



PROJET DE CREATION D'UNE RETENUE COLLINAIRE

VAL-DE-DAGNE (11)

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DU CARCASSONNAIS

1 Rue Pierre Germain

11 000 CARCASSONE

Missions G2 AVP/PRO

Réf Semofi	Date	Phase	Type	Indice	Pièce
C26-21934	05/05/2026	G2 AVP/PRO	RPT	A	01

Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Rédacteur	Superviseur	Approuvé par
A	05/05/2026	Rapport définitif – Diffusion après contrôle interne	M. M. CAMARA	M. F. LABAT	M. G. CASADO

Nombre de pages 49 + 7 Annexes

GRILLE DE REVISION

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

RESUME SYNOPTIQUE

C26-21934 – Mission G2 Phase AVP et PRO

CARCASSONNE AGGLO – Projet de construction d'une retenue collinaire – Val-de-Dagne (11)

Page | 2/48

Référence Dossier	C26-21934
Référence Devis	P24-38013
Commande	05/03/2026 (Acte d'engagement)
Maître d'Ouvrage	COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DU CARCASSONNAIS
Projet	Construction d'une retenue collinaire
Type de mission	Etude de conception G2 AVP/PRO
Autres missions associées	Etude des Sols et Sites et Pollués (SSP)
Adresse	VAL-DE-DAGNE (11)
Contexte particulier	Talweg
Conditions et risques géotechniques	
Géologie	Terre végétale, Colluvions / Alluvions Marnes bleues
Aléas géotechniques	Retrait-gonflement des argiles / Zone humide
Principes de construction	
Réutilisation des matériaux	Les déblais issus de la création du bassin pourront à priori être réutilisés pour constituer le corps du barrage projeté à condition de contrôler leur teneur en eau.
Clef d'ancrage	Nature des matériaux : identique au corps de barrage ; Largeur minimale en base : 3.0m (largeur des engins de compactage) ; Profondeur : 2.0m minimum Pente : 1H/1V.
Recommandations	Investigations et analyses complémentaires dans le cadre d'une mission G3 afin de préciser les dispositions constructives particulières en lien avec le contexte de site (hétérogénéité des matériaux constitutifs de la zone d'emprunt, présence de banc marno-calcaire, épaisseur de sol compressible, phasage des travaux...). L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique est recommandé et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maitrise d'œuvre du projet.
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	6
1.1	DEFINITION DE L'OPERATION.....	6
1.2	DOCUMENTS FOURNIS ET UTILISES	6
1.3	DEFINITION DU PROJET	7
1.3.1	<i>Description des ouvrages</i>	7
1.3.2	<i>Catégorie d'ouvrage.....</i>	8
2	ETUDE DE SITE (G1 ES).....	9
2.1	CONTEXTE DE SITE	9
2.2	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	11
2.3	ALEAS NATURELS POTENTIELS AU DROIT DU SITE.....	12
2.3.1	<i>Risque de retrait-gonflement des argiles</i>	13
2.3.2	<i>Risque sismique.....</i>	13
2.3.3	<i>Risque d'inondation par remontée de nappe.....</i>	13
2.3.4	<i>Zone humide</i>	13
3	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	14
3.1	PROGRAMME D'INVESTIGATIONS.....	14
3.1.1	<i>Investigations in-situ</i>	14
3.1.2	<i>Investigations en laboratoire</i>	15
3.2	RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	16
3.2.1	<i>Facies et description lithologique.....</i>	16
3.2.2	<i>Paramètres géomécaniques.....</i>	17
3.2.3	<i>Hydrogéologie.....</i>	18
3.2.4	<i>Essais en laboratoire</i>	19
4	PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (G1 PGC)	22
4.1	ANALYSE DES ALEAS GEOTECHNIQUES ET DE LA ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG).....	22
4.2	NORMES ET REGLEMENTS.....	23
4.3	PARAMETRES SISMIQUES.....	23
4.4	ADAPTATION DU PROJET AU SITE ET AU SOL	23
4.4.1	<i>Vérifications à mener pour la justification du barrage</i>	23
4.4.2	<i>Principes constructifs du projet.....</i>	24
4.4.3	<i>Matériaux constitutifs du barrage</i>	24
4.4.4	<i>Clé d'ancrage du barrage.....</i>	25
5	ETUDE DU BARRAGE (G2 AVP/PRO)	26
5.1	MODELE GEOTECHNIQUE DE CALCUL	26
5.2	HORIZON D'ANCRAGE, VERIFICATION DE LA CAPACITE PORTANTE DE LA FONDATION ET ESTIMATIONS DES TASSEMENTS ..	26
5.3	DEFINITION DE LA CLEF D'ANCRAGE	28
5.4	VERIFICATION DE LA STABILITE DES PAREMENTS	29
5.4.1	<i>Géométrie et principe constructif de l'ouvrage.....</i>	29
5.4.2	<i>Modèle géomécanique retenu</i>	30
5.4.3	<i>Approche de calcul et coefficients de pondération</i>	31
5.4.4	<i>Modèle hydraulique interne.....</i>	31
5.4.5	<i>Surcharges d'exploitation</i>	32
5.4.6	<i>Résultats des modélisations.....</i>	32
5.5	VERIFICATION VIS-A-VIS DU SOULEVEMENT HYDRAULIQUE EN PIED AVAL	36
5.6	VERIFICATION VIS-A-VIS DE L'EROSION INTERNE	37
5.6.1	<i>Erosion régressive</i>	37
5.6.2	<i>Erosion de contact.....</i>	37
5.6.3	<i>Suffusion</i>	38
6	ETUDE DE LA CREATION DE LA RETENUE (G2 AVP/PRO)	39

6.1	MODELE GEOTECHNIQUE DE CALCUL	39
6.2	CONDITION DE TERRASSEMENT.....	40
6.2.1	Extraction des matériaux du site.....	40
6.2.2	Pente de talus définitive – zone d’emprunt.....	40
6.3	CONDITION DE REMBLAIEMENT	41
6.3.1	Réutilisation des matériaux du site.....	41
6.3.2	Méthodes de mise en œuvre.....	42
6.3.3	Essais de contrôle.....	42
6.4	DISPOSITION VIS-A-VIS DE L’EAU EN PHASE CHANTIER	43
6.5	CONDITIONS DE TRAFICABILITE DES ENGINS DE CHANTIER.....	43
7	ETUDE DE LA CONDUITE DE VIDANGE	45
7.1	PRINCIPE CONSTRUCTIF.....	45
7.2	CONDITION D’EXTRACTION DES MATERIAUX DE TRANCHEE	45
7.3	CONDITIONS DE POSE DE LA CANALISATION	46
7.4	CONDITIONS DE REMBLAIEMENT DE LA TRANCHEE	46
7.5	DIMENSIONNEMENT DES ECRANS ANTI-RENARD.....	46
8	CONCLUSIONS.....	47
9	INCERTITUDES GEOTECHNIQUES RESIDUELLES	48

ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION

ANNEXE 2 PLAN D’IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 3 COUPES ET ENREGISTREMENTS DES SONDAGES

ANNEXE 4 ESSAIS DE PERMEABILITE

ANNEXE 5 RESULTATS DES ESSAIS D’IDENTIFICATION DES SOLS EN LABORATOIRE

ANNEXE 6 ETUDE DE LA STABILITE DES PAREMENTS DU BARRAGE – CALCULS TALREN

ANNEXE 7 CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES

1 GENERALITES

1.1 Définition de l'opération

Cette mission constitue une étude géotechnique préalable **G1 Phases ES/PGC** et de conception **G2 phase AVP/PRO** au sens de la norme NF 94-500 (Missions Géotechniques Type - Révision novembre 2013 présentées en ANNEXE 7).

Cette mission se limite à l'étude :

- des opérations de terrassement nécessaires à la création de la retenue et de son barrage,
- à la vérification de stabilité du barrage selon les recommandations du CFBR et de l'Eurocode 7.

La stabilité des berges de la retenue ne fait pas l'objet de vérification dans le cadre de cette étude. Des recommandations vis-à-vis des pentes de talus seront cependant émises.

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.

1.2 Documents fournis et utilisés

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

Suivi	Référence	Auteur	Date	Information
[1]	Schema de principe	IES Ingénieurs Conseil	21/10/2025	Plan d'emprise du projet
[2]	Annexe_2-Plan_et_coupes	IES Ingénieurs Conseil	21/10/2025	Coupes et Plans de la retenue collinaire et du barrage – Schéma de principe
[3]	C23-18560	SEMOFI	03/10/2023	Diagnostic géotechnique G5

Tableau 1 : 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 LIMOUX - N°1059	BRGM	1/50 000 ^{ème}	Informations relatives au contexte géologique

Tableau 2 : Documents utilisés pour l'étude

1.3 Définition du projet

1.3.1 Description des ouvrages

Le projet consiste en la création d'une retenue collinaire d'un volume de 78 800 m³. La retenue sera créée en déblai (volume estimé à 87 500 m³) et sera caractérisé par un barrage en remblais (volume estimé à 43 800 m³).

Le barrage en terre présentera les caractéristiques suivantes :

- Altitude en crête du barrage : +204.00 m NGF,
- Altitude en crête du déversoir : +202.00 m NGF,
- Altitude des plus hautes eaux : +202.99 m NGF,
- Altitude minimale de fond du lac : +195.00 m NGF,
- Altitude de retenue normale : 202.00 m NGF,
- Largeur maximale à la base : 65,00 m,
- Hauteur maximale du barrage : 7.43 m,
- Largeur haut du barrage : 4.00 m,
- Largeur du déversoir : 17.0 m,
- Pentes de parements : 3H/1V à l'aval et 2.5H/1V à l'amont,
- Surface en eau du lac : 43 300 m²,

Le bassin présentera les caractéristiques suivantes :

- Altitude minimale : +195.00 m NGF,
- Pentes des berges en déblais : 2.5H/1V.

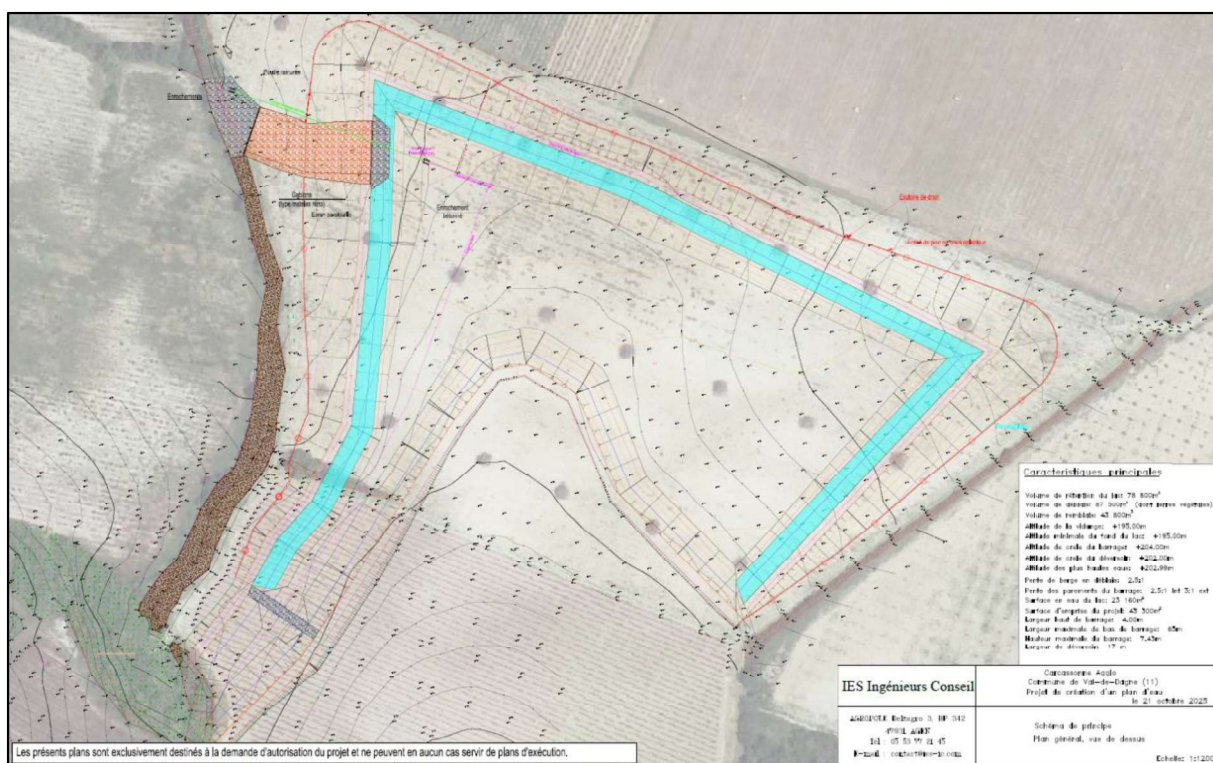


Figure 1 : Plan général du projet

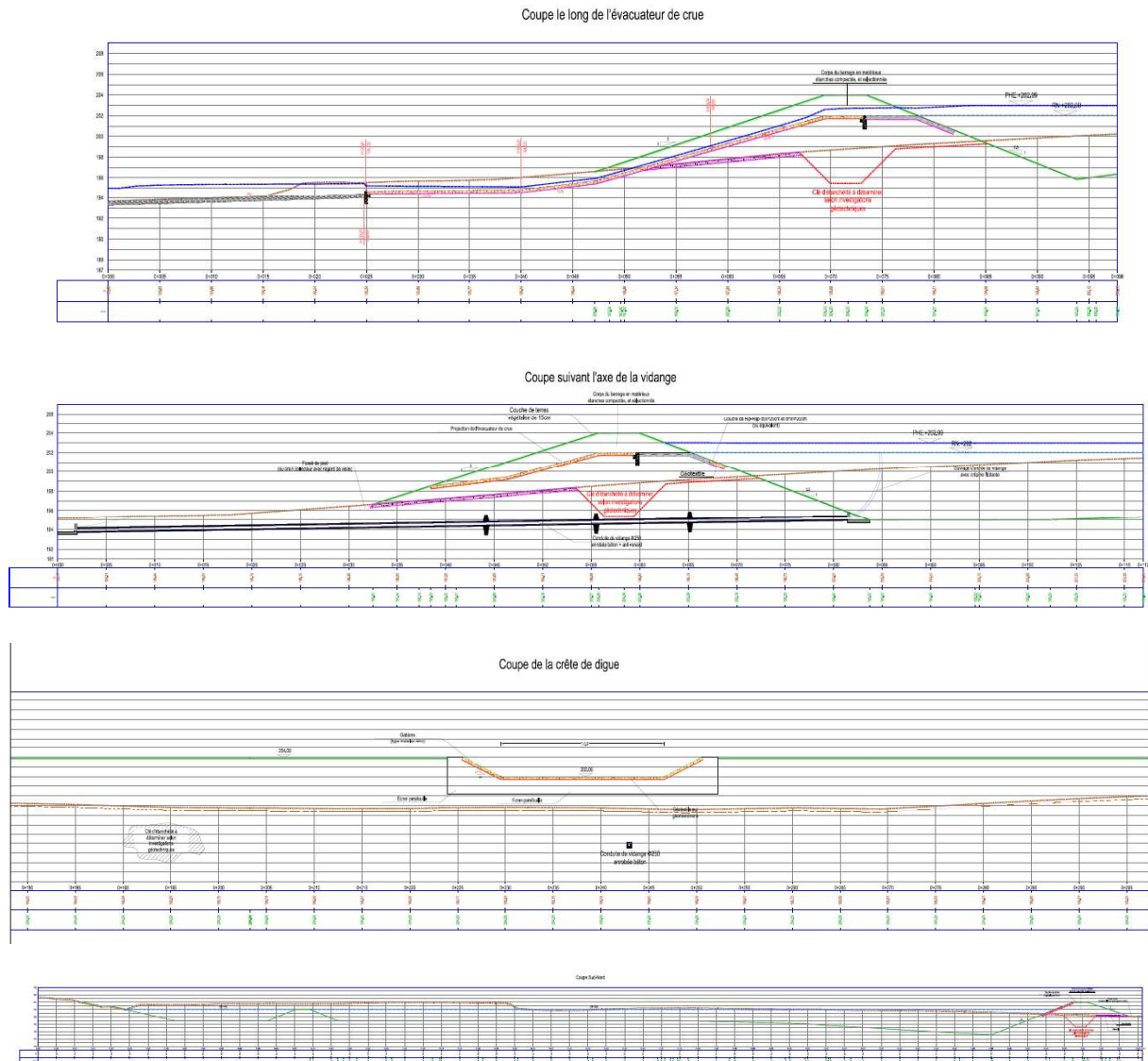


Figure 2 : Coupes de projet

1.3.2 Catégorie d'ouvrage

A défaut d'indication du Maître d'Ouvrage, nous proposons de retenir (en référence à la norme NF EN 1997-1 et son annexe nationale) :

- Une classe de conséquences CC2,
- Un ouvrage de catégorie géotechnique 2,
- Un ouvrage de durée d'utilisation de projet 4 (50 ans, structures courantes de génie civil et de bâtiments).

Aucun classement n'est prévu à ce stade. Dans le cadre de cette étude, nous proposons de considérer le barrage comme étant de classe C dans le cadre du dimensionnement géotechnique de l'ouvrage.

2 ETUDE DE SITE (G1 ES)

2.1 Contexte de site

Le site d'étude se trouve sur la commune de VAL-DE-DAGNE, au sein du département de l'Aude (11). Le projet occupe la partie Centrale et Nord de la parcelle n° 290, section OB, située à l'Ouest de la commune de VAL-DE-DAGNE.

A l'échelle du projet, le relief présente une morphologie globalement convexe, s'apparentant à un léger dôme topographique. Les altitudes varient entre 197.0 et 203.0 m NGF, avec un point haut localisé approximativement au centre de la zone. Les pentes restent globalement faibles et modérées.

Le site s'inscrit dans un contexte de plaine, avec la présence d'un réseau hydrographique secondaire. Il est notamment encadré par le ruisseau du dal Rédou à l'Ouest et par le ruisseau de la Bade à l'Est. Ce contexte pourra favoriser de circulation d'eau superficielle au sein de terrains superficiels, en particulier en périphérie du projet où l'on trouve des pentes les plus faiblement marquées.

Enfin, le terrain est actuellement libre de toute construction, conservant un caractère naturel ou agricole.

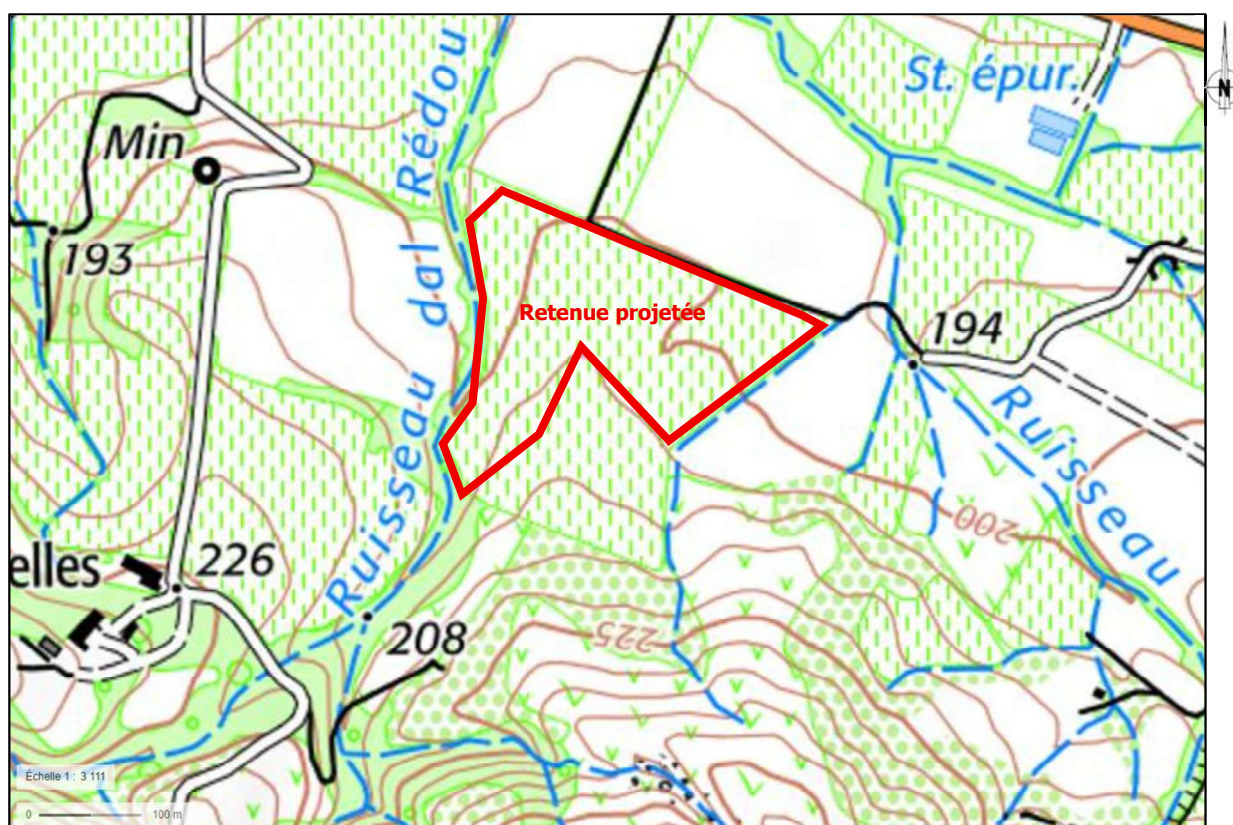


Figure 3 : Localisation du site



Figure 4 : Localisation du site

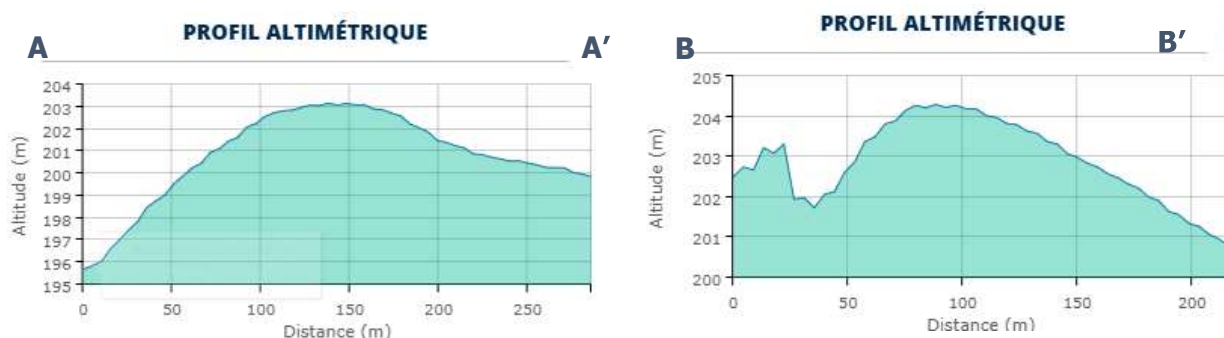


Figure 5 : Profils altimétriques

Les réponses des concessionnaires (DICT) n'indiquent pas l'existence des réseaux dans l'environnement proche du site.

Compte-tenu du caractère privatif des parcelles d'étude, un nombre de concessionnaires ne peut être répertorié par les DICT et devront faire l'objet d'un repérage spécifique au cas par cas.

Il faudra tenir compte de la présence des réseaux / concessionnaires existants à ce jour lors du phasage et de la réalisation des travaux. Il conviendra de prendre en compte l'existence des réseaux au droit de la parcelle d'étude et aux abords immédiats pour ne pas les endommager. L'Entreprise devra prendre toutes les précautions nécessaires pour ne pas les dégrader lors de la réalisation des opération de terrassement projetées. Une vigilance particulière devra être apportée également lors du phasage des travaux.

C26-21934 – Mission G2 Phase AVP et PRO

CARCASSONNE AGGLO – Projet de construction d'une retenue collinaire – Val-de-Dagne (11)

2.2 Contexte géologique et hydrogéologique

Au regard de l'extrait de la carte géologique de LIMOUX (n° 1059) éditée par le BRGM, la succession lithologique prévisible au droit de la zone d'étude est la suivante :

- Colluvions et Alluvions modernes (notées C et Fz) ;
- Marnes bleues à turritelles (e3d) ;

Ces formations peuvent être recouvertes de terre végétale sur des épaisseurs variables.

Sur la carte géologique (figure 6), nous remarquons la présence d'une faille non identifiée au Sud de la parcelle à 200 m environ. Il faudra donc s'attendre à des variations d'épaisseurs verticales et horizontales des formations géologiques du site.

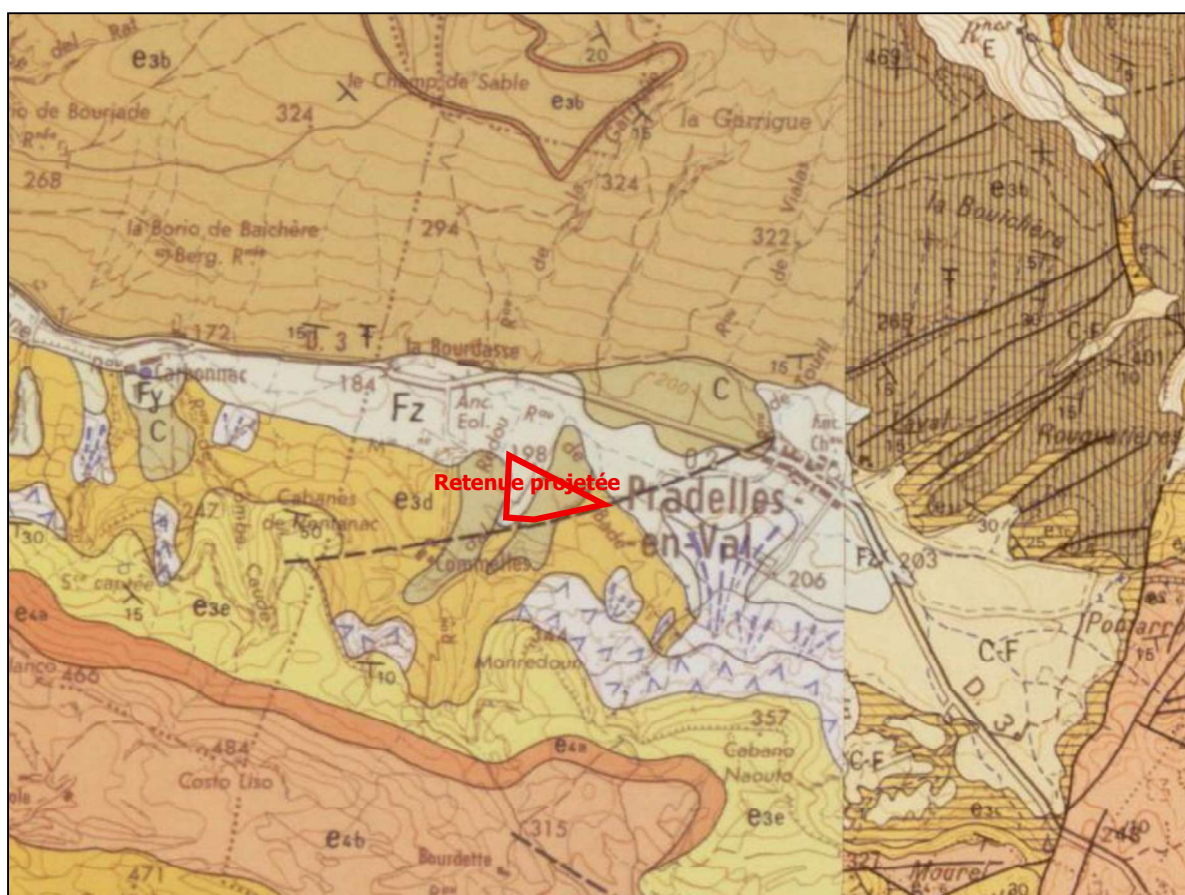


Figure 6 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de LIMOUX

Légende

- Fz : Alluvions modernes
- C : Colluvions
- e3d : Marnes bleues

Le contexte hydrogéologique est caractérisé par les niveaux aquifères suivants :

- Circulations superficielles et pentes : compte tenu, du contexte du site, des circulations superficielles sont susceptible de se produire au sein des formations superficielles. Leur intensité est fonction des conditions météorologiques locales et des saisons. Proche de

la surface, elles sont susceptibles de pouvoir s'accumuler et former des poches d'eau à certaines périodes de l'année,

- Nappe libre de fond de vallon et en liaison avec les différents ruisseaux de la zone se développant au sein des Colluvions/Alluvions et fluctuant en fonction des saisons et des conditions météorologiques.

2.3 Aléas naturels potentiels au droit du site

L'ensemble des aléas géotechniques potentiellement présent sur site est présenté dans le tableau suivant :

Risque	Type d'aléas	Etat	Commentaires	Source
Cavités	Carrières souterraines	Site non concerné	-	Inventaire des cavités souterraines abandonnées « hors mines » établie par le BRGM
	Carrières à ciel ouvert			
	Cavité naturelle	Site non concerné	-	
Mouvement de terrain	Glissement, chute, éboulement, effondrement, coulée, érosion	Site non concerné	-	Portail de la prévention des risques majeurs (www.georisque.gouv.fr)
	Retrait-gonflement des argiles	Aléa fort	9 arrêtés portant reconnaissance de catastrophe naturelle entre 2005 et 2024.	Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux établie par le BRGM (www.georisque.gouv.fr)
Aléa sismique	Séisme	Faible	Zone de sismicité 2	Zonage sismique français (décret N°2010-1254 du 22 octobre 2010) (www.georisque.gouv.fr)
Inondations	Inondations par remontée de nappe	Site concerné	Venues d'eau superficielles compte tenu du texte du site	Cartographie des remontées de nappe établie par le BRGM
	Inondations par crue	Site non concerné	9 arrêtés portant reconnaissance de catastrophe naturelle sur la commune entre 1982 et 2018	Cartographie du PPRI
Ressources en eau	Zone humide	Site concerné	Projet placé en partie en zone humide	Cartographie des zones potentiellement humides

Tableau 3 : Synthèse des aléas géotechniques

2.3.1 Risque de retrait-gonflement des argiles

D'après la carte d'aléa liée au phénomène de retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM, le site se positionne au droit d'une zone **d'aléa fort**.

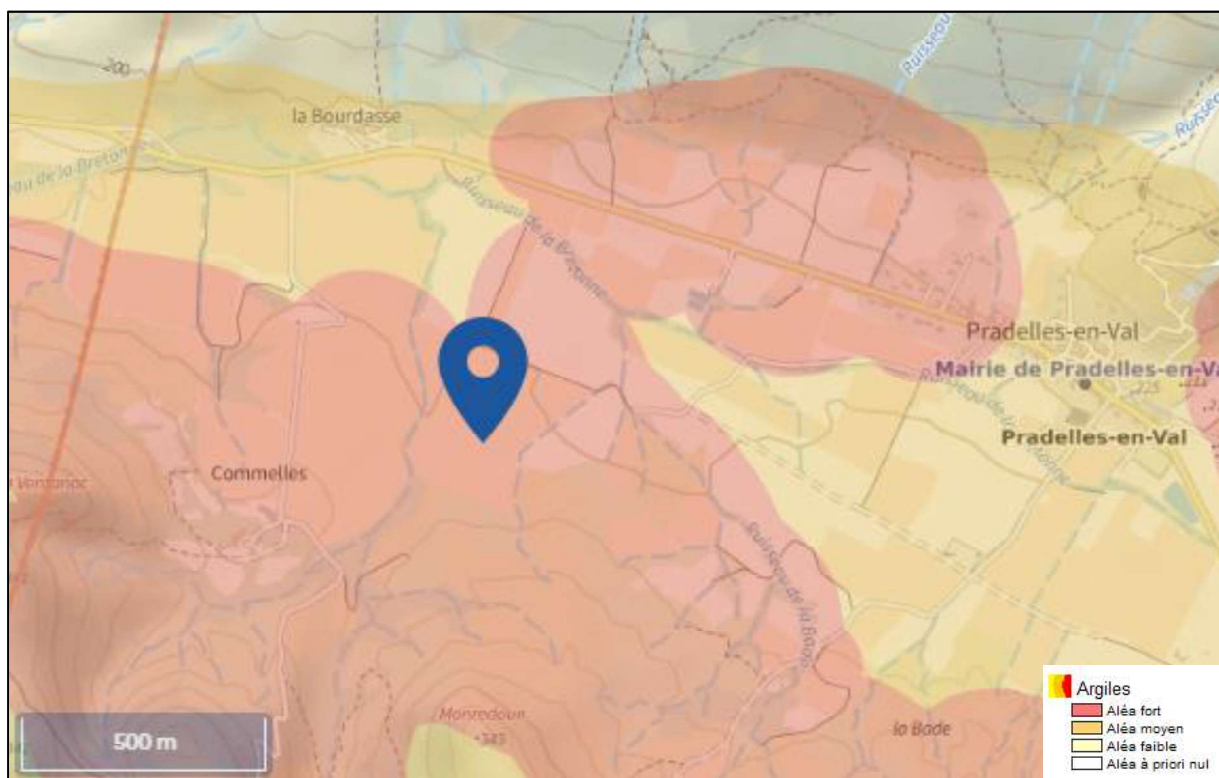


Figure 7 : Carte du risque retrait-gonflement des argiles

2.3.2 Risque sismique

Le zonage sismique de la France (datant d'octobre 2010 et entré en vigueur le 01/05/2011) classe la commune de PRADELLE-EN-VAL (11) en zone d'aléa sismique 2 (faible). Compte tenu de la nature de l'ouvrage projeté, nous retiendrons une accélération $a_{gr} = 0.9 \text{ m/s}^2$.

Le barrage projeté est un ouvrage de classe C, le dimensionnement parasismique est donc à prendre en compte.

2.3.3 Risque d'inondation par remontée de nappe

Le site d'étude se place au droit d'une zone vulnérable à la remontée du niveau de la nappe compte-tenu de sa proximité avec les ruisseaux dal Rédou et de la Bale. Dans le secteur, la nappe générale est attendue à faible profondeur par rapport au TN ; il conviendra ainsi de tenir compte de cet aléa dans la conception du projet.

2.3.4 Zone humide

La zone d'étude se trouve en partie au droit de zones humides à probabilité forte d'après la cartographie établie par la cartographie nationale des milieux humides de 2023 pour la commune de Labège. Le caractère humide reste néanmoins à vérifier et les limites à préciser.

