

Ville de Gramat
3 place du Four
46 500 GRAMAT

Agence de Toulouse
10 rue de la Sausse
31240 SAINT-JEAN

Construction d'un bassin d'infiltration Rue des Artisans



ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION Mission G2 AVP-PRO

Mars 2023

AFFAIRE N° IN22-00416-
TOU
VERSION D
VISA

Rédacteur

M. FERCOQ

Vérificateur

A. FAKHOR

Approbateur

U. OKYAY

Table des matières

1. Présentation	4
1.1 Définition de l'opération - Mission	4
1.1.1 Mission	4
1.1.2 Intervenants	5
1.1.1 Documents communiqués	5
1.2 Descriptions générales du site	5
1.2.1 Plan(s) de situation et vue aérienne	5
1.2.2 Historique du site	7
1.2.3 Ouvrages existants	8
1.3 Caractéristiques du projet	9
1.3.1 Description du projet	9
1.3.2 Sollicitations d'exploitation du projet et trafics	10
1.4 Contexte géologique et hydrogéologique	11
1.5 Aléas et risques naturels	11
2. RECONNAISSANCE DES SOLS	15
2.1 Généralités	15
2.2 Sondages de reconnaissance	15
2.3 Essais de perméabilité in situ	15
2.4 Essais en laboratoire	16
3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS	17
3.1 Analyse géologique du site	17
3.2 Piézométrie – Niveaux d'eau - Inondabilité	17
3.3 Essais de perméabilité	18
3.4 Essais en laboratoire	18
3.4.1 Identification des sols	18
3.4.2 Résultats des essais mécaniques en laboratoire	19
4. SYNTHESE GEOTECHNIQUE	20
4.1 Synthèse et analyse géomécaniques	20
4.1.1 Synthèse	20
4.1.2 Analyse	20
4.2 Synthèse et analyse hydrogéologiques	20
4.2.1 Synthèse des essais de perméabilités	20
4.2.2 Analyses des essais de perméabilités	21
4.3 Adaptation du projet au site	22
4.3.1 Principe constitutif du bassin de rétention/infiltration	22
4.3.2 Géométrie de l'ouvrage	22
4.3.3 Modèle géotechnique retenue	23
4.3.4 Hypothèses concernant les conditions hydraulique	23
4.3.5 Présence de la voie ferrée en aval de l'ouvrage	23
4.4 Hydrogéologie	24
5. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES	25
5.1 Textes règlementaires	25
5.2 Terrassements généraux et ponctuels	25
5.2.1 Excavation des matériaux du site	25
5.2.2 Disposition vis-à-vis de l'eau	25
5.2.3 Conditions de traficabilité des engins de chantier	25
5.3 Réalisation des talus	26

5.3.1	Principes constructifs et objectifs recherchés.....	26
5.3.2	Zone en déblai	26
5.3.3	Zone en remblai	26
5.3.4	Terrassabilité des matériaux	26
5.3.5	Gestion de l'eau en phase travaux.....	27
5.3.6	Etanchéité des parois du bassin	27
5.3.7	Réalisation de la bêche périphérique.....	27
5.4	Problématique Karstique.....	27
5.4.1	Situation actuelle	27
5.4.2	Préconisation	27
5.5	Vérification de la stabilité des parements	27
5.5.1	Modèle géomécanique retenu	28
5.5.2	Approche de calcul et coefficients de pondération.....	29
5.5.3	Surcharges	29
5.5.4	Modèles utilisés.....	29
5.5.5	Situation actuelle	30
5.5.6	Situation envisagée	31
5.5.7	Modélisations modifiées	36
5.6	Accès au site	39
5.6.1	Mise en place d'une rampe d'accès	39
5.6.2	Principe de conception des couches de forme	39
5.7	Réutilisation des matériaux	39
6.	ALEAS et RISQUES RESIDUELS	41
7.	CONDITIONS CONTRACTUELLES.....	42

INDICE	DATE D'APPROBATION	DESCRIPTION DE L'ÉVOLUTION
A	10 Aout 2022	EMISSION ORIGINALE
B	15 Décembre 2022	MODIFICATION DES PENTES
C	07 Mars 2023	RAPPORT FINAL
D	09 Mars 2023	REPRISES DES DERNIERES MODIFICATIONS

1. Présentation

1.1 Définition de l'opération - Mission

1.1.1 Mission

A la demande et pour le compte de la Ville de Gramat, **INFRANEO** Pôle Ingénierie a reçu pour mission de réaliser, dans le cadre de la construction d'un bassin d'infiltration des eaux pluviales, une étude géotechnique de conception (mission G2 phase AVP) sur un terrain situé rue des Artisans (parcelle cadastrée n°597 section AO) à Gramat (46).

Cette mission a permis de définir :

- le contexte géologique et hydrogéologique du site,
- le niveau d'assise des fondations existantes et leur capacité portante,
- les contraintes de calcul nécessaires au dimensionnement des fondations,
- la vérification de stabilité des talus
- l'impact du projet vis-à-vis de la SNCF
- un exemple d'ébauche dimensionnelle au stade de l'AVP,
- diverses dispositions constructives et précautions concernant les dallages, terrassements, soutènements, voiries et les dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisinants.

Il s'agit de missions de type G₂ phase AVP, selon la norme NF P 94-500 (Version de novembre 2013).

Il a été réalisé une mission de diagnostic géotechnique G5, réalisée par Esiris group en Aout 2021 (Esiris a intégré INFRANEO en 2022).

Notre étude ne fournit pas le dimensionnement structure des fondations (largeur, ferrailage, etc.). En effet, ce dimensionnement, généralement à la charge d'un BET Structure, ne peut être défini qu'après calcul des descentes de charges précises de l'aménagement envisagé.

