contre les talus de la fosse.

L'exhaure des eaux de surface se fera par infiltration à travers le fond rocheux fracturé de la carrière. Pour ce faire, un tapis drainant en enrochements sera aménagé au fond de la fosse.

L'acheminement des eaux de ruissellement vers ce tapis sera assuré par 5 mèches en enrochements placées contre les talus de la fosse. (Cf. Figure N°3)

Au fur et à mesure du rehaussement de la plateforme, certaines mèches seront fermées.

Ainsi, à la cote 357, la mèche N°5 sera fermée. Le drainage de la plateforme sera assuré par les mèches N°1, 2, 3 et 4 (CF. Figure N°4).

Par ailleurs, à partir de la cote 380, la mèche N°1 sera fermée. Le drainage de la plateforme sera assuré par les mèches N°2, 3 et 4 (CF. Figure N°5).

A partir de la cote 388 et jusqu'à la cote 410, seule la mèche N°3 sera fonctionnelle (CF. Figure N°6).

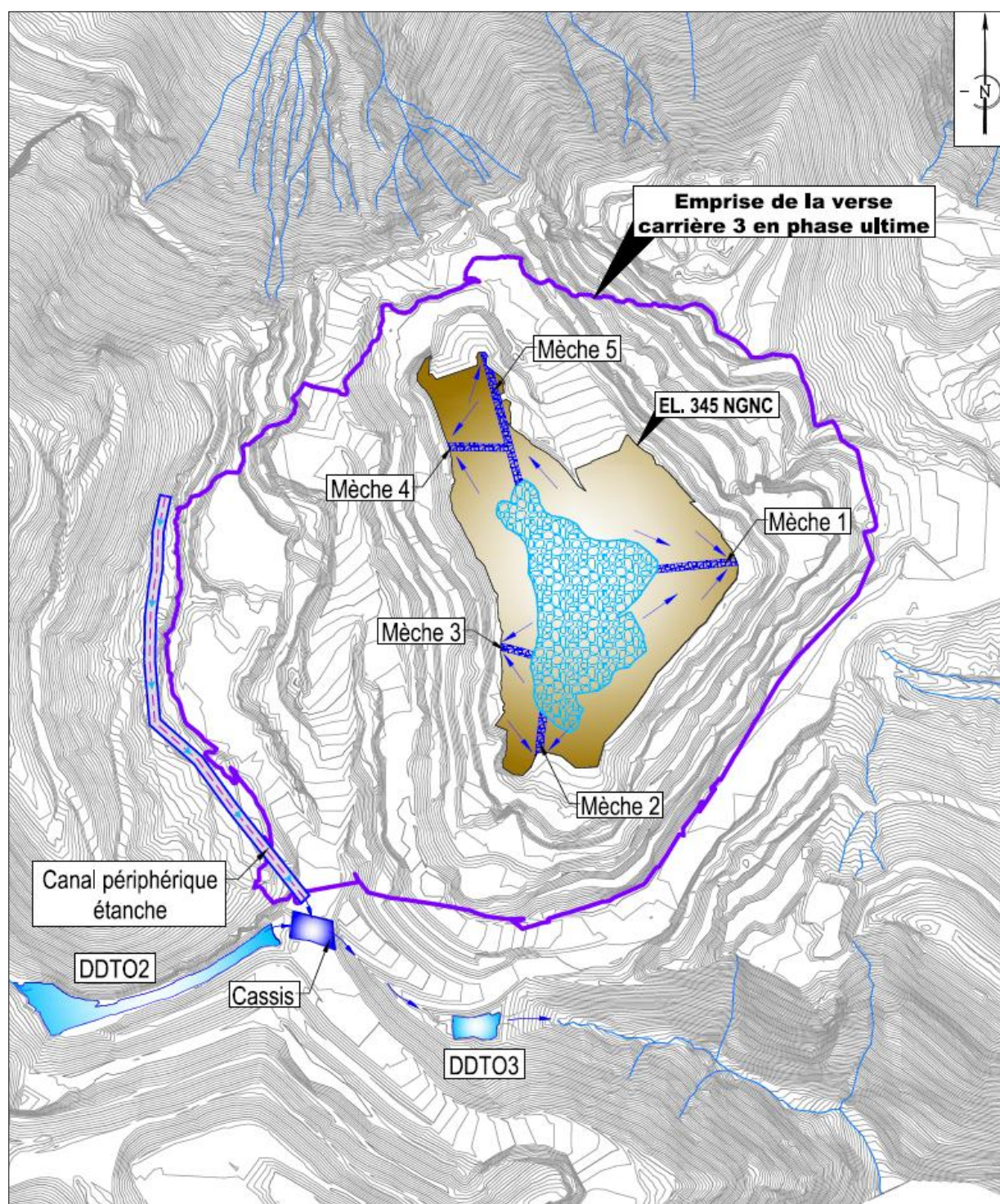