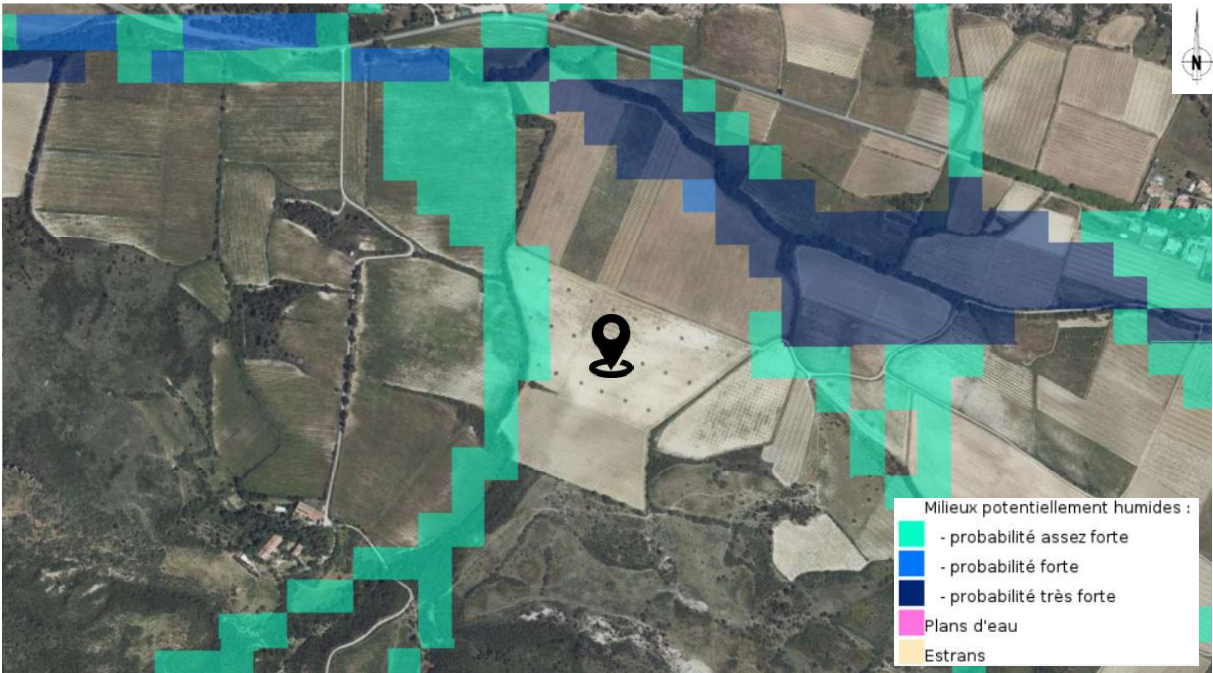


Figure 8 : Cartographie des zones humides

3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

3.1 Programme d’investigations

3.1.1 Investigations in-situ

Les investigations géotechniques se sont déroulées du 09 au 11 mars 2026. La campagne est conforme au programme de base proposé dans notre offre commerciale et a consisté en la réalisation de :

Nous rappelons également qu’une précédente campagne d’investigation a été menée en 2023 dans le cadre de notre mission G5 réf. C23-18560 [3]. Les résultats de cette précédente campagne sont intégrés dans notre analyse.

Sondage	Type	Prof. (m/TN)	Altitude	Nb. Essais	Equipement / prélèvement
			Z (mNGF)		
Campagne géotechnique de 2023					
FP1	Fouilles à la pelle mécanique	3.8	209.4	-	-
FP2		3.4	202.56	-	-
FP3		3.0	204.59	-	-
FP4		3.2	205.68	-	-
FP5		3.0	207.46	-	-

FP6		3.2	209.63	-	-
Campagne géotechnique de 2026					
SP1	Sondage destructif	10.0	199.5	6	-
SC1	Sondage carotté	5.0	199.5	-	Mise en caisses à carottes
EE1	Essais de perméabilité de type Nasberg	5.0	199.5	-	-
EE2		4.0	202.6	-	-
EE3		3.0	200.0	-	-

Tableau 4 : Programme d'investigations géotechniques

Les sondages ont été réalisés depuis le niveau du terrain naturel au moment de nos investigations, les profondeurs sont données par rapport à ce référentiel (en m/TN). Un schéma d'implantation des sondages est fourni en ANNEXE 2.

Les niveaux altimétriques des sondages sont extrapolés de la carte topographique [2] qui nous a été remis dans le cadre de cette mission.

Les investigations menées permettent une première caractérisation des sols présents au droit de la digue projetée.

3.1.2 Investigations en laboratoire

Les essais en laboratoire sont effectués sur des échantillons de sol prélevés au droit des investigations in-situ ; le programme est présenté dans le tableau suivant :

Sondage	GTR	Proctor + IPI normal	Perméabilité
Essais réalisés en 2023			
FP1	2	1	1
FP2	2	-	-
FP3	2	-	-
FP4	2	1	1
FP5	1	1	1
FP6	1	-	-
Essais réalisés en 2026			
SC1	2	1	-
ST4	1	-	-
ST5	1	-	-

Tableau 5 : Programme des essais en laboratoire

NOTA : les sondages ST4 et ST5 ont été réalisés dans le cadre de l'étude de Sites et Sols pollués (SSP), ces sondages ne seront pas développés dans cette étude.

3.2 Résultats des investigations

Préambule : Les paragraphes ci-dessous ont pour but d'établir une synthèse de l'ensemble des résultats des investigations. Les valeurs géomécaniques déduites ne constituent pas nécessairement les valeurs caractéristiques à retenir dans le cadre de l'ébauche dimensionnelle des ouvrages géotechniques.

3.2.1 Facies et description lithologique

L'ensemble des investigations géotechniques réalisées dans le cadre du projet, a permis de caractériser, les formations géologiques, dont la succession lithologique, de haut en bas, est la suivante :

- **Terres végétales (C0)** : constituées d'argiles sableuses, marron, reconnues jusqu'à 0.1 et 0.5 m/TN. Des variations latérales de faciès et d'épaisseur sont attendues au sein de cet horizon. Ces terrains peuvent présenter des caractéristiques hétérogènes. La présence de circulation d'eau anarchique au sein de cet horizon est possible, en relation avec les conditions météorologiques. Il faudra noter que, lors de notre intervention, ces terrains de surface étaient très humides voire saturés et présentaient des caractères glissant et collant.
- **Colluvions / Alluvions (C1)** : constituées d'argiles limoneuses, sableuses, présences de graviers, marron clair, reconnues jusqu'à des profondeurs comprises entre 1.0 et 2.3 m/TN (soit jusque 197.2 m NGF). Compte tenu du mode de dépôt de cette formation, des variations d'épaisseurs et de caractéristiques mécaniques sont attendues, d'un point à l'autre du site du projet. La présence de circulation d'eau anarchique au sein de cet horizon est attendue compte tenu du contexte topographique dans lequel se place le site. Leur intensité sera en relation avec les conditions météorologiques.



- **Marnes bleues (C2)** : constituées de marnes, de couleur bleue/grisâtre, reconnues jusqu'à la profondeur maximale atteinte à 10.0 m/TN (soit à 189.5 m NGF environ). Des passages argileux ont été observés, notamment en tête de ces formations. Cet horizon présente un aspect compact et indurée de manière générale, il faudra s'attendre à la présence de banc de calcaire ou de grès au sein de ces formations.





Le tableau suivant récapitule les profondeurs, en m/TN et en m NGF, de la base des formations rencontrées au droit des sondages verticaux réalisés dans le cadre de notre campagne.

Couche	SP1		SC1-EE1		EE2		EE3		FP1	FP2	FP3	FP4	FP5	FP6
	m/TN	m NGF	m/TN	m NGF	m/TN	m NGF	m/TN	m NGF	m/TN	m/TN	m/TN	m/TN	m/TN	m/TN
TN	0.0	199.5	0.0	199.5	0.0	202.6	0.0	200.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C0 – Terres végétales	0.3	199.2	0.3	199.2	0.3	202.3	0.3	199.7	0.3	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4
C1 – Colluvions / Alluvions	2.3	197.2	2.2	197.3	1.8	200.8	2.0	198.0	1.0	3.0	1.8	2.7	2.1	1.8
C2 – Marnes bleues	10.0	189.5	5.0	194.5	>4*	<198.6	>3*	<197.0	>3.8*	>3.4*	>3.0*	>3.2*	>3.0*	>3.2*
(*) Fin des sondages														

Tableau 6 : Profondeurs de la base des formations rencontrées

Remarque : Des variations latérales d'horizon restent possibles entre les points de sondages compte-tenu de leur caractère ponctuel.

Nota : Les coupes de sondages sont présentées en ANNEXE 3.

3.2.2 Paramètres géomécaniques

Les sondages pressiométriques réalisés permettent de caractériser mécaniquement les formations identifiées précédemment.

Horizon	Nb d'essai	Pression fluage Pf* (MPa)			Pression limite Pl* (MPa)			Module pressiométrique E _m (MPa)		
		Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
C0 – Terres végétales	0	Aucun essai réalisé sur cet horizon								
C1 – Colluvions / Alluvions	2	0.76	0.89	0.8	1.15	1.39	1.3	6.8	10.1	8.1
C2 – Marnes bleues	4	2.08	2.91	2.7	2.47	2.91	2.8	13.4	70.3	32.8

Tableau 7 : Résultats des sondages pressiométriques

Nota : les valeurs moyennes des Pl* et Pf* correspondent à des moyennes géométriques et celles des E_m à des moyennes harmoniques.

Les résultats mettent en évidence des terrains moyennement compact dans les colluvions / alluvions et de très bonnes compacités dans les marnes bleues.

3.2.3 Hydrogéologie

3.2.3.1 Niveau d'eau

Préambule : Cette étude ne constitue pas une étude hydrogéologique approfondie. Nous nous limiterons aux données de base concernant la mesure ponctuelle du niveau d'eau dans le sol.

Lors de notre intervention en mars 2026, nous n'avons constaté aucune venue d'eau au sein de nos sondages. Il faudra également noter que la même observation a été faite lors de notre intervention en août 2023.

Compte tenu du contexte de talweg, des venues niveaux sont attendus en lien avec des circulations de pentes, conditionnées par la pluviométrie, à la faveur des passages les plus perméables et au niveau des interfaces. Ces circulations d'eau sont susceptibles d'emprunter des chemins préférentiels d'écoulement, notamment à proximité des zones de talweg.

Les remblais et les terrains superficiels peuvent également être le siège de circulations d'eau superficielles, notamment en période pluvieuse prolongée.

Remarque : ces niveaux de nappes se basent uniquement sur une intervention ponctuelle et ne permet qu'une approche du niveau d'eau à un moment donné. Afin d'apprécier les variations des nappes et des circulations qui dépendent des conditions météorologiques, nous recommandons la pose d'un piézomètre ainsi que la réalisation d'un suivi piézométrique et d'une étude hydrogéologique spécifique.

3.2.3.2 Perméabilité

Les résultats des essais de perméabilité sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Type d'essai	Chambre d'essai	Formation testée	Perméabilité K (m/s)
EE1	Nasberg	4.0 – 5.0 m	Marnes bleues	1.7.10 ⁻⁸
EE2	Nasberg	3.0 – 4.0 m	Colluvions / Alluvions	2.4. 10 ⁻⁸
EE3	Nasberg	2.0 – 3.0 m	Colluvions / Alluvions	4.1.10 ⁻⁸

Tableau 8 : Coefficients de perméabilité des sols

Nota : les procès-verbaux des essais de perméabilité sont présentés en ANNEXE 4.

Les essais réalisés mettent en évidence des sols de très faibles perméabilités, Il s'agit des limons compacts, argiles silteuses. Il faudra néanmoins noter qu'une perméabilité plus élevée (de l'ordre de 10^{-6} m/s) peut être attendue à la faveur des horizons sableux et/ou graveleux.

Remarque : nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité en petit (au sein du sondage). La perméabilité en grand du massif de sol peut présenter des valeurs différentes. Elle peut être mesurée au moyen d'un essai de pompage.

3.2.4 Essais en laboratoire

3.2.4.1 Identification des sols en laboratoire

Les essais d'identification des sols en laboratoires ont été effectués au sein d'échantillons prélevés au droit des sondages ; les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m/TN)	Formation	Teneur en eau W _N (%)	Granulométrie			VBS	Limite d’Atterberg				Classe GTR 2000	Classe GTR 2023
				D _{MAX} (mm)	2 mm	63 µm		W _p (%)	W _L (%)	I _p	I _c		
Campagne de 2023.													
FP1	0.3 – 1.0	Argile ferme	7.7	-	100	98	-	18	43	25	1.41	A ₂	F3
FP1	1.0 – 4.0	Argile très ferme	9.3	-	99.7	91	-	17	28	21	1.37	A ₂	F2
FP2	0.1 – 0.7	Sable limono- graveleux	4.8	-	73	39	1.5	-	-	-	-	A ₁	F1
FP2	1.6 – 3.0	Limon sablo- graveleux	9.1	-	73	52	1.5	-	-	-	-	A ₁	F1
FP3	0.5 – 1.8	Limon sableux	6.5	-	67	47	2.0	-	-	-	-	A ₁	F1
FP3	1.8 – 3.0	Argile sableuse	11.1	-	94	87		17	40	23	1.26	A ₂	F3
FP4	0.4 – 2.7	Limon sablo- graveleux	7.4	-	76	49	1.6	-	-	-	-	A ₁	F1
FP4	2.7 – 3.2	Grave schisteuse, argileuse	8.3	-	79	75		16	37	21	1.46	A ₂	F2
FP5	2.1 – 3.0	Argile sablo- graveleuse	6.3	-	61	55		16	37	21	1.46	A ₂	F2
FP6	0.9 – 1.8	Limon sablo- graveleux	5.5	-	64	42	1.6	-	-	-	-	A ₁	F1

Sondage	Prof. (m/TN)	Formation	Teneur en eau W_N (%)	Granulométrie			VBS	Limite d'Atterberg				Classe GTR 2000	Classe GTR 2023
				D_{MAX} (mm)	2 mm	63 μm		W_p (%)	W_L (%)	I_p	I_c		
Campagne de 2026.													
SC1	0.0 – 1.0	Colluvions / Alluvions	6.9	60	71%	61%	-	22	34	12	2.25	A2	F2 ts
	1.0 – 2.0	Colluvions / Alluvions	13.2	27	80%	63%	-	16	35	19	1.15	A2	F2 s
ST4	1.5 – 1.8	Colluvions / Alluvions	10.7	12	81%	46%	-	16	34	18	1.31	A2	F2 ts
ST5	3.0 – 4.5	Marnes bleues	13.8	<2	100%	94%	-	23	44	21	1.41	A2	F2 ts

Tableau 9 : Classification GTR des Sols

Les résultats des essais montrent qu'on est en présence de sols appartenant à la classe A1/F1 à A2/F2, il s'agit « des sables fins argileux, limoneux, argiles, et marnes peu plastiques, arènes... ». Ces terrains sont sensibles aux variations hydriques (changement brutal de consistance pour de faibles variations de teneur en eau).

Les sols testés appartiennent aux faciès C1 (Colluvions/alluvions), hormis en ST5 qui appartient au substratum marneux.

Nota : les procès-verbaux des essais en laboratoire sont présentés en ANNEXE 5.

3.2.4.2 Mécanique des sols

Les essais de mécanique des sols en laboratoires ont été effectués au sein d'échantillons intacts prélevés sur les sondages carottés ; les résultats sont présentés dans le Tableau 10 :

Sondage	Prof. (m/TN)	Formation	Essai Triaxial CIU	
			ϕ' (°)	c' (kPa)
SC1	4 - 5	Marnes Bleues	26.20	18.82

Tableau 10 : Mécanique des sols

Nota : les procès-verbaux des essais en laboratoire sont présentés en ANNEXE 5.

3.2.4.3 Perméabilité

En 2023, deux essais de perméabilité verticale en laboratoire ont été effectués. Les échantillons ont été compactés à l'OPN avant la réalisation de l'essai. Les coefficients de perméabilité locaux obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Profondeur [m/TN]	Lithologie / Formation	Masse volumique [t/m ³]		Teneur en eau $W\%$		Coefficient de perméabilité [m.s ⁻¹]
			Initiale	Finale	Initiale	Finale	
FP1	1.0 – 4.0	Argile très ferme (C2)	2.12	2.17	13.96	15.44	$3.43 \cdot 10^{-9}$
FP4	0.4 – 2.7	Limon sablo-graveleux (C1)	2.12	2.18	13.09	15.25	$1.36 \cdot 10^{-8}$

Sondage	Profondeur [m/TN]	Lithologie / <i>Formation</i>	Masse volumique [t/m ³]		Teneur en eau W%		Coefficient de perméabilité [m.s ⁻¹]
			Initiale	Finale	Initiale	Finale	
FP5	2.1 – 3.0	Argile sablo- graveleuse (C2)	2.09	2.16	12.40	16.05	4.61.10 ⁻⁹

Tableau 10 : Niveaux d'eau

Ces coefficients sont représentatifs d'un sol présentant des valeurs de perméabilités très faibles. Néanmoins, nous alertons le lecteur sur le fait que ces essais en laboratoire ont été réalisés dans des conditions de compactage « idéales ». il est courant de constater des perméabilités généralement plus fortes en condition de terrain sur chantier.

Remarque : nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité en laboratoire après compactage. La perméabilité en grand massif de sol peut être très différente. Elle peut être mesurée en moyen d'un essai de pompage.

Nota : les procès-verbaux des essais en laboratoire sont présentés en ANNEXE.

4 PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (G1 PGC)

4.1 Analyse des aléas géotechniques et de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

L'étude de site ainsi que les investigations géotechniques ont permis d'identifier un certain nombre de contraintes déterminantes dans le choix des méthodes d'exécution :

- La présence de faille non identifiée à proximité immédiat du projet implique un risque élevé de rencontrer des horizons non reconnus lors des travaux (présence d'horizons sableux et/ou graveleux) ou de rencontrer des horizons dans un état différent de celui identifié en sondage (horizon décomprimé ou à l'inverse très induré) ;
- Des variations d'épaisseur et de faciès sont attendues au sein de la formation des colluvions / alluvions (C1) ;
- Une hétérogénéité des caractéristiques mécaniques est attendue au sein de la formation des colluvions / alluvions (C1) bien que reconnues faiblement résistantes dans le cadre de nos investigations ;
- Les matériaux constitutifs de la formation des colluvions / alluvions (C1) de nature essentiellement argileuses, sableuses et graveleuses sont attendus sensibles à l'eau (changement brutale de comportement pour de faibles variations de leur état hydrique). Cette formation est susceptible de présenter un comportement plastique ;
- Compte tenu du contexte géologique, les horizons les plus sablo-graveleux des colluvions / alluvions (C1) sont susceptibles de présenter un caractère bouillant (tenue précaire en fouille) ;
- Les essais réalisés montrent la présence des sols de très faibles perméabilités jusqu'à 5 m de profondeur. Il faudra par ailleurs, s'attendre à de forte perméabilité dans les horizons plus sableux et graveleux de la formation (C1) ;
- La présence du substratum marneux (C2), très compact. La présence de blocs de calcaires ou de grès au sein de cette formation n'est pas à exclure. Cette formation est très argileuse en tête, il faudra également s'attendre à des passages argileux ;
- La présence de circulations et d'accumulations d'eau conditionnées par la pluviométrie sont susceptibles de se développer au sein des terrains de couverture, à la faveur des passages les plus perméables et au niveau des interfaces. Des niveaux d'eau peuvent donc être rencontrés à toute profondeur. Compte tenu du contexte de talweg, leur intensité est attendue potentiellement importante. Elle sera fonction des saisons et des condition météorologiques locales ;
- La présence de réseaux aériens au droit des parcelles du projet d'après les réponses des concessionnaires (DICT). Nous rappelons qu'il est important de prendre en compte la présence de ces réseaux dans la conception de l'ouvrage (géométrie, distance, profondeur, implantation et calepinage des fondations...).

En fonction des différentes contraintes énoncées, des adaptations des ouvrages géotechniques sont prises en compte dans la conception du projet, à ce stade de l'étude et en fonction des informations en notre possession à ce jour.

Toutes modifications du projet, et renseignement sur les incertitudes restantes, aura un impact sur nos conclusions géotechniques.

4.2 Normes et règlements

Pour la réalisation de cette étude, les règlements et normes suivants ont été utilisés :

- NF EN 1997-1, Eurocode 7 – Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales,
- NF EN 1997-1/NA, Eurocode 7 – Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales – Annexe Nationale,
- NF P11-300 : Exécution des terrassements : Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de formes d'infrastructure routières,
- Réalisation des remblais et des couches de forme (GTR), SETRA-LCPC, 2000,
- Réalisation des remblais et des couches de forme (GTR), SETRA-LCPC, 2023,
- Petits barrages – Recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi – CFBR,
- Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai (2015) – CFBR,
- Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques – MEDDE (2014).
- Guide international sur les digues – CEREMA (2019).

4.3 Paramètres sismiques

Le site étudié se trouve en zone de sismicité 2 (sismicité faible).

Néanmoins, compte tenu de la classe de l'ouvrage, les paramètres de calculs pouvant être retenus dans le cadre d'un dimensionnement parasismique sont les suivants :

Zone de sismique	2 (sismicité faible)
Classe de sol au sens de l'Eurocode 8	C (dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide ayant des épaisseurs quelques dizaines à quelques centaines de mètres)
Catégorie et coefficient d'importance	II, $\gamma_i = 1.0$ (à confirmer par le maître d'ouvrage)
Coefficient de sol	$S = 1.5$
Accélération maximale de référence au rocher	$a_{gr} = 0.90 \text{ m/s}^2$
Accélération de calcul	$a_g = a_{gr} \times \gamma_i = 0.90 \text{ m/s}^2$
Rapport d'accélération du sol	$\alpha \times S = a_g / g \times S = 0.14$
Accélération maximale en surface du site	$a_{max} = a_{gr} \times \gamma_i \times S = 1.35 \text{ m/s}^2$

Tableau 11 : Hypothèses sismiques

4.4 Adaptation du projet au site et au sol

4.4.1 Vérifications à mener pour la justification du barrage

Selon les recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai d'octobre 2015 du CFBR et le rapport « Risques sismiques et sécurité des ouvrages hydrauliques » d'octobre 2014 du MEDDE, les situations et les états limites à étudier sont les suivants :

Etats limites	Situation de projet
Glissement de talus amont	Situation normale d'exploitation (niveau de retenue) Situation exceptionnelle d'exploitation (niveau des plus hautes eaux) Situation de vidange rapide (depuis les cotes de retenue et des plus hautes eaux) Situation extrême (sismique)
Glissement de talus aval	Situation normale d'exploitation (niveau de retenue) Situation exceptionnelle d'exploitation (niveau des plus hautes eaux) Situation de vidange rapide (depuis les cotes de retenue et des plus hautes eaux) Situation extrême (sismique)
Défaut de portance de la fondation	Situation transitoire en fin de construction
Soulèvement en pied aval	Situation normale d'exploitation (niveau de retenue) Situation exceptionnelle d'exploitation (niveau des plus hautes eaux)
Erosion interne	Situation normale d'exploitation (niveau de retenue) Situation exceptionnelle d'exploitation (niveau des plus hautes eaux) Situation de vidange rapide (depuis les cotes de retenue et des plus hautes eaux)

Tableau 12 : Vérifications minimales selon recommandations CFBR et MEDDE

4.4.2 Principes constructifs du projet

Le projet prévoit la construction d'une retenue collinaire en déblai et la construction d'un barrage en remblai.

Le barrage présentera une hauteur maximale de 7.43 m en crête, pour une largeur en crête de 4m et pour une largeur maximale en base de 65 m. Les pentes de parements sont fixées à 2.5H/1V à l'amont et 3H/1V à l'aval en première approche.

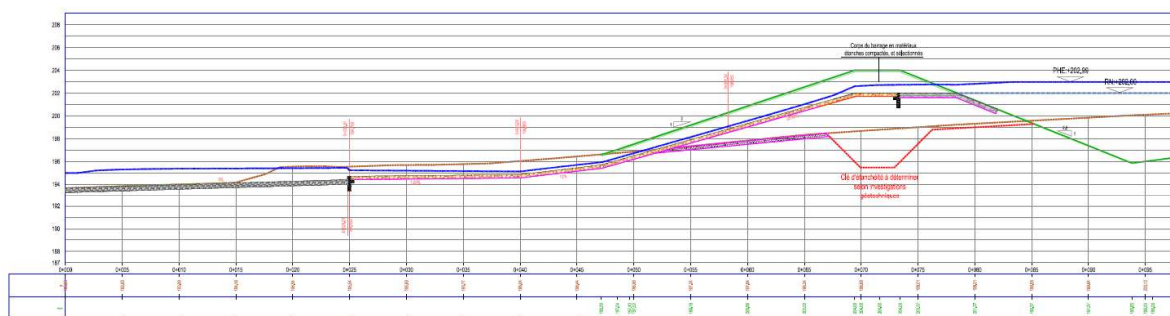


Figure 10 : Coupe le long du barrage

La retenue présentera des berges dont les pentes sont fixées à 2.5H/1V à ce stade de la conception.

Les investigations géotechniques menées au droit du projet mettent en évidence, sous une couche de terre végétale de 0.5 m d'épaisseur environ, des terrains de faibles compacités jusque 2.3 m de profondeur, puis des terrains de très bonnes compacités jusqu'à 10.0 m de profondeur.

4.4.3 Matériaux constitutifs du barrage

Les matériaux prélevés au sein des colluvions / alluvions (C1), ont été reconnus de la catégorie des sols fins moyennement plastiques de classes GTR A1/F1 et A2/F2.

D'après les résultats des analyses en laboratoire, un état hydrique très sec est attendu de manière globale. En fonction de la période à laquelle sera réalisée les travaux cet état hydrique est susceptible d'être variable. Nous recommandons donc de prévoir une vérification de la teneur en eau des matériaux au démarrage du chantier pour confirmer leurs conditions de mise en œuvre.

D'après les essais de perméabilité in situ les matériaux présentent une faible perméabilité de manière globale cependant des perméabilités localement plus fortes pourront être observées à la faveur d'horizons sableux ou graveleux.

Les matériaux extraits de cet horizon (C1) pourront à priori être réutilisés pour constituer le corps du barrage projeté.

Néanmoins, nous alertons sur le fait de la présence de graves et de sables, parfois en proportions significatives au sein de cet horizon (C1), ces matériaux pourraient nécessiter des tris avant leur réutilisation pour le corps du barrage projeté. En effet, leur nature hétérogène et leur fraction granulaire importante peut engendrer une perméabilité élevée et favoriser le développement de phénomènes d'érosion interne. Par ailleurs, ces matériaux présentent des difficultés de mise en œuvre, notamment en termes de compactage, en raison de la présence des fractions fines et grossières.

Les matériaux de l'horizon (C2) pourront également être réutilisés pour constituer le corps du barrage projeté. Il faudra, néanmoins s'attendre à la présence de blocs de calcaire et passages indurés au sein de cet horizon.

Nous excluons toute réutilisation des terrains superficiels (C0) présents au droit du site, dont le caractère hétérogène et la présence de matière organique et/ou de débris anthropiques pourrait conférer un comportement évolutif dans le temps et être la source de désordres.

4.4.4 Clé d'ancrage du barrage

La clé d'ancrage (ou clé d'étanchéité) a pour objectif de limiter les écoulements sous le barrage et de limiter le risque d'apparition de renard hydraulique à l'interface entre le barrage et son sol de fondation.

En première approche les caractéristiques minimales suivantes pourront être retenues pour la conception de la clé d'ancrage :

- Nature des matériaux : identique au corps de barrage ;
- Largeur minimale en base : 3m (largeur des engins de compactage) ;
- Pente : 1H/1V.

La profondeur d'ancrage sera étudiée dans la suite de cette étude.

5 ETUDE DU BARRAGE (G2 AVP/PRO)

5.1 Modèle géotechnique de calcul

Les paramètres de sol fournis à ce stade de l'étude sont dépendants de l'état de connaissance géotechnique du site au moment de l'étude. Ces paramètres pourront éventuellement faire l'objet d'adaptations par un géotechnicien en fonction d'informations et de résultats d'investigations complémentaires qui pourraient survenir aux différentes phases des études géotechniques.

A ce niveau de connaissance géotechnique du site, nous proposons de retenir le modèle géotechnique et les hypothèses géotechniques suivants :

Formation	Classe de sol	Toit [m/TN]	Base [m/TN]	PI [Mpa]	E _m [Mpa]	γ [kPa]	φ' [°]	c' [kPa]	Perméa. [m/s]
C1 – Colluvions / Alluvions	Sols intermédiaires	0.0	2.3	1.2	8.0	18 ⁽²⁾	25 ⁽²⁾	6 ⁽²⁾	4.10 ⁻⁶⁽¹⁾
C2 – Marnes bleues	Marnes et calcaires	2.3	10.0	2.8	33	22	26	10	1.10 ⁻⁸⁽¹⁾

⁽¹⁾ valeur retenue volontairement forte de manière sécuritaire
⁽²⁾ valeur estimée d'après notre expérience et la nature des matériaux en l'absence d'essai en laboratoire

Tableau 13 : Modèle géotechnique

5.2 Horizon d'ancrage, vérification de la capacité portante de la fondation et estimations des tassements

Au regard du terrassement prévu, la formation d'assise du barrage est attendue représentée par les colluvions / alluvions (C1).

D'après les recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai du CFBR (2015), l'état limite ultime de défaut de portance de la fondation est vérifié par la relation suivante :

$$q_u / \gamma_R > \gamma_d \cdot q$$

Avec :

q : La contrainte verticale sous le barrage

q_u : la contrainte maximale admissible sur la fondation

γ_R : coefficient partiel sur la cohésion non drainée (=1,4)

γ_d : coefficient de modèle (=1,2)

$$q = \gamma \cdot H$$

Avec :

γ : le poids volumique

H : la hauteur du barrage

$$q_u = C_u \cdot N_c$$

Avec :

C_u : la cohésion non drainée

N_c : Coefficient pouvant être estimée par $4+0,5.B/D$, où B est la largeur moyenne à mi-hauteur du barrage et D l'épaisseur de sol compressible

Les hypothèses de calculs retenues pour cette vérification sont présentées dans le tableau suivant :

Hauteur max. de barrage H (m)	Poids volumique γ (kN/m ³)	Contrainte sous le barrage q (kN/m ²)
7.43	20.0	149
*Hauteur maximum du barrage par rapport au terrain naturel existant		

Tableau 14 : Contrainte verticale

Cohésion non drainée du sol de fondation (kPa)	Epaisseur de sol compressible D (m)	Largeur à mi-hauteur B (m)	N_c	Contrainte maximale admissible q_u (kN/m ²)
50	2.3	33.0	7.2	360

Tableau 15 : Contrainte admissible

La vérification de l'état limite de défaut de portance du sol de fondation est synthétisée dans le tableau suivant :

q_u/γ_R (kN/m ²)	$\gamma_d \cdot q$ (kN/m ²)	$q_u/\gamma_R > \gamma_d \cdot q$
257.0	179	Oui

Tableau 16 : Résultats de la vérification

La vérification vis-à-vis du défaut de portance est satisfaite pour le barrage étudié.

En parallèle, une estimation des tassements a été réalisée.

Les hypothèses de calculs retenues pour cette estimation sont présentées dans les tableaux suivants :

Hauteur max. du barrage H (m)	Poids volumique γ (kN/m ³)	Contrainte sous le barrage q (kN/m ²)
7.43	20.0	149

Tableau 17 : Hypothèses de calcul

Cette descente de charge ne prend en compte que la hauteur de barrage depuis le terrain naturel.

Formation	E_m [MPa]	α	E_s [MPa]
C1 – Colluvions / alluvions	8.0	1/2	4
C2 – Marnes bleues	33	2/3	22

Tableau 18 : Hypothèses de calculs

En première estimation, il apparaît que des tassements de l'ordre de 3 cm peuvent être attendues au droit du barrage.

Au regard de la revanche retenue entre la crête de barrage (204.0 m NGF) et du niveau des plus hautes eaux (202.99 m NGF), ces tassements semblent acceptables.

Remarques : Ces estimations des tassements devront être adaptées en fonction des descentes de charges réelles des ouvrages du projet et leur admissibilité devra être validée dans la suite du projet. Ces estimations ne sont valables que pour un fond de fouille homogène et propre. Dans le cas contraire des tassements supplémentaires hétérogènes et non maîtrisables seront susceptibles d'être constatés.

5.3 Définition de la clef d'ancrage

La réalisation d'une clef d'ancrage selon la géométrie présentée au paragraphe § 4.4.4 permet de limiter le risque d'érosion interne au sein de la formation d'assise de l'ouvrage.

Lorsque l'ouvrage est fondé sur des couches relativement perméables, le phénomène à craindre est le développement de gradients hydrauliques localement élevés en partie aval.

Ces gradients peuvent alors entraîner le sol et provoquer une érosion interne par érosion régressive (phénomène de renard) pouvant aller jusqu'à la ruine de l'ouvrage.

La perméabilité du remblai de barrage envisagée est attendue de l'ordre de 10^{-7} m/s. Dans le cas où, les sols d'assise seraient plus perméables que les remblais du barrage, la règle de Lane permet d'évaluer globalement le risque d'érosion interne dans la formation d'assise de l'ouvrage.

Afin d'estimer les conditions de non-développement du phénomène d'érosion régressive, la règle empirique de Lane a été utilisée :

$$C = \frac{\sum V + 0.33 \sum L}{H}$$

Avec :

V : Le cheminement vertical parcouru par l'eau sous l'ouvrage

L : La distance horizontale parcourue par l'eau sous l'ouvrage,

H : La charge hydrostatique totale,

C : Le coefficient de Lane dépendant de la nature du sol (ici considéré $C = 3$, pour des argiles plastiques, Lautrin, 2002).

Les coefficients de la règle de Lane en fonction de la nature des matériaux sont les suivants :

Nature des matériaux	C : coefficient de Lane
Sables fins et limons	8,5
Sables fins	7
Sables moyens	6
Gros sables	5
Petits graviers	4
Gros graviers	3
Argile plastique	3
Argile consistante	2
Argile dure	1,8

Tableau 19 : Coefficients de la règle de LANE

Le barrage sera réalisé en matériaux argileux soigneusement compactés par couche avec une clé d'ancrage. Le coefficient de Lane correspondant à la formation d'assise (colluvions - C1) est estimé à $C = 3$.

L'analyse de ce phénomène est synthétisée dans le tableau suivant en considérant différentes profondeurs de clé d'ancrage.

Cas de mise en charge	Hauteur de barrage	Hauteur de la clé d'ancrage	Cheminement vertical	Cheminement horizontale	Hauteur d'eau (PHE)	Coefficient de Lane	Coefficient critique	Vérification
PHE	7.43	1.0m	2.0m	65.0	6.43	3.5	3.0	Oui
		2.0m	4.0m			3.6		Oui
		3.0m	6.0m			4.0		Oui

Tableau 20 : vérification vis-à-vis du risque de renard par la méthode de Lane

Remarque : Le coefficient de Lane est une règle empirique qui permet une première évaluation de la sensibilité de l'ouvrage vis-à-vis du phénomène d'érosion régressive. Pour aller plus loin dans cette analyse, la réalisation de modélisations et d'essais hydrogéologiques spécifiques serait nécessaire. Notons cependant que cette approche est très conservatrice dans le contexte de l'ouvrage, les sols étant réputés peu perméables.

Cette analyse met en évidence que, pour un niveau de retenue PHE (202.99 m NGF), qu'une clé d'ancrage de 1.0 m de hauteur (sous la base du barrage) permet de limiter le risque de renard hydraulique sous l'ouvrage. Néanmoins, par sécurité et compte tenu des perméabilités potentiellement hétérogènes attendues au sein des colluvions (C1), nous recommandons de conserver un ancrage minimal de 2.0 m dans les sols d'assise ou bien au toit des marnes (C3).