Elle ne comprend pas (liste non exhaustive) :

- les études de pollutions éventuelles (sols et nappe)
- Les études pyrotechniques du sous-sol et la recherche de vestiges anthropiques sur le site ;
- l'étude des structures de VRD et de traitement des sols ;
- l'étude des éléments de structure (ferrailage, détermination des sollicitations ...) ;
- La détermination des quantités, couts et délais ;
- le diagnostic structurel de l'ouvrage existant ;
- l'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale et la détermination des NPHE ;
- les études de pollutions éventuelles (sols et nappes) ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations (vides et/ou zones décomprimées notamment) ;
- la recherche de vestiges anthropiques sur le site.

Elle est par ailleurs limitée par les hypothèses du projet qui nous ont été transmises au démarrage de notre mission.

1.1.2 Intervenants

Au moment de notre étude, les intervenants étaient les suivants :

Maitre d'Ouvrage	Mairie de Gramat
Maître d'Œuvre	Dejante Eau & Environnement

Tableau 1 : Liste des intervenants du projet

1.1.1 Documents communiqués

Pour cette étude, les documents suivants nous ont été communiqués :

Doc	Document	Origine	Echelle	Date
1	Plan du bassin d'infiltration	Dejante Eau & Environnement	1/250	06/09/2022
2	Profil en travers du bassin d'infiltration	Dejante Eau & Environnement	1/1000	06/09/2022
3	Rapport de diagnostique géoetchnique G5	Esiris Group	-	28/08/2021

Tableau 2: Tableaux récapitulatif des documents mis à notre disposition

1.2 Descriptions générales du site

1.2.1 Plan(s) de situation et vue aérienne

Le projet prend place au Sud-Ouest du centre-ville de Gramat, dans la Zone d'activité d'Artis. Le site est longé au Sud par la voie ferrée (à environ 5,0 m), la gare est située à environ 450 m au sud-est du site. Enfin la rivière de l'Alzou se trouve à 266 m au nord-est du site.

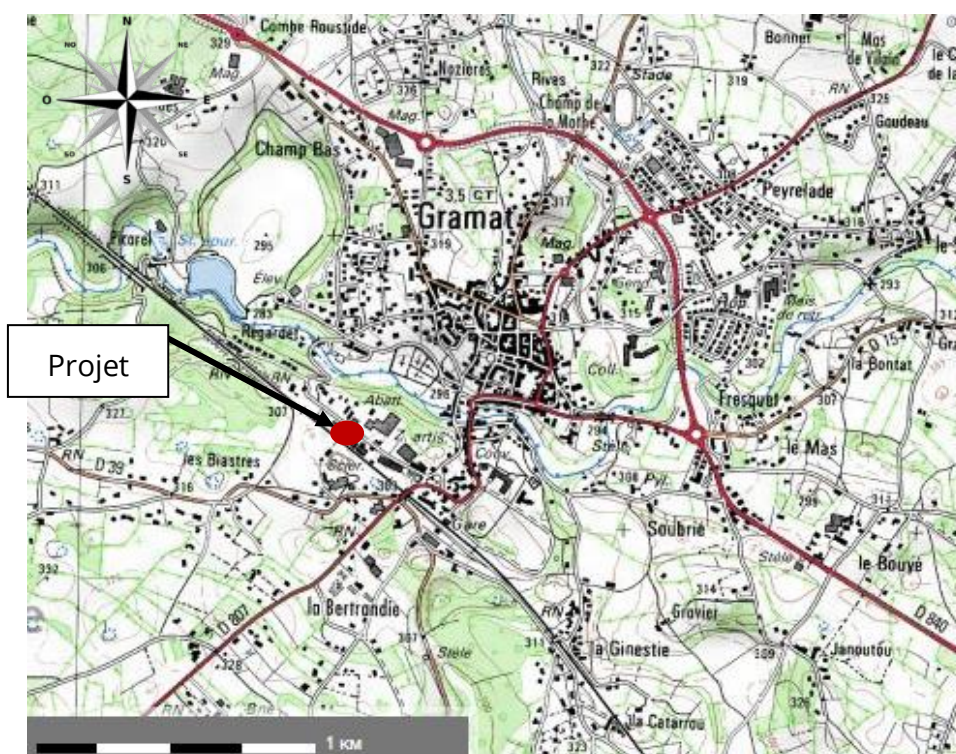


Figure 1 : Localisation du projet (fond de carte topographique, source : infoterre.brgm.fr)

