

Note technique

Etude de faisabilité du remblai Est

Reconstruction des hôpitaux de Tarbes- Lourdes

LANNE (65)

Affaire 3313104 - Octobre 2025



CENTRE HOSPITALIER DE TARBES-LOURDES

Boulevard de Lattre de Tassigny

B.P 1330

65013 TARBES Cedex 9

CLIENT

NOM	Centre Hospitalier de Tarbes - Lourdes
ADRESSE	Boulevard de Lattre de Tassigny, B. P. 1330, 65013 TARBES CEDEX 9
INTERLOCUTEUR	M. SABATIER – Directeur adjoint, – CH Tarbes-Lourdes M. GABASTOU – Directeur adjoint, – CH Tarbes-Lourdes M. HEINS – Direction des Travaux – CH Tarbes-Lourdes M. LEMAITRE – Direction technique de Projet AMO – A2MO M. PICOT – Chargé d'affaires - OTÉIS

ECR ENVIRONNEMENT

AGENCE	Bordeaux
ADRESSE	Parc d'activités du Courneau 3 avenue de Guitayne 35 520 LA CHAPELLE-DES-FOUGERETZ
TELEPHONE	05 57 26 79 79
MAIL	bordeaux@ecr-environnement.com

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
22/10/2025	01		L. PÉRÉ	P. GANDILHON



SOMMAIRE

1.	PRESENTATION	3
1.1.	OBJET DE LA MISSION	3
1.2.	VERIFICATION A MENER	3
1.3.	DOCUMENTS REMIS POUR L'ETUDE.....	3
1.4.	PRESENTATION DU PROJET	4
2.	CHOIX DES DONNEES D'ENTREE.....	8
2.1.	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	8
2.2.	CONTEXTE STRUCTURAL.....	13
2.3.	PRINCIPE RETENU	13
2.4.	LE MODELE DE CALCUL	14
2.5.	GEOMETRIE ET PHASAGE DU REMBLAI	17
3.	ANALYSE DES CONDITIONS DE STABILITE DES REMBLAIS	20
3.1.	EVALUATION DES TASSEMENTS	20
	STABILITE AU POINÇONNEMENT	25
3.2.	25	
3.3.	STABILITE AU GLISSEMENT	28
4.	CONCLUSION GENERALE	38
4.1.	MODELE GEOTECHNIQUE	38
4.2.	PRINCIPE RETENU	39
4.3.	ANALYSES VIS-A-VIS DE LA STABILITE	39
4.4.	SUIVI ET AUSCULTATION	40
	CONDITIONS PARTICULIÈRES	42

ANNEXES

- ✓ EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 (2 PAGES)
- ✓ TALREN – COUPE 1 (40 PAGES)
- ✓ TALREN – COUPE 2 (22 PAGES)
- ✓ TALREN – COUPE 3 (28 PAGES)
- ✓ TALREN – COUPE 4 (32 PAGES)



1. PRESENTATION

1.1. Objet de la mission

Cette étude a été réalisée par la société **ECR ENVIRONNEMENT**, à la demande et pour le compte du **Centre Hospitalier de Tarbes-Lourdes**. Elle s'inscrit dans une mission globale type G2 PRO suivant la classification des missions d'ingénierie géotechnique établie en novembre 2013 (extrait de la norme NF P 94-500 présentée en annexe).

L'objectif de cette note est de définir l'approche méthodologique pour la conduite des études sur la stabilité du remblai Est et d'évaluer la faisabilité des géométries projetées ainsi que les méthodes de calculs permettant de produire les justifications requises.

1.2. Vérification à mener

Pour le remblai Est, les vérifications doivent porter sur les points suivants :

- Contrôle des tassements des sols d'assises et des temps de consolidation ;
- Stabilité vis-à-vis du poinçonnement des sols d'assises lors de l'édification des ouvrages ;
- Stabilité des pentes de remblais à la rupture circulaire par glissement à court terme, à long terme et en prenant compte le risque sismique.

Pour le risque sismique, l'ouvrage provisoire, sera concomitant avec la construction de l'hôpital et par conséquent, il a été considéré comme faisant parti de la même catégorie d'importance (IV) que ce dernier. Cette classification devra être confirmée ou non dans le cadre des études finales afin d'évaluer la pertinence d'une analyse de la stabilité de l'ouvrage sous sollicitations sismiques.

1.3. Documents remis pour l'étude

Préalablement à la réalisation de cette note spécifique au remblai Est, il nous a été fourni les documents suivants :

- PLAN MOUVEMENT TERRES PHASAGE POSSIBLE.
- GH TL APD Stockage 50k Est Coupe 1 ;
- GH TL APD Stockage 50k Est Coupe 2 ;
- GH TL APD Stockage 50k merlon temporaire Coupe 3 ;
- GH TL APD Stockage 50k merlon temporaire Coupe 4.



Le projet a également fait l'objet d'études antérieures et utilisées dans le cadre de cette note :

- Rapport d'étude géotechnique G1-PGC n° RP21. 560.M du 15 octobre 2021 établi par INGÉSOL + Note technique complémentaire du 3 janvier 2022 sur agressivité eau et suivi piézométrique ;
- Etude 6411126 G2 AVP – ind 3 – ECR ENVIRONNEMENT - 27/02/2025 ;
- Campagne géophysique complémentaire 6411425 – Remblais Ouest - indice 01 – ECR ENVIRONNEMENT - 31/01/2025 ;
- Etude 6411680 G2 AVP/PRO – ind 1 – ECR ENVIRONNEMENT - 11/09/2025 ;
- Etude 3513815 - Note faisabilité Remblai Ouest - indice V2 – 16/09/2025.

1.4. Présentation du projet

Dans le cadre de la reconstruction des hôpitaux de Tarbes-Lourdes, un merlon anti-bruit est prévu au niveau des parcelles Est du projet. Il s'agira d'un ouvrage provisoire en service pendant la phase de construction de l'hôpital. A ce stade, il est prévu que l'ouvrage soit constitué de terres extraites du site mises en œuvre en remblais par couches successives sur le profil topographique proche du profil actuel. Deux configurations de remblais sont en cours d'étude :

- **Configuration A : coupes 1 et 2** - merlon avec une épaisseur croissante vers le sud et l'Est pour atteindre environ 11 m de hauteur par rapport au terrain naturel avec une pente des talus Sud et Est d'environ 3 distances horizontale et 1 de distance verticale.



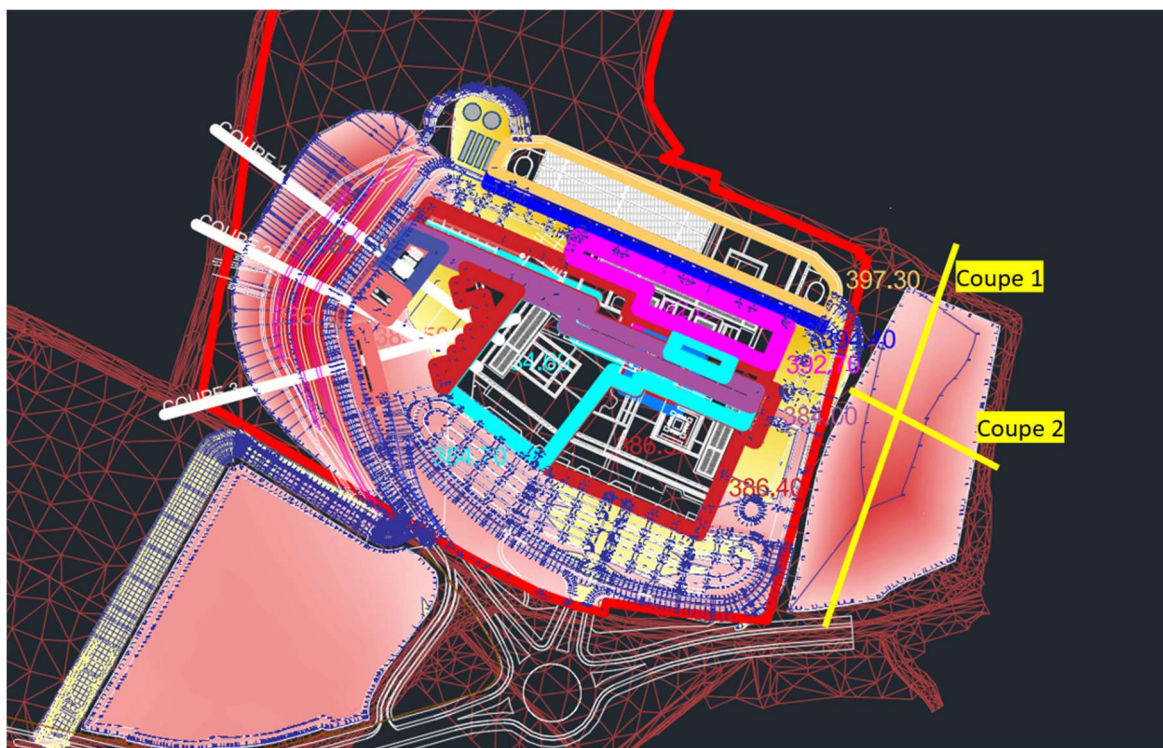


Figure 1 : plan de masse du projet de merlon anti-bruit selon la configuration A

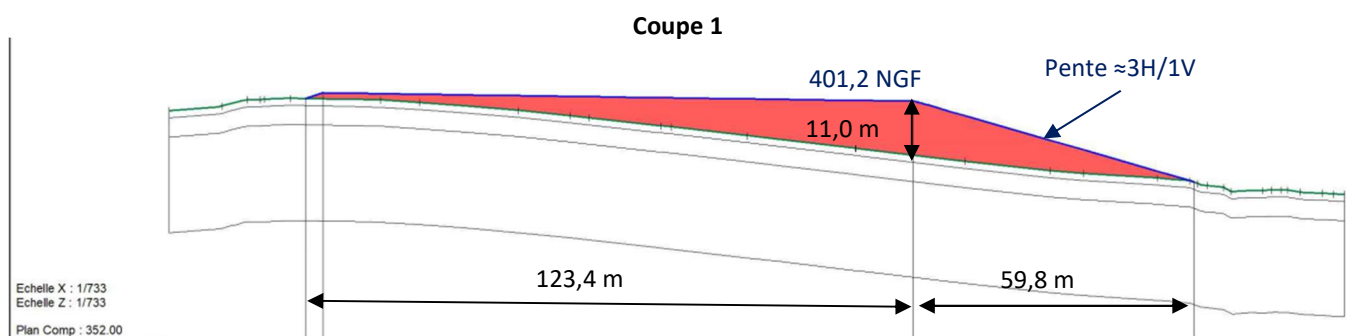
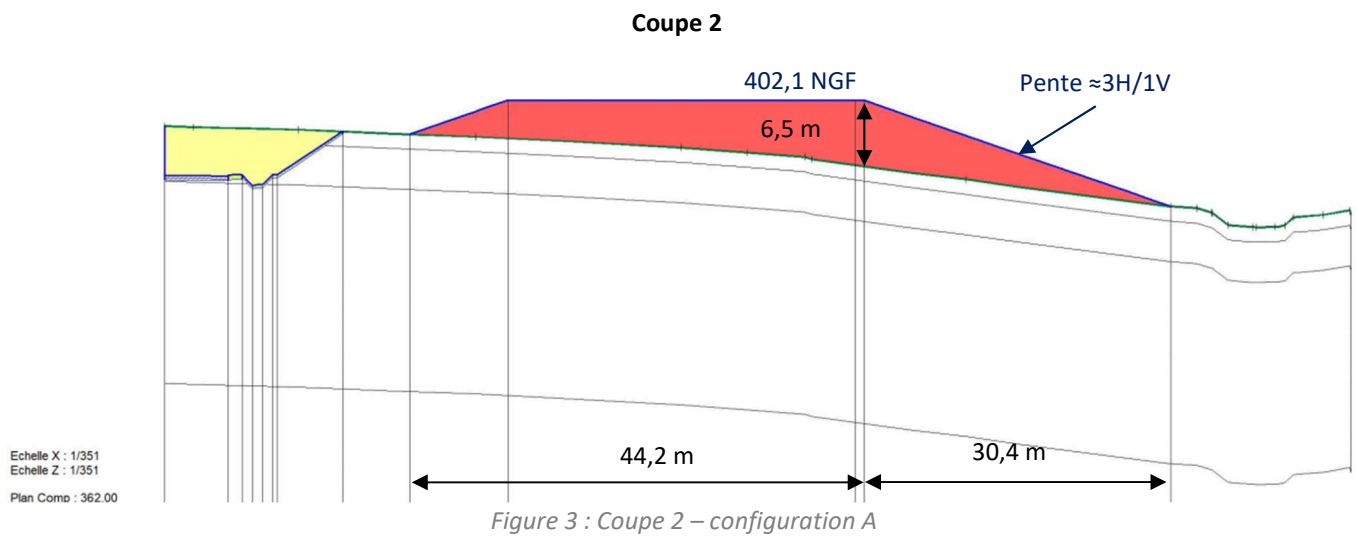


Figure 2 : Coupe 1 – configuration A



Configuration B : coupes 3 et 4 - Remblais avec une épaisseur uniforme d'environ 7 à 8 m avec des pentes de talus proche 3 distance horizontale pour 2 distances verticales.

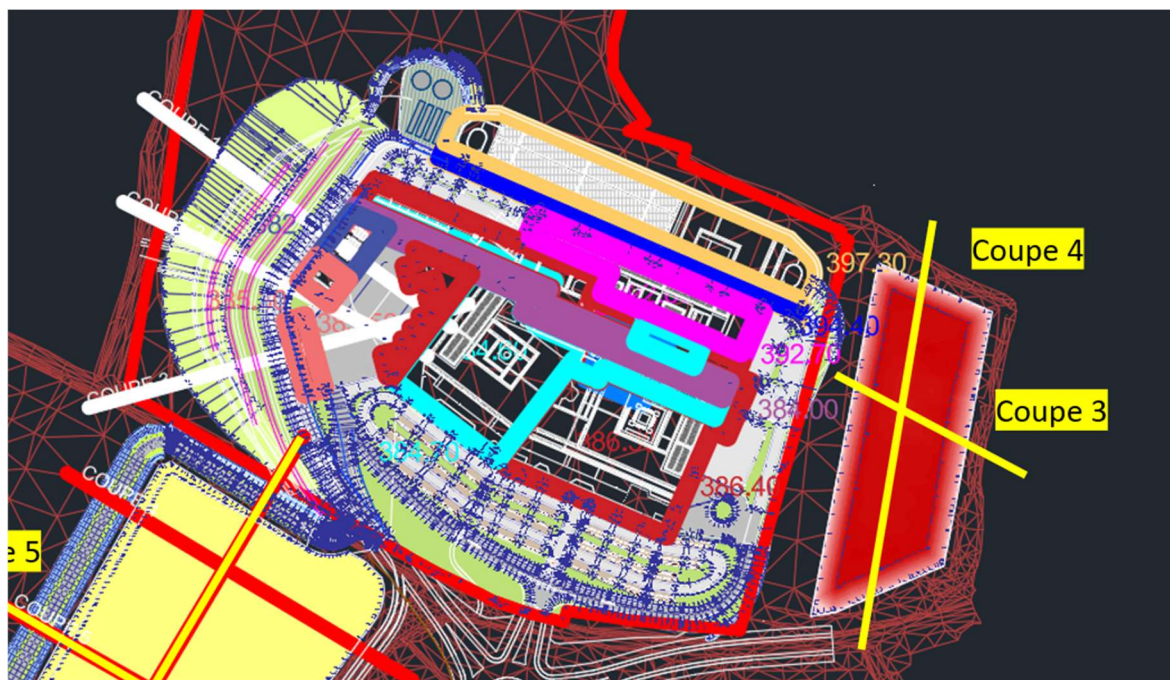


Figure 4 : plan de masse du projet de merlon anti-bruit selon la configuration B

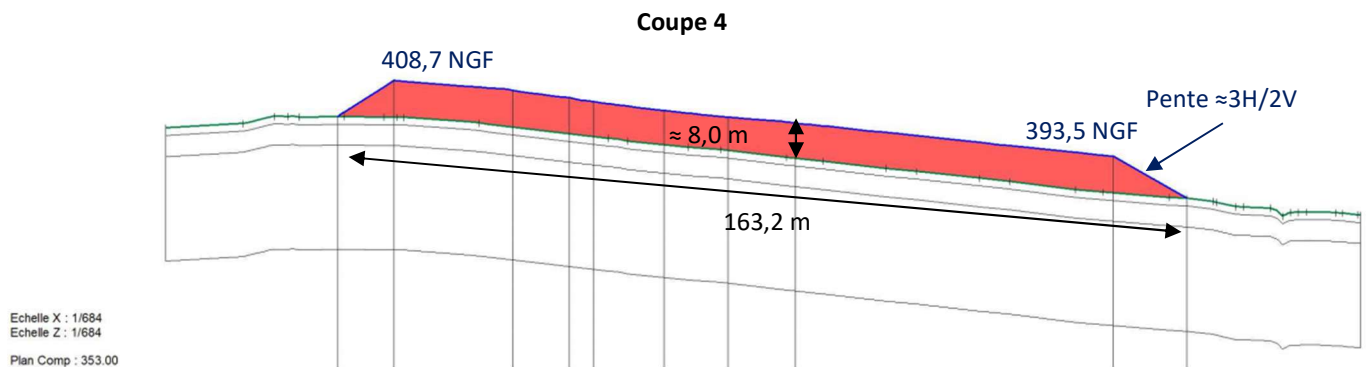


Figure 5 : Coupe 4 – configuration B

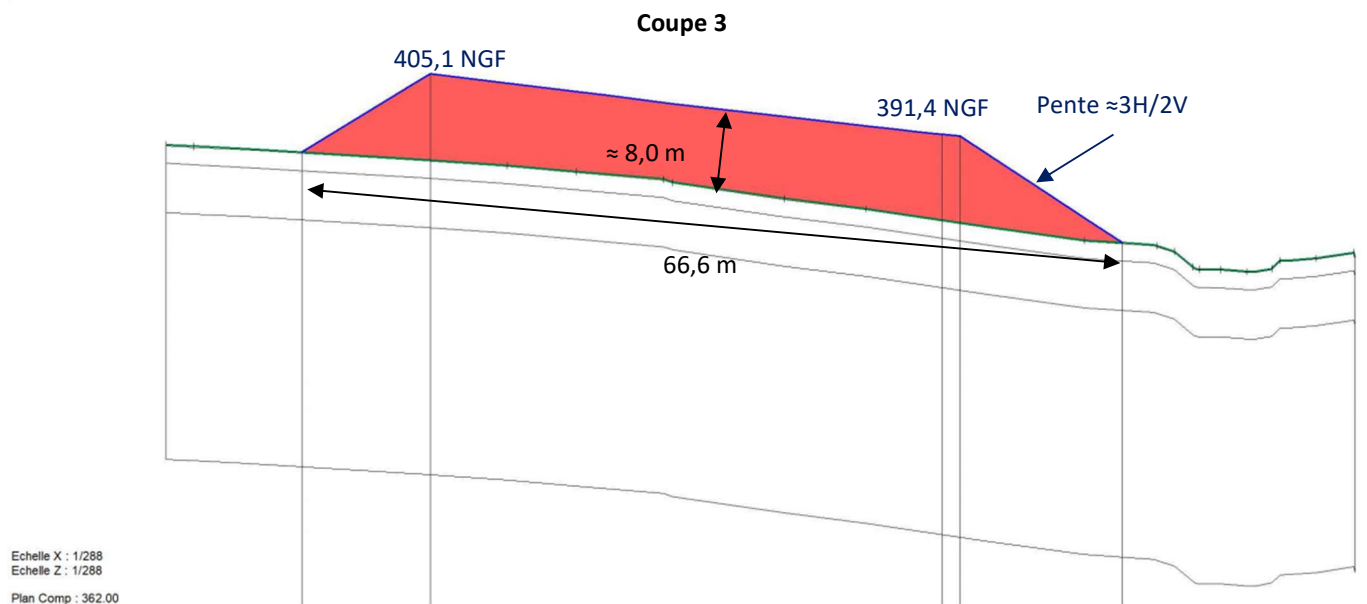


Figure 6 : Coupe 3 – configuration B

A ce stade des études, les matériaux constituant des remblais ne sont pas connus mais il est fortement envisagé la réutilisation de matériaux U3 : Flychs ardoisiers disponibles lors des opérations d'excavation sur d'autres localisations du projet. L'analyse de la réutilisation de ces matériaux fera l'objet d'une étude distincte.

Dans cette étude de faisabilité, le remblai est considéré comme de bonne qualité géotechniquement, frottant, drainant et compacté selon la règle de l'art.



2. CHOIX DES DONNEES D'ENTREE

2.1. Contexte géologique et hydrogéologique

Les parcelles du remblai Est n'ont pas fait l'objet de reconnaissances *in situ*. Cette étude se base donc sur l'analyse de la carte géologique du BRGM de BAGNERES-DE-BIGORRE au 1/50 000 ème confrontée aux résultats des campagnes d'investigations géologiques et géophysiques réalisées sur les parcelles Ouest voisines. Les hypothèses géologiques et géotechniques prises en compte devront impérativement faire l'objet d'une vérification par des reconnaissances *in situ*.

➤ Géologie

L'emprise des parcelles Est se situe donc au droit de deux formations géologiques :

- Fx1 : Galets, graviers, sables des terrasses de l'Aéroport d'Ossun et de Baudéan-Bagnères -Horgues :

Les sondages BSS du secteur (BSS002LHTF, BSS002LHTG, BSS002LHR), réalisés au droit de la formation, mentionnent des terrains argileux et sableux pouvant contenir des cailloutis voire des galets. Les profondeurs de ces alluvions sont variables selon les positions de ces sondages. On notera qu'au droit du sondage BSS002LHTF, la formation de recouvrement sur le substratum atteint environ 2,5 m tandis que pour les sondages BSS002LHTG et BSS002LHR, les matériaux interprétés comme étant des alluvions sont observés jusqu'à 5,0 à 10,0 m de profondeur environ.

Les sondages PM4, PM5 et PM6 réalisés dans le cadre de l'étude de voirie de l'OAP37 mettent en avant la présence d'une grave limono-sableuse à galets de classe GTR I1, d'argile limoneuse bariolée à quelques cailloutis (classée F2) et d'une argile à galets jusqu'à 2,5 à 3,0 m de profondeur.

Il y a une cohérence sur la présence de graves entre la définition de la carte géologique et les reconnaissances en aval. Néanmoins, il persiste une inconnue sur la proportion d'argile et la cohésion dans ces terrains.

- n7b-c1 : Flysch noir ardoisier de Bigorre :

Cette formation a été reconnue dans le cadre des campagnes d'investigations réalisées au droit du projet d'hôpital, au niveau des parcelles Ouest. Selon les sondages réalisés *in situ*, cette entité se subdivise en trois couches distinctes :

- **U1** : frange d'altération argileuse pouvant contenir des cailloutis et des blocs. La couche est observée entre 0,5 et 1,8 m/TN de profondeur. Il est à noter que l'épaisseur de recouvrement argileux est globalement constante en partie amont et médiane sur l'emprise de l'hôpital (≈ 1 à 2 m) tandis qu'elle a tendance à être plus épaisse en partie aval (observée localement jusqu'à



5,5 m de profondeur au droit de SP3 -G1), indiquant une accumulation colluvionnaire en bas de pente avec recoupement par des dépôts alluvionnaires.

- **U2** : flyschs et schistes ardoisiers très fracturés et altérés, admettant des remplissages argilo-limoneux, rencontrés jusqu'à 4,0 à 6,5 m/TN de profondeur ;
- **U3** : flyschs et schistes ardoisiers +/- massifs reconnus jusqu'à la fin des sondages entre 15,0 et 20,0 m/TN de profondeur.

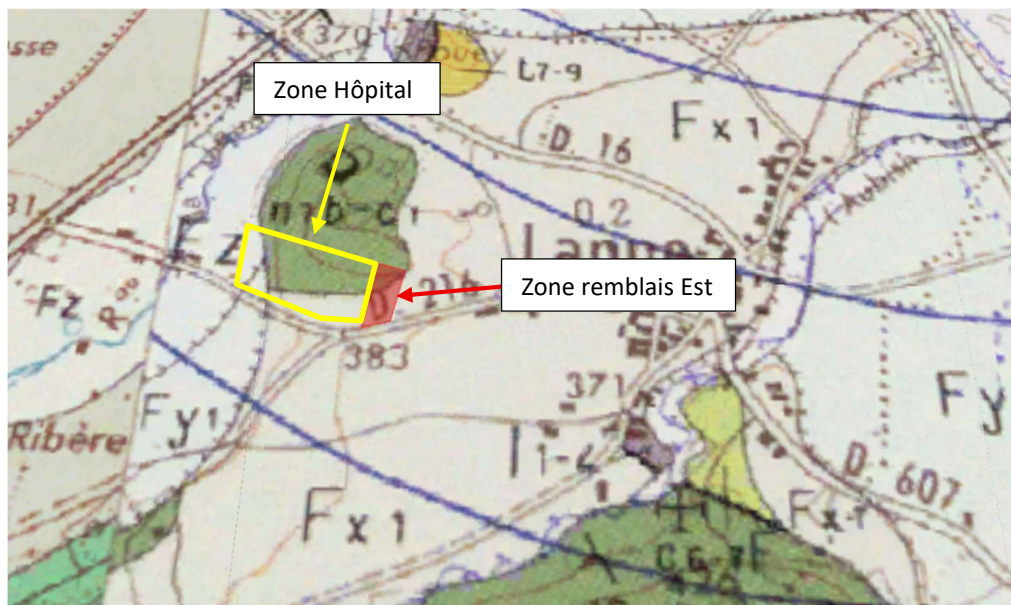


Figure 7 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 ème de BAGNERES-DE-BIGORRE

Compte tenu de l'absence de données géotechniques au droit de la zone étudiée, la construction de la géométrie du sous-sol s'appuie sur une extrapolation des sondages réalisés au droit du futur hôpital, les plus à l'Est tout en restant cohérent avec les limites de couches indiquées par la carte géologique au 1/ 50 000 ème. Cette première analyse a permis d'intégrer une limite provisoire entre les dépôts alluvionnaires Fx1 et le complexe de flyschs et schistes ardoisiers (U1 à U3) :



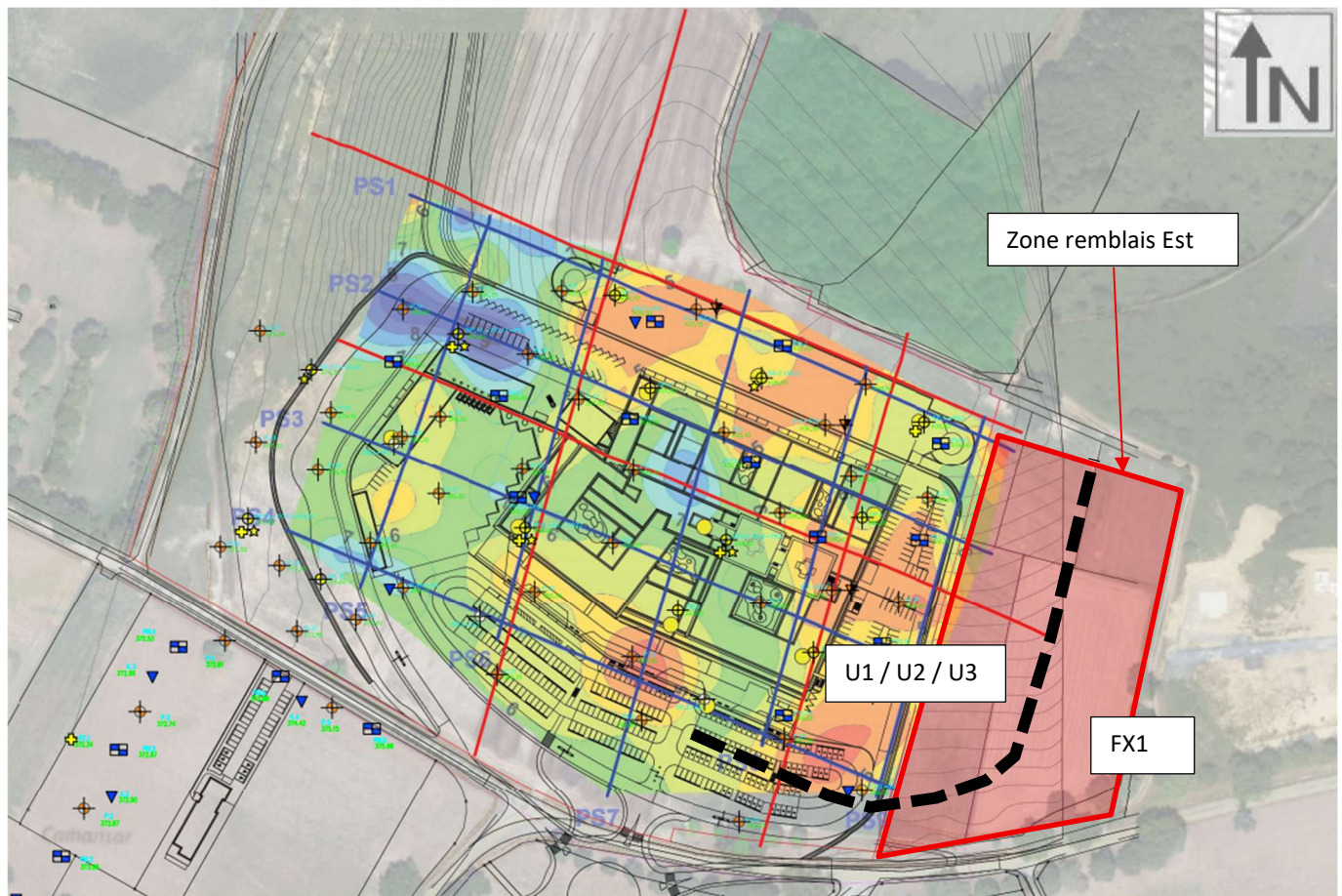


Figure 8 : Extrait du plan des sondages géologiques, géophysiques et schématisation de la limite entre les couches U1/U2/U3 et Fx1.

➤ Hydrogéologie

Les sondages in-situ au droit de l'hôpital ont mis en avant des niveaux d'eau proche de la surface. Un niveau d'eau constant pris par hypothèse, sous le niveau du TN a été considéré dans la suite de l'étude.



➤ Représentation graphique des coupes de sols sous le remblai Est.

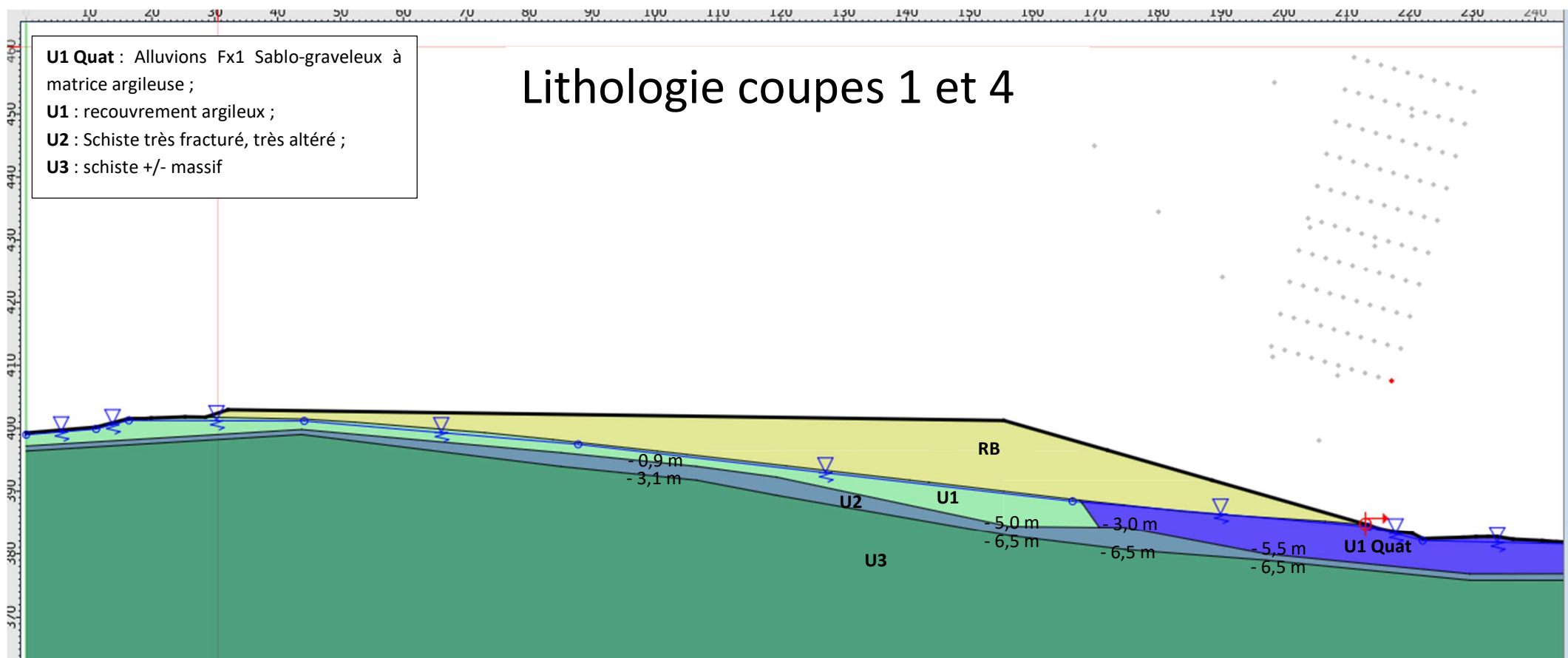


Figure 9 : modèle lithologique sous TALREN pour les coupes 1 et 4.



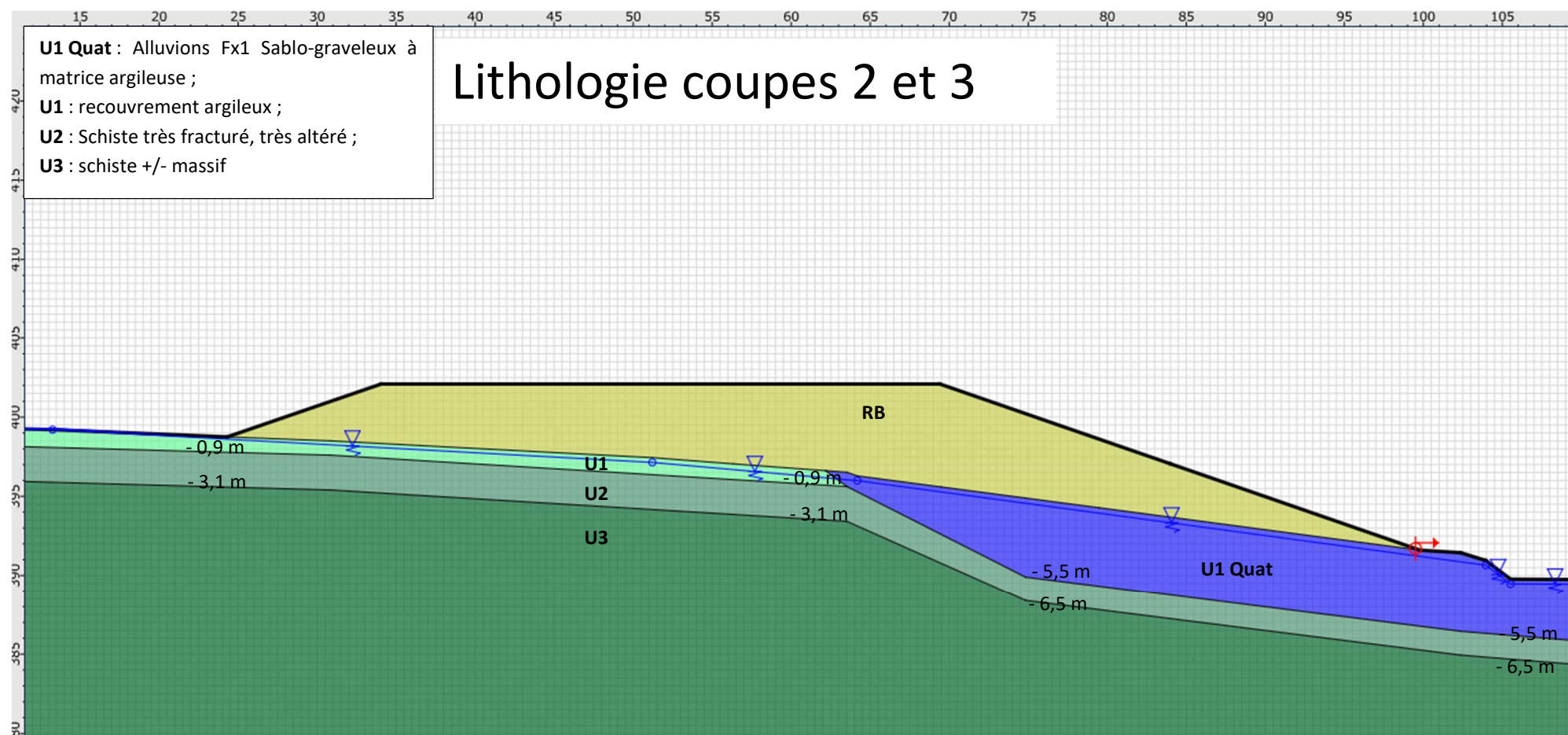


Figure 10 : modèle lithologique sous TALREN pour les coupes 2 et 3.



2.2. Contexte structural

Dans le secteur, des failles normales de direction Nord-Sud et Nord-Ouest-Sud-Est sont signalées par la carte géologique. A l'échelle du projet, des discontinuités géologiques sont donc suspectées et peuvent être présentes sous le faciès de recouvrement.

Ces failles peuvent créer des zones de faiblesses, caractérisées par un approfondissement de matériaux argileux par affaissement du substratum et une altération du massif rocheux amplifiée par un faisceau de fractures dans le couloir de failles. Cette caractéristique peut influencer la capacité du massif de sol à résister à un glissement de grande ampleur et également sur les tassements dans une couche compressible.

Une analyse de cet aléa a été réalisée au droit du futur hôpital et du remblais Ouest (G2 PRO 3513815 et note de faisabilité V2). Les reconnaissances géologiques et géophysiques n'ont pas permis de confirmer la présence d'un réseau de fractures importantes au droit de cette zone. Mais les reconnaissances restent ponctuelles et ne permettent pas d'écarter totalement le risque de présence d'accidents géologiques.

Pour le remblai Est et en l'absence de sondage in situ, cet aléa ne peut donc pas être considéré comme nul. Une campagne de reconnaissance mêlant profils sismiques et reconnaissances géologiques in situ pourra être organisée pour quantifier cet aléa.

2.3. Principe retenu

Cette première étude consiste donc à évaluer la faisabilité de la mise en place de remblais temporaires anti-bruit.

La géologie du site pressentie à ce stade des études, met en avant deux contextes géologiques selon les axes Nord-Sud et Est-Ouest.

- **Contexte Nord-Sud** : Transition entre une couche de recouvrement argileux compressible (U1) d'environ 5,0 m de profondeur, se rapprochant plutôt d'un sol mou cohérent et des alluvions dont la nature peut varier entre un sol argileux +/- graveleux (galet dm) à une grave avec une matrice argileuse voire sablo-argileuse (U1 Quat), présent jusqu'à 5,5 m environ de profondeur. Suivant la quantité de galets et la présence de sables, la nature de ce terrain est susceptible d'osciller entre un sol à tendance argileuse ou sableuse.
- **Contexte Ouest-Est** : Transition entre une couche de recouvrement argileux compressible (U1) d'environ 0,9 m de profondeur, se rapprochant plutôt d'un sol mou cohérent des alluvions dont la nature peut varier entre un sol argileux +/- graveleux (galet dm) à une grave avec une matrice argileuse voire sablo-argileuse (U1 Quat), présent jusqu'à 5,5 m environ de profondeur. Suivant la quantité de galets et la présence de sables, la nature de ce terrain est susceptible d'osciller entre un sol à tendance argileuse ou sableuses.



Compte tenu du caractère temporaire de l'ouvrage, la substitution de matériaux de faibles qualités par des terrains non compressibles n'est pas envisagée dans ces modèles. Il a été conservé une technique de montée par phases du remblais (deux à trois phases d'environ 5 m pour les coupes 1 et 2 et deux phases de 5 et 3 m environ pour les coupes 3 et 4), permettant une consolidation progressive des couches.

2.4. Le modèle de calcul

La stabilité des ouvrages en remblais a été étudiée selon deux configurations A et B dont les coupes ont été jugées les plus représentatives selon les informations du sous-sol en notre possession actuellement :

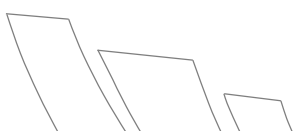
- Des caractéristiques géométriques de l'ouvrage ;
- Des conditions géotechniques et hydrogéologiques mises en évidence par les reconnaissances réalisées ;
- De l'environnement topographique et hydrologique de l'aménagement.

Les paramètres retenus pour les sols en place sont ceux donnés par les reconnaissances et essais réalisés sur la partie Est du futur hôpital, du futur OAP 37 et de notre connaissance du secteur par l'intermédiaire de la carte géologique. On retiendra la prise en compte de deux couches pour U1 Quat :

- **U1 Quat SIA** : Argile +/- graveleuse correspondant à un sol intermédiaire à tendance argileuse ;
- **U1 Quat SIS** : Graves à matrice argilo-sableuse correspondant à un sol intermédiaire à tendance sableuse.

Pour les matériaux du remblais mis en œuvre, les paramètres pris en compte correspondent à un sol frottant et non saturé. Le choix des matériaux mis en œuvre devra permettre de garantir des caractéristiques au moins égales ou supérieures.

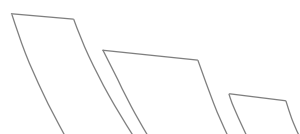
La réutilisation des matériaux du site pour les remblais devra faire l'objet d'une étude spécifique.



Nous retiendrons donc le modèle de terrain et les paramètres suivants :

Unité litho.	Epaisseur (m)	Mas. vol. γ (kN/m ³)	PI* (MPa)	E_m (MPa)	Angle ϕ' (°)	Cohésion C' (kPa)	Angle ϕ_u (°)	Cohésion C_u (kPa)	Coef. α
U0/ Remblais technique + complexe drainant	-	21	1,00	15,0	35	0	-	-	1/3
U1/ Argile [marron] et frange d'altération	1,00 à 5,00	20	0,40	3,4	25	5	0	50	2/3
U1 Quat SIA : Argile +/- graveleuse (galet dm à pluri-dm)	3,30 à 5,50	20	0,55	8,7	25	0	0	60	2/3
U1 Quat SIS : graves à matrice argilo-sableuse (galet dm à pluri-dm)	3,30 à 5,50	20	0,55	8,7	30	0	30	0	2/3
U2/ Schiste ardoisier +/- fracturé à quelques passages argileux	3,10 à 6,50	24	3,30	63,0	35	15	25	50	1/2
U3/ Schiste ardoisier / Flysch +/- massif	>15,00	27	4,50	250,0	40	40	30	100	1/2

Compte tenu de la présence de niveaux d'eau proche de la surface et du contexte topographique, un niveau d'eau constant à -0,30 m/TN de profondeur a été pris en compte dans les modèles de calculs.



➤ Estimation de la cohésion non drainée C_u

En l'absence de données d'essai triaxial, les valeurs de cohésion non drainée C_u , ont été évaluées à partir des essais pressiométriques, avec les corrélations suivantes :

- Les relations de Cassan (*Les essais in situ en mécanique des sols, 1 – réalisation et interprétation – 1988*) :

Cas	C_u (MPa)
$PI^* \leq 0,3$ MPa	$PI^*/5,5$
$0,3 \text{ MPa} \leq PI^* \leq 1,0$ MPa	$0,03 + PI^*/12$
$1,0 \text{ MPa} \leq PI^* \leq 2,5$ MPa	$0,085 + PI^*/35$

- Les corrélations entre résultats des essais pressiométriques et caractéristiques intrinsèques des sols du Nord de la France (*Corrélation entre les résultats des essais pressiométriques et les caractéristiques intrinsèques des sols du Nord de la France - Jean-Michel VAILLANT, Valentin CATTEAU – juillet 2012*) :

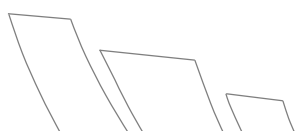
Tableau 4 . Caractéristiques à court terme (C_u ; ϕ_u) en fonction de PI^*

Type de sol	Caractéristiques mécaniques		
	PI^* (MPa)	C_u (MPa)	ϕ_u (°)
Limon	$PI^* \leq 0,3$	$C_u = PI^*/8$	$\phi_u = 20,2 - 0,2C_u$ (C_u en kPa)
	$0,3 \leq PI^* \leq 1$	$C_u = 0,037PI^* + 0,027$	
	$PI^* \geq 1$	$C_u = 0,035PI^* + 0,060$	
Argile	$PI^* \leq 0,3$	$C_u = 0,15PI^*$	$\phi_u = 14,3 - 0,1C_u$ (C_u en kPa)
	$0,3 \leq PI^* \leq 1$	$C_u = 0,067PI^* + 0,024$	
	$PI^* \geq 1$	$C_u = 0,052PI^* + 0,039$	

➤ Accroissement par consolidation du sol

Dans le cas d'une montée de remblai par phases, la cohésion non drainée prise en compte pour les phases ultérieures tient compte de l'accroissement dû à la consolidation du sol par les deux formules suivantes :

- Sous le corps du remblai : $C_u = C_{u0} + U\lambda_{cu}\gamma_r H_r$
- Sous les talus : $C_u = C_{u0} + \frac{1}{2}U\lambda_{cu}\gamma_r H_r$



Avec :

- $Cu0$: cohésion drainée initiale ;
- U : le degré de consolidation
- λ_{cu} accroissement de cohésion en fonction de la contrainte de consolidation. En l'absence d'essai triaxiaux $\lambda_{cu} = 0,30$ pour la suite du projet ;
- γ_r : poids volumique du remblai ;
- H_r : hauteur de remblai de la phase précédente.

2.5. Géométrie et phasage du remblai

Comme évoqué précédemment, les géométries des modèles utilisés pour les justifications sont contraintes par la présence d'une épaisseur d'environ 5,0 à 5,5 m de terrain compressibles (U1 et U1 quat SIA) dont la substitution complète impliquera des terrassements importants.

La solution privilégiée dans cette note consiste à s'appuyer sur une consolidation des couches compressibles par une montée du remblai avec un phasage.

▪ Coupe 1

Paramètre	Phase 1 - RB1	Phase 2 - RB2	Phase 3 - RB3
Epaisseur max (m)	5,3	4,8	4,8
Hr max (m)	5,3	8,4	11,2

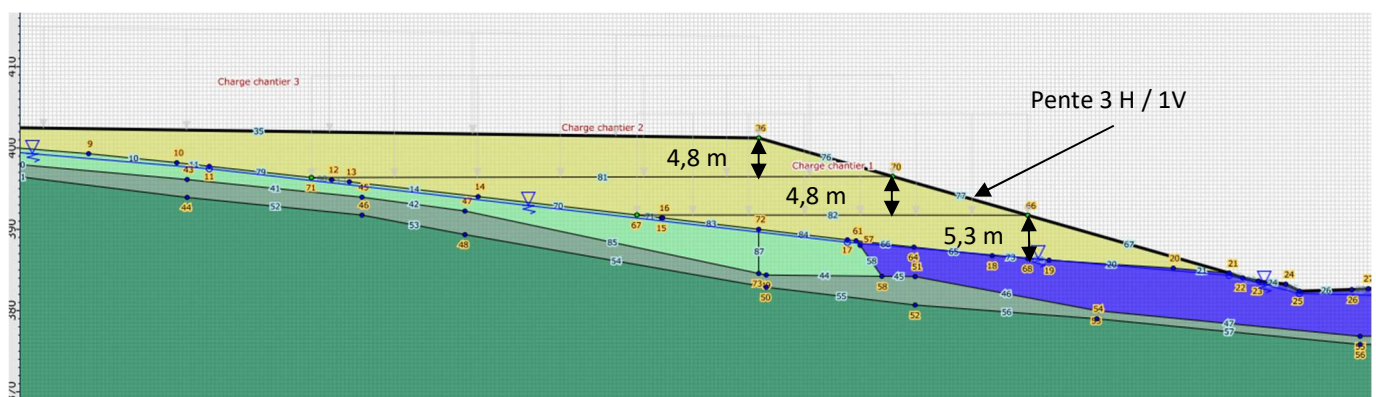
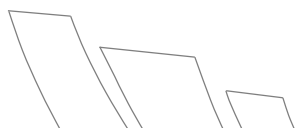


Figure 11 : Phasage du remblais – coupe 1.



▪ Coupe 2

Paramètre	Phase 1 - RB1	Phase 2 - RB2
Epaisseur max (m)	3,3	5,0
Hr max (m)	3,3	6,5

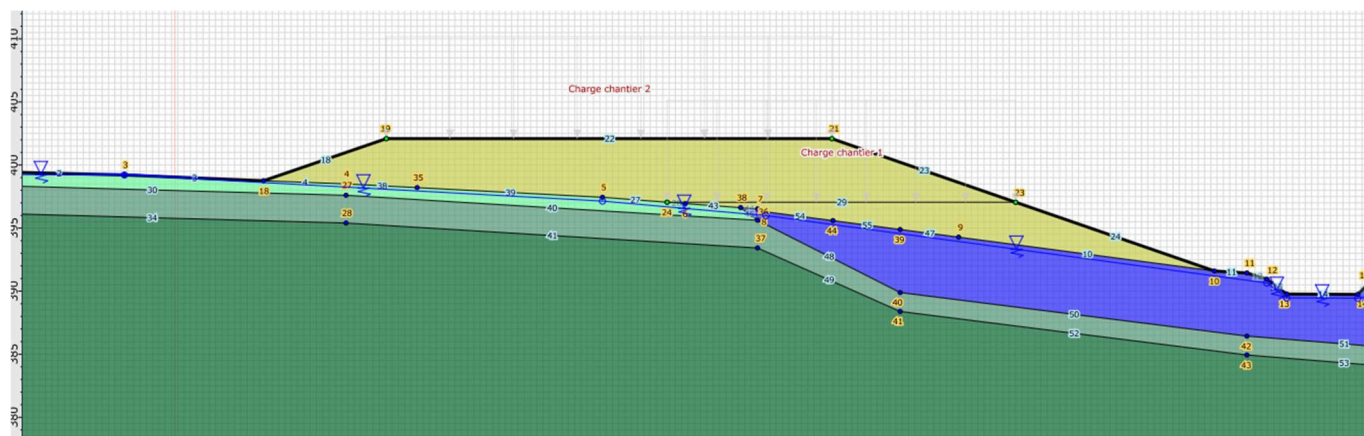


Figure 12 : Phasage du remblais – coupe 2.

▪ **Coupe 3 et 4**

Paramètre	Phase 1 - RB1	Phase 2 - RB2
Epaisseur max (m)	5,0	3,0
Hr max (m)	5,0	8,0

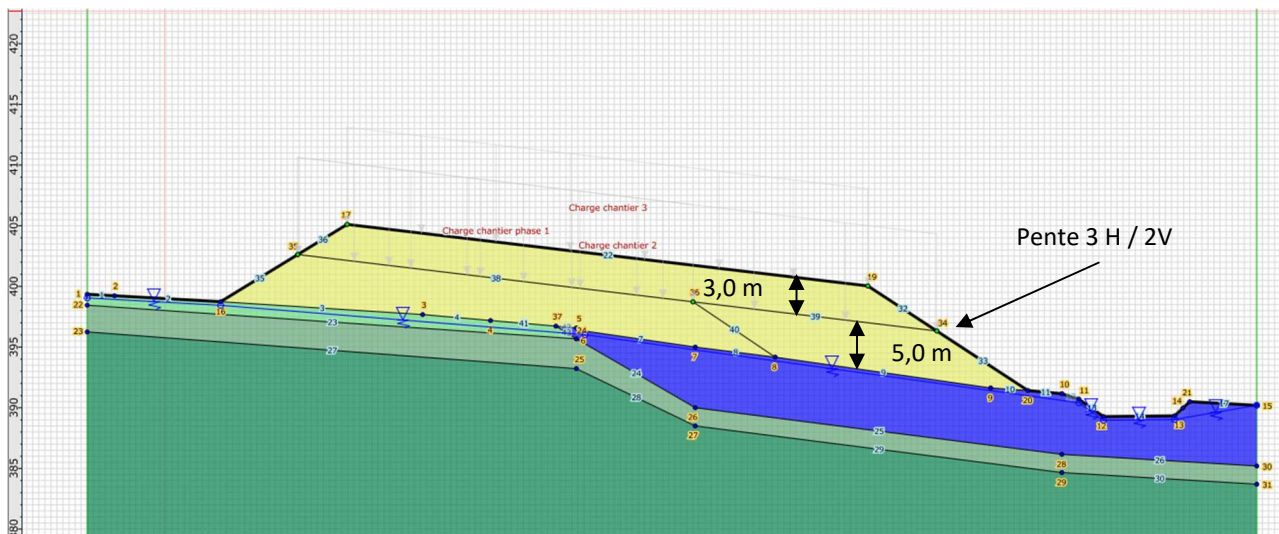


Figure 13 : Phasage du remblais – coupe 3.

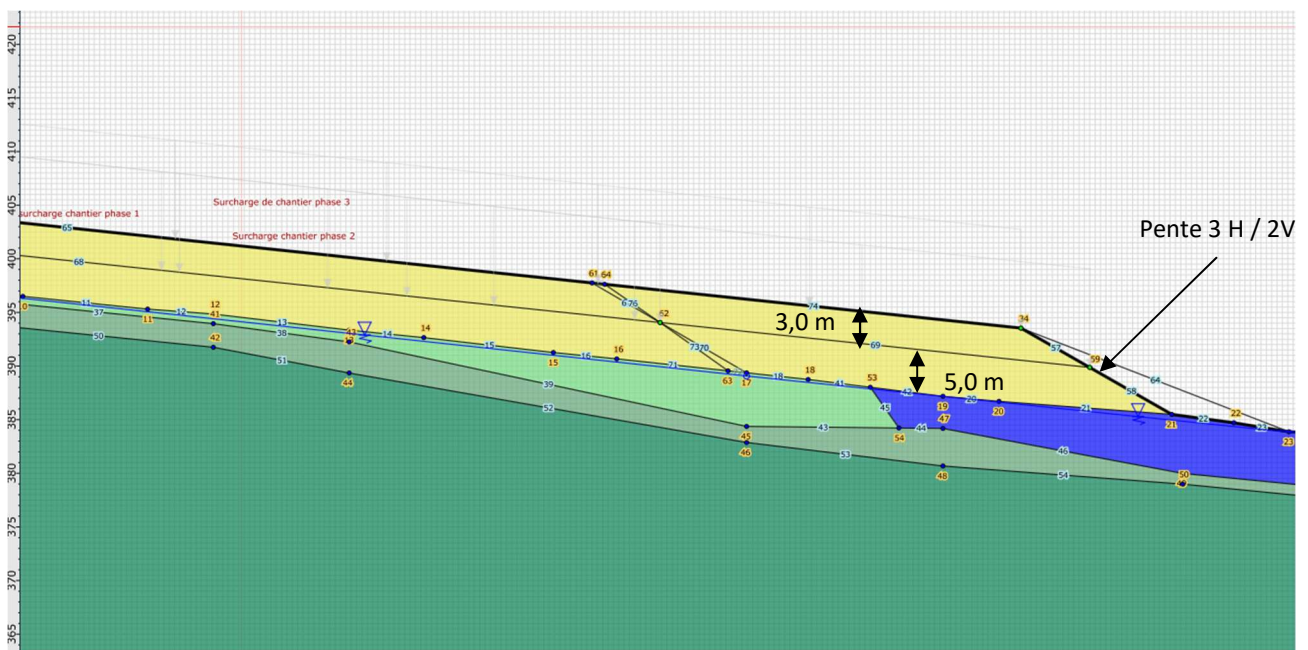


Figure 14 : Phasage du remblais – coupe 4.

3. ANALYSE DES CONDITIONS DE STABILITE DES REMBLAIS

3.1. Evaluation des tassements

➤ Méthode œdométrique

A partir des essais réalisés en laboratoire (Cf. chapitre 2.6.4 du rapport G2 AVP), il est possible de déterminer les valeurs de tassements et d'estimer le temps de consolidation associés au droit de la couche U1. Les calculs sont effectués suivant les principes suivants :

- **Tassements primaires :**

- Pour $(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v) < \sigma'_p$

$$\Delta H = \frac{C_s}{1 + e_0} \times H_0 \times \text{Log} \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_{v0}} \right)$$

- Pour $(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v) \geq \sigma'_p$

Tassement élastique :

$$\Delta H_{\text{élastique}} = \frac{C_s}{1 + e_0} \times H_0 \times \text{Log} \left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}} \right)$$

Tassement plastique :

$$\Delta H_{\text{plastique}} = \frac{C_c}{1 + e_p} \times H_0 \times \text{Log} \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_p} \right)$$

Avec

σ'_{v0} : contrainte au repos ;

σ'_p : Contrainte de préconsolidation ;

$\Delta\sigma'_v$: Surcharge apportée par le remblai = $\gamma_r \times H_r$

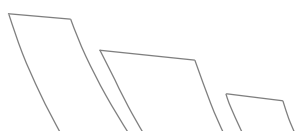
H_0 : épaisseur de la couche compressible ;

C_c : indice de compression ;

C_s : indice de gonflement ;

e_0 : indice des vides initiaux ;

e_p : indice des vides pour la partie plastique = $e_0 + \Delta e_p$ ($\Delta e_p = - C_c \text{Log} \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_p} \right)$).



L'estimation du tassement primaire, dans la couche compressible U1 d'une épaisseur de 5,0 m, en fonction de la hauteur du remblai est donnée selon les deux essais œdométriques réalisés lors de la phase G2 AVP.

Echantillon 1 (SC12 – 0,8 à 1,0 m)			
Condition	$(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v) \geq \sigma'_p$		
Hauteur de remblais (m)	5	8	11
Surcharges $\Delta\sigma'_v$ (kPa)	105	168	231
Tassement total ($\Delta H_{\text{elastique}} + \Delta H_{\text{plastique}}$) (cm)	35,1	43,1	48,8

Echantillon 2 (SC12 – 2,5 à 2,7 m)			
Condition	$(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v) < \sigma'_p$	$(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v) \geq \sigma'_p$	
Hauteur de remblais (m)à	5	8	11
Surcharges $\Delta\sigma'_v$ (kPa)	105	168	231
Tassement total ($\Delta H_{\text{elastique}} + \Delta H_{\text{plastique}}$) (cm)	0,03	8,8	18,2

Les calculs de tassements théoriques, réalisés à partir des deux essais œdométriques montrent des tassements primaires significatifs, pouvant aller jusqu'à 50 cm pour un remblais de 11 m, au niveau de la couche compressible des argiles de recouvrement U1.

