



AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES DU RUISSEAU LACOSTE SUR L'ENTREE SUD DE CAHORS

Route de Toulouse D820 de Ford à But/Chemin
de Belle-Croix
46000 CAHORS

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DU GRAND CAHORS

72, rue du Président Wilson
46000 Cahors Cedex 9

**Mission Géotechnique de conception
phase Projet**

Mission G2 PRO Partielle

Pièce n°6 – Etude des terrassements

Réf Semofi	Date	Phase	Type	Indice	Pièce
C23-19050	19/02/2025	G2 PRO	RPT	A	06

Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Rédacteur	Superviseur	Approuvé par
A	19/02/2025	Rapport définitif – diffusion après contrôle interne	Mme M. POCHET	M. F. LABAT	M. G. CASADO
A0	19/02/2025	Relecture interne			

Nombre de pages 29 + 5 Annexes

GRILLE DE REVISION

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

RESUME SYNOPTIQUE

Référence SEMOFI :	C23-19050	
Maître d'Ouvrage :	Communauté d'agglomération du Grand Cahors	
Projet :	Aménagements hydrauliques du ruisseau Lacoste à l'entrée Sud de Cahors	
Mission confiée à SEMOFI :	Etude de conception G2 PRO	
Autres missions associées :	-	
Adresse :	Route de Toulouse D820 de Ford à But/Chemin de Belle-Croix, Cahors (46)	
Contexte particulier :	Zone urbaine, mitoyens	
Reconnaitances réalisées :	<u>Campagne de 2014 – réf. C14-6960 :</u> 4 sondages pressiométriques 15 sondages carottés Essais en laboratoire <u>Campagne de 2018 – réf. C18-11730 :</u> 11 sondages pressiométriques 19 sondages carottés 11 sondages destructifs 14 fouilles de reconnaissance de fondation Essais en laboratoire <u>Campagne de 2024 dans le cadre de la Mission Géotechnique d'Avant-Projet G2 AVP :</u> 3 fouilles de reconnaissance de fondation Aucune investigation géotechnique complémentaire in situ n'a été effectuée dans le cadre de la présente Mission Géotechnique de Conception G2 PRO.	
Conditions et risques géotechniques :		Niveau du risque estimé
Géologie	Remblais et dépôts Quaternaires indifférenciés (C0) Calcaire du Kimméridgien altéré (C1.1) Calcaire du Kimméridgien sain (C1.2)	
Aléas géotechniques	Remontée de nappe/inondations, cavités souterraines	
Principes de construction :		
Recommandations :	Selon l'enchaînement des missions, les études géotechniques d'exécution doivent être établies dans le cadre d'une mission G3 à la charge de l'entreprise ; parallèlement, le Maître d'Ouvrage devra confier à un géotechnicien une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution.	
Ce résumé synoptique présente succinctement le contexte géotechnique du projet, les solutions préconisées et les principaux risques associés. Il convient de se référer impérativement au corps du rapport pour la conception du projet, le dimensionnement des ouvrages géotechniques et leur exécution.		

SOMMAIRE

1	GENERALITES	5
1.1	DEFINITION DE L'OPERATION.....	5
1.2	DOCUMENTS FOURNIS ET UTILISES	5
1.3	DEFINITION DU PROJET	6
2	TERRASSEMENT	10
2.1	EXCAVATION DES MATERIAUX.....	10
2.2	TALUTAGE ET STABILITE DES BERGES	13
2.2.1	<i>Vérification de la stabilité du site.....</i>	<i>14</i>
2.2.2	<i>Remarques sur les coupes de terrassement.....</i>	<i>21</i>
2.3	PROTECTION DES BERGES	23
2.4	GESTION DES EAUX EN PHASE CHANTIER	23
2.5	REUTILISATION DES MATERIAUX.....	24
2.6	TRAFICABILITE EN PHASE TRAVAUX	25
2.7	SYNTHESE SUR LES TERRASSEMENTS.....	25
3	RECOMMANDATIONS GENERALES	28
3.1	INCERTITUDES GEOTECHNIQUES	28

1 GENERALITES

1.1 Définition de l'opération

Références	Désignations
Devis : P23-35830 Commande : AE du 08/11/2023 Demandeur : Communauté d'agglomération du Grand Cahors Mandataire : SEMOFI	Projet : Aménagements hydrauliques du ruisseau Lacoste sur l'entrée sud de Cahors Lieu : Route de Toulouse D820 de Ford à But/Chemin de Belle-Croix, Cahors (46)

Tableau 1 : Définition de l'opération

Cette mission constitue une étude géotechnique de conception **G2 phase PRO** au sens de la norme NF 94-500 (Missions Géotechniques Type - Révision novembre 2013 présentées en ANNEXE 5).

Le présent rapport constitue la pièce n°6 de notre mission, il présente plus spécifiquement l'étude des terrassements du projet d'aménagement hydraulique du Lacoste.

Limite de la mission : Cette mission constitue une mission G2 PRO Partielle ; l'approche des coûts et des quantités concernant les travaux de fondation n'est pas abordée dans le cadre de cette étude. Elle donne des ordres de grandeur des caractéristiques dimensionnelles envisageables, ainsi qu'un premier aperçu des sujétions géotechniques d'exécution. A noter que cette présente Mission Géotechnique n'est pas un document d'exécution. En phase Exécution, l'Entreprise Générale devra fournir les Notes de Calculs / Procédure Méthodologiques selon les ouvrages réellement exécutés. L'Entreprise pourra être accompagnée d'une personne compétente afin de mener l'ensemble des calculs / modélisations / vérifications présentés ci-après.

Cette présente Mission Géotechnique de conception G2 PRO s'inscrit dans la continuité de notre Etude Géotechnique d'Avant-Projet G2 AVP ref. C23-19050 (pièce n°4) Ind A, datée du 23/04/2024. Aucune investigation complémentaire n'a été réalisée dans le cadre de cette mission.

1.2 Documents fournis et utilisés

Dans le cadre de l'étude, les documents suivants ont été fournis :

Suivi	Référence	Auteur	Date	Information
[1]	VTT_CAHORS_AVP_GEN_NDC_02001_A_Descentes_de_Charges	ARTELIA	01/02/2024	Descentes de charges des OA
[2]	CCTP Géotechnique - Lot 2 Lacoste-Entrée Sud	ARTELIA	07/2023	Cahier des charges géotechnique
[3]	4373002 - PRO - TAE-Profiles_Terrassement	ARTELIA	12/2024	Coupes des terrassements
[4]	4373002 - PRO - TAE-SNCF_	ARTELIA	12/2024	

Tableau 2 : Documents fournis dans le cadre de l'étude

En complément, les documents suivants ont été utilisés pour mener à bien cette étude :

Suivi	Référence	Auteur	Echelle	Information
[a]	Carte géologique de CAHORS (n°881)	BRGM	1/50 000 ^{ème}	Informations relatives au contexte géologique
[b]	Carte géologique de MONTCUQ (n°880)	BRGM	1/50 000 ^{ème}	Informations relatives au contexte géologique
[c]	Rapport d'étude géotechnique G1PGC C14-6960 – Aménagement du vallon du Bartassec	SEMOFI	-	Rapport géotechnique phase PGC au stade préliminaire du projet (2014) + notes complémentaires sur les ouvrages de franchissement et les terrassements
[d]	Rapport d'inspection des berges et des ouvrages d'art	SEMOFI	-	Etude structurelle et rapport d'inspection des ouvrages d'art et des berges le long du ruisseau de Lacoste
[e]	Rapport d'étude géophysique C18-11730 – Aménagement du vallon du Bartassec	SEMOFI	-	Etude géophysique du projet par imagerie (réflectométrie géoradar), sismique réfraction et tomographie électrique
[f]	C18-11730 - GRAND CAHORS - AMENAGEMENT BARTASSEC - G2AVP_P1	SEMOFI	-	Etude de site et présentation des résultats des investigations (rapport G1)
[g]	C18-11730 - GRAND CAHORS - AMENAGEMENT BARTASSEC - G2AVP_P2	SEMOFI	-	Etude de la construction des 7 ponts (G2 AVP ouvrages d'art)
[h]	C18-11730 - GRAND CAHORS - AMENAGEMENT BARTASSEC - G2AVP_P3	SEMOFI	-	Etude des murs de berges existants (diagnostic G5) et des ouvrages de soutènements à créer (G2 AVP soutènements)
[i]	C18-11730 - GRAND CAHORS - AMENAGEMENT BARTASSEC - G2AVP_P4	SEMOFI	-	Etude des terrassements (G2 AVP terrassements), incluant le compte rendu sur l'étude des packs inertes et les filiales d'évacuation des remblais

Tableau 3 : Documents utilisés pour l'étude

1.3 Définition du projet

Cette étude s'inscrit dans la continuité de notre étude géotechnique phase G1ES/PGC réf. C23-19050 pièce n°1 et phase avant-projet G2 AVP ref. C23-19050 pièce n°4, dont les sondages et interprétations ont été intégrés et couplés à notre analyse.

Le présent rapport porte plus spécifiquement sur l'étude des terrassements généraux du projet d'aménagement hydraulique du Lacoste à l'entrée Sud de Cahors (46).

L'étude des ouvrages de soutènement et l'étude des ouvrages d'art feront l'objet de rapports distincts.

Pour rappel, dans le cadre de la réduction de la vulnérabilité de l'entrée Sud de Cahors vis-à-vis des inondations par débordement du ruisseau Lacoste, il est prévu la restauration de la mobilité du ruisseau, depuis le giratoire du Roc de l'Agasse jusqu'en aval de l'enseigne BUT.

Les terrassements prévus sont les suivants :

C23-19050 – Mission G2 Phase PRO – Pièce n°6 Etude des terrassements

Aménagements hydrauliques du ruisseau Lacoste – Entrée Sud Cahors (46)

- Approfondissement, l'élargissement, et parfois la création du lit du ruisseau Lacoste, prévoyant des hauteurs de talus variant de 1,5 à 6,0m ;
- Le reprofilage ponctuel du pied du talus SNCF ;
- La création de canaux de décharges en amont et en aval du site ;
- Le terrassement des fondations des ouvrages d'art ;
- La création d'un bassin de rétention au Nord.

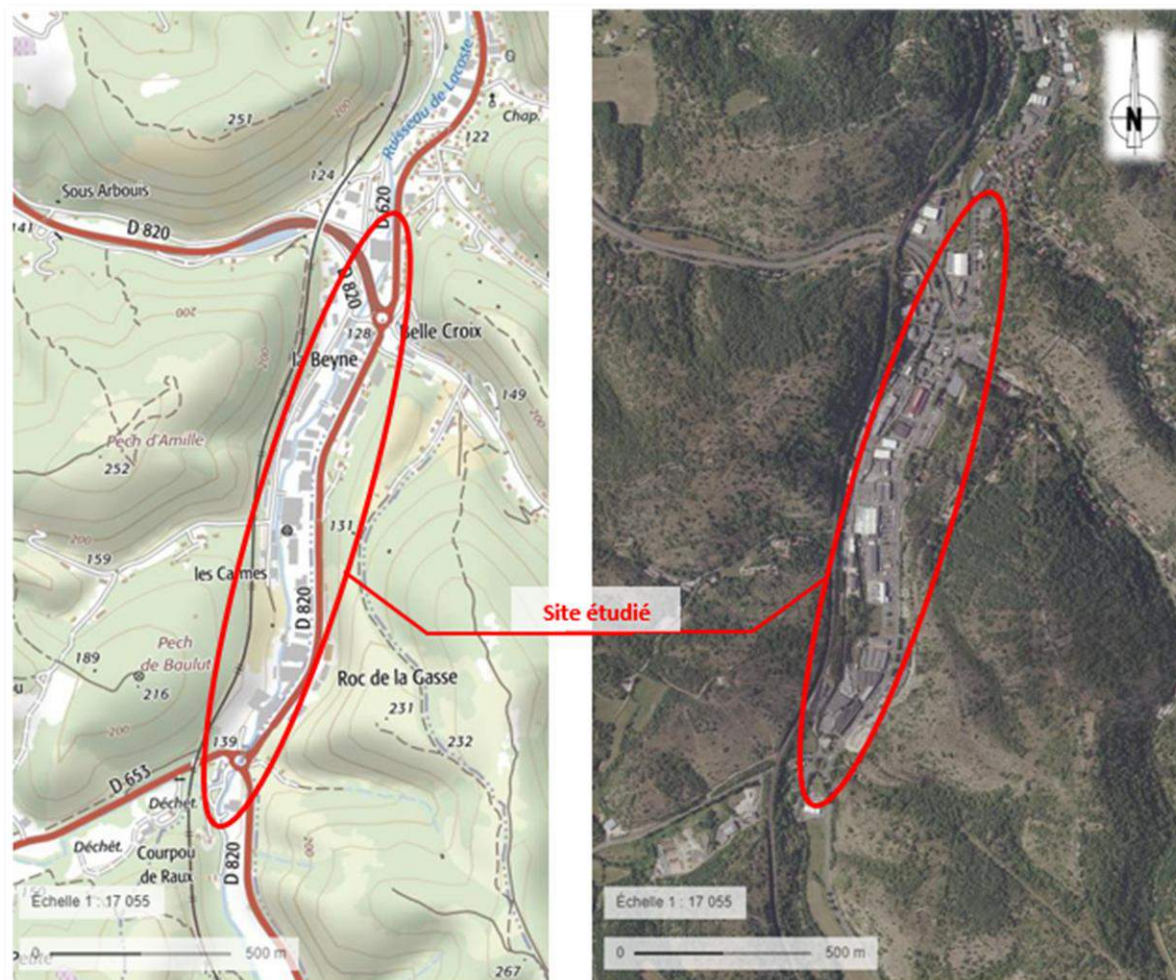
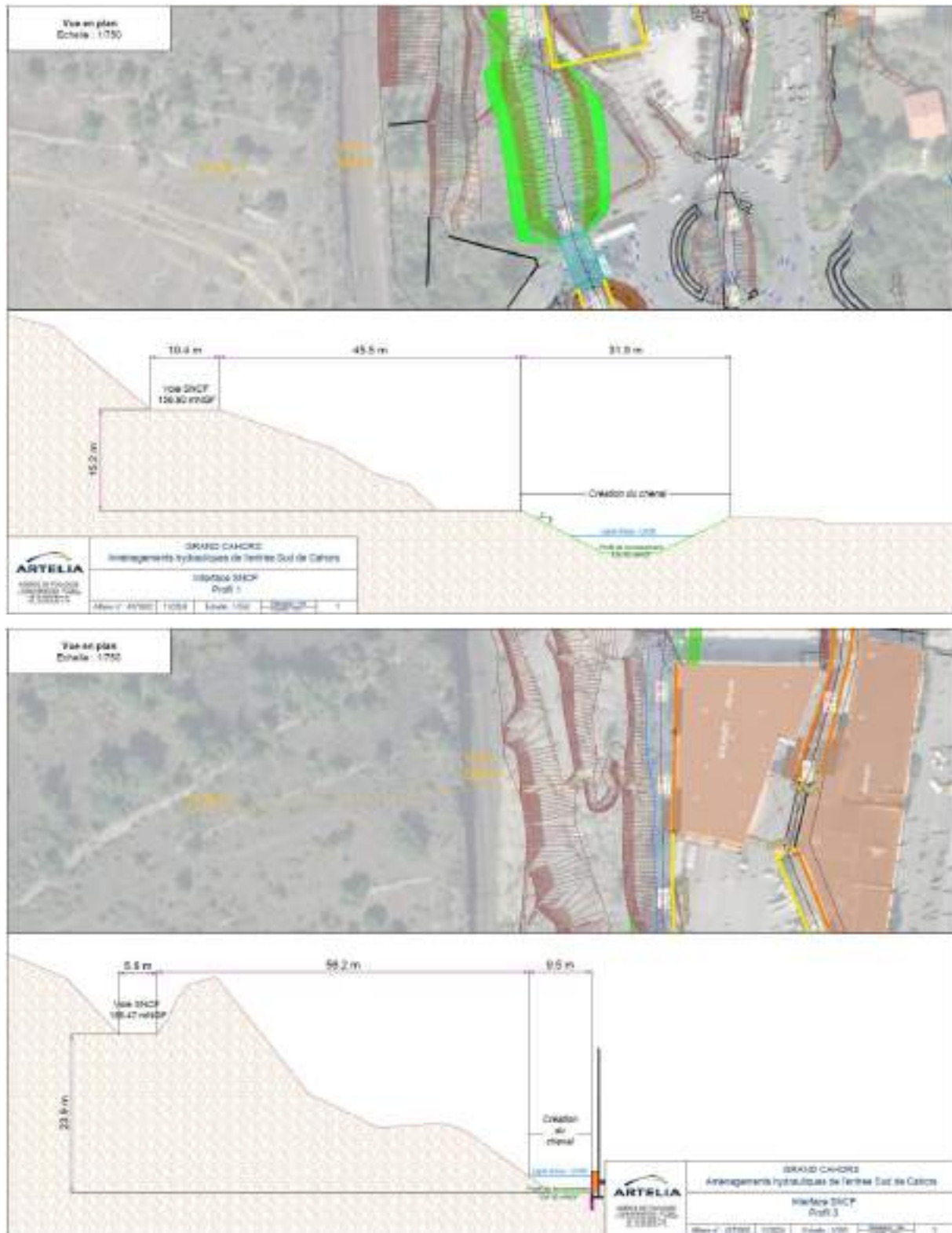


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Ci-dessous sont représentés quelques coupes type des opérations de terrassement attendues au droit du lit du ruisseau Lacoste.



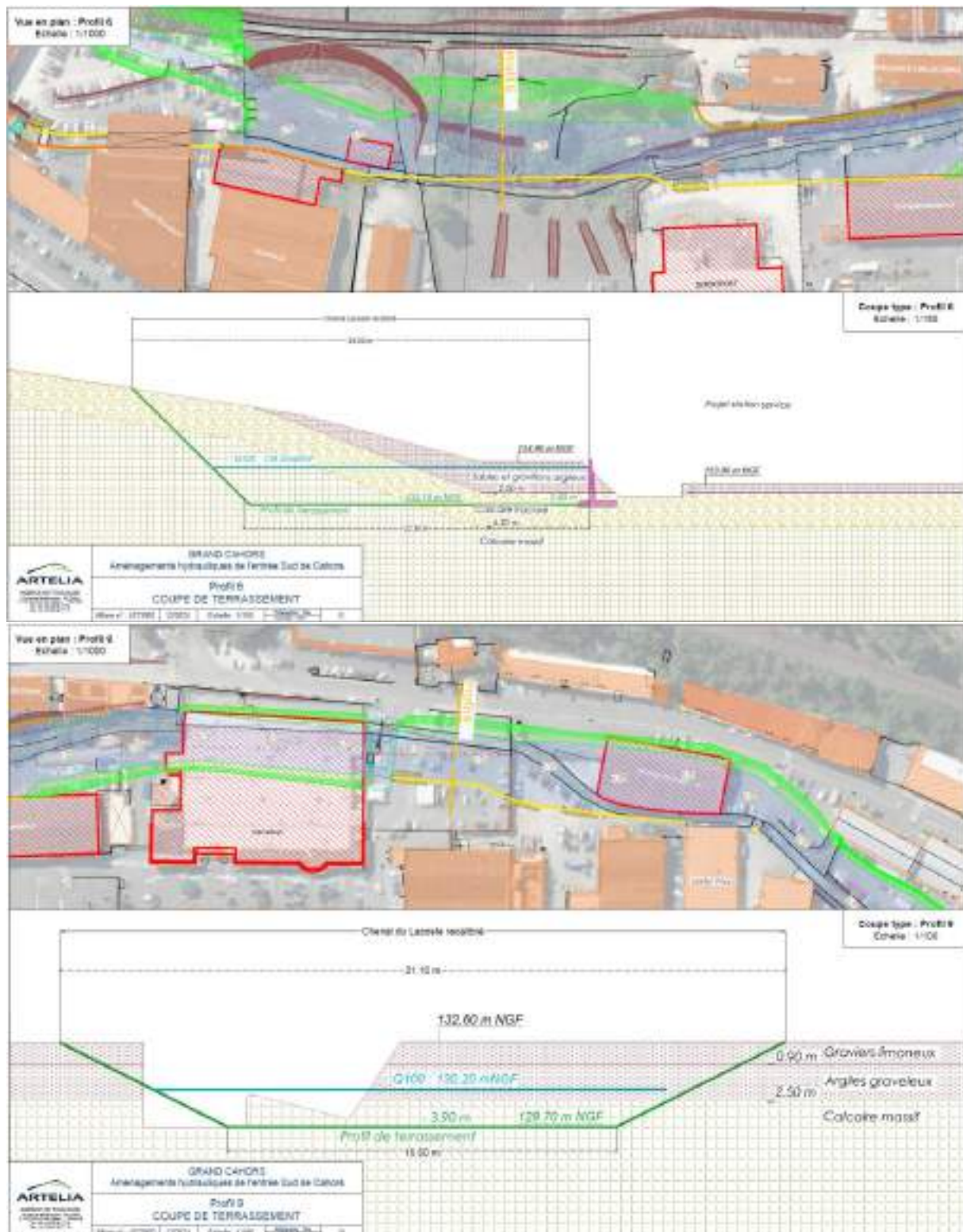


Figure 2 : Exemple de coupe type des opérations de terrassement

2 Terrassement

2.1 Excavation des matériaux

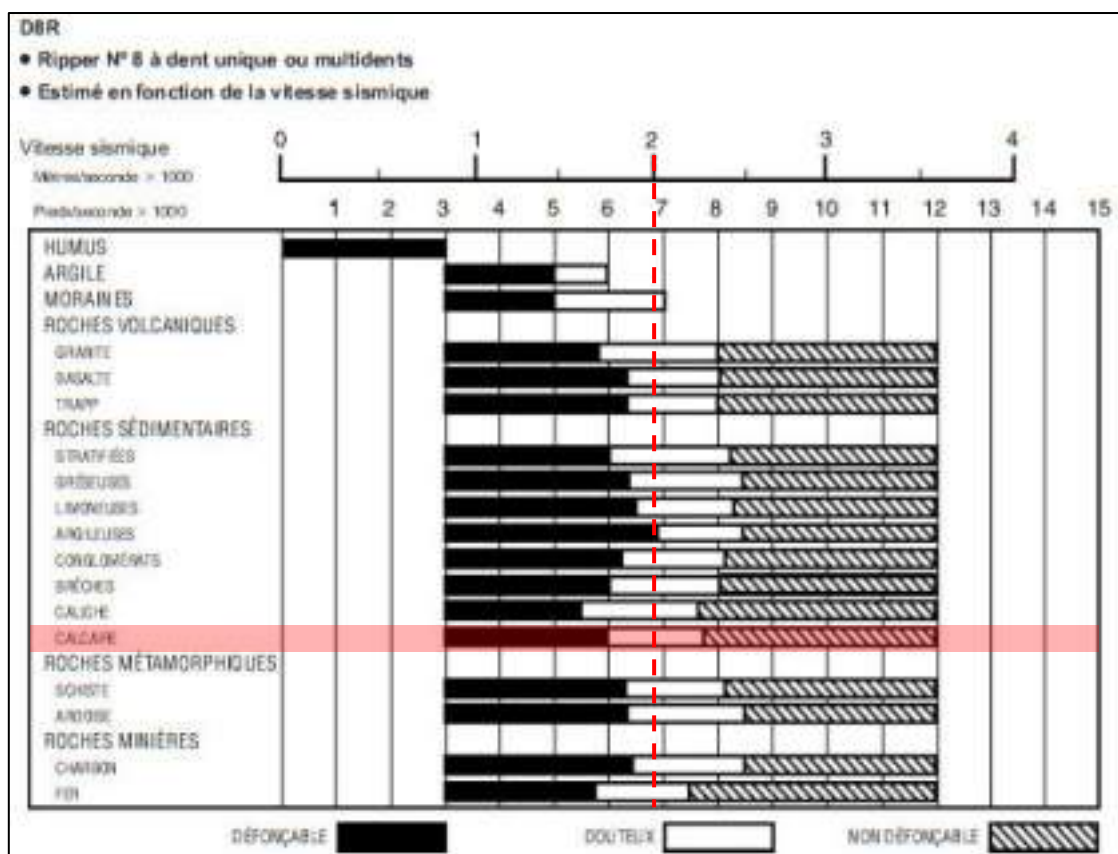
Les horizons intéressés par les opérations de terrassements seront représentés par les Remblais et dépôts Quaternaires indifférenciés (C0), le toit du calcaire altéré (C1.1) et le Calcaire du Kimméridgien sain (C1.2).

Les Remblais et dépôts Quaternaires indifférenciés sont attendus très hétérogènes le long du linéaire d'étude (classe GTR B₅/B₆ et A₁/A₂). La présence de matériaux anthropiques de natures diverses et riches en blocs, de taille plus ou moins importante, est localement attendue dans les horizons superficiels. Des surépaisseurs de remblais ainsi que la présence de « points durs » seront par ailleurs attendus une fois la démolition des bâtiments existants réalisée (vestiges de fondation), notamment dans le cas où des sous-sols existent ou si ces bâtiments sont fondés par fondations profondes.

Le Calcaire du Kimméridgien est altéré à très altéré/fracturé en tête (RQD < 60%). Malgré cette frange d'altération, les essais en laboratoire réalisés sur les échantillons altérés et les échantillons sains du calcaire montrent une homogénéité globale des résultats. Le Calcaire du Kimméridgien est une roche dure (classe GTR R₂₁), qui pourra poser des problèmes d'extraction. Les profils géophysiques réalisés sur le secteur montrent des vitesses des ondes S variant de 1,2 à 3 km/s dans le calcaire altéré et supérieure à 3 km/s dans le calcaire sain.

Nous alertons le lecteur sur le fait que des risques de hors profils sont attendus au droit des remblais du fait de leur nature et du calcaire altéré du fait de sa fracturation.

La figure ci-dessous présente un exemple de plages de rendement pour un ripper de type D8R en fonction de la nature et la compacité des formations traversées. Cet exemple montre la limite d'utilisation de ce type d'engin de terrassement pour des calcaires dont la vitesse sismique dépasse 2000 m/s environ.



Il conviendra de prévoir des engins de fortes puissances, associés à des techniques de terrassement traditionnelles de type BRH. L'utilisation d'une trancheuse ou d'une raboteuse minière pourra ponctuellement être nécessaire.

Le type de matériel sélectionné par l'entreprise sera notamment fonction du volume de matériaux à terrasser pour optimiser le rendement journalier. L'entreprise devra se référer aux valeurs d'abrasivité et de dureté mesurées dans la formation calcaire de pied de colline et de berges et devra également adapter son matériel.

Des ébranlements de type tirs à l'explosif au sein du calcaire non rippable sont envisageables pour le projet. Une attention particulière sera portée aux ouvrages sensibles à proximité (talus SNCF, bâtiments existants, réseaux de gaz, ...). La solution devra être étudiée de manière à certifier qu'elle n'impactera pas ces ouvrages.

La réalisation d'un tir d'essai de minage et une étude vibratoire devront être réalisés au démarrage du chantier.

Les ouvrages avoisinants devront être instrumentés à l'aide de géophone avant et pendant toute la durée du chantier.

A titre d'information, les valeurs seuils de vibrations applicables pour des tirs à moins de 200m des installations SNCF sont les suivantes (IN 01226) :

Tableau A		Seuils* pour vibrations générées par des EXPLOSIFS				
Ouvrages et installations		Déplacements	Vitesses particulière en mm/s			
		F < 5 Hz	5 < F < 10 Hz	10 < F < 30 Hz	30 < F < 100 Hz	F > 100 Hz
État jugé résistant (1)		500 µm	15	20	30	50
État jugé sensible (2) **		320 µm	10	15	20	30
État jugé très sensible (3) ***		160 µm	5	10	15	20
Plateforme et poteau caténaire		500 µm	20	30	50	70
*	Les seuils sont donnés à titre indicatif pour mener les essais préalables, selon des plages de fréquences (F) caractéristiques correspondant à une largeur de spectre réduite à 25% de la fréquence dominante (amplitude maximale du spectre). Les seuils définitifs sont fixés à l'issue de l'étude vibratoire.					
**	En présence d'appareillage électromécanique, seuils à respecter par défaut d'indications des constructeurs					
***	En présence d'appareillage électronique et informatique, seuils à respecter par défaut d'indications des constructeurs					
(1)	Structure ne présentant pas d'avarie particulière					
(2)	Structure à pathologie déclarée					
(3)	Structure sous surveillance particulière					

Les valeurs seuils de vibrations applicables pour les engins mécaniques puissants à moins de 30m des installations SNCF sont les suivantes (IN 01226) :

Tableau B	Seuils* pour vibrations ENTRETENUES (continues, non transitoires)				
Ouvrages et installations	Déplacements	Vitesses particulaire en mm/s			
	F < 5 Hz	5 < F < 10 Hz	10 < F < 30 Hz	30 < F < 100 Hz	F ≥ 100 Hz
État jugé résistant (1)	interdit **	5	6	8	10
État jugé sensible (2)***	interdit **	3	5	6	8
État jugé très sensible (3)****	interdit **	2	3	4	6
Plateforme et poteau caténaire	interdit **	5	10	15	20

Tableau C	Seuils* pour vibrations NON ENTRETENUES (transitoires, à impulsions répétées)				
Ouvrages et installations	Déplacements	Vitesses particulaire en mm/s			
	F < 5 Hz	5 < F < 10 Hz	10 < F < 30 Hz	30 < F < 100 Hz	F ≥ 100 Hz
État jugé résistant (1)	interdit **	8	12	15	20
État jugé sensible (2)***	interdit **	6	9	12	15
État jugé très sensible (3)****	interdit **	4	6	9	12
Plateforme et poteau caténaire	interdit **	8	15	20	30

*	Les seuils sont donnés à titre indicatif pour mener les essais préalables, selon des plages de fréquences (F) caractéristiques correspondant à une largeur de spectre réduite à 25% de la fréquence dominante (amplitude maximale du spectre). Les seuils définitifs sont fixés à l'issue de l'étude vibratoire.
**	Sauf si études spécifiques
***	En présence d'appareillage électromécanique, seuils à respecter par défaut d'indications des constructeurs
****	En présence d'appareillage électronique et informatique, seuils à respecter par défaut d'indications des constructeurs
(1)	Structure ne présentant pas d'avarie particulière
(2)	Structure à pathologie déclarée
(3)	Structure sous surveillance particulière

De façon générale, les opérations de terrassement devront prendre compte de la présence de nombreux réseaux (gaz, électricité, eau...) dans le secteur et de la voie SNCF à proximité.

Nous alertons d'ores et déjà le lecteur sur les difficultés techniques et administratives à attendre à proximité des ouvrages tels que la canalisation de transport de gaz de TEREGA et tels que la voie SNCF. Il conviendra au maître d'ouvrage de se rapprocher de ces entités afin de définir avec elles la faisabilité et les modalités de réalisation de ce type d'opération.

2.2 Talutage et stabilité des berges

7 des 16 coupes de terrassement transmises par Artelia [3 et 4], ont fait l'objet de vérification de stabilité. Ces coupes ont été sélectionnées car jugées représentatives de situations défavorables et dimensionnantes. Pour les 9 coupes de terrassement restantes, seules des remarques ont été émises vis-à-vis des profils envisagés. Ces remarques sont présentées au paragraphe 2.2.2.

2.2.1 Vérification de la stabilité du site

2.2.1.1 Approche de calcul et coefficient de sécurité

La vérification de la stabilité définitive des pentes est menée par la méthode des tranches de BISHOP à l'aide du logiciel TALREN V6®.

Dans la suite de notre étude, nous proposons de retenir une approche de calcul à l'Eurocode pour la stabilité des berges et talus en situation normale ainsi qu'en situation de décrue du cours d'eau.

Les coefficients de pondération utilisés dans cette analyse sont présentés dans le tableau suivant :

Actions / paramètres	Eurocode – Ouvrage courant
Coefficient recherché $\Gamma_{\min}$	1,00
Actions permanentes défavorables Γ_{s1}	1,00
Actions permanentes favorables Γ_{s1}	1,00
Angle de frottement interne Γ_{ϕ}	1,25
Cohésion effective Γ_c	1,25
Cohésion non drainée Γ_{cu}	1,40
Surcharges Γ_Q	1,30
Méthode de calcul Γ_{s3}	1,10

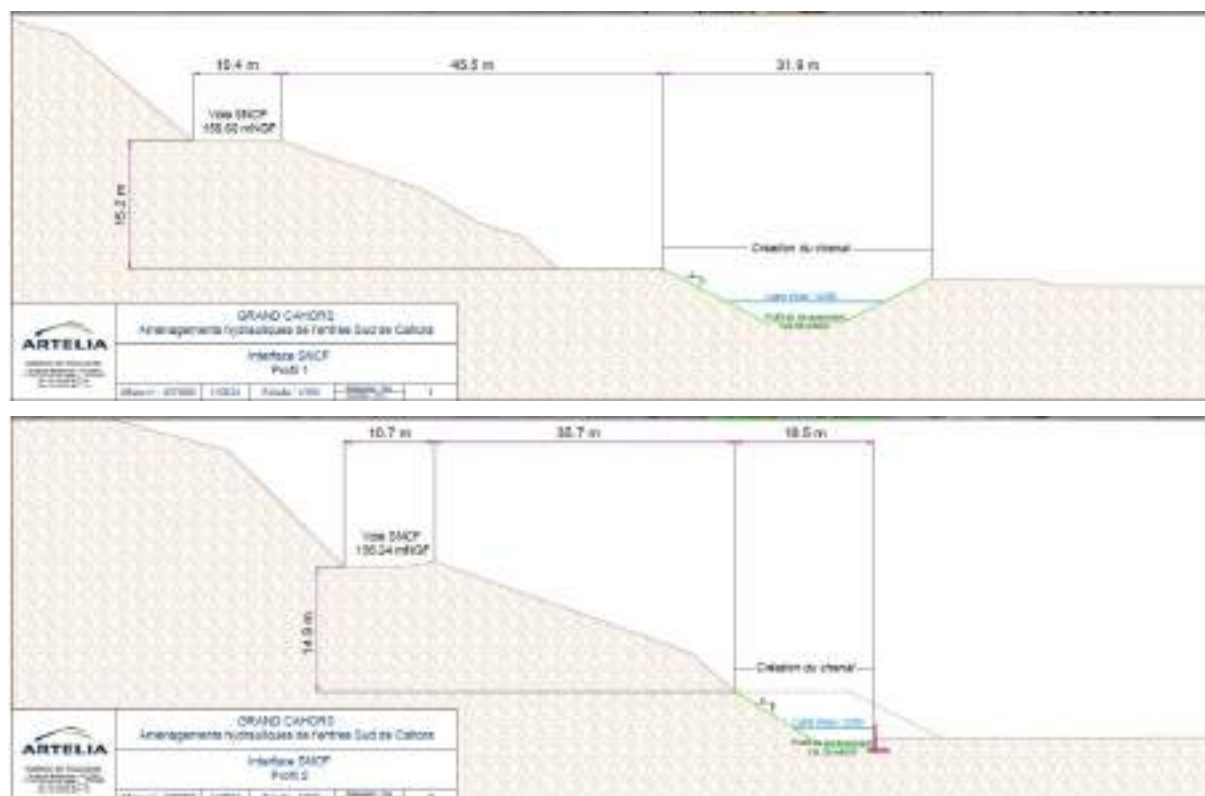
Tableau 4 : Coefficients partiels retenus

Dans notre analyse, le coefficient de sécurité recherché vaut : $F \geq 1,00$ pour les situations normales et les situations de décrue.

2.2.1.2 Profils étudiés

Les 7 profils étudiés sont répartis le long du linéaire de reprise du ruisseau Lacoste.

4 des profils étudiés se trouvent en aval du talus SNCF, sur la partie Sud du projet, entre le rond-point du Roc de Lagasse et le Garage Peugeot :



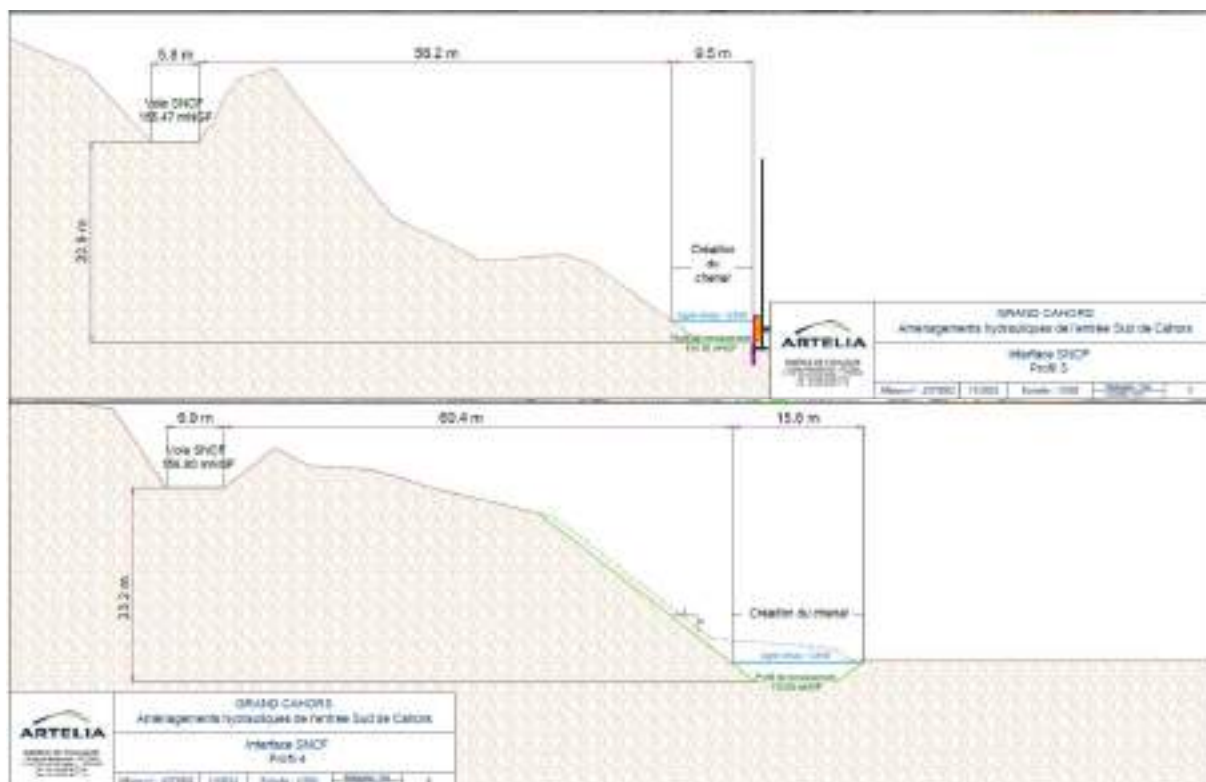
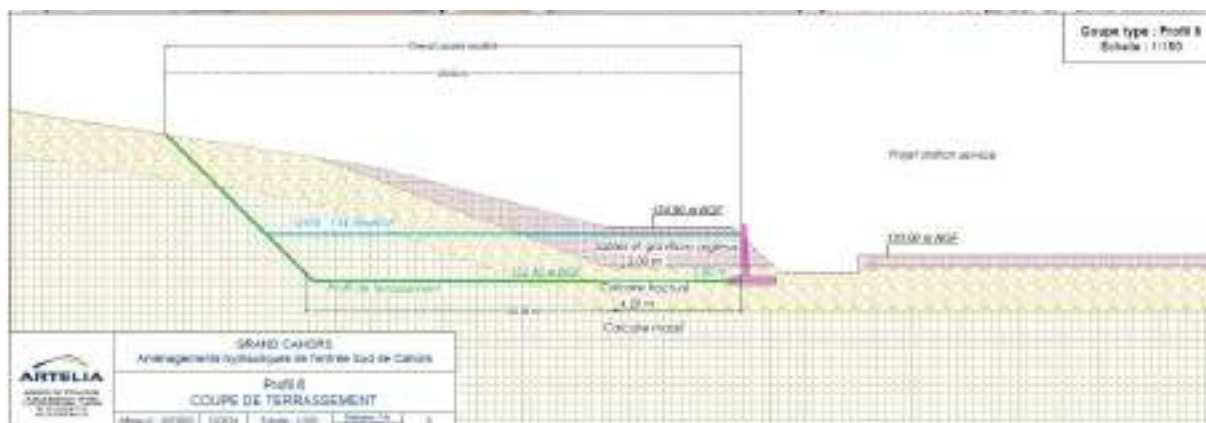


Figure 3 : Coupe de terrassement des profils en aval du talus SNCF

Les 3 profils étudiés restants sont répartis sur le reste de la zone projet, entre le magasin Pigmalia et le magasin Intersport (profil 6), en aval du magasin Carrefour (profil 9) et entre la route départementale et le magasin BUT (profil 16).



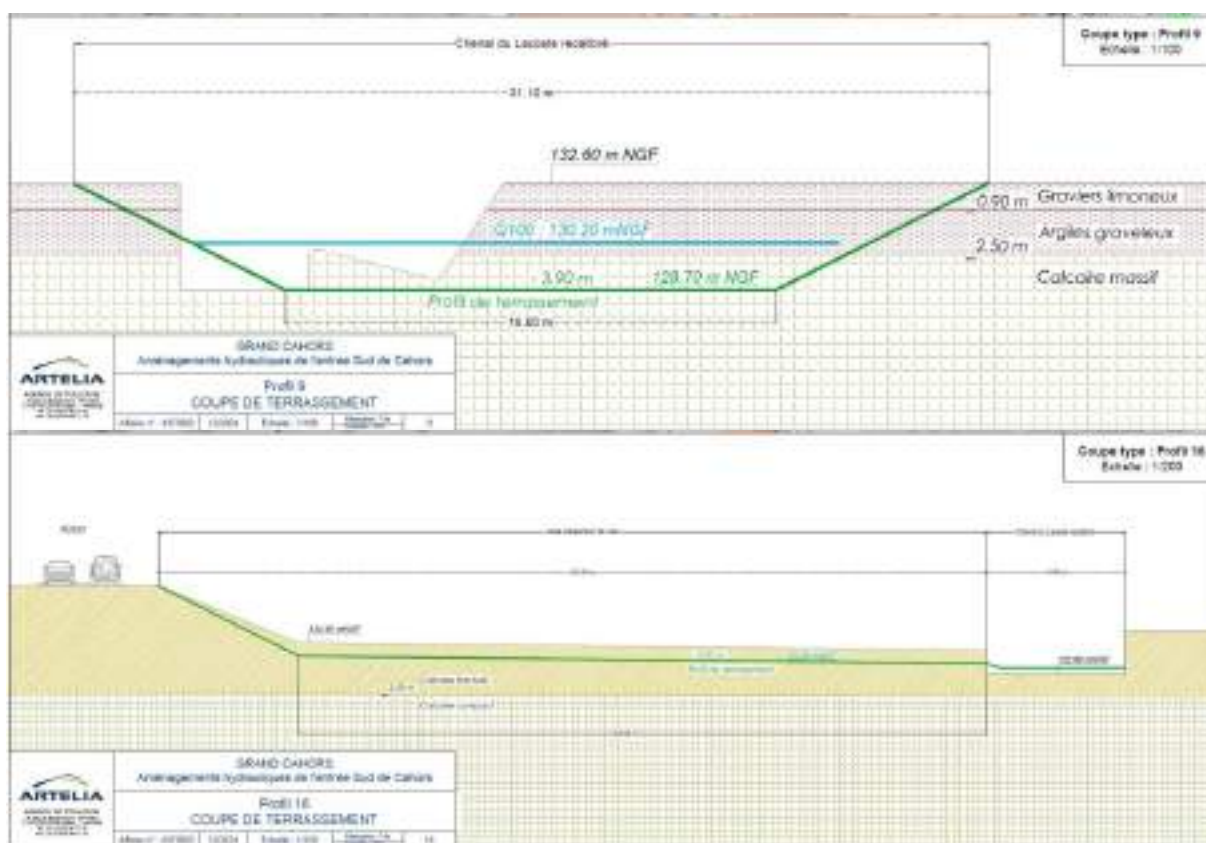


Figure 4 : Coupe de terrassement des profils sur le reste de la zone de projet

2.2.1.3 Hypothèses hydrauliques

Pour chaque profil étudié, nous considérerons les hypothèses hydrauliques suivantes :

- Situation normale : nous ne considérons pas de niveau de nappe à faible profondeur,
- Situation de décrue : nous considérerons une saturation des matériaux constitutifs des berges jusqu'à la cote de crue Q100 et sur une épaisseur limitée (environ 0,5m), compte tenu du régime d'écoulement du Lacoste (torrentiel avec durée des crues <48h).

2.2.1.4 Surcharges

Une surcharge de 10 kPa en lien avec la présence de stationnement et/ou de circulation de véhicules a été considérée en tête des berges en rive droite et en rive gauche du profil 9 ainsi qu'en rive droite du profil 4.

Une surcharge de 50 kPa en lien avec la présence de la ligne ferroviaire a été considérée au droit des talus en rive gauche des profils 1, 2, 3, 4 et 6.

2.2.1.5 Modèle géomécanique

Le modèle géomécanique pouvant être retenu dans le cadre de notre analyse est présenté dans le tableau ci-dessous.

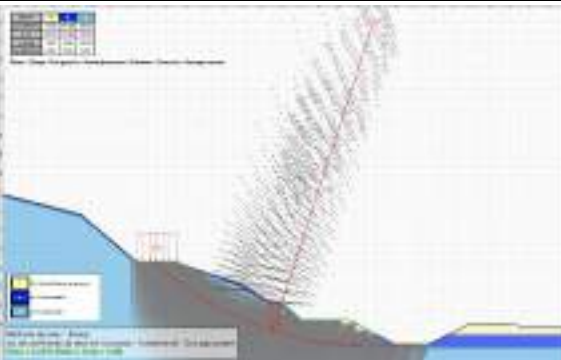
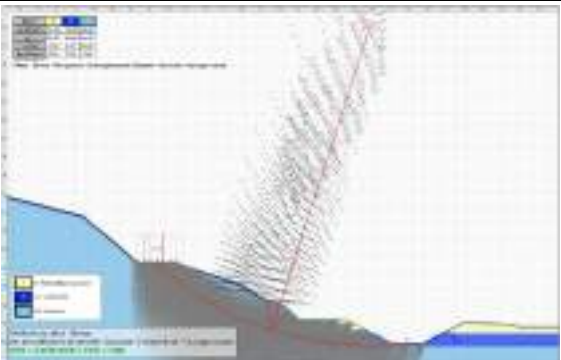
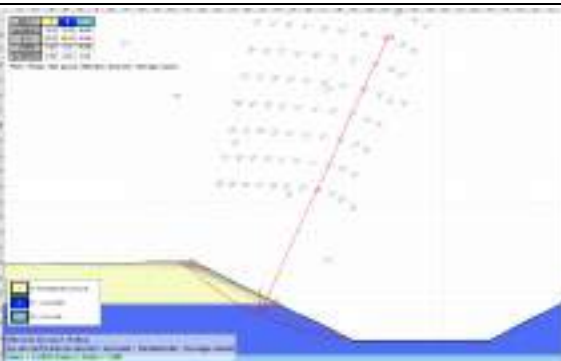
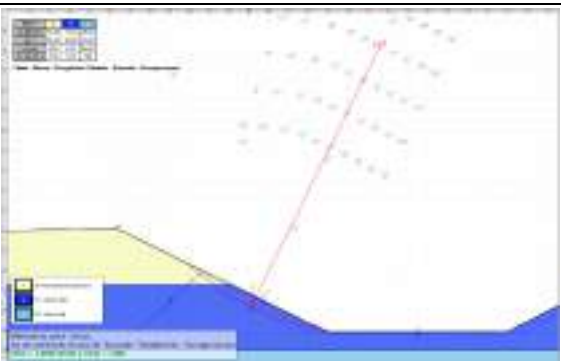
Horizon	c' [kPa]	ϕ' [°]	γ [kN/m³]
Remblais et/ou Dépôts Quaternaire (C0)	3,0	25,0	18,0

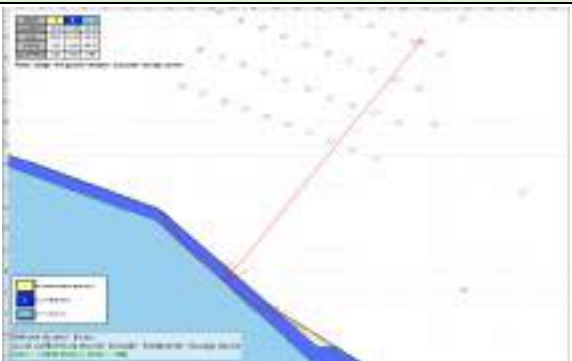
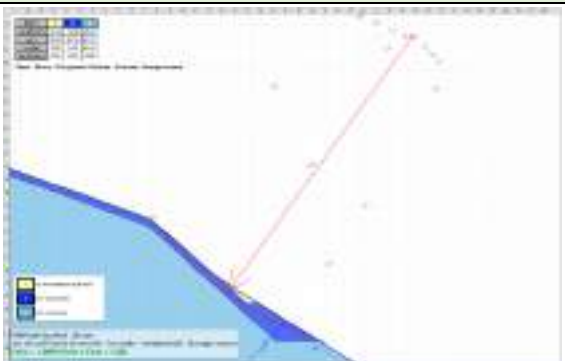
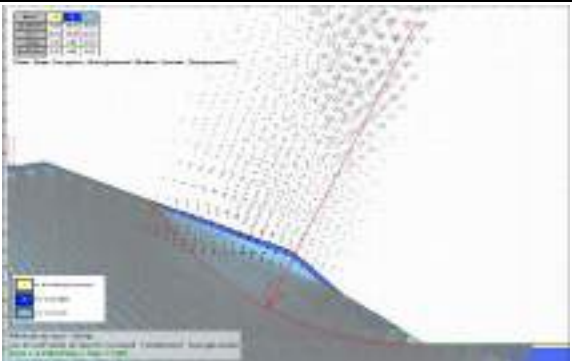
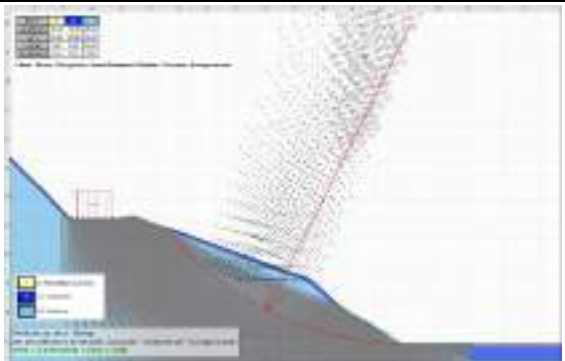
Horizon	c' [kPa]	φ' [°]	γ [kN/m ³]
Calcaire altéré (C1.1)	2,0	35,0	19,0
Calcaire sain (C1.2)	40,0	45,0	26,0

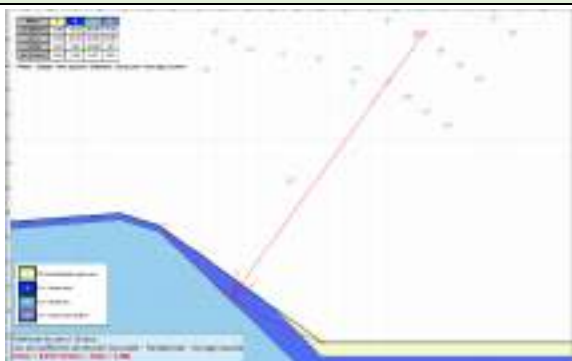
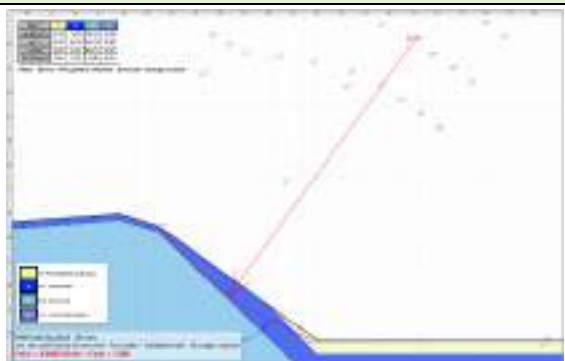
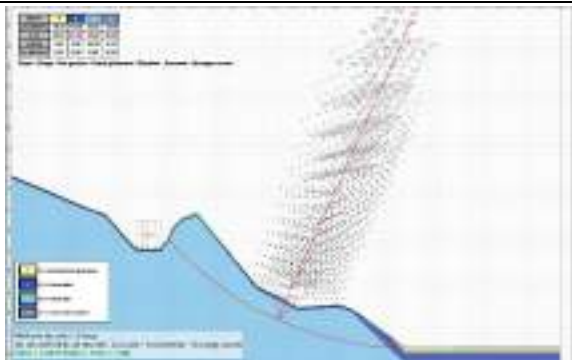
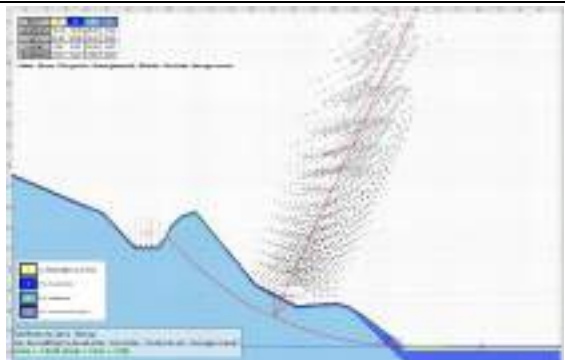
Tableau 5 : Modèle géomécanique retenu

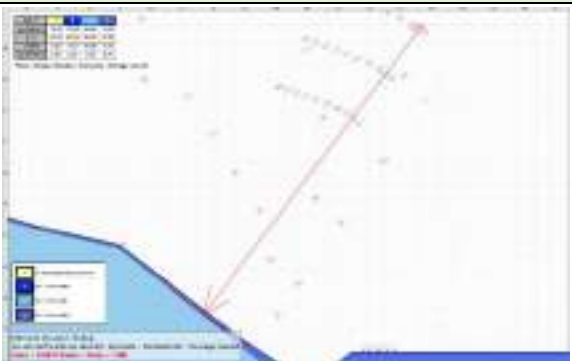
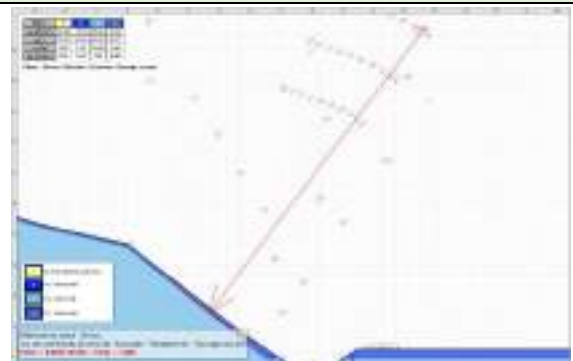
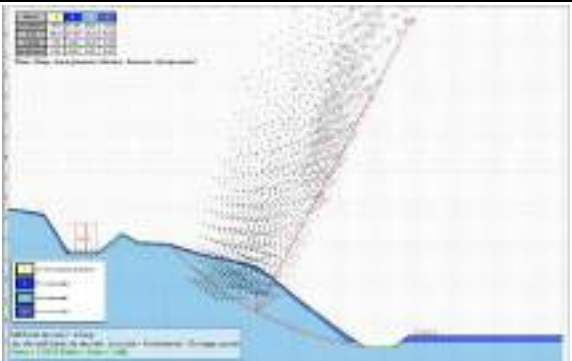
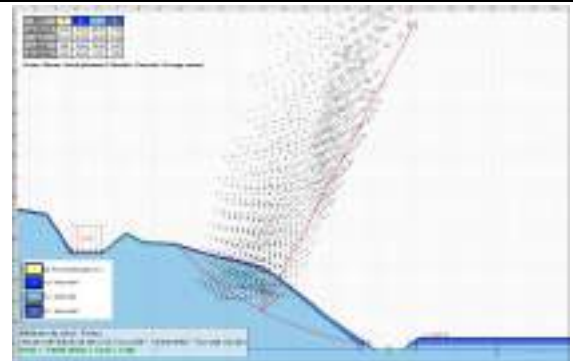
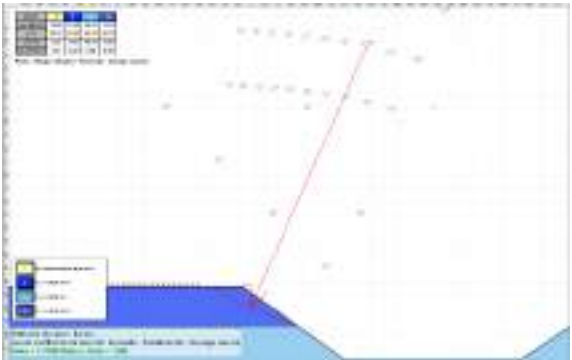
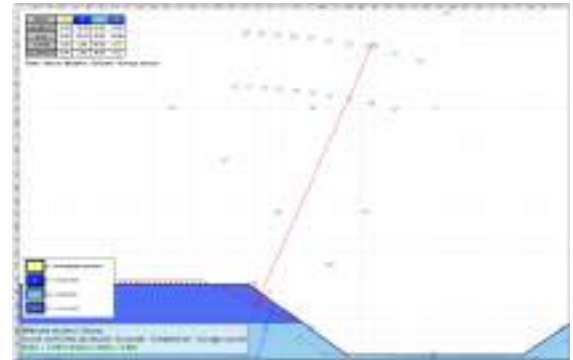
2.2.1.6 Résultats des modélisations

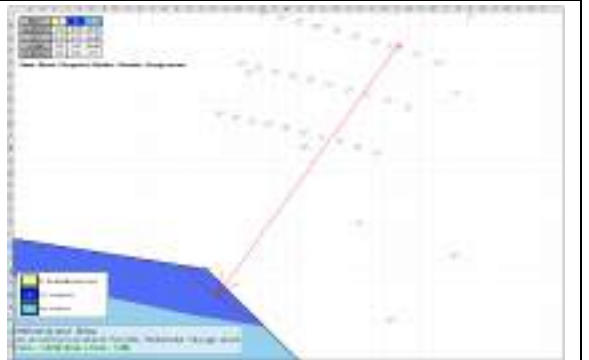
Les résultats des modélisations effectuées sont présentés dans le tableau ci-dessous :

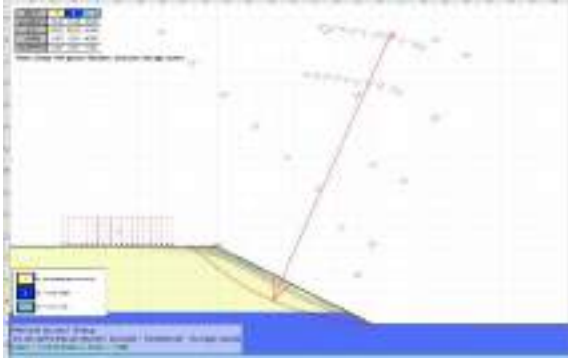
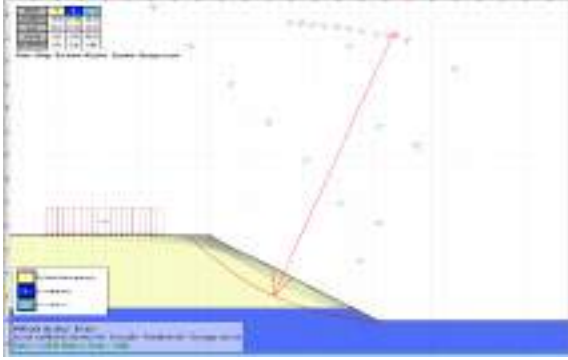
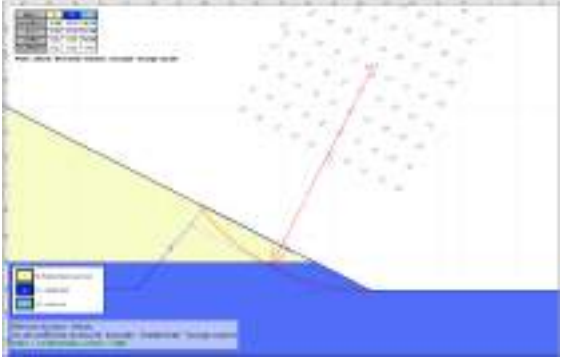
Profil 1		
	Situation courante	Situation de décrue
Rive gauche	 $F = 1,11 > 1,00$	 $F = 1,09 > 1,00$
Rive gauche – Grand glissement	 $F = 2,23 > 1,00$	 $F = 2,23 > 1,00$
Rive droite	 $F = 1,29 > 1,00$	 $F = 1,07 > 1,00$

Profil 2		
	Situation courante	Situation de décrue
Rive gauche		
	$F = 1,00 > 1,00$	$F = 1,01 > 1,00$
Rive gauche – Grand glissement		
	$F = 2,19 > 1,00$	$F = 2,23 > 1,00$

Profil 3		
	Situation courante	Situation de décrue
Rive gauche		
	$F = 0,91 < 1,00$	$F = 0,90 < 1,00$
Rive gauche – Grand Glissement		
	$F = 1,94 > 1,00$	$F = 1,93 > 1,00$

Profil 4		
	Situation courante	Situation de décrue
Rive gauche	 $F = 0,96 < 1,00$	 $F = 0,96 < 1,00$
Rive gauche – Grand glissement	 $F = 1,91 > 1,00$	 $F = 1,92 > 1,00$
Rive droite	 $F = 1,71 > 1,00$	 $F = 1,59 > 1,00$

Profil 6		
	Situation courante	Situation de décrue
Rive gauche	 $F = 1,09 < 1,00$	 $F = 1,08 < 1,00$

Profil 9		
	Situation courante	Situation de décrue
Rive gauche		
	$F = 1,24 < 1,00$	$F = 1,14 < 1,00$
Rive droite		
	$F = 1,24 > 1,00$	$F = 1,17 > 1,00$

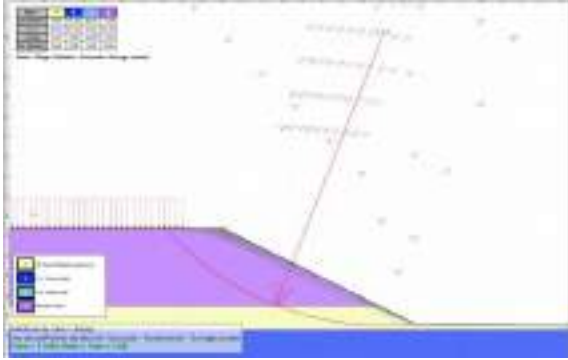
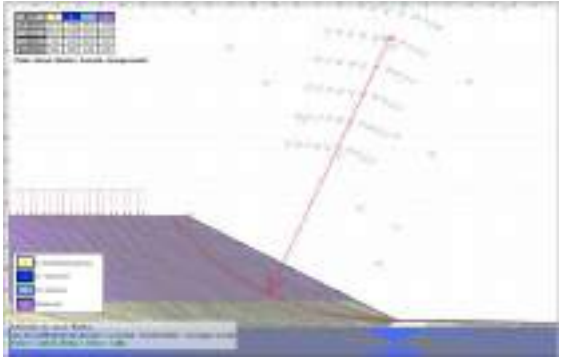
Profil 16		
	Situation courante	Situation de décrue
Rive gauche		
	$F = 1,04 < 1,00$	$F = 1,04 < 1,00$

Tableau 6 : Résultats des modélisations

A noter que pour l'ensemble des profils, nous avons écarté les glissements de peau s'établissant sur des profondeurs inférieures à 0,5m. Ces glissements sont notamment attendus au droit des couches superficielles des profils 1, 2, 6, 9 et 16.

Pour les profils 1, 2, 6, 9 et 16, les modélisations mettent en évidence un coefficient de sécurité $F > 1,00$ au droit des berges en rive droite et en rive gauche en situation courante et de décrue.

La stabilité de ces berges est donc vérifiée selon la géométrie du projet.

Pour les profils 3 et 4, les modélisations réalisées en rive gauche mettent en évidence un coefficient de sécurité $F < 1,00$ en situation courante et de décrue, avec des cercles de glissement qui se développent en pied de coteau et jusqu'à base des talus/berges.

Cependant, les coefficients de sécurité étant proches de 1,00, les cercles de glissement étant très superficiels et les caractéristiques mécaniques des sols modélisées sécuritaires, à notre sens, aucun risque d'instabilité majeur n'est attendu. Les risques d'instabilité mis en évidence ne semblent correspondre qu'à des glissements superficiels.

De nouvelles modélisations ont été menées en considérant une cohésion légèrement supérieure ($c=3$ kPa) au sein du calcaire altéré (C1.1) et mettent en évidence des coefficients de sécurité $F>1,00$.

En ce sens, nous considérons que la stabilité de ces berges/talus est également vérifiée selon la géométrie du projet.

Il conviendra cependant d'apporter une attention particulière à l'état d'altération du calcaire au droit de ces profils lors des opérations de terrassement. Dans le cas où le calcaire présenterait un état d'altération tel qu'une cohésion de 3 kPa ne peut être considérée au sein des matériaux, il conviendra de prévoir un adoucissement des pentes de berge ou la mise en œuvre d'un confortement de type parement.

Nota : le détail des résultats des modélisations est présenté en ANNEXE 4.

2.2.2 Remarques sur les coupes de terrassement

Nos remarques générales concernant l'ensemble de coupes de terrassement sont récapitulées dans le tableau suivant :

Profil	Commentaire	Pente rive gauche (°)	Pente rive droite (°)
1	Epaisseur de calcaire altéré potentiellement plus importante (cf sondage C2 (2014) et SC3 et SC4 (2019)). Les sols superficiels peuvent être limoneux jusqu'au toit du calcaire altéré. La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Distance théoriquement suffisante par rapport aux rails de la voie SNCF. Le microminage ne doit pas impacter la zone sensible du talus SNCF.	≈ 27 ($\approx 2H/1V$)	≈ 27 ($\approx 2H/1V$)
2	Epaisseur de formation meuble en tête potentiellement plus importante (cf sondages SD4 et SD5 (2019)). La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Epaisseur de calcaire altéré potentiellement plus importante (cf sondage C3 (2014) et SC5 (2019)). Distance théoriquement suffisante par rapport aux rails de la voie SNCF. Le microminage ne doit pas impacter la zone sensible du talus SNCF.	≈ 42 ($<1H/1V$)	-
3	Epaisseurs des couches cohérentes. Une érosion est à attendre sur les berges et dans le lit lors des phénomènes de crue majeurs. Distance théoriquement suffisante par rapport aux rails de la voie SNCF.	≈ 55 ($>1H/1V$)	-
4	Epaisseurs des couches cohérentes. Possibilité de limons en tête. Distance théoriquement suffisante par rapport aux rails de la voie SNCF. Le microminage ne doit pas impacter la zone sensible du talus SNCF.	≈ 45 ($\approx 1H/1V$)	≈ 27 ($\approx 2H/1V$)
5	Epaisseur de calcaire altéré potentiellement plus importante (cf sondage C5 (2014)). Remblais limoneux en tête au niveau du parking. La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges lors des phénomènes de crue majeurs.	≈ 27 ($\approx 2H/1V$)	-
6	Epaisseurs des couches cohérentes. La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges et dans le lit lors des phénomènes de crue majeurs. Microminage à priori envisageable.	≈ 45 ($\approx 1H/1V$)	-
7	Epaisseurs des couches cohérentes. Des épaisseurs légèrement plus importantes de limons sont probables vers le sud.	-	-
8	Epaisseur de formation meuble en tête potentiellement plus importante.	≈ 27	≈ 27

	La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges et dans le lit lors des phénomènes de crue majeurs.	(≈2H/1V)	(≈2H/1V)
9	Epaisseurs de formation meuble en tête et de calcaire altéré potentiellement plus importantes (cf sondages C Pont 2 (2014)). La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges lors des phénomènes de crue majeurs.	≈ 27 (≈2H/1V)	≈ 27 (≈2H/1V)
10	Epaisseurs des couches cohérentes. Globalement, les formations meubles en tête sont attendus plus probablement limono-argileux et graveleux, que sableux. La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges et dans le lit lors des phénomènes de crue majeurs.	≈ 27 (≈2H/1V)	-
11	Epaisseurs des couches cohérentes. La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges lors des phénomènes de crue majeurs.	< 27 (<2H/1V)	≈ 27 (≈2H/1V)
12	Epaisseurs des couches cohérentes. La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges lors des phénomènes de crue majeurs.	≈ 37 (>3H/2V)	-
13	Epaisseurs des couches cohérentes. La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges et dans le lit lors des phénomènes de crue majeurs.	-	≈ 34 (≈3H/2V)
14	Epaisseurs de formation meuble en tête et de calcaire altéré potentiellement plus importantes vers le nord (cf sondages SD8 et SC15 (2019)). La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges et dans le lit lors des phénomènes de crue majeurs.	-	≈ 32 (<3H/2V)
15	Epaisseurs de formation meuble en tête et de calcaire altéré potentiellement plus importantes vers le nord (cf sondage SC16 (2019)). La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges et dans le lit lors des phénomènes de crue majeurs.	-	≈ 27 (≈2H/1V)
16	Epaisseur de formation meuble en tête attendue sur environ 1,0m sus-jacente à un horizon de calcaire altéré attendu jusqu'à une profondeur d'environ 3,0 m/TN (cf sondage SC18 (2019)). La présence de matériaux sensibles en tête du profil pourrait engendrer de petits glissements de peau à la faveur d'épisodes pluvieux. Une érosion est à attendre sur les berges et dans le lit lors des phénomènes de crue majeurs.	≈ 27 (≈2H/1V)	-

Tableau 7 : remarques sur les coupes de terrassements

De manière générale, la présence de débris anthropiques ne peut pas être écartée au sein des couches superficielles sur l'ensemble du linéaire. Des hors profils pourront apparaître et des adaptations de pentes de talus pourront être nécessaires.

D'après les coupes de projet transmises par Artelia [3 et 4], les pentes définitives le long des talus ne devraient pas excéder 3H/2V pour les couches superficielles, à l'exception de certains profils (profils 2, 3 et 12). Des instabilités superficielles sont probables à la suite d'épisodes de crue majeurs au droit de ces profils. Nous conseillons, dans la mesure du possible, de réduire les pentes à 3H/2V (33,7°).

Les pentes définitives des berges constituées du calcaire pourront être de l'ordre de 1H/1V voire verticales dans le cas d'un calcaire sain.

Les opérations de terrassement en rive gauche du Lacoste devront être compatibles avec les préconisations de la SNCF vis-à-vis de la présence de la ligne ferroviaire à proximité des zones à terrasser.

En effet, la SNCF peut imposer la mise en place d'un blindage/soutènement dans le cas où le plan virtuel (pente 3H/2V) est intercepté par les terrassements.

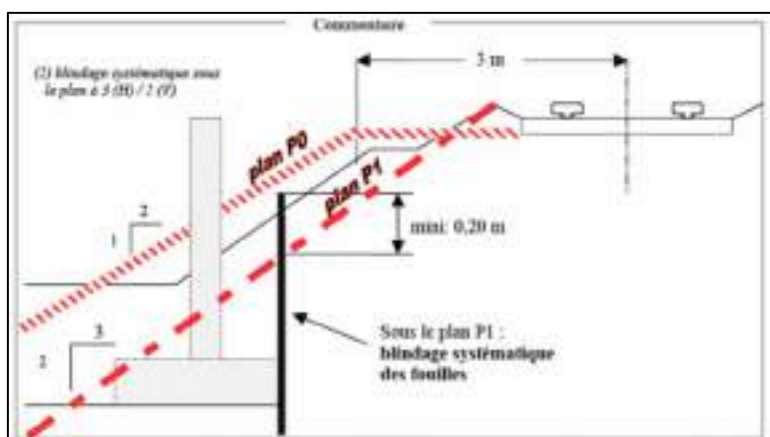


Figure 5 : Plan virtuel

D'après les coupes transmises, le projet ne semble pas intercepter ce plan virtuel.

Les terrassements ne devront en aucun cas déstabiliser les ouvrages existants (bâtiments, soutènements, ouvrages ferroviaires).

Afin d'assurer la stabilité des fouilles pendant toute la phase de construction des ouvrages d'art, nous vous recommandons de prévoir la réalisation d'un talutage provisoire avec des pentes n'excédant pas 3H/2V. Dans le cas où l'espace de travail disponible ne permettrait pas de pouvoir réaliser un tel talutage, il conviendra d'étudier la mise en place d'un dispositif de soutènement provisoire (blindage).

2.3 Protection des berges

Compte tenu de la nature des matériaux constitutifs des Remblais et Dépôts Quaternaires indifférenciés (C0), l'apparition de légères instabilités de type glissement de peau à la faveur des épisodes pluvieux et de phénomènes d'érosion à l'occasion d'épisodes de crue majeurs ne peuvent pas être écartées à ce stade de l'étude.

En phase provisoire, nous recommandons de protéger les parements des talus par un polyane cloué en tête et en pied.

En phase définitive, nous recommandons de prévoir l'engazonnement ou un ensemencement hydraulique des berges afin de renforcer leur stabilité superficielle et limiter les risques d'érosions lors des épisodes de crue.

Dans le cas où les vitesses d'écoulement lors d'un épisode de crue sont telles que ces solutions s'avèreraient insuffisantes, il conviendra d'envisager la mise en œuvre de protections externes de type parement (parement béton, enrochements libres, enrochements bétonnés, gabions...). Le cas échéant, selon le type de parement, une protection (géotextile) devra être mise en œuvre à l'interface entre les matériaux en place et le parement afin de limiter les phénomènes d'érosion de contact.

2.4 Gestion des eaux en phase chantier

Des venues d'eau, parfois d'origine karstique, d'intensité variable, sont attendues aux abords des fouilles en fonction de la saison et des conditions météorologique au moment des travaux.

Ces venues d'eau pourraient être de forte intensité lors d'épisodes pluvieux importants.

Les venues d'eau pourraient être gérées par un modelage du fond de fouille, permettant de contrôler les écoulements du ruisseau. Un phasage de terrassement spécifique sera à prévoir.

Nous recommandons néanmoins de prévoir la réalisation des travaux en période favorable (généralement de mai à octobre) afin de profiter de conditions météorologiques optimales.

La mise en place de batardeaux pourra s'avérer nécessaire pour les opérations de terrassements à proximité de bâtiments, notamment pour la mise en place des ponts. Des opérations de pompages plus ou moins importantes pourront également être nécessaires.

Dans le cas où le projet prévoit la réalisation de batardeaux en matériaux d'apport, la qualité des matériaux utilisés devra être vérifiée et validée, afin d'établir les modalités et préconisations nécessaires à leur mise en œuvre (compactage, traitement éventuel, ...). Il conviendra notamment d'exclure toute utilisation :

- de matériaux fortement argileux (type classe GTR « A3 » à « A4 ») pouvant présenter un comportement gonflant et pouvant poser des difficultés de mise en œuvre ;
- de matériaux fins purement sableux (type classe GTR « B1 » à « B2 ») dont la mise en œuvre est particulièrement délicate (difficultés de compactage) ;
- de matériaux riches en éléments évolutifs notamment en matière organique (ex : alluvions modernes, vases, tourbes, ...), gypseux, sous-produits industriels, ...

En première approche, nous recommandons donc l'utilisation de matériaux d'apports possédant des caractéristiques intrinsèques compatibles avec la réalisation de l'ouvrage (de type limons argileux de classe GTR A₁ / A₂ à l'état hydrique « m »). La teneur en eau des matériaux sera vérifiée avant et pendant le chantier, afin d'adapter au-fur et à mesure les modalités de mise en œuvre des matériaux.

2.5 Réutilisation des matériaux

Il est prévu plusieurs zones de remblaiement le long du linéaire.

Les matériaux représentatifs des Remblais et dépôts Quaternaires indifférenciés sont de classe GTR B₅/B₆ et A₁/A₂ et plus localement B₂ et C₁B₅.

Nous alertons le lecteur sur la sensibilité à l'eau de ces matériaux (chute de portance brutale pour une faible augmentation de la teneur en eau). Ainsi, leur réutilisation en remblai technique nécessitera un suivi de leur état hydrique et une maîtrise de la teneur en eau au moment des travaux. Les remblais sont susceptibles d'être non réutilisable dans certains secteurs (ferraille, plâtre). Nous recommandons d'effectuer un contrôle de l'homogénéité des remblais avant toute réutilisation.

A l'exception de la zone du rond-point de l'Agasse, autour du sondage SC3 de la campagne de 2019, les Remblais sont potentiellement réutilisables mais nous excluons toute utilisation pour les couches de forme. Ces matériaux pourront également être utilisés pour les remblais en fond de rivière.

L'étude de pollution a mis en évidence une pollution aux hydrocarbures au sein des remblais du sondage SC3. Ces matériaux ne sont ainsi pas réutilisables et nécessiteront une évacuation en filière spécifique (ISDND).

Pour les remblais réutilisables, un objectif de densification q₄ (I_c > 95% γ_d OPN) devra être recherché au niveau des remblais périphériques des ouvrages.

Nous recommandons d'adapter l'épaisseur des couches au matériel de compactage utilisé.

Les matériaux rocheux issus du Calcaire du Kimméridgien (C1), attendus de classe GTR R₂₁, sont utilisables en remblais sans conditions particulières et si concassage (compactage moyen) ou en couche de forme après fragmentation pour permettre le réglage de la plateforme (accompagnés éventuellement d'un traitement au liant hydraulique). Ce sont des matériaux insensibles à l'eau et pourront être utilisés comme remblais techniques.

Nous recommandons de prévoir la réalisation d'essais de contrôle de la qualité de compactage au pénétromètre dynamique après mise en œuvre des matériaux.

2.6 Traficabilité en phase travaux

La plateforme de travail sera constituée majoritairement par le Calcaire du Kimméridgien, sub-affleurant dans le lit du Lacoste et sur l'encaissant du vallon.

La plateforme de travail ne devrait pas poser de problème de traficabilité.

Néanmoins, la plateforme de travail pourra, plus localement, être constituée par des horizons limoneux.

Ces matériaux sont susceptibles d'être sensibles à l'eau c'est-à-dire susceptible de pouvoir changer brutalement de comportement pour de faible de variation d'état hydrique. Ainsi, une chute de leur capacité portante est à prévoir en cas d'humidification importante. Les conditions de traficabilité des engins de chantier y seront attendues plutôt mauvaises, notamment en période d'intempéries. L'entreprise devra prendre les précautions nécessaires pour ne pas remanier le fond de fouille auquel cas les matériaux devront être purger.

Nous recommandons donc de prévoir la réalisation d'une piste de chantier en matériaux d'apports insensibles à l'eau (type GNT 0/60 ou équivalent) au droit des zones où les matériaux limoneux seront prédominants.

Nous recommandons également la réalisation des opérations de terrassement en période favorables (généralement de mai à octobre).

Ces conditions seront favorisées pour des travaux réalisés par temps sec à faiblement humide mais pourront se dégrader davantage en cas de période pluvieuse prolongée et occasionner une diminution des cadences de production.

2.7 Synthèse sur les terrassements

Les opérations de terrassements intéresseront tout le linéaire du site.

Un zonage du site a été réalisé, suivant les zones à terrasser, afin de synthétiser un modèle géologique par zone, basé sur les résultats de nos investigations géotechniques et géophysiques.

La localisation des zones définies est présentée dans les cartographies ci-dessous :

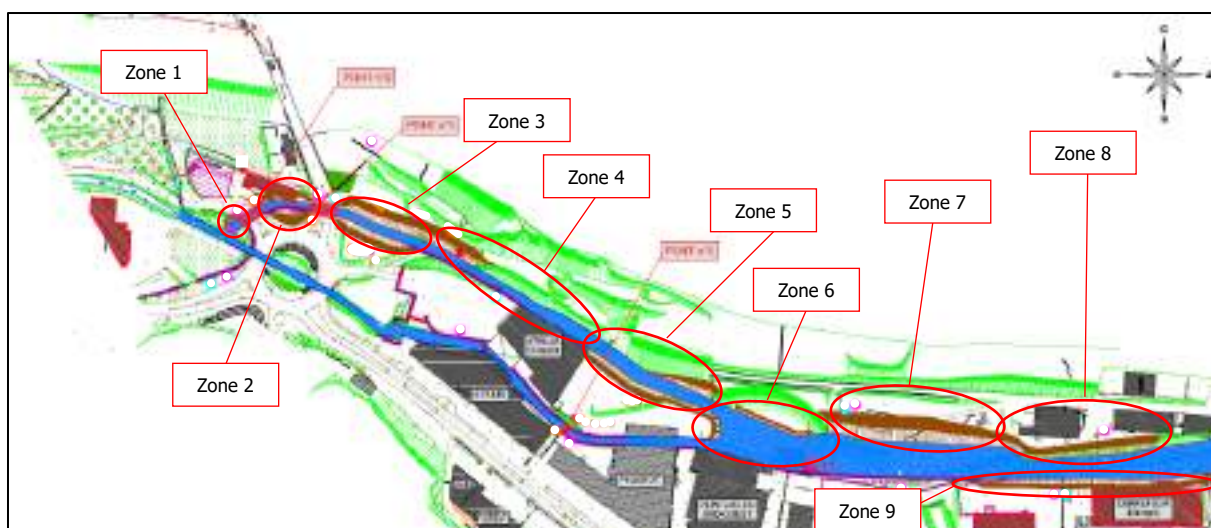


Figure 6 : Aménagements prévus zone amont (source : Artelia)

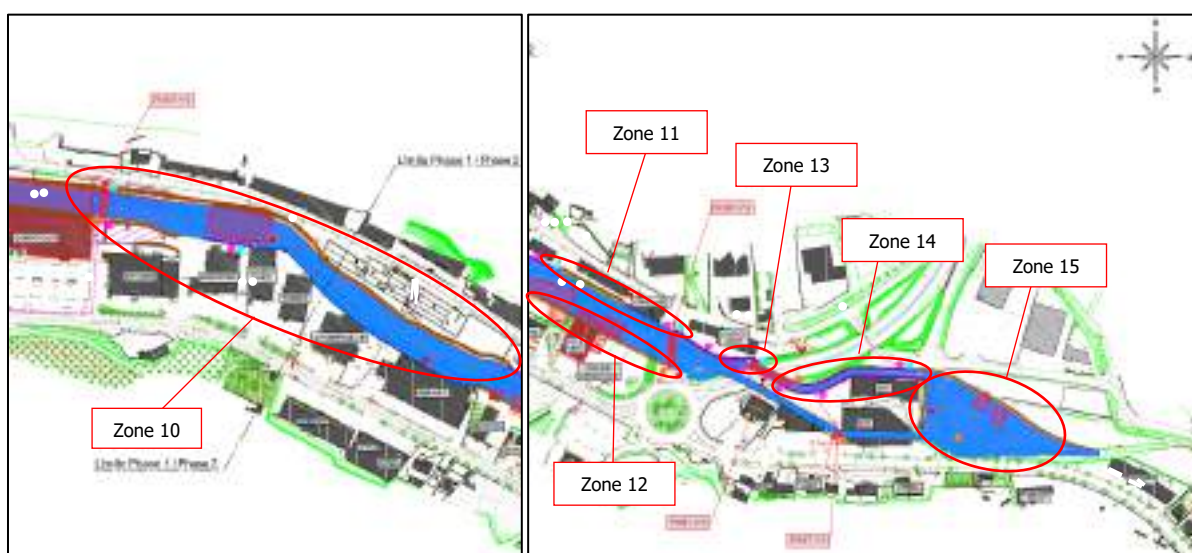


Figure 7 : Aménagements prévus zone centrale et zone aval (source : Artelia)

Le tableau suivant synthétise les caractéristiques géologiques moyennes à retenir pour chaque zone. Des interpolations ont été réalisés pour les zones qui se situent à proximité, ainsi des variations d'épaisseur pourront être rencontrées entre chaque zone et au sein du même zone, en fonction de la localisation.

Zone	Sondages de référence	Formations	Base (m/TN)	Base (NGF)	Epaisseur (m)	Classe GTR	Commentaire
1	SC2	Remblais (C0)	1,55	135,0	1,55	A ₁ , A ₂	-
		Calcaire altéré (C1.1)	2,00	134,6	0,45	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>13,00	123,6	>11,00		
2	SD1, C1	Remblais (C0)	3,00	135,1	3,00	A ₁ , A ₂	-
		Calcaire altéré (C1.1)	4,10	134,0	1,10	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,10	126,0	>8,00		
3	SP2, SC3, SC4, SD2, SD3, SD4, SP1 (2014), C2, C3	Remblais (C0)	4,00	136,2	4,00	A ₁ , A ₂ , B ₂ , B ₅	Contrebais du talus SNCF marqué par une forte épaisseur de remblais et une frange d'altération du calcaire épaisse
		Calcaire altéré (C1.1)	7,30	132,2	4,00	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>15,00	125,5	>15,00		
4	SP3	Remblais (C0)	1,60	134,2	1,60	A ₂ , B ₂	Calcaire affleurant dans cette

Zone	Sondages de référence	Formations	Base (m/TN)	Base (NGF)	Epaisseur (m)	Classe GTR	Commentaire
		Calcaire altéré (C1.1)	-	-	-	R ₂₁	zone (épaisseur de remblais susceptible d'être nulle)
		Calcaire sain (C1.2)	>12,50	123,3	>10,90		
5	C4	Remblais (C0)	-	-	-	-	Calcaire affleurant dans ce secteur
		Calcaire altéré (C1.1)	1,50	136,3	1,50	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>10,00	127,8	>8,50		
6	Aucun sondage de référence	Remblais (C0)	0,5	-	0,5	A ₁ , A ₂	Pas de sondages de référence. Modèle basé sur nos observations in situ (calcaire affleurant)
		Calcaire altéré (C1.1)	2,0	-	1,5	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>10,00	-	8,00		
7	SP4, SC7	Remblais (C0)	0,70	138,7	0,70	B ₅	Butte calcaire sur laquelle de nombreux débris anthropiques sont visibles (briques, béton...). Prévoir filiale d'évacuation spécifique
		Calcaire altéré (C1.1)	1,70	137,7	1,00	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,60	126,8	>10,90		
8	SC10	Remblais (C0)	2,50	133,8	2,50	B ₅	-
		Calcaire altéré (C1.1)	3,40	132,9	0,90	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,00	124,3	>8,60		
9	SP5, SC9, C6, SP2 (2014)	Remblais (C0)	3,30	130,2	3,30	A ₁ , A ₂ , B ₆	-
		Calcaire altéré (C1.1)	4,30	129,2	1,00	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,00	121,5	>7,70		
10	SP6, SP7, SC11, SC12, SD6, SD7, Cpont2, C7, C8	Remblais (C0)	1 à 4	-	1 à 4	A ₂ , B ₅ , B ₆	-
		Calcaire altéré (C1.1)	-	-	Jusqu'à 1 m	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,00	-	>9,00		
11	SP8, SP9, SC13, SC14, C9	Remblais (C0)	2,50	124,8	2,50	A ₂	-
		Calcaire altéré (C1.1)	4,00	123,3	1,50	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,50	114,7	>8,50		
12	Aucun sondage de référence	Remblais (C0)	2,50	124,8	2,50	A ₂	Pas de sondages de référence. Modèle basé sur nos observations in situ (semblable à zone 11)
		Calcaire altéré (C1.1)	4,00	123,3	1,50	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,50	114,7	>8,50		
13	SP10, SC15, SC16	Remblais (C0)	3,30	123,7	3,30	A ₁ , A ₂ , B ₅	Présence de la canalisation de gaz au droit du projet
		Calcaire altéré (C1.1)	4,90	122,1	1,60	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,50	114,5	>8,50		
14	SP11, SC17, SC18, SC19, SD9	Remblais (C0)	1,20	123,0	1,20	A ₁ , A ₂ , B ₅	
		Calcaire altéré (C1.1)	3,00	121,2	1,80	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,50	112,2	>9,50		
15	C11, SD11	Remblais (C0)	1,00	121,8	1,00	A ₁	
		Calcaire altéré (C1.1)	-	-	-	R ₂₁	
		Calcaire sain (C1.2)	>12,00	110,8	>11,0		

Tableau 8 : caractéristiques géologiques par zone

3 Recommandations générales

3.1 Incertitudes géotechniques

Hétérogénéité des dépôts superficiels :

Les Remblais et dépôts Quaternaires indifférenciés (C0) présentent des hétérogénéités en termes de propriétés mécaniques, en termes de classifications GTR et en termes d'épaisseurs. Les différentes classes GTR sont B₅/B₆ et A₁/A₂ et plus localement B₂ et C₁B₅. L'épaisseur de cet horizon est variable le long du linéaire (0,5 à 4 m), en fonction des différents aménagements antérieurs du site. Des blocs de tailles diverses sont également attendues dans les Remblais et dans les zones d'éboulement.

Des sur profondeurs localisées pouvant nécessiter des opérations de purge/substitution au droit des futurs ouvrages d'art et mur de soutènement ne sont pas à exclure.

Hétérogénéité du calcaire altéré :

Le Calcaire du Kimméridgien altéré (C1.1) présente également des hétérogénéités, particulièrement en termes de variations latérales et d'épaisseurs. Dans certains secteurs, le calcaire altéré peut atteindre plusieurs mètres, tandis que son épaisseur peut être quasi-nulle dans d'autres secteurs.

Ces hétérogénéités sont probablement dues aux circulations préférentielles des eaux, en faveur d'un réseau de fissure.

Présence de karst :

Les campagnes d'investigation géophysique et géotechnique n'ont pas mis en évidence de cavité karstique majeur au droit du site. Néanmoins, un réseau de fracture s'est développé superficiellement (frange du calcaire altéré) et des fractures profondes sont attendues.

La présence de cavités karstiques souterraines n'est toutefois pas à exclure, bien que non reconnue au droit de nos sondages géotechniques ponctuels. La campagne géophysique a révélé des anomalies pouvant être assimilées à un réseau karstique à une profondeur supérieure à 12 m au Nord du site.

Lors de la campagne de 2014, des karsts, dont l'extension n'est pas connue, avaient été reconnus en partie Sud.

Notons également que compte tenu du contexte, des venues d'eau superficielles sont à prévoir. L'intensité de ces venues d'eau n'est pas connue à ce jour. Nous recommandons de réaliser les travaux en période favorable (généralement de mai à octobre) afin de limiter le risque de venues d'eau pendant le chantier.

En cas de rencontre d'une cavité karstique, nous ne recommandons pas d'injection de comblement. Cette technique d'amélioration de sol modifierait l'organisation des circulations d'eau souterraine en relation avec le réseau karstique.

Avoisinants et mitoyens :

Le mode de fondation des ouvrages mitoyens et avoisinants, dont les bâtiments, n'est pas connu à ce stade du projet.

Compte tenu de l'importance du projet (opérations de terrassement lourde, mise en place de soutènement), nous recommandons de rester vigilant lors de la réalisation des terrassements aux abords, de manière à ne pas déstabiliser les horizons de fondation des ouvrages.

La mise en place de blindage s'avèrera nécessaire pour les travaux à proximité de ces bâtiments.

Les zones d'appui de fondation devront faire l'objet d'une réception de fond de fouille par un géologue et préalablement être étudiées avec une prospection géophysique en forage (méthode électrique) afin de déceler d'éventuelles zones de vide pouvant avoir une incidence sur la stabilité de l'ouvrage. De façon préventive le dimensionnement des fondations devra intégrer un calcul de renforcement du ferrailage.

Réseaux nombreux au droit du site :

De nombreux réseaux sont attendus le long des voiries existantes, qui seront réaménagées pour la mise en place des ouvrages de franchissement, et dans le cadre du projet en général.

Nous tenons notamment à signaler la présence d'un important réseau de gaz au droit de l'emprise du projet sur toute la partie Nord, à savoir au droit du pont n°3 et 5 (pour les ouvrages d'art), ainsi que la continuité du canal de décharge Nord et le bassin de rétention (soutènements/terrassements).

Ce réseau pourra poser des problématiques, voir l'interdiction, des terrassements et contraindre la réalisation du projet. A ce stade du projet, nous ne connaissons la profondeur de cette canalisation. Nous recommandons à la Maitrise d'Ouvrage de se rapprocher des services de TEREKA de manière à pouvoir intégrer leurs recommandations au projet.

Terrassement en zone SNCF :

Le projet prévoit la réalisation d'opération de terrassement à proximité d'un talus et d'ouvrages SNCF. Des prescriptions particulières, vis-à-vis des travaux pourrait être imposées par cette dernière. Nous recommandons à la Maitrise d'Ouvrage de se rapprocher des services de la SNCF de manière à pouvoir les intégrer au projet.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet et la rédaction du DCE.

L'entreprise prévoira au titre de sa mission G3 toutes les investigations qu'elle estime nécessaire ainsi que les essais et contrôles pour la bonne exécution de ses travaux.

L'Ingénieure chargée de l'étude

Manon Pochet

ANNEXES

- ANNEXE 1** ETUDE GEOPHYSIQUE
- ANNEXE 2** ETUDE ENVIRONNEMENTALE
- ANNEXE 3** COUPES DE TERRASSEMENTS (ARTELIA)
- ANNEXE 4** RESULTATS DES MODELISATIONS – TALREN V6©
- ANNEXE 5** CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES

ANNEXE 1 Etude géophysique



**Communauté d’agglomération du
Grand Cahors
Cahors**

Ruisseau du Bartassec – CAHORS (46)

*Imagerie des sols par réflectométrie géoradar,
Sismique réfraction et tomographie électrique.*



DOSSIER : C18-11730			Pièce n° 1B	
Indice	Date	Observations – Modifications	Etabli par	Vérifié par
A	06/06/2019	Diffusion après contrôle interne	C. DELEBARRE	D. MEIXEDO
Nbre de pages : 70		Nbre d'annexe(s) : 6	Nombre de plans : 2	

GRILLE DE REVISION

REV PAGE	0	A	B	C	D	REV PAGE	0	A	B	C	D
1		X				36		X			
2		X				37		X			
3		X				38		X			
4		X				39		X			
5		X				40		X			
6		X				41		X			
7		X				42		X			
8		X				43		X			
9		X				44		X			
10		X				45		X			
11		X				46		X			
12		X				47		X			
12		X				48		X			
13		X				49		X			
14		X				50		X			
15		X				51		X			
16		X				52		X			
17		X				53		X			
18		X				54		X			
19		X				55		X			
20		X				56		X			
21		X				57		X			
22		X				58		X			
23		X				59		X			
24		X				60		X			
25		X				61		X			
26		X				62		X			
27		X				63		X			
28		X				64		X			
29		X				65		X			
30		X				66		X			
31		X				67		X			
32		X				68		X			
33		X				69		X			
34		X				70		X			
35		X									

Annexe	Nbre de page	Objet de l'annexe
1	2	Implantation
2	20	Procès-verbal radar structure
3	18	Géoradar
4	6	Sismique réfraction
5	3	ERT (Tomographie de Résistivité Electrique)
6	3	Description des méthodes et moyens mis en œuvre

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	3
1.1	Définition de l'opération	3
1.2	Qualité	3
2	LOCALISATION DES MESURES	4
2.1	Réflectométrie radar	4
2.2	Sismique réfraction	4
2.3	Electrical Resistivity Tomographie (ERT)	4
3	PRESENTATION DES RESULTATS.....	5
3.1	Echelles de couleur et légendes	5
3.2	Méthode d'analyse.....	5
4	ANALYSE DES RESULTATS	6
4.1	Réflectométrie radar	6
4.1.1	Radar structure.....	6
4.1.2	Géoradar.....	6
4.2	Sismique réfraction	9
4.3	Profil électrique (ERT).....	10
6	SYNTHESE ET CONCLUSION	11

1 INTRODUCTION

1.1 Définition de l'opération

REFERENCES
Devis : P18-21042 Projet : Reconnaissance du sol et d'éventuels désordres pour l'aménagement du ruisseau du Bartassec à Cahors (46).

Tableau 1. Identification de l'opération

A la demande et pour le compte de la communauté d'agglomération du Grand Cahors, SEMOFI a mené une campagne d'imagerie géophysique par réflectométrie géoradar, résistivité électrique et sismique réfraction dans et autour du ruisseau du Bartassec, sur la commune de Cahors (46). La présente étude a pour objectif la caractérisation du sol et d'éventuelles anomalies le long du ruisseau.

La réflectométrie radar repose sur le principe de réflexion/diffusion d'ondes électromagnétiques. Cela nous permet de détecter des cavités, des zones de décollements et décompactions affectant la tranche de sol auscultée.

La tomographie de résistivité électrique (ERT) permet de mesurer la différence de potentiel dans les couches de sous-sol au droit du linéaire investigué au moyen d'un dispositif composé de dipôles d'injection/réception. Les résultats se présentent sous la forme de coupes verticales de la distribution de la résistivité électrique ($\Omega.m$).

La sismique réfraction permet de connaître l'épaisseur et la vitesse de propagation des ondes dans les matériaux et d'identifier ainsi les changements de facies. Les résultats se présentent sous la forme de coupes verticales de la distribution de la vitesse (m/s).

Ces trois méthodes permettent d'optimiser l'implantation des sondages de contrôle ainsi que de mettre en évidence la présence potentielle de karsts ou zones de fracturations importantes.

Les mesures ont été réalisées du 27 janvier au 5 février 2019 et du 28 février au 1 mars par V. CORNET, J. DA SILVA et K. CARRASQUEIRA, techniciens Géophysiciens, C. DELEBARRE et D. MEIXEDO, ingénieurs géophysiciens.

Le traitement des données a été réalisé par C. DELEBARRE, J.C. NADEAU, et D. MEIXEDO, ingénieurs géophysiciens, à l'aide des logiciels ERTLab, Reflexw, Radan 7, DraftSight, SeisImager, Surfer et EXCEL.

Le présent rapport a été rédigé par C. DELEBARRE, relu par D. MEIXEDO.