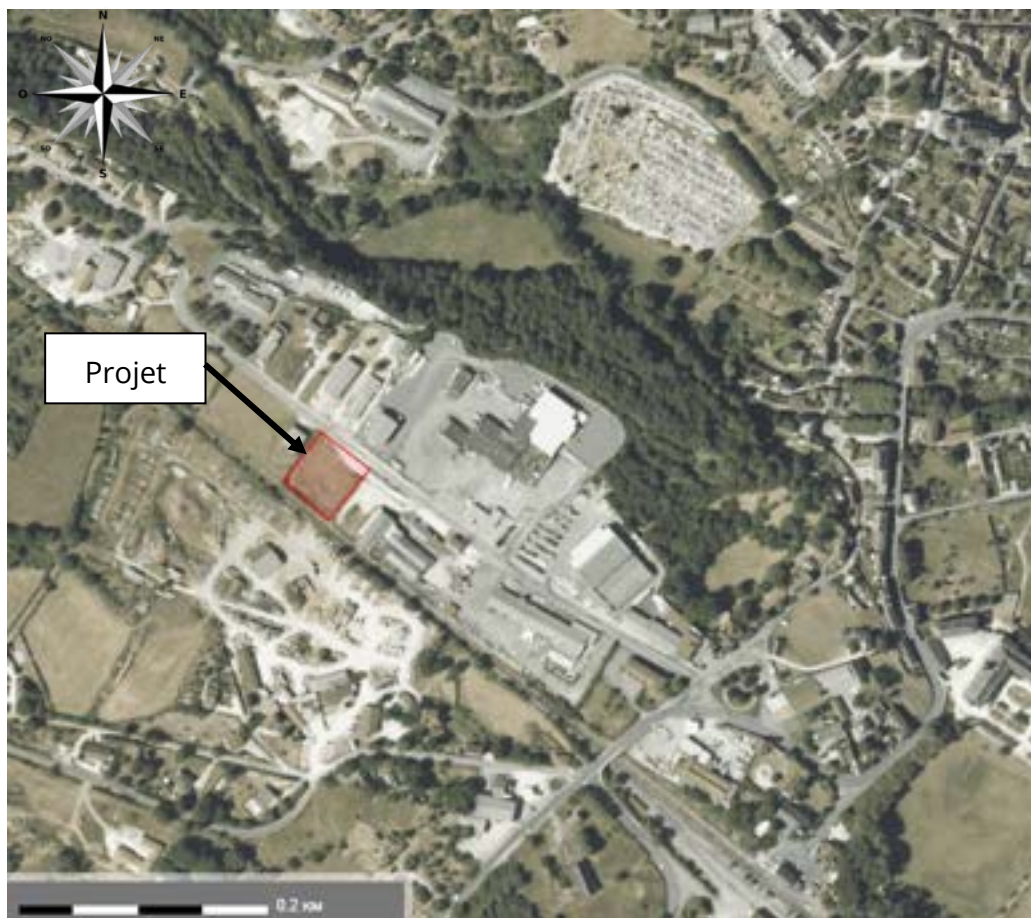


Figure 2 : Localisation du projet (vue aérienne, source geoportail.gouv.fr)

Le site est localisé à une altitude de 308 NGF, la voie SNCF au Sud est à 304 NGF tandis que l'Alzou au Nord situé à 283 NGF.

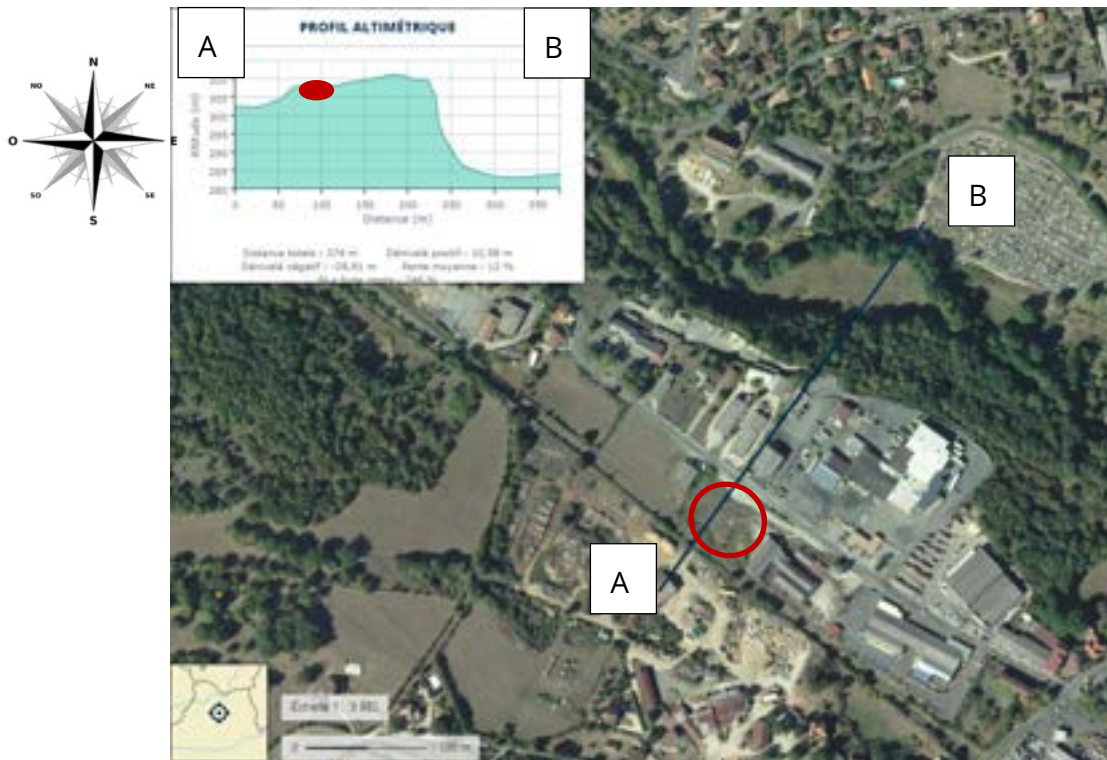


Figure 3 : Coupe des alentours du projet

1.2.2 Historique du site

D'après l'étude des photographies aériennes (*remonterletemps.ign.fr*) et les informations communiquées par le client et lors de notre visite, le site était depuis 1957 un terrain libre de toute construction, en 1969 la zone à l'est du site commence à s'urbaniser. En 1972 l'urbanisation de la ZA continue, en 1987, le terrain est remblayé pour servir de plateforme de stockage, atteignant ainsi sa configuration actuelle.



Figure 4 : Photographie aérienne de 1957 (source : remonteletemps.ign.fr)



Figure 5 : Photographie aérienne de 1969 (source : remonteletemps.ign.fr)



Figure 6 : Photographie aérienne de 1972 (source : remonteletemps.ign.fr)



Figure 7 : Photographie aérienne de 1987 (source : remonteletemps.ign.fr)

1.2.3 Ouvrages existants

Le terrain étudié se trouve dans une Zone d'Activité. Comme vu ci-dessus le terrain en pente naturelle vers le sud-ouest a été remblayé pour servir de plateforme de stockage.