Nous observons également une différence importante au niveau des tassements selon les résultats des essais œdométriques sur les échantillons 1 et 2 (différentiel de 30 cm). Pour une estimation plus fine de ces tassements, il conviendra de réaliser d'autre essais œdométriques dans les couches compressibles, permettant d'améliorer l'indice de confiance sur les résultats obtenus.

- **Temps de consolidation :**

Le temps de consolidation est déterminé par la relation :

$$t = \frac{T_v \times H^2}{C_v}$$

Avec

- T_v : facteur de temps correspondant à un degré de consolidation U exprimé en % ;
- H : l'épaisseur de couche compressible – considéré de 5,0 m (Recouvrement argileux U1) ;
- C_v = coefficient de consolidation.



Tab. 1.18. Facteur temps T_V en fonction du pourcentage de consolidation U %

U %	T_V
5	0,002
10	0,008
20	0,031
30	0,071
40	0,126
50	0,197
60	0,287
70	0,403
80	0,567
90	0,848
95	1,163
99,4	2,000
100	$\rightarrow \infty$

Figure 15 : Extrait du tome 1 « Amélioration et renforcement des sols ».

Dans le rapport G2 AVP n° 6411126 V3 de février 2025, un coefficient $C_v = 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, directement tiré des essais œdométriques, a été retenu pour déterminer un temps de consolidation à 90 %. **Pour une couche de 5,0 m d'argile de recouvrement U1, le calcul amène à une durée de consolidation, pour atteindre un degré de consolidation à 90 %, supérieur à 2 ans, non compatible avec le projet.**

L'analyse du tassement d'un grand nombre de remblais sur plusieurs projets de lignes à grande vitesse (LGV) montrent que les tassements et les vitesses de tassement peuvent être estimées avec une bonne précision en appliquant des corrections sur les paramètres déterminés à l'œdomètre : recalage de la pression de préconsolidation par corrélation avec la cohésion non drainée et correction de C_v mesuré en laboratoire par un facteur 10 (COSTE P., DELUZARCHE R., BOUTONNIER L., HANSEN N., CHARDARD P. (2014). Tassements et temps de consolidation mesures et calculs projets LGV, Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur JNGG2014 -8-10 juillet 20214).

Dans le cas de cette étude mentionnée ci-dessus, la formule suivante permet d'estimer le coefficient de consolidation « réel » s'appliquant dans le volume de sol concerné :

$$Cv_{in situ} = 10 \times Cv_{labo}$$

En tenant compte d'une épaisseur de couche compressible de recouvrement argileux U1 de 5,0 m et $Cv_{in situ}$ 10 fois supérieur au Cv_{labo} , **le temps de consolidation à 90 % est ramené à 107 jours** (au lieu de 1067 jours pour $Cv_{in situ} = Cv_{labo}$.)

Cas	$Cv_{in situ} = Cv_{labo}$	$Cv_{in situ} = 10 \times Cv_{labo}$
t (U = 90 % ; Tv = 0,848)	1067 jours	107 jours

Les temps de consolidation devront faire l'objet d'une analyse selon le planning de travaux. La mise en place de drains verticaux pourra être envisagée pour diminuer le temps de consolidation. Néanmoins, par retour d'expérience, la réalisation de ces ouvrages peut s'avérer complexe notamment lors de la phase d'installation en raison de possibles refus lors des fonçages des drains dans les couches concernées.

➤ Méthode pressiométrique

Dans une approche complémentaire, les tassements sous remblais peuvent également être estimés à partir des essais pressiométriques réalisés dans les terrains d'assises.

Le tassement est calculé à l'aide de la formule :

$$\Delta H = H_0 \times \frac{\Delta \sigma'_v}{\frac{Em}{\alpha}}$$

Avec

H_0 : la hauteur de la couche compressible,

$\Delta \sigma'_v$: Surcharge apportée par le remblai = $\gamma_r \times H_r$;

Em : le module pressiométrique,

α : coefficient rhéologique



Les résultats sont les suivants :

Couche U1 / $E_m = 3,4 \text{ MPa}$ / $\alpha = 1/2$			
Hauteur de remblais (m)	5	8	11
Surcharge $\Delta\sigma'_v$ (KPa)	105	168	231
Tassement ΔH (cm)	7,7	12,4	17,0

Couche U1 Quat SIA et SIS / $E_m = 8,7 \text{ MPa}$ / $\alpha = 2/3$			
Hauteur de remblais (m)	5	8	11
Surcharge $\Delta\sigma'_v$ (KPa)	105	168	231
Tassement ΔH (cm)	4,0	6,4	8,9

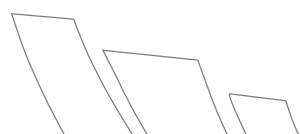
La méthode pressiométrique met en avant des tassements compris entre 8 et 17 cm dans la couche U1 et entre 4 et 9 cm pour la couche d'alluvions U1 Quat SIA/SIS.

➤ Commentaires sur les résultats

En considérant une couche U1 compressible de 5,0 m de profondeur, la méthode œdométrique a permis d'estimer des tassements pouvant atteindre 50 cm pour un remblais de 11 m. Avec la méthode pressiométrique, les tassements estimés sont plus faibles (entre 9 et 17 cm pour 11 m de remblais). Il conviendra de rappeler que ces valeurs théoriques indiquées resteront dans tous les cas et strictement des ordres de grandeurs. Seul le comportement réel du terrain prévaudra, qui pourra ailleurs se différencier sur l'emprise du chargement à cause des variabilités lithologiques, hydrogéologiques et mécaniques qui existent.

Dans le cas de la méthode œdométrique (méthode privilégiée pour des sols argileux et compressibles), les calculs ont été réalisés selon les données des deux essais œdométriques effectués avec des échantillons de la couche U1 (au droit de SC12). Les résultats montrent également une différence assez significative de valeurs de tassements. Cette différence s'explique par des variations de propriétés mécaniques pour une même couche et met en lumière la nécessité d'effectuer des essais en laboratoire complémentaires afin d'augmenter la précision d'estimation des tassements.

Le temps de consolidation est un facteur important pour la mise en œuvre de remblais. Les retours d'expériences sur la mise en place de remblais dans le cadre de construction de LGV ont permis de confronter les estimations de tassements et de consolidation par rapport à des mesures pendant les travaux. De ces études, il en ressort un facteur 10 entre le coefficient de consolidation obtenu en laboratoire et celui s'appliquant dans le massif de sol. Cette « corrélation » implique donc deux évolutions majeures :



- Un temps de consolidation à 90 % 107 jours pour une couche compressible de 5,0 m ;
- Selon le planning des travaux, la possibilité de s'affranchir de la mise en place de drain, qui par expérience peut engendrer des difficultés en phase travaux (refus d'enfoncement des drains, présence d'une nappe...).

3.2. Stabilité au poinçonnement

- Sols mous cohérents (U1 et U1 Quat SIA) :

Une vérification de la stabilité au poinçonnement est réalisée pour des remblais à court terme, dans le cas de sols mous cohérents sous le remblai. La vérification vis-à-vis du poinçonnement est réalisée à court terme avec un facteur de sécurité minimal visé $F = 1,5$ (absence de coefficients partiels sur les paramètres et les actions).

Le coefficient de sécurité vis-à-vis du poinçonnement est donné par l'égalité suivante

$$F = \frac{C_u \times N_c}{\gamma_r H_r}$$

Avec

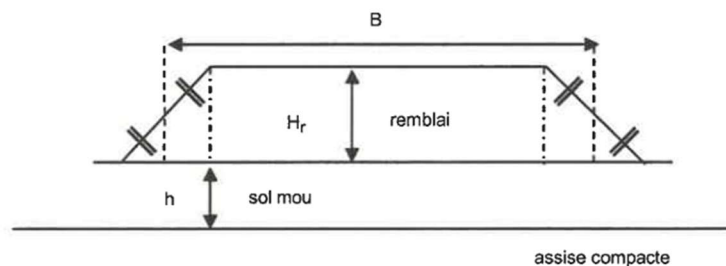
C_u : cohésion non drainée du sol, en kPa (Cf. Chapitre 2.2).

γ_r : poids volumique du remblai, en kN/m³

H_r : Hauteur du remblai, en m.

N_c : Coefficient de portance d'une semelle de largeur B reposant sur un sol mou d'épaisseur h . La largeur de fondation équivalente à B est la largeur moyenne du remblai. N_c est donné soit par un abaque soit par les relations suivante :

- $0 < B/h < 1,49 \rightarrow N_c = \pi + 2$;
- $1,49 < B/h < 10 \rightarrow N_c \approx 0,468 B/h + 4,445$;
- $B/h > 10 \rightarrow N_c \approx 9,125$.



- **Sols lâches frottants (U1 Quat SIS) :**

Le remblai est considéré comme une fondation superficielle d'encastrement « De » nul (De=0)

Le coefficient de sécurité au poinçonnement est donné par la relation suivante :

$$F = \frac{q_{max}}{\gamma_r \times H_r}$$

Avec

Q_{max} : charge maximale que peut supporter le sol d'assise : : elle est prise égale à la contrainte de rupture q_c du sol d'assise à la verticale du point le plus haut du remblai : q_{max} = 1 x ple avec De = 0.

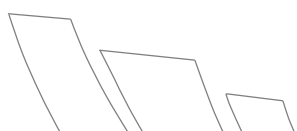
γ_r : poids volumique du matériau de remblai

H_r : hauteur du remblai.

- **Vérification du poinçonnement pour les sols mous cohérents :**

Paramètre	Coupe 1	Coupe 2	Coupe 3	Coupe 4
H _r (m)	11,0	6,5	8,0	8,0
γ _r (kN/m ³)	21,0	21,0	21,0	21,0
≈ B (m)	184,0	55,4	68,1	150,6
h _{max} (m)	5,0	5,0	5,0	5,0
B/h	36,8	11,1	13,6	30,1
NC	9,125	9,125	9,125	9,125
Cu* (kPa)	50,0	50,0	50,0	50,0
F	2,0	3,3	2,7	2,7

* Cohésion non drainée (Cu) prise égale la valeur la plus faible entre la formation U1 et U1 Quat.



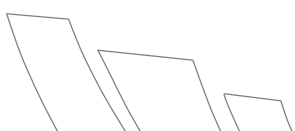
- **Vérification du poinçonnement pour les sols lâches frottants :**

Comme évoqué précédemment, la nature des terrains alluvionnaires est intermédiaire entre un sol sableux et argileux. Par conséquent, une vérification du poinçonnement en considérant les alluvions U1 Quat SIS comme sableux est nécessaire :

Paramètre	Coupe 1	Coupe 2	Coupe 3	Coupe 4
Hr (m)	11,0	6,5	8,0	8,0
γ_r (kN/m ³)	21,0	21,0	21,0	21,0
Ple (kPa)	530	530	530	530
q _{max}	530	530	530	530
F=	2,3	3,9	3,2	3,2

- **Commentaire sur les résultats**

Les calculs indiquent que les facteurs de sécurité sur le poinçonnement sont systématiquement supérieurs à $F = 1,5$.



3.3. Stabilité au glissement

Les calculs de stabilité à la rupture sont traités suivant la méthode des tranches de Bishop (rupture circulaire).

Les niveaux de nappes introduits dans le modèle correspondent aux niveaux de nappe observés lors des campagnes de sondages. Dans les calculs il a été pris en compte une nappe sous le niveau du TN à -0,3 m/TN de profondeur permettant d'illustrer la présence de niveaux d'eaux localisés et de circulations ponctuelles entre les faciès de recouvrement et le substratum +/- fracturé.

La nature intermédiaire des alluvions U1 Quat impose l'analyse des cercles de glissements les plus défavorables en tenant compte d'un matériau à tendance sableuse (U1 Quat SIS) ou à tendance argileuse (U1 Quat SIA).

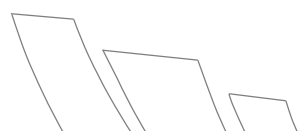
Pour l'analyse des ouvrages dont la stabilité n'est pas dépendante d'un ouvrage de soutènement, il est recherché un facteur de sécurité global minimal $F \geq 1,00$, en tenant compte de coefficients partiels sur les paramètres et les actions (Eurocodes).

Paramètres	Coefficients partiels Eurocodes	
	Fondamental – Ouvrage courant	Sismique
Poids volumique des terre γ_p	1,00	1,00
Angle de frottement γ_ϕ	1,25	1,25
Cohésion effective $\gamma_{C'}$	1,25	1,25
Cohésion non drainée γ_{Cu}	1,40	1,40
Surcharge variable γ_Q	1,30	1,00
Sécurité sur la méthode de calcul	1,10	1,00
Condition de stabilité / Coefficient de sécurité F	$F = \frac{\sum \text{des moments résistants}}{\sum \text{des moments moteurs}} \geq 1,0$	

Les surcharges suivantes ont été appliquées dans les coupes de calculs (à valider par le BET structure) :

- Surcharge de chantier : 10 KPa :

Les calculs de stabilité ont été réalisés avec le logiciel TALREN V5. Les coupes sont présentées en annexes.



➤ **Stabilité lors des phases de montée en remblai (court terme)**

Le facteur de sécurité minimal visé est de $F = 1,0$.

Les caractéristiques mécaniques introduites dans le calcul de stabilité en combinaison fondamentale à court terme sont :

- Pour les sols cohérents :
 - $\Phi_u = 0$;
 - C_u = cohésion non drainée.
- Pour les sols frottants :
 - Seule la stabilité à long terme est vérifiée.

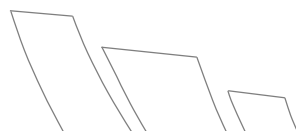
Les facteurs de sécurité minimaux obtenus pour des surfaces de glissements sont les suivants, par phase :

▪ **Coupe 1**

Coupe 1	CT					
	U1 Quat SIS			U1 Quat SIA		
Phase	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Hr	5,3	8,4	11,2	5,3	8,4	11,2
Fmin	1,23	1,23	1,23	1,51	1,27	1,16

▪ **Coupe 2**

Coupe 2	CT			
	U1 Quat SIS		U1 Quat SIA	
Phase	Phase 1	Phase 2	Phase 1	Phase 2
Hr	3,3	6,5	3,3	6,5
Fmin	1,11	1,12	1,76	1,26



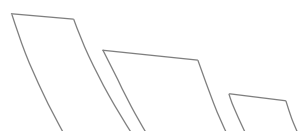
▪ Coupe 3

Coupe 3	CT			
	U1 Quat SIS		U1 Quat SIA	
Phase	Phase 1	Phase 2	Phase 1	Phase 2
Hr	5,0	8,0	5,0	8,0
Fmin	0,93	0,88	1,38	0,95

▪ Coupe 4

Coupe 4	CT					
	U1 Quat SIS			U1 Quat SIA		
Phase	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 1	Phase 1	Phase 2
Hr	5,0	8,0	8,0	5,0	5,0	8,0
Fmin	1,36	1,08	0,98	1,36	1,61	1,12

Les calculs montrent que les facteurs minimaux de sécurité sur les cercles de glissements sont supérieurs à 1 pour la configuration A (coupes 1 et 2). Certaines phases des coupes 3 et 4, en fonction de la nature des alluvions U1 Quat, présentent des facteurs de sécurité sur les cercles les plus défavorables légèrement inférieurs à 1 indiquant un manque de stabilité.



➤ **Stabilité à long terme**

Le facteur de sécurité minimal visé est $F=1,0$.

Les caractéristiques mécaniques introduites dans le calcul de stabilité en combinaison fondamentale à long terme sont :

- C' et ϕ issus des cisaillement CD ou de la bibliographie.

▪ **Coupe 1**

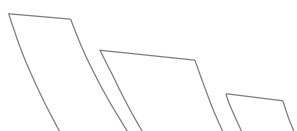
Coupe 1	LT	
	U1 Quat SIS	U1 Quat SIA
Phase	Finale	Finale
Hr	11,2	11,2
Fmin	1,23	1,01

▪ **Coupe 2**

Coupe 2	LT	
	U1 Quat SIS	U1 Quat SIA
Phase	Finale	Finale
Hr	11,2	11,2
Fmin	1,11	0,92

▪ **Coupe 3**

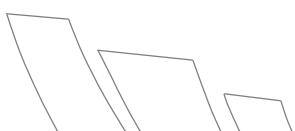
Coupe 3	LT	
	U1 Quat SIS	U1 Quat SIA
Phase	Finale	Finale
Hr	11,2	11,2
Fmin	0,85	0,71



▪ **Coupe 4**

Coupe 4	LT	
	U1 Quat SIS	U1 Quat SIA
Phase	Finale	Finale
Hr	11,2	11,2
Fmin	0,99	0,86

Les résultats montrent que les facteurs de sécurité sur les cercles de glissements sont favorables dans le cadre d'une stabilité à long terme pour les coupes 1 (avec U1 Quat SIS et SIA) et pour la coupe 2, en considérant les alluvions comme sableux (U1 Quat SIS). Pour le reste des configurations, les facteurs de sécurité sont légèrement inférieurs (coupe 2 / U1 Quat SIA et coupe 4 – U1 Quat SIS) ou significativement inférieurs (coupe 3 / U1 Quat SIA et SIS et coupe 4 – U1 Quat SIA) à $F=1,0$ indiquant un manque de stabilité.



➤ **Stabilité lors de sollicitations sismiques (court terme)**

En application des normes parasismiques définissant les exigences sur le bâti neuf, l'Eurocode 8 s'applique et impose la prise en compte des paramètres suivants :

- **Zone de sismicité :**

- Zone de sismicité : **4** Accélération au rocher : **$a_{gr} = 1,6 \text{ m/s}^2$**

- **Catégorie d'importance :**

- Catégorie d'importance : **IV**
- Coefficient d'importance : **$\gamma_I = 1,4$**
- Coefficient sismique **$r = 2,0$** (voir tableau ci-dessous)

Tableau 7.1 — Valeurs du facteur r pour le calcul du coefficient sismique horizontal

Type d'ouvrage de soutènement	r
Murs-poids libres pouvant accepter un déplacement jusqu'à $d_r = 300 \alpha \cdot S$ (mm)	2
Murs-poids libres pouvant accepter un déplacement jusqu'à $d_r = 200 \alpha \cdot S$ (mm)	1,5
Murs fléchis en béton armé, murs ancrés ou contreventés, murs en béton renforcé fondés sur pieux verticaux, murs d'infrastructure encastrés et culées de ponts	1

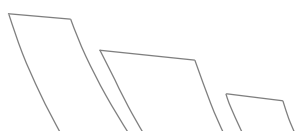
Figure 16 : Valeurs du facteur r pour le calcul du coefficient sismique horizontal.

- **Classe de sol :**

- Classe de sol : **A** Paramètre de sol **$S = 1,0$**

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT}	C_u (kN/m²)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 mètres de matériau moins résistant	> 800	-	-
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidés, d'au moins plusieurs dizaine de mètres d'épaisseur, caractérisé par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 à 800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide ayant des épaisseurs de quelques dizaines à quelques centaines de mètres	180 à 360	15 à 50	70 à 250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de V_s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 et 20 mètres, reposant sur un matériau plus raide $V_s > 800 \text{ m/s}$			

Figure 17 : classe de sol selon la description du profil stratigraphique (EC8).



➤ Nature du relief :

- Coefficient d'amplification topographique **ST : 1,20**

➤ Représentation de l'action sismique :

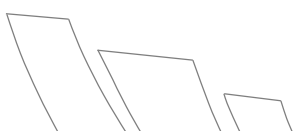
- Accélération horizontale de calcul au rocher : ($a_g = a_{gr} \times \gamma_l$) => **$a_g = 2,24 \text{ m/s}^2$**
- Coefficient sismique horizontal, $k_h = a_g \times \frac{s}{r} \times \frac{S_T}{g} \Rightarrow$ **$k_h = 0,137$**
- Coefficient sismique vertical, $k_v = (0,5 \times k_h) \Rightarrow$ **$k_v = 0,068$**

La justification de la stabilité en combinaison accidentelle sismique est effectuée en considérant les actions suivantes :

- Pour la combinaison accidentelle de séisme pesant : + k_h ; + k_v
- Pour la combinaison accidentelle de séisme allégeant : + k_h ; - k_v

Les caractéristiques mécaniques introduites dans le calcul de stabilité en combinaisons sismiques à court terme sont :

- Pour les sols cohérents :
 - $\Phi_u = 0$;
 - C_u = cohésion non drainée en tenant compte d'une consolidation simplifiée pour une montée de remblais phasée. L'augmentation de la cohésion est calculée dans les argiles U1 et U1 Quat SIA, avec la géométrie finale du remblai selon la formule d'accroissement de C_u indiquée dans le chapitre 2.4.
- Pour les sols frottants :
 - C' et ϕ issus des cisaillement CD ou de la bibliographie.



Le coefficient de sécurité minimal visé est $F = 1,0$

Les facteurs de sécurité minimaux calculés sur les cercles de grands glissements les plus défavorables sont les suivants :

▪ Coupe 1

COUPE 1	CT - Sismique			
	U1 Quat SIS		U1 Quat SIA	
Phase	+Kv+	-kv	+Kv	-kv
Hr	11,2	11,2	11,2	11,2
Accroissement de Cu	U1	U1	U1 + U1 Quat	
Fmin	1,01*	1,01*	1,11	1,18

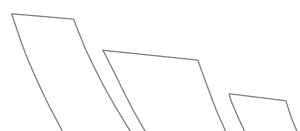
* Des cercles localisés en pied de talus, et impactant faiblement la hauteur de remblais présentent des cercles dont les facteurs de sécurité sont compris entre $0,82 \leq F \leq 0,87$. Ces cercles ont été négligés devant la vérification aux grands glissements sous sollicitations sismiques dans le cas d'un ouvrage provisoire.

▪ Coupe 2

Coupe 2	CT - Sismique			
	U1 Quat SIS		U1 Quat SIA	
Phase	+kv	-kv	+kv	-kv
Hr	6,5	6,5	6,5	6,5
Accroissement de Cu	Non		U1 Quat	
Fmin	0,83	0,79	1,12	1,22

▪ Coupe 3

Coupe 3	CT - Sismique			
	U1 Quat SIS		U1 Quat SIA	
Phase	+kv	-kv	+kv	-kv
Hr	8,0	8,0	8,0	8,0
Accroissement de Cu	Non		U1 Quat	
Fmin	0,68	0,66	1,08	1,17



▪ **Coupe 4**

Coupe 4	CT - Sismique			
	U1 Quat SIS		U1 Quat SIA	
Phase	+kv	-kv	+kv	-kv
Hr	8,0	8,0	8,0	8,0
Accroissement de Cu	U1		U1 + U1 Quat	
Fmin	0,79	0,75	1,20	1,30

Les calculs montrent que les facteurs de sécurité sont globalement satisfaisants sur toutes les configurations de remblais, dans le cas d'un matériau à tendance argileuse, en tenant compte d'une amélioration de cohésion par consolidation liée à une montée phasée de remblais. Pour un sol à tendance sableuse, seule la géométrie de la coupe 1 permet de justifier des facteurs de sécurité supérieurs à $F=1$. On notera que pour ce type de sol, les facteurs de sécurité sur les cercles de glissements les plus défavorables sont nettement inférieurs à $F=1$ pour les coupes 3 et 4.

➤ **Commentaire sur les résultats des calculs de stabilité**

Les premières vérifications de la stabilité aux glissements, sans reconnaissances in situ, montrent :

- **A courts termes** : les coupes 1 et 2 présentent des facteurs de sécurité systématiquement supérieurs à 1 tandis que, selon la nature des alluvions, les facteurs de sécurités minimaux des coupes 3 et 4 ne sont pas toujours satisfaisants ;
- **A longs termes** : Les facteurs de sécurité sont supérieurs à 1 pour la coupe 1 et pour un sol U1 Quat SIS sableux au droit de la coupe 2. Pour le reste des configurations, les facteurs sont +/- inférieurs au seuil limite de stabilité ;
- **Sous sollicitations sismiques** : La prise en compte d'un accroissement de la cohésion, même simplifiée, permet d'obtenir des facteurs de sécurité sur les cercles de glissements supérieurs à 1 pour des alluvions à tendance argileuse. Dans cas d'alluvions plutôt sableux, hormis pour la coupe 1, les facteurs de sécurité sont systématiquement inférieurs à 1, traduisant une instabilité du remblai dans ces conditions.

Un regard critique doit néanmoins être porté vis-à-vis de ces premières conclusions par rapport à l'importance des données d'entrée, incluses dans le modèle de calculs. Dans cette analyse, le modèle géotechnique intègre des alluvions dont la nature est probablement intermédiaire entre des argiles +/- graveleuses ou des graves à matrice sablo-argileuse, mais sans reconnaissance confirmée par les autres sondages du secteur (à la différence des argiles U1, dont les sondages de l'hôpital ont permis d'en avoir une bonne connaissance).



La nature et les paramètres intrinsèques de ces alluvions ont un impact significatif sur les facteurs de sécurité calculés. L'augmentation d'une cohésion non drainée et/ou de la cohésion effective et/ou de l'angle de frottement permet de légitimer des géométries de remblais, non justifiées avec le modèle actuel.

L'autre paramètre jouant un rôle essentiel dans le calcul des facteurs de sécurité sur les cercles de glissement est la nappe. Dans le modèle actuel, le niveau d'eau est considéré à une profondeur constante de $-0,3$ m/TN de profondeur et rentre en compte dans les moments moteurs participant à la déstabilisation du remblai. Les modélisations effectuées en supprimant la nappe montrent que pour la totalité des coupes, les facteurs de sécurité sur les cercles de glissements sont augmentés à courts et longs termes. Sous sollicitations sismiques, l'absence de nappe joue un rôle majeur et permet d'améliorer sensiblement les coefficients de sécurité. Il en résulte que la profondeur de la nappe, surtout en pied d'ouvrage s'avère être une donnée importante pour une estimation précise de la stabilité des géométries du merlon anti-bruit.



4. CONCLUSION GENERALE

4.1. Modèle géotechnique

L'extrapolation des reconnaissances in situ réalisées au droit du futur hôpital et de l'OAP 37 ainsi que l'étude de la carte géologique, ont permis d'établir un premier modèle géotechnique. A ce stade, compte tenu des fortes incertitudes de ce modèle liées à l'absence de reconnaissance in situ, les paramètres qui influencent la stabilité des talus (profondeurs de couches, les paramètres des sols et le niveau de la nappe) ont été associés à des valeurs prudentes.

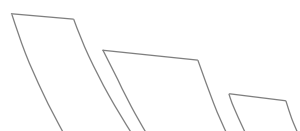
L'étude a montré la faisabilité de la mise en œuvre d'un remblai provisoire à l'Est de l'hôpital avec les hypothèses basées sur les données bibliographiques du secteur. Elle a également mis en évidence une grande influence des paramètres géotechniques dans la stabilité de l'ouvrage dont certains pourraient remettre en cause la stabilité des talus s'ils n'étaient pas correctement évalués. Afin d'obtenir des coefficients de sécurité satisfaisants, des adaptations de géométrie (pente des talus) ou de préparation du sol supports sont potentiellement nécessaires. L'étude a également montré l'intérêt d'une montée par phases, notamment dans le cas d'un sol support à majorité argileux et compressible.

Dans ces conditions, une campagne de reconnaissance géotechnique est indispensable afin de confirmer les conditions de mise en œuvre et les conditions de stabilité de cet ouvrage. Ses objectifs sont les suivants ::

- Déterminer la nature et les paramètres mécaniques des sols en présence et notamment les alluvions Fx1 (notées U1 Quat dans l'étude) ;
- Vérifier les profondeurs des couches ;
- Confirmer le niveau de la nappe.

En première hypothèse, le tableau suivant résume la composition type d'une campagne de reconnaissances complémentaires, applicable pour le remblai Est monté par phases :

Paramètre	Type de sondage
Identification des sols	5 sondages avec essais pressiométriques, 10 fouilles à la pelle mécanique ; 4 identifications GTR avec masses volumiques ; 4 profils sismiques.
Compressibilité des sols U1 et U1 Quat	3 Sondages carottés avec prélèvement d'échantillons intacts pour 4 essais à l'œdomètre
Paramètres intrinsèques court et long terme avec détermination de λ_{cu}	5 Essais de cisaillement triaxial CU + u et UU
Cohésion non drainée c_u	4 essais au pénétromètre statique CPT
Niveau d'eau	2 Piézomètres avec suivi



4.2. Principe retenu

Le modèle géotechnique met en avant des épaisseurs de couches U1 et U1 Quat significatives, pouvant atteindre 5,0 à 5,5 m dans les coupes. En tenant compte du fait que le merlon a un caractère provisoire, la présente analyse s'oriente vers une limitation des terrassements dans ces couches pour la réalisation d'un éventuel tapis drainant. Dans cette note, les terrains U1 et U1 Quat SIA ont été considérés comme des terrains « compressibles » tandis que les sols U1 Quat SIS ont été considérés comme plutôt sableux, avec un potentiel drainant sous le remblai.

A ce stade des études et devant l'incertitude quant à la nature réelle des alluvions, nous confirmons la nécessité de réaliser **une montée phasée du remblai** permettant de réduire le risque de rupture par amélioration du sol et à mesure de la montée. Cette méthode devra être compatible avec le planning travaux et le plan de terrassement.

D'autres solutions telles que la substitution de forte épaisseur de matériaux ou d'amélioration de sols restent possibles et pourront faire l'objet de dimensionnement ultérieurs.

4.3. Analyses vis-à-vis de la stabilité

En considérant un modèle géotechnique actuel, les calculs montrent que **les tassements sont estimés entre 10 et 50 cm** en fonction de la hauteur de remblais et de la méthode utilisée. Ces valeurs sont importantes mais sont gérables pour un ouvrage provisoire. En considérant la méthode œdométrique pour des matériaux U1 ou similaire, le temps de consolidation, pour atteindre un taux de consolidation à 90 %, pour une montée d'une phase du remblai, est de **107 jours**.

Les premières vérifications du poinçonnement des couches U1 et U1 Quat permettent de s'orienter vers une résistance satisfaisante de ces couches avec les géométries projetées.

Dans les conditions du sous-sols évoqués dans cette note, les calculs de **stabilité au glissement** permettent **d'identifier la configuration A (coupe 1 et 2) comme permettant d'atteindre ou d'approcher plus régulièrement un coefficient satisfaisant $F=1$** . Cela s'explique notamment par le fait que l'angle de la pente dans les remblais est plus faible par rapport à la configuration B (coupe 3 et 4).

Néanmoins, l'étude de l'impact des profondeurs de couches et de la nappe ainsi que des paramètres intrinsèques des sols a montré que des changements pouvaient avoir des conséquences importantes sur les facteurs de sécurité calculés. Par conséquent, sans reconnaissances in situ, il n'est pas possible d'écarter définitivement la configuration B (coupe 3 et 4).



4.4. Suivi et auscultation

L'auscultation géotechnique fait partie intégrante de la conception et de la réalisation des remblais sur sol compressible. Elle permet notamment d'adapter la construction par l'acquisition de paramètres en temps réel et de s'assurer de la stabilité de l'ouvrage.

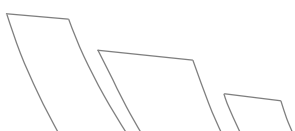
Dans les opérations de préchargement, une auscultation doit permettre de vérifier la stabilité de l'ouvrage et de contrôler les déplacements. Par conséquent le plan d'auscultation devra être conçu afin de cibler les paramètres à mesurer pour bien suivre le comportement de l'ouvrage et des avoisinants, en particulier :

- Les déplacements (tassements et déplacement horizontaux) -> inclinomètres, tassomètres, profilomètre cibles topographique ;
- Les surpressions interstitielles -> capteur de pression intertielles ;
- Les niveaux piézométriques des nappes -> Piézomètre avec système de suivi.

Pour chaque domaine de surveillance, il conviendra de définir des valeurs seuil pour lesquelles chaque franchissement devra faire l'objet d'une réponse adaptée en cours de chantier :

- Seuil de vigilance -> Augmentation de la fréquence de contrôle ;
- Seuil d'alerte -> mise en place d'action correctrice ;
- Seuil d'arrêt -> mise en arrêt du chantier et mise en place de moyens de stabilité.

L'entrepreneur prévoira à sa charge la campagne d'auscultation pendant toute la phase des travaux. Ces mesures devront débuter avant la réalisation des travaux. Chaque mesure devra être analysée et synthétisée avant envoi au Maître d'Œuvre et au géotechnicien titulaire de la mission G4 pour avis. Les seuils seront définis en concertation avec la maîtrise d'œuvre et l'entreprise avant travaux.



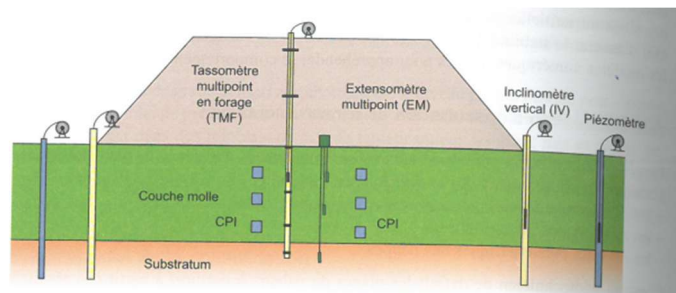


Fig. 8.65. Exemple d'instrumentation complète de remblai sur sol compressible

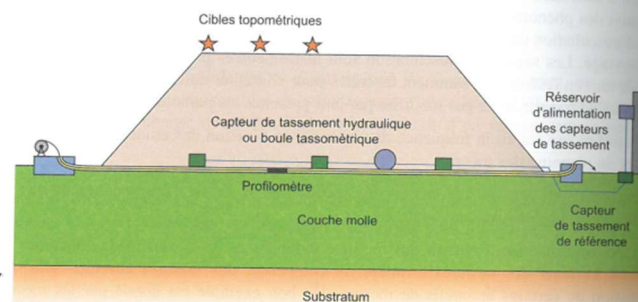


Fig. 8.66. Profilomètre hydrostatique et cibles topométriques

Figure 18 : Exemple d'instrumentation de remblais sur sol compressible (Amélioration et Renforcement des sols, tome 1 – 2018).

*

* *

Nous rappelons que cette note technique a été menée dans le cadre d'une étude globale de conception de niveau projet (G2-PRO).

Toute modification de projet devra nous être indiquée afin de vérifier l'adéquation des préconisations au nouveau projet.

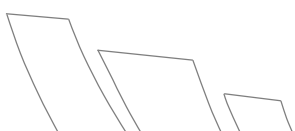
Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes.

Rédacteur :

Léon PÉRÉ, chargé d'Affaires

Contrôle interne :

Paul GANDILHON, chargé d'Affaires



CONDITIONS PARTICULIÈRES

Le présent rapport ou Procès-verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.



ANNEXES

Extrait de la norme NF P 94-500 (2 pages)

TALREN – Coupe 1 (40 pages)

TALREN - Coupes 2 - (22 pages)

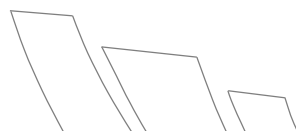
TALREN - Coupes 3 - (28 pages)

TALREN - Coupes 4 - (32 pages)



Annexe 1

Extrait de la norme NF P 94-500



EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 – Novembre 2013

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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



ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



Annexe 2

TALREN - coupe 1



Données du projet

Numéro d'affaire : 3513917

Titre du calcul : Coupe 1

Lieu : LANNE

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	U1 LT		20,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	U1 CT		20,0	0,01	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	U1 QUAT LT		20,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	U1 QUAT CT		20,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	U2 LT		24,0	35,00	15,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
6	U2 CT		24,0	35,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
7	U3 LT		27,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
8	U3 CT		27,0	35,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
9	RB		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
10	U1 CT_AMEL1		20,0	0,01	104,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
11	U1 CT_AMEL2		20,0	0,01	81,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
12	U1 Quat_AMEL2		20,0	0,01	91,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	U1 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
2	U1 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
3	U1 QUAT LT		-	-	-	Effective	Linéaire
4	U1 QUAT CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
5	U2 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
6	U2 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
7	U3 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
8	U3 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
9	RB		-	-	-	Effective	Linéaire
10	U1 CT_AMEL1		-	-	-	Non drainée	Linéaire
11	U1 CT_AMEL2		-	-	-	Non drainée	Linéaire
12	U1 Quat_AMEL2		-	-	-	Non drainée	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	399,260	2	11,120	400,180	3	16,330	401,550	4	18,950	401,550	5	19,880	401,620	6	25,280	401,810
7	44,220	401,450	8	52,330	400,960	9	72,940	399,300	10	83,790	398,200	11	87,800	397,750	12	102,880	396,090
13	105,060	395,840	14	120,920	394,020	15	143,510	391,410	16	143,670	391,400	17	166,430	388,700	18	184,280	386,760
19	191,290	386,200	20	206,590	385,220	21	213,480	384,620	22	215,130	384,040	23	217,070	383,640	24	220,440	383,260
25	222,120	382,390	26	228,580	382,590	27	230,610	382,690	28	232,560	382,720	29	233,930	382,710	30	236,470	382,300
31	241,160	382,070	32	243,480	381,890	33	245,830	381,840	34	28,520	401,760	35	32,110	402,940	36	155,510	401,230
39	0,000	397,180	40	0,000	396,380	41	43,810	399,800	42	43,810	399,000	43	85,070	396,120	44	85,070	393,920
45	106,620	393,950	46	106,620	391,750	47	119,310	392,250	48	119,310	389,350	49	156,440	384,370	50	156,440	382,870
51	174,780	384,180	52	174,780	380,680	53	197,170	379,990	54	197,170	378,990	55	229,600	376,830	56	229,600	375,830
57	168,000	388,025	58	170,670	384,223	59	245,830	376,844	60	245,830	375,833	61	167,500	388,584	64	174,628	387,809
66	188,657	391,732	67	140,500	391,758	68	188,642	386,411	70	172,017	396,500	71	100,384	396,365	72	155,500	389,997
73	155,500	384,569	74	140,500	387,753												

Segments (1/2)

	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	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	34	7	34	7
8	7	8	9	8	9	10	9	10	11	10	11	13	12	13	14	13	14	20	19	20
21	20	21	22	21	22	23	22	23	24	23	24	25	24	25	26	25	26	27	26	27
28	27	28	29	28	29	30	29	30	31	30	31	32	31	32	33	32	33	34	34	35
35	35	36	37	15	16	39	39	41	40	41	43	41	43	45	42	45	47	44	49	58
45	58	51	46	51	53	47	53	55	48	55	59	49	56	60	50	40	42	51	42	44



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 14 oct. 2025 12:23:41
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Projet : Coupe 1

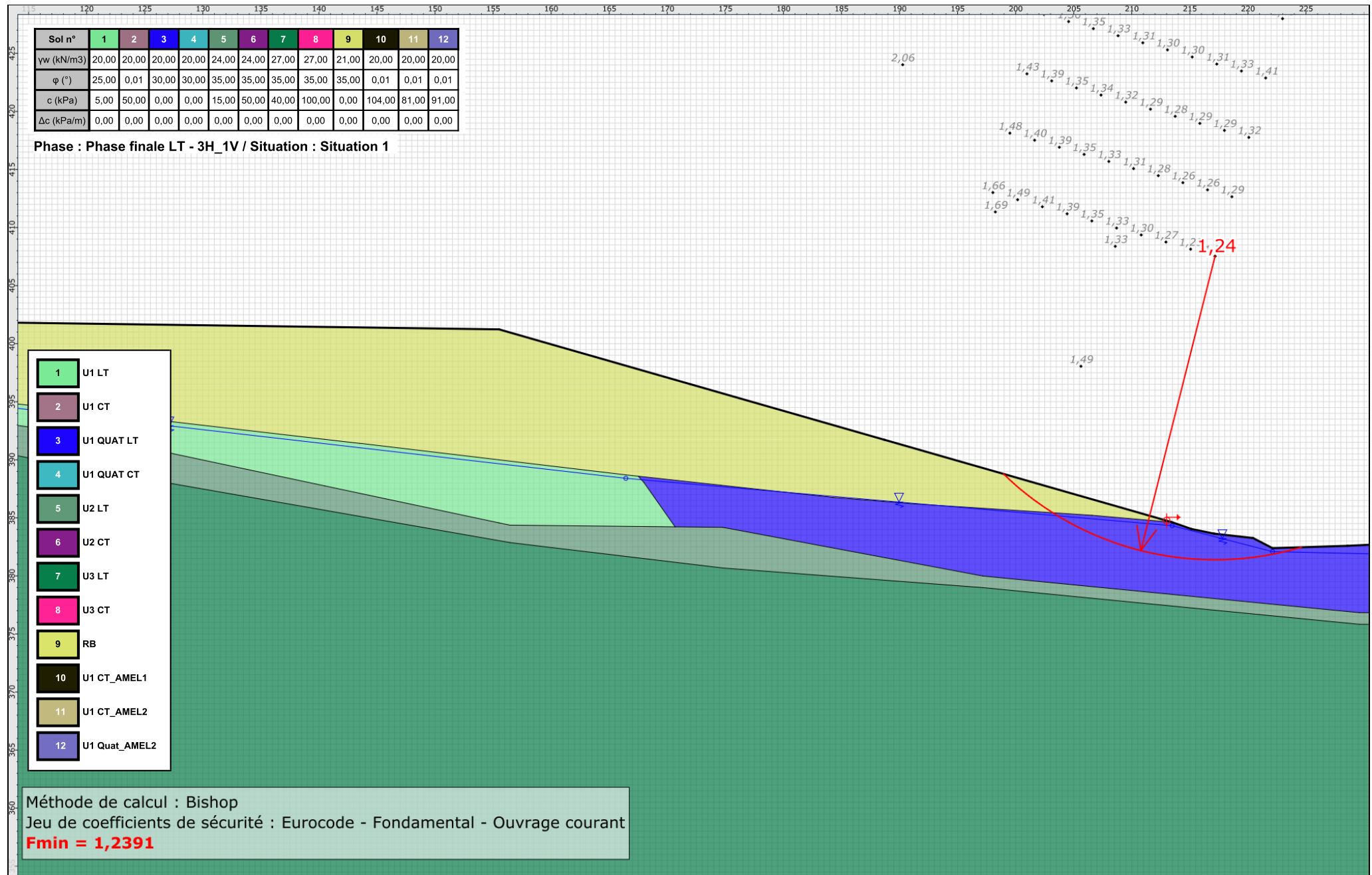
Données du projet

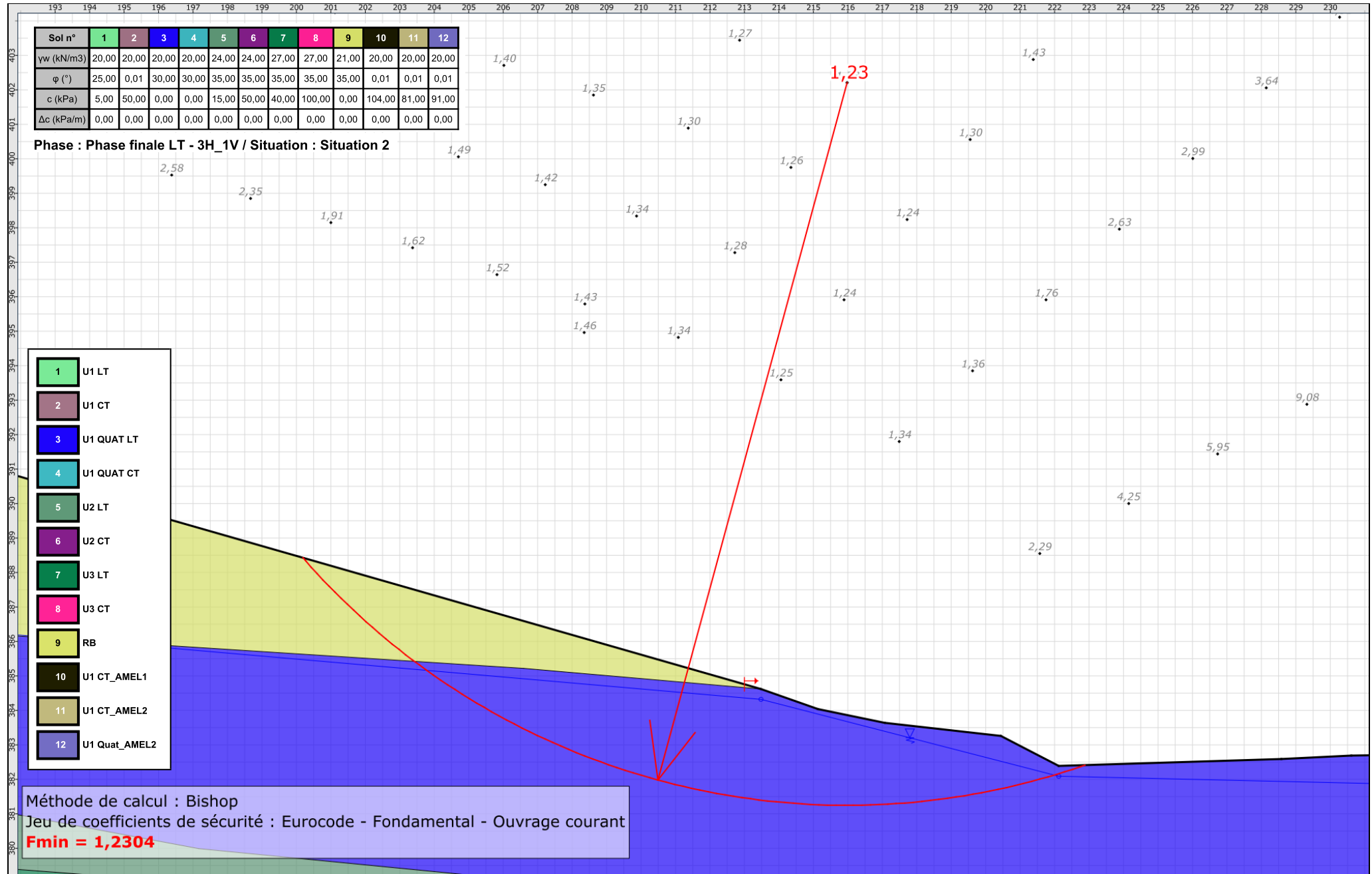
Segments (2/2)

	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
52	44	46	53	46	48	54	48	50	55	50	52	56	52	54	57	54	56	58	58	57
59	17	61	61	61	57	65	18	64	66	61	64	67	21	66	70	14	67	71	15	67
73	18	68	74	19	68	76	36	70	77	66	70	79	11	71	80	12	71	81	70	71
82	66	67	83	16	72	84	17	72	86	49	73	87	73	72	88	47	74	89	73	74
90	74	67																		

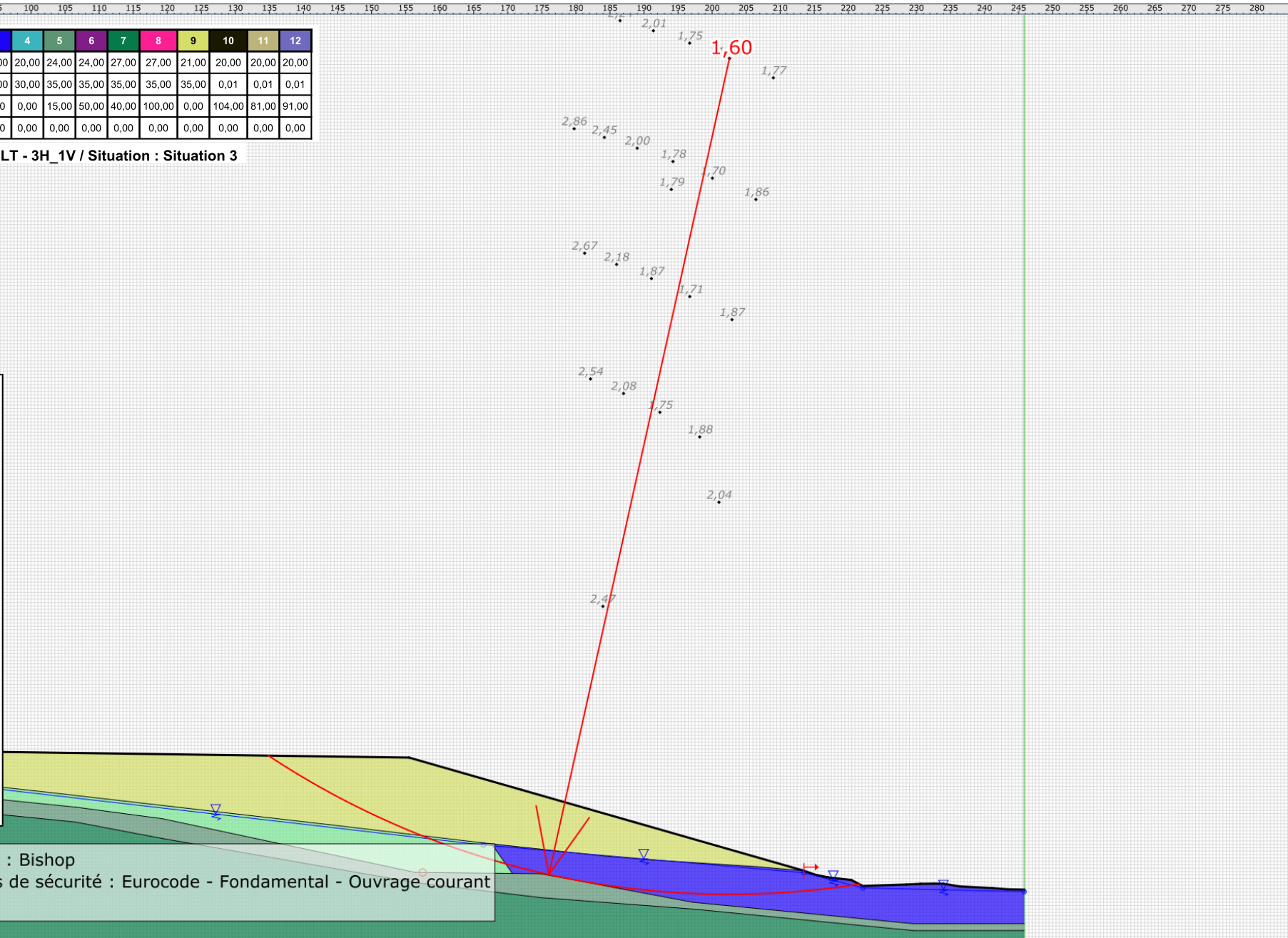
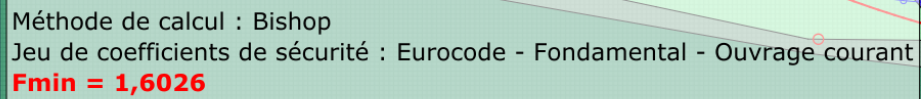
Surcharges réparties

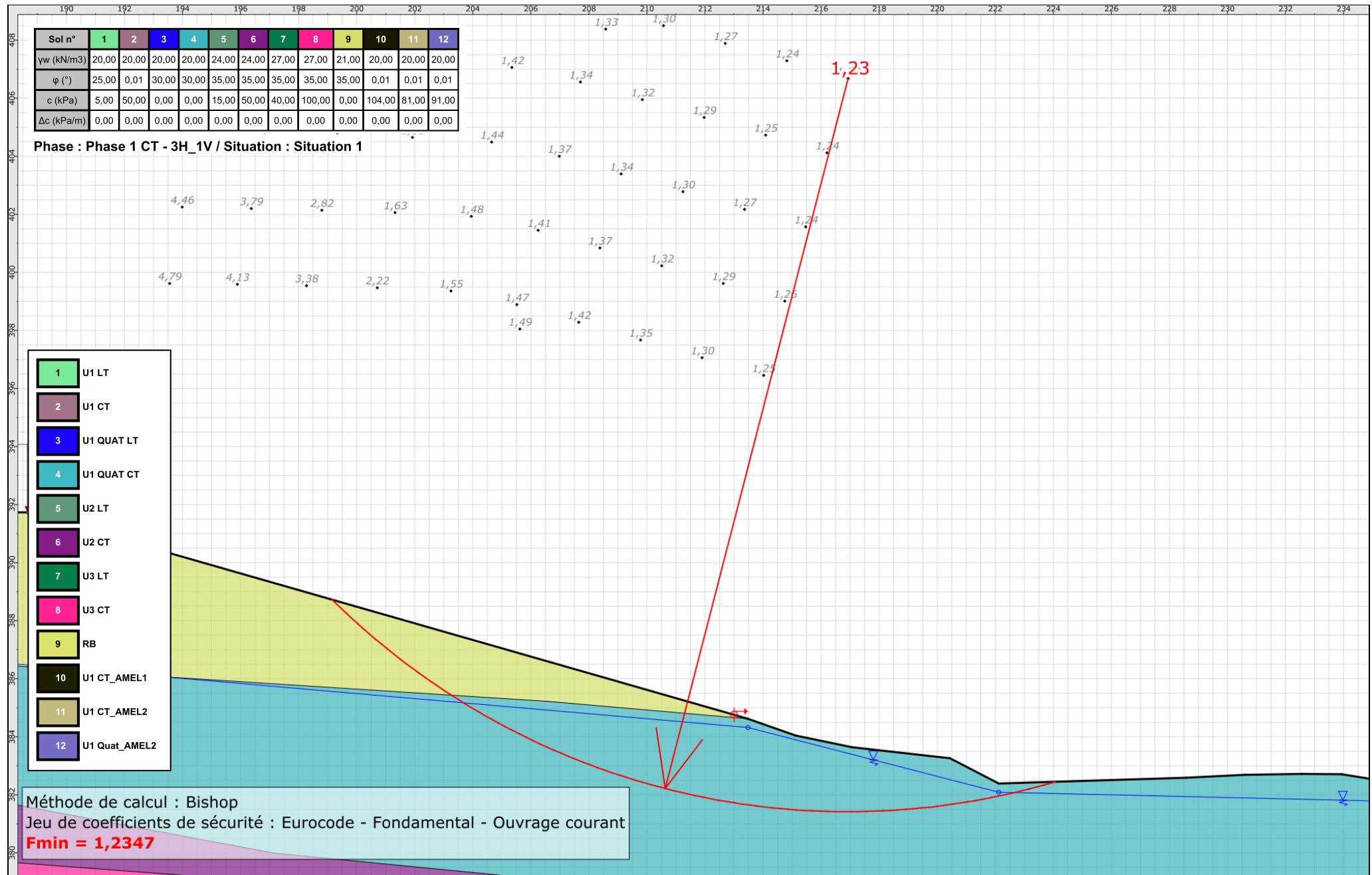
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge chantier 1	140,500	391,758	10,0	188,657	391,732	10,0	90,00
2	Charge chantier 2	100,384	396,365	10,0	172,017	396,500	10,0	90,00
3	Charge chantier 3	32,110	402,940	10,0	155,510	401,230	10,0	90,00