5.4 Vérification de la stabilité des parements

Dans cette partie, nous étudions la stabilité des parements amont et aval du barrage selon différentes situations d'exploitation de la retenue.

5.4.1 Géométrie et principe constructif de l'ouvrage

La géométrie de l'ouvrage retenue dans la suite de notre étude a été établie à partir des profils en travers réalisés par IES [2].

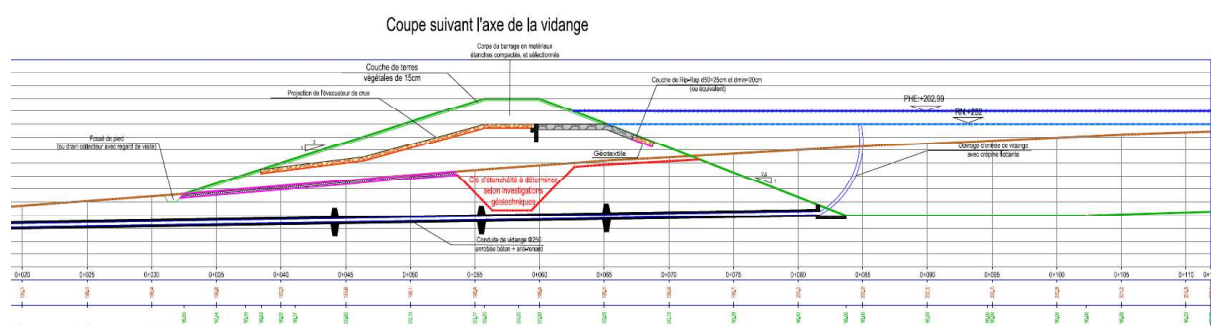


Figure 11 : Coupe suivant l'axe de vidange

Les caractéristiques suivantes ont été considérées :

- Matériaux constitutifs de l'ouvrage issus des déblais de la création de la retenue, de classe GTR A2/F2,
- Hauteur maximale : 7.43 m,

C26-21934 – Mission G2 Phase AVP et PRO

CARCASSONNE AGGLO – Projet de construction d'une retenue collinaire – Val-de-Dagne (11)

- Largeur en crête : 4.0 m,
- Clef d'étanchéité de 3.0 m de large et ancrée de 2.0 m dans les sols en place selon des pentes 1H/1V,
- Pentas de parement : 3H/1V côté aval et 2.5H/1V côté amont.

Compte tenu de la hauteur de remblais et afin de limiter le front de saturation des matériaux au sein du barrage, nous recommandons la mise en œuvre d'un tapis drainant en base de l'ouvrage, sur la moitié aval.

Les matériaux constitutifs du corps de barrage reposeront sur la formation marnes bleues (C2). Ces matériaux sont attendus faiblement perméables.

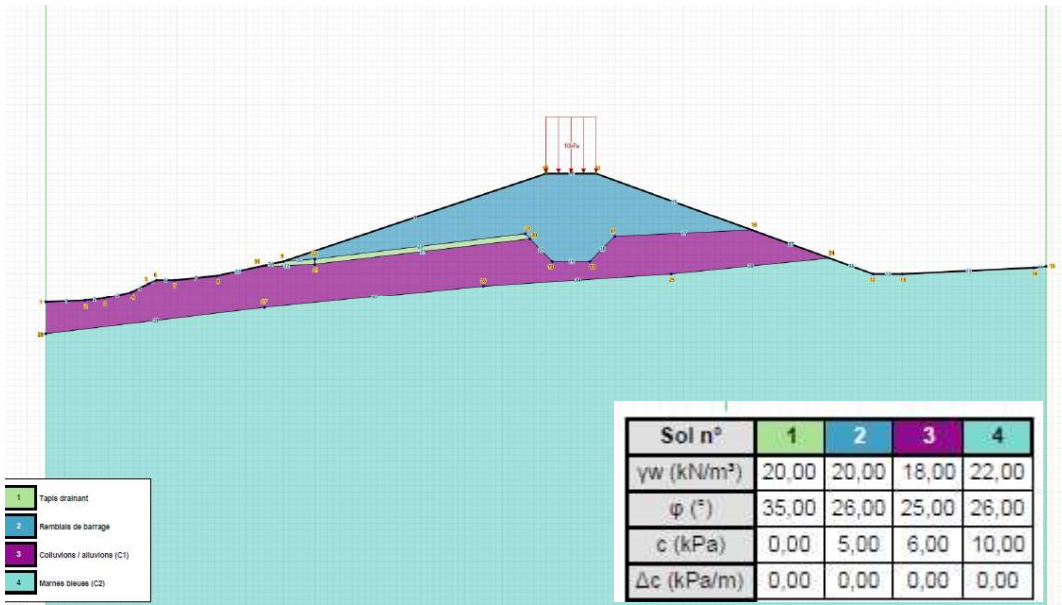


Figure 12 : Coupe d'étude

5.4.2 Modèle géomécanique retenu

Horizon	c' [kPa]	ϕ' [°]	γ [kN/m³]	Perméabilité [m/S]
Tapis drainant	0	35	20	1.10^{-3}
Remblais de barrage	5	26	20	1.10^{-7}
Colluvions / Alluvions (C1)	6	25	18	4.10^{-6}
Marnes bleues (C2)	10	26	22	1.10^{-8}

Tableau 21 : Modèle géomécanique retenu pour la vérification

Remarques :

- les paramètres géomécaniques retenus pour la vérification de la stabilité des parements amont et aval de l'ouvrage ont été établis sur la base de la nature des matériaux reconnus (la réalisation d'essai en laboratoire pourra s'avérer nécessaire pour valider ces hypothèses dans les phases ultérieures de la conception du projet),
- une perméabilité de l'ordre de 1.10^{-8} m/s a été retenue pour la formation des marnes bleues (C2).

5.4.3 Approche de calcul et coefficients de pondération

La vérification de la stabilité des parements du barrage est menée par la méthode des tranches de BISHOP à l'aide du logiciel TALREN V5®.

Dans la suite de notre étude, nous proposons de retenir l'approche de calcul proposée dans les recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai du CFBR (2015), ainsi que l'approche de calcul de l'Eurocode 7.

Les coefficients de pondération retenus par la suite sont représentatifs d'une situation normale d'exploitation (retenue normale) et d'une situation exceptionnelle de crue (niveau des plus hautes eaux). Ils sont présentés dans le tableau suivant :

Actions / paramètres	Facteurs partiels EC7	Facteurs partiels CFBR exploitation normale	Facteurs partiels CFBR crue exceptionnelle	Facteurs partiels Eurocode - Sismique
Coefficient recherché $\Gamma_{\min}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Actions permanentes défavorables Γ_{s1}	1,00	1,00	1,00	1,00
Actions permanentes favorables Γ_{s1}	1,00	1,00	1,00	1,00
Angle de frottement interne Γ_{ϕ}	1,25	1,25	1,10	1,25
Cohésion effective $\Gamma_{c'}$	1,25	1,25	1,10	1,25
Cohésion non drainée Γ_{cu}	1,40	1,40	1,40	1,40
Surcharges Γ_Q	1,30	1,30	1,30	1,00
Méthode de calcul Γ_{s3}	1,10	1,20	1,20	1,10

Tableau 22 : Coefficients partiels retenus

Dans ces 3 configurations, le coefficient de sécurité recherché vaut : $F \geq 1.00$.

5.4.4 Modèle hydraulique interne

Nous proposons d'étudier les situations de calculs suivantes jugées défavorables :

- Situation considérant la retenue vide,
- Situation d'exploitation normale avec un niveau d'eau RN, soit 202.0 m NGF,
- Situation d'exploitation exceptionnelle avec un niveau d'eau PHE, soit 202.99 m NGF,
- Situation de vidange rapide, où les matériaux constitutifs du parement amont sont saturés depuis le niveau RN ainsi que PHE.

Le réseau d'écoulement s'établissant au travers du corps de barrage a été évalué à partir de la méthode de Kozeny, en tenant compte des différents niveaux de retenue.

D'après cette méthode, la surface phréatique décrit une forme parabolique dont l'équation est la suivante :

$$x = \frac{z^2 - z_0^2}{2z_0}$$

Avec :

$$z_0 = \sqrt{H^2 + b^2} - b \quad \text{et} \quad b = L - 0,7B'$$

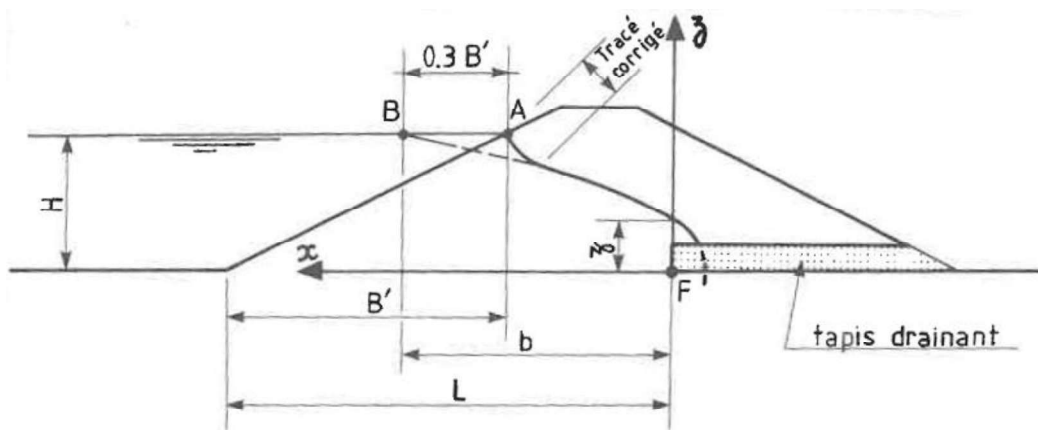


Figure 13 : Tracé de la parabole de Kozeny

5.4.5 Surcharges d'exploitation

Nous avons tenu compte d'une surcharge de 10kPa appliquée en crête de barrage afin de simuler le passage des véhicules d'entretien.

Les valeurs d'accélération retenues dans notre analyse ont été établies conformément aux prescriptions du rapport du MEDDE de 2014 concernant le risque sismique et la sécurité des ouvrages hydrauliques. Elles sont les suivantes :

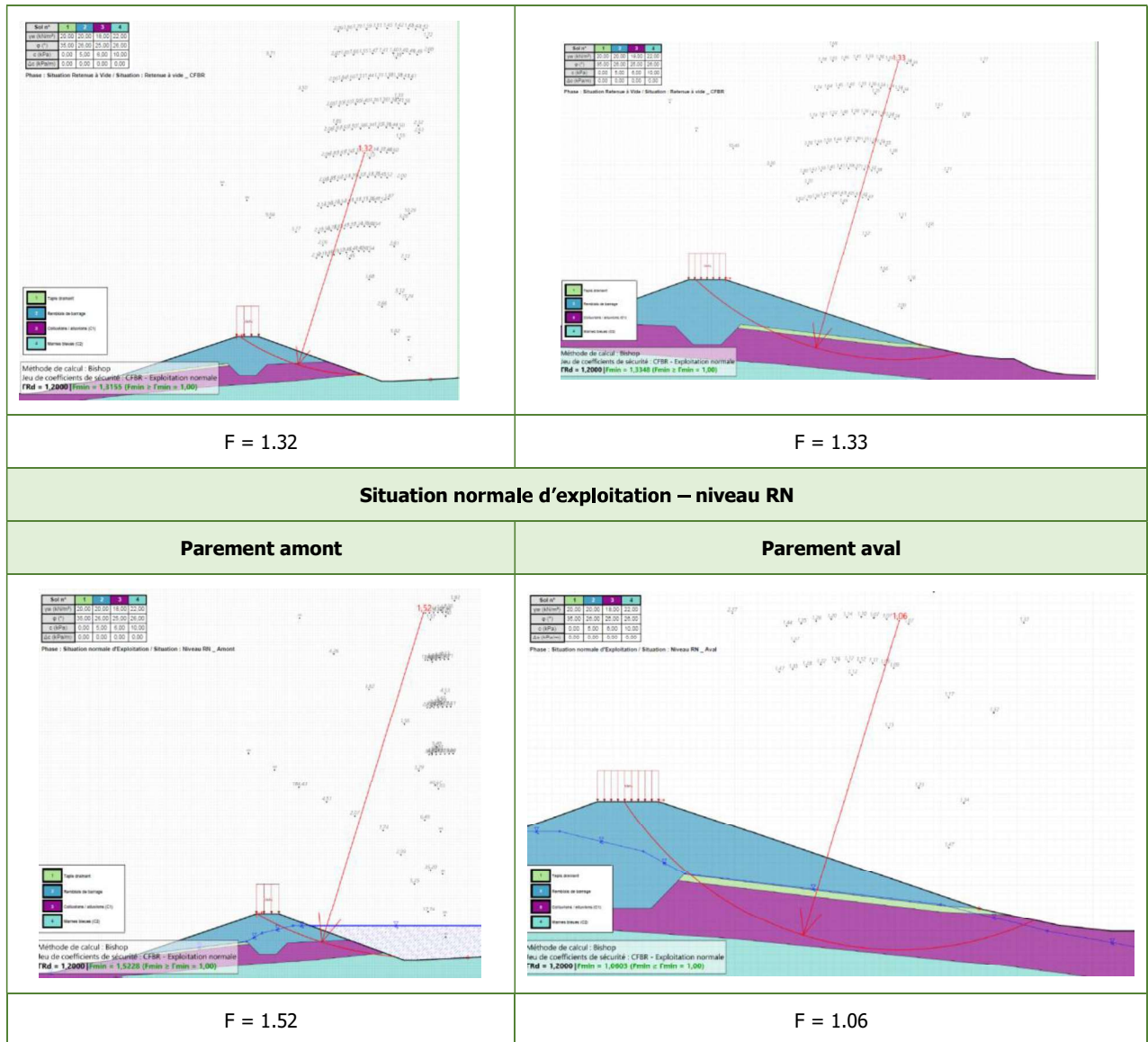
- Classement de la digue : classe C
- Classe de sol EC8 : C (dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide ayant des épaisseurs quelques dizaines à quelques centaines de mètres).
- Coefficient de sol : $S = 1.5$.
- Coefficient d'amplification topographique : $t = 1.0$.
- Accélération horizontale pour SES : $A_{gh} = 0.9 \text{ m/s}^2$.
- Coefficient sismique horizontal : $k_h = 0.66 \times \frac{a_{gh} \times S \times \tau}{g} = \pm 0.0910$
- Coefficient sismique vertical : $k_v = \pm 0.5 \times k_h = \pm 0.045$

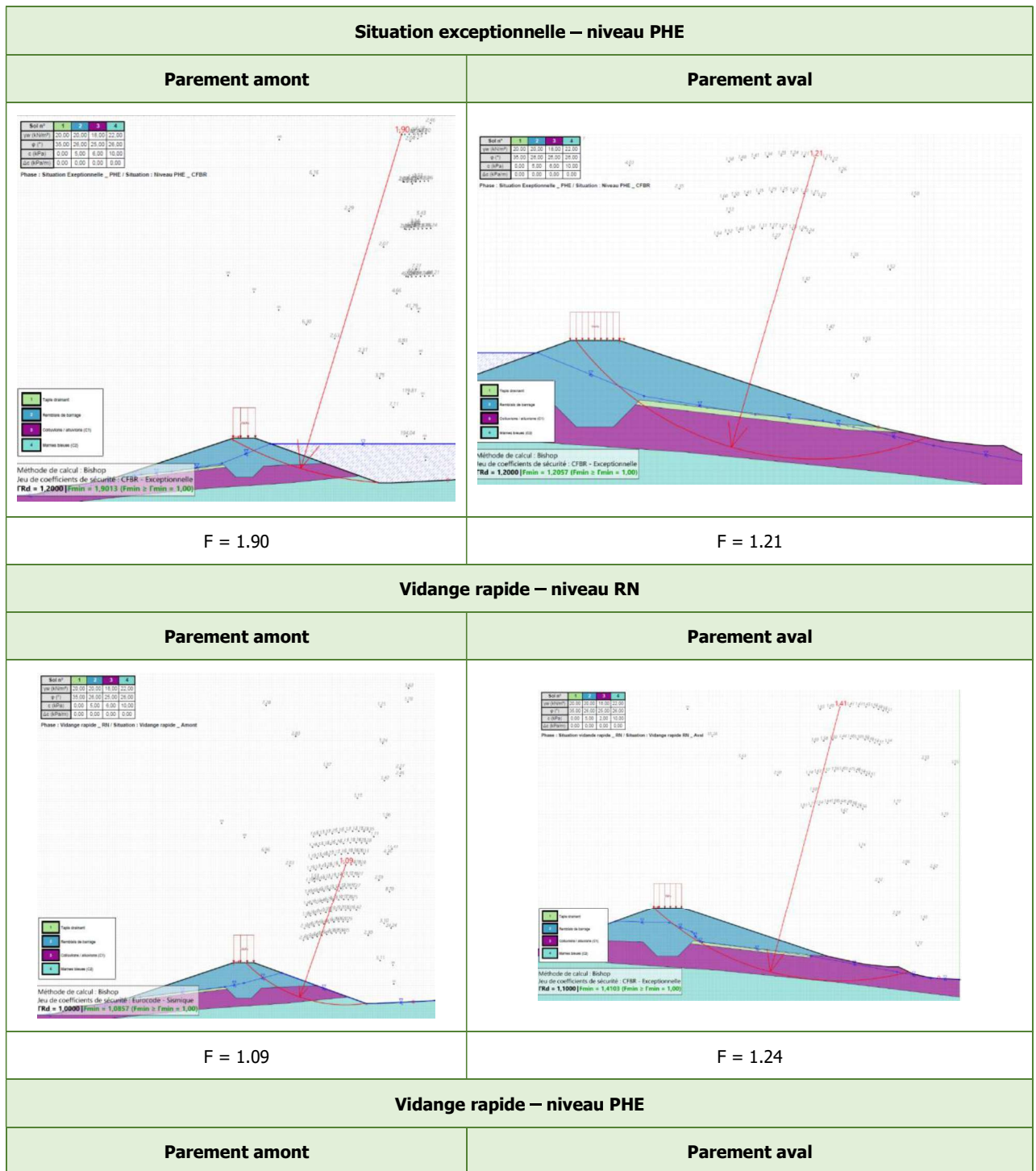
Dans la suite de notre analyse, seul le séisme le plus défavorable est présenté. Les quatre orientations sismiques ont néanmoins été vérifiées.

5.4.6 Résultats des modélisations

Nous présentons ci-dessous les principaux résultats obtenus pour l'analyse de la stabilité du profil suivant les recommandations CFBR. L'analyse aux Eurocodes 7 et Sismiques est présentée en ANNEXE 6.

Situation normale d'exploitation – retenue à vide	
Parement amont	Parement aval





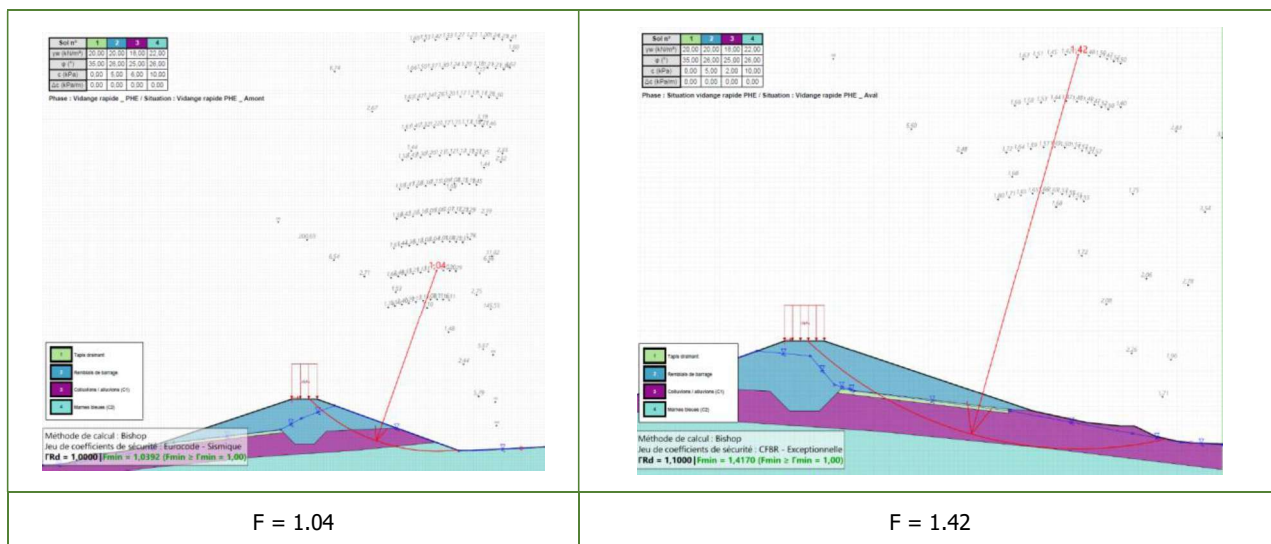


Tableau 23 : Résultats des modélisations de stabilité du barrage

Tableau 23 : Résultats des modélisations de stabilité du barrage

Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus pour l'ensemble des modélisations réalisées. Les résultats détaillés des modélisations de l'ensemble des situations sont présentés en ANNEXE 6.

Parement	Jeu de coefficients de sécurité	Retenue à vide	RN	PHE	Vidange rapide - RN	Vidange rapide - PHE
Amont	Eurocode 7	1.58	1.83	1.69	1.09	1.04
	CFBR	1.32	1.52	1.90	1.40	1.41
	Sismique	2.21	2.87	1.35	-	-
Aval	Eurocode 7	1.60	1.27	1.16	1.24	1.24
	CFBR	1.33	1.06	1.21	1.41	1.42
	Sismique	1.27	1.00	1.00	-	-

Tableau 24 : Résultats des modélisations de stabilité du barrage

Les résultats des modélisations réalisées en situation considérant la retenue vide, avec un niveau d'eau RN et avec un niveau d'eau PHE mettent en évidence un coefficient de sécurité $F > 1,00$ au droit des deux parements. La stabilité des parements est donc vérifiée pour toutes les situations considérant.

Néanmoins, nous recommandons donc, que pendant la durée d'exploitation de la retenue, les vidanges se fassent par palier. La réalisation de palier permettra de diminuer progressivement la teneur en eau des matériaux constitutifs du barrage et d'ainsi limiter le risque d'instabilité. En première approche la durée minimale entre chaque palier est estimée à 48h - 72h. Nous alertons cependant le lecteur sur le fait que cette durée est une valeur estimée qui dépend de la qualité du compactage et de la perméabilité obtenue au sein du remblai constitutif du barrage lors du chantier.

Nous recommandons d'équiper l'ouvrage d'au moins 2 piézomètres en crête, prolongés sur toute la hauteur de l'ouvrage afin de permettre un suivi de son état de saturation. L'intervalle entre chaque palier de vidange pourra être défini comme correspondant au temps nécessaire pour permettre la mise en équilibre du niveau piézométrique avec celui de la retenue.

5.5 Vérification vis-à-vis du soulèvement hydraulique en pied aval

La présence des colluvions en fondations, qui pourraient présenter de perméabilité plus élevée, est susceptible de favoriser l'apparition de gradients hydrauliques significatifs et développement de sous-pressions au droit du pied aval de l'ouvrage.

Néanmoins, le projet prévoit la mise en place d'un tapis drainant au niveau du pied aval. Ce dispositif assure l'interception et l'évacuation des écoulements, permettant ainsi la dissipation des surpressions interstitielles et la réduction des gradients hydrauliques.

Par conséquent, la présence de ce système drainant permet de maîtriser le risque de soulèvement hydraulique. Dans ce contexte, une justification par le calcul des sous-pressions n'apparaît pas nécessaire, le traitement constructif retenu permettant de s'affranchir de cette problématique.

5.6 Vérification vis-à-vis de l'érosion interne

5.6.1 Erosion régressive

Le phénomène d'érosion régressive (renard hydraulique) est un processus d'érosion interne qui se produit avec l'augmentation du gradient hydraulique sous la fondation ou dans le corps du remblai.

L'eau atteint localement des vitesses susceptibles d'entraîner progressivement les éléments les plus fins du sol et augmente ainsi le débit.

Progressivement des éléments plus gros sont entraînés, l'arrachement des particules progresse vers l'amont générant un conduit depuis l'aval.

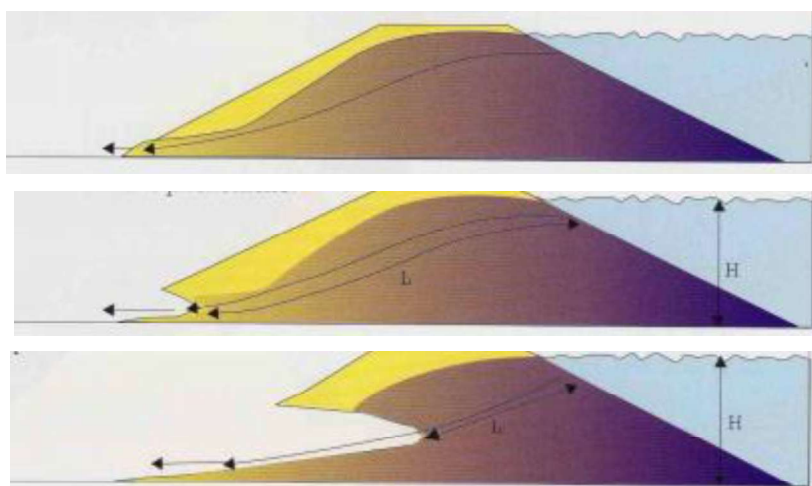


Figure 14 : Principe schématique du phénomène d'érosion régressive

Cas du corps du barrage :

Compte tenu de la faible perméabilité des matériaux constitutifs du barrage et de la présence d'un tapis drainant en partie aval, nous estimons que le front de saturation ne pourra pas atteindre le parement aval de l'ouvrage (hors problématique de terriers d'animaux fouisseurs ou de colmatage du tapis drainant).

Dans ces conditions, les écoulements ne trouvant alors pas de débouchés à l'air libre, le risque de voir apparaître un phénomène de renard hydraulique et d'érosion régressive est considéré comme très faible.

La mise en place de grillages anti-fouisseurs est recommandée au niveau des parements de l'ouvrage afin de limiter le développement de terriers et afin de limiter le risque de phénomène d'érosion interne.

Il conviendra également de proscrire toute mise en place d'une végétation possédant un réseau racinaire important.

Cas de la fondation :

La réalisation d'une clef d'ancrage selon la géométrie présentée au paragraphe § 5.3 permet de limiter le risque d'érosion interne au sein de la formation d'assise.

5.6.2 Erosion de contact

Un phénomène d'érosion de contact est susceptible d'intervenir à l'interface entre deux couches présentant un contraste granulométrique important. Les particules les plus fines sont

entraînées par l'écoulement dans l'espace poreux de la couche de matériaux grossiers ou dans les fissures ouvertes du matériau fissuré.

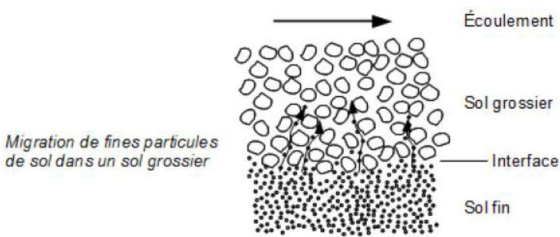


Figure 15 : Principe schématique du phénomène d'érosion de contact

Dans le cas présent, ce phénomène est susceptible de pouvoir se développer à l'interface entre les Remblais de barrage issus des déblais et les matériaux représentatifs des colluvions / alluvions (C1).

L'apparition d'un tel phénomène pourrait être à l'origine de désordre s'exprimant sous la forme de tassement ou l'apparition de fontis en crête de barrage du fait de l'érosion interne des matériaux.

Afin d'étudier la possibilité du développement d'un tel phénomène au droit de l'ouvrage, une vérification du critère de filtre proposé par Terzaghi (critère géométrique) est nécessaire, à savoir :

$$\frac{D_{15}(\text{sol grossier})}{d_{85}(\text{sol fin})} \leq 4$$

Avec :
D₁₅(sol grossier) : diamètre moyen des grains du sol grossier dont 15% en masse sont inférieurs à cette taille ;
d₈₅(sol fin) : diamètre moyen des grains du sol fin dont 85% en masse sont inférieurs à cette taille ;

$d_{85}(\text{sol fin})$	$D_{15}(\text{sol grossier})$	$\frac{D_{15}(\text{sol grossier})}{d_{85}(\text{sol fin})} \leq 4$
6.3 mm	0.0006 mm	<1

Tableau 17 : vérification vis-à-vis de l'érosion de contact par le critère de filtre de Terzaghi

Dans ces conditions, le rapport D15/d85 est inférieure à 4, le critère de filtre (géométrique) est respecté.

Le développement d'un phénomène d'érosion de contact à l'interface des colluvions / alluvions (C1) et le remblai de barrage apparaît très peu probable.

5.6.3 Suffusion

La suffusion est un phénomène affectant certains types de sols instables où les particules les plus fines sont entraînées au sein du squelette du sol que constitue les matériaux les plus grossiers.

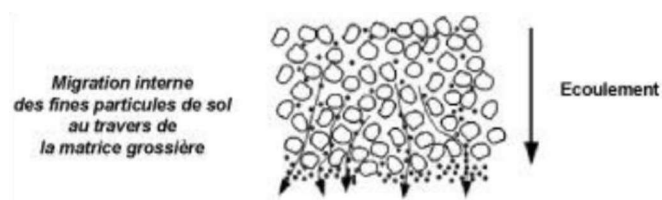


Figure 16 : Principe schématique du phénomène de suffusion

Ce phénomène entraîne peu ou pas de changement dans le volume de la masse de sol mais une augmentation de la perméabilité et des vitesses de l'eau, pouvant s'exprimer à terme sous la forme de tassement.

Le phénomène de suffusion a besoin d'un écoulement suffisamment important pour pouvoir s'initier et mettre en mouvement les particules fines du sol.

Dans le cas présent, ce phénomène est susceptible de se produire lors des vidanges rapides, lorsque l'intensité de l'écoulement devient suffisante vers l'amont.

Afin de limiter ce risque, il est recommandé de mettre en œuvre une vidange progressive, réalisée par paliers de manière à réduire les gradients hydrauliques et les sollicitations sur le sol.

La présence du tapis drainant en pied aval permet de prévenir le risque de suffusion des matériaux en phase normale d'exploitation.

6 ETUDE DE LA CREATION DE LA RETENUE (G2 AVP/PRO)

6.1 Modèle géotechnique de calcul

Les paramètres de sol fournis à ce stade de l'étude sont dépendants de l'état de connaissance géotechnique du site au moment de l'étude. Ces paramètres pourront éventuellement faire l'objet d'adaptations par un géotechnicien en fonction d'informations et de résultats d'investigations complémentaires qui pourraient survenir aux différentes phases des études géotechniques.

A ce niveau de connaissance géotechnique du site, nous proposons de retenir le modèle géotechnique et les hypothèses géotechniques suivants :

Formation	Classe de sol	Toit [m/TN]	Base [m/TN]	PI [Mpa]	E_m [Mpa]	γ [kPa]	ϕ' [°]	c' [kPa]	Perméa. [m/s]
C1 – Colluvions / Alluvions	Sols intermédiaires	0.0	2.3	1.2	8.0	18 ⁽²⁾	25 ⁽²⁾	6 ⁽²⁾	4.10 ⁻⁶⁽¹⁾
C2 – Marnes bleues	Marnes et calcaires	2.3	10.0	2.8	33	22	26	10	1.10 ⁻⁸⁽¹⁾

(1) valeur retenue volontairement forte de manière sécuritaire

(2) valeur estimée d'après notre expérience et la nature des matériaux en l'absence d'essai en laboratoire

Tableau 18 : Modèle géotechnique

Nous rappelons que compte tenu du mode de dépôt des formations de l'horizon C1, il faudra s'attendre à des variations de niveaux du toit de cet horizon et des passages très sablo-graveleux.

La présence de blocs de calcaire n'est pas totalement à exclure au sein des deux horizons (C1 et C2).

6.2 Condition de terrassement

6.2.1 Extraction des matériaux du site

Le projet prévoit la création d'un bassin par le biais d'opérations de terrassement en déblai.

Les opérations de terrassements intéresseront potentiellement les horizons superficiels, les horizons C1 et C2.

Les terrains superficiels et les matériaux de l'horizon C1 ne devraient pas poser de difficulté d'extraction particulière et pourront être excavés à l'aide d'engins courants de puissance moyenne.

Par ailleurs, l'utilisation de matériel spécifique (BRH), pourra être nécessaire pour l'extraction des matériaux issus de l'horizon C2 (marnes bleues) très compact, et pouvant contenir des blocs de calcaire.

Notons que la présence d'horizon plus sablo-graveleux ne peut être écartée au sein la formation des colluvions / alluvions (C1). Ces horizons pourront présenter un comportement boulant, susceptible de s'effondrer lors de la réalisation des opérations de terrassement.

Les plateformes seront réglées pour évacuer les eaux météoriques (pentes en forme de toit et orientées vers les exutoires).

Compte tenu du contexte de site, nous recommandons de réaliser les opérations de terrassement en période favorable (de mai à octobre) afin de profiter de conditions hydriques optimales.

6.2.2 Pente de talus définitive – zone d'emprunt

Le projet prévoit des pentes de talus des berges de la retenue réglées à 2.5H/1V. L'étude détaillée de ces pentes ne fait pas partie de notre mission.

Cependant, compte tenu des caractéristiques mécaniques pouvant être attendues pour les sols en place, les pentes de talus prévues par le projet semblent compatibles avec la nature des sols observés en première approche.

Cette hypothèse devra néanmoins être confirmée par une étude détaillée de la stabilité des berges du bassin dans les phases ultérieures de la conception du projet à l'occasion d'une mission G3 à la charge de l'entreprise de travaux.

Une attention particulière devra être apportée sur la stabilité des terrains durant la phase de terrassement.

Nous alertons cependant sur le fait que les matériaux constitutifs des berges sont attendus sensibles aux fortes teneurs en eau compte tenu de leur nature. Cette sensibilité pourra donner lieu à des instabilités au droit des talus en cas de saturation importante et notamment à l'occasion de vidange rapide.

Pour limiter le risque d'instabilité au droit de ces berges, nous recommandons de procéder aux vidanges de la retenue par palier. La réalisation de palier permettra de diminuer progressivement la teneur en eau des matériaux constitutifs des berges et d'ainsi limiter le risque d'instabilité. En première approche la durée minimale entre chaque palier est estimée à 48h - 72h (hypothèse à confirmer).

6.3 Condition de remblaiement

6.3.1 Réutilisation des matériaux du site

Pour rappel les essais en laboratoire ont permis d'obtenir les résultats suivants :

- C0 – Terrains superficiels

Aucun essai en laboratoire n'a été réalisé au droit de cet horizon.

Nous excluons toute réutilisation de la Terre végétale et remblais – C0 présents au droit du site, dont le caractère hétérogène et la présence de matière organique pourrait conférer un comportement évolutif dans le temps et être la source de désordres.

- C1 – Colluvions/Alluvions

Les essais en laboratoire classent les échantillons prélevés au droit de la formation C1 – Colluvions / Alluvions, dans la catégorie des sols fins peu plastiques de classe GTR A2/F2.