1.2 Qualité

Le mode opératoire de la reconnaissance sera réalisé selon les recommandations du Code de Bonne Pratique de la Géophysique appliquée, édité par l'AGAP (système qualité – Recommandations fondées sur la norme européenne EN 29001, pour l'assurance de la qualité des prestations de services en géophysique).

2 LOCALISATION DES MESURES

2.1 Réflectométrie radar

L'acquisition a été réalisée avec une antenne monofréquence de 160 MHz pour la géologie et 2.7GHz pour le radar structure.

L'acquisition du radar structure a été réalisée sur les 11 voiles accessibles depuis le ruisseau du Bartassec avec un passage vertical et horizontal, les procès-verbaux sont disponibles en Annexe 2.

Les profils géoradar réalisés avec l'antenne MALA 160 MHz ont été réalisés dans et autour du canal. Le Plan d'Implantation des mesures est fourni en Annexe 1. Les résultats de l'auscultation géoradar sont disponibles en Annexe 3.

2.2 Sismique réfraction

La campagne d'investigation a été réalisée à l'aide de 8 profils réalisés sur les berges du canal ; le plan d'implantation est disponible en Annexe 1.

Les profils font entre 60 et 180 m de long et ont été réalisés au moyen d'un dispositif variant de 24 à 36 géophones, avec un espacement de 5 m entre capteurs. Les résultats sont présentés en Annexe 4.

2.3 Electrical Resistivity Tomographie (ERT)

Les mesures de tomographie électrique ont été réalisées dans le canal à l'aide d'un Syscal Pro au moyen d'un dispositif composé de 4 bobines et de 96 électrodes. Les profils font entre 150 et 1000 m. Le plan d'implantation est disponible en Annexe 1. Les résultats sont présentés en Annexe 5.

3 PRESENTATION DES RESULTATS

3.1 Echelles de couleur et légendes

La légende suivante est utilisée pour interpréter les profils de sismiques réfractions :

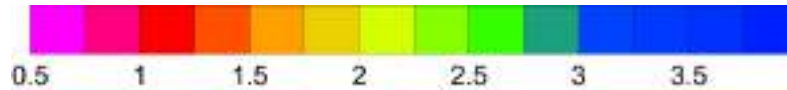


Figure 1. Echelle de couleur de la vitesse des ondes en km/s

La légende suivante est utilisée pour interpréter les profils résistivité électrique :

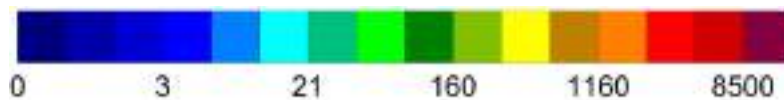


Figure 2. Echelle de couleur de la résistivité du sol Ω/s

La légende ci-dessous est utilisée pour interpréter l'ensemble des radargrammes :



Figure 3. Echelle de gravité des anomalies

3.2 Méthode d'analyse

L'ensemble des profils ont été projetés sur les courbures du canal pour obtenir la position réelle des anomalies par rapport à son tracé. L'ensemble des anomalies ont été relevées pour chaque méthodes utilisées, puis comparées entre elles en ajoutant les résultats des sondages.

4 ANALYSE DES RESULTATS

4.1 Réflectométrie radar

4.1.1 Radar structure

L'inspection visuelle et du radar structure nous a permis de distinguer des voiles de différente nature. Les résultats sont détaillés dans les procès-verbaux disponibles en Annexe 2.

4.1.2 Géoradar

Les radargrammes, disponibles en Annexe 3, ont été réalisés en fond du canal ainsi que sur les différentes berges selon l'accessibilité du site (Cf. Plan d'annexe 1), au moyen d'une antenne MALA de 160 MHz. Cela a permis d'imager les pendages des couches géologiques ainsi que différentes anomalies. La profondeur d'investigation varie entre 10 et 20 m de profondeur selon les conditions du terrain.

Les signatures mises en évidence sont majoritairement caractérisées par des anomalies mineures se trouvant en moyenne autour de 5 m de profondeur.

Numéro	Position de la signature	Hauteur (NGF)	Gravité	Origine suspecté
AR1	47.5m (P1)	125 m	Mineure	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche calcaire, comme une fissuration ou une légère altération.
AR2	85 à 90 m (P3)	128 m	Moyenne	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche calcaire, comme une fissuration ou une altération.
AR3	85 à 200 m (P3)	134 à 140 m	Nulle	L'ensemble des réflecteurs jaunes correspondent des zones de remblais contenant des objets métalliques, d'où la présence de fort réflecteurs éparses.
AR4	80 à 105 m (P2)	122 m	Mineure	Les forts réflecteurs représentent le pendage de la roche.
AR5	104 à 107.5 m (P2)	123 m	Moyenne	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche calcaire, comme une fissuration ou une altération.
AR6	12 à 60 m (Pc1)	136 m	Nulle	Ces réflecteurs sont dus à des petits débris métalliques dans le sol.
AR7	104 à 160 m (Pc2)	135 m	Mineure	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR8	150 à 186 m (Pc2 & Pc3)	130 m	Nulle	Les forts réflecteurs caractérisent les pendages de la roche.

AR9	310 à 360 m (P11)	130 m	Nulle	Les forts réflecteurs caractérisent les pendages de la roche.
AR10	203 et 211 m (P4)	132.5 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR11	227, 240 et 270m (P4)	De 170 à 136 m	Mineures	Ces réflecteurs sont dus à des petits débris métalliques dans le sol.
AR12	205 à 285 m (P4)	120 m	Nulle	Les forts réflecteurs caractérisent les pendages de la roche.
AR13	265 à 315 m (P4)	128 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR14	250 m (Pc3)	136 m	Moyen	Ce fort réflecteur peut être dû à un vide ou une hétérogénéité
AR15	252 et 313 m (Pc3)	133 m	Nulle	Les forts réflecteurs caractérisent les pendages de la roche.
AR16	255 à 280 et de 290 à 311 m	192 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR17	350 à 400 m '(Pc4)	128 m	Forte	L'origine peut être due à de l'altération.
AR18	486, 497 et 540 m (P6)	134 m	Mineures	Ces réflecteurs sont dus à des petits débris métalliques dans le sol.
AR19	522 m (P8)	132 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR20	404 à 430m	130 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR21	490 à 560 m (Pc6)	130 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR22	725, 752 et 780 m	120 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR23	619 et 640 m	130 m	Mineure	Ces réflecteurs sont dus à des petits débris métalliques dans le sol.
AR24	925 m	125 m	Forte	L'origine peut être due à de l'altération.
AR25	842, 908 et 928 m	128m	Mineure	Les forts réflecteurs caractérisent les pendages de la roche.
AR26	800 à 840 m et 920 à 950 m	123 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.

AR27	1030 m	125 m	Forte	L'origine peut être due à de l'altération.
AR28	1085 à de 1150 à 1160 m	120 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR30	1010 à 1020 m et 1130 à 1140 m	123 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR31	1236 m	122 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR32	1210, 1242 m et 1236 m	117 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR33	1378, 1382m et 1400 m	124 m	Mineure	Ces réflecteurs sont dus à des petits débris métalliques dans le sol.
AR34	1200 à 1280 m	122.5 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR35	1342 m	125 m	Mineure	Les forts réflecteurs caractérisent les pendages de la roche.
AR36	1435 et 1560 m	120 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.
AR37	1520 et 1580 à 1600 m	120 m	Forte	L'origine peut être due à de l'altération.
AR38	1660 à 1680m et 1730 à 1760m	118 m	Mineures	L'origine peut être due à une hétérogénéité de la roche, comme une fissuration ou une altération.

La plupart des anomalies répertoriées sont de faible gravité avec pour origine une légère décompaction ou fissuration dans la roche. La plupart des réflecteurs linéaires sont dû a un changement de couche géologique.

4.2 Sismique réfraction

Les résultats des profils sismiques réfraction sont disponibles en Annexe 4, le plan d'implantation est disponible en Annexe 1.

Sur l'ensemble des profils nous pouvons distinguer trois couches de propriétés différentes :

Remblais et ou terre végétale Epaisseur : 1 à 6 m Vitesse : 0.6 à 1.2 km/s
Zone de transition, grave ou roche altérée Epaisseur : 1 à 5m Vitesse : 1.2 à 3 km/s
Calcaire Vitesse : > 3 km/s

D'après les mesures sismiques réalisées, il est possible de déterminer la profondeur NGF du toit du calcaire :

Nom du profil	Calcaire altéré			Calcaire	
	Prof. NGF (m)	Epaisseur (m)	Vitesse (km/s)	Prof. NGF (m)	Vitesse (km/s)
P1	135 à 139.8	1 à 2.45	1.2 à 3	132.5 à 138.7	> 3
P2	131.5 à 135.6	1.5 à 10	1.3 à 3	118.7 à 132.9	> 3.1
P3	131 à 134	2.25 à 8.3	1.3 à 3	125 à 129.8	> 3
P4	124.2 à 125	3.6 à 4.7	1.2 à 3	123	> 3
P5	126.5	2.5 à 5.8	1.4 à 3	121.8 à 124.6	> 3.4
P6	124.4 à 126.4	1.4 à 2.9	1.28 à 3	121.3 à 124.9	> 3
P7	118.4 à 119.6	0.9 à 1.6	1.3 à 3	117.6 à 118.2	> 3.2
P8	122.5 à 123.8	2.9 à 10.5	1.37 à 3	111.7 à 117.2	> 3

Comme nous pouvons le constater en Annexe 4 des changements latéraux de la géologie sont constatés par endroits :

- Profil P2 : Anomalie notée AS1, de 600 à 620 m par rapport à la parallaxe. Cette « anomalie » représente une chute du toit de la roche et donc un épaissement du remblai ou de la zone de transition.
- Profil P3 : Anomalie notée AS2 entre 570 et 610 m par rapport à la parallaxe. Ce double abaissement du toit de la roche peut venir de paléo-canaux ou d'une zone de remblais.
- Profil P8 : Ane anomalie notée AS3. Cette anomalie correspond à un abaissement du toit de la roche.

4.3 Profil électrique (ERT)

Les profils électrique ou **ERT** (Electrical Resistivity Tomography) ont été réalisés au moyen de protocoles Schlumberger Inversé et Dipôle-Dipôle. Les profils, disponibles en Annexe 5, sont présentés dans le sens d'écoulement du canal (Sud-Nord). L'ensemble des profils ont été réalisés en fond de canal, hormis P1 qui a été réalisé en amont Sud.

La gamme de résistivité des mesures obtenues varie de de 3 $\Omega.m$ à 5 000 et + $\Omega.m$ pour les plus grands pics. Les anomalies identifiées sont détaillées dans le tableau ci-après :

Nom	Localisation	Valeur ($\Omega.m$)	Prof. (NGF)	Commentaire
AE 1	65 à 107 m 228 à 265 m 294 à 215 m 845 à 1050m	3 000 à 5 000	107 et 129 m	Des anomalies de très fortes résistivités. Ces anomalies se retrouvent sur l'ensemble des profils, elles peuvent correspondre à des zones de roche très concassée ou de failles et fractures. Les interstices n'étant pas nécessairement comblées par de l'eau mais de l'air peut amener à augmenter la résistivité électrique de la couche. Aux vues des résultats des sondages ces couches semblent caractériser des graves compactes ou à du calcaire fracturé.
AE 2	30 à 60 m 110 à 210 m 260 à 290 m 450 à 505 m 1420 à 1640 m	1 000 à 3 000	112 à 134 m	Ces anomalies de fortes résistivités se trouve pour la plupart en périphérie des zones de plus fortes résistivités. Elles peuvent correspondre à des zones de graves, ou à du calcaire fracturé.
AE 3	788 à 835 m 875 à 910 m 1015 à 1040 m 1575 à 1600 m 1695 à 1705 m	0 à 20	104 à 125 m	Ces anomalies de très faibles résistivités peuvent correspondre à des zones marneuses ou à de la grave chargée en eau.

L'ensemble des zones de faibles ou de fortes résistivités ne sont pas assimilables à des anomalies géologiques tels que des karsts ou des altérations majeures. Cependant nous pouvons les considérer comme des zones de grave ou de fracturation les zones plus résistantes, ainsi que des zones de marne ou d'intrusions argileuse pour les parties de plus faibles résistivités. Ces observations sont corroborées par les sondages géotechniques effectués.

6 SYNTHÈSE ET CONCLUSION

Les reconnaissances par méthode géoradar, réflectométrie et par résistivité électrique menées par SEMOFI à la demande et pour le compte de Communauté d'agglomération du Grand Cahors, pour le diagnostic et la caractérisation des éventuels désordres le long du canal n'ont mis en évidence aucun karst notable.

Les différentes méthodes géophysiques ont révélé plusieurs typologies d'anomalies détaillées ci-après, par tronçons de 200 m, et ont été comparées avec la campagne de sondage menée par GEOSOND.

Les méthodes employées sont complémentaires et permettent de caractériser les éléments suivants :

- La profondeur du toit de la roche par la sismique réfraction
- Les hétérogénéités dans les couches géologiques par l'ERT
- Les anomalies de décompaction en proche surface par le radar.

Tronçons	Radar		Sismique : Toit de la roche (NGF)	ERT	Forage		Synthèse
	Anomalie	Prof toit (NGF)			Nom	Anomalie	
0 -200 m	AR1, 2, 5 et 7	131 à 138	135 à 139	AE1 et AE2	SP1,2, SC1,2,3,4 SD1,2,3,4	On peut noter des zones de grave et d'argile SC1 & SC3)	Aucune anomalie majeure détectée, seulement la répartition géologique.
200-400 m	AR9,10,11,12, 13,14,15,16,17	130 à 138	N.C.	AE1 et AE2	SP3 SC5	Zone de grave et d'argile	Aucune anomalie sur toute la hauteur du sondage réalisé.
400-600 m	AR18,19,20,21	128 à 142	131 à 135.6		SP4 SC7,8	Zone de graves	Aucune anomalie majeure détectée, seulement la répartition géologique.
600-800 m	AR22,23	121 à 130	N.C.	AE1,3	SP5 SC9,10	Zone de graves	Les anomalies géophysique mettent en évidence la géologie.
800-1000 m	AR24,25,26	124 à 125	124.2 à 125	AE1	SP6 SD6 SC11,12	Non	Aucune anomalie sur toute la hauteur du sondage réalisé.
1000-1200 m	AR27,29,30	122 à 123	126.5	AE3	SD7 SP7	Non	Aucune anomalie majeure détectée, seulement la répartition géologique.
1200-1400 m	AR31,32,33, 34,35	120 à 127	N.C.		SC13,14 SP8	Non	Aucune anomalie majeure détectée, seulement la répartition géologique.
1400-1600 m	AR36,37	120 à 123	118.4 à 126.4	AE1,2	SP9,10 SC15,16,17 SD8,9	Non	Aucune anomalie sur toute la hauteur du sondage réalisé.
1600-1800 m	AR38	117	122.5 à 123.8	AE1,3	SC18,19 SD10,11 SP11	Non	Aucune anomalie majeure détectée, seulement la répartition géologique.

Dans l'ensemble les anomalies ne sont pas dues à des désordres géologiques majeurs comme des karsts ou des zones de fortes altérations mais aux variations dans les différents faciès géologiques. Le radar ayant une meilleure résolution cela permet de mettre en évidence en faible profondeur (10 à 20 m) les zones de décompactons de la roche et de détecter des altérations plus ponctuelles.

Dans son ensemble la campagne géophysique n'a révélée aucune anomalie majeure, ces dernières sont toutes d'origine géologique provoquée par la différence de nature des couches.

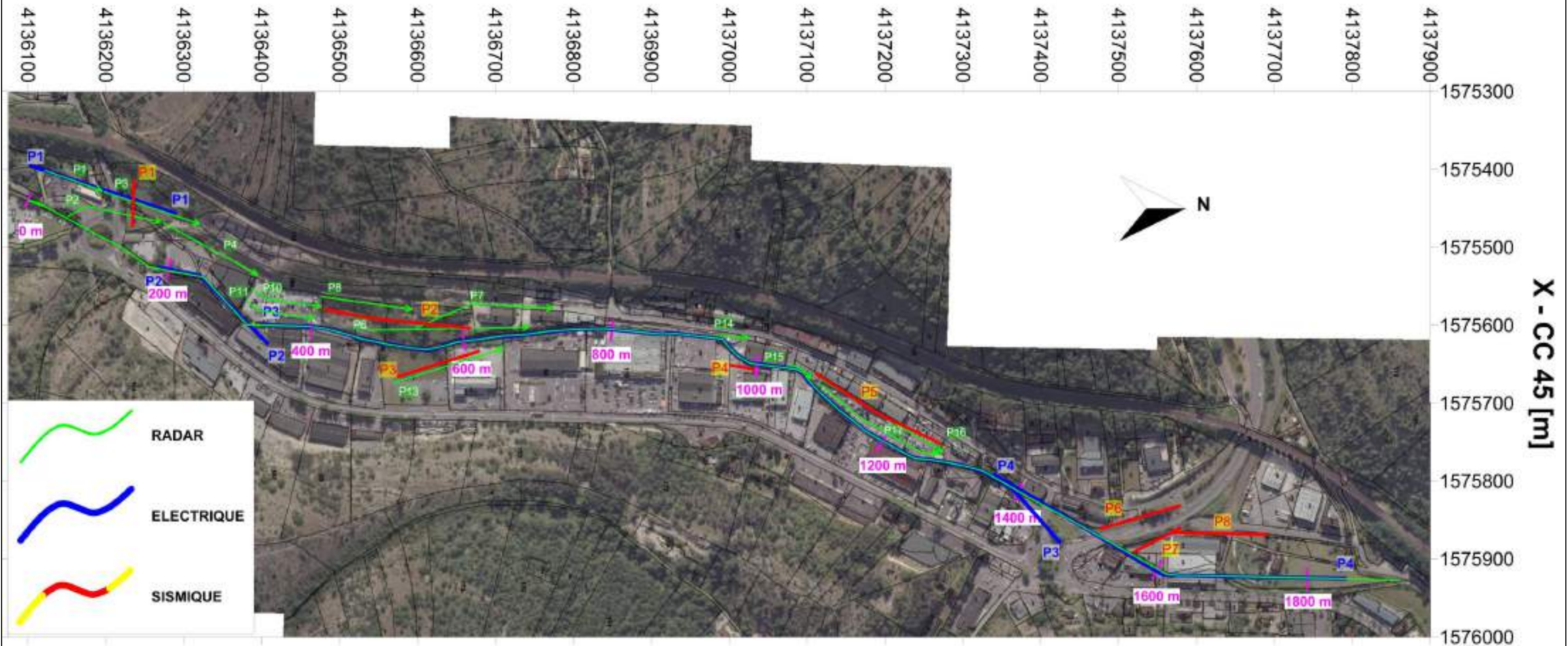
ANNEXE 1 : PLAN D'IMPLANTATION

PLANCHE 1

Plan d'implantation

Grand cahors – Cahors (46)

Y - CC 45 [m]



Affaire

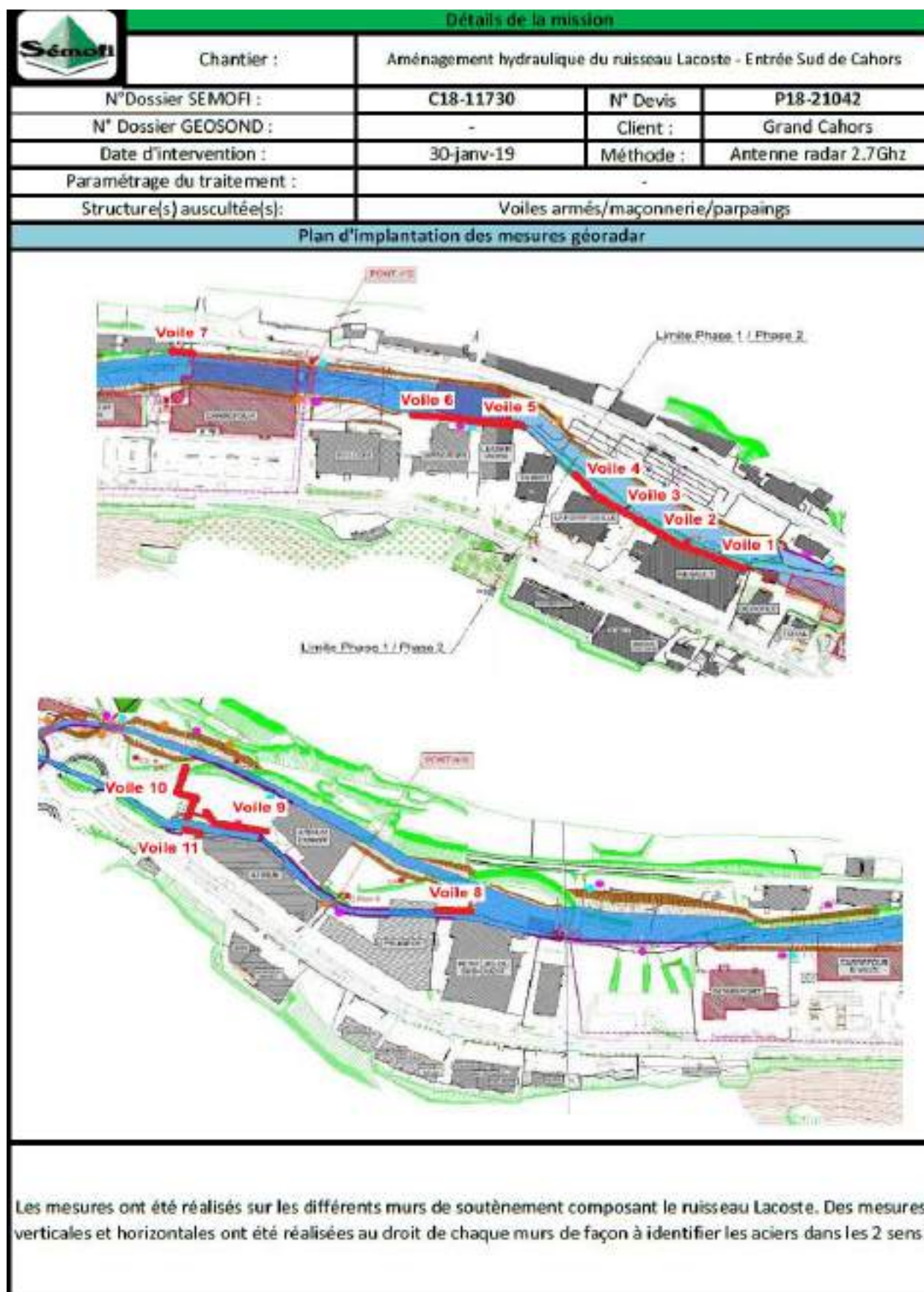
C18-11730

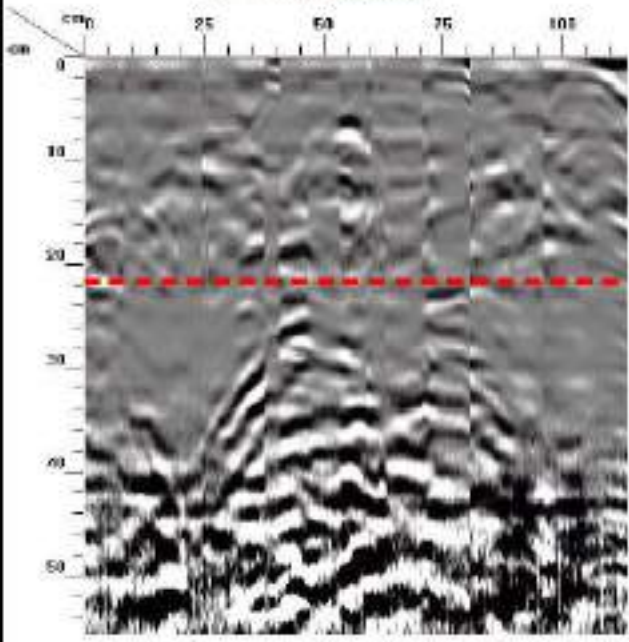
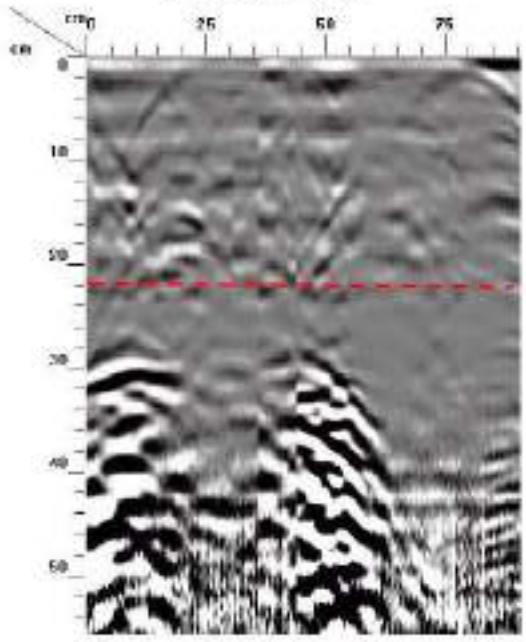
Date

03/06/2019

Client : Grand Cahors

ANNEXE 2 : Investigation Radar Structure



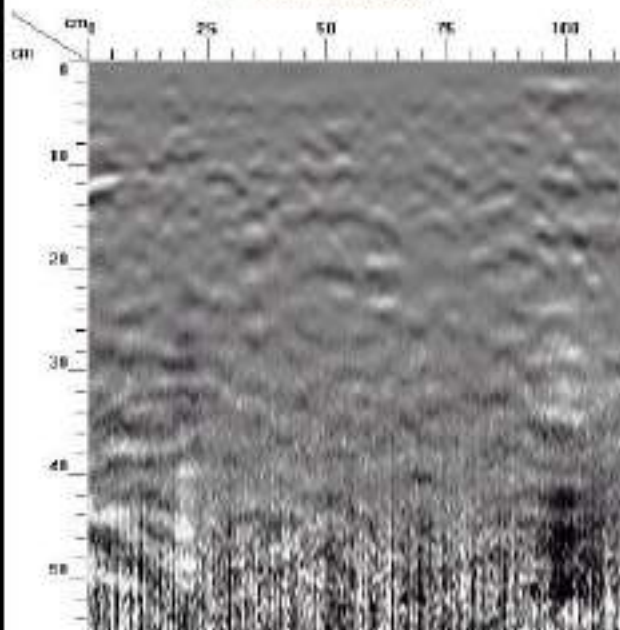
Détails de la mission			
	Chantier :	Aménagement hydraulique du ruisseau Lacoste - Entrée Sud de Cahors	
N° Dossier SEMOFI :	C18-11730	N° Devis :	P18-21042
N° Dossier GEOSOND :	-	Client :	Grand Cahors
Date d'intervention :	30-janv-19	Méthode :	Antenne radar 2.7Ghz
Paramétrage du traitement :	T zéro, Cste diélec relative à 8, Bruit de fond		
Structure(s) auscultée(s):	Voiles armés/maçonnerie/parpaings		
Résultats du géoradar : Voile n°1			
		Synthèse des résultats	
		Epaisseur du voile :	22 cm
		P1 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux :	
		Aucun aciers détectés	
		P2 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux :	
Aucun aciers détectés			
Commentaires :		Les mesures, réalisées sur un voile en maçonnerie, n'indiquent aucune présence d'aciers. La nature des matériaux et l'irrégularité de la surface de mesure ne permet pas d'identifier formellement l'épaisseur du voile. Au regard de la configuration du site et de la réponse du radargramme, il apparaît que le voile est accolé à une autre structure.	
Photo du voile			
P1 - Profil Horizontal 		P2 - Profil Vertical 	

Détails de la mission			
Chantier :		Aménagement hydraulique du ruisseau Lacoste - Entrée Sud de Cahors	
N°Dossier SEMOFI :	C18-11730	N° Devis :	P18-21042
N° Dossier GEOSOND :	-	Client :	Grand Cahors
Date d'intervention :	30-janv-19	Méthode :	Antenne radar 2.7Ghz
Paramétrage du traitement :	T zéro, Cste diélec relative à 8, Bruit de fond		
Structure(s) auscultée(s):	Voiles armés/maçonnerie/parpaings		
Résultats du géoradar : Voile n°2 - Partie A			
Synthèse des résultats			
Epaisseur du voile (supposée) :		31 cm	
P1 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux :			
Aucun aciers détectés			
P2 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux :			
Aucun aciers détectés			
Commentaires :			
Les mesures réalisées n'indiquent aucune présence d'aciers. La nature des matériaux ne permet pas d'identifier formellement l'épaisseur du voile.			

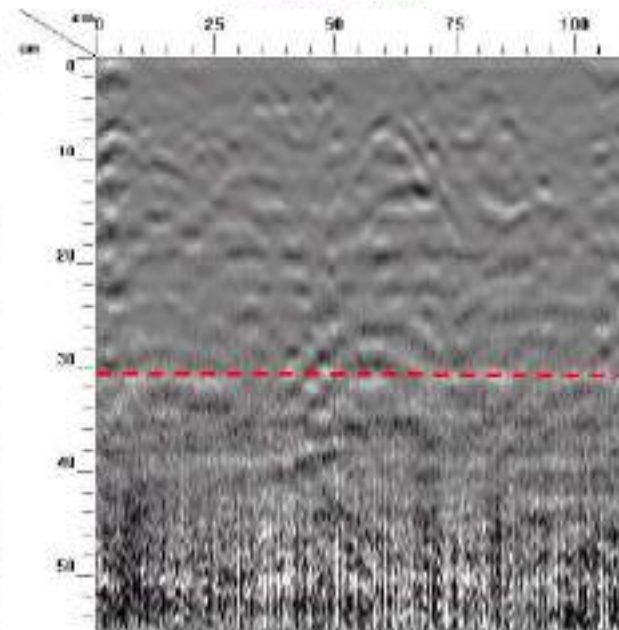


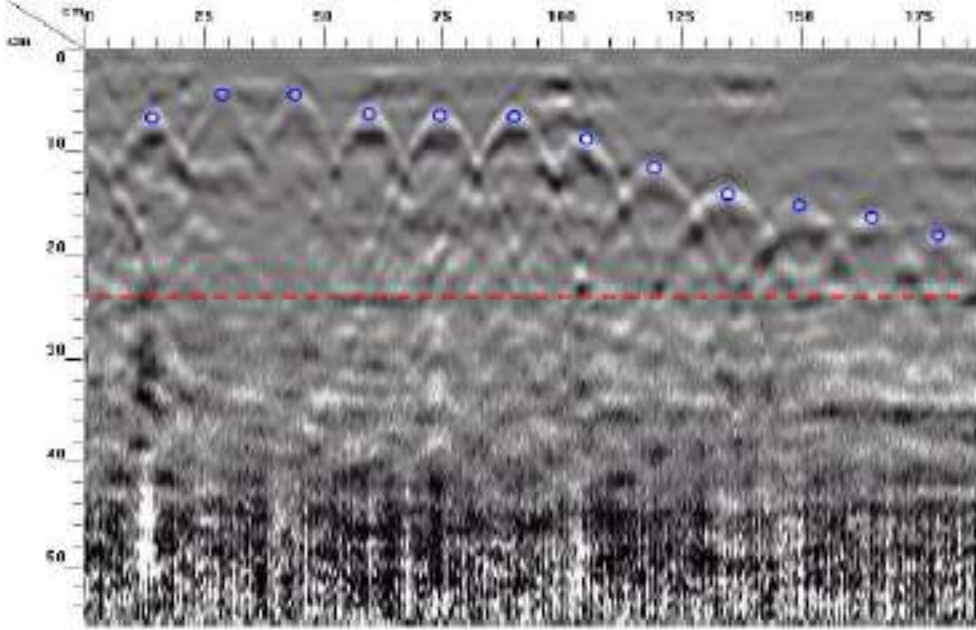
Photo du voile

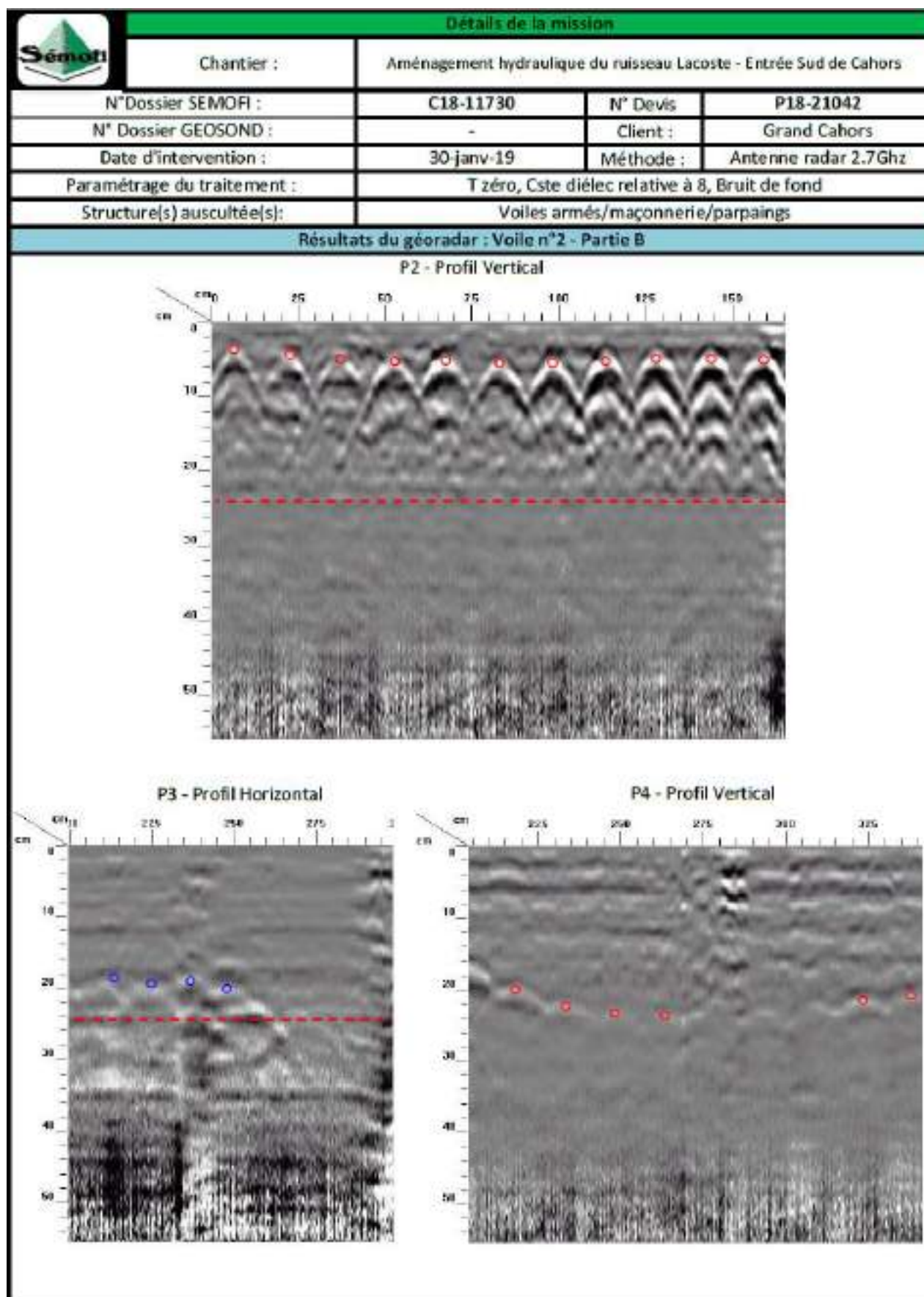
P1 - Profil Horizontal

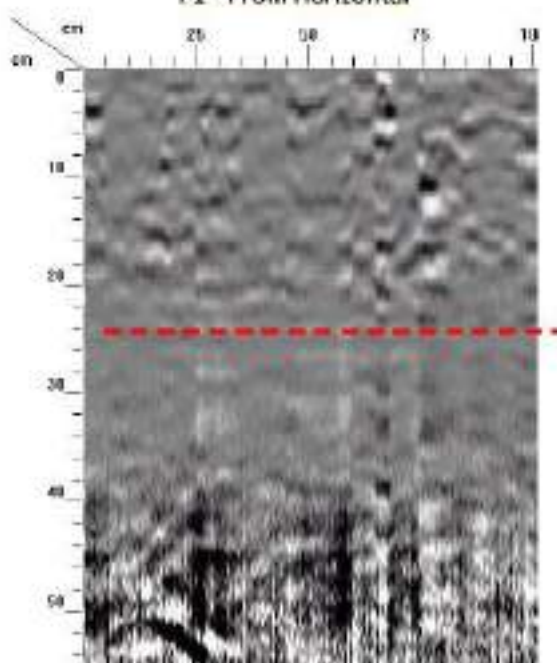
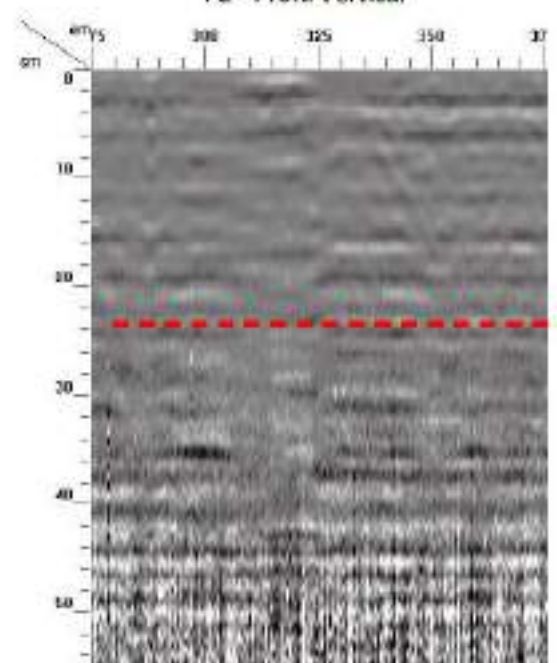


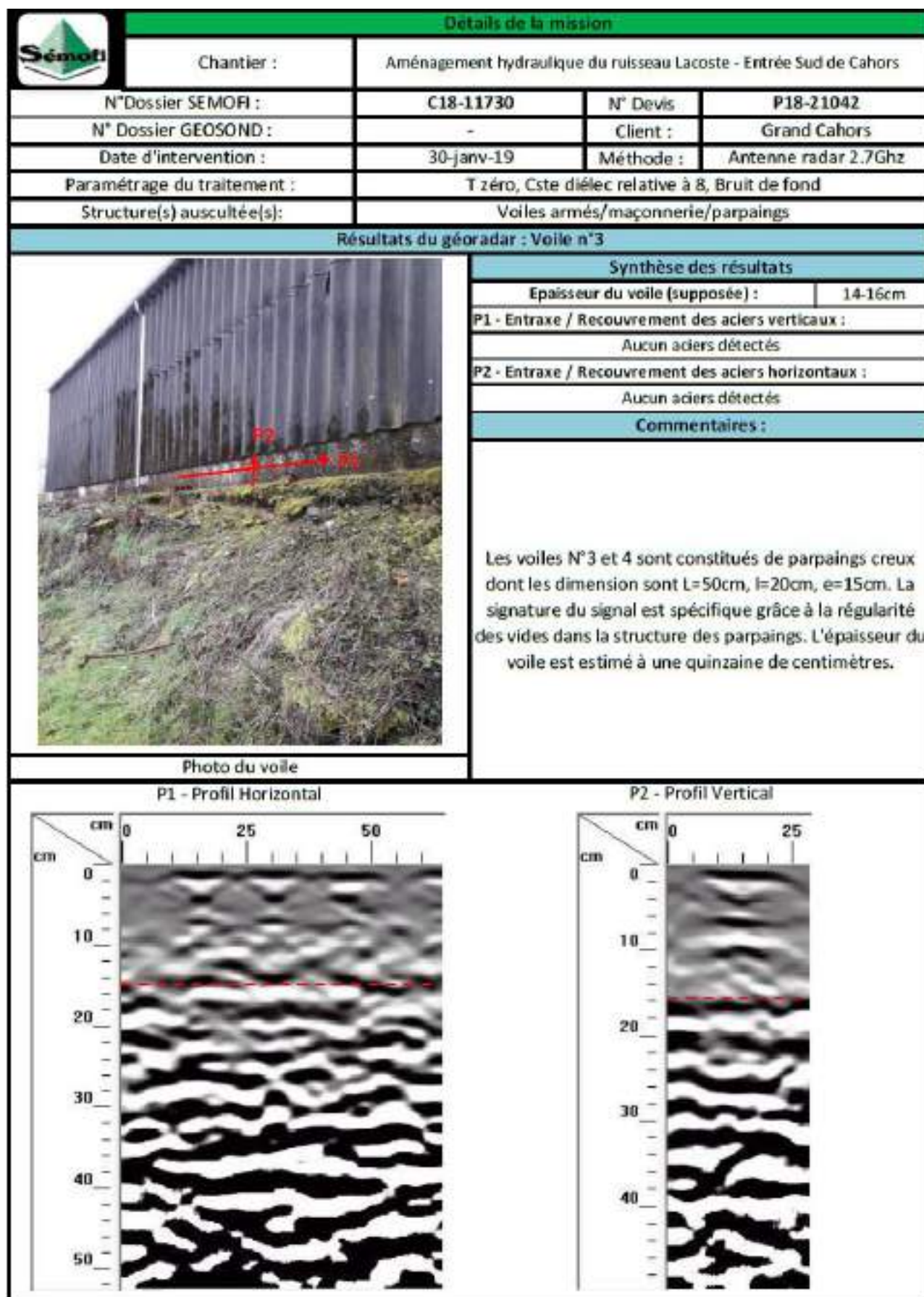
P2 - Profil Vertical

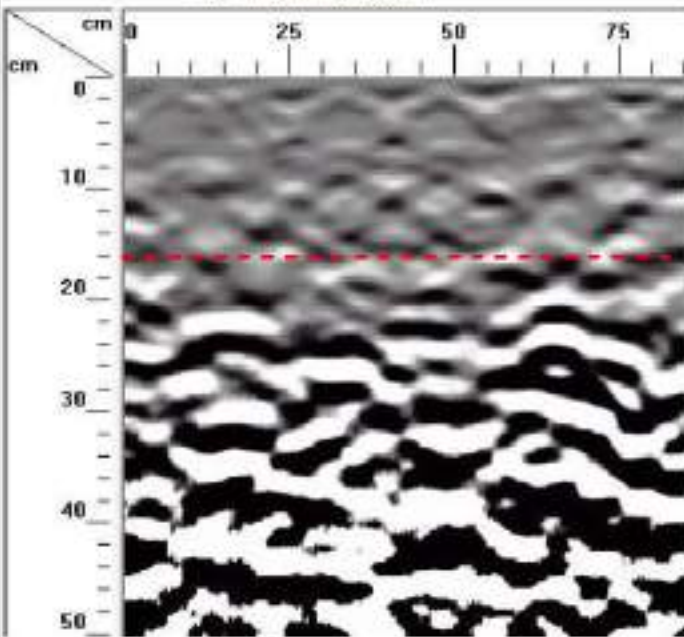
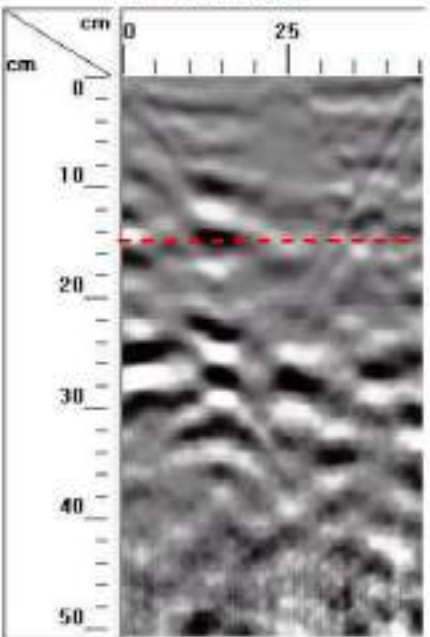


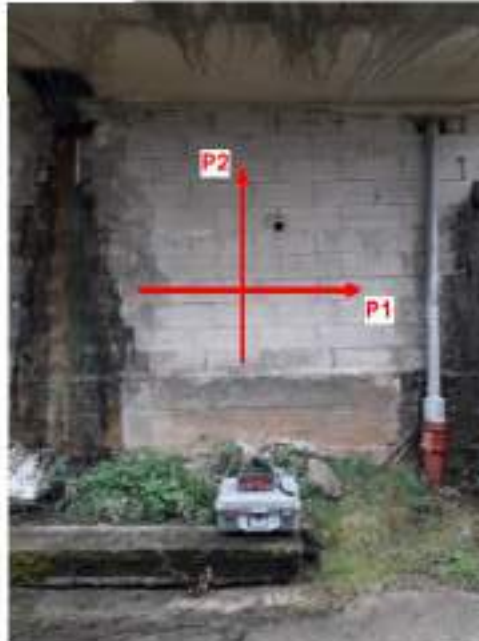
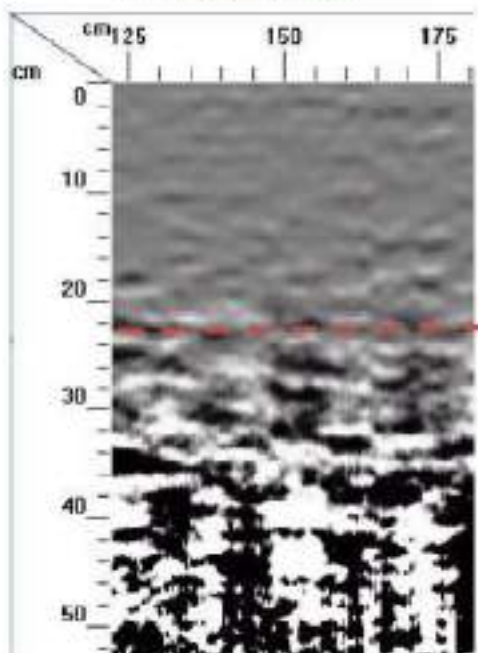
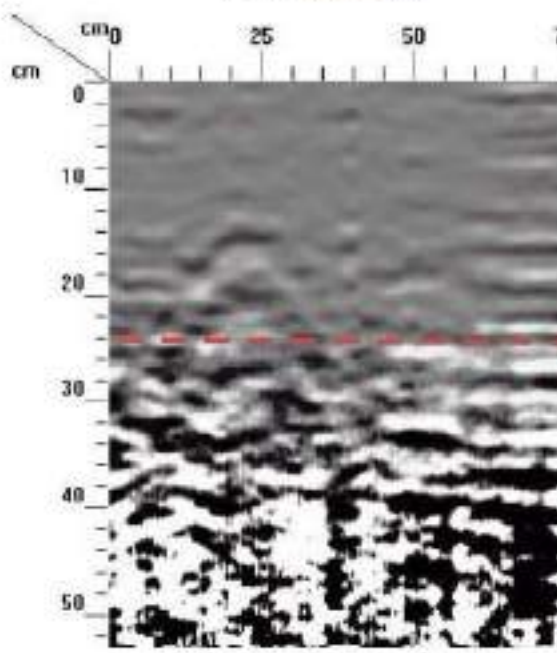
Détails de la mission			
Chantier :		Aménagement hydraulique du ruisseau Lacoste - Entrée Sud de Cahors	
N°Dossier SEMOFI :	C18-11730	N° Devis :	P18-21042
N° Dossier GEOSOND :	-	Client :	Grand Cahors
Date d'intervention :	30-janv-19	Méthode :	Antenne radar 2.7Ghz
Paramétrage du traitement :	T zéro, Cste diélec relative à 8, Bruit de fond		
Structure(s) auscultée(s):	Voiles armés/maçonnerie/parpaings		
Résultats du géoradar : Voile n°2 - Partie B			
			
Synthèse des résultats			
Epaisseur du voile (supposée) :		24 cm	
P1 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux :			
15 cm / 6 cm (variable)			
P2 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux :			
15 cm / 5 cm			
P3 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux :			
12-15 cm / 20 cm			
P4 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux :			
15 cm / 22 cm			
Commentaires :			
Les mesures réalisées indiquent la présence d'un lit d'aciers. Le lit d'acier semble s'enfoncer dans le voile, comme en témoigne les variations du recouvrement de 6 à 18 cm. Une deuxième série de mesure réalisée à proximité révèle un recouvrement moyen de 22 cm.			
Photo du voile			
P1 - Profil Horizontal			
			



Détails de la mission			
Sémofi		Chantier : Aménagement hydraulique du ruisseau Lacoste - Entrée Sud de Cahors	
N°Dossier SEMOFI :	C18-11730	N° Devis	P18-21042
N° Dossier GEOSOND :	-	Client :	Grand Cahors
Date d'intervention :	30-janv-19	Méthode :	Antenne radar 2.7Ghz
Paramétrage du traitement :	T zéro, Cste diélec relative à 8, Bruit de fond		
Structure(s) auscultée(s):	Voiles armés/maçonnerie/parpaings		
Résultats du géoradar : Voile n°2 - Partie C			
		Synthèse des résultats	
		Epaisseur du voile (supposée) : 25 cm	
		P1 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux :	
		Aucun aciers détectés	
		P2 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux :	
		Aucun aciers détectés	
		Commentaires :	
		Les mesures réalisées n'indiquent aucune présence d'aciers. La nature des matériaux ne permet pas d'identifier formellement l'épaisseur du voile.	
Photo du voile			
P1 - Profil Horizontal		P2 - Profil Vertical	
			



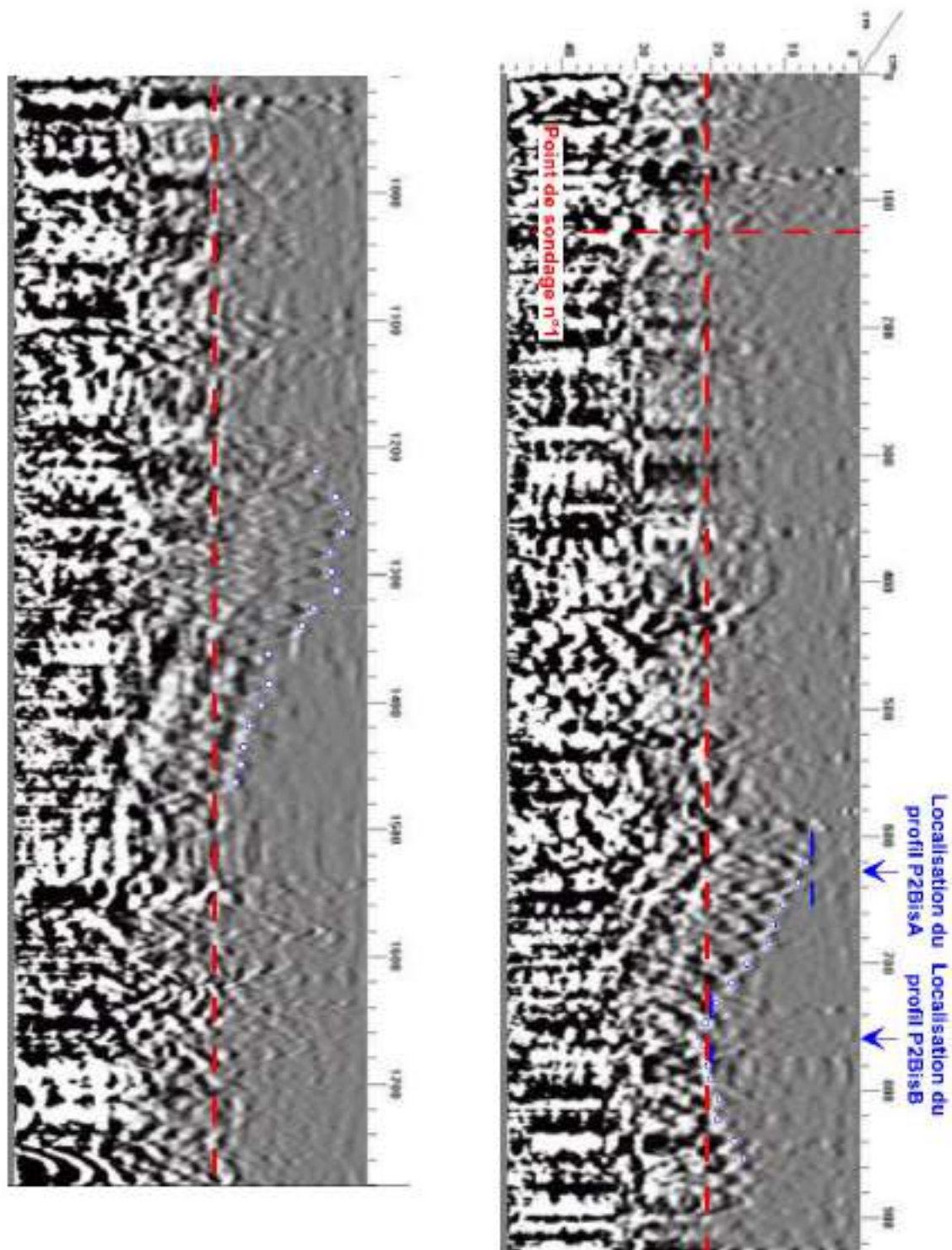
Détails de la mission			
Chantier :		Aménagement hydraulique du ruisseau Lacoste - Entrée Sud de Cahors	
N°Dossier SEMOFI :	C18-11730	N° Devis :	P18-21042
N° Dossier GEOSOND :	-	Client :	Grand Cahors
Date d'intervention :	30-janv-19	Méthode :	Antenne radar 2.7Ghz
Paramétrage du traitement :	T zéro, Cste diélec relative à 8, Bruit de fond		
Structure(s) auscultée(s):	Voiles armés/maçonnerie/parpaings		
Résultats du géoradar : Voile n°4			
			
Synthèse des résultats			
Epaisseur du voile (supposée) :		14-16cm	
P1 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux :			
Aucun aciers détectés			
P2 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux :			
Aucun aciers détectés			
Commentaires :			
Les voiles N°3 et 4 sont constitués de parpaings creux dont les dimension sont L=50cm, l=20cm, e=15cm. La signature du signal est spécifique grâce à la régularité des vides dans la structure des parpaings. L'épaisseur du voile est estimé à une quinzaine de centimètres.			
Photo du voile			
P1 - Profil Horizontal		P2 - Profil Vertical	
			

Détails de la mission			
Chantier :		Aménagement hydraulique du ruisseau Lacoste - Entrée Sud de Cahors	
N°Dossier SÉMOFI :	C18-11730	N° Devis :	P18-21042
N° Dossier GEOSOND :	-	Client :	Grand Cahors
Date d'intervention :	30-janv-19	Méthode :	Antenne radar 2.7Ghz
Paramétrage du traitement :	T zéro, Cste diélec relative à 8, Bruit de fond		
Structure(s) auscultée(s):	Voiles armés/maçonnerie/parpaings		
Résultats du géoradar : Voile n°5			
 Synthèse des résultats Epaisseur du voile (supposée) : ~25 cm P1 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux : Aucun aciers détectés sur le linéaire de mesure P2 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux : Aucun aciers détectés sur le linéaire de mesure Commentaires 1 : Il n'y a pas d'aciers observés au niveau du point de sondage 1 sur le voile n°5. Cependant, un profil horizontal plus long réalisé sur une quinzaine de mètre recoupant ce point de sondage (cf photo) et la quasi-totalité du voile met en évidence des ferrailages ponctuels détaillés ci-après. La façade est constitué de parpaings pleins, la limite observable du voile est de 25cm.			
Photo du voile			
P1 - Profil Horizontal		P2 - Profil Vertical	
			

Commentaires 2 :

Le profil P1bis met en évidence, à partir de 6m de mesure, deux lits d'aciers verticaux d'environ 3m de large et espacés de 3m. Leur recouvrement est très variable (de 7 à 20cm), l'entraxe des aciers est de 10cm.

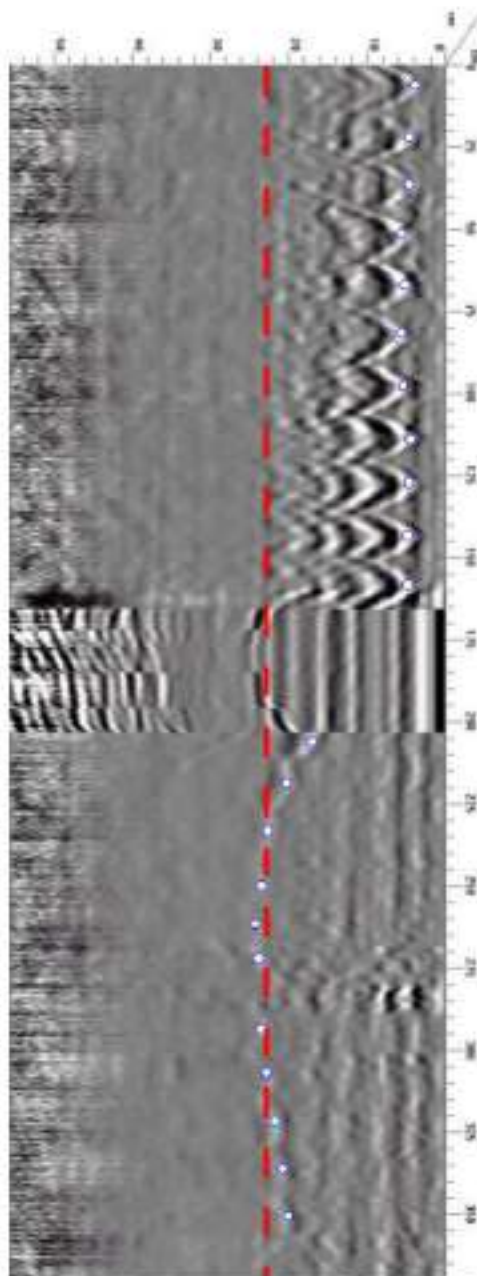
P1 bis - Profil horizontal

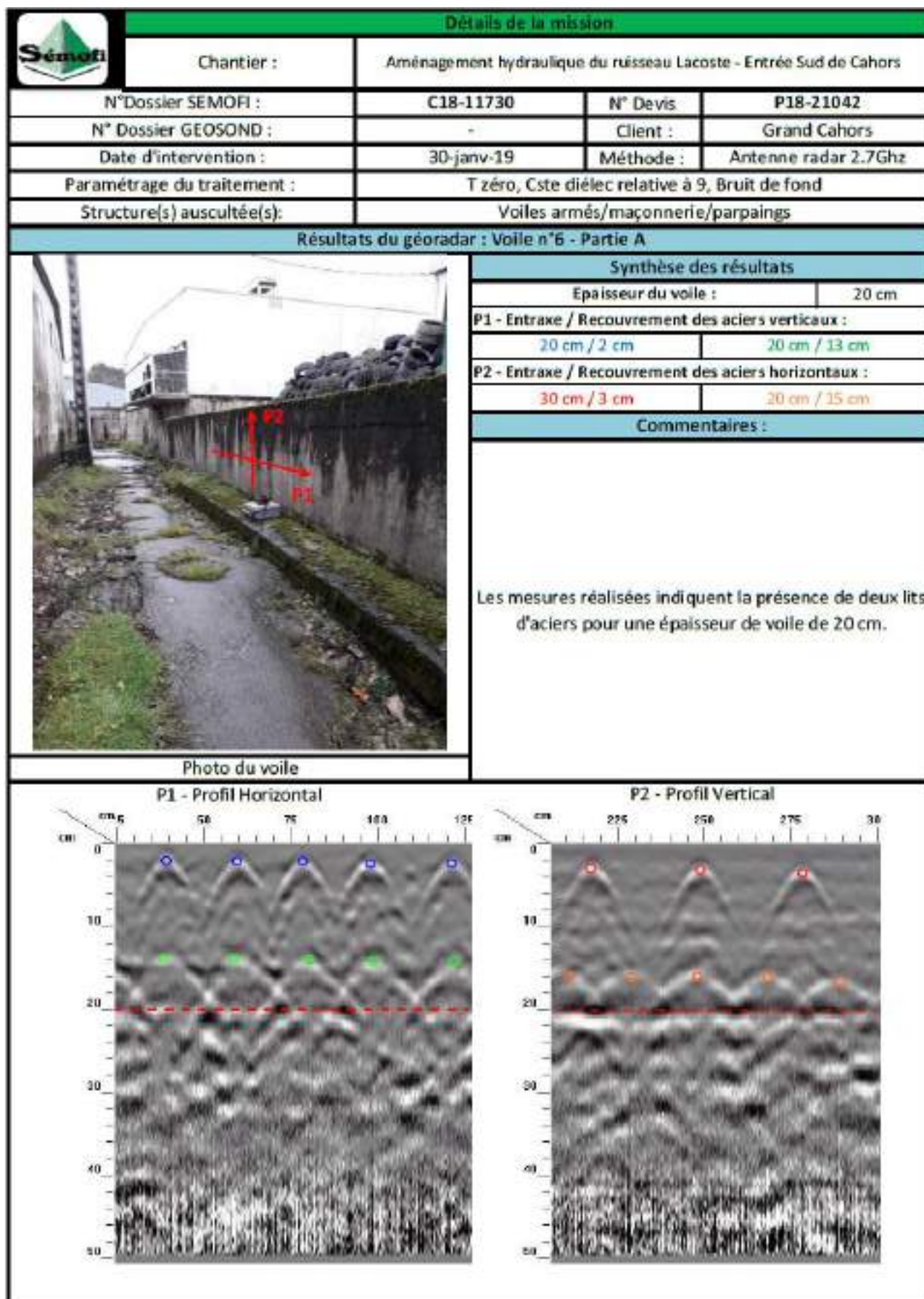


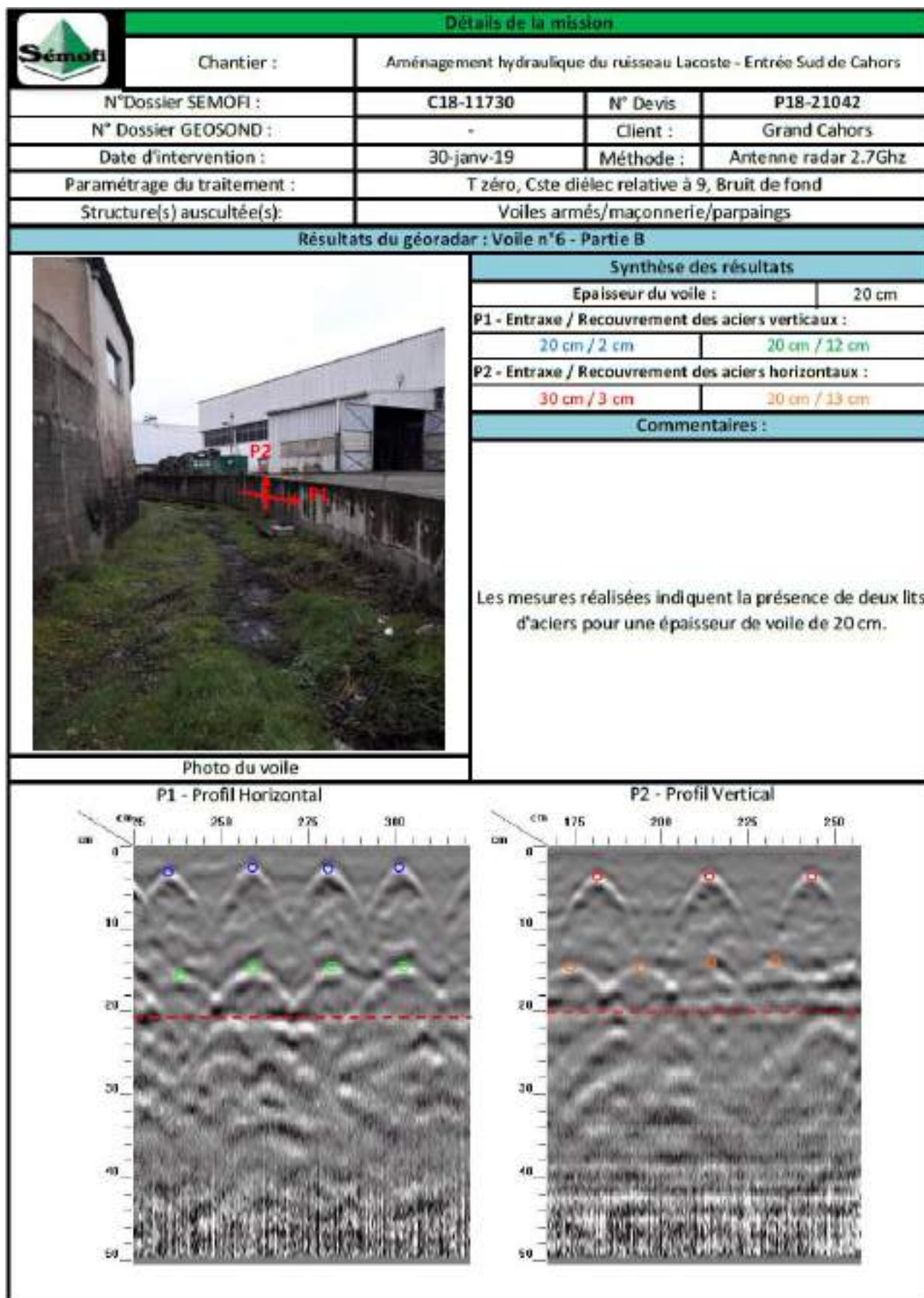
Commentaires 3 :

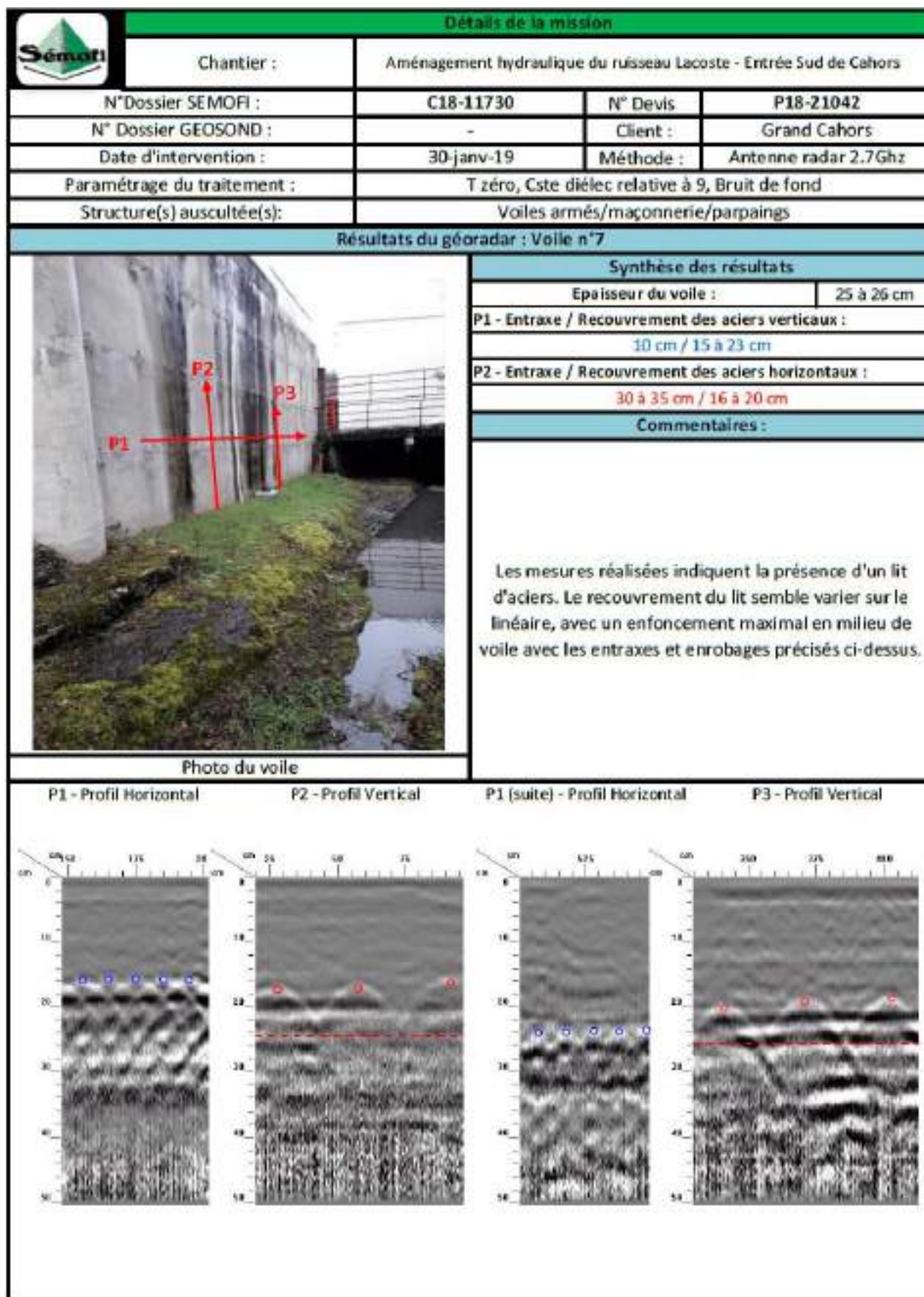
Le profil vertical P2bisA met en évidence des aciers horizontaux avec un recouvrement de 4cm et de 15cm d'entraxe et le P2bisB des aciers avec un recouvrement compris entre 15 et 20cm et d'entraxe identique. Cette différence s'explique par la position du profil P2bis A et B par rapport aux aciers verticaux localisés sur le profil P1bis.

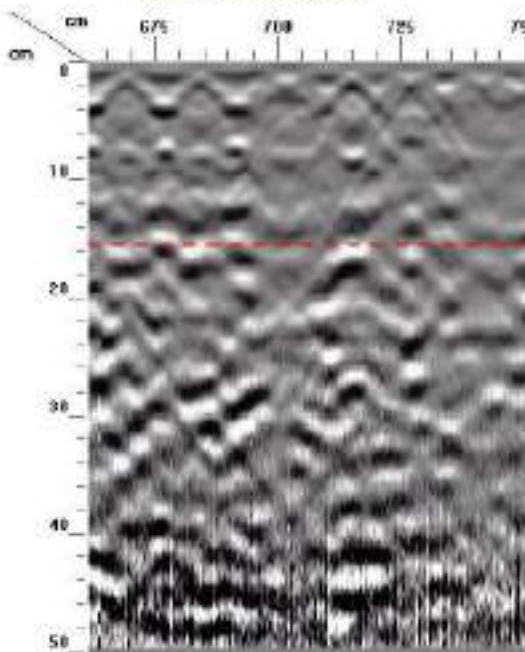
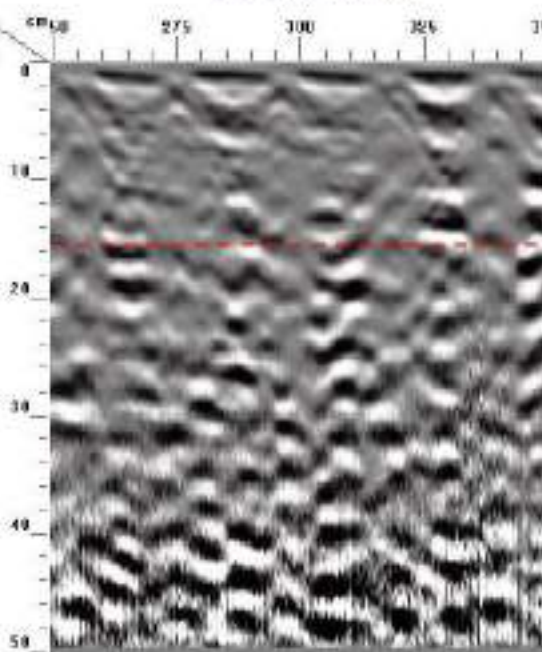
P2 bis A&B - Profil vertical

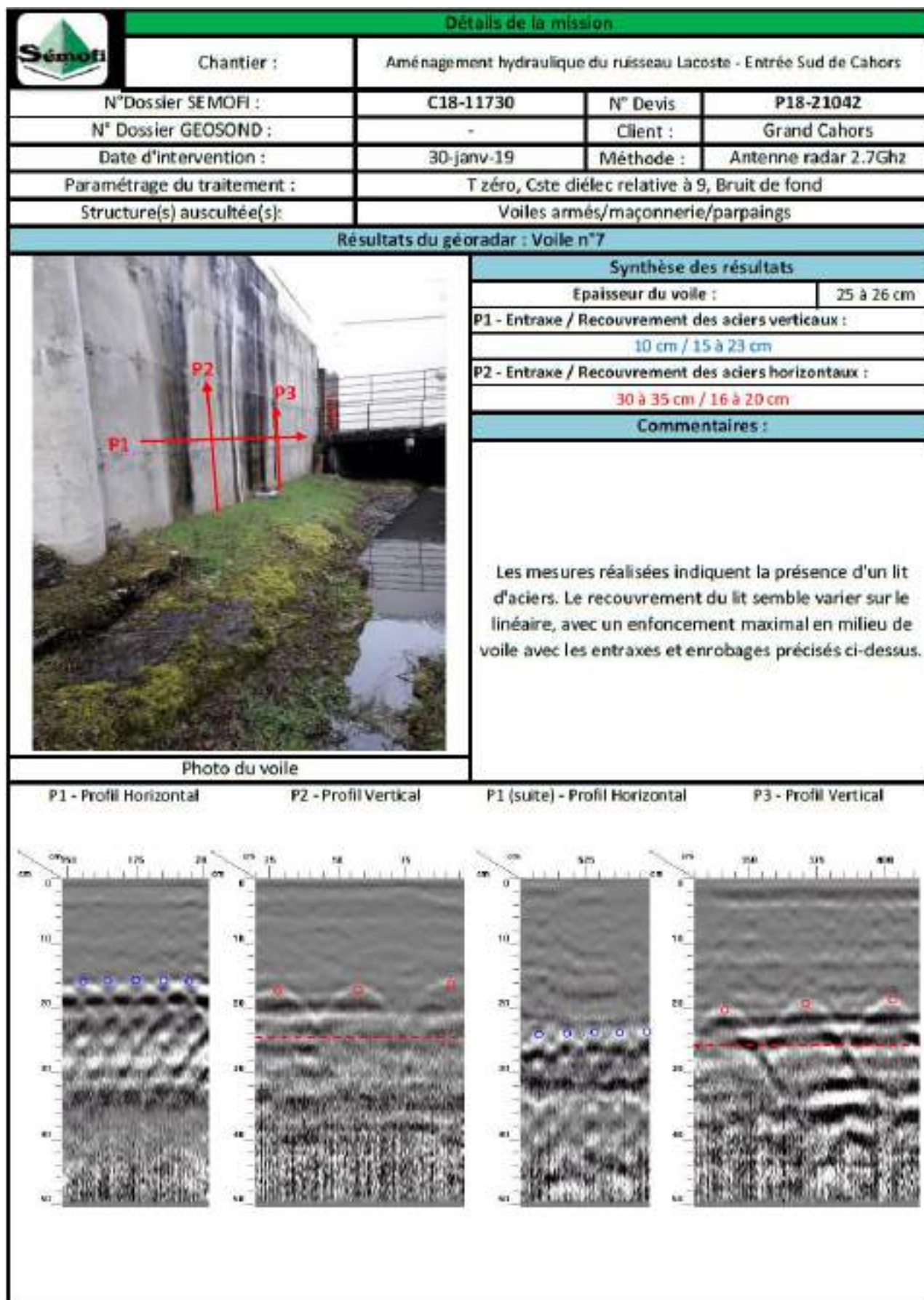


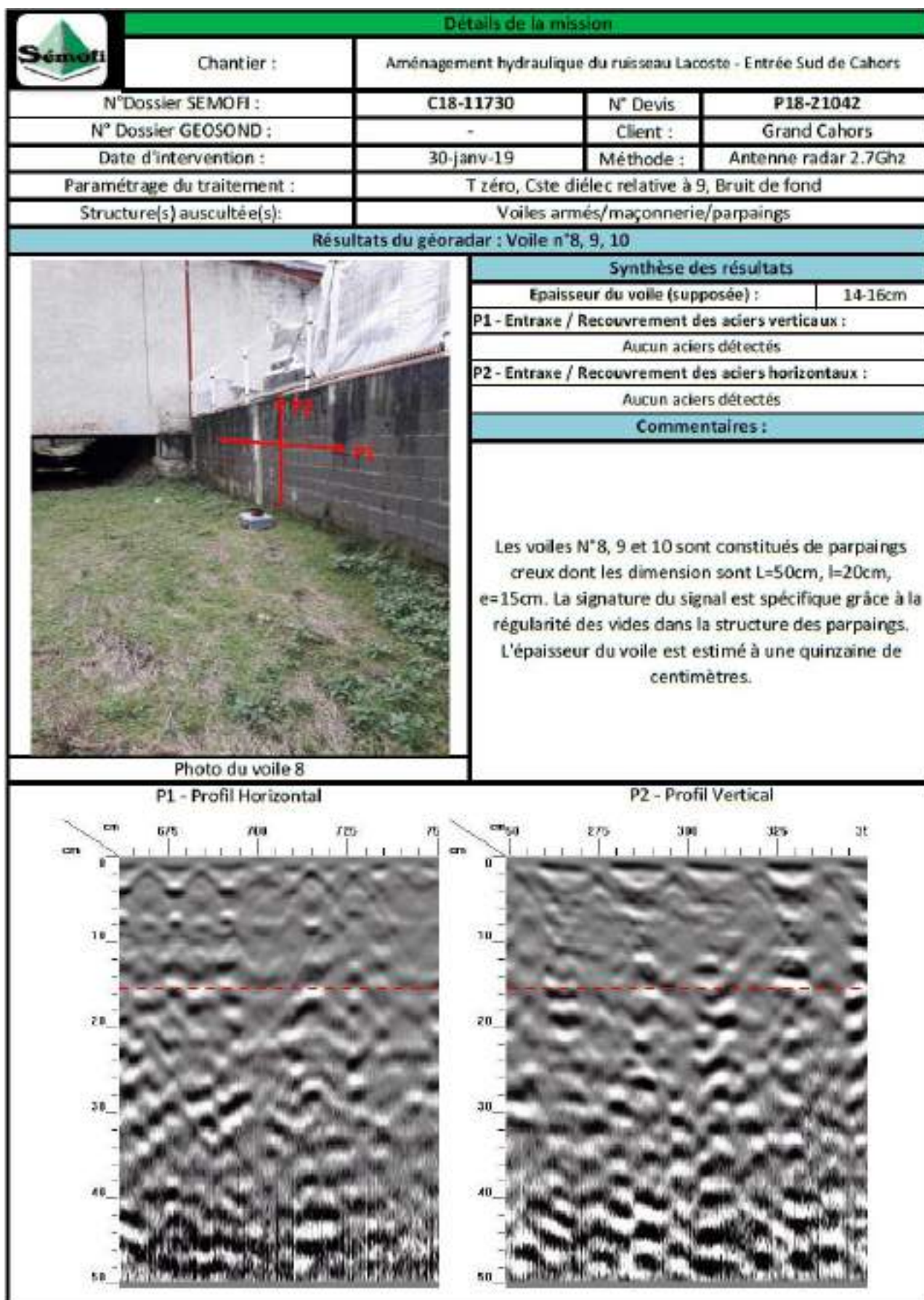


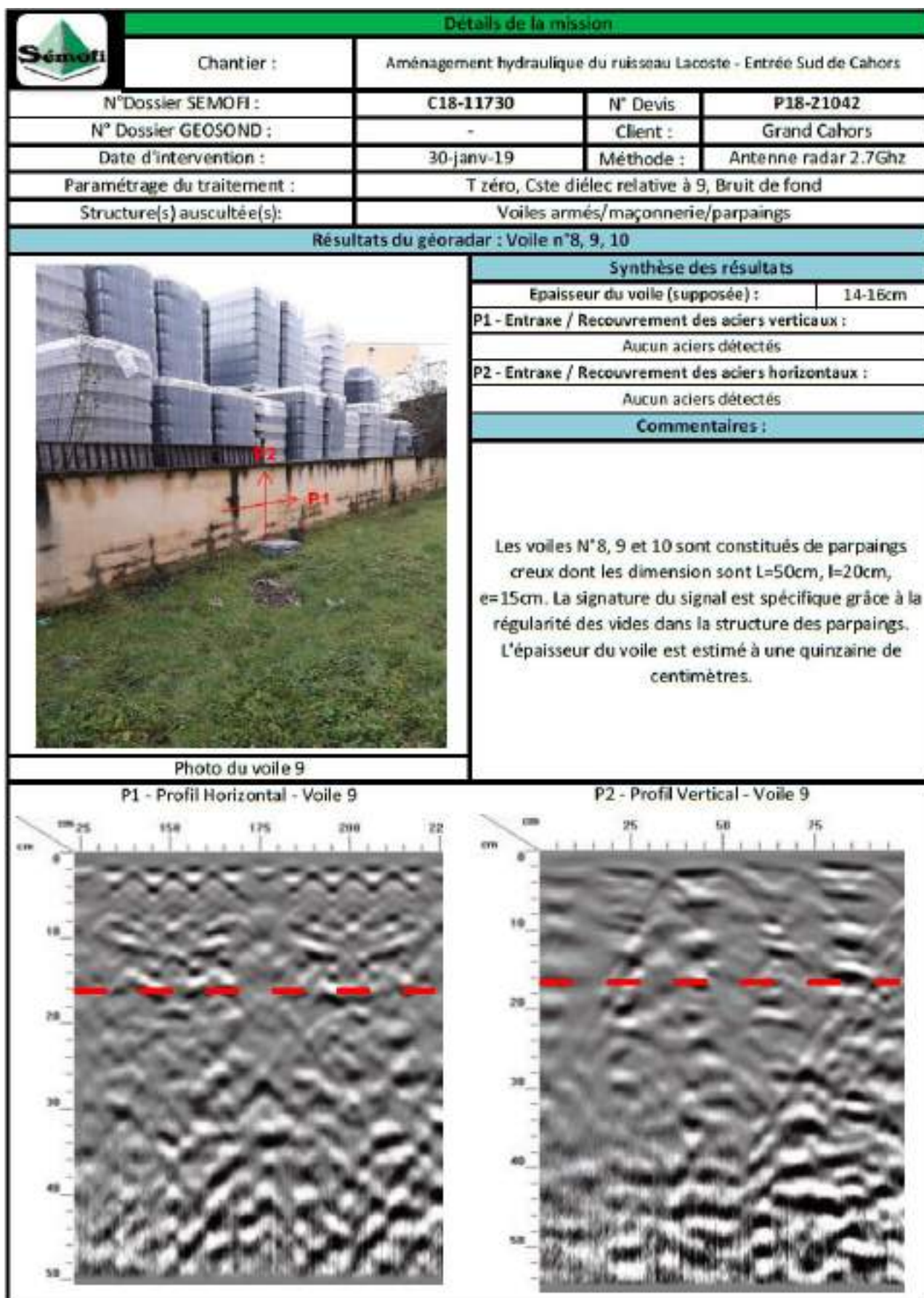


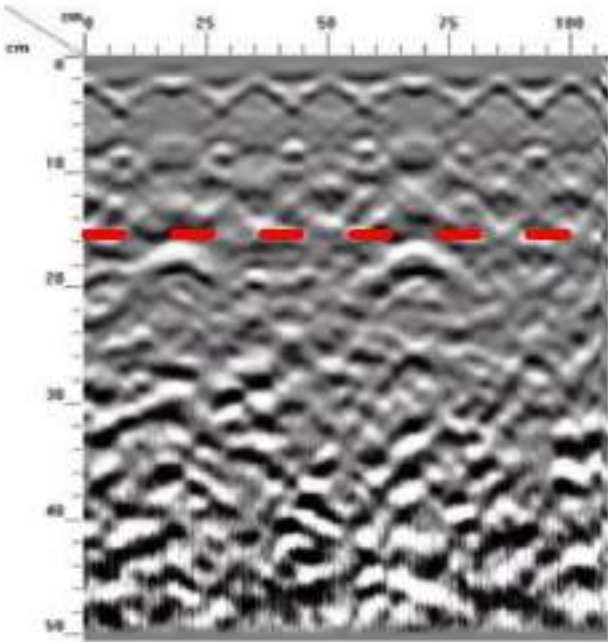
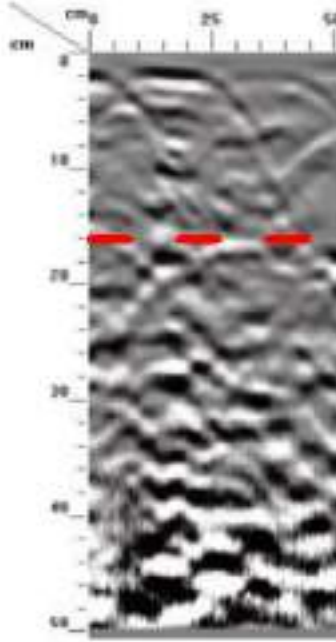


Détails de la mission				
Chantier :		Aménagement hydraulique du ruisseau Lacoste - Entrée Sud de Cahors		
N°Dossier SEMOFI :	C18-11730	N° Devis :	P18-21042	
N° Dossier GEOSOND :	-	Client :	Grand Cahors	
Date d'intervention :	30-janv-19	Méthode :	Antenne radar 2.7Ghz	
Paramétrage du traitement :	T zéro, Cste diélec relative à 9, Bruit de fond			
Structure(s) auscultée(s):	Voiles armés/maçonnerie/parpaings			
Résultats du géoradar : Voile n°8, 9, 10				
		Synthèse des résultats		
		Epaisseur du voile (supposée) :		14-16cm
		P1 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux :		
		Aucun aciers détectés		
		P2 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux :		
		Aucun aciers détectés		
		Commentaires :		
Photo du voile 8		Les voiles N°8, 9 et 10 sont constitués de parpaings creux dont les dimension sont L=50cm, l=20cm, e=15cm. La signature du signal est spécifique grâce à la régularité des vides dans la structure des parpaings. L'épaisseur du voile est estimé à une quinzaine de centimètres.		
P1 - Profil Horizontal		P2 - Profil Vertical		
				

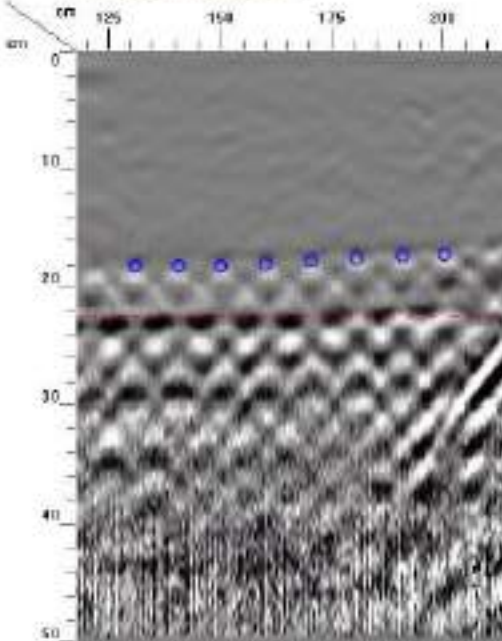
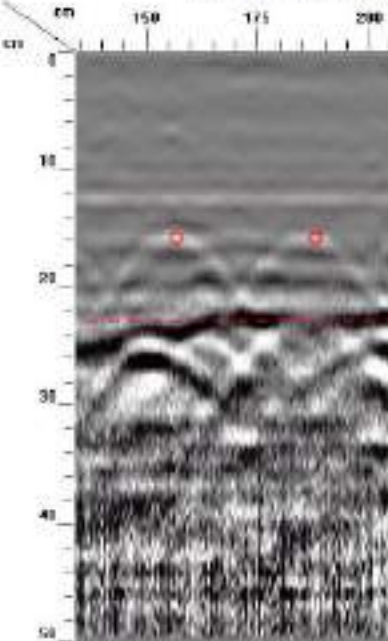






Détails de la mission			
Sémofi		Chantier : Aménagement hydraulique du ruisseau Lacoste - Entrée Sud de Cahors	
N°Dossier SEMOFI :	C18-11730	N° Devis :	P18-21042
N° Dossier GEOSOND :	-	Client :	Grand Cahors
Date d'intervention :	30-janv-19	Méthode :	Antenne radar 2.7Ghz
Paramétrage du traitement :	T zéro, Cste diélec relative à 9, Bruit de fond		
Structure(s) auscultée(s):	Voiles armés/maçonnerie/parpaings		
Résultats du géoradar : Voile n°8, 9, 10			
Synthèse des résultats			
Epaisseur du voile (supposée) :		14-16cm	
P1 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux :			
Aucun aciers détectés			
P2 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux :			
Aucun aciers détectés			
Commentaires :			
		Les voiles N°8, 9 et 10 sont constitués de parpaings creux dont les dimension sont L=50cm, l=20cm, e=15cm. La signature du signal est spécifique grâce à la régularité des vides dans la structure des parpaings. L'épaisseur du voile est estimé à une quinzaine de centimètres.	
Photo du voile 10			
P1 - Profil Horizontal - Voile 10		P2 - Profil Vertical - Voile 10	
			

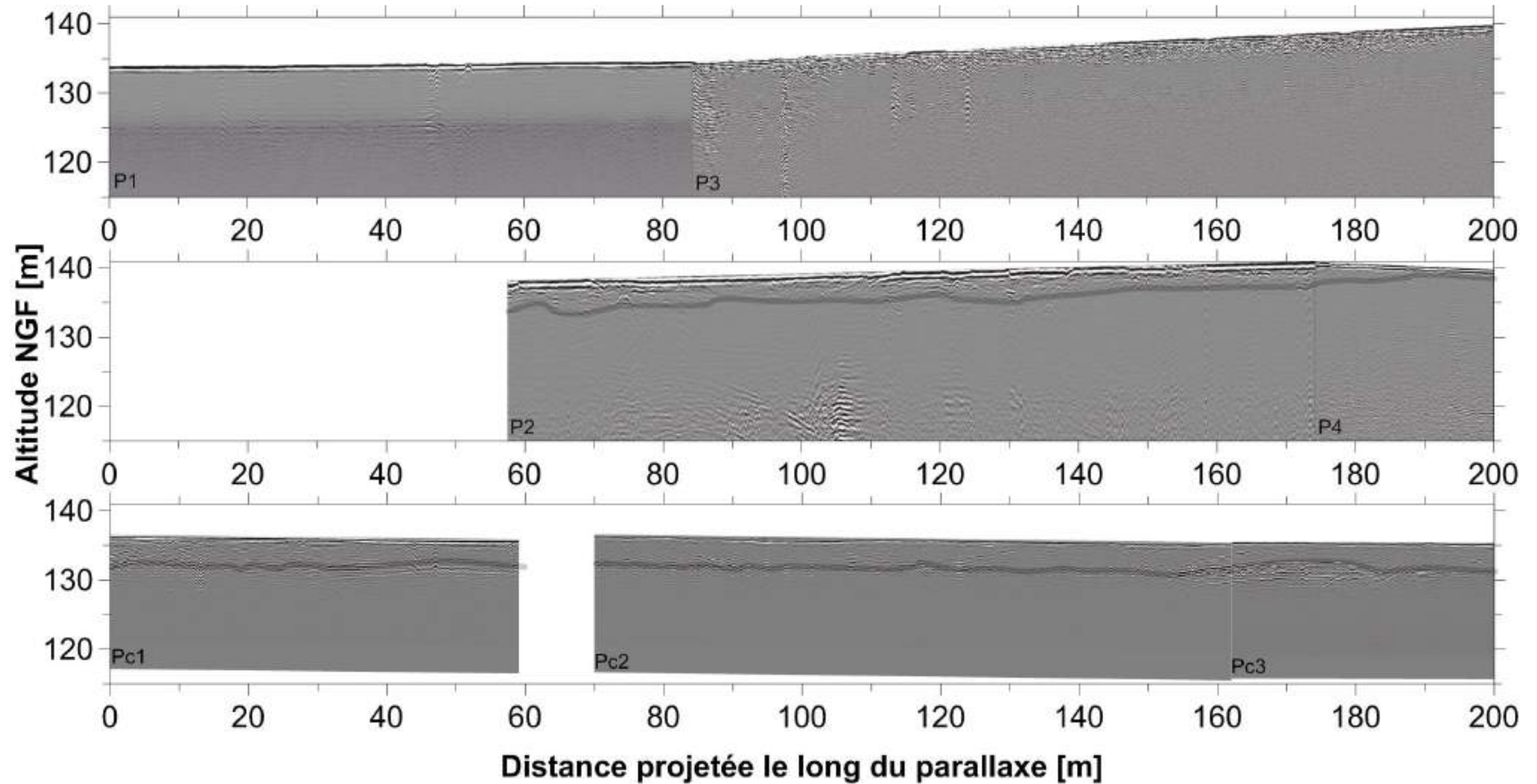
Détails de la mission						
Chantier :		Aménagement hydraulique du ruisseau Lacoste - Entrée Sud de Cahors				
N°Dossier SEMOFI :	C18-11730	N° Devis :	P18-21042			
N° Dossier GEOSOND :	-	Client :	Grand Cahors			
Date d'intervention :	30-janv-19	Méthode :	Antenne radar 2.7Ghz			
Paramétrage du traitement :	T zéro, Cste diélec relative à 9, Bruit de fond					
Structure(s) auscultée(s):	Voiles armés/maçonnerie/parpaings					
Résultats du géoradar : Voile n°11						
				Synthèse des résultats		
				Epaisseur du voile :		22 cm
				P1 - Entraxe / Recouvrement des aciers verticaux :		
				10 cm / 17 cm		
				P2 - Entraxe / Recouvrement des aciers horizontaux :		
				30 cm / 15 cm		
Commentaires :						
Les mesures réalisées indiquent la présence d'un lit d'aciers. Des mesures ont été également réalisées sur l'autre face du voile, cependant les mesures sont plus lisibles sur celle présentée ici.						