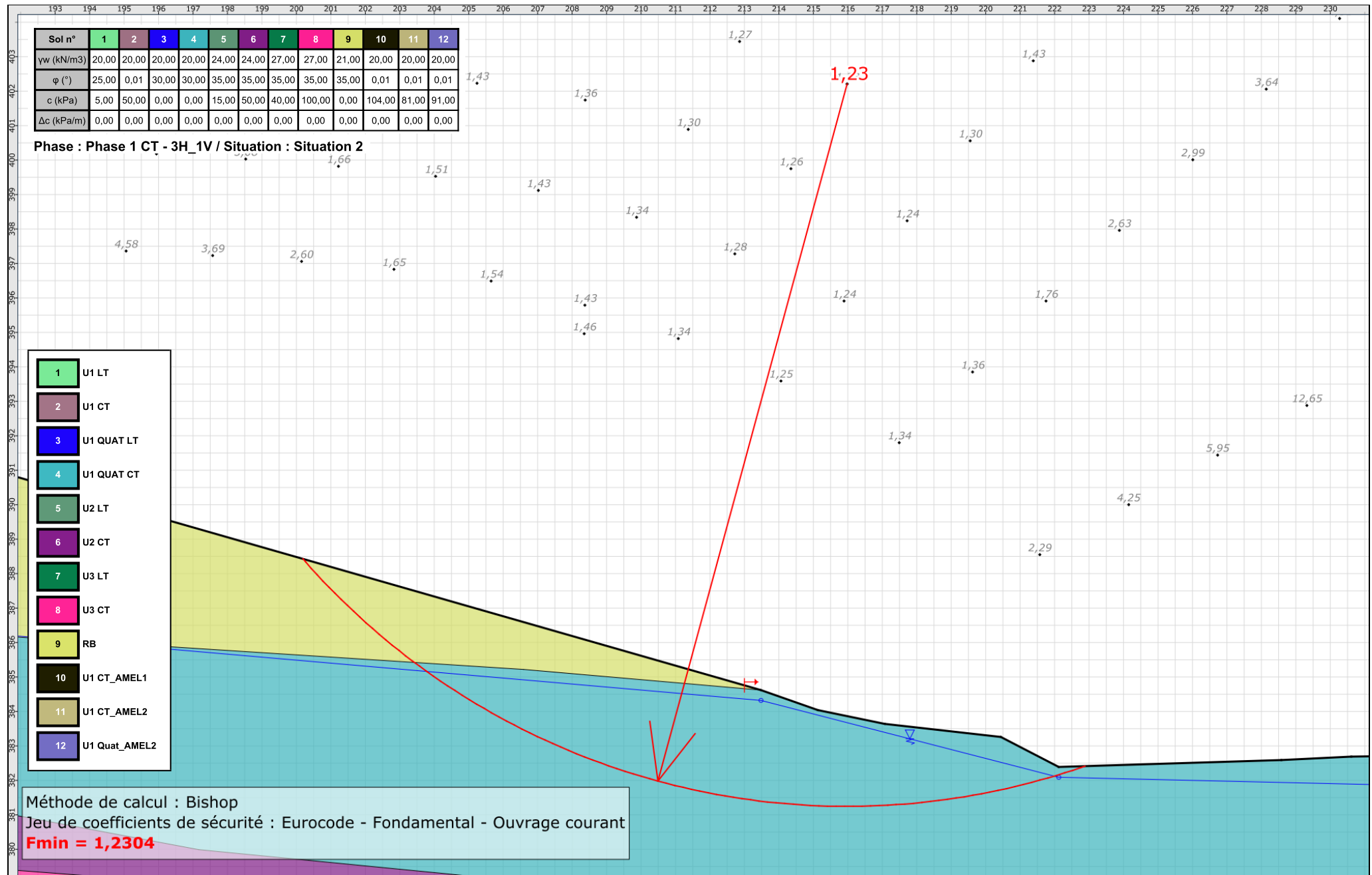


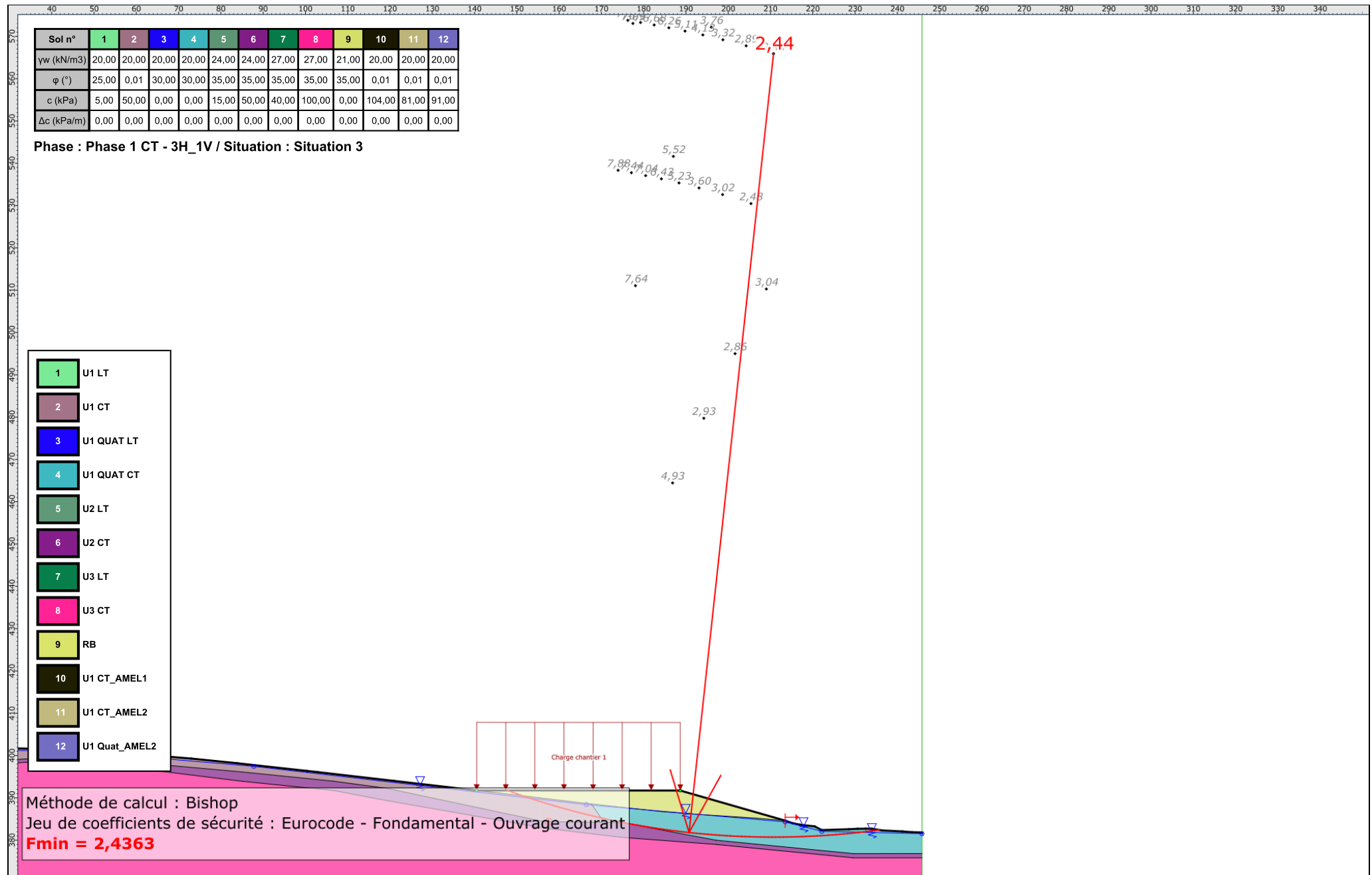


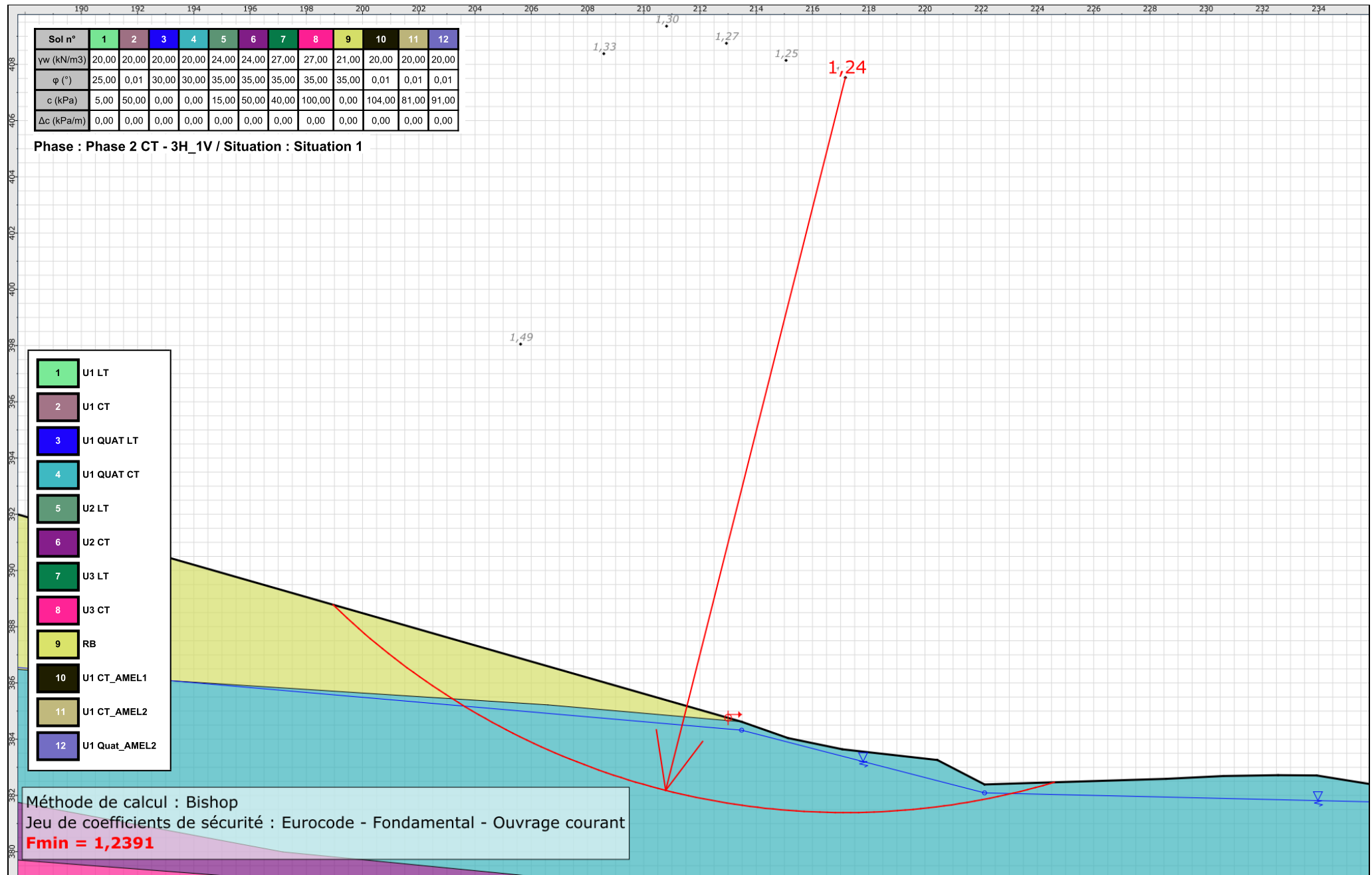
Phase : Phase finale LT - 3H_1V / Situation : Situation 3

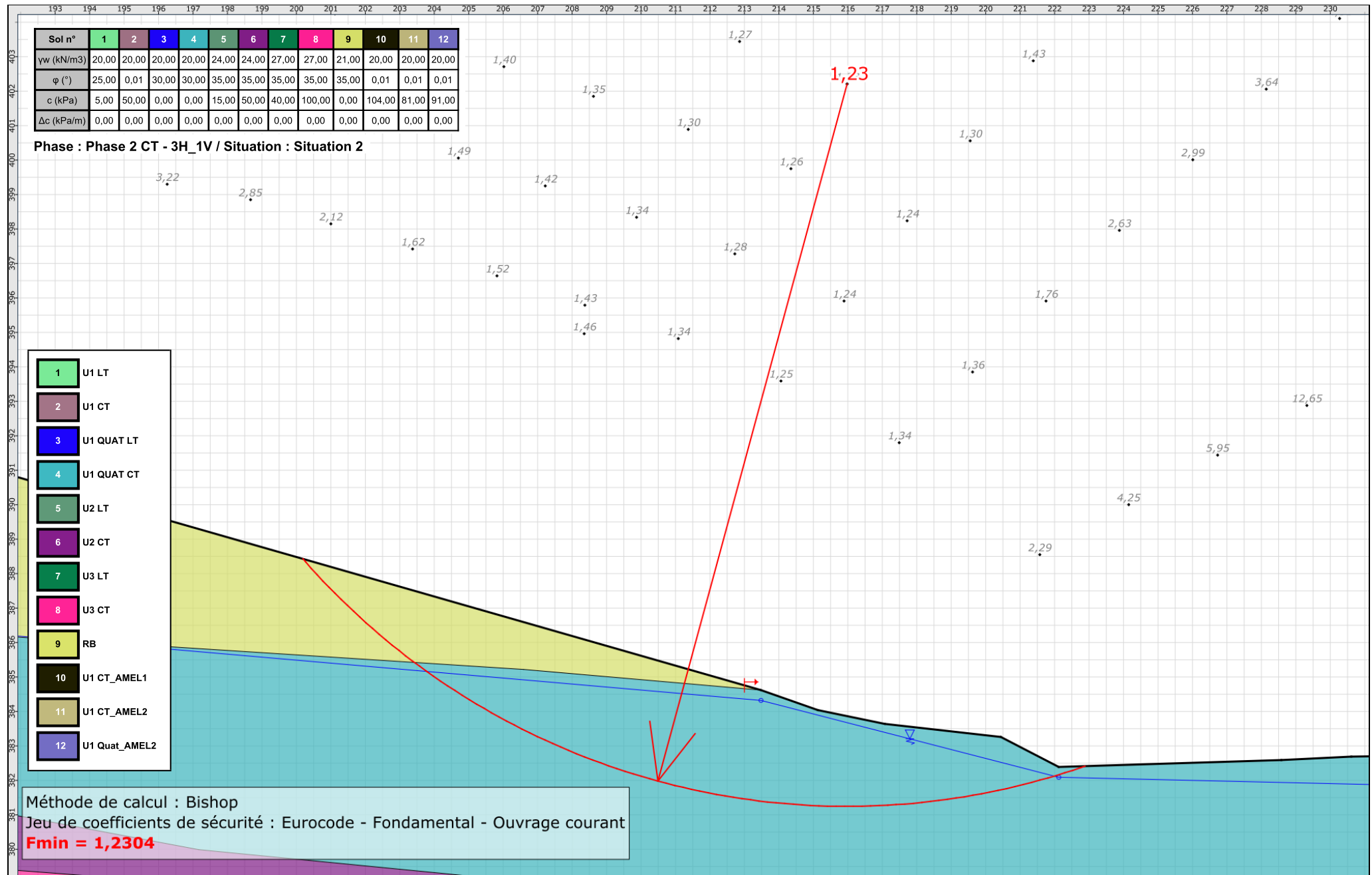












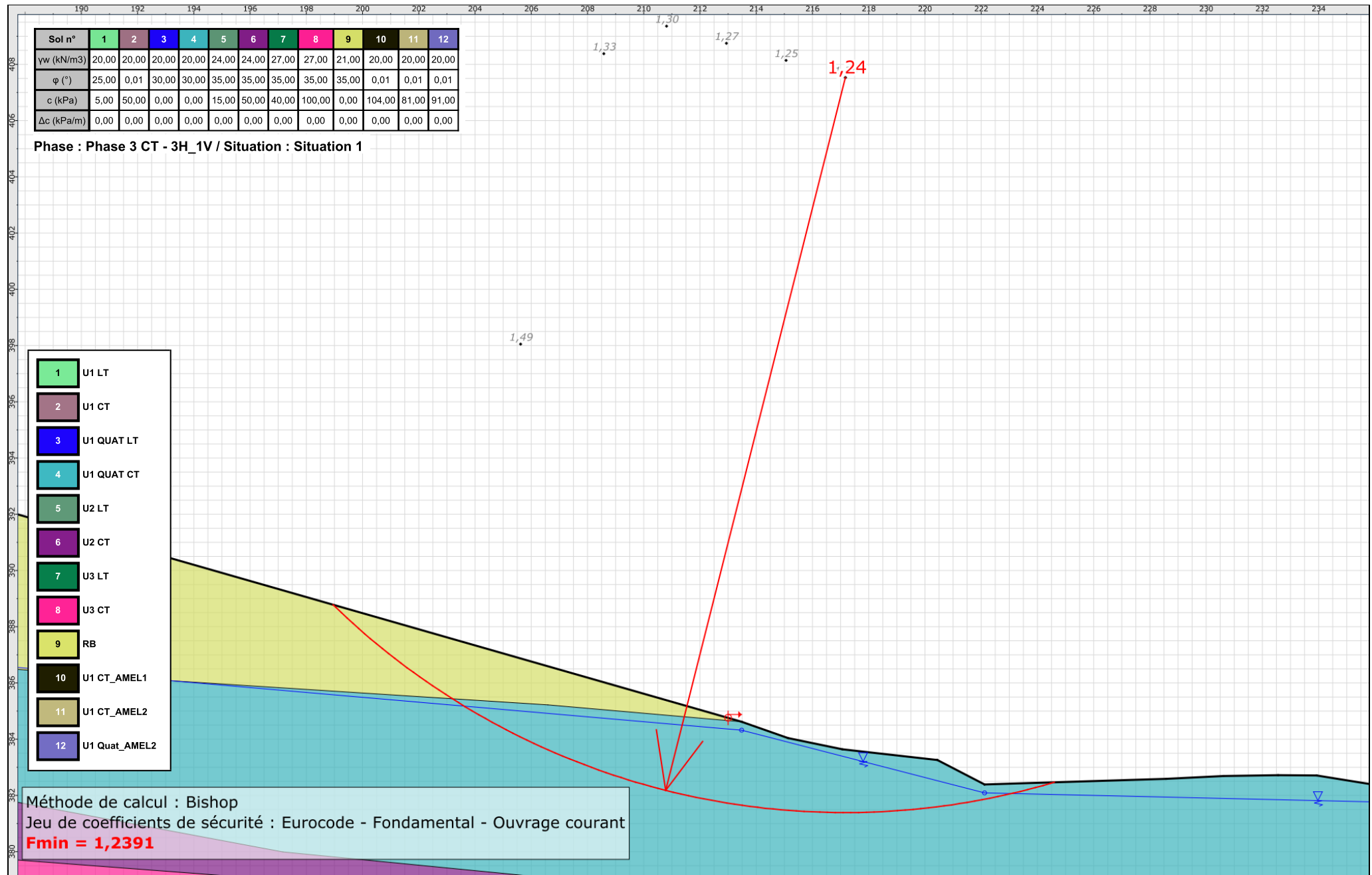
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	30,00	30,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	0,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

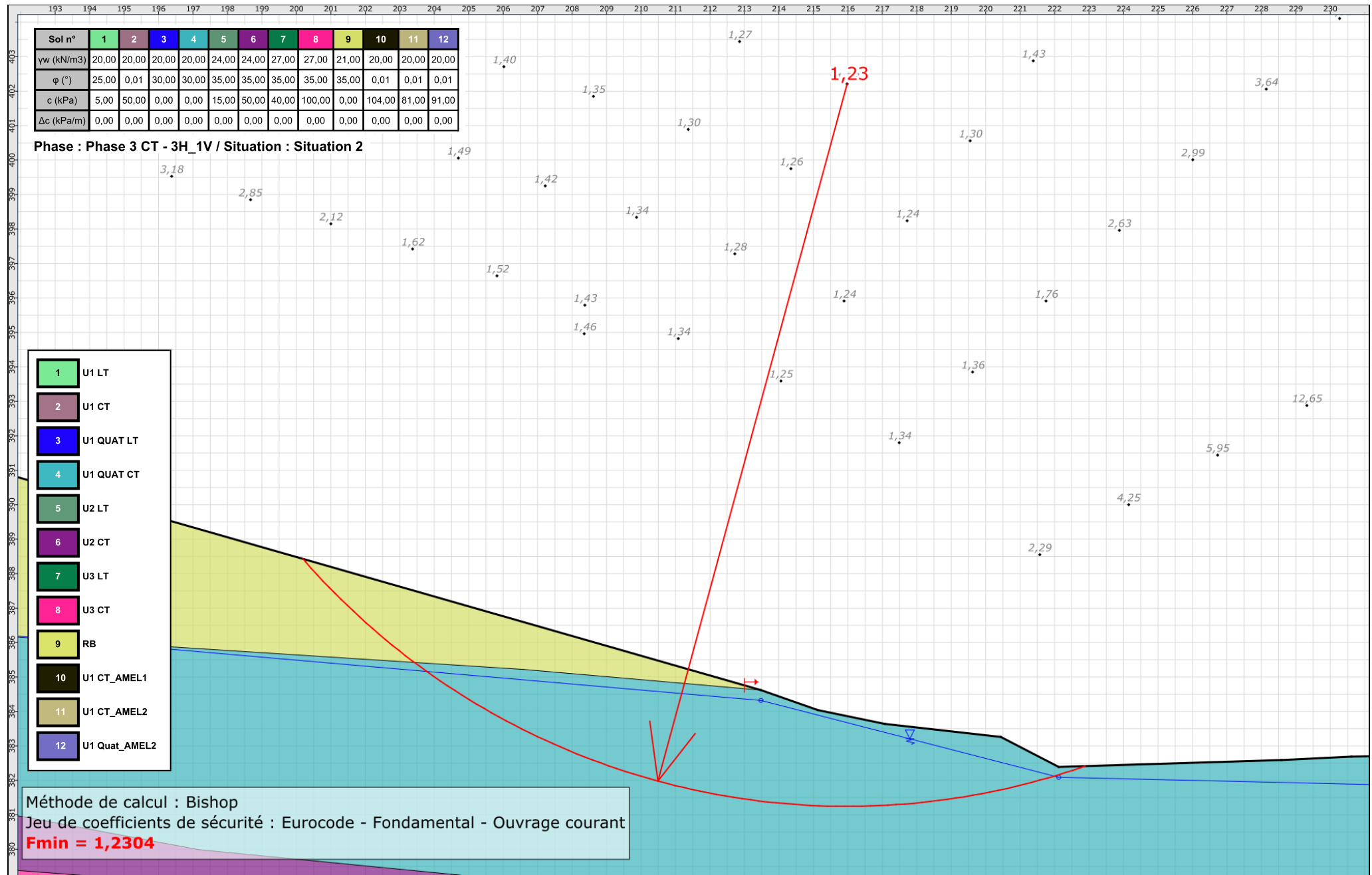
Phase : Phase 2 CT - 3H_1V / Situation : Situation 3

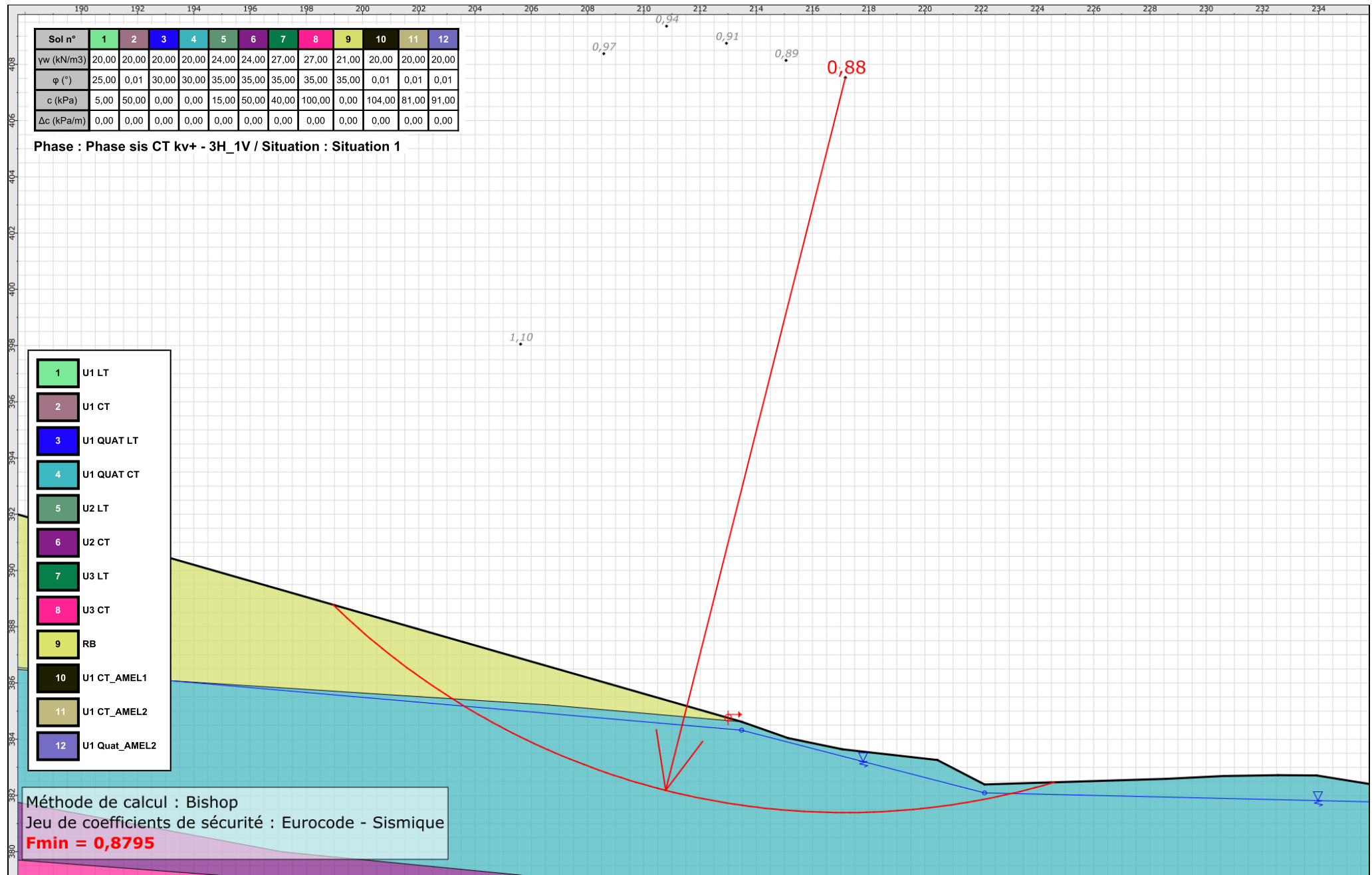
- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 CT_AMEL2
- 12 U1 Quat_AMEL2

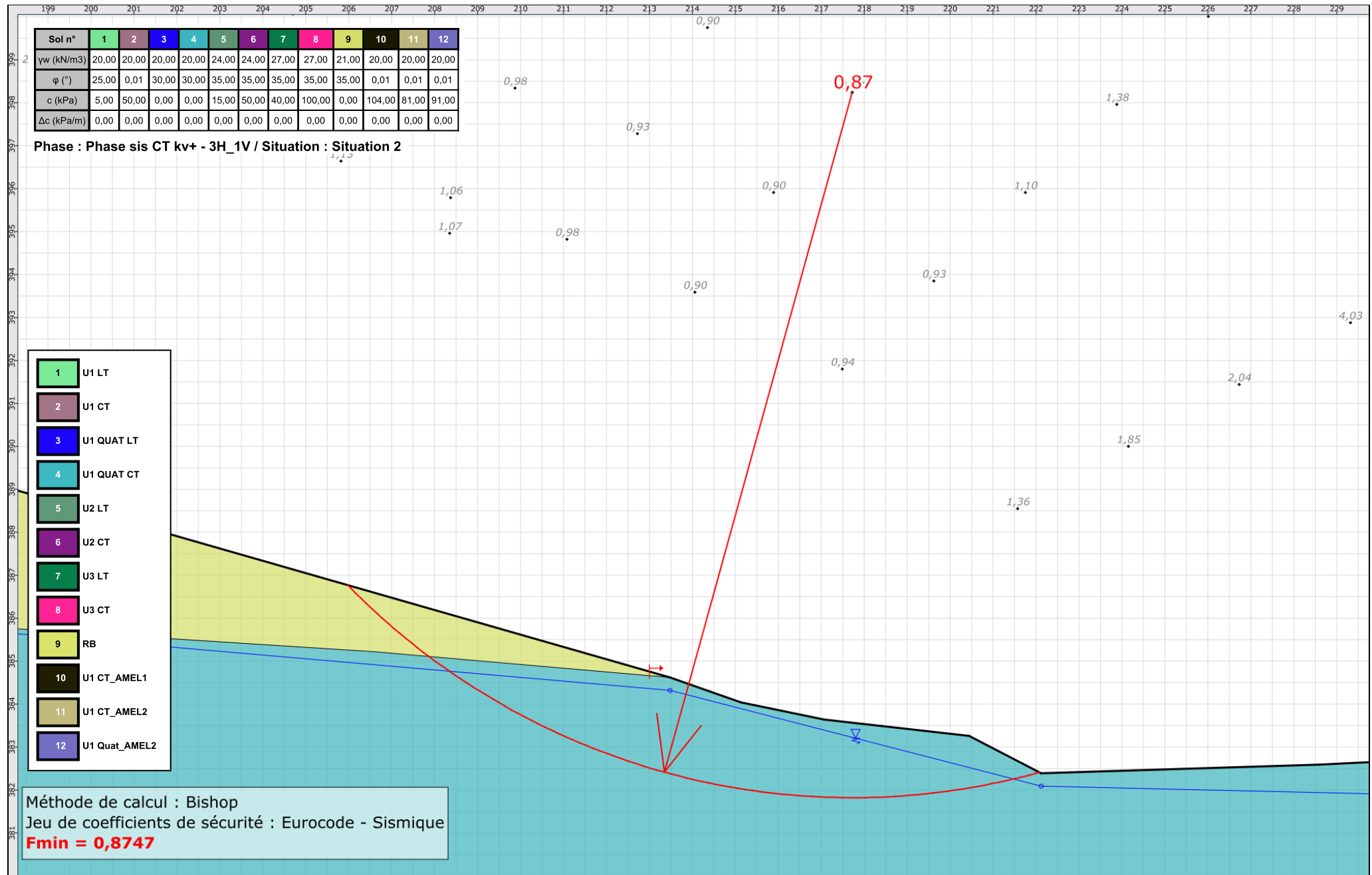
Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,7020

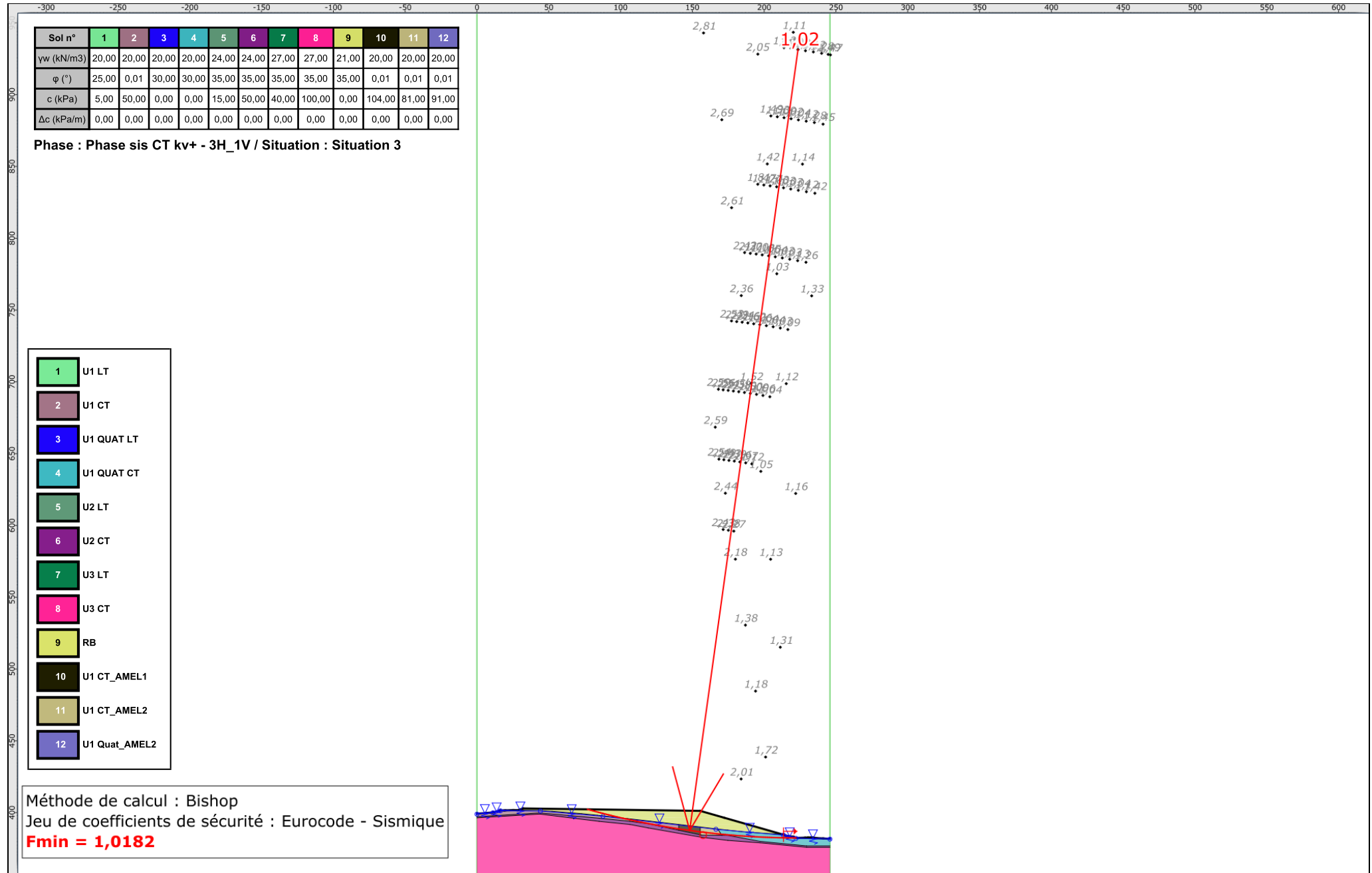
Charge chantier 2

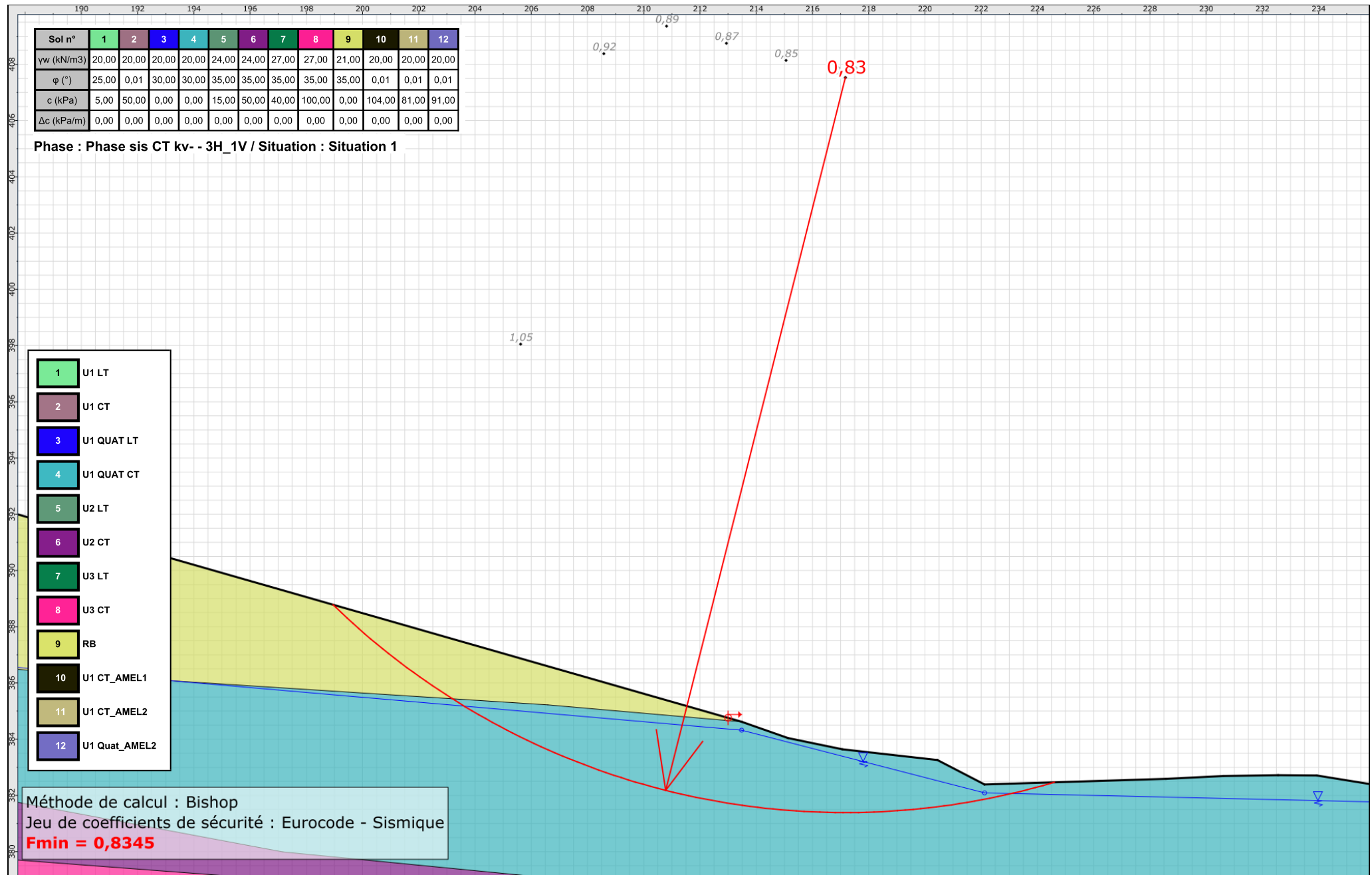


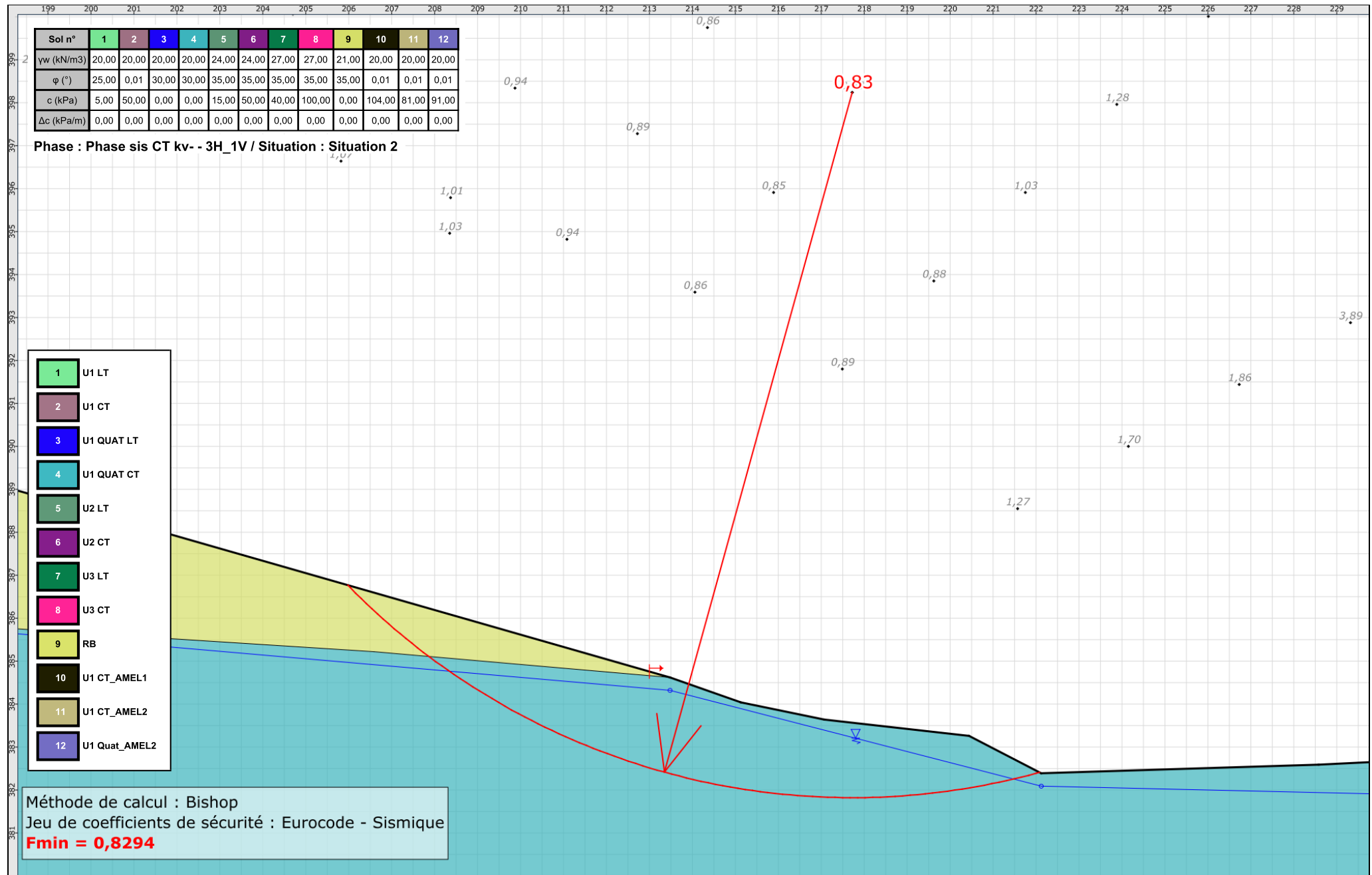


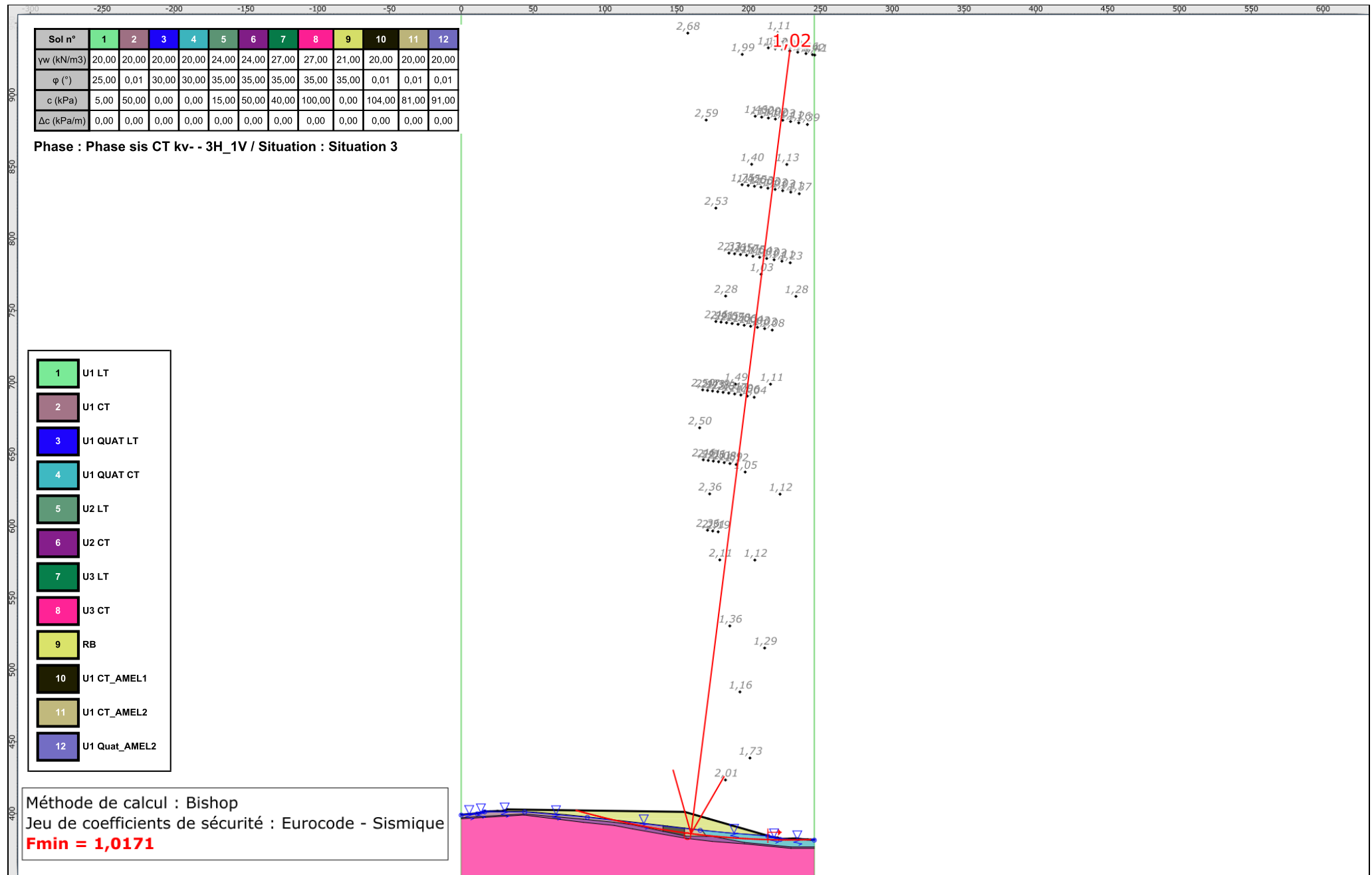












Données du projet

Numéro d'affaire : 3513917

Titre du calcul : Coupe 1

Lieu : LANNE

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	U1 LT		20,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	U1 CT		20,0	0,01	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	U1 QUAT LT		20,0	25,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	U1 QUAT CT		20,0	0,01	60,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	U2 LT		24,0	35,00	15,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
6	U2 CT		24,0	35,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
7	U3 LT		27,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
8	U3 CT		27,0	35,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
9	RB		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
10	U1 CT_AMEL1		20,0	0,01	104,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
11	U1 CT_AMEL2		20,0	0,01	81,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
12	U1 Quat_AMEL 1		20,0	0,01	91,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	U1 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
2	U1 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
3	U1 QUAT LT		-	-	-	Effective	Linéaire
4	U1 QUAT CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
5	U2 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
6	U2 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
7	U3 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
8	U3 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
9	RB		-	-	-	Effective	Linéaire
10	U1 CT_AMEL1		-	-	-	Non drainée	Linéaire
11	U1 CT_AMEL2		-	-	-	Non drainée	Linéaire
12	U1 Quat_AMEL 1		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	399,260	2	11,120	400,180	3	16,330	401,550	4	18,950	401,550	5	19,880	401,620	6	25,280	401,810
7	44,220	401,450	8	52,330	400,960	9	72,940	399,300	10	83,790	398,200	11	87,800	397,750	12	102,880	396,090
13	105,060	395,840	14	120,920	394,020	15	143,510	391,410	16	143,670	391,400	17	166,430	388,700	18	184,280	386,760
19	191,290	386,200	20	206,590	385,220	21	213,480	384,620	22	215,130	384,040	23	217,070	383,640	24	220,440	383,260
25	222,120	382,390	26	228,580	382,590	27	230,610	382,690	28	232,560	382,720	29	233,930	382,710	30	236,470	382,300
31	241,160	382,070	32	243,480	381,890	33	245,830	381,840	34	28,520	401,760	35	32,110	402,940	36	155,510	401,230
39	0,000	397,180	40	0,000	396,380	41	43,810	399,800	42	43,810	399,000	43	85,070	396,120	44	85,070	393,920
45	106,620	393,950	46	106,620	391,750	47	119,310	392,250	48	119,310	389,350	49	156,440	384,370	50	156,440	382,870
51	174,780	384,180	52	174,780	380,680	53	197,170	379,990	54	197,170	378,990	55	229,600	376,830	56	229,600	375,830
57	168,000	388,025	58	170,670	384,223	59	245,830	376,844	60	245,830	375,833	61	167,500	388,584	64	174,628	387,809
66	188,657	391,732	67	140,500	391,758	68	188,642	386,411	70	172,017	396,500	71	100,384	396,365	72	155,500	389,997
73	155,500	384,569	74	140,500	387,753	75	213,500	378,399									

Segments (1/2)

	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	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	34	7	34	7
8	7	8	9	8	9	10	9	10	11	10	11	13	12	13	14	13	14	20	19	20
21	20	21	22	21	22	23	22	23	24	23	24	25	24	25	26	25	26	27	26	27
28	27	28	29	28	29	30	29	30	31	30	31	32	31	32	33	32	33	34	34	35
35	35	36	37	15	16	39	39	41	40	41	43	41	43	45	42	45	47	44	49	58
45	58	51	46	51	53	48	55	59	49	56	60	50	40	42	51	42	44	52	44	46



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 14 oct. 2025 12:41:27
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Projet : Coupe 1

Données du projet

Segments (2/2)

	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
53	46	48	54	48	50	55	50	52	56	52	54	57	54	56	58	58	57	59	17	61
61	61	57	65	18	64	66	61	64	67	21	66	70	14	67	71	15	67	73	18	68
74	19	68	76	36	70	77	66	70	79	11	71	80	12	71	81	70	71	82	66	67
83	16	72	84	17	72	86	49	73	87	73	72	88	47	74	89	73	74	90	74	67
91	53	75	92	55	75	93	75	21												

Surcharges réparties

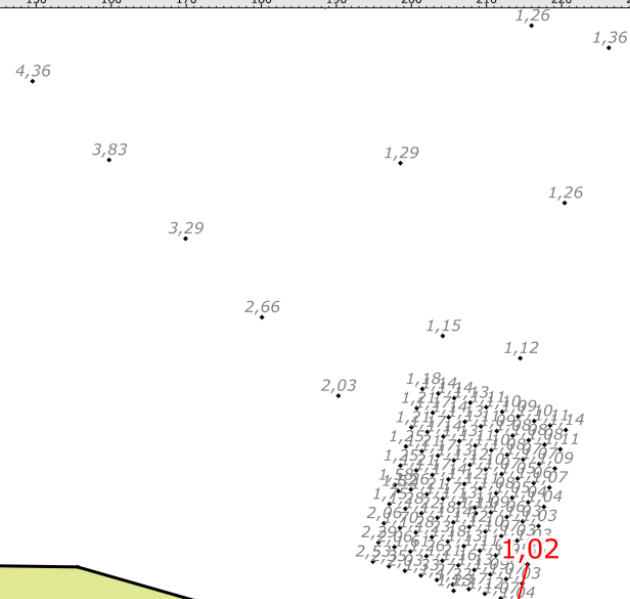
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge chantier 1	140,500	391,758	10,0	188,657	391,732	10,0	90,00
2	Charge chantier 2	100,384	396,365	10,0	172,017	396,500	10,0	90,00
3	Charge chantier 3	32,110	402,940	10,0	155,510	401,230	10,0	90,00

Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase finale LT - 3H_1V / Situation : Situation 1

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 CT_AMEL2
- 12 U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,0191



Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase finale LT - 3H_1V / Situation : Situation 2

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 CT_AMEL2
- 12 U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

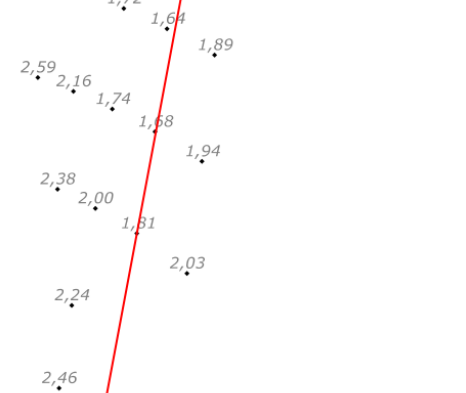
Fmin = 1,0167

Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase finale LT - 3H_1V / Situation : Situation 3

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 CT_AMEL2
- 12 U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,4438



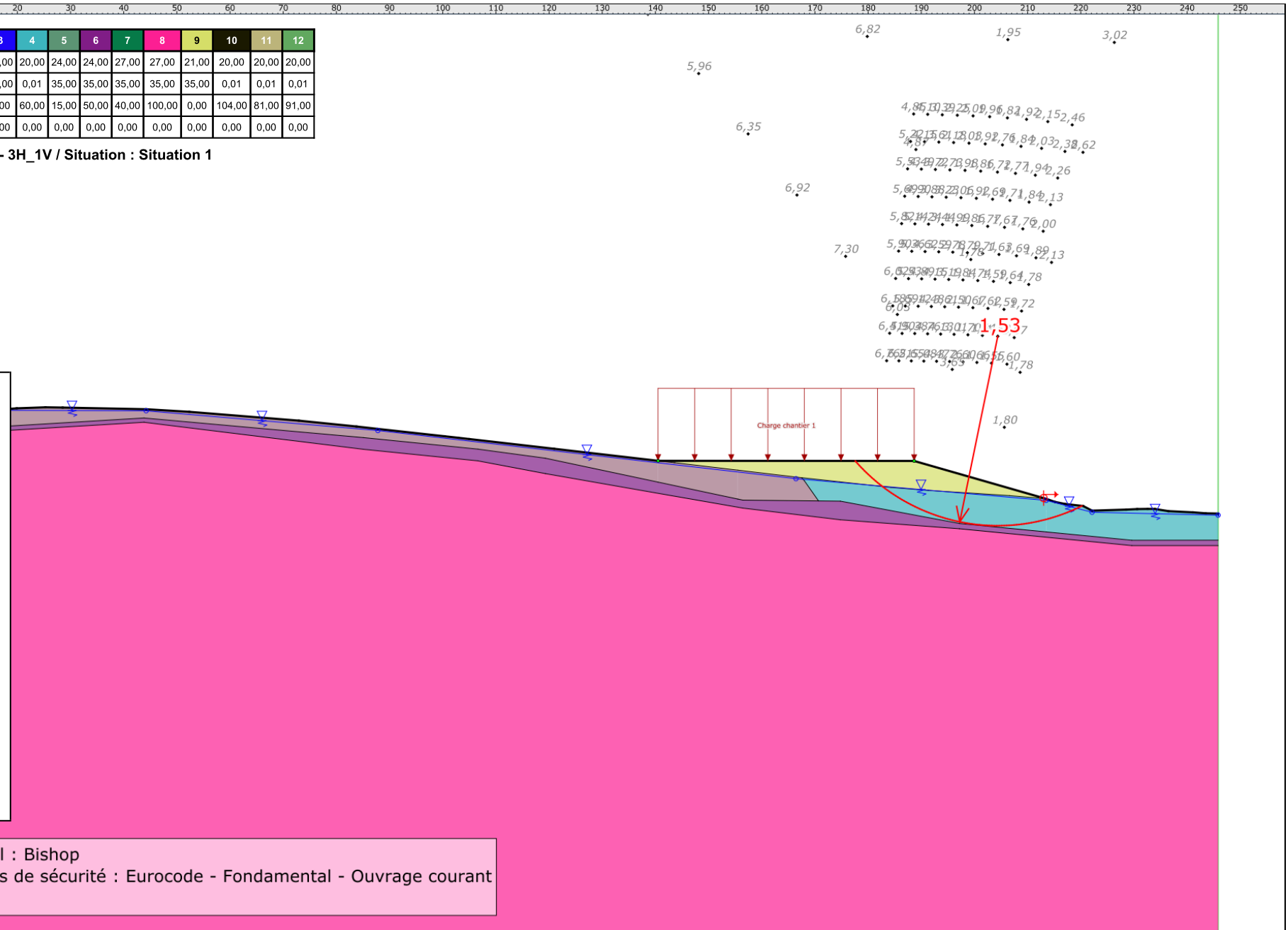
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 1 CT - 3H_1V / Situation : Situation 1

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 CT_AMEL2
- 12 U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

Fmin = 1,5348

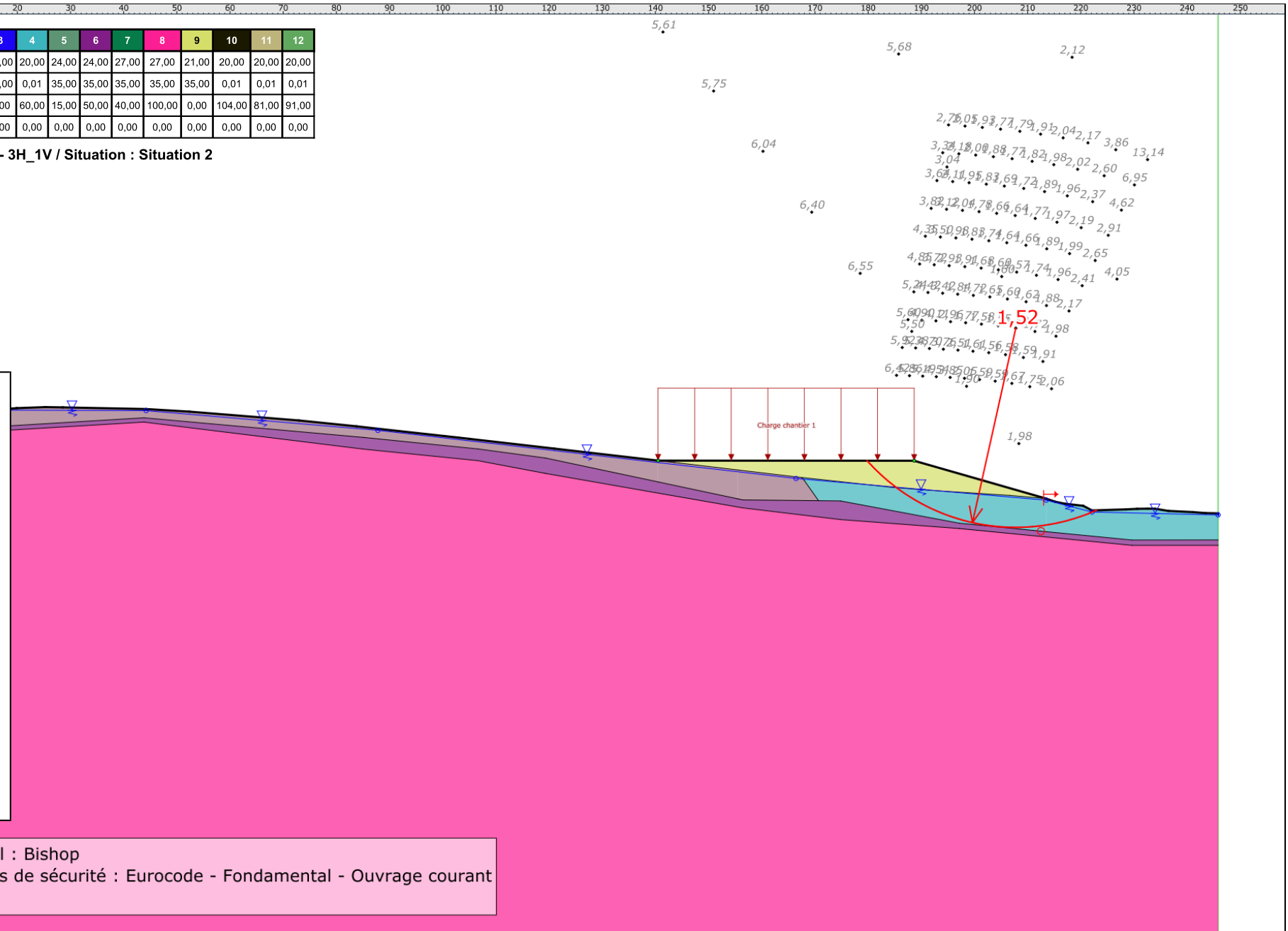
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 1 CT - 3H_1V / Situation : Situation 2

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 CT_AMEL2
- 12 U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

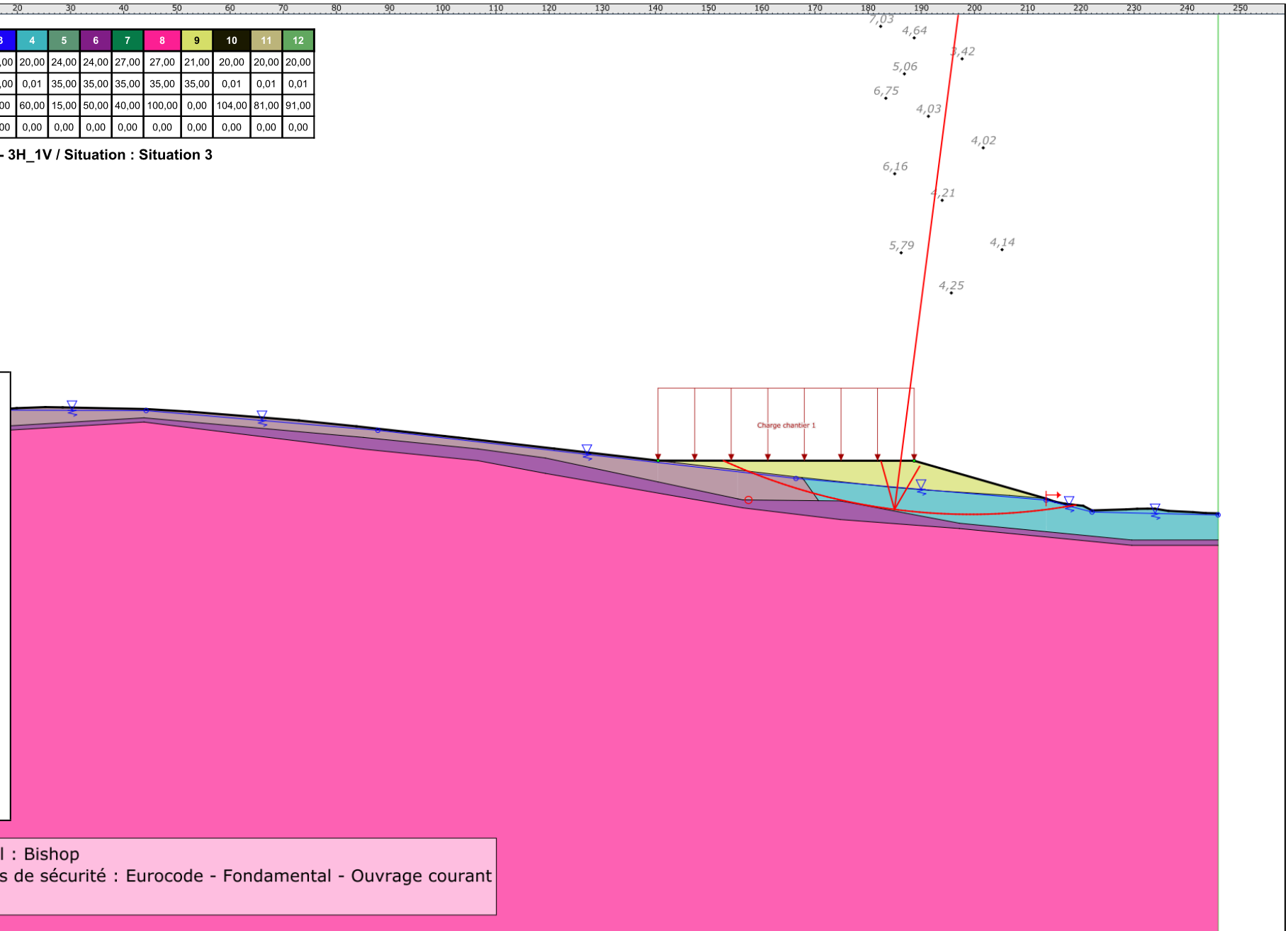
Fmin = 1,5154

Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 1 CT - 3H_1V / Situation : Situation 3