Les échantillons prélevés sont globalement dans un état hydrique sec

Compte tenu de sa perméabilité après compactage, cette formation pourra être réutilisée pour la réalisation de l'ouvrage (hors clé d'ancrage à ce stade de la conception du projet).

Nous alertons le lecteur sur le fait que ces matériaux sont potentiellement sensibles aux variations hydriques. Les circulations d'eau superficielles pourraient occasionner un état hydrique des matériaux « th » (très humide) à certaines périodes de l'année, entraînant d'importants problèmes de compactage et de mise en œuvre. A ce sujet, nous conseillons donc la réalisation des travaux en période favorable (généralement de mai à octobre).

Dans le cas où la réutilisation des matériaux à l'état « th » (très humide) seraient nécessaire, il conviendra de réduire leur teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable sur une période suffisante (plusieurs semaines à plusieurs mois) afin de reclasser ces matériaux en état hydrique « h » (humide) voir « m » (moyenne).

Dans le cas de matériaux trop sec, il conviendra de réhydrater les matériaux avant leur mise en place afin de reclasser ces matériaux en état hydrique moyen « m ».

L'état hydrique des terrains devra être vérifié avant tout démarrage du chantier et pendant son exécution.

Ces matériaux seront régaliés et compactés en couches élémentaires. Pour chaque couche, il sera recherché un indice de compacité q_4 :

- $I_c > 95\% \gamma_d \text{ OPN}$

La perméabilité maximale des matériaux ne devra pas être supérieure à : $K = 10^{-7} \text{ m/s}$

- C2 – Marnes bleues

Les essais en laboratoire classent les échantillons prélevés au droit de la formation C2 – Marnes bleues dans la catégorie des sols fins argileux de classe GTR A2.

Les échantillons prélevés sont globalement dans un état hydrique sec.

Notons que des circulations sont potentiellement attendues au toit de cette formation et qu'un état hydrique très élevé est attendu de fait en tête, ce qui peut entraîner d'importants problèmes de compactage et de mise en œuvre. A l'instar de la formation C1, il conviendra de réduire leur teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable sur une période suffisante.

Pour les matériaux présentant un état hydrique moyen ou humide présents au droit du site d'étude, ils pourront être réutilisés en remblai, en vue de constituer le corps de l'ouvrage et la clé d'ancrage.

L'état hydrique des terrains devra être vérifié avant tout démarrage du chantier et pendant son exécution. A ce sujet, nous recommandons la réalisation des travaux en période favorable (de mai à octobre).

Ces matériaux seront régaliés et compactés en couches élémentaires. Pour chaque couche, il sera recherché un indice de compacité q_4 :

$$- I_c > 95\% \gamma_d \text{ OPN}$$

La perméabilité maximale des matériaux ne devra pas être supérieure à : $K = 10^{-7} \text{ m/s}$

6.3.2 Méthodes de mise en œuvre

A la suite des opérations de purge/substitution et selon le phasage défini au §Erreur ! Source du renvoi introuvable., le remblai du corps de barrage sera monté et compacté par couche dont l'épaisseur sera adaptée aux engins de compactage mis en œuvre sur chantier. Nous recommandons que le remblai soit réalisé par la méthode du remblai excédentaire (montage du remblai par couche, puis réglage des pentes de talus dans un second temps).

Nous recommandons également la réalisation de redans d'ancrage de manière régulière au droit du barrage afin de permettre au remblai d'épouser la pente actuelle du terrain. La hauteur des redans sera adaptée en fonction de la pente du site. Leur largeur sera au moins égale à celle des engins de compactage mis en œuvre.

Les pentes de talus devront respecter les pentes de talus prévues par le projet (2.5H/1V au droit du parement amont et 3H/1V au droit du parement aval), compte tenu des caractéristiques mécaniques attendues des remblais.

Après mise en œuvre et compactage, les caractéristiques minimales recherchées seront les suivantes :

Classe GTR	c' [kPa]	ϕ' [kPa]	γ [kN/m ³]	Perméabilité [m/s]
A1/A2	≥ 5	≥ 25	≤ 21	$\leq 5.10^{-8}$

Tableau 19 : Caractéristiques minimales du remblai

Nous recommandons de réaliser le compactage à l'aide d'un compacteur à pied dameurs de type PV5 afin de garantir la bonne imbrication des couches entre elles.

Les matériaux seront mis en place en recherchant un objectif de densification q_4 :

$$I_c > 95\% \gamma_d \text{ OPN}$$

Les modalités de compactage pourront être ajustées en début de chantier ou à l'occasion d'une planche d'essai.

6.3.3 Essais de contrôle

En phase chantier, nous recommandons la réalisation d'un contrôle quotidien de la teneur en eau des matériaux.

Nous recommandons également un contrôle de la qualité de compactage des matériaux en cours et en fin de chantier au pénétrodensitographe de type PANDA et/ou PDG 1000, suivant le protocole défini par la norme NF P94-105.

6.4 Disposition vis-à-vis de l'eau en phase chantier

Aucun niveau d'eau n'a été prélevé dans nos sondages en mars 2026. Cependant, il faudra s'attendre à des venues d'eau au sein des formations Superficielles et l'horizon C1.

Ces niveaux sont attendues en lien avec des circulations de pentes, conditionnées par la pluviométrie, à la faveur des passages les plus perméables et au niveau des interfaces. Des niveaux d'eau peuvent donc être rencontrés à toute profondeur. L'intensité de ces venues d'eau n'est pas connue, mais est attendue variable et fonction des conditions météorologiques locales et des saisons.

La mise en place de piézomètres et leur suivi est recommandée afin de permettre une caractérisation plus fine des conditions hydrogéologiques au droit de la zone d'étude.

En première approche, les opérations de terrassement étant attendues jusqu'à une profondeur d'environ 5.0 m/TN, nous considérons qu'elles sont susceptibles d'intercepter ces circulations de pentes, notamment en cas de conditions météorologiques pluvieuses et en période hivernale.

Ces venues d'eau pourront être gérées par des opérations de pompage et d'assainissement en fond de fouille.

Nous recommandons de prévoir la réalisation des opérations de terrassement en période favorable (généralement de mai à octobre) afin de bénéficier de conditions hydrogéologiques optimales.

6.5 Conditions de traficabilité des engins de chantier

Les sols rencontrés sont attendues de nature essentiellement sablo-argileuse de classe GTR A2/F2.

Ces matériaux sont réputés sensibles à l'eau, c'est-à-dire susceptible de pouvoir changer brutalement de comportement pour de faible variation d'état hydrique. Ainsi, une chute de leur capacité portante est à prévoir en cas d'humidification importante.

Compte tenu de leur faible capacité portante relevés lors des analyses en laboratoire, les conditions de traficabilité des engins de chantier sont attendues mauvaises. Ces conditions seront cependant favorisées pour des travaux réalisées 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. (période favorable généralement de mai à septembre).

Nous recommandons donc de prévoir la mise en place d'un dispositif adapté, permettant de protéger soigneusement le fond de fouille, afin de limiter les phénomènes de matelassage et d'assurer une bonne praticabilité en fond de fouille :

- Réaliser un modelage aux abords de la fouille pour éloigner les eaux de ruissellement.
- Réaliser une protection immédiate du fond de fouille pour éviter le remaniement des terres (argiles). Nous recommandons à ce titre de prévoir la réalisation d'une piste de chantier en matériaux d'apports insensibles à l'eau (type GNT 0/60 ou équivalent).
- Evacuer des éventuelles venues d'eau par un système de drainage adapté en évitant le remaniement des sols.

En dehors de l'emprise de l'ouvrage, la réalisation d'une piste de chantier en matériaux d'apports insensibles à l'eau (type GNT 0/60 ou équivalent) pourra s'avérer avantageuse pour assurer des conditions de traficabilité optimales.

La réalisation d'un traitement à la chaux et/ou au liant hydraulique des matériaux constitutifs de la plateforme pourra également être envisagé afin d'augmenter leur capacité portante.

Nous rappelons que l'aptitude au traitement des matériaux devra néanmoins être démontrée (via des essais en laboratoire conformément la norme NF P94-100) au préalable de toute opération de traitement.

Par ailleurs, l'utilisation de matériel spécifique (BRH), pourra être nécessaire pour l'extraction des matériaux issus de l'horizon C2 (marnes bleues) très compact, et pouvant contenir des blocs de calcaire.

Notons que la présence d'horizon plus sablo-graveleux ne peut être écartée au sein la formation des colluvions / alluvions (C1). Ces horizons pourront présenter un comportement boulant, susceptible de s'effondrer lors de la réalisation des opérations de terrassement.

Les plateformes seront réglées pour évacuer les eaux météoriques (pentes en forme de toit et orientées vers les exutoires).

7.3 Conditions de pose de la canalisation

La canalisation devra être posée sur un lit de pose soigneusement préparé, constitué de matériaux peu perméables, de préférence issus du site. Ces matériaux devront être mis en œuvre dans des conditions garantissant leur compacité et leur homogénéité dans le but de limiter le développement des phénomènes d'érosion interne le long de la conduite.

À titre d'alternative, un enrobage en béton auto-compactant pourra être envisagé afin d'assurer un contact continu avec la canalisation et de limiter les risques de circulation d'eau le long de celle-ci.

7.4 Conditions de remblaiement de la tranchée

Le remblaiement de la tranchée sera par couches successives. Chaque couche devra être soigneusement compactée selon les objectifs définis, afin de limiter les tassements du sol support et d'assurer la continuité mécanique avec les terrains environnants.

Au voisinage immédiat de la conduite, des matériaux fins ou sélectionnés seront mis en œuvre afin de garantir un bon enrobage et d'éviter tout endommagement de la canalisation. Le remblaiement devra être conduit de manière symétrique de part et d'autre de la conduite pour éviter les déséquilibres.

Le remblai pourra également être constitué des matériaux peu perméables, potentiellement les matériaux du site.

7.5 Dimensionnement des écrans anti-renard

Nous utilisons ici aussi la règle empirique de Lane pour vérifier les conditions de non-développement du phénomène d'érosion régressive (renard hydraulique) et donc le bon dimensionnement des écrans anti-renard.

Nous retenons une valeur de coefficient critique de 3 pour une agile peu consistante (Lautrin 2002).

Cas de mise en charge	Hauteur des écrans	Cheminement vertical	Cheminement horizontale	Hauteur d'eau	Coefficient de Lane	Coefficient critique	Vérification
Retenue normale	0.5m	3m	80	5.43	5.4	3.00	Oui
	1.0m	6m			6.0		Oui
	1.5m	9m			6.5		Oui
	2.0m	12m			7.1		Oui

NPHE	0.5m	3m	80	6.43	4.6	3.00	Oui
	1.0m	6m			5.0		Oui
	1.5m	9m			5.5		Oui
	2.0m	12m			6.0		Oui

Tableau 20 : vérification vis-à-vis du risque de renard par la méthode de Lane

Cette analyse montre qu'en considérant 3 écrans anti-renard, la hauteur minimale requise pour chacun d'eux est de 0,5m pour satisfaire les conditions de non-développement du phénomène d'érosion régressive (renard hydraulique).

8 CONCLUSIONS

Le projet prévoit la construction d'une retenue collinaire en déblai et la construction d'un barrage en remblai.

Le barrage présentera une hauteur maximale de 7.43m, pour une largeur en crête de 4m et pour une largeur maximale en base de 63.0m. Les pentes de parements amont et aval seront fixées à une pente de 2.5H/1V côté amont et 3H/1V côté aval.

Nous recommandons la mise en œuvre d'un tapis drainant en base du remblai, en partie aval ainsi qu'une clef d'ancrage de 2.0m de profondeur minimum depuis la base de l'ouvrage (pied de parement amont).

Les pentes du bassin seront fixées à 2.5H/1V.

Le tableau suivant récapitule la sensibilité des ouvrages vis-à-vis des différents phénomènes susceptibles de survenir en situation normale d'exploitation et de vidange :

Phénomène auquel est soumis l'ouvrage	Sensibilité de l'ouvrage	Recommandations
Soulèvement hydraulique du pied aval du barrage	Très faible au droit de la zone étudiée	Inspection de la nature des matériaux présents en fond de fouille au moment des travaux (à la charge de l'entreprise dans le cadre d'une mission G3).
Erosion interne des ouvrages	Faible	Inspection visuelle régulière des ouvrages et rebouchage systématique des terriers d'animaux fouisseurs. Inspection visuelle régulière des ouvrages pour identifier les zones de fuites éventuelles. Inspection visuelle régulière des parements, pieds de parements et des berges après chaque épisode de vidange (risque d'érosion de suffusion au niveau des berges et de l'assise du barrage).
Instabilité du parement amont et des berges en cas de vidange rapide	Faible	Réalisation de la vidange de la retenue par palier pour limiter les risques d'instabilité. Inspection visuelle régulière des ouvrages pour identifier et conforter les instabilités mineures éventuelles.
Instabilité du parement aval en cas de vidange rapide	Faible	Inspection visuelle régulière de l'ouvrage pour identifier et conforter les instabilités mineures éventuelles. Equiper le barrage en piézomètre afin d'assurer un suivi de son état de saturation.

Tableau 27 : Niveau de risque

Concernant les dispositions courantes d'entretien de l'ouvrage, nous recommandons :

- De prévoir une inspection visuelle de l'ouvrage régulière pour vérifier son bon comportement et programmer les travaux d'entretiens éventuels nécessaires (entretien de la végétation, terriers d'animaux, ravinement de surface...),
- De prévoir le rebouchage systématique des terriers d'animaux fousseurs qui pourraient constituer autant de zones préférentielles d'écoulement de l'eau à l'origine de l'initiation de phénomène d'érosion interne. Ces travaux de rebouchage pourront être programmés dans le cadre d'une politique régulière d'entretien de l'ouvrage et seraient à associer à une inspection visuelle régulière de ce dernier. La mise en œuvre de grillage anti-fousseurs pourra être envisagée, mais présente un coût supplémentaire ;
- De prévoir un entretien régulier de la végétation au droit des parements afin de prévenir le développement du risque d'érosion interne par le biais des racines.

9 INCERTITUDES GEOTECHNIQUES RESIDUELLES

Plusieurs incertitudes géotechniques sont présentes à ce stade de conception du projet. Ce chapitre a pour but de renseigner sur les différents points énoncés préalablement dans ce rapport :

- **Les variations des niveaux d'eaux :** Aucun ouvrage piézométrique n'a été réalisé dans le cadre de cette étude. Afin d'apprécier les variations de nappe et des circulations qui dépendent des conditions météorologiques, nous recommandons la réalisation d'un suivi piézométrique et une étude hydrogéologique spécifique ;
- **Vérification de stabilité du barrage :** Les vérifications de stabilité du barrage ont été réalisées à partir de niveau de saturation n'ayant pas fait l'objet de modélisation aux éléments finis. Des hypothèses, jugées sécuritaires, ont donc été considérées quant au front de saturation des matériaux. Par ailleurs aucun essai de mécanique des sols en laboratoire n'a été réalisé sur les matériaux constitutifs du barrage. Les caractéristiques mécaniques retenues sont des hypothèses se basant sur notre connaissance du secteur et la nature des matériaux reconnus. Elles pourront être vérifiées et ajustées dans le cadre d'une mission G3 à la charge des entreprises ;
- **Vérification de stabilité des berges :** Aucune vérification de stabilité des berges de la retenue n'a été réalisée dans le cadre de cette étude. Compte tenu de la nature des matériaux reconnus et des résultats des modélisations du barrage, des instabilités sont attendues en cas de vidange rapide. Il conviendra d'adapter le mode de vidange de la retenue afin d'assurer leur stabilité ;
- **Influence des racines et terriers d'animaux :** l'influence de la présence de racines, d'arbre et des terriers d'animaux fousseurs reste très difficilement quantifiable dans le cadre de ce type d'étude. De manière préventive, nous recommandons d'adopter une politique d'entretien régulier du barrage visant à limiter le développement de la végétation et à prévoir le comblement systématique des terriers ;
- **Stabilité de l'ouvrage vis-à-vis de la surverse :** la stabilité de l'ouvrage vis-à-vis des phénomènes de surverse n'est pas étudiée dans le cadre de notre étude. Ce type de phénomène relève de problématiques hydrauliques et pourront être étudiée par un bureau d'étude spécialisé ;
- **Présence d'une faille non identifiée :** il faut s'attendre à des variations d'épaisseur ainsi que de faciès importantes pouvant donner lieu à des conclusions différentes vis-

à-vis du risque de soulèvement et d'érosion interne. Nous recommandons d'associer la présence d'un géotechnicien en phase chantier (mission G3 et/ou G4) de manière à pouvoir identifier ces hétérogénéités et adapter les sujétions d'exécutions.

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.

Ce rapport conclut la Mission Géotechnique de Conception G2 AVP/PRO qui nous a été confiée pour cette affaire. Il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet et la rédaction du DCE.

A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2 DCE/ACT, G3 et G4) devra suivre la présente étude (mission G2 AVP/PRO).

SEMOFI se tient à la disposition de tous les intervenants pour réaliser toutes ou parties de ces missions.

L'Ingénieur chargé de l'étude
Mamady CAMARA

ANNEXES

ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION

ANNEXE 2 PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 3 COUPES ET ENREGISTREMENTS DES SONDAGES

ANNEXE 4 ESSAIS DE PERMEABILITE

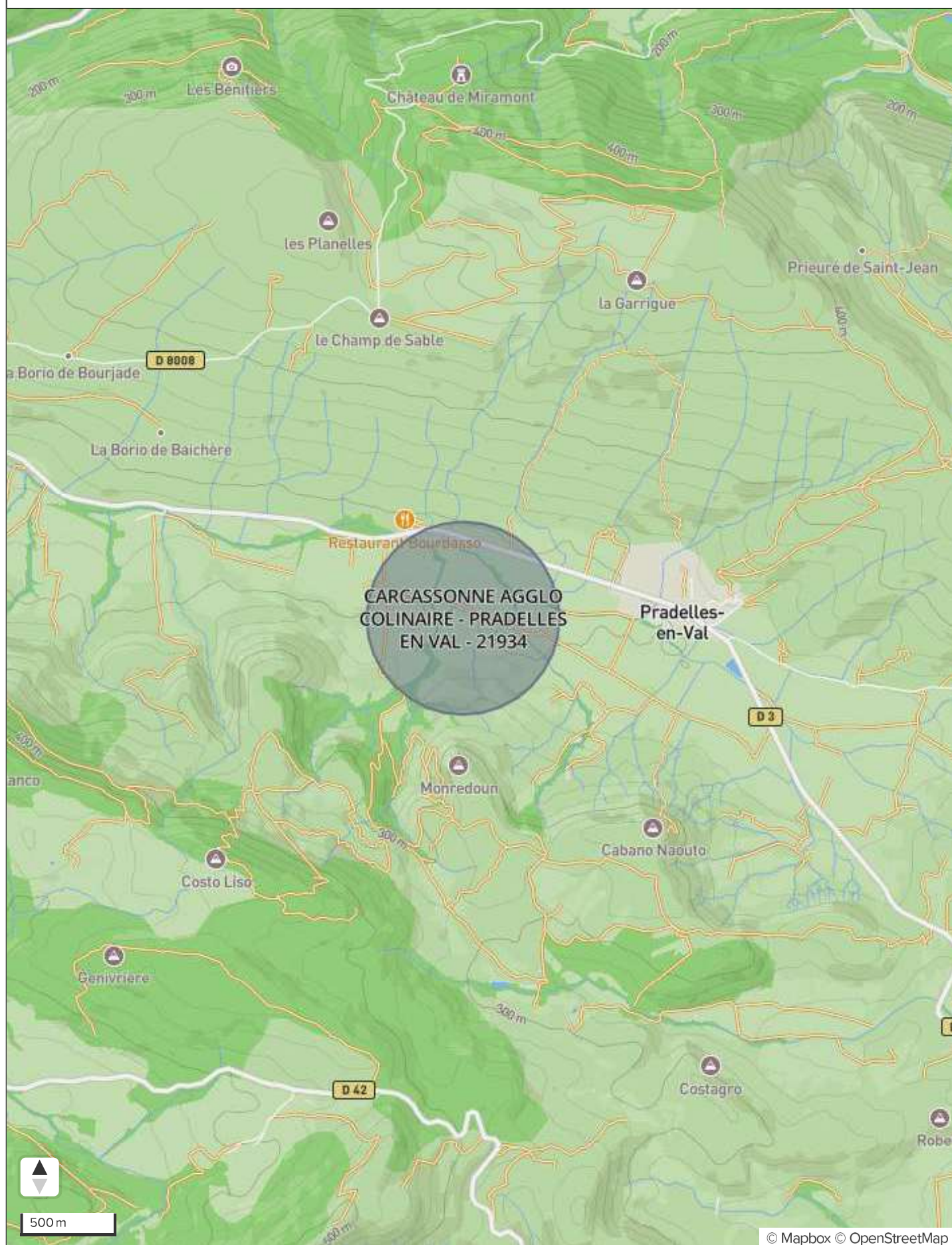
ANNEXE 5 RESULTATS DES ESSAIS D'IDENTIFICATION DES SOLS EN LABORATOIRE

ANNEXE 6 ETUDE DE LA STABILITE DES PAREMENTS DU BARRAGE – CALCULS TALREN

ANNEXE 7 CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES

ANNEXE 1 Plan de localisation

PLAN DE LOCALISATION

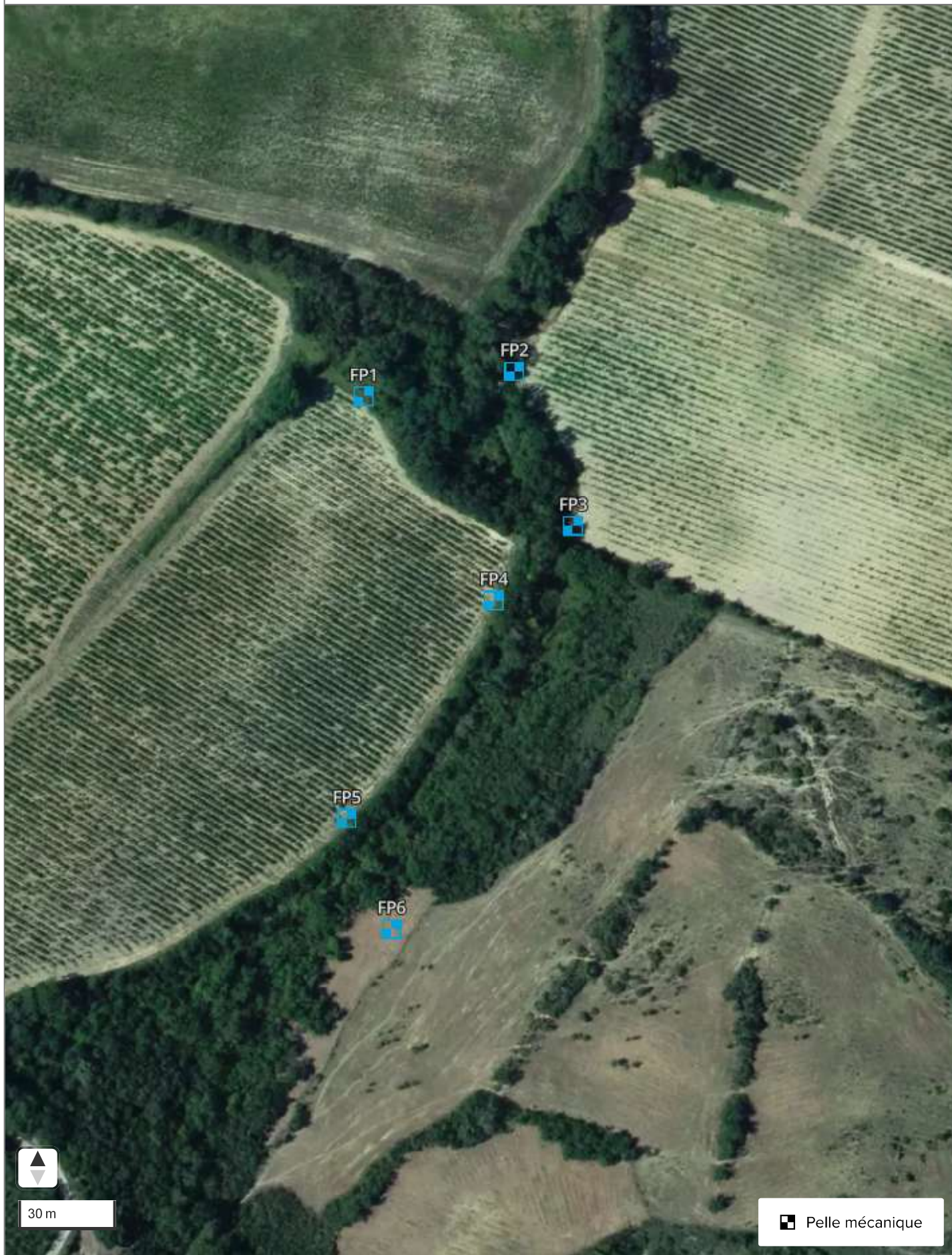


ANNEXE 2 Plan d'implantation des investigations géotechniques

PLAN D'IMPLANTATION



PLAN D'IMPLANTATION



ANNEXE 3 Coupes et enregistrements des sondages

SC1	Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés		
	2,5016		43,1448		WGS 84		Non renseigné		
	Elévation		Prof. atteinte		Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	
	Non renseigné		Non renseigné		-	-	Non renseigné	Non renseigné	
Début			Fin			Machine		Opérateur	
Non renseigné			Non renseigné			-		-	
Prof.	Stratigraphie	Code	Lithologie	Descriptions					
0	C1 - CO - Terre végétale / Alluvions	0,3 m		Limon argileux graveleux [marron], cailloutis, très humide.					
				0,4 m					
				Limon argileux graveleux [marron], cailloutis, très humide, présence de cailloux davantage volumineux Dmax = 7 cm.					
				0,5 m					
1		C2 - Marnes bleues	2,2 m		Argileux [marron] davantage compact mais relativement mou au touché, à petit cailloux de forme angulaire.				
					1,66 m				
					Marne grise foncée, compact, très dur, sec. Présence de cailloux [gris] de formes angulaires.				
					2 m				
2					Passe argileuse humide [marron].				
					2,3 m				
3				Marne grise foncée, compact, très dur, sec. Présence de cailloux [gris] de formes angulaires.					
				3,5 m					
4				Marne grise foncée, très compact, très dur, de plus en plus sec jusqu'à 5m. Présence de cailloux [gris] de formes angulaires.					
				5 m					
5									
Edité par Semofi			CARCASSONNE AGGLO COLINAIRE - PRADELLES EN VAL - 21934						
Mamady CAMARA mamady.camara@semofi.fr			soilcloud.tech						

Sondage

SC1

Élévation

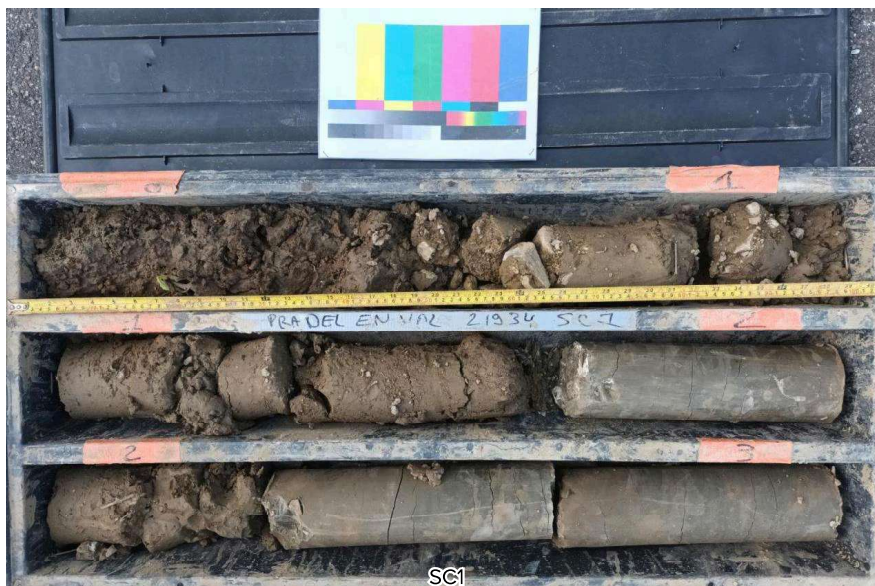
-0,0 m

Prof. atteinte

Non renseigné

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

0,0 m



3,0 m

3,0 m



5,0 m

EE1		Longitude		Latitude		Système de coordonnées							
		2,5016		43,1448		WGS 84							
		Élévation		Nivellement		Angle		Azimut		Prof. atteinte			
		+199,5 m		Non renseigné		-		-		Non renseigné			
Données		Type			Début		Fin		Machine		Opérateur		
DPR-EE1		Paramètres destructifs			Non renseigné		Non renseigné		-		-		
Élévation	Prof.	Stratigraphie	Code	Lithologie	Descriptions	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression d'injection [bar]	Pression de couple de rotation [bar]			
199,5	0	C0 - Terre végétale	0,3 m		Terre végétale, argileuse, sableuse 0,3 m	0							
199,2													
	1												
	2	C1 - Colluvions / Alluvions	0,3 m		Argile limoneuse, sableuse [marron]	1							
	2		2,2 m		2,2 m	2							
197,3		C2 - Marnes bleues			Marnes								
	3												
	4												
	5		5 m		5 m	5							
194,5													

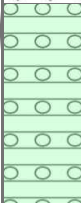
EE2		Longitude		Latitude		Système de coordonnées						
		2,4995		43,1448		WGS 84						
		Élévation		Nivellement		Angle		Azimut		Prof. atteinte		
		+202,6 m		Non renseigné		-		-		Non renseigné		
Données		Type			Début		Fin		Machine		Opérateur	
DPR-EE2		Paramètres destructifs			Non renseigné		Non renseigné		-		-	
Élévation	Prof.	Stratigraphie	Code	Lithologie	Descriptions	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression d'injection [bar]	Pression de couple de rotation [bar]		
202,6	0	C1 - Alluvions / Alluvions / Terre végétale	0,3 m		Terre végétale, argileuse, limoneuse 0,3 m	0						
202,3	1		0,3 m		Argile limoneuse, sableuse [marron]	1						
200,8	2		1,8 m		Marnes bleue [gris]	2						
	3	C2 - Marnes bleues	4 m		Marnes bleue [gris]	3						
198,6	4		4 m			4						

EE3		Longitude		Latitude		Système de coordonnées								
		2,4997		43,1455		WGS 84								
		Élévation		Nivellement		Angle		Azimut		Prof. atteinte				
		+200,0 m		Non renseigné		-		-		Non renseigné				
Données		Type		Début		Fin		Machine		Opérateur				
DPR-EE3		Paramètres destructifs		Non renseigné		Non renseigné		-		-				
Élévation	Prof.	Stratigraphie	Code	Lithologie	Descriptions	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]		Pression de poussée [bar]		Pression d'injection [bar]		Pression de couple de rotation [bar]	
200	0	C1 - Alluvions / Alluvions - Terre végétale	0,3 m		Terre végétale, argileuse, sableuse 0,3 m	0								
199,7	1		0,3 m		Argile limoneuse, sableuse [marron]	1								
198	2		2 m		Marnes [Bleue/gris]	2								
197	3	C2 - Marnes bleues	3 m		Marnes [Bleue/gris]	3								

GROUPE SÉMOFI										CARCASSONNE AGGLO COLINAIRE - PRADELLES EN VAL - 21934										Date	
SP1										Système de coordonnées										05/05/2026	
										WGS 84											
										Azimut										Prof. atteinte	
Début										Machine										10,0 m	
										Opérateur											
Non renseigné										Silea45										William Gongalves	
Non renseigné										Machine											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea45											
Non renseigné										Silea4											

FP1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	2,497815800	43,143871600	WGS 84		Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec	

Début		Fin		Machine	Opérateur
17/07/2023		17/07/2023		Pelle mécanique	-

Élévation	Prof.	Stratigraphie	Lithologie	Descriptions	Outils
209,4	0	C0 - Terrains superficiels 0,3 m		Terre végétale	Pelle mécanique
209,1				0,3 m	
		C1 - Colluvions/Alluvions 1 m		Argile et cailloux blancs calcaire	
				1 m	
208,4	1				
	2	C2 - Marnes bleues		Marnes bleues	Pelle mécanique
	3				
		3,8 m	3,8 m		3,8 m

205,6					
-------	--	--	--	--	--

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
FP1	Pelle mécanique	+209,4 m	3,8 m



FP2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	2,498381700	43,143939800	WGS 84		Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec	

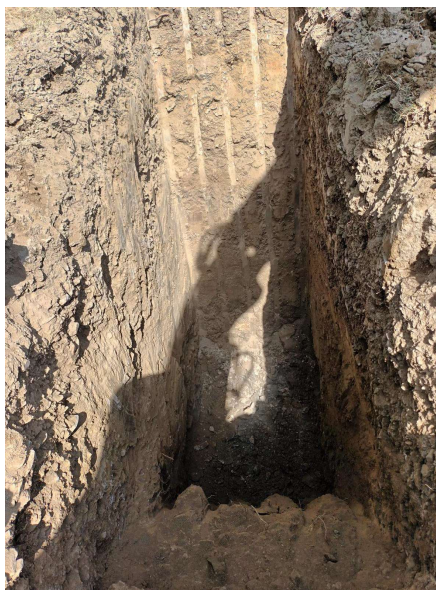
Début	Fin	Machine	Opérateur
16/07/2023	16/07/2023	Pelle mécanique	—

Élévation	Prof.	Stratigraphie	Lithologie	Descriptions
202,56	0	C0 - Terrains superficiels		Terre végétale 0,1 m
202,46				Limons sableux à cailloutis 0,4 m
202,16				
	1	C1 - Colluvions/Alluvions		Limons sableux à blocs calcaires 1,6 m
200,96				
	2			Argile sableuse marron, humide, traces d'oxydation 3 m
199,56	3	C2 - Marnes bleues		Marnes bleues en blocs altérés 3,4 m
199,16				

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
FP2	Carotté	+202,56 m	3,4 m

0,0 m



3,4 m

FP3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	2,498602700	43,143516000	WGS 84		Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec	
	+204,59 m	3,0 m	-	Non renseigné	Non renseigné		

Début	Fin	Machine	Opérateur
16/07/2023	16/07/2023	Pelle mécanique	-

Élévation	Prof.	Stratigraphie	Lithologie	Descriptions
204,59	0			
		C0 - Terrains superficiels		Terre végétale
204,09		0,5 m		0,5 m
	1	C1 - Colluvions/Alluvions		Limon sableux à blocs calcaires
		1,8 m		1,8 m
202,79	2	C2 - Marnes bleues		Marnes bleues en blocs altérés
		3 m		3 m
201,59	3			

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
FP3	Carotté	+204,59 m	3,0 m

0,0 m



3,0 m

FP4	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	2,498304400	43,143311300	WGS 84		Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec	
	+205,68 m	3,2 m	-	Non renseigné	Non renseigné		
Début			Fin		Machine	Opérateur	
17/07/2023			17/07/2023		Pelle mécanique	-	