P1 - Profil Horizontal		P2 - Profil Vertical	
			

ANNEXE 3 : Géoradar

PLANCHE 1

Radargramme Partie 1
Grand cahors – Cahors (46)



Affaire

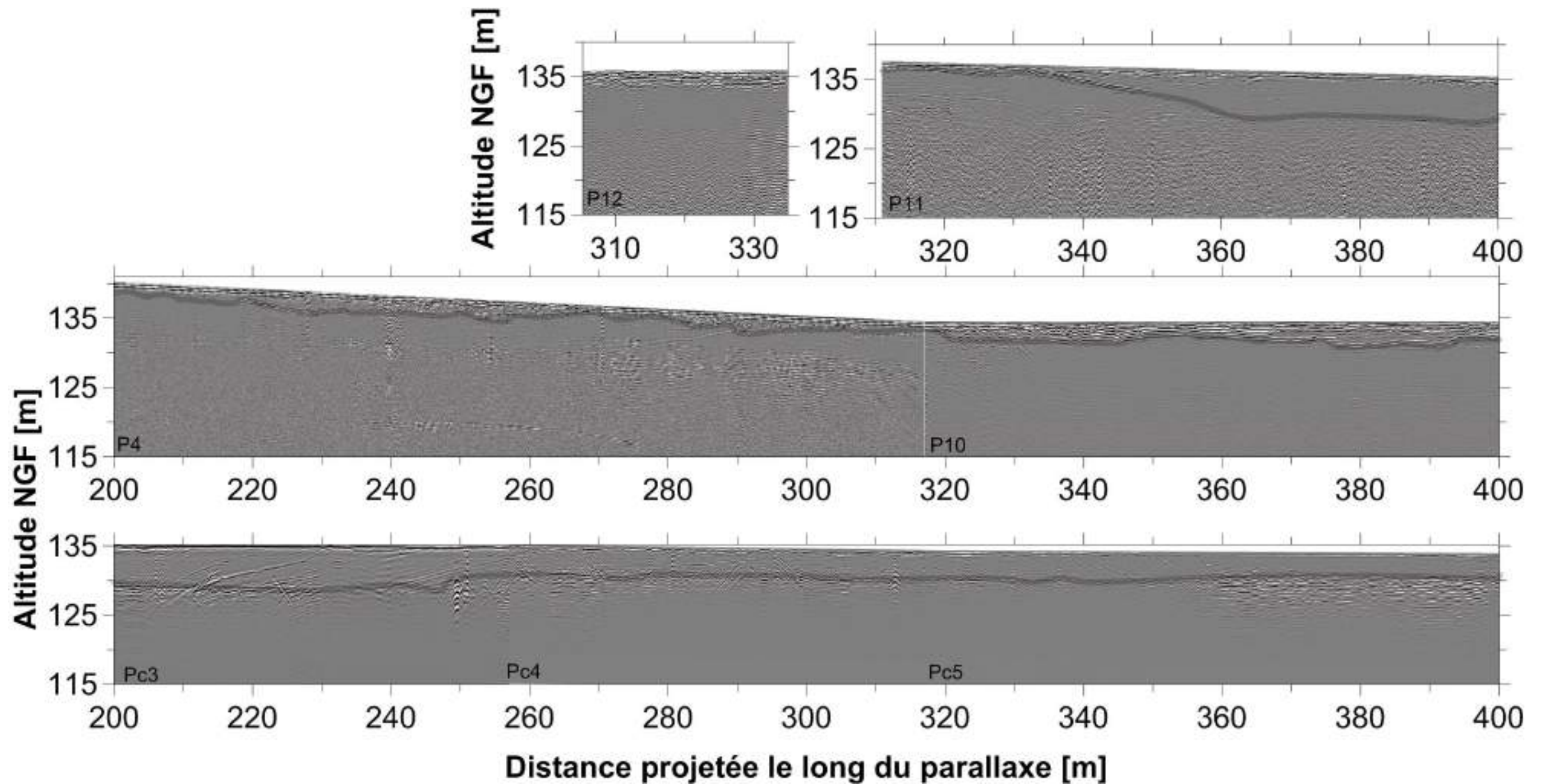
C18-11730

Date

03/06/2019

Client : Grand Cahors

PLANCHE 2
Radargramme Partie 2
 Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

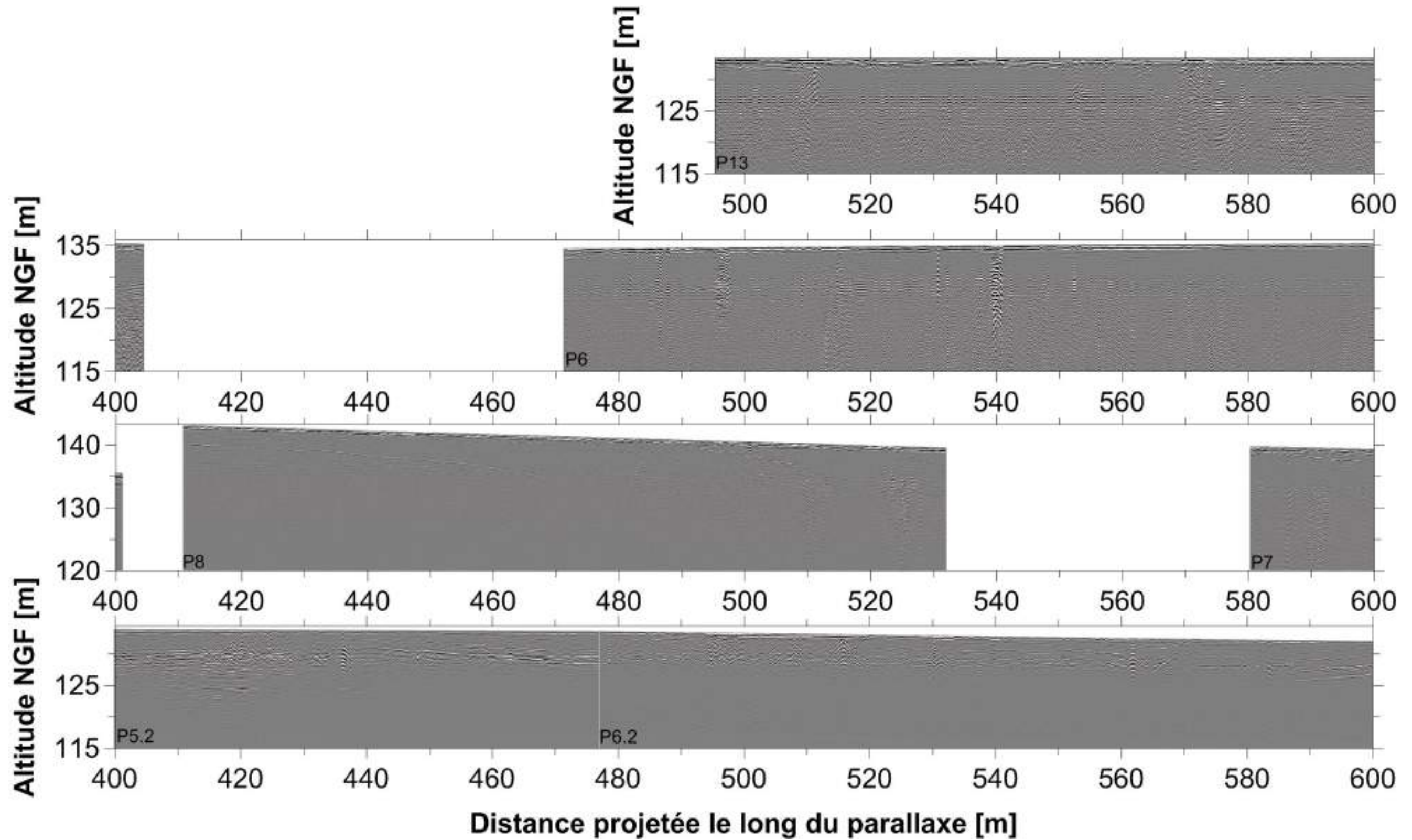
03/06/2019

Client : Grand Cahors

PLANCHE 3

Radargramme Partie 3

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

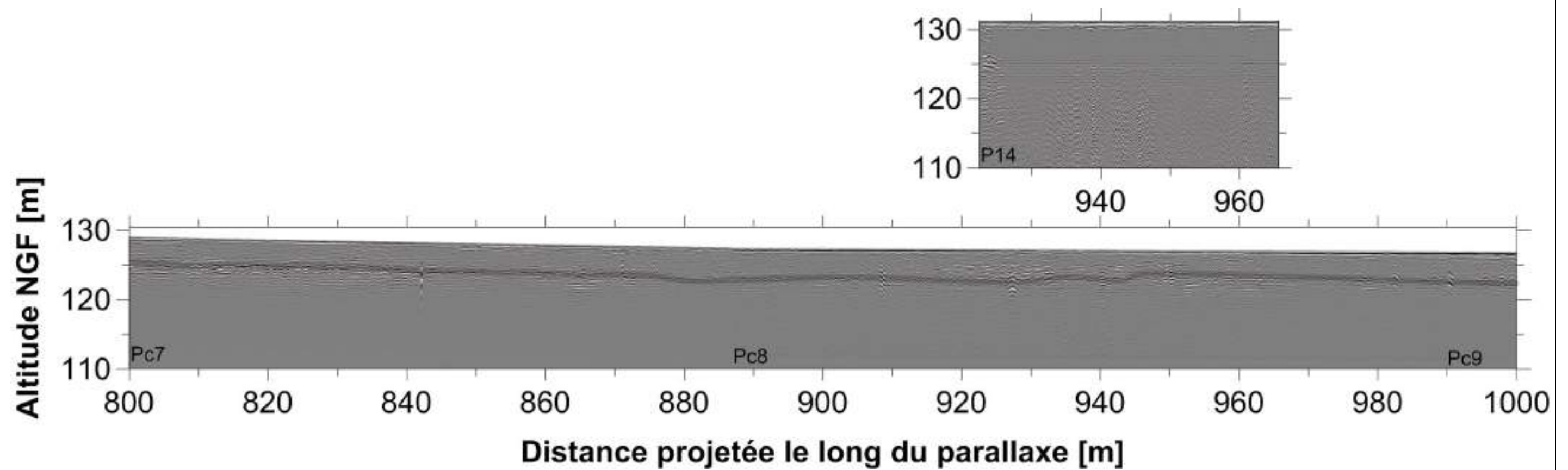
Date

03/06/2019

Client : Grand Cahors

PLANCHE 4

Radargramme Partie 4
Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

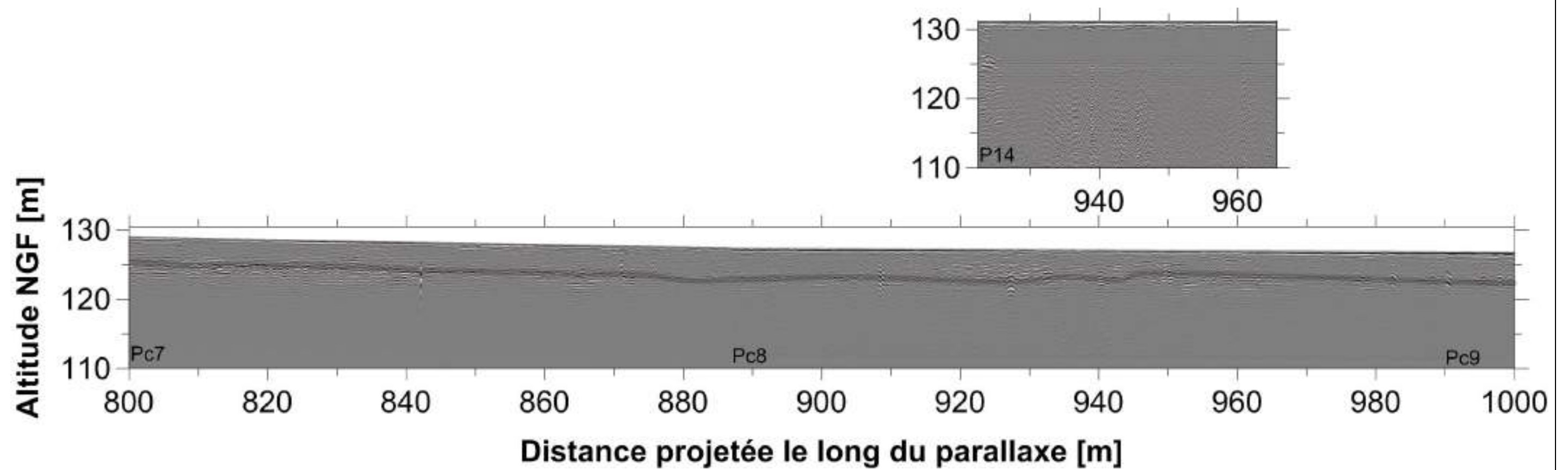
03/06/2019

client : **Grand Cahors**

PLANCHE 5

Radargramme Partie 5

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

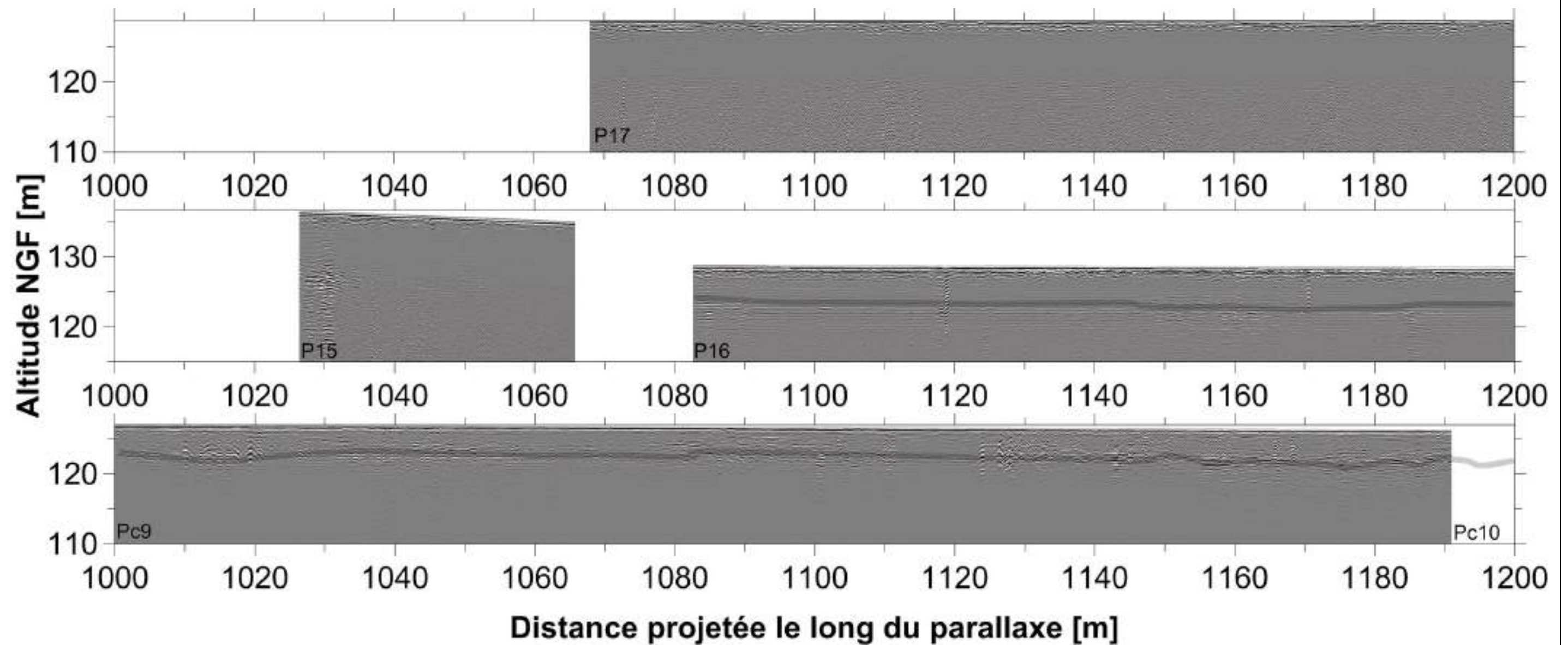
C18-11730

Date

03/06/2019

client : **Grand Cahors**

PLANCHE 6
Radargramme Partie 6
 Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

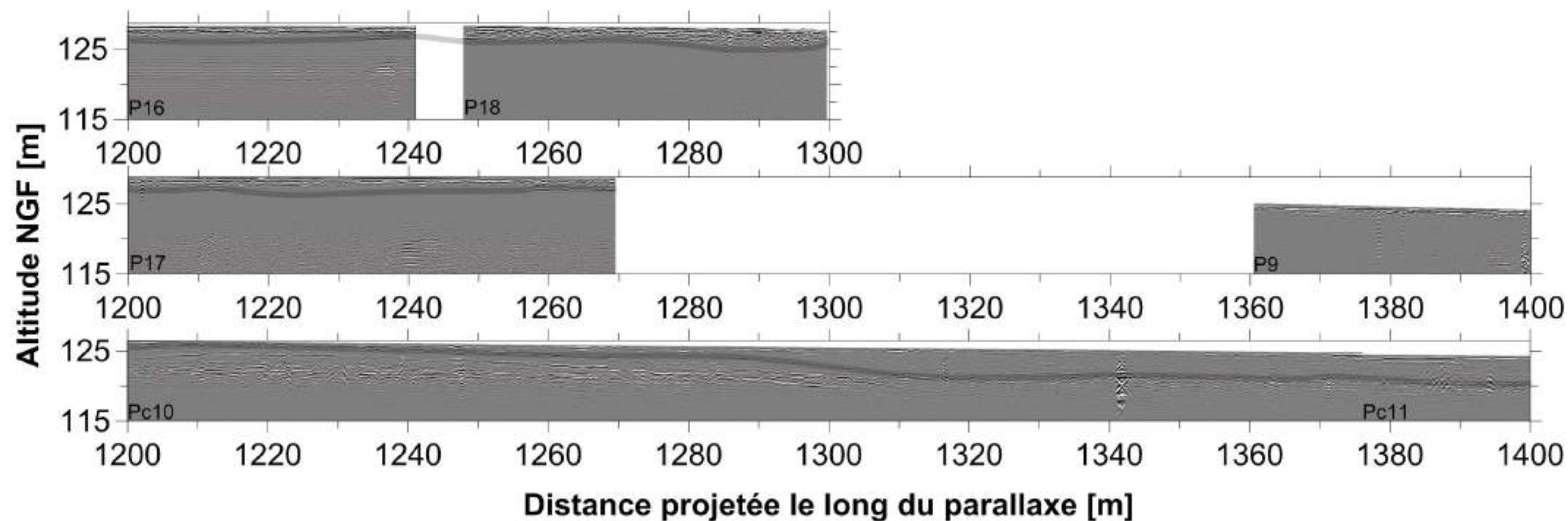
03/06/2019

client : **Grand Cahors**

PLANCHE 7

Radargramme Partie 7

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

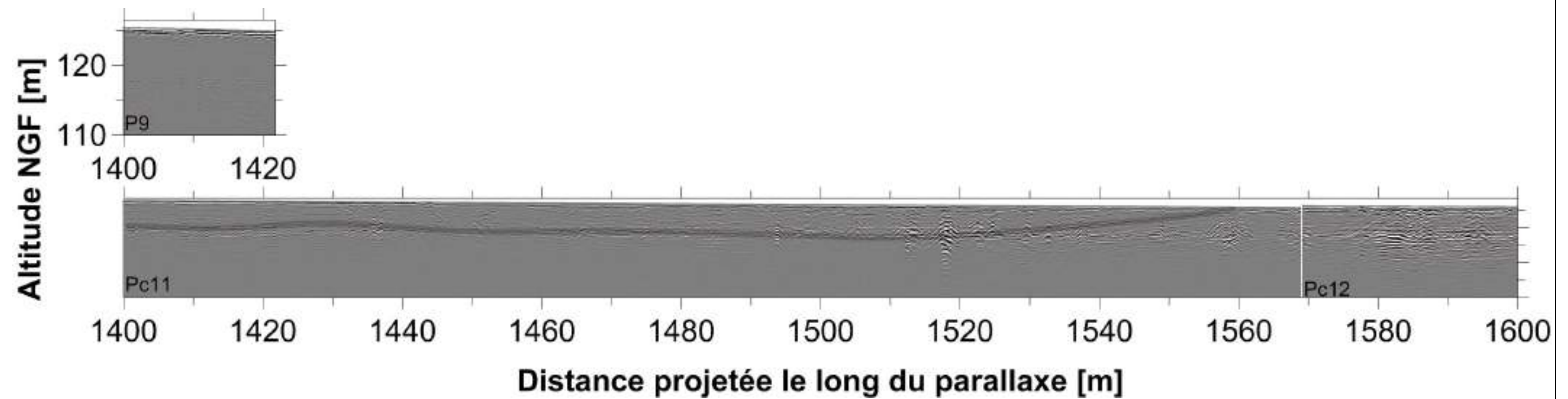
03/06/2019

client : **Grand Cahors**

PLANCHE 8

Radargramme Partie 8

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

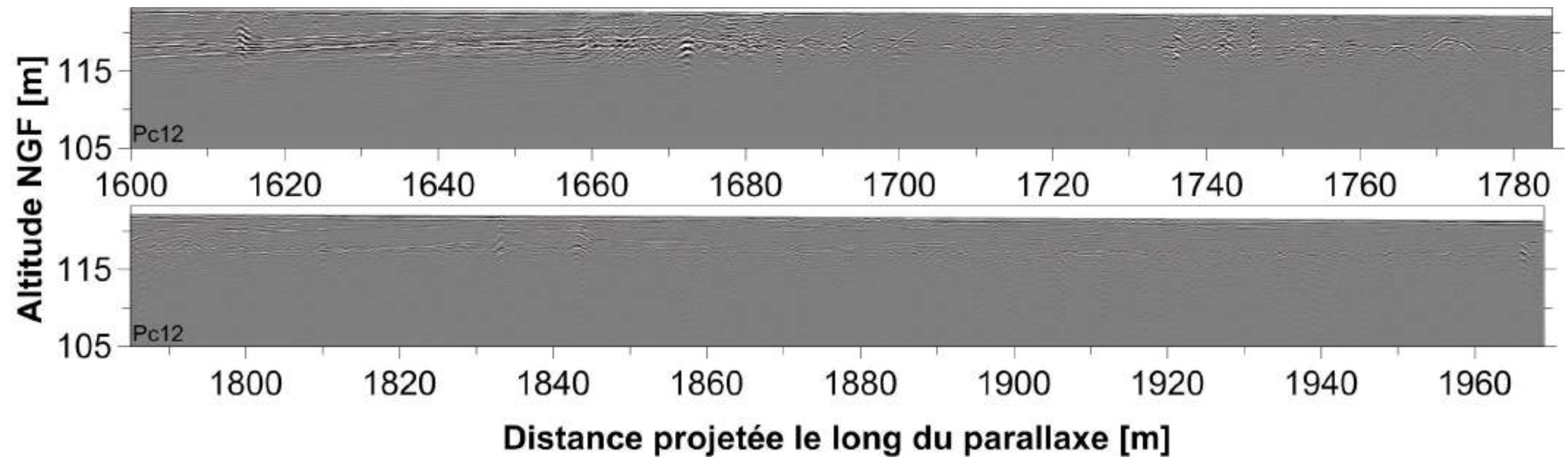
03/06/2019

client : **Grand Cahors**

PLANCHE 9

Radargramme Partie 9

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

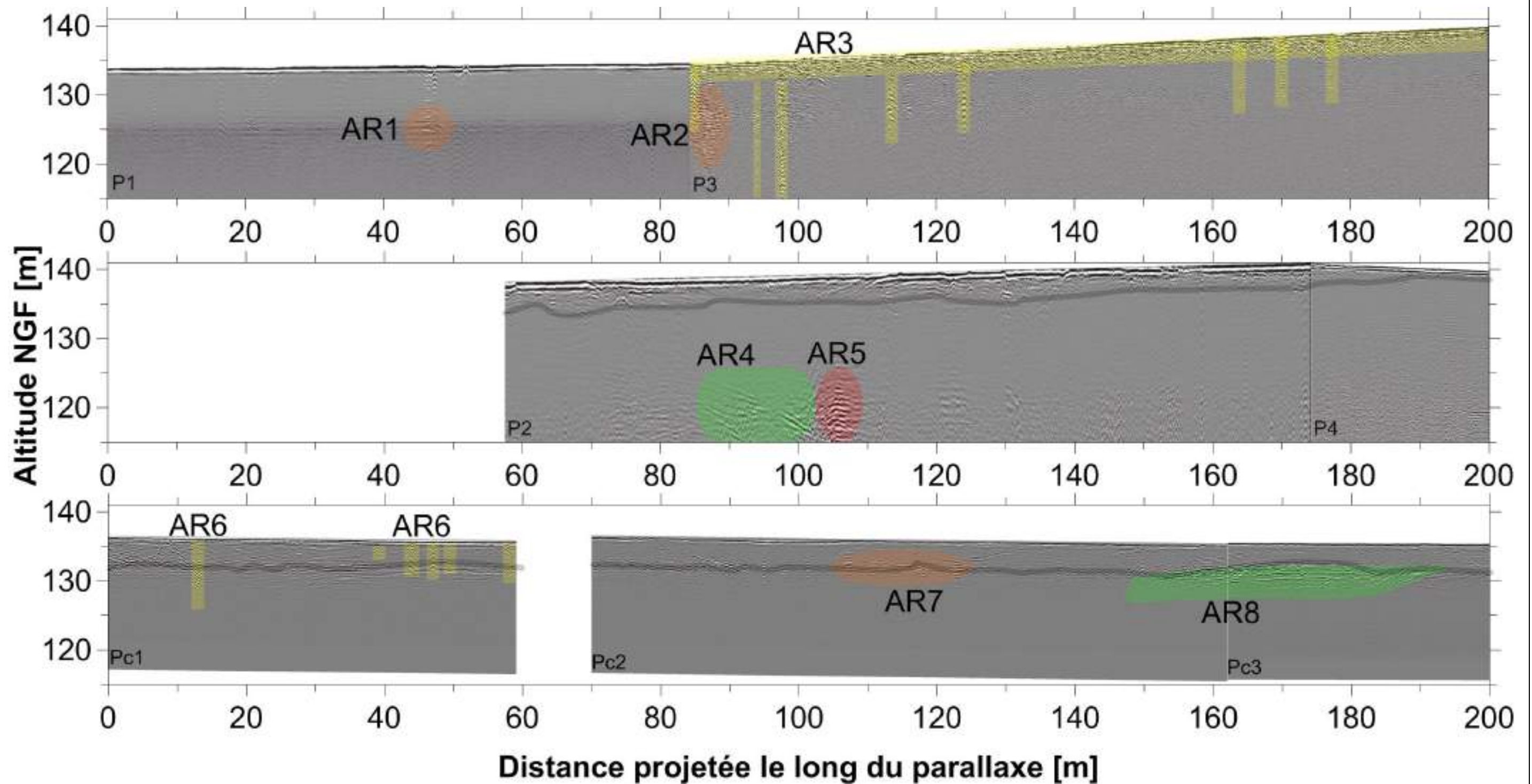
C18-11730

Date

03/06/2019

client : **Grand Cahors**

PLANCHE 10
Radargramme Partie 1 Interprété
 Grand Cahors – Cahors (46)

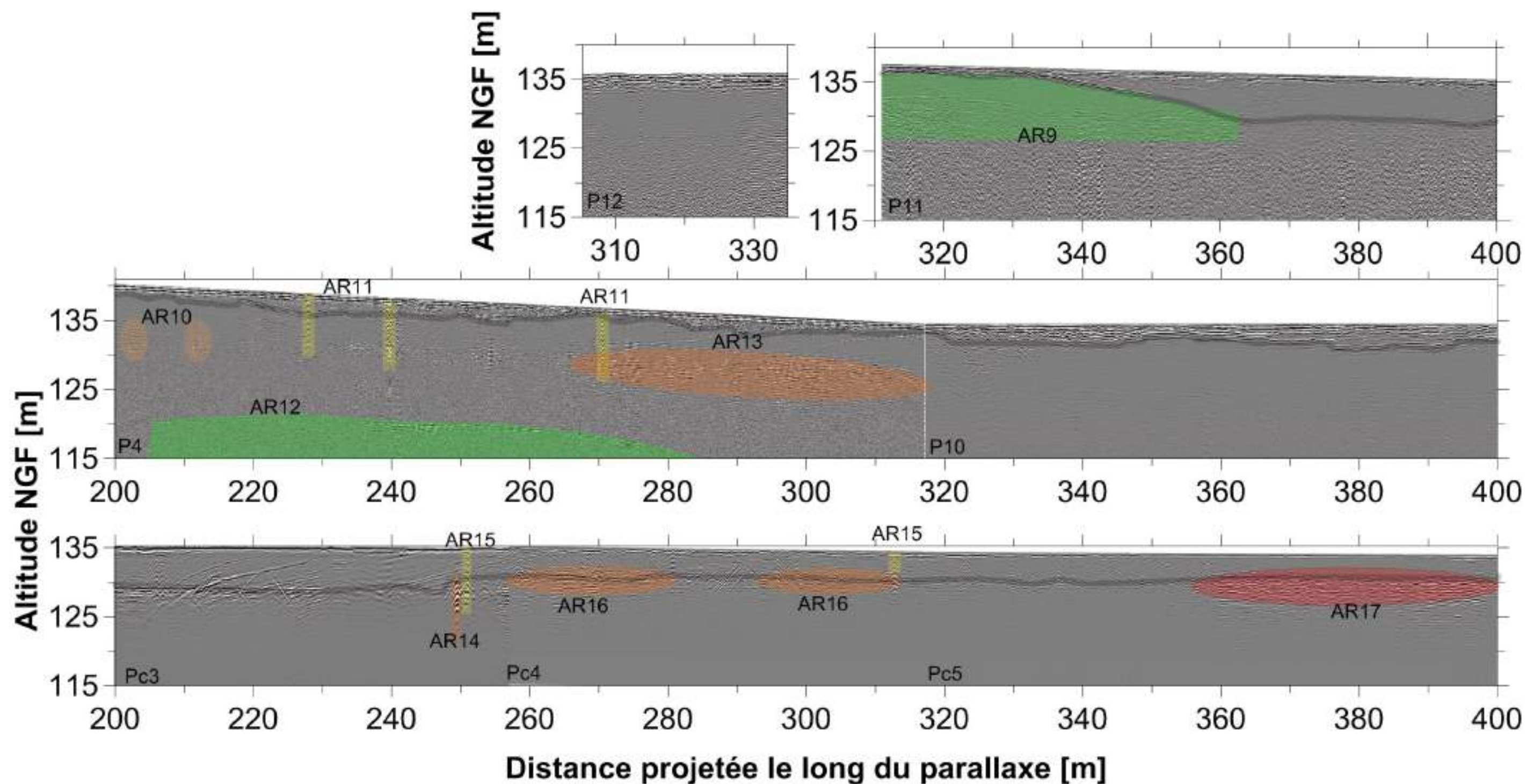


Affaire
C18-11730

Date
03/06/2019

Client : **Grand Cahors**

PLANCHE 11
Radargramme Partie 2 Interprété
 Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

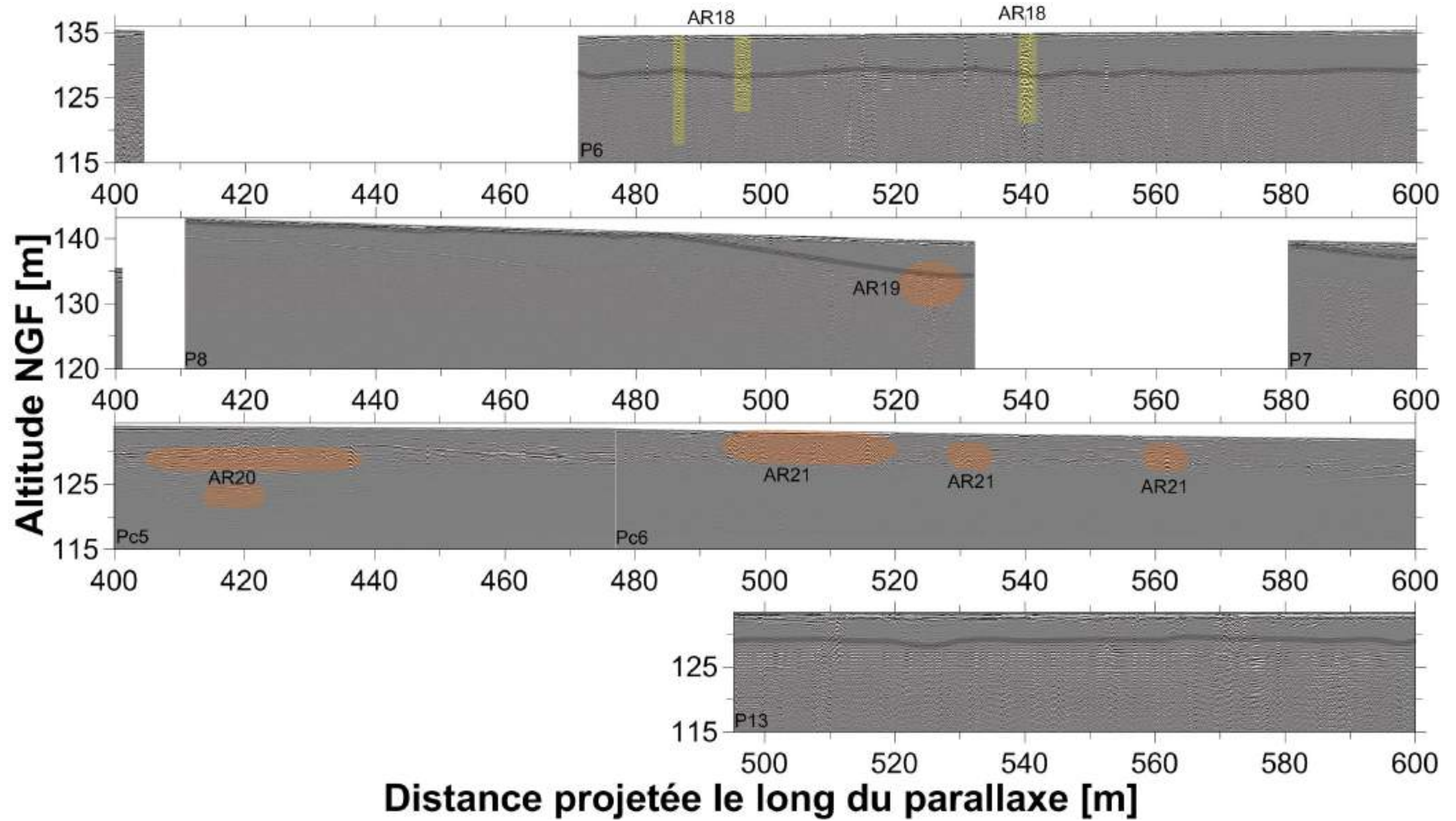
C18-11730

Date

03/06/2019

Client : Grand Cahors

PLANCHE 12
Radargramme Partie 3 Interprété
 Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

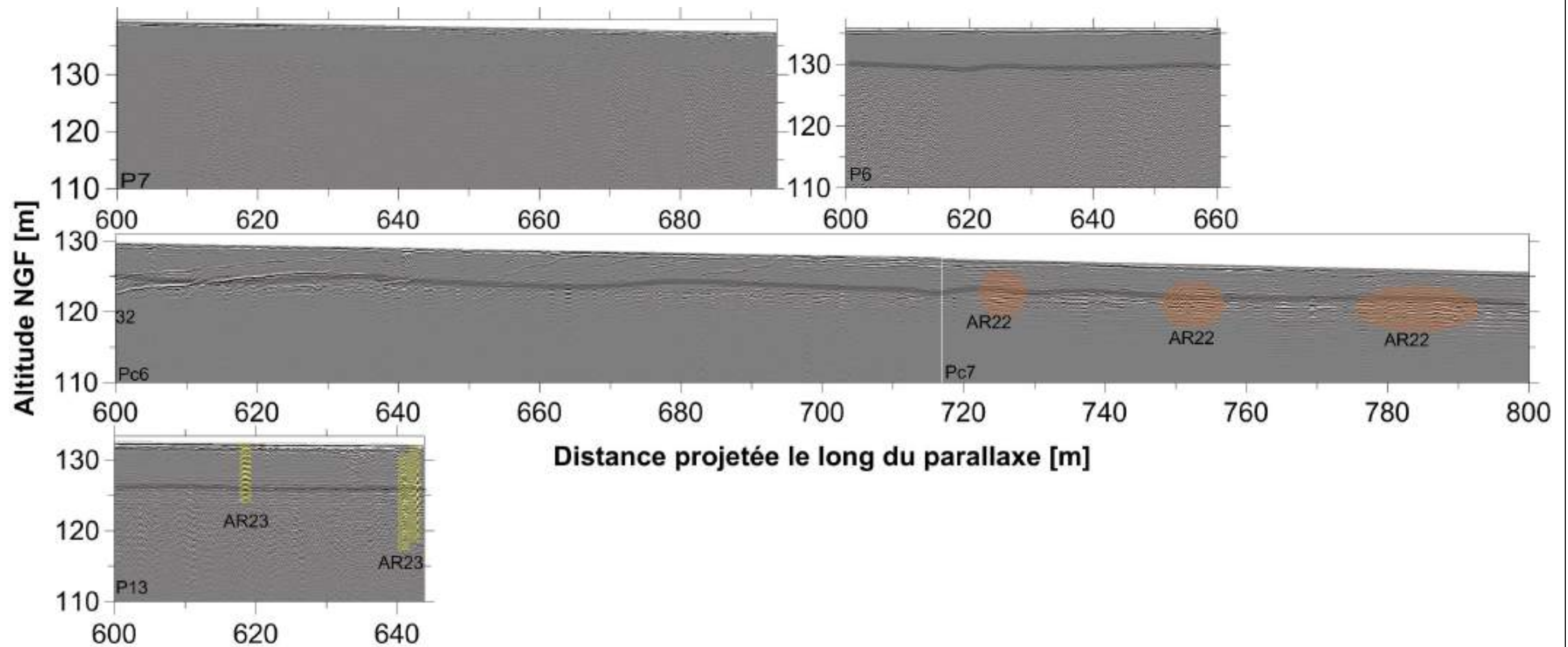
C18-11730

Date

03/06/2019

Client : Grand Cahors

PLANCHE 13
Radargramme Partie 4 Interprété
 Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

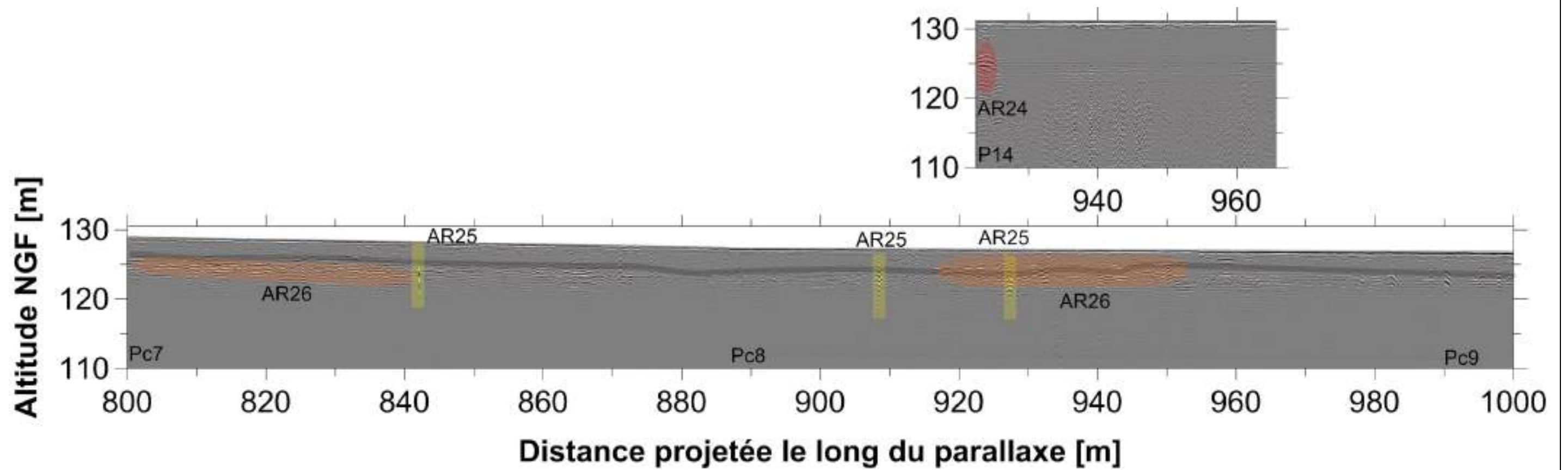
C18-11730

Date

03/06/2019

Client : **Grand Cahors**

PLANCHE 14
Radargramme Partie 5 Interprété
 Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

03/06/2019

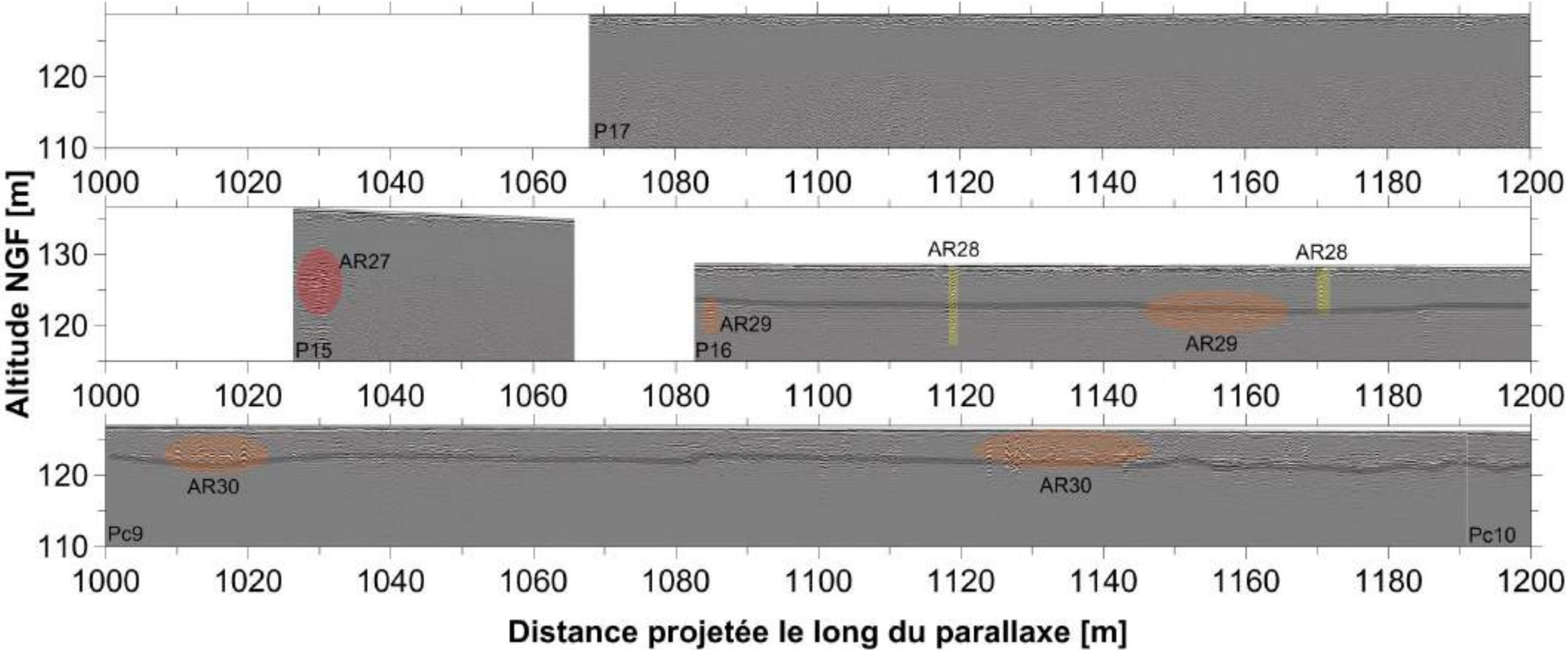
Client : **Grand Cahors**



PLANCHE 15

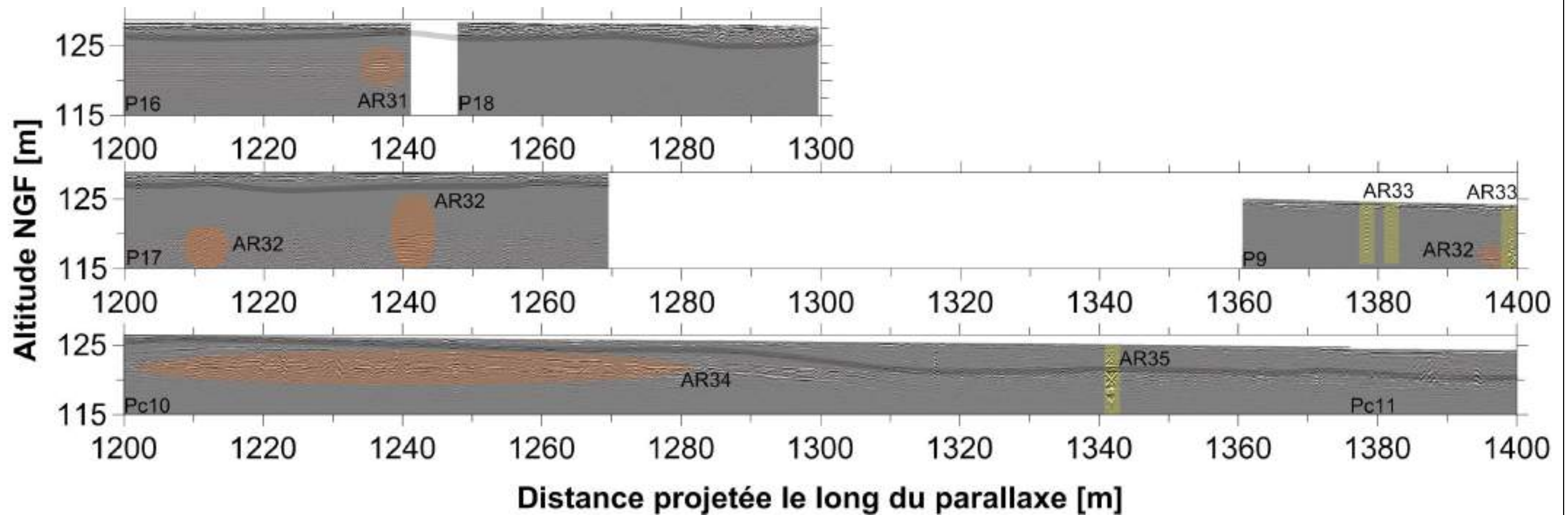
Radargramme Partie 6 Interprété

Grand Cahors – Cahors (46)



	Affaire	Date
	C18-11730	03/06/2019
	Client : Grand Cahors	

PLANCHE 16
Radargramme Partie 7 Interprété
 Grand Cahors – Cahors (46)

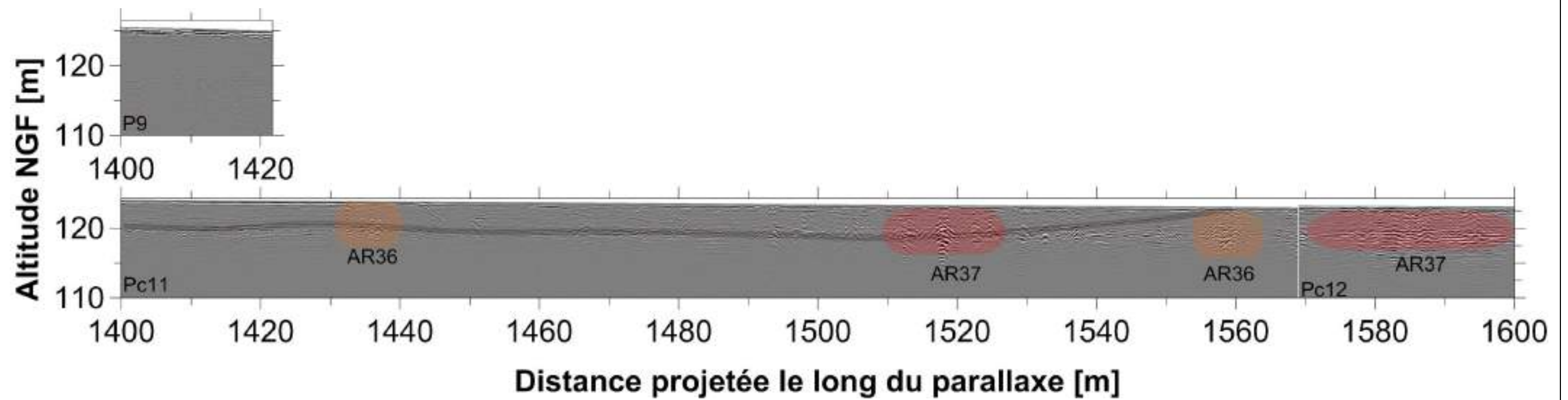


Affaire
C18-11730

Date
03/06/2019

Client : **Grand Cahors**

PLANCHE 17
Radargramme Partie 8 Interprété
 Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

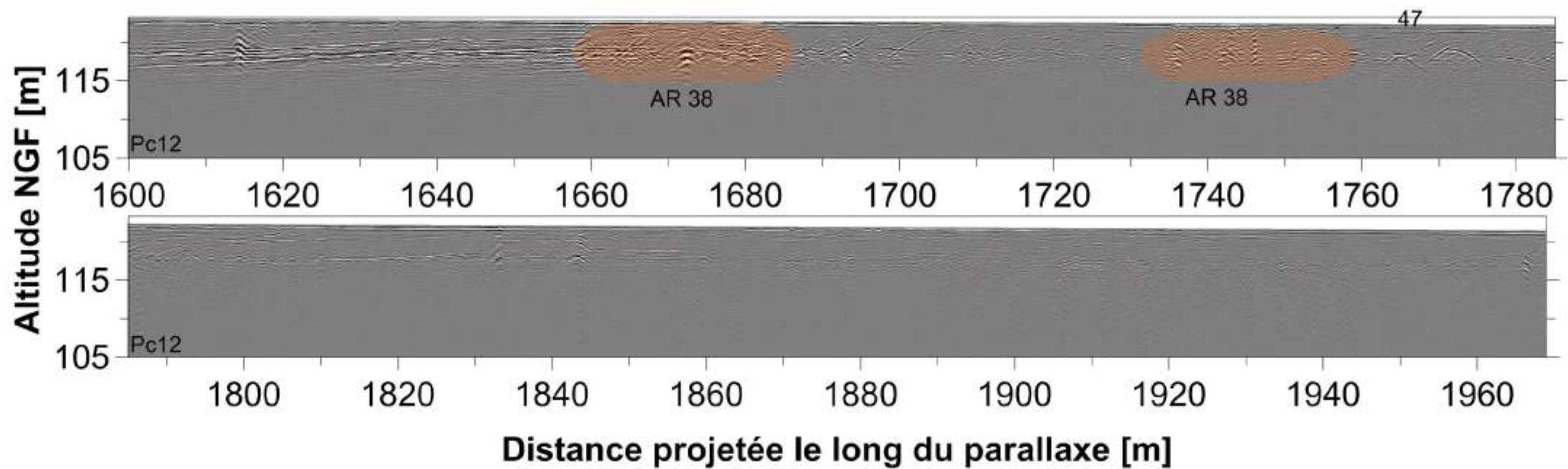
C18-11730

Date

03/06/2019

Client : **Grand Cahors**

PLANCHE 19
Radargramme Partie 9 Interprété
 Grand Cahors – Cahors (46)



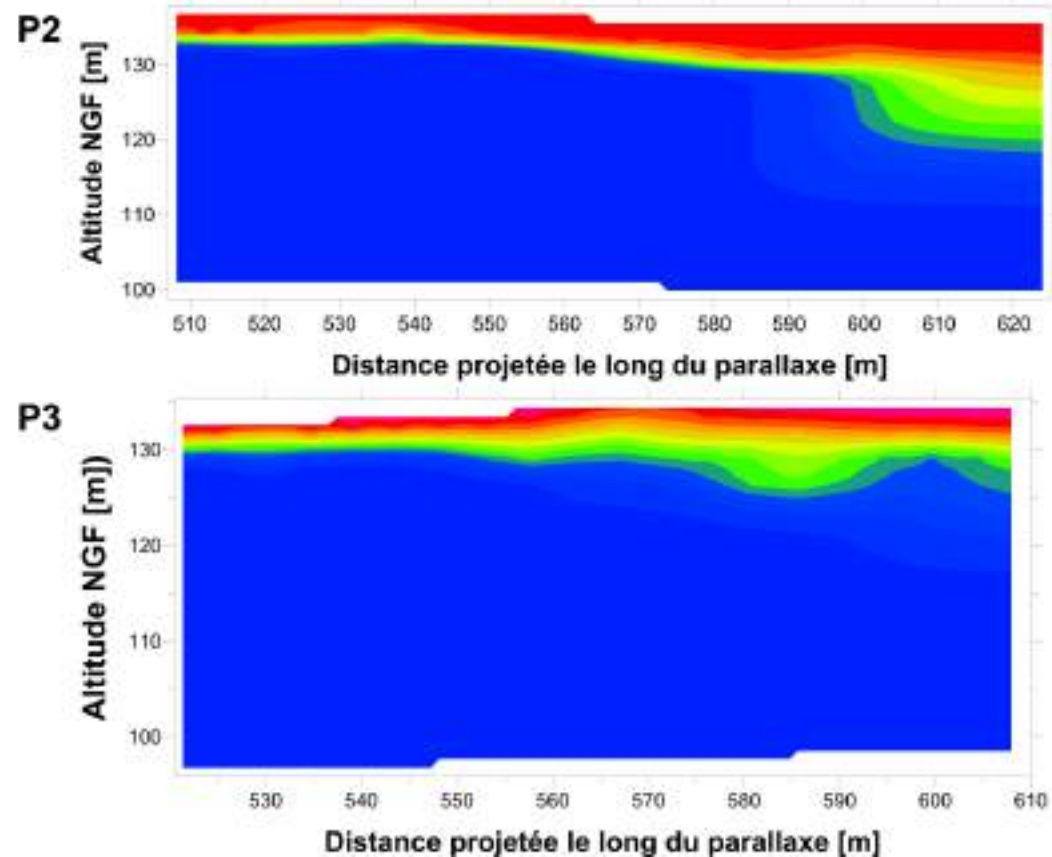
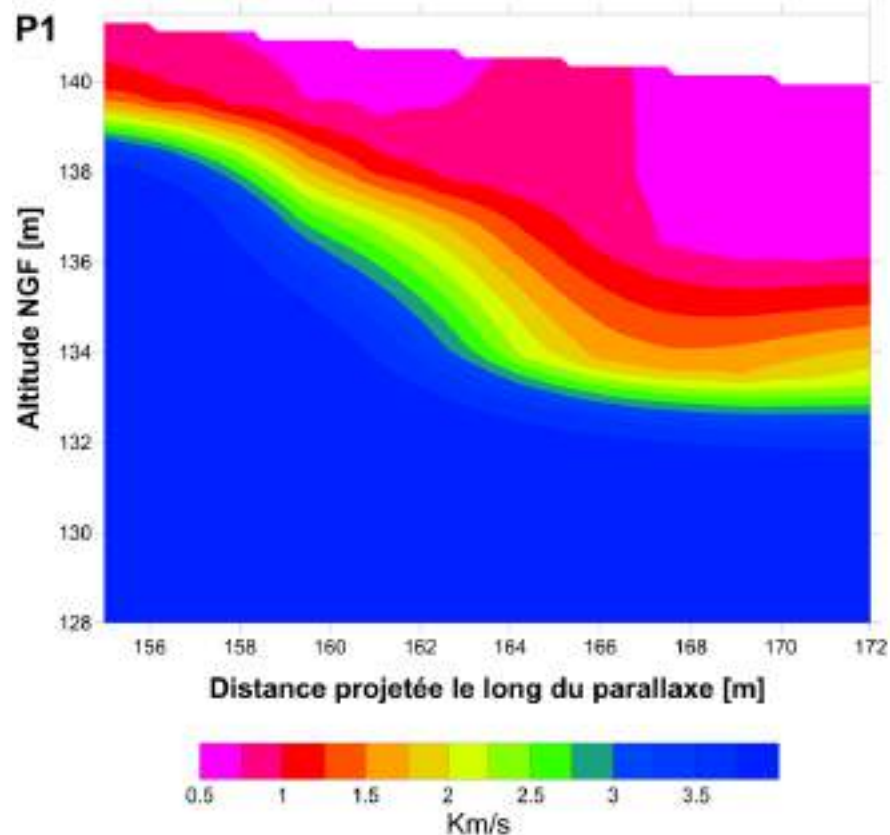
	Affaire	Date
	C18-11730	03/06/2019
	Client : Grand Cahors	

ANNEXE 4 : SISMIQUE REFRACTION

PLANCHE 1

Profil P1/P2/P3

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

03/06/2019

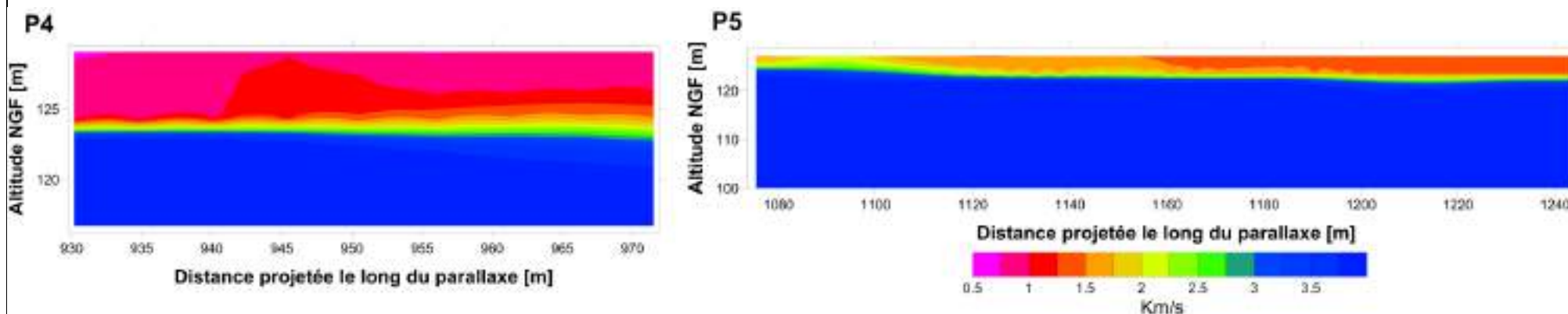
Client : **Grand Cahors**

C18-11730 - Ind A – Ruisseau du Bartassec – CAHORS (46)
Investigations géoradar, électrique et sismique réfraction

PLANCHE 2

Profil P4/P5

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

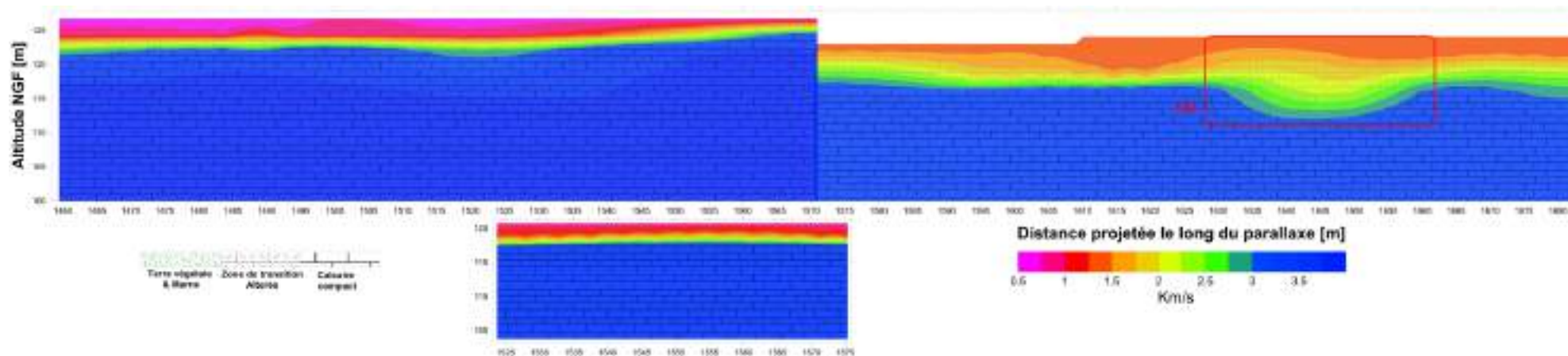
Date

03/06/2019

Client : **Grand Cahors**

C18-11730 - Ind A – Ruisseau du Bartassec – CAHORS (46)
Investigations géoradar, électrique et sismique réfraction

PLANCHE 3
Profil P6/P7/P8
 Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

03/06/2019

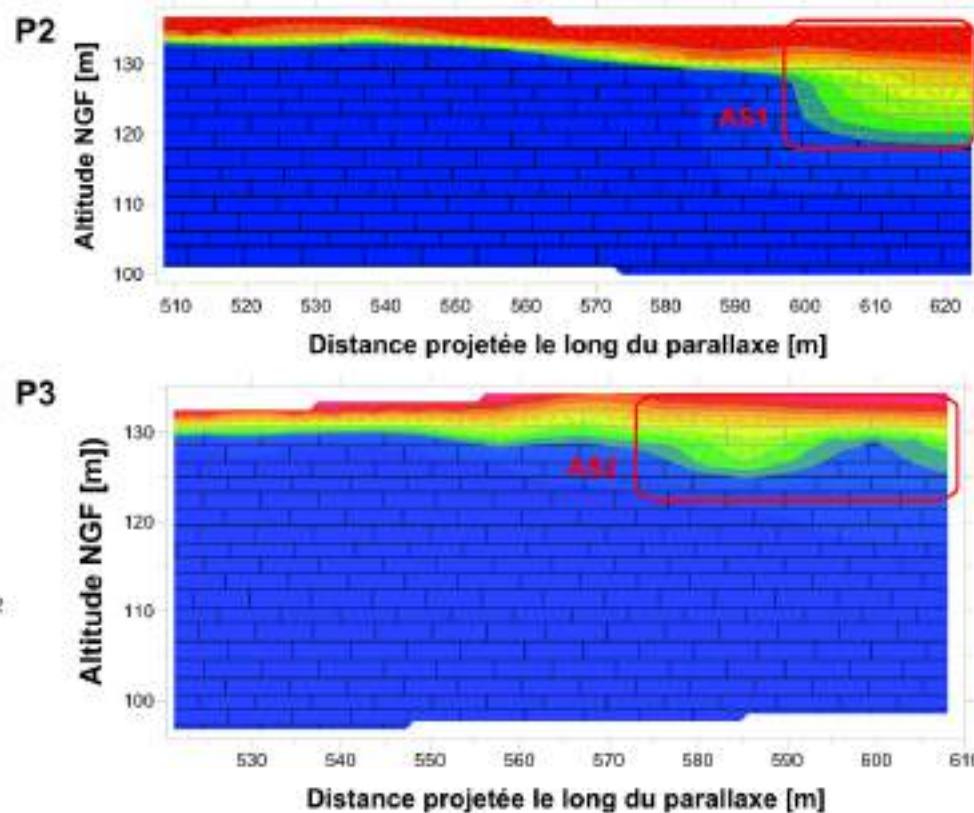
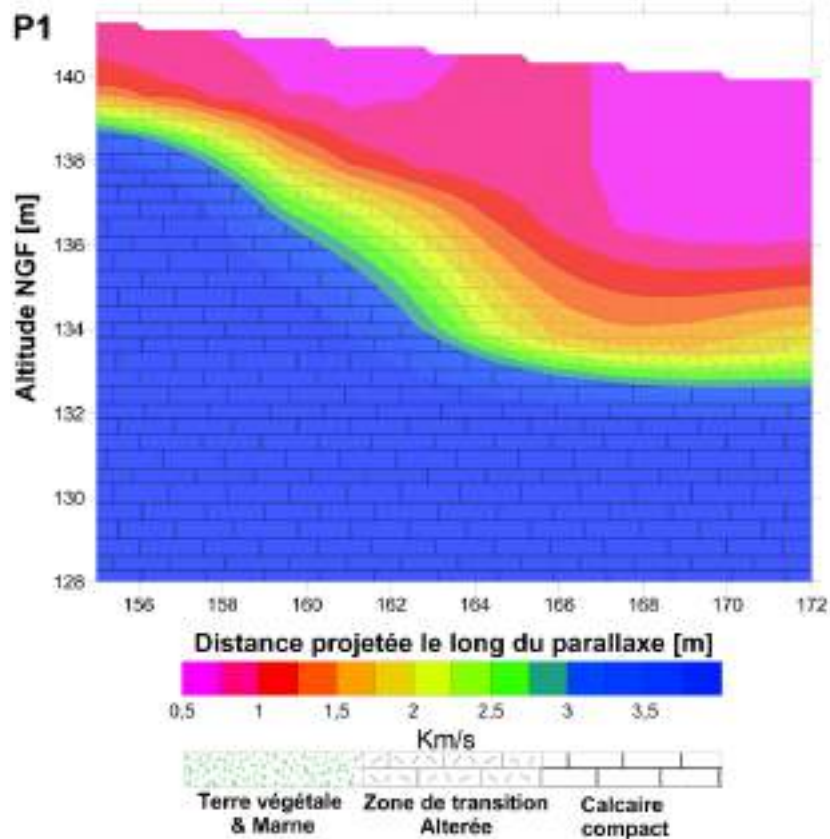
Client : Grand Cahors

C18-11730 - Ind A – Ruisseau du Bartassec – CAHORS (46)
 Investigations géoradar, électrique et sismique réfraction

PLANCHE 4

Profil interprétés P1/P2/P3

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

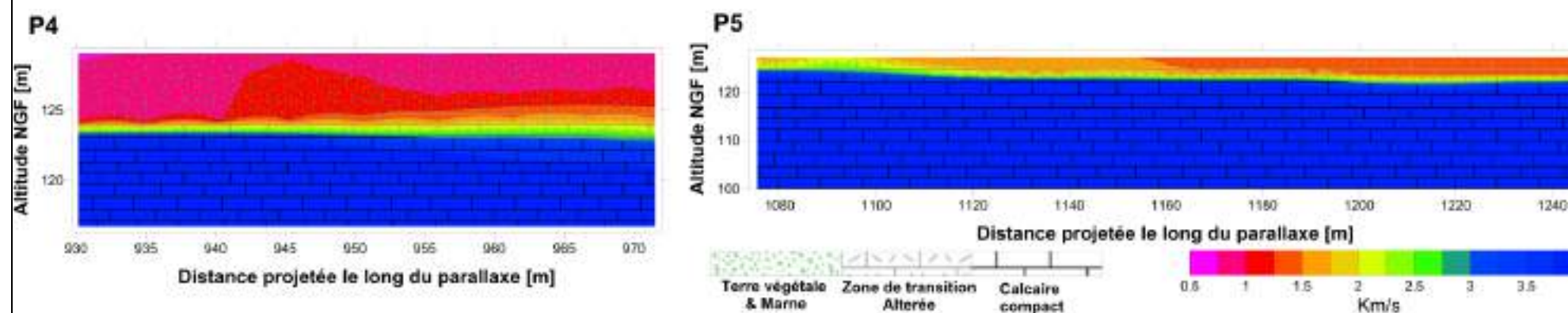
03/06/2019

Client : **Grand Cahors**

PLANCHE 5

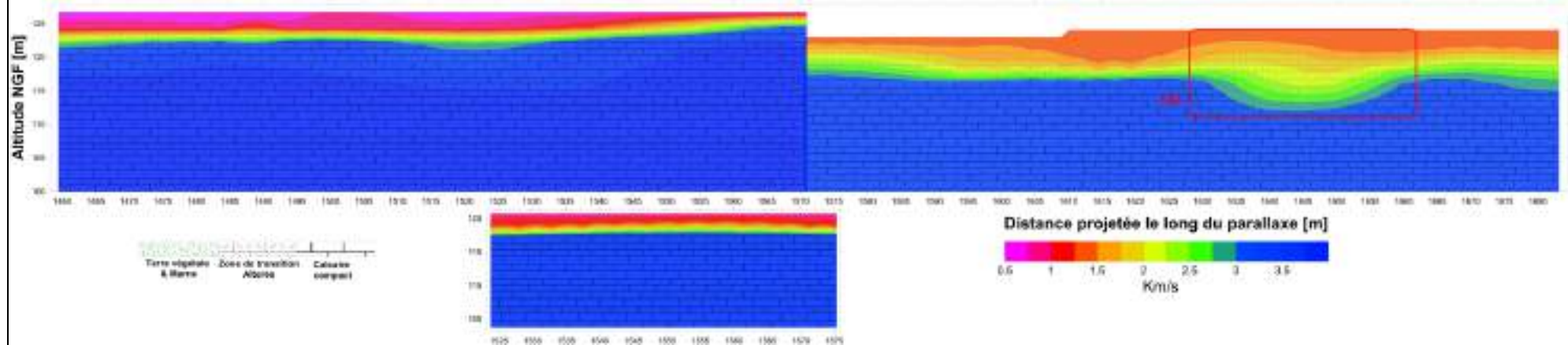
Profils interprétés P4/P5

Grand Cahors – Cahors (46)



	Affaire	Date
	C18-11730	03/06/2019
	Client : Grand Cahors	

PLANCHE 6
Profils interprétés P6/P7/P8
 Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

03/06/2019

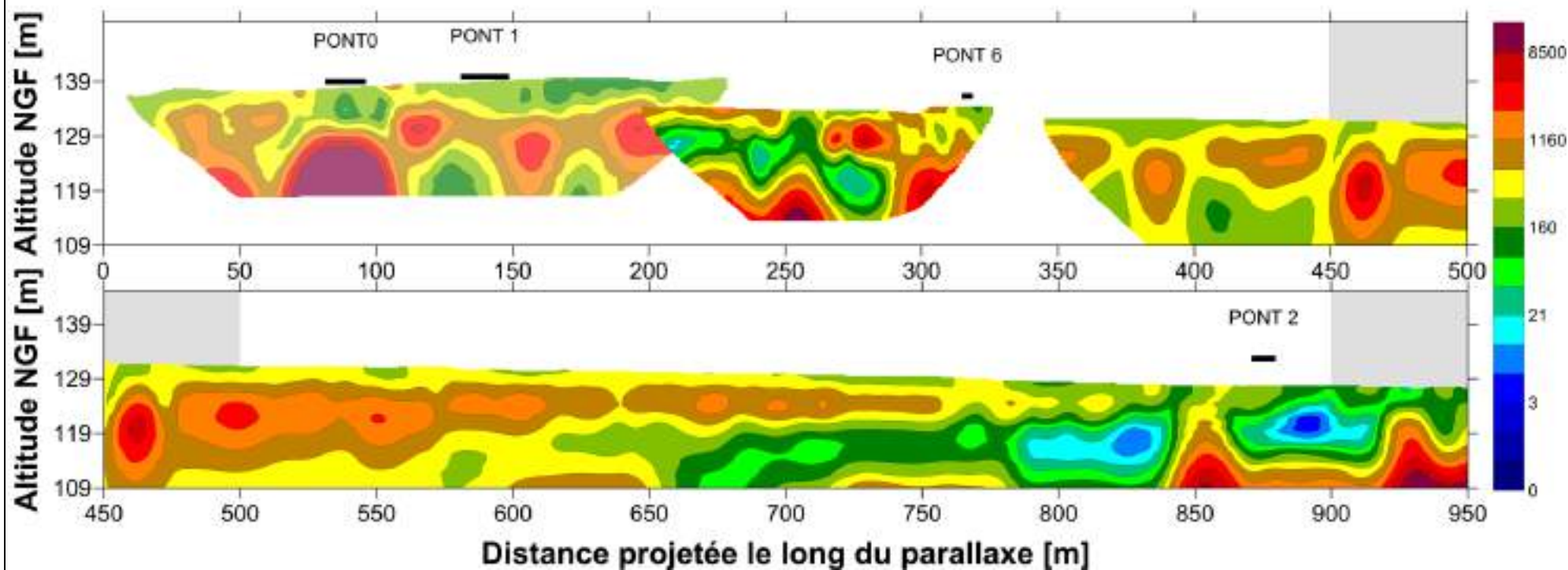
Client : Grand Cahors

ANNEXE 5 : ERT (Electrical Resistivity Tomographie)

PLANCHE 1

Résultats ERT – Partie 1

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

03/06/2019

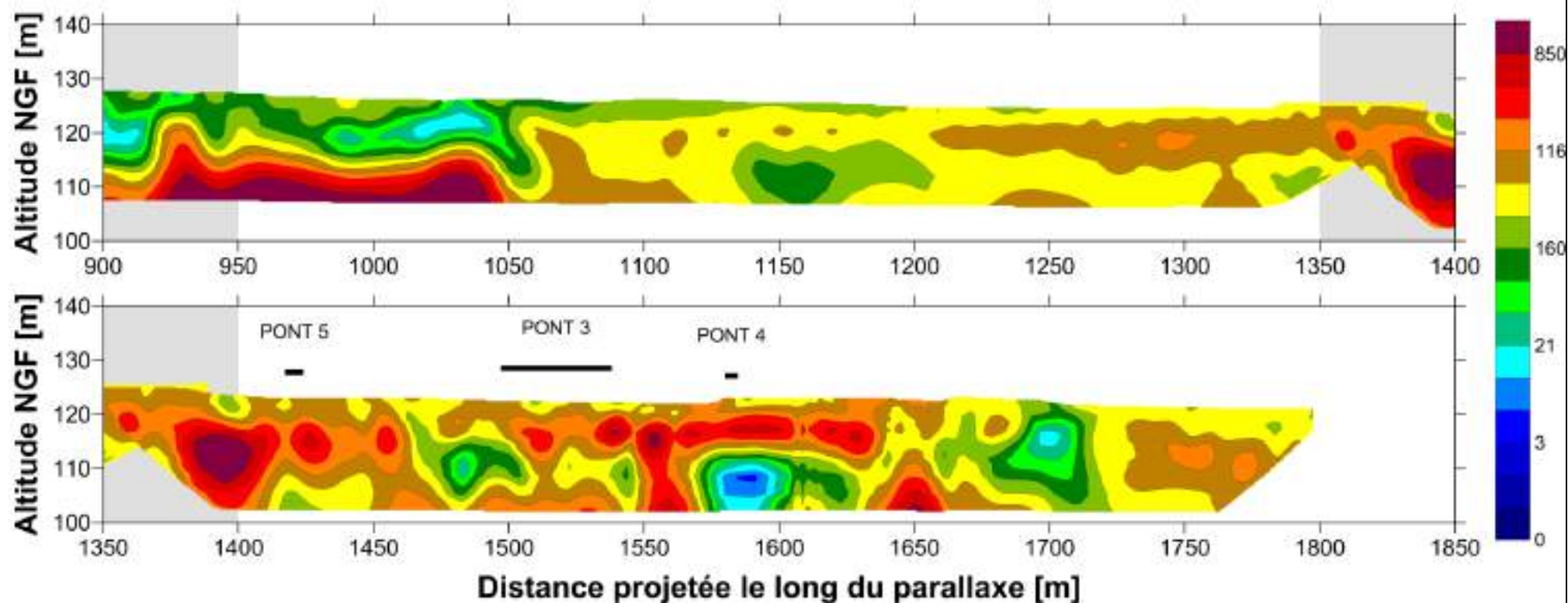
Client : **Grand Cahors**

C18-11730 - Ind A – Ruisseau du Bartassec – CAHORS (46)
Investigations géoradar, électrique et sismique réfraction

PLANCHE 2

Résultats ERT- Partie 2

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

03/06/2019

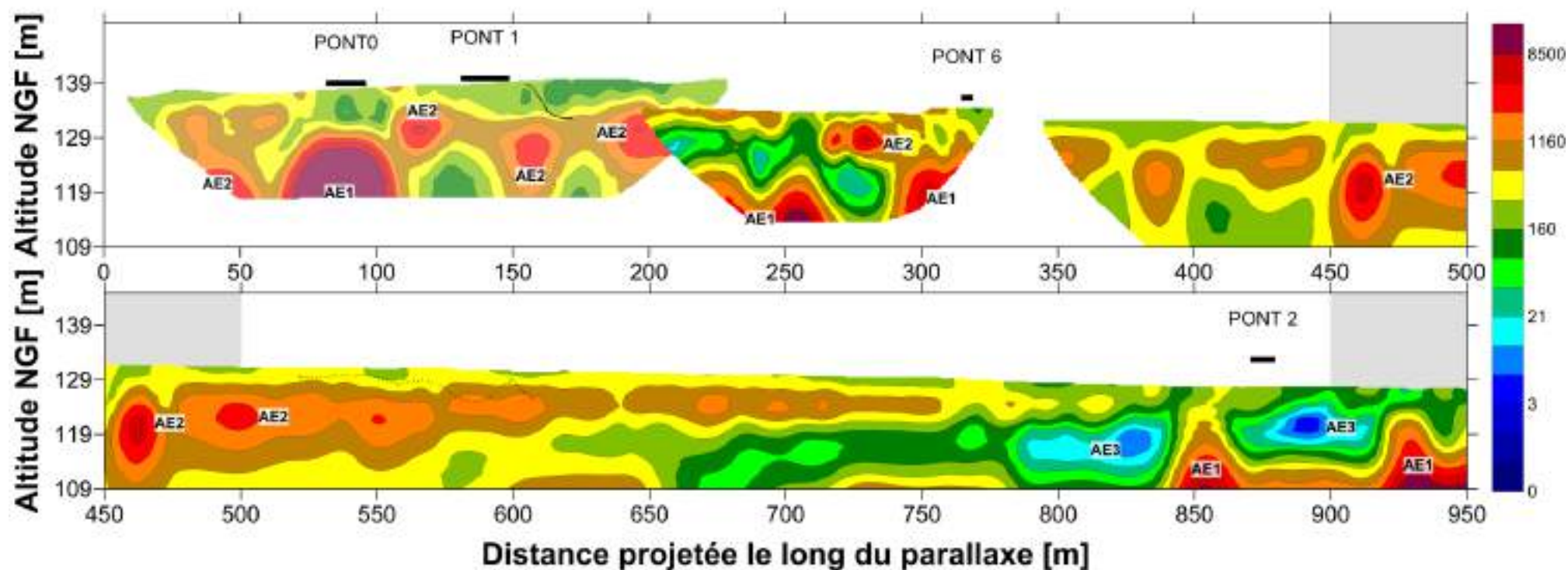
Client : **Grand Cahors**

C18-11730 - Ind A – Ruisseau du Bartassec – CAHORS (46)
Investigations géoradar, électrique et sismique réfraction

PLANCHE 3

Résultats ERT Interprété- Partie 1

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

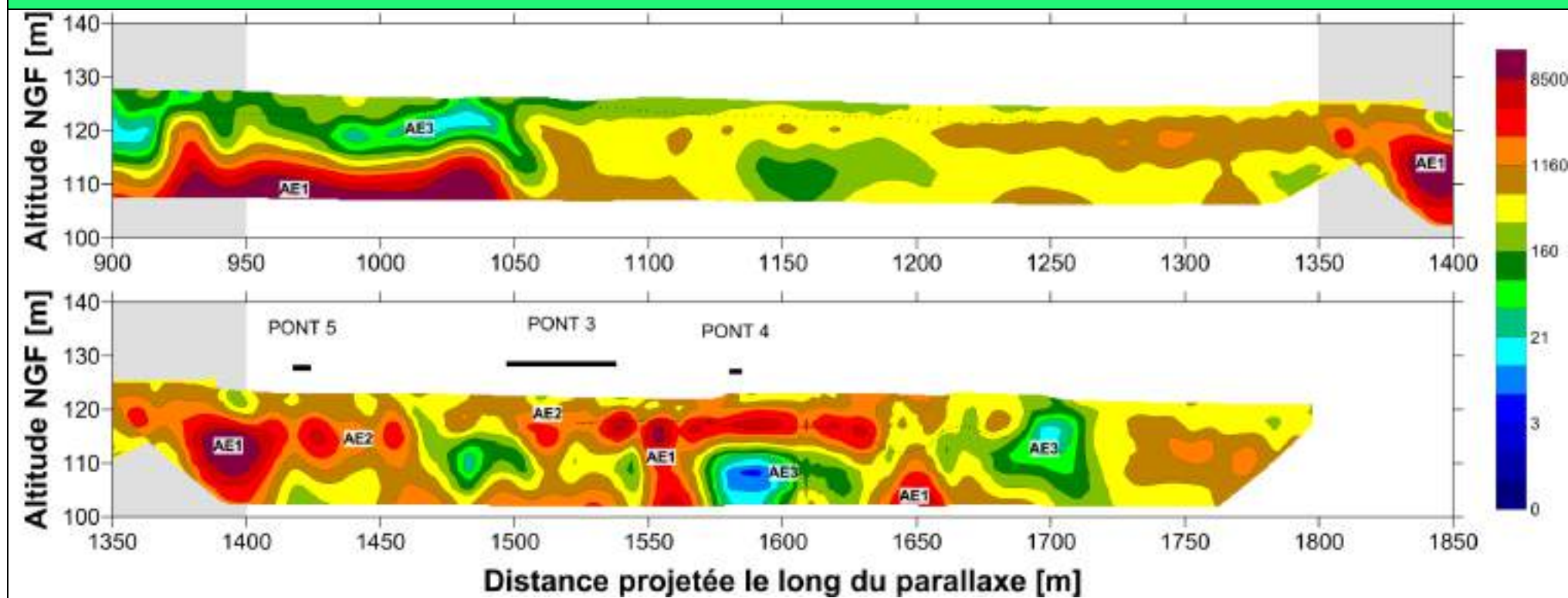
03/06/2019

Client : **Grand Cahors**

PLANCHE 4

Résultats ERT Interprété- Partie 2

Grand Cahors – Cahors (46)



Affaire

C18-11730

Date

03/06/2019

Client : **Grand Cahors**

ANNEXE 6 : Description des méthodes et moyens mis en œuvre

RADAR



→ Domaine(s) d'application(s)

- Reconnaissance réseaux
- Reconnaissance structurelle
- Auscultation et diagnostic d'ouvrages
- Détection de cavités/fontis

→ Limite(s) de la méthode(s)

- Profondeur d'investigation limitée. Celle-ci dépend de la fréquence de l'antenne utilisée et de la conductivité du sous-sol (5m max.)
- L'onde électromagnétique émise par l'antenne ne traverse pas les objets métalliques.

I - Principe

Les systèmes radar utilisent des impulsions électromagnétiques qui se propagent en s'atténuant dans les matériaux ou sols. A chaque changement de milieu traversé, une partie de l'énergie est réfléchie vers la surface. Les échos successifs sont enregistrés dans un signal temporel.

La fréquence du système radar utilisé détermine la profondeur et la résolution de la mesure. Plus la fréquence de l'antenne est élevée, plus la résolution sera importante au détriment de la profondeur d'investigation. Inversement, moins la fréquence du système radar est élevée, plus grande sera la profondeur mesurée et plus faible sera la résolution limitant la taille des objets détectables.

Le radar géophysique mesure en continu permettant d'investiguer rapidement un linéaire important. Cette méthode est couramment utilisée pour ausculter de grandes surfaces, souvent en complément d'autres méthodes ne permettant pas de visualiser les premiers mètres du sous-sol.

II - Matériel / Dispositif

- Unité d'acquisition GSSI S.I.R.3000
- Antennes radar 1.6 GHz, 400MHz ou 200MHz couplées à une roue codeuse pour recalibrer les distances
- Logiciels de traitement : Radan 7



S.I.R. 3000



Antenne 200 MHz

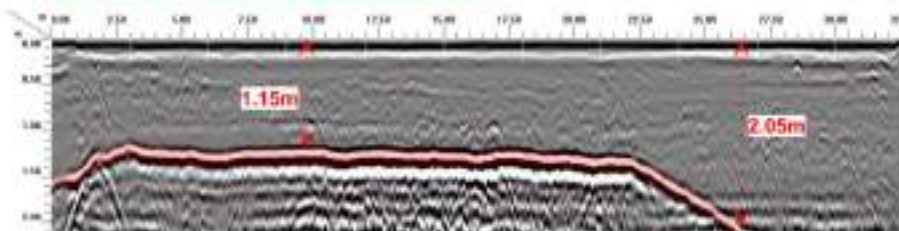


Antenne 400 MHz



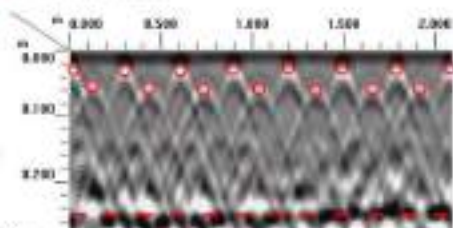
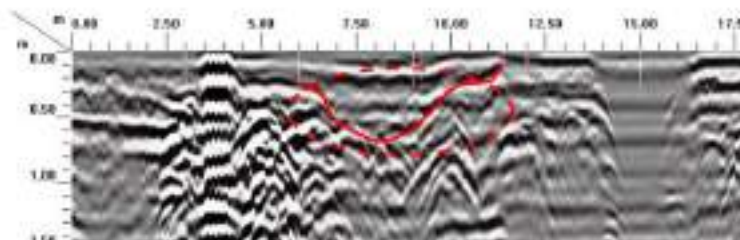
Antenne 1.6 GHz

III - Résultats et Modélisation



Détermination de l'épaisseur de remblais au niveau du tunnel de l'A86 à Nanterre à l'aide d'une antenne 400 MHz. L'interface remblais/béton est figurée en rouge sur le radargramme.

Détermination de la structure d'une dalle à l'aide d'une antenne haute fréquence 1.6 GHz. Les mesures mettent en évidence les différents lits d'aciers, leurs entraxes et profondeurs ainsi que l'épaisseur de la dalle.



Auscultation de voirie dans le cadre d'une détection de fontis à l'aide d'une antenne 400 MHz, faisant suite à l'apparition d'un effondrement

SISMIQUE REFRACTION



→ Domaine(s) d'application(s)

La sismique réfraction permet de connaître :

- la vitesse de propagation
- l'épaisseur de couche
- l'évolution des faciès sismique

→ Limite(s) de la méthode(s)

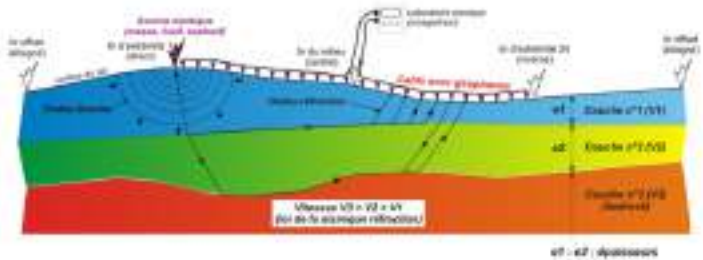
- Les couches doivent connaître un grand contraste.
- Nécessite un milieu présentant une densité croissante avec la profondeur.
- Les anomalies ponctuelles sont difficiles à discerner.
- Difficile d'imager dans un milieu bruité

I - Principe

Cette méthode est basée sur la propagation d'onde de compression, onde P, réfractées à l'interface entre les niveaux géologiques. La réfraction est un phénomène de déviation d'une onde à la surface d'un corps entre deux milieux de propriété différente.

Elle permet d'élaborer un modèle de vitesses et d'estimer le pendage des couches.

Le temps d'arrivée de l'onde réfractée pour chaque géophone permet de tracer une courbe de temps d'arrivée en fonction de la distance par rapport à la source (dromochrone).



Tracé de l'onde directe et réfractée et la dromochrone correspondante.

II - Matériel / Dispositif



Le matériel utilisé est :

- Unité d'acquisition ABEM Terraloc Pro
- 2 Flûtes sismique avec 12 connecteurs en maille 5m
- 24 Géophones 4.5 Hz
- Bobine de trigger
- Source : Chute de poids/Explosifs/Shot gun

L'acquisition se fait grâce à plusieurs frappes (offset) très éloignées, puis plusieurs tire entre différent capteurs. La position des frappes peut varier en fonction de la résolution souhaitée.

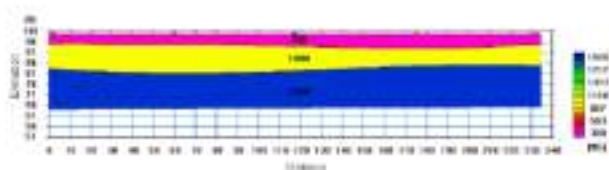
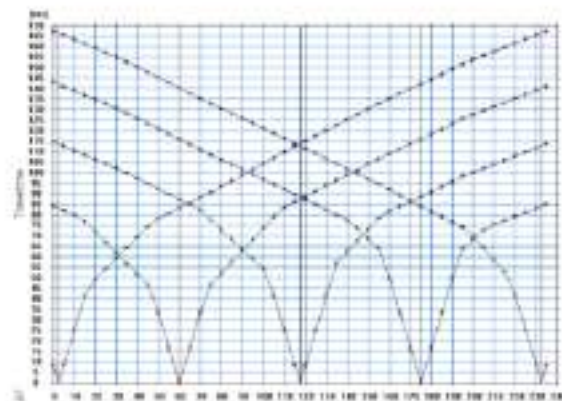
III - Résultats et Modélisation

Le traitement se fait à grâce à SeisImager, pour cela il faut :

- Filtrer les données
- Pointer les premières arrivées pour chaque géophone
- Créer un diagramme temps distance permettant de vérifier la qualité du pointé
- Déterminer la vitesse de chaque couches
- Calculer les épaisseurs
- Créer un modèle initial

INVERSION

Une fois l'inversion effectuée il reste à mettre en forme le profil est faire l'interprétation.



TOMOGRAPHIE ELECTRIQUE



→ Limite(s) de la méthode(s)

- Limitation géographique à l'extension du dispositif et donc de la profondeur.
- Présence de terrains superficiels très conducteurs pouvant limiter la pénétration du signal.
- Une profondeur trop importante, au vu de la taille et du contraste offert par la cible recherchée.

I - Principe

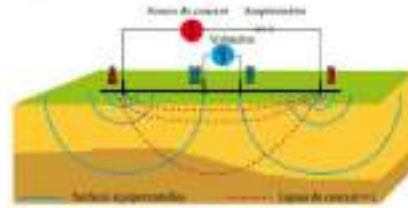


Figure 1. Schéma de l'implantation d'un quadripôle

La tomographie électrique en courant continu consiste à mesurer la répartition du champ de potentiel électrique d'un sol mis sous tension au moyen d'un courant électrique à très basse fréquence.

Un dispositif de mesure classique est linéaire et constitué d'une série d'électrodes, i.e. piquets en inox, rattachés à un résistivimètre à très haute impédance au moyen de câbles multiconducteurs munis. Technologiquement grâce au multiplexeur intégré dans l'appareil, il est possible d'injecter le courant avec n'importe quelle paire d'électrodes et d'échantillonner le champ de potentiel avec l'ensemble des électrodes restantes. Techniquement, un tel échantillonnage serait fastidieux à gérer par la suite, du fait de l'espace mémoire occupé par la base de données et le temps d'inversion d'un jeu aussi conséquent de données. En pratique, l'ingénieur sélectionne un ou plusieurs protocoles d'acquisition en fonction de la géologie ainsi que de la taille, du contraste et de la profondeur de la cible recherchée.

La profondeur d'investigation médiane est d'environ 11 à 33% la longueur totale du dispositif.

Le levé se présente sous la forme d'une pseudo section de résistivité électrique apparente ; ce mode de représentation projette à l'aplomb de chaque quadripôle la valeur de la résistivité électrique apparente, calculée en fonction de la géométrie, à une position et une profondeur standardisée et propre à chaque dispositif.

La profondeur d'investigation et la résolution d'un panneau électrique varient selon la maille, le protocole utilisé et la distribution des résistivités des terrains.

Le traitement des données, soit la réduction par la solution des moindres carrés d'un système matriciel obtenu après linéarisation des équations analytiques, est effectué avec le logiciel ERTLab. Ce logiciel d'inversion permet d'obtenir un modèle approché de la distribution de la résistivité électrique « vraie ». Si le programme d'inversion permet effectivement d'approcher les résistivités « vraies », les profondeurs restent toujours des estimations, du fait du phénomène de l'équivalence, et certaines couches peuvent être supprimées par le processus, du fait d'une signature trop faible.

II - Matériel / Dispositif



- D'un résistivimètre 64 canaux de type TERRAMETER LS (ABEM) qui permet une correction automatique de la polarisation spontanée, l'accumulation automatique des mesures pour l'amélioration du rapport signal/bruit et l'affichage de messages d'erreur en cas de problèmes ;
- Câbles de mesure, normalement 6x 16 ou 4x 24 sorties avec passes câbles, jeu complet d'électrodes, bretelles de connexion, massettes, bidons et sel ;
- Boussole, GPS, décamètres et traceur de chantier ;
- Batteries 12V, 2x.

III - Exemple de résultats

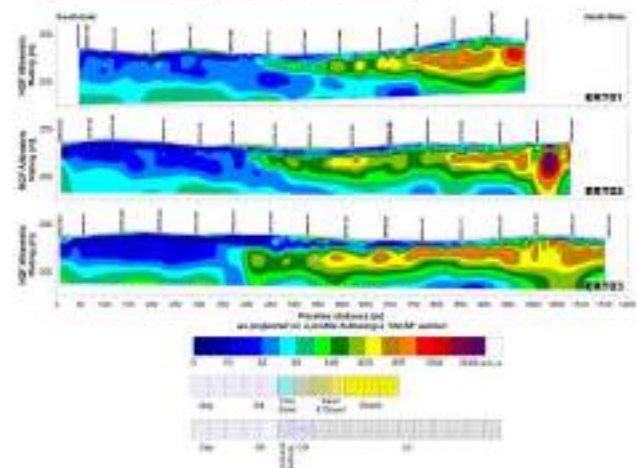
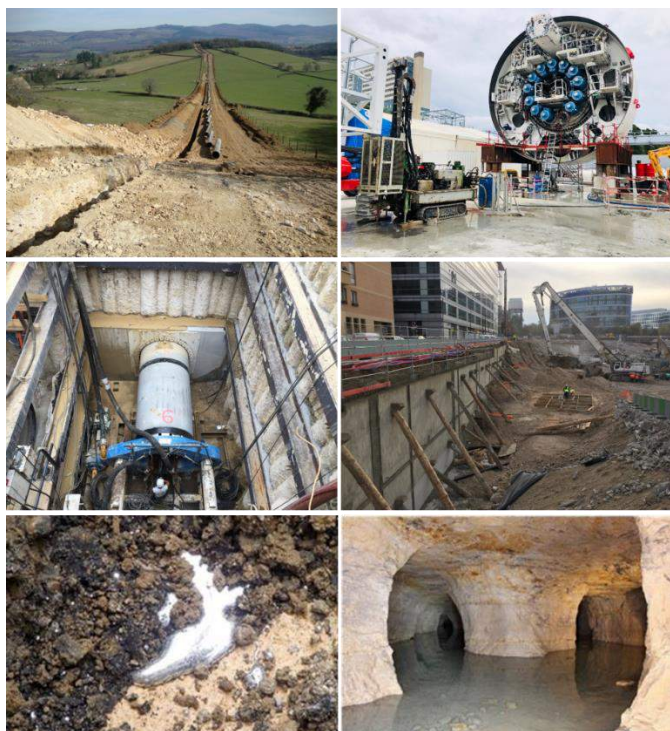


Figure 2. Exemple de rendu des résultats pour l'étude de la cubature d'un gisement calcaire

ANNEXE 2 Etude environnementale



AMENAGEMENT HYDRAULIQUES DU RUISSEAU DE LACOSTE SUR L'ENTREE SUD DE CAHORS

Route de Toulouse D820
Chemin de Belle-croix
CAHORS (46)



COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DU GRAND CAHORS

72 rue du Président Wilson

BP 80281, 46 000 Cahors Cedex 9

Définition des filières d'évacuation des déblais

Réf Sémofi	Date	Phase	Type	Indice	Pièce
C18-11730	30/10/2019			V1	04B

SOMMAIRE

1	PREAMBULE.....	4
2	CONTEXTE DE L'ETUDE	5
3	DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE	6
4	METHODOLOGIE GENERALE.....	8
5	ETUDE HISTORIQUE SUCCINCTE	9
5.1	ETAT ACTUEL DU SITE.....	9
5.2	PHOTOGRAPHIES AERIENNES.....	9
5.3	BASES DE DONNEES.....	10
5.3.1	BASIAS	11
5.3.2	BASOL	12
5.3.3	Informations relatives aux Secteurs d'Information sur les Sols (SIS)	14
5.4	SYNTHESE SUR LES RISQUES DE CONTAMINATION ATTENDUS.....	14
6	INVESTIGATIONS SUR LES SOLS.....	15
7	INTERPRETATION DES RESULTATS.....	17
7.1	OBSERVATION DE TERRAIN.....	17
7.2	INTERPRETATION DES RESULTATS	17

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE	6
FIGURE 2 : AMENAGEMENTS PREVUS ZONE AMONT	7
FIGURE 3 : AMENAGEMENTS PREVUS ZONE CENTRALE	7
FIGURE 4 : AMENAGEMENTS PREVUS ZONE AVALE	8
FIGURE 5 : PHOTOGRAPHIES AERIENNES DU SITE	10
FIGURE 6 : LOCALISATION DES SITES BASIAS.....	13

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LISTE DES SITES BASIAS AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE.....	11
TABLEAU 2 : SYNTHESE DES RESULTATS ANALYTIQUES DE SOLS	16

ANNEXES

ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION DES SONDAGES

ANNEXE 2 BORDEREAUX D'ANALYSES SUR LES SOLS

1 Préambule

La Communauté d'Agglomération du Grand Cahors prévoit l'aménagement de l'entrée Sud de Cahors, soumise au risque inondation par débordement des cours d'eau du Bartassec et de Lacoste.

Dans ce cadre, la communauté d'Agglomération du Grand Cahors souhaite sécuriser son projet vis-à-vis des filières d'évacuation des déblais.

Suite à notre proposition technique et financière n° P18-21042 du 23 août 2018, La Communauté d'Agglomération du Grand Cahors a missionné SEMOFI pour la **Définition des filières d'évacuation des déblais**, rapport n° C18-11730, pièce n°04B, version 1 du 30 octobre 2019.

Cette étude a été réalisée par **SEMOFI Environnement**, pôle spécialisé de SEMOFI en Sites et Sols Pollués ; elle fait l'objet du présent rapport.

Les prestations réalisées dans le cadre de cette étude sont conformes à notre proposition technique et financière, acceptée par la Communauté d'Agglomération du Grand Cahors le 30 octobre 2018.

A noter que cette étude environnementale est réalisée en parallèle de l'étude géotechnique préalable et de conception G1 (phases ES et PGC) et d'avant-projet G2 (phase AVP).

Elle vient en complément du Rapport d'étude géotechnique de conception phase avant-projet, Mission G2 phase AVP – Terrassements, n°C18-11730, pièce n°4.

NB : Le présent document est la synthèse des informations relatives aux missions confiées par La Communauté d'Agglomération du Grand Cahors à SEMOFI. Ce document peut revêtir un caractère confidentiel, laissé à l'appréciation de la Communauté d'Agglomération du Grand Cahors. De ce fait, il ne peut être dupliqué que dans son intégralité, avec l'autorisation écrite de la Communauté d'Agglomération du Grand Cahors.

2 Contexte de l'étude

Dans le cadre du réaménagement du ruisseau du Bartassec et du Lacoste, d'importantes opérations de terrassements sont à prévoir, notamment pour :

- Le reprofilage des berges ;
- La création des canaux de décharge ;
- La création du bassin de rétention au Nord ;
- La mise en place des fondations des ouvrages d'art.

Les études hydrauliques menées sur le site ont abouti à un programme d'aménagements hydrauliques depuis le giratoire du Roc de l'Agasse jusqu'en aval du magasin But permettant de mettre hors d'eau la RD820, de limiter et s'affranchir selon les zones des débordements pour une crue centennale.

Afin de sécuriser son projet, la Communauté d'Agglomération du Grand Cahors a souhaité qu'une étude environnementale soit réalisée afin de déterminer les filières d'évacuation des déblais qui seront générés par le projet, si ceux-ci ne peuvent pas être réutilisés sur site.

Aussi, cette étude s'inscrit dans une démarche de gestion des risques dont la finalité est de vérifier en première approche les contraintes associées à la réalisation du projet, notamment vis-à-vis de la **gestion des terres excavées** dans le cadre de travaux de terrassement.

3 Définition de la zone d'étude

D'un point de vue géographique, le site étudié se trouve au niveau de la zone commerciale à l'entrée Sud de la commune de Cahors, dans le département du Lot (46).

De manière plus précise, les projets de réaménagement se situent sur les rives du Lacoste, entre le rond-point du Roc de l'Agasse (amont) et le rond-point de la Beyne (aval), le long de la RD 820 (rive droite) et du chemin de Bellecroix (rive gauche).

Les cotes altimétriques du ruisseau varient d'environ 140 NGF en amont du projet à environ 125 NGF en aval du projet.

La localisation du secteur d'étude est présentée dans les figures ci-dessous.