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 CT_AMEL2
- 12 U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 2,3509

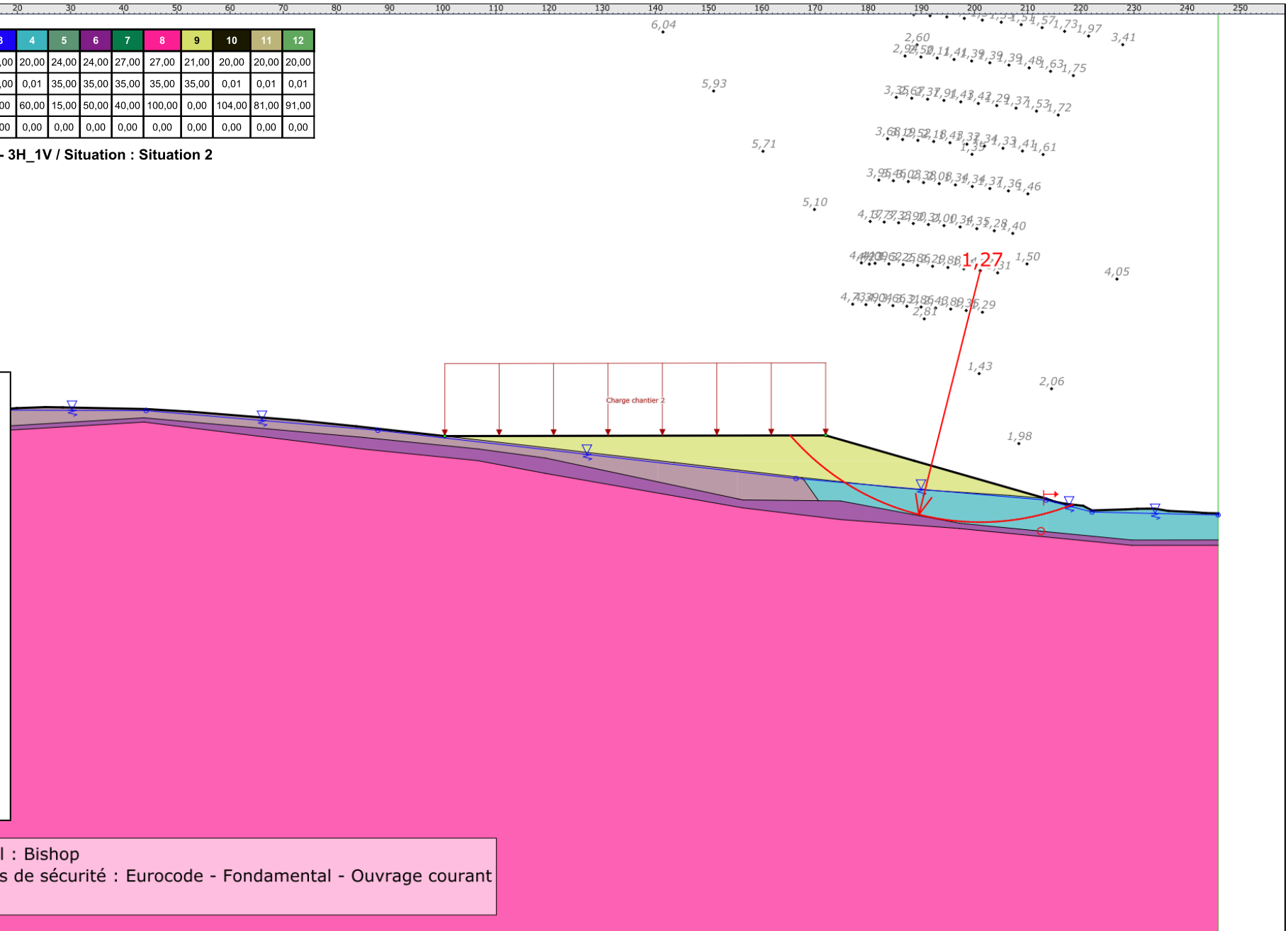


Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 2 CT - 3H_1V / Situation : Situation 2

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 CT_AMEL2
- 12 U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,2695

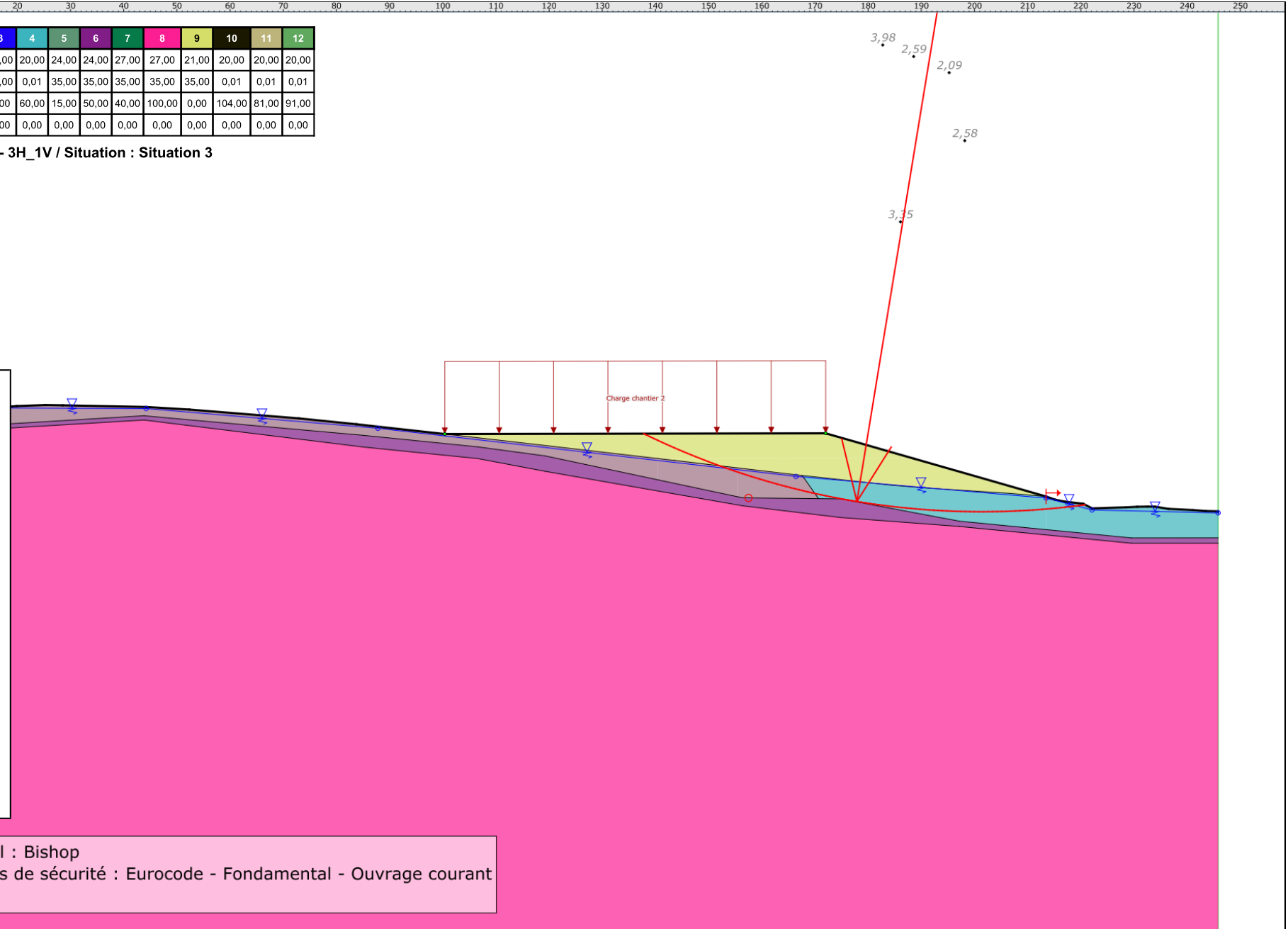


Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 2 CT - 3H_1V / Situation : Situation 3

1	U1 LT
2	U1 CT
3	U1 QUAT LT
4	U1 QUAT CT
5	U2 LT
6	U2 CT
7	U3 LT
8	U3 CT
9	RB
10	U1 CT_AMEL1
11	U1 CT_AMEL2
12	U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,5083



Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 3 CT - 3H_1V / Situation : Situation 1

1	U1 LT
2	U1 CT
3	U1 QUAT LT
4	U1 QUAT CT
5	U2 LT
6	U2 CT
7	U3 LT
8	U3 CT
9	RB
10	U1 CT_AMEL1
11	U1 CT_AMEL2
12	U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

Fmin = 1,1648

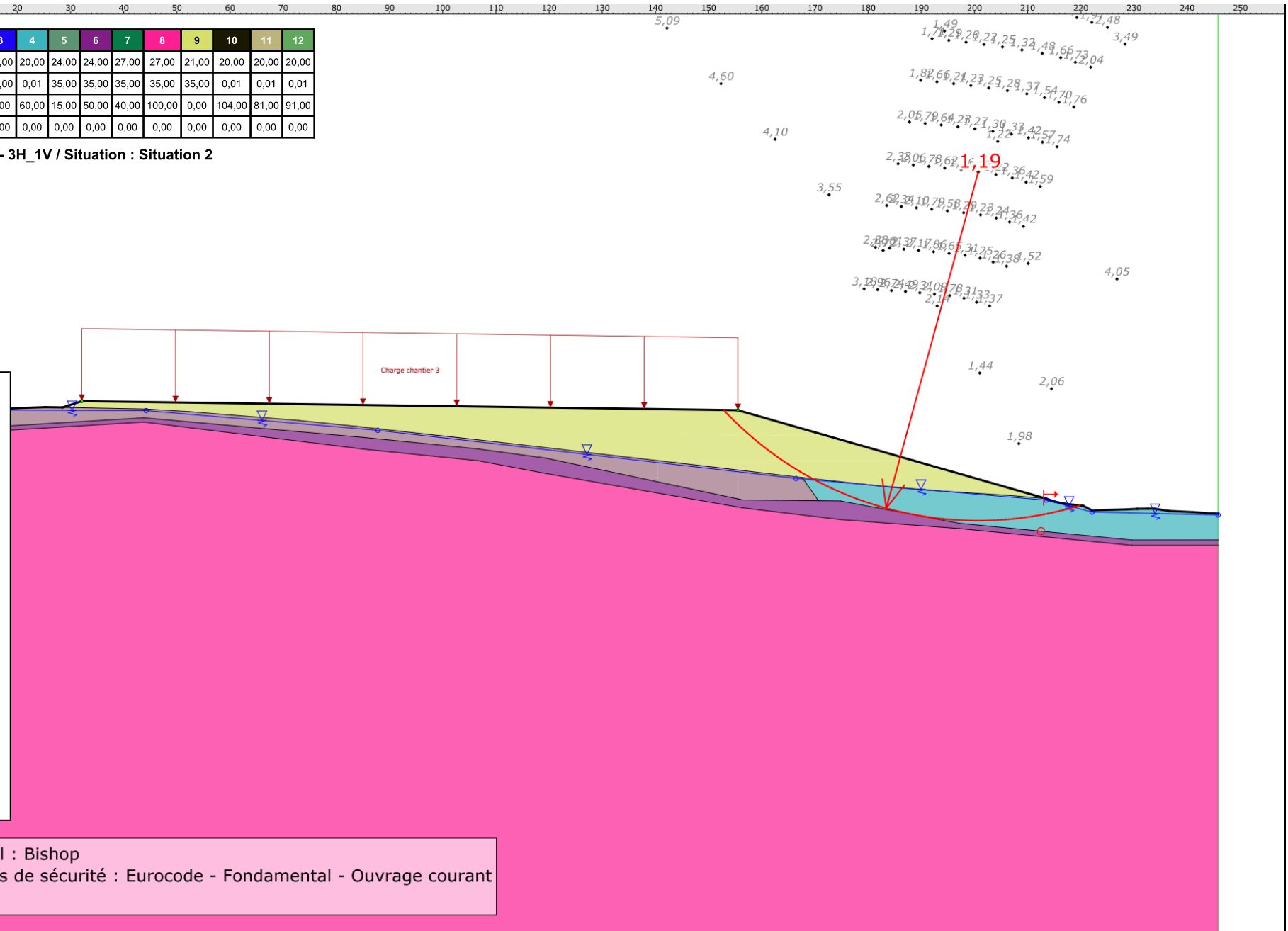
Change chantier 3

Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 3 CT - 3H_1V / Situation : Situation 2

1	U1 LT
2	U1 CT
3	U1 QUAT LT
4	U1 QUAT CT
5	U2 LT
6	U2 CT
7	U3 LT
8	U3 CT
9	RB
10	U1 CT_AMEL1
11	U1 CT_AMEL2
12	U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,1942

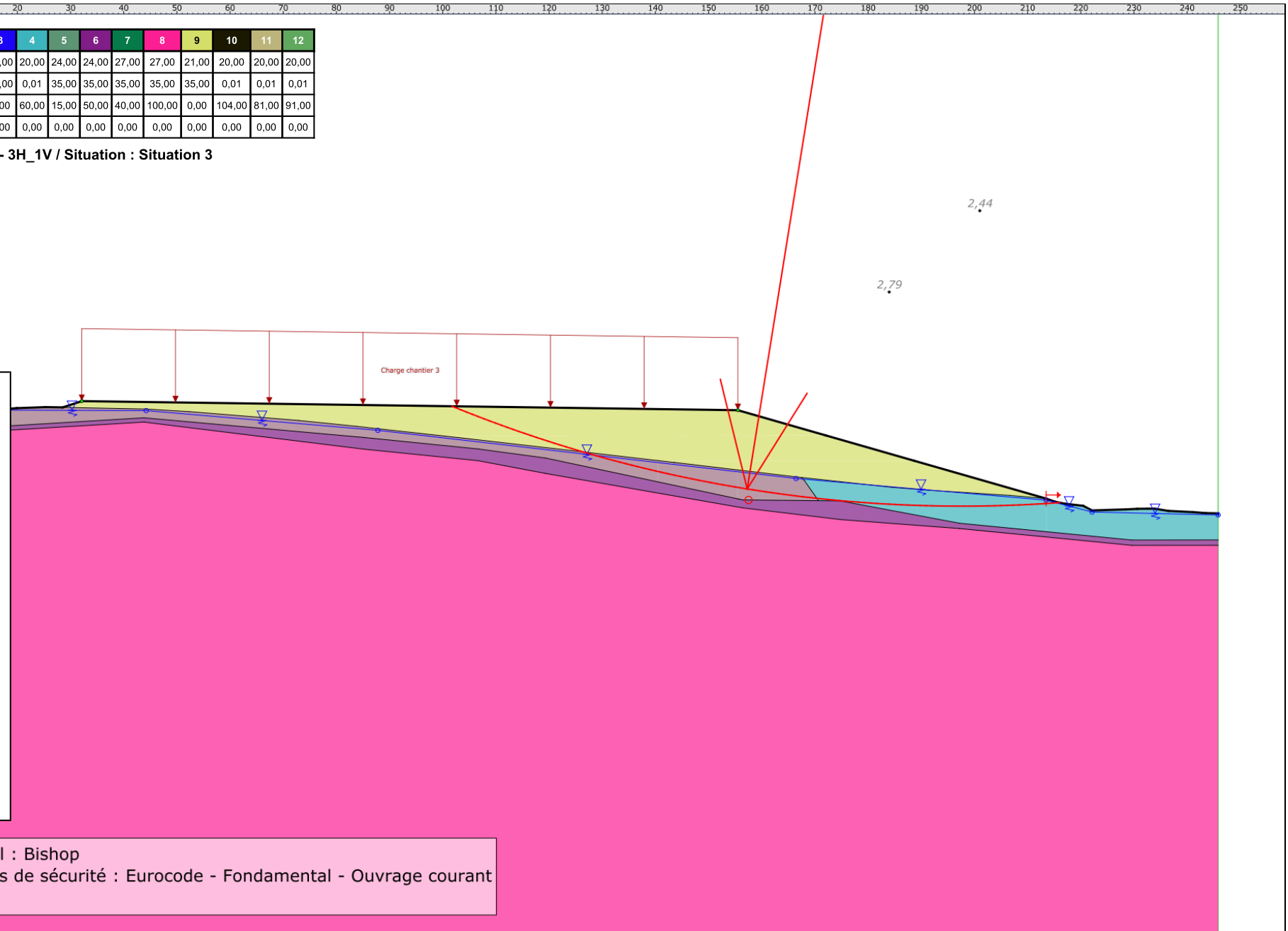


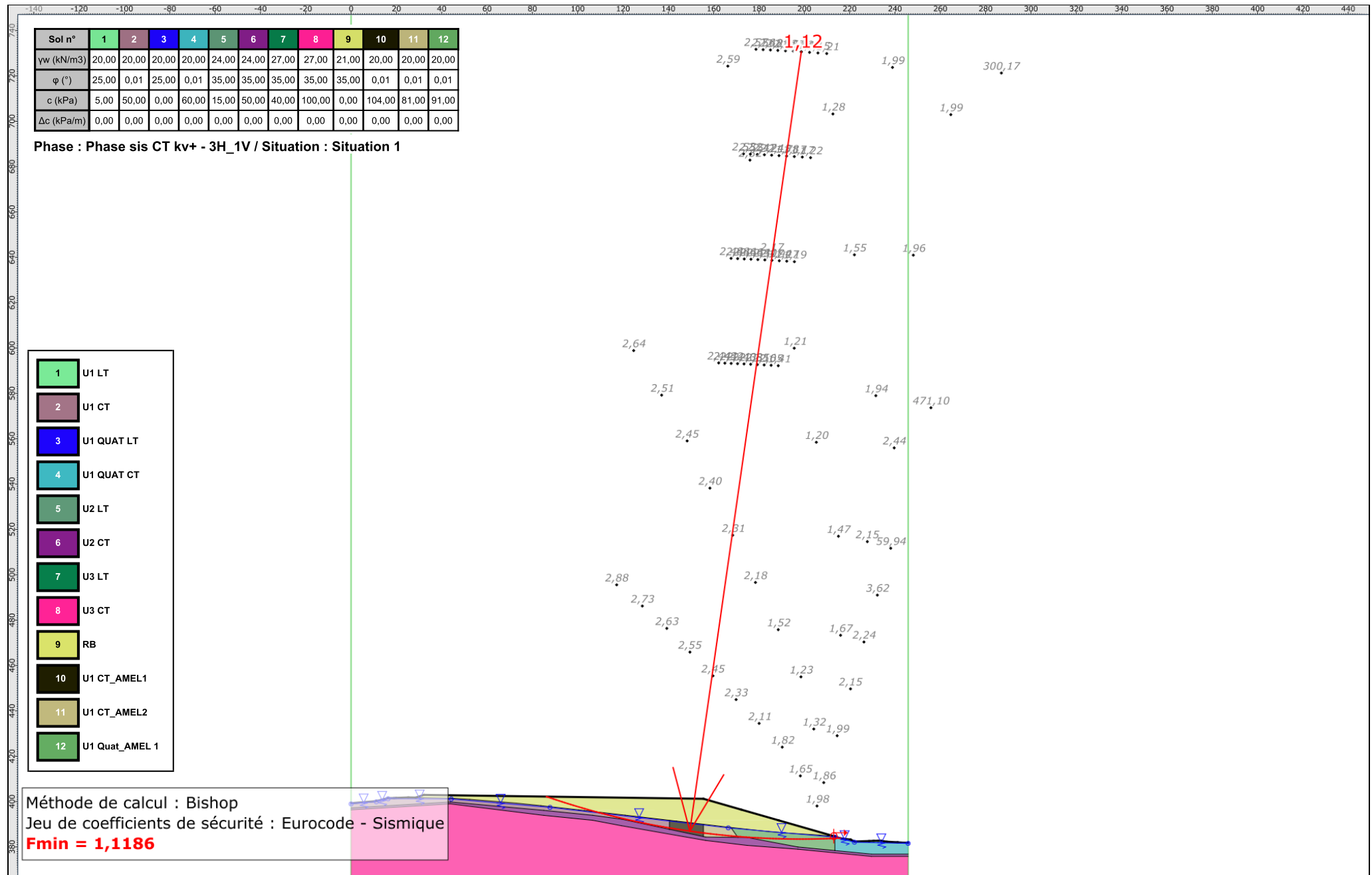
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 3 CT - 3H_1V / Situation : Situation 3

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 CT_AMEL2
- 12 U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,3473





680	700	720	740	760	780	800	820	840
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Sismique
Fmin = 1,1162

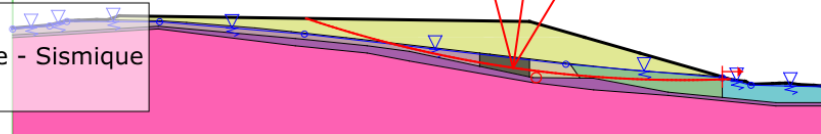


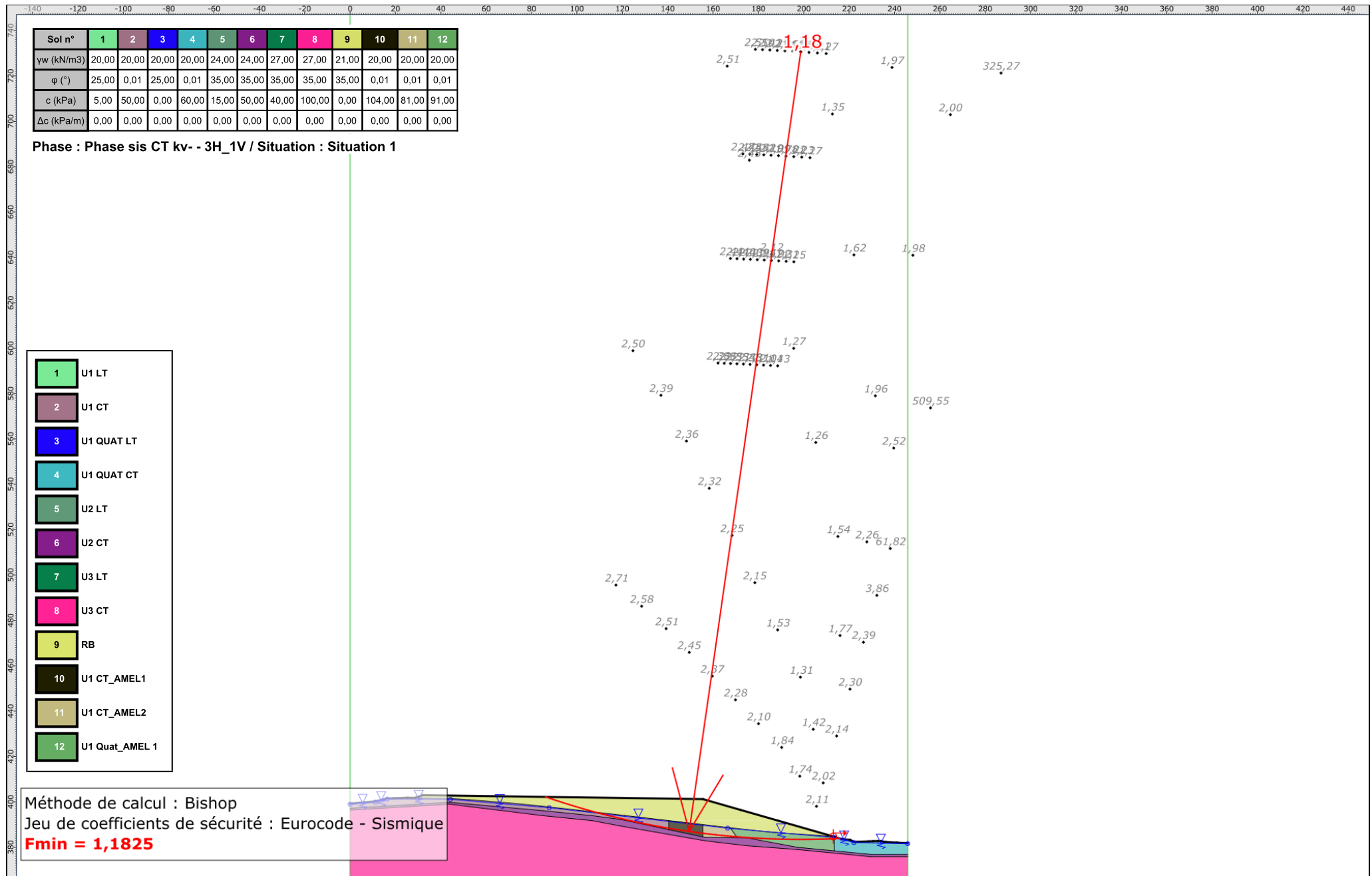
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

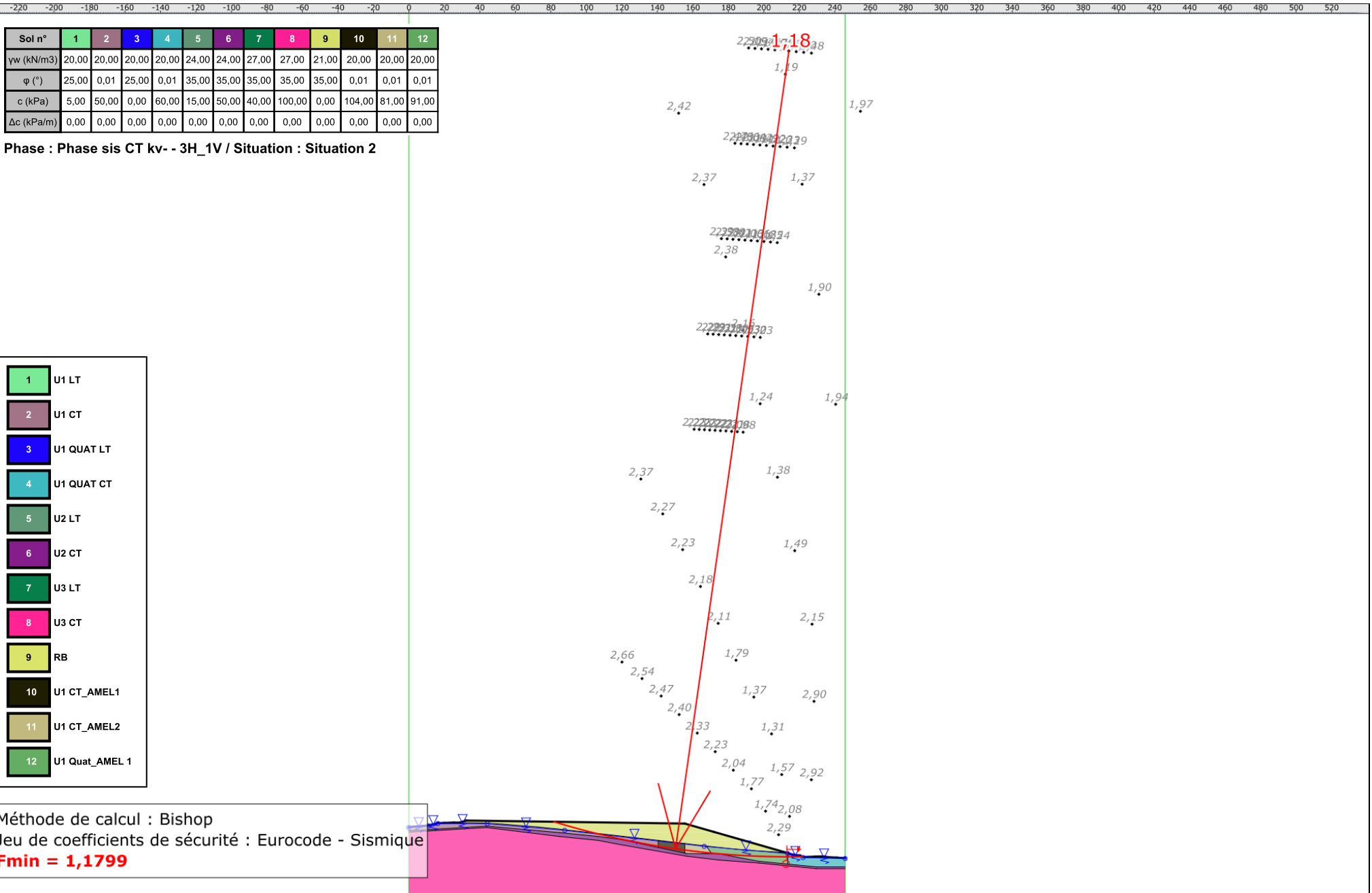
Phase : Phase sis CT kv+ - 3H_1V / Situation : Situation 3

1	U1 LT
2	U1 CT
3	U1 QUAT LT
4	U1 QUAT CT
5	U2 LT
6	U2 CT
7	U3 LT
8	U3 CT
9	RB
10	U1 CT_AMEL1
11	U1 CT_AMEL2
12	U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Sismique
Fmin = 1,1619





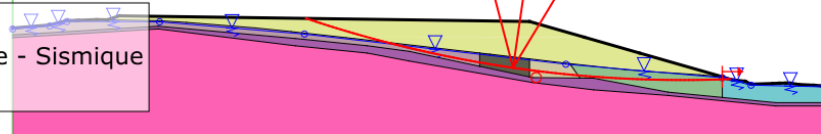


Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	104,00	81,00	91,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase sis CT kv- - 3H_1V / Situation : Situation 3

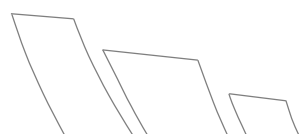
1	U1 LT
2	U1 CT
3	U1 QUAT LT
4	U1 QUAT CT
5	U2 LT
6	U2 CT
7	U3 LT
8	U3 CT
9	RB
10	U1 CT_AMEL1
11	U1 CT_AMEL2
12	U1 Quat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Sismique
Fmin = 1,2256



Annexe 3

TALREN - coupe 2



Données du projet

Numéro d'affaire : 3513917

Titre du calcul : Coupe 2

Lieu : LANNE

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	U1 LT		20,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	U1 CT		20,0	0,01	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	U1 QUAT LT		20,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	U1 QUAT CT		20,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	U2 LT		24,0	35,00	15,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
6	U2 CT		24,0	35,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
7	U3 LT		27,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
8	U3 CT		27,0	35,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
9	RB		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	U1 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
2	U1 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
3	U1 QUAT LT		-	-	-	Effective	Linéaire
4	U1 QUAT CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
5	U2 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
6	U2 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
7	U3 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
8	U3 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
9	RB		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	399,560	2	2,820	399,460	3	13,260	399,210	4	30,850	398,500	5	51,210	397,440	6	57,780	396,940
7	63,520	396,520	8	64,180	396,290	9	79,480	394,280	10	99,790	391,600	11	102,360	391,440	12	103,950	390,950
13	105,520	389,770	14	111,160	389,740	15	111,960	390,530	16	114,890	390,760	17	117,690	390,760	18	24,310	398,750
19	34,050	402,090	21	69,410	402,090	23	84,000	397,052	24	56,335	397,050	25	0,000	398,450	26	0,000	396,250
27	30,850	397,600	28	30,850	395,400	33	117,690	385,200	34	117,690	383,700	35	36,500	398,206	36	63,520	395,620
37	63,520	393,420	38	62,173	396,619	39	74,836	394,890	40	74,836	389,890	41	74,836	388,390	42	102,360	386,440
43	102,360	384,940	44	69,500	395,591												

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	18	4	18	4	8	7	8	10	9	10	11	10	11
12	11	12	13	12	13	14	13	14	15	14	15	16	15	16	17	16	17	18	18	19
22	19	21	23	21	23	24	10	23	27	5	24	28	6	24	29	24	23	30	25	27
34	26	28	38	4	35	39	5	35	40	27	36	41	28	37	43	6	38	44	7	38
45	38	36	47	9	39	48	36	40	49	37	41	50	40	42	51	42	33	52	41	43
53	43	34	54	8	44	55	39	44												

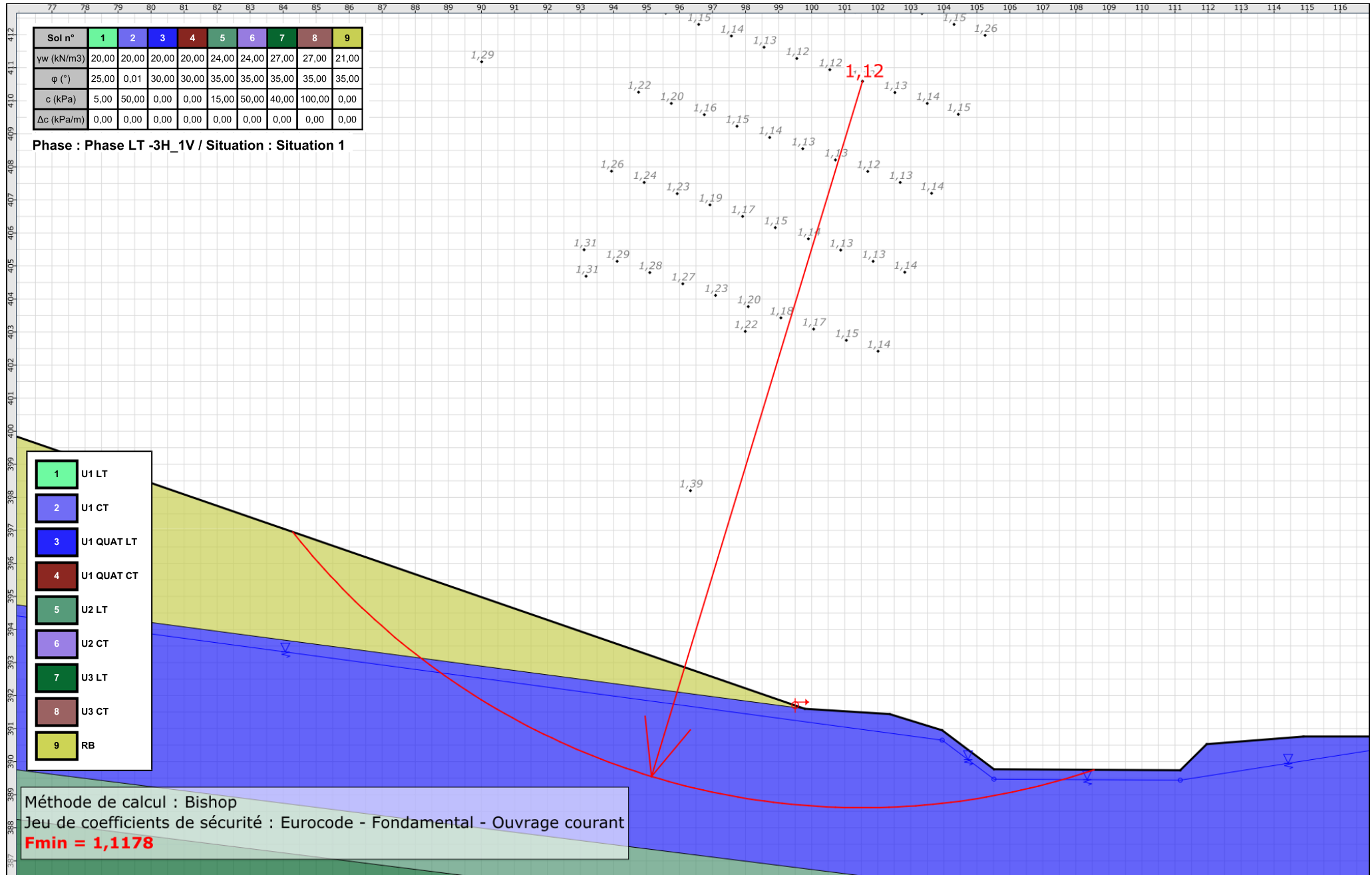
Surcharges réparties

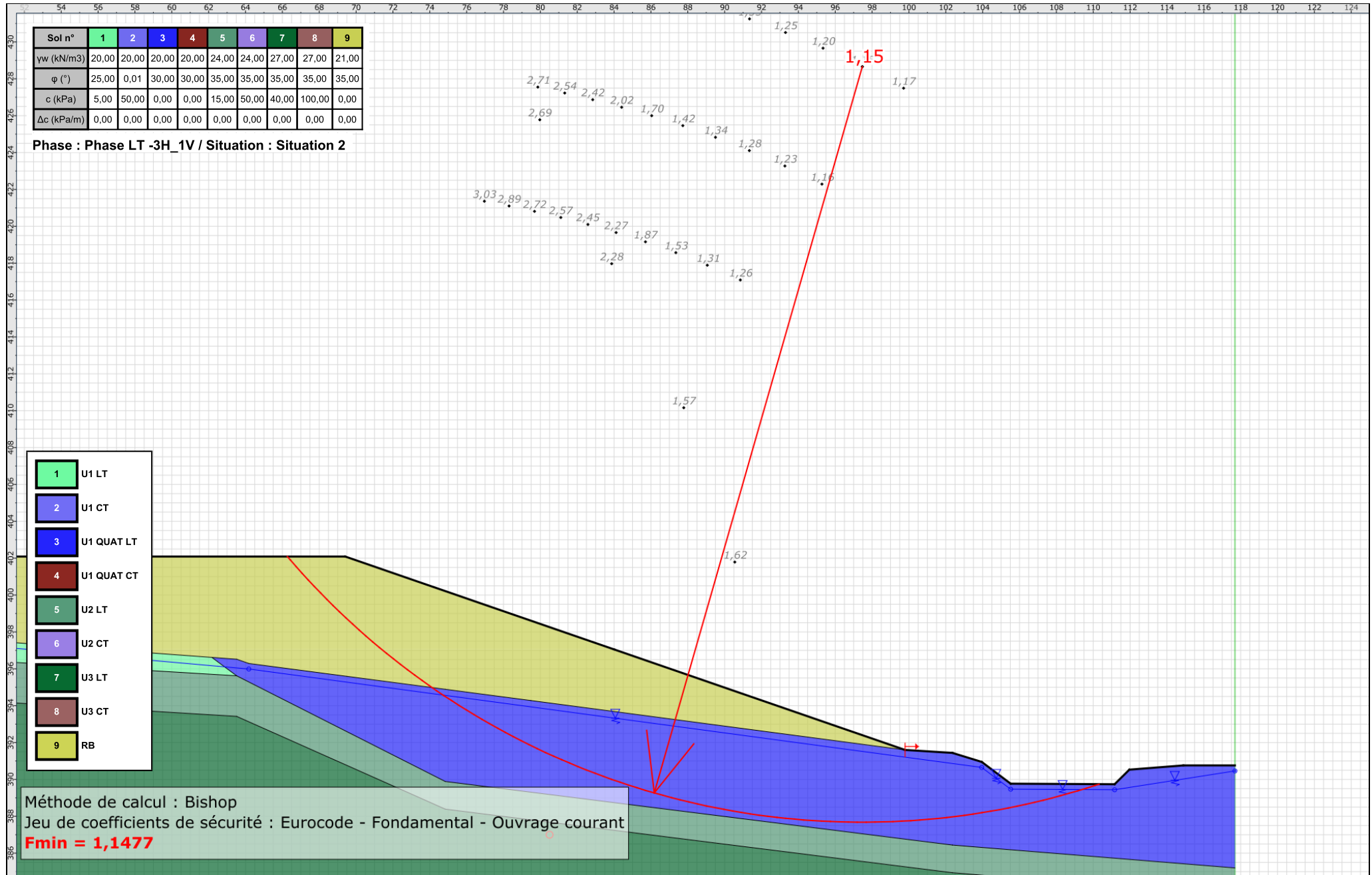
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge chantier 1	56,335	397,050	10,0	84,000	397,052	10,0	90,00
2	Charge chantier 2	34,050	402,090	10,0	69,410	402,090	10,0	90,00

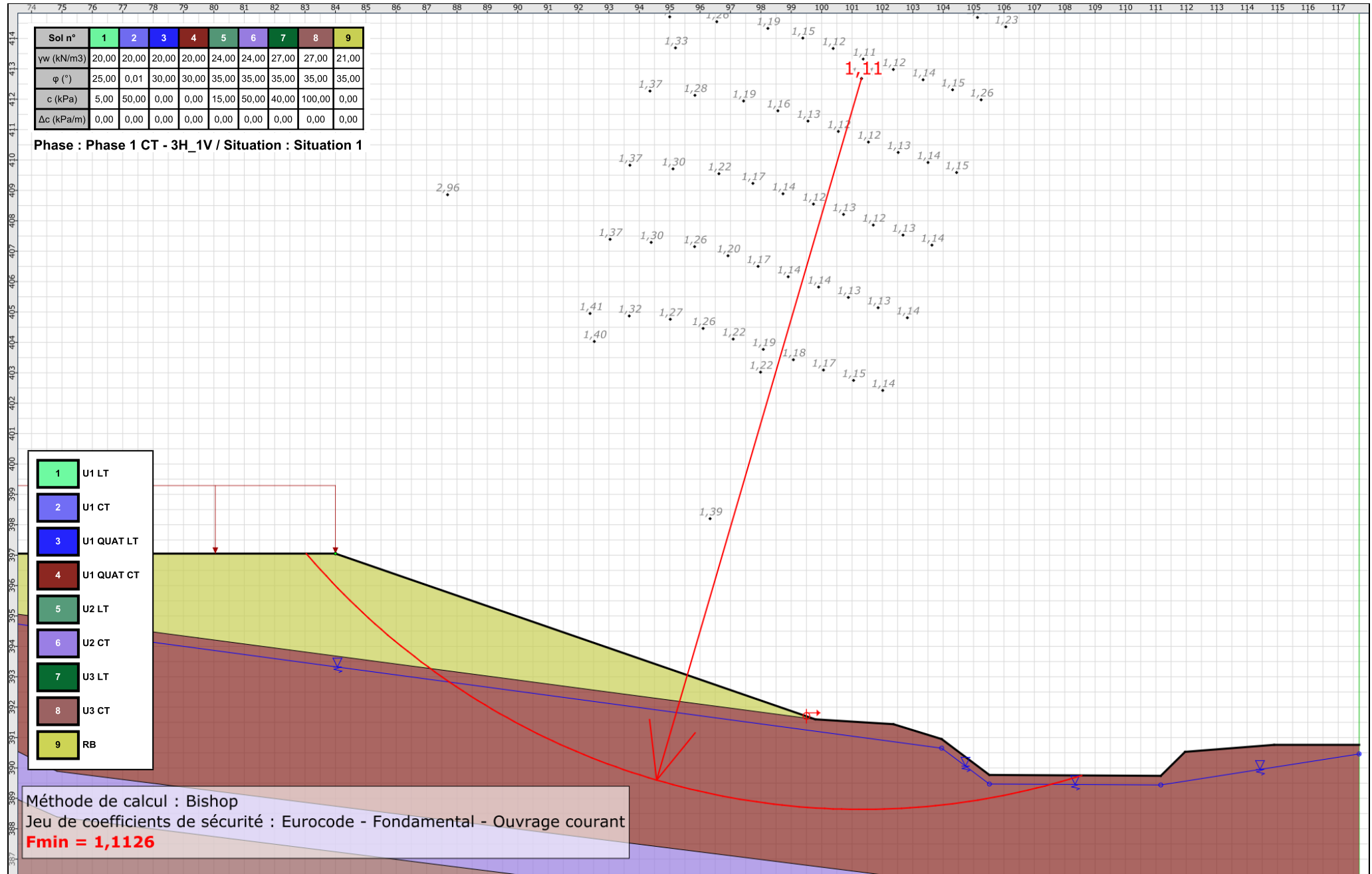


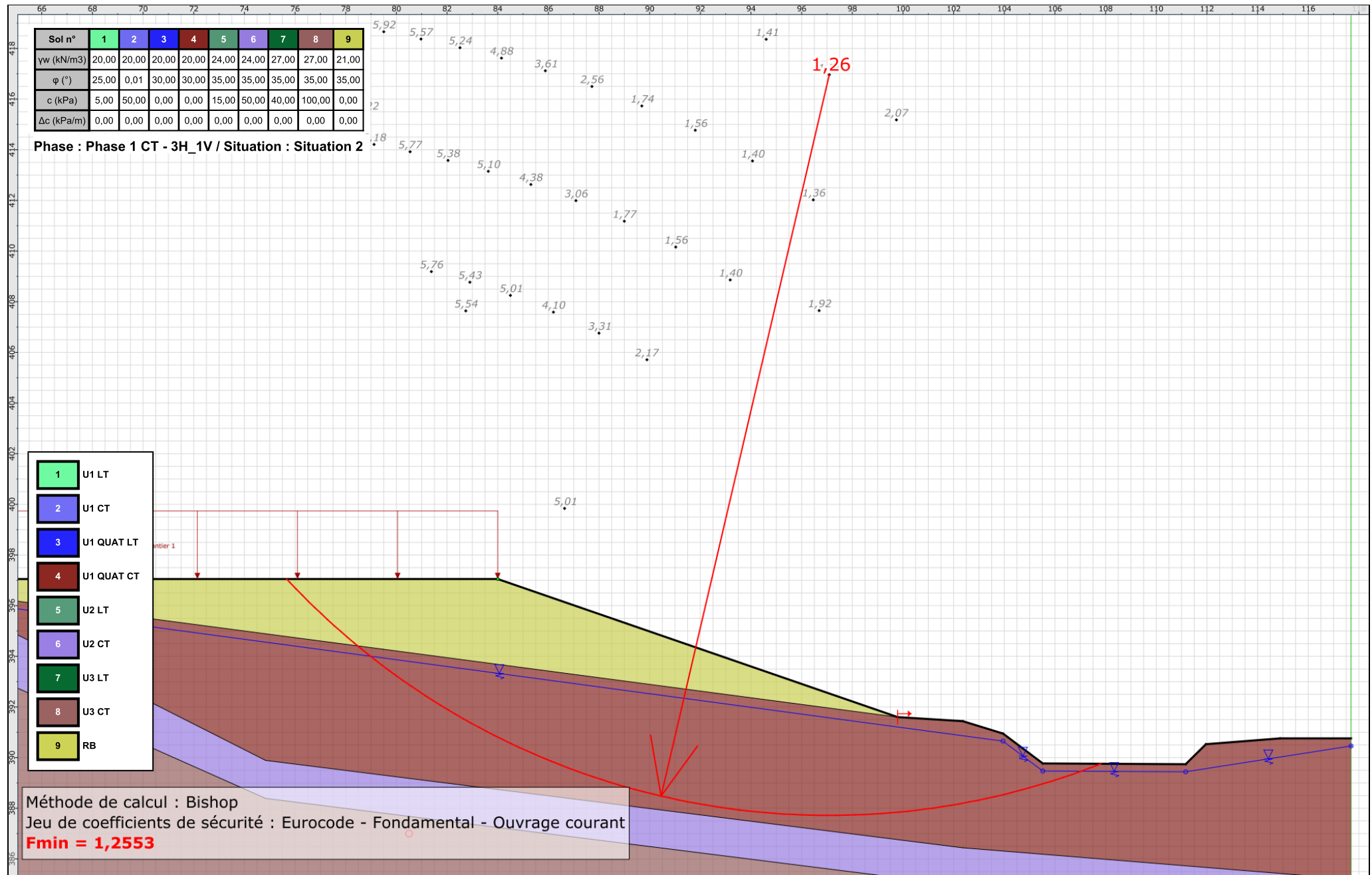
Talren v5
v5.2.10

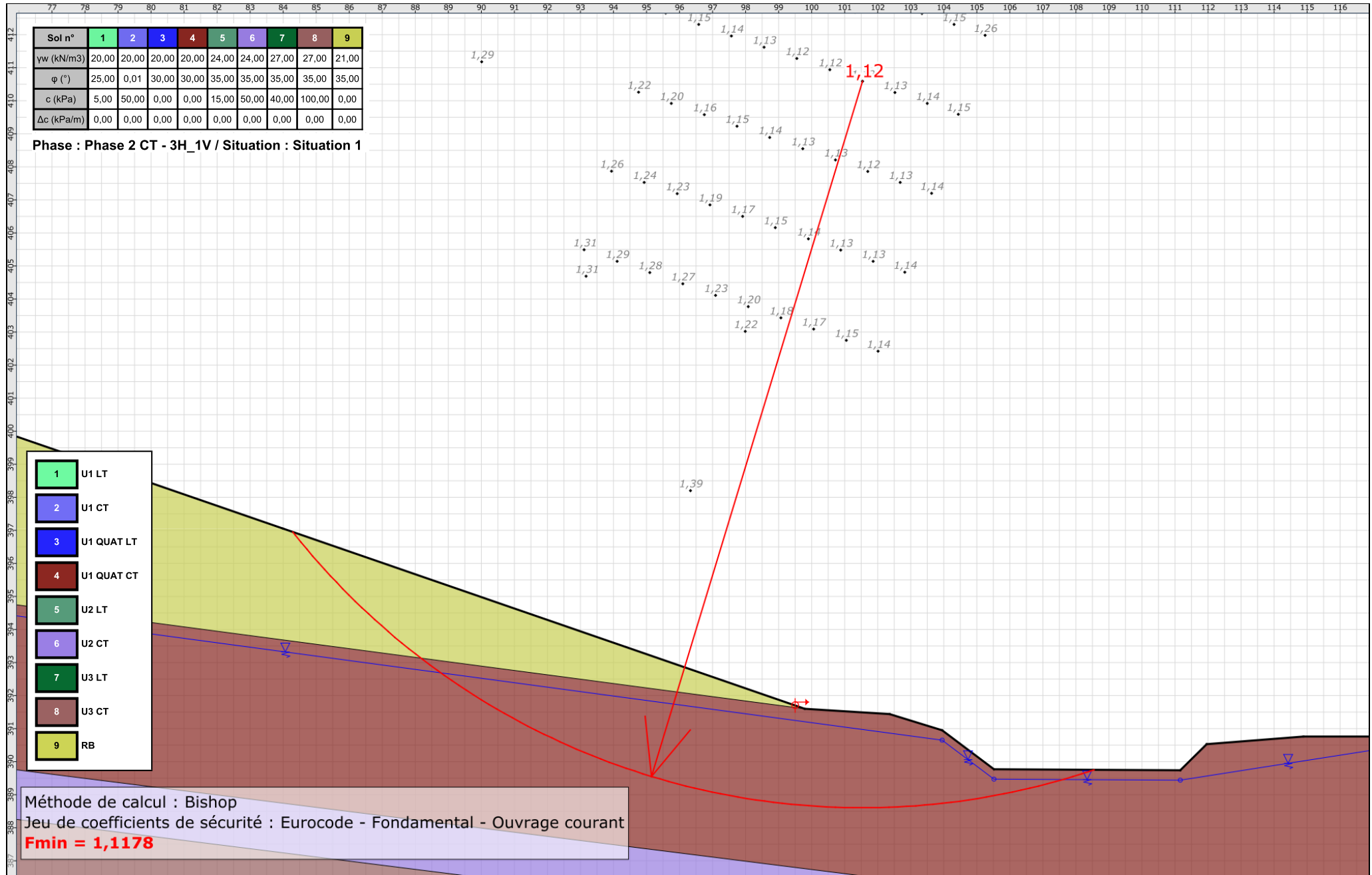
Imprimé le : 14 oct. 2025 12:24:37
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Projet : Coupe 2