Figure N° 3 : Dispositif de drainage en dessous de la cote 357 NGNC

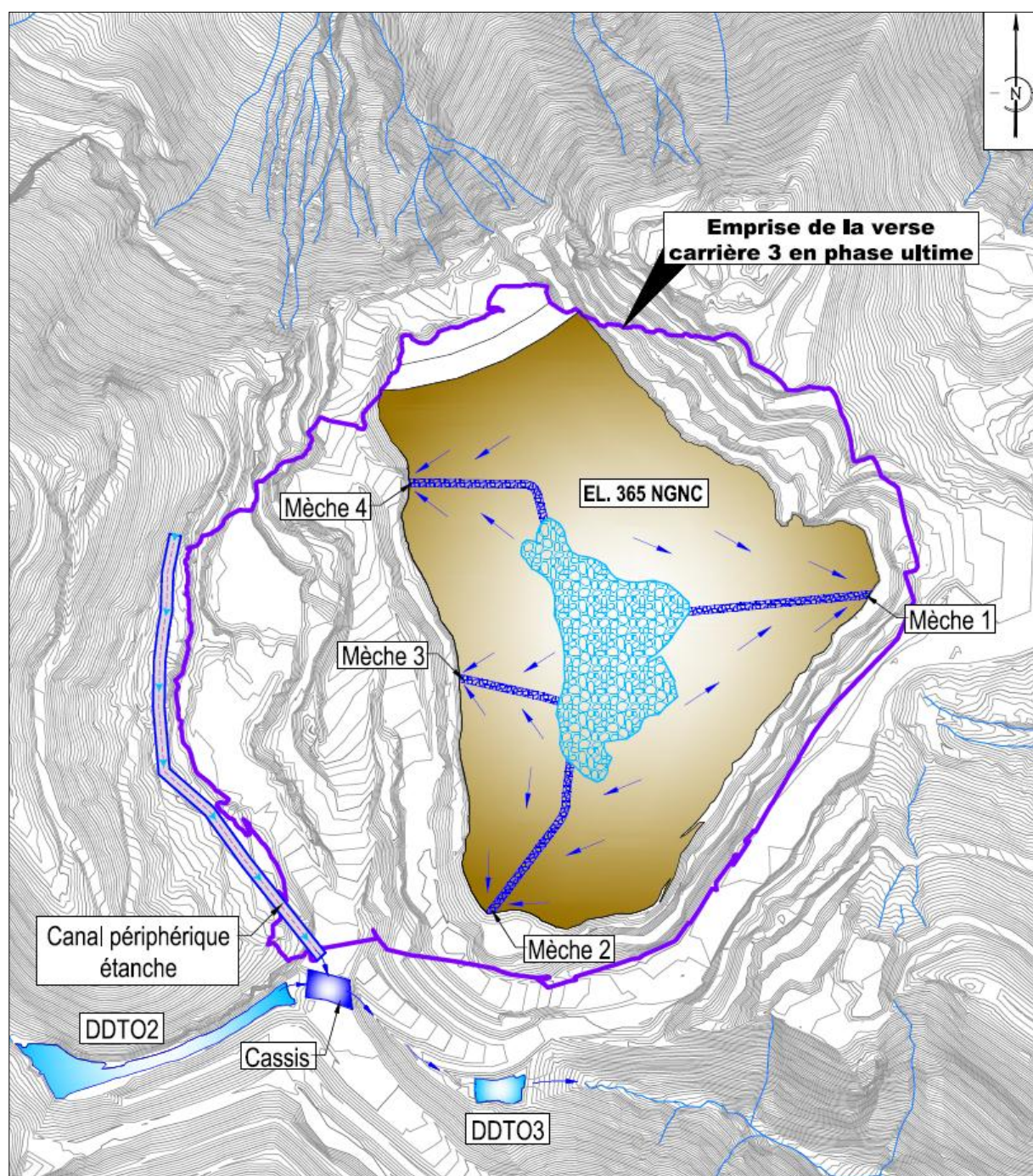


Figure N° 4 : Dispositif de drainage entre les cotes 357 et 380 NGNC

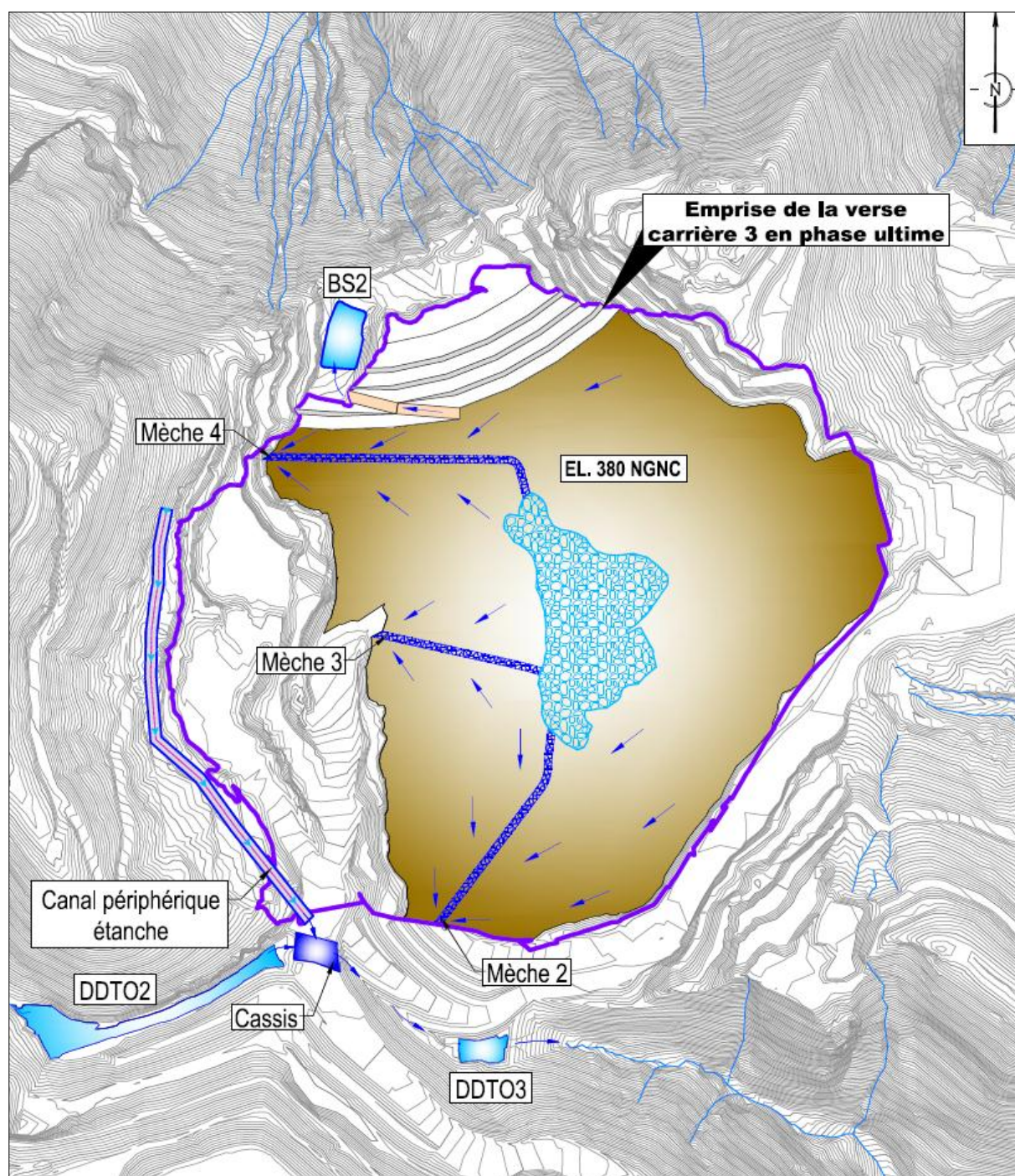


Figure N° 5 : Dispositif de drainage entre les cotes 380 et 388 NGNC

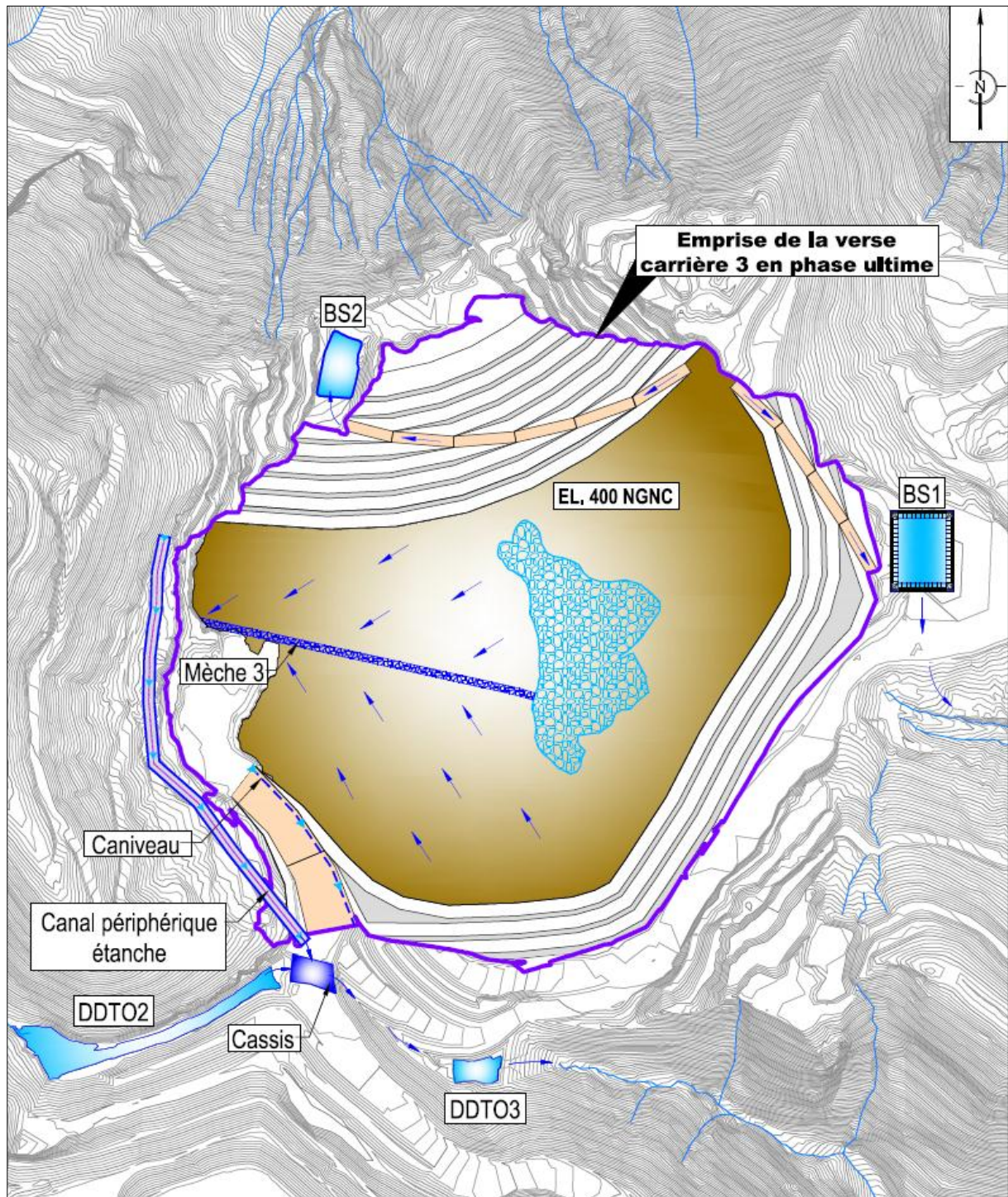


Figure N° 6 : Dispositif de drainage entre les cotes 388 et 410 NGNC

- Gestion des eaux au-dessus de la cote 410

La mèche N°3 sera mise hors d'eau et fermée par un bouchon de latérites.

La gestion des eaux de ruissellement sera réalisée en surface moyennant la piste frontale de la verse (CF. Figure N°7).

Ainsi, la plateforme sommitale de la verse sera inclinée vers le caniveau aménagé sur la piste frontale de la verse. Les eaux collectées par le caniveau seront rejetées dans le bassin de sédimentation DDT03 aménagé au pied de la verse.