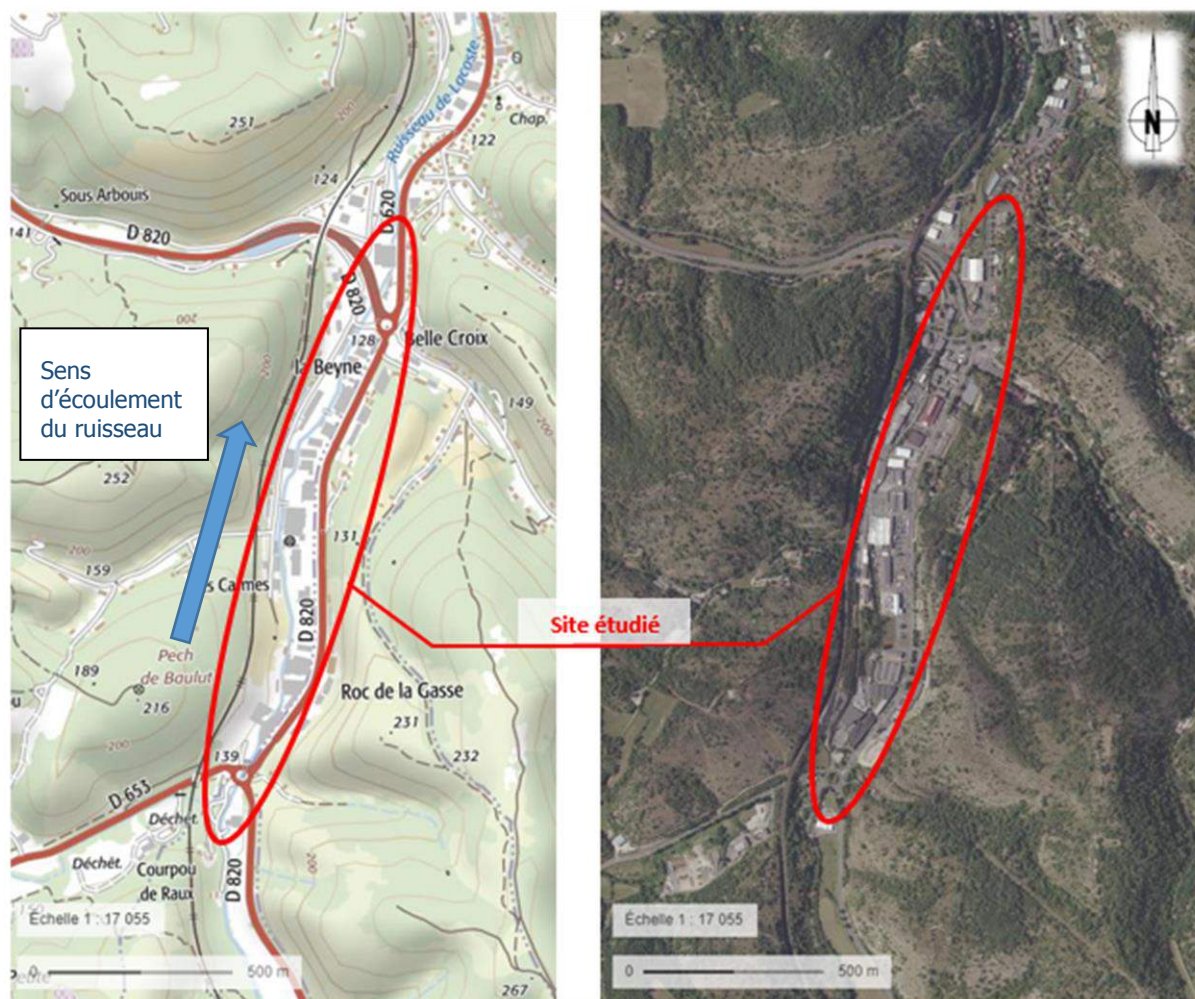


Figure 1 : Localisation du site

(Source : Géoportail)

Les zones de terrassements hors-lit majeur du ruisseau apparaissent en marron sur les plans ci-dessous.

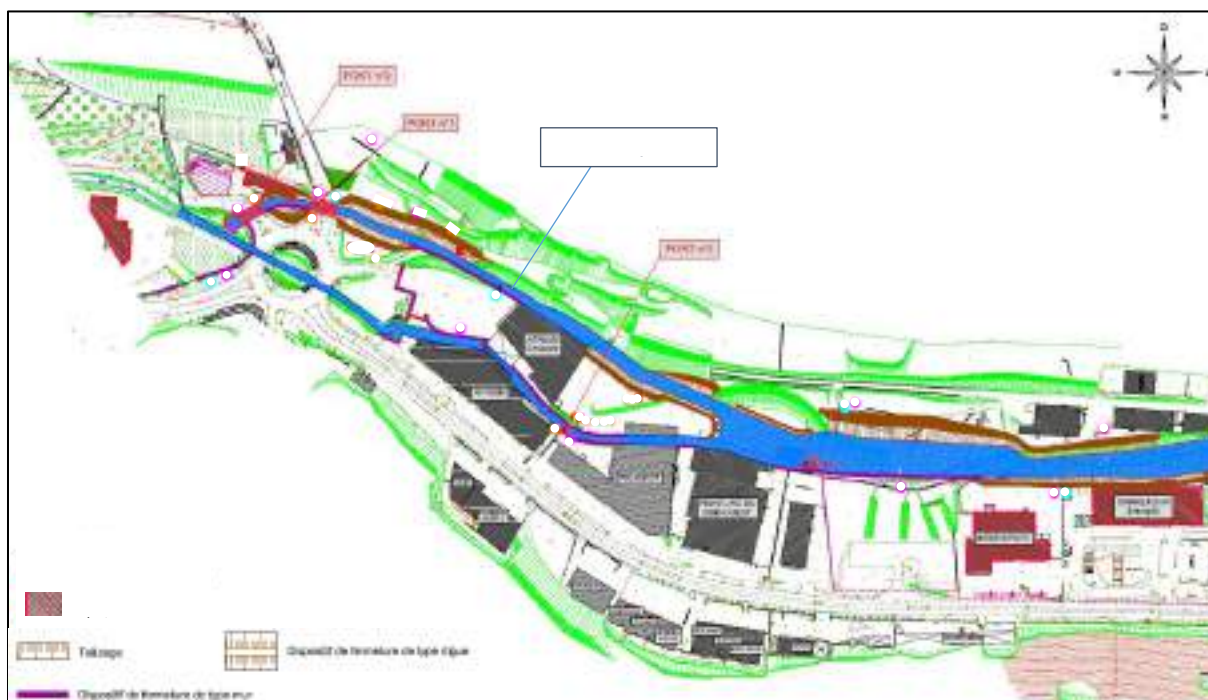


Figure 2 : Aménagements prévus zone amont

(Source : Artelia)

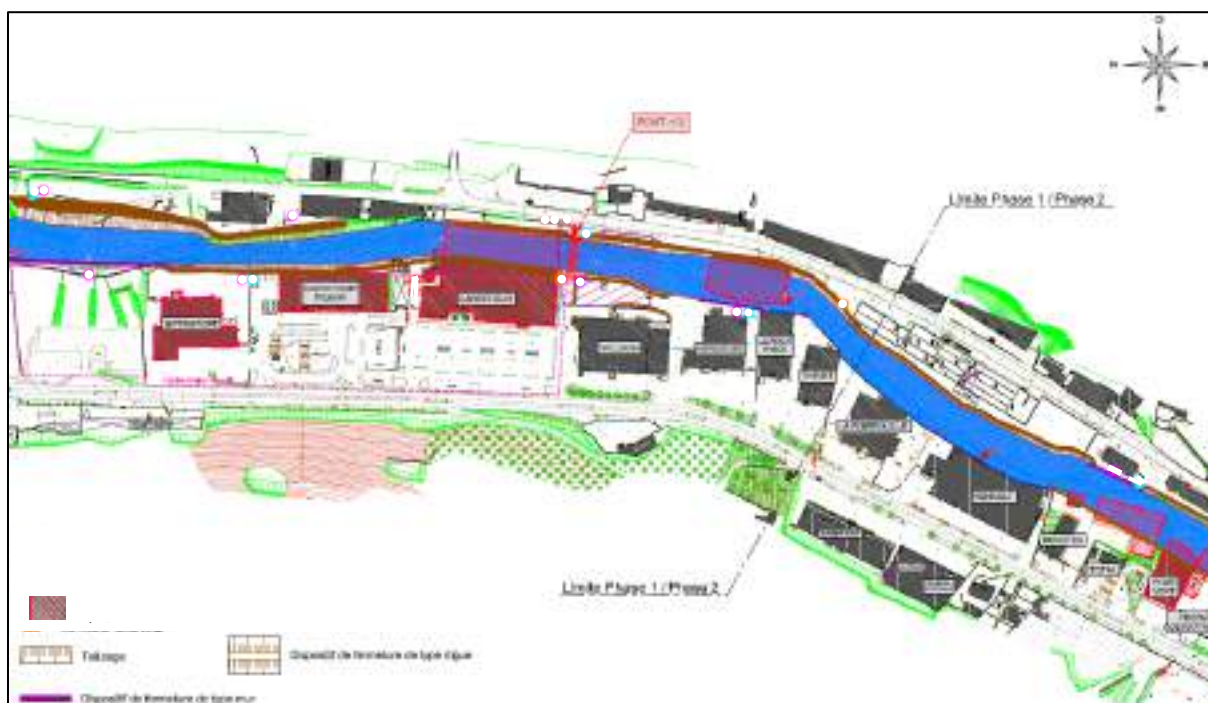


Figure 3 : Aménagements prévus zone centrale

(Source : Artelia)

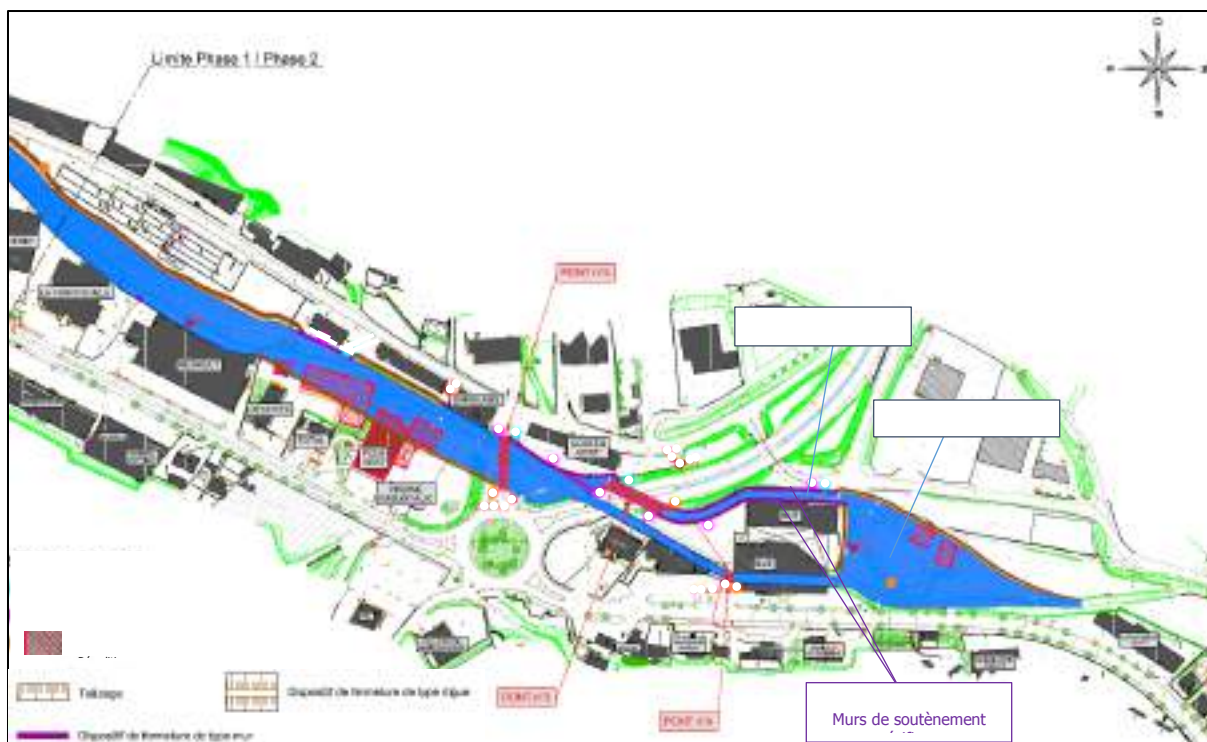


Figure 4 : Aménagements prévus zone aval

(Source : Artelia)

4 Méthodologie générale

La Communauté d'Agglomération souhaite sécuriser son projet d'aménagement et pouvoir ainsi anticiper d'éventuelles problématiques liées à la présence d'une éventuelle contamination du sous-sol, dans le cadre de l'évacuation des déblais générés par le projet.

Pour répondre à ses attentes, notre méthodologie de travail se fonde :

- **sur les textes et outils du 8 février 2007** établis par le Ministère en charge de l'Environnement dans le cadre de la politique nationale de gestion des sites et sols pollués ;
- **sur la note en date du 19 avril 2017** relative aux sites et sols pollués correspondant à la mise à jour des textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués de 2007 ;
- **sur les exigences de la norme NF-X-31-620-2 d'août 2016** « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués ».

Dans le cas présent, notre mission porte sur prestations élémentaires suivantes :

- **A200** : Mesures, Prélèvements et Analyses sur les sols ;
- **A260** : Mesures, Prélèvements et Analyses sur les terres excavées.

En complément, nous avons complété les informations par la réalisation d'une étude historique succincte.

Notre démarche s'appuie par ailleurs sur notre propre expérience, qui se veut sécuritaire mais pragmatique pour répondre aux besoins de sécurisation de la Communauté d'Agglomération du Grand Cahors.

C18-11730 – Définition des filières d'évacuation des déblais

Communauté d'Agglomération du Grand Cahors

Réaménagement hydraulique du Ruisseau du Bartassec et du Lacoste (46)

5 Etude historique succincte

Nous avons réalisé une étude historique succincte qui a consisté à consulter les bases de données accessibles :

- le site Internet de Géoportail ;
- les bases de données publiques relatives aux sites et sols pollués (BASOL, BASIAS, SIS).

5.1 Etat actuel du site

La zone d'étude correspond au fond de vallée de l'entrée Sud de Cahors. La vallée du Bartassec est caractérisée par la présence du ruisseau du Bartassec (rivière sèche) se chargeant lors d'événements pluvieux pour se déverser dans le Lot. Les collines environnantes sont des formations rocheuses relativement abruptes ayant été pour partie terrassées afin de libérer des zones planes pour l'aménagement d'activités commerciales.

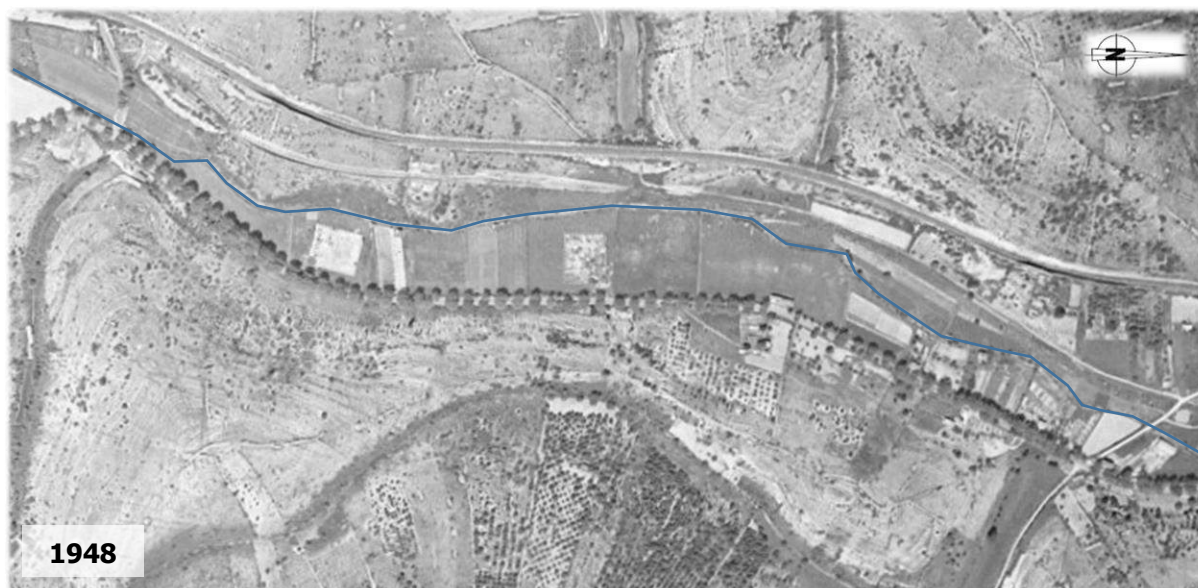
Le ruisseau du Bartassec a gardé le tracé de son lit mineur mais l'ensemble des constructions a limité la surface du lit majeur. La présence d'ouvrages hydrauliques et de bâtiments réduit ainsi la capacité d'écoulement du ruisseau.

5.2 Photographies aériennes

Un contrôle des photos aériennes de 1948 à 2018 met en évidence que la zone d'étude, historiquement agricole et peu construite, a été progressivement urbanisée à partir des années 1965 pour accueillir l'actuelle zone commerciale et d'activités.

Les différentes phases de réaménagement du site ont également nécessité des remodelages de la topographie du site (mouvements de terres, apport de remblais). En cas d'apport de remblais d'origine extérieur au site, il est possible que ceux-ci présentent des risques de contaminations en hydrocarbures (HCT, HAP) et/ou métaux selon leur origine.

Les photos aériennes historiques ci-dessous et en page suivantes présentent l'évolution du secteur étudié. Le ruisseau du Bartassec y apparaît en bleu.



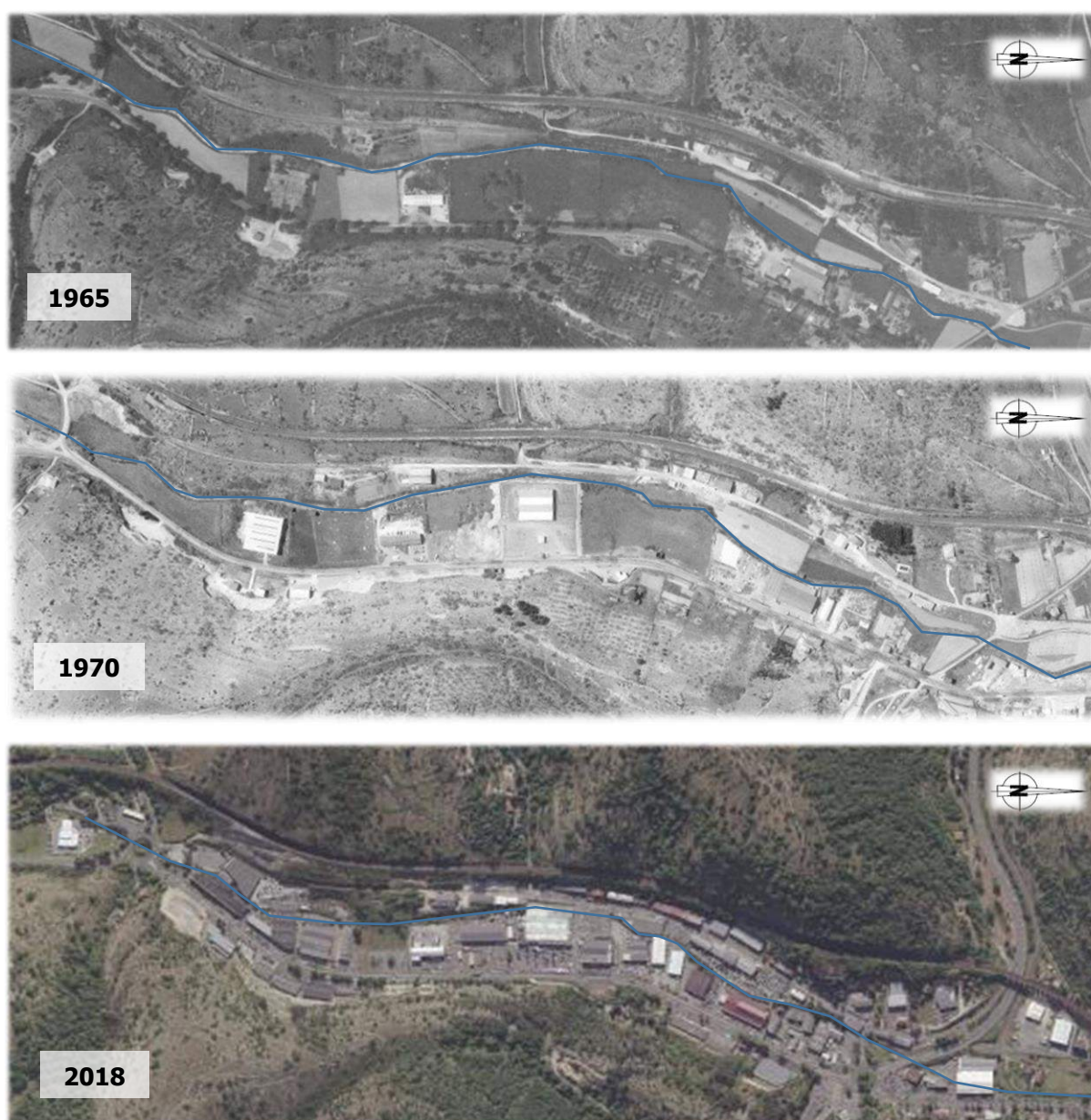


Figure 5 : Photographies aériennes du site

Sources : [Remonter le temps](#) et Google Earth)

5.3 Bases de données

Dans le cadre de cette étude, nous avons consulté les bases de données (BASOL et BASIAS) du Ministère en charge de l'Environnement afin de déterminer si le terrain a accueilli par le passé des activités qui auraient pu être à l'origine d'une contamination des sols.

La consultation des bases de données BASOL et BASIAS a été effectuée préalablement à notre intervention. Notons qu'une vérification récente sur l'absence de mise à jour de ces bases de données a été réalisée le 29 octobre 2019.

5.3.1 BASIAS

Cet inventaire historique a pour objectif de conserver la mémoire des sites industriels et des activités de service en France. Du fait de l'étendue de la zone d'étude, nous avons effectué une recherche cartographique ; celle-ci met en évidence 10 sites BASIAS, synthétisés dans le tableau ci-dessous :

N° BASIAS	Société	Adresse	Activités	Période activité	Usage actuel constaté
MPY4602490	Audi Volkswagen	Roc de l'Agasse Route de Toulouse Labastide-Marnhac	Garage	Depuis 1990	Garage Ford
MPY4605551	Quercy Electroménager	Route de Toulouse Le Montat	Dépôt de Liquides Inflammables (50m³)	Depuis 1973	Inconnu (adresse imprécise)
MPY4600427	Senac Lacoste	3 rue Haute Serre Cahors	Station-service Garage	Depuis 1948	Inconnu (adresse imprécise)
	Remarque : l'adresse du site n'est pas retrouvée à Cahors. La présence de ce site BASIAS est à considérer avec prudence				
MPY4600683	Quercy Poids Lourds SNC	Roc de l'Agasse Route de Toulouse Cahors	Garage Carrosserie	Depuis 1981	Garage Citroën
MPY4602648	Supermarché Leclerc, puis Mammouth puis Carrefour	Roc de l'Agasse Cahors	Station-service	Depuis 1969	Carrefour
	Mention d'une fuite d'essence de 28m³				
MPY4602219	Bime et Fils	La Beyne Route de Toulouse Cahors	Dépôt de Liquides Inflammables (50m³)	Depuis 1936	Inconnu (adresse imprécise)
MPY4602599 Doublon MPY4605551	Quercy Electroménager	Route de Toulouse 46197 Le Montat	Dépôt de Liquides Inflammables (562m³)	Depuis 1973	Inconnu (adresse imprécise)
MPY4602234	Blanchisserie d'Oc	La Beyne Cahors	Blanchisserie-Teinturerie	Depuis 1983	Inconnu (adresse imprécise)
MPY4602645	Esso	407 avenue de la Beyne Cahors	Station-service	Depuis 2001	Garage Speedy
MPY4600686	Tedesco	La Beyne Est Cahors	Garage	Depuis 1990	Inconnu (adresse imprécise)

Tableau 1 : Liste des sites BASIAS au droit de la zone d'étude

NB : La plupart des adresses de ces sites BASIAS ne sont pas précises et sont localisées sur la route de Toulouse qui traverse la zone d'étude. En tout état de cause, ces sites sont représentatifs des activités présentes sur cette zone d'activité et commerciale.

De manière globale, la zone d'étude accueille ou a accueilli des activités de type garage, station-service, blanchisserie qui peuvent potentiellement présenter des risques de contamination en hydrocarbures, solvants ou métaux.

Dans le cadre du projet de la Communauté d'Agglomération du Grand Cahors, les terrassements porteront à proximité des cours d'eau du Bartassec et de Lacoste, et pas nécessairement au droit des sites recensés dans BASIAS eux-mêmes.

De ce fait, nous considérons que les activités présentes au droit de la zone d'étude auront une incidence limitée sur la qualité des sols au droit des zones de terrassement prévus en bordure de ruisseaux. Nos relevés piézométriques montrent que la nappe est attendu à une profondeur inférieure à celle des terrassements, en lien avec le niveau des ruisseaux.

Dans le cadre de la démolition des bâtiments existants ou des travaux de terrassements prévus au droit des activités de la zone, une attention particulière devra être portée à la présence d'installation à risque (type anciennes cuves) et à la qualité organoleptique des sols. En particulier, nous attirons l'attention sur **l'existence d'une contamination historique des sols au droit de la station-service Carrefour, d'après la fiche BASIAS** pour laquelle nous ne disposons pas d'information précise (hors périmètre de notre étude).

La cartographie des sites BASIAS est présentée en page suivante.

5.3.2 BASOL

Cette base de données recense les sites appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif.

La consultation de cette base de données indique **l'absence de site BASOL recensé au droit ou à proximité de la zone d'étude.**

De ce fait, il n'est pas attendu de risque de contamination au droit du secteur d'étude en lien avec un site BASOL.



Figure 6 : Localisation des sites BASIAS

(Source : [Géorisques](#))

5.3.3 Informations relatives aux Secteurs d'Information sur les Sols (SIS)

En application de la loi ALUR (loi n°2014-366 pour l'accès au logement et un urbanisme rénové) article 173 en date du 24 mars 2014, il est prévu que l'Etat élabore des Secteurs d'Information sur les Sols (SIS) qui seront annexés au Plan Local d'Urbanisme.

Au regard des informations dont il dispose, l'Etat élaborera ces SIS qui comprennent « les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publiques et l'environnement ». Ces SIS seront définis par le représentant de l'Etat dans le département et seront mis en place d'ici à fin 2019.

Pour la commune de Cahors, aucun site n'est répertorié SIS sur le secteur d'étude. De ce fait, **le terrain d'étude n'est pas inclus dans un SIS.**

5.4 Synthèse sur les risques de contamination attendus

Les informations historiques montrent que les risques de contamination attendus au droit du site sont liés à :

- La présence de remblais ou terrain naturel remanié lors de l'aménagement du secteur d'étude en zone d'activités et commerciales. Ces sols présentent généralement des contaminations en hydrocarbures (HCT, HAP) et métaux ;
- La présence d'activités pouvant présenter des risques de contaminations localisés des sols (type garage, station-service, blanchisserie).

6 Investigations sur les sols

Dans le cadre de notre mission, l'objectif est de disposer d'une première information sur la qualité des sols qui seront excavés au droit des futurs aménagements.

Aussi, notre étude ne constitue pas un diagnostic des zones à risque identifiées mais porte spécifiquement sur la reconnaissance des sols au droit même des zones qui seront terrassées. De ce fait, les sondages ont été positionnés au droit des futures zones de terrassement.

Cependant, dans une approche sécuritaire, il est possible que les activités à risque identifiées dans le cadre de cette étude aient une incidence sur la qualité des sols qui seront excavés, par exemple en cas de migration latérale d'éventuelles contaminations.

En première approche, nous avons recommandé la réalisation de 10 pack d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) sur brut et lixiviats pour caractériser les filières d'évacuation des remblais au droit de 10 des 19 sondages carottés réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique.

La stratégie de sélection des sondages carottés pour prélèvements et analyses de sol est présentée ci-dessous :

- SC2 : zone terrassement entre un garage FORD et un garage d'entretien automobile ;
- SC3 : zone de terrassement à proximité d'une départementale et d'un garage ;
- SC4 : zone de terrassement dans une zone de remblais ;
- SC7 : zone de terrassement au droit de bâtiments détruits ;
- SC9 : zone de terrassement dans une zone livraison poids lourds ;
- SC10 : zone de terrassement entre deux garages ;
- SC11 : zone de terrassement dans un parking souterrain qui sera détruit ;
- SC13 : zone de terrassement au droit d'un garage ;
- SC17 : zone de terrassement dans une zone livraison poids lourds ;
- SC18 : zone de terrassement dans une zone livraison poids lourds.

Les analyses ont porté sur les sols superficiels, correspondant aux horizons qui seront terrassés dans le cadre du projet.

Les plans d'implantation des sondages sont présentés en annexe 1.

Pour caractériser l'état de contamination d'un site, la politique nationale de gestion des sites et sols pollués recommande de se référer à des valeurs réglementaires, lorsqu'elles existent, pour les milieux étudiés.

Dans le cas présent, pour définir les exutoires des déblais générés par le projet, nous avons comparé nos résultats analytiques avec l'arrêté du 12 décembre 2014 définissant les seuils d'admission des déchets inertes en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI).

Nous vous présentons, en page suivante, la synthèse des résultats analytiques obtenus à l'issue de la campagne d'investigation 2019. Les bordereaux de résultats d'analyses sont présentés en annexe 2.



Désignation échantillon				SC1	SC3	SC4	SC7	SC9	SC10	SC11	SC13	SC15	SC17
Profondeur (m)				0,8-1m	0,3-0,7m	2,2-2,8m	0-0,7m	1,5-2m	1-2m	0-0,3m	0-0,5m	0-1m	0-1m
Lithologie				Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais
Paramètres analysés	Unités	Référentiel		Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais
		Source	Valeur										
Matière sèche	% P.B.			62,9	63,7	61,0	99,5	62,1	92,3	70,4	91,7	95,5	91,5
Hydrocarbures totaux (HCT) C10-C40													
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS			<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<40	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS			<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<40	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS			<20	110	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<40	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS			<20	240	<20	99	<20	200	<20	93	260	55
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS			<20	<20	<20	<20	<20	27	<20	33	150	<20
Indice Hydrocarbures (C10-C	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	500	<20	360	<20	120	<20	240	<20	130	430	75
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)													
Naphtalène	mg/kg MS			<0,05	<0,5	<0,05	<0,1	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Acénaphtylène	mg/kg MS			<0,05	<0,5	<0,05	<0,1	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Acénaphthène	mg/kg MS			<0,05	<0,5	<0,05	<0,1	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Fluorène	mg/kg MS			<0,05	<0,52	<0,05	<0,1	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS			<0,05	9,9	<0,05	<0,1	0,13	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Anthracène	mg/kg MS			<0,05	4,4	<0,05	<0,1	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Fluoranthène (*)	mg/kg MS			<0,05	24	<0,05	<0,1	0,26	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	0,08
Pyrène	mg/kg MS			<0,05	19	<0,05	<0,1	0,19	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	0,07
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS			<0,05	13	<0,05	<0,1	0,10	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Chrysène	mg/kg MS			<0,05	12	<0,05	<0,1	0,13	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthène (*)	mg/kg MS			<0,05	16	<0,05	<0,1	0,21	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	0,09
Benzo(k)fluoranthène (*)	mg/kg MS			<0,05	6,6	<0,05	<0,1	0,08	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyrène (*)	mg/kg MS			<0,05	11	<0,05	<0,1	0,14	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	0,05
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS			<0,05	<1,5	<0,05	<0,1	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène (*)	mg/kg MS			<0,05	7,5	<0,05	<0,1	0,13	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)pérylène (*)	mg/kg MS			<0,05	6,9	<0,05	<0,1	0,11	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	50	-/-	128,9	-/-	-/-	1,5	-/-	-/-	-/-	-/-	0,28
Composés aromatiques volatils (BTEX)													
Benzène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	<0,1	<0,03	<0,1	<0,03	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
Cumène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS			<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
Somme des BTEX	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	6	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Polychlorobiphényles (PCB)													
PCB 28	mg/kg MS			<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 52	mg/kg MS			<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 101	mg/kg MS			<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 118	mg/kg MS			<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 138	mg/kg MS			<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 153	mg/kg MS			<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 180	mg/kg MS			<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des PCB	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Carbone organique total (COT)													
COT sur matière brute	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	30000	11000	9500	12000	11000	5400	5300	2100	16000	6700	8000
COT sur lixiviats	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	500	28	65	22	77	21	38	<15,0	26	<18,0	<18,0
Métaux lourds sur lixiviats													
Mercure (Hg)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	0,005	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,001
Chrome (Cr)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	2	<0,05	0,09	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	0,056	<0,05	0,09
Zinc (Zn)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	0,5	<0,03	0,03	<0,03	<0,05	0,06	<0,05	<0,03	<0,05	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	0,04	<0,015	<0,015	<0,015	<0,005	<0,015	<0,005	<0,015	<0,005	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	20	<0,05	0,18	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	0,057	<0,05	0,1
Plomb (Pb)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,02	<0,1	<0,02	<0,1	<0,02	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,02	<0,05	<0,02	<0,05	<0,02	<0,05	<0,05
Autres paramètres sur lixiviats													
Fraction soluble	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	4000	<1000	<1000	<1000	290	<1000	440	<1000	500	<1000	<1000
Chlorures	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	800	<100	<100	<100	33	<100	40	<100	16	<100	<100
Fluorures	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	10	2,0	7,0	2,0	2,5	3,0	1,6	2,0	1,5	1,0	1,0
Sulfates	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	1000	<100	120	<100	51	390	49	<100	33	110	<100
Indice phénol	mg/kg MS	Arrêté du 12/12/14	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,08	<0,1	<0,08	<0,1	<0,08	<0,1	<0,1

Tableau 2 : Synthèse des résultats analytiques de sols

NB : La teneur de 128,9mg/kg en HAP mise en évidence au droit du sondage SC3 a fait l’objet d’une demande de vérification et d’une contre-analyse par le laboratoire Wessling à notre demande, qui a confirmé le résultat.

7 Interprétation des résultats

7.1 Observation de terrain

Globalement, pour l'ensemble des sondages carottés, nos observations de terrain mettent en évidence la succession lithologique suivante :

- Les **Remblais et dépôts Quaternaires indifférenciés** : Ces sols ont été rencontrés au droit de l'ensemble des sondages réalisés sur le linéaire d'étude sur des hauteurs variables de l'ordre de 0,2 à 4,1m avec une épaisseur moyenne de 2,4m. Du fait de leur composition très hétérogène, il est difficile de les différencier.

Cet horizon est composé d'un complexe argilo-limoneux, plus ou moins sableux, à cailloutis et graves plus ou moins nombreux. Des débris d'origine anthropiques (brique, béton), évocateur de zones de remblaiement, ont localement été identifiés. Cet horizon est issu du remaniement des formations Quaternaires en place et de remblais d'apport.

- Puis, le terrain naturel correspondant au Calcaire du Kimméridgien.

Lors de la réalisation des sondages, il n'a pas été observé de constat particulier sur les sols lors du dépouillement des sondages carottés et des prélèvements réalisés, y compris au droit de SC3 qui présente une teneur forte en HAP.

7.2 Interprétation des résultats

Les investigations réalisées ont permis de caractériser les sols superficiels en première approche dans le cadre des travaux de terrassement prévus.

A l'exception des remblais rencontrés au droit de SC3, l'ensemble des résultats montrent, que les sols rencontrés au droit du site ne présentent pas de contamination significative pour les paramètres recherchés.

Il a toutefois été détecté des teneurs faibles à modérées en HCT C₁₀-C₄₀ sur certains points, de l'ordre de 75 à 430mg/kg (toutes inférieures à la valeur de l'arrêté du 12 décembre 2014 de 500mg/kg) pour SC3, SC7, SC10, SC13, SC15 et SC17.

Ces teneurs ne sont pas significatives de l'ensemble des sols du site ; elles se caractérisent par une même typologie de contamination (présence de coupes lourdes C₂₁-C₃₅ majoritaires) et peuvent être indicatrices d'une qualité chimique détériorée des remblais sur certains secteurs de la zone d'étude.

Au droit de SC3, une contamination significative en HAP de l'ordre de 130mg/kg a été mise en évidence. Sur ce point, nous n'avons pas mis en évidence d'indice organoleptique de contamination. En l'état, cet impact en HAP peut soit être attribué une contamination ponctuelle en lien avec d'anciennes activités ou à un apport de remblais de mauvaise qualité chimique.

Le projet développé est susceptible de générer des déblais qui devront être gérés conformément à la réglementation nationale en matière de gestion des déchets.

L'article L.541-1 du code de l'environnement impose que toutes les voies de valorisation des déchets soient examinées avant d'envisager l'envoi en installation autorisée de traitement ou d'élimination de déchets.

Toutefois, si les voies de valorisation ne seront pas possibles ou pertinentes d'un point de vue technique, économique ou environnemental, les déblais devront être évacués en filières de stockage.

Les résultats des analyses ont mis en exergue **un seul dépassement aux valeurs de référence de l'arrêté du 12 décembre 2014 pour le paramètre HAP au droit du sondage SC3 (0,3-0,7m) avec une valeur de 129 mg/kg MS (référence à 50 mg/kg MS).**

Concernant les autres analyses réalisées, aucun dépassement aux valeurs de référence de l'arrêté du 12 décembre 2014 n'a été mis en évidence.

Il apparaît donc que la majorité des déblais générés par le projet pourra être évacué en filière ISDI classique sans surcoût (coût filière estimé à 15€ HT/tonne, 27€/m³ hors terrassement).

Concernant la zone où un dépassement en HAP a été détecté, celle-ci devra faire l'objet d'une évacuation en filière spécifique avec surcoût (coût estimé à environ 90€ HT/tonne), type Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND).

Dans le cadre de l'optimisation travaux, **nous recommandons de procéder à des analyses de sol complémentaires autour du sondage SC3 pour optimiser les filières d'évacuation des déblais.**

Dans le cadre d'une démarche d'optimisation, il serait judicieux de réutiliser sur site les terres, sous réserve de leur conformité géotechnique, à l'exception de la zone de SC3 qui présente une contamination en HAP.

D'un point de vue environnemental, cette réutilisation pourra être réalisée sans contrainte environnementale au droit des espaces qui seront recouverts, par exemple par des terres saines pour l'aménagement d'espaces verts ou un revêtement de surface pour des voiries.

En revanche, du fait de la présence de contamination en composés organiques, nous ne recommandons pas d'utiliser ces terres au droit d'espaces verts d'agrément qui seraient accessibles, pour éviter tout risque par ingestion/contact cutanée.

En phase travaux et en cas de découverte de terres souillées, qui n'auraient pas été mises en évidence dans le cadre du présent diagnostic de pollution, ces éventuelles terres souillées devront être extraites et évacuées du site conformément à la méthodologie préconisée par le Ministère de l'Ecologie.

A ce titre, nous recommandons de porter une attention particulière à la qualité des sols en phase travaux et à tout terrain qui ne correspondrait pas aux matériaux décrits dans le cadre de cette étude préliminaire qui devrait, le cas échéant, faire l'objet d'une gestion spécifique.

En particulier, nous attirons également l'attention sur le fait qu'en raison d'anciennes activités sur tout le linéaire du site d'étude, il est possible qu'il existe des zones de contaminations ponctuelles en lien avec les activités à risque de la zone d'étude. **En cas de découverte d'indices de contaminations des terres en phase travaux, celle-ci devront être caractérisées analytiquement avant envoi en filière agréée.**

Enfin, lors de la démolition des bâtiments existants, une attention particulière devra être portée à la présence d'installation à risque (type anciennes cuves). En particulier, nous attirons l'attention sur l'existence d'une contamination historique des sols au droit de la station-service Carrefour. A ce titre, un complément d'étude pourrait être réalisé sur cette parcelle en particulier pour identifier les risques associés, en fonction du projet futur.

ANNEXE 1 **Plan de localisation des sondages**



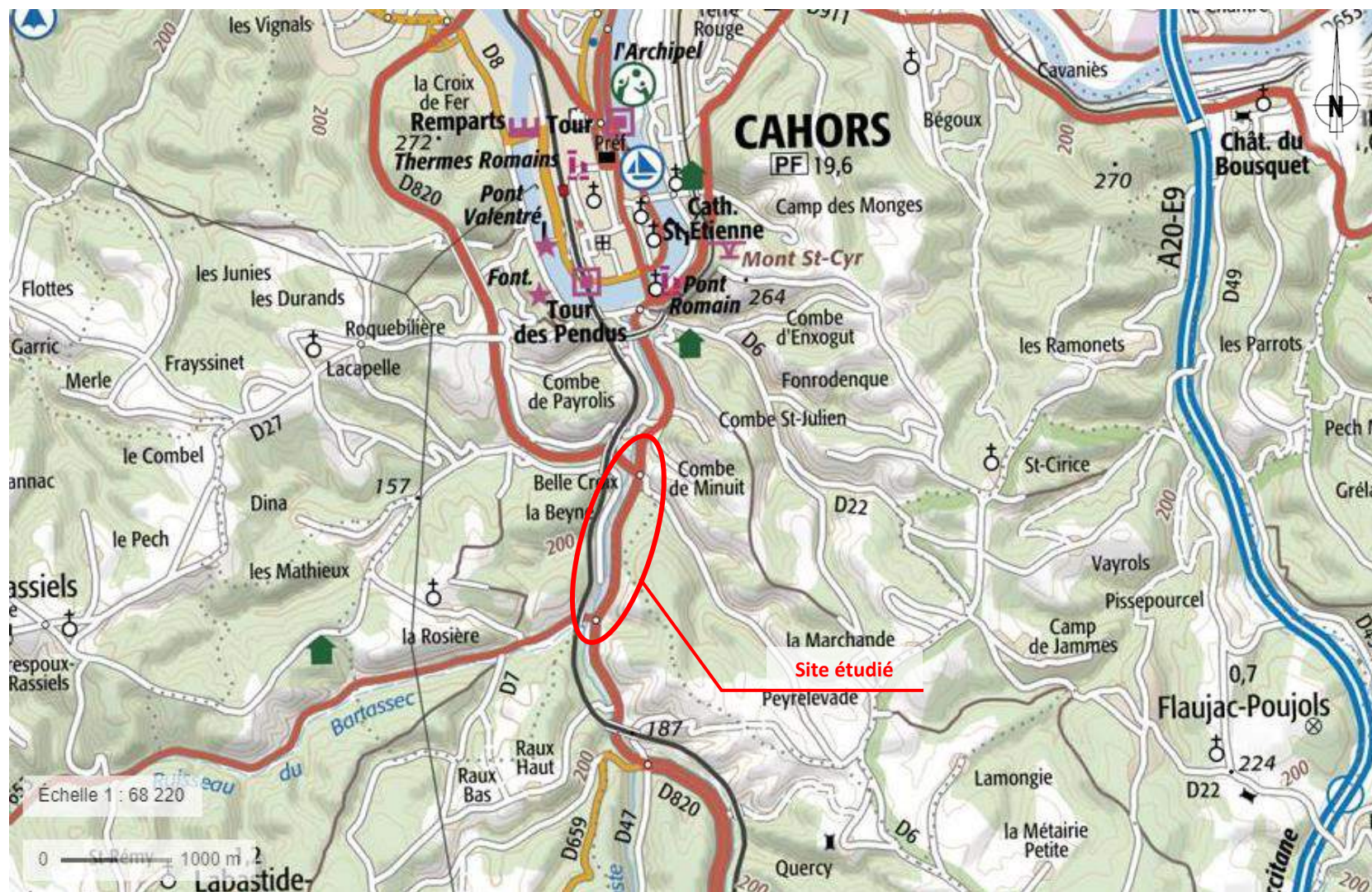
6 Avenue Gutenberg – 31120
PORTET SUR GARONNE

Aménagement Hydraulique du Bartassec
Route de Toulouse D820 – De l'Atrium au But
Chemin de Belle-croix
CAHORS (46)

Plan de situation

Page 1/2

Etablie par :
K. FAGOT





6 Avenue Gutenberg – 31120
PORTET SUR GARONNE

Aménagement Hydraulique du Bartassec
Route de Toulouse D820 – De l'Atrium au But
Chemin de Belle-croix
CAHORS (46)

Plan de situation

Page 2/2

Etablie par :
K. FAGOT





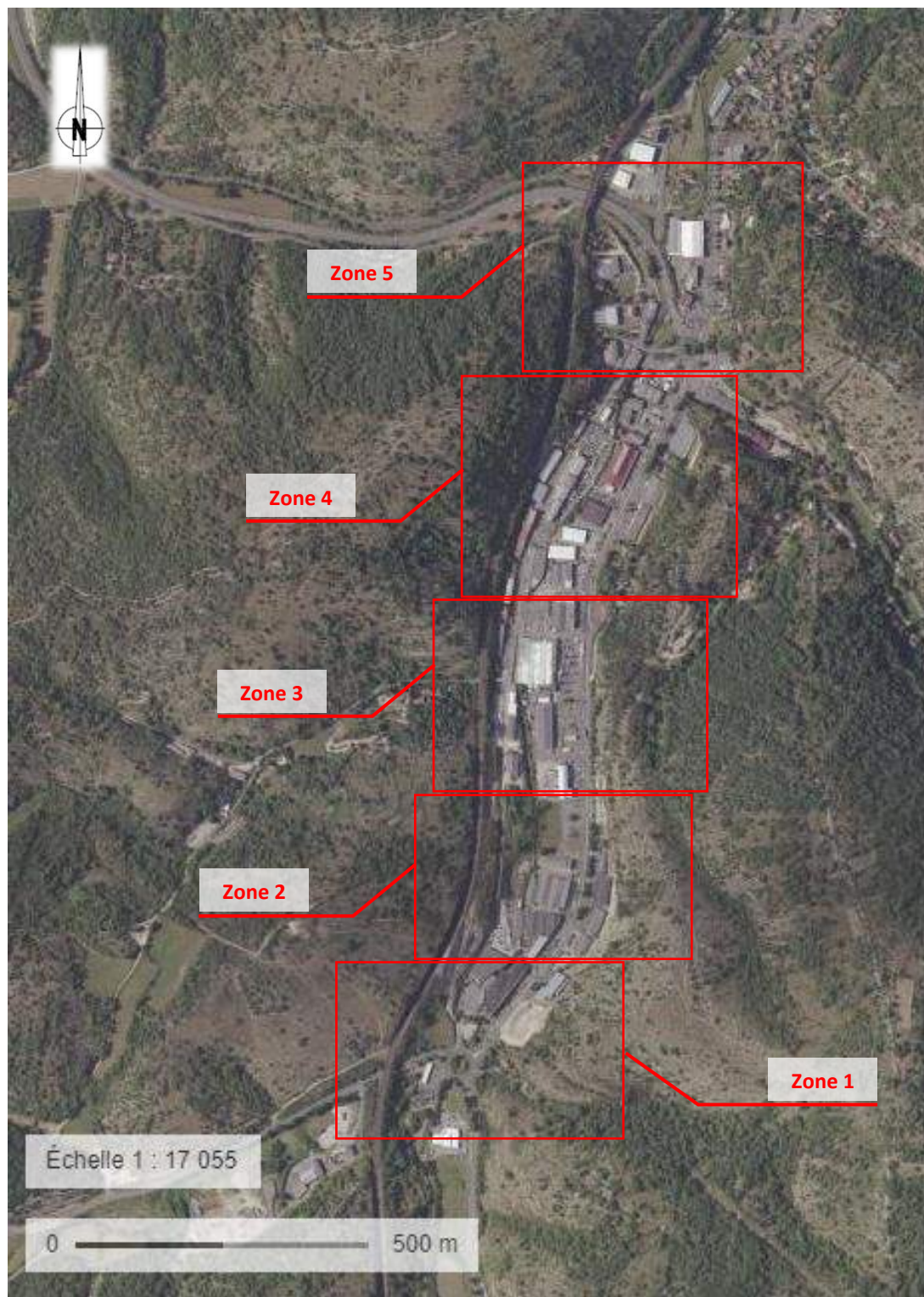
6 Avenue Gutenberg – 31120
PORTET SUR GARONNE

Aménagement Hydraulique du Bartassec
Route de Toulouse D820 – De l'Atrium au But
Chemin de Belle-croix
CAHORS (46)

**Zonage des plans
d'implantation**

Page 1/1

Etablie par :
K. FAGOT





6 Avenue Gutenberg – 31120
PORTET SUR GARONNE

Aménagement Hydraulique du Bartassec
Route de Toulouse D820 – De l'Atrium au But
Chemin de Belle-croix
CAHORS (46)

Plan d'implantation ZONE 1

Page 1/5

Etablie par :
K. FAGOT

—— Ruisseau



3 pressios
5 carottés
4 destructifs



6 Avenue Gutenberg – 31120
PORTET SUR GARONNE

Aménagement Hydraulique du Bartassec
Route de Toulouse D820 – De l'Atrium au But
Chemin de Belle-croix
CAHORS (46)

Plan d'implantation ZONE 2

Page 2/5

Etablie par :
K. FAGOT

— Ruisseau





6 Avenue Gutenberg – 31120
PORTET SUR GARONNE

Aménagement Hydraulique du Bartassec
Route de Toulouse D820 – De l'Atrium au But
Chemin de Belle-croix
CAHORS (46)

Plan d'implantation ZONE 3

Page 3/5

Etablie par :
K. FAGOT

— Ruisseau



2 pressios
3 carottés
1 destructif



6 Avenue Gutenberg – 31120
PORTET SUR GARONNE

Aménagement Hydraulique du Bartassec
Route de Toulouse D820 – De l'Atrium au But
Chemin de Belle-croix
CAHORS (46)

Plan d'implantation ZONE 4

Page 4/5

Etablie par :
K. FAGOT

— Ruisseau





6 Avenue Gutenberg – 31120
PORTET SUR GARONNE

Aménagement Hydraulique du Bartassec
Route de Toulouse D820 – De l'Atrium au But
Chemin de Belle-croix
CAHORS (46)

Plan d'implantation ZONE 5

Page 5/5

Etablie par :
K. FAGOT

— Ruisseau



3 pressios
6 carottés
4 destructifs

ANNEXE 2 Bordereaux d'analyses sur les sols

WESSLING France S.A.R.L., 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

SEMOFI
Monsieur JAKOVLJEVIC
565, rue des Voeux Saint Georges
94290 VILLENEUVE LE ROI

Rapport d'essai n° : UPA19-018075-1
Commande n° : UPA-05221-19
Interlocuteur : D. Cardon
Téléphone : +33 164 471 475
eMail : David.Cardon@wessling.fr
Date : 23.05.2019

Rapport d'essai

C19-11730 / S19-7559/65/6

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai.

Les méthodes couvertes par l'accréditation COFRAC NF EN ISO/CEI 17025 – 2005 sont marquées d'un A au niveau de la norme.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

Les portées d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire Wessling de Lyon (St Quentin Fallavier), COFRAC n°1-5578 du laboratoire Wessling de Paris (Villebon-sur Yvette) et COFRAC n°1-6579 du laboratoire Wessling de Lille (Croix) sont disponibles sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling FRANCE.

Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 (www.as.dakks.de).

Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAT sous le numéro NAT-1-1398 (www.nat.hu).

Les essais effectués par le laboratoire polonais de Krakow sont accrédités par le PCA sous le numéro AB 918 (www.pca.gov.pl).

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

La conclusion ne tient pas compte des incertitudes (disponibles sur demande) et n'est pas couverte par l'accréditation.

St Quentin Fallavier, le 23.05.2019

N° d'échantillon		19-079794-01	19-079794-02	19-079794-03	19-079794-04
Désignation d'échantillon	Unité	SC1 0.8 -1.0	SC3 0.3 - 0.7	SC4 2.2 - 2.8	SC9 1.5 -2.0

Analyse physique

Matière sèche	% mass MB	62,9	63,7	61,0	62,1
---------------	-----------	------	------	------	------

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	11000	9500	12000	5400
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20	360	<20	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	110	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	240	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05	<0,5	<0,05	<0,05
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,05	<0,5	<0,05	<0,05
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,05	<0,5	<0,05	<0,05
Fluorène	mg/kg MS	<0,05	<0,52	<0,05	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05	9,9	<0,05	0,13
Anthracène	mg/kg MS	<0,05	4,4	<0,05	<0,05
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	24	<0,05	0,26
Pyrène	mg/kg MS	<0,05	19	<0,05	0,19
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05	13	<0,05	0,10
Chrysène	mg/kg MS	<0,05	12	<0,05	0,13
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	16	<0,05	0,21
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	6,6	<0,05	0,08
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05	11	<0,05	0,14
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,05	<1,5	<0,05	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,05	7,5	<0,05	0,13
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	<0,05	6,9	<0,05	0,11
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	128,9	-/-	1,5

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

St Quentin Fallavier, le 23.05.2019

N° d'échantillon		19-079794-01	19-079794-02	19-079794-03	19-079794-04
Désignation d'échantillon	Unité	SC1 0.8 -1.0	SC3 0.3 - 0.7	SC4 2.2 - 2.8	SC9 1.5 -2.0

Lixiviation

Masse totale de l'échantillon	g	57	64	54	55
Masse de la prise d'essai	g	21	21	21	21
Refus >4mm	g	49	56	48	49
pH		8,7 à 20,7°C	8,9 à 20,8°C	8,6 à 20,8°C	9,4 à 20,3°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	81	100	98	150

Sur lixiviat filtré

Analyse physique

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100	<100	<100	<100
-----------------------------	----------	------	------	------	------

Cations, anions et éléments non métalliques

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10	12	<10	39
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,2	0,7	0,2	0,3

Paramètres globaux / Indices

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	2,8	6,5	2,2	2,1

Éléments

Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0	9,0	<5,0	5,0
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0	3,0	<3,0	6,0
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0	18	<5,0	7,0
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Mercuré (Hg)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,5

Fraction solubilisée

Éléments

Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	0,005
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	0,09	<0,05	0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	0,03	<0,03	0,06
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	0,18	<0,05	0,07
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	28,0	65,0	22,0	21,0
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

St Quentin Fallavier, le 23.05.2019

N° d'échantillon		19-079794-01	19-079794-02	19-079794-03	19-079794-04
Désignation d'échantillon	Unité	SC1 0.8 -1.0	SC3 0.3 - 0.7	SC4 2.2 - 2.8	SC9 1.5 -2.0

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	120	<100	390
Fluorures (F)	mg/kg MS	2,0	7,0	2,0	3,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100

Analyse physique

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	<1000	<1000	<1000
------------------	----------	-------	-------	-------	-------

St Quentin Fallavier, le 23.05.2019

N° d'échantillon 19-079794-05
Désignation d'échantillon Unité SC11 0.0-0.3

Analyse physique

Matière sèche % mass MB 70,4

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	2100
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène	mg/kg MS	<0,1
Toluène	mg/kg MS	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1
Cumène	mg/kg MS	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,05
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,05
Fluorène	mg/kg MS	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05
Anthracène	mg/kg MS	<0,05
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05
Pyrène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05
Chrysène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-

St Quentin Fallavier, le 23.05.2019

N° d'échantillon 19-079794-05
Désignation d'échantillon Unité SC11 0.0-0.3

Lixiviation

Masse totale de l'échantillon	g	54
Masse de la prise d'essai	g	20
Refus >4mm	g	50
pH		9,1 à 20,4°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	60

Sur lixiviat filtré

Analyse physique

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100
-----------------------------	----------	------

Cations, anions et éléments non métalliques

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,2

Paramètres globaux / Indices

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	<1,5

Eléments

Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0
Mercuré (Hg)	µg/l E/L	<0,1

Fraction solubilisée

Eléments

Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,001
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<15,0
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1

St Quentin Fallavier, le 23.05.2019

N° d'échantillon		19-079794-05
Désignation d'échantillon	Unité	SC11 0.0-0.3

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100
Fluorures (F)	mg/kg MS	2,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100

Analyse physique

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000
------------------	----------	-------

St Quentin Fallavier, le 23.05.2019

Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	19-079794-01	19-079794-02	19-079794-03	19-079794-04	19-079794-05
Date de réception :	16.05.2019	16.05.2019	16.05.2019	16.05.2019	16.05.2019
Désignation :	SC1 0.8 -1.0	SC3 0.3 - 0.7	SC4 2.2 - 2.8	SC9 1.5 -2.0	SC11 0.0-0.3
Type d'échantillon :	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Date de prélèvement :					
Récipient :	1 VB	1 VB	1 VB	1 VB	1 VB
Température à réception (C°) :	17°C	17°C	17°C	17°C	17°C
Début des analyses :	16.05.2019	16.05.2019	16.05.2019	16.05.2019	16.05.2019
Fin des analyses :	23.05.2019	23.05.2019	23.05.2019	23.05.2019	23.05.2019

St Quentin Fallavier, le 23.05.2019

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Matières sèches	NF ISO 11465(A)	Wessling Lyon (F)
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au fluorisil)	NF EN ISO 16703(A)	Wessling Lyon (F)
Benzène et aromatiques	Méth. interne: "BTXHS NF EN ISO 11423-1 / NF EN ISO 22155"(A)	Wessling Lyon (F)
PCB	Méth. interne : "HAP-PCB NF EN ISO 6468 / NF ISO 18287 / NF T 90-115/ NF ISO 10382"(A)	Wessling Lyon (F)
HAP (16)	NF ISO 18287(A)	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total sur mat. solide (combustion sèche)	NF ISO 10694(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne : "LIXI NF EN 12457-2"(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne : "LIXI NF EN 12457-2"(A)	Wessling Lyon (F)
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C	NF T90-029(A)	Wessling Lyon (F)
Fraction soluble	Calcul d'ap. résidu sec	Wessling Paris (F)
Carbone organique total (COT)	NF EN 1484(A)	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total (COT)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat	DIN EN ISO 14402 (1999-12)(A)	Wessling Lyon (F)
Indice Phénol total	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux sur lixiviat	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Mercure	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Anions dissous (filtration à 0,2 µ)	Méth. interne : "ANIONS NF EN ISO 10304-1"(A)	Wessling Lyon (F)
Anions dissous (EN ISO 10304-1)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Sulfates (SO4)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)

St Quentin Fallavier, le 23.05.2019

Informations sur les méthodes d'analyses

Commentaires :

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10

19-079794-01

Commentaires des résultats:

Résidu sec ap. filtr. (E/L), Résidu sec après filtration:

Valeurs significativement différentes entre le résidu sec et la conductivité dû à la nature chimique de la matrice.

Valable pour tous les échantillons de la série.

19-079794-02

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

19-079794-05

Commentaires des résultats:

COT (E/L), Carbone organique total (COT): Seuil de quantification augmenté en raison de contaminations du blanc de lixiviation.

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Célia BARETGE
Rédactrice technique



WESSLING France S.A.R.L., 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

SEMOFI
Madame Adeline MARTIN
565, rue des Voeux Saint Georges
94290 VILLENEUVE LE ROI

Rapport d'essai n° :	UPA19-021267-1
Commande n° :	UPA-06162-19
Interlocuteur :	D. Cardon
Téléphone :	+33 164 471 475
eMail :	David.Cardon@wessling.fr
Date :	18.06.2019

Rapport d'essai

C19-11730 / S19-7584

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai.

Les méthodes couvertes par l'accréditation COFRAC NF EN ISO/CEI 17025 – 2005 sont marquées d'un A au niveau de la norme.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

Les portées d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire Wessling de Lyon (St Quentin Fallavier), COFRAC n°1-5578 du laboratoire Wessling de Paris (Villebon-sur Yvette) et COFRAC n°1-6579 du laboratoire Wessling de Lille (Croix) sont disponibles sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling FRANCE.

Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 (www.as.dakks.de).

Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAT sous le numéro NAT-1-1398 (www.nat.hu).

Les essais effectués par le laboratoire polonais de Krakow sont accrédités par le PCA sous le numéro AB 918 (www.pca.gov.pl).

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

La conclusion ne tient pas compte des incertitudes (disponibles sur demande) et n'est pas couverte par l'accréditation.

St Quentin Fallavier, le 18.06.2019

N° d'échantillon	Unité	19-093769-01	19-093769-02
Désignation d'échantillon		SC15 0.0 - 1.0	SC17 0.0 - 1.0

Analyse physique

Matière sèche	% mass MB	95,5	91,5
---------------	-----------	------	------

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	6700	8000
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	430	75
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<40	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<40	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<40	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	260	55
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	150	<20

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Cumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Fluorène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Anthracène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	0,08
Pyrène	mg/kg MS	<0,05	0,07
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Chrysène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	0,09
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05	0,05
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	0,28

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-

St Quentin Fallavier, le 18.06.2019

N° d'échantillon	Unité	19-093769-01	19-093769-02
Désignation d'échantillon		SC15 0.0 - 1.0	SC17 0.0 - 1.0

Lixiviation

Masse totale de l'échantillon	g	96	92
Masse de la prise d'essai	g	21	20
Refus >4mm	g	93	86
pH		9,3 à 16,9°C	9 à 16,9°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	60	69

Sur lixiviat filtré

Analyse physique

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100	<100
-----------------------------	----------	------	------

Cations, anions et éléments non métalliques

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10	<10
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	11	<10
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,1	0,1

Paramètres globaux / Indices

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10	<10
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	<1,8	<1,8

Eléments

Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10	<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0	9,0
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50	<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0	<3,0
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10	<10
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5	<1,5
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0	10
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10	<10
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10	<10
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0	<5,0
Mercuré (Hg)	µg/l E/L	<0,1	<0,1

Fraction solubilisée

Eléments

Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	0,09
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	0,1
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<18,0	<18,0
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1

St Quentin Fallavier, le 18.06.2019

N° d'échantillon		19-093769-01	19-093769-02
Désignation d'échantillon	Unité	SC15 0.0 - 1.0	SC17 0.0 - 1.0

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	110	<100
Fluorures (F)	mg/kg MS	1,0	1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100

Analyse physique

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	<1000
------------------	----------	-------	-------

St Quentin Fallavier, le 18.06.2019

Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	19-093769-01	19-093769-02
Date de réception :	07.06.2019	07.06.2019
Désignation :	SC15 0.0 - 1.0	SC17 0.0 - 1.0
Type d'échantillon :	Sol	Sol
Date de prélèvement :	05.06.2019	05.06.2019
Récipient :	1 VB	1 VB
Température à réception (C°) :	18°C	18°C
Début des analyses :	11.06.2019	11.06.2019
Fin des analyses :	18.06.2019	18.06.2019

St Quentin Fallavier, le 18.06.2019

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Matières sèches	NF ISO 11465(A)	Wessling Lyon (F)
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au fluorisil)	NF EN ISO 16703(A)	Wessling Lyon (F)
Benzène et aromatiques	Méth. interne: "BTXHS NF EN ISO 11423-1 / NF EN ISO 22155"(A)	Wessling Lyon (F)
PCB	Méth. interne : "HAP-PCB NF EN ISO 6468 / NF ISO 18287 / NF T 90-115/ NF ISO 10382"(A)	Wessling Lyon (F)
HAP (16)	NF ISO 18287(A)	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total sur mat. solide (combustion sèche)	NF ISO 10694(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne : "LIXI NF EN 12457-2"(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne : "LIXI NF EN 12457-2"(A)	Wessling Lyon (F)
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C	NF T90-029(A)	Wessling Lyon (F)
Fraction soluble	Calcul d'ap. résidu sec	Wessling Paris (F)
Carbone organique total (COT)	NF EN 1484(A)	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total (COT)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat	DIN EN ISO 14402 (1999-12)(A)	Wessling Lyon (F)
Indice Phénol total	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux sur lixiviat	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Mercure	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Anions dissous (filtration à 0,2 µ)	Méth. interne : "ANIONS NF EN ISO 10304-1"(A)	Wessling Lyon (F)
Anions dissous (EN ISO 10304-1)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Sulfates (SO4)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)

St Quentin Fallavier, le 18.06.2019

Informations sur les méthodes d'analyses

Commentaires :

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10

19-093769-01

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: présence de composés à point d'ébullition élevé (supérieur à C40)

Résidu sec ap. filtr. (E/L), Résidu sec après filtration:

Valeurs significativement différentes entre le résidu sec et la conductivité dû à la nature chimique de la matrice.

Valable pour tous les échantillons de la série.

COT (E/L), Carbone organique total (COT): Seuil de quantification augmenté en raison de contaminations du blanc de lixiviation.valable pour tout le projet

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Célia BARETGE
Rédactrice technique



WESSLING France S.A.R.L., 3 Avenue de Norvège, ZA de Courtaboeuf, 91140 Villebon-Sur-Yvette

SEMOFI
Madame Adeline MARTIN
565, rue des Voeux Saint Georges
94290 VILLENEUVE LE ROI

Rapport d'essai n° :	UPA19-023326-1
Commande n° :	UPA-06160-19
Interlocuteur :	D. Cardon
Téléphone :	+33 164 471 475
eMail :	David.Cardon@wessling.fr
Date :	03.07.2019

Rapport d'essai

C19-11730 / S19-7582

Ce rapport est une version corrigée. Il annule et remplace le rapport d'essai n°UPA19-021333-1 que nous vous demandons de détruire pour éviter toute utilisation malencontreuse

Motif amendement: erreur programme analytique (ancien programme: agressivité des sols vis-à-vis du béton; nouveau programme: bilan ISDI)

WESSLING France S.A.R.L.
3 Avenue de Norvège · ZI de Courtaboeuf
91140 Villebon-sur-Yvette
Tél. +33 (0)1 64 47 65-38 · Fax +33 (0)9 72 53 90 48
labo.paris@wessling.fr · www.wessling.fr

Les méthodes couvertes par l'accréditation EN ISO 17025 sont marquées d'un A dans le tableau récapitulatif en fin de rapport au niveau des normes.

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING (EN ISO 17025).

Villebon-Sur-Yvette, le 03.07.2019

N° d'échantillon		19-093762-01	19-093762-02	19-093762-03
Désignation d'échantillon	Unité	SC7 0.0 - 0.7	SC10 1.0 - 2.0	SC13 0.0 - 0.5

Analyse physique

Matière sèche	% mass MB	99,5	92,3	91,7
---------------	-----------	------	------	------

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	11000	5300	16000
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	120	240	130
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	99	200	93
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	27	33

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Toluène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Cumène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Mésitylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Fluorène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Anthracène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Pyrène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Chrysène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,1	<0,06	<0,06
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

Villebon-Sur-Yvette, le 03.07.2019

N° d'échantillon	Unité	19-093762-01	19-093762-02	19-093762-03
Désignation d'échantillon		SC7 0.0 - 0.7	SC10 1.0 - 2.0	SC13 0.0 - 0.5

Lixiviation

Masse totale de l'échantillon	g	130	130	200
Masse de la prise d'essai	g	90	100	90
Refus >4mm	g	0,00	0,00	0,00
pH		8,5	8,1	8,3
Conductivité [25°C]	µS/cm	43	52	47

Sur lixiviat filtré

Analyse physique

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	29	44	50
-----------------------------	----------	----	----	----

Éléments

Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<2,0	<2,0	<2,0
Arsenic (As)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	5,7
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<2,0	<2,0	<2,0
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	5,6
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50	<50	<50
Mercuré (Hg)	µg/l E/L	<0,2	<0,2	<0,2

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4)	mg/l E/L	5,1	4,9	3,3
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,25	0,16	0,15
Chlorures (Cl)	mg/l E/L	3,3	4,0	1,6

Paramètres globaux / Indices

Phénol (indice)	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	7,7	3,8	2,6

Fraction solubilisée

Éléments

Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,002	<0,002	<0,002
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,057
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,005	<0,005	<0,005
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,056
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	77,0	38,0	26,0
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,08	<0,08	<0,08

WESSLING France S.A.R.L.
3 Avenue de Norvège · ZI de Courtaboeuf
91140 Villebon-sur-Yvette
Tél. +33 (0)1 64 47 65-38 · Fax +33 (0)9 72 53 90 48
labo.paris@wessling.fr · www.wessling.fr

Villebon-Sur-Yvette, le 03.07.2019

N° d'échantillon		19-093762-01	19-093762-02	19-093762-03
Désignation d'échantillon	Unité	SC7 0.0 - 0.7	SC10 1.0 - 2.0	SC13 0.0 - 0.5

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	51	49	33
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	33	40	16
Fluorures (F)	mg/kg MS	2,5	1,6	1,5

Analyse physique

Fraction soluble	mg/kg MS	290	440	500
------------------	----------	-----	-----	-----

Villebon-Sur-Yvette, le 03.07.2019

Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	19-093762-01	19-093762-02	19-093762-03
Date de réception :	07.06.2019	07.06.2019	07.06.2019
Désignation :	SC7 0.0 - 0.7	SC10 1.0 - 2.0	SC13 0.0 - 0.5
Type d'échantillon :	Sol	Sol	Sol
Date de prélèvement :	05.06.2019	05.06.2019	05.06.2019
Récipient :	1 VB	1 VB	1 VB
Température à réception (C°) :	18°C	18°C	18°C
Début des analyses :	20.06.2019	20.06.2019	20.06.2019
Fin des analyses :	03.07.2019	03.07.2019	03.07.2019

Villebon-Sur-Yvette, le 03.07.2019

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Matières sèches	DIN ISO 11465 (1996-12)(A)	Wessling Oppin (D)
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au fluorisil)	DIN EN ISO 16703 (2011-09)(A)	Wessling Oppin (D)
Benzène et aromatiques	DIN ISO 22155 (2013-05)(A)	Wessling Oppin (D)
PCB	DIN ISO 10382 (2003-05)(A)	Wessling Oppin (D)
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	DIN 38414 S23 (2002-02)(A)	Wessling Oppin (D)
Carbone organique total sur mat. solide (combustion sèche)	DIN ISO 10694 (1996-08)(A)	Wessling Oppin (D)
Lixiviation	DIN EN 12457-2 (2003-01)(A)	Wessling Oppin (D)
Lixiviation	DIN EN 12457-2 (2003-01)(A)	Wessling Oppin (D)
Résidu sec après filtration	DIN 38409-1 (1987-01)(A)	Wessling Oppin (D)
Fraction soluble	Calcul d'ap. résidu sec	Wessling Paris (F)
Carbone organique total (COT)	DIN EN 1484 (H3) (1997-08)(A)	Wessling Oppin (D)
Carbone organique total (COT)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat	DIN EN ISO 14402 (1999-12)(A)	Wessling Oppin (D)
Indice Phénol total	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Fluorures sur eau/Lixiviat	DIN 38405-4 (1985-07)(A)	Wessling Oppin (D)
Fluorures	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Métaux/Éléments sur eau / lixiviat	DIN EN ISO 17294-2(A)	Wessling Hannover (D)
Métaux / Éléments sur eau / lixiviat (ICP)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Mercure (AAS) E/L	DIN EN 1483 (2007-07)(A)	Wessling Oppin (D)
Mercure dans l'eau / lixiviat (SAA)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Chlorures	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)(A)	Wessling Oppin (D)
Anions dissous (EN ISO 10304-1)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)
Sulfates	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)(A)	Wessling Oppin (D)
Sulfates (SO4)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Paris (F)

Commentaires :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

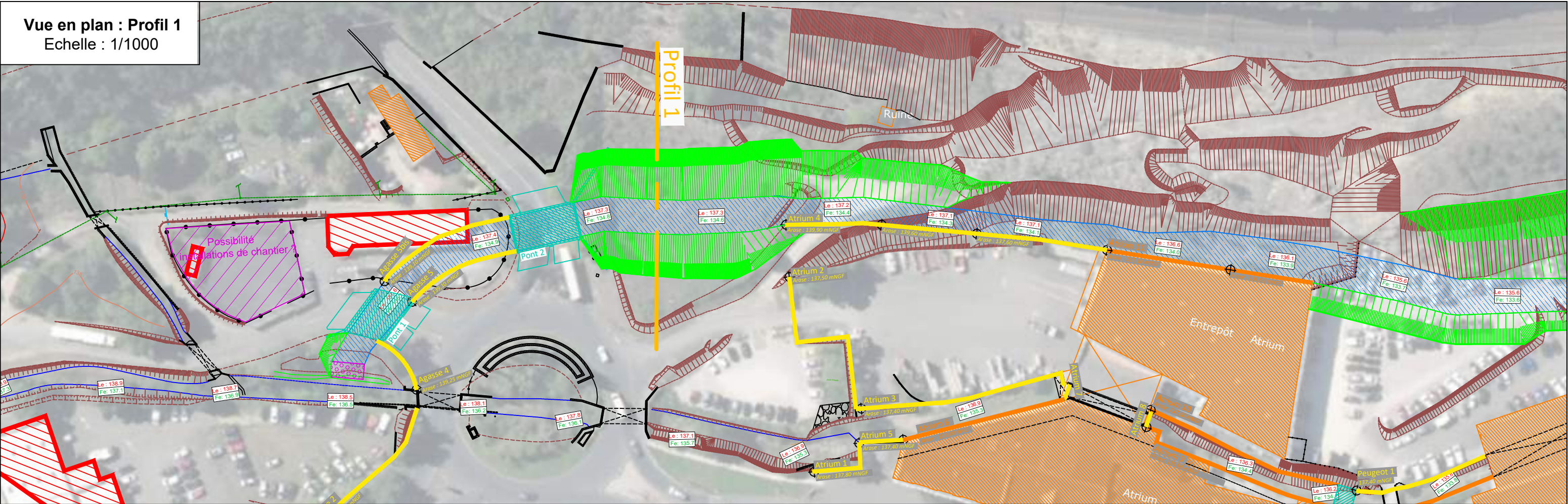
Signataire Technique

Coralie MOREL
Responsable Qualité & Directrice adjointe

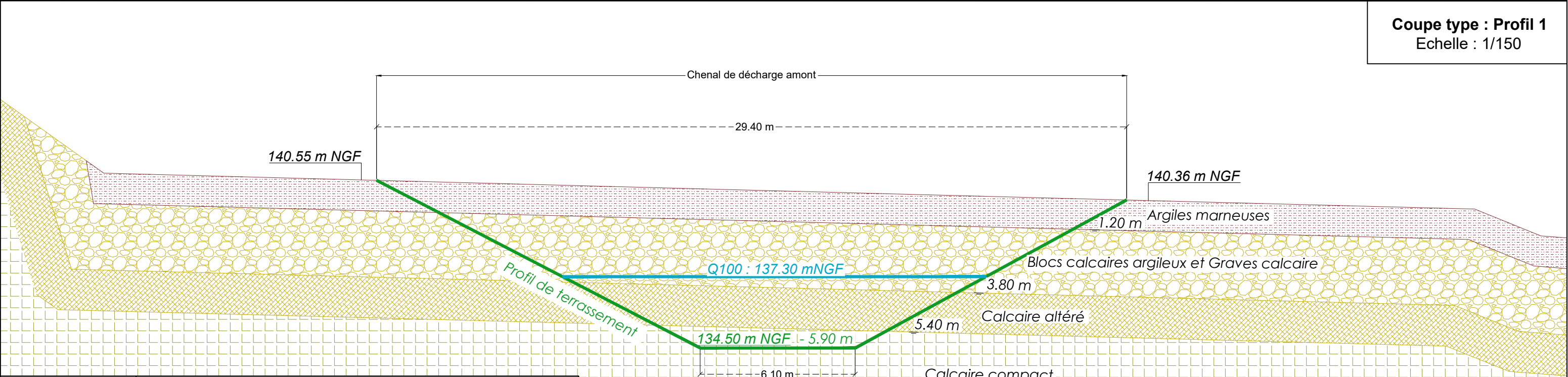


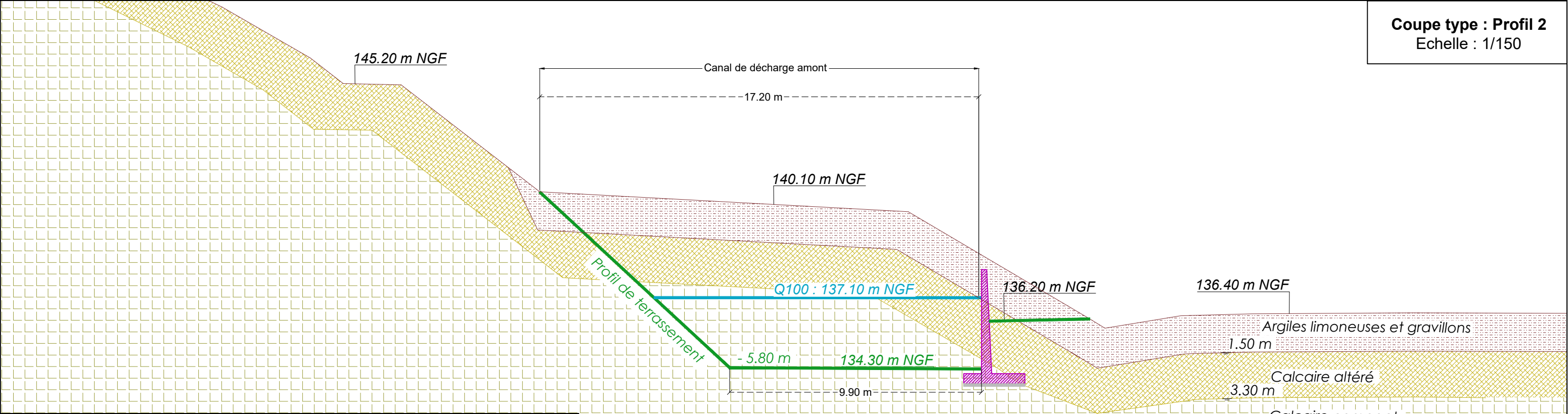
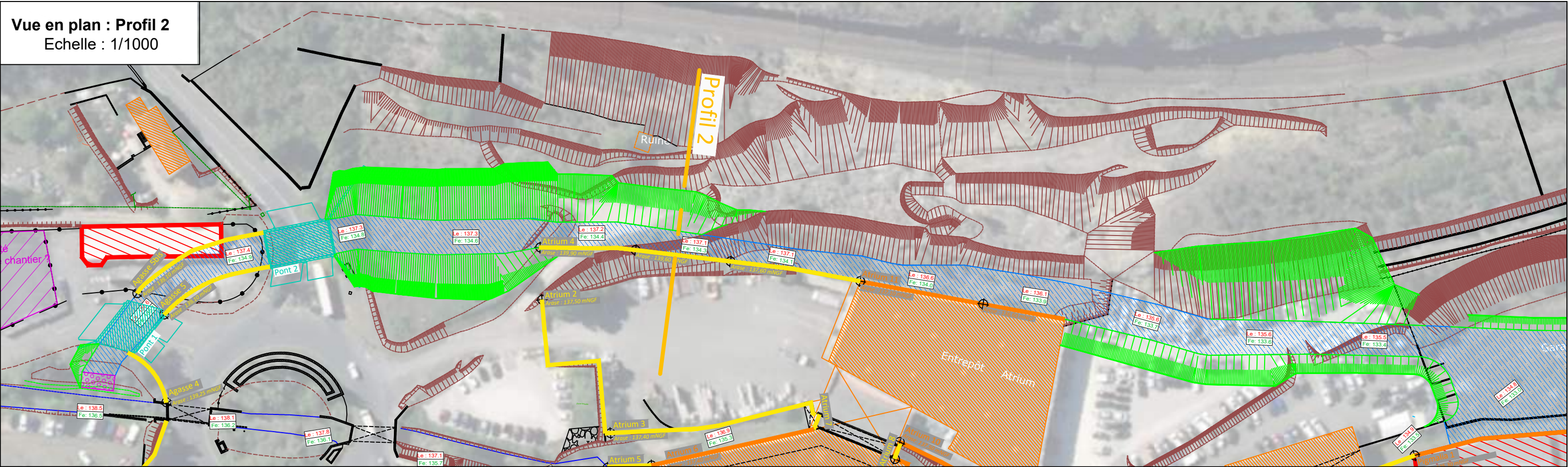
ANNEXE 3 Coupes de terrassements (ARTELIA)

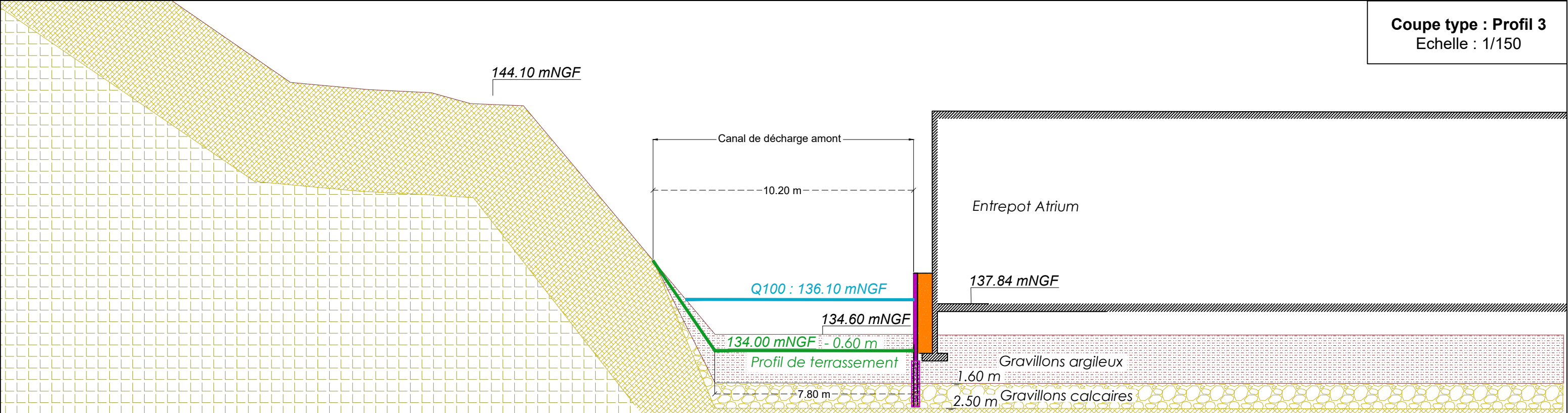
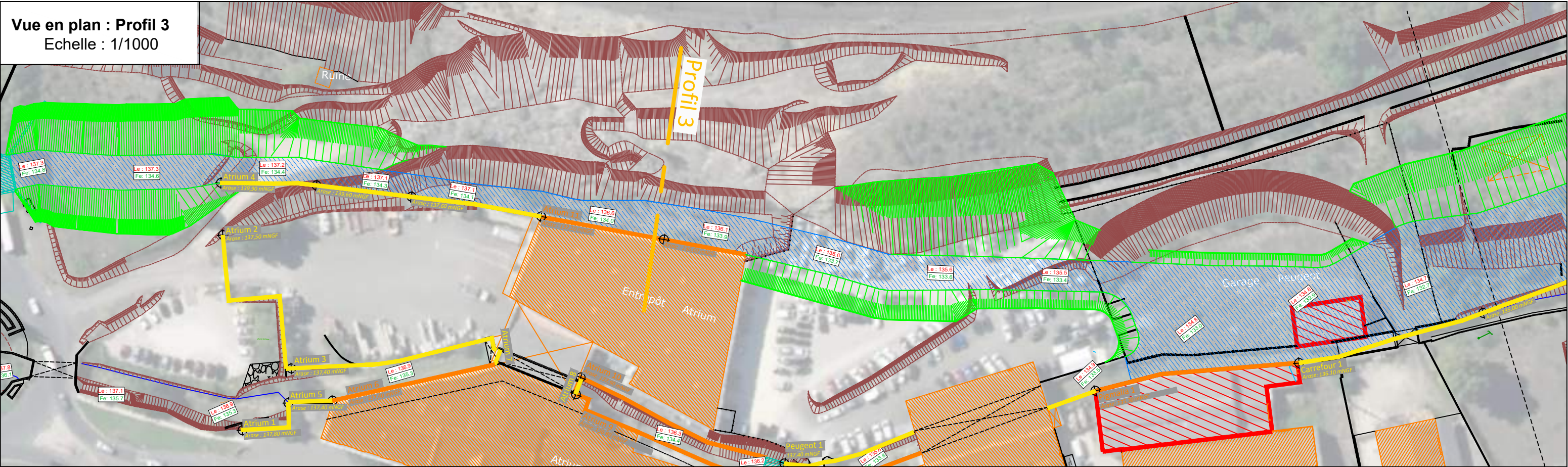
Vue en plan : Profil 1
Echelle : 1/1000



Coupe type : Profil 1
Echelle : 1/150

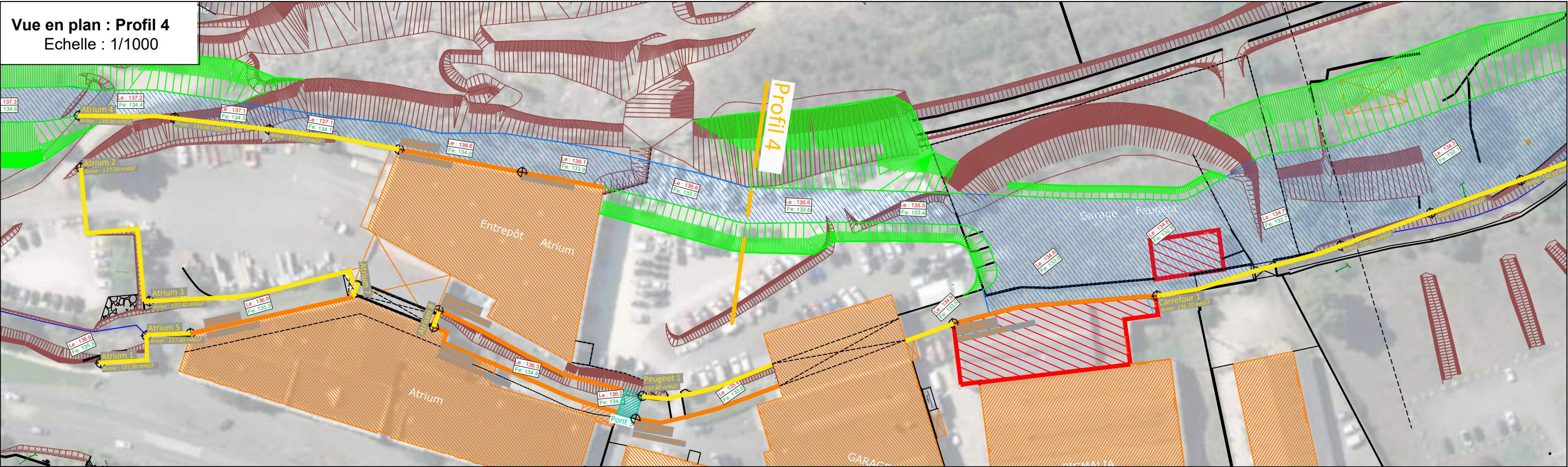




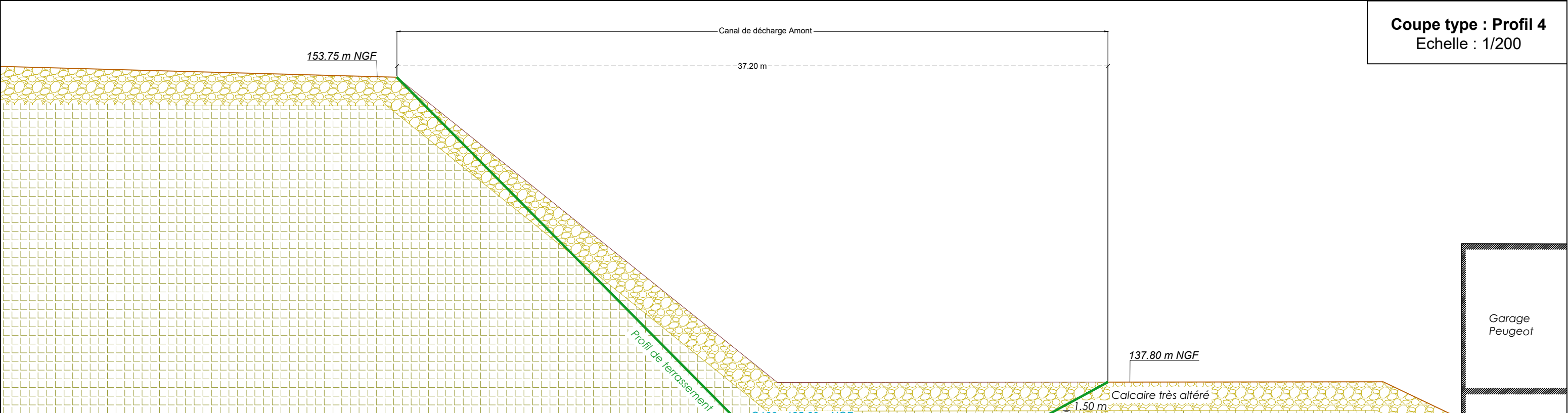


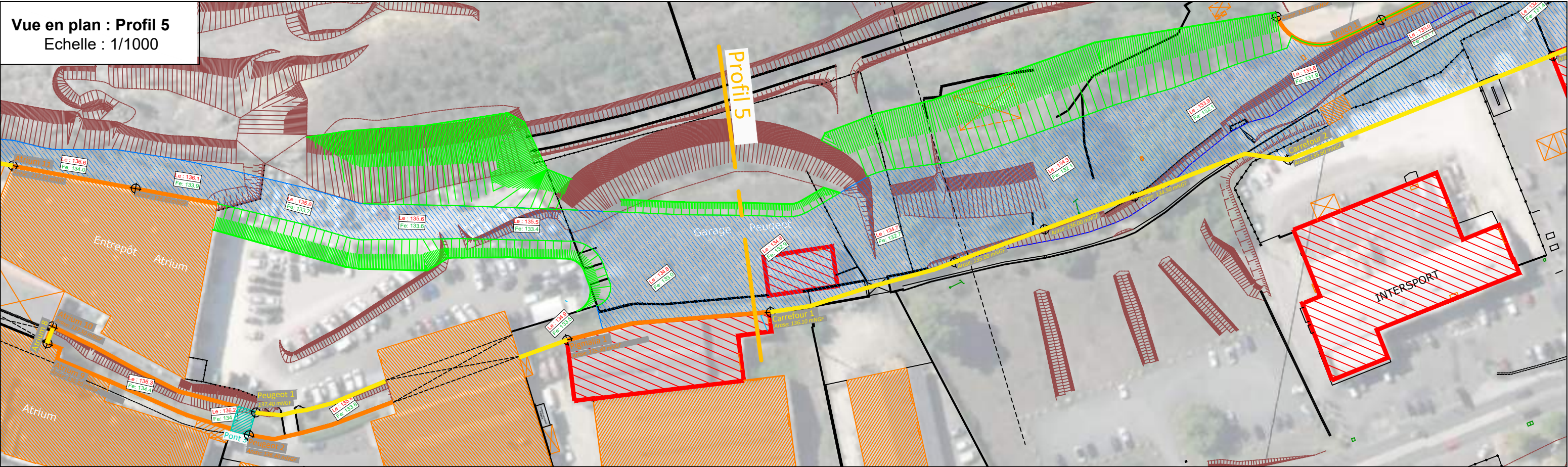
 AGENCE DE TOULOUSE 15 allée de Bellefontaine - BP 70644 31106 TOULOUSE Cedex 1 - FRANCE Tél. : 33 (0)5 62 88 77 00 Fax : 33 (0)5 62 88 77 19	GRAND CAHORS Aménagements hydrauliques de l'entrée Sud de Cahors			
	Profil 3 COUPE DE TERRASSEMENT			
	Affaire n° : 4373002	12/2024	Echelle : 1/150	Réalisation : T.Ae Contrôle : GTn
				3

Vue en plan : Profil 4
Echelle : 1/1000

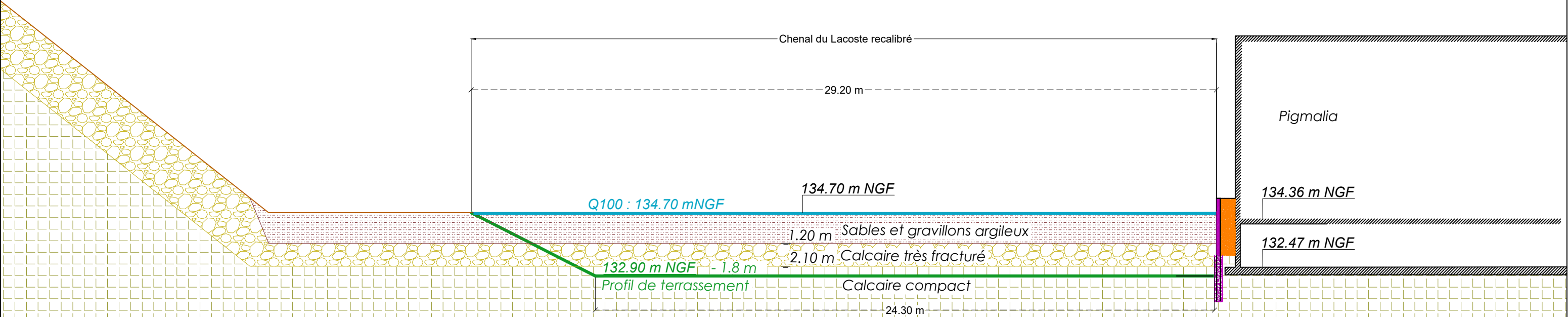


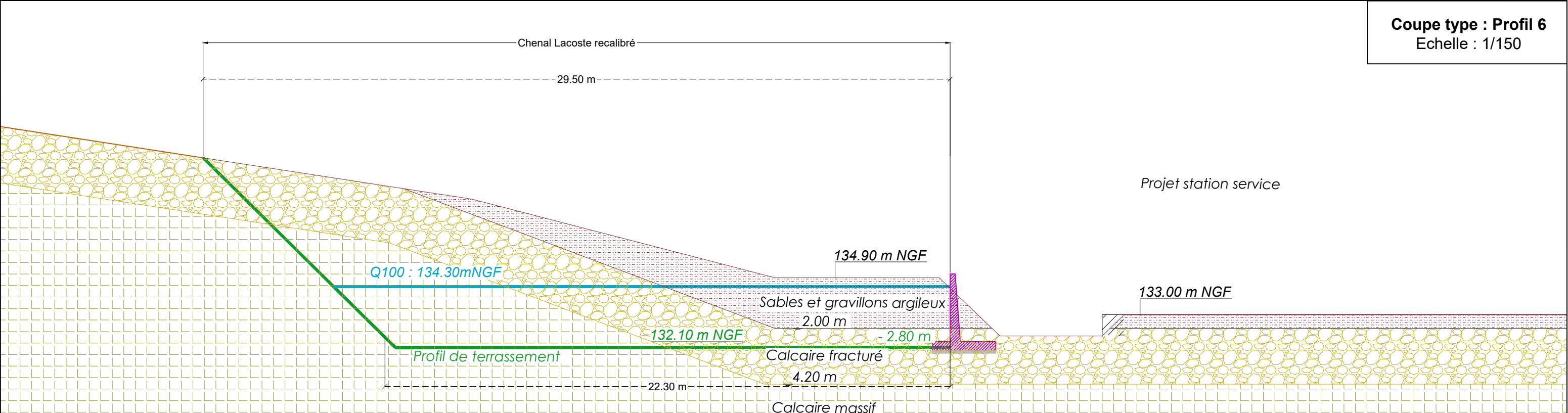
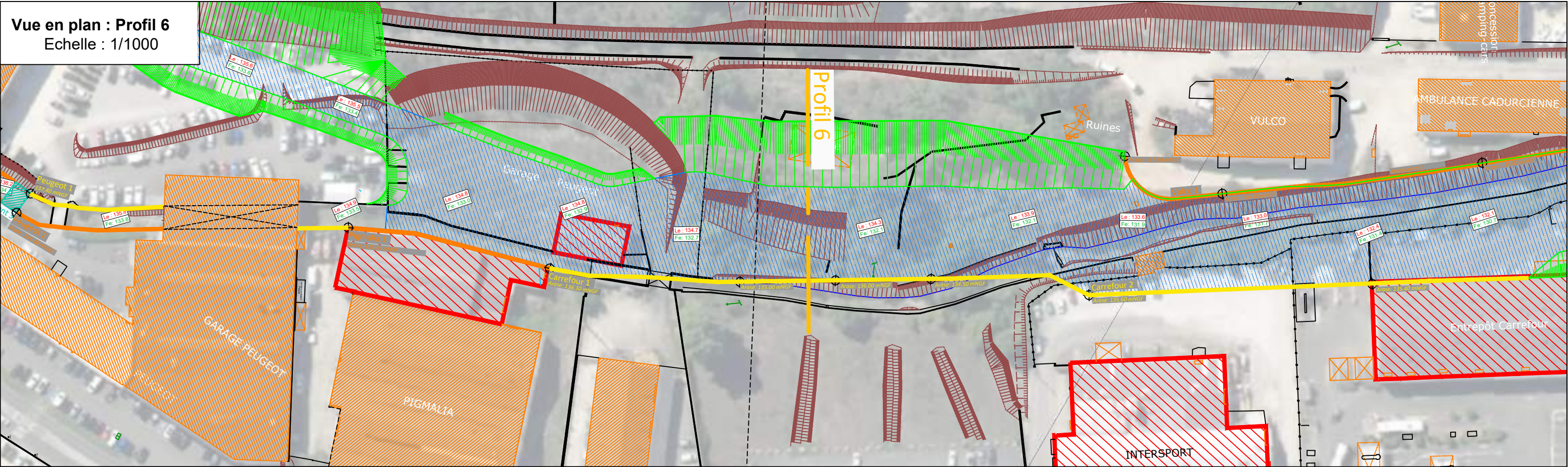
Coupe type : Profil 4
Echelle : 1/200