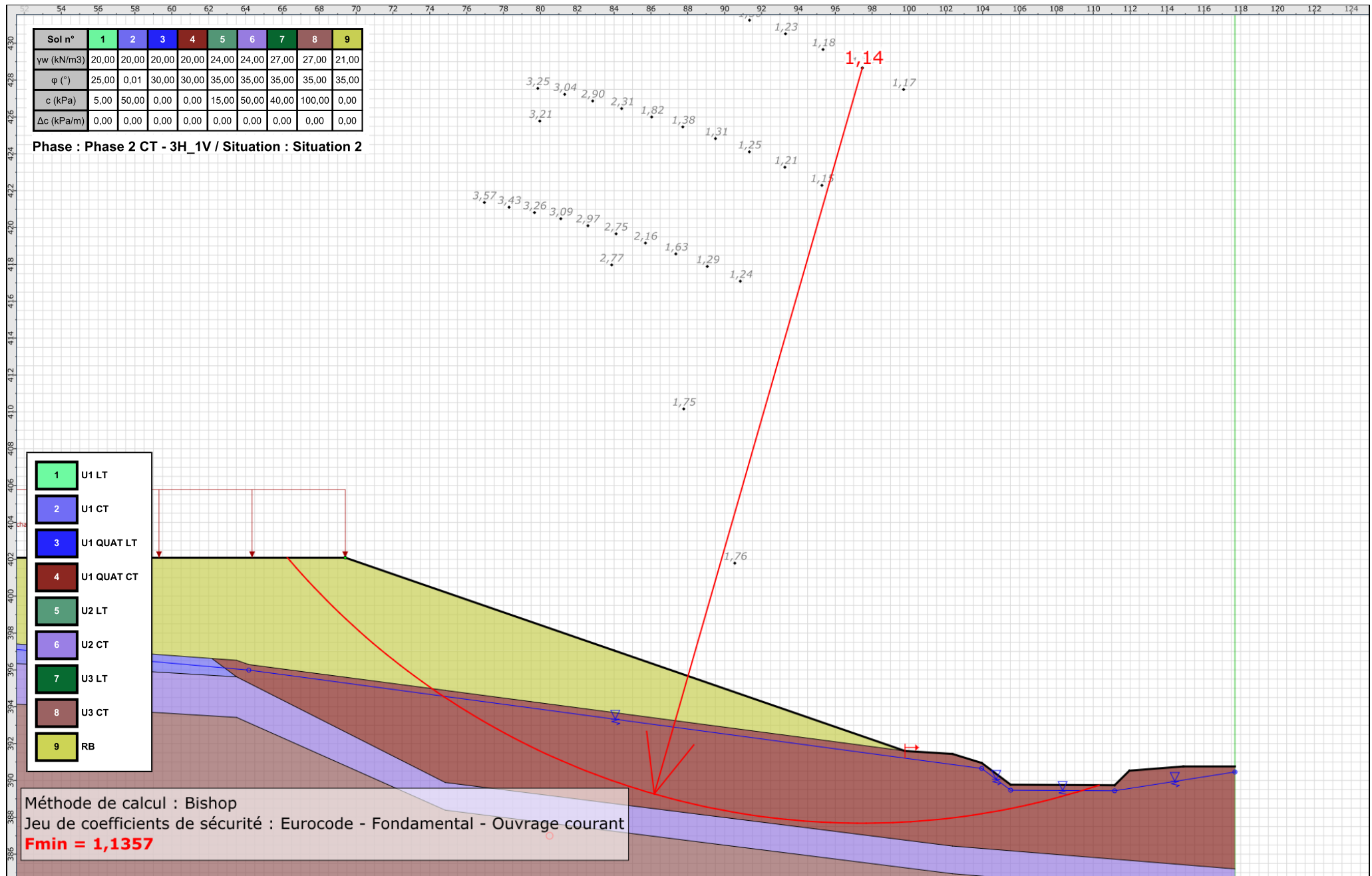


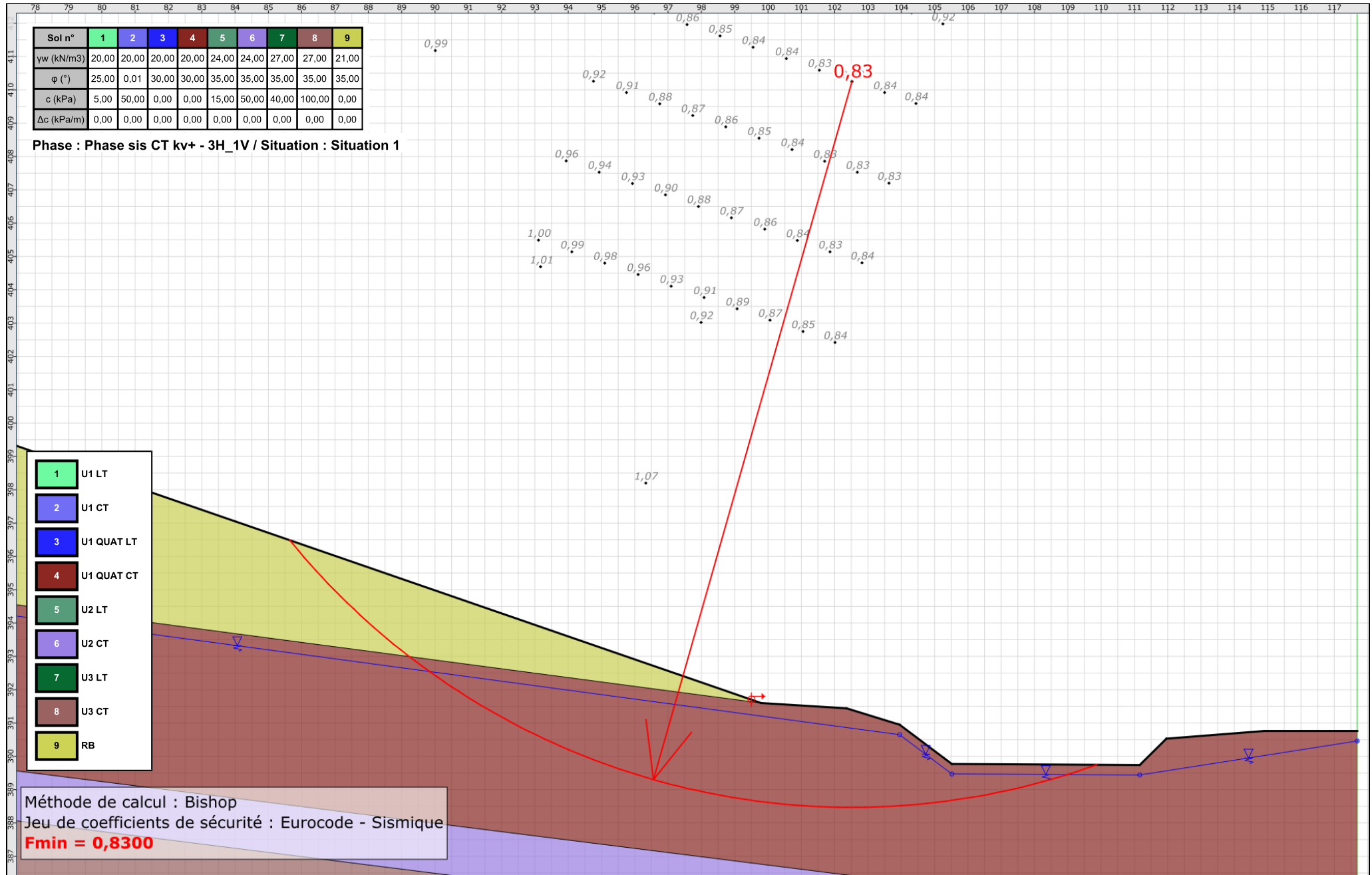


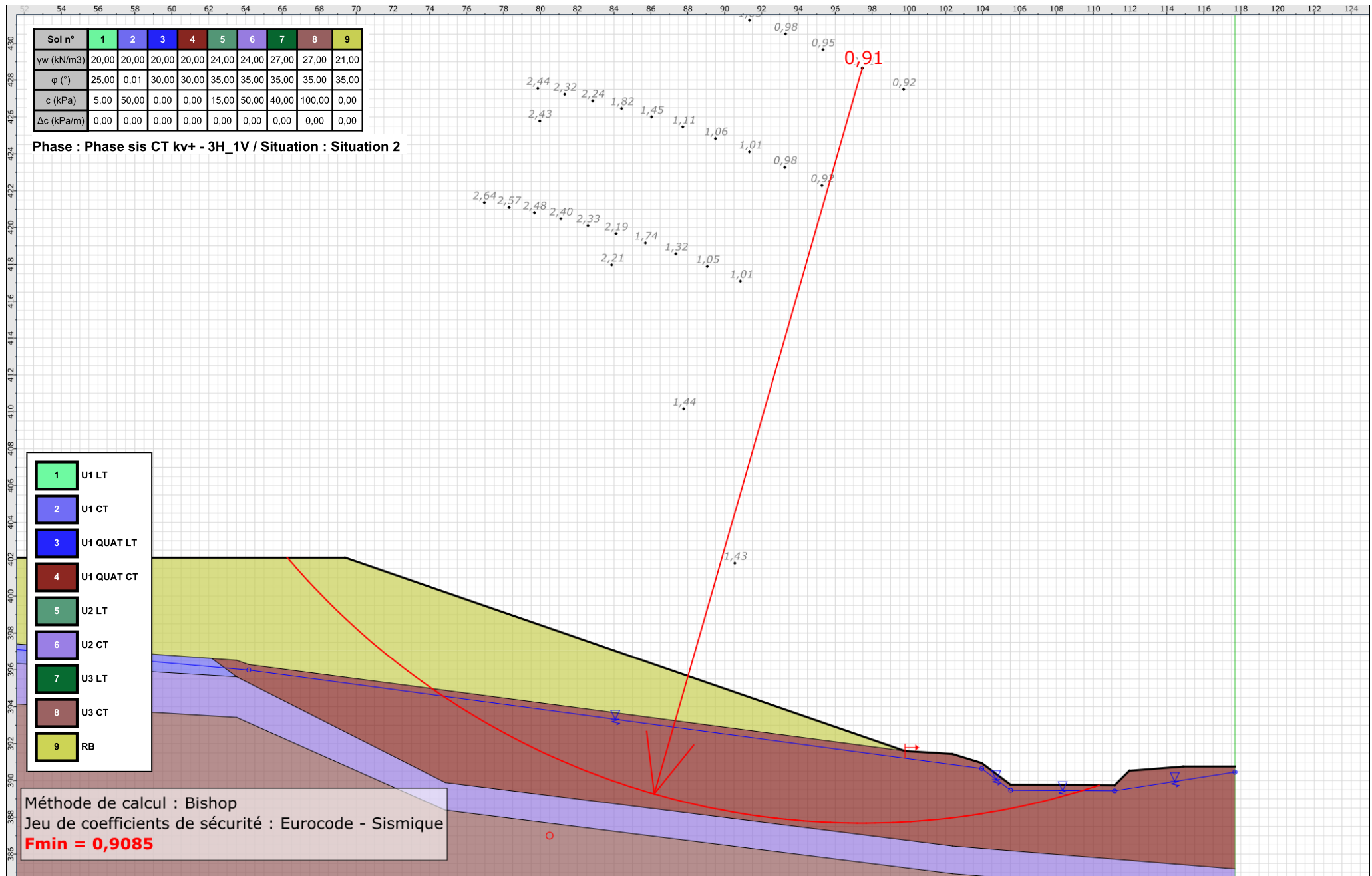


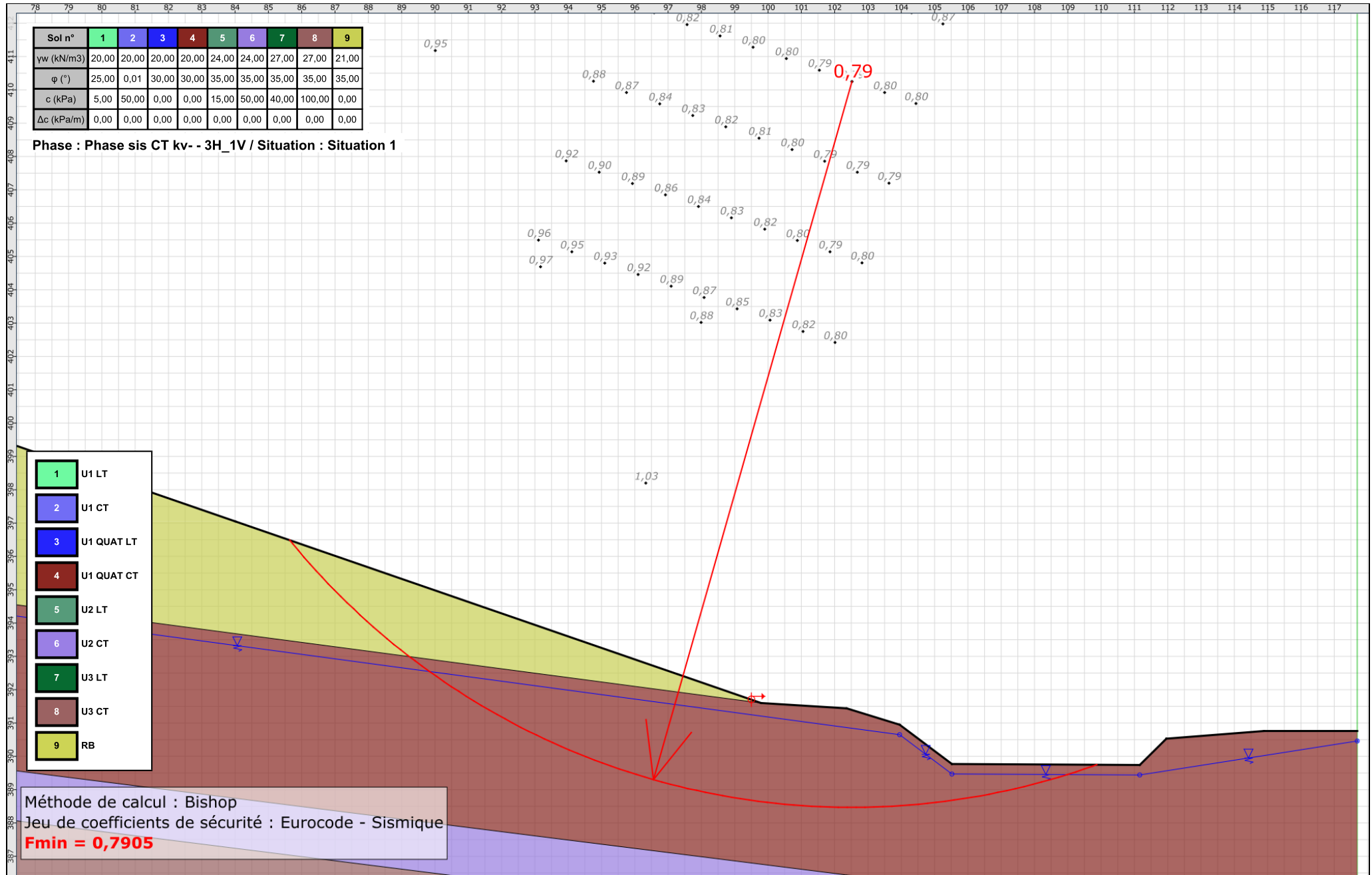


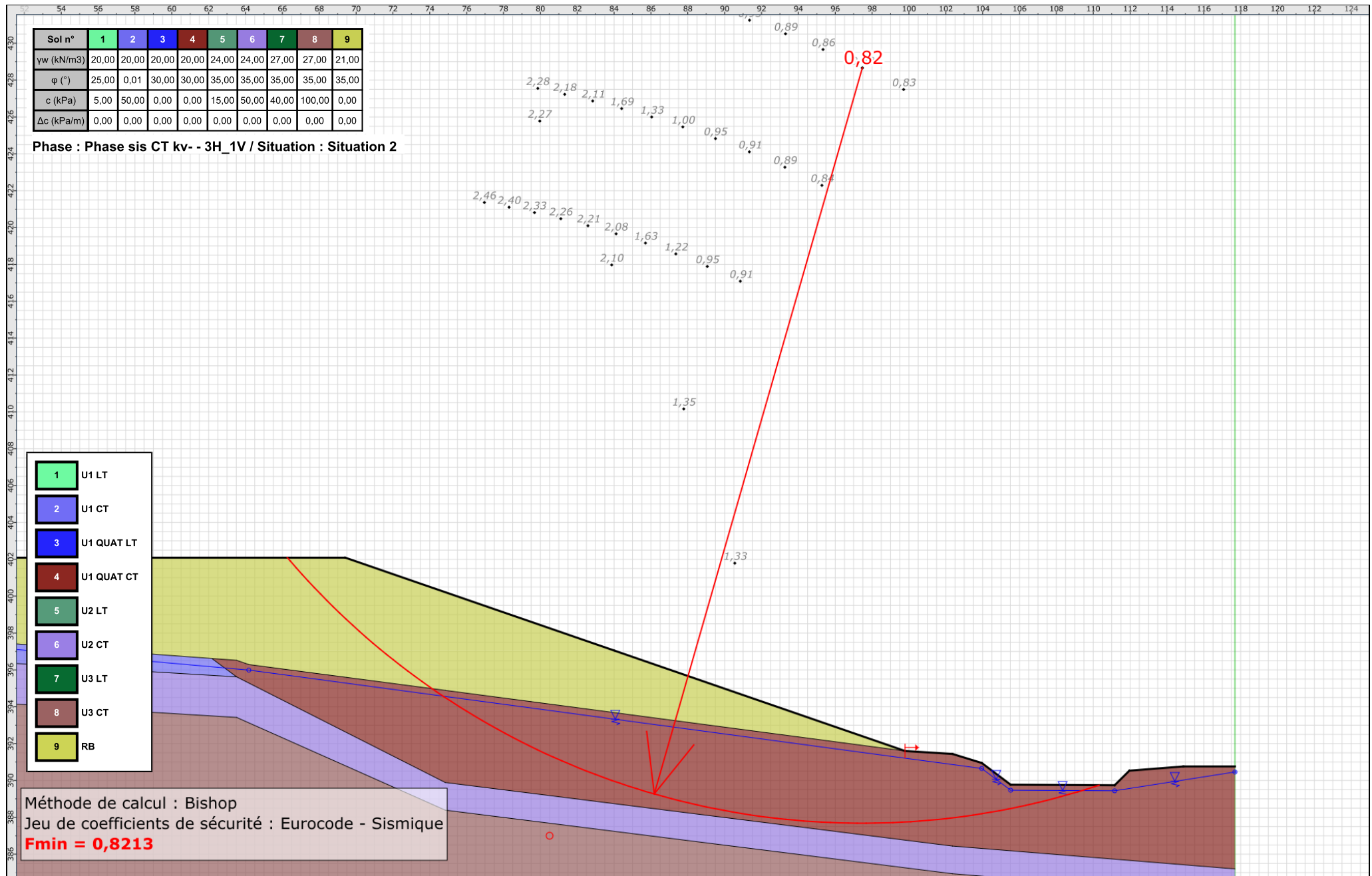












Données du projet

Numéro d'affaire : 3513917

Titre du calcul : Coupe 2

Lieu : LANNE

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	U1 LT		20,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
2	U1 CT		20,0	0,01	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
3	U1 QUAT LT		20,0	25,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
4	U1 QUAT CT		20,0	0,01	60,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
5	U2 LT		24,0	35,00	15,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
6	U2 CT		24,0	35,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
7	U3 LT		27,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
8	U3 CT		27,0	35,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
9	RB		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
10	U1 QUat_AMEL 1		20,0	0,01	78,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	U1 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
2	U1 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
3	U1 QUAT LT		-	-	-	Effective	Linéaire
4	U1 QUAT CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
5	U2 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
6	U2 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
7	U3 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
8	U3 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
9	RB		-	-	-	Effective	Linéaire
10	U1 QUat_AMEL 1		-	-	-	Non drainée	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	399,560	2	2,820	399,460	3	13,260	399,210	4	30,850	398,500	5	51,210	397,440	6	57,780	396,940
7	63,520	396,520	8	64,180	396,290	9	79,480	394,280	10	99,790	391,600	11	102,360	391,440	12	103,950	390,950
13	105,520	389,770	14	111,160	389,740	15	111,960	390,530	16	114,890	390,760	17	117,690	390,760	18	24,310	398,750
19	34,050	402,090	21	69,410	402,090	23	84,000	397,052	24	56,335	397,050	25	0,000	398,450	26	0,000	396,250
27	30,850	397,600	28	30,850	395,400	33	117,690	385,200	34	117,690	383,700	35	36,500	398,206	36	63,520	395,620
37	63,520	393,420	38	62,173	396,619	39	74,836	394,890	40	74,836	389,890	41	74,836	388,390	42	102,360	386,440
43	102,360	384,940	44	69,500	395,591	45	99,796	386,761									

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	18	4	18	4	8	7	8	10	9	10	11	10	11
12	11	12	13	12	13	14	13	14	15	14	15	16	15	16	17	16	17	18	18	19
22	19	21	23	21	23	24	10	23	27	5	24	28	6	24	29	24	23	30	25	27
34	26	28	38	4	35	39	5	35	40	27	36	41	28	37	43	6	38	44	7	38
45	38	36	47	9	39	48	36	40	49	37	41	51	42	33	52	41	43	53	43	34
54	8	44	55	39	44	56	40	45	57	42	45	58	45	10						

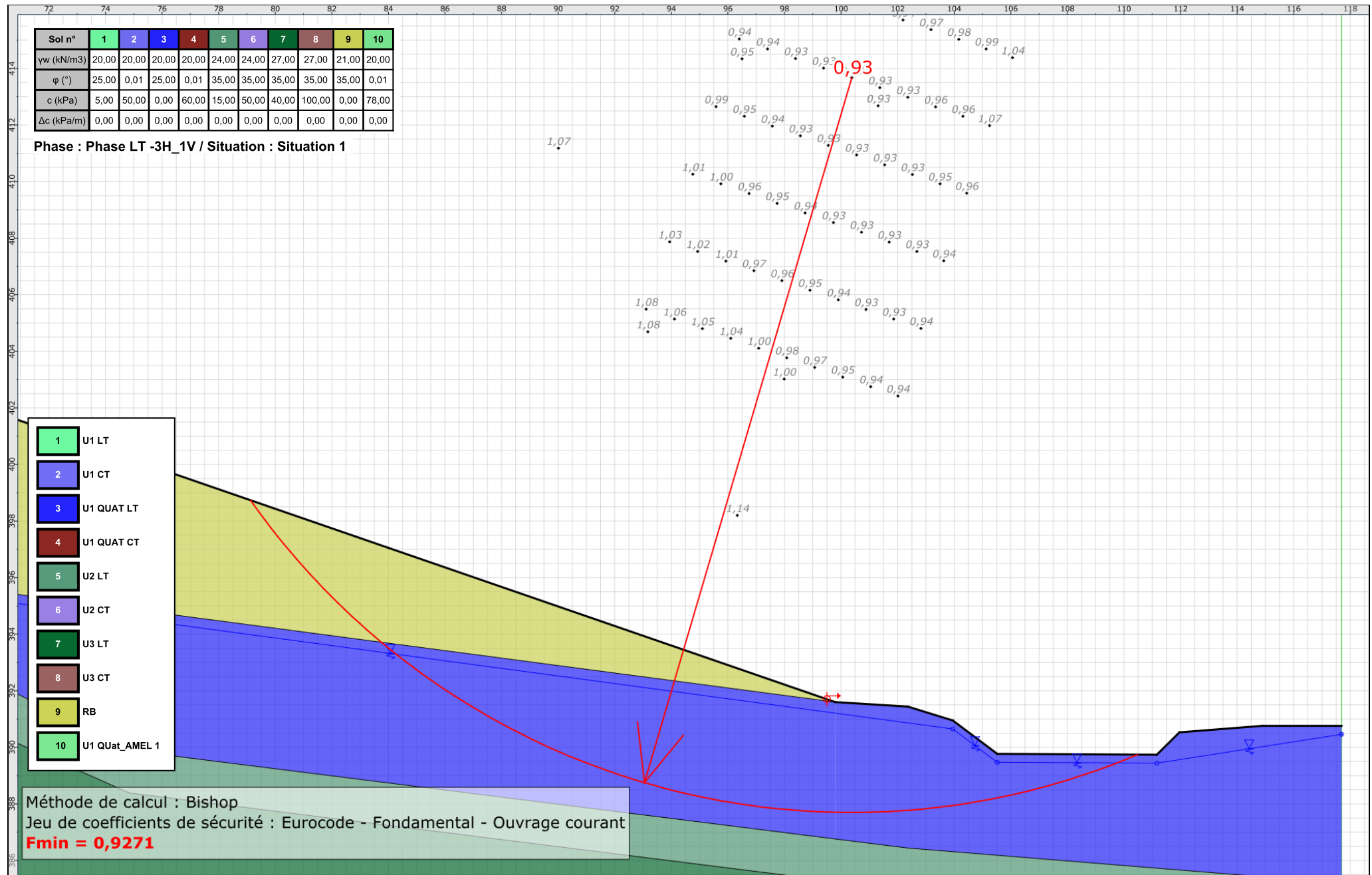
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge chantier 1	56,335	397,050	10,0	84,000	397,052	10,0	90,00
2	Charge chantier 2	34,050	402,090	10,0	69,410	402,090	10,0	90,00



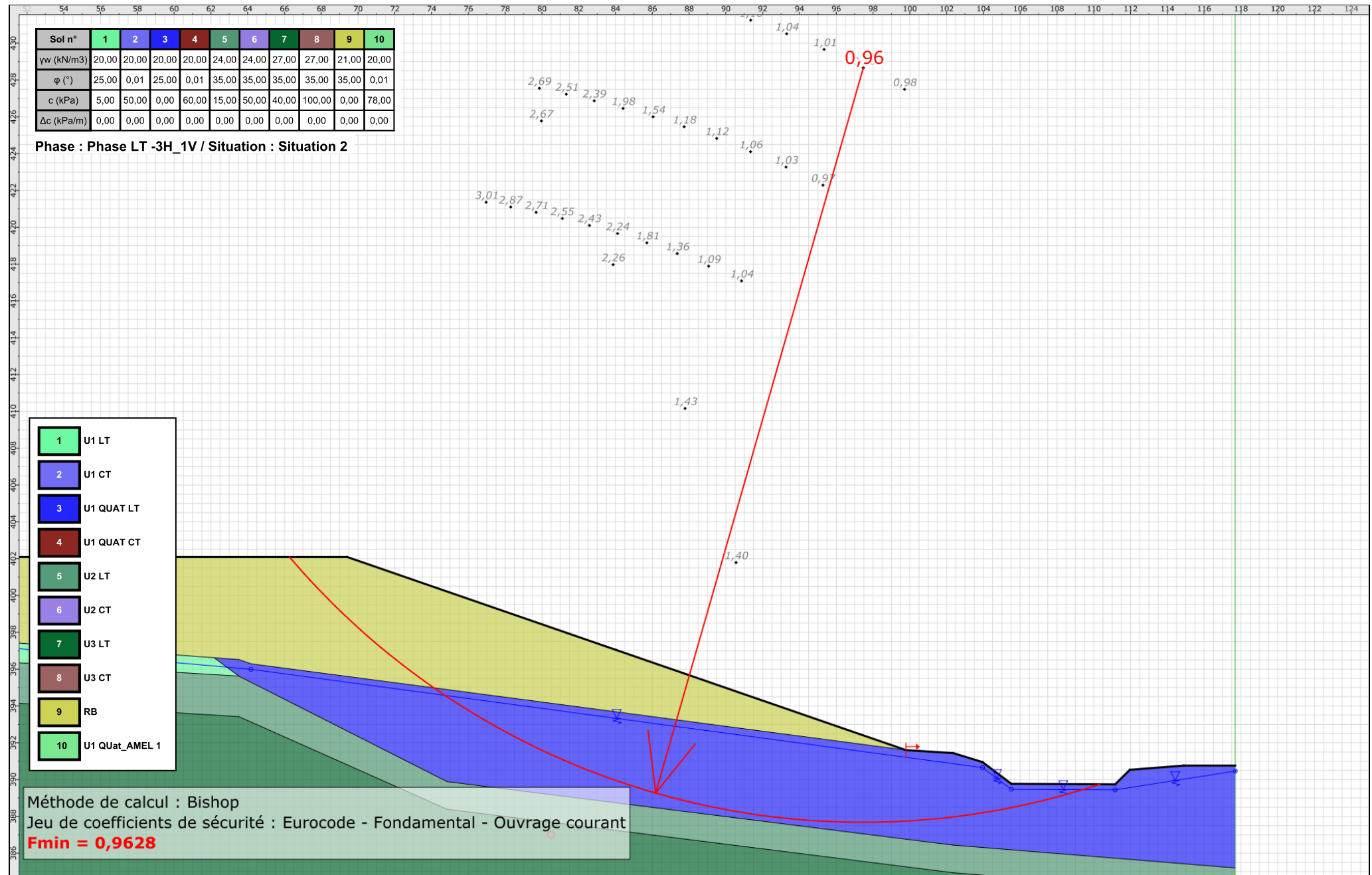
Talren v5
v5.2.10

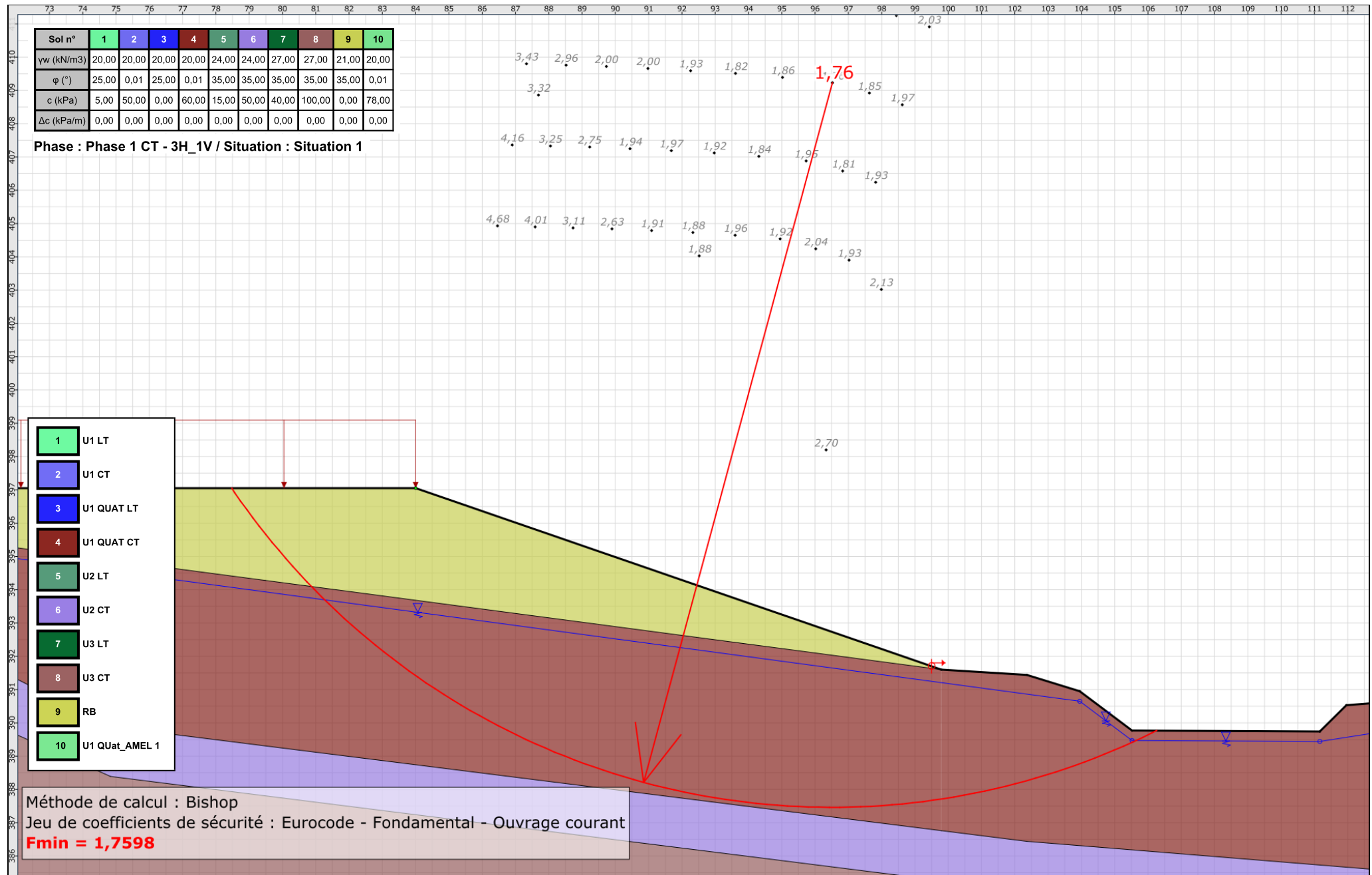
Imprimé le : 14 oct. 2025 12:42:24
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Projet : Coupe 2

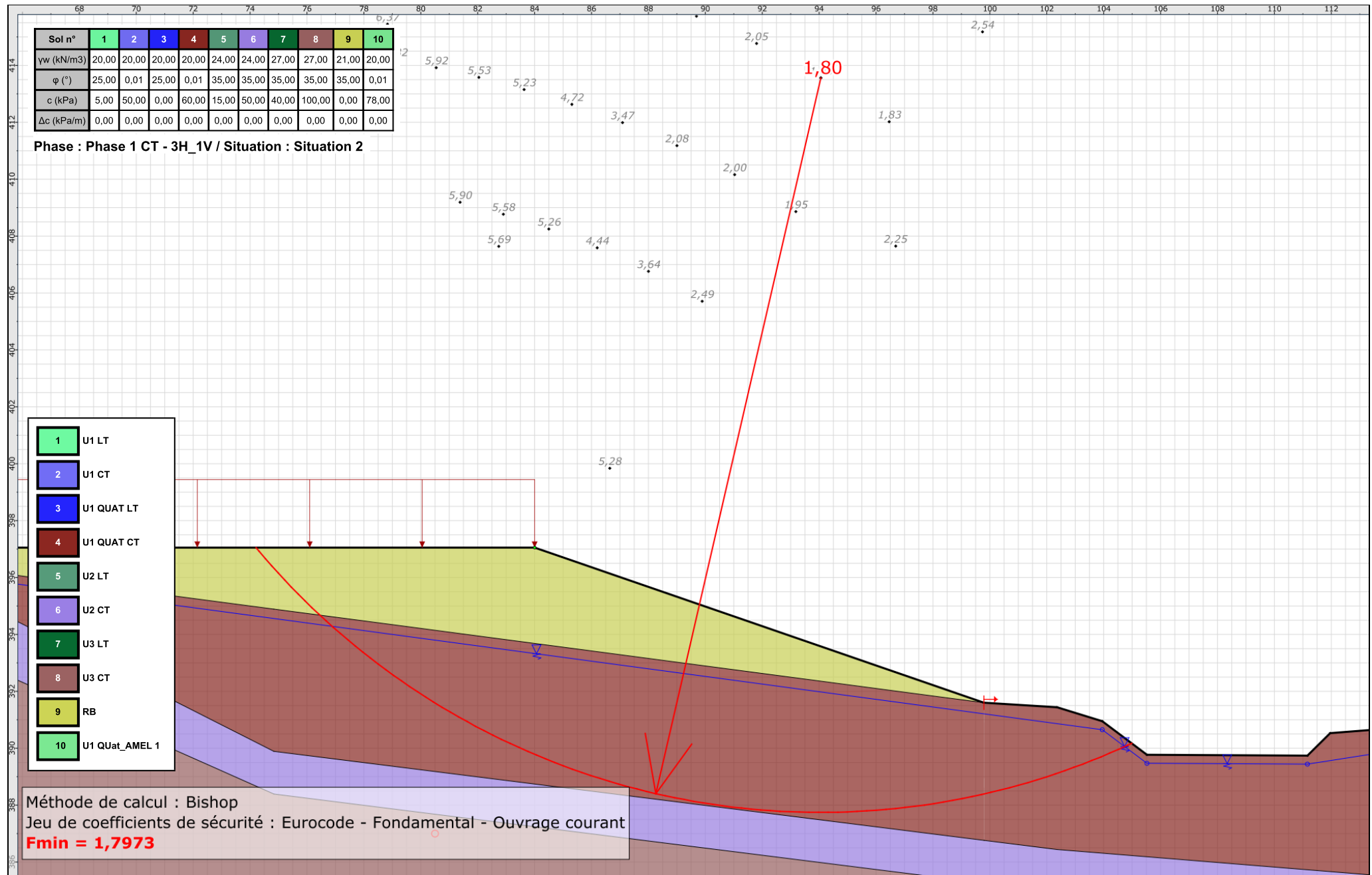


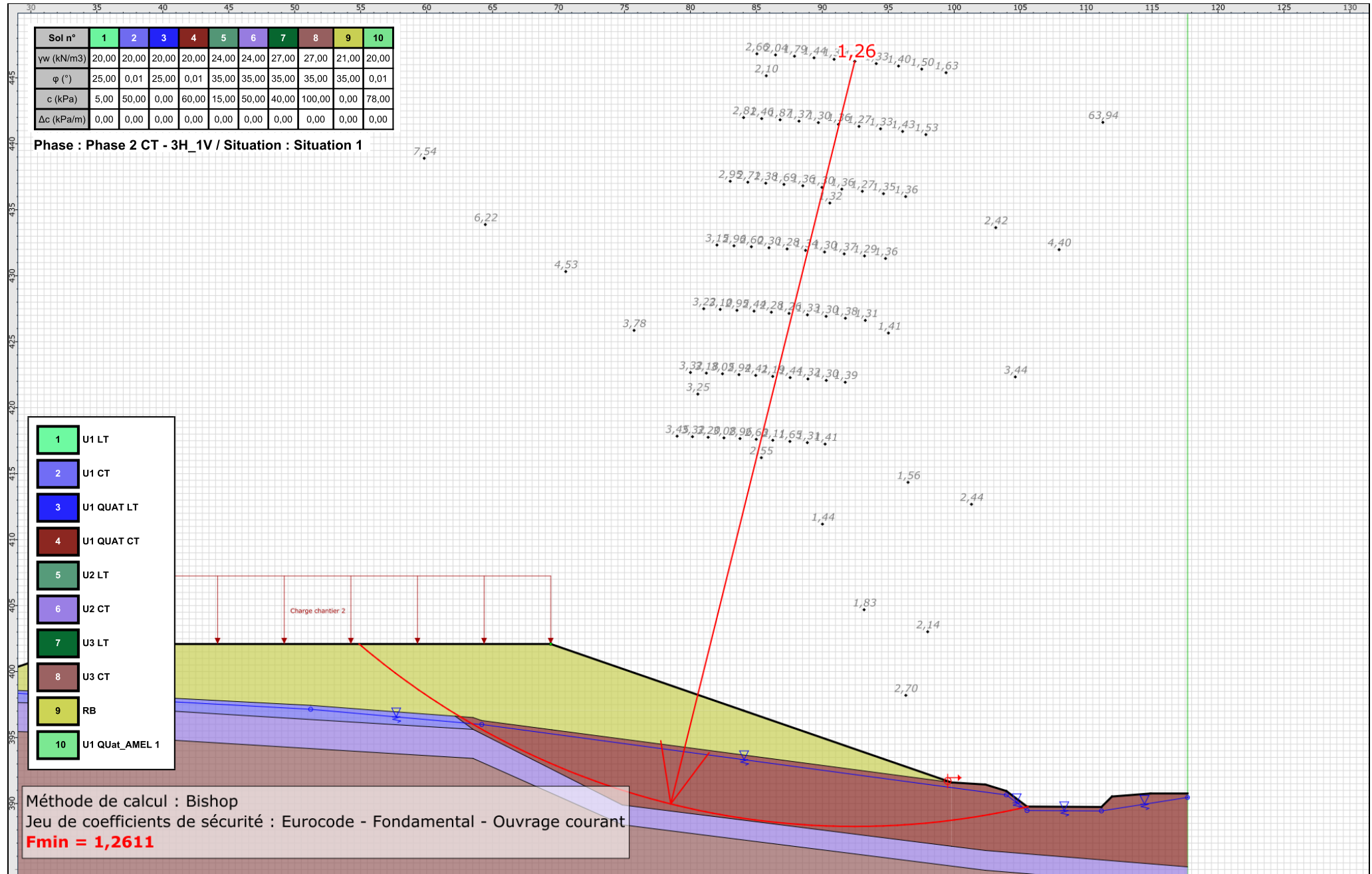
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	78,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

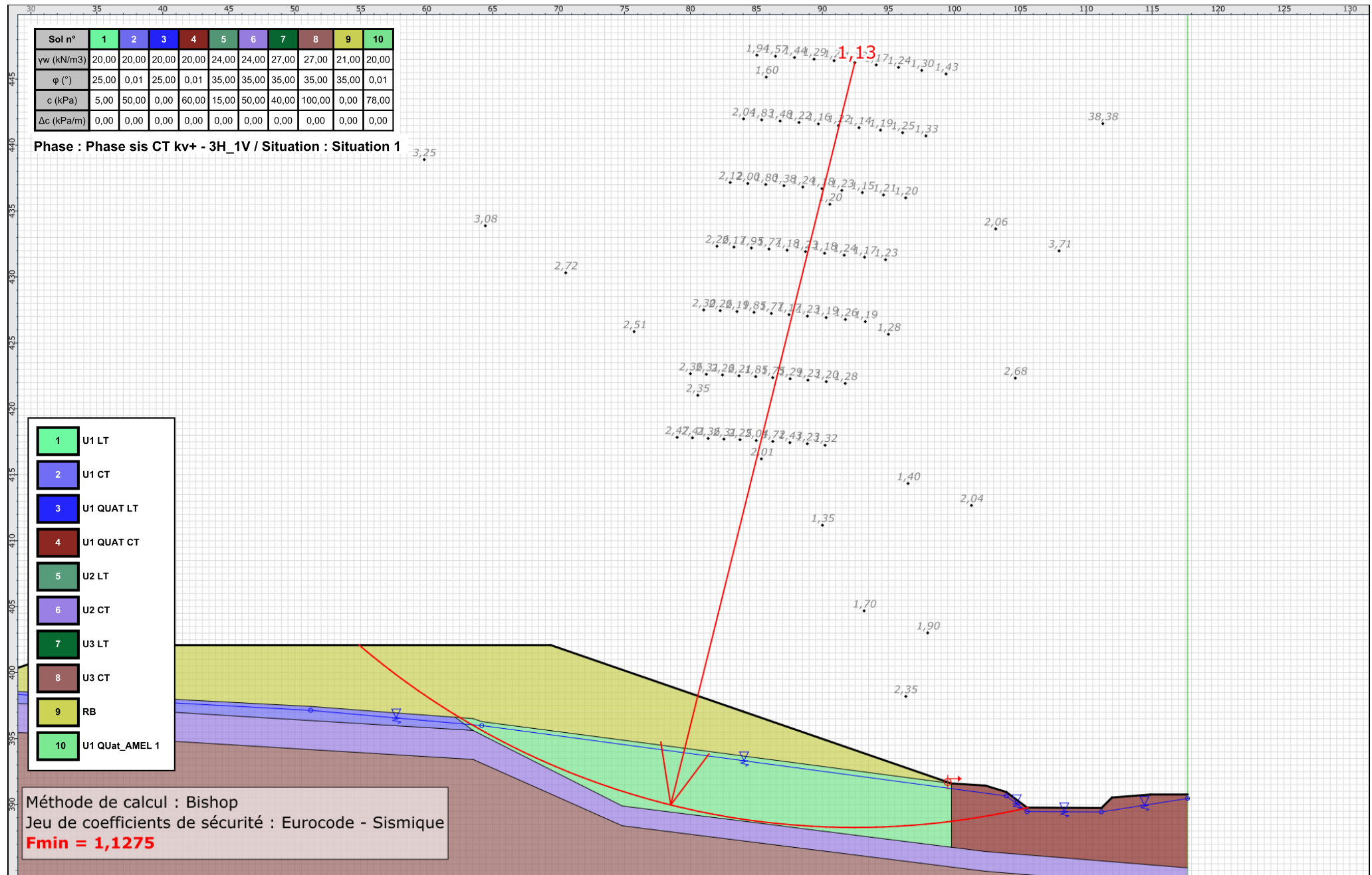
Phase : Phase LT -3H_1V / Situation : Situation 2









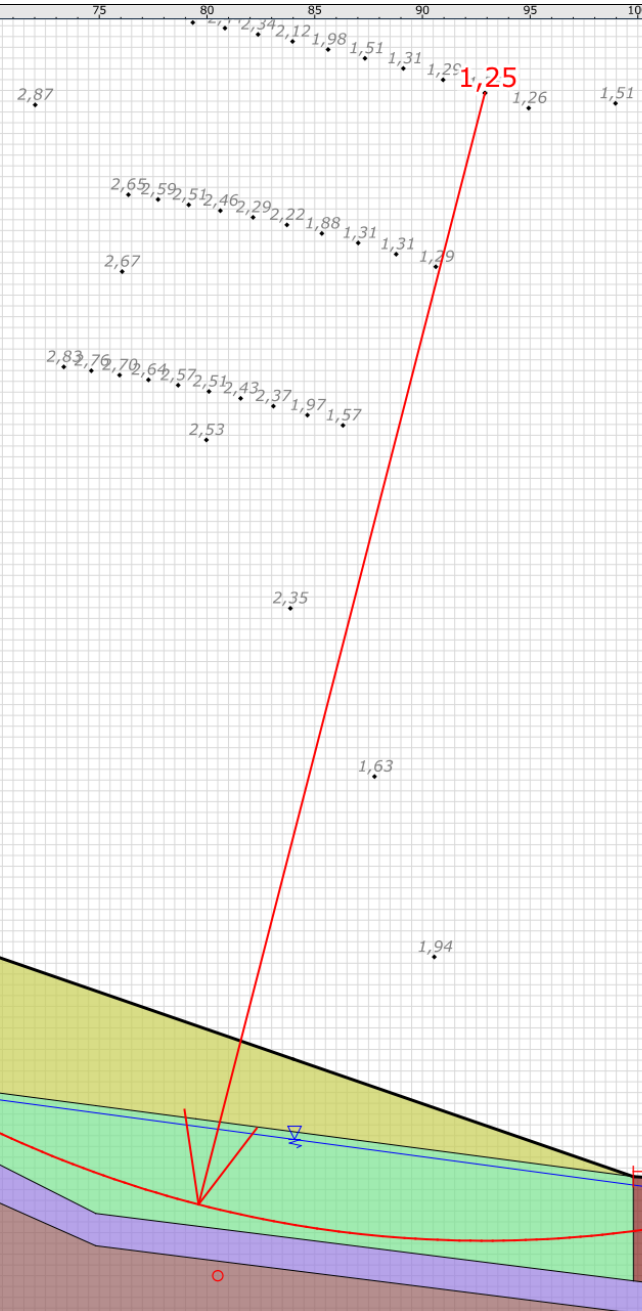


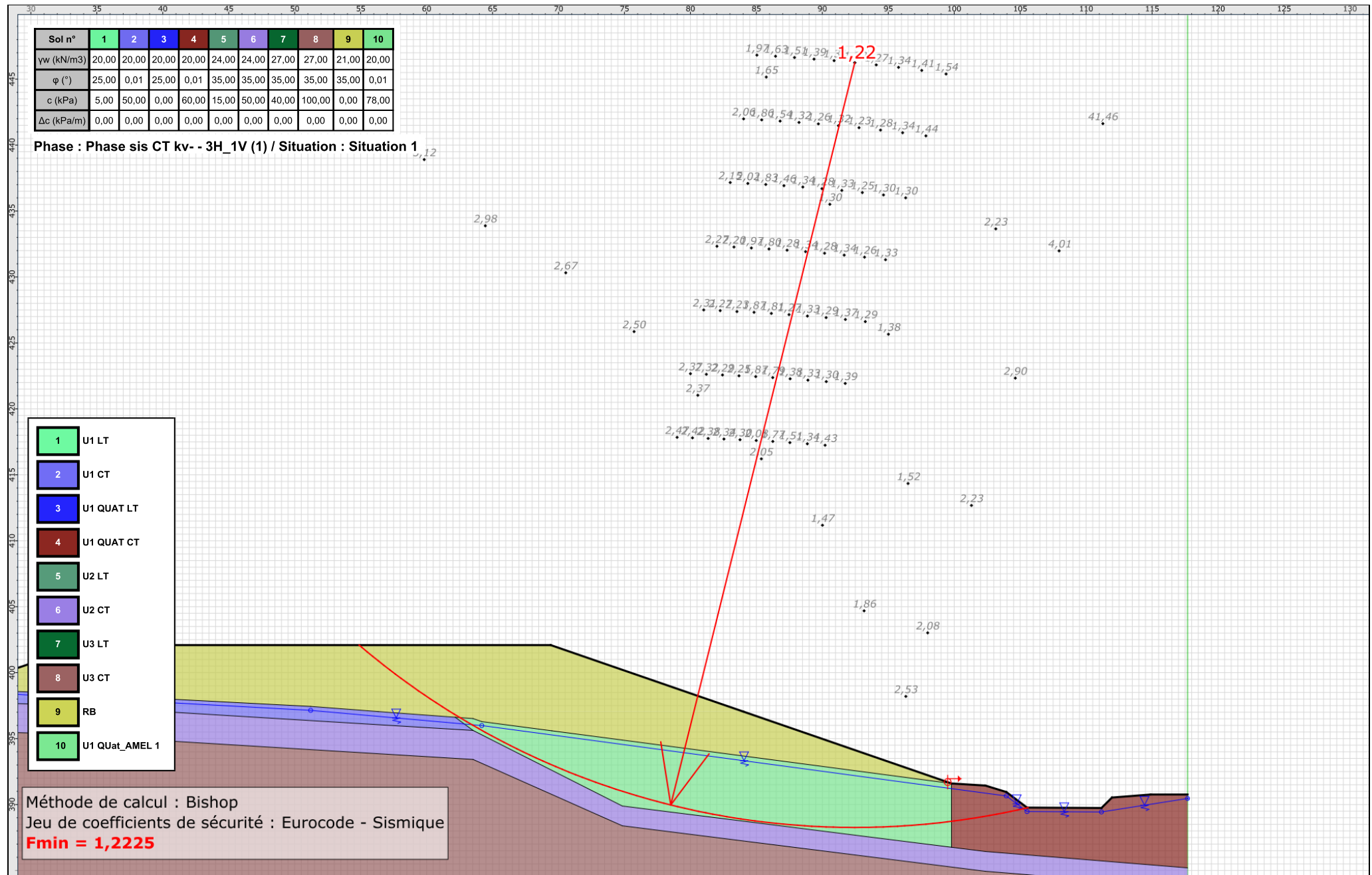
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	78,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase sis CT kv+ - 3H_1V / Situation : Situation 2

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 QUat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Sismique
Fmin = 1,2539



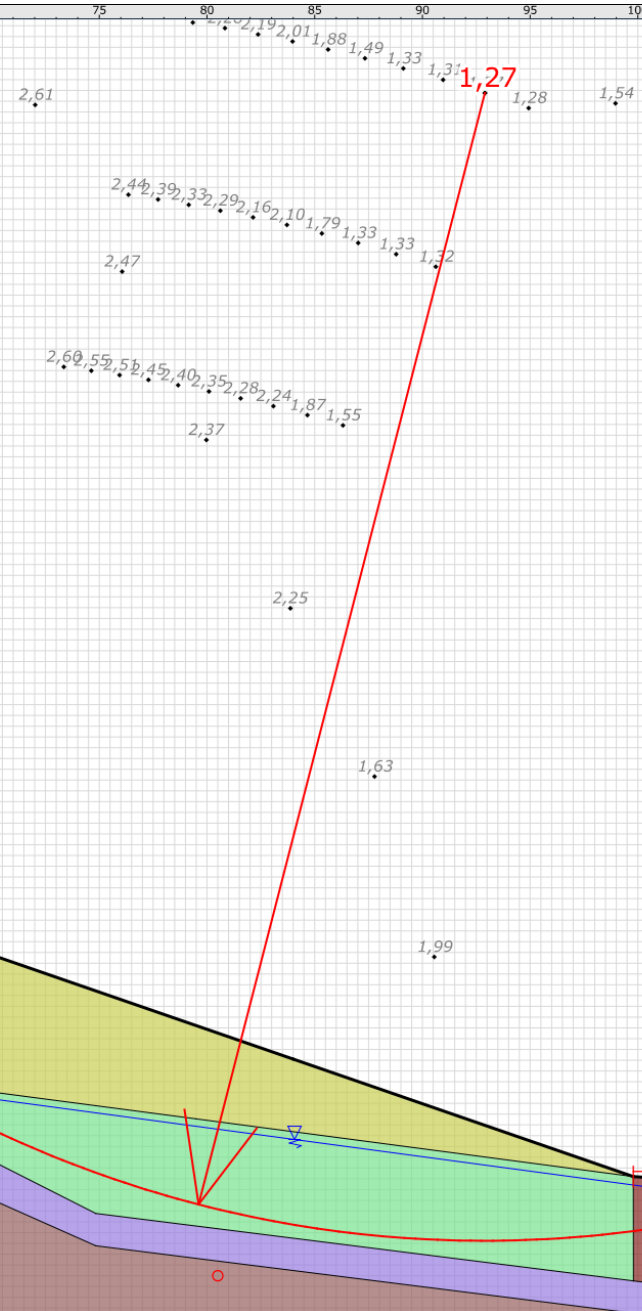


Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	78,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase sis CT kv- - 3H_1V (1) / Situation : Situation 2

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 QUat_AMEL 1

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Sismique
Fmin = 1,2750



Annexe 4

TALREN - coupe 3



Données du projet

Numéro d'affaire : 3513917

Titre du calcul : Coupe 3

Lieu : LANNE

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	U1 LT		20,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	U1 CT		20,0	0,01	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	U1 QUAT LT		20,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	U1 QUAT CT		20,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	U2 LT		24,0	35,00	15,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
6	U2 CT		24,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
7	U3 LT		27,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
8	U3 CT		27,0	35,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
9	RB		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	U1 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
2	U1 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
3	U1 QUAT LT		-	-	-	Effective	Linéaire
4	U1 QUAT CT		-	-	-	Effective	Linéaire
5	U2 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
6	U2 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
7	U3 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
8	U3 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
9	RB		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	399,350	2	2,250	399,230	3	27,680	397,680	4	33,290	397,190	5	40,370	396,580	6	41,090	396,320
7	50,190	395,000	8	56,780	394,170	9	74,570	391,630	10	80,440	391,160	11	81,840	390,710	12	83,880	389,270
13	89,750	389,330	14	90,440	389,980	15	96,530	390,200	16	11,010	398,740	17	21,450	405,110	19	64,430	400,040
20	77,640	391,420	21	91,000	390,500	22	0,000	398,450	23	0,000	396,250	24	40,370	395,680	25	40,370	393,220
26	50,190	390,000	27	50,190	388,500	28	80,440	386,160	29	80,440	384,660	30	96,530	385,200	31	96,530	383,700
34	70,127	396,323	35	17,379	402,626	36	50,000	398,728	37	38,676	396,726						

Segments

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

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge chantier phase 1	17,379	402,626	10,0	50,000	398,728	10,0	90,00
2	Charge chantier 2	17,379	402,626	10,0	70,127	396,323	10,0	90,00
3	Charge chantier 3	21,450	405,110	10,0	64,430	400,040	10,0	90,00

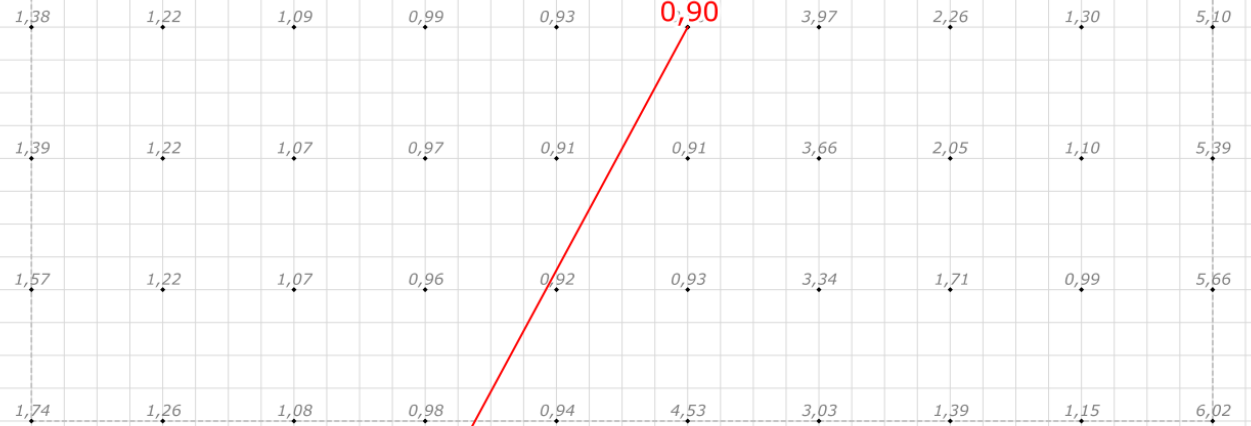


Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 14 oct. 2025 12:25:44
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Projet : Coupe 3

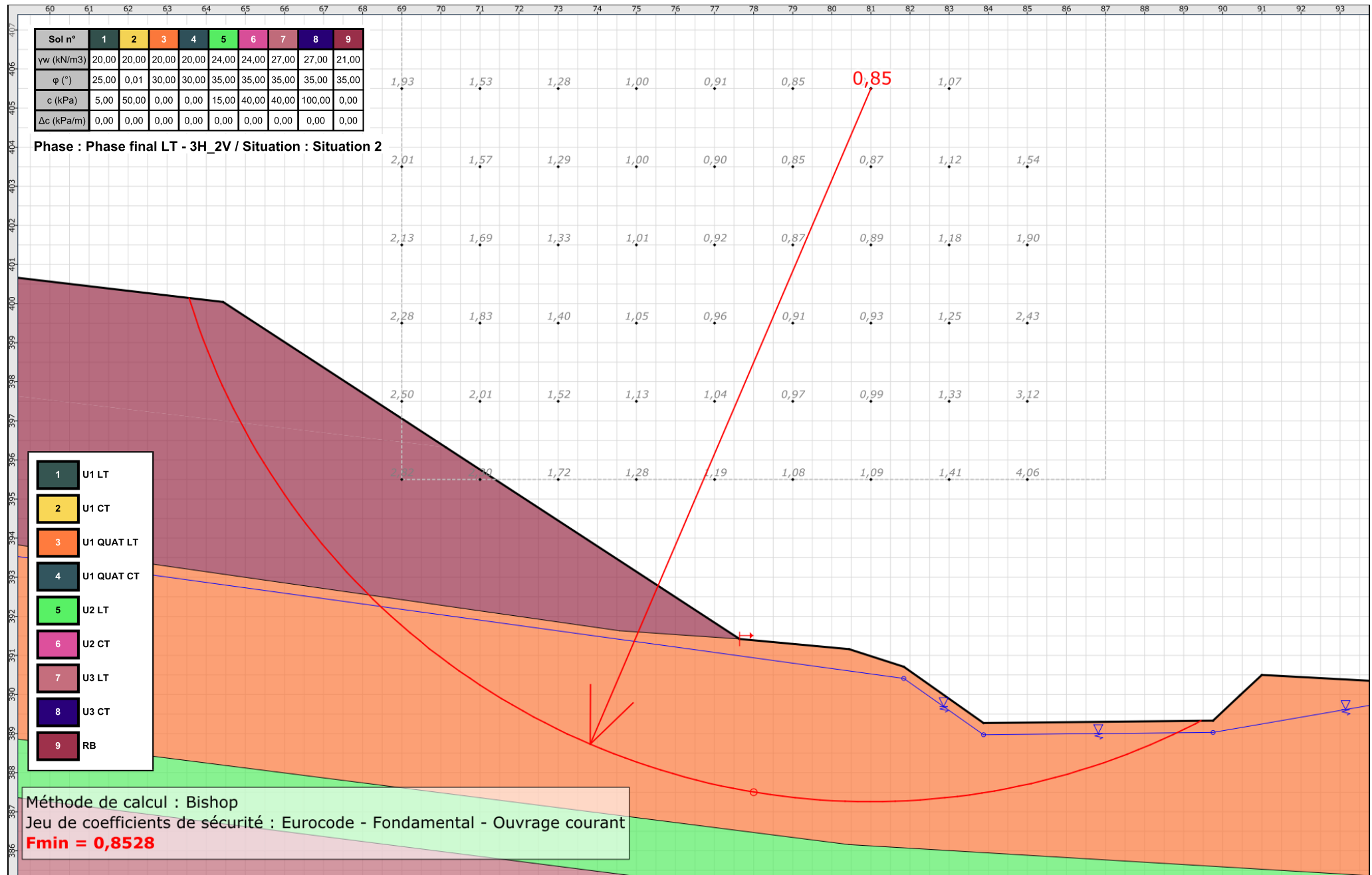
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00
φ (°)	25,00	0,01	30,00	30,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	0,00	15,00	40,00	40,00	100,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase final LT - 3H_2V / Situation : Situation 1



1	U1 LT
2	U1 CT
3	U1 QUAT LT
4	U1 QUAT CT
5	U2 LT
6	U2 CT
7	U3 LT
8	U3 CT
9	RB

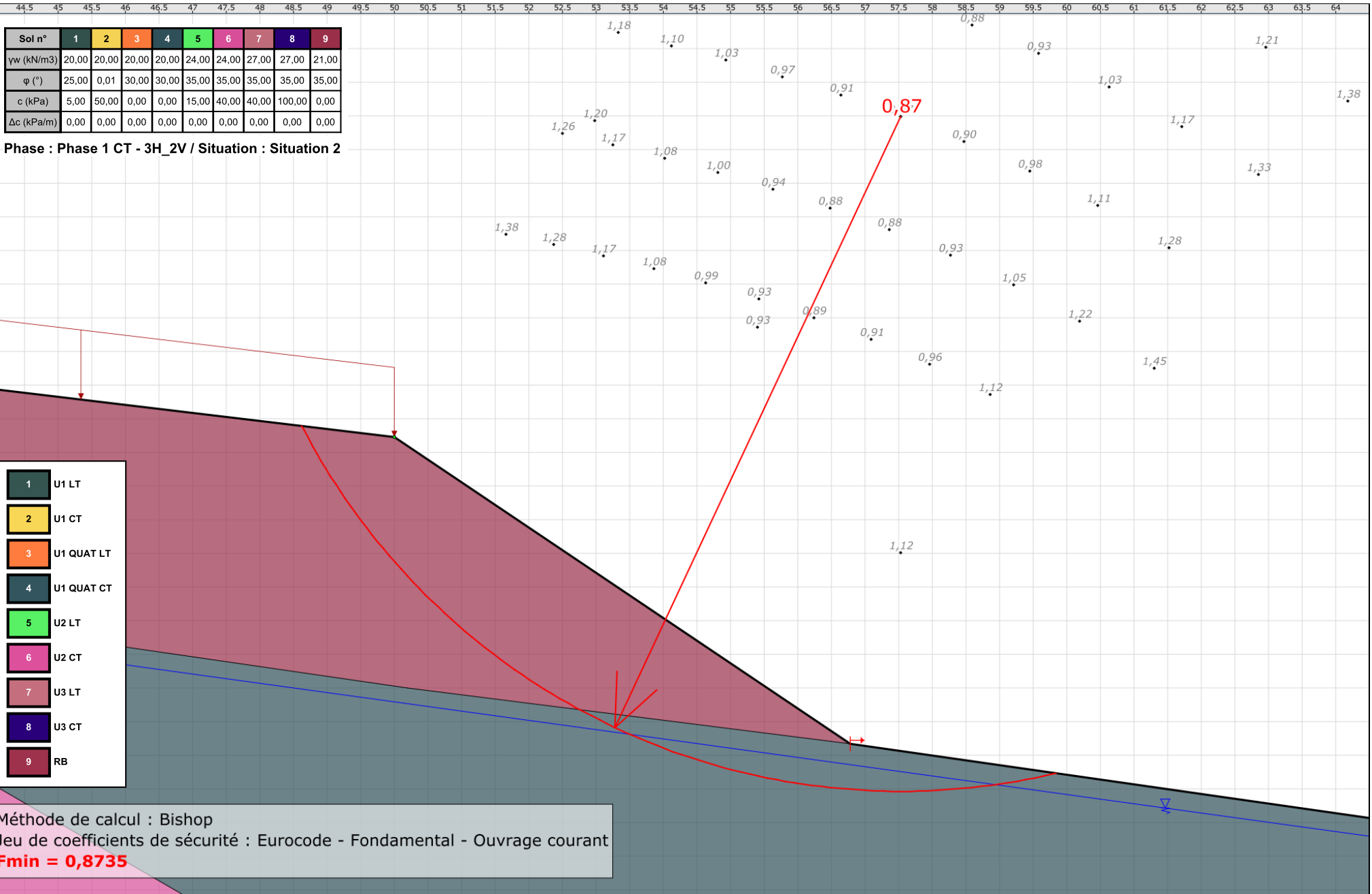
Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 0,8960