Aucune construction n'est visible dans le temps. Il est aujourd'hui en friche et encore libre de toute construction.

Le site présente un talus en bordure sud-ouest de la plateforme qui rejoint une voie ferrée passant en contre-bas en limite de la parcelle.

D'après le plan topographique fourni le terrain se situe entre les cotes 308 et 304NGF.



Figure 8 : Vue en direction de l'ouest (sources : photographie Esiris Groupe)

1.3 Caractéristiques du projet

1.3.1 Description du projet

Le projet entre dans le cadre du projet de transformation du réseau unitaire en séparatif, la commune de Gramat prévoit la création d'un bassin de rétention /infiltration des eaux pluviales.

Ce bassin sera dimensionné afin de pouvoir stocker et infiltrer une pluie centennale pour une surface de ruissellement de 14 870 m².

D'après ces informations le volume de stockage nécessaire est de 1 200 m³.

La surface projetée du bassin est 690 m², pour un volume de 1 415 m³.

Ce bassin sera accompagné d'une zone tampon permettant la décantation des matières en suspension ainsi que la rétention des hydrocarbures présents dans les eaux de ruissellements.

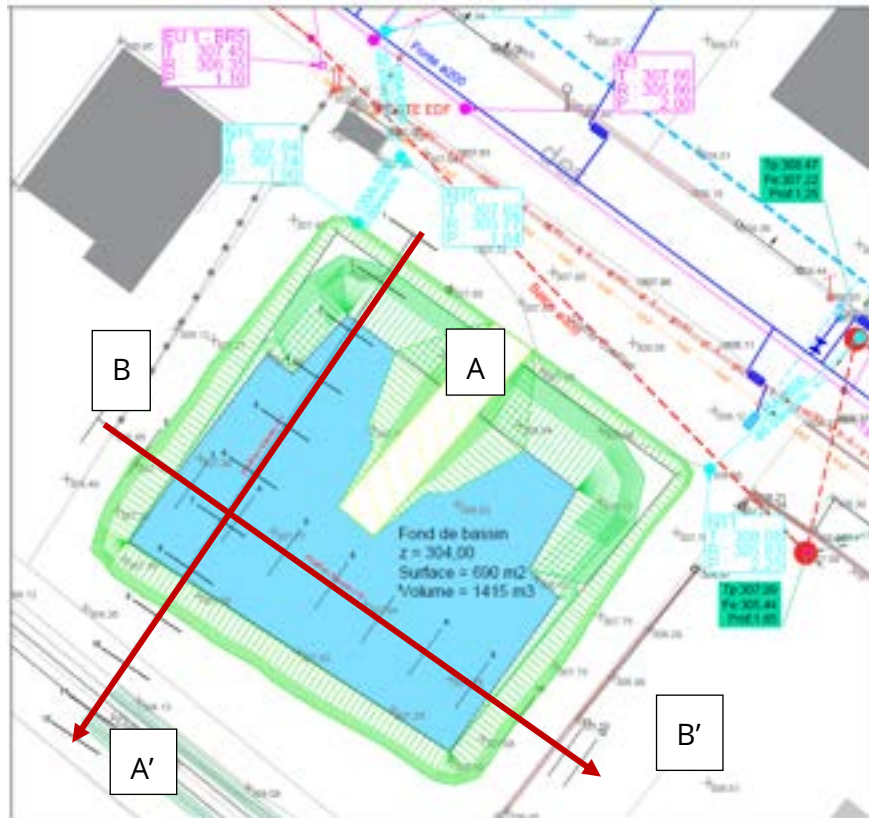


Figure 9 : Plan de masse du projet (source : Bassin d'infiltration du Groupe Déjante)



Figure 10: Coupes schématiques du projet (source : Bassin d'infiltration du Groupe Déjante)

1.3.2 Sollicitations d'exploitation du projet et trafics

Les sollicitations ne nous ont pas été communiquées dans le cadre de notre mission.
Les trafics envisagés ne nous ont pas été communiqués.

1.4 Contexte géologique et hydrogéologique

D'après la carte géologique de GRAMAT n°833 (éditées par le BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, échelle 1/50 000) et notre expérience locale, la géologie attendue est la suivante :

- K remplissage de doline (d'âge quaternaire) ;
- J1b-2a calcaire micritique du Bajocien Supérieur ;
- J0b-1a calcaire cristallisé (d'âge Aalénien à Bajocien) ;

Compte tenu de l'environnement du site, ces formations peuvent être surmontées par des remblais anthropiques.