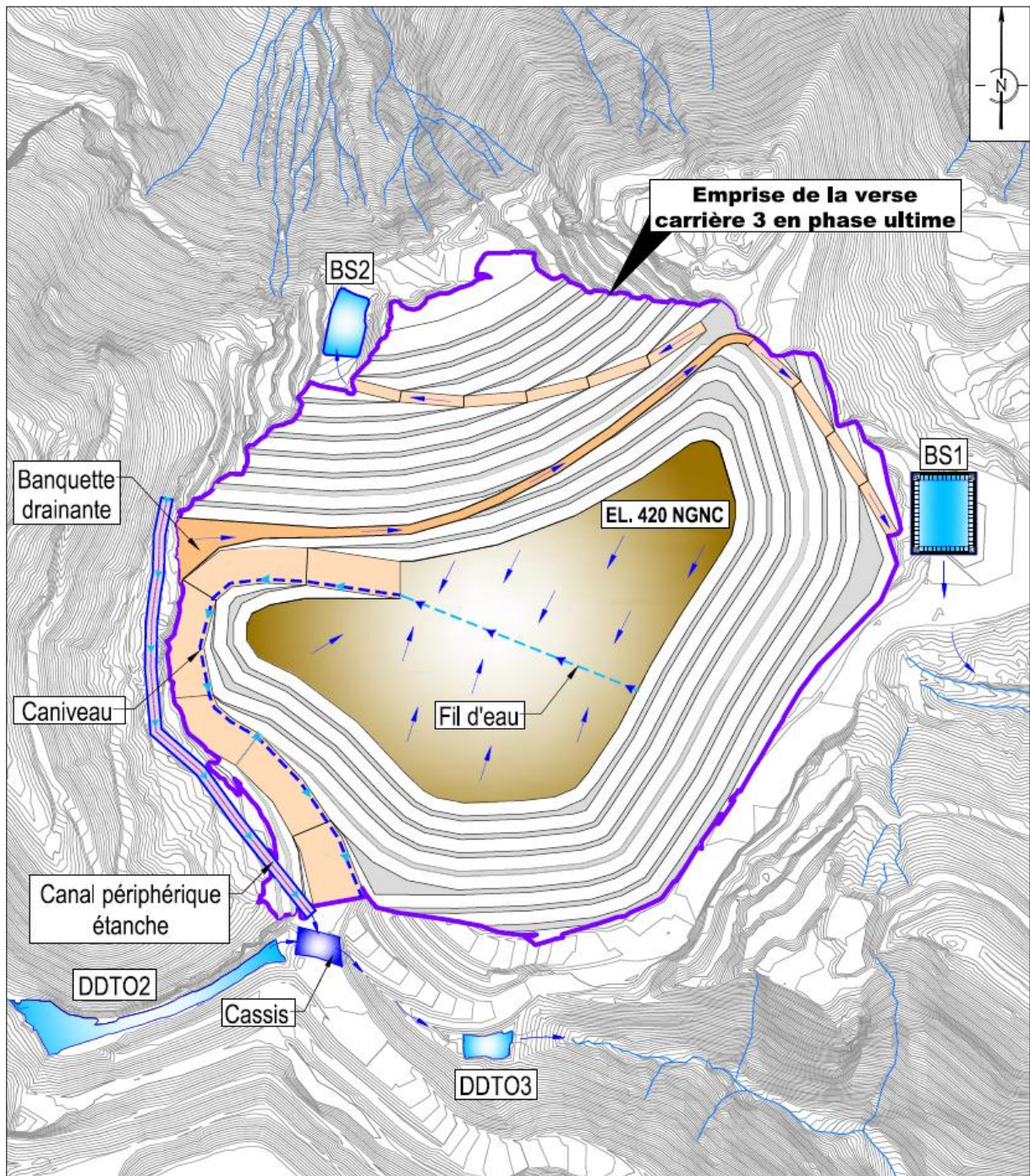


Figure N° 7 : Dispositif de drainage au-dessus de la cote 410 NGNC

5.1.3 Dispositif de drainage en phase ultime

En phase ultime, le drainage de la versée se fera comme suit (CF. Figure N°8). :

- Les eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale ultime seront collectées par le caniveau aménagé au niveau de la piste frontale. Les eaux seront décantées dans le bassin de sédimentation DDTO3.
- Les eaux de ruissellement sur la partie basse du flanc Nord de la verse seront interceptées par la piste frontale puis évacuées vers le bassin de sédimentation BS2.
- Les eaux de ruissellement sur la partie haute du flanc Nord de la verse seront interceptées par la banquette drainante puis évacuées vers le bassin de sédimentation BS1.