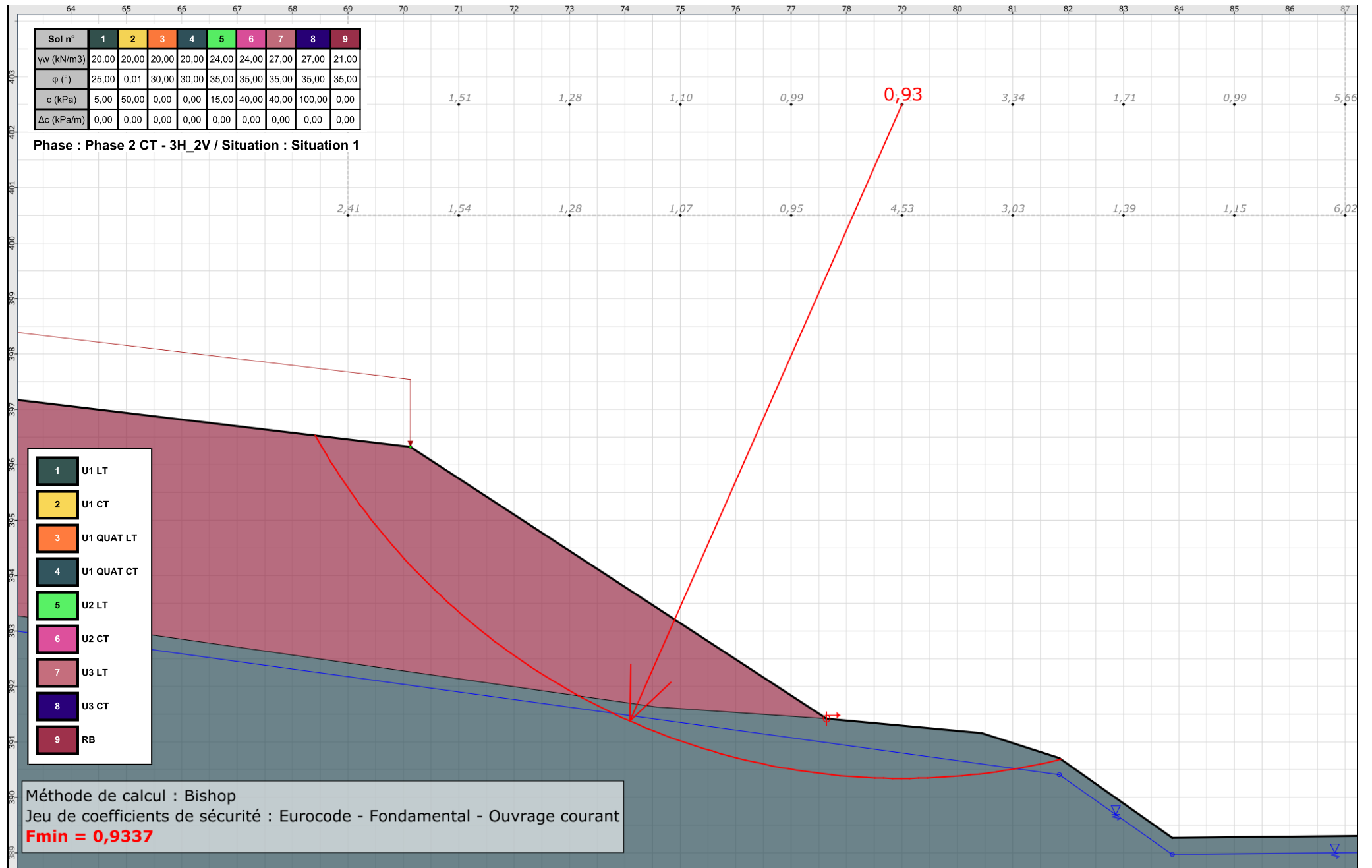


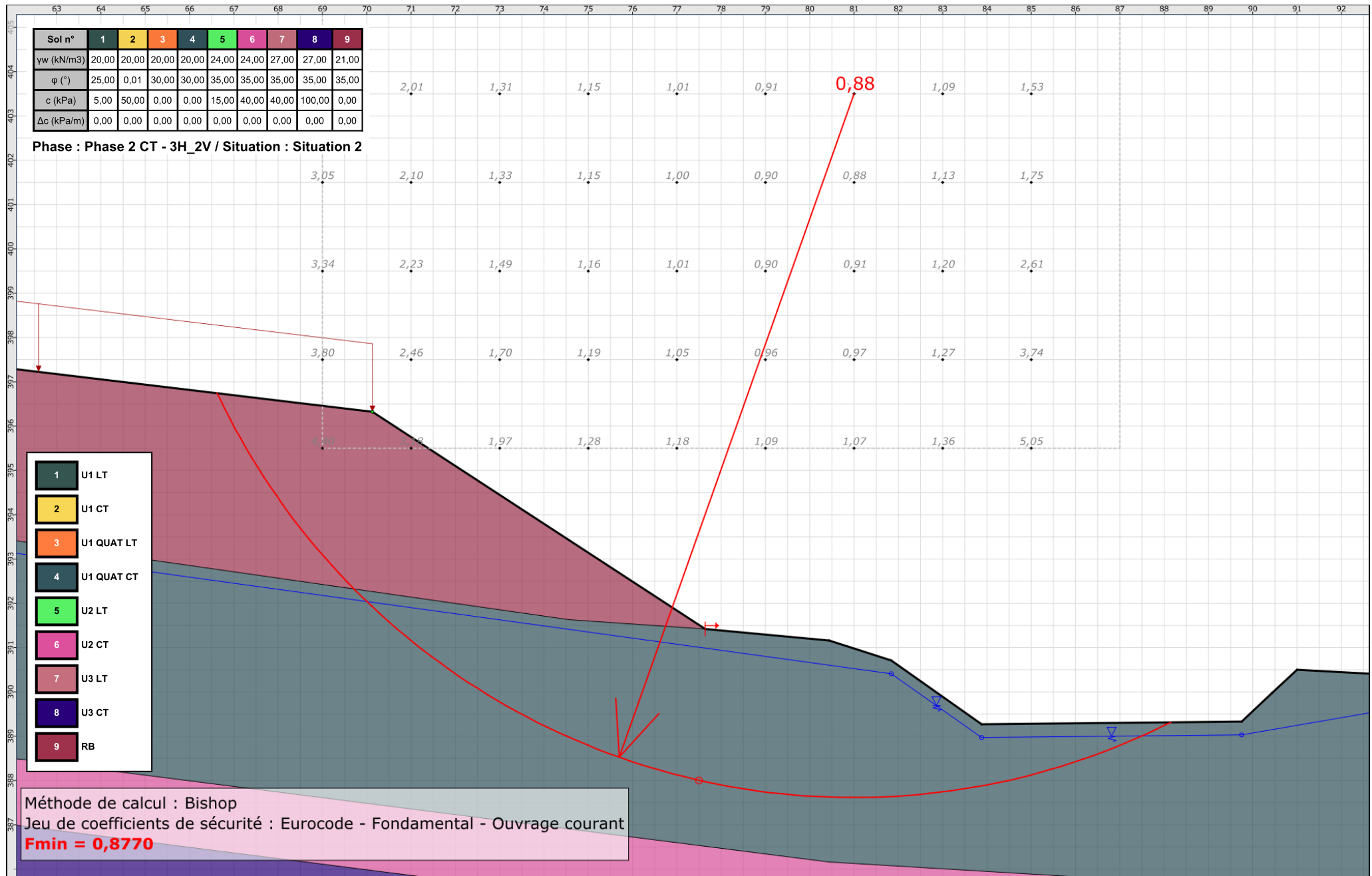
Phase : Phase 1 CT - 3H_2V / Situation : Situation 1

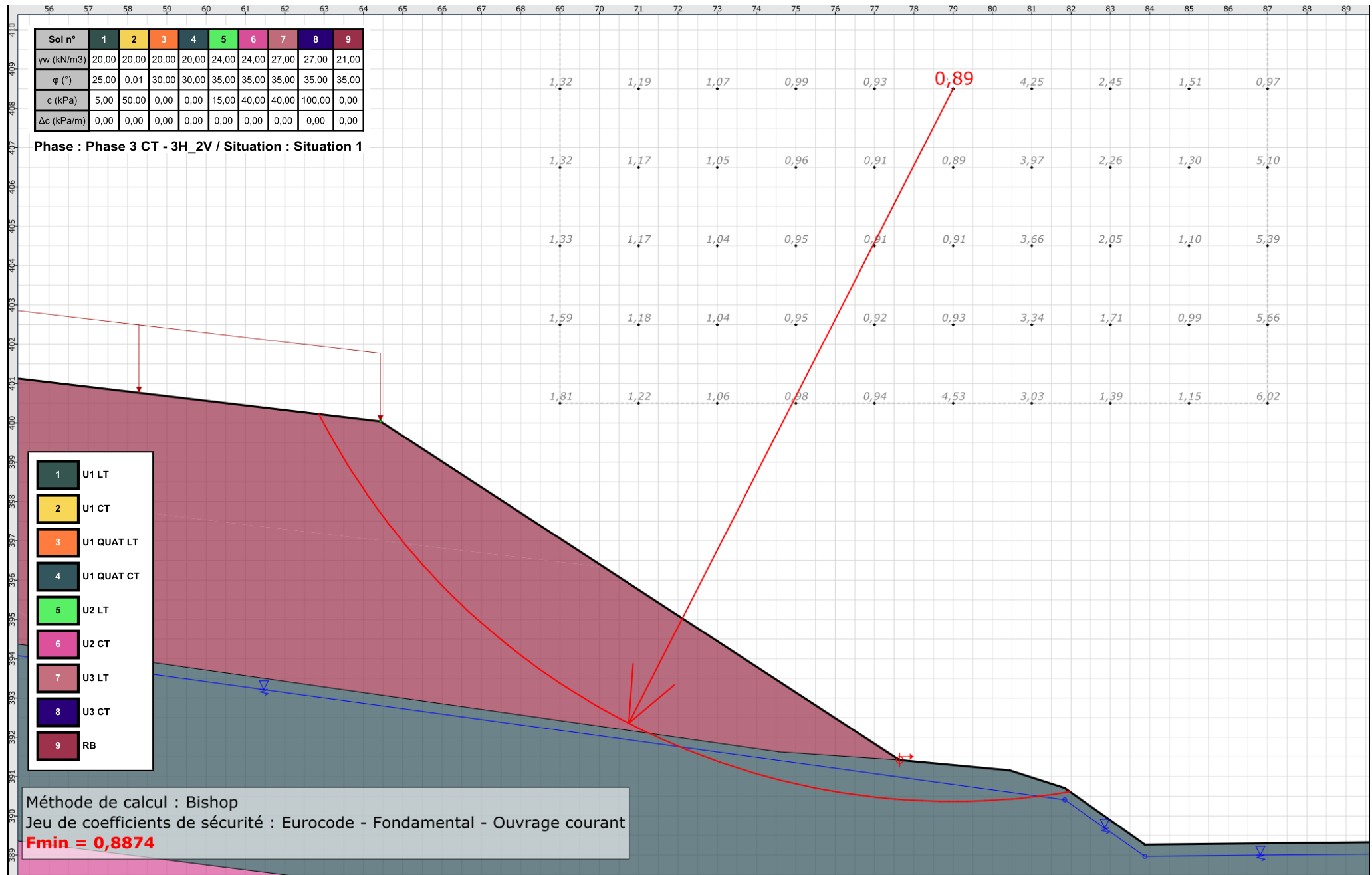


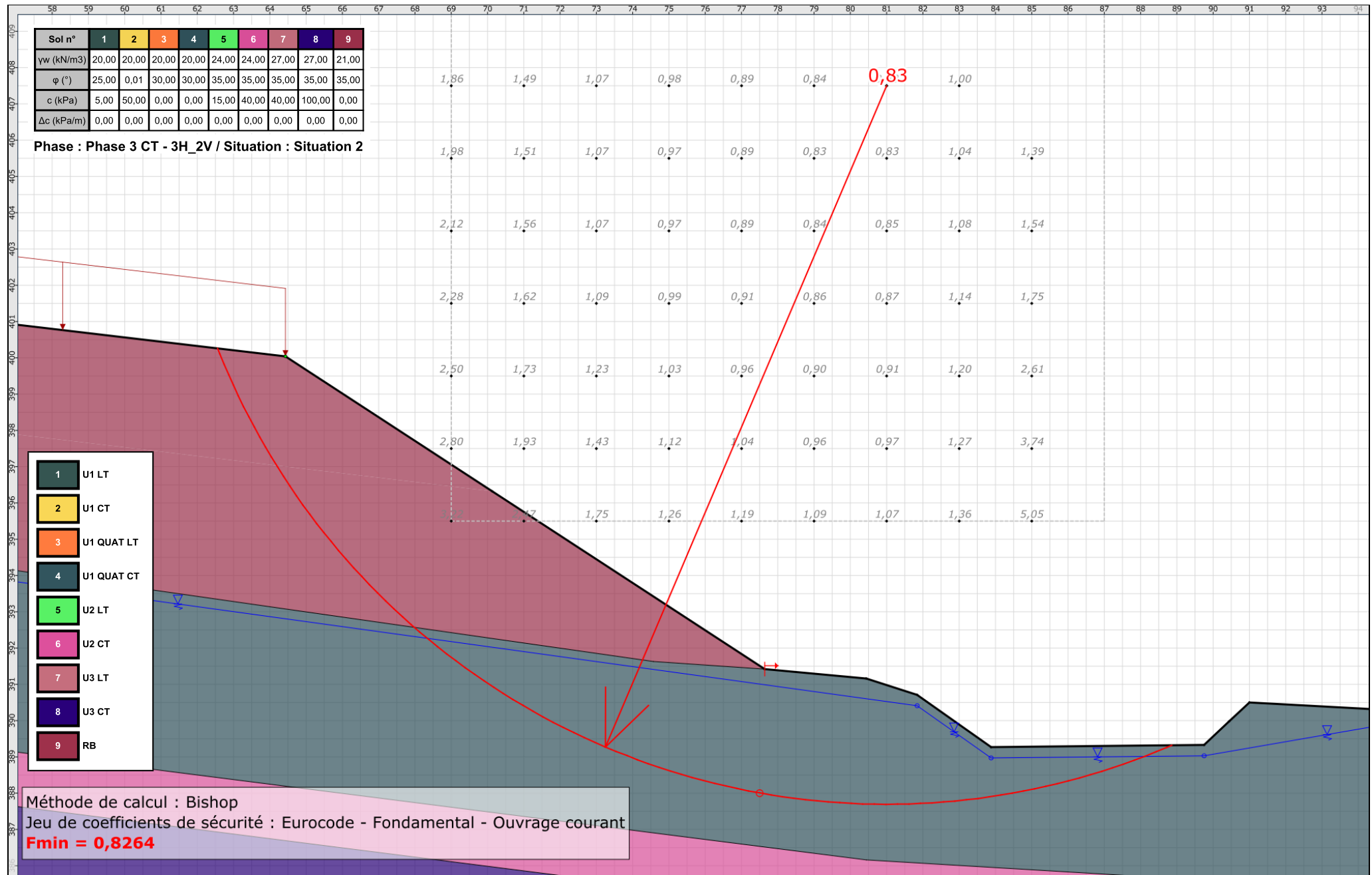
Page 4/13

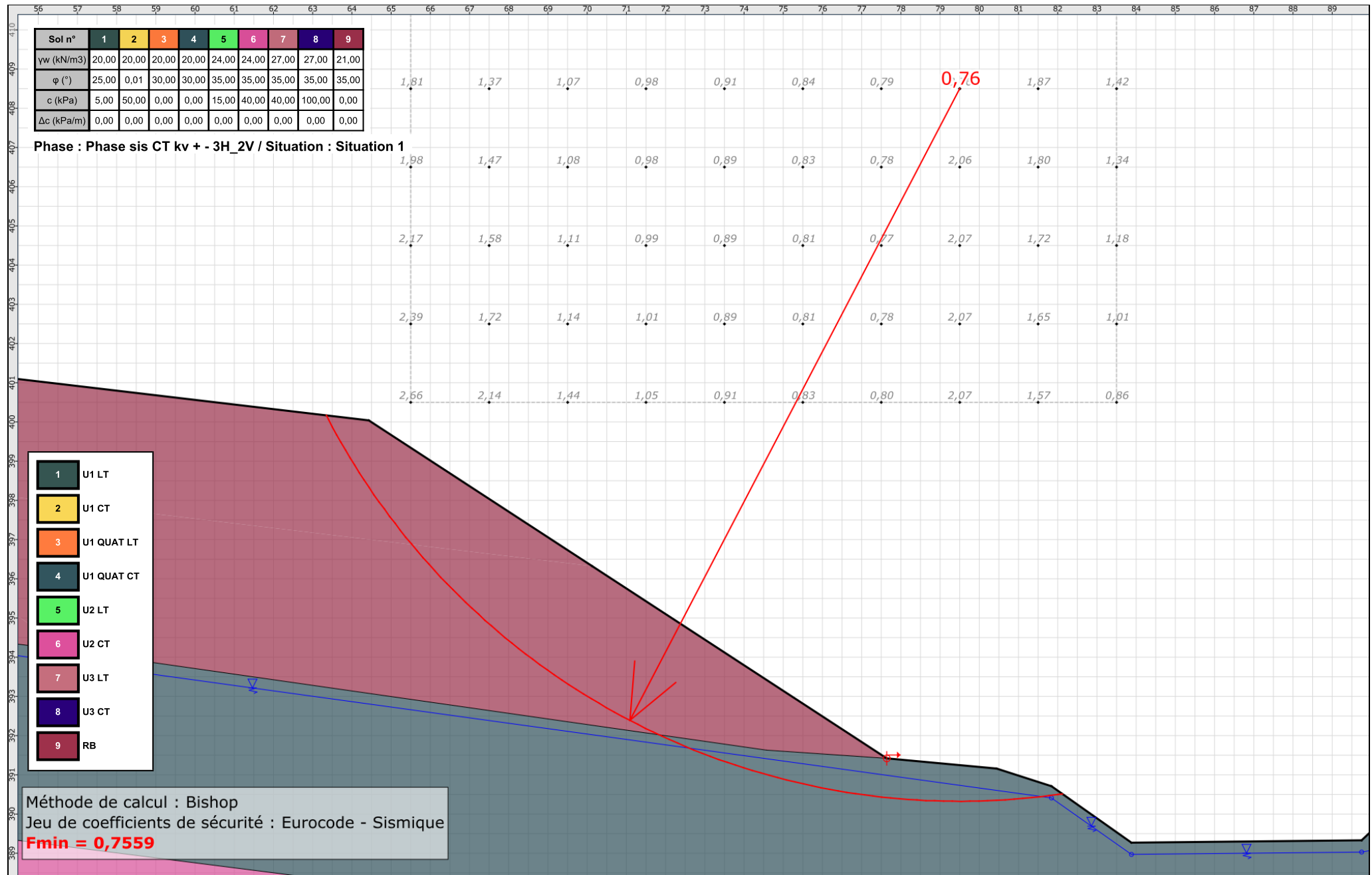




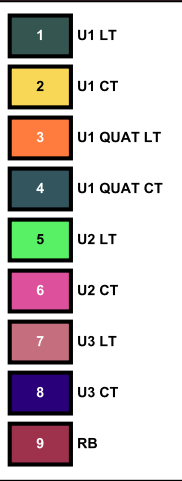




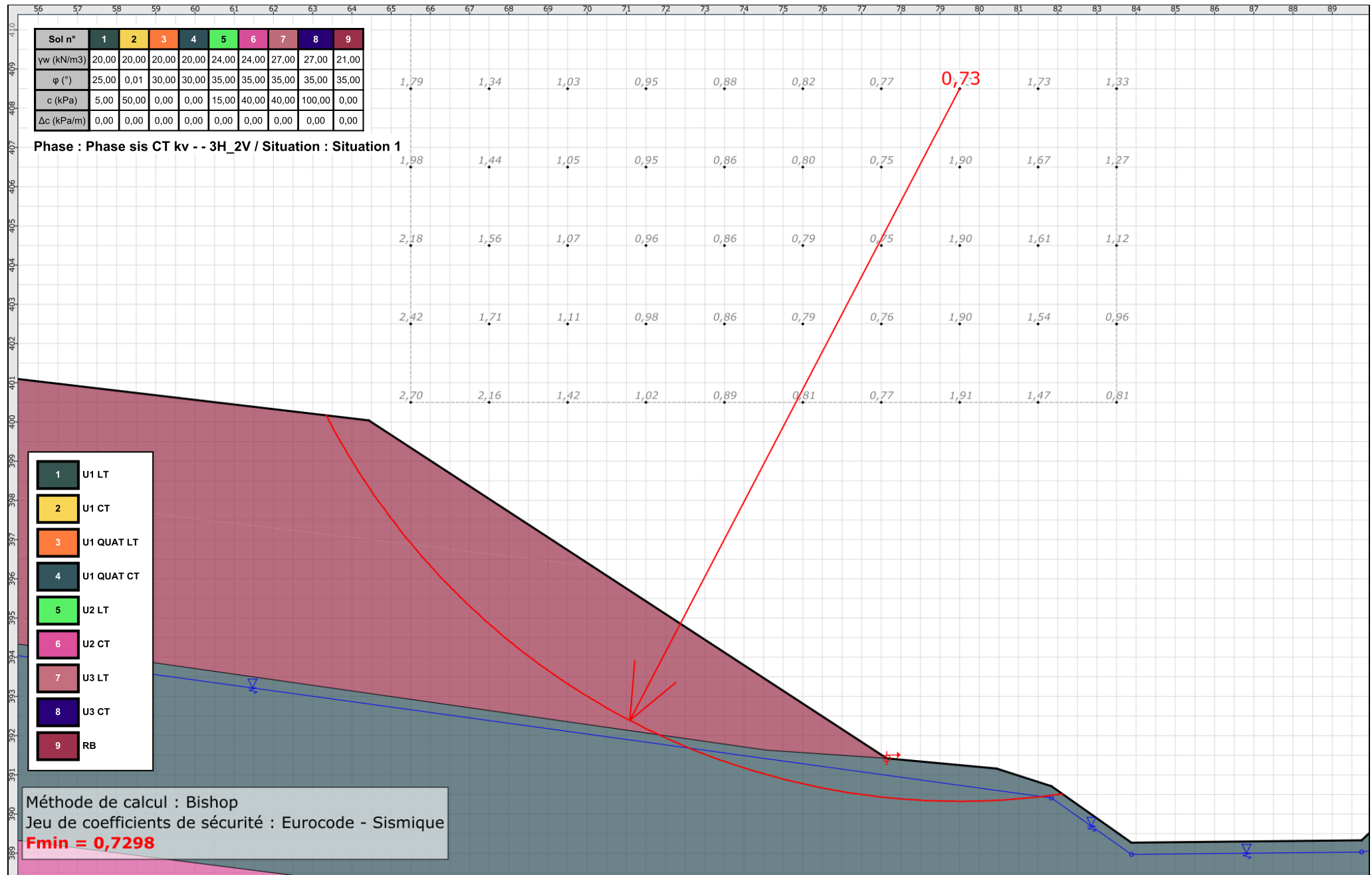


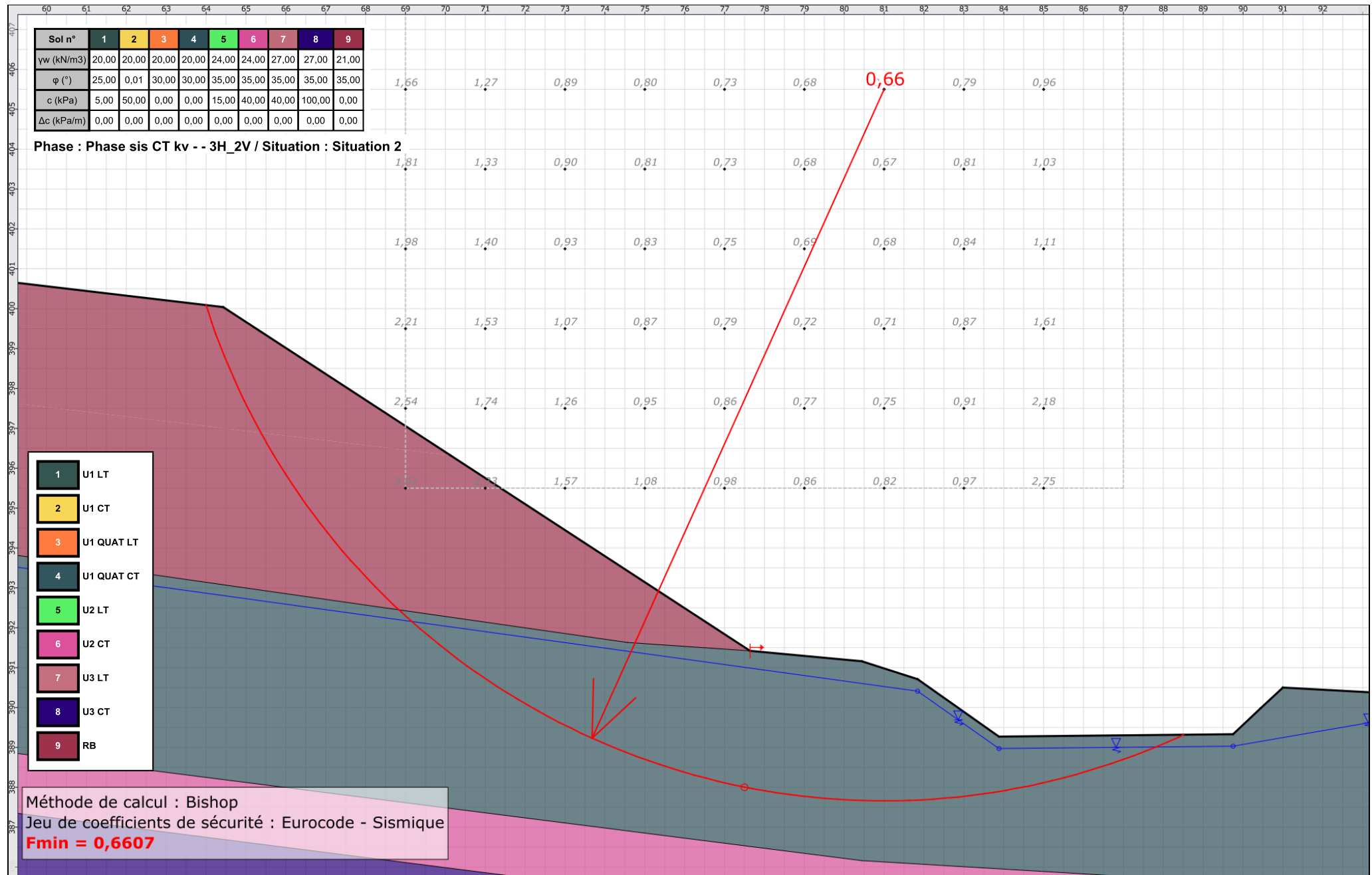


Phase : Phase sis CT kv + - 3H_2V / Situation : Situation 2



Page 11/13





Données du projet

Numéro d'affaire : 3513917

Titre du calcul : Coupe 3

Lieu : LANNE

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	U1 LT		20,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	U1 CT		20,0	0,01	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	U1 QUAT LT		20,0	25,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	U1 QUAT CT		20,0	0,01	60,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	U2 LT		24,0	35,00	15,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
6	U2 CT		24,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
7	U3 LT		27,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
8	U3 CT		27,0	35,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
9	RB		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
10	U1 QUAT_AMEL 1		20,0	0,01	105,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
11	U1 QUAT CT_AMEL 2		20,0	0,01	83,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	U1 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
2	U1 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
3	U1 QUAT LT		-	-	-	Effective	Linéaire
4	U1 QUAT CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
5	U2 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
6	U2 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
7	U3 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
8	U3 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
9	RB		-	-	-	Effective	Linéaire
10	U1 QUAT_AMEL 1		-	-	-	Non drainée	Linéaire
11	U1 QUAT CT_AMEL 2		-	-	-	Non drainée	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	399,350	2	2,250	399,230	3	27,680	397,680	4	33,290	397,190	5	40,370	396,580	6	41,090	396,320
7	50,190	395,000	8	56,780	394,170	9	74,570	391,630	10	80,440	391,160	11	81,840	390,710	12	83,880	389,270
13	89,750	389,330	14	90,440	389,980	15	96,530	390,200	16	11,010	398,740	17	21,450	405,110	19	64,430	400,040
20	77,640	391,420	21	91,000	390,500	22	0,000	398,450	23	0,000	396,250	24	40,370	395,680	25	40,370	393,220
26	50,190	390,000	27	50,190	388,500	28	80,440	386,160	29	80,440	384,660	30	96,530	385,200	31	96,530	383,700
34	70,127	396,323	35	17,379	402,626	36	50,000	398,728	37	38,676	396,726	38	64,500	393,068	39	64,500	388,183
40	77,761	386,500															

Segments

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

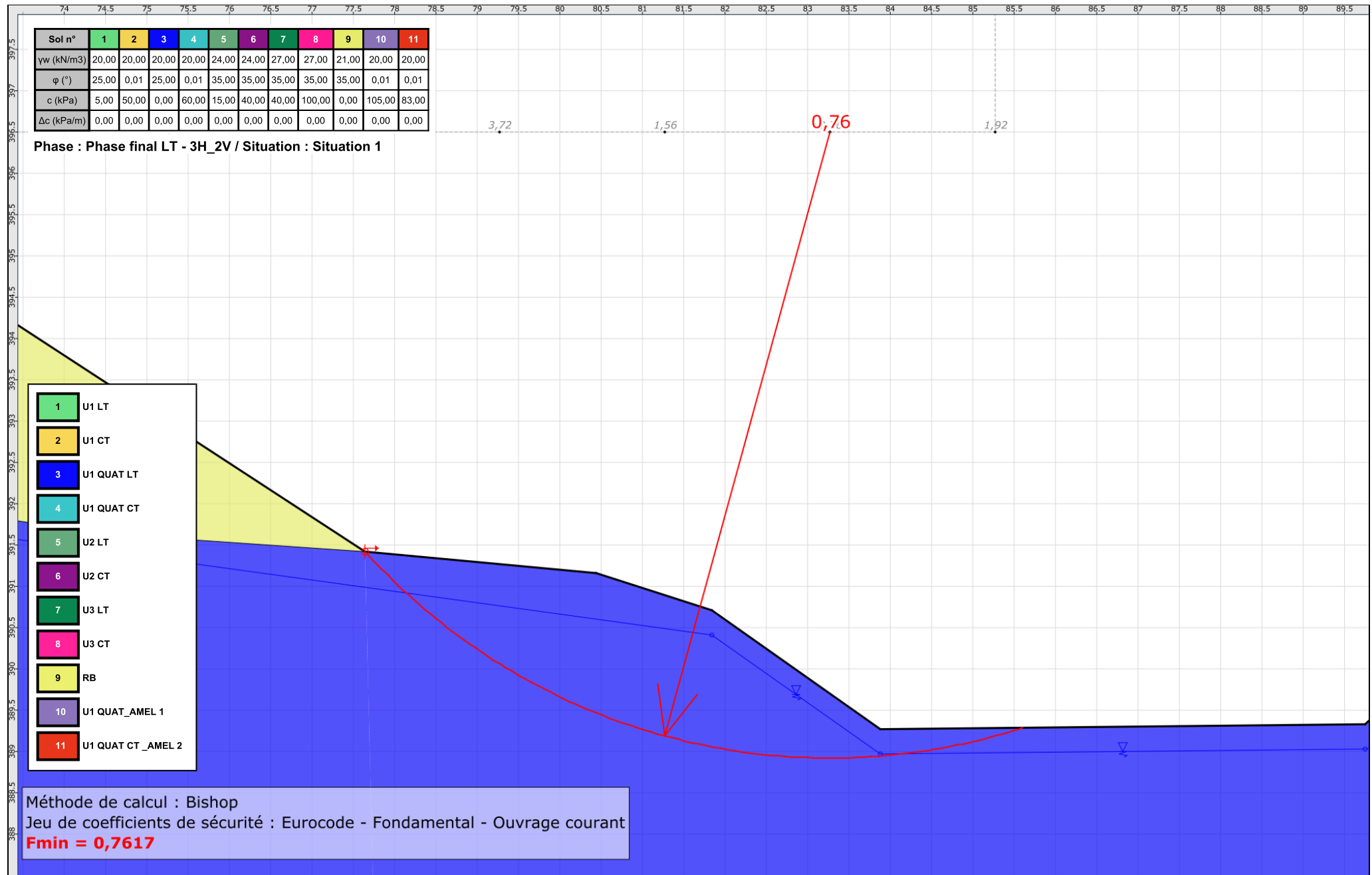
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge chantier phase 1	17,379	402,626	10,0	50,000	398,728	10,0	90,00
2	Charge chantier 2	17,379	402,626	10,0	70,127	396,323	10,0	90,00
3	Charge chantier 3	21,450	405,110	10,0	64,430	400,040	10,0	90,00



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 14 oct. 2025 12:43:22
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Projet : Coupe 3



Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	40,00	40,00	100,00	0,00	105,00	83,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase final LT - 3H_2V / Situation : Situation 2

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 QUAT_AMEL 1
- 11 U1 QUAT CT_AMEL 2

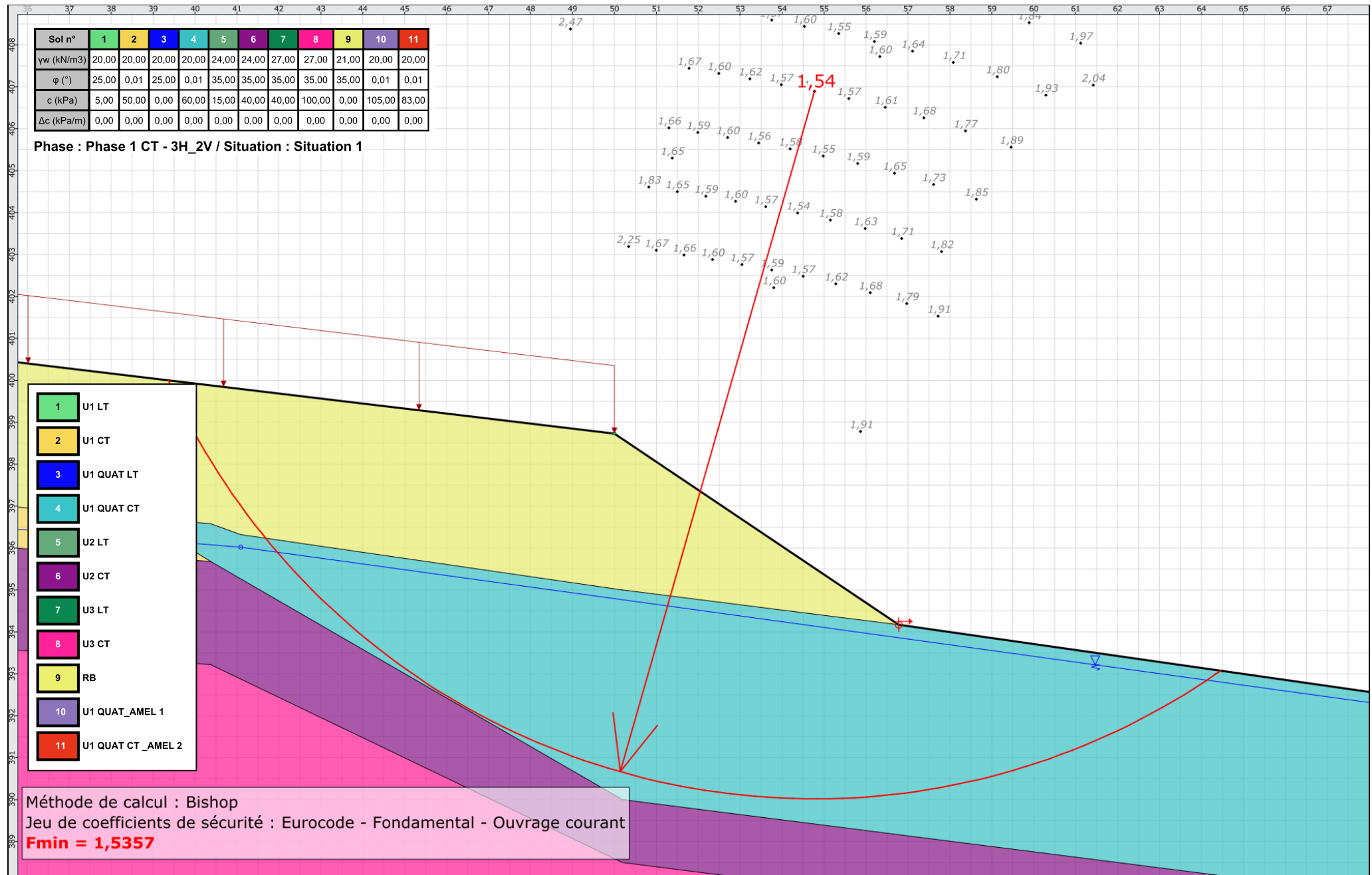
Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 0,7150

Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	40,00	40,00	100,00	0,00	105,00	83,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase final LT - 3H_2V / Situation : Situation 2

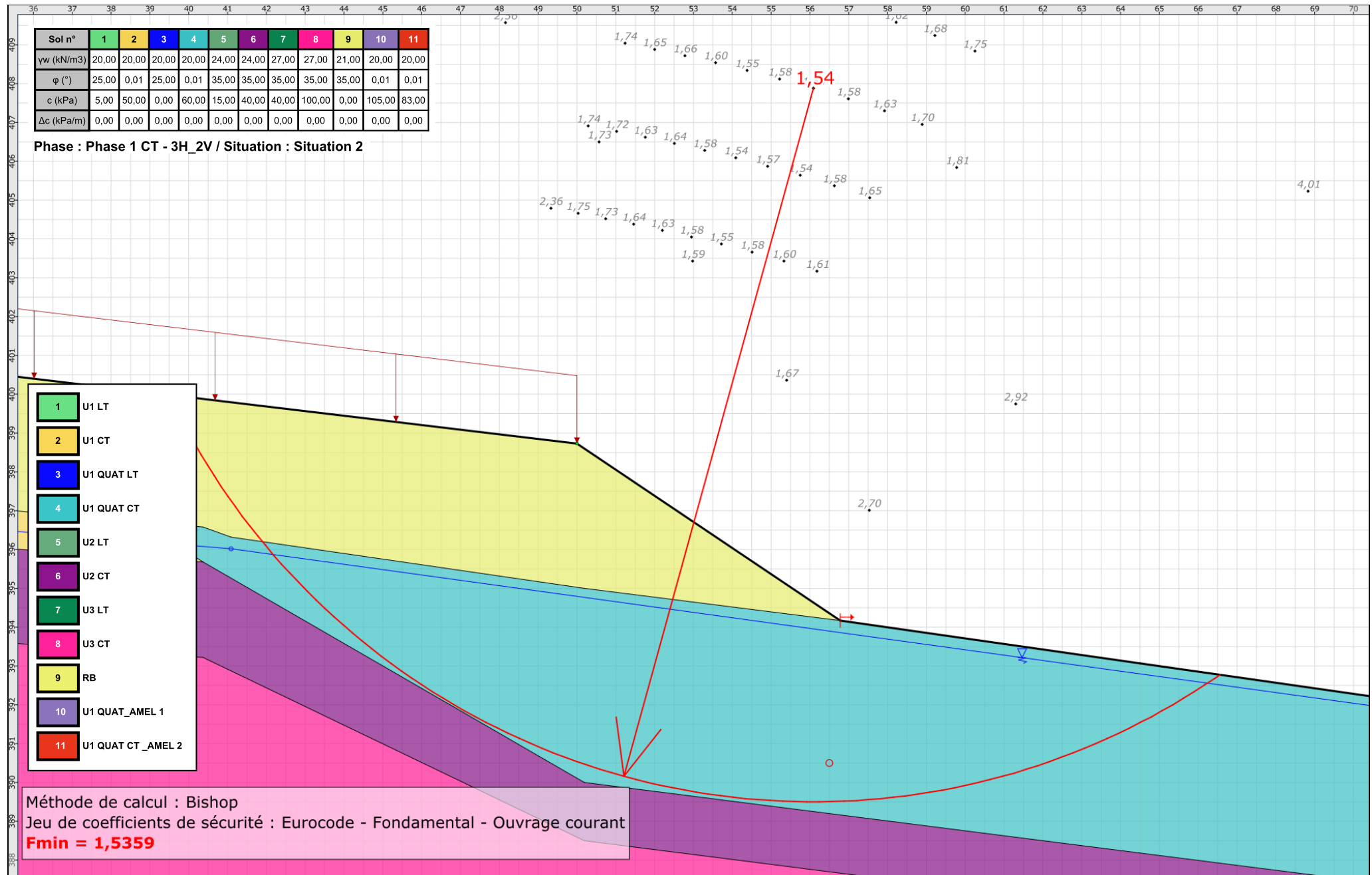
- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 QUAT_AMEL 1
- 11 U1 QUAT CT_AMEL 2

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 0,6505



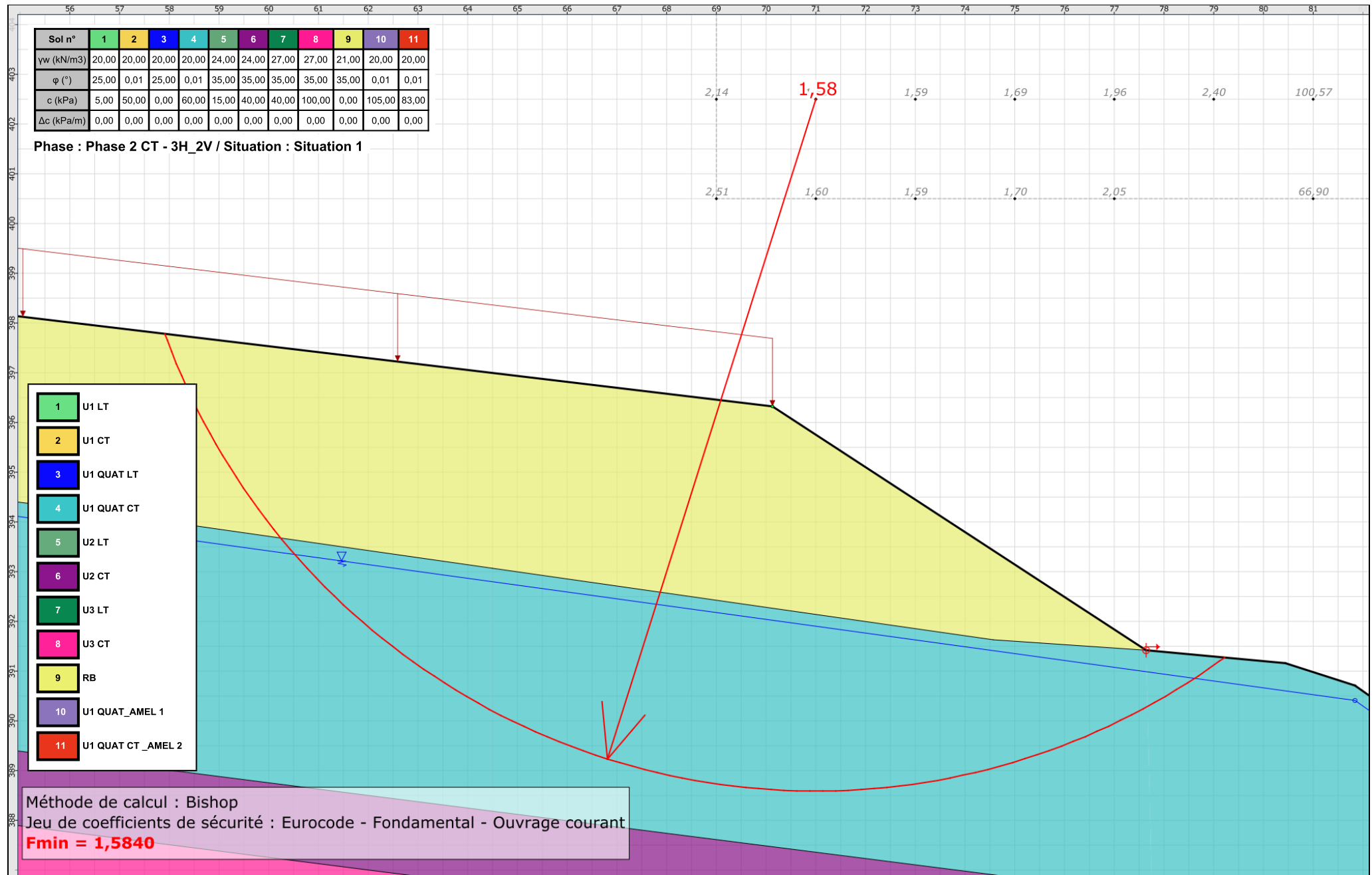
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	40,00	40,00	100,00	0,00	105,00	83,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 1 CT - 3H_2V / Situation : Situation 2



Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	40,00	40,00	100,00	0,00	105,00	83,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 2 CT - 3H_2V / Situation : Situation 1



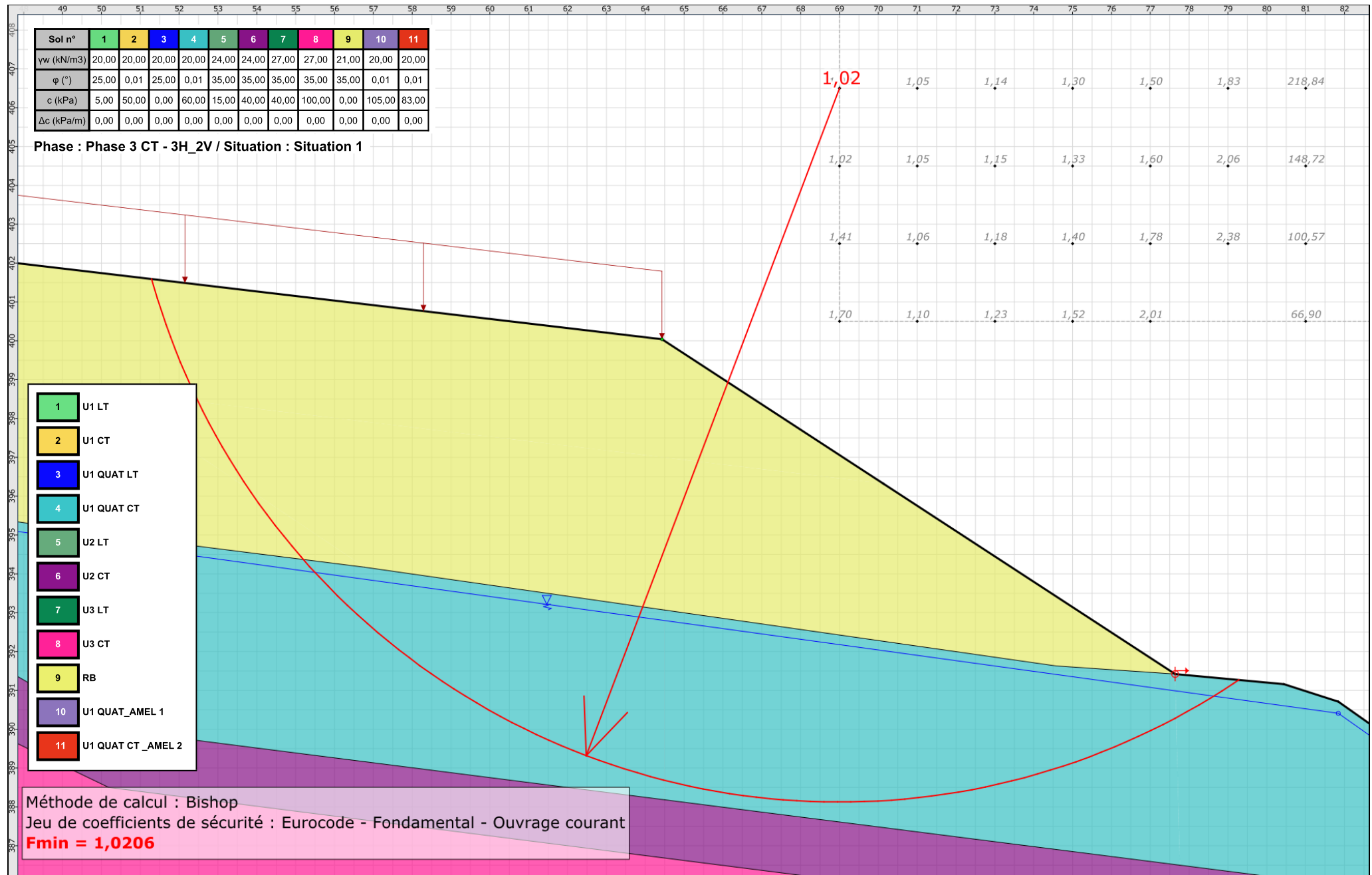
Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,01	25,00	0,01	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	40,00	40,00	100,00	0,00	105,00	83,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

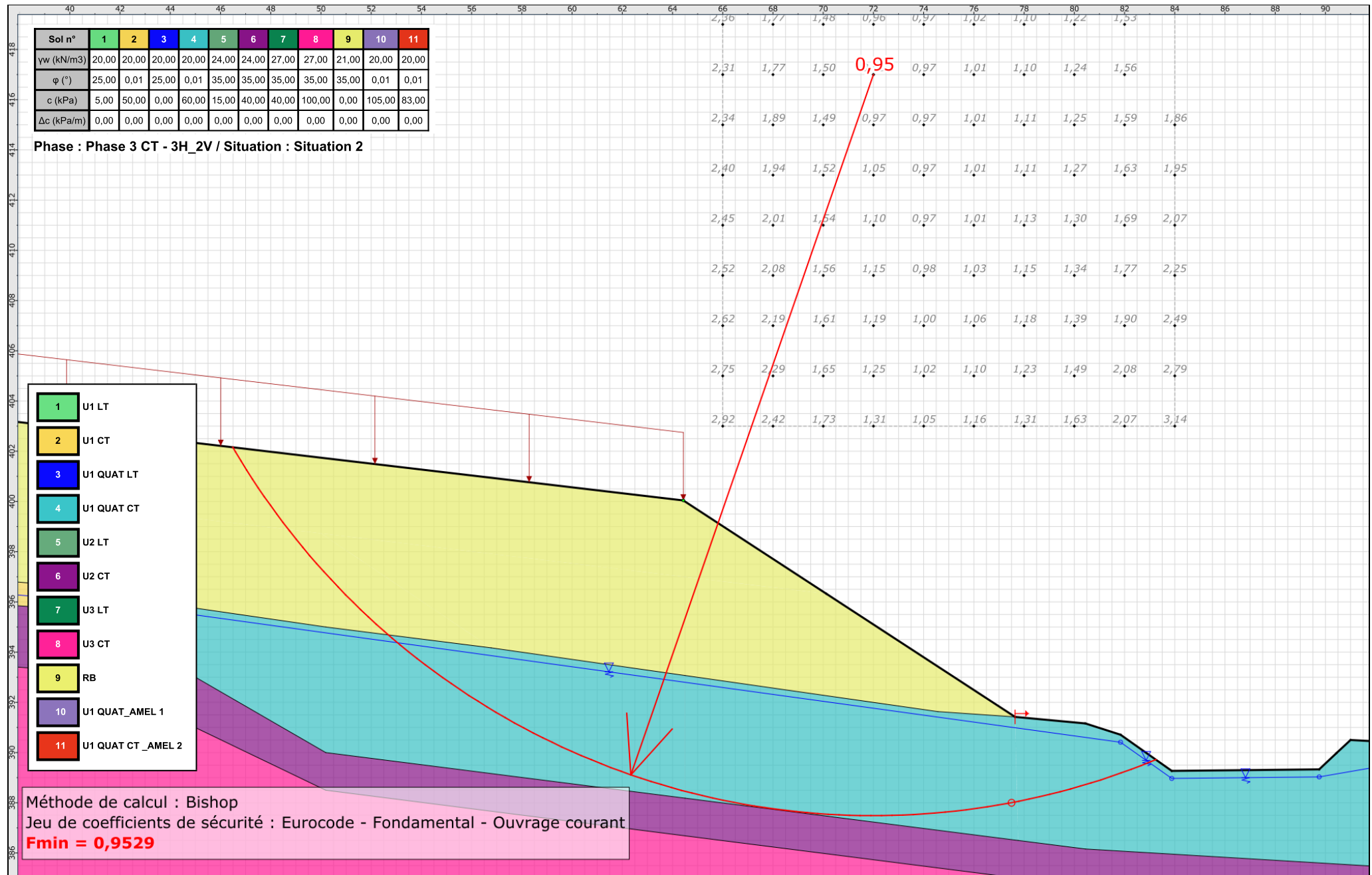
Phase : Phase 2 CT - 3H_2V / Situation : Situation 2

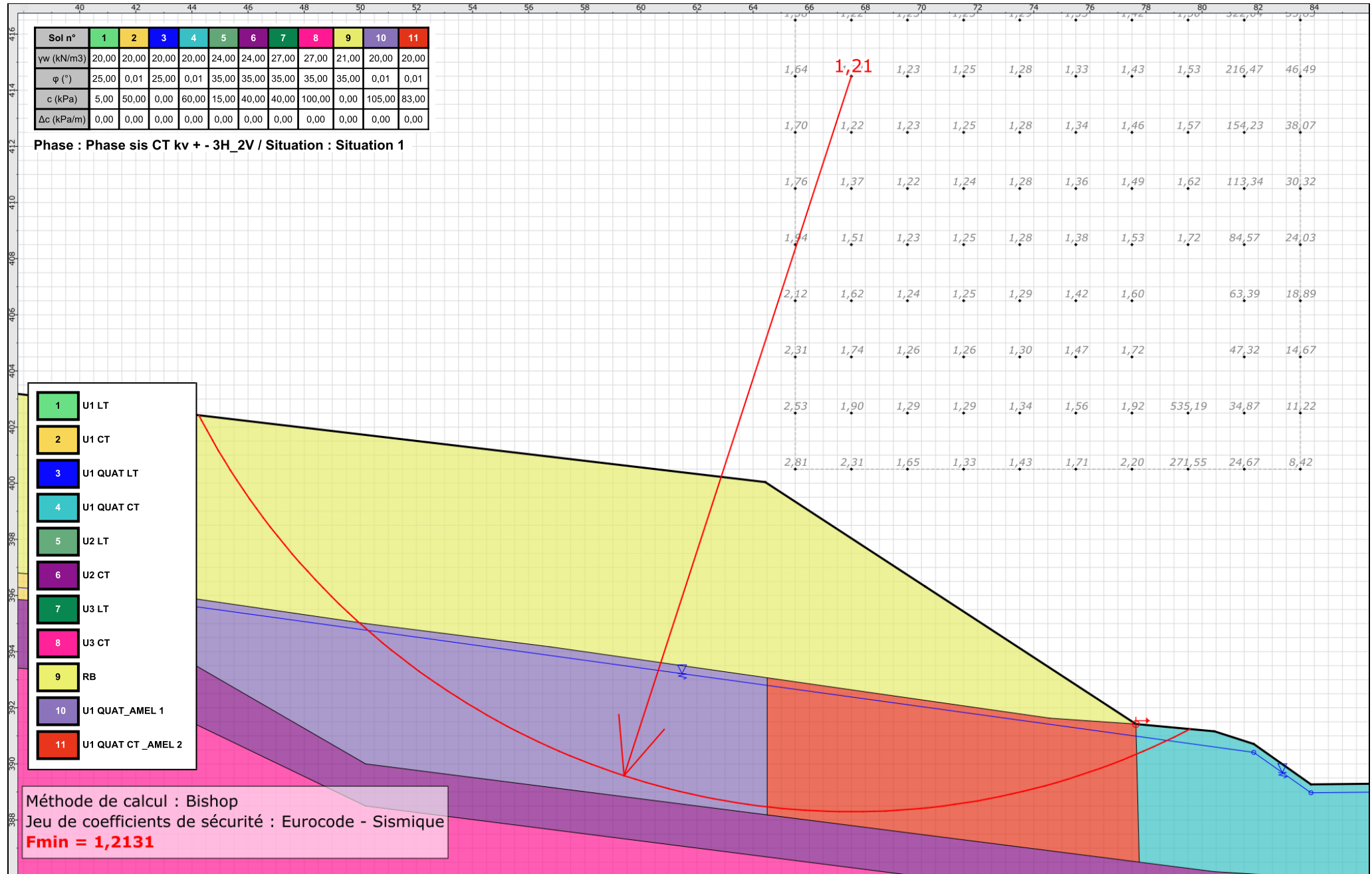
- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 QUAT_AMEL 1
- 11 U1 QUAT CT_AMEL 2

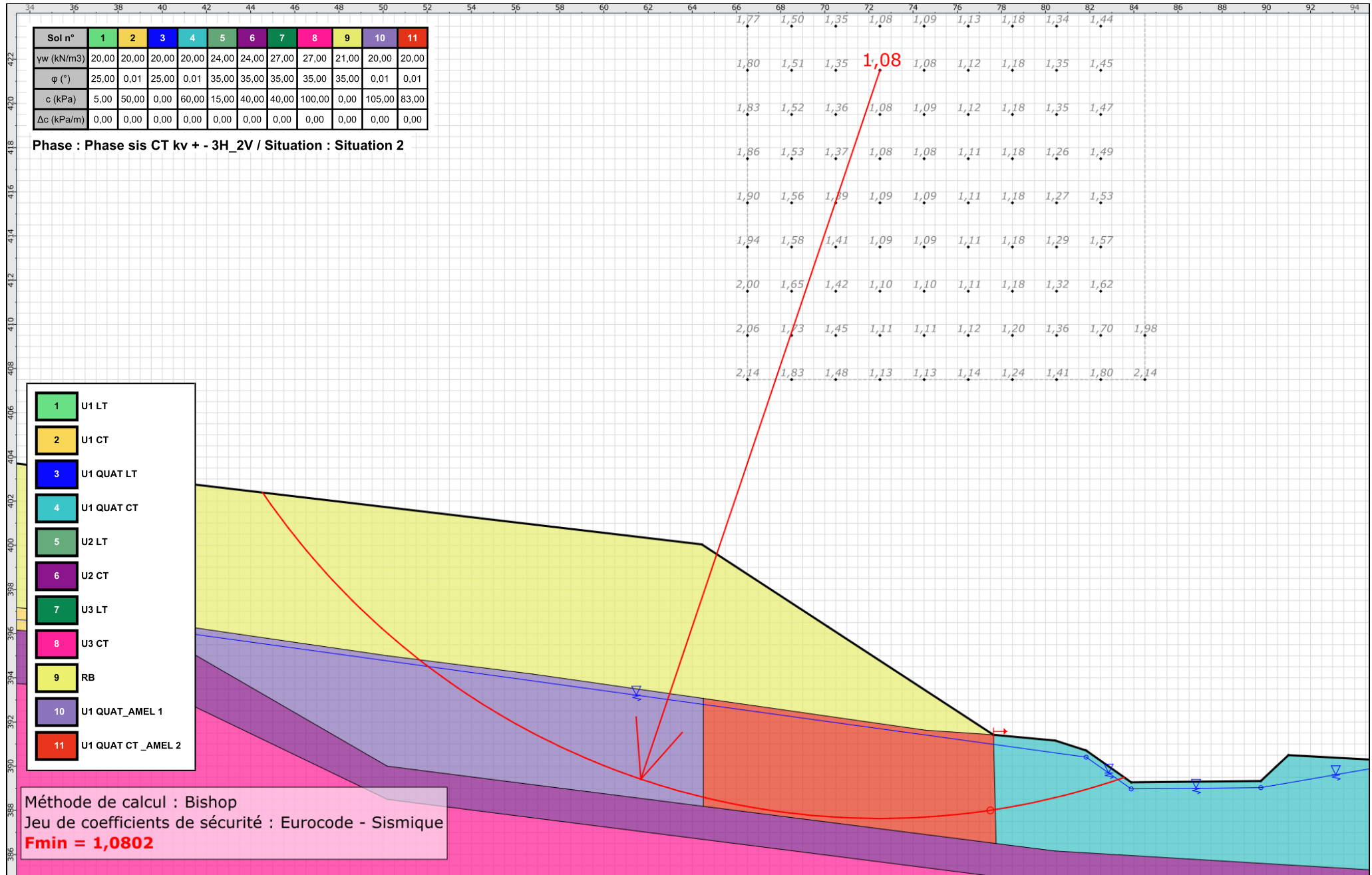
Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,3823