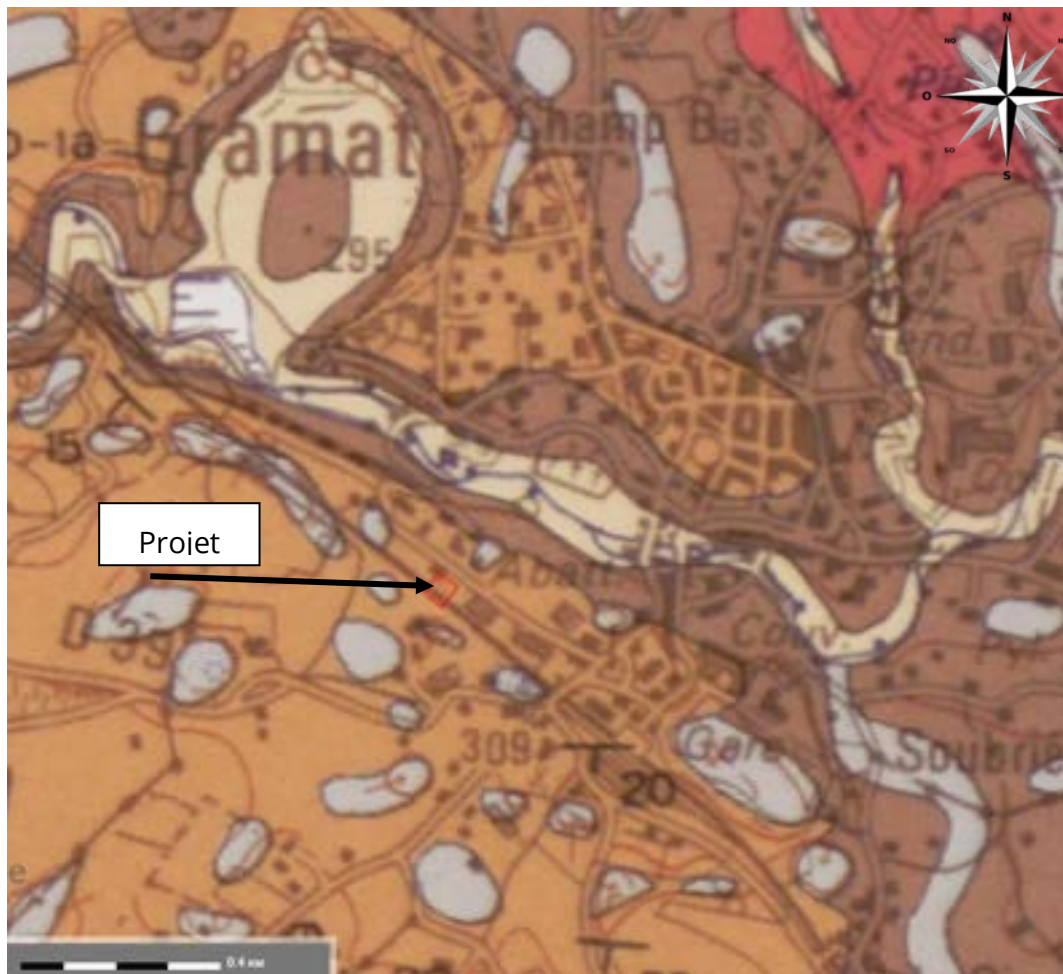


Figure 11 : Carte géologique (source infoterre.brgm.fr)

1.5 Aléas et risques naturels

• Aléa sismique

Vis-à-vis de la prévention du risque sismique et au sens des décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, la zone d'implantation du projet se situe en zone 1, soit un aléa très faible

• Aléa inondation

La commune ne possède aucun PPRI ou TRI, cependant elle fait l'objet de 7 arrêtés d'inondation et/ou de coulées de boues entre 1982 et 1999. Compte tenu de la nature du projet, celui-ci sera dimensionné pour reprendre les volumes des eaux de ruissellement.

De plus d'après la carte hydrogéologique du secteur (isopièzes du Jurrassique moyen –source SIGESS AQUUI), le niveau de la **nappe phréatique** en période de Hautes Eaux est situé vers la cote altimétrique +170 NGF dans le secteur, soit à environ 130 m sous le projet.

- **Aléa de retrait et gonflement des argiles**

Vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles, le site se trouve en zone d'aléa a priori moyen selon la carte d'aléa consultable sur le site www.georisques.gouv.fr.