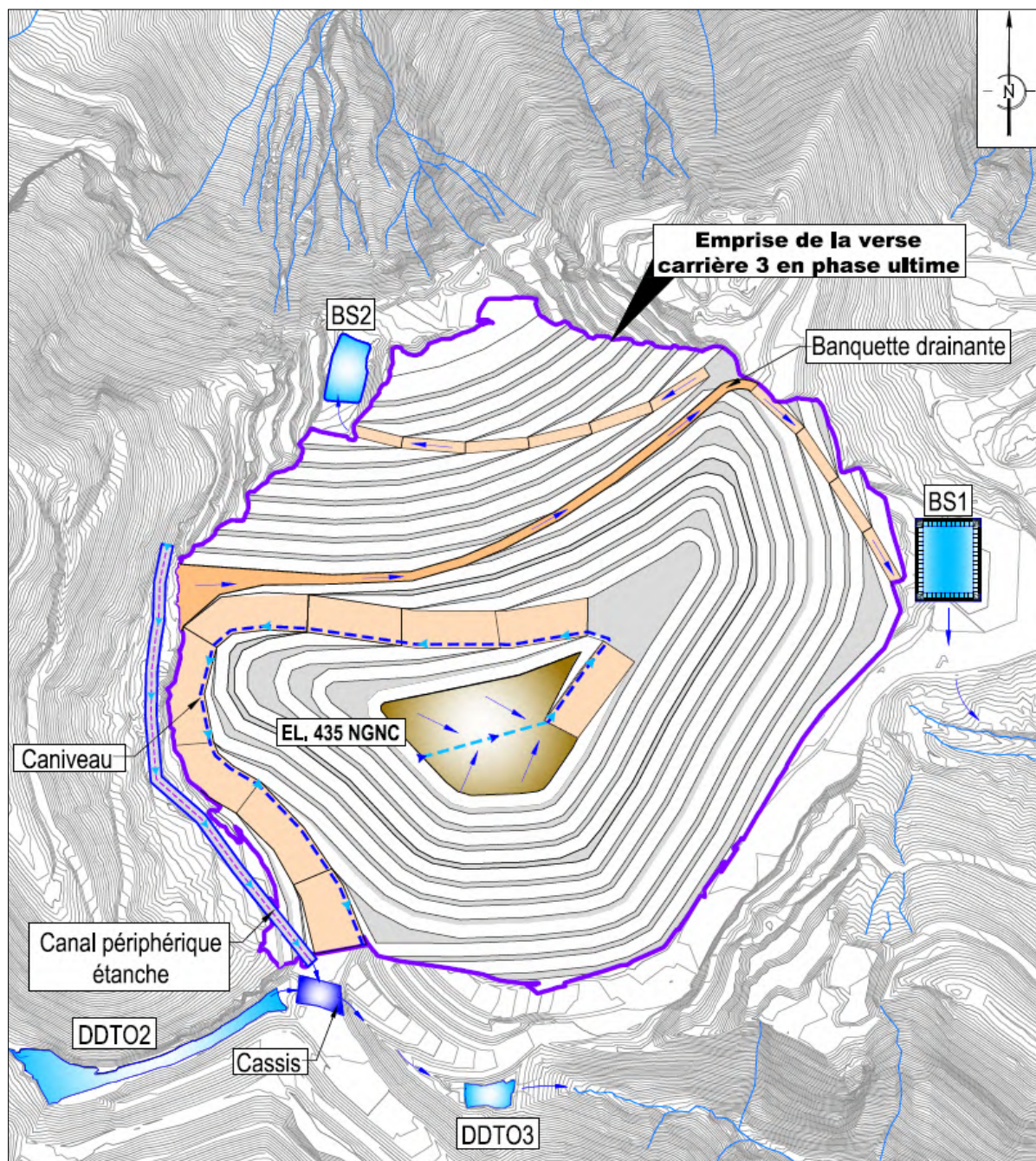


Figure N° 8 : Dispositif de drainage en phase ultime

5.2 Présentation du dispositif de drainage

5.2.1 Dispositif de drainage interne

Au cours de la construction de la verse « carrière 3 », le drainage de la plateforme sommitale sera assuré par cinq mèches en enrochement aménagées contre les parois de la fosse.

Les eaux collectées par les mèches seront infiltrées dans le massif rocheux via le tapis drainant aménagé dans le fond de la fosse (CF. Figure N°9).