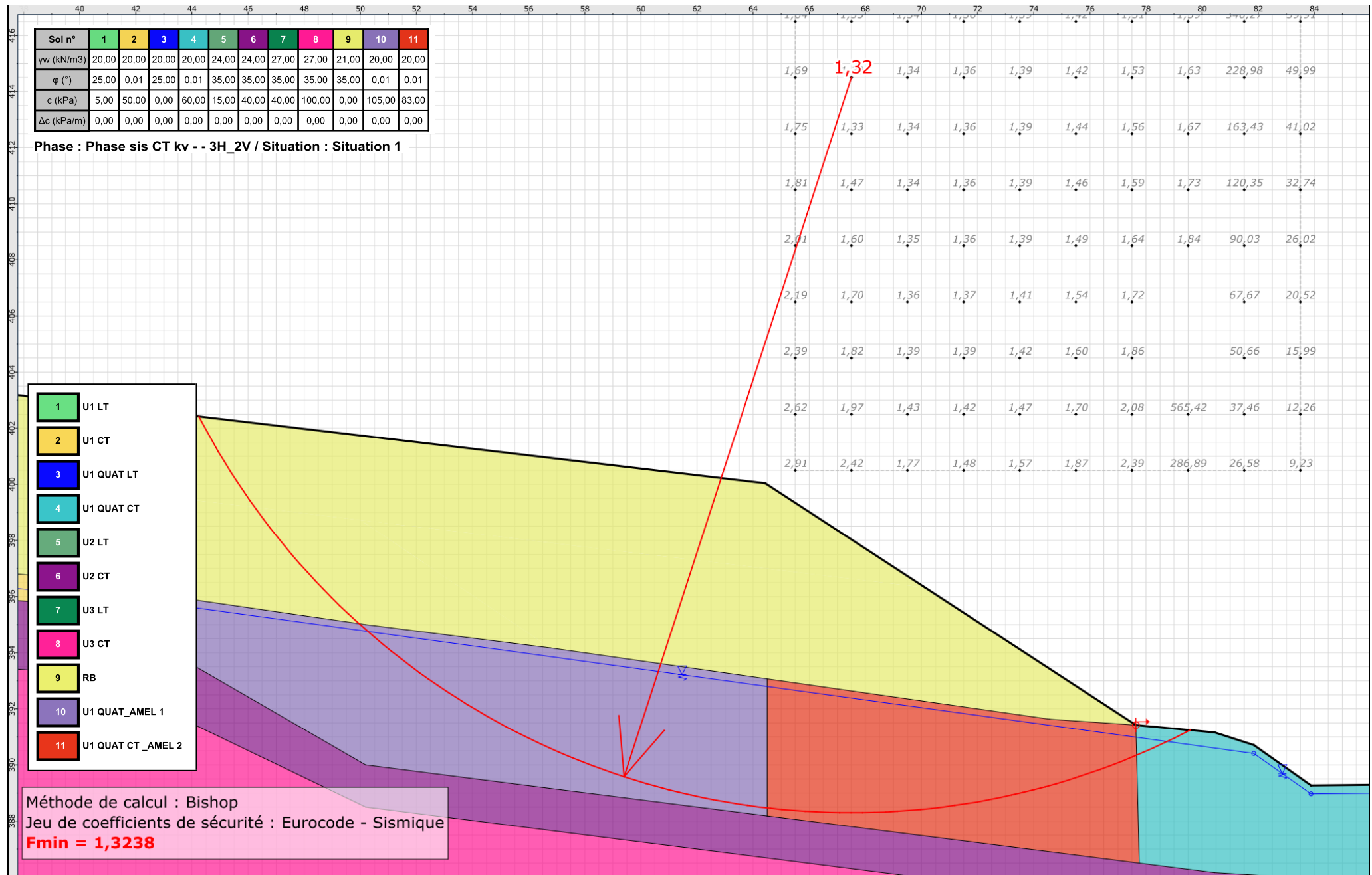


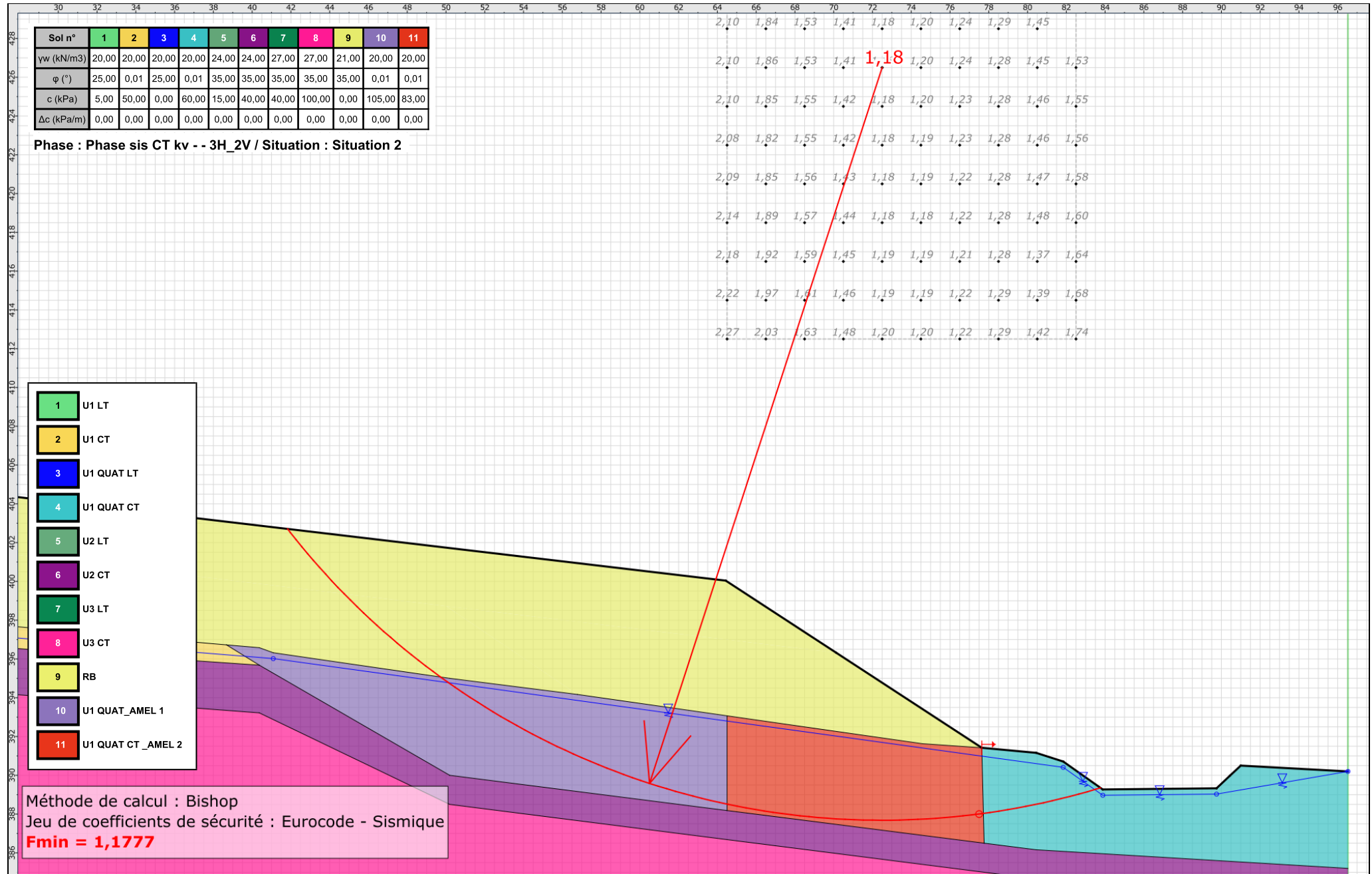












Annexe 5

TALREN - coupe 4



Données du projet

Numéro d'affaire : 3513917

Titre du calcul : Coupe 4

Lieu : N/A

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	U1 LT		20,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	U1 CT		20,0	0,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	U1 QUAT LT		20,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	U1 QUATER CT		20,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	U2 LT		24,0	35,00	15,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
6	U2 CT		24,0	35,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
7	U3 LT		27,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
8	U3 CT		27,0	35,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
9	RB		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
10	U1 CT_AMEL1		20,0	0,01	90,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	U1 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
2	U1 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
3	U1 QUAT LT		-	-	-	Effective	Linéaire
4	U1 QUATER CT		-	-	-	Effective	Linéaire
5	U2 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
6	U2 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
7	U3 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
8	U3 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
9	RB		-	-	-	Effective	Linéaire
10	U1 CT_AMEL1		-	-	-	Non drainée	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	398,980	2	14,870	399,840	3	20,840	401,250	4	25,650	401,100	5	34,330	401,190	6	41,870	401,100
7	45,670	401,040	8	60,160	399,950	9	85,070	397,020	10	88,820	396,500	11	100,480	395,310	12	106,620	394,850
13	119,310	393,350	14	126,280	392,650	15	138,390	391,260	16	144,310	390,670	17	156,440	389,370	18	162,190	388,750
19	174,780	387,180	20	180,020	386,710	21	196,170	385,490	22	201,960	384,710	23	207,120	383,870	24	212,200	383,640
25	229,600	382,330	26	33,030	401,180	27	43,810	408,070	34	182,070	393,540	35	0,000	397,180	36	0,000	396,380
37	43,810	399,800	38	43,810	399,000	39	85,070	396,120	40	85,070	393,920	41	106,620	393,950	42	106,620	391,750
43	119,310	392,250	44	119,310	389,350	45	156,440	384,370	46	156,440	382,870	47	174,780	384,180	48	174,780	380,680
49	197,170	379,990	50	197,170	378,990	51	229,600	224,100	52	229,600	223,100	53	168,000	388,025	54	170,670	384,223
55	229,600	376,830	56	229,600	375,830	59	188,500	389,869	60	39,654	405,414	61	142,000	397,751	62	148,357	394,061
63	154,702	389,556	64	143,179	397,627												

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	26	5	26	5	6	5	6	7	6	7
8	7	8	9	8	9	10	9	10	11	10	11	12	11	12	13	12	13	14	13	14
15	14	15	16	15	16	18	17	18	20	19	20	21	20	21	22	21	22	23	22	23
24	23	24	25	24	25	35	35	37	36	37	39	37	39	41	38	41	43	39	43	45
41	18	53	42	19	53	43	45	54	44	47	54	45	54	53	46	47	49	47	49	55
48	36	38	49	38	40	50	40	42	51	42	44	52	44	46	53	46	48	54	48	50
55	50	56	57	34	59	58	21	59	60	26	60	61	27	60	64	34	23	65	27	61
67	61	62	68	62	60	69	62	59	70	62	17	71	16	63	72	17	63	73	63	62
74	34	64	75	61	64	76	64	62												



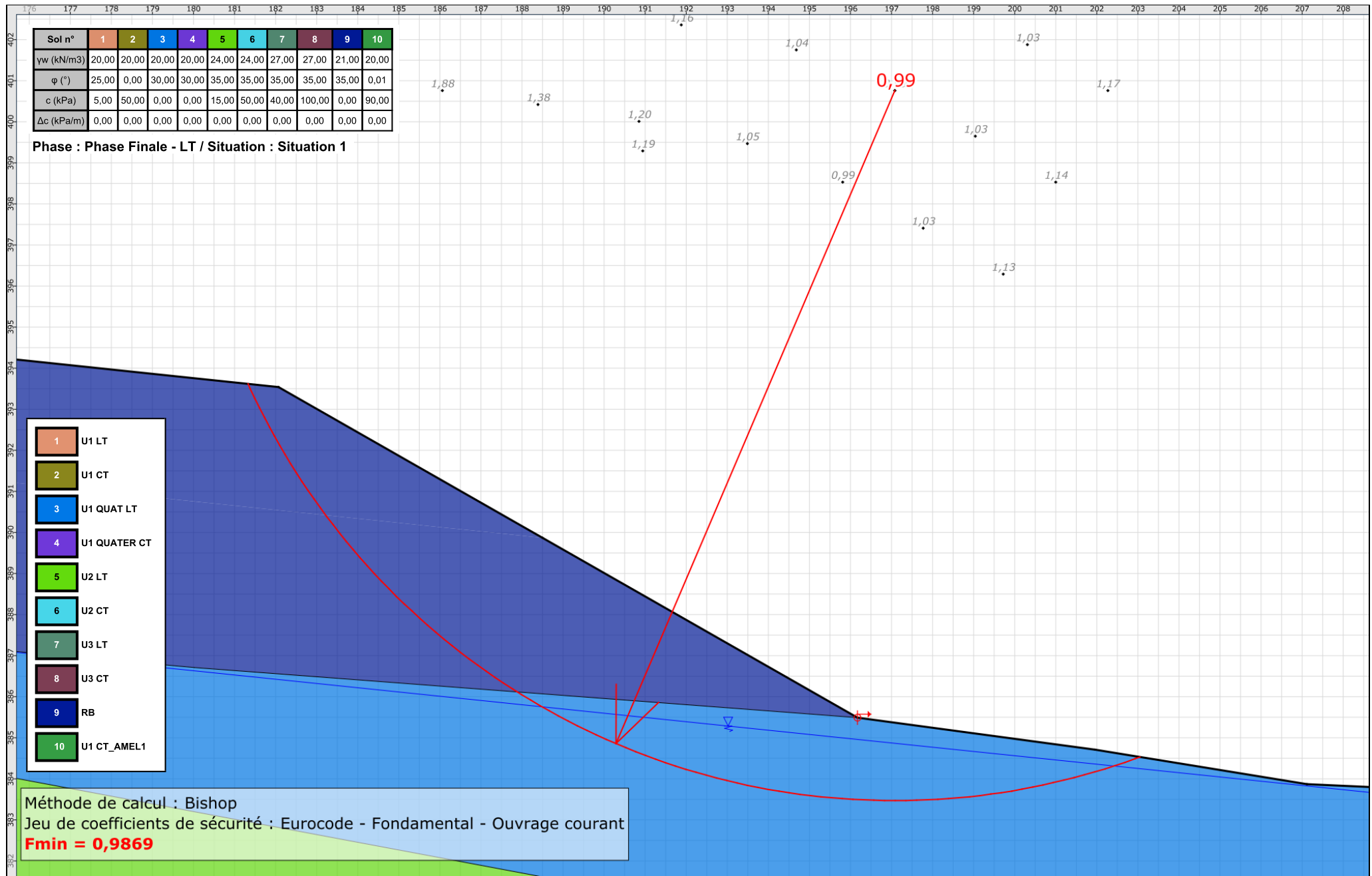
Talren v5
v5.2.10

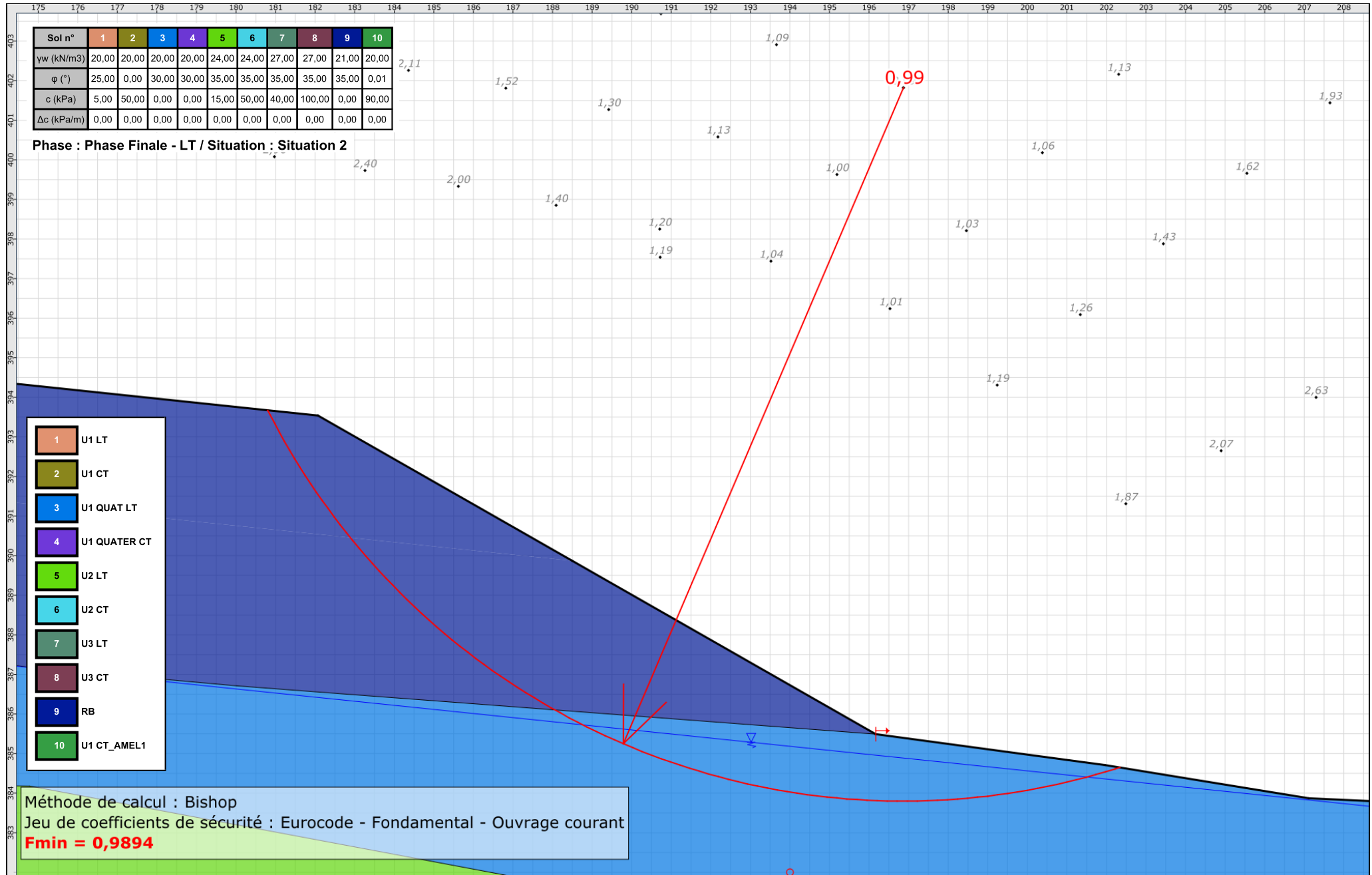
Imprimé le : 14 oct. 2025 12:34:55
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Projet : Coupe 4

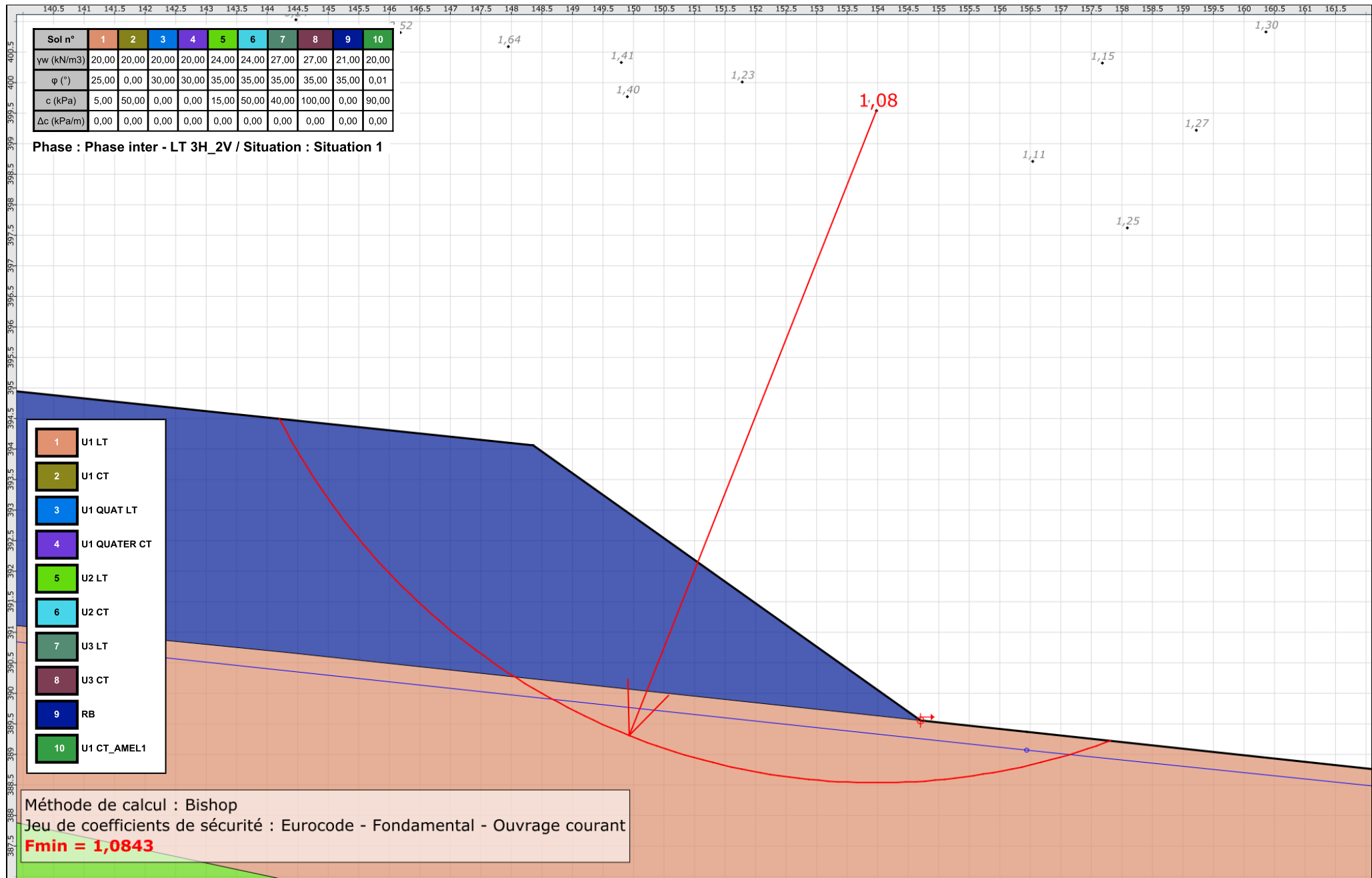
Données du projet

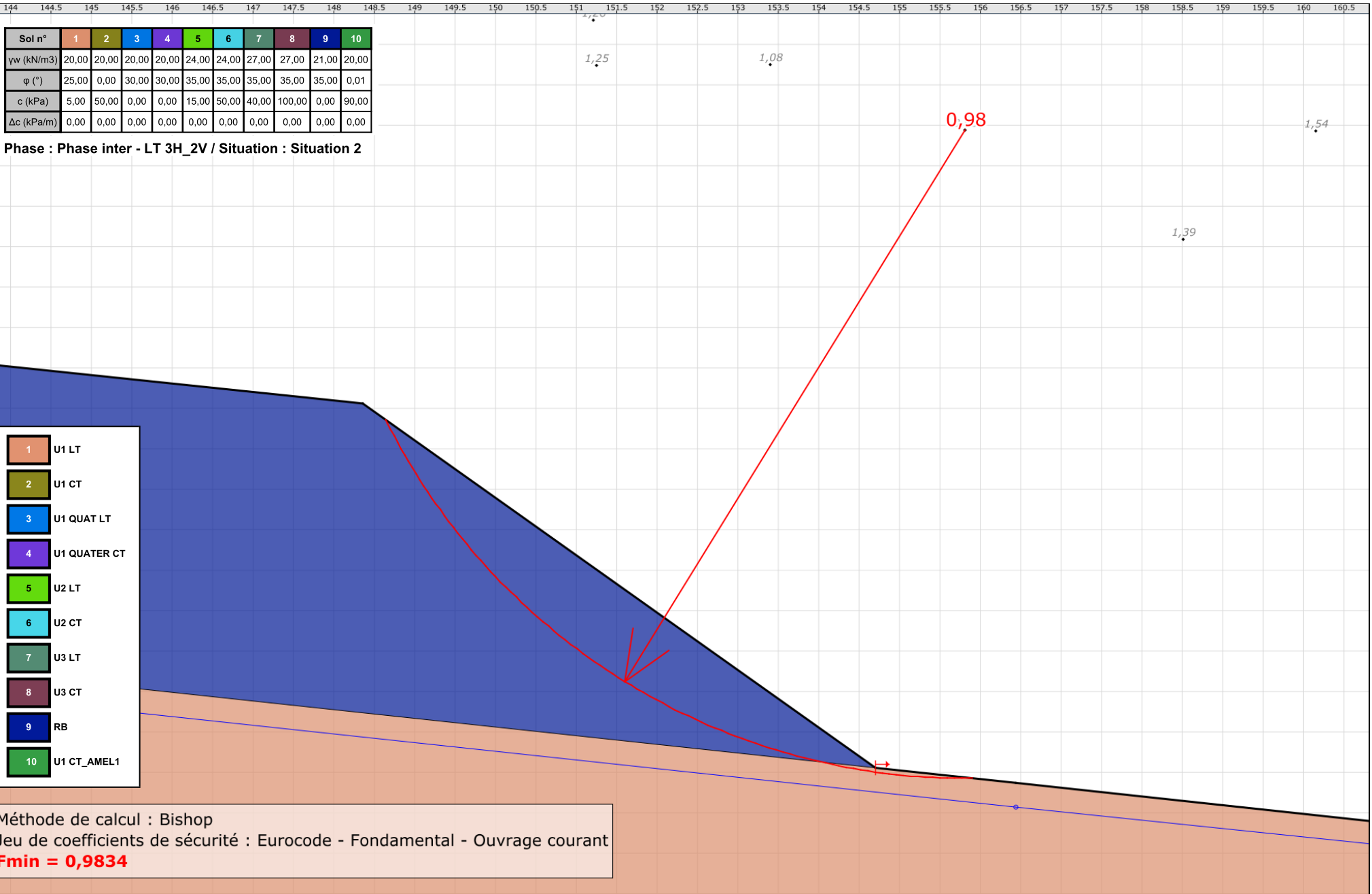
Surcharges réparties

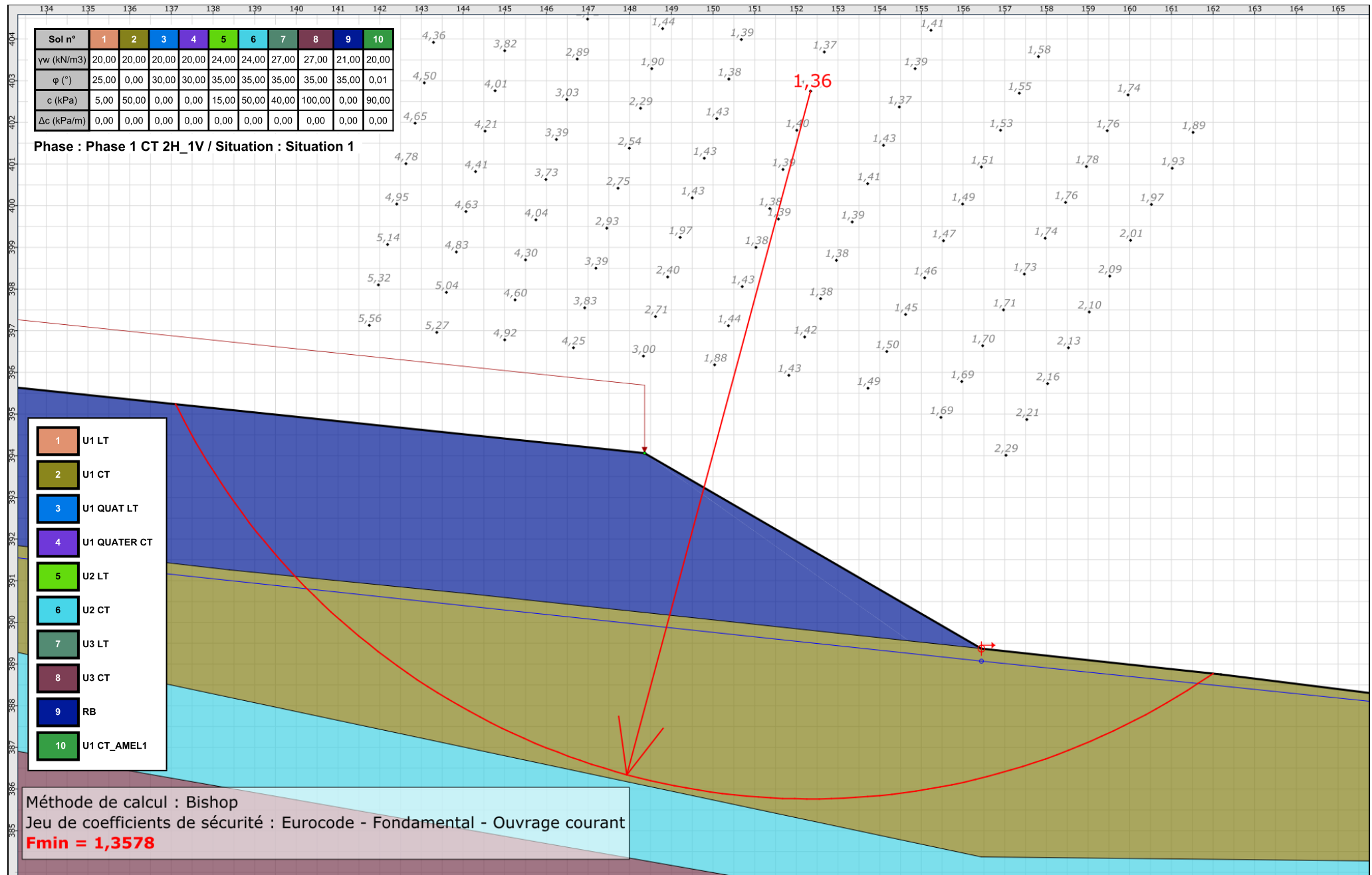
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Surcharge de chantier phase 3	43,810	408,070	10,0	182,070	393,540	10,0	90,00
2	Surcharge chantier phase 2	39,654	405,414	10,0	188,500	389,869	10,0	90,00
3	surcharge chantier phase 1	39,654	405,414	10,0	148,357	394,061	10,0	90,00

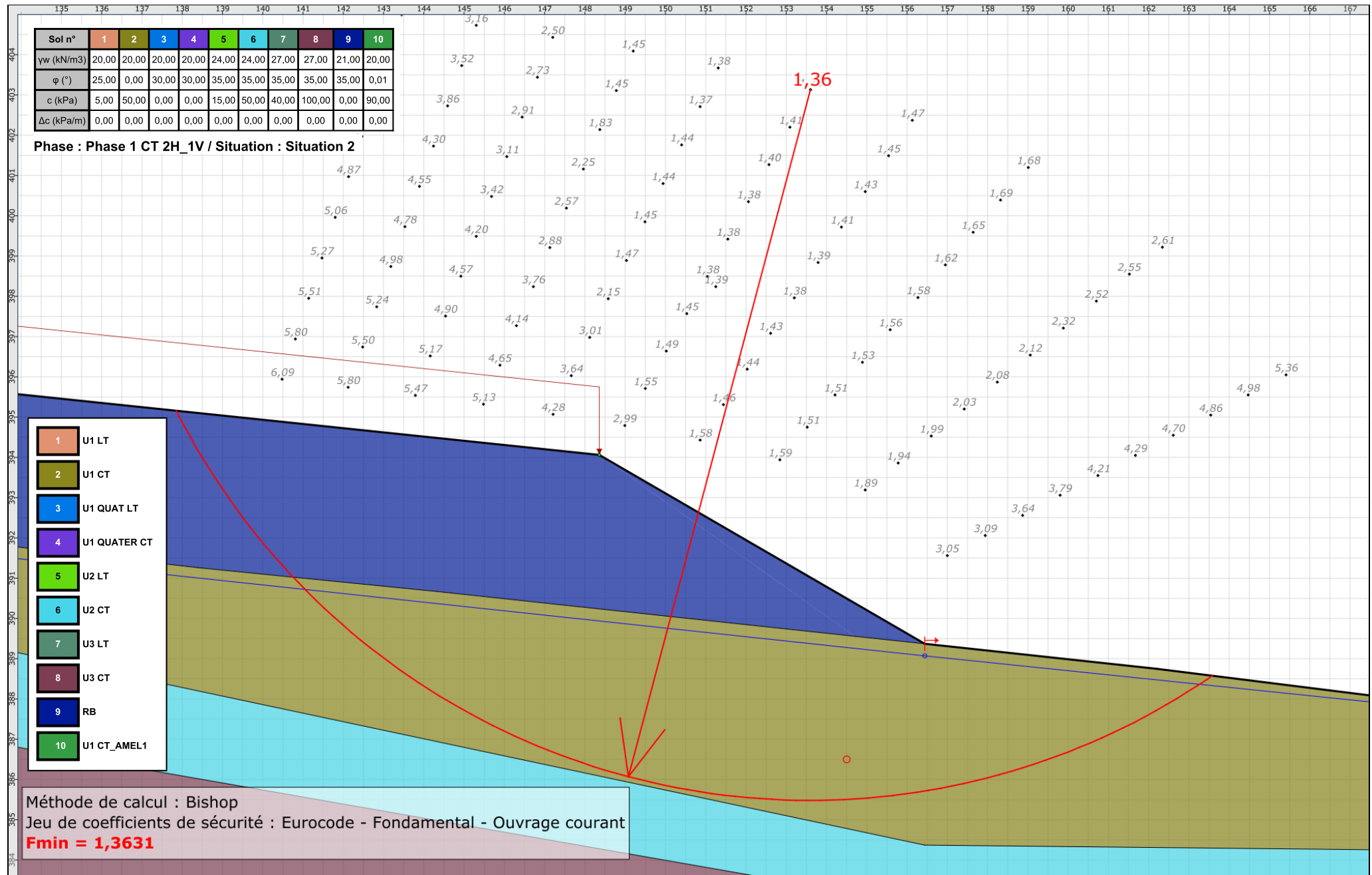


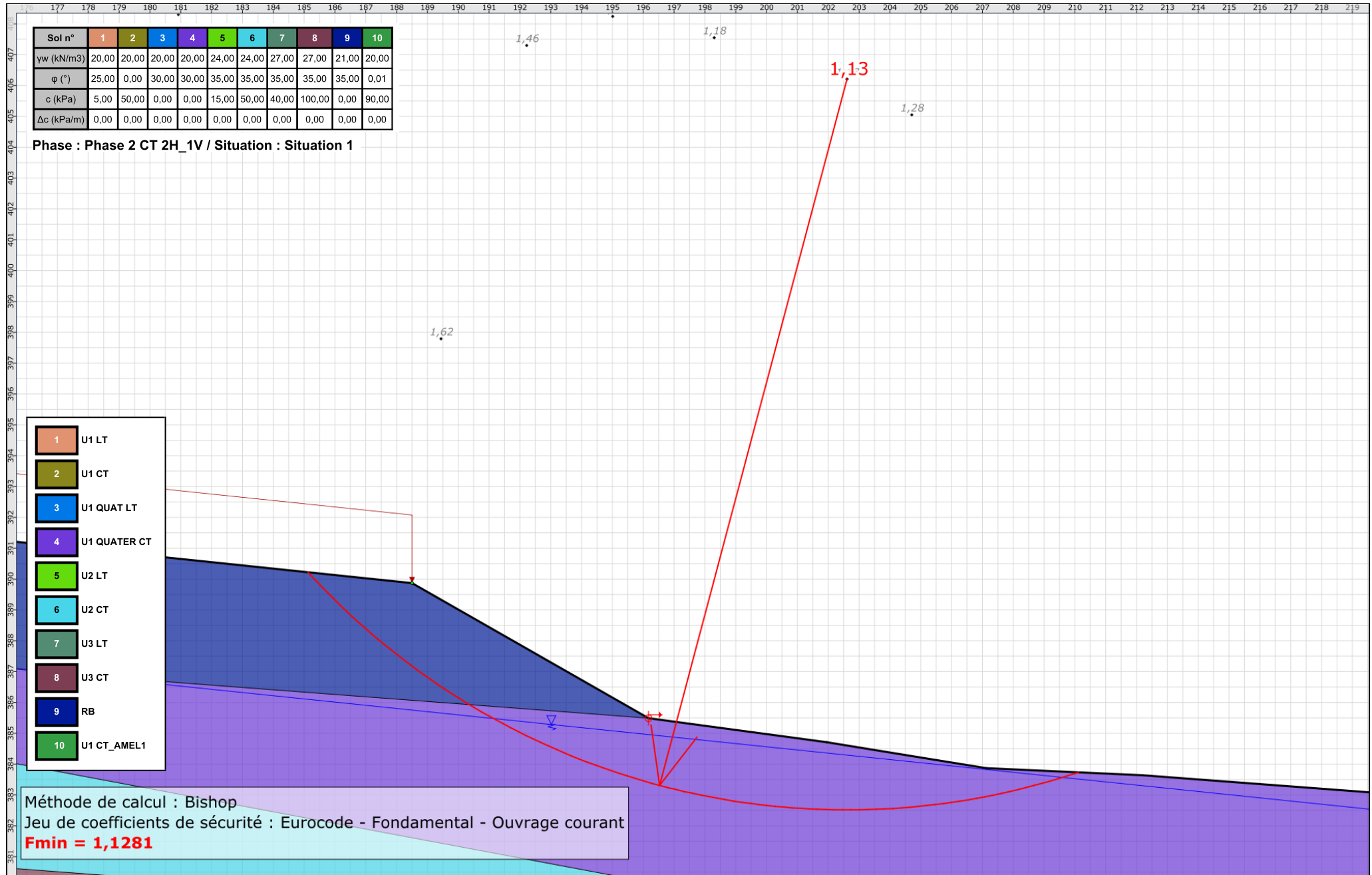


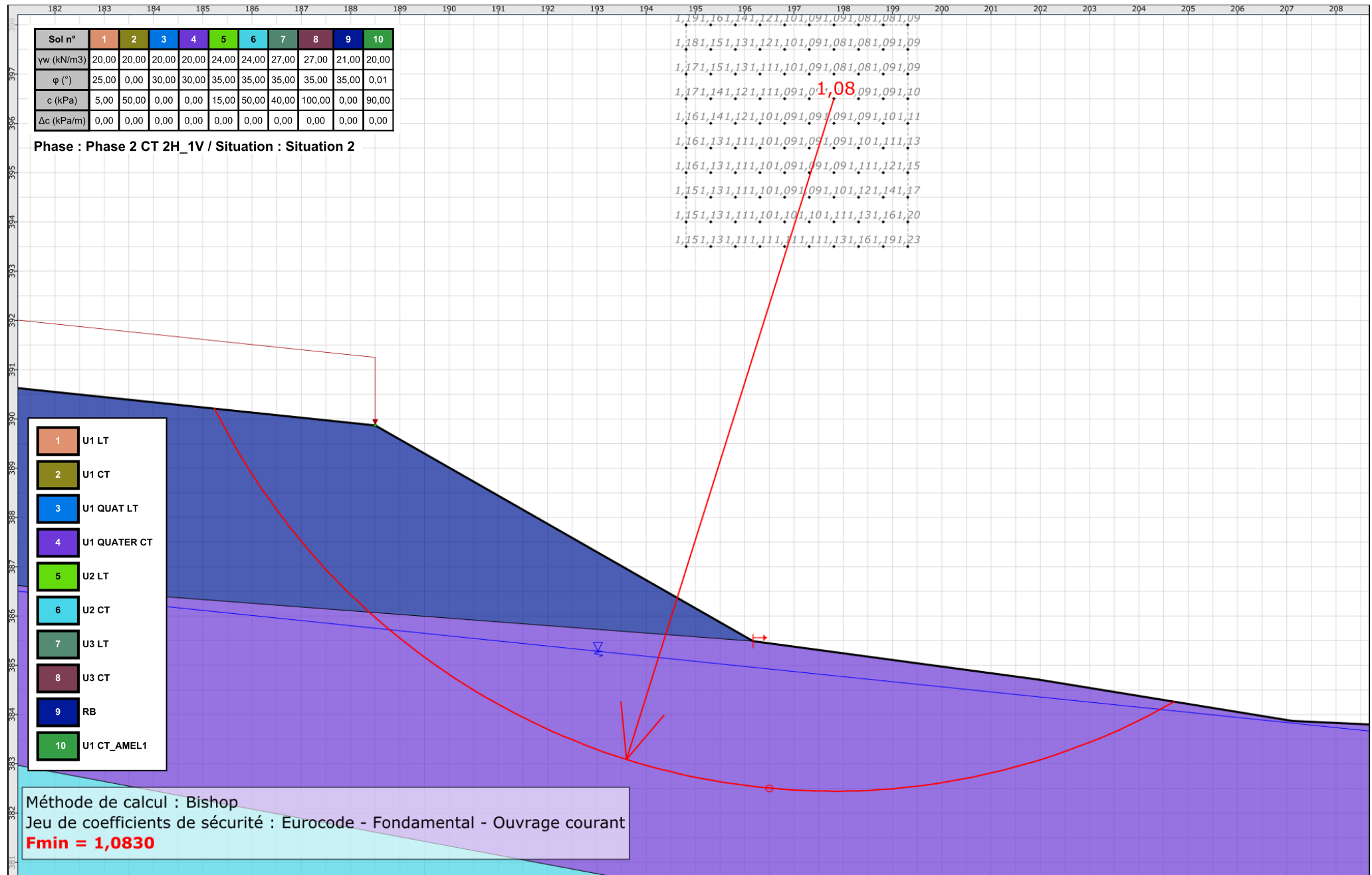


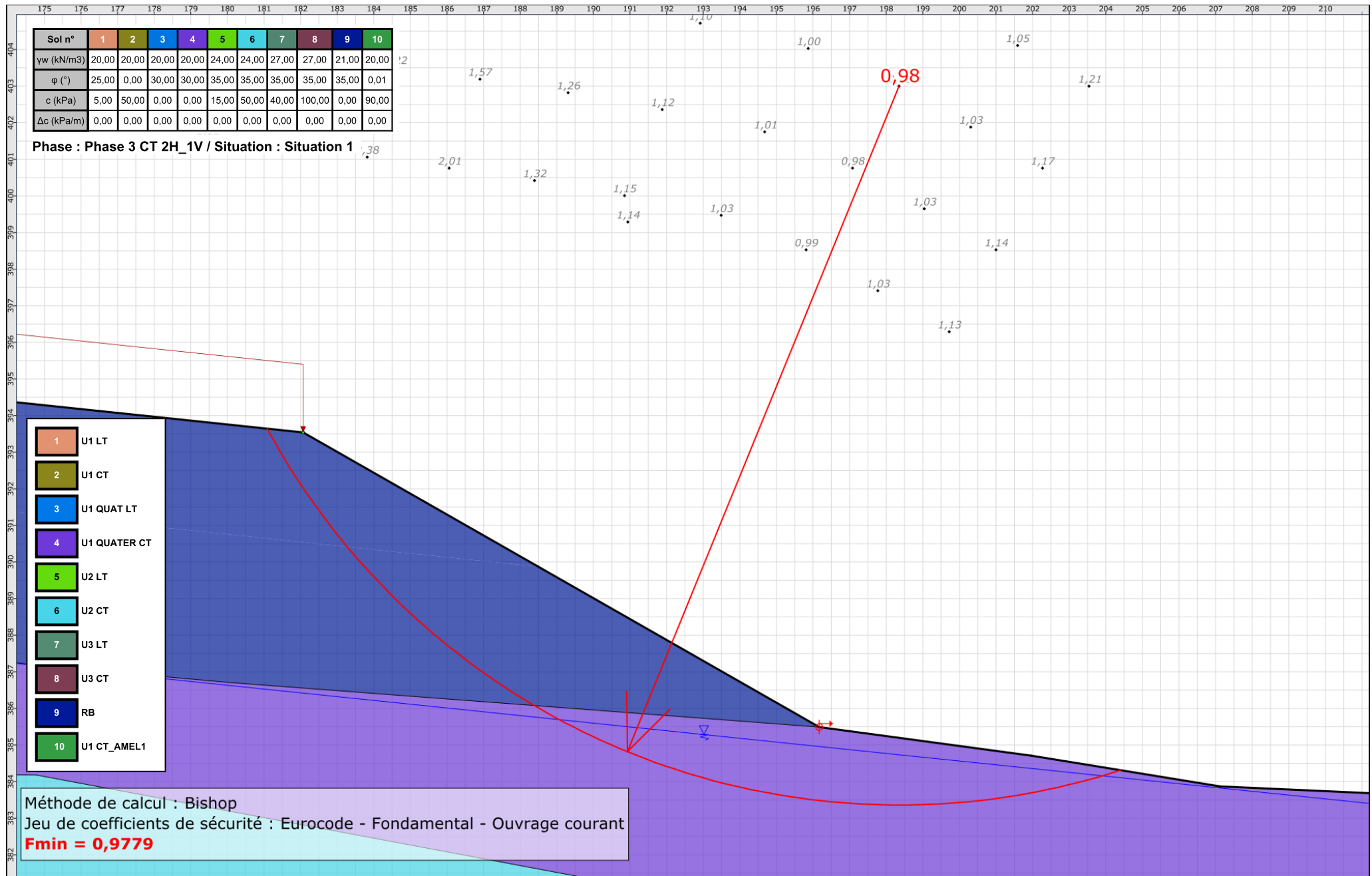


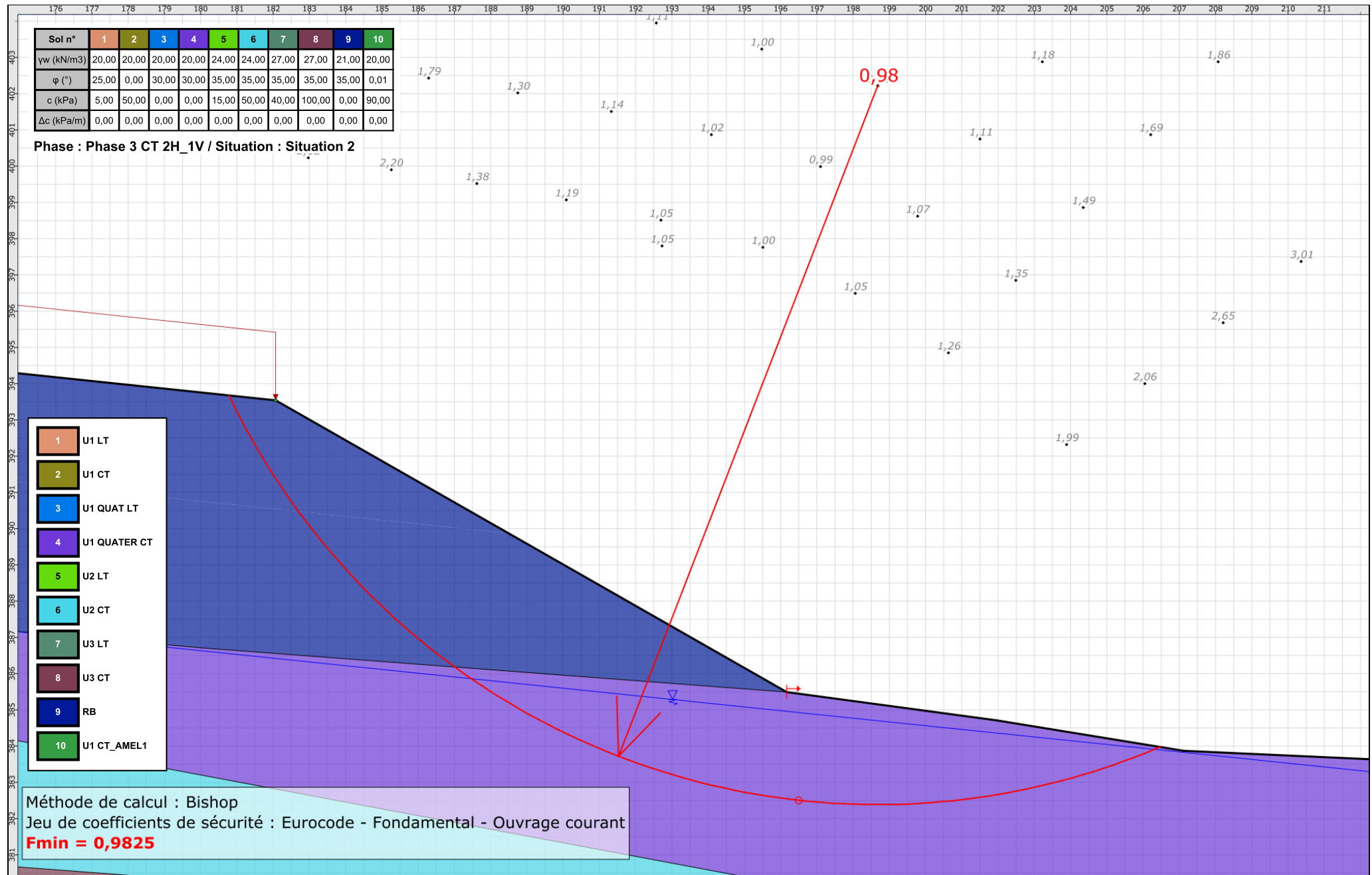


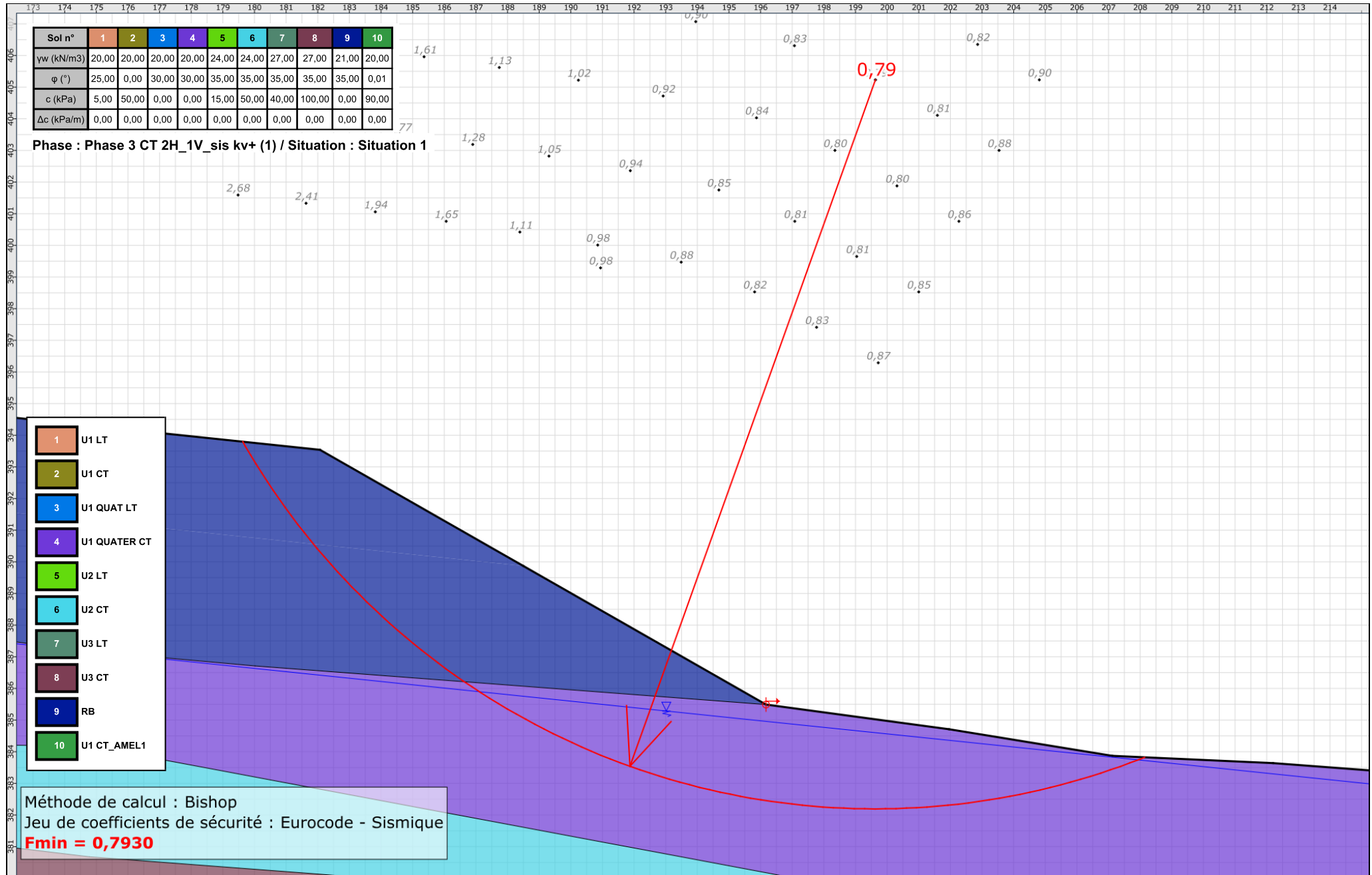


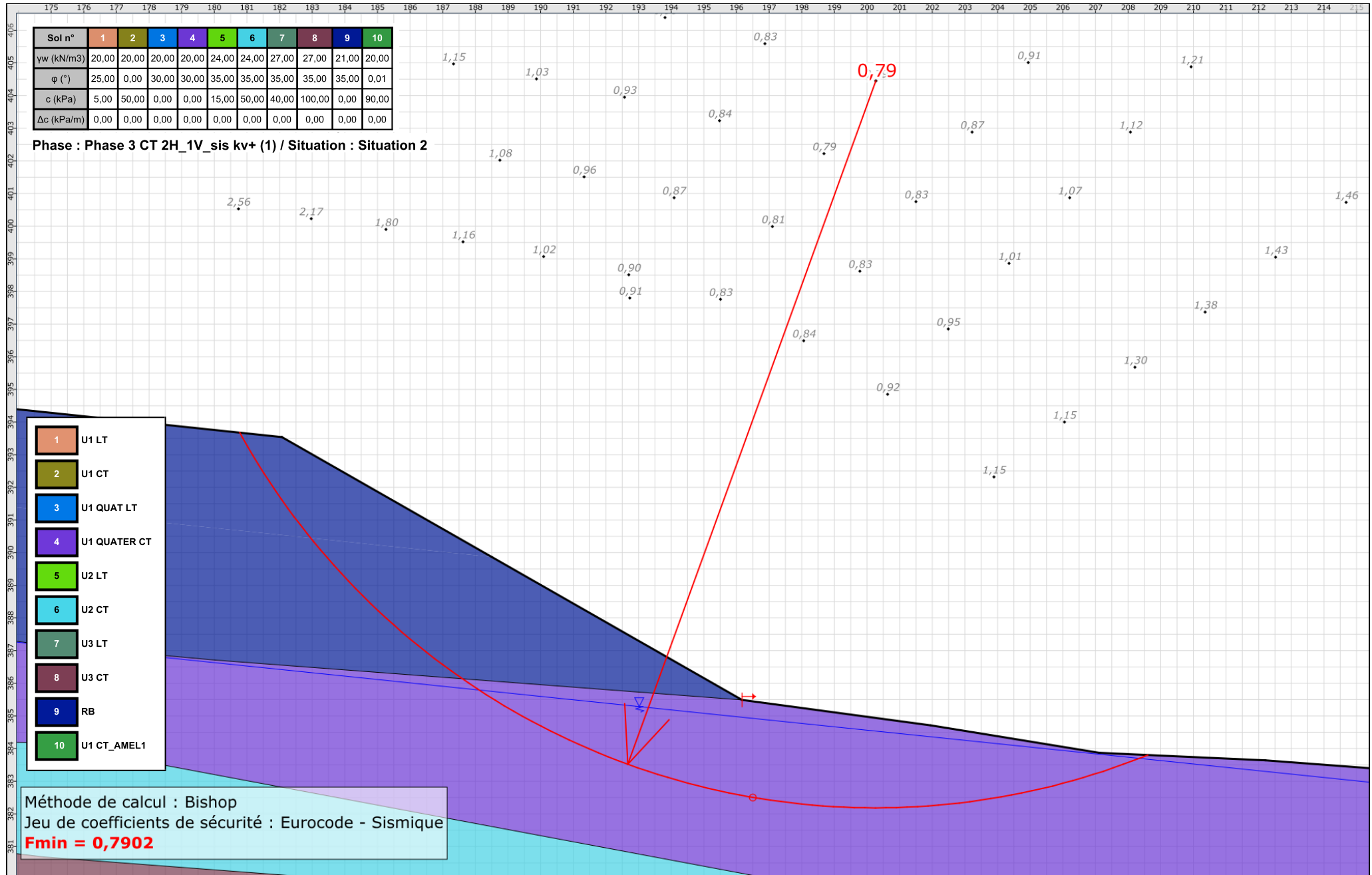


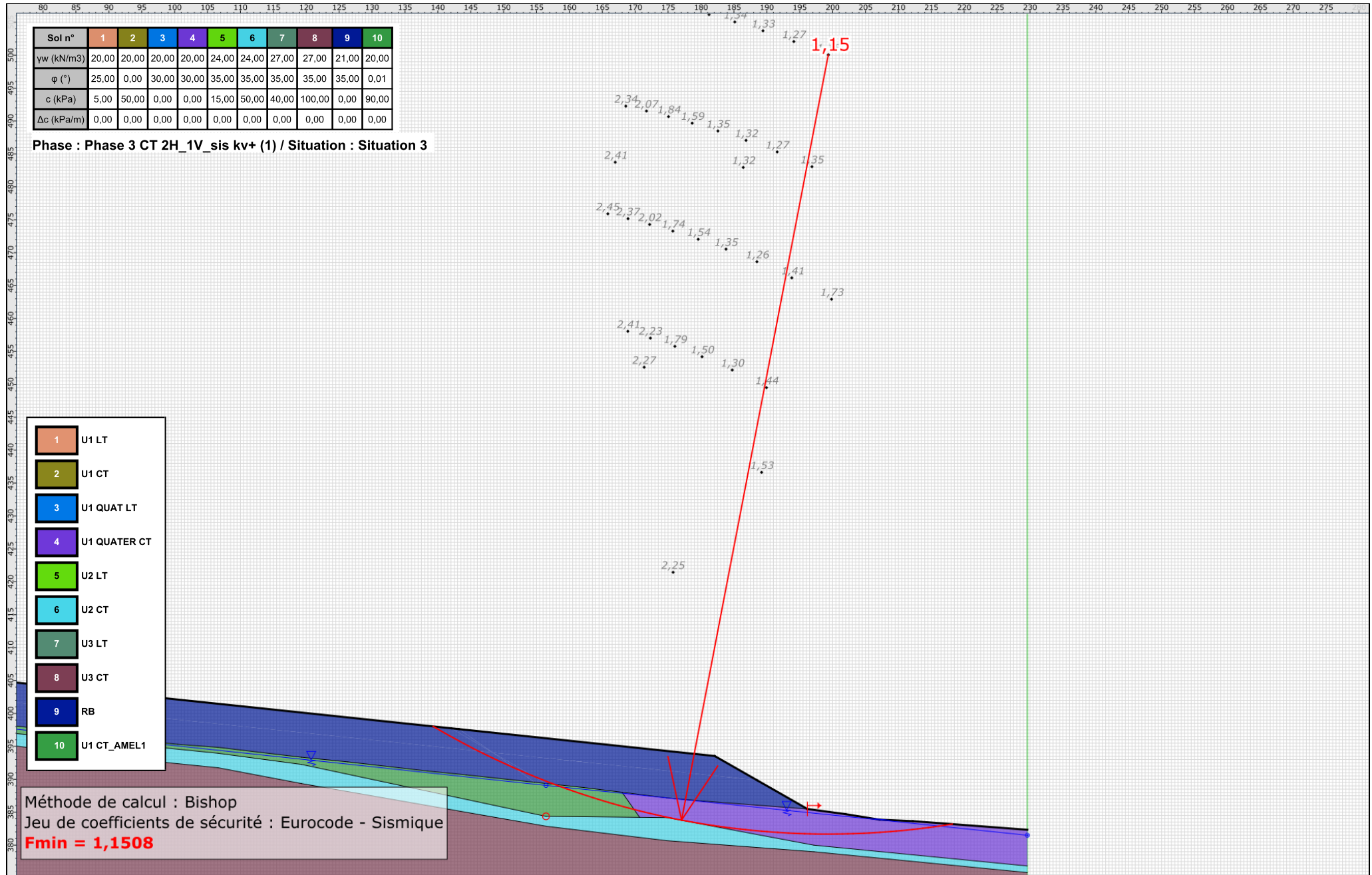


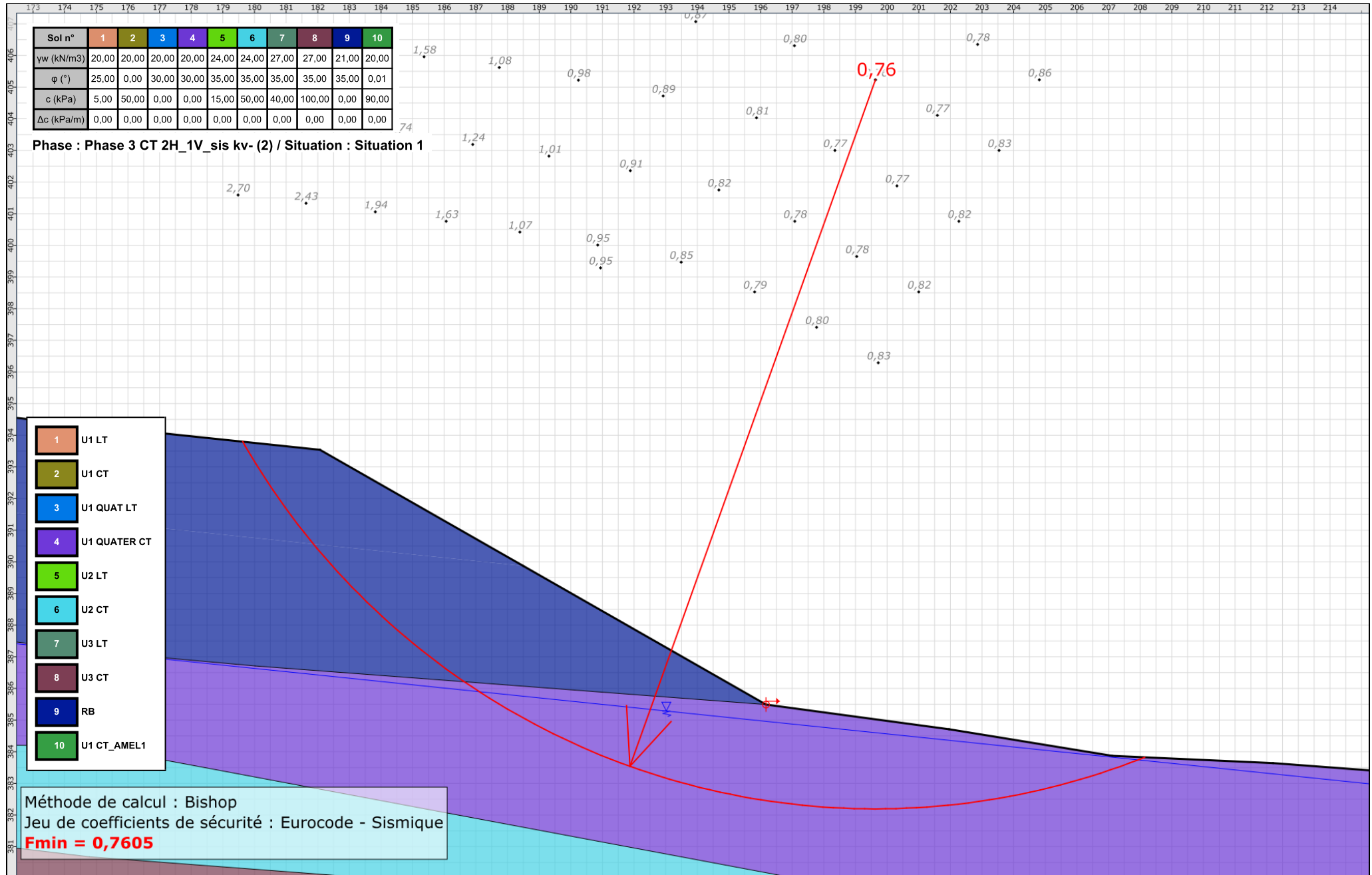


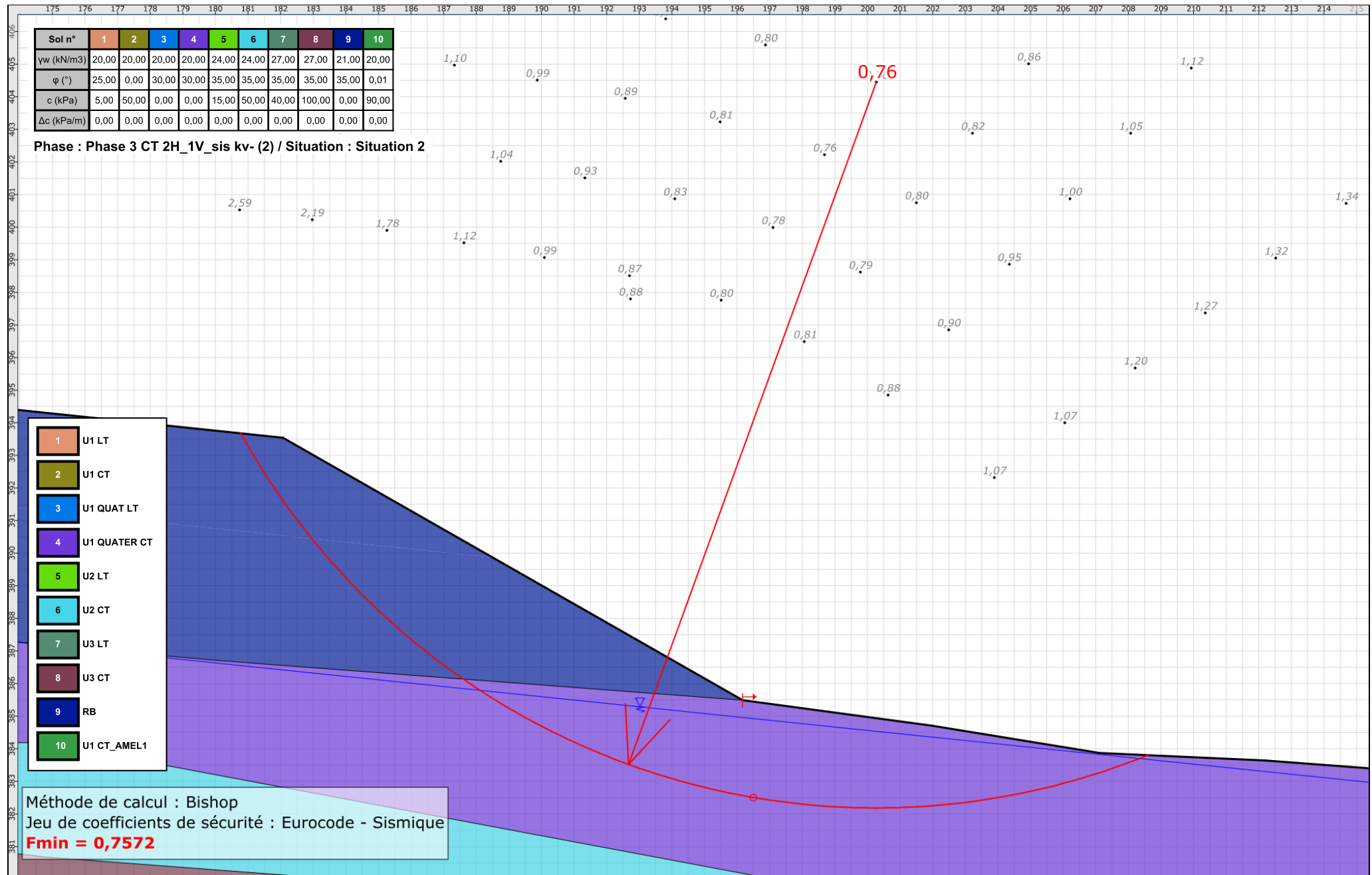




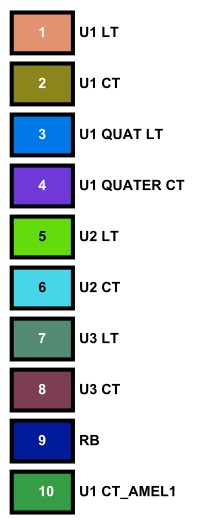








Phase : Phase 3 CT 2H_1V_sis kv- (2) / Situation : Situation 3



Méthode de calcul : Bishop
Niveau de coefficients de sécurité : Eurocode - Sismique
Fmin = 1,1256