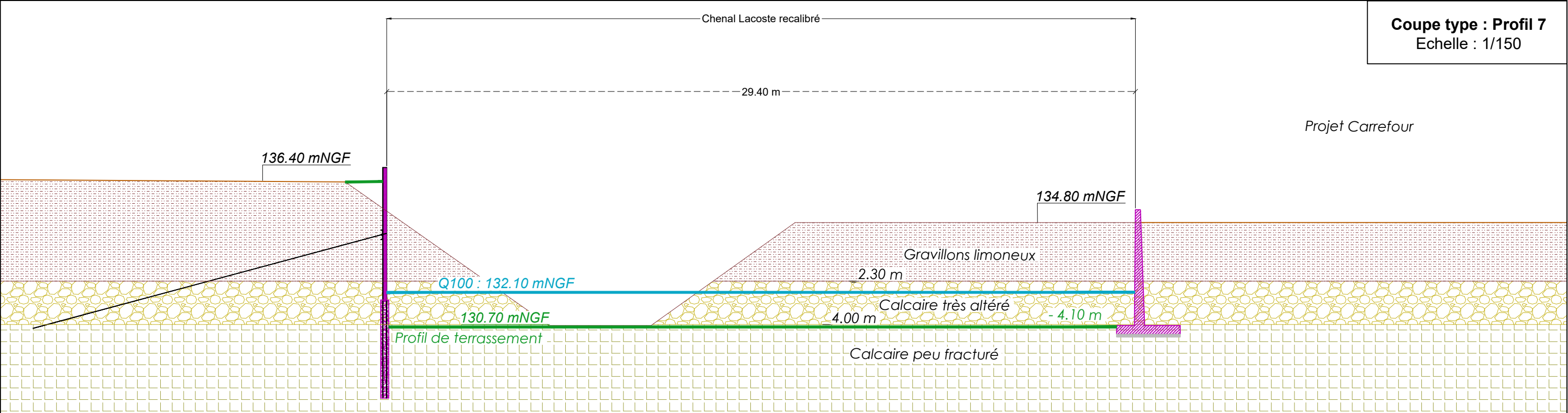
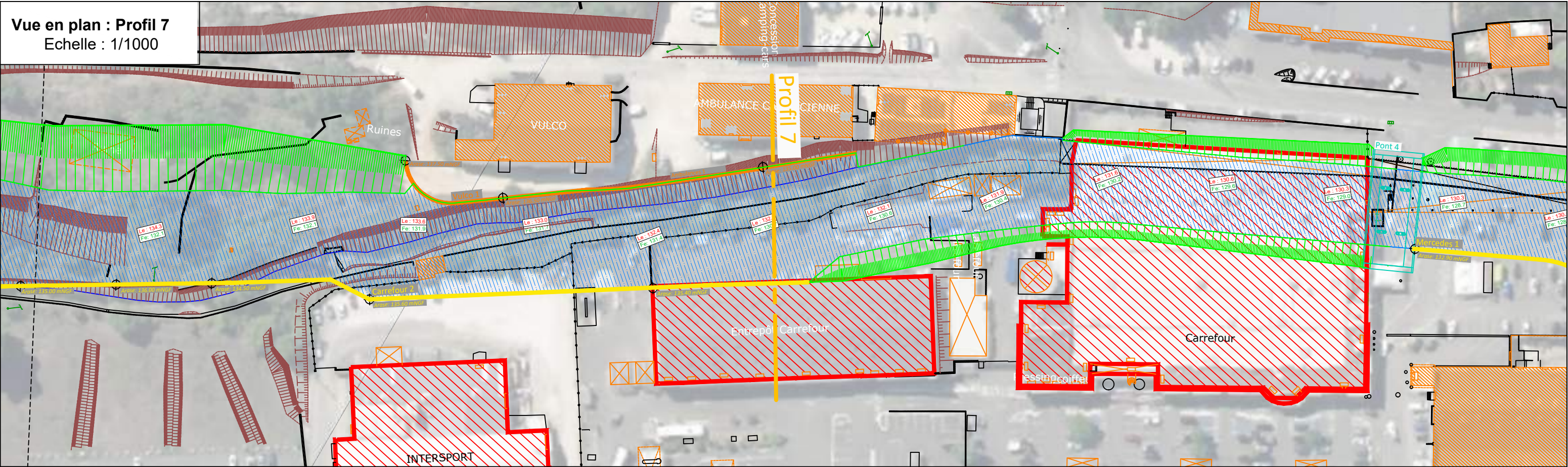


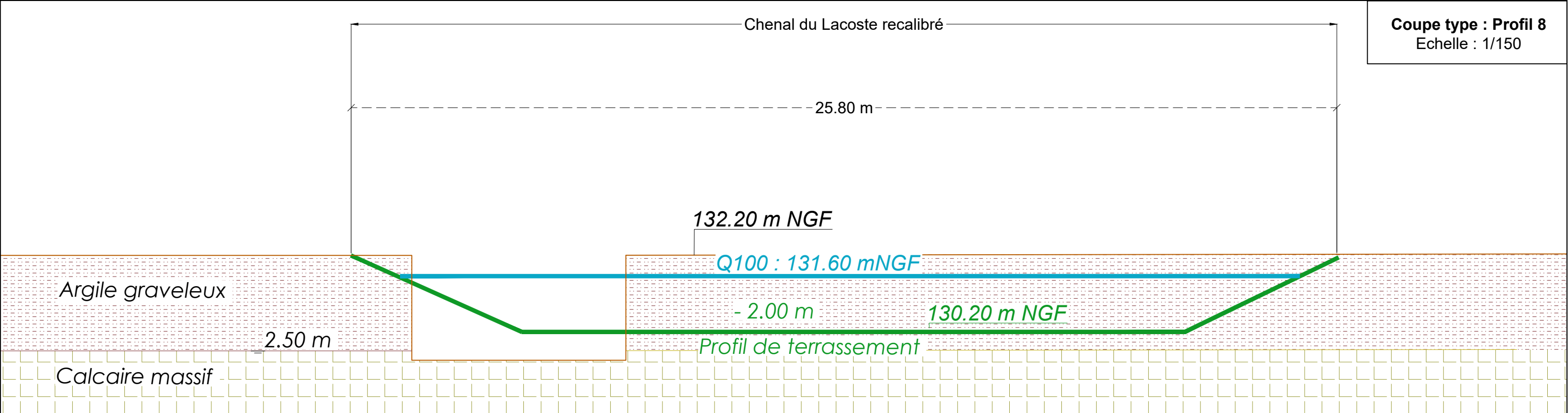
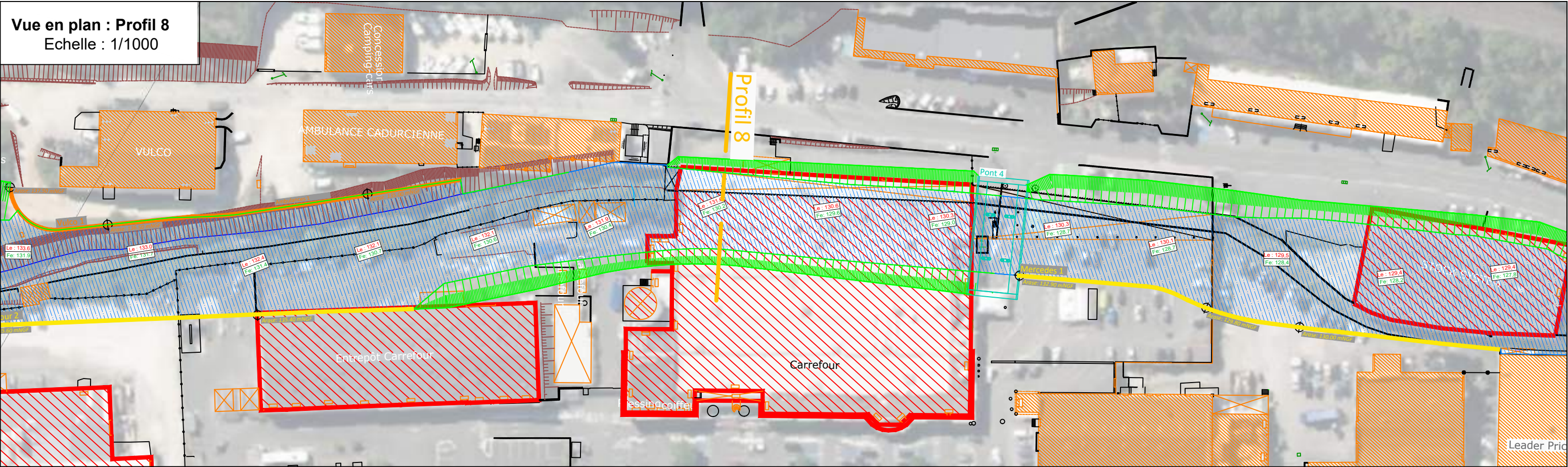


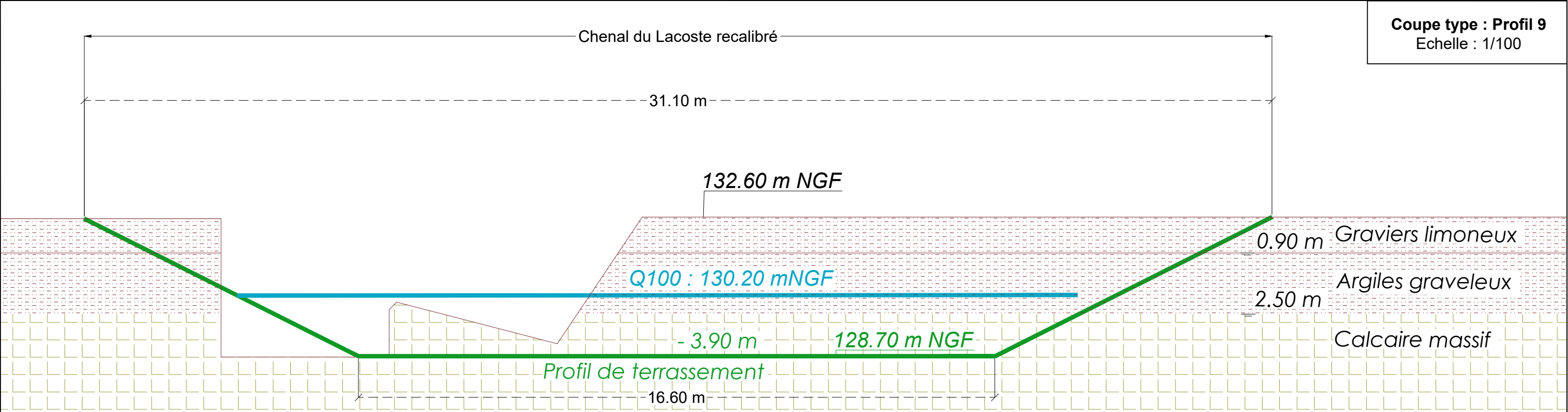
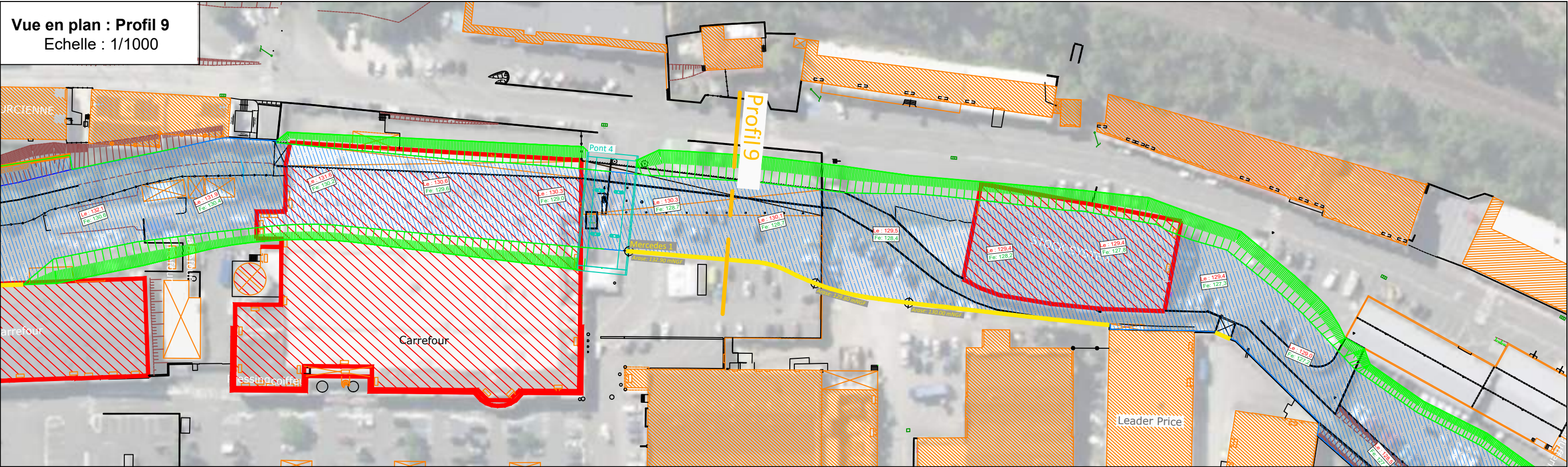
Coupe type : Profil 5
Echelle : 1/150

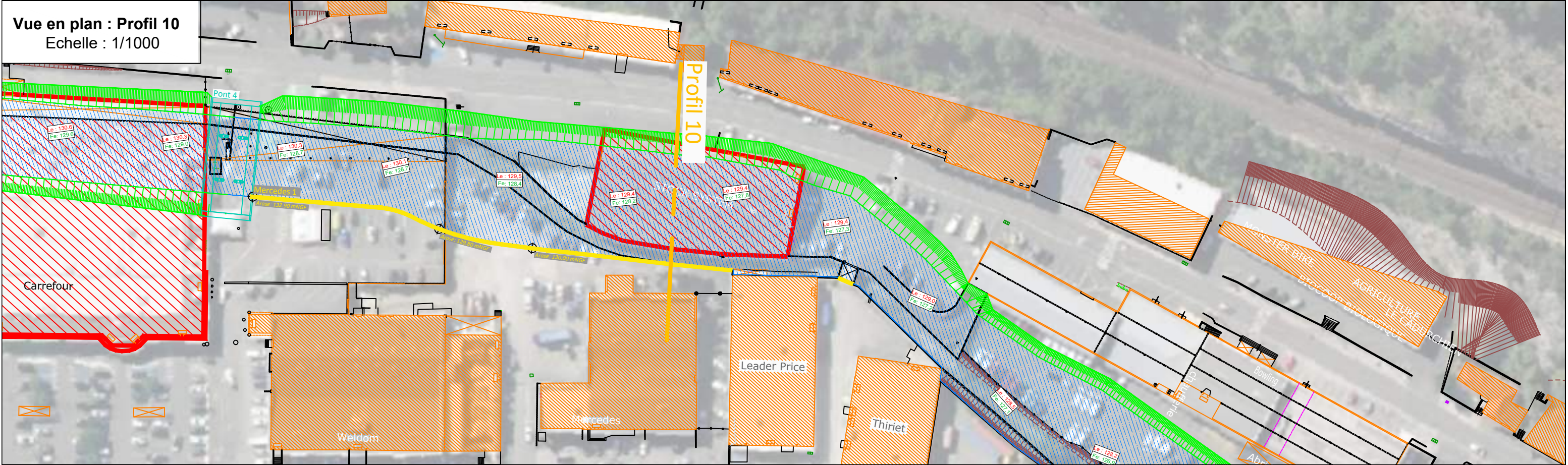




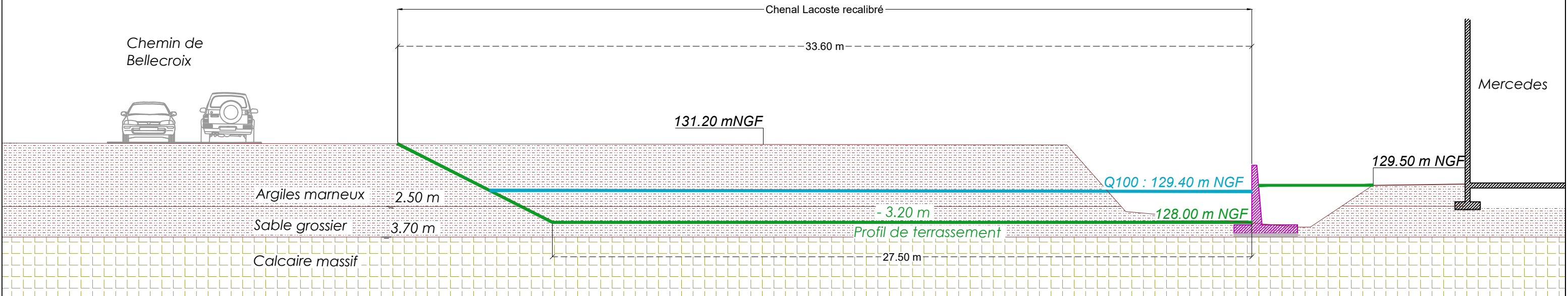


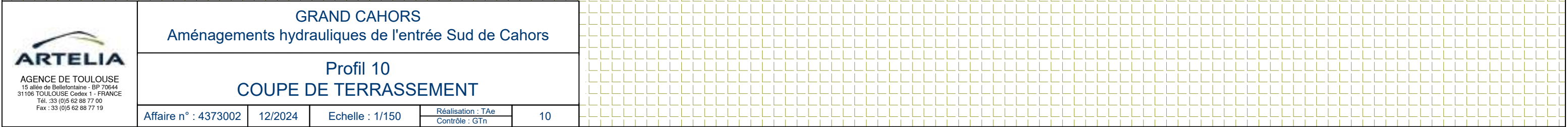


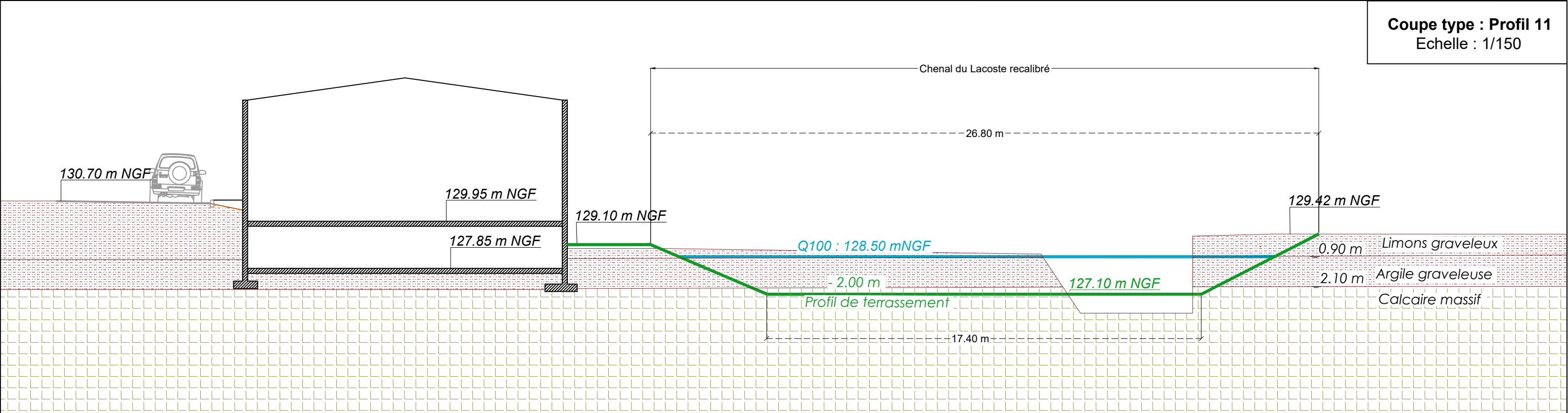
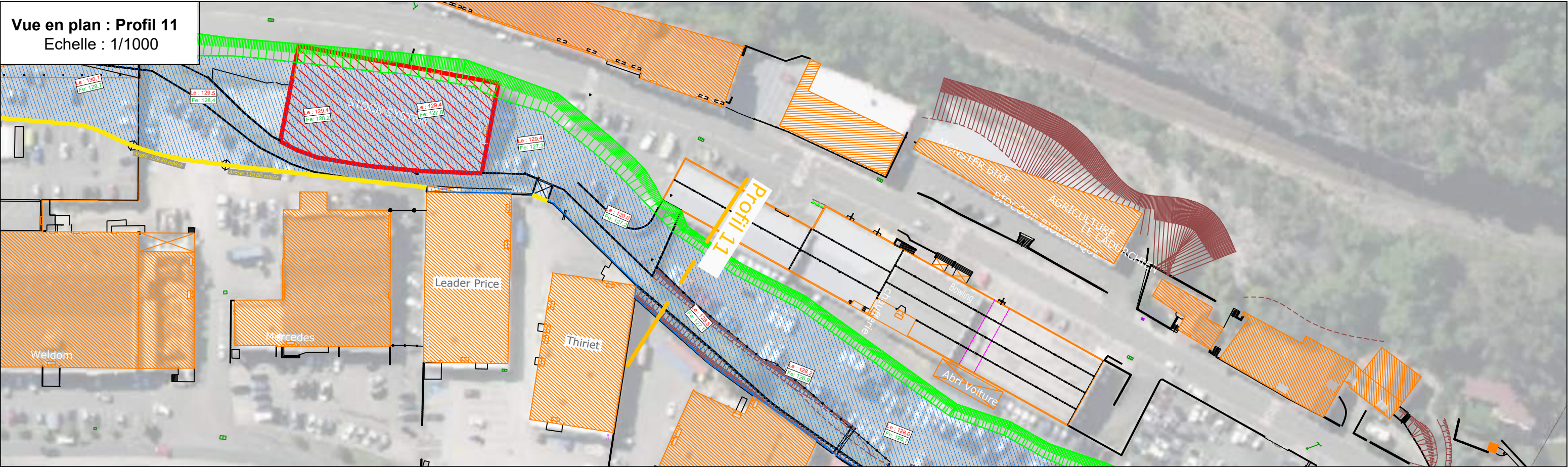




Coupe type : Profil 10
Echelle : 1/150



 AGENCE DE TOULOUSE 15 allée de Bellefontaine - BP 70544 31106 TOULOUSE Cedex 1 - FRANCE Tél. : 33 (0)5 62 88 77 00 Fax : 33 (0)5 62 88 77 19	GRAND CAHORS Aménagements hydrauliques de l'entrée Sud de Cahors				
	Profil 10 COUPE DE TERRASSEMENT				
	Affaire n° : 4373002	12/2024	Echelle : 1/150	Réalisation : TAe Contrôle : GTn	10



Vue en plan : Profil 12
Echelle : 1/1000

Station	Altitude (m)
120.0	127.2
120.4	127.5
120.8	127.8
121.2	128.1
121.6	128.4
122.0	128.7
122.4	129.0
122.8	129.3
123.2	129.6
123.6	129.9
124.0	130.2
124.4	130.5
124.8	130.8
125.2	131.1
125.6	131.4
126.0	131.7
126.4	132.0
126.8	132.3
127.2	132.6
127.6	132.9
128.0	133.2
128.4	133.5
128.8	133.8
129.2	134.1
129.6	134.4
130.0	134.7
130.4	135.0
130.8	135.3
131.2	135.6
131.6	135.9
132.0	136.2
132.4	136.5
132.8	136.8
133.2	137.1
133.6	137.4
134.0	137.7
134.4	138.0
134.8	138.3
135.2	138.6
135.6	138.9
136.0	139.2
136.4	139.5
136.8	139.8
137.2	140.1
137.6	140.4
138.0	140.7
138.4	141.0
138.8	141.3
139.2	141.6
139.6	141.9
140.0	142.2
140.4	142.5
140.8	142.8
141.2	143.1
141.6	143.4
142.0	143.7
142.4	144.0
142.8	144.3
143.2	144.6
143.6	144.9
144.0	145.2
144.4	145.5
144.8	145.8
145.2	146.1
145.6	146.4
146.0	146.7
146.4	147.0
146.8	147.3
147.2	147.6
147.6	147.9
148.0	148.2
148.4	148.5
148.8	148.8
149.2	149.1
149.6	149.4
150.0	149.7
150.4	150.0
150.8	150.3
151.2	150.6
151.6	150.9
152.0	151.2
152.4	151.5
152.8	151.8
153.2	152.1
153.6	152.4
154.0	152.7
154.4	153.0
154.8	153.3
155.2	153.6
155.6	153.9
156.0	154.2
156.4	154.5
156.8	154.8
157.2	155.1
157.6	155.4
158.0	155.7
158.4	156.0
158.8	156.3
159.2	156.6
159.6	156.9
160.0	157.2
160.4	157.5
160.8	157.8
161.2	158.1
161.6	158.4
162.0	158.7
162.4	159.0
162.8	159.3
163.2	159.6
163.6	159.9
164.0	160.2
164.4	160.5
164.8	160.8
165.2	161.1
165.6	161.4
166.0	161.7
166.4	162.0
166.8	162.3
167.2	162.6
167.6	162.9
168.0	163.2
168.4	163.5
168.8	163.8
169.2	164.1
169.6	164.4
170.0	164.7
170.4	165.0
170.8	165.3
171.2	165.6
171.6	165.9
172.0	166.2
172.4	166.5
172.8	166.8
173.2	167.1
173.6	167.4
174.0	

Coupe type : Profil 12
Echelle : 1/150

Bâtiment Jouet CLUB

Bâtiment Renault

Chenal du Lacoste recalibré

31.60 m

128.90 m NGF

1.10 m Limon graveleux

2.20 m Argile graveleuse

3.00 m Calcaire fracturé

Calcaire compact

126.50 m NGF

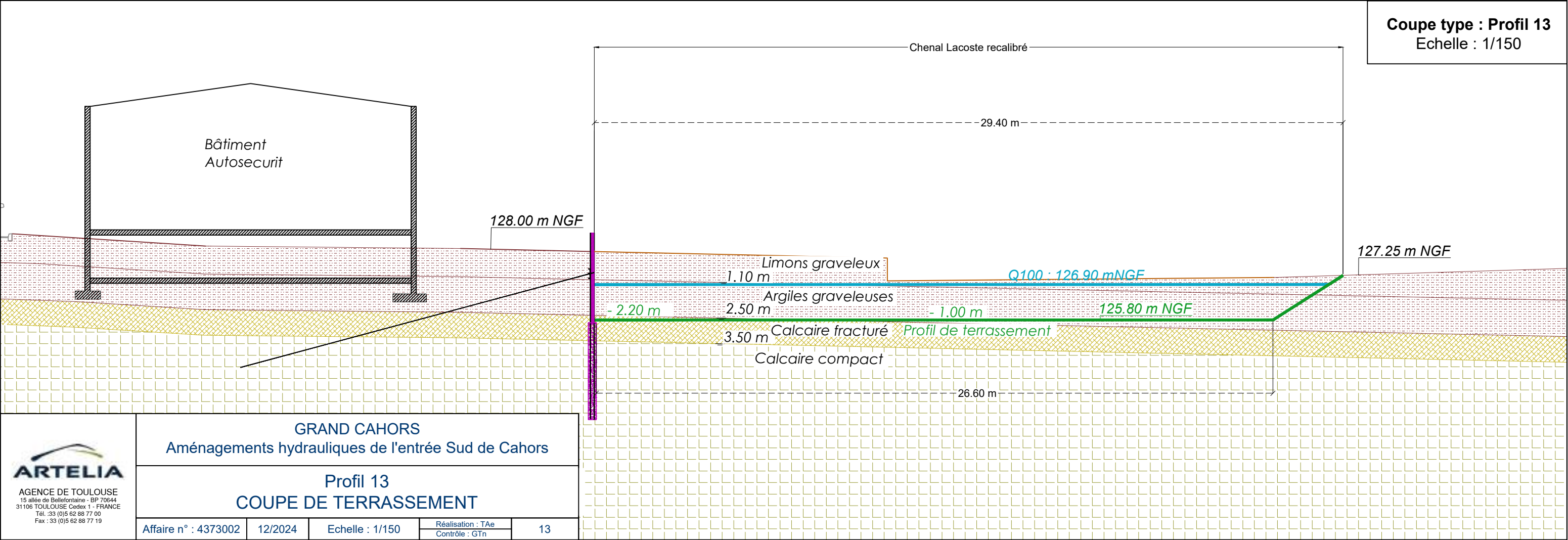
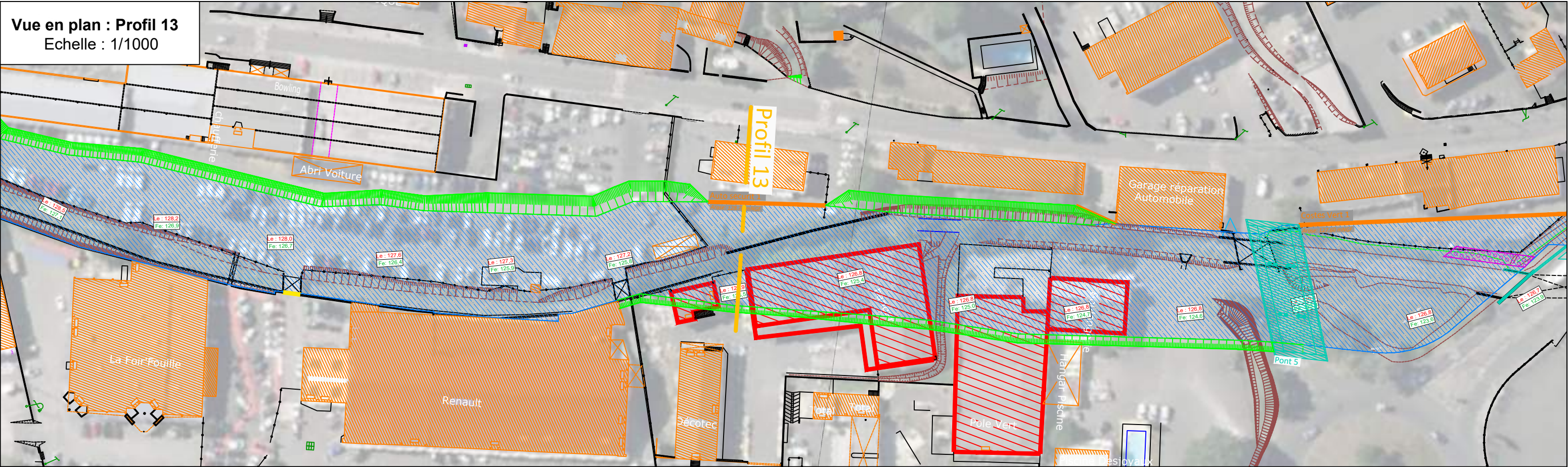
Q100 : 127.60 mNGF

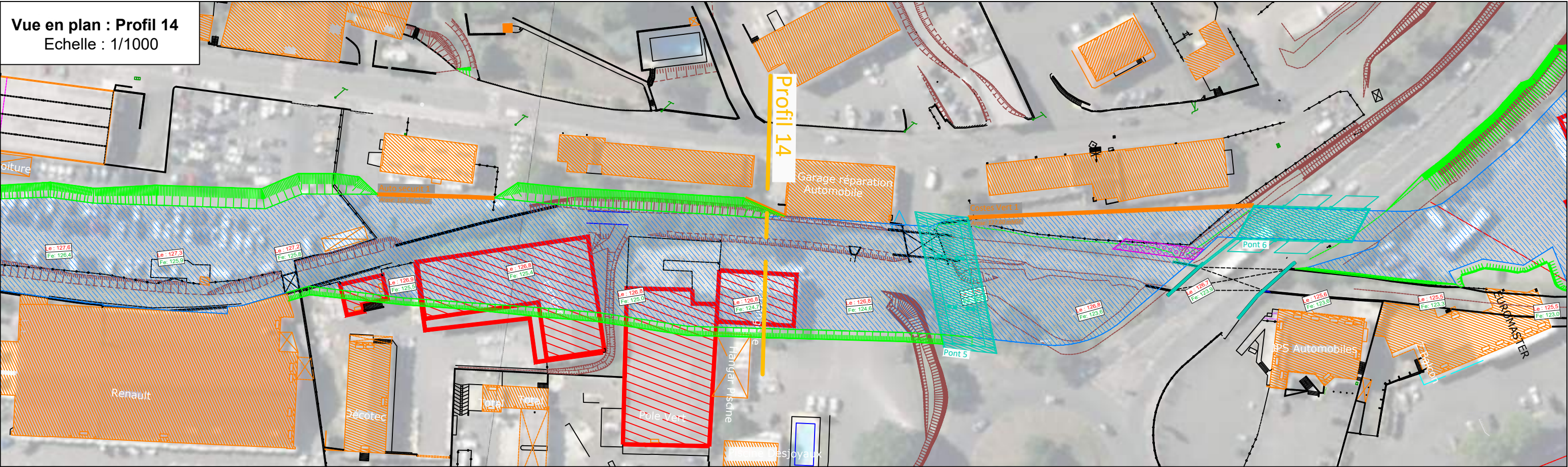
- 2.40 m

Profil de terrassement

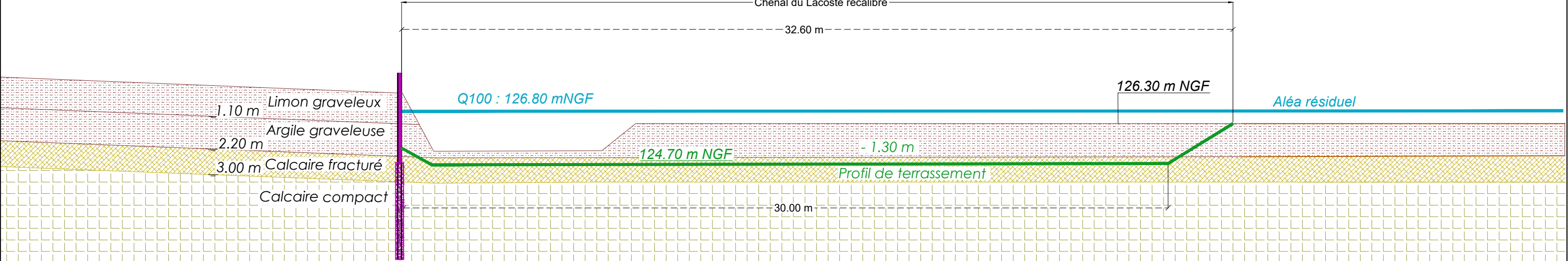
28.50 m

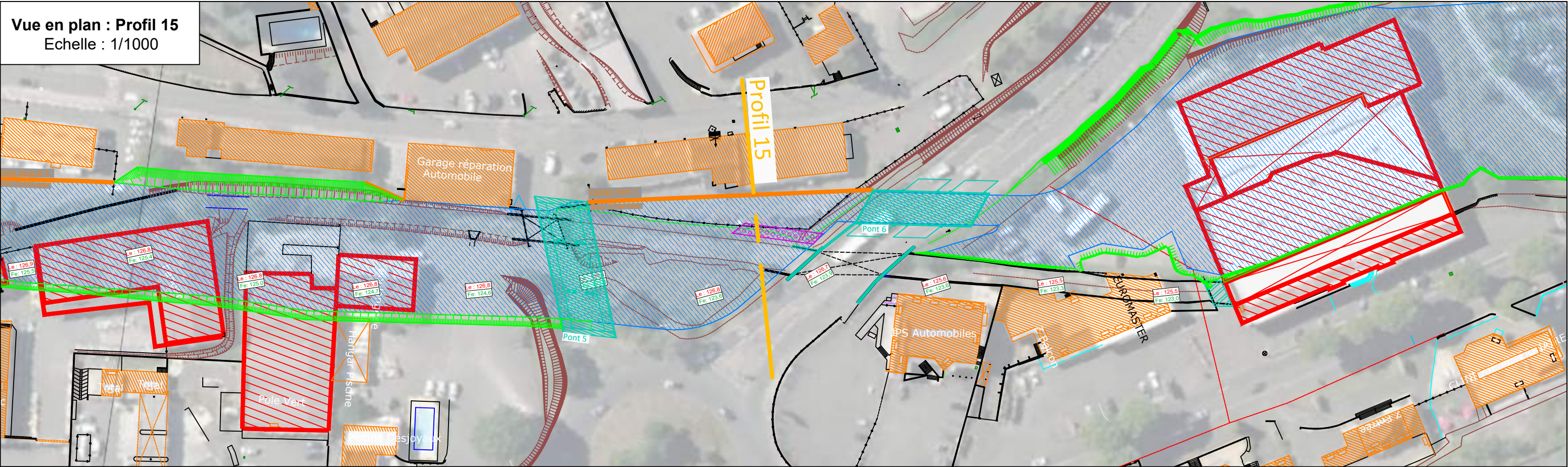




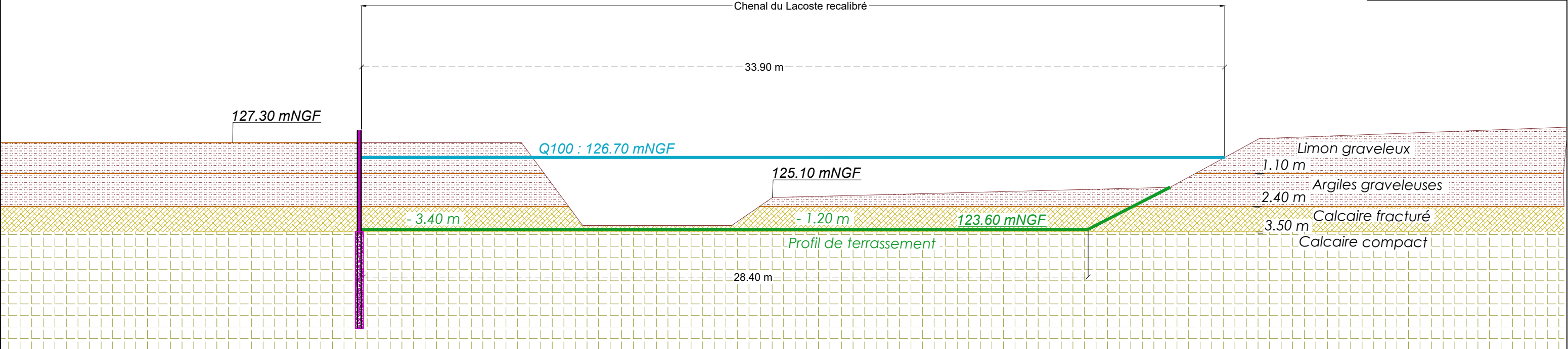


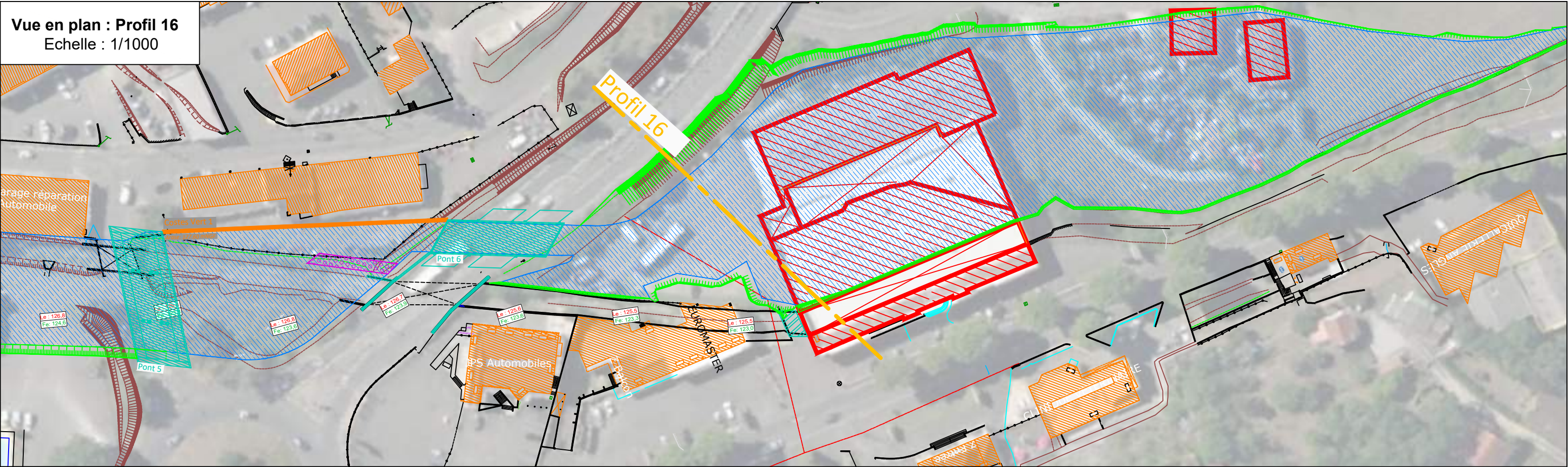
Coupe type : Profil 14
Echelle : 1/150



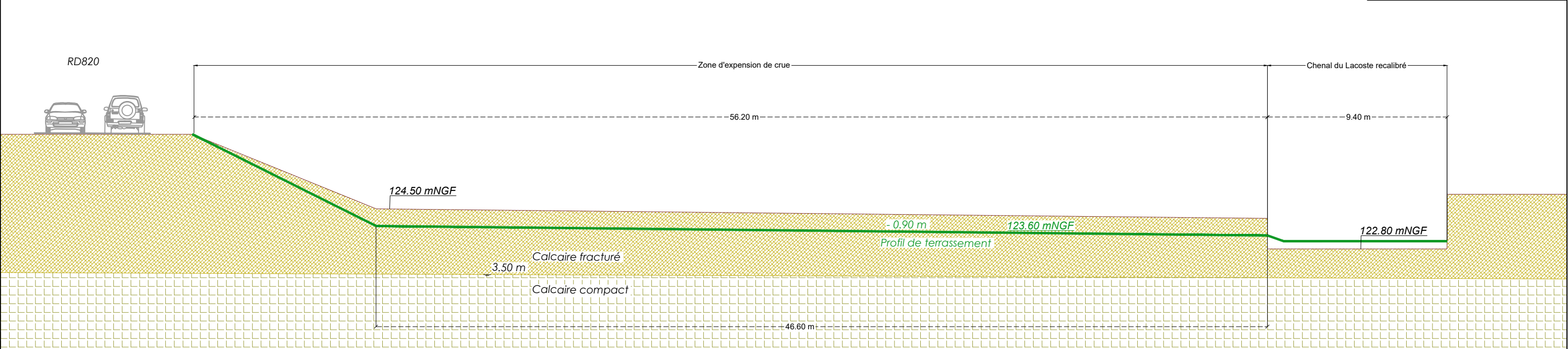


Coupe type : Profil 15
Echelle : 1/150





Coupe type : Profil 16
Echelle : 1/200



ANNEXE 4 Résultats des modélisations – TALREN V6©

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 1 - Rive gauche

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
17	-200,000	137,300	23	-200,000	134,000	32	-0,000	178,484	33	-37,033	169,204	34	-51,839	156,600	35	-62,269	156,600
36	-79,278	150,684	37	-85,761	146,782	38	-90,868	145,232	39	-95,210	141,274	40	-107,787	141,250	41	-119,978	134,920
42	-128,978	134,903	43	-139,671	140,119	44	-152,128	139,846	45	-154,282	139,158	46	-200,000	139,158	47	-115,394	137,300
48	-133,892	137,300	49	-99,126	137,300	50	-98,500	134,000	51	-90,852	144,610	52	-85,742	146,261	53	-79,275	150,158
54	-62,269	156,068	55	-51,832	156,096	56	-37,041	168,636	57	-0,000	178,000						

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
39	32	33	40	33	34	41	34	35	42	35	36	43	36	37	44	37	38	45	38	39
46	39	40	47	40	47	50	47	41	51	41	42	52	42	48	53	48	47	54	48	17
55	48	43	56	43	44	57	44	45	58	45	46	59	40	43	60	47	49	62	39	49
63	23	50	65	50	51	66	51	52	67	52	53	68	53	54	69	54	55	70	55	56
71	56	57																		

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

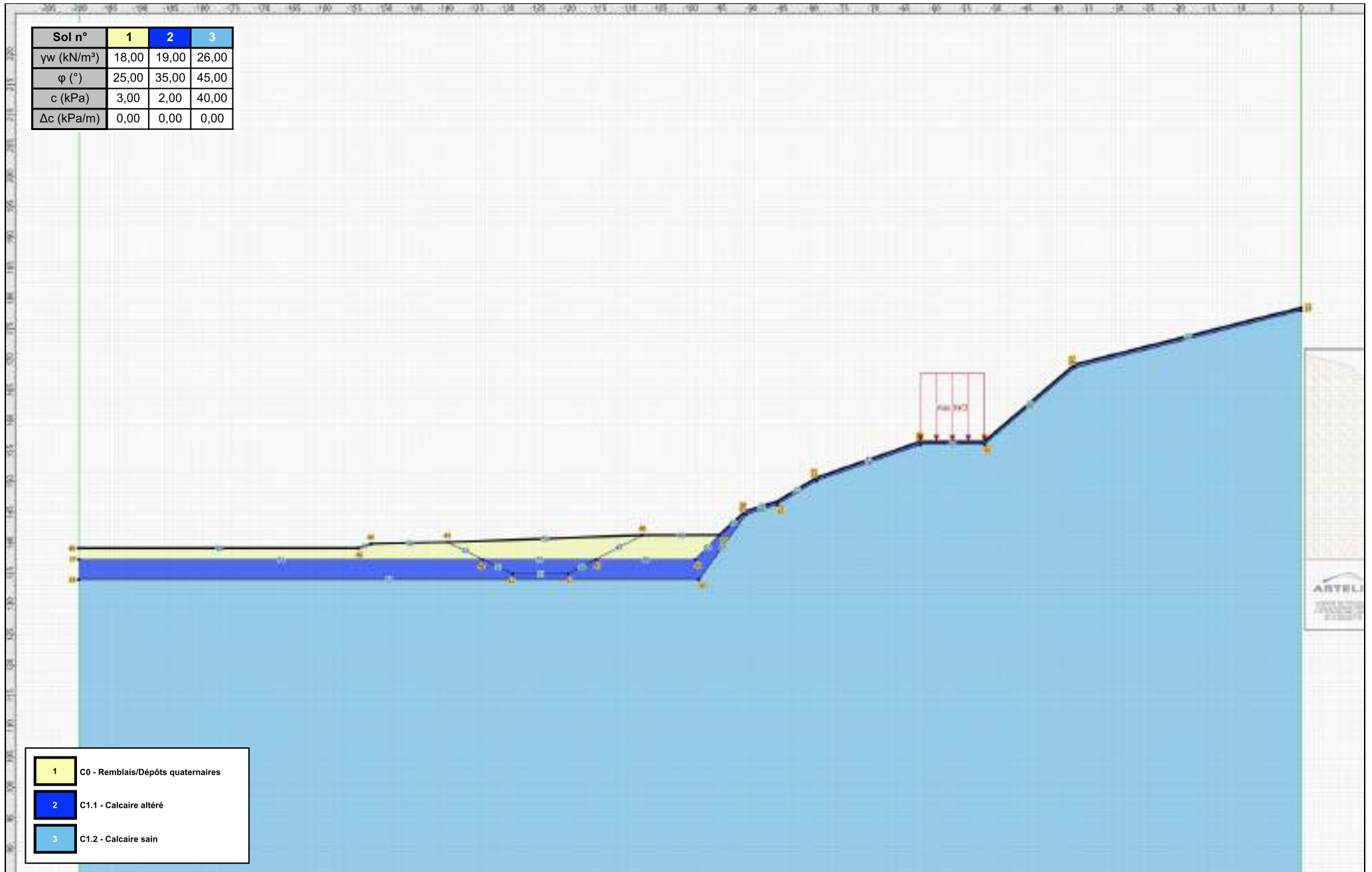
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voie SNCF	-62,269	156,600	50,0	-51,839	156,600	50,0	90,00



Talren v6
v6.2.16

Imprimé le : 4 févr. 2025 14:04:52
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 1 - Rive gauche

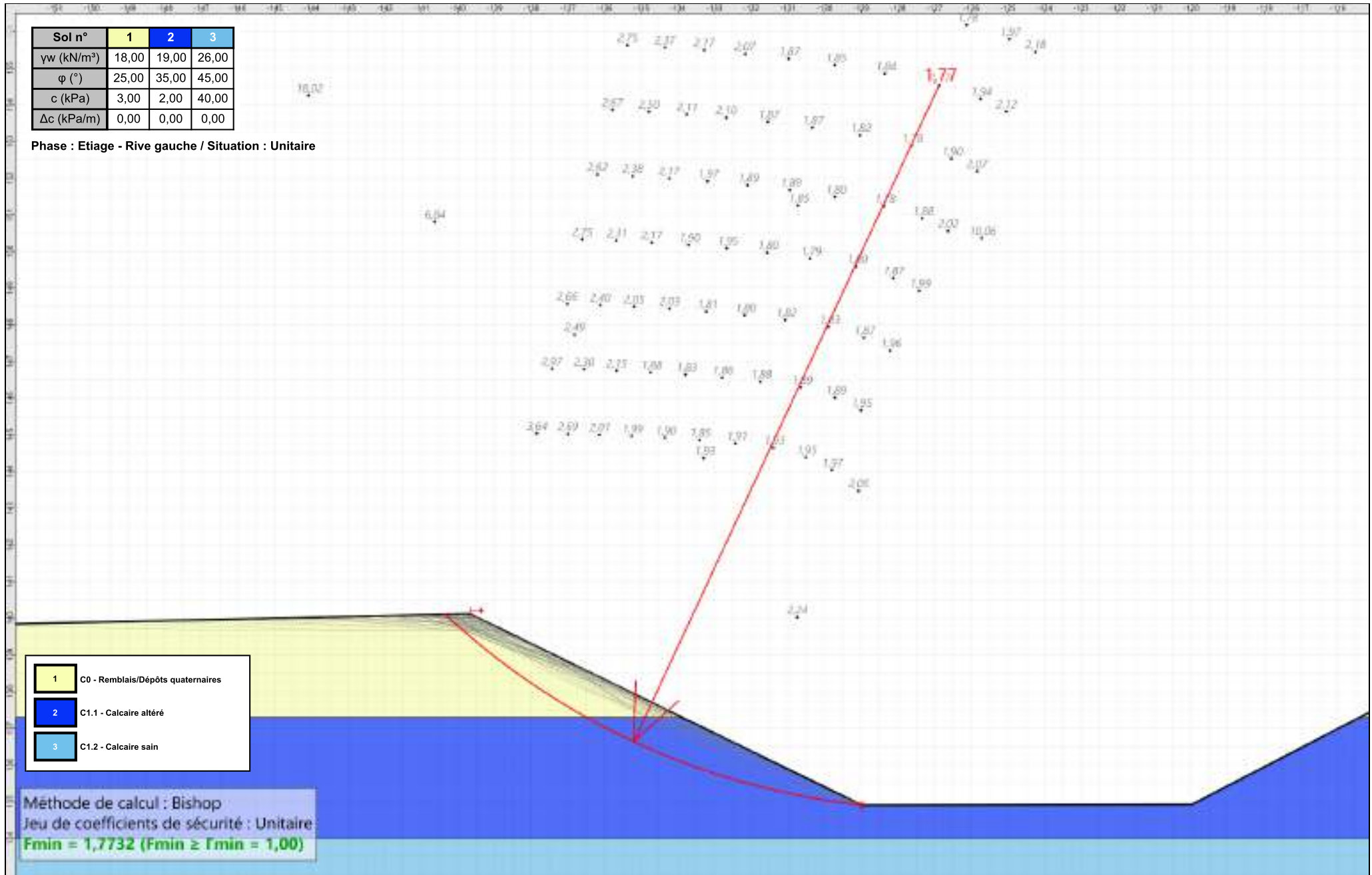
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00



1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain

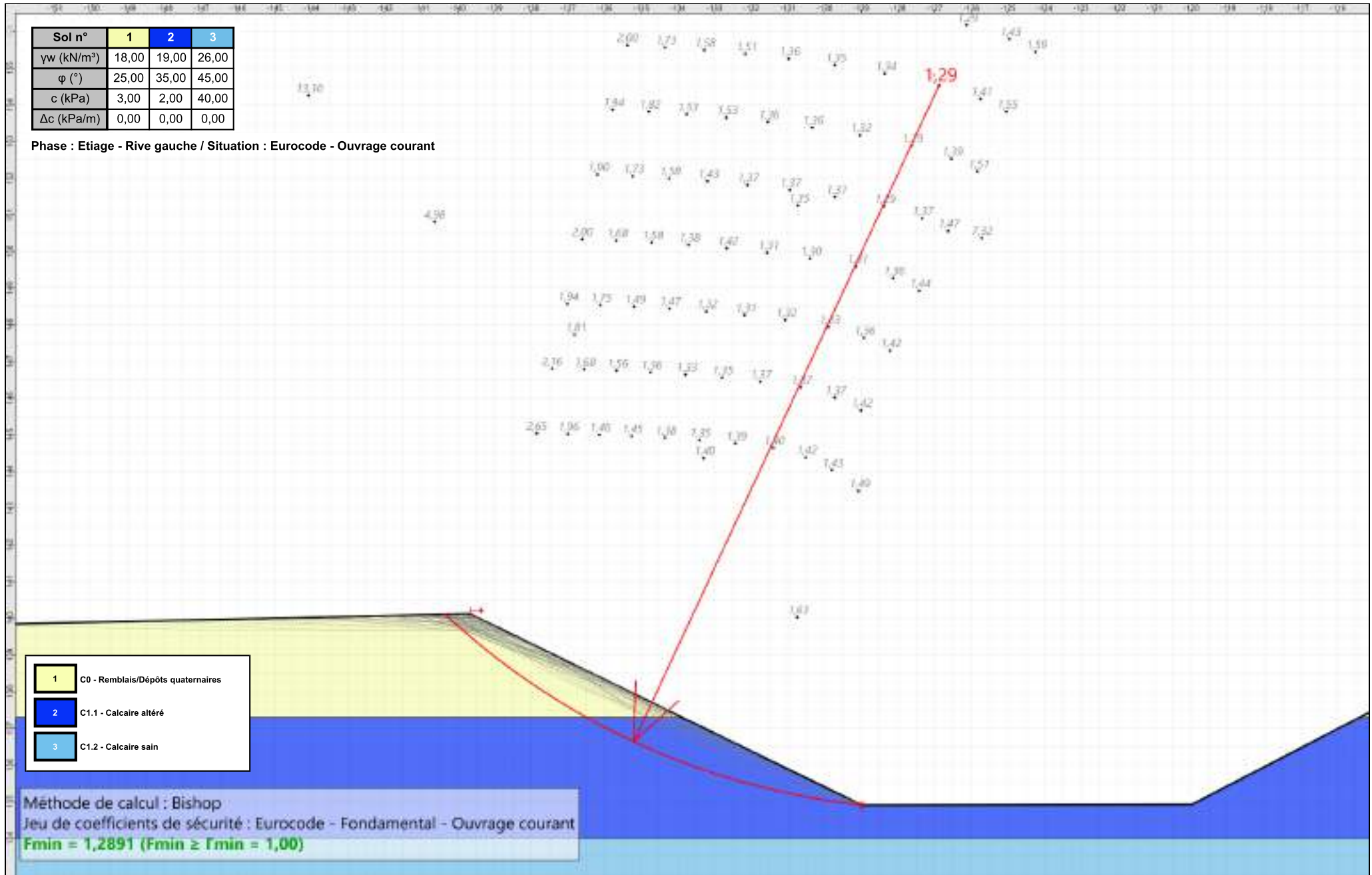
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Unitaire



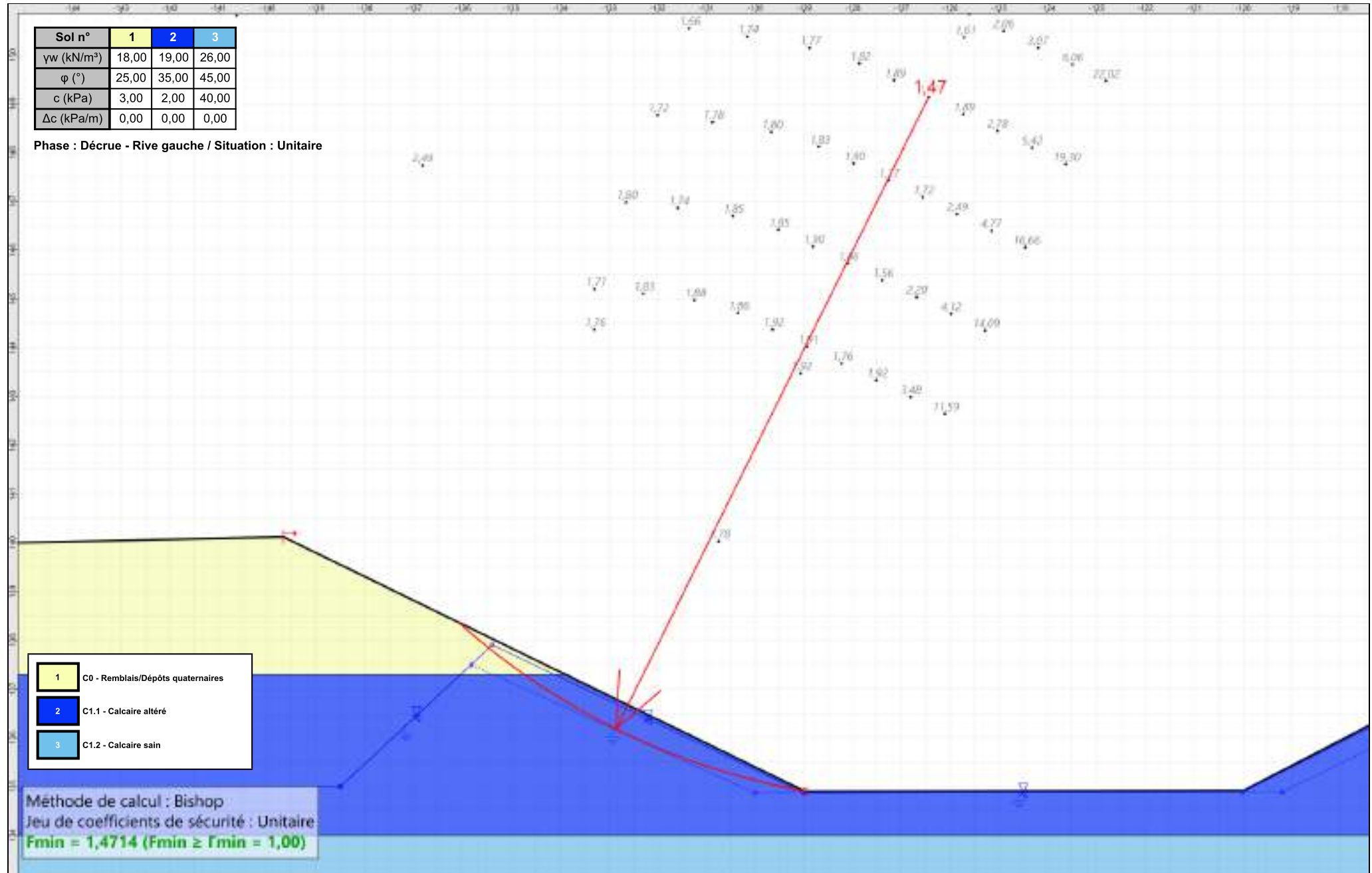
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



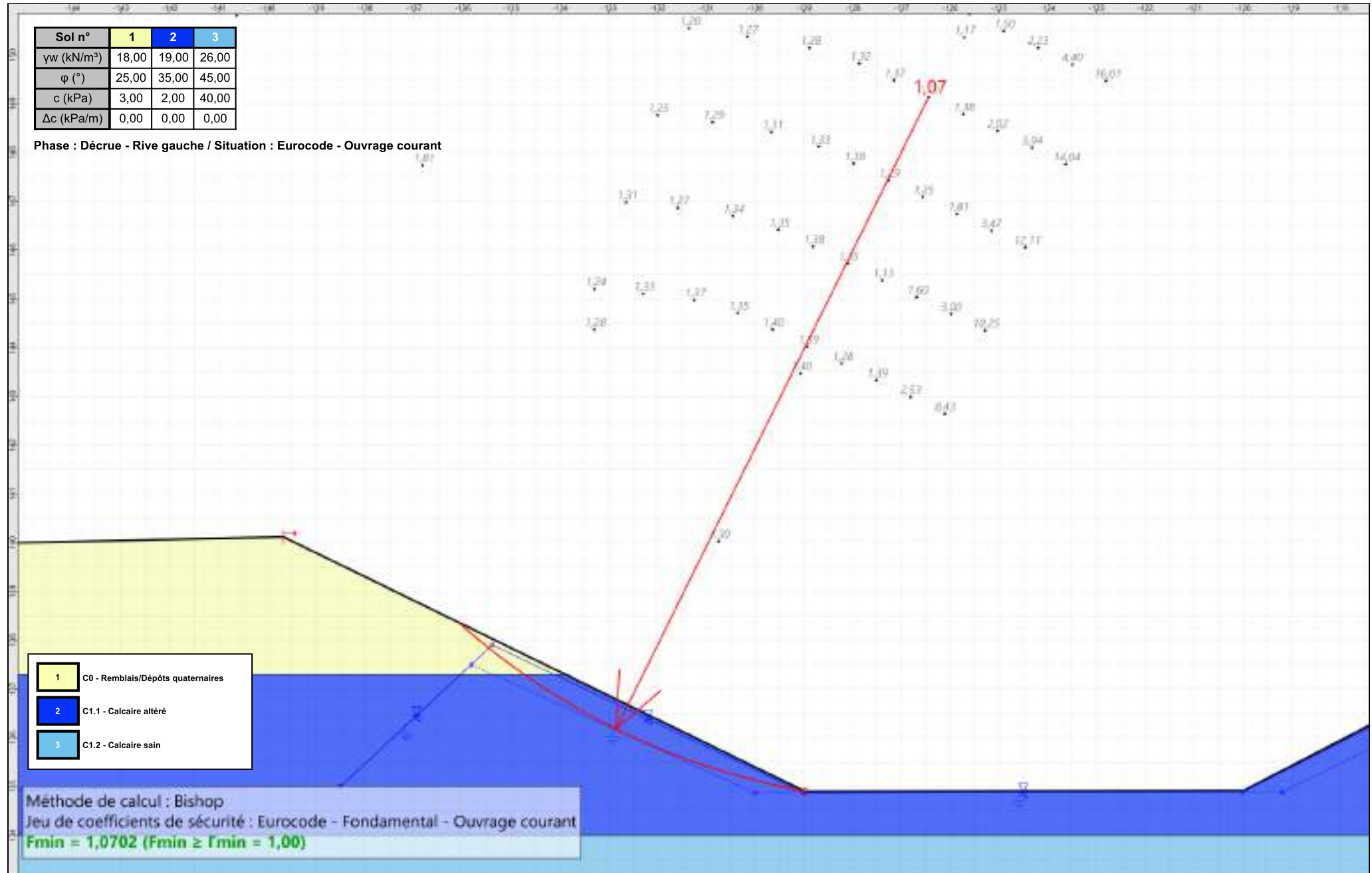
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 1 - Rive gauche

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
17	200,000	137,300	23	200,000	134,000	32	0,000	178,484	33	37,033	169,204	34	51,839	156,600	35	62,269	156,600
36	79,278	150,684	37	85,761	146,782	38	90,868	145,232	39	95,210	141,274	40	107,787	141,250	41	119,978	134,920
42	128,978	134,903	43	139,671	140,119	44	152,128	139,846	45	154,282	139,158	46	200,000	139,158	47	115,394	137,300
48	133,892	137,300	49	99,126	137,300	50	98,500	134,000	51	90,852	144,610	52	85,742	146,261	53	79,275	150,158
54	62,269	156,068	55	51,832	156,096	56	37,041	168,636	57	0,000	178,000						

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
39	32	33	40	33	34	41	34	35	42	35	36	43	36	37	44	37	38	45	38	39
46	39	40	47	40	47	50	47	41	51	41	42	52	42	48	53	48	47	54	48	17
55	48	43	56	43	44	57	44	45	58	45	46	59	40	43	60	47	49	62	39	49
63	23	50	65	50	51	66	51	52	67	52	53	68	53	54	69	54	55	70	55	56
71	56	57																		

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques	
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voie SNCF	51,839	156,600	50,0	62,269	156,600	50,0	90,00



Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:00:20
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 1 - Rive gauche

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

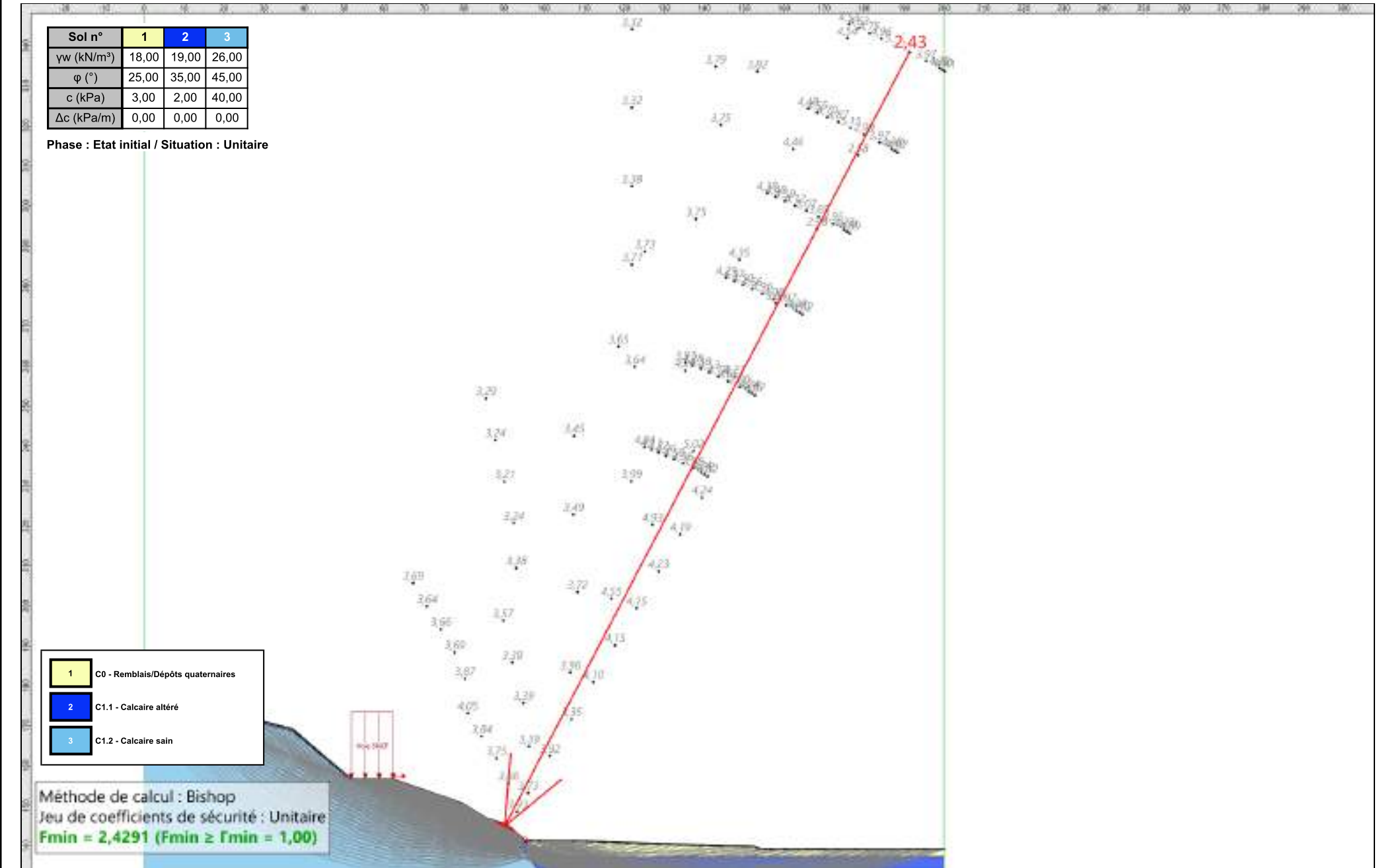


Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial / Situation : Unitaire

1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
Fmin = 2,4291 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)



Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial / Situation : Eurocode - Ouvrage courant

1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,7670 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)



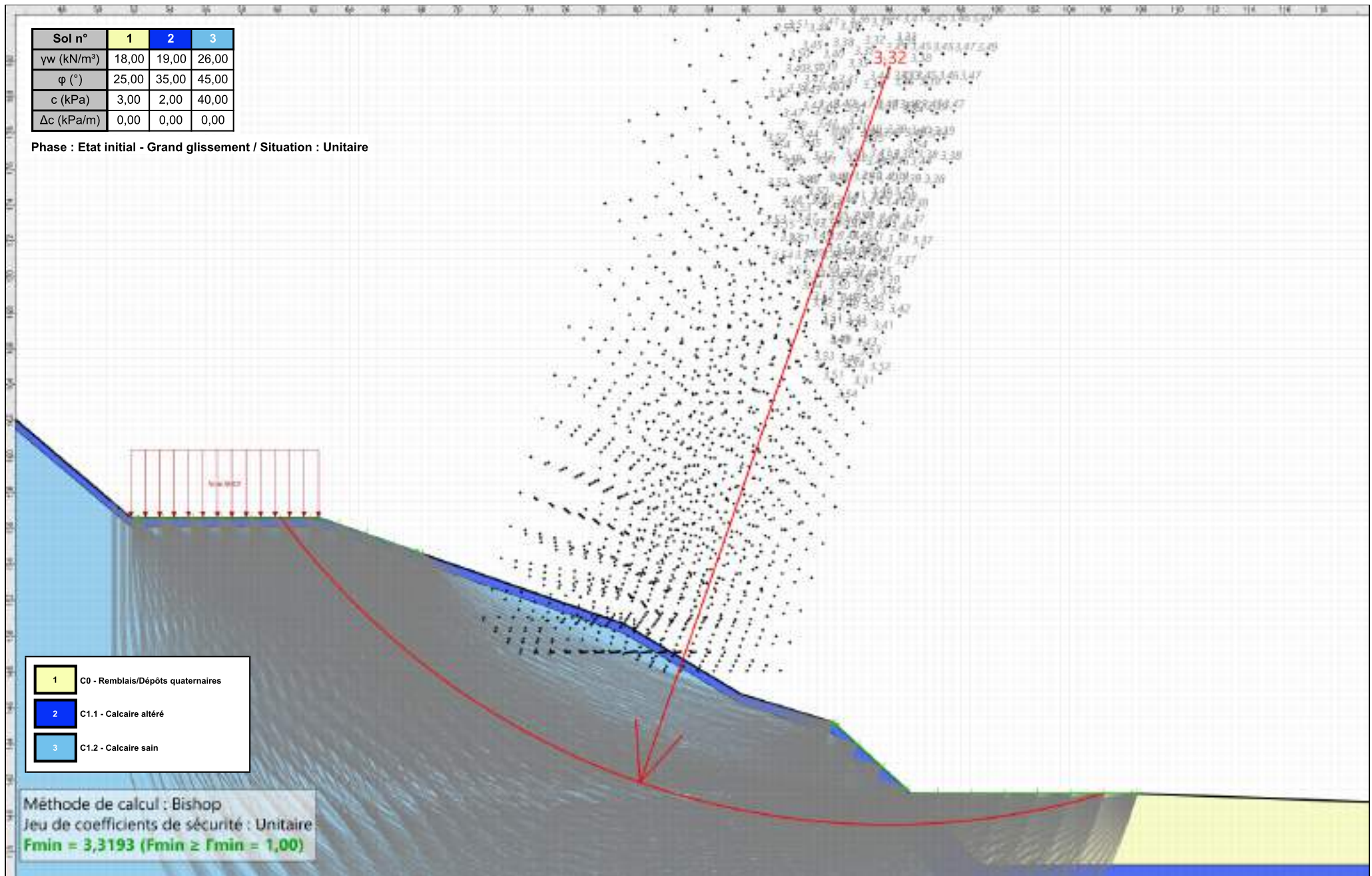
Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:00:21
 Calcul réalisé par : SEMOFI

Projet : Profil 1 - Rive gauche

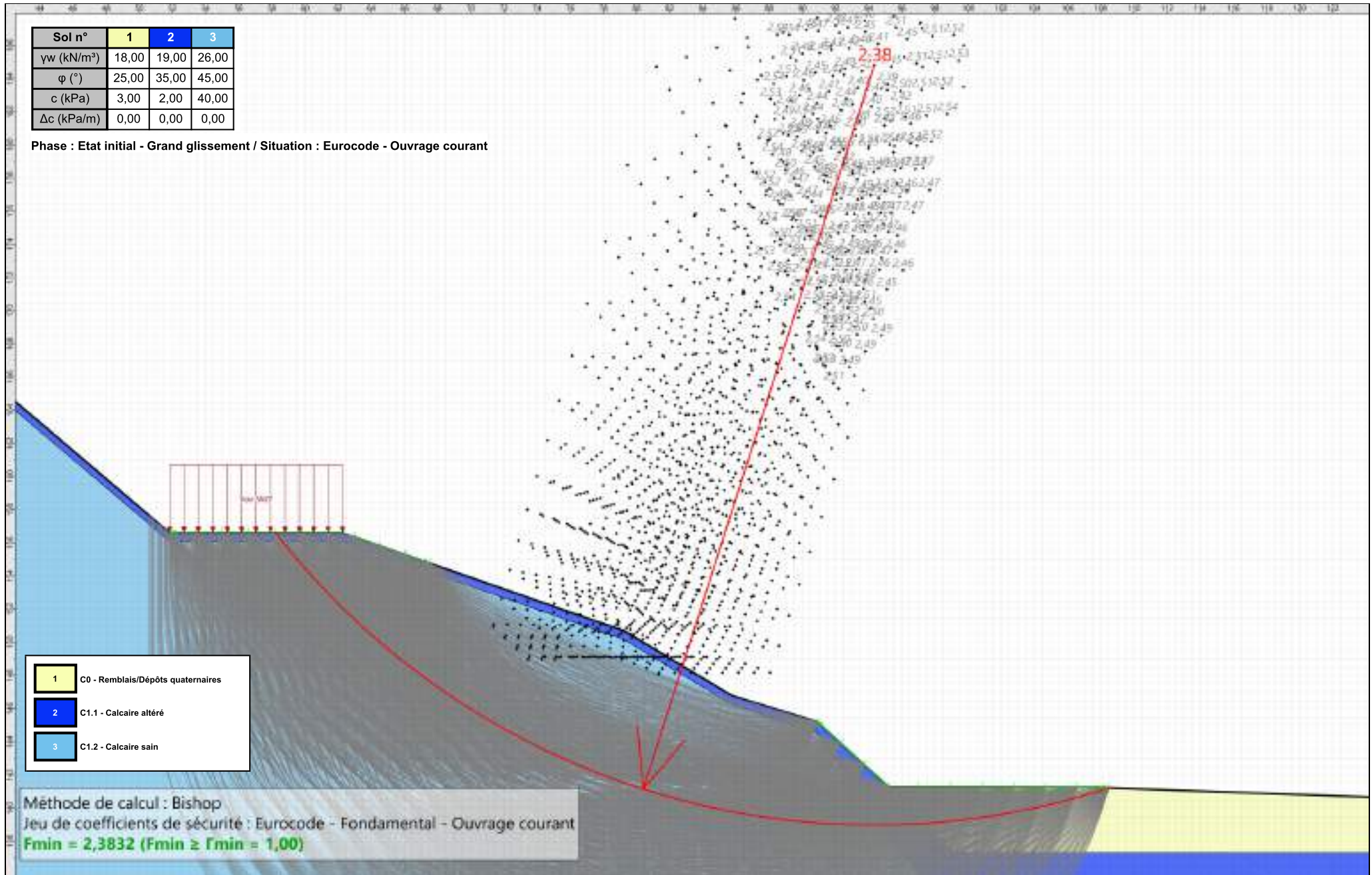
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial - Grand glissement / Situation : Unitaire



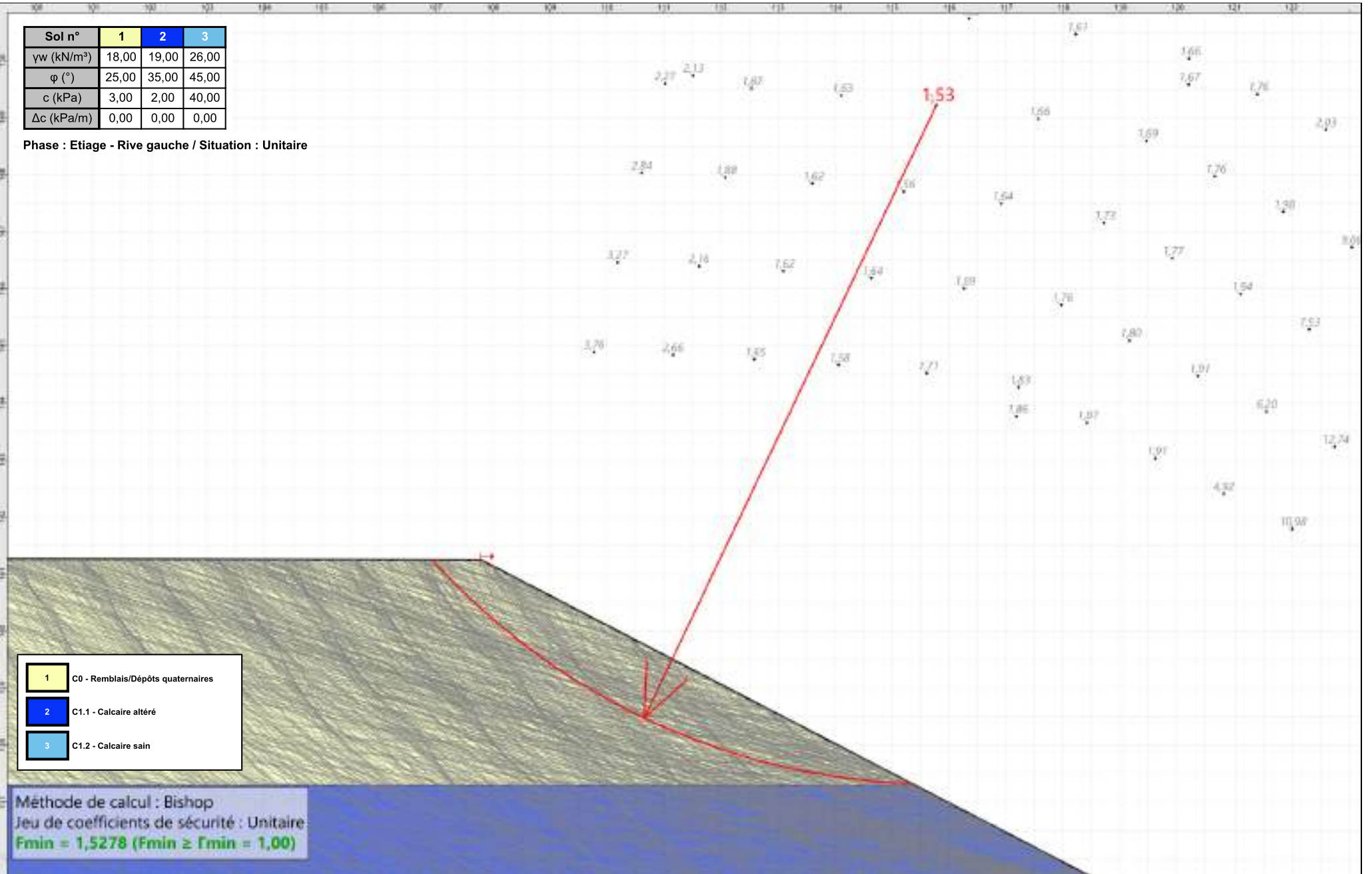
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



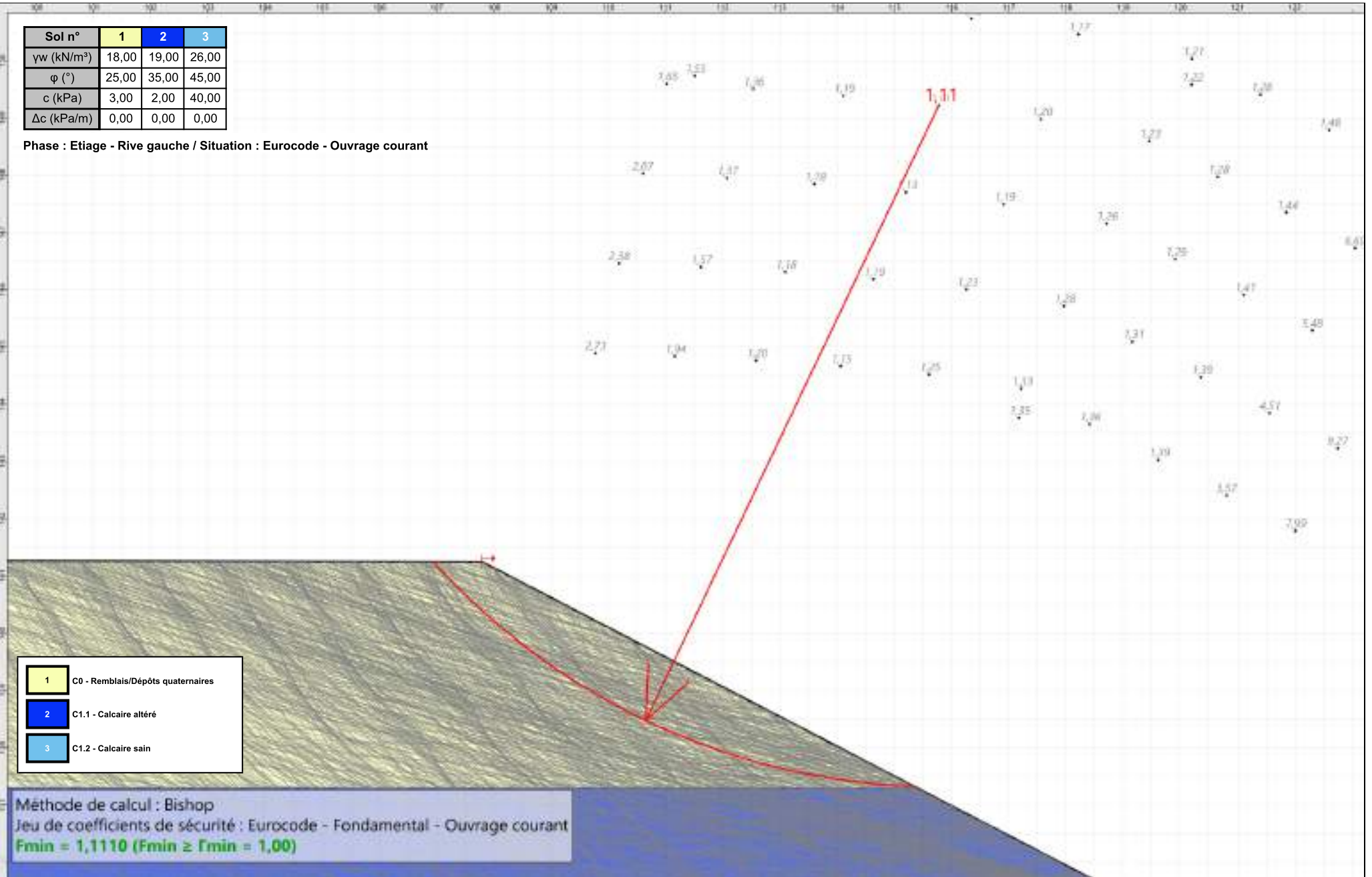
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Unitaire



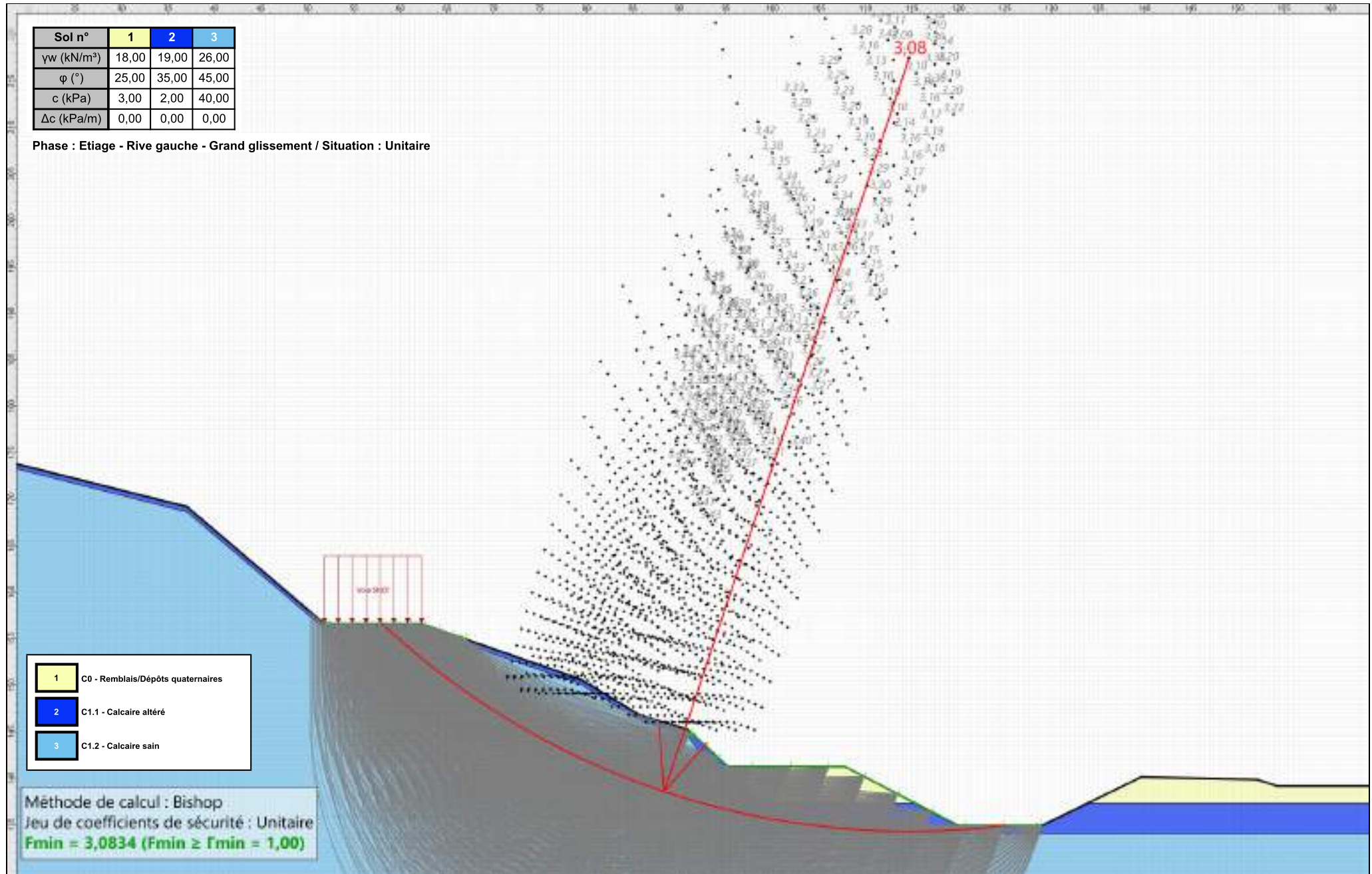
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



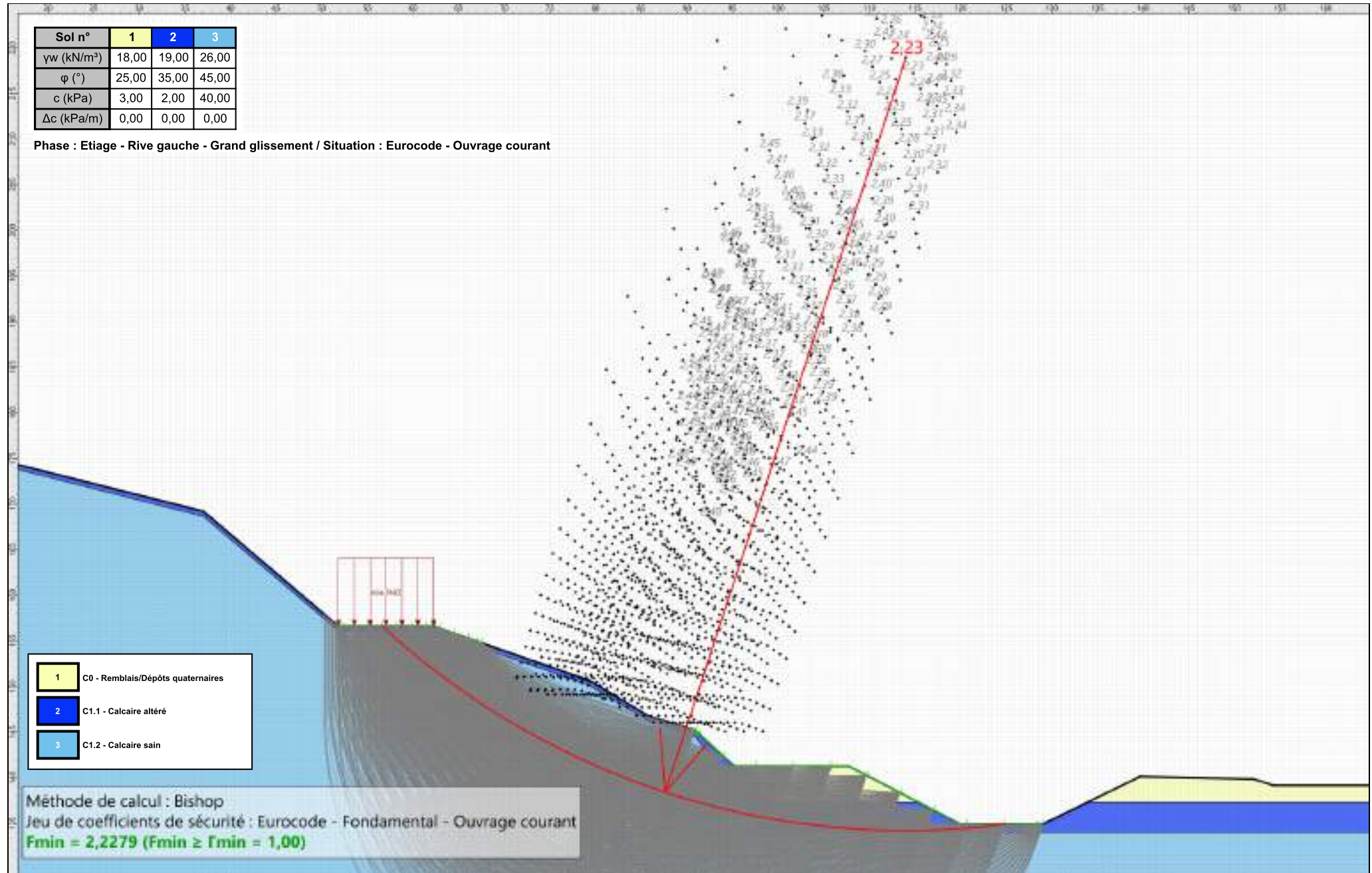
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Unitaire



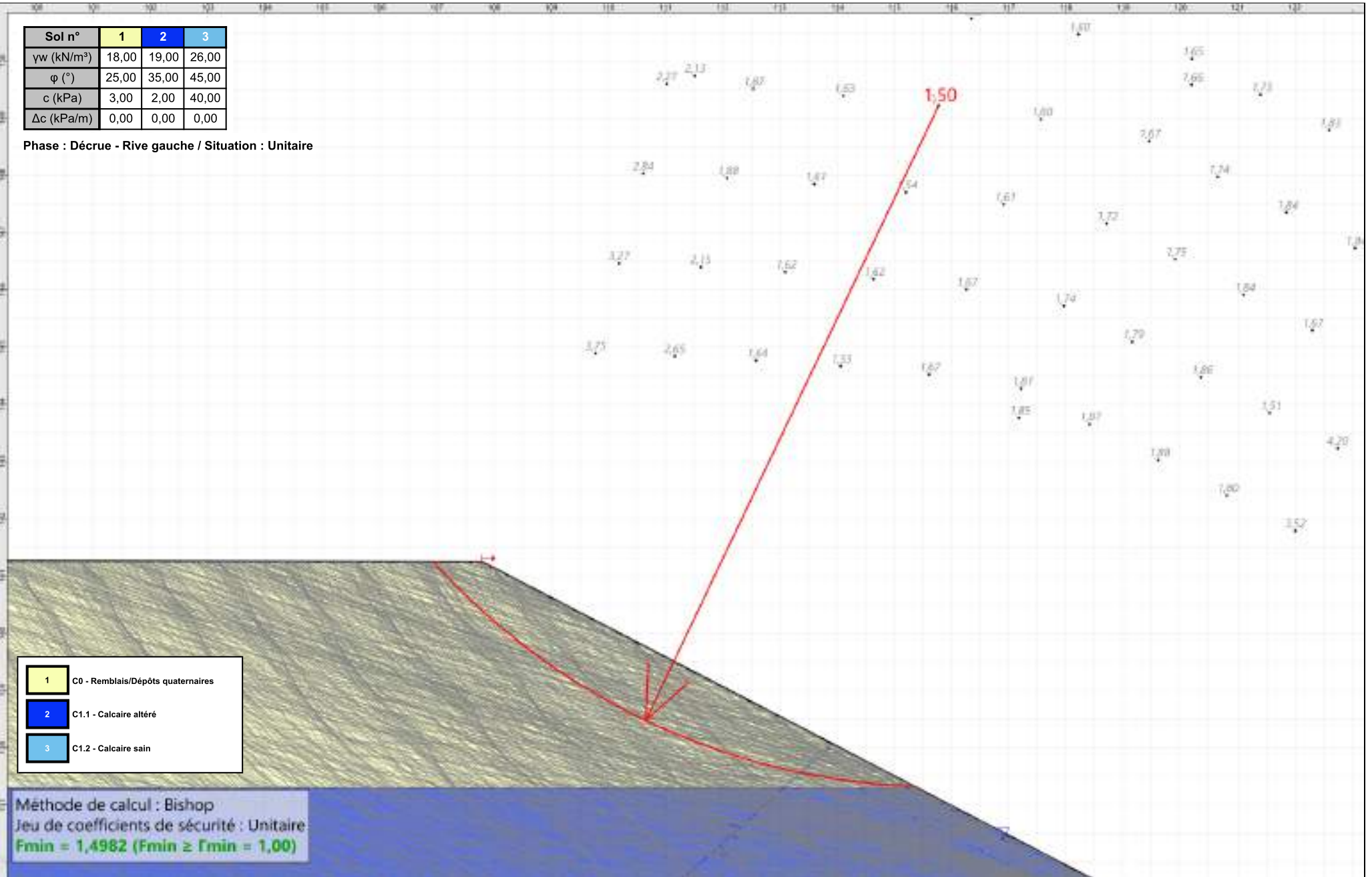
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



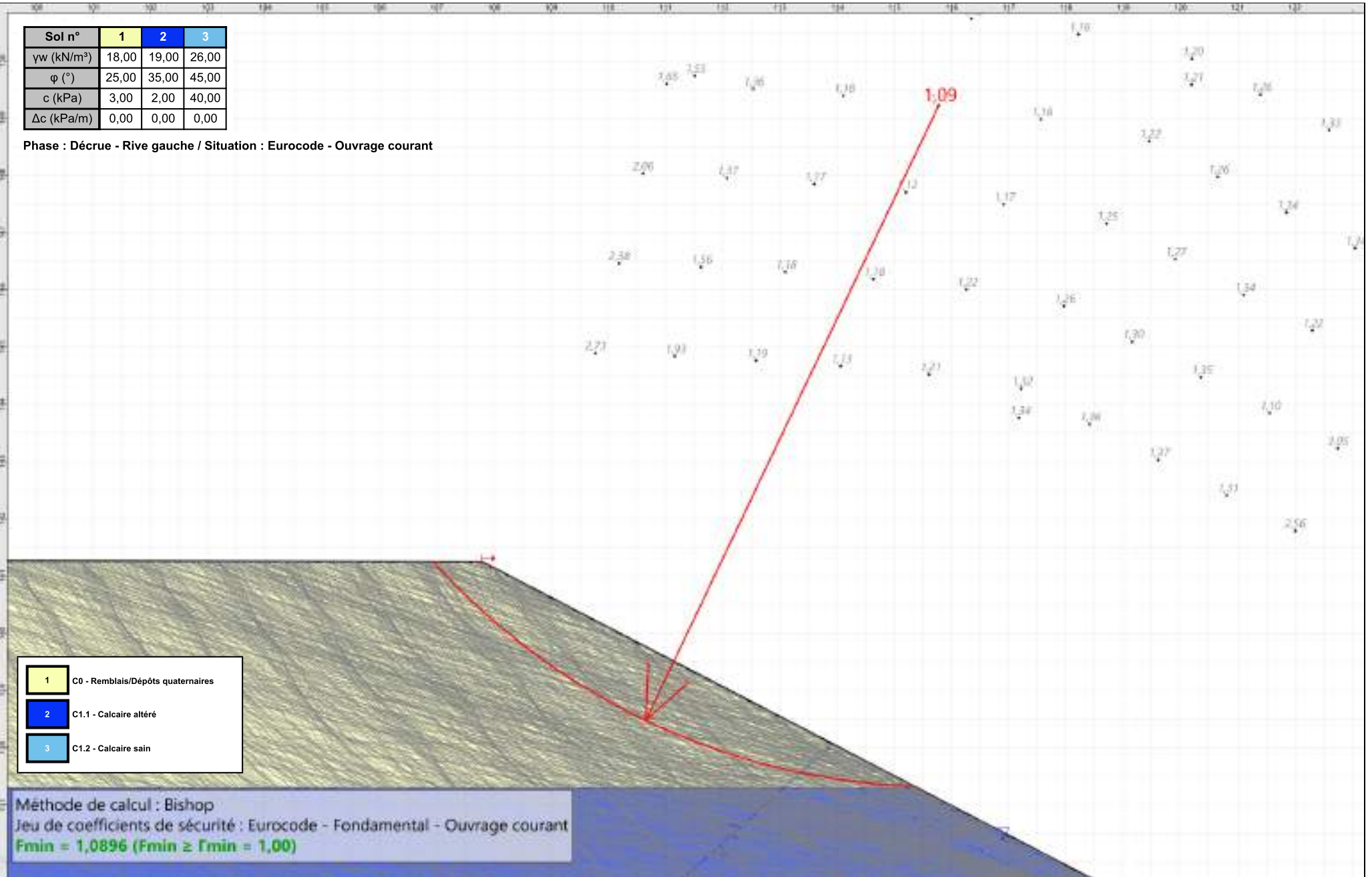
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant