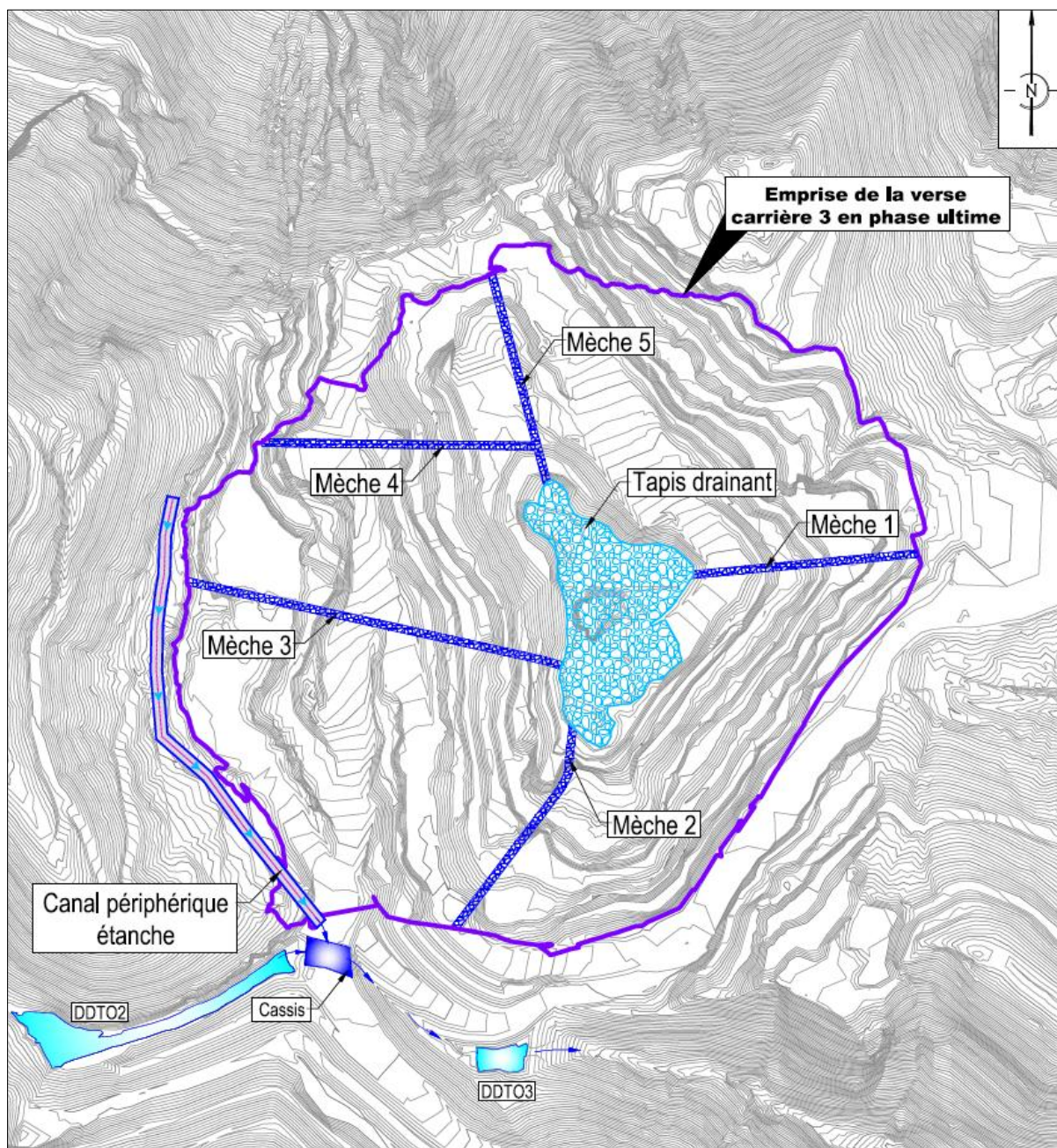


Figure N° 9 : Implantation du dispositif de drainage interne de la verse

5.2.2 Canal périphérique

Afin de réduire le bassin versant résiduel, un canal de mise hors d'eau sera aménagé avant le démarrage du comblement de la fosse.

Les eaux collectées par le canal seront acheminées vers le bassin de sédimentation DDTO3 aménagé au pied de la verse puis rejeté dans le creek Wellington.

Le canal trapézoïdal (1V/1.5H) fera 2 m de largeur à la base sur 1 m de profondeur et sera revêtu en enrochements ϕ 100 à 200 mm sur une épaisseur minimale de 50 cm (CF. Figure N°10).

Afin d'éviter les infiltrations, le canal sera étanchéifié par une couche de latérites compactées.

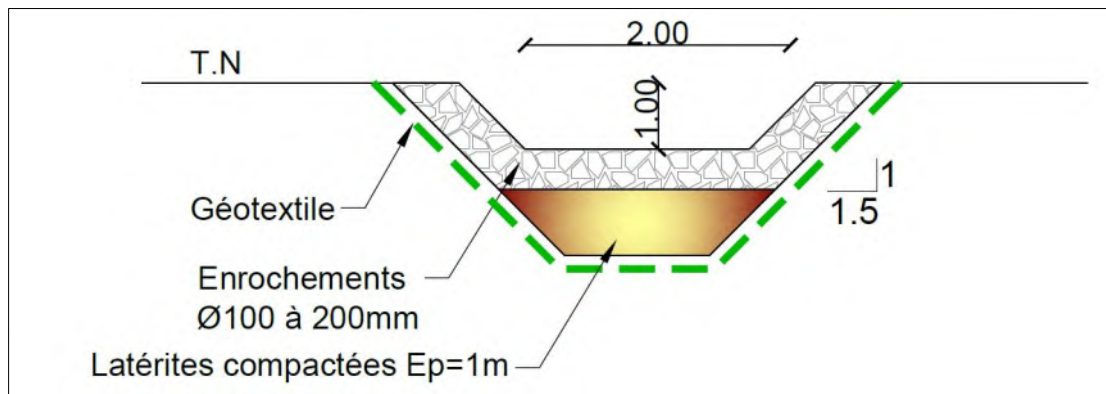


Figure N° 10 : Coupe type du canal périphérique

5.2.3 Caniveau aménagé au niveau de la piste frontale de la verse

A partir de la cote 410 NGNC et en phase ultime, le drainage de la plateforme sera assuré par le caniveau aménagé au niveau la piste frontale de la verse.

Les eaux collectées par le caniveau seront rejetées dans le bassin de sédimentation DDTO3 puis dans le creek wellington.