Données du projet

Numéro d'affaire : 3513917

Titre du calcul : Coupe 4

Lieu : N/A

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	U1 LT		20,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	U1 CT		20,0	0,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	U1 QUAT LT		20,0	25,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	U1 QUAT CT		20,0	0,00	60,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	U2 LT		24,0	35,00	15,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
6	U2 CT		24,0	35,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
7	U3 LT		27,0	35,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
8	U3 CT		27,0	35,00	100,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
9	RB		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
10	U1 CT_AMEL1		20,0	0,01	95,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
11	U1 QUAT CT AMEL 1		20,0	0,01	105,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
12	U1 QUATCET AMEL 2		20,0	0,01	83,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	U1 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
2	U1 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
3	U1 QUAT LT		-	-	-	Effective	Linéaire
4	U1 QUAT CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
5	U2 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
6	U2 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
7	U3 LT		-	-	-	Effective	Linéaire
8	U3 CT		-	-	-	Non drainée	Linéaire
9	RB		-	-	-	Effective	Linéaire
10	U1 CT_AMEL1		-	-	-	Non drainée	Linéaire
11	U1 QUAT CT AMEL 1		-	-	-	Non drainée	Linéaire
12	U1 QUATCET AMEL 2		-	-	-	Non drainée	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	398,980	2	14,870	399,840	3	20,840	401,250	4	25,650	401,100	5	34,330	401,190	6	41,870	401,100
7	45,670	401,040	8	60,160	399,950	9	85,070	397,020	10	88,820	396,500	11	100,480	395,310	12	106,620	394,850
13	119,310	393,350	14	126,280	392,650	15	138,390	391,260	16	144,310	390,670	17	156,440	389,370	18	162,190	388,750
19	174,780	387,180	20	180,020	386,710	21	196,170	385,490	22	201,960	384,710	23	207,120	383,870	24	212,200	383,640
25	229,600	382,330	26	33,030	401,180	27	43,810	408,070	34	182,070	393,540	35	0,000	397,180	36	0,000	396,380
37	43,810	399,800	38	43,810	399,000	39	85,070	396,120	40	85,070	393,920	41	106,620	393,950	42	106,620	391,750
43	119,310	392,250	44	119,310	389,350	45	156,440	384,370	46	156,440	382,870	47	174,780	384,180	48	174,780	380,680
49	197,170	379,990	50	197,170	378,990	51	229,600	224,100	52	229,600	223,100	53	168,000	388,025	54	170,670	384,223
55	229,600	376,830	56	229,600	375,830	59	188,500	389,869	60	39,654	405,414	61	142,000	397,751	62	148,357	394,061
63	154,702	389,556	64	143,179	397,627	65	182,000	386,560	66	182,000	382,829	67	196,151	380,181			

Segments (1/2)

	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	2	3	3	3	4	4	4	26	5	26	5	6	5	6	7	6	7
8	7	8	9	8	9	10	9	10	11	10	11	12	11	12	13	12	13	14	13	14
15	14	15	16	15	16	18	17	18	20	19	20	22	21	22	23	22	23	24	23	24
25	24	25	35	35	37	36	37	39	37	39	41	38	41	43	39	43	45	41	18	53
42	19	53	43	45	54	44	47	54	45	54	53	47	49	55	48	36	38	49	38	40
50	40	42	51	42	44	52	44	46	53	46	48	54	48	50	55	50	56	57	34	59
58	21	59	60	26	60	61	27	60	64	34	23	65	27	61	67	61	62	68	62	60
69	62	59	70	62	17	71	16	63	72	17	63	73	63	62	74	34	64	75	61	64



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 14 oct. 2025 12:45:17
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Projet : Coupe 4

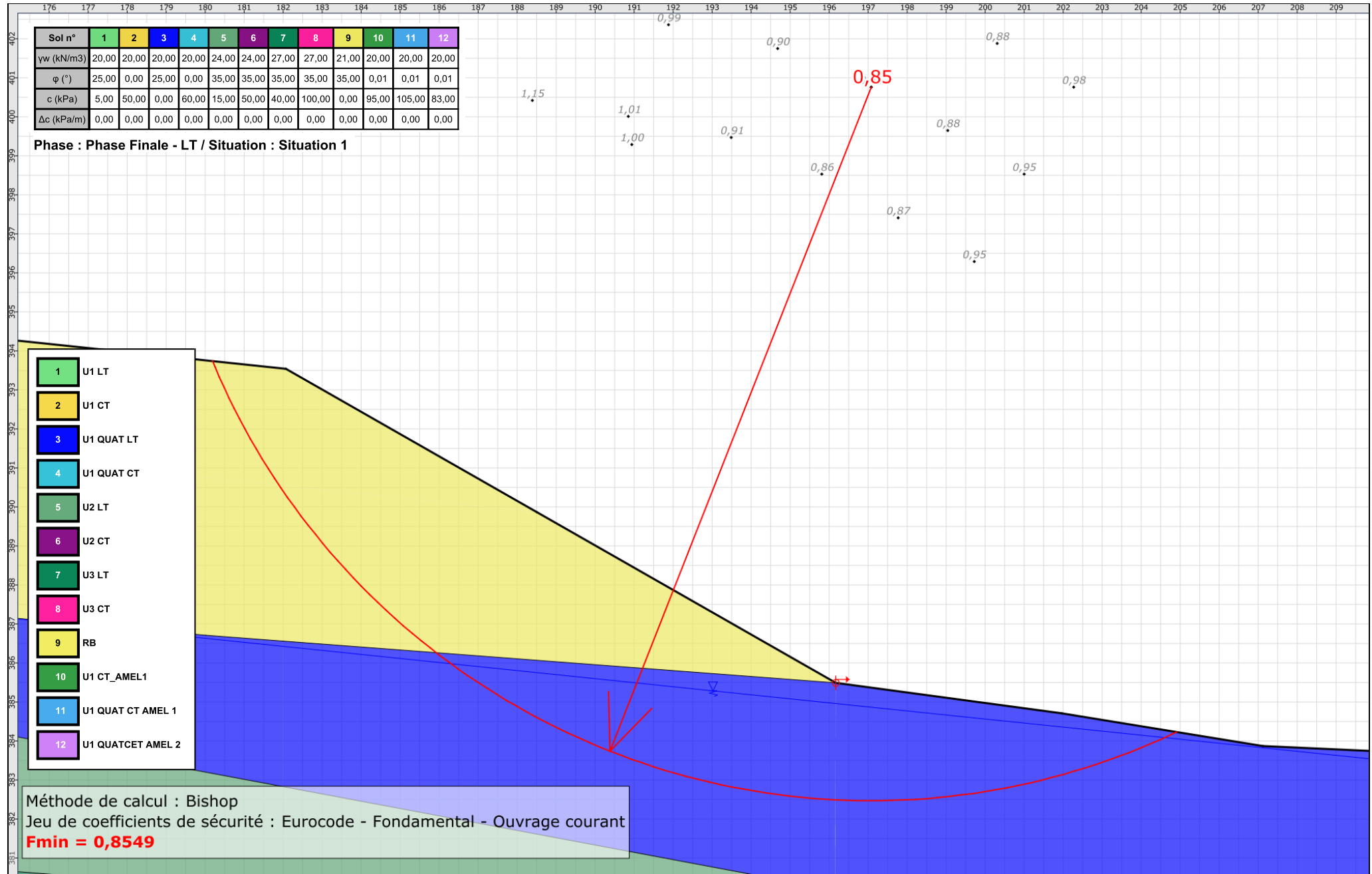
Données du projet

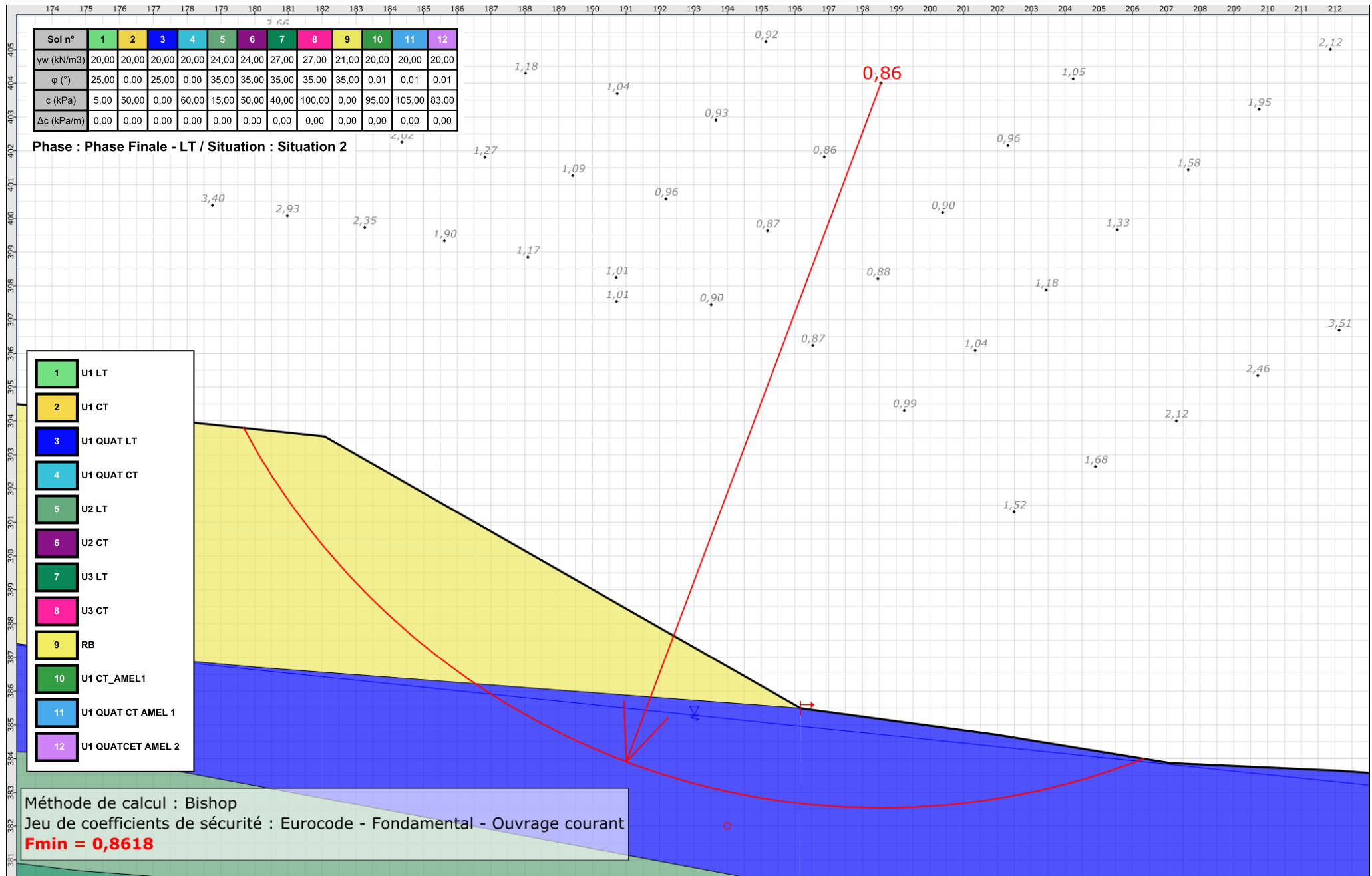
Segments (2/2)

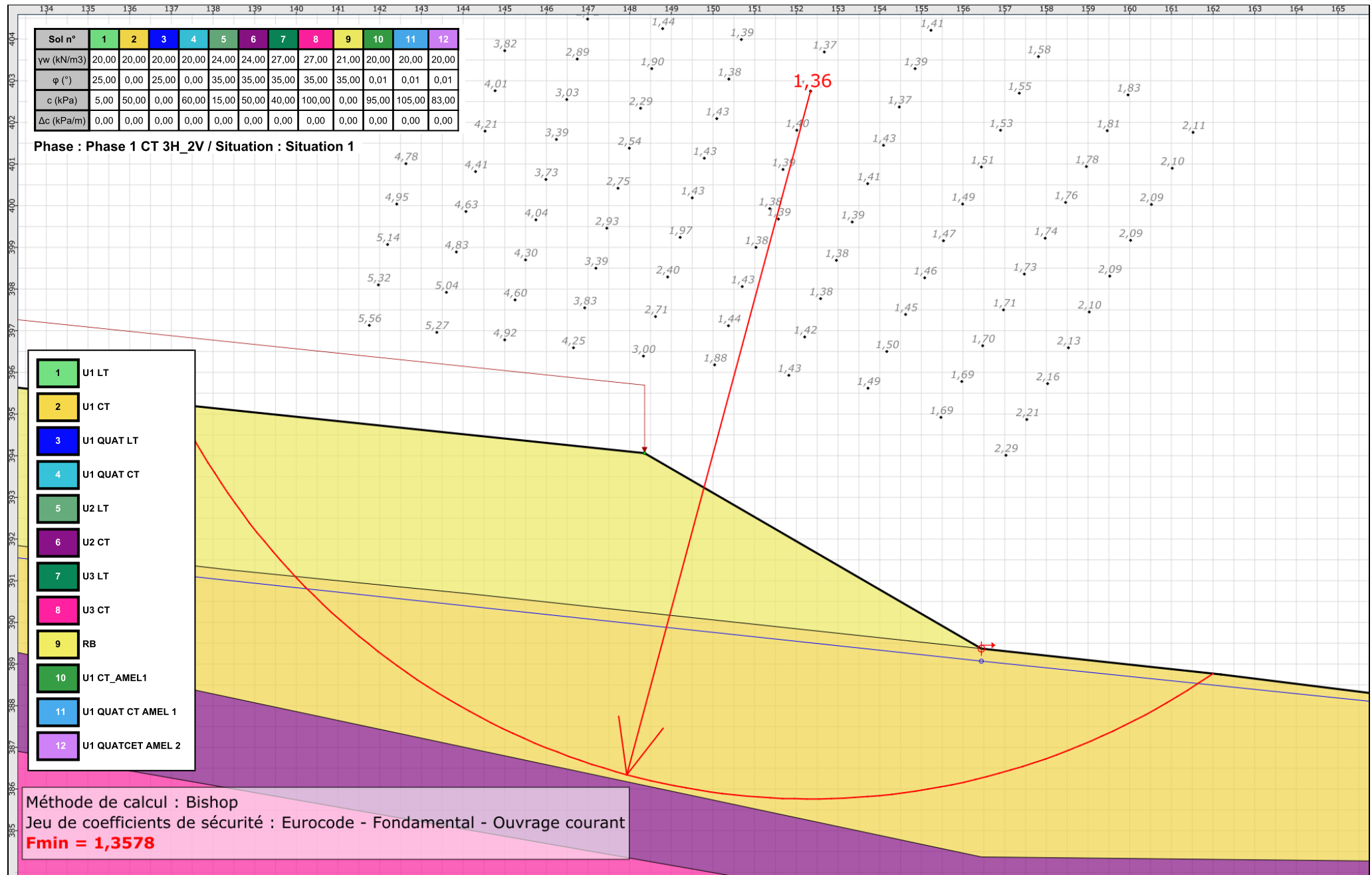
	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
76	64	62	77	20	65	78	21	65	79	47	66	81	66	65	82	49	67	83	66	67
84	67	21																		

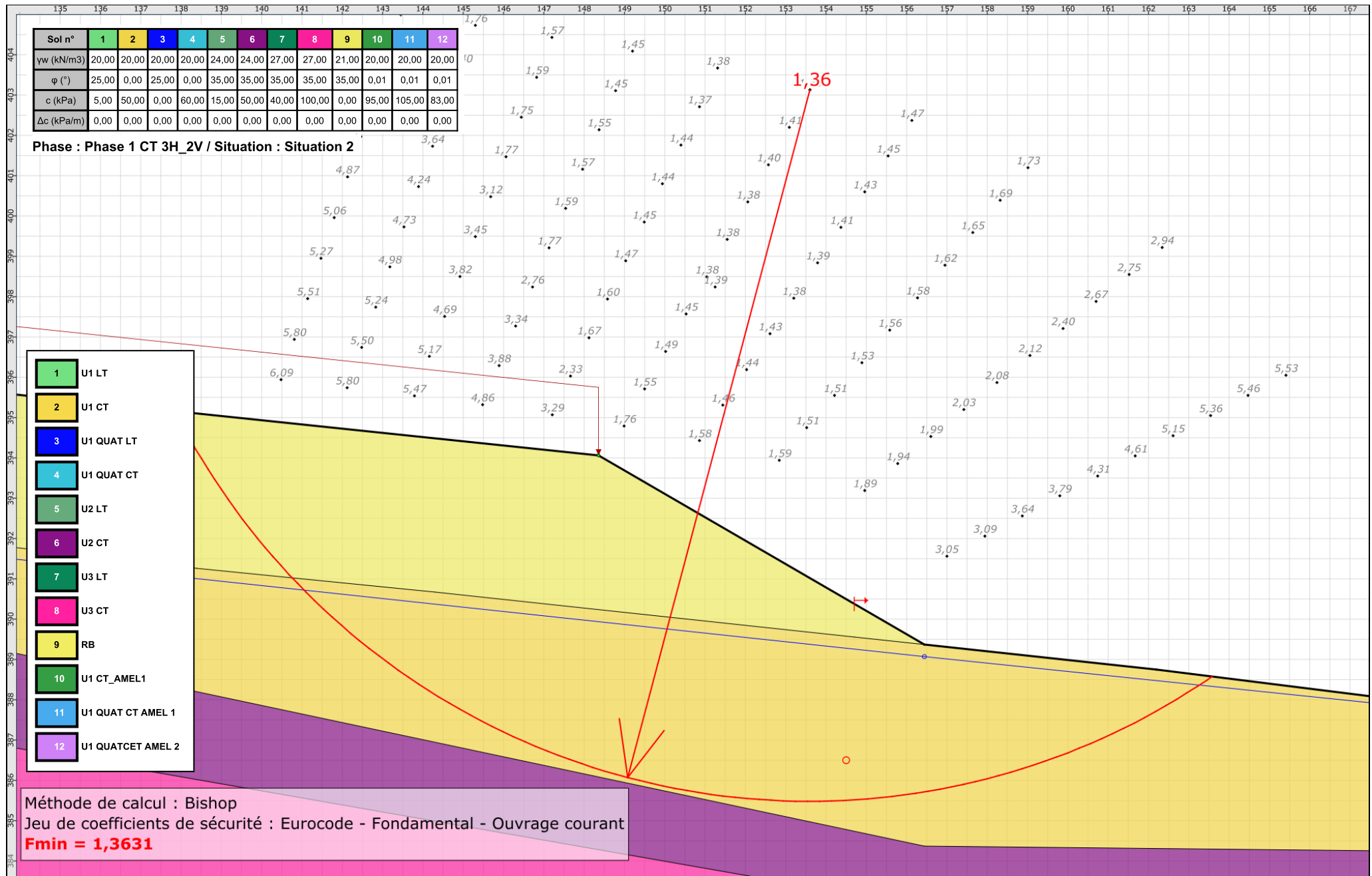
Surcharges réparties

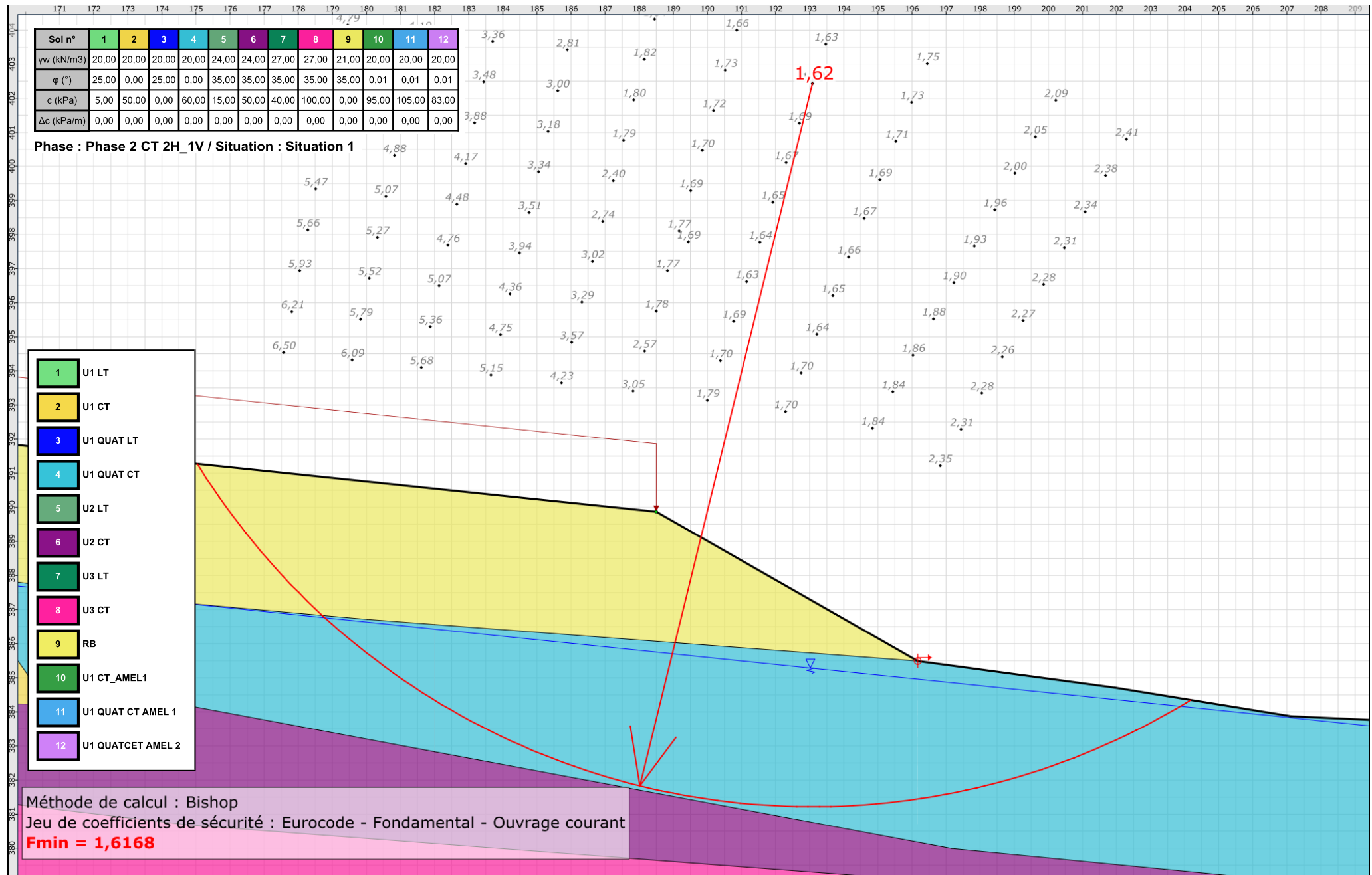
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Surcharge de chantier phase 3	43,810	408,070	10,0	182,070	393,540	10,0	90,00
2	Surcharge chantier phase 2	39,654	405,414	10,0	188,500	389,869	10,0	90,00
3	surcharge chantier phase 1	39,654	405,414	10,0	148,357	394,061	10,0	90,00

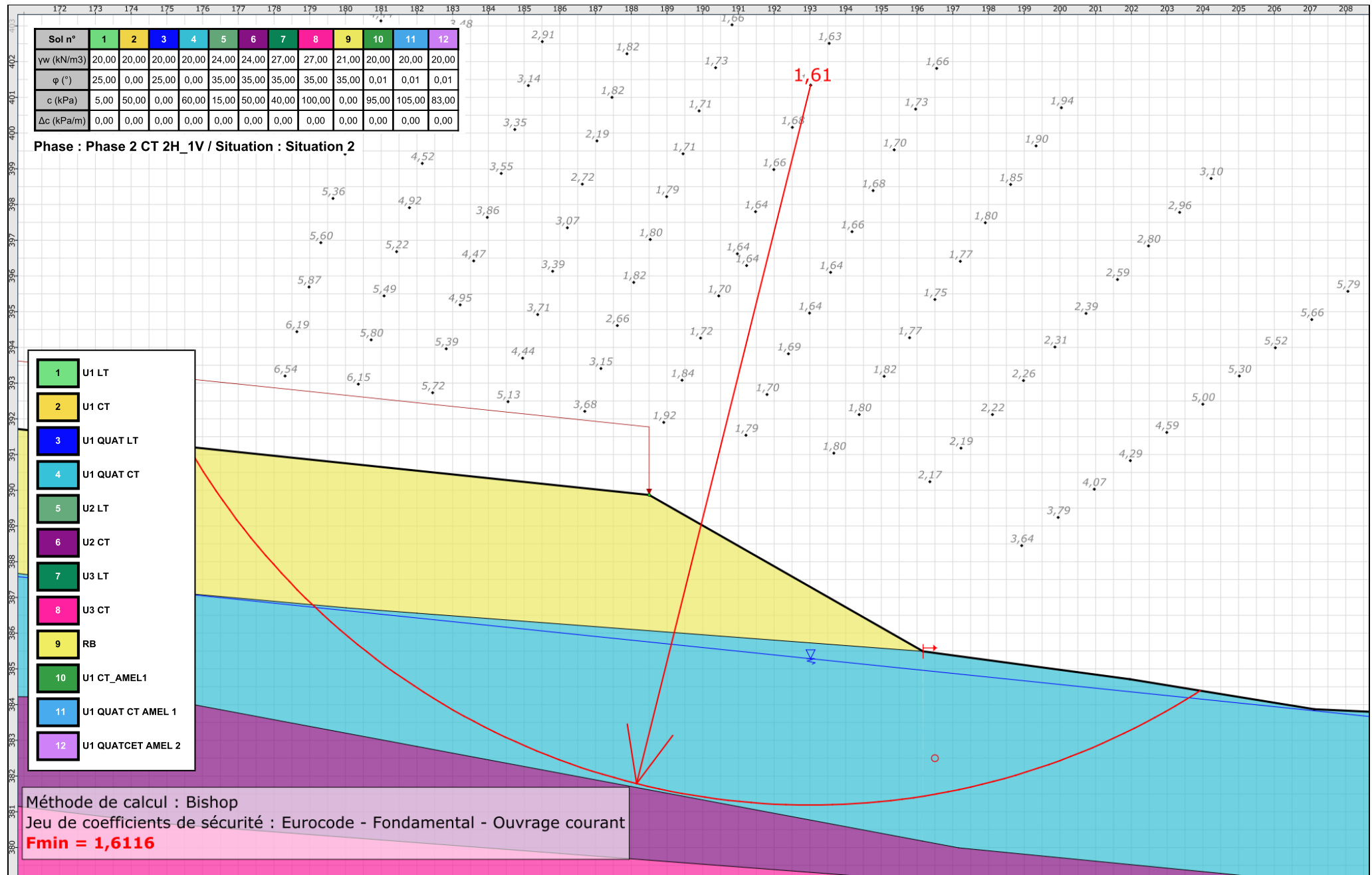


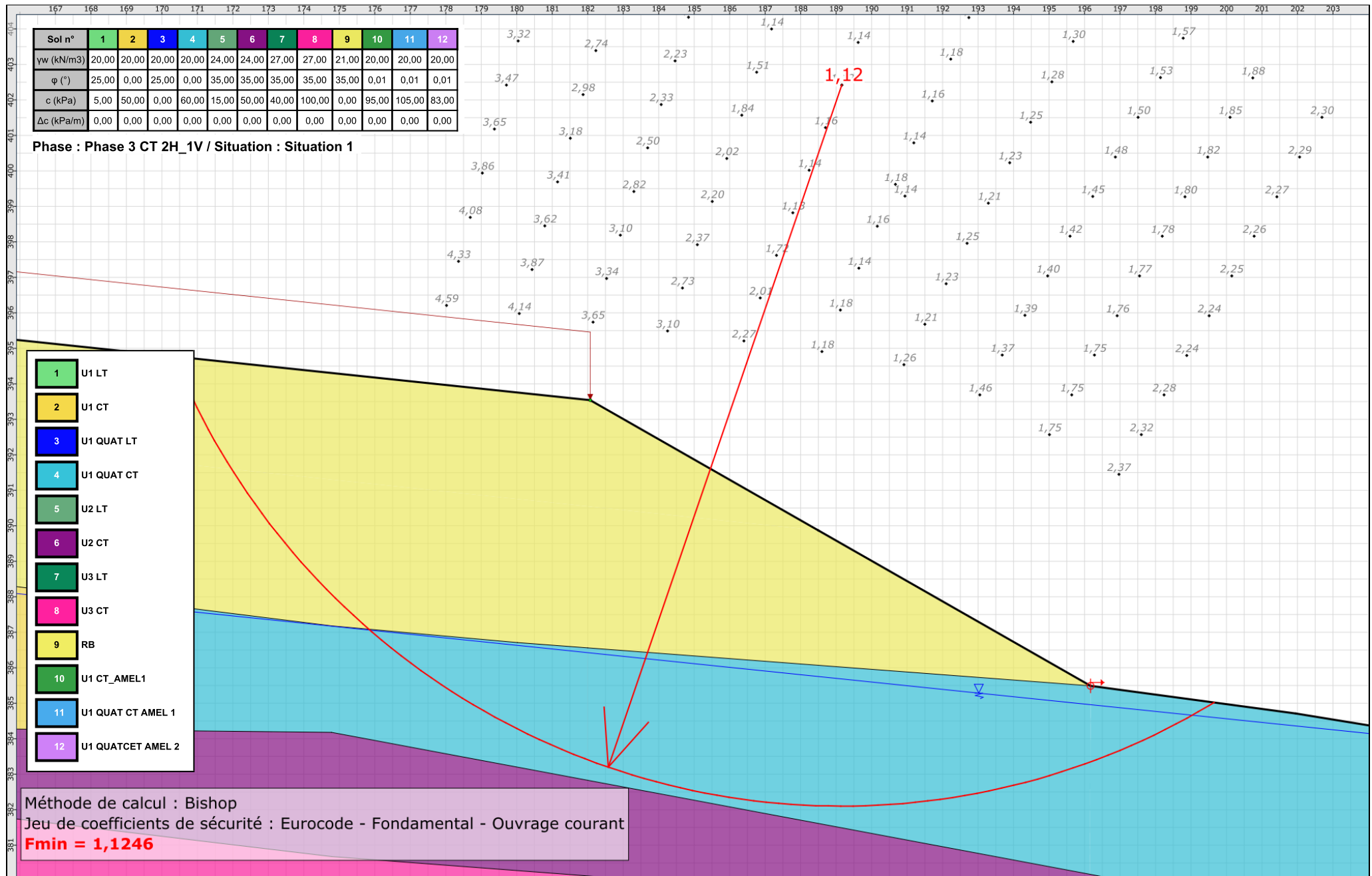


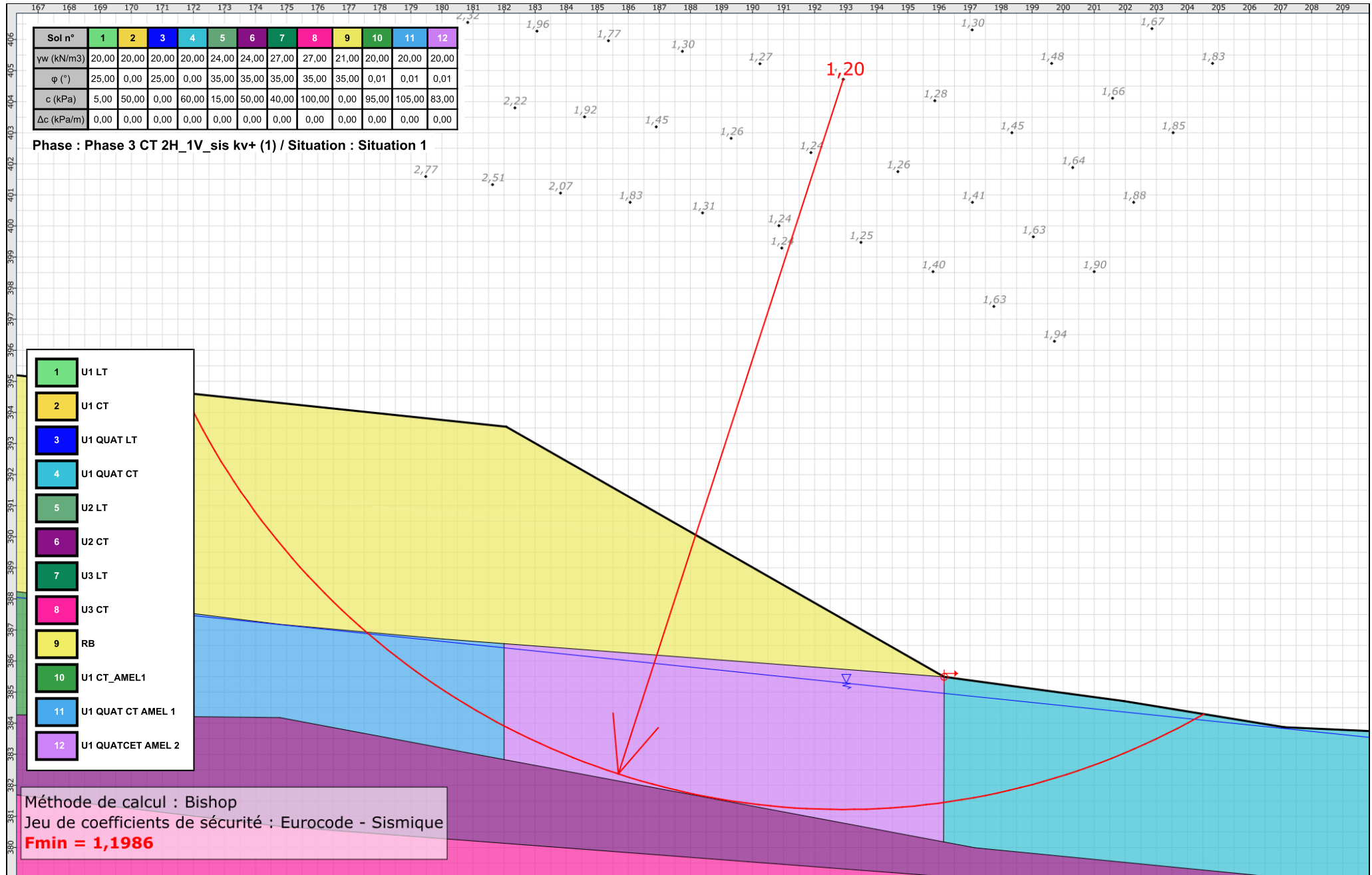


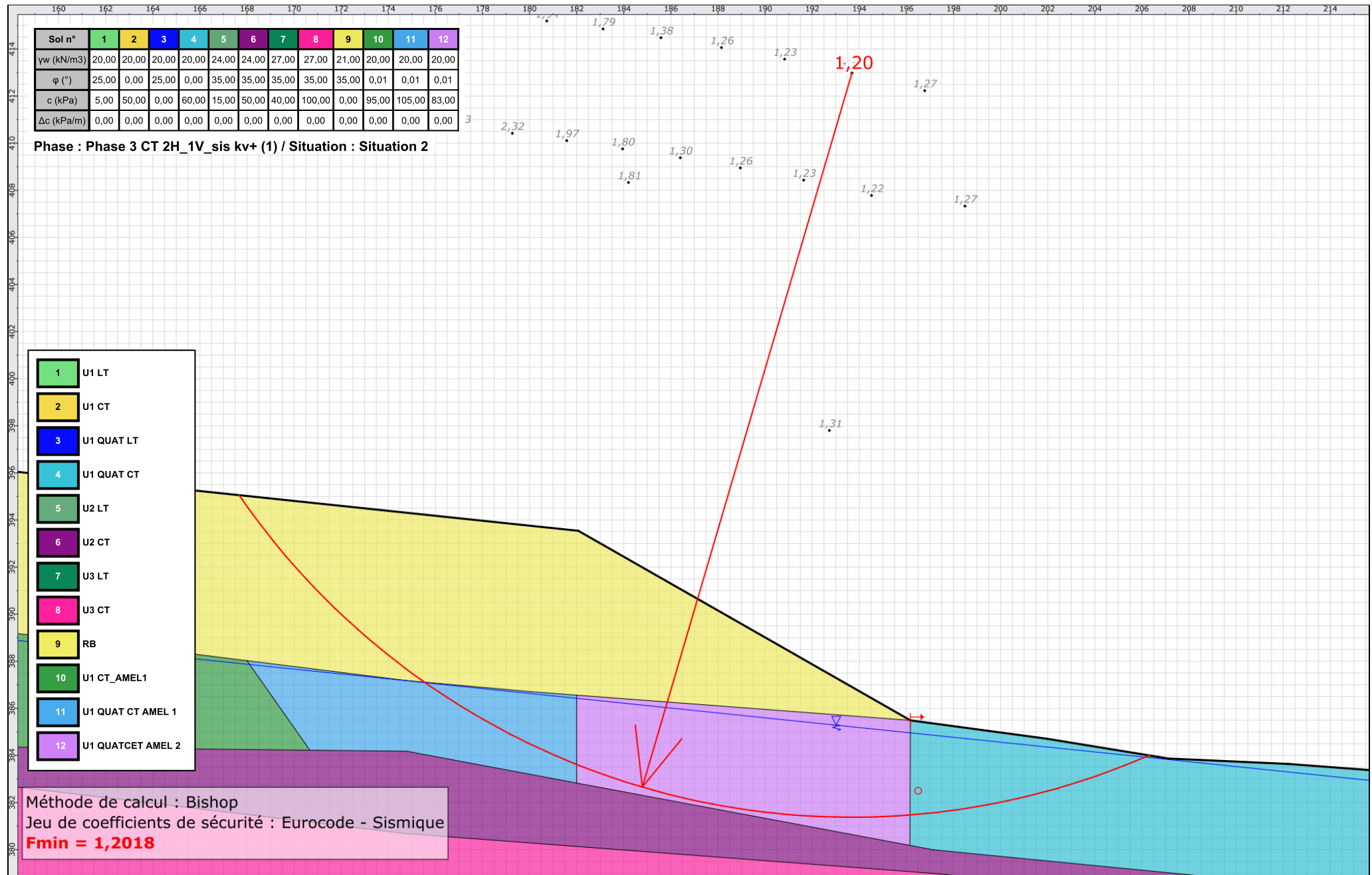


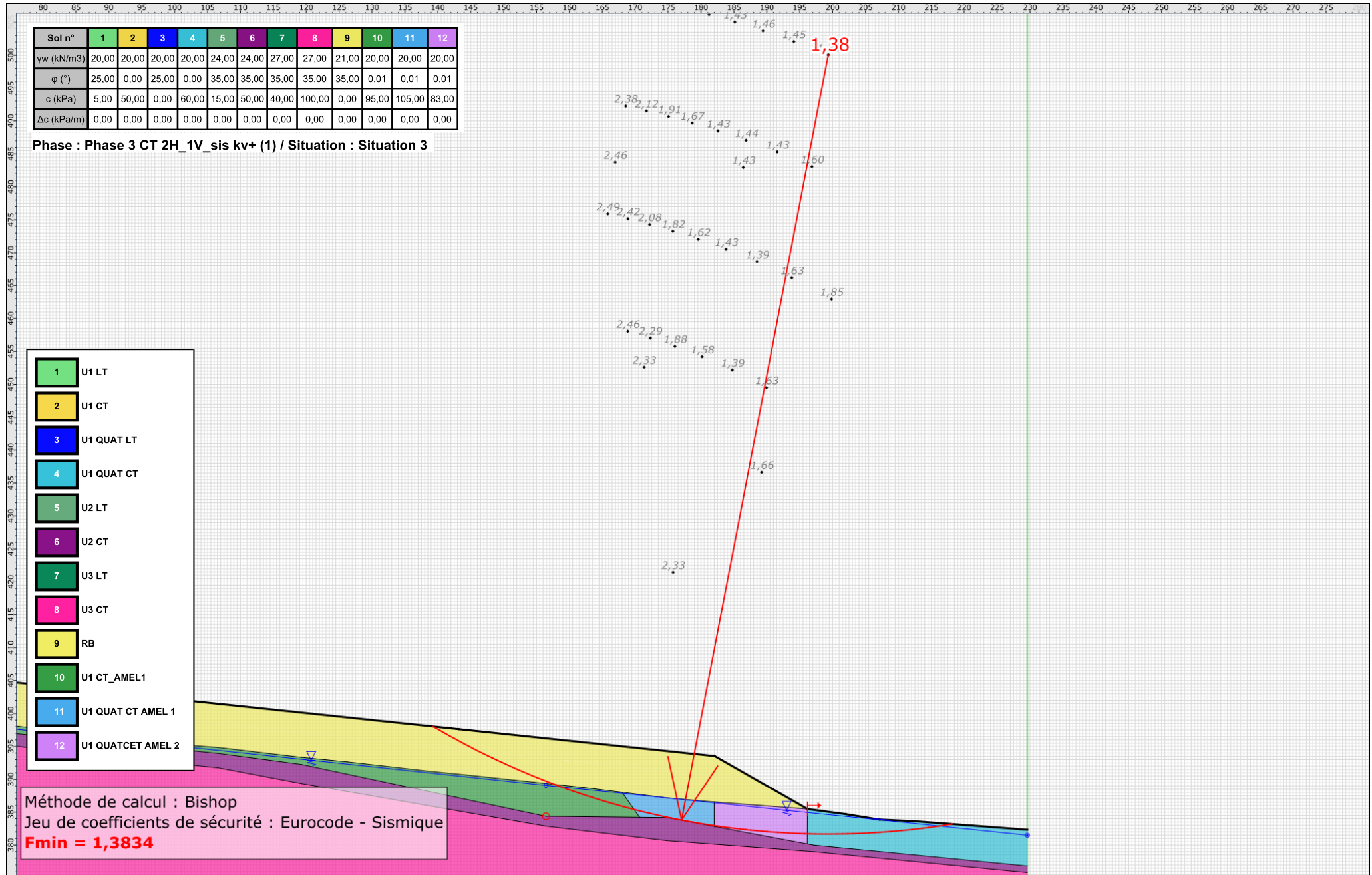


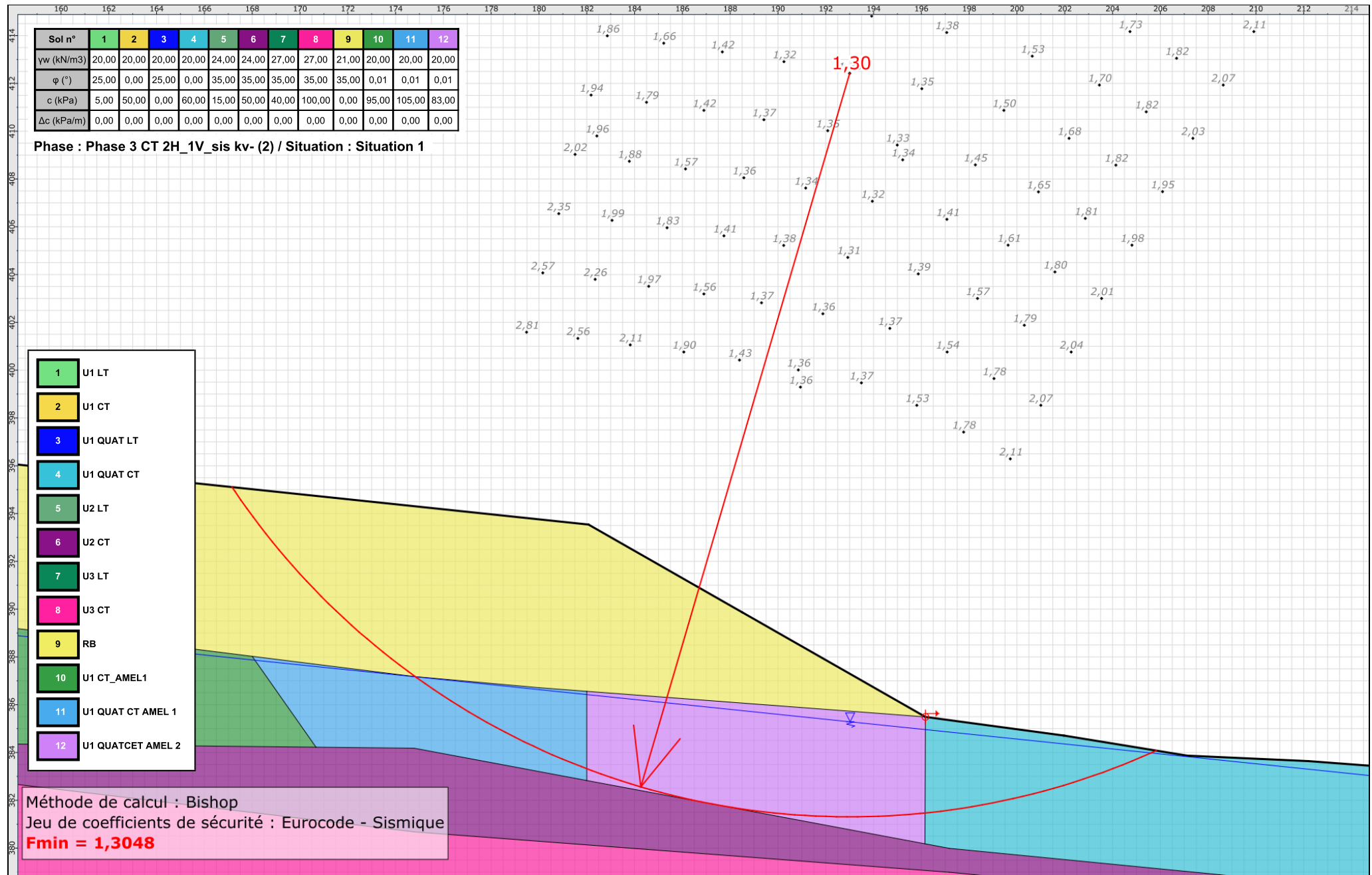


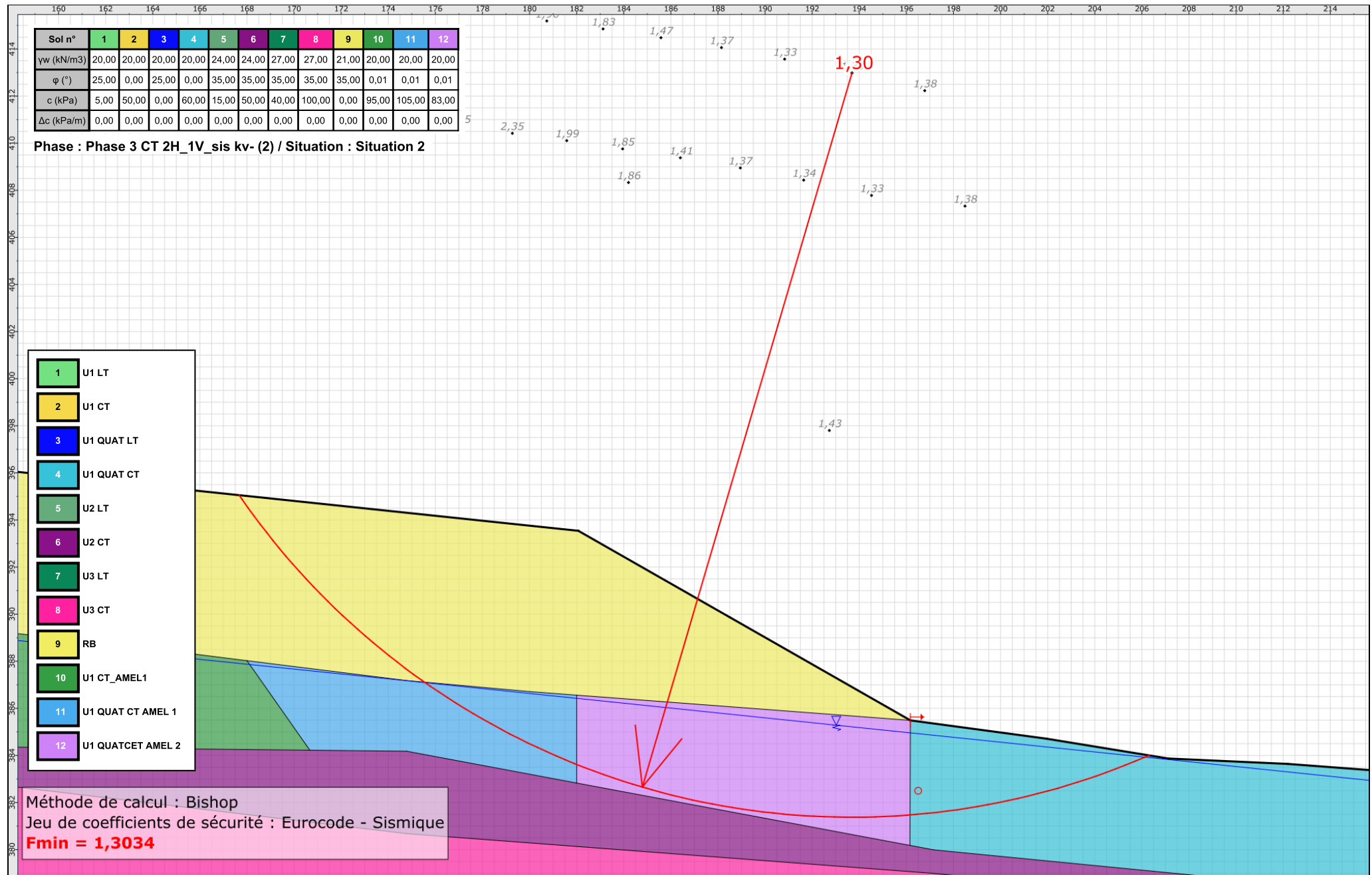












Sol n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ_w (kN/m ³)	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00	24,00	27,00	27,00	21,00	20,00	20,00	20,00
φ (°)	25,00	0,00	25,00	0,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,01	0,01	0,01
c (kPa)	5,00	50,00	0,00	60,00	15,00	50,00	40,00	100,00	0,00	95,00	105,00	83,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 3 CT 2H_1V_sis kv- (2) / Situation : Situation 3

- 1 U1 LT
- 2 U1 CT
- 3 U1 QUAT LT
- 4 U1 QUAT CT
- 5 U2 LT
- 6 U2 CT
- 7 U3 LT
- 8 U3 CT
- 9 RB
- 10 U1 CT_AMEL1
- 11 U1 QUAT CT AMEL 1
- 12 U1 QUATCT AMEL 2

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Sismique
Fmin = 1,4633