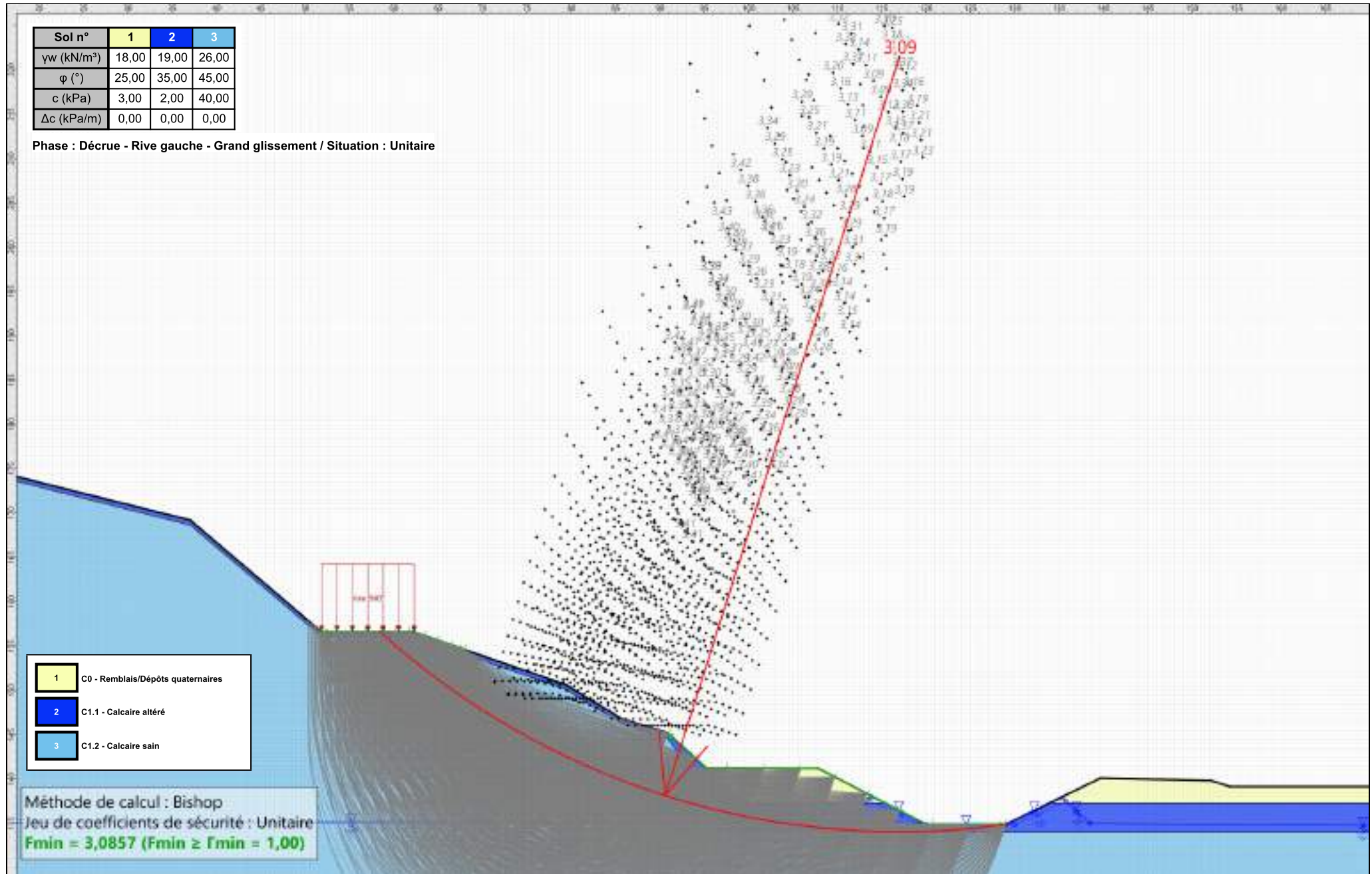


1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,0896 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)

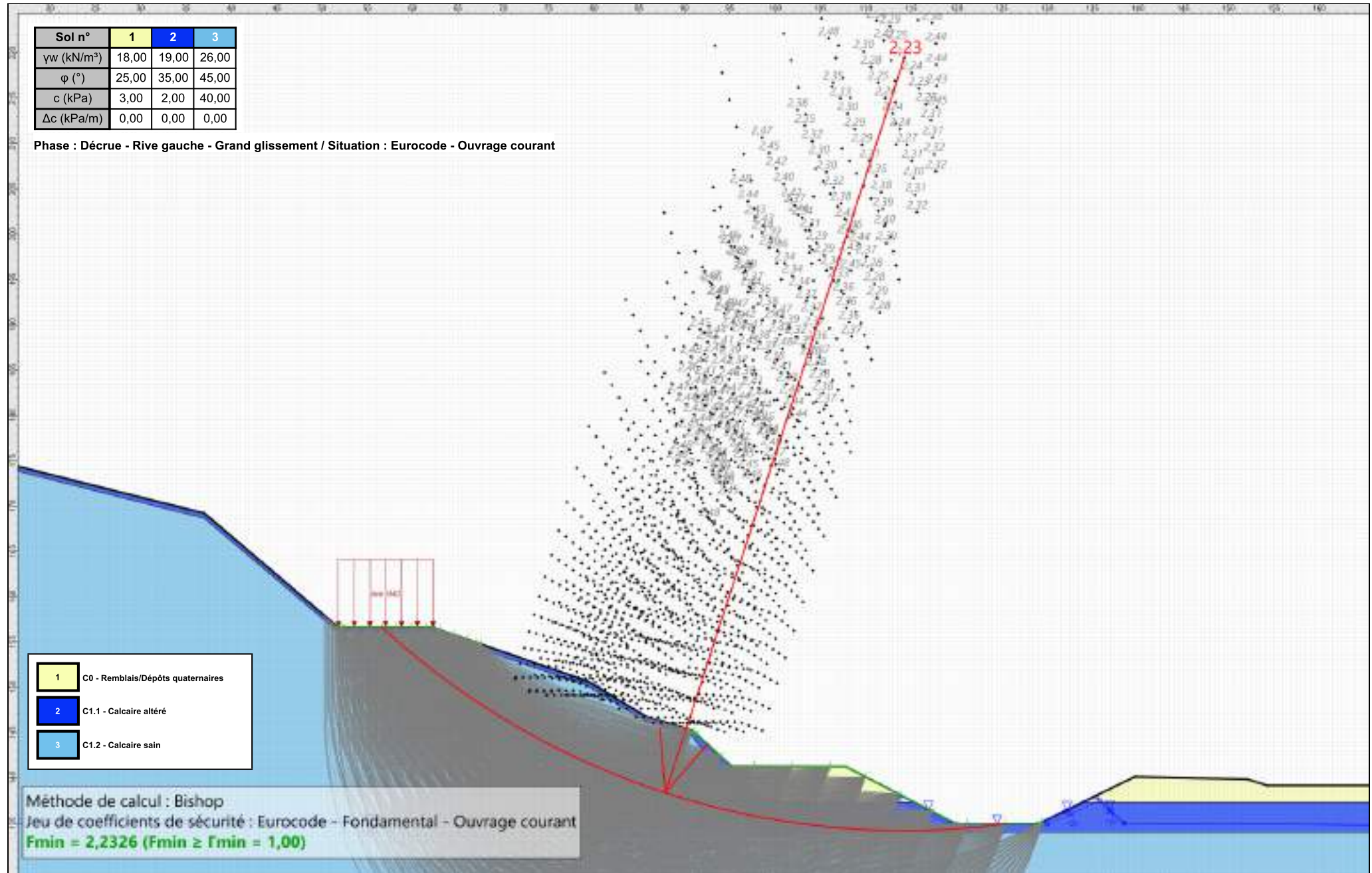
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 2

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
16	170,000	134,200	19	170,000	131,800	28	110,000	131,800	44	0,000	176,183	45	22,749	169,940	46	36,423	156,240
47	43,423	156,240	48	47,169	156,814	49	77,477	145,959	50	82,874	141,287	51	96,374	141,287	52	107,353	135,798
53	170,000	135,798	56	99,948	139,500	57	107,921	135,798	58	85,766	139,500	60	84,922	139,500	63	90,622	136,500
65	88,145	136,500	66	96,343	139,500	67	96,351	136,500	69	106,500	134,200	70	105,500	131,803	71	100,839	134,196
72	0,000	175,633	73	22,746	169,430	74	36,375	155,615	75	43,431	155,690	76	47,165	156,377	77	77,363	145,382
78	87,194	136,500	79	93,537	134,699	80	170,000	134,699	81	99,859	134,699	82	105,544	134,699			

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
34	19	28	64	44	45	65	45	46	66	46	47	67	47	48	68	48	49	69	49	50
70	50	51	71	51	56	74	56	52	75	52	57	78	57	53	79	50	58	86	58	60
88	60	50	98	65	63	111	71	70	112	70	28	113	72	73	114	73	74	115	74	75
116	75	76	117	76	77	118	65	78	119	77	78	120	58	66	121	63	67	122	60	65
123	58	63	124	69	16	125	79	81	126	81	67	127	81	71	128	81	82	129	82	69
130	82	66	131	82	80	132	63	79												

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques	
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

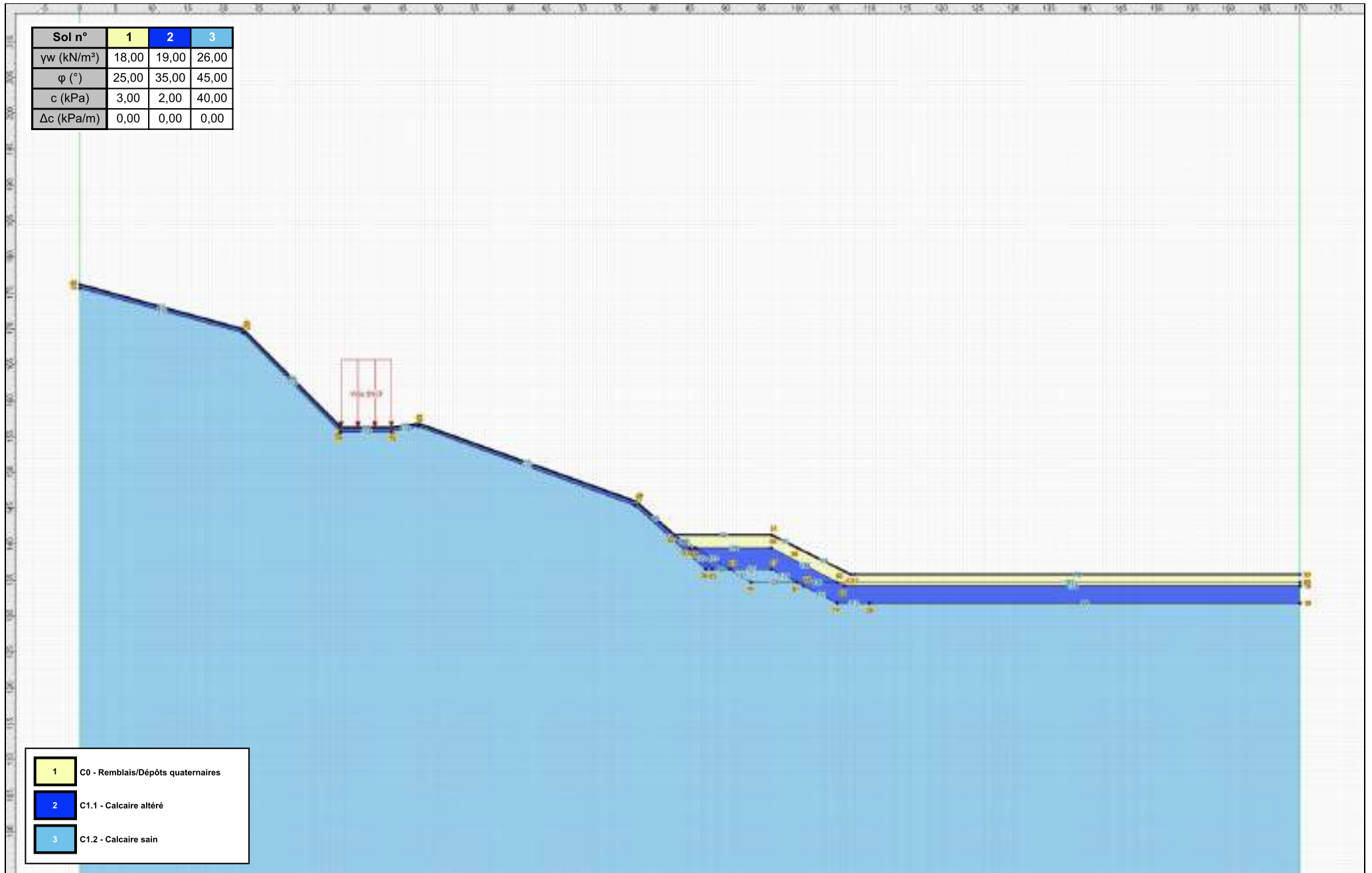
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voie SNCF	36,423	156,240	50,0	43,423	156,240	50,0	90,00



Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:01:33
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 2

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00



1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain



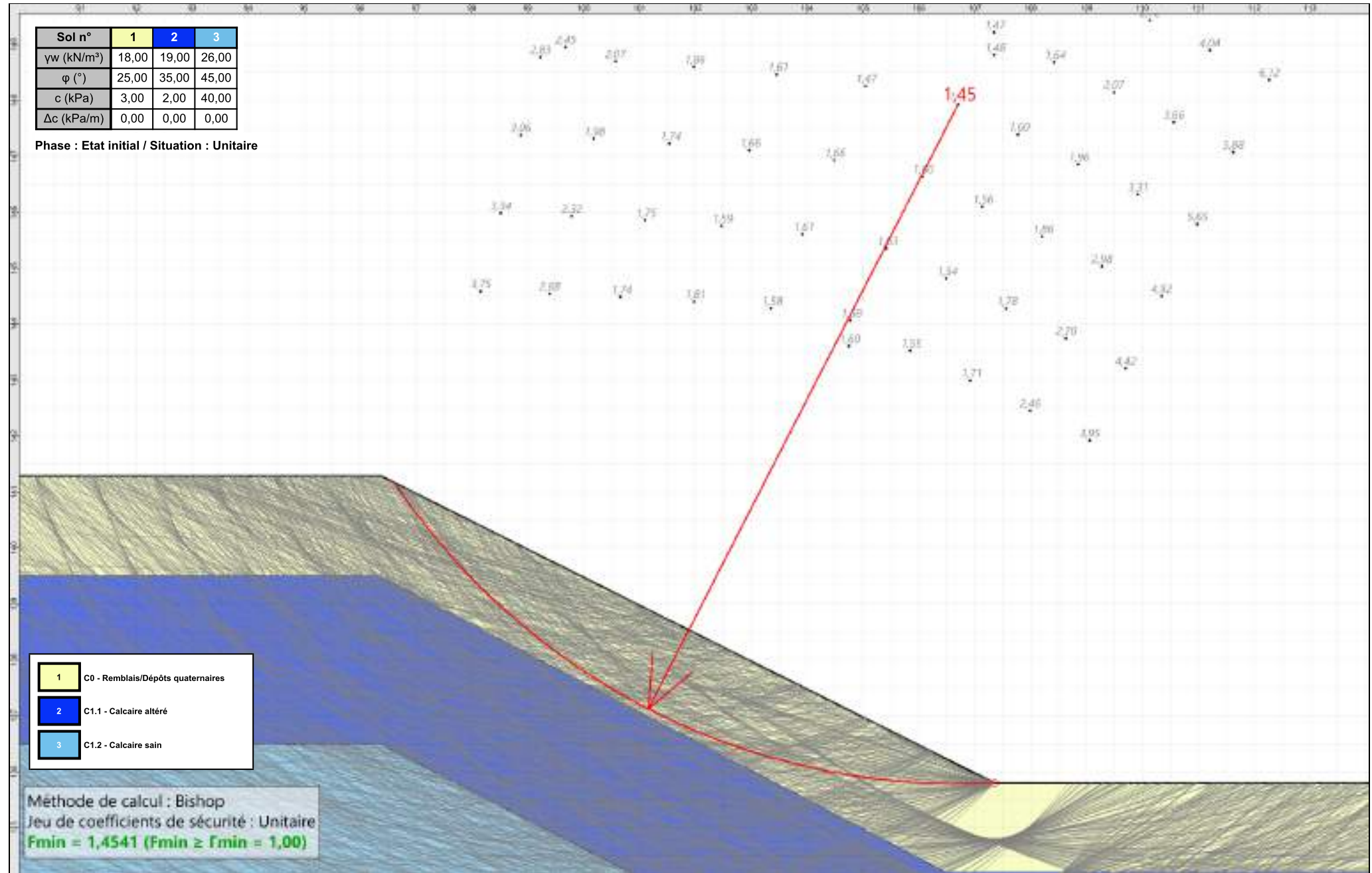
Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:01:33
Calcul réalisé par : SEMOFI

Projet : Profil 2

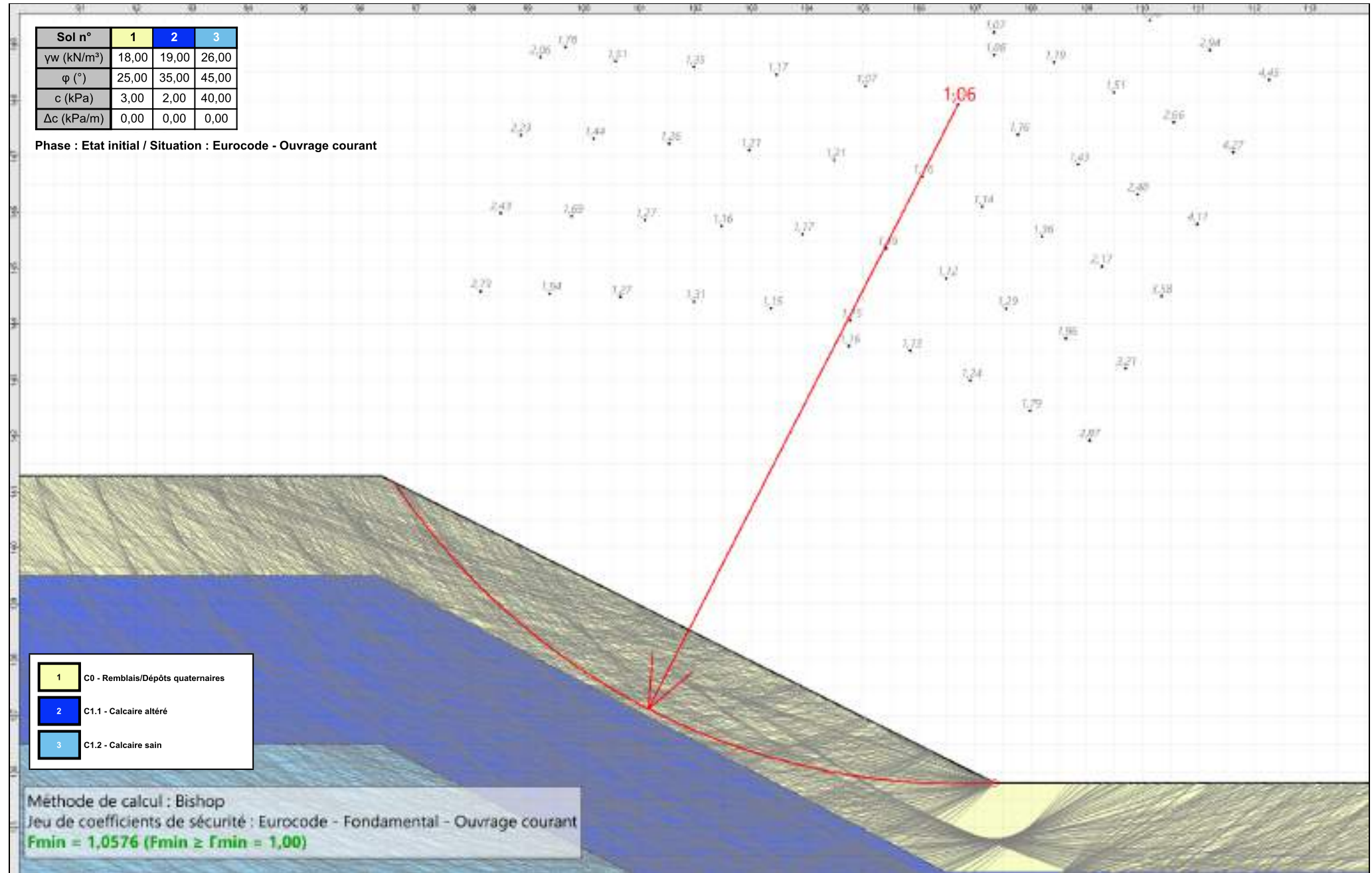
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial / Situation : Unitaire



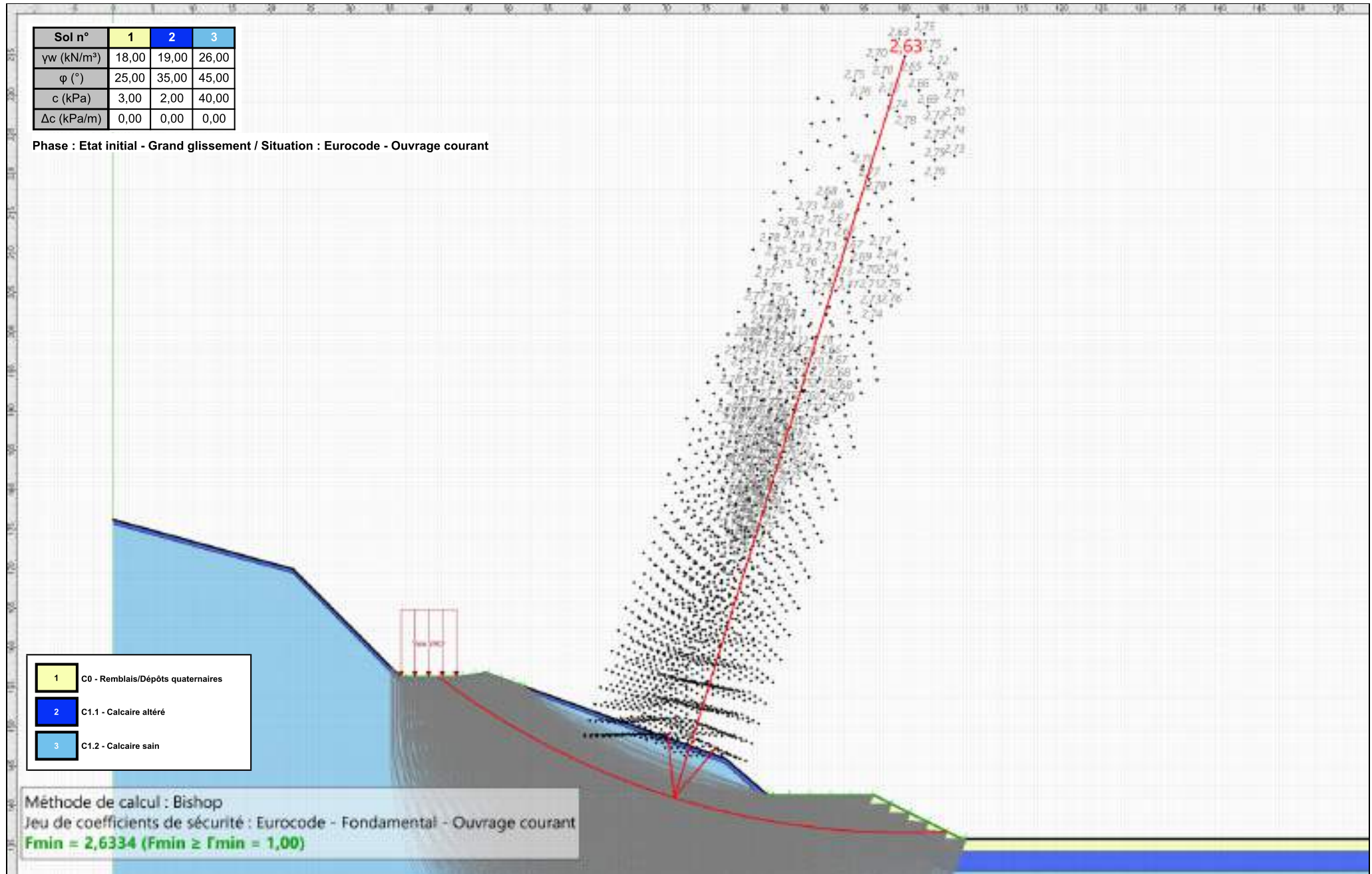
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



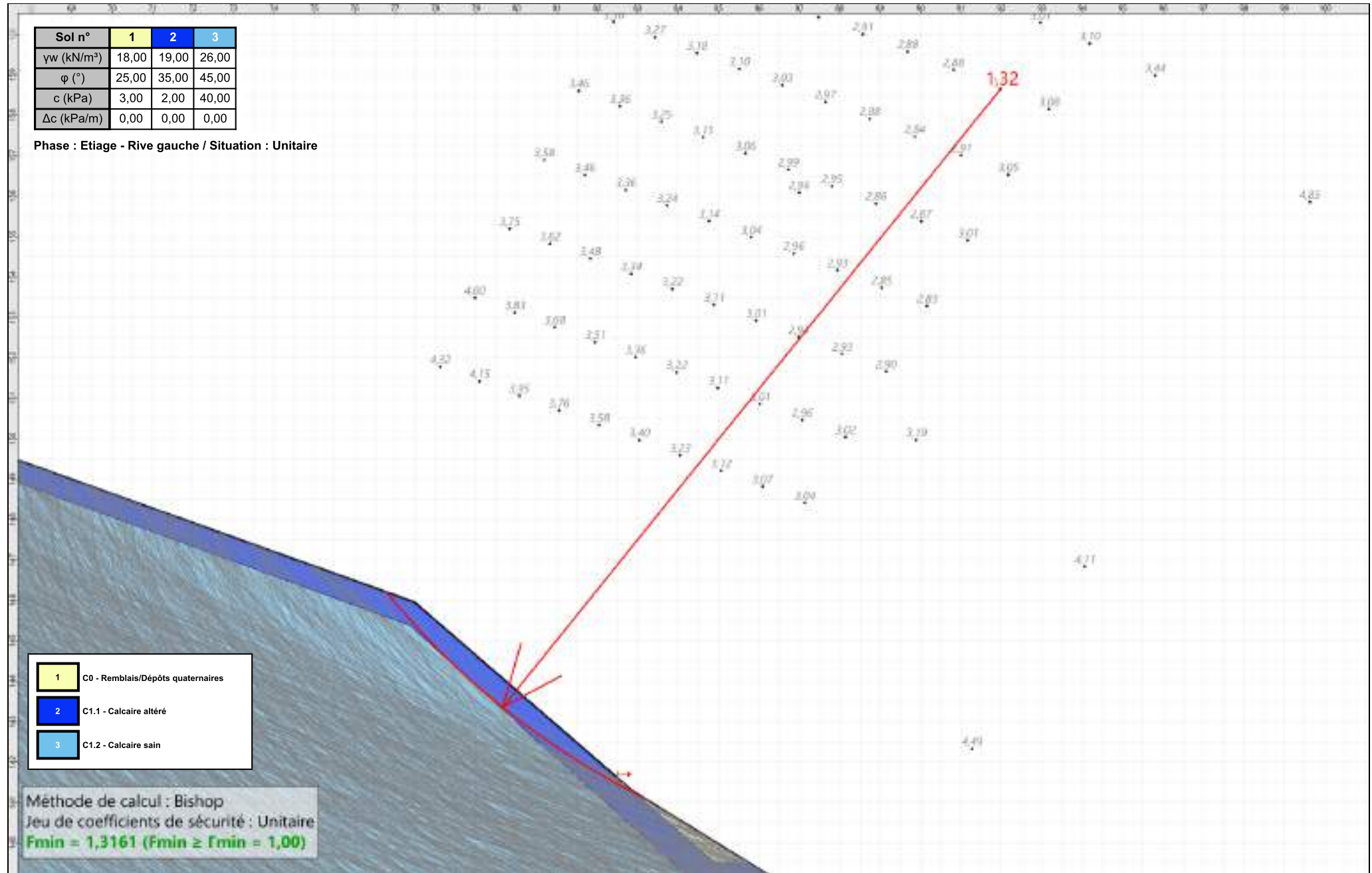
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



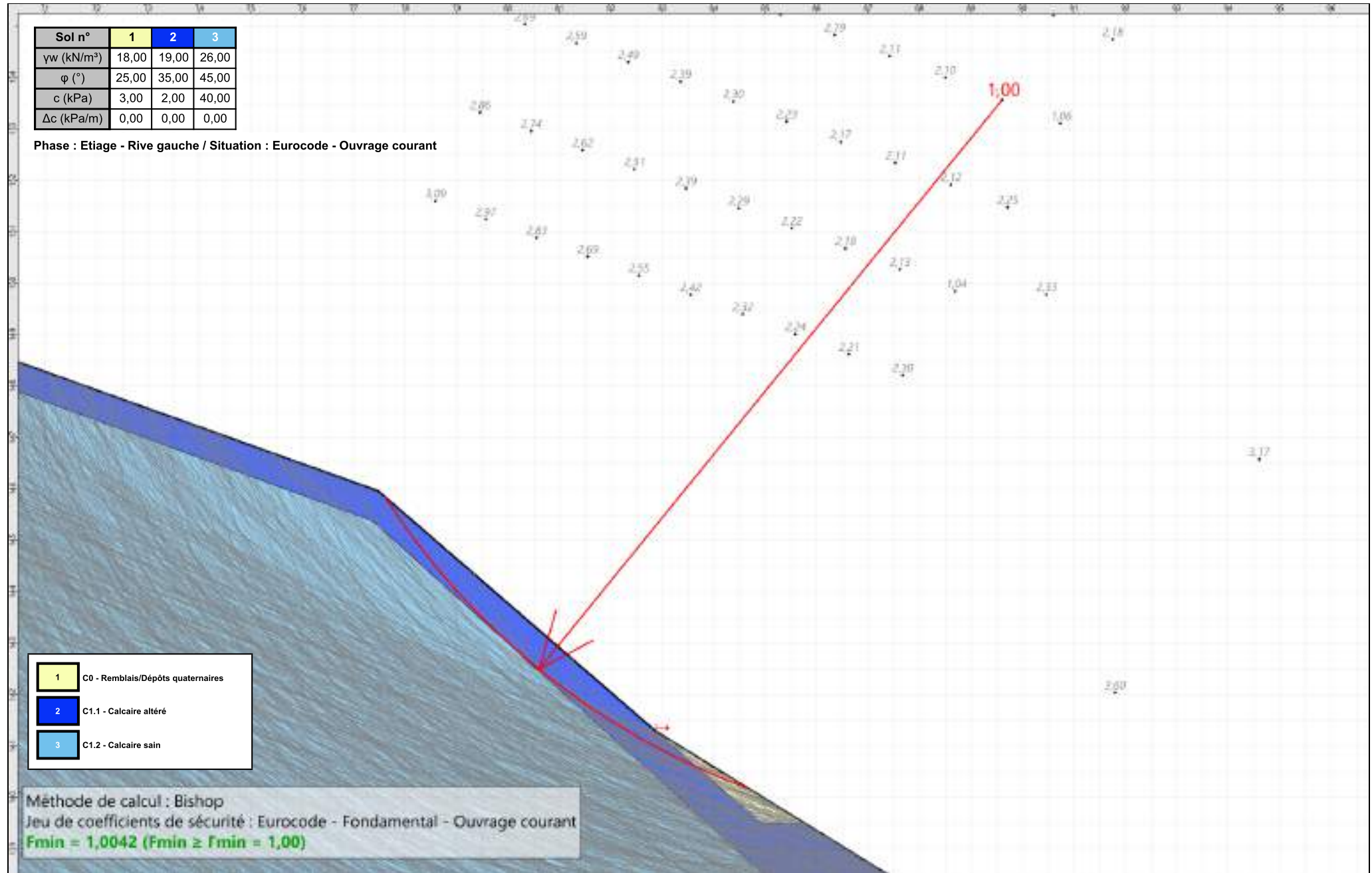
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant

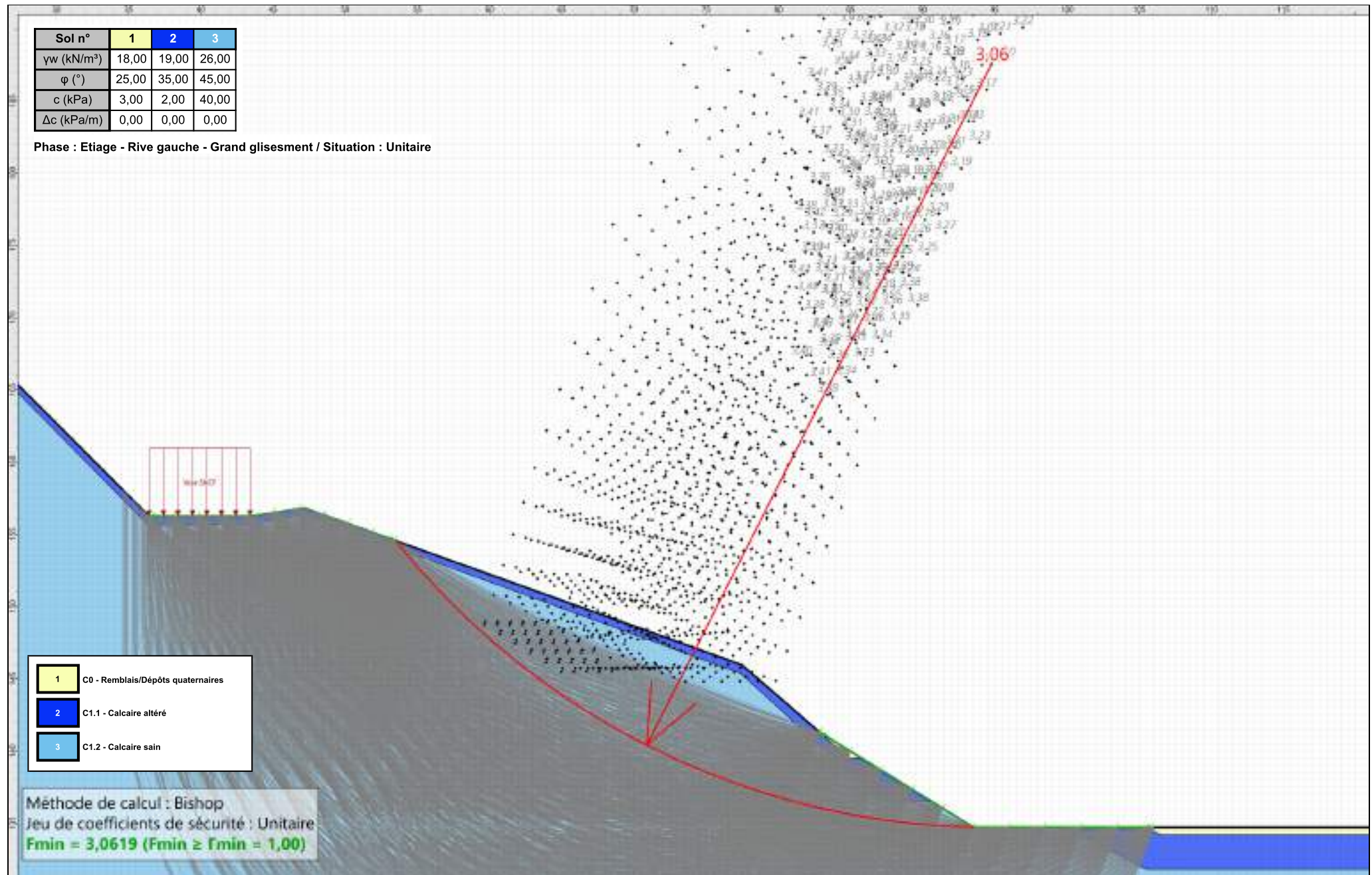


1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,0042 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)

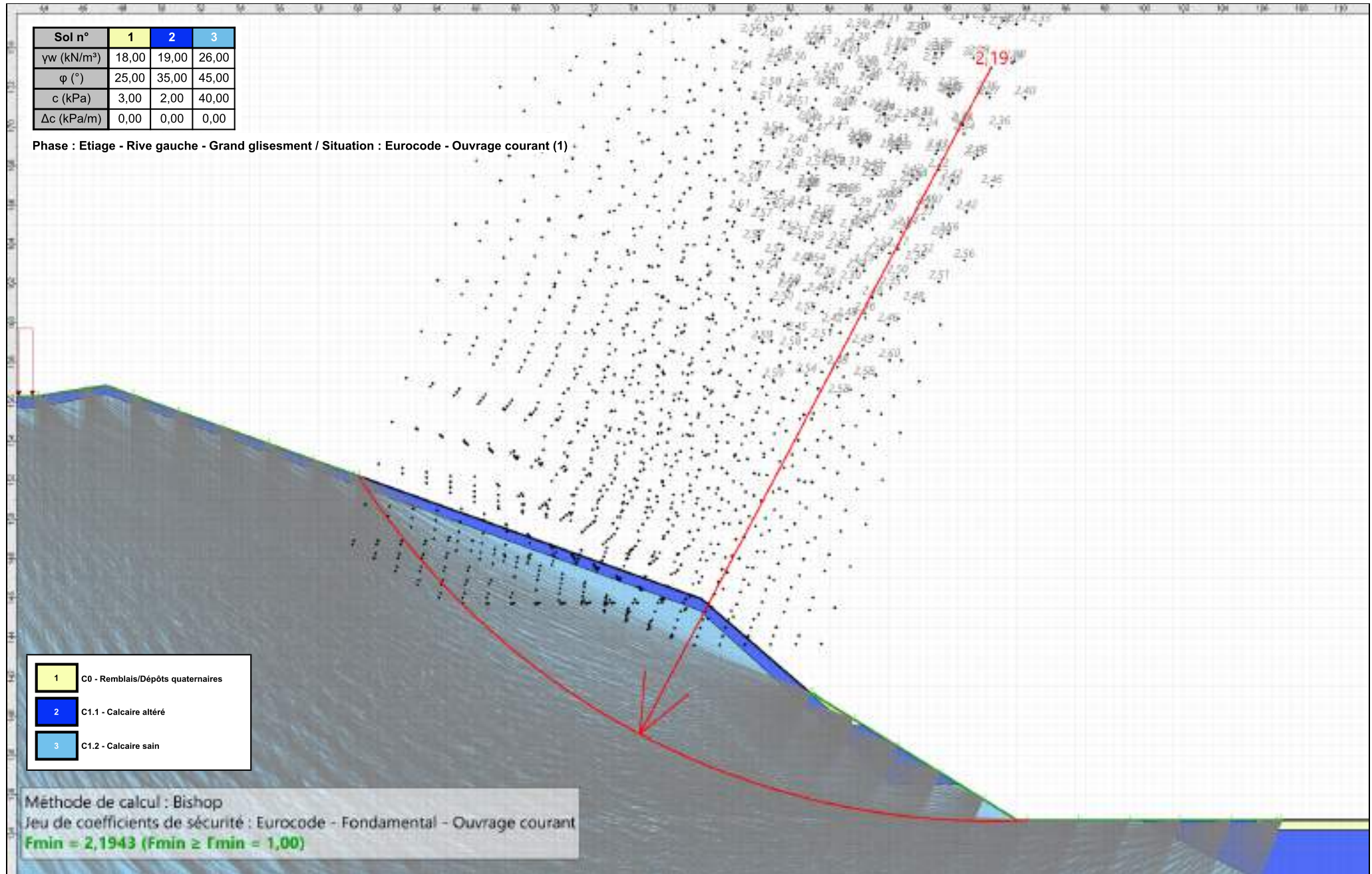
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Unitaire



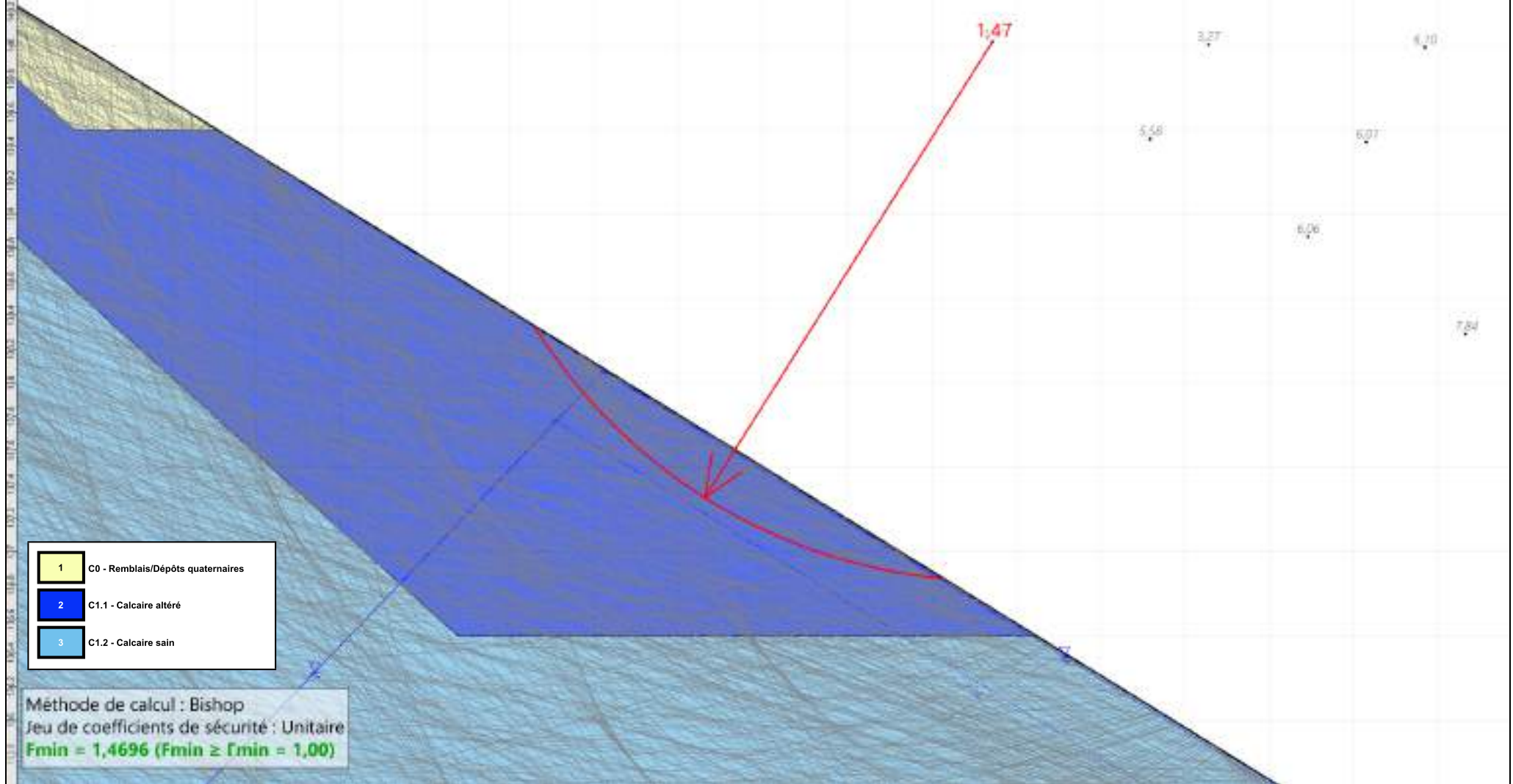
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant (1)



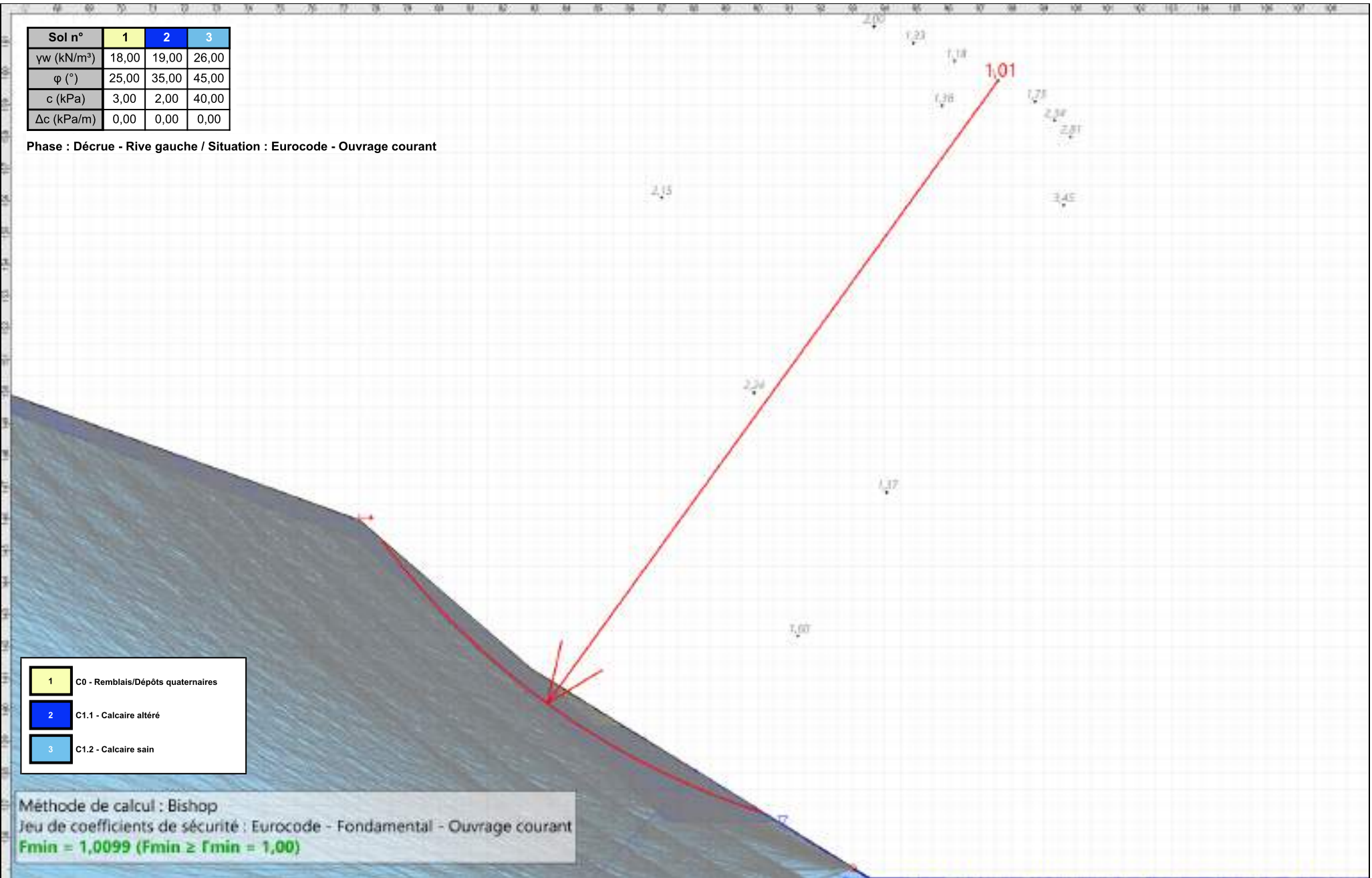
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche / Situation : Unitaire



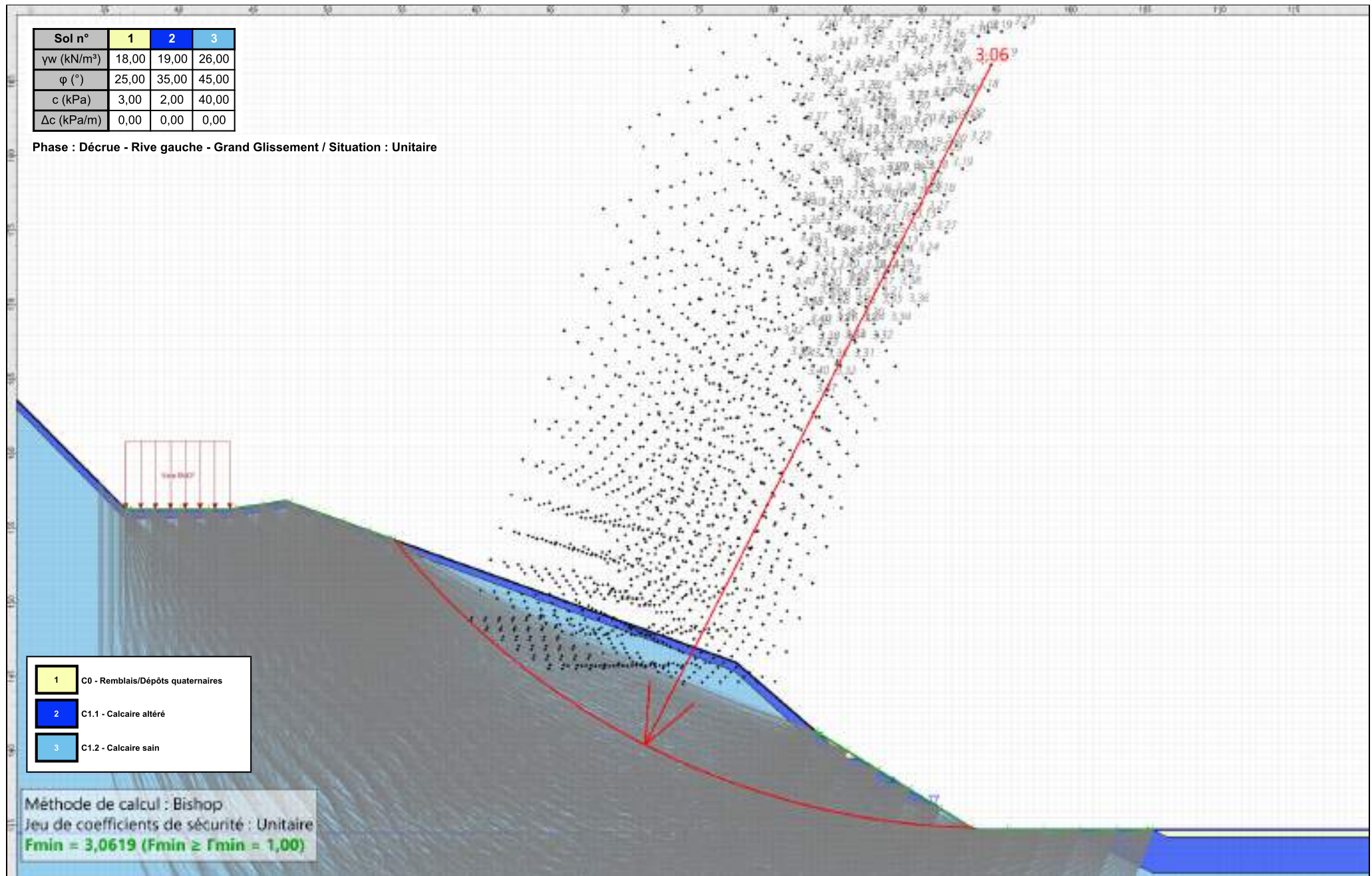
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche - Grand Glissement / Situation : Unitaire



Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 3

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	200,000	2	17,402	188,282	3	33,864	184,540	4	62,276	174,880	5	88,865	163,808	6	96,709	155,470
7	102,520	155,470	8	103,416	157,042	9	104,005	157,307	10	105,338	160,421	11	107,990	162,891	12	111,405	164,143
13	126,037	146,356	14	131,197	143,686	15	136,022	141,237	16	145,693	141,958	17	148,921	140,952	18	162,120	131,467
19	200,000	131,467	20	200,000	130,400	22	200,000	127,400	24	158,000	134,428	25	162,000	130,400	26	0,000	199,500
27	17,397	187,697	28	33,869	184,039	29	62,277	174,394	30	88,870	163,312	31	96,701	154,960	32	102,526	154,962
33	103,422	156,520	34	104,016	156,840	35	105,352	159,793	36	108,000	162,377	37	111,401	163,643	38	126,030	145,860
39	131,186	143,088	40	136,053	140,658	41	145,694	141,438	42	148,921	140,431	43	162,500	127,400			

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

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	C1.1 - Calcaire altéré amélioré		19,0	35,00	4,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	C1.1 - Calcaire altéré amélioré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

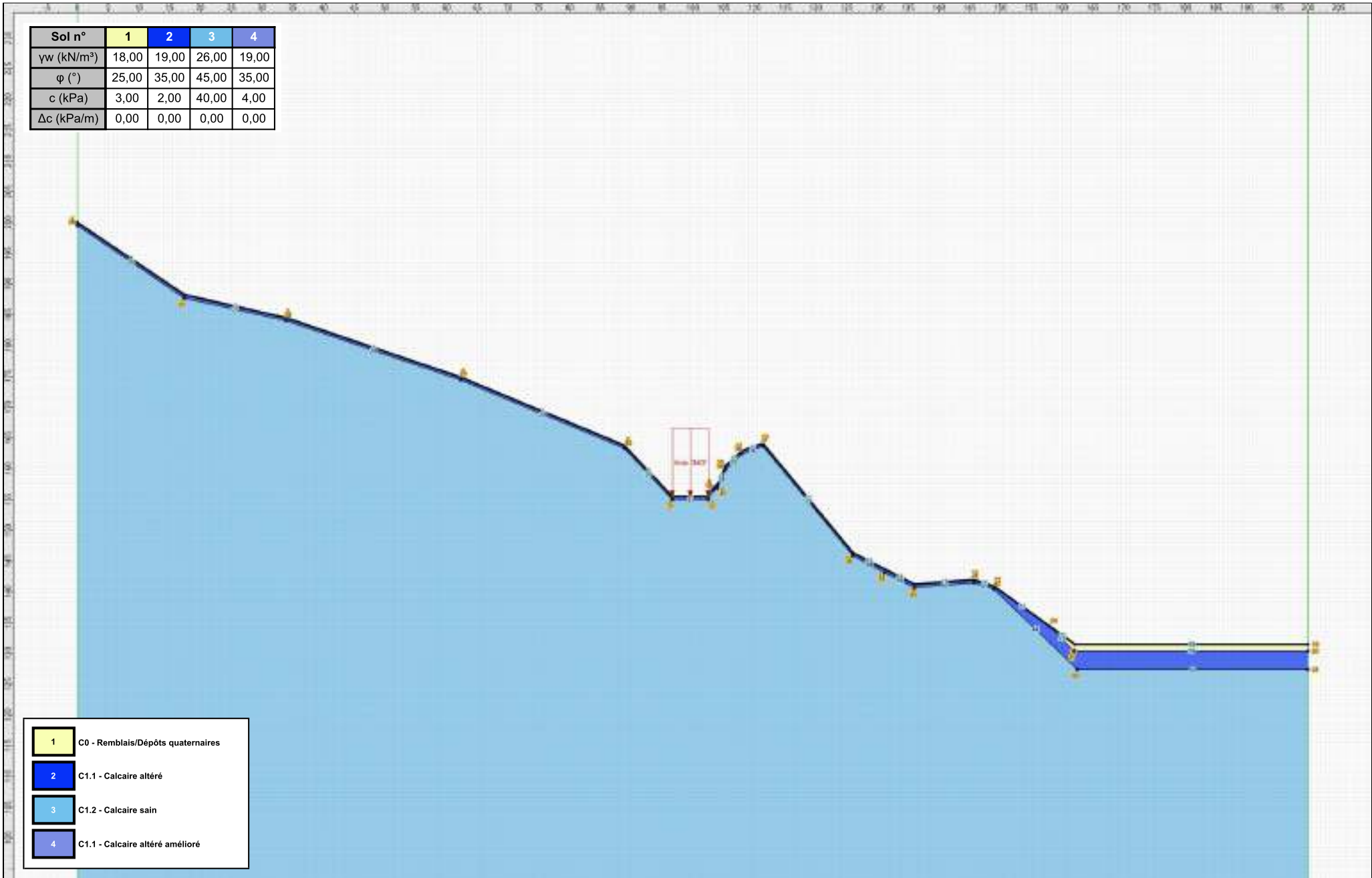
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voie SNCF	102,520	155,470	50,0	96,709	155,470	50,0	90,00



Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:11:48
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 3

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00



- 1 C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
- 2 C1.1 - Calcaire altéré
- 3 C1.2 - Calcaire sain
- 4 C1.1 - Calcaire altéré amélioré



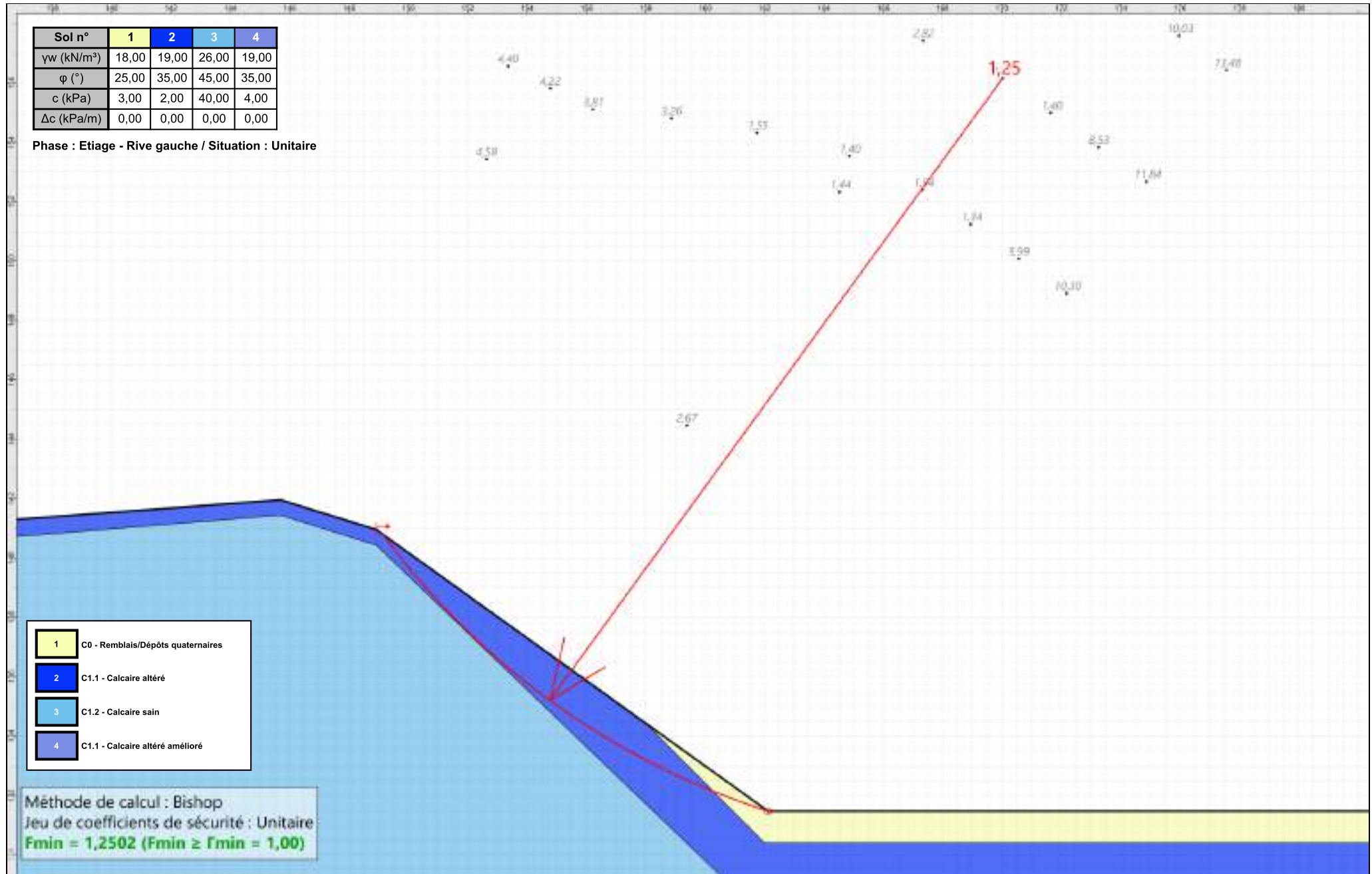
Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:11:49
Calcul réalisé par : SEMOFI

Projet : Profil 3

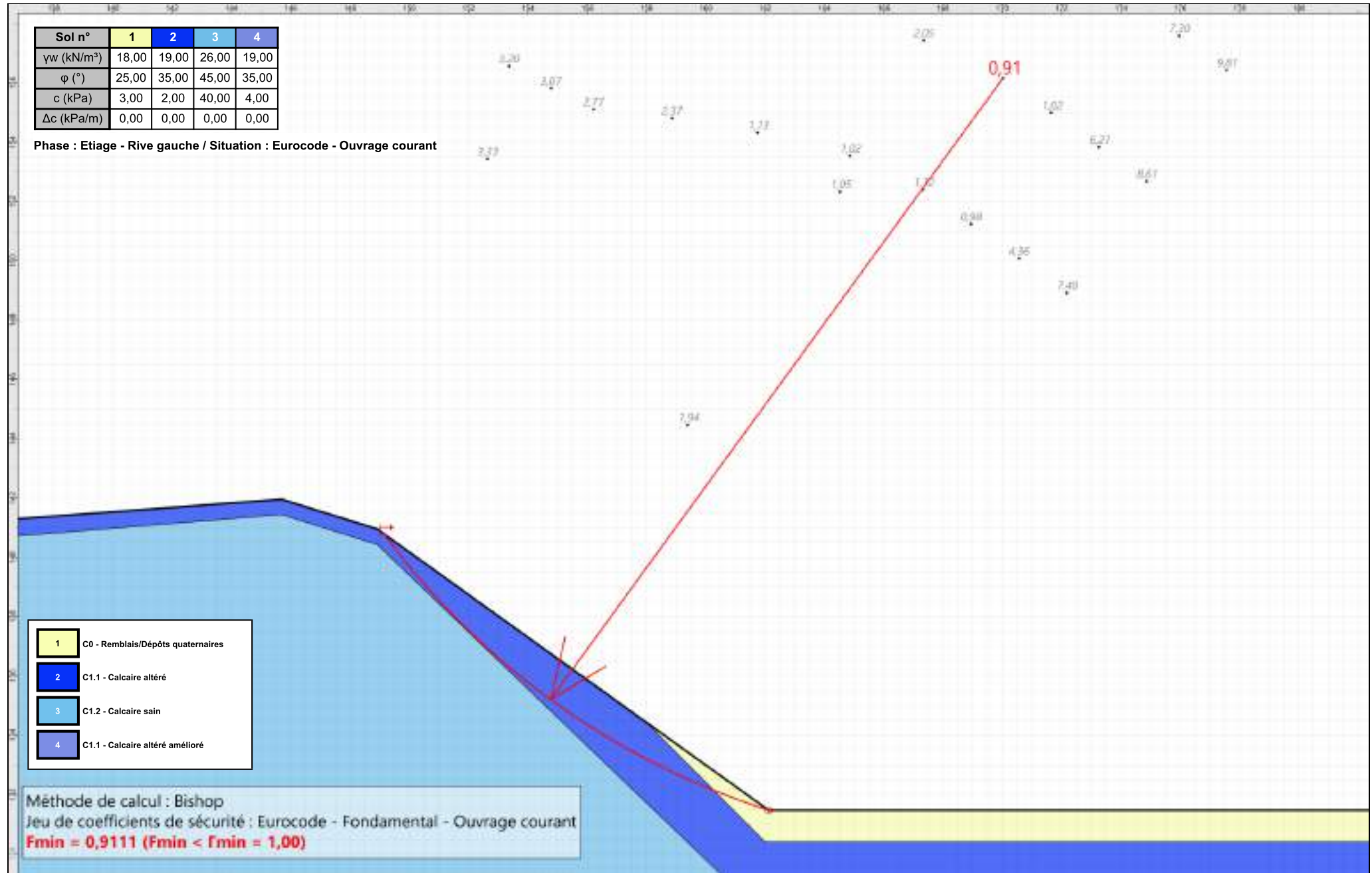
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Unitaire



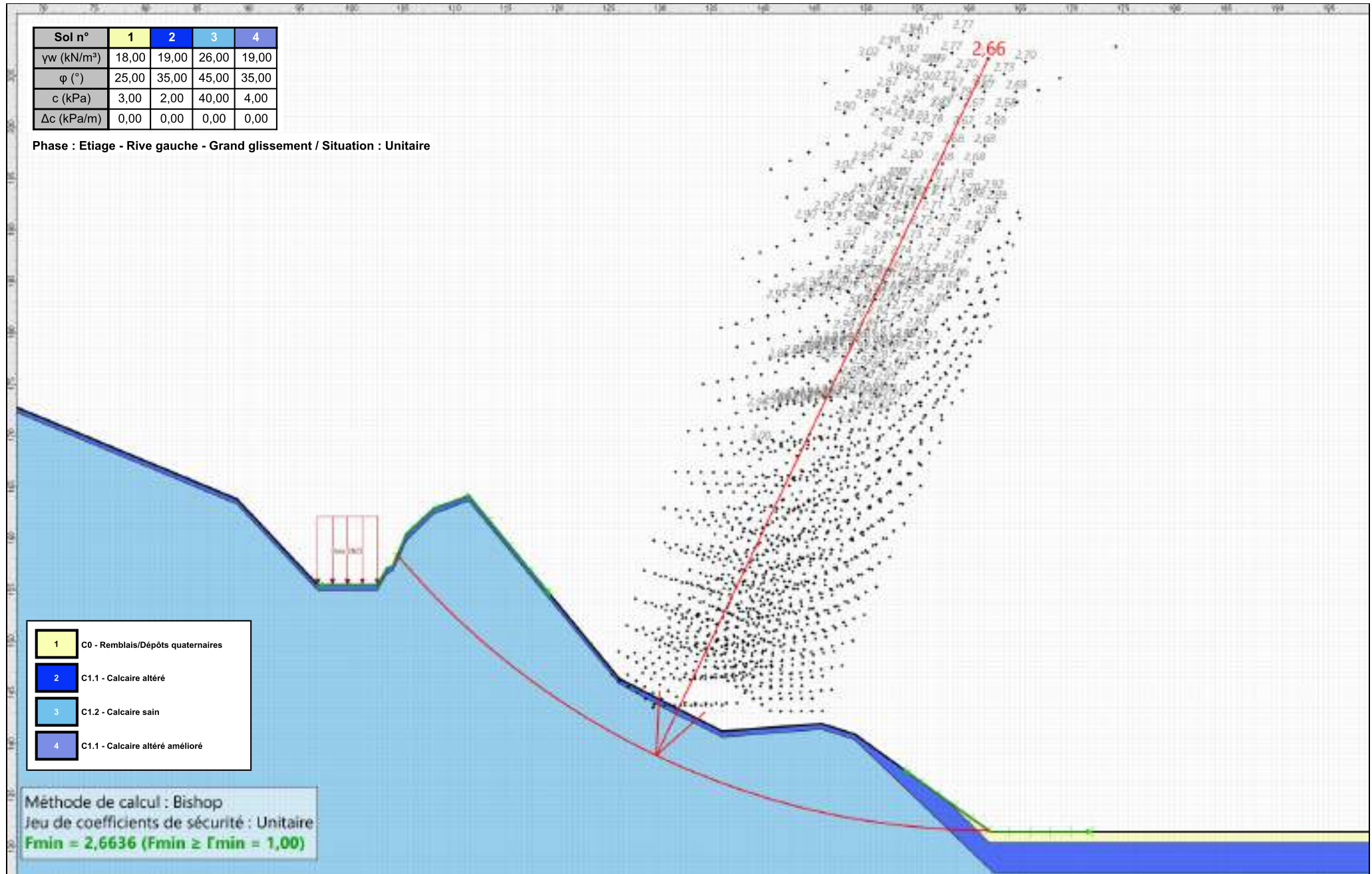
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



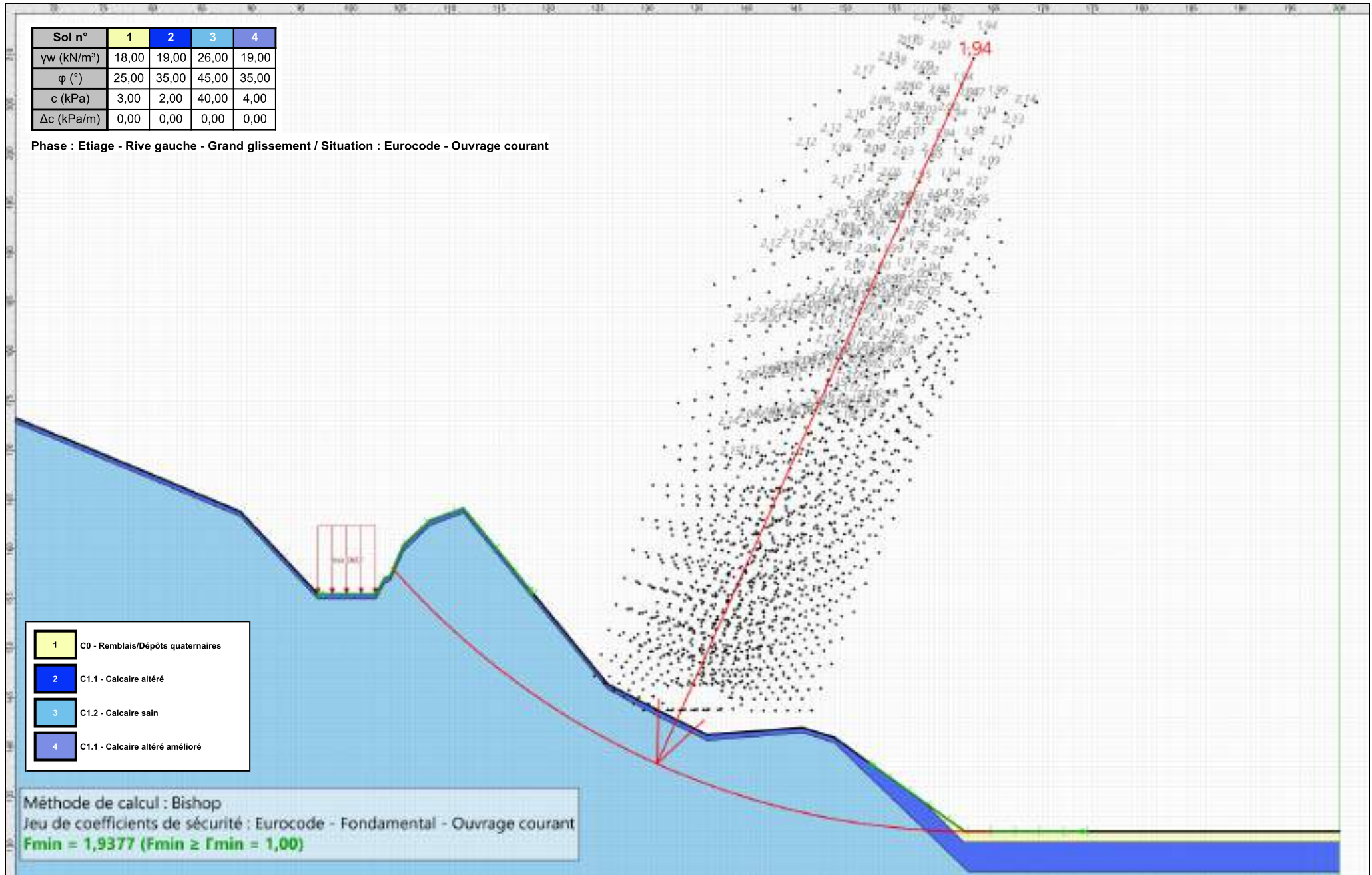
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche (passage imposé C1.2) / Situation : Unitaire

- 1 C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
- 2 C1.1 - Calcaire altéré
- 3 C1.2 - Calcaire sain
- 4 C1.1 - Calcaire altéré amélioré

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
Fmin = 1,9035 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)



Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:11:50
 Calcul réalisé par : SEMOFI

Projet : Profil 3

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche (passage imposé C1.2) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant

- 1 C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
- 2 C1.1 - Calcaire altéré
- 3 C1.2 - Calcaire sain
- 4 C1.1 - Calcaire altéré amélioré

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,3837 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)



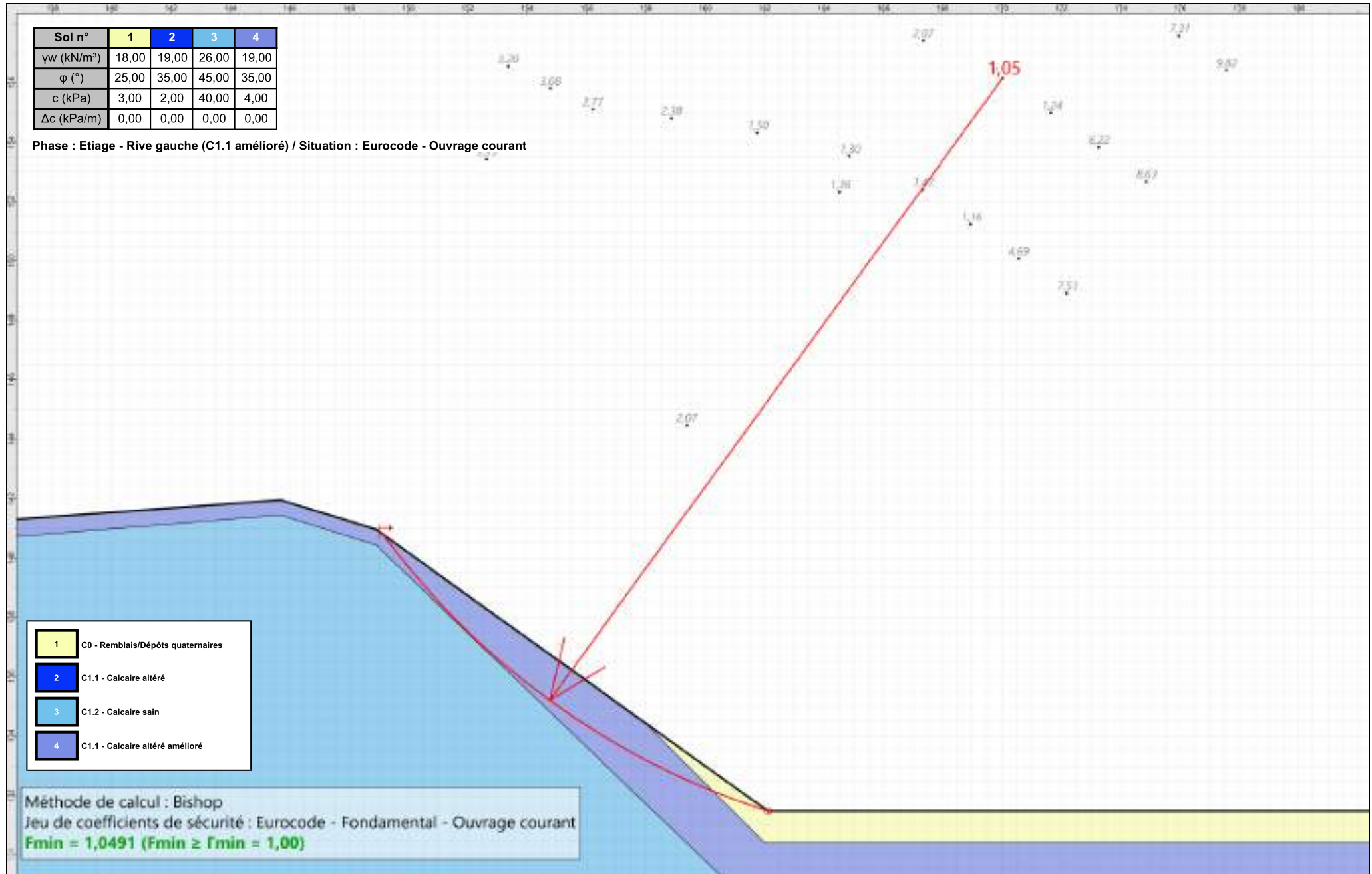
Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:11:50
 Calcul réalisé par : SEMOFI

Projet : Profil 3

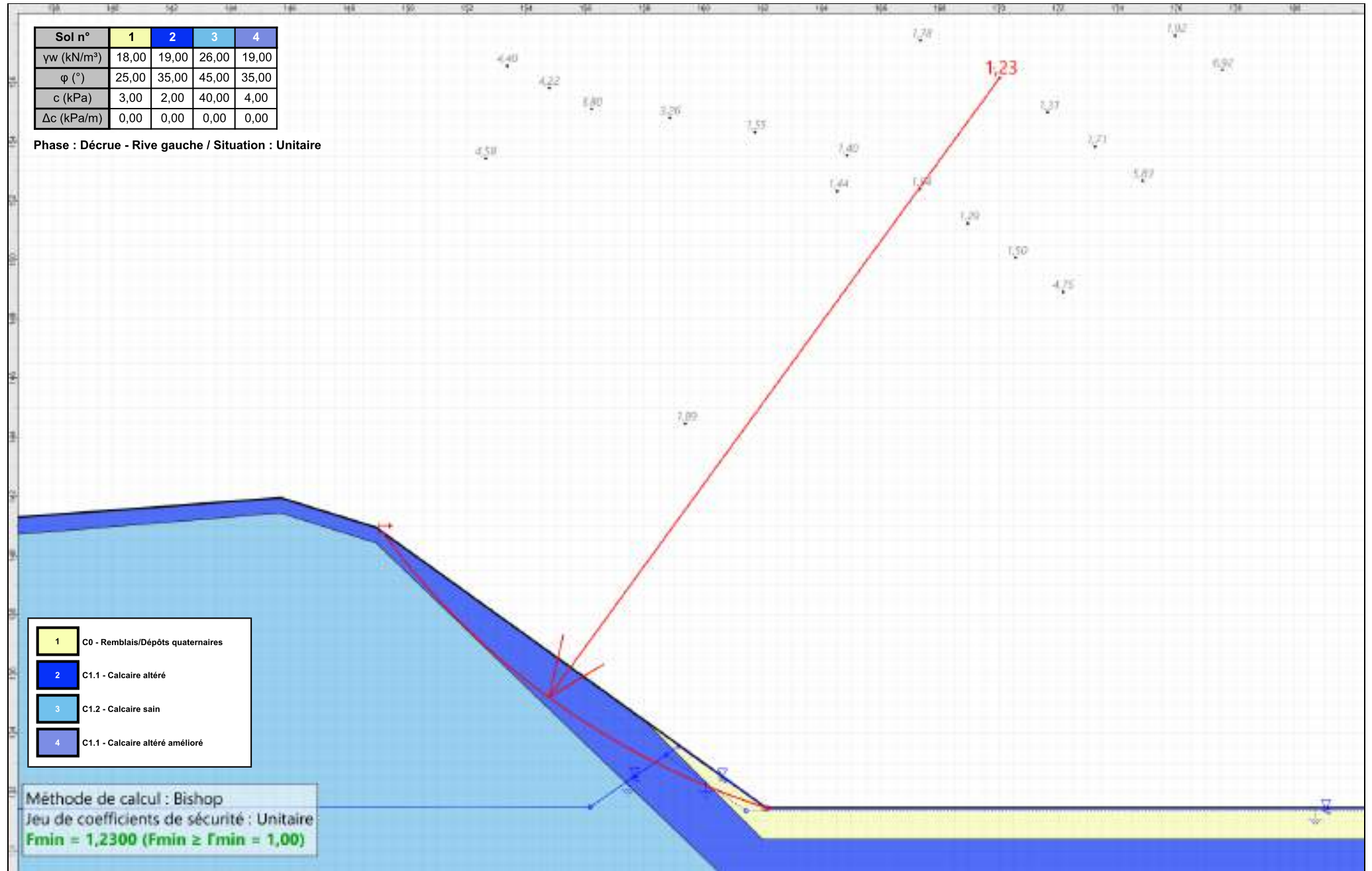
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche (C1.1 amélioré) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



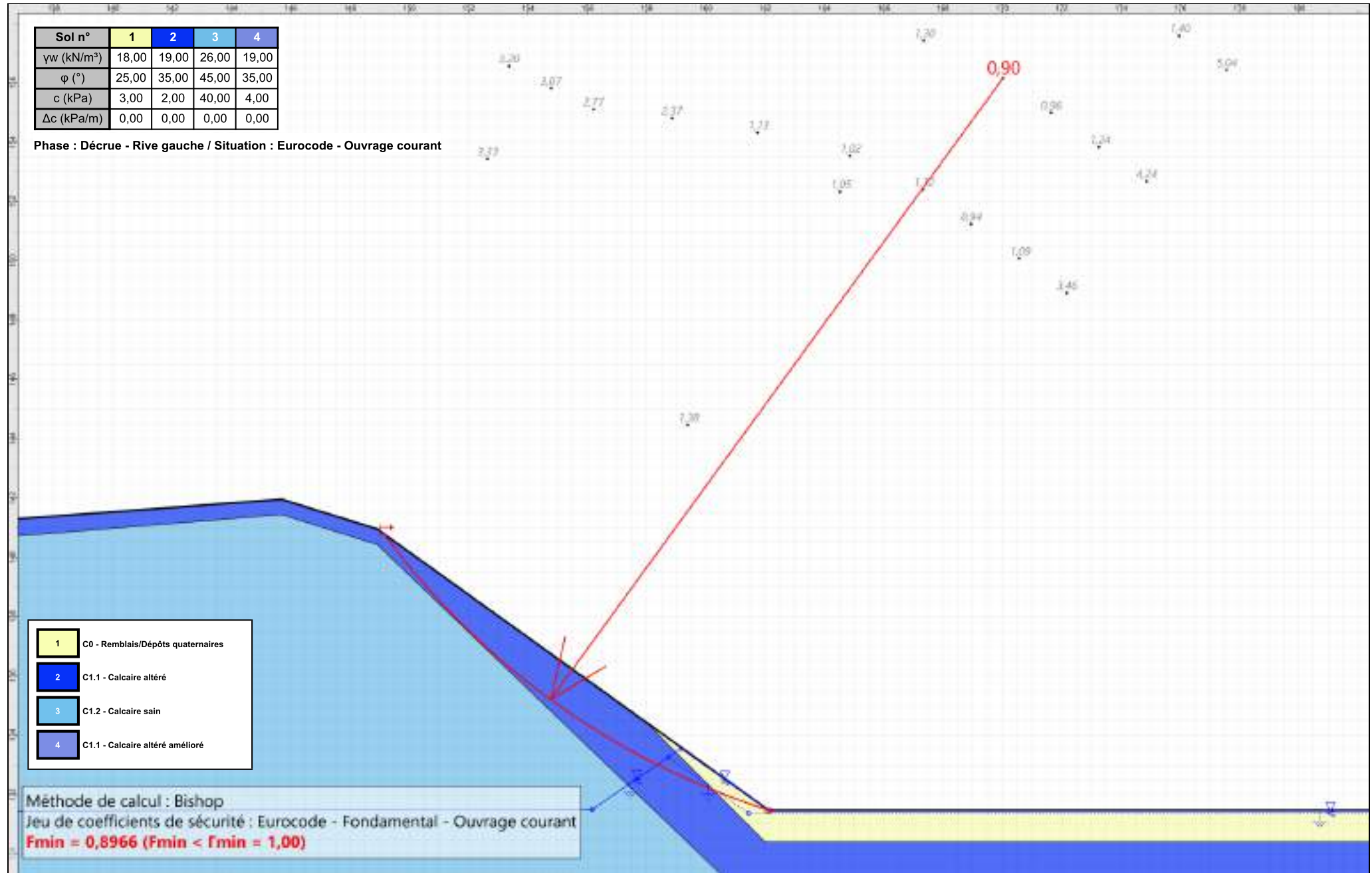
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain
4	C1.1 - Calcaire altéré amélioré

Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
 $F_{min} = 1,2300$ ($F_{min} \geq F_{min} = 1,00$)



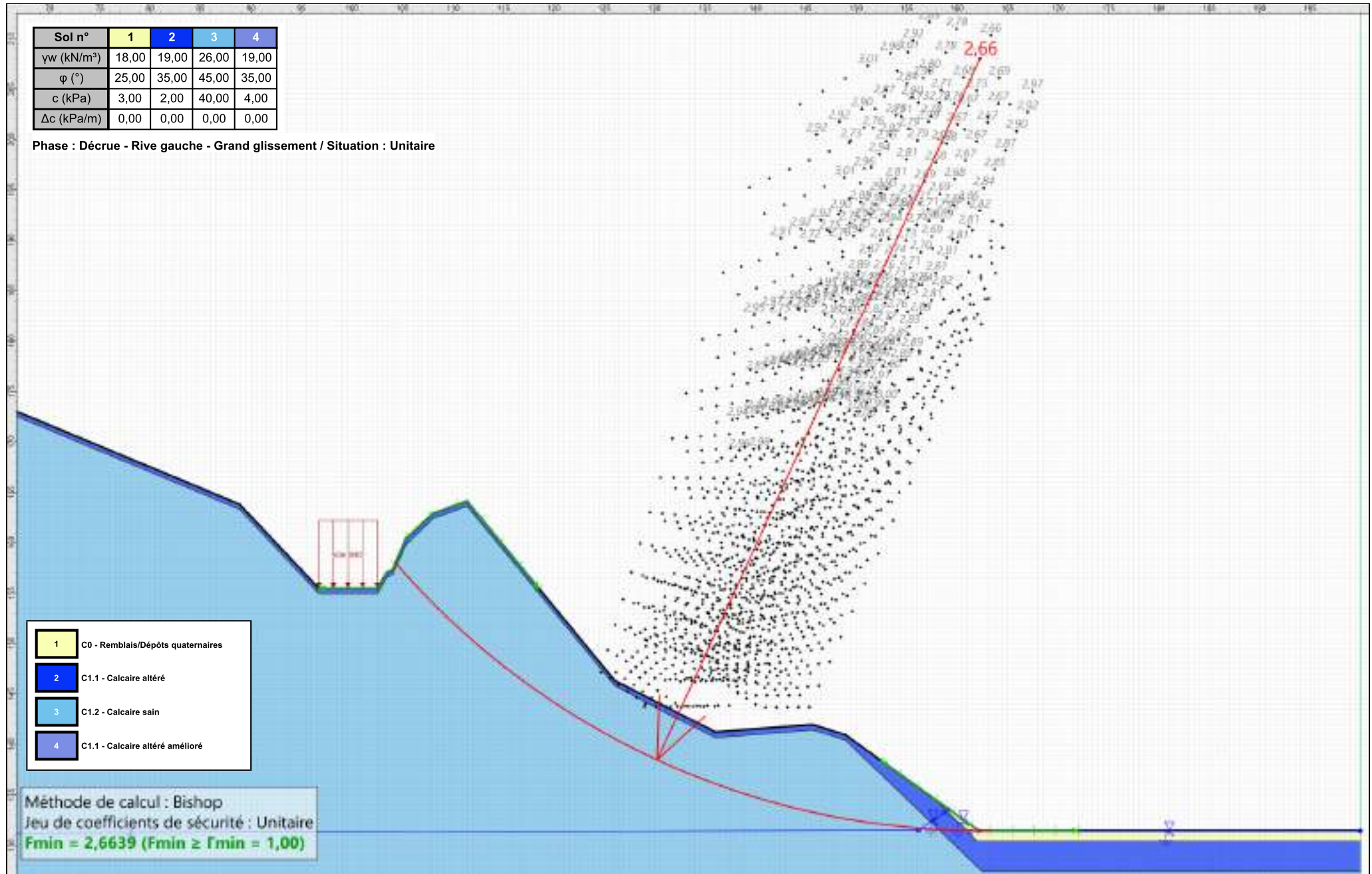
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



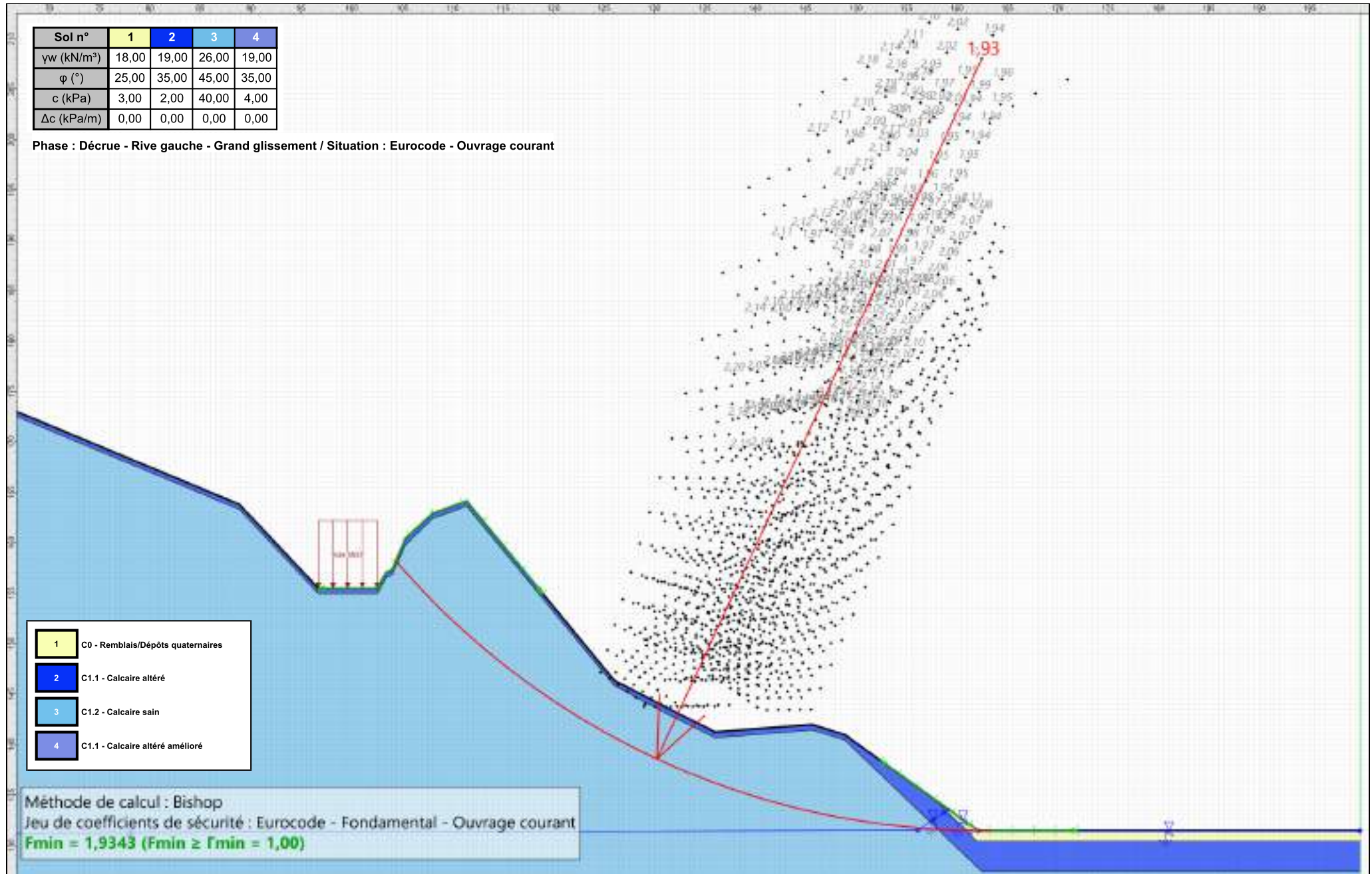
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche (passage imposé C1.2) / Situation : Unitaire

- 1 C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
- 2 C1.1 - Calcaire altéré
- 3 C1.2 - Calcaire sain
- 4 C1.1 - Calcaire altéré amélioré

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
Fmin = 1,8900 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)



Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:11:52
 Calcul réalisé par : SEMOFI

Projet : Profil 3

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche (passage imposé C1.2) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant

1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain
4	C1.1 - Calcaire altéré amélioré

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
 $F_{min} = 1,3738$ ($F_{min} \geq F_{min} = 1,00$)



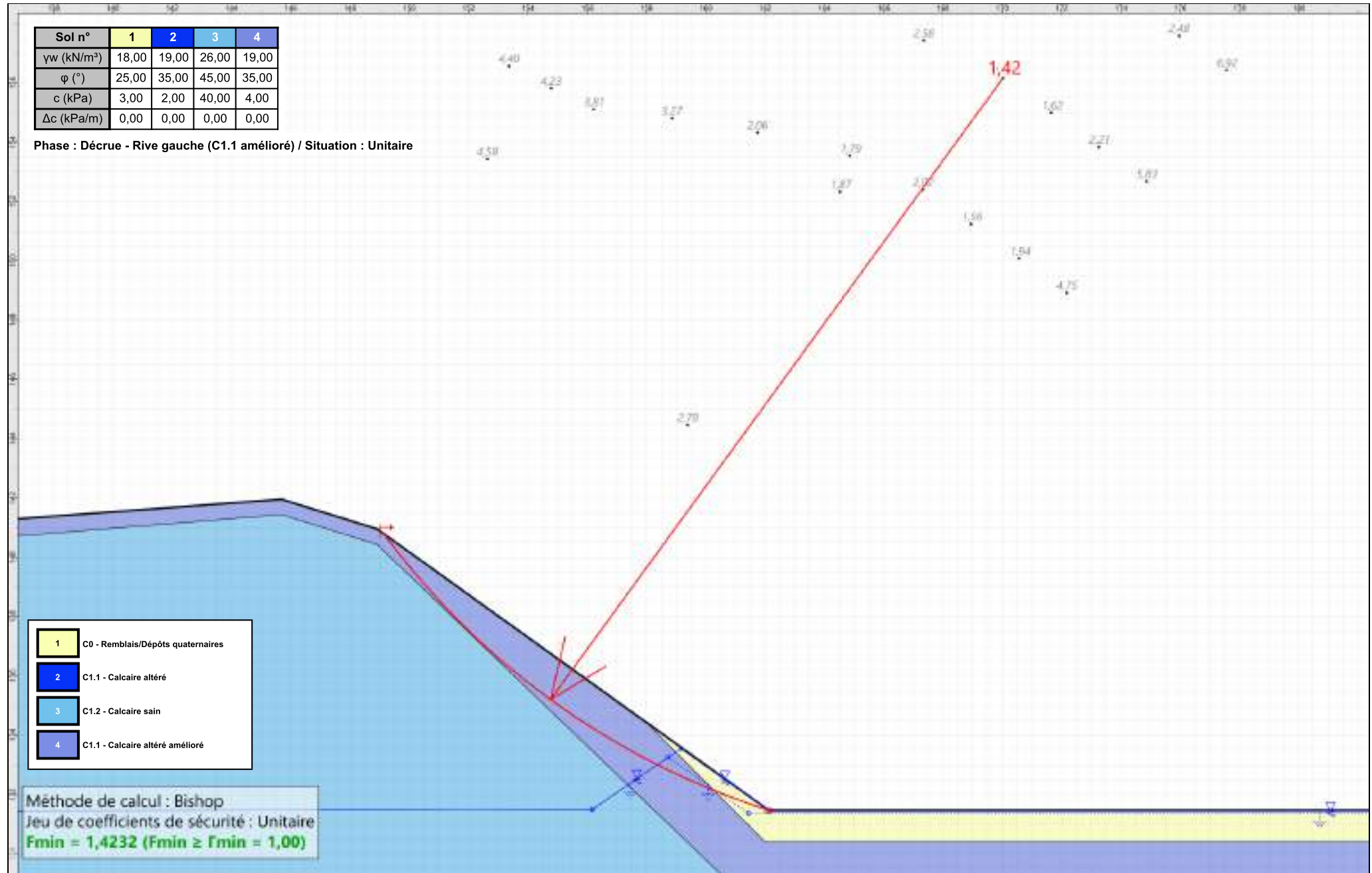
Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:11:53
 Calcul réalisé par : SEMOFI

Projet : Profil 3

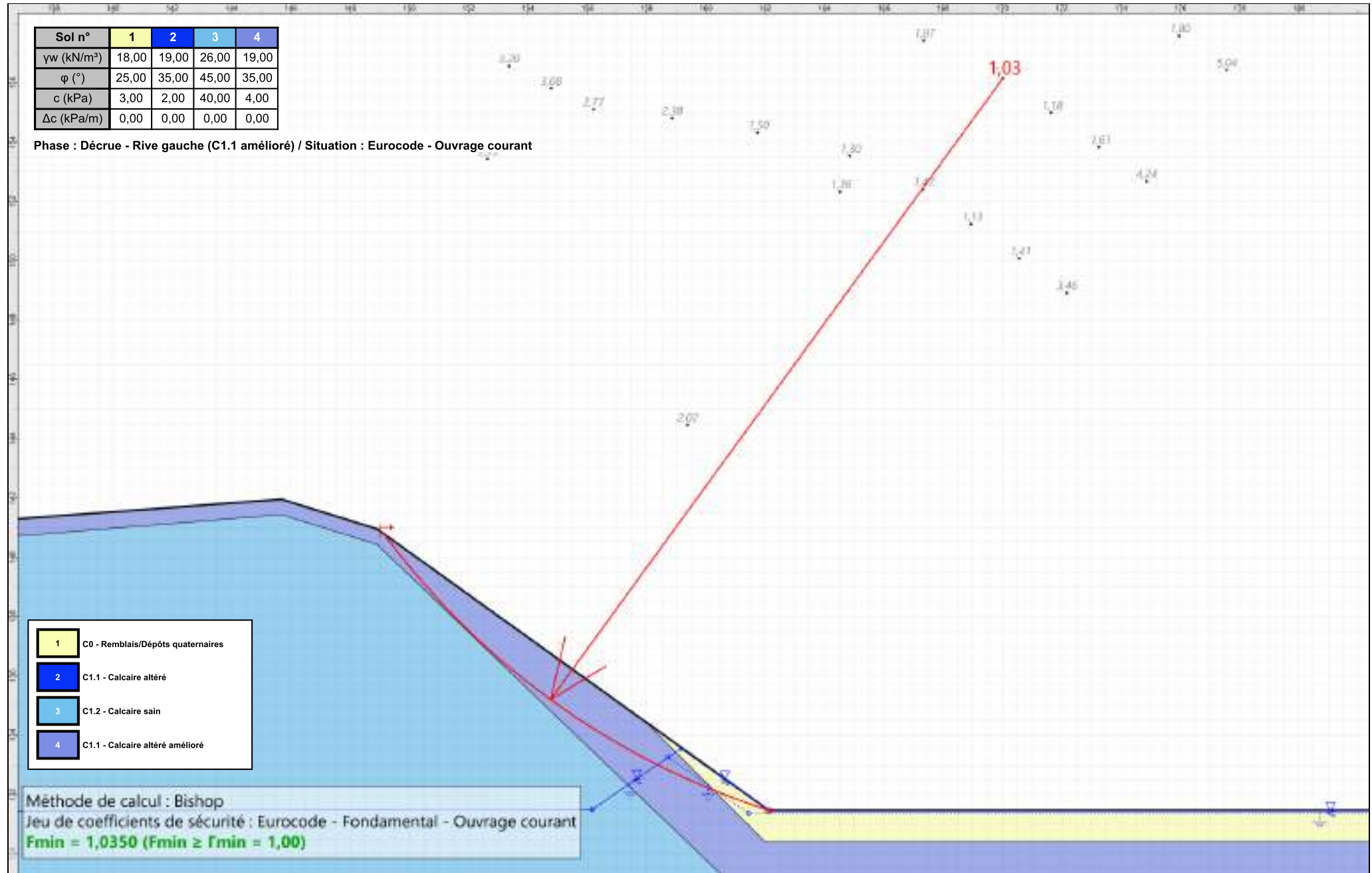
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche (C1.1 amélioré) / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	4,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche (C1.1 amélioré) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 4 - Rive droite