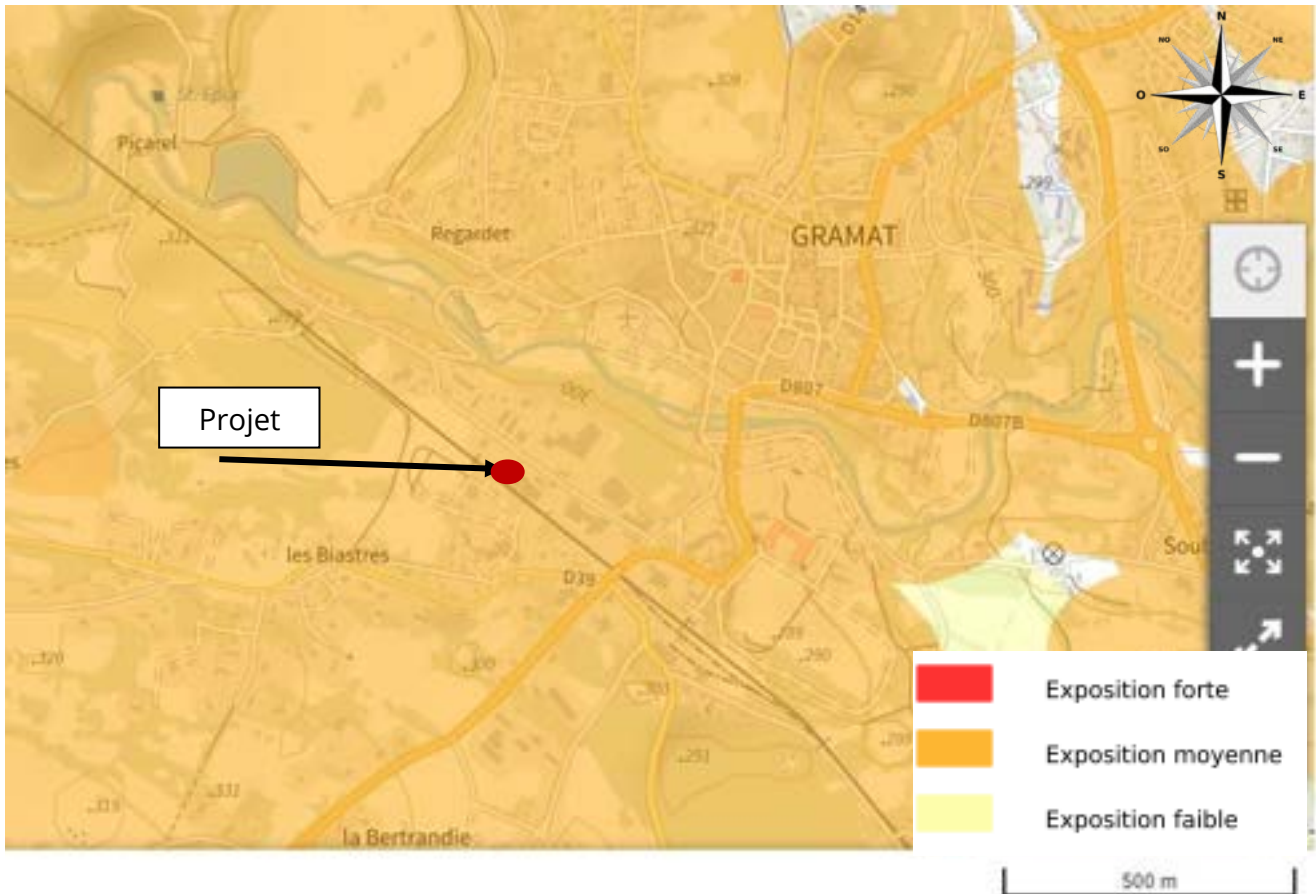


Figure 12 : Carte d'aléa des argiles (source georisques.gouv.fr)

- **Aléa mouvement de terrain**

Un glissement de terrain a été repéré sur la commune de Gramat, cependant celui-ci se situe à plus de 3,9 km à l'Ouest du site, en contexte de bord de rivière.

L'aléa mouvement de terrain est donc très faible au droit du site.

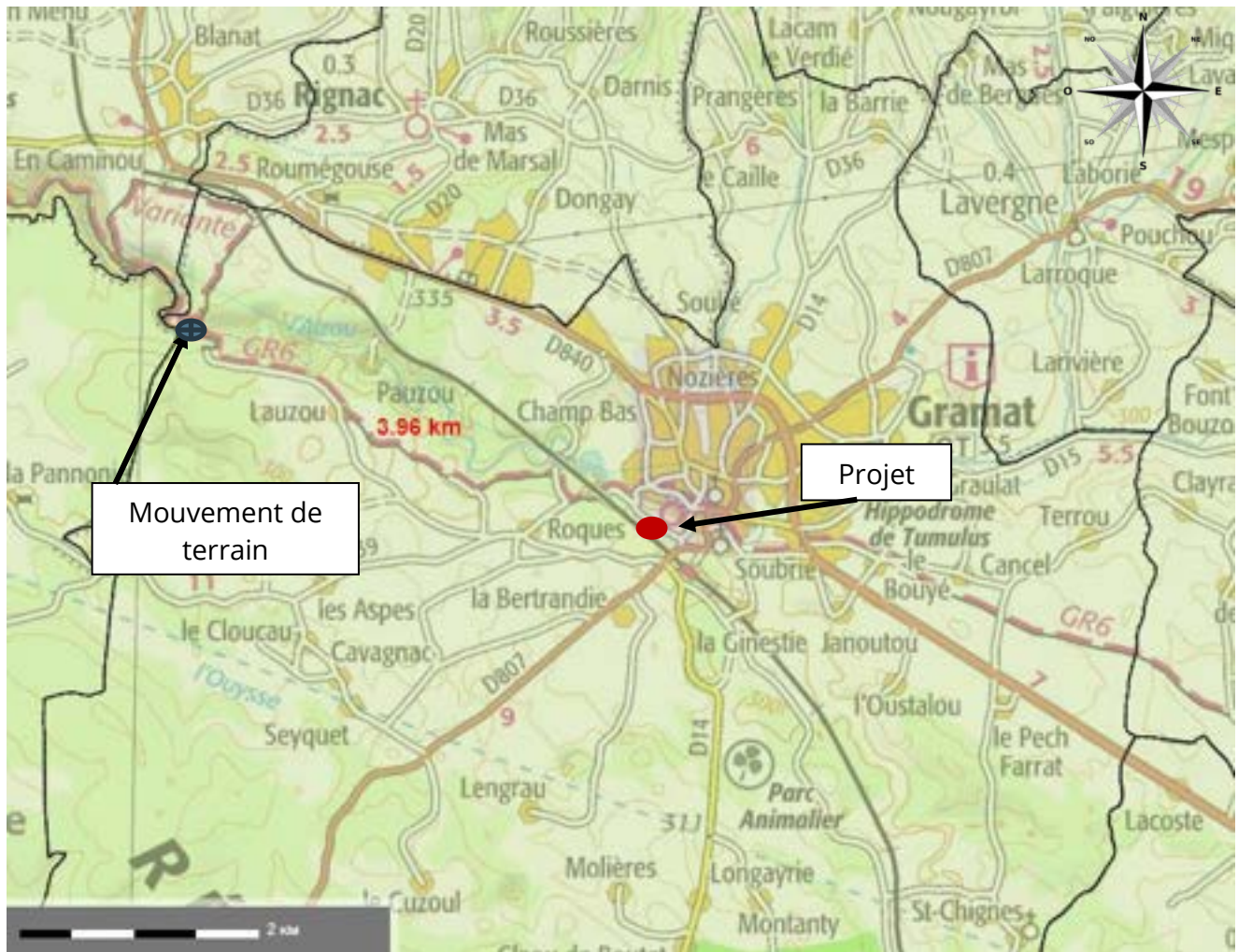


Figure 13 : Localisation des zones de mouvement de terrain sur la commune de Gramat (source : infoterre.brgm.fr)

- **Cavité souterraine**

Plusieurs cavités souterraines non anthropique sont présentes dans un périmètre de 1,5 km autour du site. La majorité de ces cavités prennent place au Nord du site dans la couche géologique du Jurassique. Ces cavités visibles depuis la surface prennent place dans le faciès calcaire du Jurassique.

Il n'est pas possible d'«exclure la présence» de cavité souterraines au droit du site et en aval hydraulique de celui-ci.