Élévation	Prof.	Stratigraphie	Lithologie	Descriptions	Outils
205,68	0	C0 - Terrains superficiels 0,4 m		Terre végétale	Pelle mécanique
205,28				0,4 m	
	1				
	2	C1 - Colluvions/Alluvions		Limon sableux à graves et graviers marron, très légèrement humide	
202,98		2,7 m		2,7 m	3,2 m
	3	C2 - Marnes bleues		Marnes bleues	
202,48		3,2 m		3,2 m	

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
FP4	Pelle mécanique	+205,68 m	3,2 m



FP5	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	2,497751900	43,142714700	WGS 84		Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec	
	+207,46 m	3,0 m	-	Non renseigné	Non renseigné		

Début	Fin	Machine	Opérateur
17/07/2023	17/07/2023	Pelle mécanique	-

Élévation	Prof.	Stratigraphie	Lithologie	Descriptions	Outils
207,46	0			Terre végétale	Pelle mécanique
207,06		C0 - Terrains superficiels		0,4 m	
	1	C1 - Colluvions/Alluvions		Limons sableux marron, à graves et graviers	
205,36	2	C2 - Marnes bleues		Marnes bleues	
204,46	3				3 m

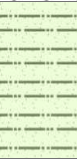
RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
FP5	Pelle mécanique	+207,46 m	3,0 m



FP6	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	2,497920000	43,142411600	WGS 84		Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec	
	+209,63 m	3,2 m	-	Non renseigné	Non renseigné		

Début	Fin	Machine	Opérateur
16/07/2023	16/07/2023	Pelle mécanique	-

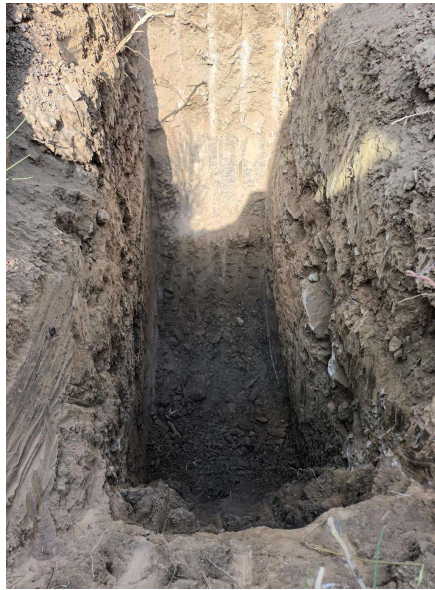
Élévation	Prof.	Stratigraphie	Lithologie	Descriptions
209,63	0	C0 - Terrains superficiels		Terre végétale
209,23				0,4 m
		C1 - Colluvions/Alluvions		Limons sableux
				0,4 m
208,73	1	C1 - Colluvions/Alluvions		Limons sableux à blocs calcaires
				0,9 m
		C2 - Marnes bleues		Limons sableux à blocs calcaires
				1,8 m
207,83	2	C2 - Marnes bleues		Marnes grises bleues en blocs, altérées
				1,8 m
	3	C2 - Marnes bleues		Marnes grises bleues en blocs, altérées
				3,2 m

206,43				
--------	--	--	--	--

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
FP6	Carotté	+209,63 m	3,2 m

0,0 m



3,2 m

ANNEXE 4 Essais de perméabilité

PV 98120

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP1	Vos références dossier	C23-118560
Profondeur (m)	01.0 - 04.0 m	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception	21/07/2023
Prélevé par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	02/08/2023
conservation	Sac	Opérateur:	ANT + KEM

Nature de l'échantillon: Argile légèrement sableuse verte remanié à l'OPN

Méthode de préparation de l'éprouvette : Reconstitution

Type d'éprouvette: remanié

Observation :

Méthode de la perméabilité: Perméabilité à l'oedomètre sous charge variable décroissante

Température d'essai: 20 °C

Dimension de l'éprouvette: - hauteur : 20 mm
- diamètre: 70 mm

Pression exercée: 46.5 Kpa

Source de perméation: eau du robinet

Température d'étuvage: 105°C

Initial		
W	13.96	%
densité humide	2.12	t/m ³
densité sèche	1.86	t/m ³
Indice de vide	0.43	
Saturation	87	%
Hauteur	20.000	mm

Final		
W	15.44	%
densité humide	2.17	t/m ³
densité sèche	1.88	t/m ³
indice de vide	0.41	
Saturation	100	%
Hauteur (mm)	19.717	mm

Perméabilité

3.43E-09 m/s

Observation de prélèvements/Réceptions:

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 10-août-23

Laurent KHEANG
Responsable des essais

GEO.S.LAB

Siège Social : 565, rue des Vœux St Georges 94290 Villeneuve le Roi - Tel : 01 49 61 11 88 - Fax : 01 49 61 11 99
S.A.S au capital de 10 000 € - SIREN 489 892 950 00028 - code A.P.E 7120 B

PV 98127

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP4	Vos références dossier	C23-118560
Profondeur (m)	00.4 - 02.7 m	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception	21/07/2023
Prélevé par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	02/08/2023
conservation	Sac	Opérateur:	ANT + KEM

Nature de l'échantillon: Sable limoneux marron remanié à l'OPN

Méthode de préparation de l'éprouvette : Reconstitution

Type d'éprouvette: remanié

Observation :

Méthode de la perméabilité: Perméabilité à l'oedomètre sous charge variable décroissante

Température d'essai: 20 °C

Dimension de l'éprouvette: - hauteur : 20 mm
- diamètre: 70 mm

Pression exercée: 27.0 Kpa

Source de perméation: eau du robinet

Température d'étuvage: 105°C

Initial		
W	13.09	%
densité humide	2.12	t/m ³
densité sèche	1.87	t/m ³
Indice de vide	0.41	
Saturation	84	%
Hauteur	20.000	mm

Final		
W	15.25	%
densité humide	2.18	t/m ³
densité sèche	1.89	t/m ³
indice de vide	0.40	
Saturation	100	%
Hauteur (mm)	19.822	mm

Perméabilité 1.36E-08 m/s

Observation de prélèvements/Réceptions: Essai réalisé à l'OPN

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 7-août-23

Laurent KHEANG
Responsable des essais

GEO.S.LAB

Siège Social : 565, rue des Vœux St Georges 94290 Villeneuve le Roi - Tel : 01 49 61 11 88 - Fax : 01 49 61 11 99
S.A.S au capital de 10 000 € - SIREN 489 892 950 00028 - code A.P.E 7120 B

PV 98131

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP5	Vos références dossier	C23-118560
Profondeur (m)	02.1 - 03.0 m	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception	21/07/2023
Prélevé par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	02/08/2023
conservation	Sac	Opérateur:	ANT + KEM

Nature de l'échantillon: Argile légèrement sableuse verte avec des graviers remanié à l'OPN

Méthode de préparation de l'éprouvette : Reconstitution

Type d'éprouvette: remanié

Observation :

Méthode de la perméabilité: Perméabilité à l'oedomètre sous charge variable décroissante

Température d'essai: 20 °C

Dimension de l'éprouvette: - hauteur : 20 mm
- diamètre: 70 mm

Pression exercée: 52.5 Kpa

Source de perméation: eau du robinet

Température d'étuvage: 105°C

Initial		
W	12.40	%
densité humide	2.09	t/m ³
densité sèche	1.86	t/m ³
Indice de vide	0.42	
Saturation	77	%
Hauteur	20.000	mm

Final		
W	16.05	%
densité humide	2.16	t/m ³
densité sèche	1.86	t/m ³
indice de vide	0.42	
Saturation	100	%
Hauteur (mm)	19.982	mm

Perméabilité 4.61E-09 m/s

Observation de prélèvements/Réceptions: Essai réalisé à l'OPN

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 7-août-23

Laurent KHEANG
Responsable des essais

GEO.S.LAB

Siège Social : 565, rue des Vœux St Georges 94290 Villeneuve le Roi - Tel : 01 49 61 11 88 - Fax : 01 49 61 11 99
S.A.S au capital de 10 000 € - SIREN 489 892 950 00028 - code A.P.E 7120 B

Identification de la Classe GTR d'un matériaux selon la norme NF P 11-300 (2025)

IDRRIM. Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule 2 - Annexes techniques. Bron : Cerema, 2023. Collection : Les références.

PV 120934

Site de prélèvement	Pradelles en Val	Société :	SEMOFI
N° de Sondage	SC1	Vos références dossier :	C26-21934
Profondeur (m)	0,0 - 1,0	Nos références dossier :	S26-13316
Date du prélèvement	10/03/2026	Date de réception du dossier :	31/03/2026
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai :	31/03/2026
Condition de conservation	caisse	Opérateur :	MAG
Description visuelle de l'échantillon : Conformément aux principes de l'ISO 14688-1 Marne sableuse beige - kakie très ferme - Dmax : 60 mm - Lmax : 90 mm - Réagit au HCl			
Remarques : Contenant non hermétique, la teneur en eau n'est pas représentative de l'état naturel du sol.			

Classe GTR déterminée : VC2 F2 ts

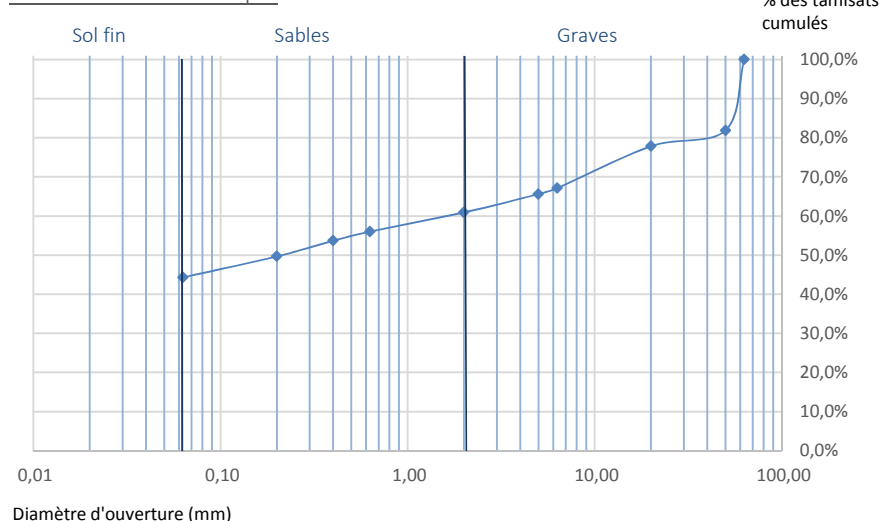
Détermination pondérale de la teneur en eau selon la norme NF EN ISO 17892-1 (2014):

Temperature d'étuvage (°C) : 105°C Teneur en eau de l'échantillon : 6,9%

Détermination de la distribution granulométrique des particules par essai au tamis selon la norme EN ISO 17892-4 (2016):

Diamètre d'ouverture (mm)	% des tamisats cumulés
63	100%
50	82%
20	78%
6,3	67%
5	66%
2	61%
0,63	56%
0,4	54%
0,2	50%
0,063	44%

Courbe Granulométrique



Détermination des limites de liquidité par la méthode de Casagrande et de plasticité selon la norme NF EN ISO 17892-12 (2018)

Limite de Liquidité WL: 34%
Limite de plasticité Wp: 22%
Indice de plasticité IP : 12
Indice de consistance IC : 2,25

Nota : Ces données sont factuelles, issues des différents normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être réalisées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le roi le : 09/04/2026

Agathe JAKOVljevic
Responsable des essais de Classification des sols

Site de prélèvement	Pradelles en Val	Société :	SEMOFI
N° de Sondage	SC1	Vos références dossier :	C26-21934
Profondeur (m)	0,0 - 1,0	Nos références dossier :	S26-13316
Date du prélèvement	10/03/2026	Date de réception du dossier :	31/03/2026
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai :	08/04/2026
Condition de conservation	Caisse	Opérateur :	MAG

Description visuelle de l'échantillon :

Conformément aux principes de l'ISO 14688-1

Marne sableuse beige - kakie très ferme - Dmax : 60 mm - Lmax : 90 mm - Réagit au HCl

Teneur en eau de l'échantillon :

6,9%

selon la norme NF EN ISO 17892-1

Température d'étuvage :

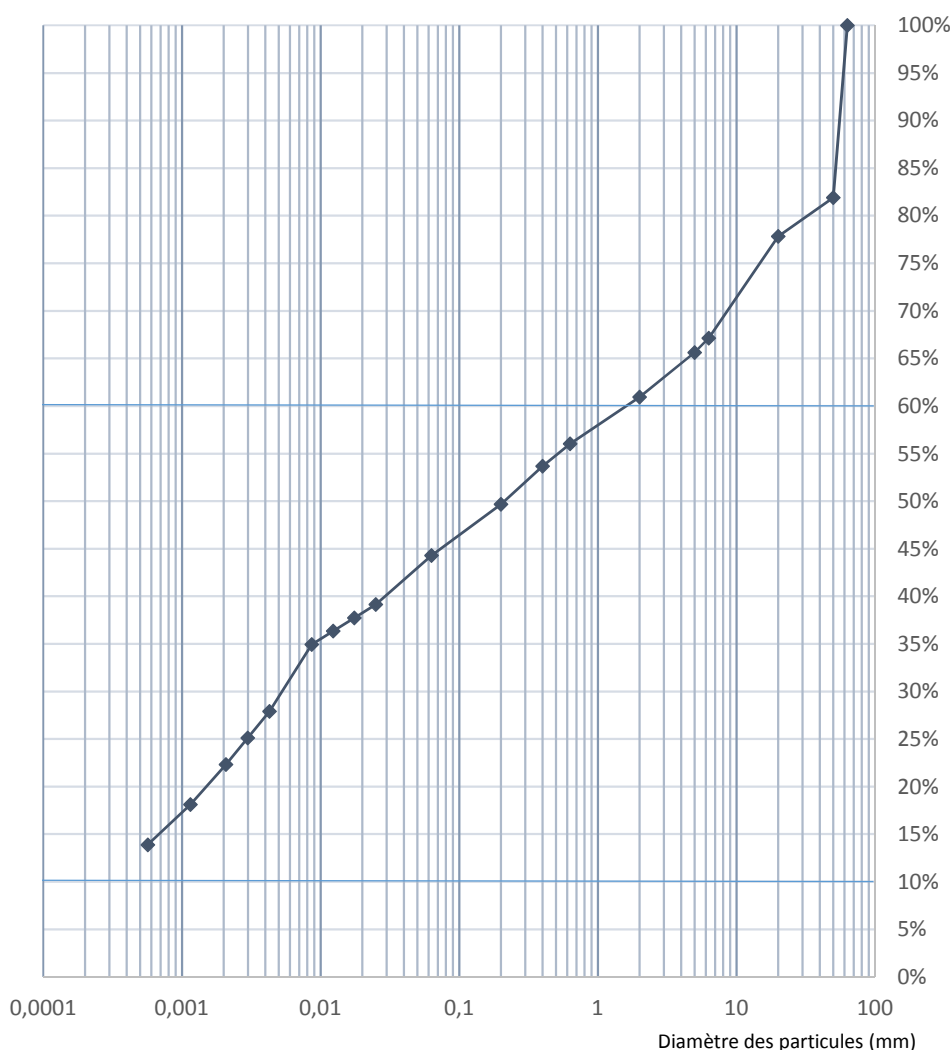
105°C

γ_S (estimé)

2,70

Courbe de la répartition granulométrique des particules

Diamètre (mm)	% tamisat cumulé
63	100%
50	82%
20	78%
6,3	67%
5	66%
2	61%
0,63	56%
0,4	54%
0,2	50%
0,063	44%
0,0250	39%
0,0175	38%
0,0123	36%
0,0086	35%
0,0043	28%
0,0030	25%
0,0021	22%
0,0012	18%
0,0006	14%



Observations relatives à la réalisation de l'essai :

Nota : Ces données sont factuelles, issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être réalisées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le roi le :

09/04/2026

Agathe JAKOVljevic

Responsable des essais de Classification
des sols

Identification de la Classe GTR d'un matériaux selon la norme NF P 11-300 (2025)

IDRRIM. Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule 2 - Annexes techniques. Bron : Cerema, 2023. Collection : Les références.

PV 120936

Site de prélèvement	Pradelles en Val	Société :	SEMOFI
N° de Sondage	SC1	Vos références dossier :	C26-21934
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier :	S26-13316
Date du prélèvement	10/03/2026	Date de réception du dossier :	31/03/2026
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai :	31/03/2026
Condition de conservation	caisse	Opérateur :	MAG
Description visuelle de l'échantillon : Conformément aux principes de l'ISO 14688-1			
Limon sableux marron - beige ferme, graviers calcaires - Dmax : 27 mm - Lmax : 32 mm - Réagit au HCl			
Remarques : Contenant non hermétique, la teneur en eau n'est pas représentative de l'état naturel du sol.			

Classe GTR déterminée : **F2 s**

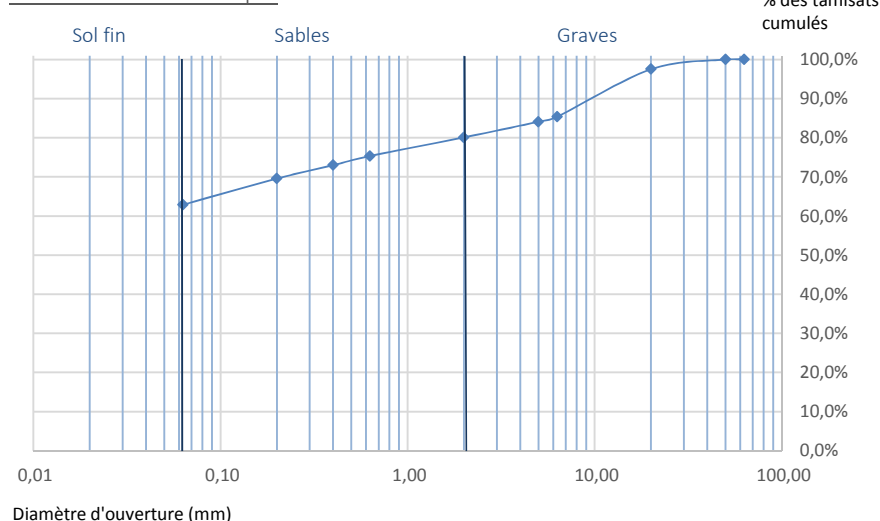
Détermination pondérale de la teneur en eau selon la norme NF EN ISO 17892-1 (2014):

Temperature d'étuvage (°C) : 105°C Teneur en eau de l'échantillon : **13,2%**

Détermination de la distribution granulométrique des particules par essai au tamis selon la norme EN ISO 17892-4 (2016):

Diamètre d'ouverture (mm)	% des tamisats cumulés
63	100%
50	100%
20	98%
6,3	85%
5	84%
2	80%
0,63	75%
0,4	73%
0,2	70%
0,063	63%

Courbe Granulométrique



Détermination des limites de liquidité par la méthode de Casagrande et de plasticité selon la norme NF EN ISO 17892-12 (2018)

Limite de Liquidité WL: **35%**
Limite de plasticité Wp: **16%**
Indice de plasticité IP : **19**
Indice de consistance IC : **1,15**

Nota : Ces données sont factuelles, issues des différents normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être réalisées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le roi le : **09/04/2026**

Agatha JAKOVljevic
Responsable des essais de Classification des sols

Site de prélèvement	Pradelles en Val	Société :	SEMOFI
N° de Sondage	SC1	Vos références dossier :	C26-21934
Profondeur (m)	1,0 - 2,0	Nos références dossier :	S26-13316
Date du prélèvement	10/03/2026	Date de réception du dossier :	31/03/2026
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai :	08/04/2026
Condition de conservation	EI	Opérateur :	MAG

Description visuelle de l'échantillon :

Conformément aux principes de l'ISO 14688-1

Limon sableux marron - beige ferme, graviers calcaires - Dmax : 27 mm - Lmax : 32 mm - Réagit au HCl

Teneur en eau de l'échantillon :

13,2%

selon la norme NF EN ISO 17892-1

Température d'étuvage :

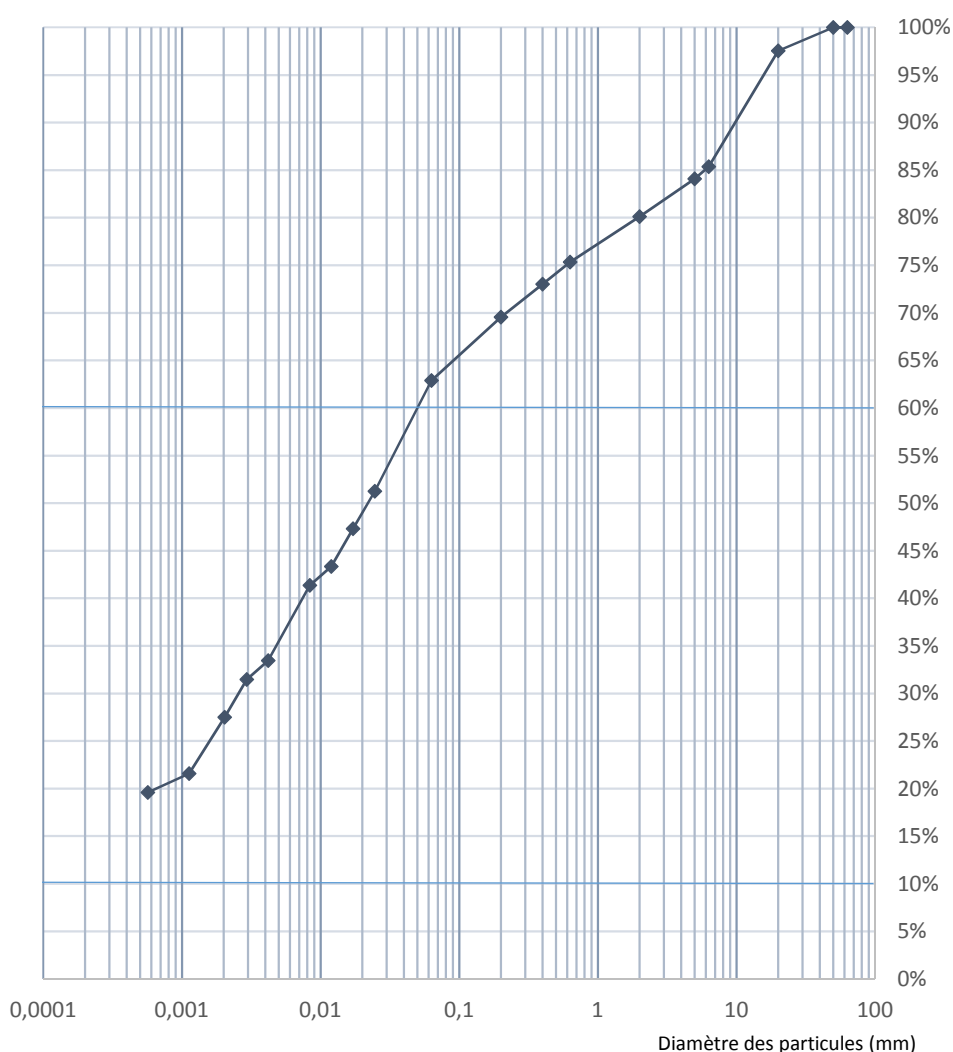
105°C

γ_S (estimé)

2,70

Diamètre (mm)	% tamisat cumulé
63	100%
50	100%
20	98%
6,3	85%
5	84%
2	80%
0,63	75%
0,4	73%
0,2	70%
0,063	63%
0,0246	51%
0,0171	47%
0,0119	43%
0,0084	41%
0,0042	33%
0,0029	31%
0,0020	28%
0,0011	22%
0,0006	20%

Courbe de la répartition granulométrique des particules



Observations relatives à la réalisation de l'essai :

Nota : Ces données sont factuelles, issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être réalisées par une ingénierie compétente.

Agathe JAKOVljevic

Responsable des essais de Classification
des sols

Procès verbal établi à Villeneuve le roi le :

09/04/2026

Site de prélèvement	Pradelles en Val	Société :	SEMOFI
N° de Sondage	ST4	Vos références dossier :	C26-21934
Profondeur (m)	1,5 - 1,8	Nos références dossier :	S26-13316
Date du prélèvement	10/03/2026	Date de réception du dossier :	31/03/2026
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai :	02/04/2026
Condition de conservation	bocaux	Opérateur :	MAG
Description visuelle de l'échantillon : Conformément aux principes de l'ISO 14688-1			
Argile très sableuse kakie ferme avec graviers calcaires - Dmax : 12 mm - Lmax : 27 mm - Réagit au HCl			
Remarques :			

Classe GTR déterminée : **F2 ts**

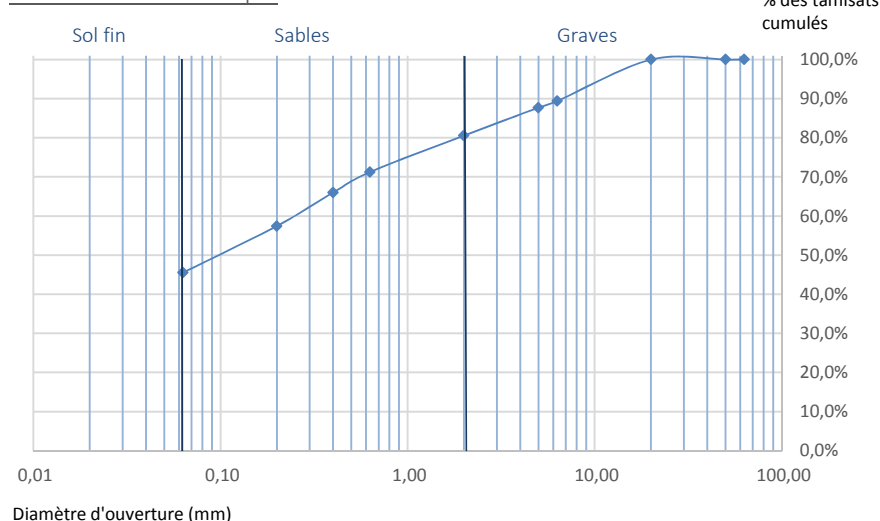
Détermination pondérale de la teneur en eau selon la norme NF EN ISO 17892-1 (2014):

Temperature d'étuvage (°C) : 105°C Teneur en eau de l'échantillon : **10,7%**

Détermination de la distribution granulométrique des particules par essai au tamis selon la norme EN ISO 17892-4 (2016):

Diamètre d'ouverture (mm)	% des tamisats cumulés
63	100%
50	100%
20	100%
6,3	89%
5	88%
2	81%
0,63	71%
0,4	66%
0,2	57%
0,063	46%

Courbe Granulométrique



Détermination des limites de liquidité par la méthode de Casagrande et de plasticité selon la norme NF EN ISO 17892-12 (2018)

Limite de Liquidité WL: **34%**
Limite de plasticité Wp: **16%**
Indice de plasticité IP : **18**
Indice de consistance IC : **1,31**

Nota : Ces données sont factuelles, issues des différents normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être réalisées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le roi le : **09/04/2026**

Agathe JAKOVljevic
Responsable des essais de Classification
des sols

Identification de la Classe GTR d'un matériaux selon la norme NF P 11-300 (2025)

IDRRIM. Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule 2 - Annexes techniques. Bron : Cerema, 2023. Collection : Les références.

PV 120938

Site de prélèvement	Pradelles en Val	Société :	SEMOFI
N° de Sondage	ST5	Vos références dossier :	C26-21934
Profondeur (m)	3,0 - 4,5	Nos références dossier :	S26-13316
Date du prélèvement	10/03/2026	Date de réception du dossier :	31/03/2026
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai :	02/04/2026
Condition de conservation	bocaux	Opérateur :	MAG
Description visuelle de l'échantillon : Conformément aux principes de l'ISO 14688-1 Argile marneuse kakie - beige ferme - Réagit au HCl			
Remarques :			

Classe GTR déterminée : **F2 ts**

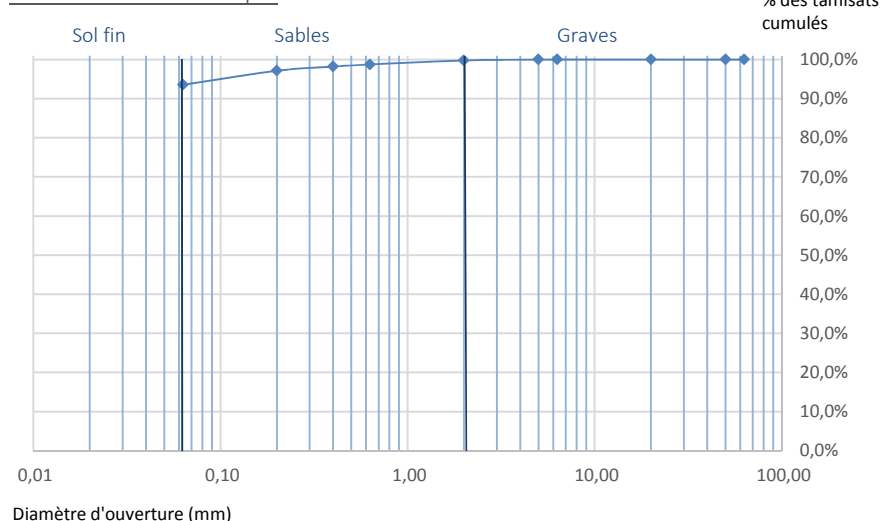
Détermination pondérale de la teneur en eau selon la norme NF EN ISO 17892-1 (2014):

Temperature d'étuvage (°C) : 105°C Teneur en eau de l'échantillon : **13,8%**

Détermination de la distribution granulométrique des particules par essai au tamis selon la norme EN ISO 17892-4 (2016):

Diamètre d'ouverture (mm)	% des tamisats cumulés
63	100%
50	100%
20	100%
6,3	100%
5	100%
2	100%
0,63	99%
0,4	98%
0,2	97%
0,063	94%

Courbe Granulométrique



Détermination des limites de liquidité par la méthode de Casagrande et de plasticité selon la norme NF EN ISO 17892-12 (2018)

Limite de Liquidité WL: **44%**
Limite de plasticité Wp: **23%**
Indice de plasticité IP : **21**
Indice de consistance IC : **1,41**

Nota : Ces données sont factuelles, issues des différents normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être réalisées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le roi le : **09/04/2026**

Agathe JAKOVljevic
Responsable des essais de Classification des sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP1	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	0,3 - 1,0	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	24/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SAR

Description visuelle de l'échantillon :

Argile kakie, ferme, quelques débris végétaux, réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A2ts****Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:****105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

$$W_N = 7,7\%$$

La limite de liquidité et la limite de plasticité d'Atterberg s'appliquent aux éléments passants au travers d'un tamis de dimension nominale d'ouverture 0,400 mm.

Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.

Limite de Plasticité W_P	18%
Limite de Liquidité W_L	43%
Indice de Plasticité IP	25
Indice de Consistance I_c	1,41

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	100%	100%	100%	98%	98%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVLJEVICResponsable des essais
de Classification des Sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP1	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	1,0 - 4,0	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	24/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SBE

Description visuelle de l'échantillon :

Argile Kakie très ferme, réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A2s****Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:****105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

$$W_N = 9,3\%$$

La limite de liquidité et la limite de plasticité d'Atterberg s'appliquent aux éléments passants au travers d'un tamis de dimension nominale d'ouverture 0,400 mm.

Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.

Limite de Plasticité W_P	17%
Limite de Liquidité W_L	38%
Indice de Plasticité IP	21
Indice de Consistance I_c	1,37

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	100%	98%	97%	91%	91%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVljevicResponsable des essais
de Classification des Sols

Courbe proctor et courbe IPI

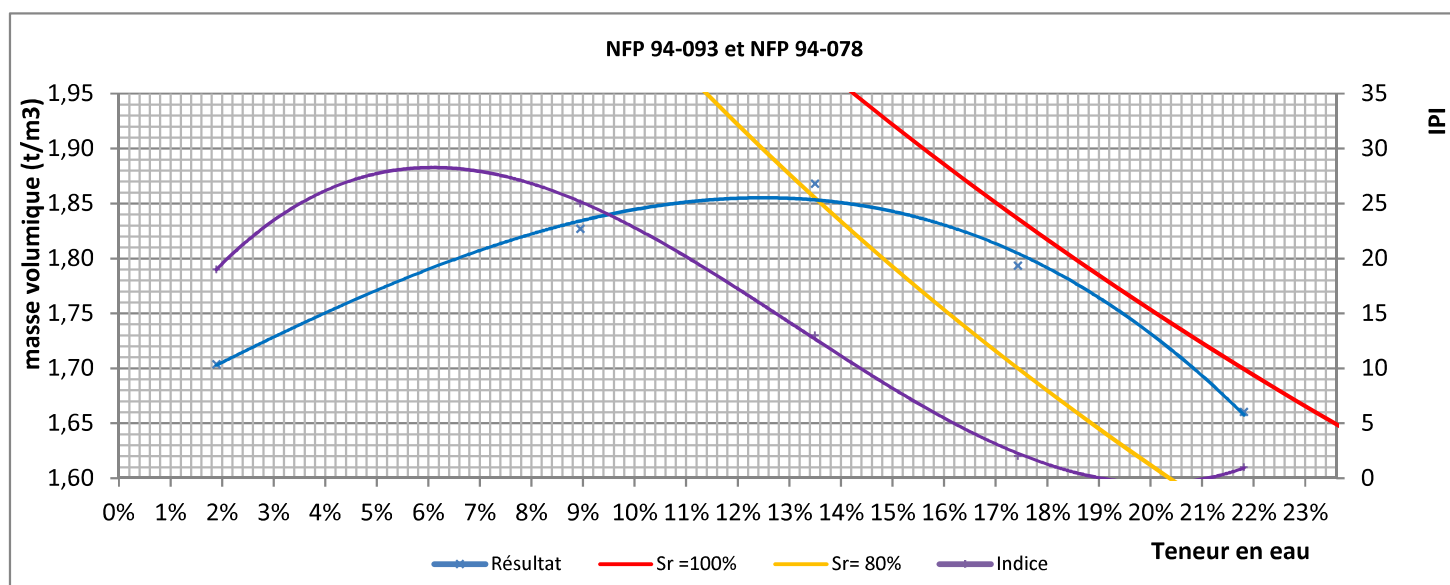
Selon la norme NF P 94-093 et NF P 94-078

PV 98119

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP1	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	1,0 - 4,0	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	26/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	MAG

Observation de prélèvements / Réceptions

Argile kakie très ferme, réagit au HCl

 $P_s = 2,70 \text{ t/m}^3$

ENERGIE

INDICE

Fraction D>20

0%

Teneur en eau
initiale

OPN

Pd: 1,83 g/cm³ 1,87 g/cm³

w% : 9,0% 13,8%

Indice: 25 13

☒ Estimé
☐ Mesuré

☒ Normale
☐ Modifiée

☒ I.P.I
☐ I.C.B.R

Observation pendant la réalisation de l'essai:

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVljevic
 Responsable des essais
 de Classification des Sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	P2	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	0,1 - 0,7	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	24/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SBE

Description visuelle de l'échantillon :

Sable limoneux marron sec, graviers, réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A1****Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:****105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

$$W_N = 4,8\%$$

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux.

Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : **0,90****La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de : 1,5 en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.**

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	100%	90%	79%	40%	39%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVljevicResponsable des essais
de Classification des Sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	P2	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	1,6 - 3,0	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	24/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SAR

Description visuelle de l'échantillon :

Limon sableux marron ferme, graviers, Dmax : 30mm, réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A1****Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** **105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

W_N = **9,1%**

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux.

Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : **0,75****La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** **1,5** *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	80%	75%	73%	53%	52%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 8-août-23**Agathe JAKOVljevic**Responsable des essais
de Classification des Sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	P3	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	0,5 - 1,8	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	24/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SAR

Description visuelle de l'échantillon :

Limon sableux marron ferme, réagit HCL

Classe GTR déterminée : A1**Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:**

105

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

 $W_N = 6,5\%$

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux.

Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : 0,76

La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de : 2,0 *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	96%	76%	67%	48%	47%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVLJEVIC

Responsable des essais
de Classification des Sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	P3	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	1,8 - 3,0	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	24/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SAR

Description visuelle de l'échantillon :

Argile sableuse kakie très ferme, réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A2s****Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:****105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

$$W_N = 11,1\%$$

La limite de liquidité et la limite de plasticité d'Atterberg s'appliquent aux éléments passants au travers d'un tamis de dimension nominale d'ouverture 0,400 mm.

Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.

Limite de Plasticité W_P	17%
Limite de Liquidité W_L	40%
Indice de Plasticité IP	23
Indice de Consistance I_c	1,26

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	100%	95%	94%	87%	87%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVJEVICResponsable des essais
de Classification des Sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP4	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	0,4 - 2,7	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	24/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SBE

Description visuelle de l'échantillon :

Limon sableux marron, plastique, graviers, Dmax:50mm, réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A1****Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** **105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

W_N = **7,4%**

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux.

Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : **0,79****La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de :** **1,6** *en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.*

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	88%	79%	76%	51%	49%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 8-août-23**Agathe JAKOVljevic**Responsable des essais
de Classification des Sols

Courbe proctor et courbe IPI

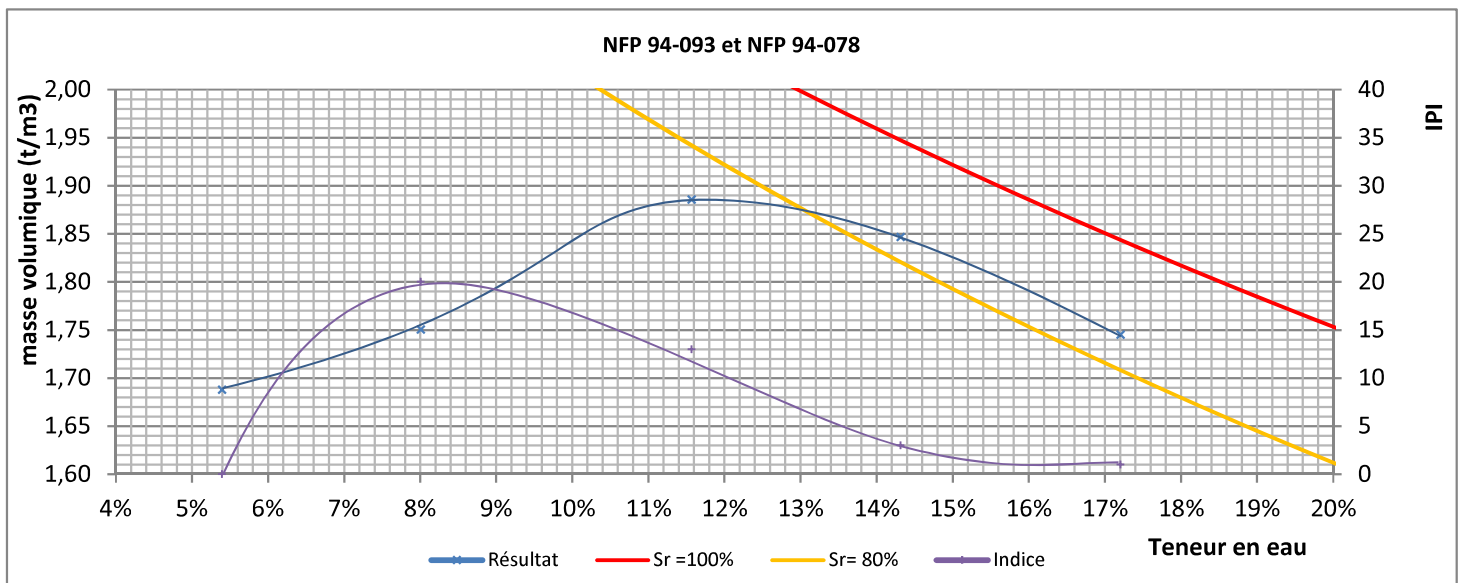
Selon la norme NF P 94-093 et NF P 94-078

PV 98126

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP4	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	0,4 - 2,7	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	25/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	MAL

Observation de prélèvements / Réceptions

Limon sableux marron, plastique, graviers, Dmax:50mm, réagit au HCl

 $P_s = 2,70 \text{ t/m}^3$

ENERGIE

INDICE

Fraction D>20

0%

Teneur en eau
initiale

OPN

Pd: 1,75 g/cm³ 1,89 g/cm³

w% : 8,0% 11,6%

Indice: 20 13

☒ Estimé
☐ Mesuré

☒ Normale
☐ Modifiée

☒ I.P.I
☐ I.C.B.R

Observation pendant la réalisation de l'essai:

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVljevic
 Responsable des essais
 de Classification des Sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP4	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	2,7 - 3,2	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	24/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SAR

Description visuelle de l'échantillon :

Grave shisteuse, argileuse, grise, très ferme, Dmax : 110 mm, réagit au HCl

Un élément de 110 mm de diamètre n'a pas été inclus dans la granulométrie par soucis de représentativité.

Classe GTR déterminée : **A2s**

Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:**105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

$$W_N = 8,3\%$$

La limite de liquidité et la limite de plasticité d'Atterberg s'appliquent aux éléments passants au travers d'un tamis de dimension nominale d'ouverture 0,400 mm.

Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.

Limite de Plasticité W_P	17%
Limite de Liquidité W_L	40%
Indice de Plasticité IP	23
Indice de Consistance I_c	1,38

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	98%	84%	79%	75%	75%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVLJEVIC

Responsable des essais
de Classification des Sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP5	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	2,1 - 3,0	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	27/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	MAG

Description visuelle de l'échantillon :

Argile légèrement sableuse, verte, ferme, graviers, Dmax : 50mm, réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A2ts****Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:****105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

$$W_N = 6,3\%$$

La limite de liquidité et la limite de plasticité d'Atterberg s'appliquent aux éléments passants au travers d'un tamis de dimension nominale d'ouverture 0,400 mm.

Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.

Limite de Plasticité W_P	16%
Limite de Liquidité W_L	37%
Indice de Plasticité IP	21
Indice de Consistance I_c	1,46

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	66%	62%	61%	55%	55%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVljevicResponsable des essais
de Classification des Sols

Courbe proctor et courbe IPI

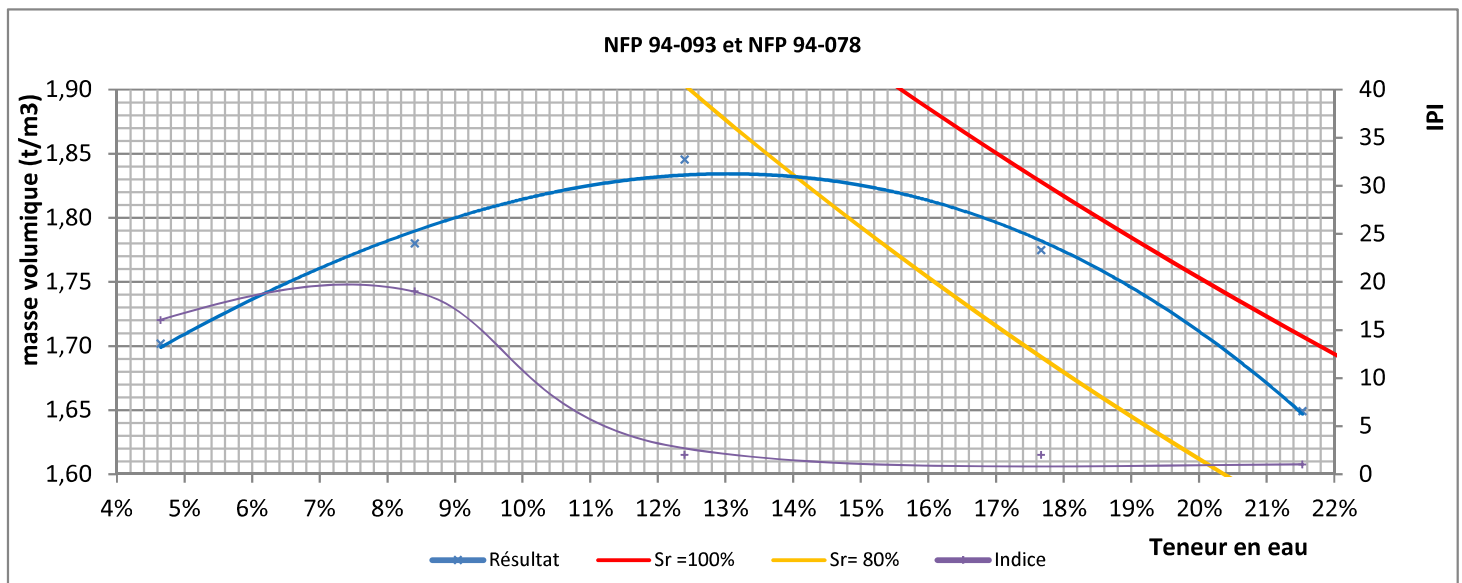
Selon la norme NF P 94-093 et NF P 94-078

PV 98130

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	FP5	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	2,1 - 3,0	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	27/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	ROM

Observation de prélèvements / Réceptions

Argile légèrement sableuse, verte, ferme, graviers, Dmax : 50mm, réagit au HCl

 $P_s = 2,70 \text{ t/m}^3$

ENERGIE

INDICE

Fraction D>20

4%

Teneur en eau
initiale

OPN

Pd: 1,78 g/cm³ 1,85 g/cm³

w% : 8,4% 12,4%

Indice: 19 2

☒ Estimé
☐ Mesuré

☒ Normale
☐ Modifiée

☒ I.P.I
☐ I.C.B.R

Observation pendant la réalisation de l'essai:

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

8-août-23

Agathe JAKOVljevic
 Responsable des essais
 de Classification des Sols

Site de prélèvement	Pradelle en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	P6	Vos références dossier	C23-18560
Profondeur (m)	0,9 - 1,8	Nos références dossier	S23-11235
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	21/07/2023
Prélèvement effectué par	GEOSOND	Date de réalisation de l'essai	24/07/2023
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SAR

Description visuelle de l'échantillon :

Limon sableux marron ferme, graviers, Dmax : 50mm, réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A1****Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:** **105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.

La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

W_N = 5,5%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux.

Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : **0,69****La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de : 1,6 en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.**

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.

L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	80%	69%	64%	42%	42%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 8-août-23

Agathe JAKOVljevicResponsable des essais
de Classification des Sols

Essai en compression à l'appareil triaxial consolidé sur sol saturé isotrope non drainé CIU avec mesure de pression interstitielle réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-9 (Avril 2018)

PV 120938

Site de prélèvement **Pradelles en Val** Société **SEMOFI**
N° de Sondage **SC 01** Vos références dossier **C26-21934**
Profondeur (m) **04.0 - 05.0** Nos références dossier **S26-13316**
 σ'_{v0} (kPa) **90** Date de réception **31-mars-26**
Prélèvement effectué par **GeoSond** Date de réalisation de l'essai **1-avr.-26**
Condition de conservation **Caisse** Opérateur: **SOS**
Nature de l'échantillon: **Argile grise friable ferme/sec**

Profondeur de prélèvement: **4.50 m** Type d'éprouvette : **Intactes**
Méthode de préparation de l'éprouvette : **découpage à partir d'un échantillon extrudé**

Observation de prélèvement/réception:

Caractéristiques des éprouvettes				
Valeurs initiales	1	2	3	4
Hi (mm)	78	78	78	-
Di (mm)	35	35	35	-
Wini (%)	6.09	6.09	6.09	-
γ_h (T/m ³)	2.13	2.13	2.13	-
γ_d (T/m ³)	2.01	2.01	2.01	-
γ_s estimé (T/m ³)	2.65	2.65	2.65	-
Sr%	50.68	50.68	50.68	-
U _B (kPa)	600	600	600	-

Caractéristiques après consolidation				
	1	2	3	4
B	0.98	0.98	0.98	-
Hc(mm)	77.84	76.99	76.50	-
Dc (mm)	34.93	34.54	34.31	-
Drainage	latéralement et par une seule extrémité			
DV (cm ³)	0.46	2.92	4.33	-
t100 (min)	52.07	89.47	146.16	-
U _B (kPa)	600	600	600	-
σ'_c (kPa)	60	160	260	-
γ_d (T/m ³)	2.02	2.09	2.14	-
Wfin (%)	11.72	10.06	9.10	-
Sr%	100.00	100.00	100.00	-

Cisaillement				
	Ep1	Ep2	Ep3	Ep4
Condition de drainage	Cisaillement non drainé			
Vitesse de déformation verticale (%/h)	0.204	1.297	1.923	-

Critère de Rupture					
Déviateur Max	S' (kPa)	152.61	273.11	397.69	-
$q = (\sigma'_1 - \sigma'_3)_{\max}$ (kPa)	t (kPa)	83.61	133.11	182.69	-
Ratio des contraintes	S' (kPa)	102.03	254.68	367.35	-
$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{\max}$ (kPa)	t (kPa)	59.03	129.68	179.35	-
Mode de rupture des éprouvettes *		Tonneau	Tonneau	Tonneau	-

Effectif	
C' (kPa)	ϕ' (°)
18.82	26.20

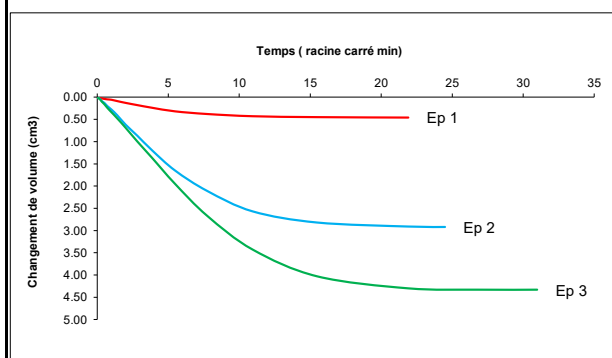
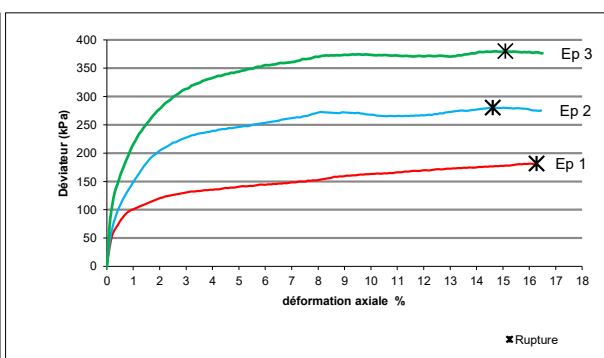
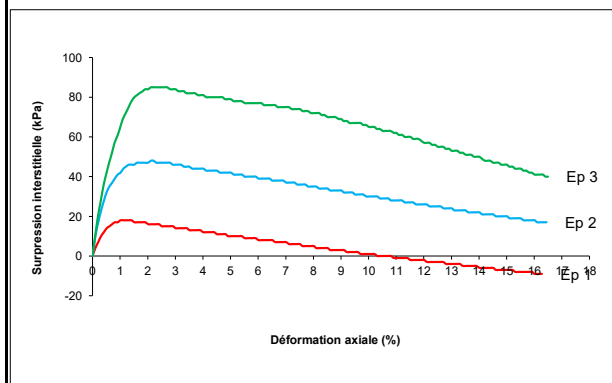
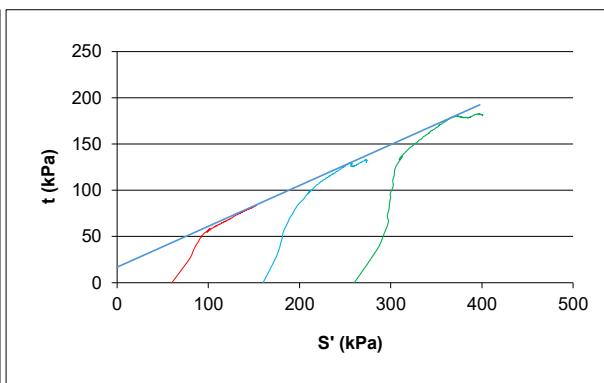
λ_{cu}
0.50

Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 14-avr.-26

Laurent KHEANG
Responsable des essais

Site de prélèvement Pradelles en Val**N° de Sondage** SC 01**Profondeur (m)** 04.0 - 05.0 m **σ'_{v0} (kPa)** 90**Prélèvement effectué par** GeoSond**Condition de conservation** Caisse**Nature de l'échantillon :** Argile grise friable ferme/sec**Société** SEMOFI**Vos références dossier** C26-21934**Nos références dossier** S26-13316**Date de réception** 31-mars-26**Date de réalisation de l'essai** 1-avr.-26**Opérateur:** SOS**Profondeur de prélèvement:** 4.50 m **Type d'éprouvette :** Intactes**Méthode de préparation de l'éprouvette :** découpage à partir d'un échantillon extrudé**Observation de prélèvement/réception:****Variation de volume pendant la consolidation****Contrainte déviatorique en fonction de la déformation verticale****Variation de la pression interstitielle durant le cisaillement****Chemin de contraintes****Remarque :**

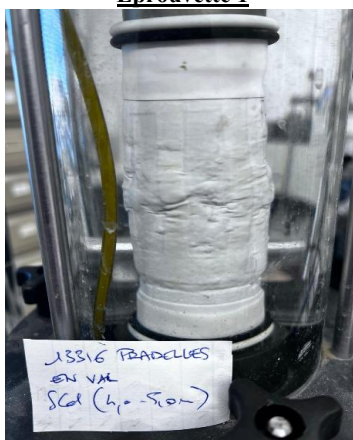
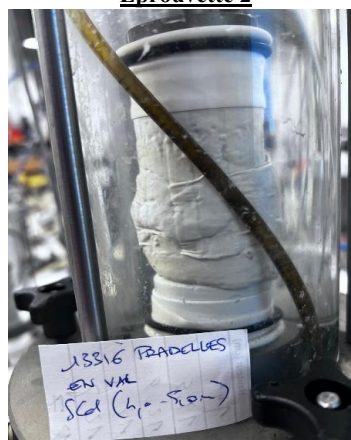
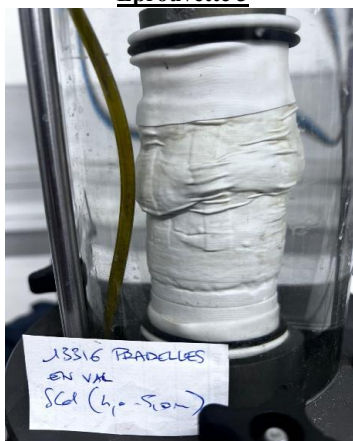
Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

14-avr.-26

Laurent KHEANG
Responsable des essais

Site de prélèvement	Pradelles en Val	Société	SEMOFI
N° de Sondage	SC 01	Vos références dossier	C26-21934
Profondeur (m)	04.0 - 05.0 m	Nos références dossier	S26-13316
σ'_{v0} (kPa)	90	Date de réception	31-mars-26
Prélèvement effectué par	GeoSond	Date de réalisation de l'essai	1-avr.-26
Condition de conservation	Caisse	Opérateur:	SOS

Nature de l'échantillon : Argile grise friable ferme/sec**Profondeur de prélèvement:** 4.50 m **Type d'éprouvette :** Intactes**Méthode de préparation de l'éprouvette :** découpage à partir d'un échantillon extrudé**Observation de prélèvement/réception:****Eprouvette 1****Eprouvette 2****Eprouvette 3****Remarque :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 14-avr.-26Laurent KHEANG
Responsable des essais

ANNEXE 6 Etude de la stabilité des parements du barrage – Calculs TALREN

Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C26-21934

Titre du calcul : Retenue Collinaire

Lieu : PRADELLES EN VAL (11)

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	193,700	2	3,129	193,816	3	4,658	194,000	4	6,791	194,500	5	8,180	195,191	6	8,839	195,500
7	10,270	195,500	8	13,688	195,857	9	19,000	197,000	10	40,000	204,000	11	44,000	204,000	12	66,141	196,000
13	68,500	196,000	14	79,000	196,500	15	80,000	196,602	16	56,454	199,500	17	45,500	199,000	18	43,500	197,000
19	40,500	197,000	20	38,705	198,795	21	21,500	196,774	22	21,500	197,184	23	38,340	199,204	24	62,663	197,257
25	50,000	196,000	26	35,000	195,000	27	17,500	193,257	28	0,000	191,149	30	16,966	196,562			

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
9	9	10	10	10	11	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	11	16	17	16	17
18	17	18	19	18	19	20	19	20	21	20	21	22	21	22	23	22	23	24	23	20
25	22	9	26	12	24	27	16	24	28	24	25	29	25	26	30	26	27	31	27	28
32	21	30	33	30	8	34	30	9												

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Tapis drainant		20,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Remblais de barrage		20,0	26,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Colluvions / alluvions (C1)		18,0	25,00	6,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Marnes bleues (C2)		22,0	26,00	10,0	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	Tapis drainant		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	1,00E-03	1,00E-03
2	Remblais de barrage		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	1,00E-07	1,00E-07
3	Colluvions / alluvions (C1)		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	4,00E-06	4,00E-06
4	Marnes bleues (C2)		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	1,00E-08	1,00E-08

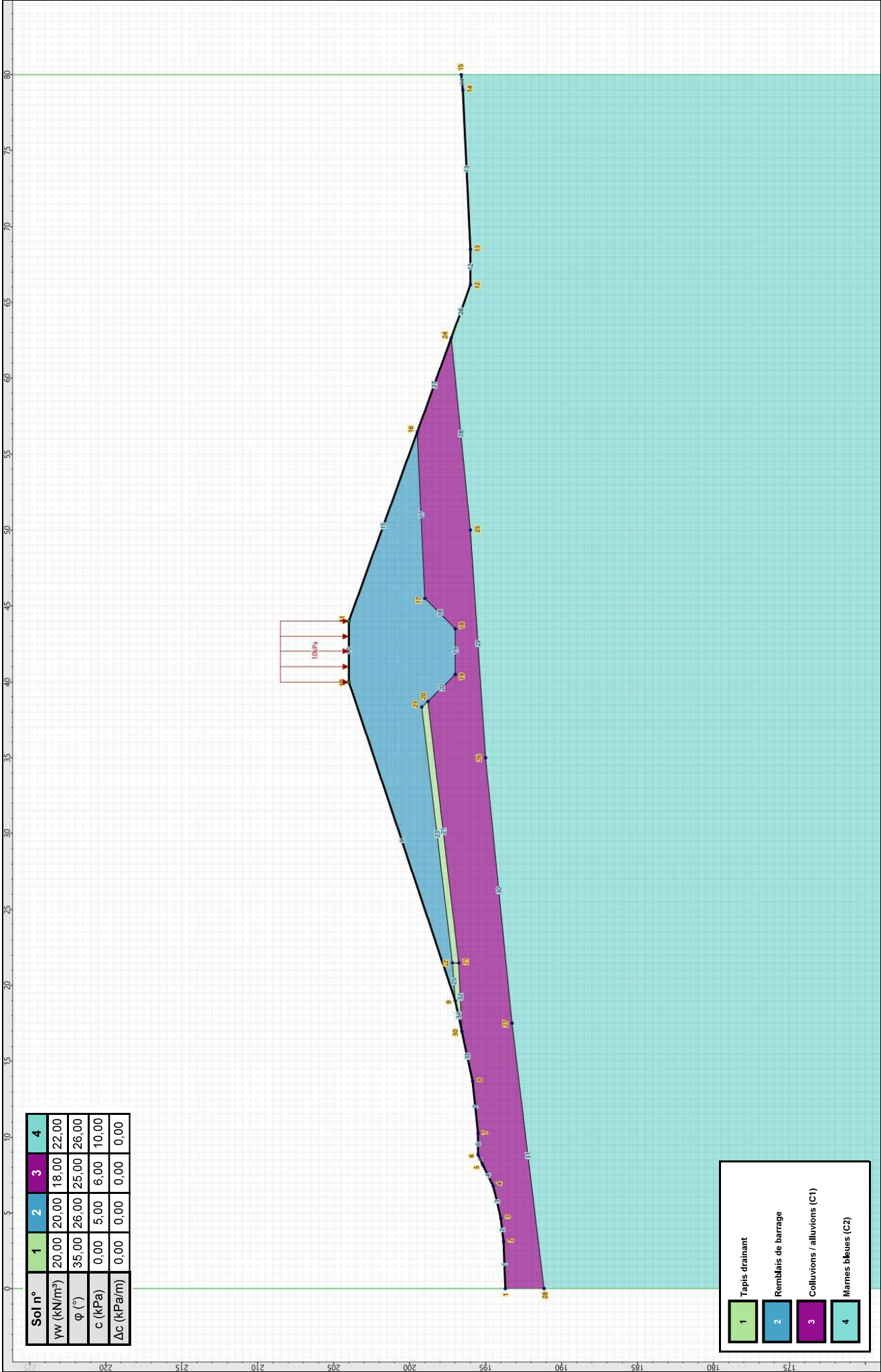
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	10kPa	40,000	204,000	10,0	44,000	204,000	10,0	90,00



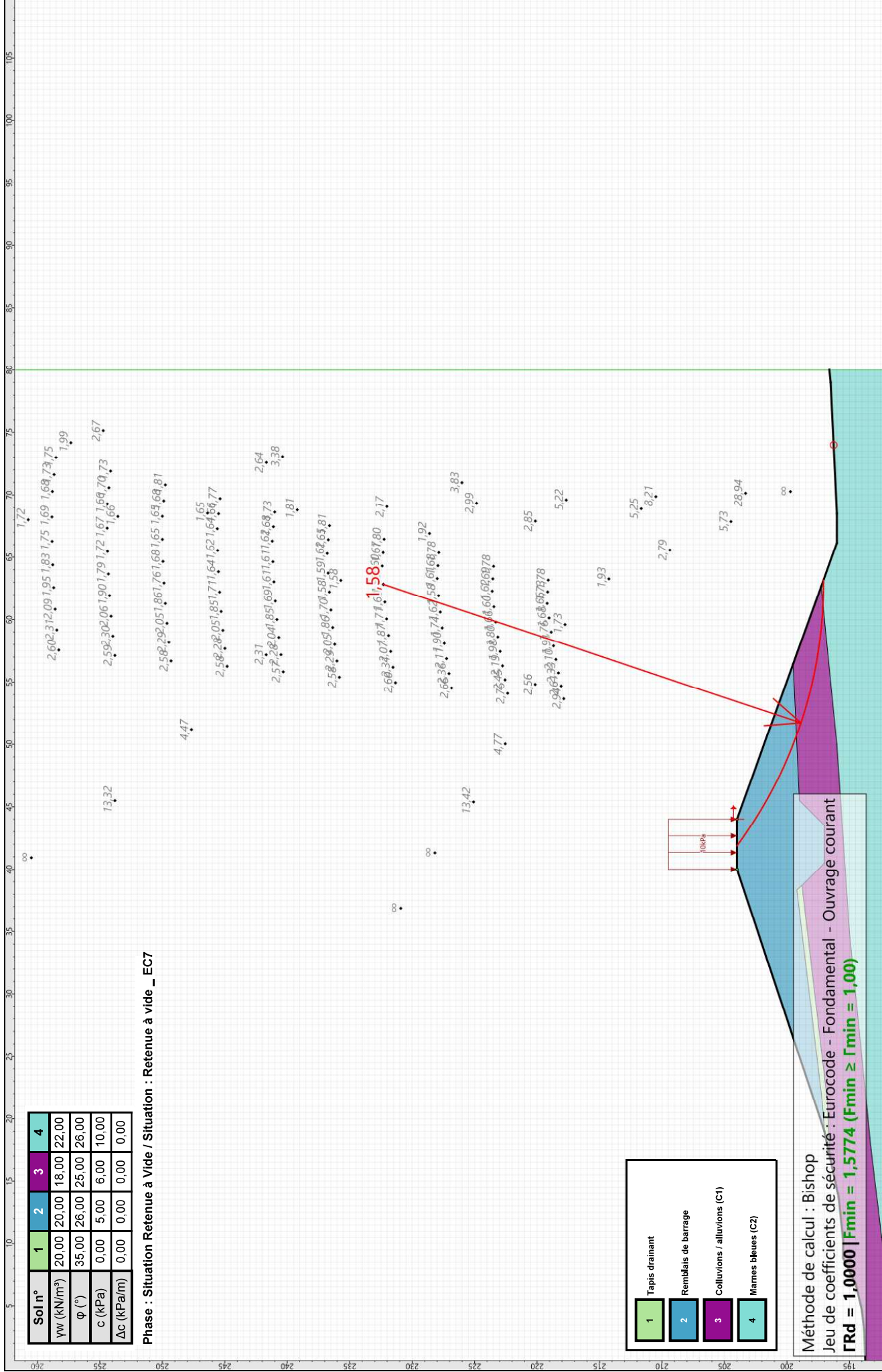
Talren v6
v6.2.20

Imprimé le : 5 mai 2026 10:20:24
Calcul réalisé par : SEMOFI
Projet : Retenue Collinaire



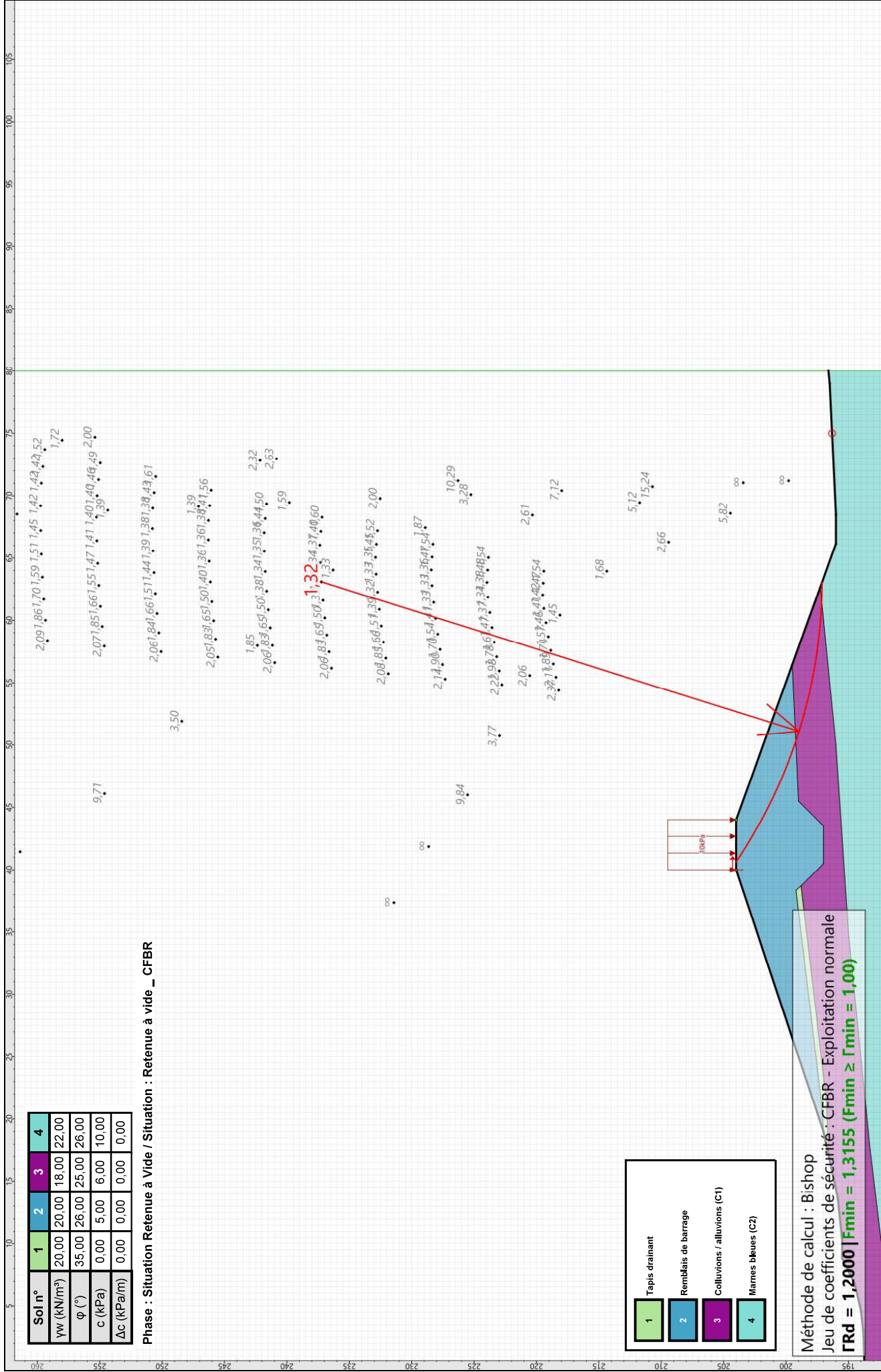
Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
φ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	6,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Situation Retenue à Vide / Situation : Retenue à vide _ EC7