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	-0,000	170,130	2	-22,852	166,070	3	-29,115	156,800	4	-36,055	156,800	5	-42,094	161,410	6	-46,050	159,360
7	-53,669	158,890	8	-61,315	156,560	9	-75,050	153,384	10	-93,887	138,856	11	-101,771	133,600	12	-108,534	133,600
13	-112,307	136,302	14	-150,000	136,302	16	-97,720	136,301	17	-150,000	134,800	19	-99,971	134,800	20	-110,210	134,800
21	-0,000	169,567	22	-22,709	165,558	23	-28,610	156,366	24	-36,061	156,353	25	-42,093	160,908	26	-46,042	158,871
27	-53,671	158,360	28	-61,316	156,059	29	-75,045	152,871	30	-97,500	134,800						

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	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8
8	8	9	9	9	10	11	11	12	13	13	14	15	16	10	17	16	13	19	19	16	
20	19	11	21	19	20	22	20	12	23	20	13	24	20	17	25	21	22	26	22	23	
27	23	24	28	24	25	29	25	26	30	26	27	31	27	28	32	28	29	34	19	30	
35	30	29																			

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques	
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
4	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

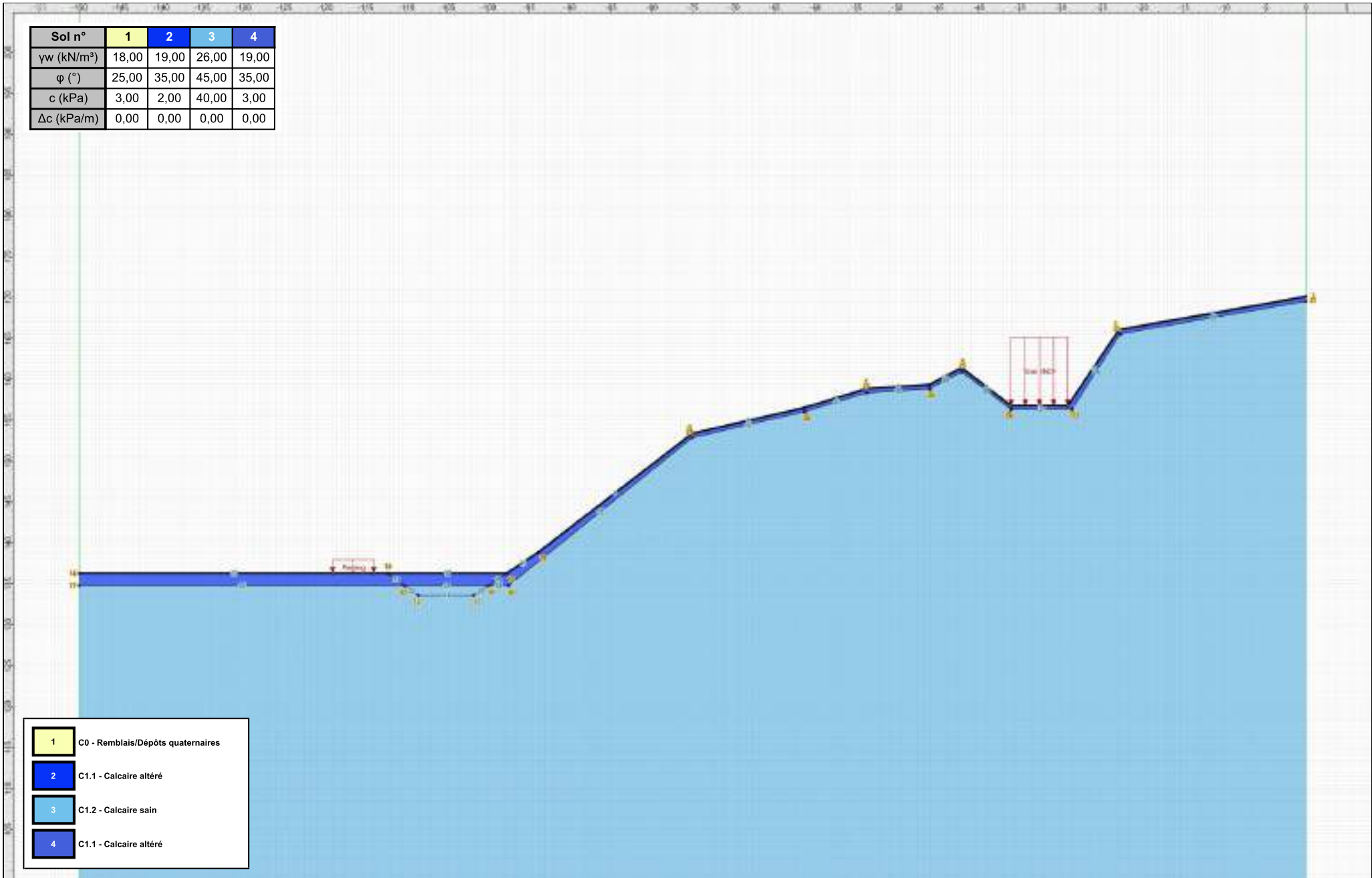
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voie SNCF	-36,055	156,800	50,0	-29,115	156,800	50,0	90,00
2	Parking	-119,000	136,302	10,0	-114,000	136,302	10,0	90,00



Talren v6
v6.2.16

Imprimé le : 4 févr. 2025 14:59:06
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 4 - Rive droite

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00



- 1 C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
- 2 C1.1 - Calcaire altéré
- 3 C1.2 - Calcaire sain
- 4 C1.1 - Calcaire altéré



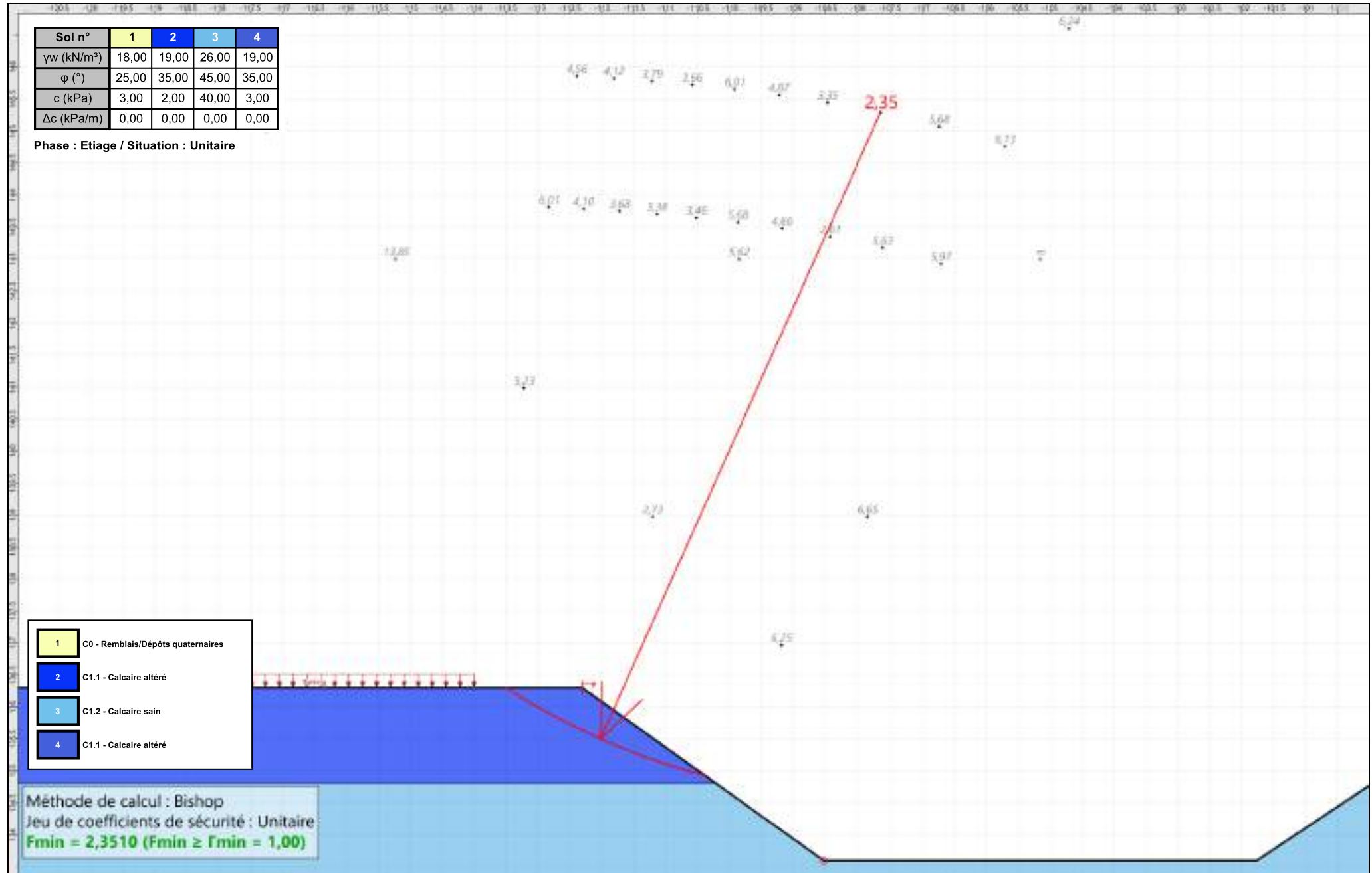
Talren v6
v6.2.16

Imprimé le : 4 févr. 2025 14:59:06
Calcul réalisé par : SEMOFI

Projet : Profil 4 - Rive droite

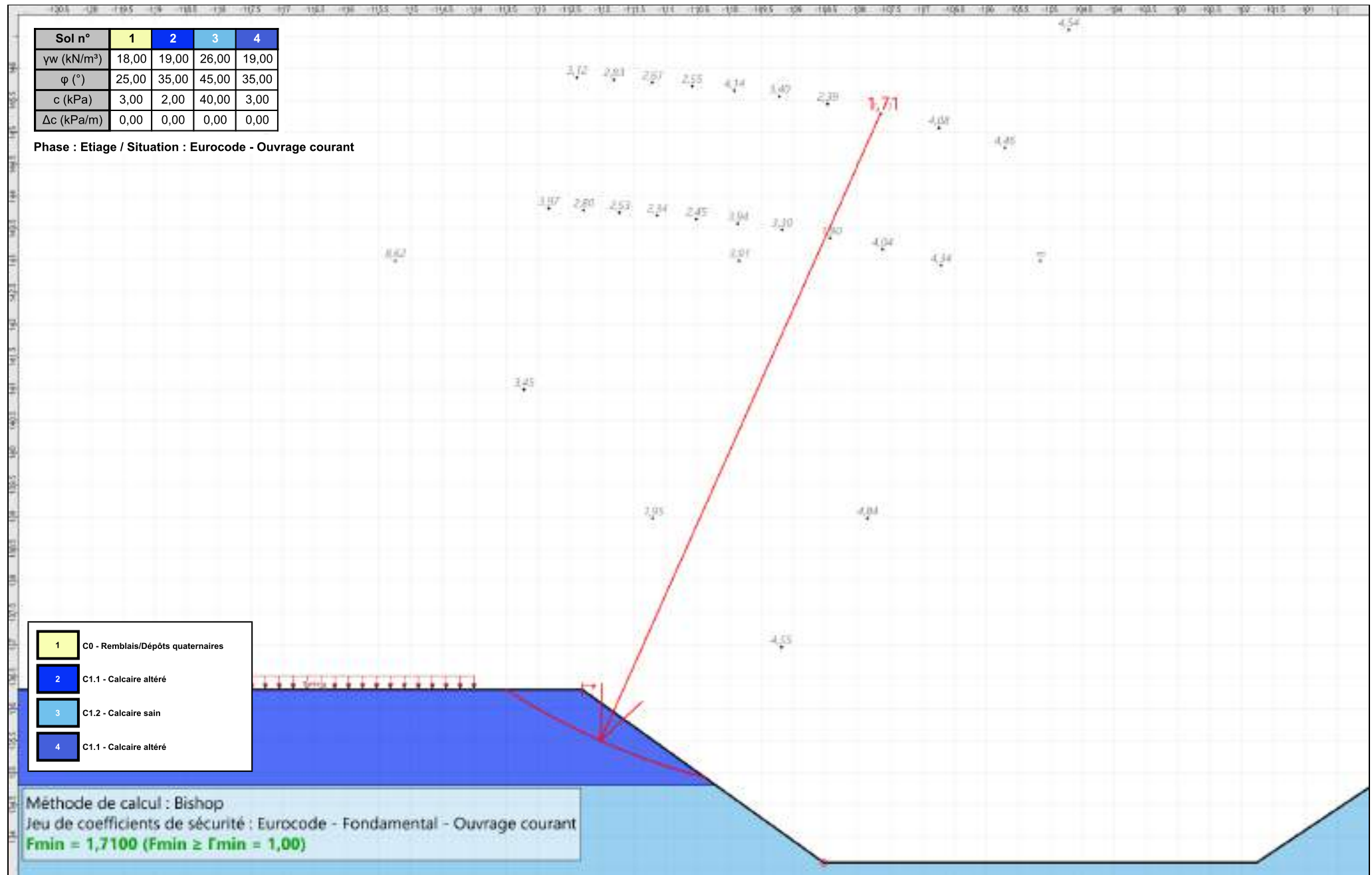
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Unitaire



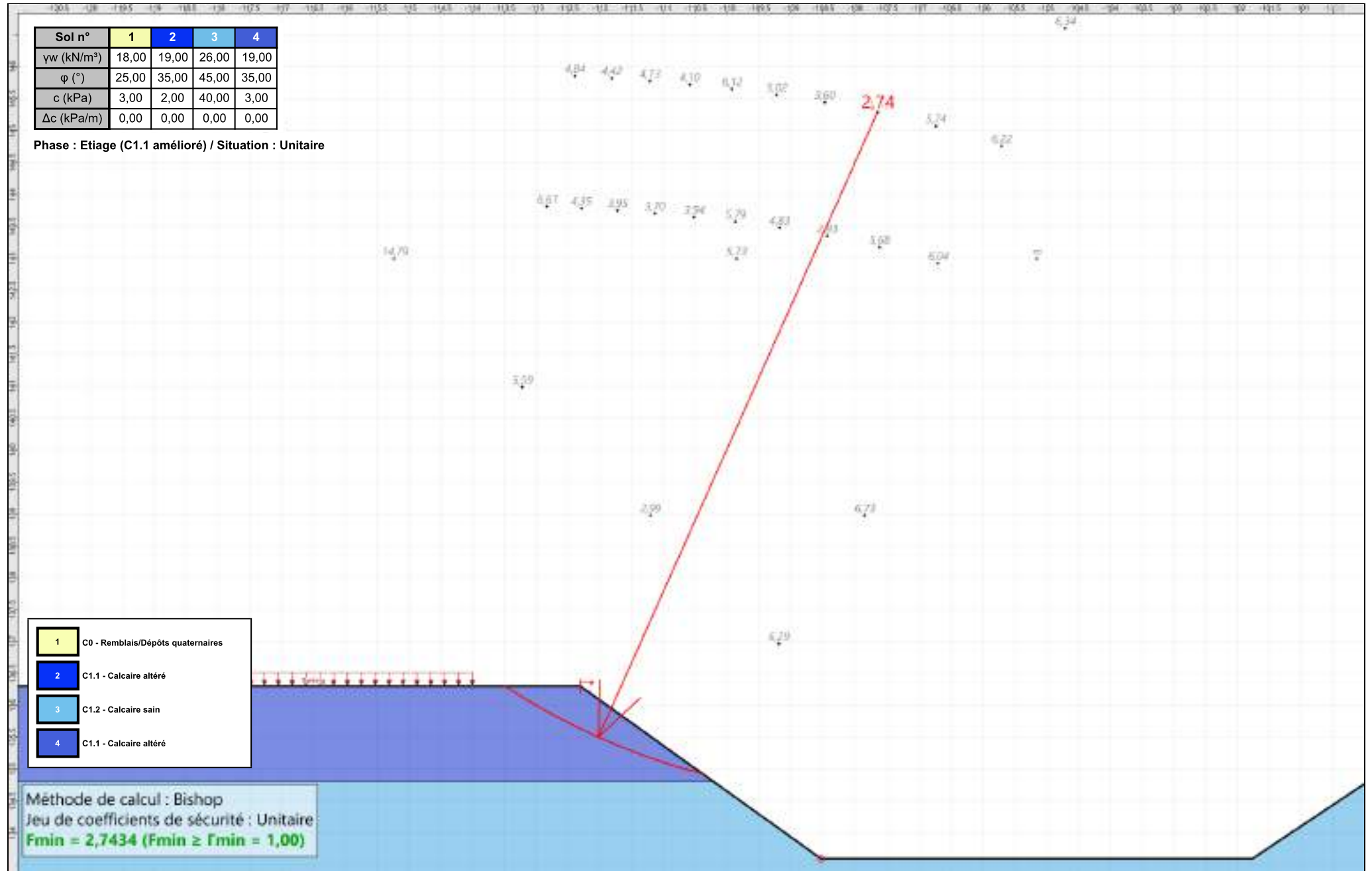
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



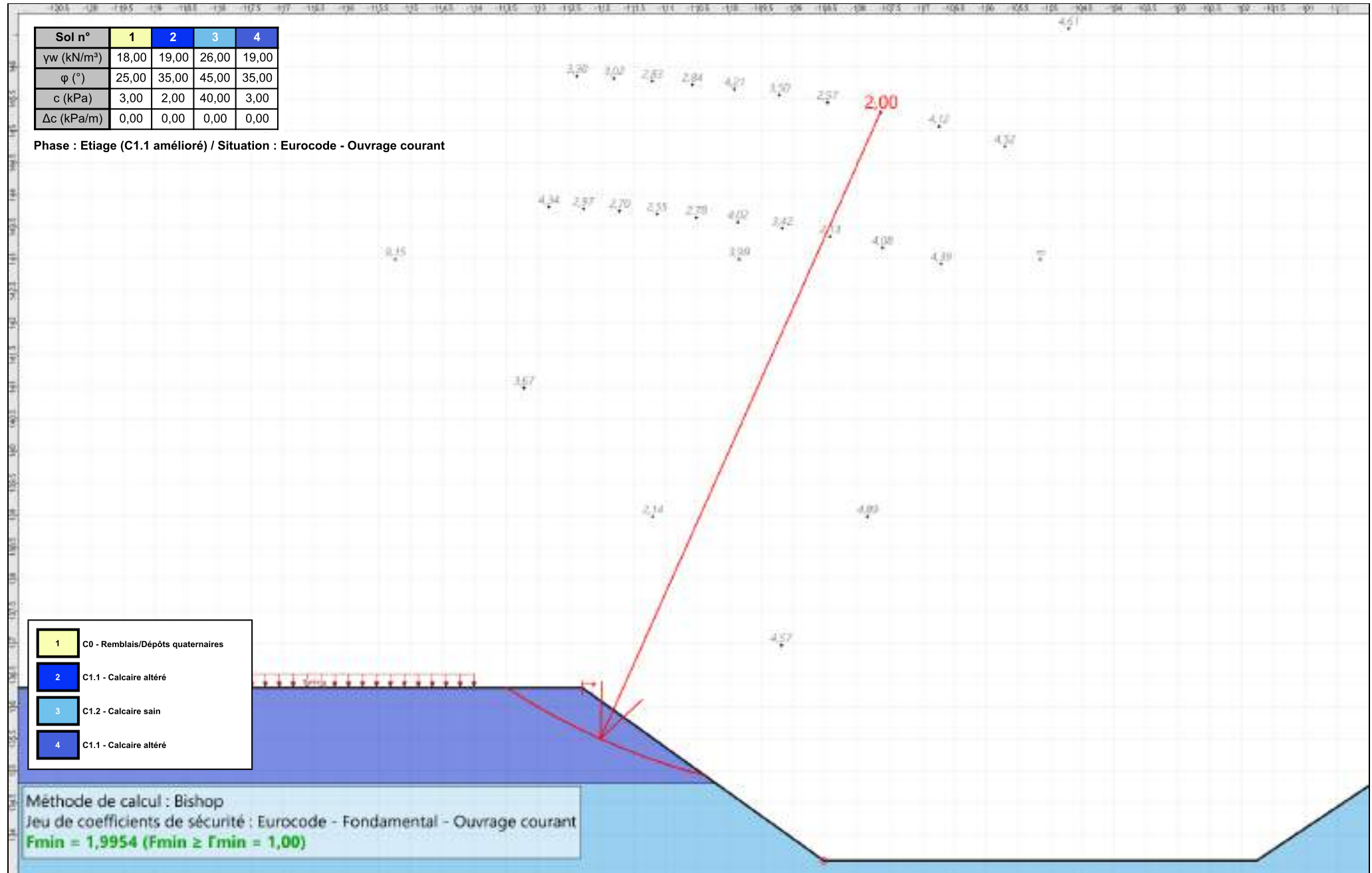
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage (C1.1 amélioré) / Situation : Unitaire



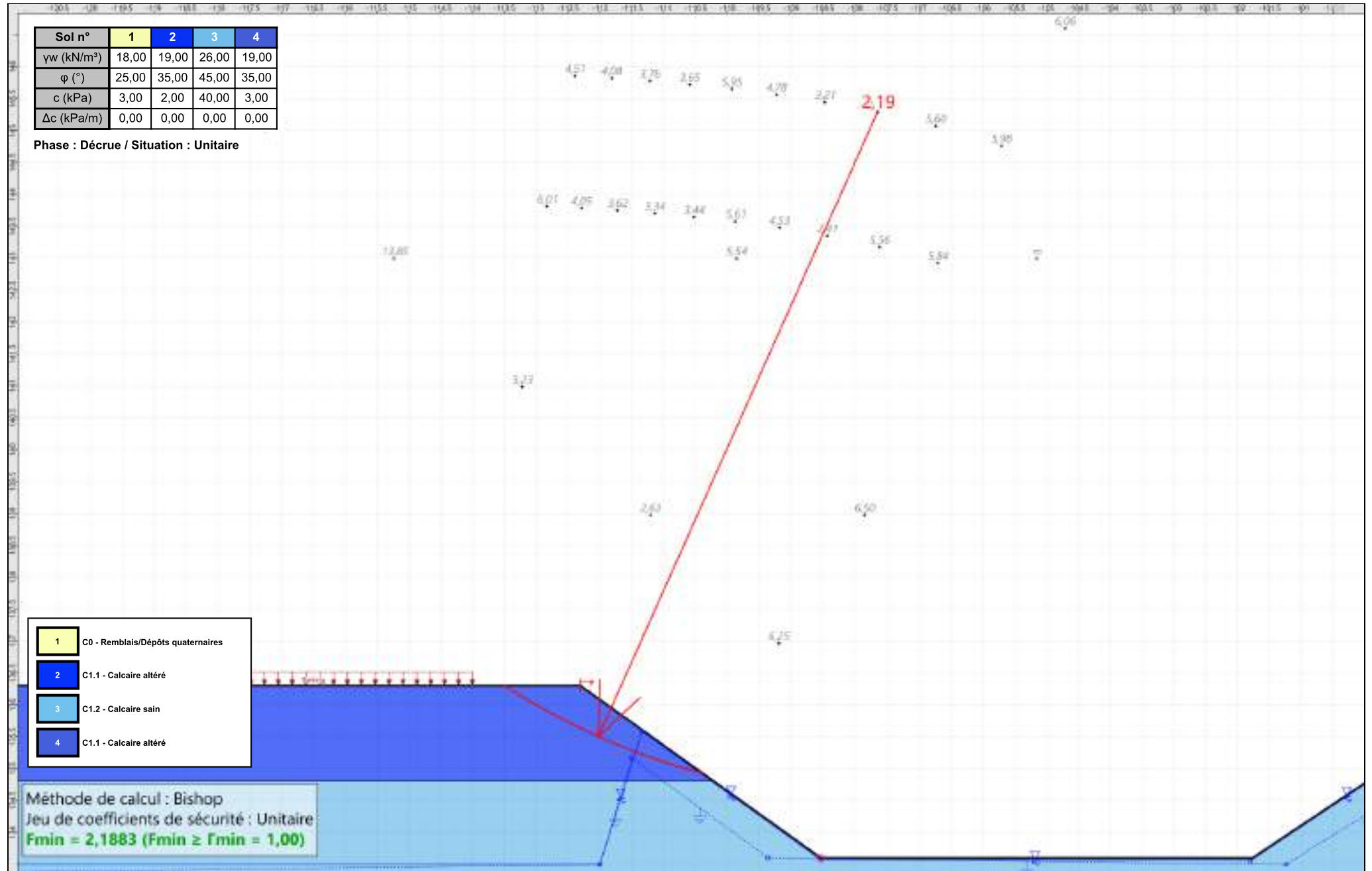
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage (C1.1 amélioré) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



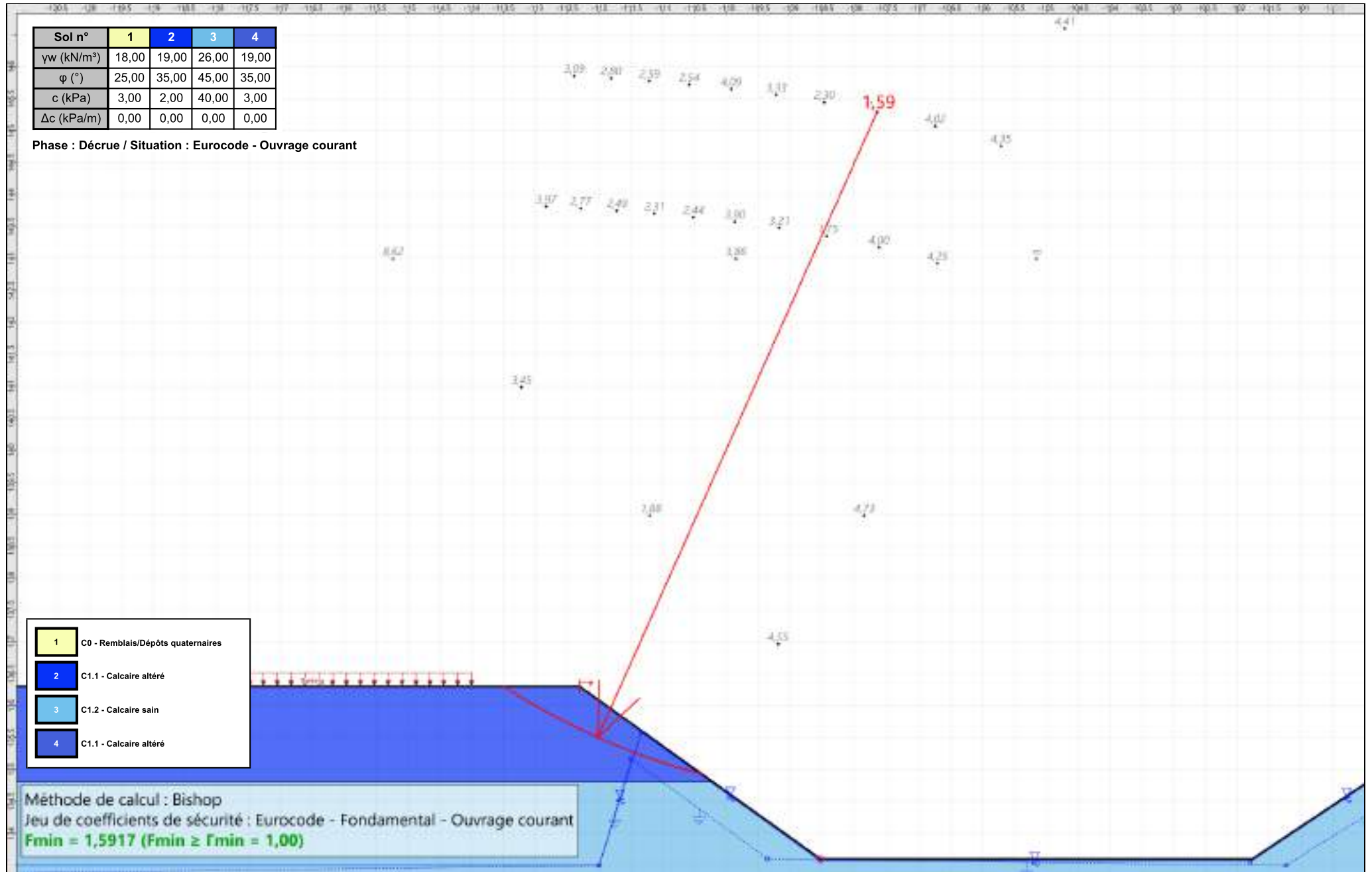
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue / Situation : Unitaire



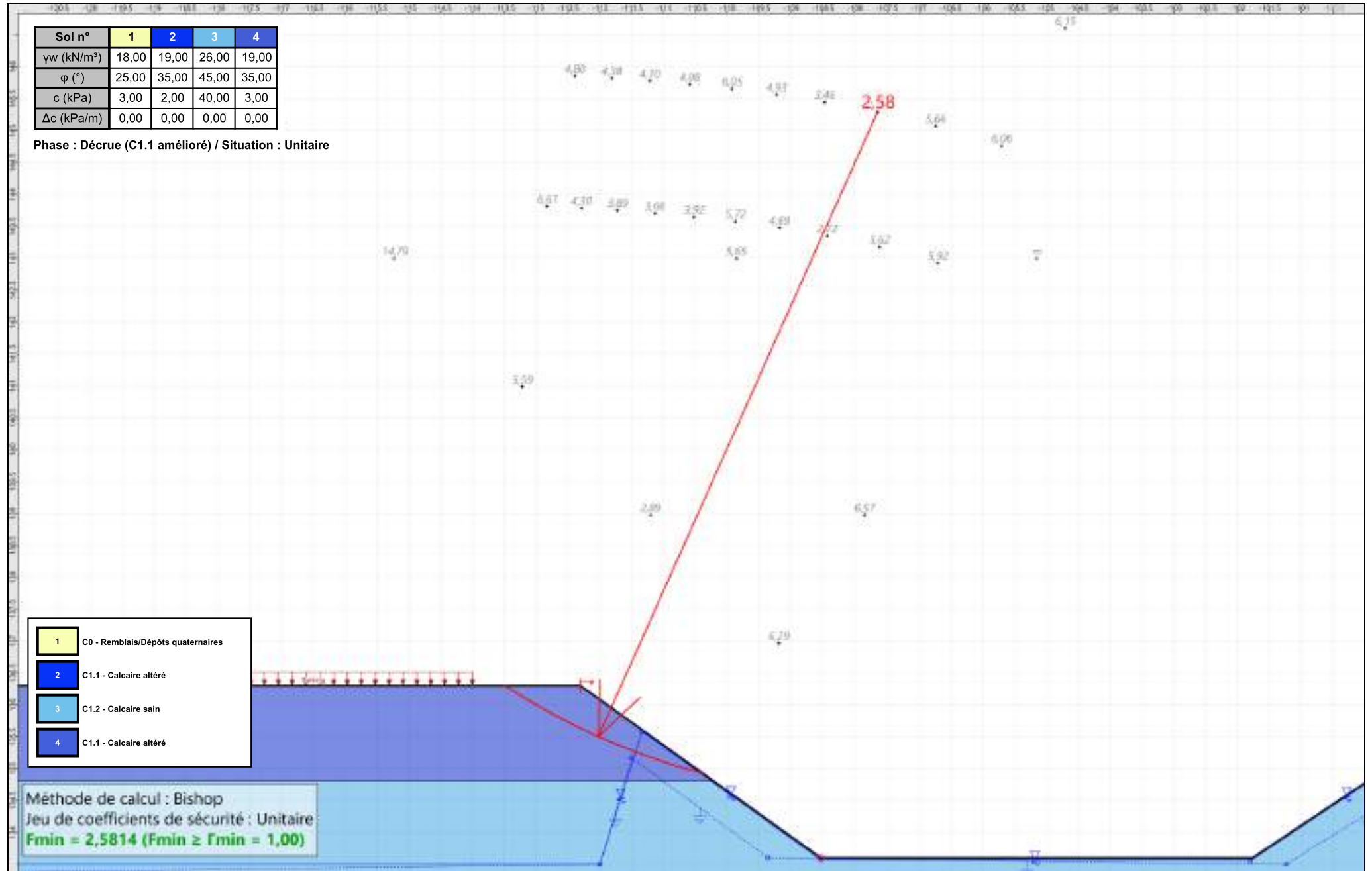
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décru / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



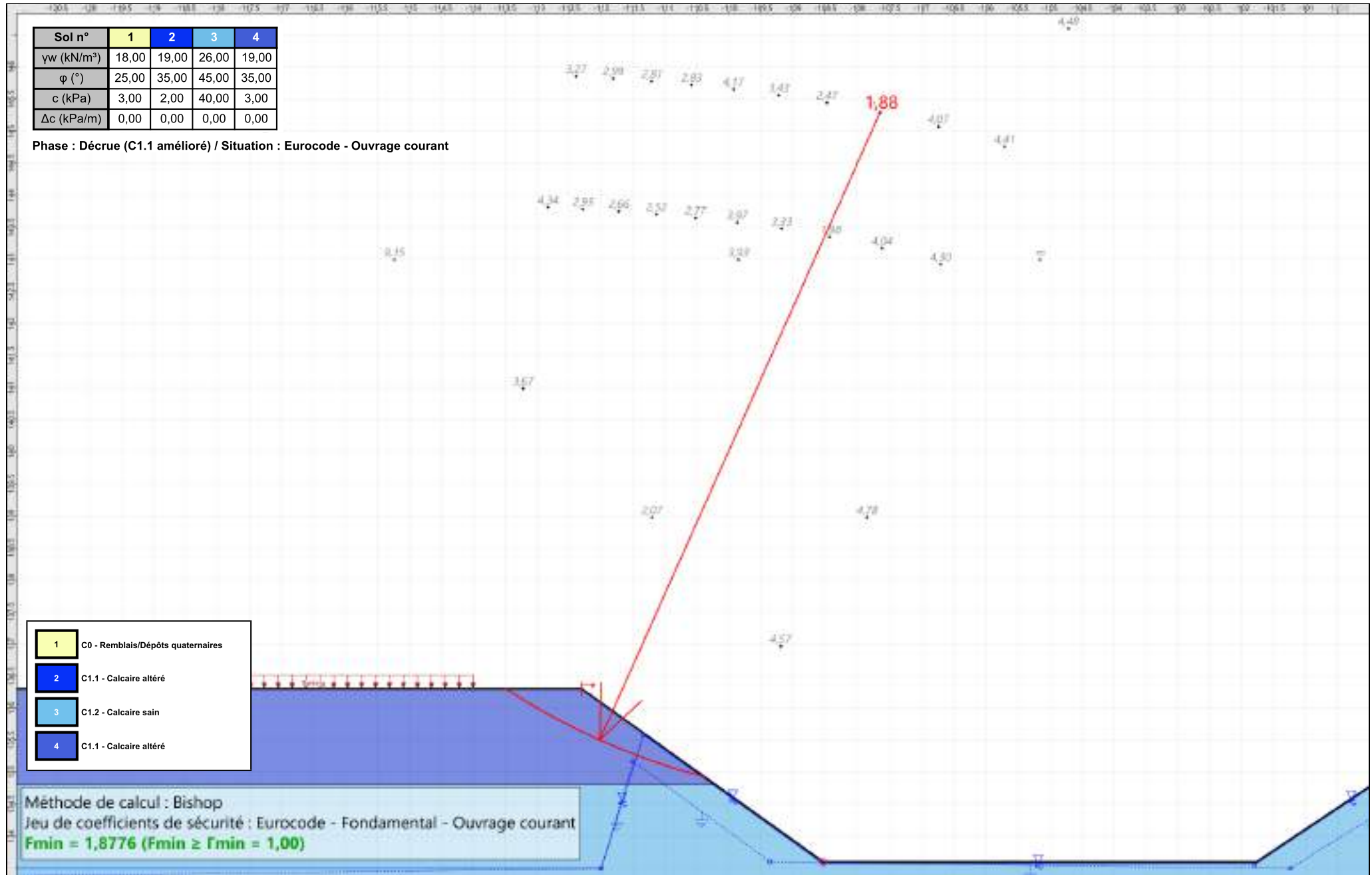
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue (C1.1 amélioré) / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue (C1.1 amélioré) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 4 - Rive gauche

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	170,130	2	22,852	166,070	3	29,115	156,800	4	36,055	156,800	5	42,094	161,410	6	46,050	159,360
7	53,669	158,890	8	61,315	156,560	9	75,050	153,384	10	93,887	138,856	11	101,771	133,600	12	108,534	133,600
13	112,307	136,302	14	150,000	136,302	16	97,720	136,301	17	150,000	134,800	19	99,971	134,800	20	110,210	134,800
21	0,000	169,567	22	22,709	165,558	23	28,610	156,366	24	36,061	156,353	25	42,093	160,908	26	46,042	158,871
27	53,671	158,360	28	61,316	156,059	29	75,045	152,871	30	97,500	134,800						

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	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8
8	8	9	9	9	10	11	11	12	13	13	14	15	16	10	17	16	13	19	19	16
20	19	11	21	19	20	22	20	12	23	20	13	24	20	17	25	21	22	26	22	23
27	23	24	28	24	25	29	25	26	30	26	27	31	27	28	32	28	29	34	19	30
35	30	29																		

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques	
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
4	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

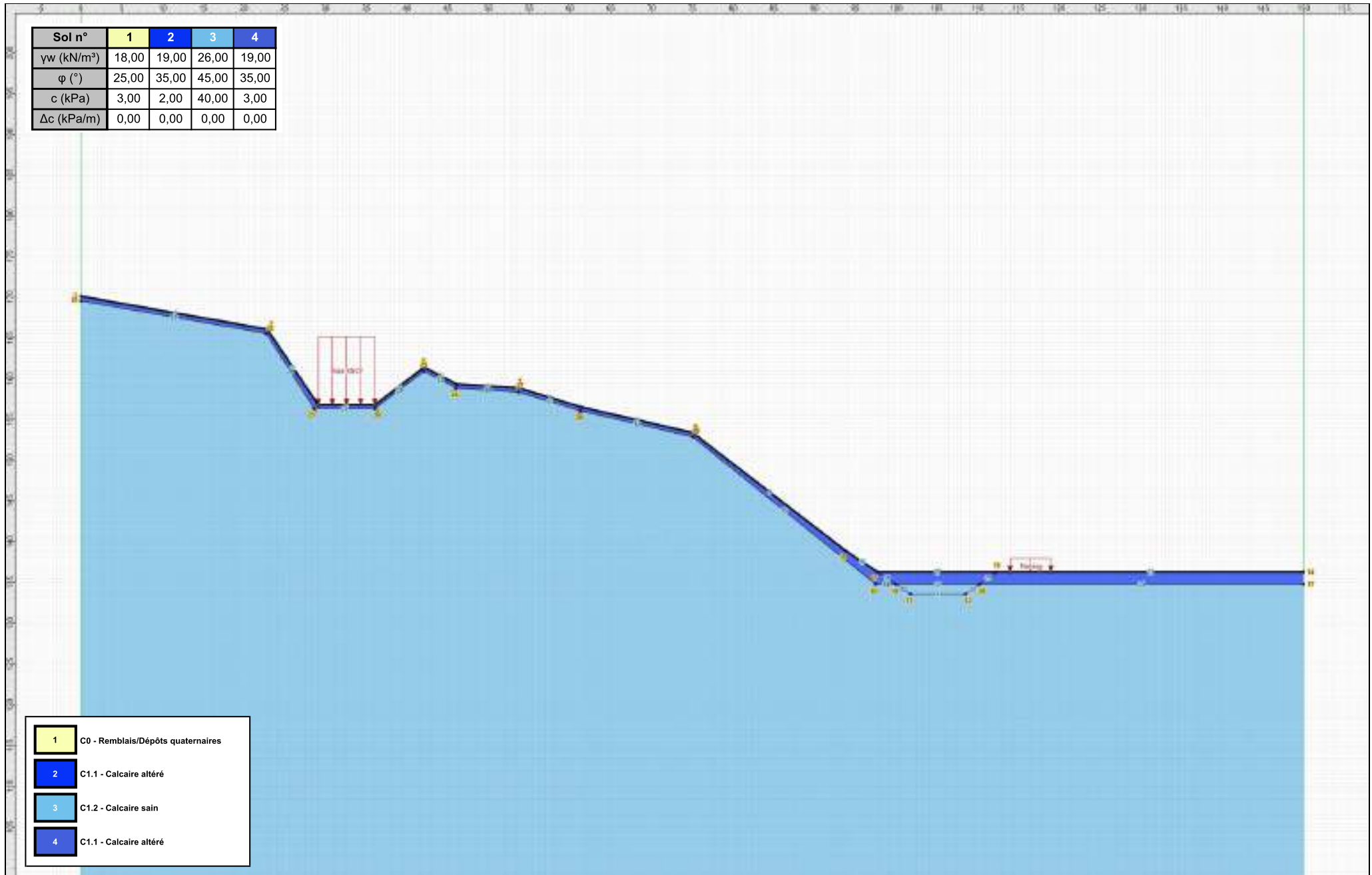
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voie SNCF	29,115	156,800	50,0	36,055	156,800	50,0	90,00
2	Parking	114,000	136,302	10,0	119,000	136,302	10,0	90,00



Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 18 févr. 2025 13:17:08
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 4 - Rive gauche

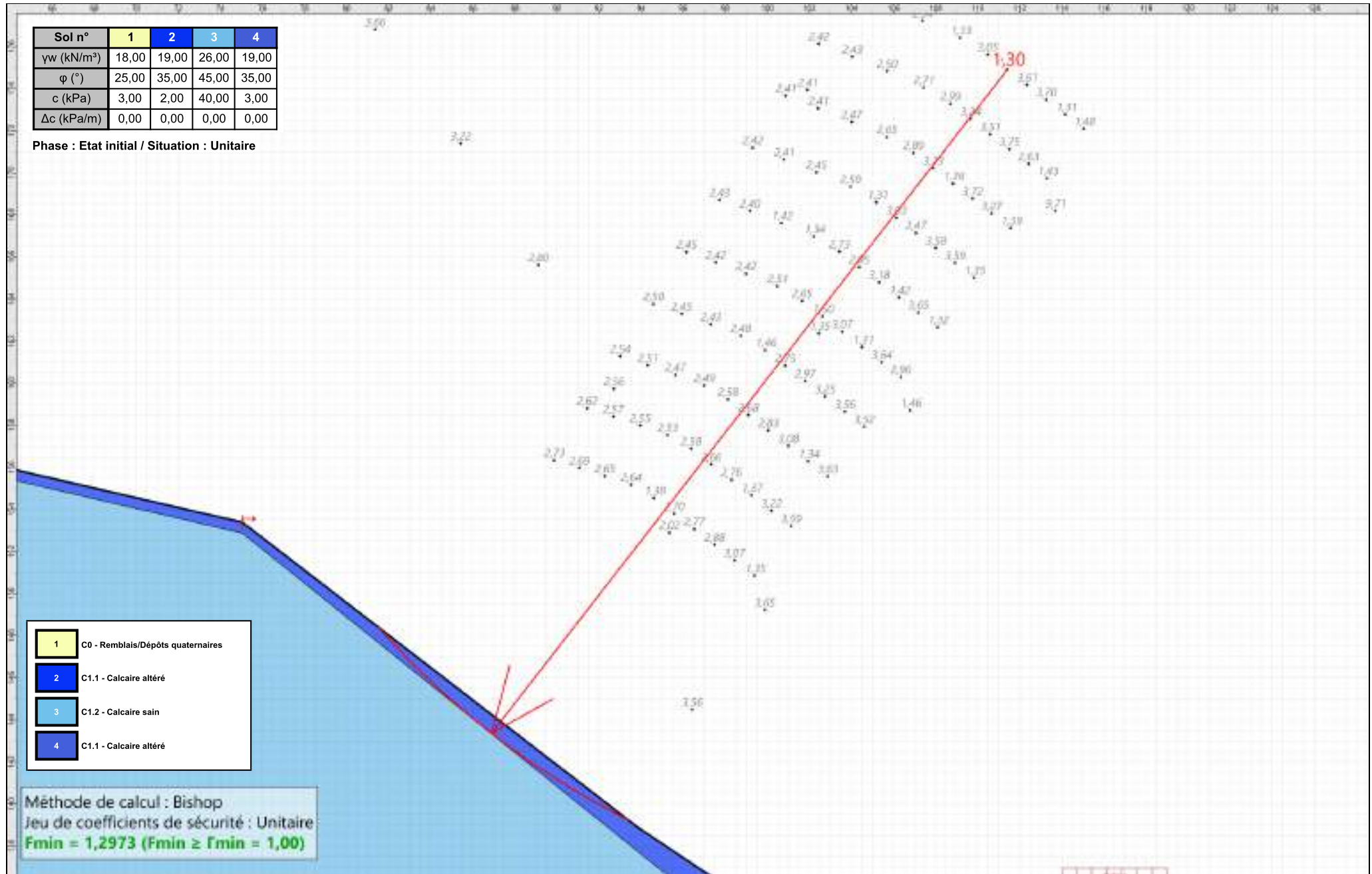
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00



- 1 C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
- 2 C1.1 - Calcaire altéré
- 3 C1.2 - Calcaire sain
- 4 C1.1 - Calcaire altéré

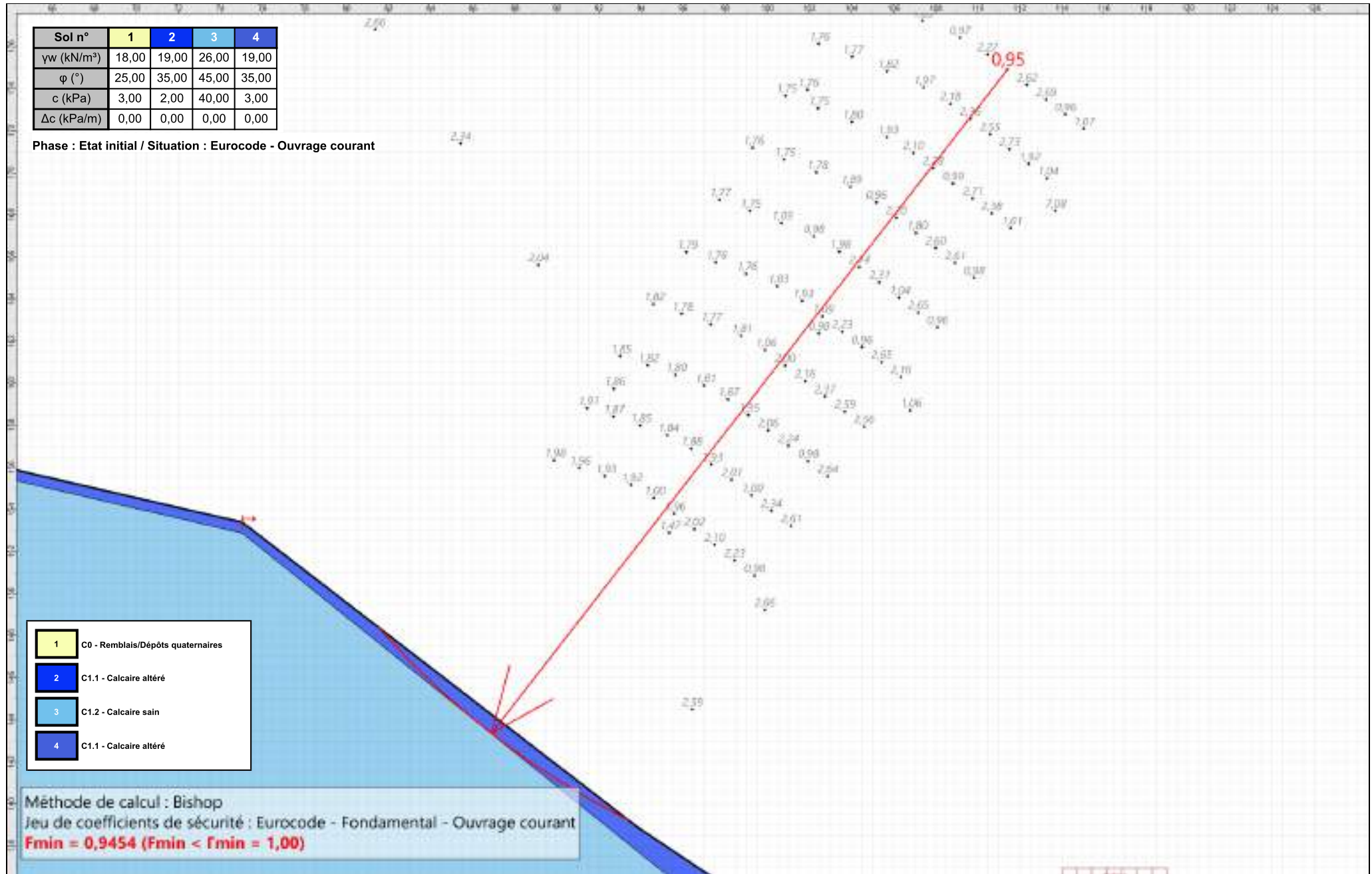
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial / Situation : Unitaire



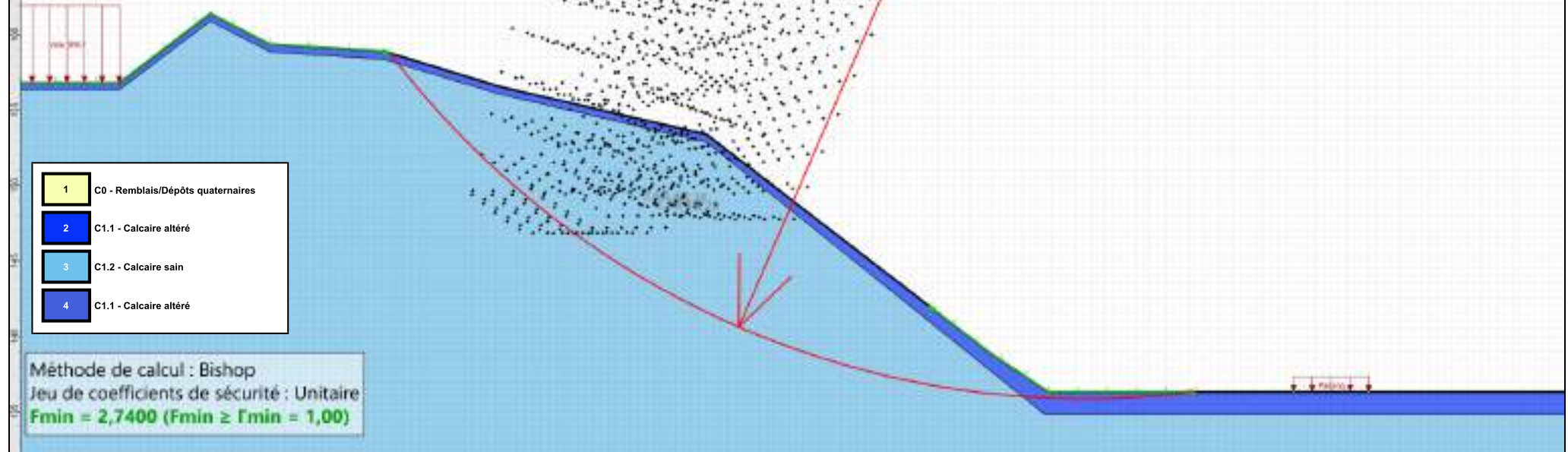
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



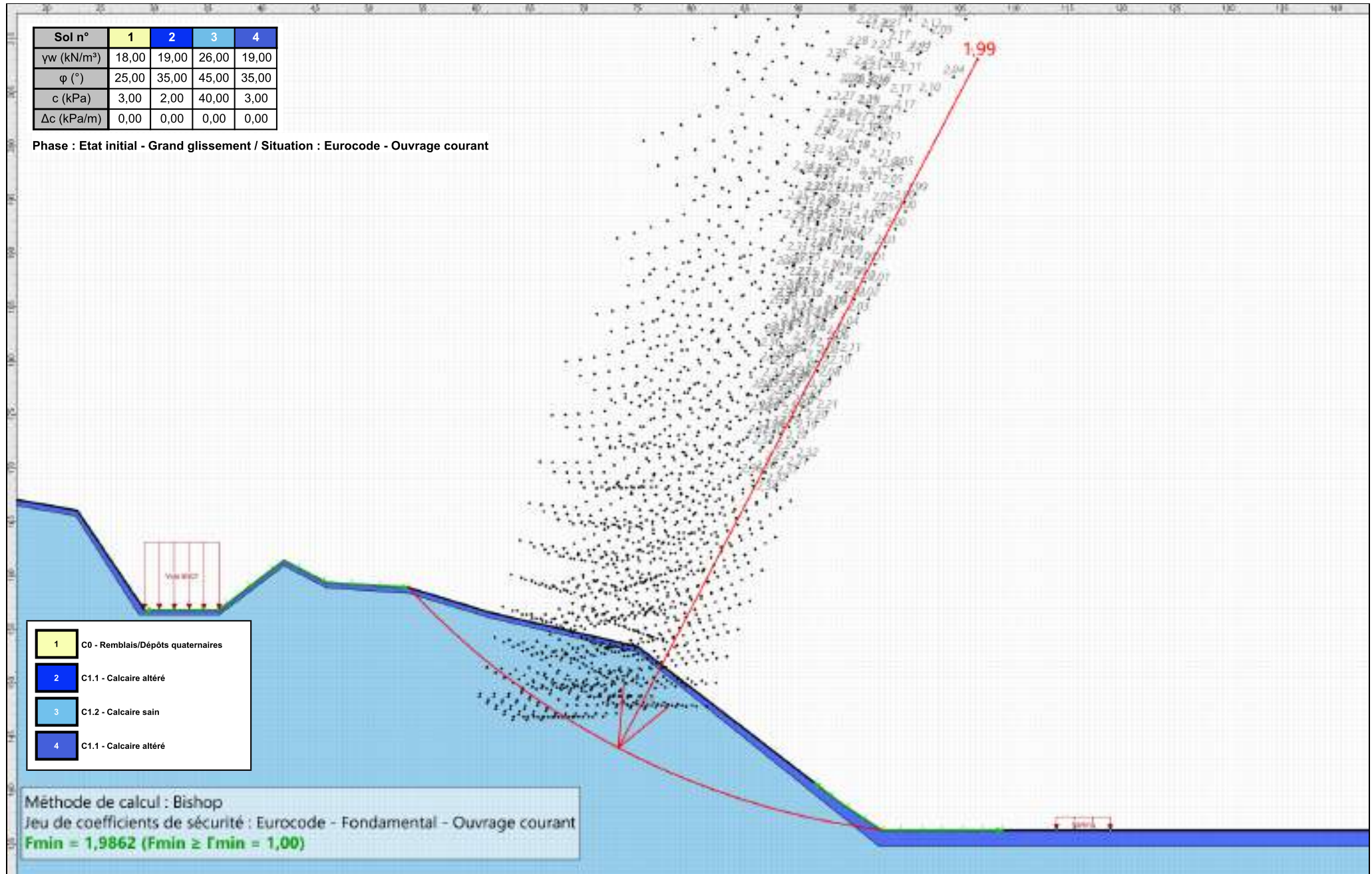
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial - Grand glissement / Situation : Unitaire



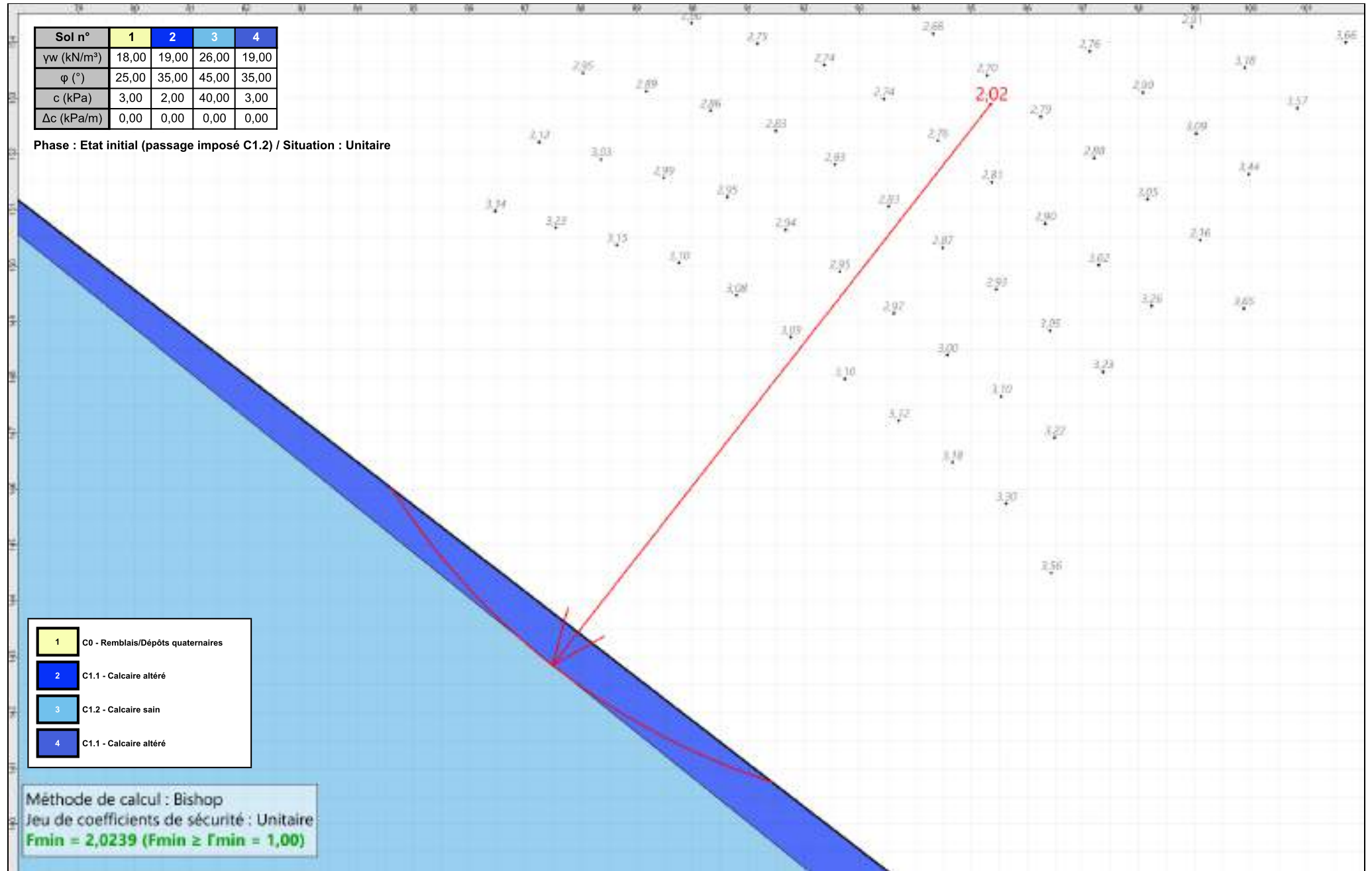
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



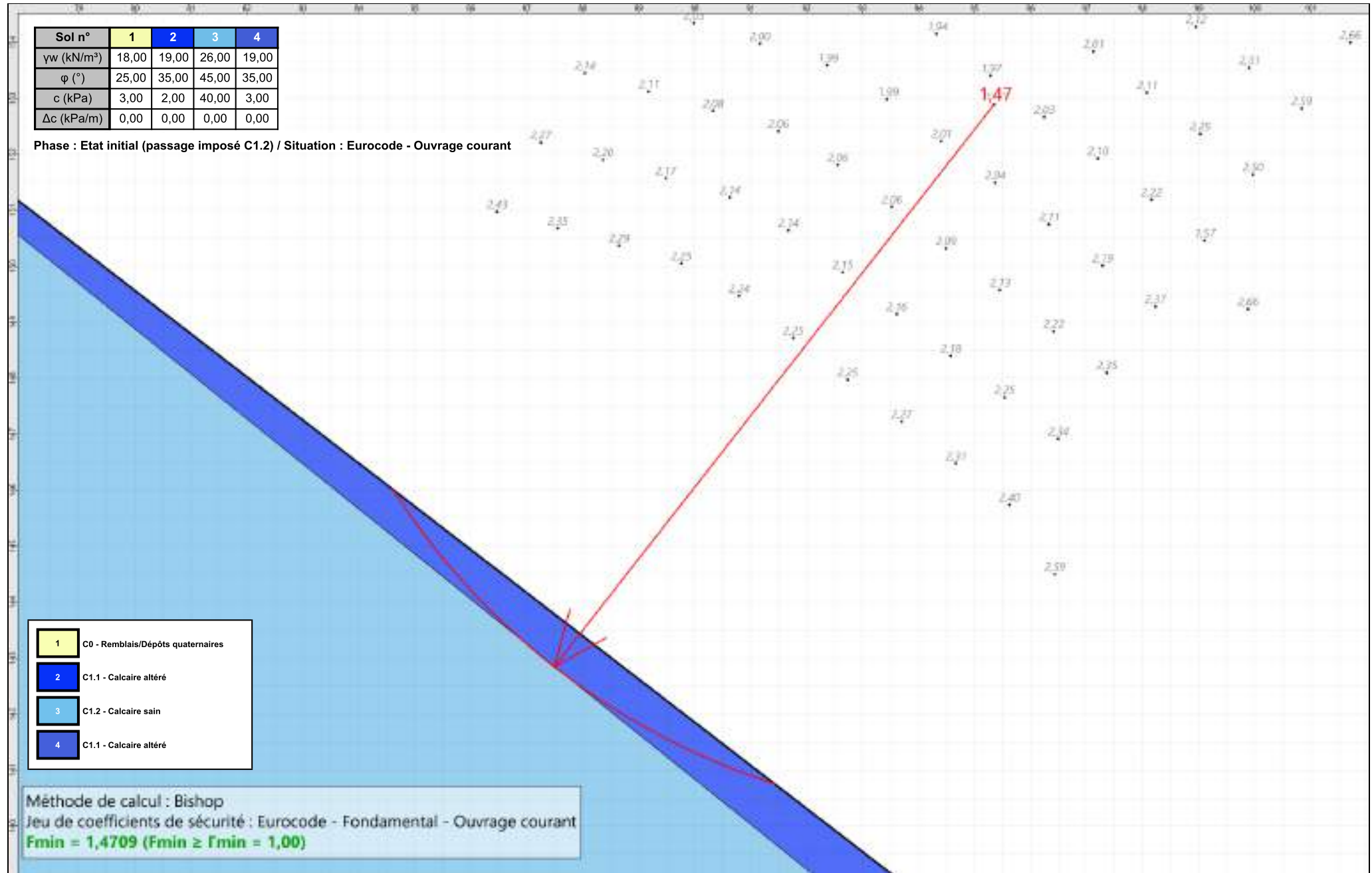
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial (passage imposé C1.2) / Situation : Unitaire



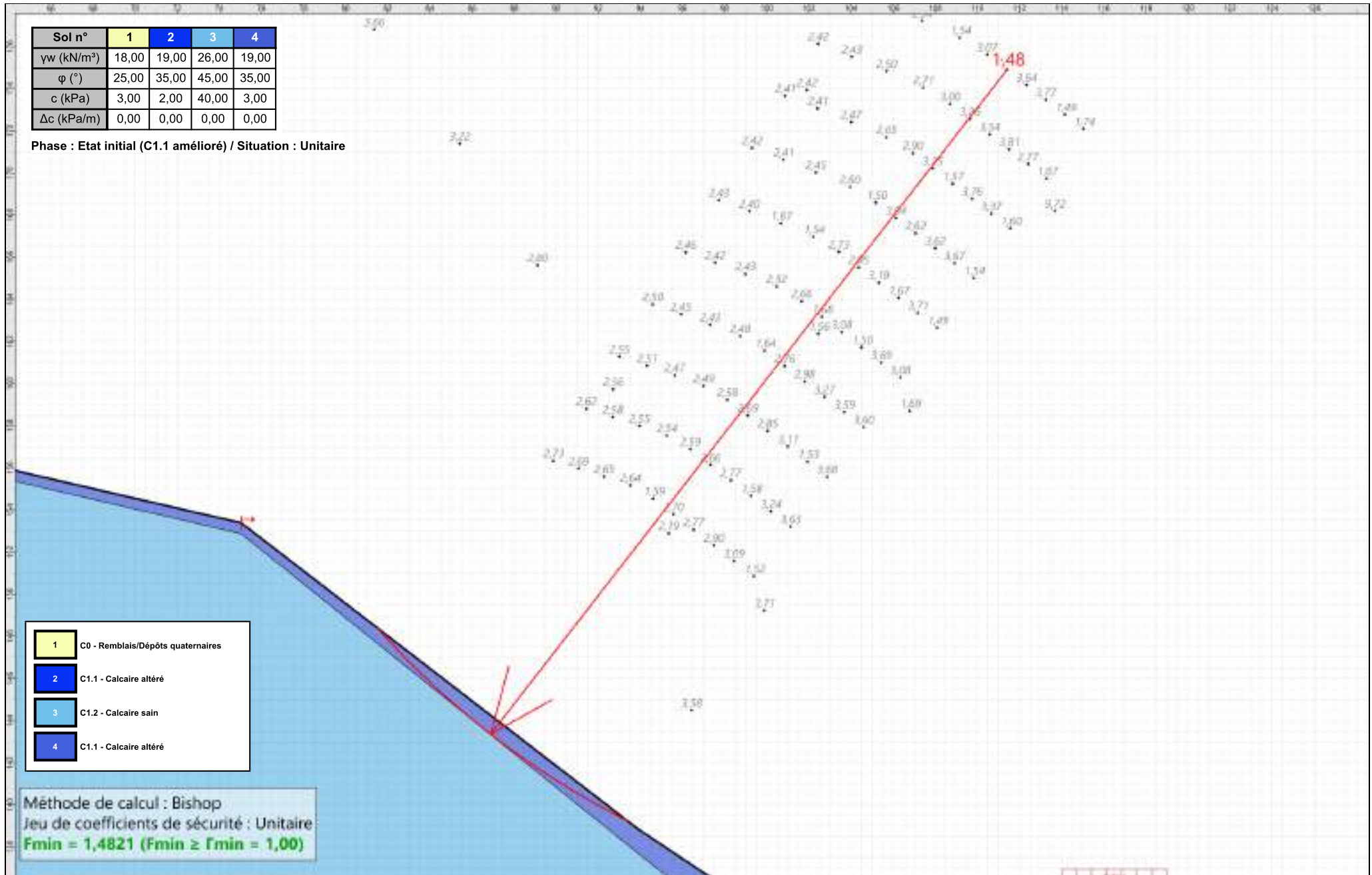
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial (passage imposé C1.2) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



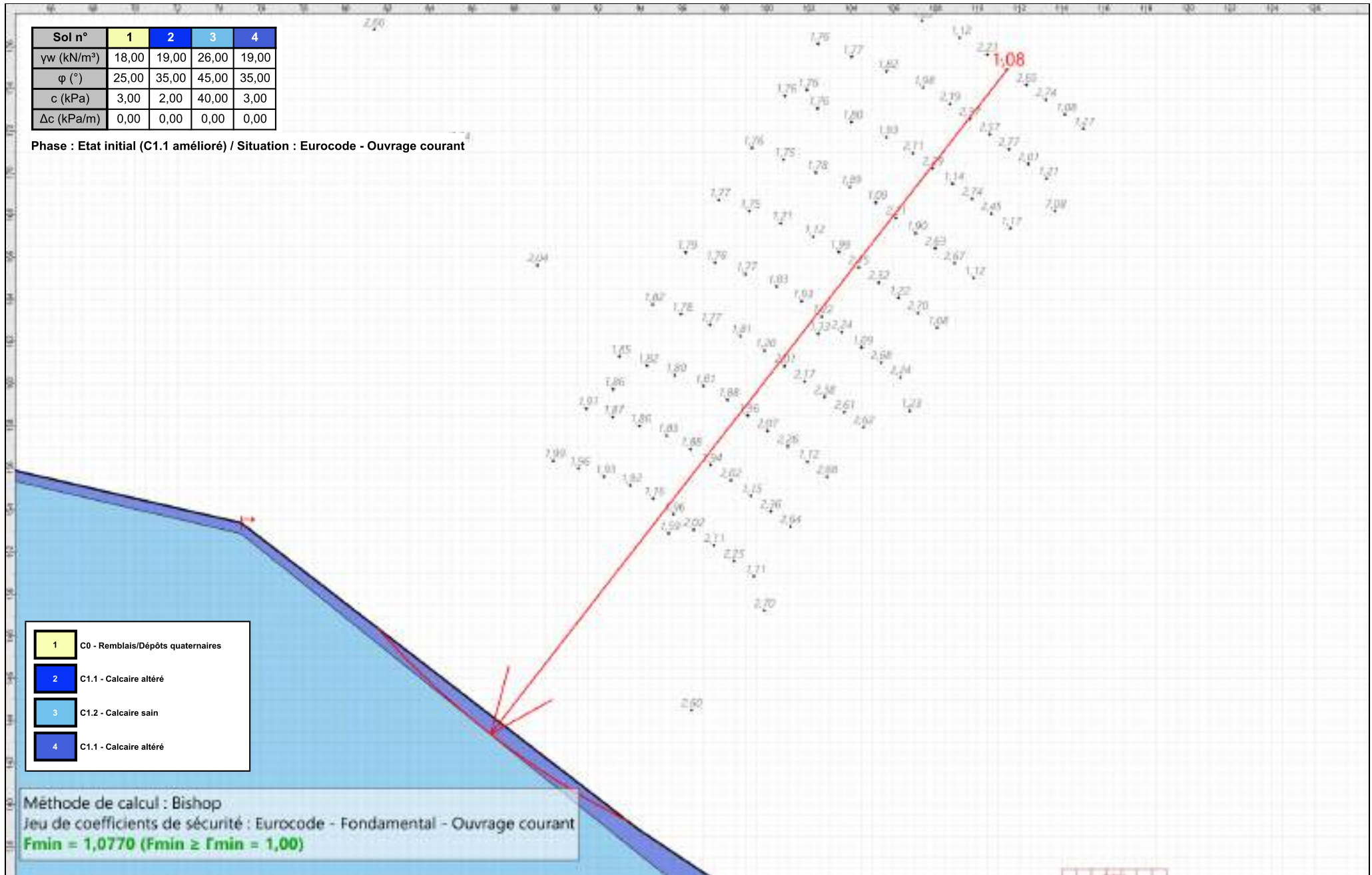
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial (C1.1 amélioré) / Situation : Unitaire



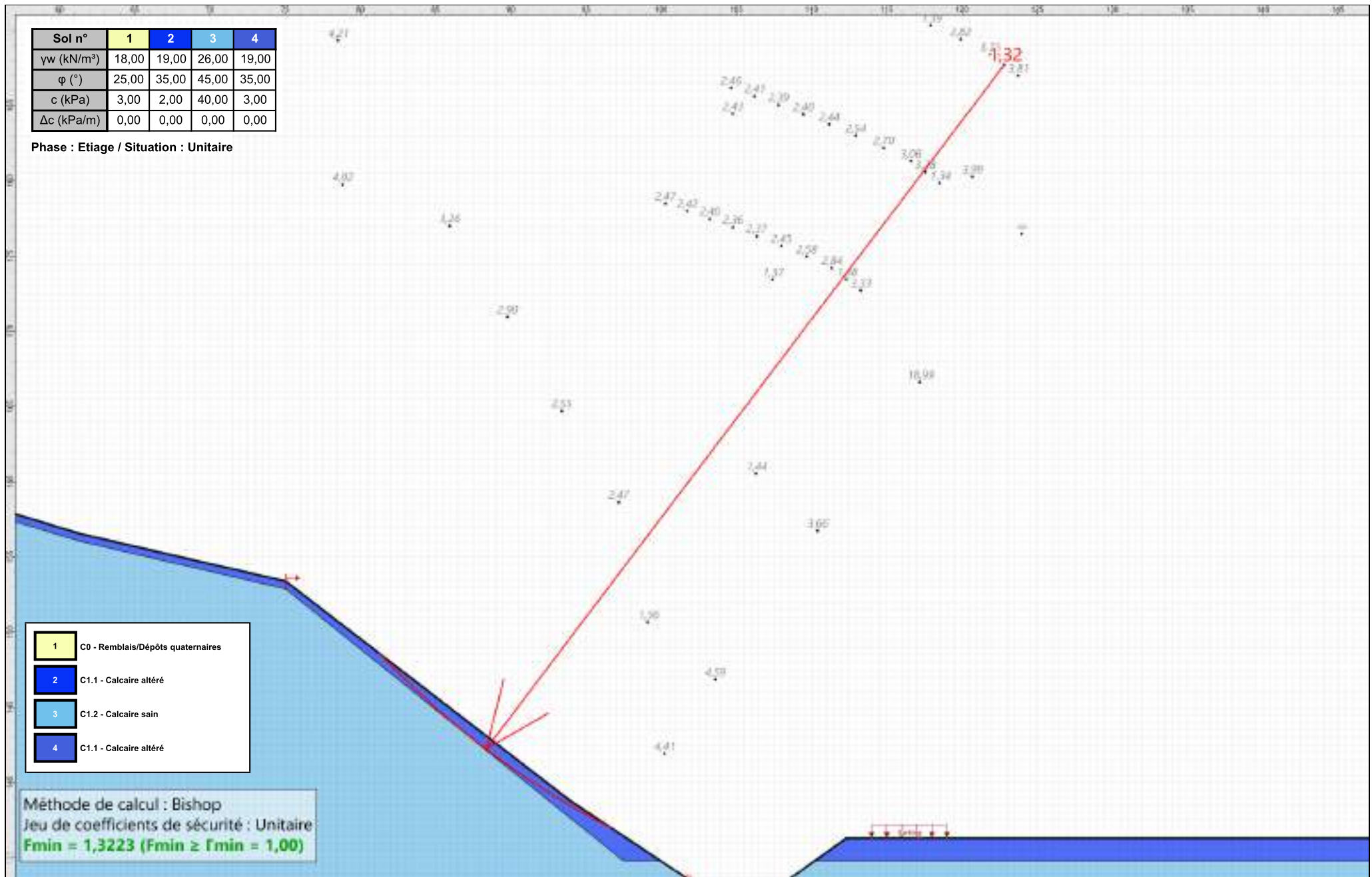
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial (C1.1 amélioré) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



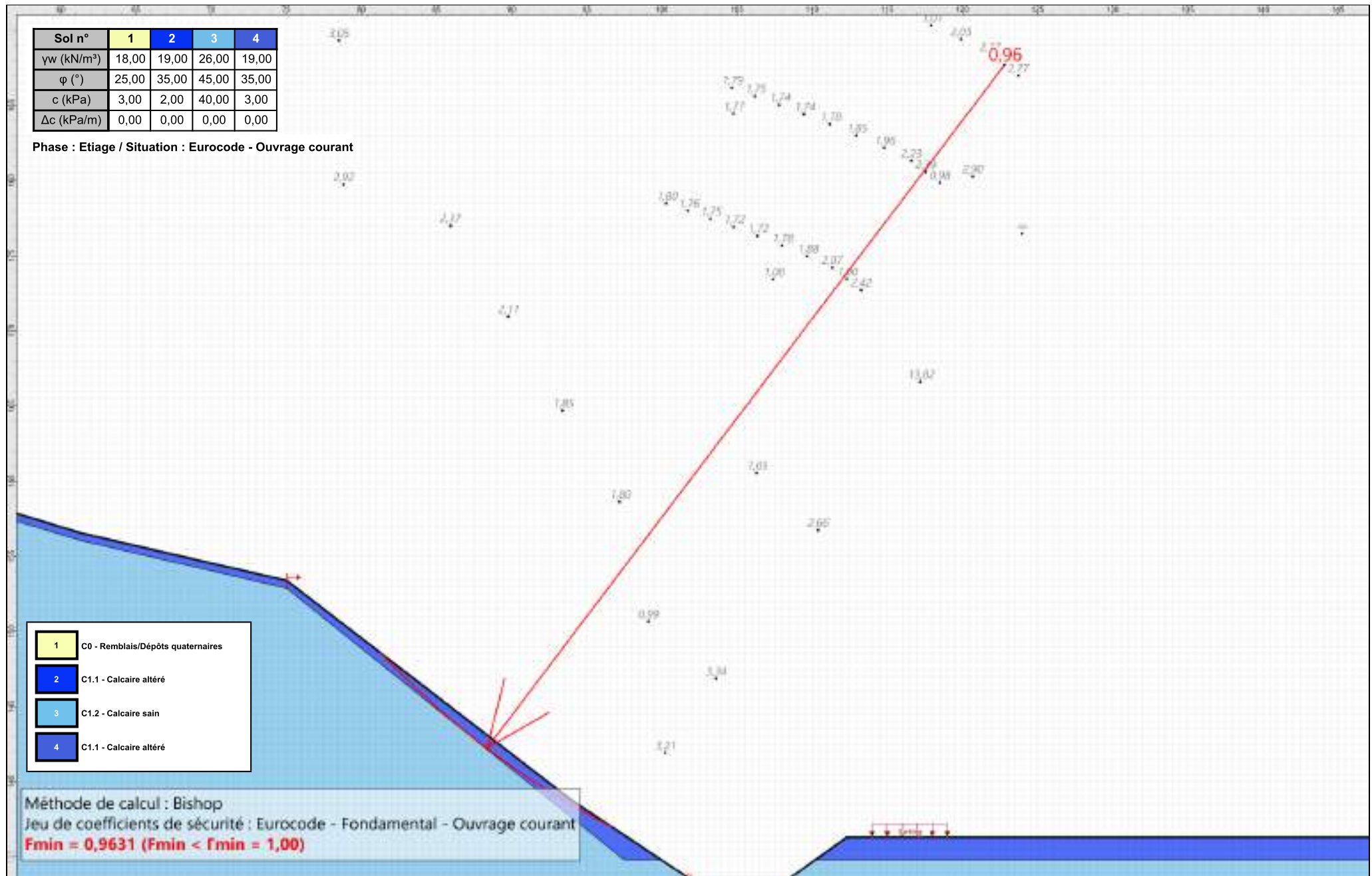
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Unitaire



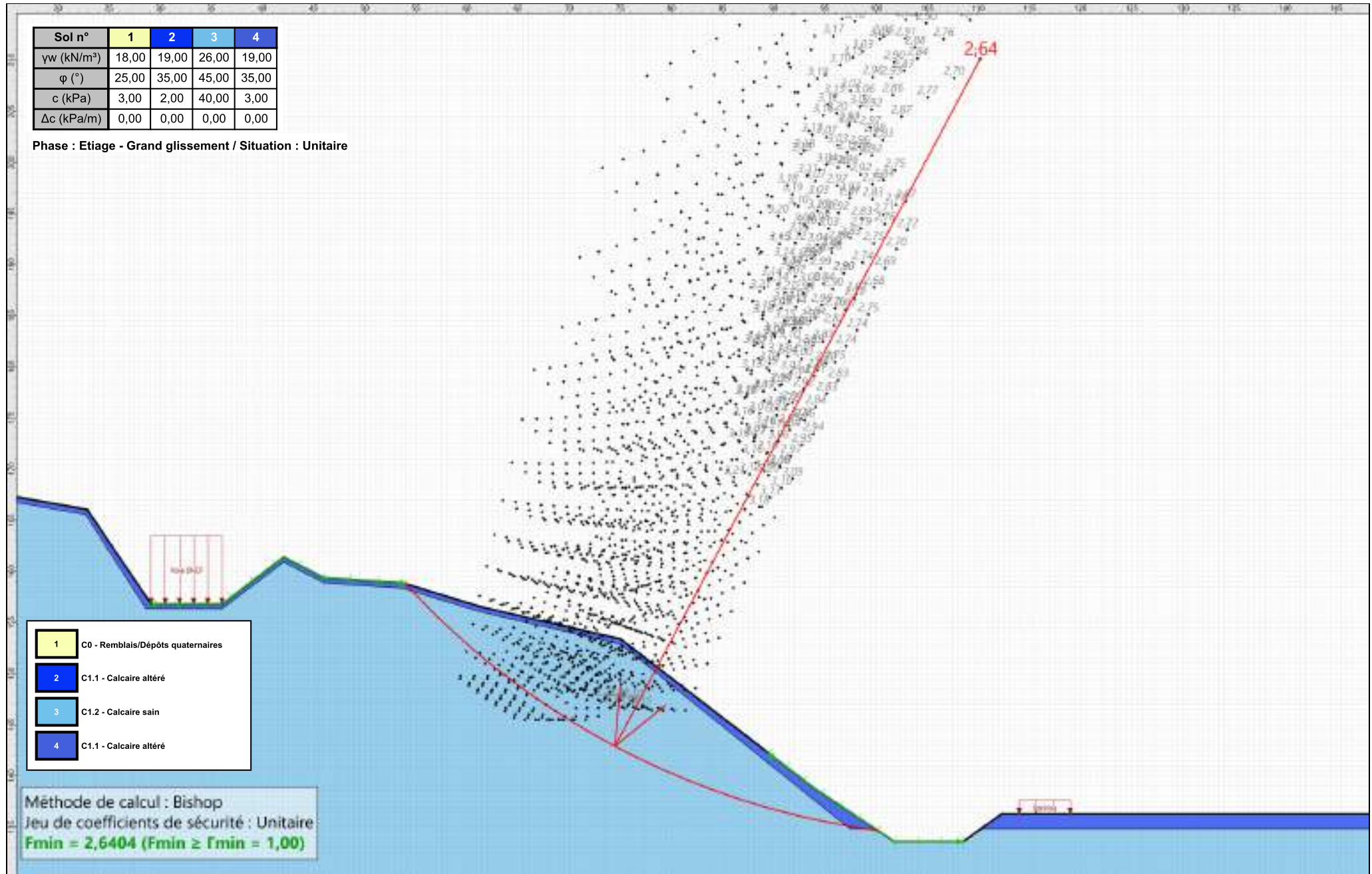
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



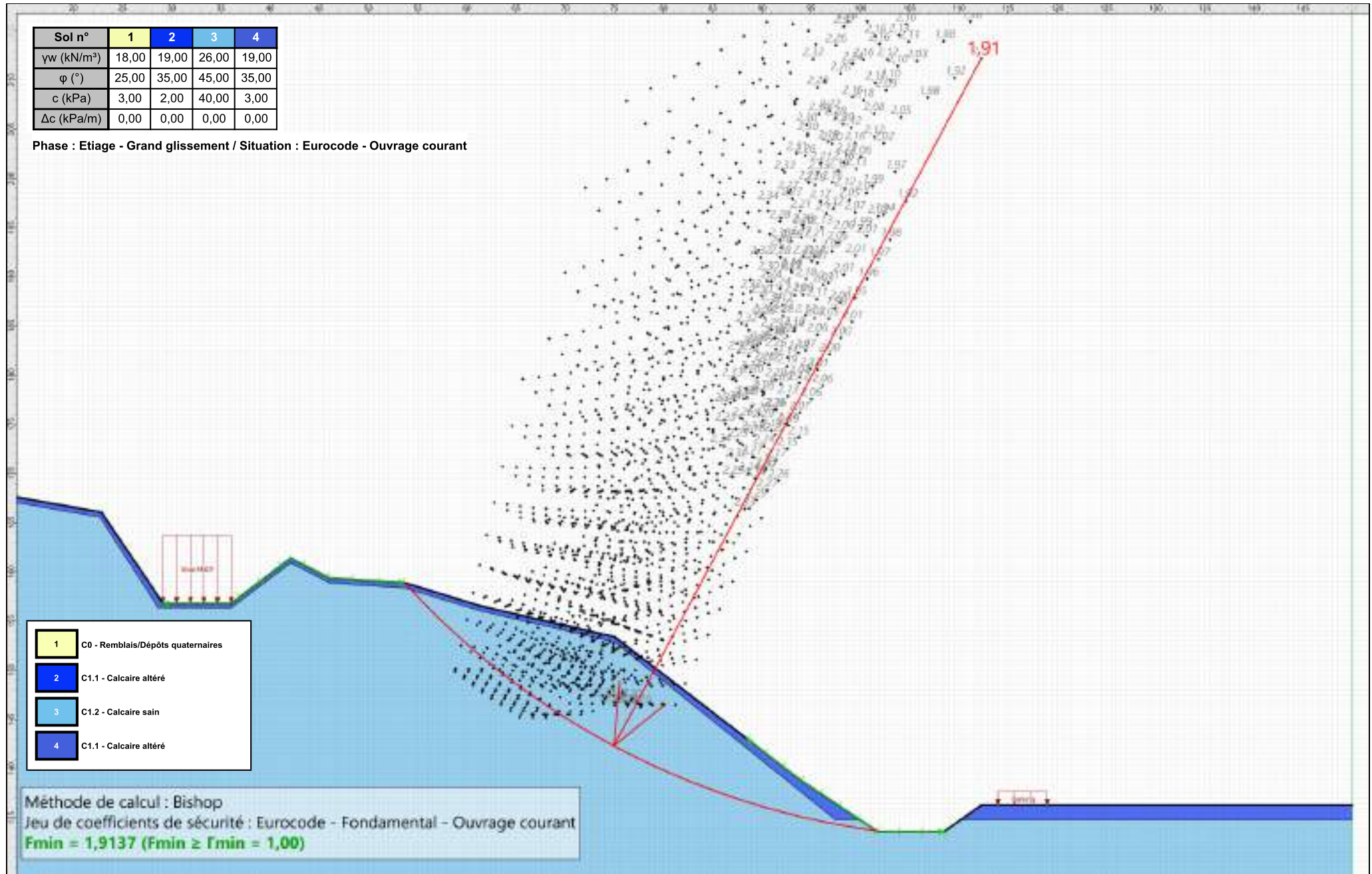
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Grand glissement / Situation : Unitaire



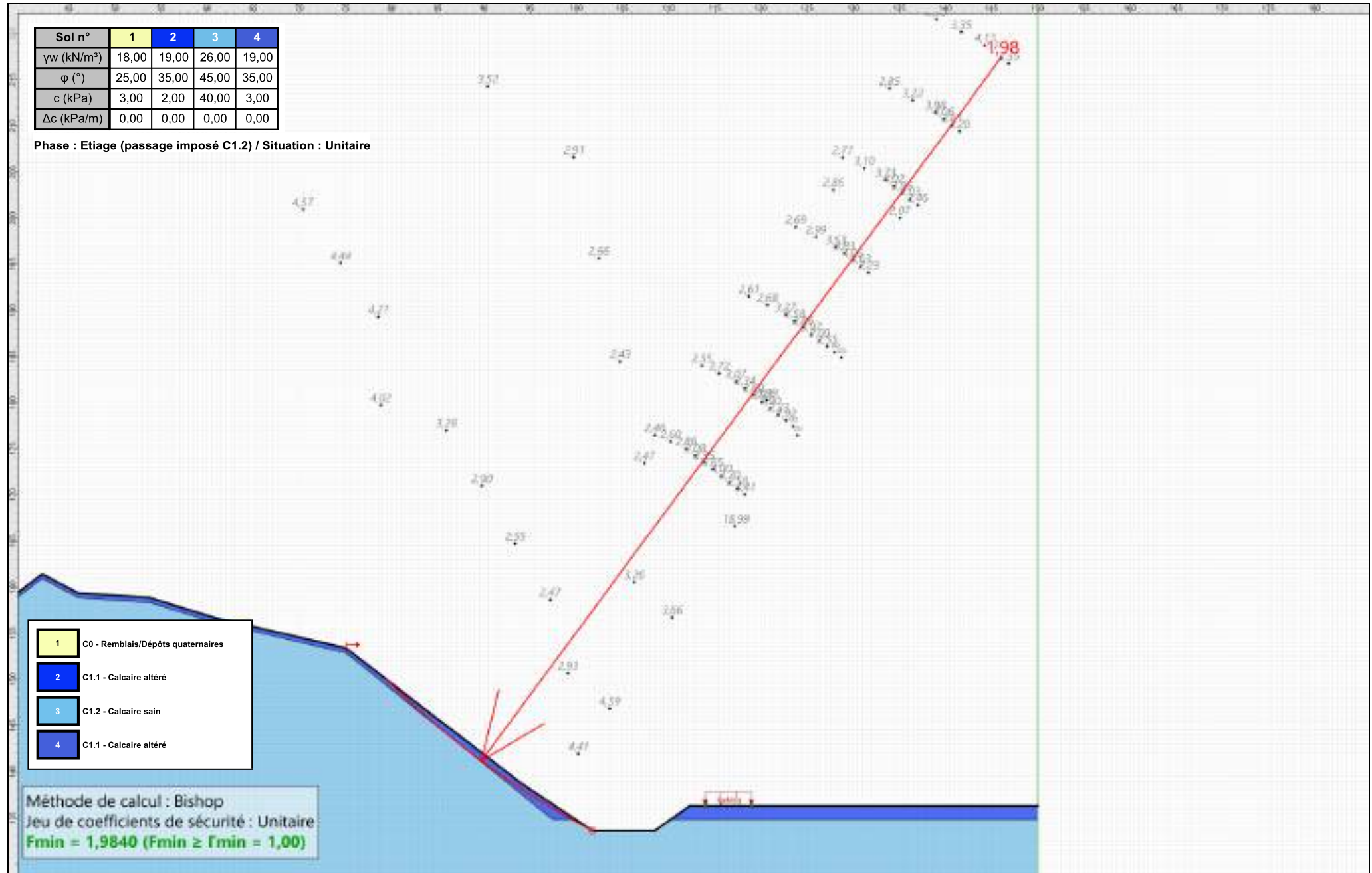
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



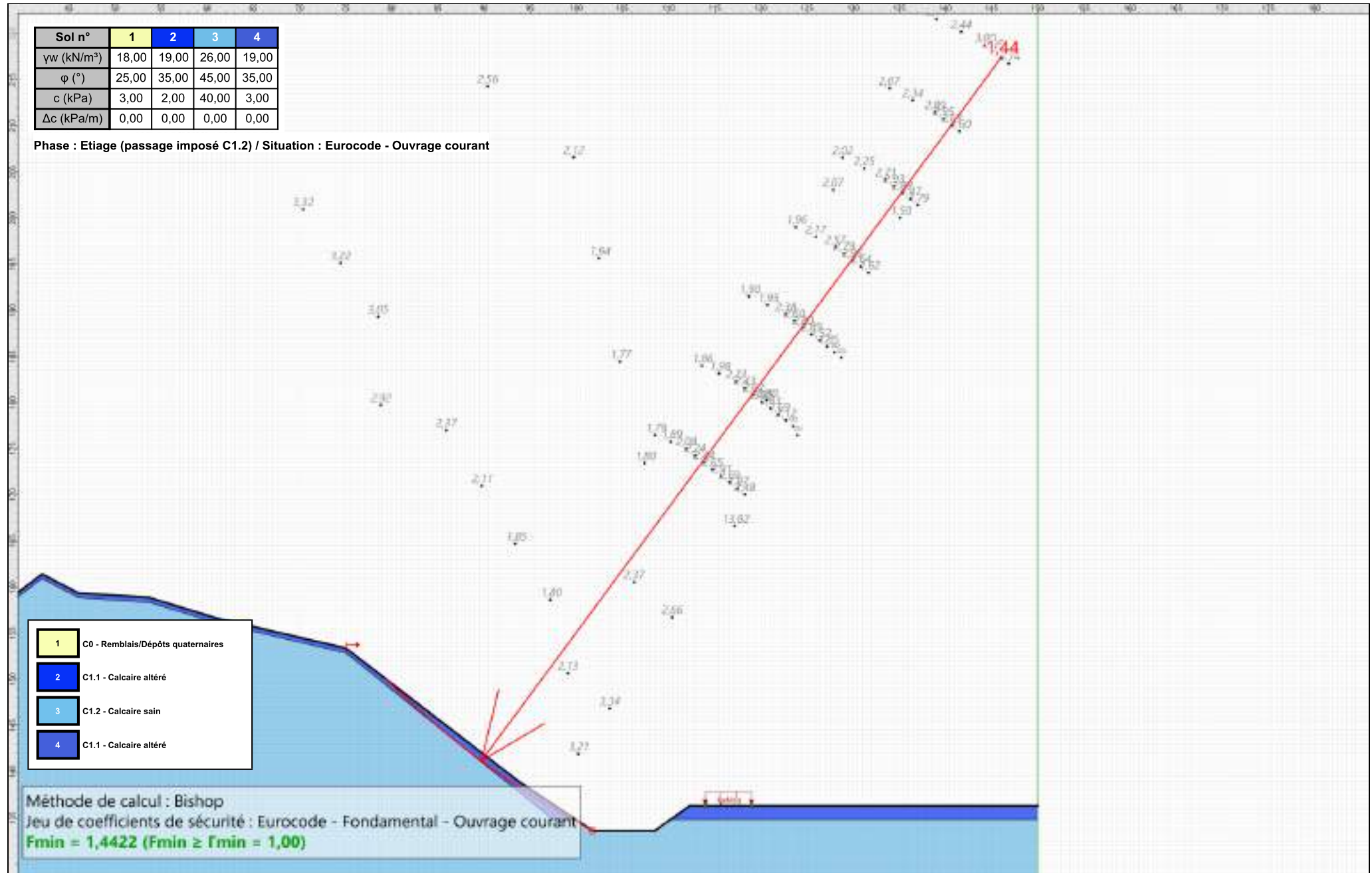
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage (passage imposé C1.2) / Situation : Unitaire



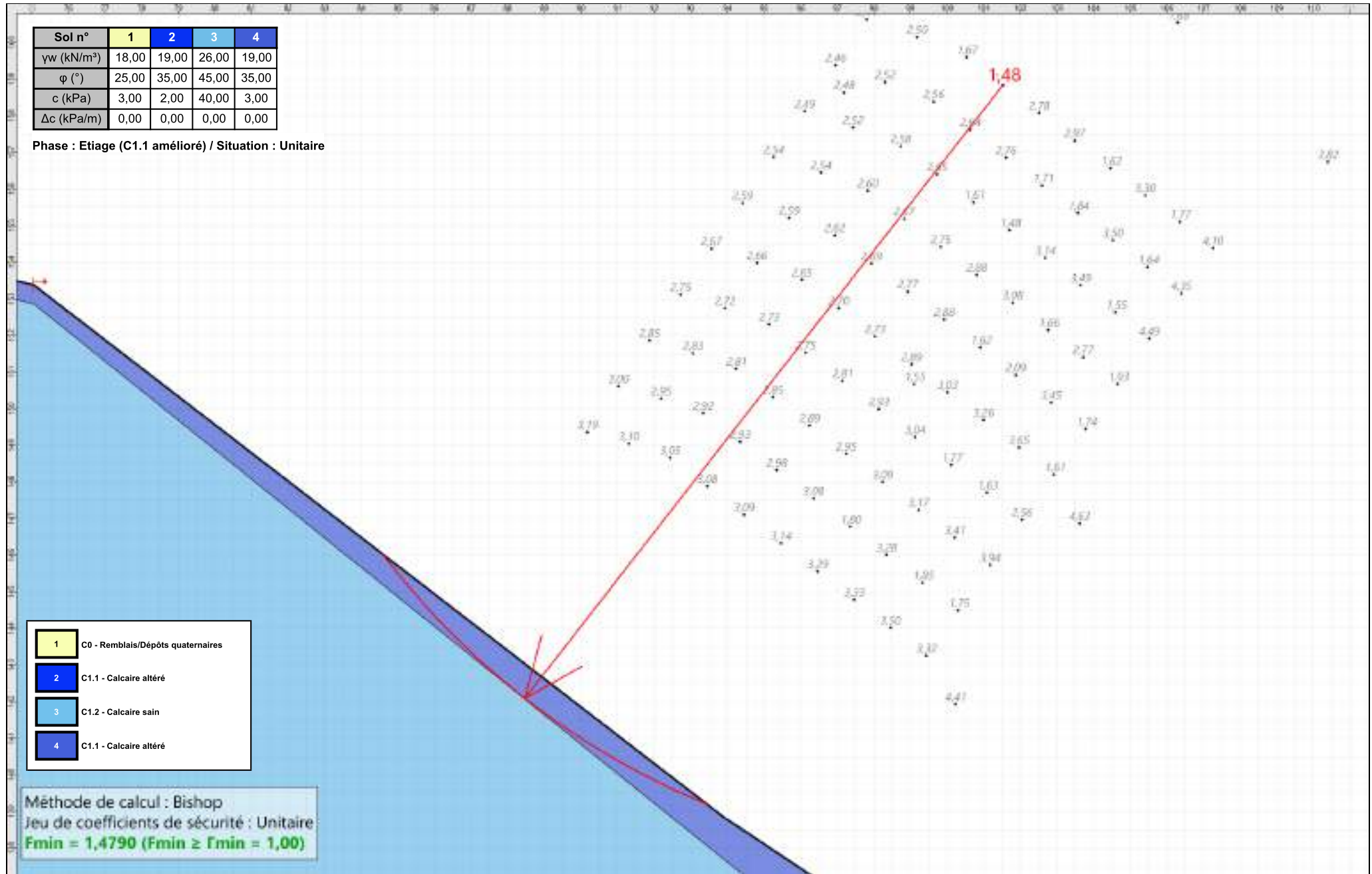
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage (passage imposé C1.2) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