Ce caniveau trapézoïdal (1V/1H) fera 1 m de largeur à la base sur 1 m de profondeur et sera revêtu en enrochements ϕ 100 à 200 mm sur une épaisseur minimale de 50 cm (CF. Figure N°11).

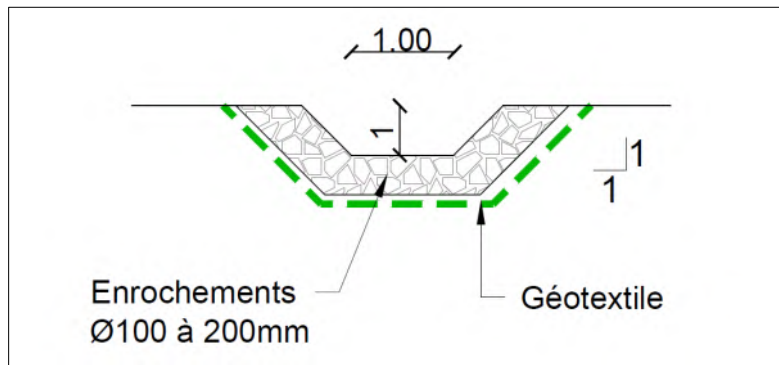


Figure N° 11 : Coupe type du caniveau au niveau de la piste frontale

5.2.4 Dispositif de sédimentation

Durant la construction de la verse « Carrière 3 » ainsi qu'en phase ultime, la décantation des eaux chargées en provenance de la plateforme sommitale et des talus libres de la verse se fera comme suit :

- En dessous de la cote 410 NGNC, les eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale seront envoyées vers le fond de la fosse où elles s'infiltreront dans le massif rocheux. Dans cette configuration, les talwegs limitrophes ne recevront que les eaux qui ruissellent sur les talus de la verse qui seront recouverts par une carapace en engrochements.
- A partir de la cote 370 NGNC, les eaux ruisselant sur les banquettes drainantes du flanc Nord seront interceptées par la piste frontale Nord et rejetées dans le bassin de sédimentation BS2 projeté au pied de la verse.
- A partir de la cote 400 NGNC, les eaux ruisselant sur la partie supérieure du flanc Nord seront interceptées par la banquette drainante et rejetées dans le bassin de sédimentation BS1 projeté au pied de la verse.
- A partir de la cote 410 NGNC les eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale seront décantées dans le bassin de sédimentation DDT03 aménagé au pied de la verse.

5.3 Dimensionnement des ouvrages hydrauliques

5.3.1 Tapis drainant aménagé au fond de la fosse

En dessous de la cote 410 NGNC, les eaux de ruissellement provenant de la plateforme sommitale seront envoyées vers un tapis en engrochements placé au fond de la fosse. Ce tapis permettra d'écarter les eaux emmagasinées et de favoriser leur infiltration dans le massif rocheux.

En appliquant la théorie de l'hydrogramme unitaire, le volume d'eau généré par une crue de récurrence vingtennale peut être déterminé par la relation suivante :

$$V = 1800. t_b. Q_{20}$$

Avec :

- t_b : temps de base de la crue en heures ($t_b=4 \times$ temps de concentration)
- Q_{20} : débit de crue vingtennale (m^3/s)
- V : volume de la crue (m^3)

En tenant compte d'une porosité (P) dans les enrochements proche de 30 %, l'épaisseur théorique (E_p) d'un réservoir d'infiltration rempli d'enrochements est égale à :

$$E_p = \frac{V}{P \times S}$$

Avec :

- E_p : Epaisseur du réservoir d'infiltration ;
- V : Volume de la crue vingtennale (m^3) ;
- P : Porosité des enrochements ;
- S : Superficie du fond de la fosse (m^2).

Tableau N° 2 : Volume du tapis drainant

Tc (min)	Q_{20} (m^3/s)	Volume de la crue (m^3)	Volume du tapis drainant (m^3)
17.85	4.03	8 632	28 774

Afin de tenir compte des éventuels apports d'eau souterraine, la section du tapis sera majorée de 20%. Ainsi, le tapis drainant fera $35\,000\,m^3$ et permettra d'écarter un débit supplémentaire de $900\,l/s$.

Etant donné que les apports d'eau souterraine sont généralement de l'ordre de quelques litres par seconde, nous estimons que la nouvelle section du tapis permettra de transiter les sous écoulements avec une marge de sécurité suffisante.

5.3.2 Mèches

L'acheminement des eaux vers le tapis drainant sera assuré par cinq mèches en enrochement aménagées contre les talus de la fosse (CF. Figure N°9).

En appliquant la formule de Stephenson « 1979 », la section minimale S de la mèche est égale à :

$$S \geq Q \left(\frac{K_{st}}{gdn^2} \right)^{\frac{1}{2}} i^{-\frac{1}{2}}$$