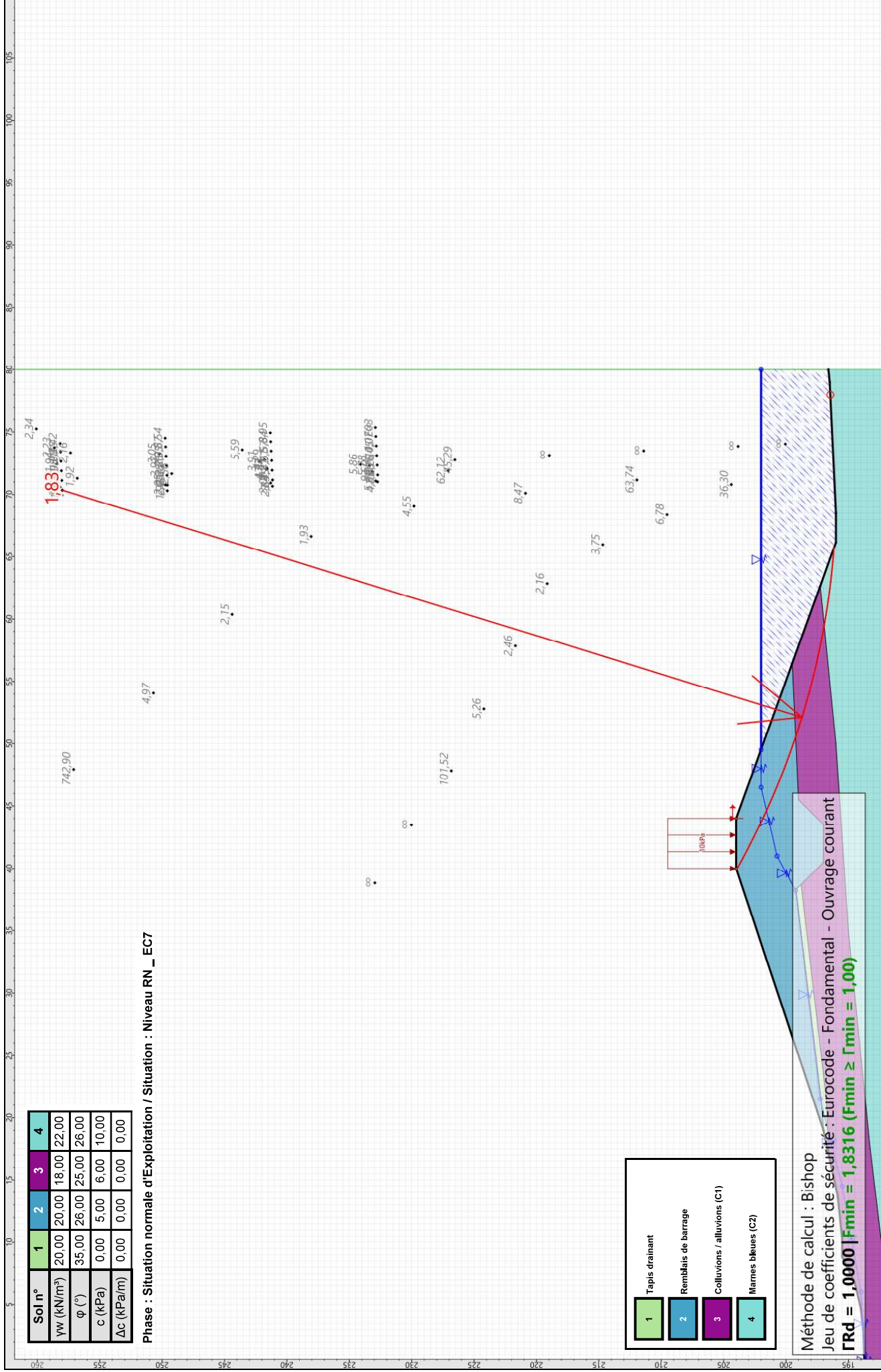
Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m³)	20.00	20.00	18.00	22.00
φ (°)	35.00	26.00	25.00	26.00
c (kPa)	0.00	5.00	6.00	10.00
Δc (kPa/m)	0.00	0.00	0.00	0.00

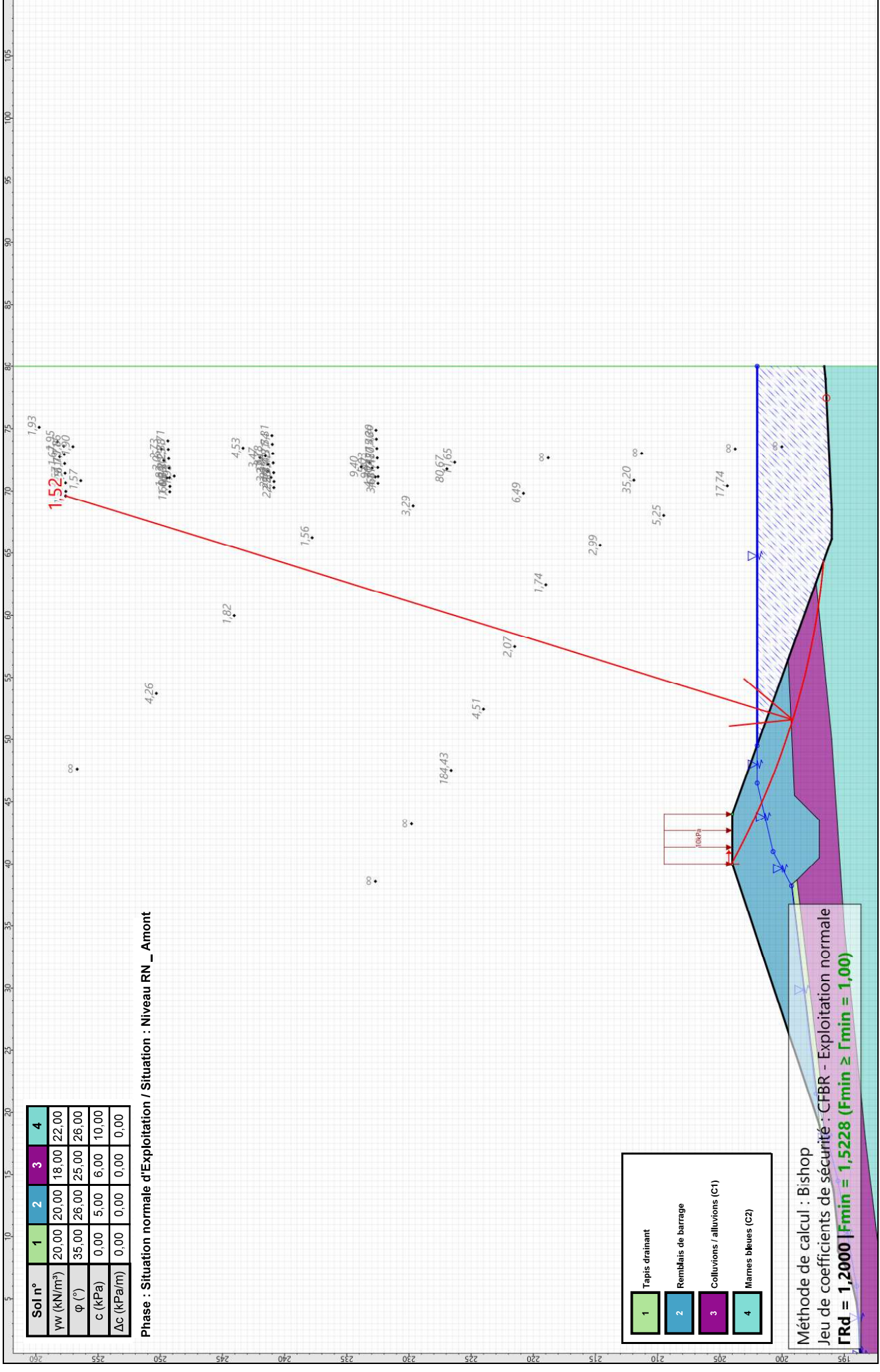
Phase : Situation Retenue à Vide / Situation : Retenue à vide _ CFBR



Sol n°	1	2	3	4
γ _v (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
φ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	6,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

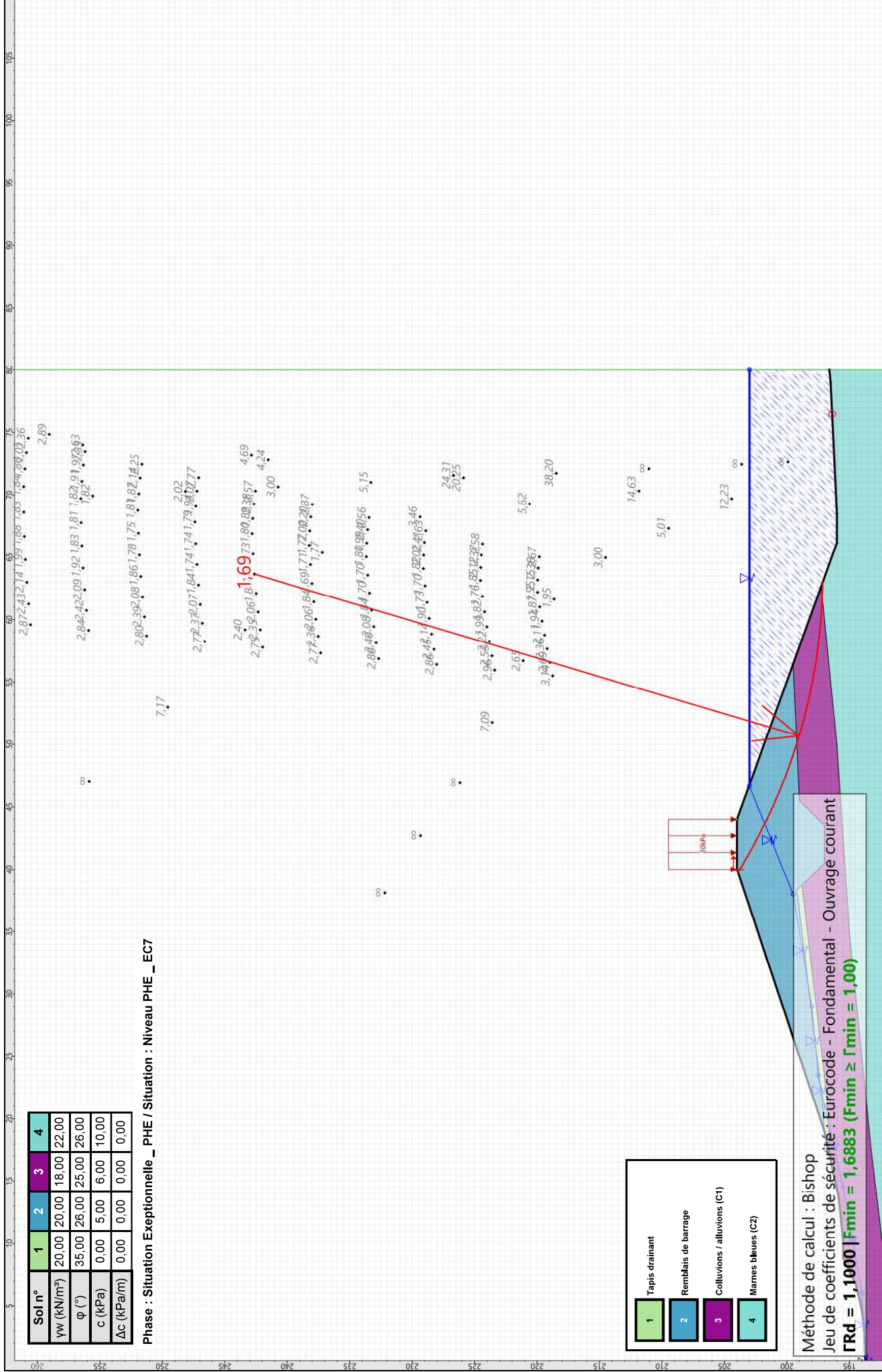
Phase : Situation normale d'Exploitation / Situation : Niveau RN _ EC7





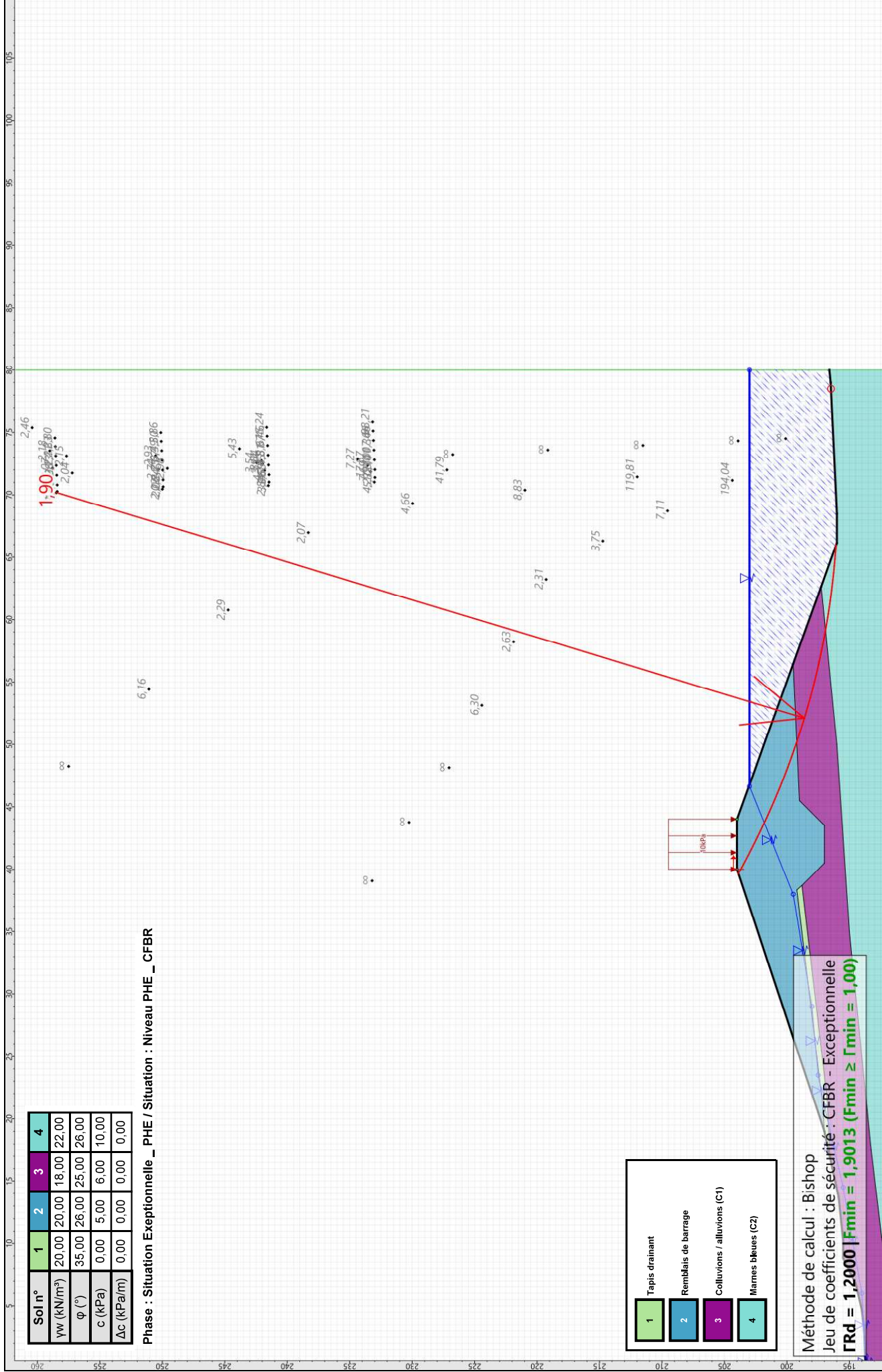
Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
φ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	6,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Situation Exceptionnelle _ PHE / Situation : Niveau PHE _ EC7



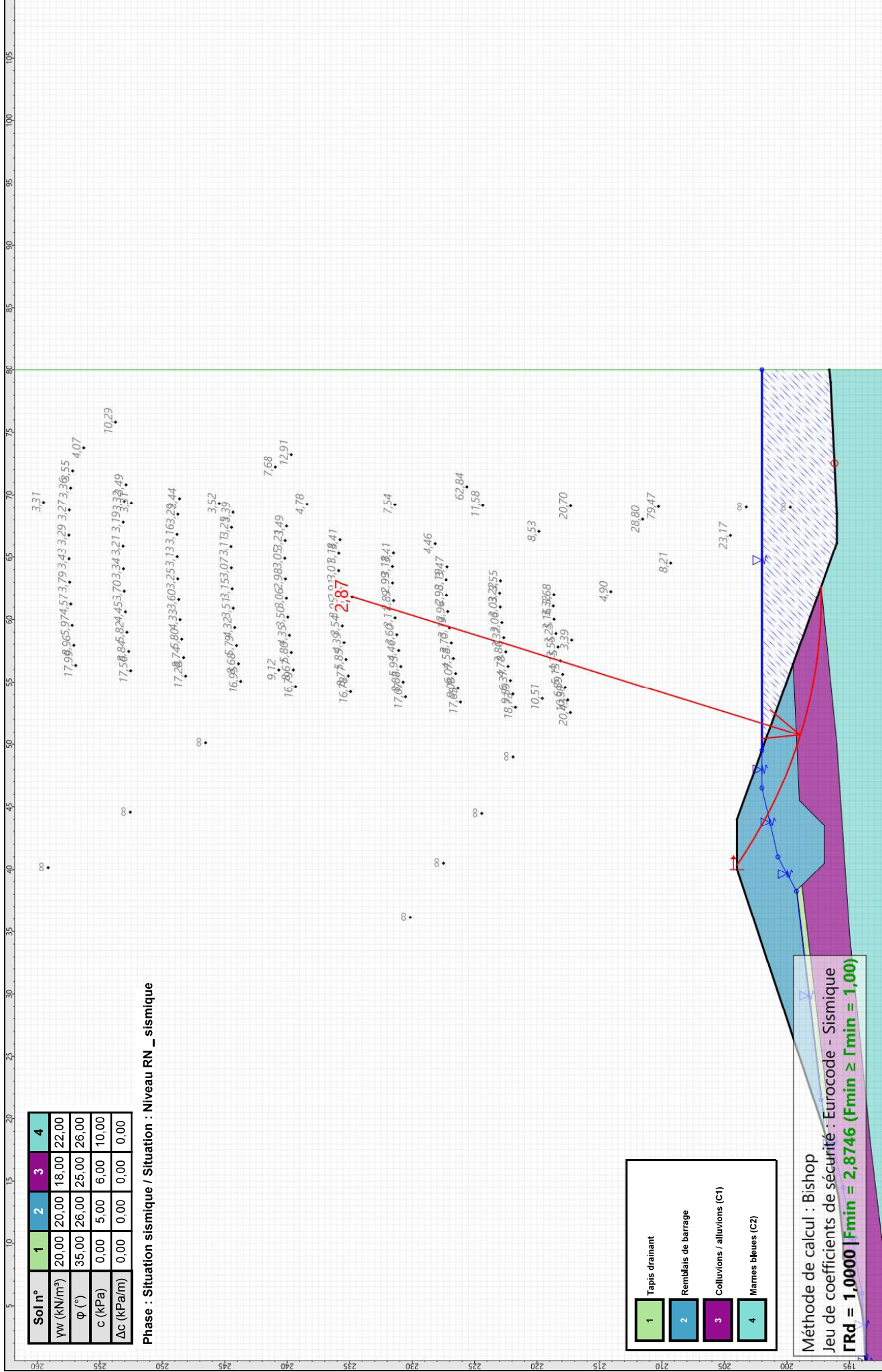
Sol n°	1	2	3	4
γ _v (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
φ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	6,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Situation Exceptionnelle _ PHE / Situation : Niveau PHE _ CFBR



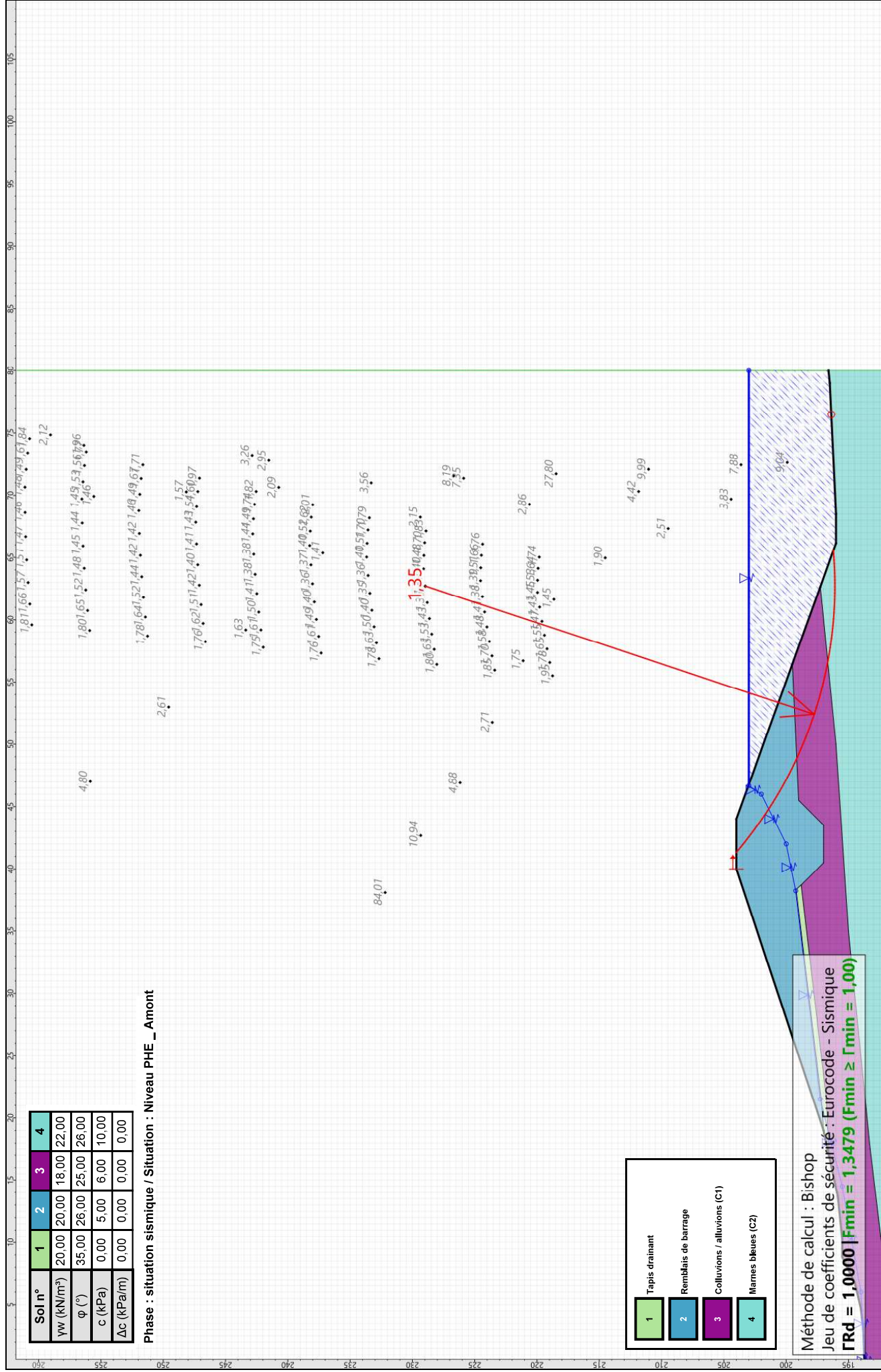
Sol n°	1	2	3	4
yw (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
φ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	6,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Situation sismique / Situation : Niveau RN _ sismique



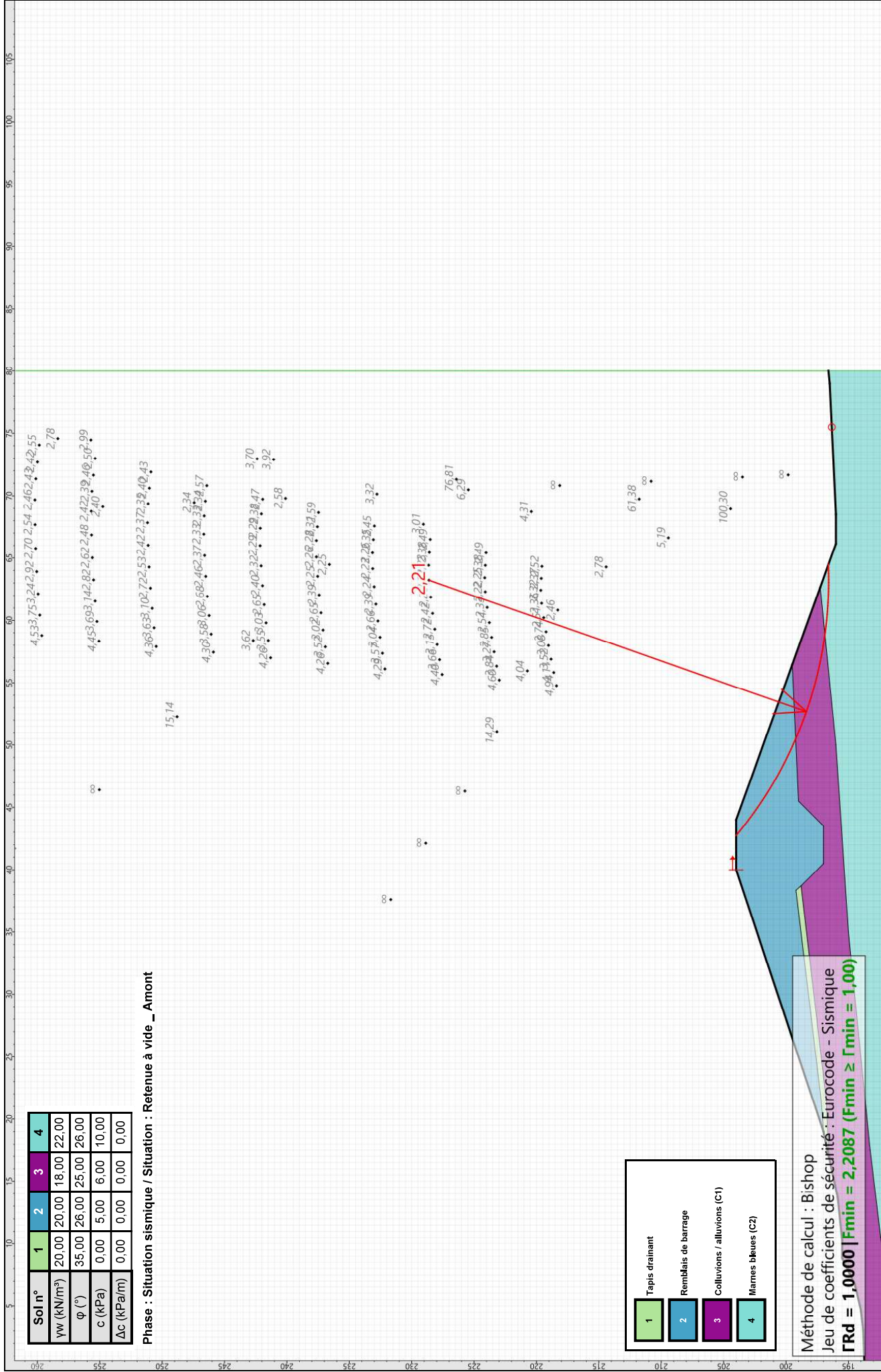
Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
φ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	6,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : situation sismique / Situation : Niveau PHE _Amont



Sol n°	1	2	3	4
γw (kN/m³)	20.00	20.00	18.00	22.00
φ (°)	35.00	26.00	25.00	26.00
c (kPa)	0.00	5.00	6.00	10.00
Δc (kPa/m)	0.00	0.00	0.00	0.00

Phase : Situation sismique / Situation : Retenue à vide _Amont



Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : C26-21934

Titre du calcul : Retenue Collinaire

Lieu : PRADELLES EN VAL (11)

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	193,700	2	-3,129	193,816	3	-4,658	194,000	4	-6,791	194,500	5	-8,180	195,191	6	-8,839	195,500
7	-10,270	195,500	8	-13,688	195,857	9	-19,000	197,000	10	-40,000	204,000	11	-44,000	204,000	12	-66,141	196,000
13	-68,500	196,000	14	-79,000	196,500	15	-80,000	196,602	16	-56,454	199,500	17	-45,500	199,000	18	-43,500	197,000
19	-40,500	197,000	20	-38,705	198,795	21	-21,500	196,774	22	-21,500	197,184	23	-38,340	199,204	24	-62,663	197,257
25	-50,000	196,000	26	-35,000	195,000	27	-17,500	193,257	28	-0,000	191,149	30	-16,966	196,562			

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
9	9	10	10	10	11	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	11	16	17	16	17
18	17	18	19	18	19	20	19	20	21	20	21	22	21	22	23	22	23	24	23	20
25	22	9	26	12	24	27	16	24	28	24	25	29	25	26	30	26	27	31	27	28
32	21	30	33	30	8	34	30	9												

Couches de sol

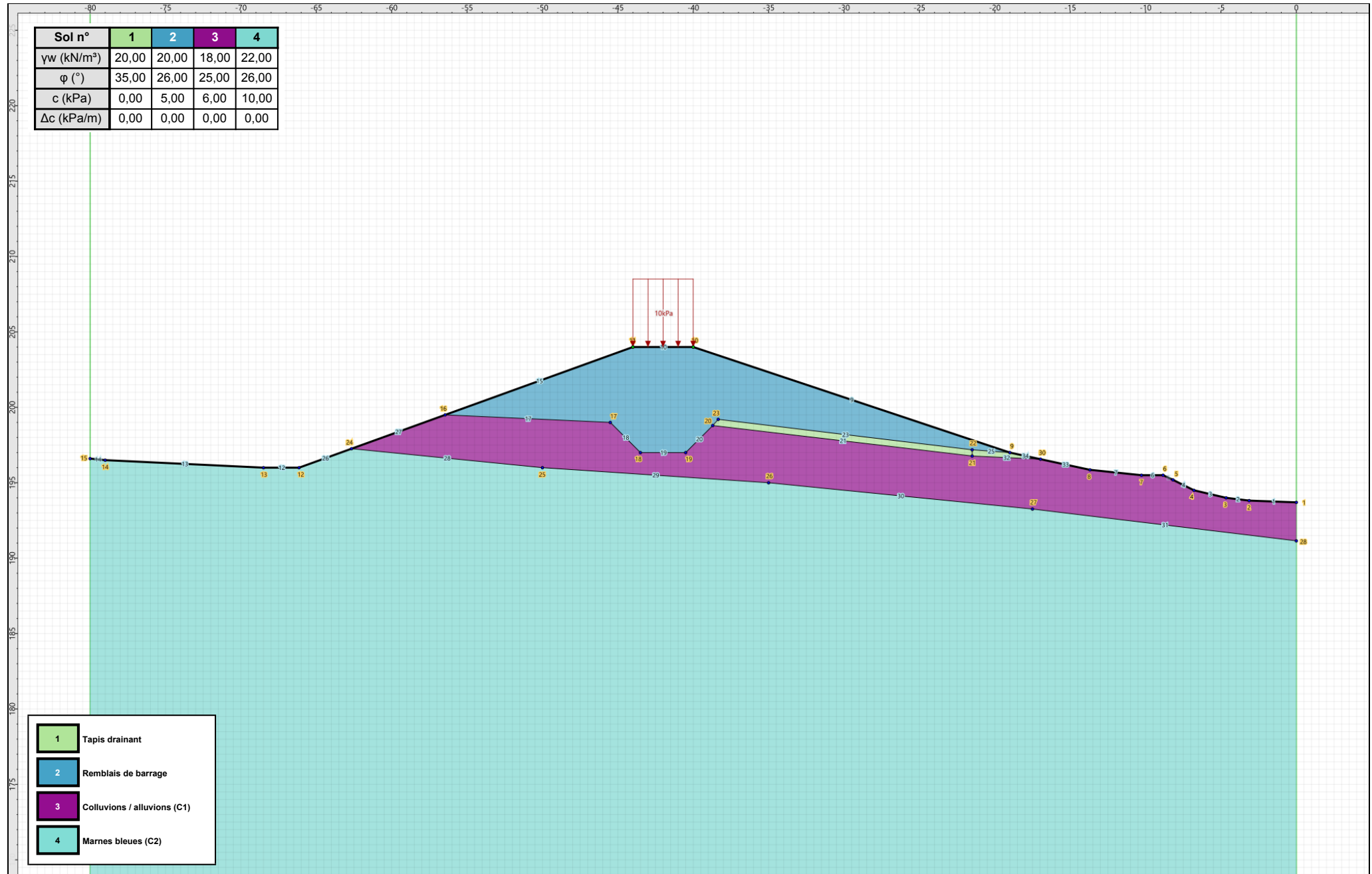
	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Tapis drainant		20,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Remblais de barrage		20,0	26,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Colluvions / alluvions (C1)		18,0	25,00	6,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Marnes bleues (C2)		22,0	26,00	10,0	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	Tapis drainant		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	1,00E-03	1,00E-03
2	Remblais de barrage		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	1,00E-07	1,00E-07
3	Colluvions / alluvions (C1)		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	4,00E-06	4,00E-06
4	Marnes bleues (C2)		-	-	-	Effective	Linéaire	Oui	1,00E-08	1,00E-08

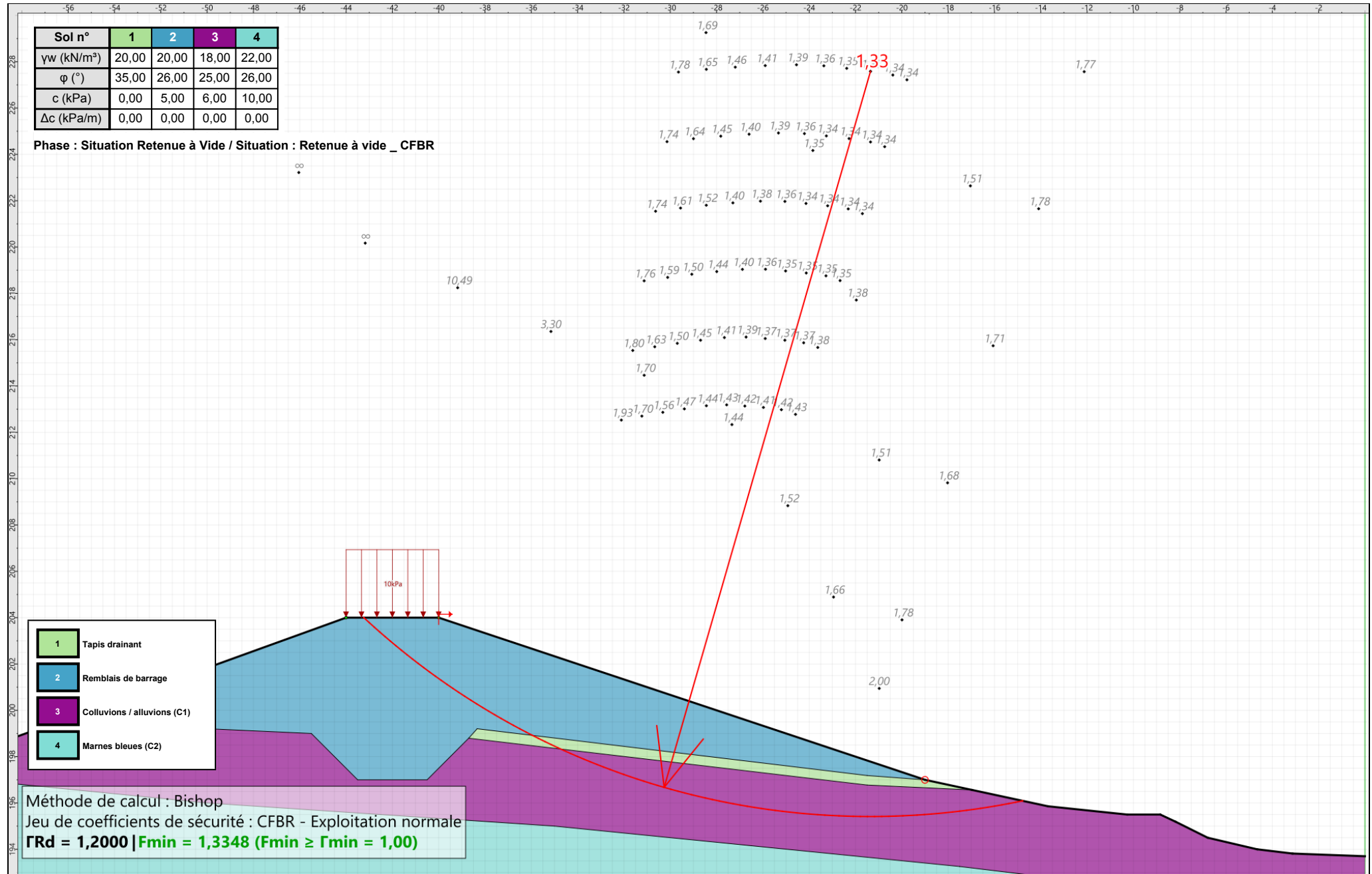
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	10kPa	-44,000	204,000	10,0	-40,000	204,000	10,0	90,00