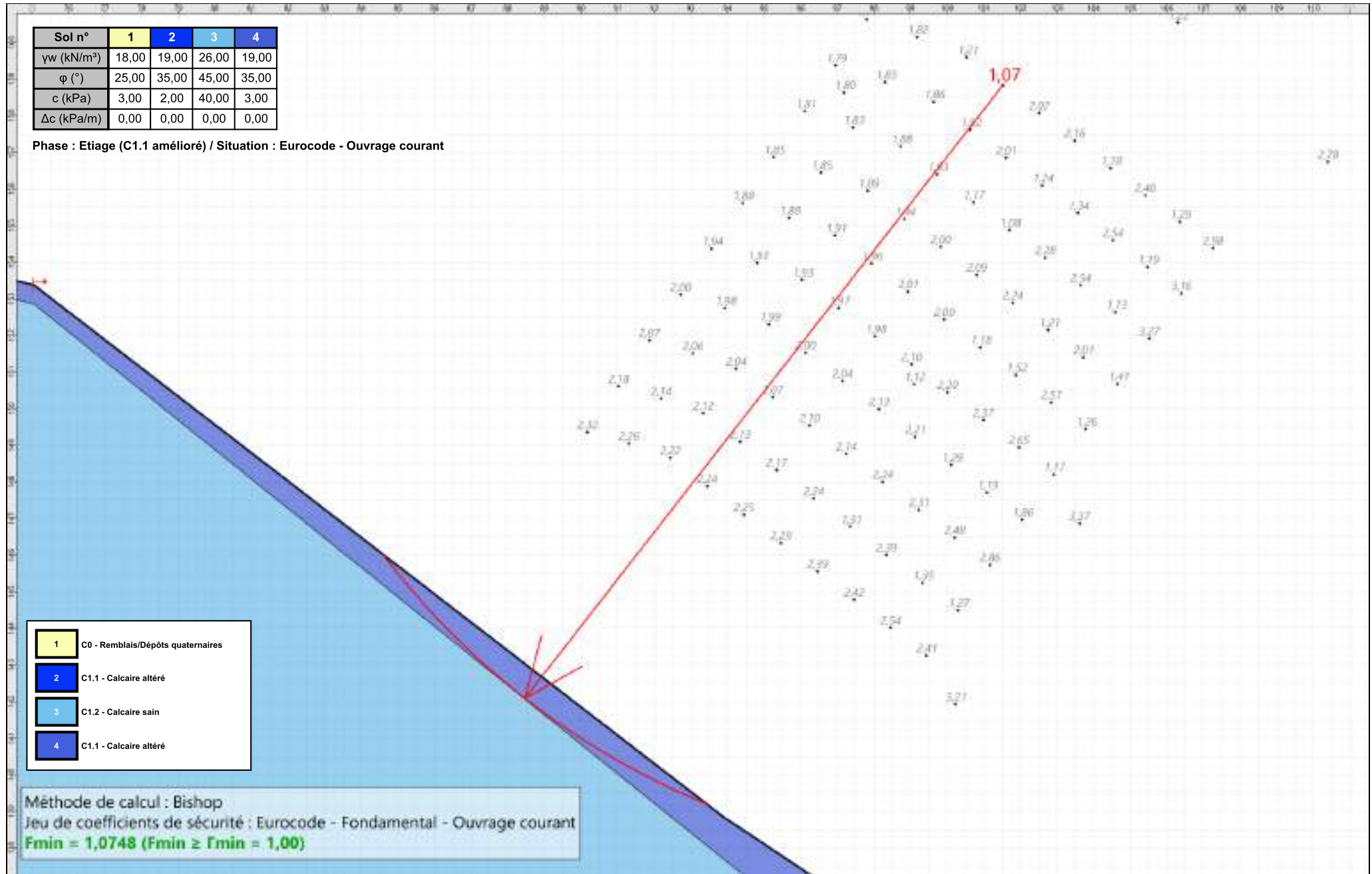
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage (C1.1 amélioré) / Situation : Unitaire



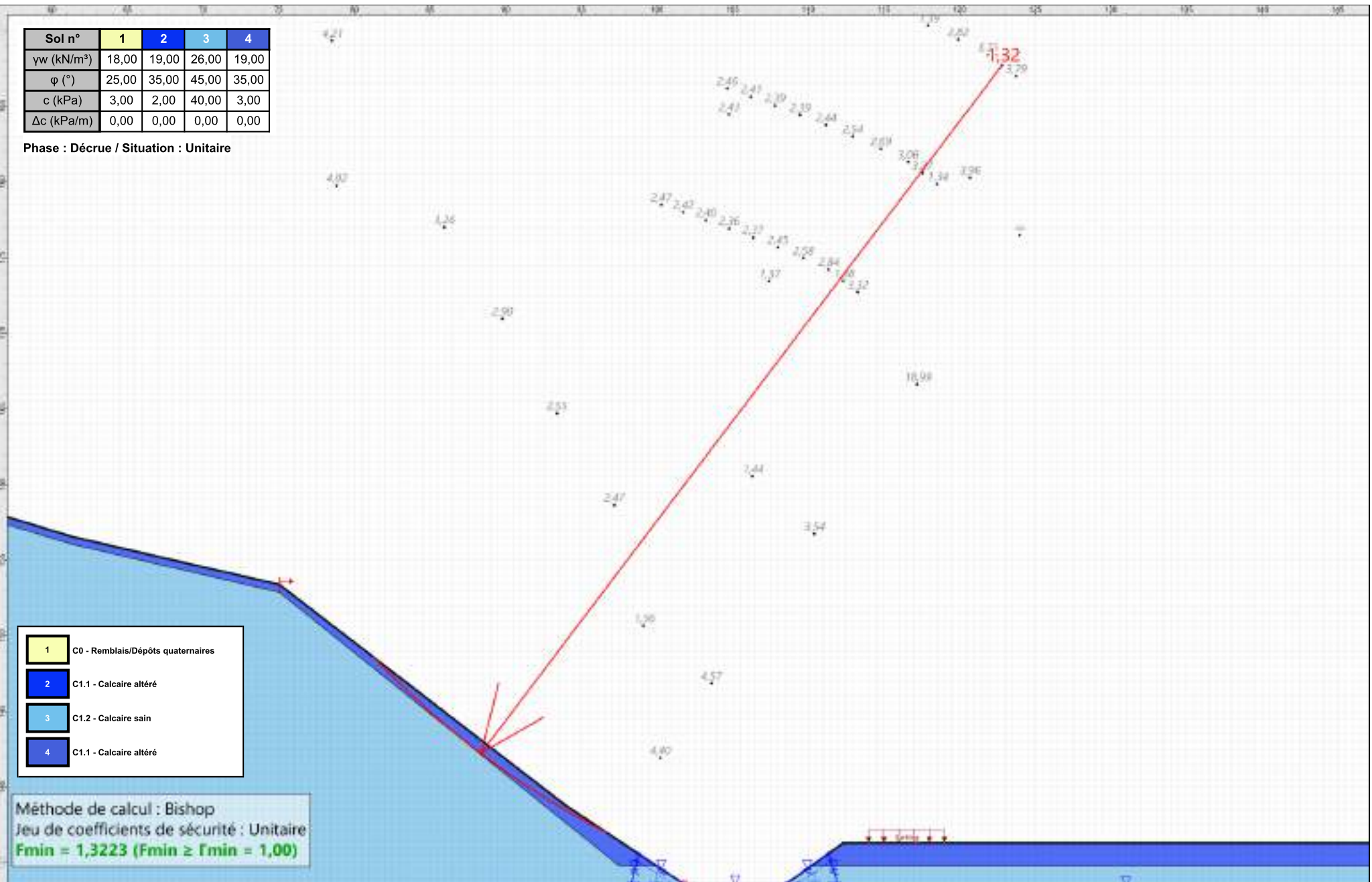
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage (C1.1 amélioré) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



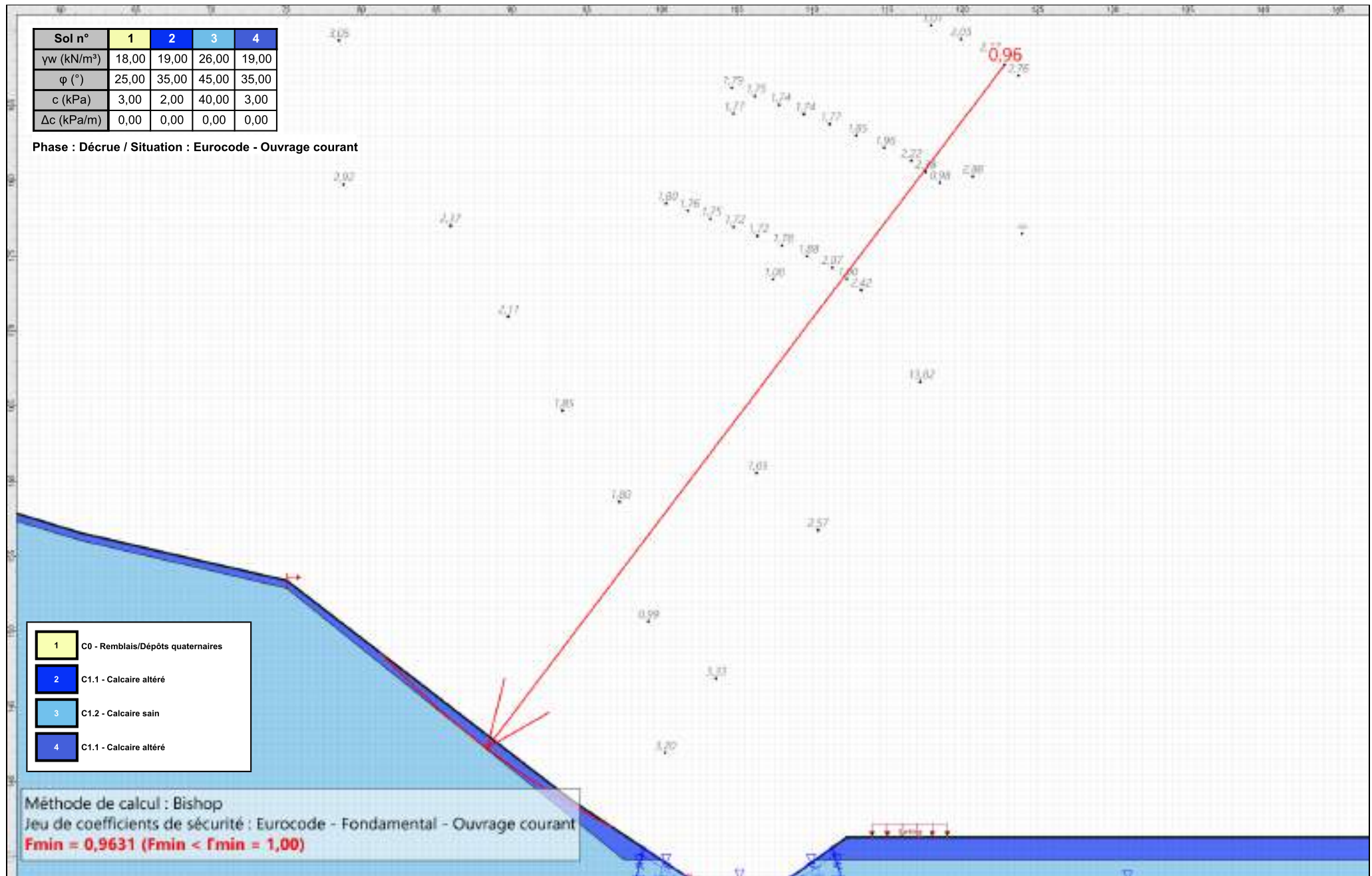
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décru / Situation : Unitaire



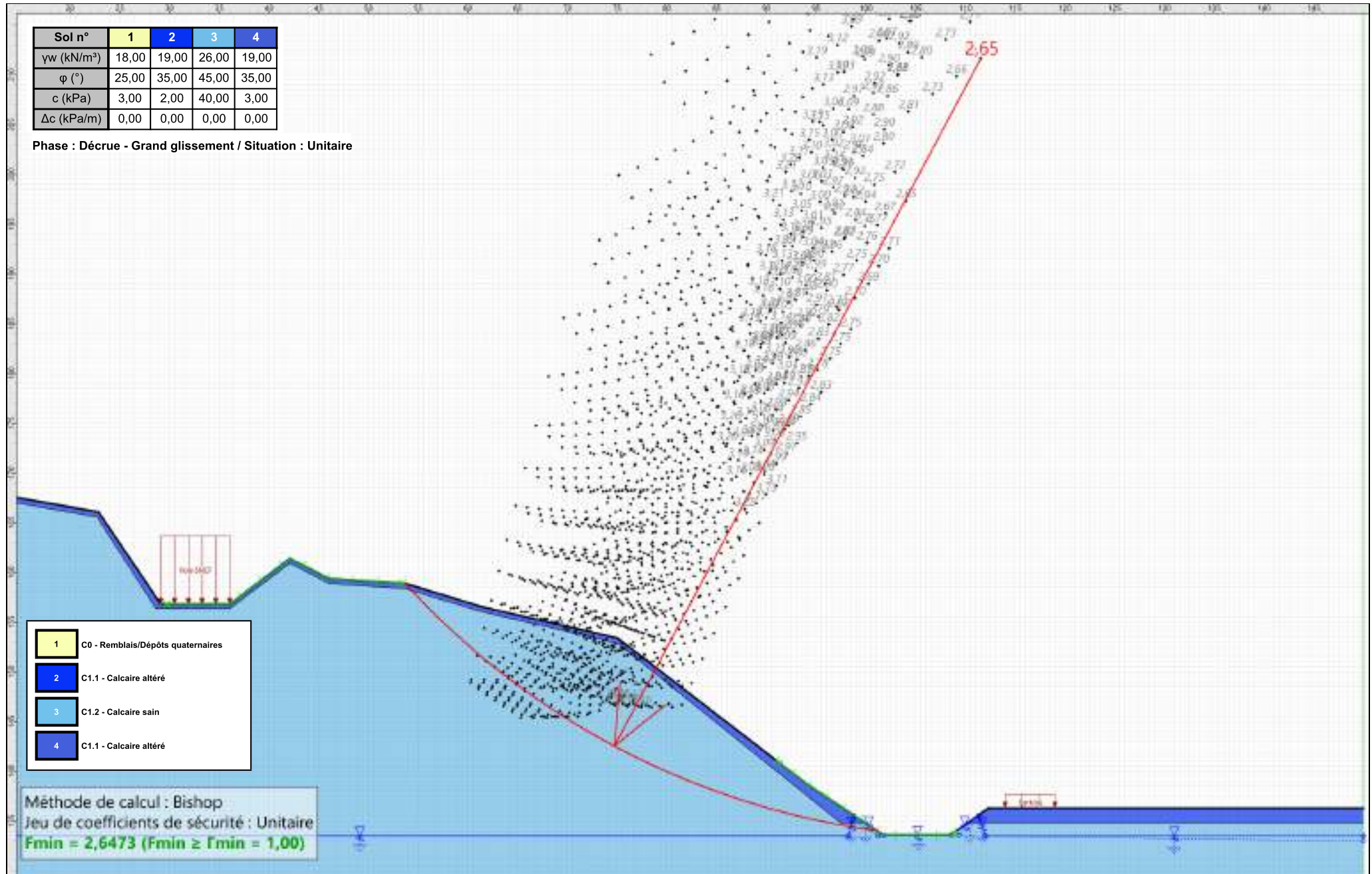
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



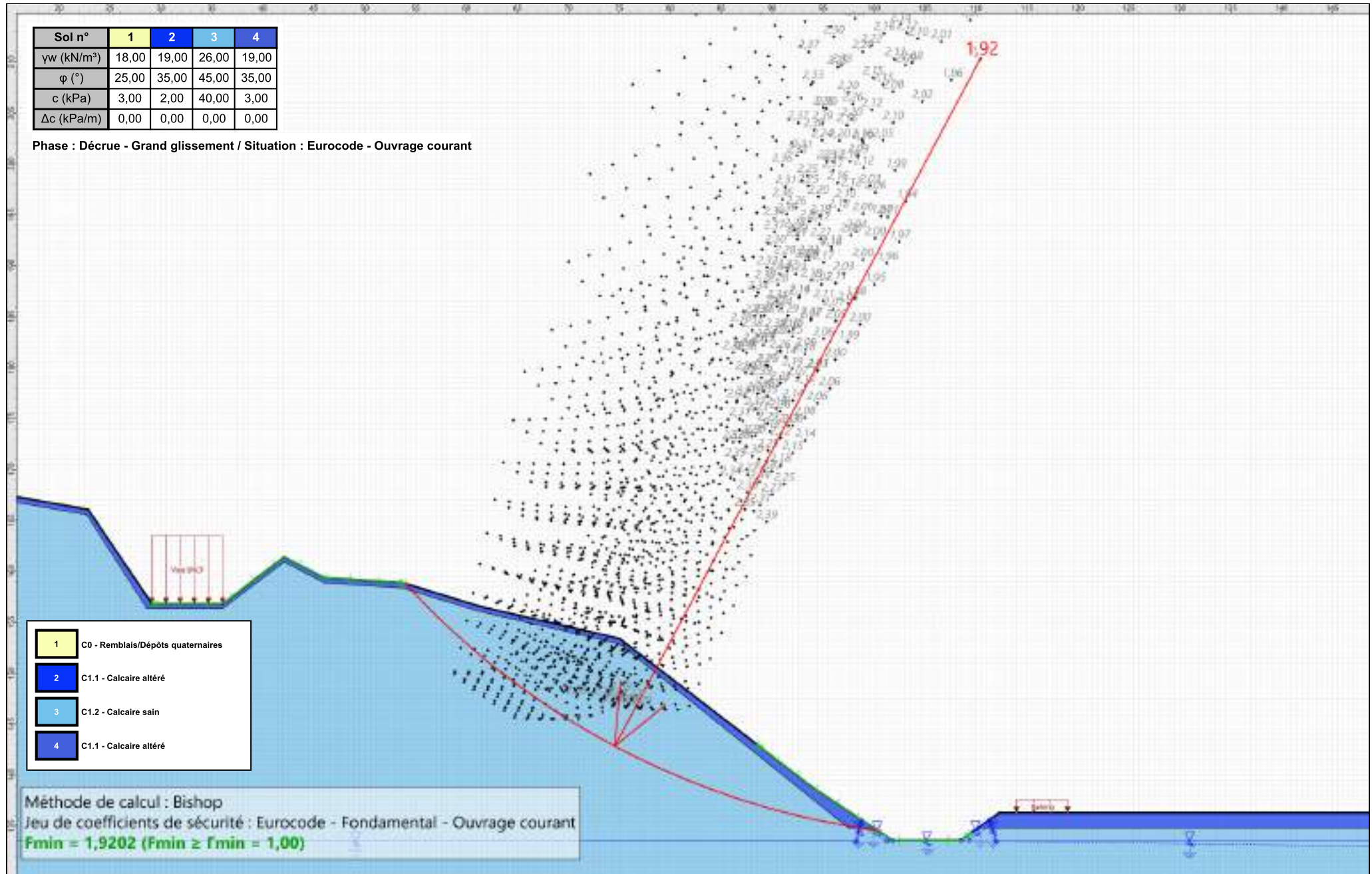
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Grand glissement / Situation : Unitaire



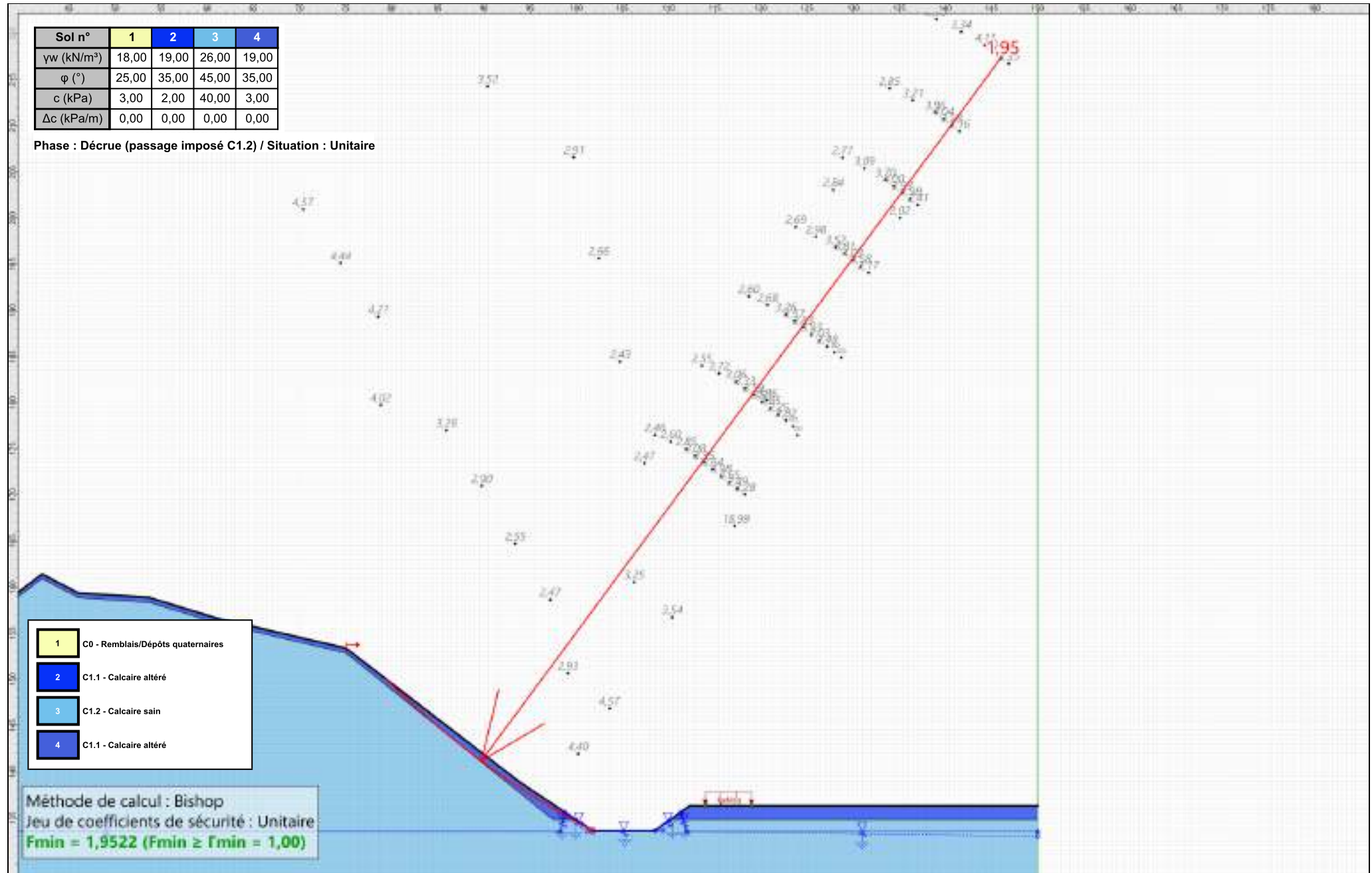
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décru - Grand glissement / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

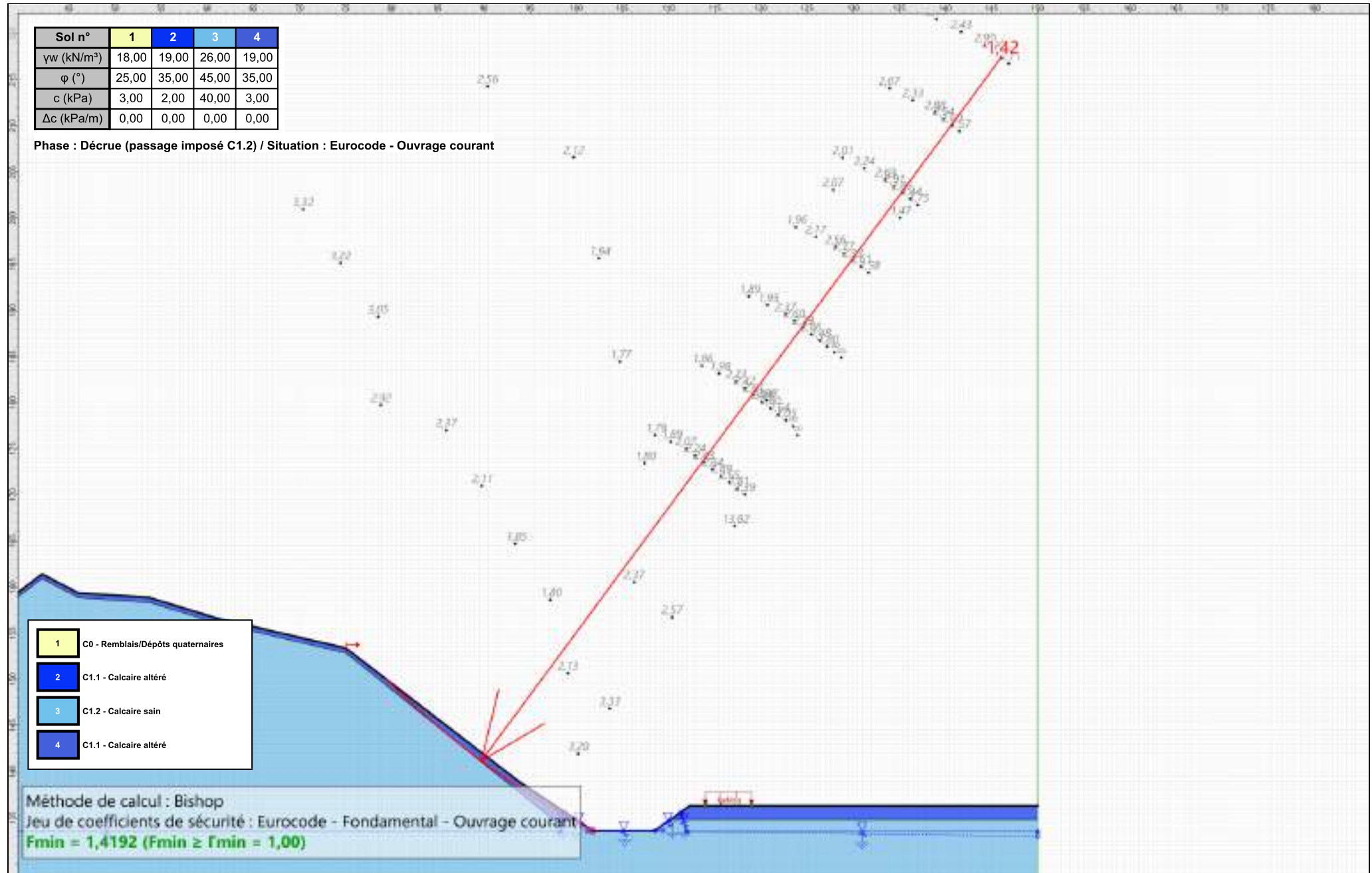
Phase : Décrue (passage imposé C1.2) / Situation : Unitaire



1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain
4	C1.1 - Calcaire altéré

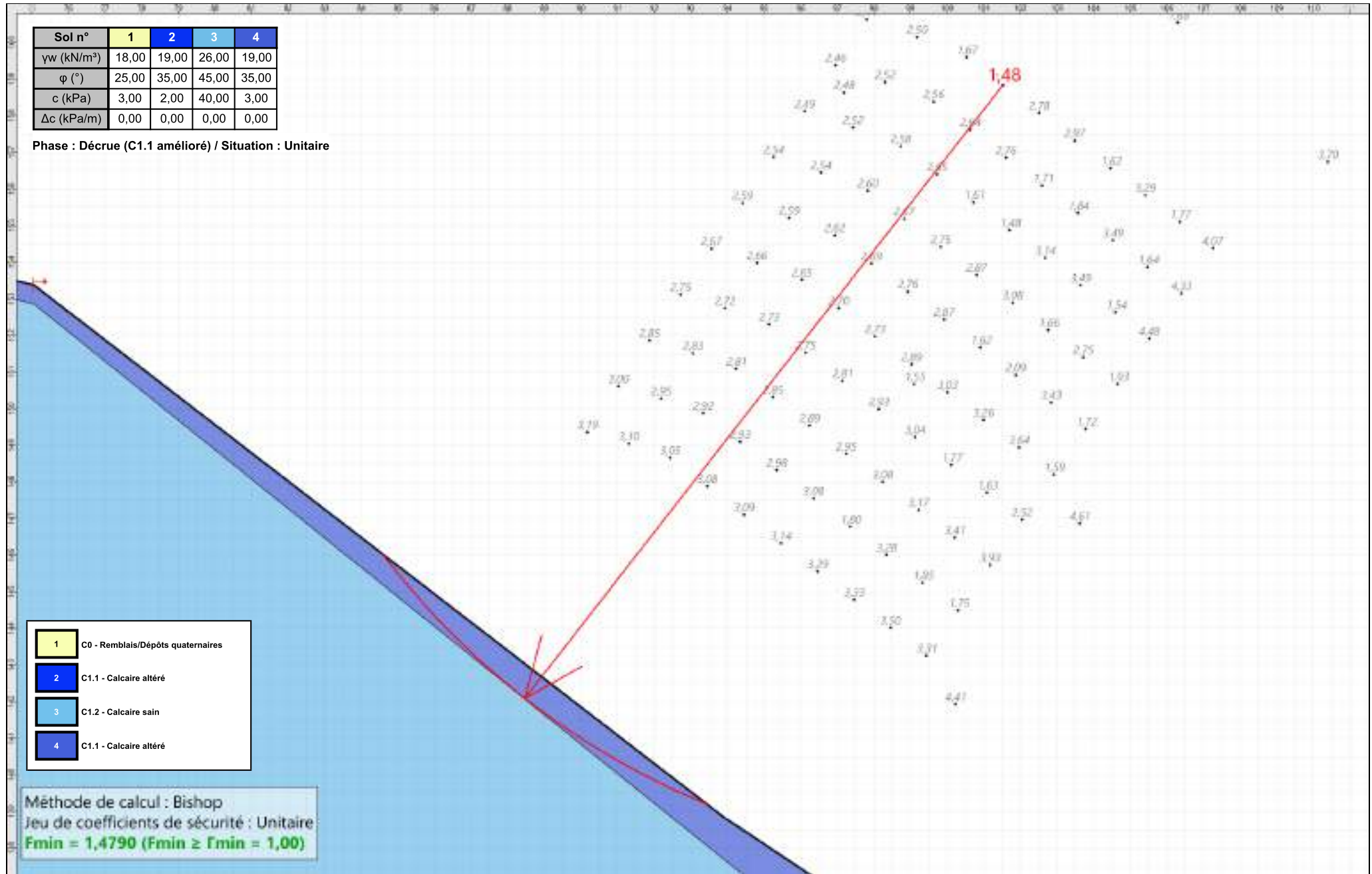
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue (passage imposé C1.2) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



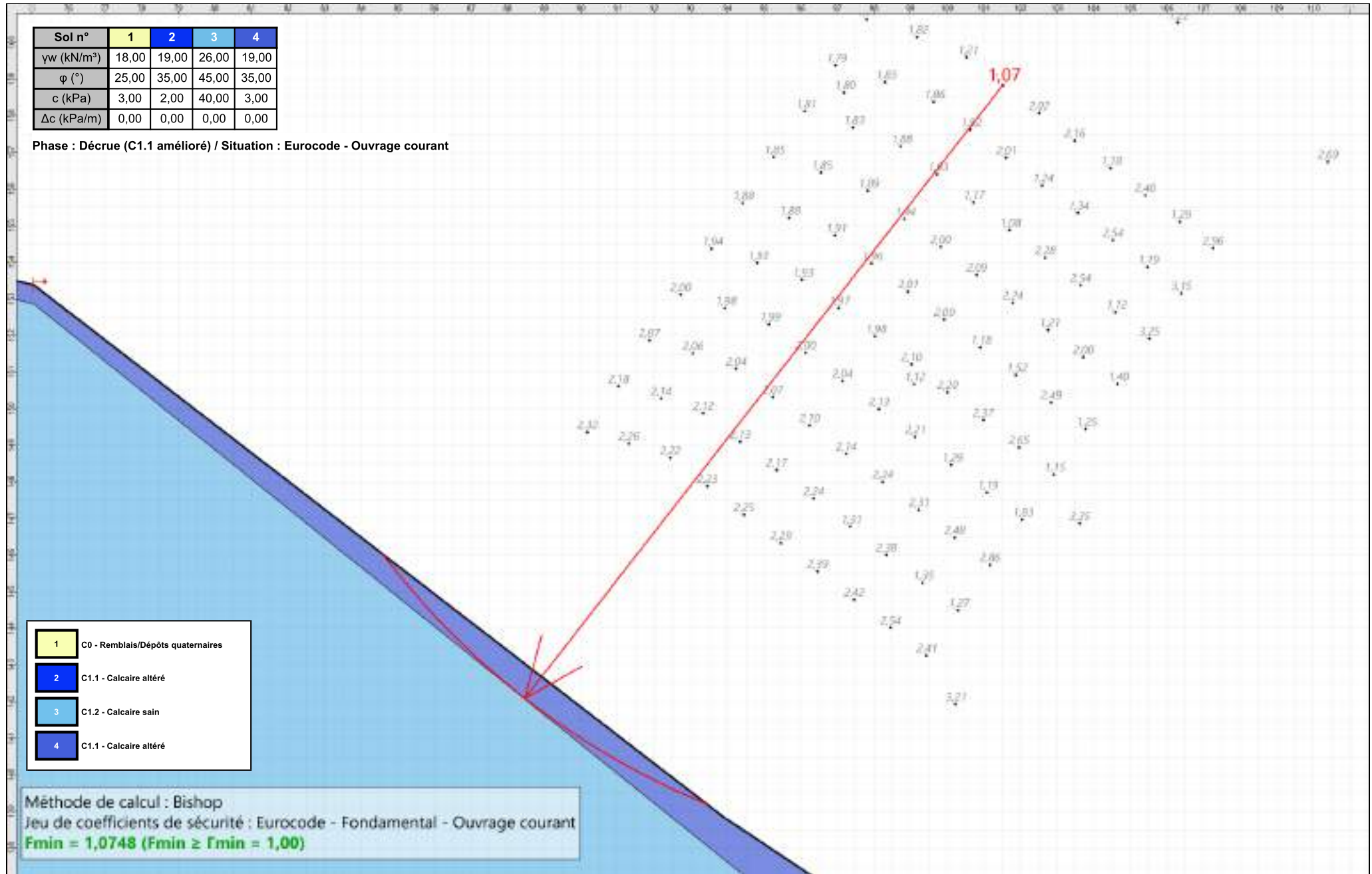
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue (C1.1 amélioré) / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	35,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue (C1.1 amélioré) / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 6

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
18	70,568	132,905	21	100,000	130,900	31	0,000	151,907	32	8,400	147,007	33	14,280	140,600	34	18,530	140,600
35	21,060	143,599	36	47,187	139,580	37	57,780	137,950	38	69,740	134,850	39	76,218	134,850	40	78,618	132,550
41	82,698	132,599	42	82,722	133,398	43	100,000	133,398	44	54,764	132,100	45	100,000	132,100	46	52,670	134,167
47	100,000	132,905	48	78,248	132,905	49	82,698	132,905	50	56,159	138,199	51	68,500	132,890	52	56,166	136,149
53	68,500	130,907	54	47,180	137,609	55	21,133	143,056	56	18,654	140,085	57	14,164	140,066	58	14,776	140,069
59	8,137	146,533	60	14,123	140,110	61	0,000	151,133	62	65,693	132,100	63	49,578	137,219			

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
36	31	32	37	32	33	38	33	34	39	34	35	40	35	36	42	37	38	43	38	39
45	40	41	47	42	43	51	46	44	54	18	48	55	48	39	56	48	40	58	49	41
59	49	42	60	49	47	61	36	50	62	37	50	63	18	51	65	50	51	66	21	53
68	54	55	69	55	56	70	56	58	73	58	57	74	57	60	77	60	59	78	59	61
80	52	62	81	62	44	82	62	45	83	62	53	84	54	63	85	63	36	86	63	46
87	63	52																		

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques	
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

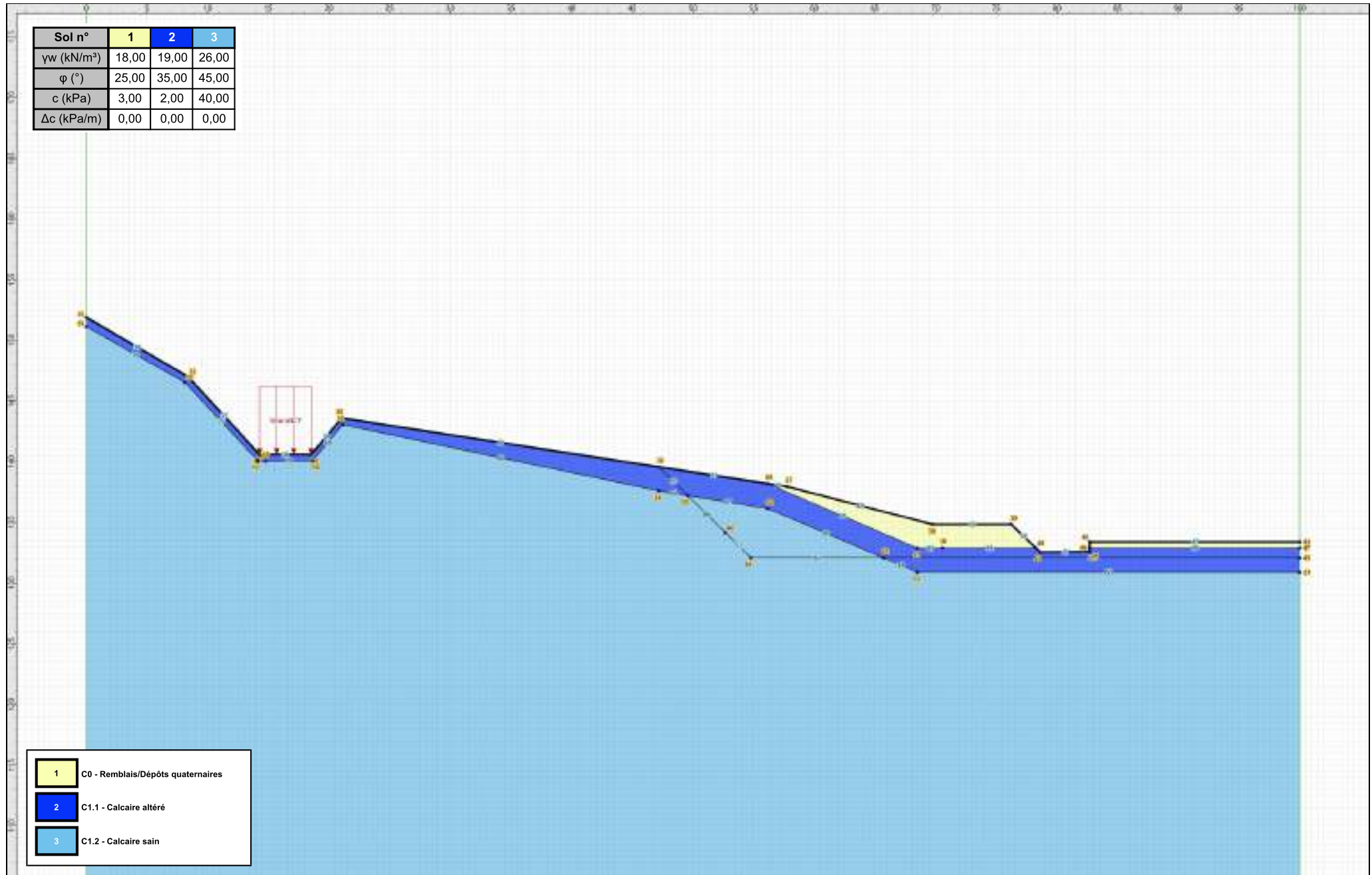
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voie sNCF	14,280	140,600	50,0	18,530	140,600	50,0	90,00



Talren v6
v6.2.16

Imprimé le : 4 févr. 2025 14:09:59
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 6

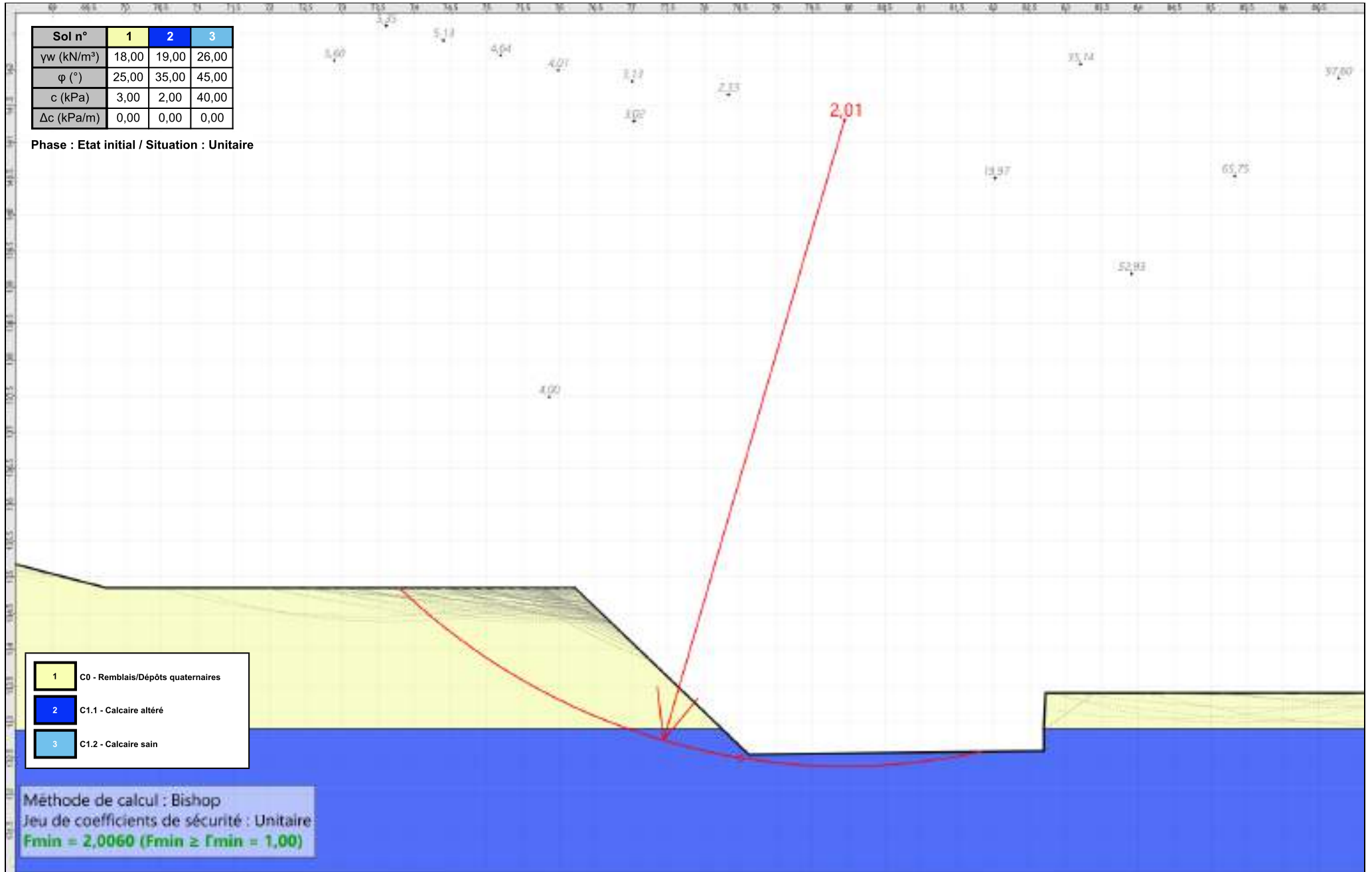
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00



- 1 C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
- 2 C1.1 - Calcaire altéré
- 3 C1.2 - Calcaire sain

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

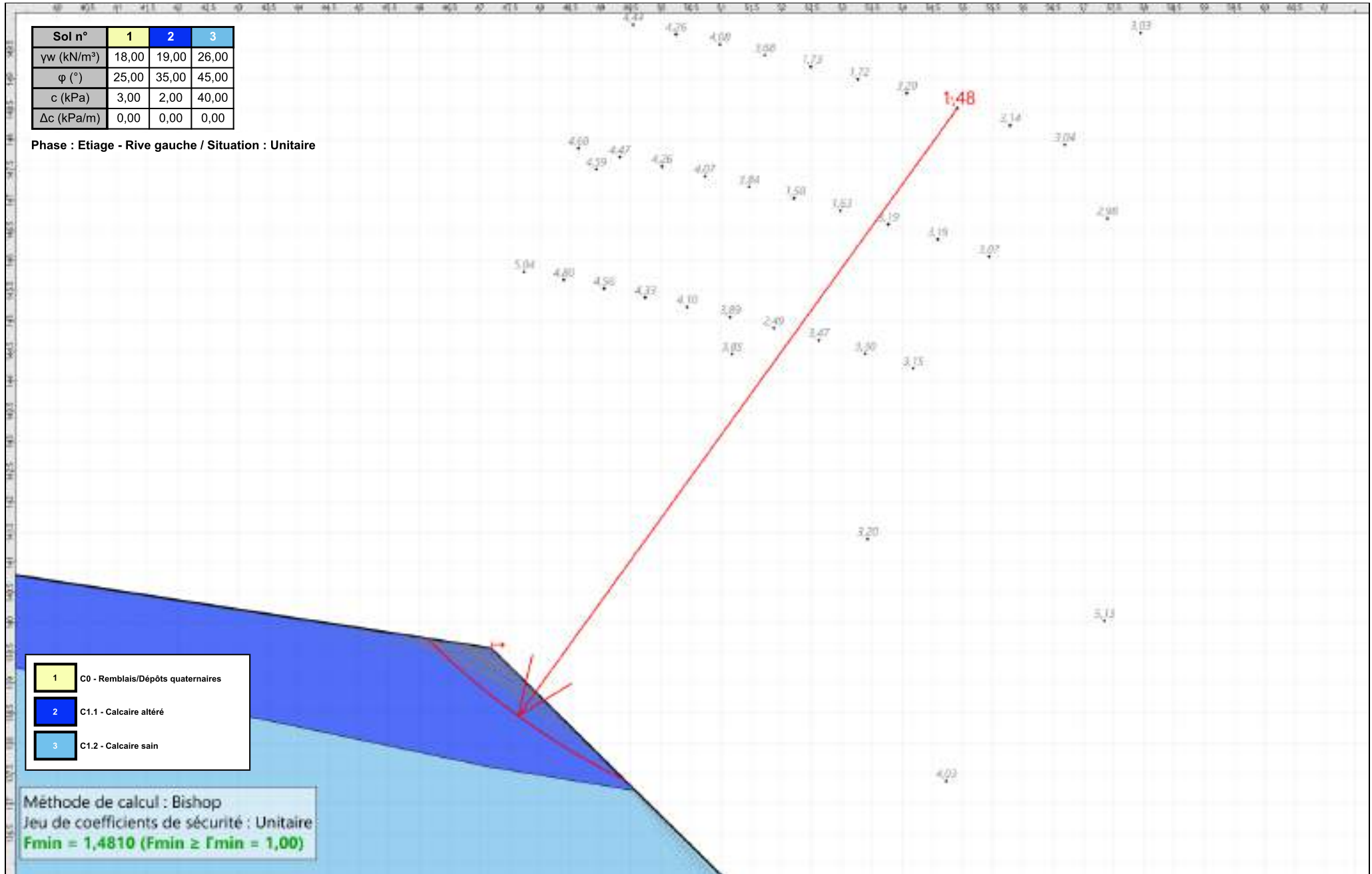
Phase : Etat initial / Situation : Eurocode - Ouvrage courant

1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,1745 (Fmin $\geq$ Fmin = 1,00)

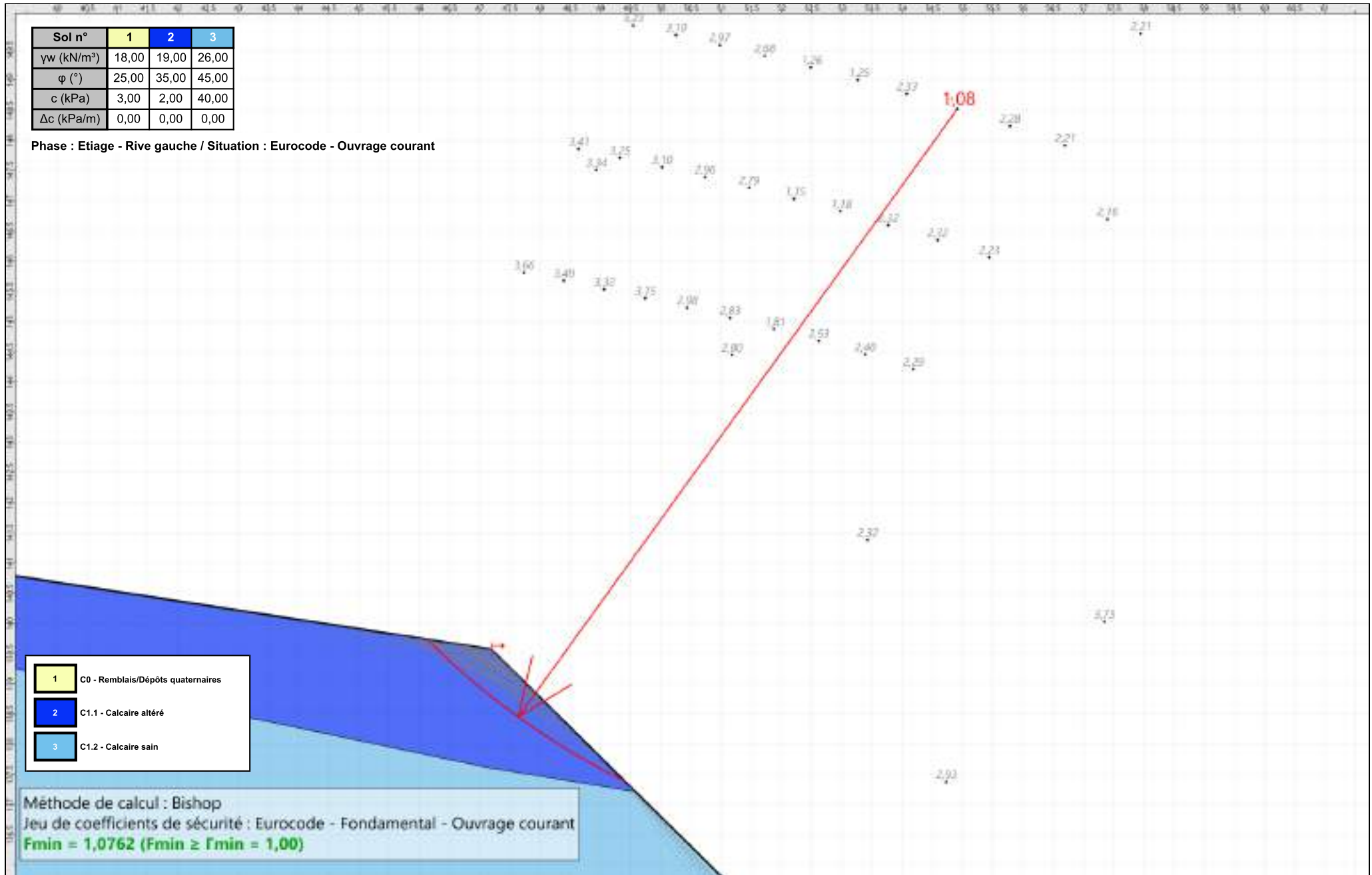
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Unitaire



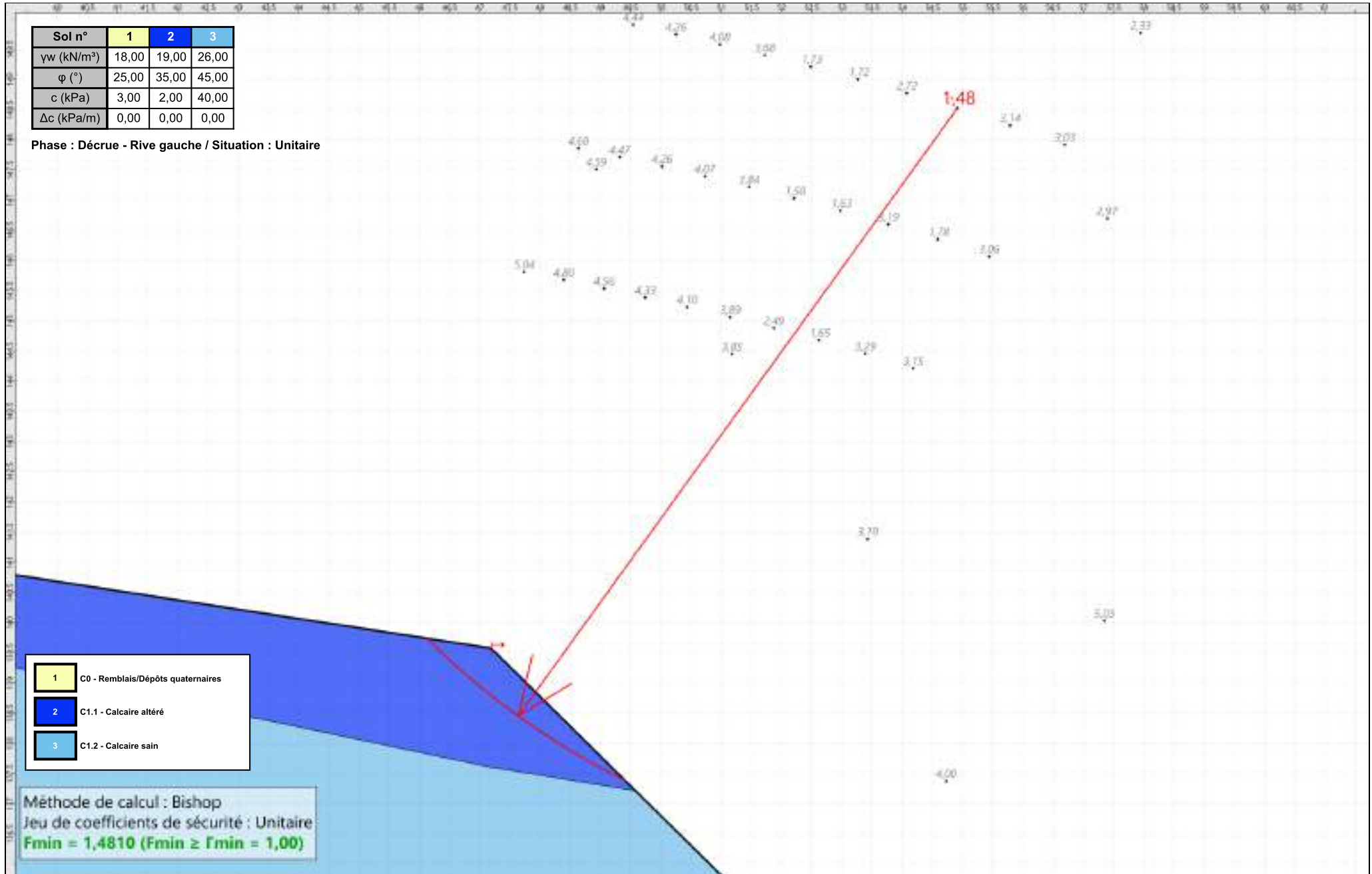
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



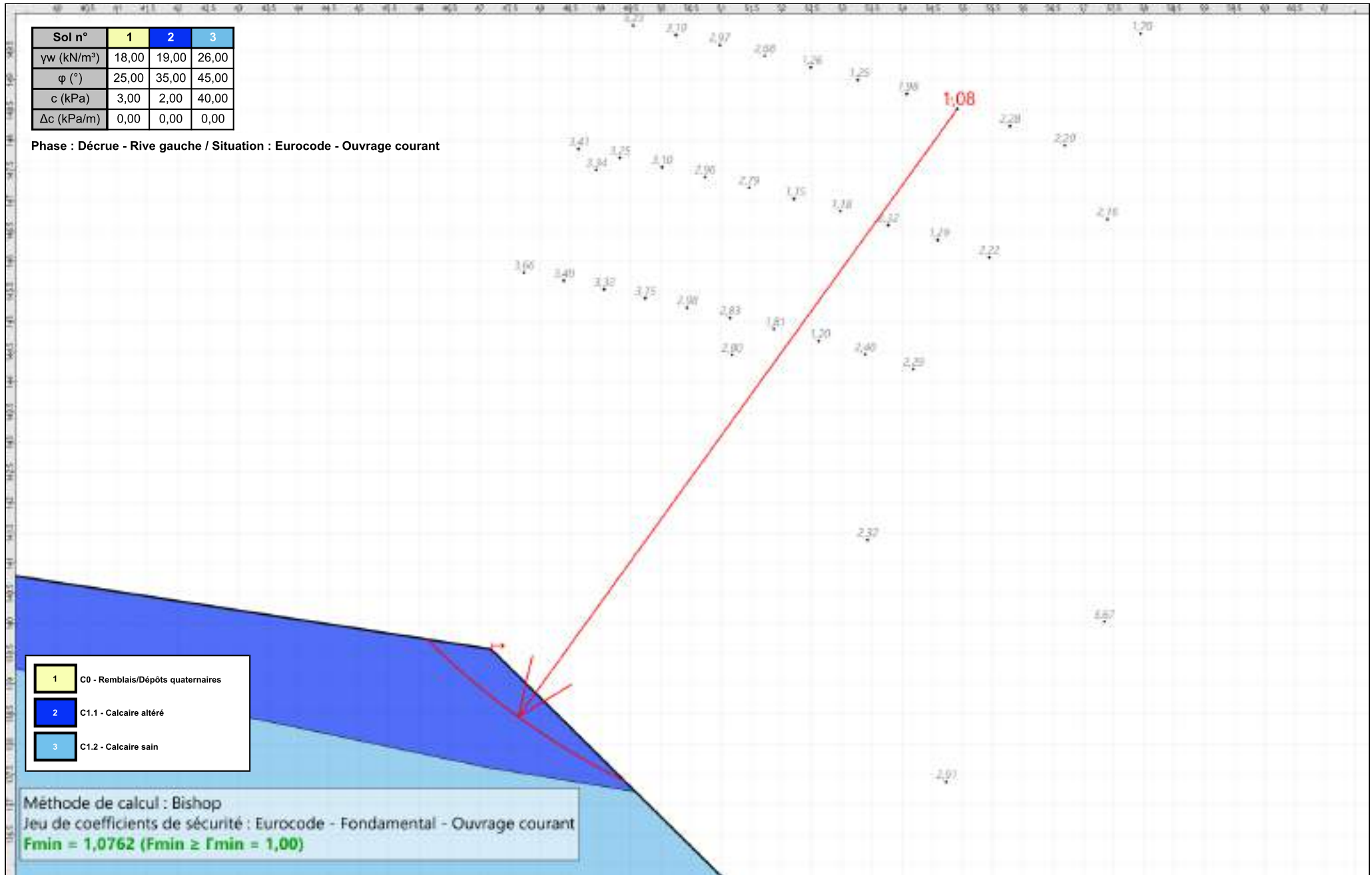
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 9 - Rive droite

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
7	-0,000	129,500	8	-80,000	129,500	9	-0,000	127,600	10	-80,000	127,600	12	-57,431	129,500	13	-0,000	132,560
14	-22,464	132,560	15	-29,638	128,960	16	-46,288	128,960	17	-53,539	132,600	18	-80,000	132,600	19	-28,562	129,500
20	-47,364	129,500															

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
12	12	8	13	9	10	14	13	14	15	14	19	16	19	7	18	19	15	19	15	16
21	17	18	23	20	16	24	20	17	25	20	12									

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques	
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

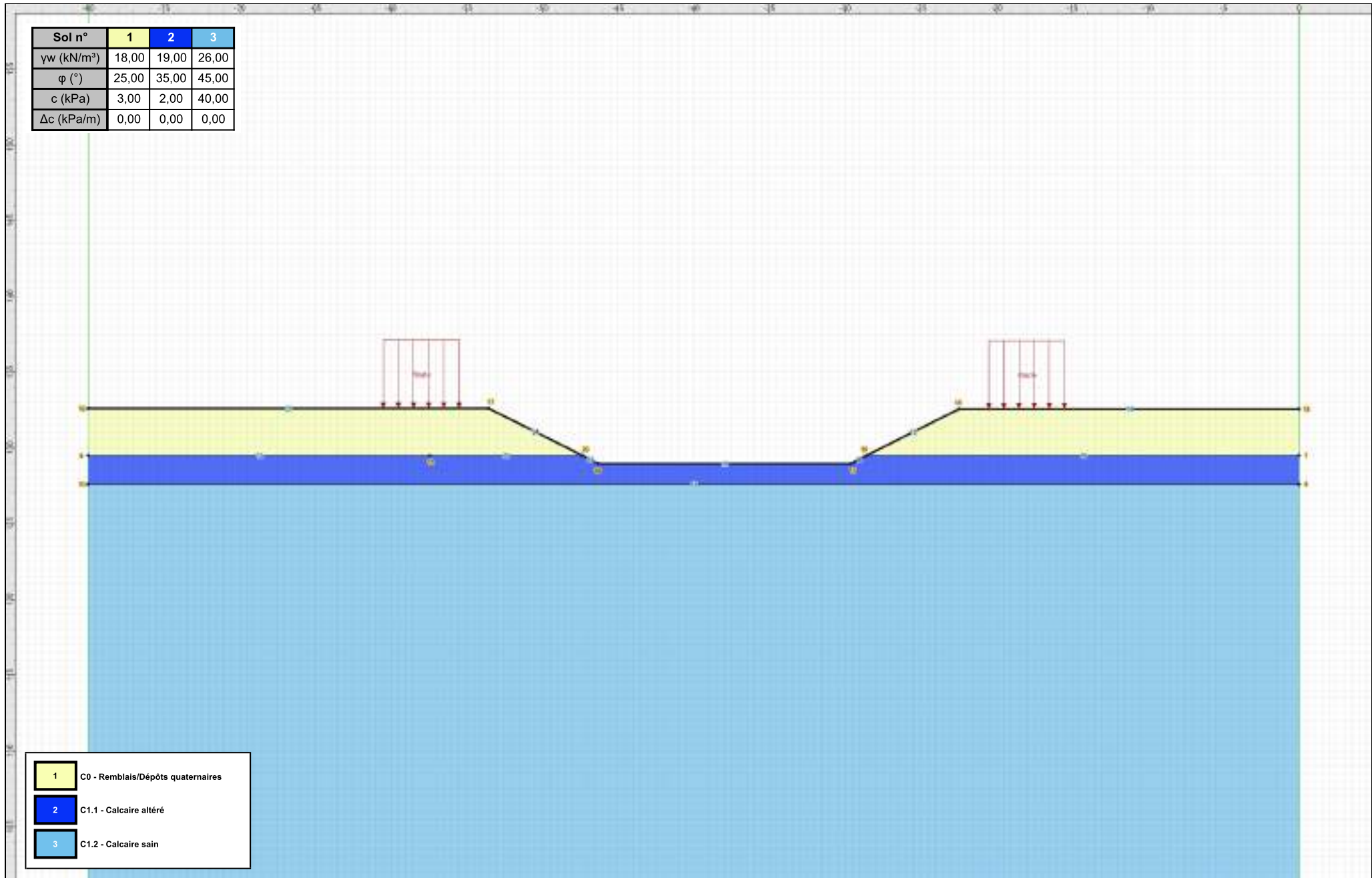
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Route	-20,500	132,560	10,0	-15,500	132,560	10,0	90,00
2	Route	-60,500	132,600	10,0	-55,500	132,600	10,0	90,00



Talren v6
v6.2.16

Imprimé le : 4 févr. 2025 14:21:24
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 9 - Rive droite

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00



1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain



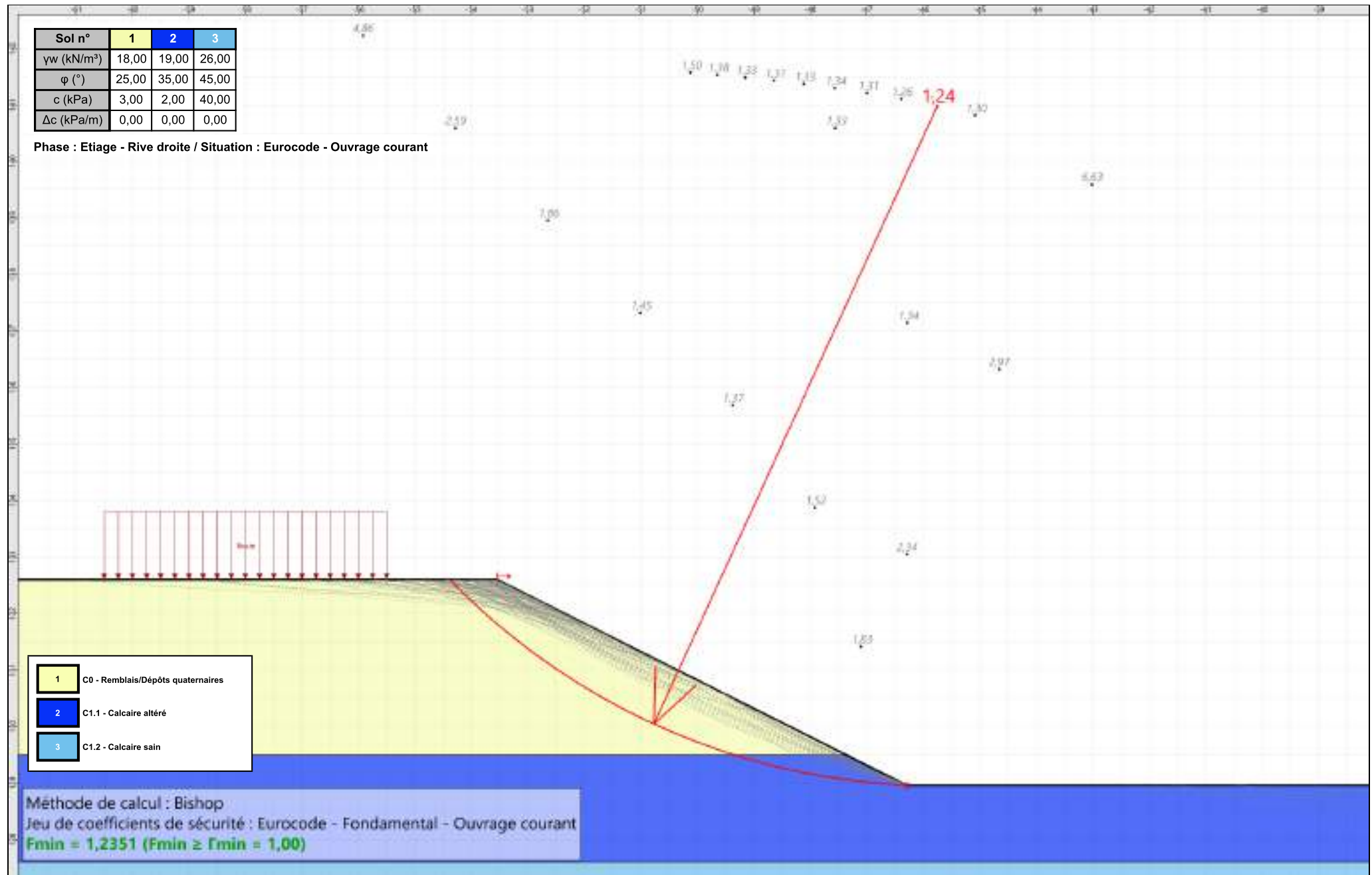
Talren v6
v6.2.16

Imprimé le : 4 févr. 2025 14:21:24
Calcul réalisé par : SEMOFI

Projet : Profil 9 - Rive droite

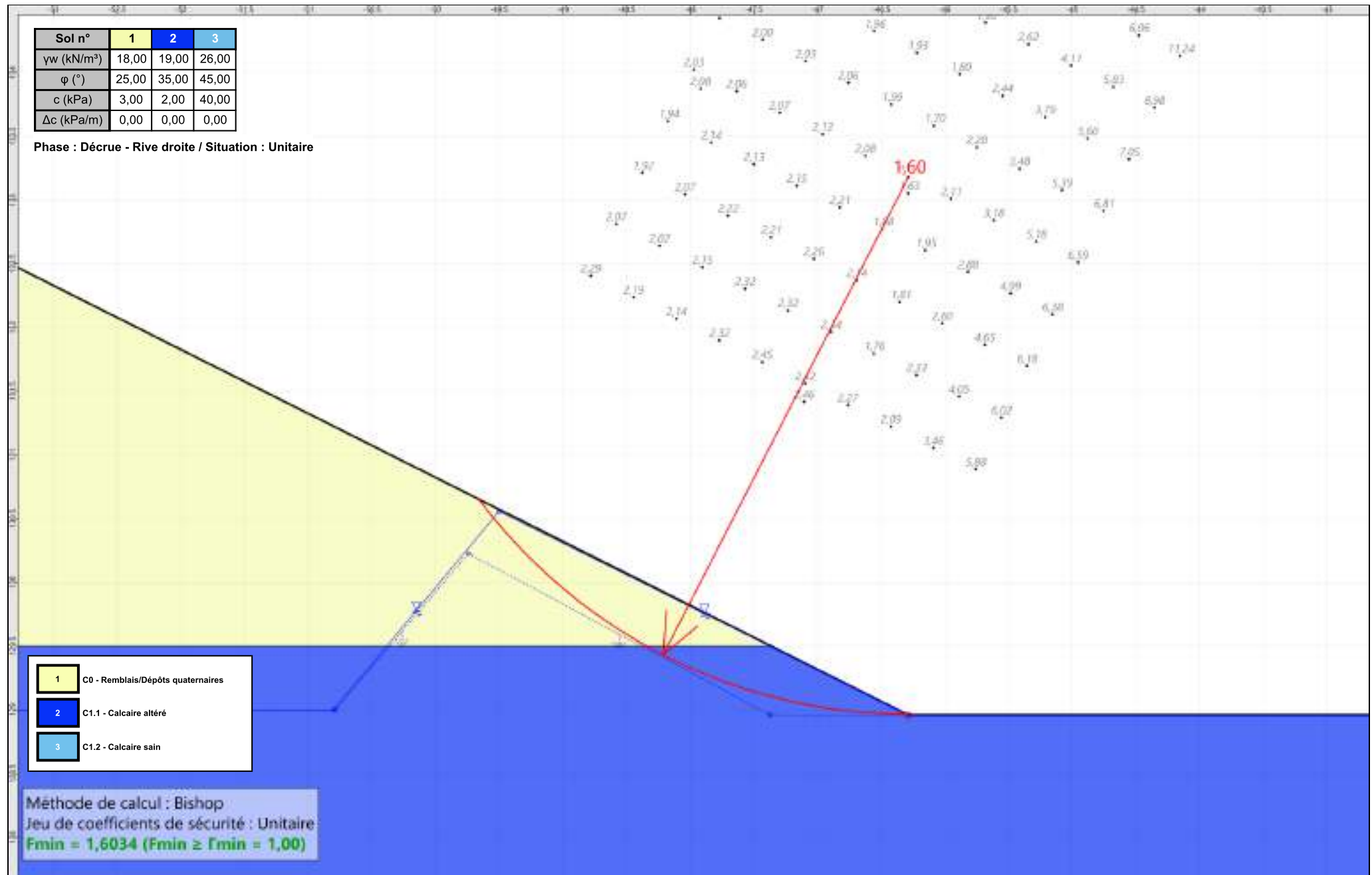
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive droite / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



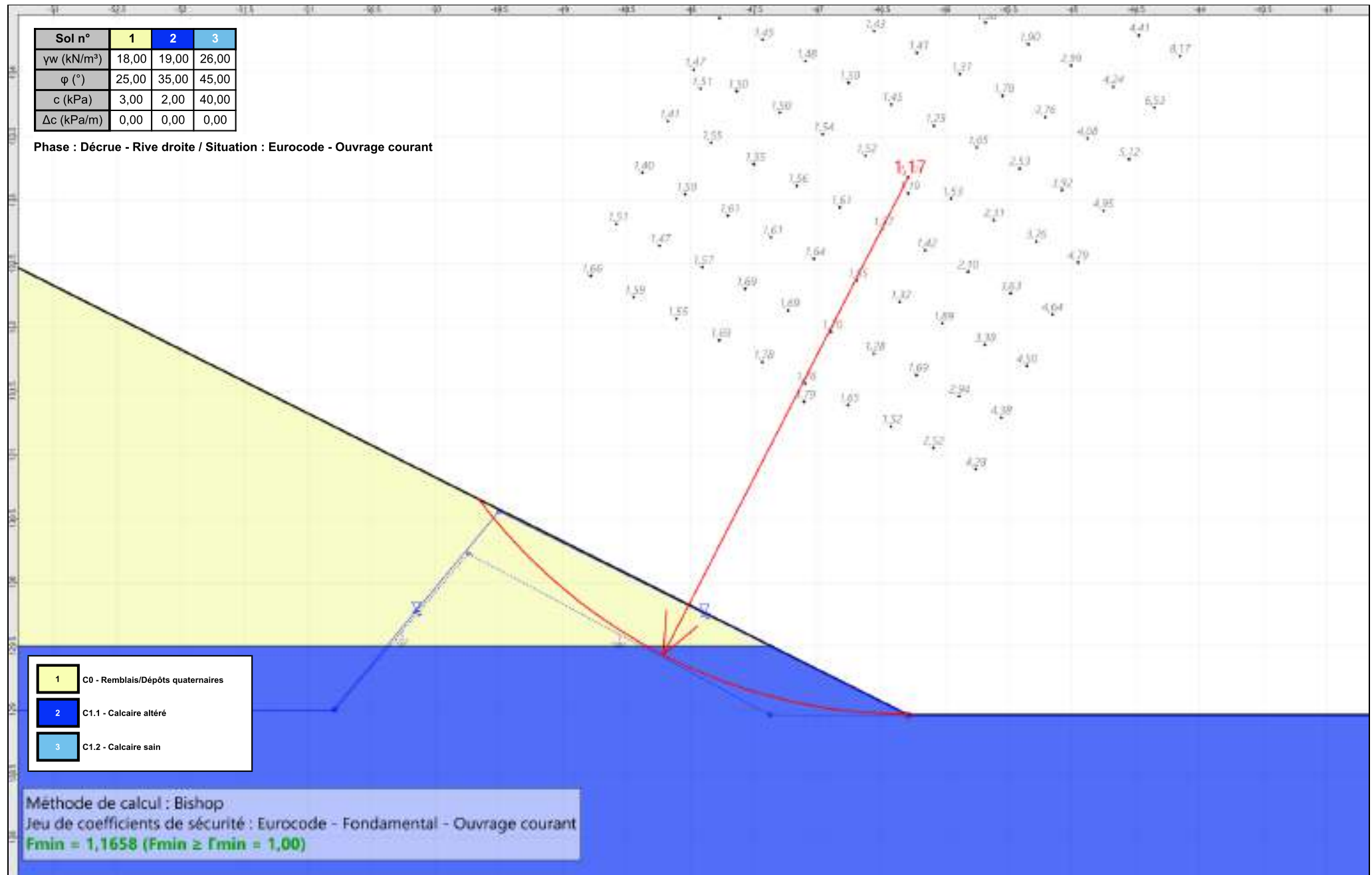
Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive droite / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue - Rive droite / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 9 _ Rive gauche

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
7	0,000	129,500	8	80,000	129,500	9	0,000	127,600	10	80,000	127,600	12	57,431	129,500	13	0,000	132,560
14	22,464	132,560	15	29,638	128,960	16	46,288	128,960	17	53,539	132,600	18	80,000	132,600	19	28,562	129,500
20	47,364	129,500															

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
12	12	8	13	9	10	14	13	14	15	14	19	16	19	7	18	19	15	19	15	16
21	17	18	23	20	16	24	20	17	25	20	12									

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques	
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non	

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Route	15,500	132,560	10,0	20,500	132,560	10,0	90,00
2	Route	55,500	132,600	10,0	60,500	132,600	10,0	90,00



Talren v6
v6.2.16

Imprimé le : 4 févr. 2025 14:11:01
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 9 _ Rive gauche

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage - Rive gauche / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 1,2410 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C23-19050

Titre du calcul : Profil 16

Lieu : Cahors

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	128,408	2	25,000	128,408	3	34,610	124,507	4	35,315	124,500	5	81,244	124,008	6	81,244	122,408
7	90,644	122,408	8	90,644	125,267	9	105,000	125,267	10	34,600	123,608	11	81,244	123,081	12	82,100	122,808
13	90,644	122,808	14	0,000	123,300	15	105,000	123,300	16	0,000	121,500	17	105,000	121,500	18	61,861	123,300
19	81,244	123,300	20	90,644	123,300	21	0,000	124,500	22	32,803	124,507						

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	5	6	11	6	7	6	7	8	7	13
10	8	9	13	11	12	14	12	13	15	16	17	16	14	18	17	18	10	18	18	11
19	18	19	20	19	5	21	19	11	23	20	13	24	20	8	25	20	15	26	3	22
27	22	2	28	22	10	29	22	21												

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	C1.1 - Calcaire altéré		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	C1.2 - Calcaire sain		26,0	45,00	40,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Remblais routier		19,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	C1.1 - Calcaire altéré		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	C1.2 - Calcaire sain		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
4	Remblais routier		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Surcharges réparties

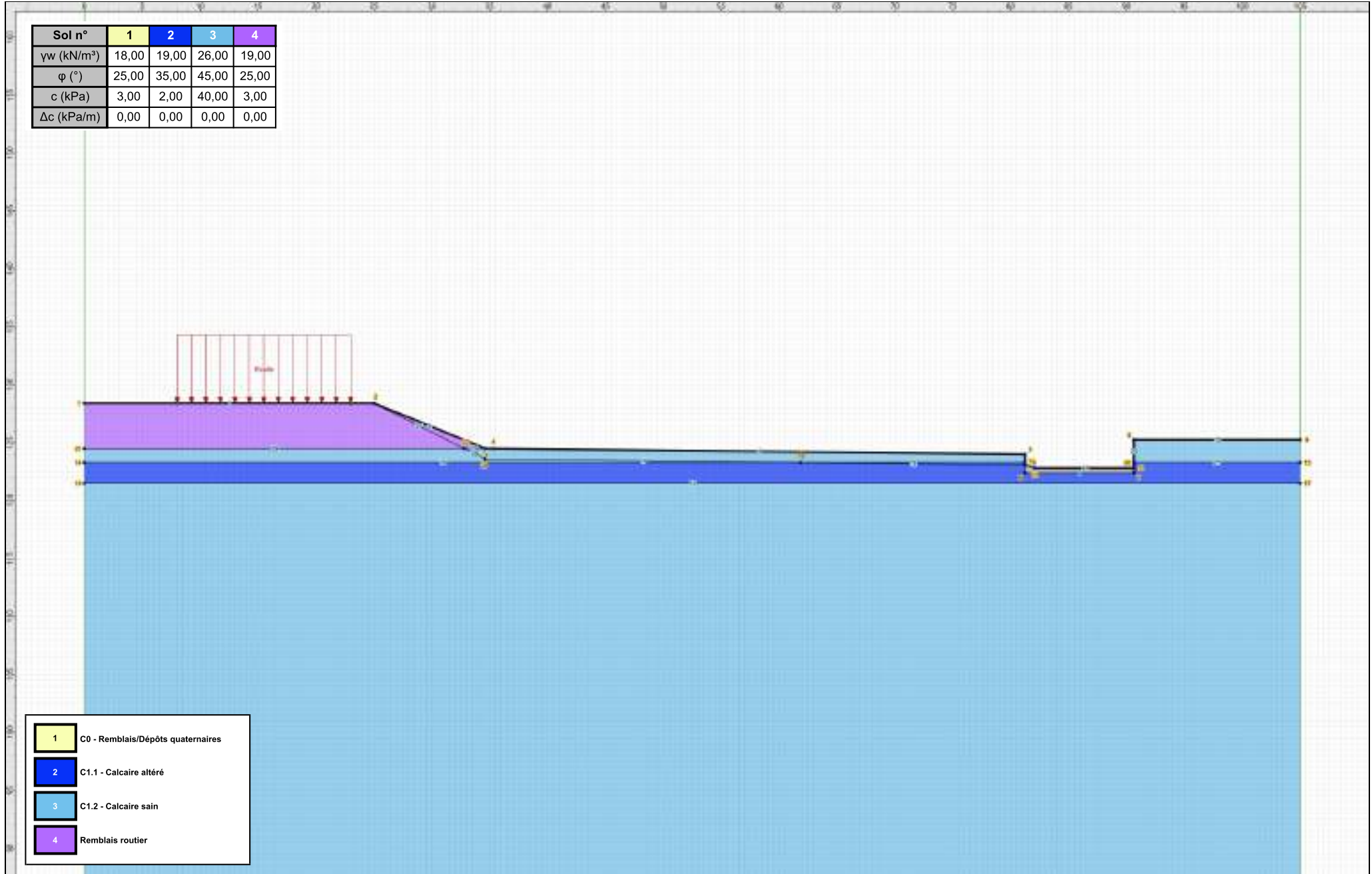
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Route	8,000	128,408	20,0	23,000	128,408	20,0	90,00



Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 19 févr. 2025 16:44:43
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Profil 16

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	25,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00



- 1 C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
- 2 C1.1 - Calcaire altéré
- 3 C1.2 - Calcaire sain
- 4 Remblais routier



Talren v6
v6.2.17

Imprimé le : 19 févr. 2025 16:44:43
Calcul réalisé par : SEMOFI

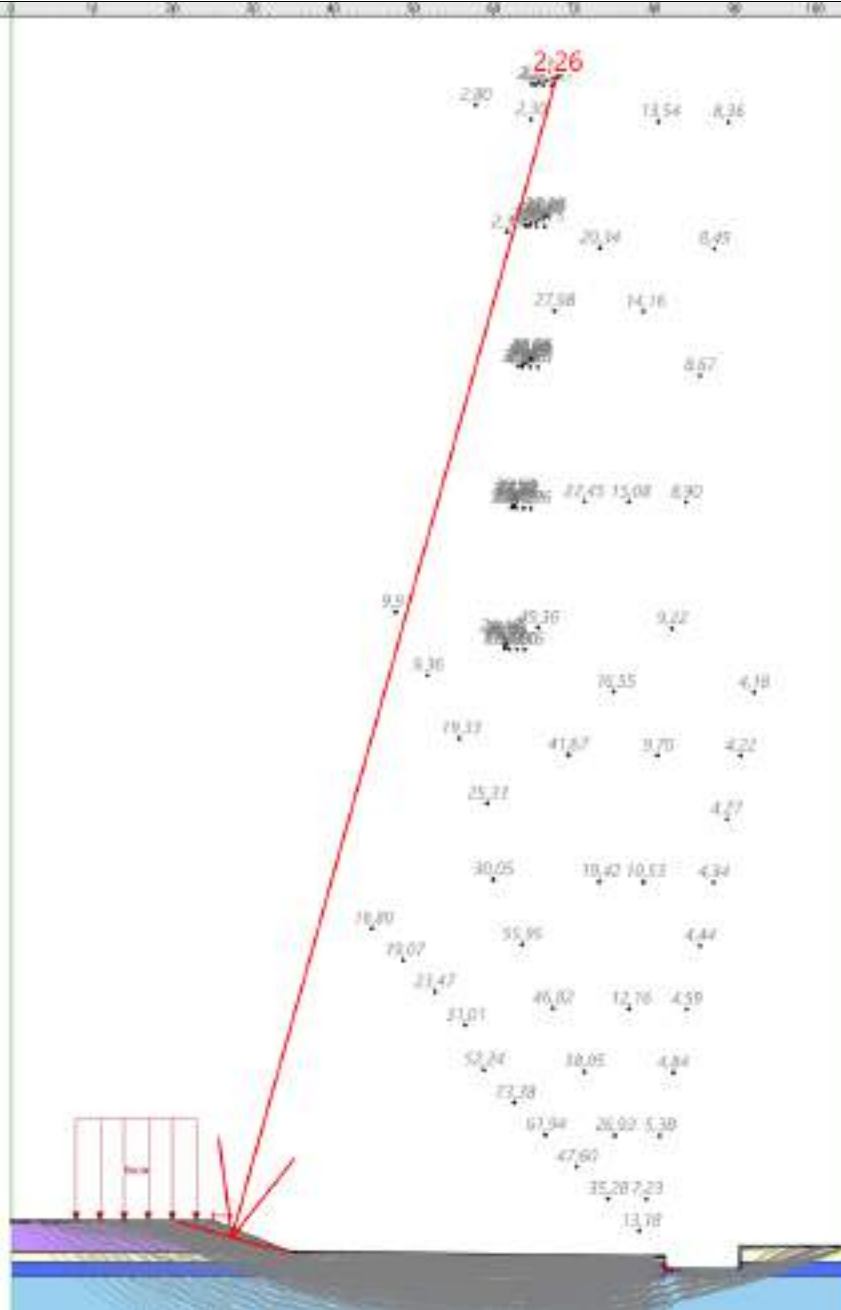
Projet : Profil 16

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	25,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial / Situation : Unitaire

1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain
4	Remblais routier

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire
Fmin = 2,2573 (Fmin $\geq$ Fmin = 1,00)



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	25,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etat initial / Situation : Eurocode - Ouvrage courant

1	C0 - Remblais/Dépôts quaternaires
2	C1.1 - Calcaire altéré
3	C1.2 - Calcaire sain
4	Remblais routier

Méthode de calcul : Bishop

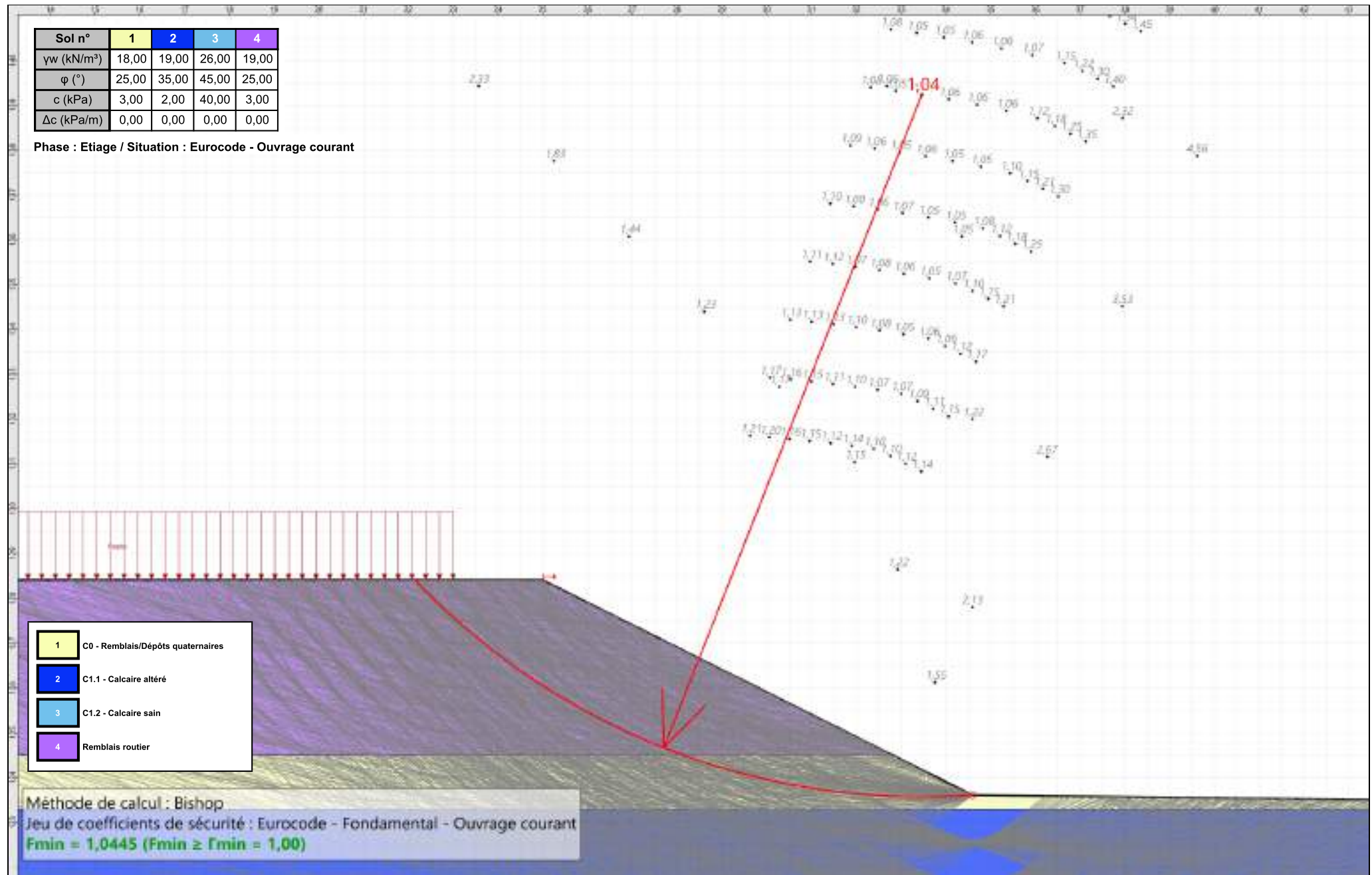
Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

$F_{min} = 1,6060$ ($F_{min} \geq F_{min} = 1,00$)



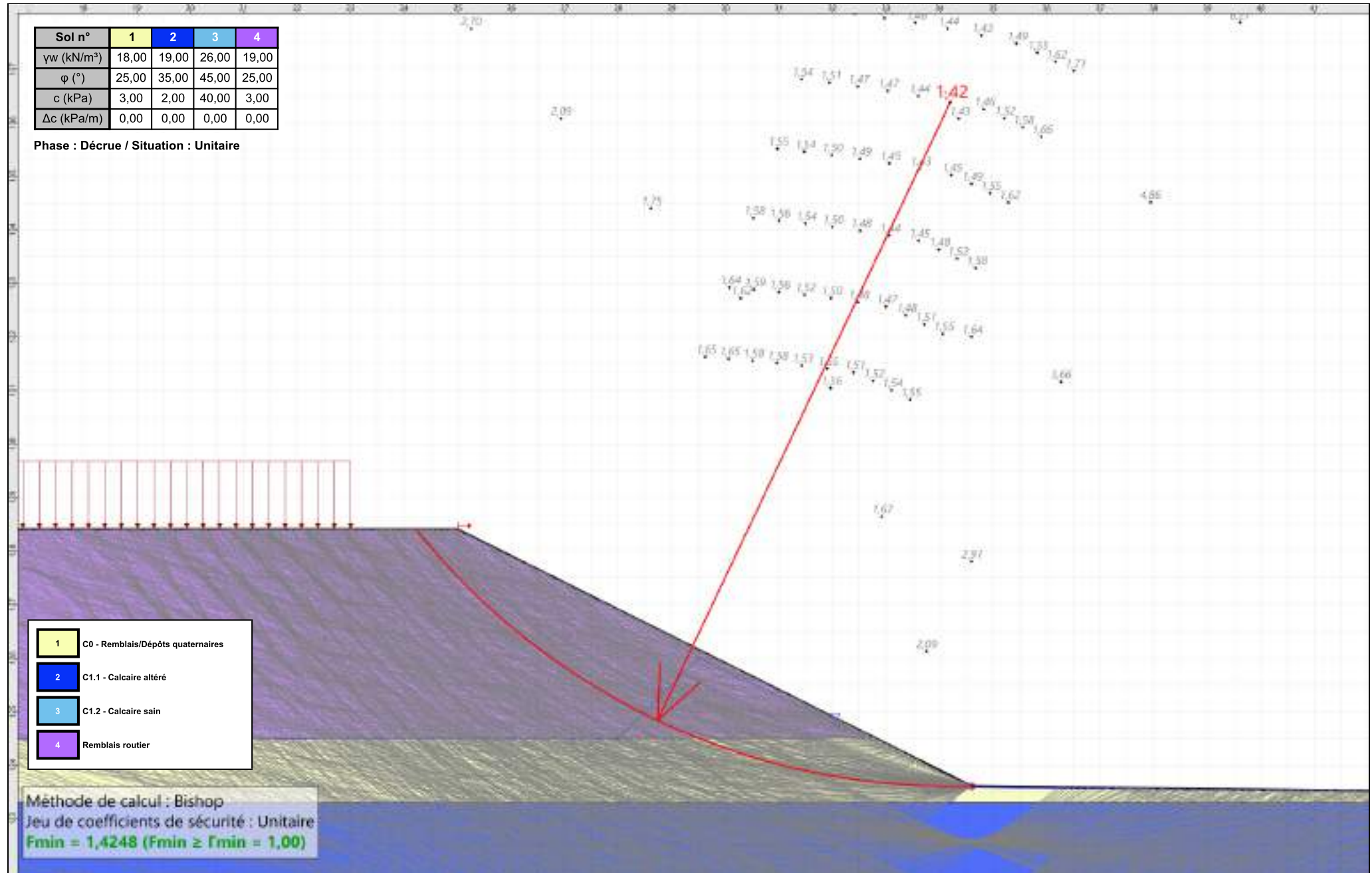
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	25,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



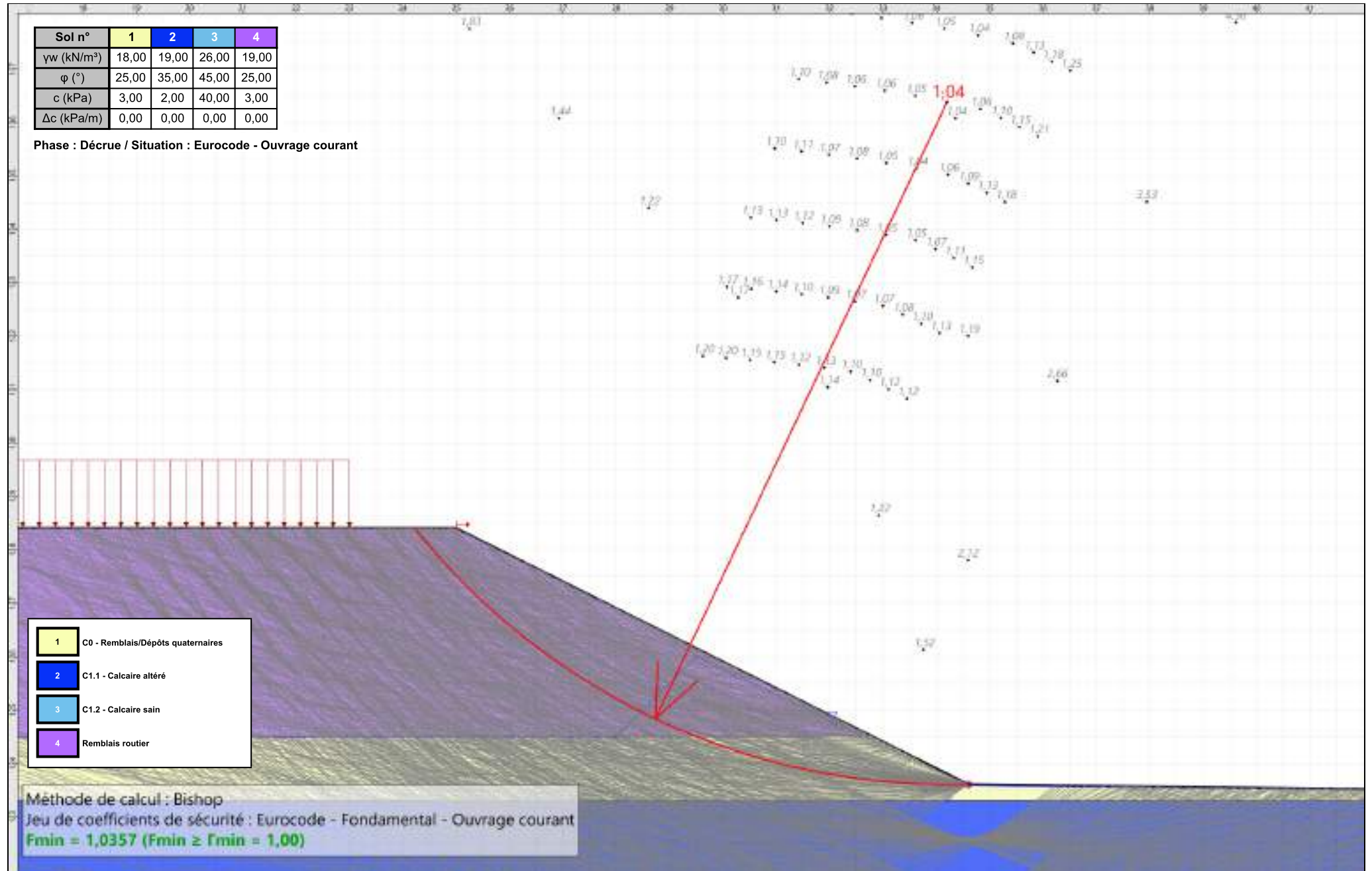
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	25,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décruée / Situation : Unitaire



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	18,00	19,00	26,00	19,00
φ (°)	25,00	35,00	45,00	25,00
c (kPa)	3,00	2,00	40,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Décrue / Situation : Eurocode - Ouvrage courant



ANNEXE 5 Classification des missions géotechniques types

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

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'avoisinants 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 avoisinants), 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 avoisinants), 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 géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).