La géomorphologie locale montre la présence de très nombreuses dolines dans les environs, preuve d'une activité karstique importante.



Figure 14 : Extrait des cavité souterraines naturelles (source : infoterre.brgm.fr)

2. RECONNAISSANCE DES SOLS

2.1 Généralités

Les sondages et essais réalisés in situ sont présentés dans les tableaux suivants.

Nos investigations in situ se sont déroulées du 16 au 24 mai 2022. Ces investigations complètent celles réalisées lors de la mission G5. La phase terrain de la mission G5 a eu lieu les 2 et 28 mai 2021.

Les coupes de sondages ont été établies à partir du logiciel EGTE+EXPRS.

2.2 Sondages de reconnaissance

Les sondages de reconnaissance suivants ont été réalisés :

Type de sondage*	N° de sondage	Profondeur atteinte (m/TN actuel) **
Mission G5 – 2 et 28 mai 2021		
Sondage semi-destructif à la tarière de Ø 64 mm (r) refus ; (av) arrêt volontaire	TA1	4.0 (r)
	TA2	2.5 (r)
	TA3	3.0 (r)
Marteau fond de trou Ø 90 mm	SD2	4.0 (av)
	SD3	4.0 (av)
Mission G2AVP-PRO – 16 au 24 mai 2022		
Sondage destructif paramétré au tricône Avec essai d'eau	SD1	6,00
	SD2	6,00
	SD3	6,05
	SD4	6,03
	SD5	6,12
	SD6	5,23
Sondage carotté	SC1	4,80
<i>*sondages implantés en tenant compte des conditions d'accès les jours de notre intervention et en fonction de la précision des plans qui nous ont été remis pour la campagne de reconnaissance géotechnique.</i> <i>**par rapport au niveau du sol les jours de notre intervention</i>		

Tableau 3 : Liste des sondages de reconnaissances

2.3 Essais de perméabilité in situ

Dans le cadre de la présente étude, des essais de perméabilité ont été réalisés sur le site. Le détail de ces essais est repris dans le tableau ci-dessous :

Type d'essai de perméabilité in situ	Sondage de référence	Dénomination	Profondeur (m)
Mission G5 – 2 et 28 mai 2021			
Essai LEFRANC Norme NF EN 22282-2	TA1	LE 1	0.6 à 1.6
	TA2	LE 2	1.5 à 2.5
	TA3	LE 3	2.0 à 3.0
Essai LUGEON	SD2	LU 2	3.0 à 4.0

Norme NF EN 22282-3	SD3	LU 3	3.0 à 4.0
Mission G2AVP-PRO – 16 au 24 mai 2022			
Essai NASBERG Norme NF EN 22282-2	SD1	NA 1	4,0 à 6,0
	SD2	NA 2	0,5 à 1,5
	SD3	NA 3	1,5 à 2,5
	SD4	NA 4	4,0 à 6,0
	SD5	NA 5	2,0 à 3,0
Essai Lugeon Norme NF EN ISO 22282-3	SD6	LU 3	4,5 à 5,3

Tableau 4 : Liste des essais de perméabilité réalisés

2.4 Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire suivants ont été réalisés :

Identification des sols	Sondage	Nombre	Norme
Mission G2AVP-PRO – 16 au 24 mai 2022			
Teneur en eau pondérale W	Echantillons	2	NF P 94-050
	SD4	1	
	SD6	1	
Analyse granulométrique par tamisage	Echantillons	2	NF P 94-056 (NF EN ISO 17892-4)
	SD4	1	
	SD6	1	
Limites d'Atterberg WI et Wp déterminées à la coupelle et au rouleau	Echantillons	2	NF P 94-051
	SD4	1	
	SD6	1	
Détermination des limites WI et Wp au cône	Echantillons	2	NF P 94-052-1
	SD4	1	
	SD6	1	
Valeur au bleu du sol (VBS)	Echantillons	2	NF P 94-068
	SD4	1	
	SD6	1	
Classification des sols (GTR 2000)	Echantillons	2	NF P 11-300
	SD4	1	
	SD6	1	

Tableau 5 : Liste des essais d'identification des sols

Analyse chimique	Sondage	Nombre	Norme
Mission G2AVP-PRO – 16 au 24 mai 2022			
Cisaillement direct non consolidé rapide (Cuu)	SD1	1	NF P94-071

Tableau 6 : Liste des essais d'agressivité vis-à-vis des bétons réalisés

3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1 Analyse géologique du site

L'ensemble des résultats permet de dresser la coupe géologique schématique ci-après (sous de la terre végétale ou les sols remaniés superficiels d'épaisseur 20 à 50 cm environ) :

- R / des remblais sablo graveleux avec des blocs décimétriques issus a priori des aménagements de la ZA reconnus entre 0,20 et 1,70 m de profondeur
- H1 / composé de l'altération du calcaire du Bajocien, cet horizon est composé de calcaire plus ou moins marneux à blocs et passées sableuses, cette altération est attendue jusqu'à 1,9 à 4,10 m de profondeur.
- H2 / Calcaire rocheux blanc pouvant présenter des fractures associées à la formation du Bajocien d'une épaisseur comprise entre 30 et 150 m.

Remarques :

- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement d'un point à un autre du terrain étudié ;
- Les Remblais (R) sont susceptibles de contenir des éléments de toute nature et des blocs de toute taille et des surépaisseurs peuvent être rencontrées en tout point du site ;
- Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des couches de remblais qui n'auraient pas été mises en évidence dans nos sondages ;
- Les Remblais (R) peuvent contenir des passées organiques (sols évolutifs dans le temps et de portance nulle) ;
- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes d'une part à la faible cohésion des sols sous nappe (difficultés de remontée de matériaux) et, d'autre part, au caractère aveugle des sondages pénétrométriques ;
- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes d'une part à la méthode de forage en destructif et, d'autre part, au caractère aveugle des sondages pénétrométriques ;
- Le type de sondage destructif ne permet pas de caractériser objectivement les remblais et notamment de donner une indication sur les dimensions de blocs éventuels ;
- Rappelons que les coupes de sols établies sur la base des sondages destructifs et semi-destructifs ne sont qu'indicatives en raison de leur mode d'exécution, et que seuls les sondages carottés permettent d'établir une coupe lithologique précise.