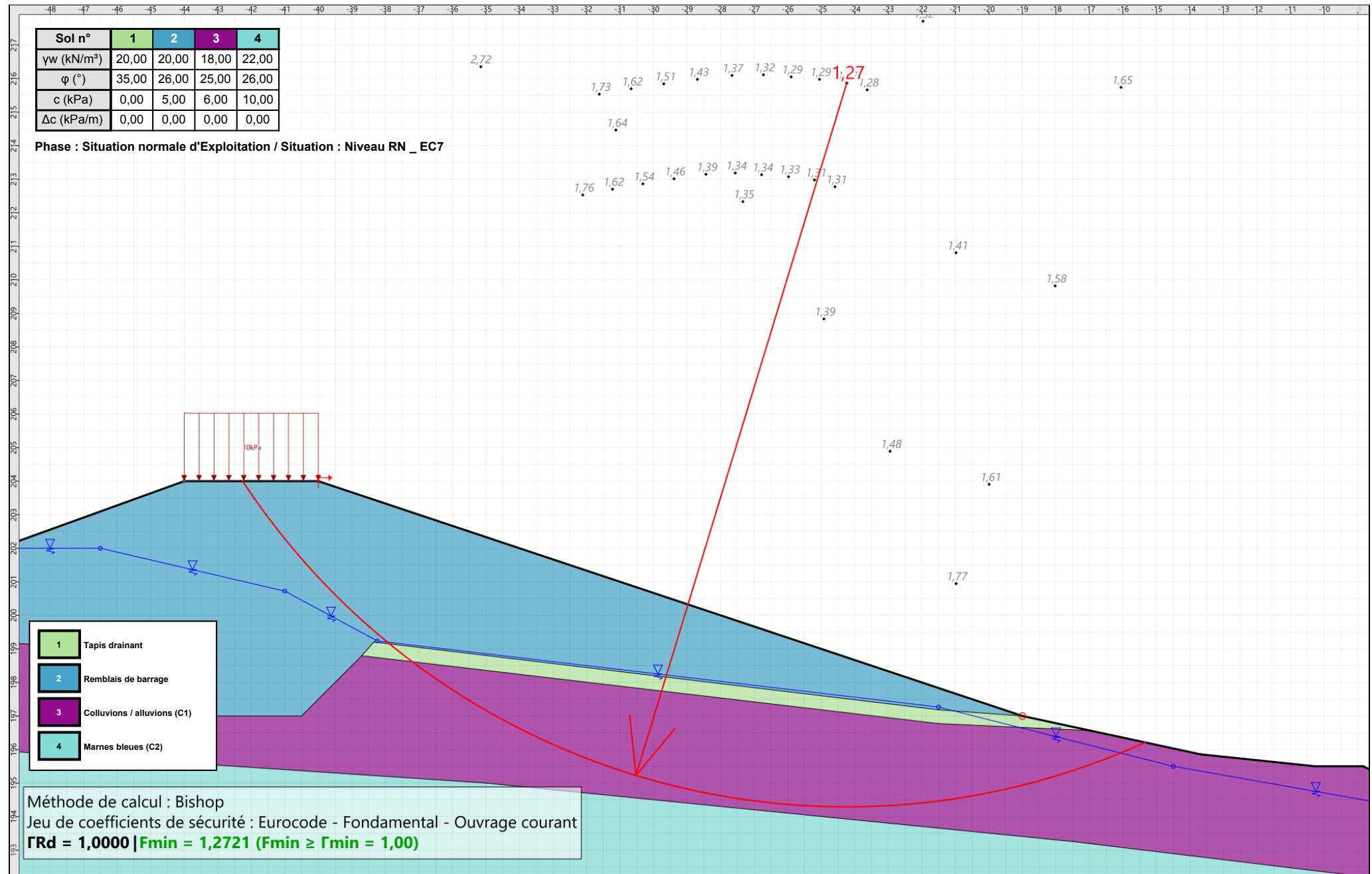
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
φ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	6,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Situation Retenue à Vide / Situation : Retenue à vide _ CFBR



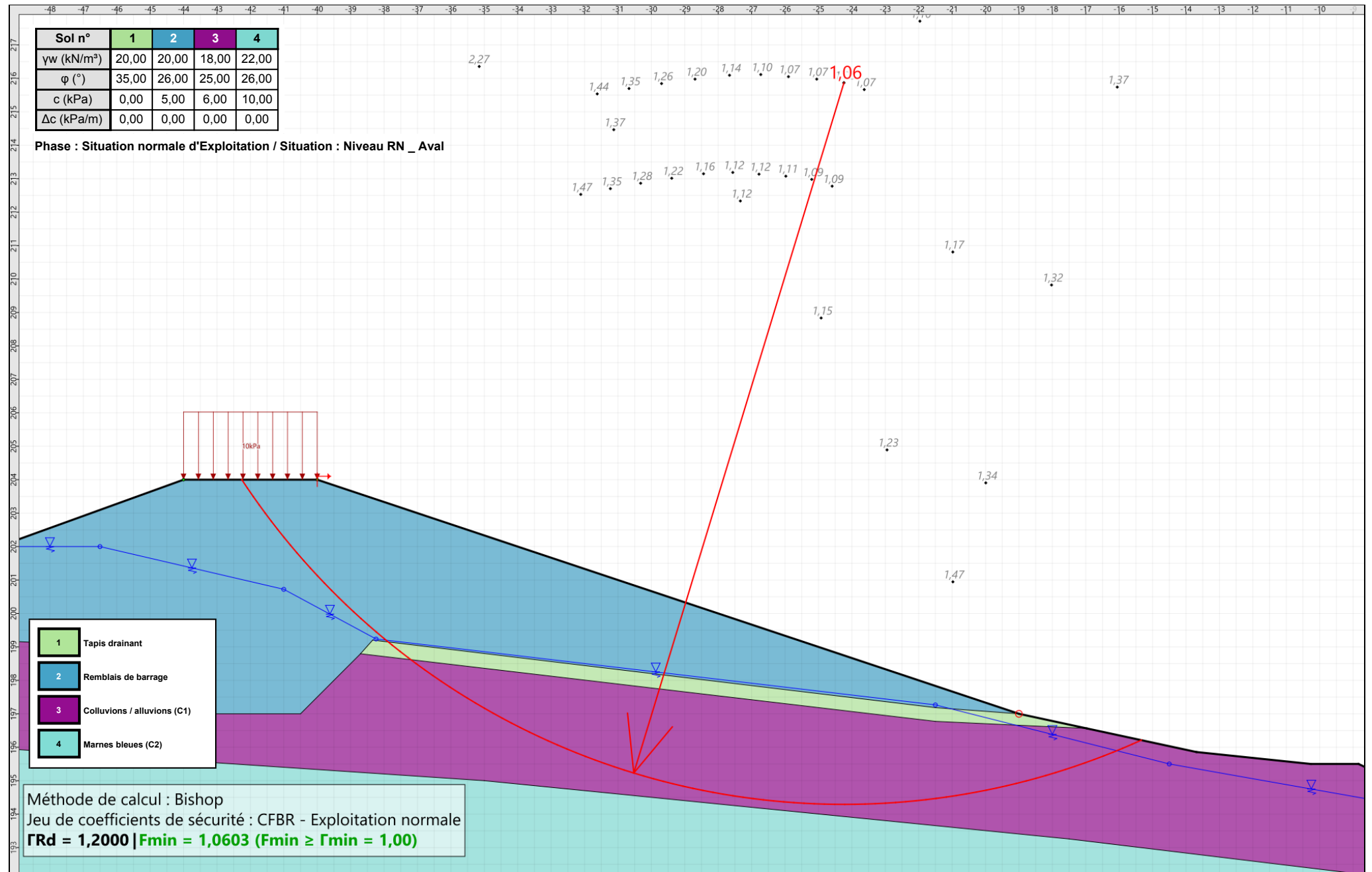
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
φ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	6,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

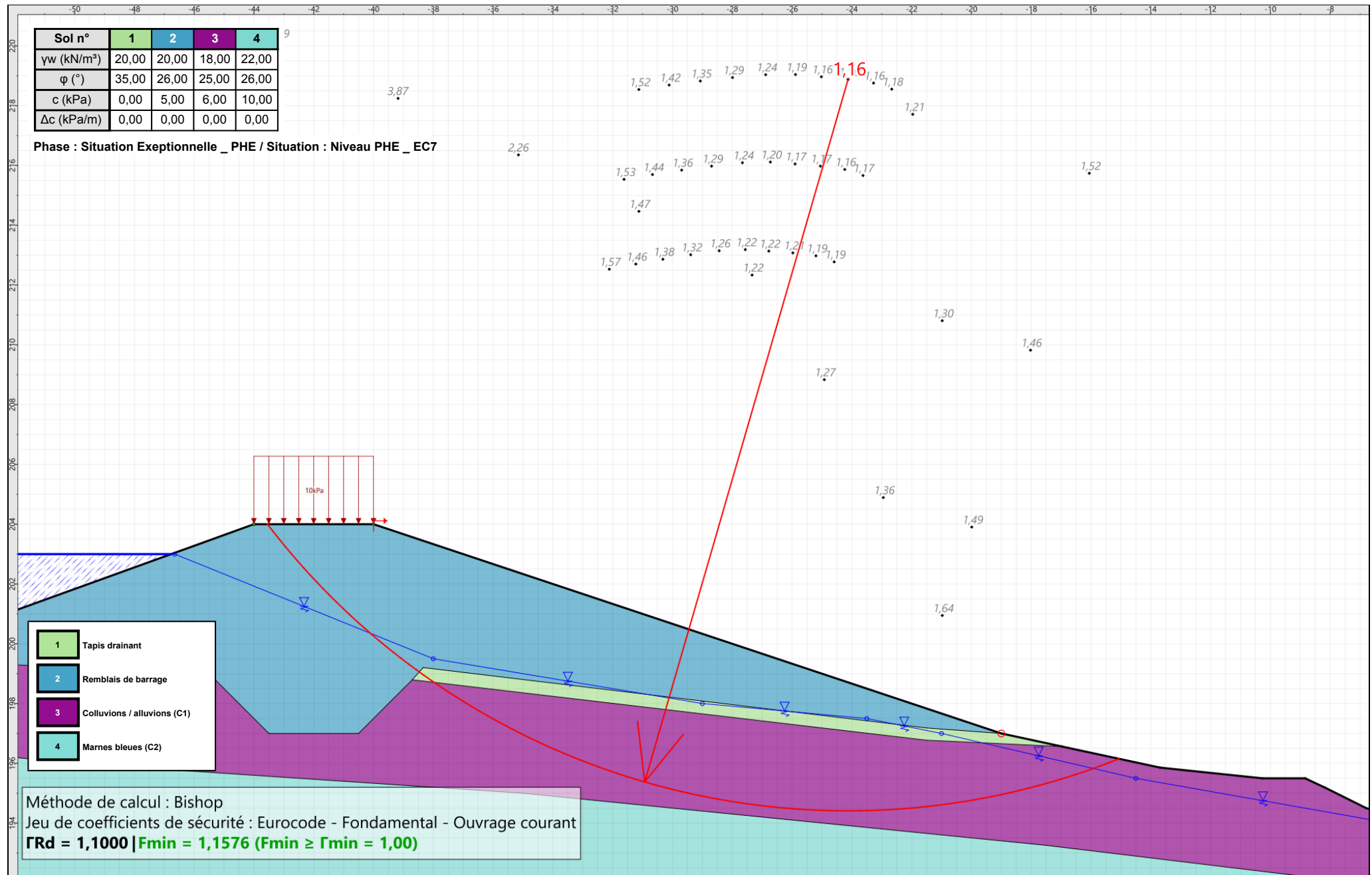
Phase : Situation normale d'Exploitation / Situation : Niveau RN _ EC7

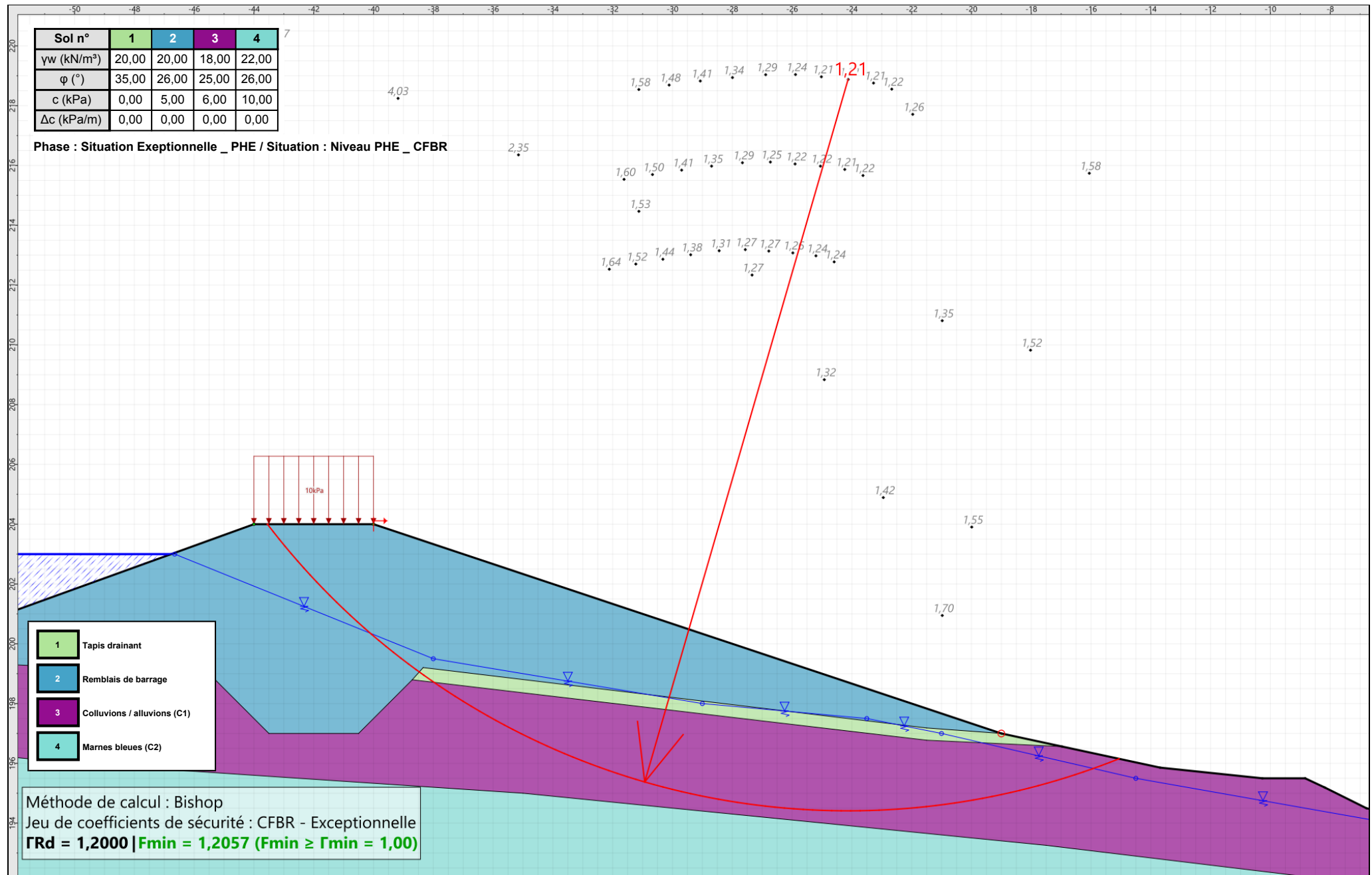


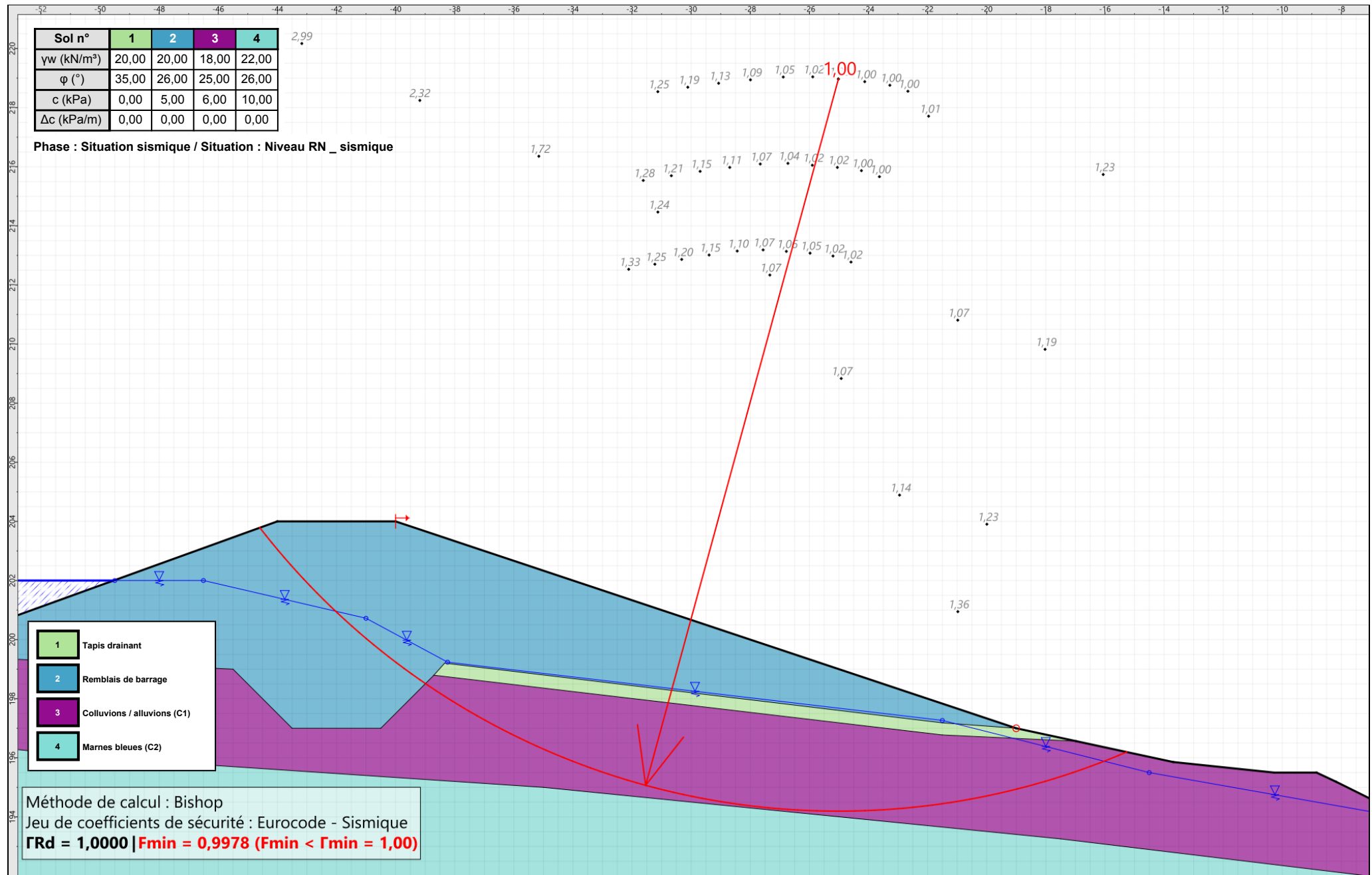
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
φ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	6,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

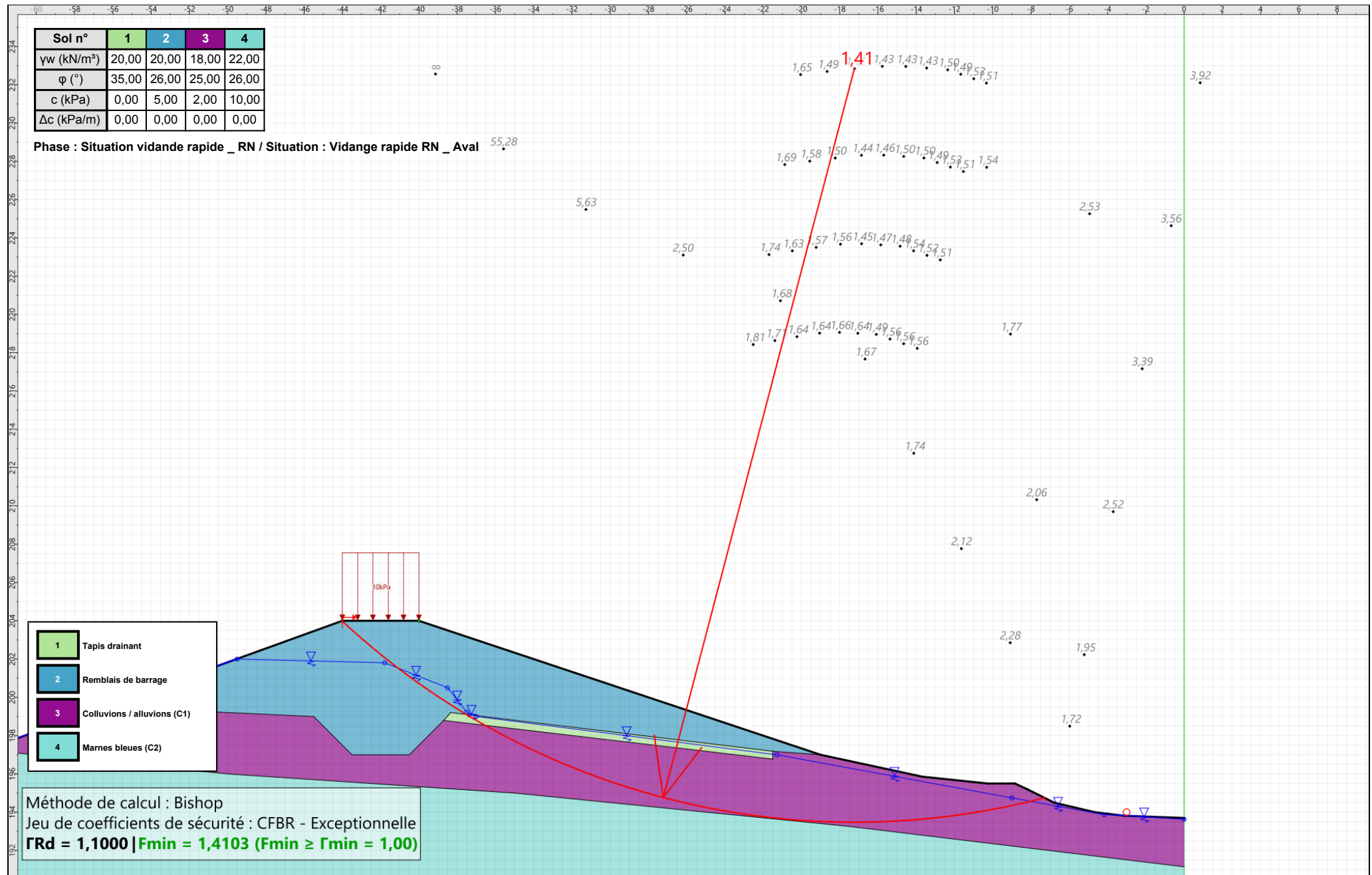
Phase : Situation normale d'Exploitation / Situation : Niveau RN _ Aval

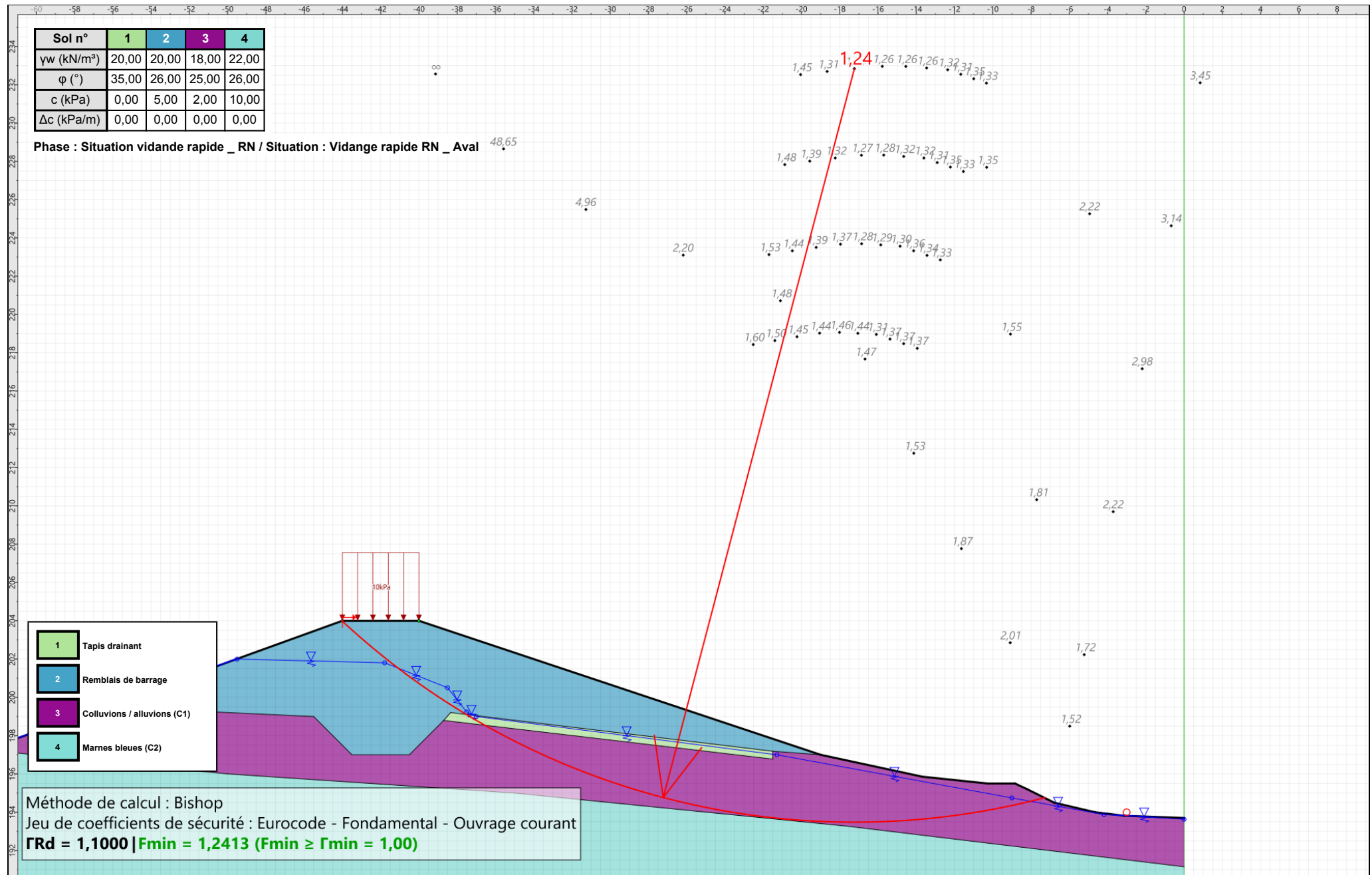






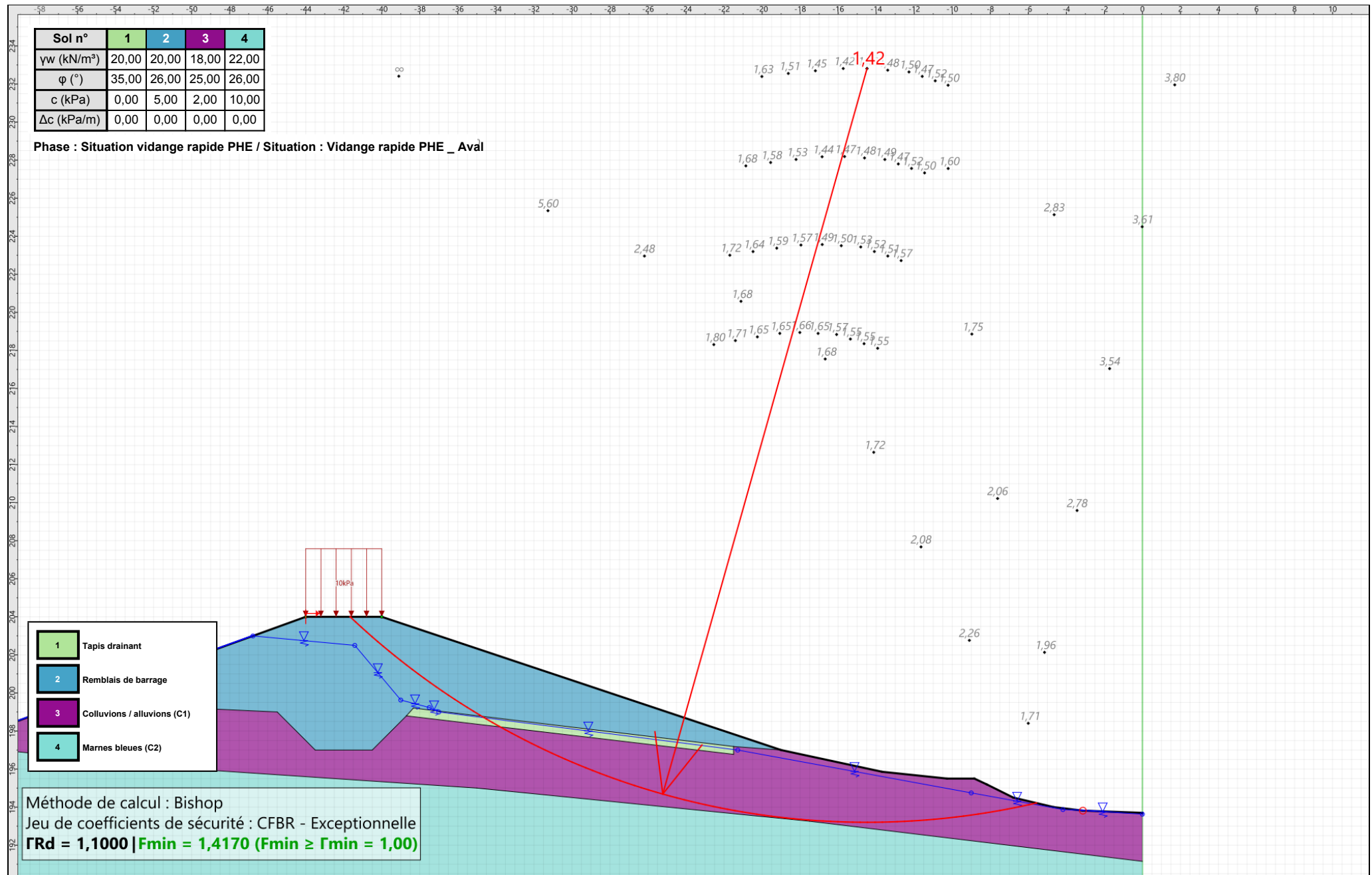






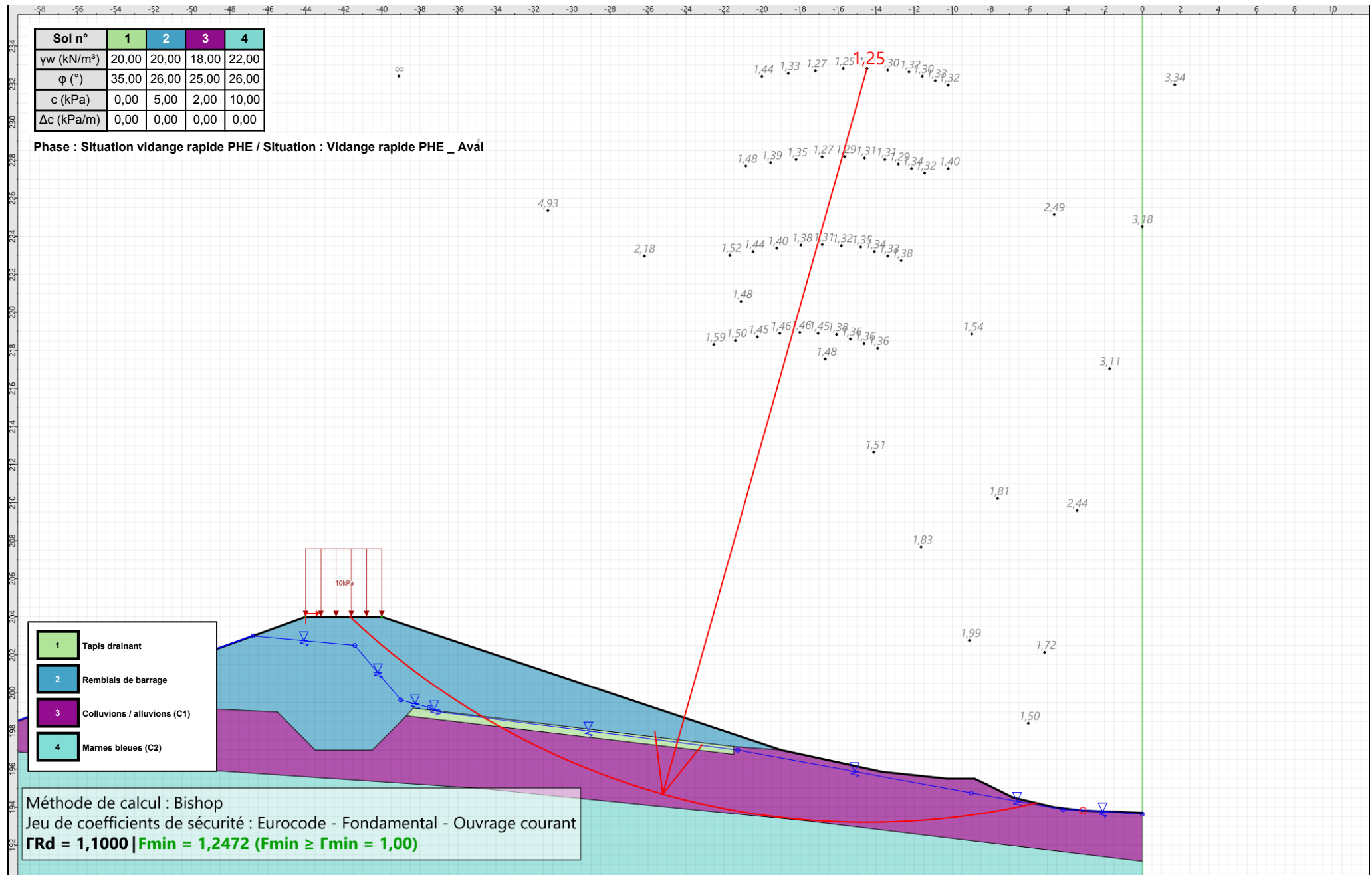
Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
ϕ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	2,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Situation vidange rapide PHE / Situation : Vidange rapide PHE _ Aval



Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m³)	20,00	20,00	18,00	22,00
ϕ (°)	35,00	26,00	25,00	26,00
c (kPa)	0,00	5,00	2,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Situation vidange rapide PHE / Situation : Vidange rapide PHE _ Aval



ANNEXE 4 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).