3.2 Piézométrie – Niveaux d'eau - Inondabilité

Aucun niveau d'eau n'a été observé au droit des sondages à l'issue de leur réalisation en avril 2021 ce qui est en accord avec le contexte hydrogéologique (nappe attendue vers 130 m de profondeur).

Toutefois, on ne peut exclure la présence de circulations anarchiques notamment dans les formations superficielles. Elles pourront être plus ou moins prononcées en fonction des conditions climatiques.

3.3 Essais de perméabilité

Les résultats des essais de perméabilité réalisés ainsi que leur interprétation sont repris dans le tableau suivant :

Sondage	Nom de l'essai	Essai réalisé	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature du terrain testé	Perméabilités mesurées (m/s)	Perméabilité retenue (m/s)
Mission G5 – 2 et 28 mai 2021						
TA1	LE 1	Nasberg	0,6 – 1,6	Remblais	$9,5.10^{-4}$ m/s	$9,5.10^{-4}$
TA2	LE 2	Nasberg	1,5 – 2,5	Remblais	$6,2.10^{-3}$ m/s	$6,2.10^{-3}$
TA3	LE 3	Nasberg	2,0 – 3,0	Remblais	$4,0.10^{-3}$ m/s	$4,0.10^{-3}$
SD2	LU 1	Lugeon	3,0 – 4,0	Calcaire	73 U_L	$9,5.10^{-6}$ *
SD3	LU 2	Lugeon	3,0 – 4,0	Calcaire	82 U_L	$1,0.10^{-5}$ *
Mission G2AVP – 16 au 24 mai 2022						
SD1	NA 1	Nasberg	4,0 – 6,0	Calcaire	$1,16. 10^{-5}$	$1,0.10^{-5}$
SD2	NA 2	Nasberg	0,5 – 1,5	Calcaire altéré	$9,95.10^{-6}$ m/s	$1,0.10^{-5}$
SD3	NA 3	Nasberg	1,5 – 2,5	Calcaire altéré	$1,01. 10^{-5}$	$1,0.10^{-5}$
SD4	NA 4	Nasberg	4,0 – 6,0	Calcaire	$1,10. 10^{-5}$	$1,0.10^{-5}$
SD5	NA 5	Nasberg	2,0 – 3,0	Calcaire altéré	$3,18.10^{-5}$	$1,0.10^{-5}$
SD6	LU 3	Lugeon	4,5 – 5,3	Calcaire	68 U_L	$1,0.10^{-5}$ *
* les Unités Lugeon (U_L) ont été extrapolées en m/s via le modèle de Fell et al (2005) avec $k(m/s) = 1.3.10^{-7} \times U_L$						

Tableau 7: Synthèse des résultats des essais de perméabilité

Il s'agit d'essais de perméabilité ponctuels, n'intéressant qu'un volume de sol limité à l'encaissant immédiat de la cavité d'essai. Les valeurs obtenues peuvent donc fortement varier suivant la granulométrie du sol. Seul un essai de pompage permettra d'estimer une perméabilité en grand du terrain.

Les essais ont mis en évidence une perméabilité faible des sols, ces données sont cohérentes compte tenu du caractère imperméable du Calcaire. Les valeurs de perméabilité correspondent aux perméabilités de fractures. Cette perméabilité pourrait être plus élevées dans les passées très altérées du Calcaire.

3.4 Essais en laboratoire

3.4.1 Identification des sols

Les résultats complets des essais de laboratoire sont fournis sous forme de fiches et procès-verbaux en annexe n°5.

Les principaux résultats des essais d'identification sont repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Profondeur de l'échantillon (m/TN)	Nature du terrain	Résultats			
			w (%)	< 80 mm	VBS	Classe GTR
Echantillon 1	2,0 – 3,0	Grave sablo limoneuse marron	9,7	23,7	1,37	B5
Echantillon 2	2,0 – 3,0	Grave sablo limoneuse marron	9,7	23,7	1,37	B5
SD4	0,5 – 3,0	Grave sableuse	23,8	26,9	1,12	B5
SD6	0,5 – 3,0	Argile marron	18,8	84,4	3,73	A2

Tableau 8 : Résultats des essais en laboratoire

3.4.2 Résultats des essais mécaniques en laboratoire

Les résultats complets des essais de laboratoire sont fournis sous forme de fiches et procès-verbaux en annexe n°5.

Les principaux résultats des essais d'identification sont repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Profondeur de l'échantillon (m/TN)	Nature du terrain	C' kPa	ϕ °
SC1	4,0 – 5,0	Marne calcaire blanchâtre	9	33

Tableau 9 : Résultats des essais mécaniques

4. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

4.1 Synthèse et analyse géomécaniques

4.1.1 Synthèse

Les caractéristiques qui pourront être retenues dans les calculs au stade de l'avant-projet sont présentées dans le tableau suivant :

Horizons	Base de l'horizon	Pression Limite nette pl* (MPa)	Module Pressiométrique EM (MPa)	Coefficient rhéologique α
Remblais (R)	0,50 – 1,70	1,0	15	1/3
Altération du calcaire (H1)	1,90 – 4,10	>3,0	50	1/2
Calcaire du Bajocien (H2)	>6,00	>5,0	100	2/3

Tableau 10 : Synthèses des résultats géomécaniques

Ces différentes valeurs sont issues de la littérature associée à notre connaissance du terrain, aucun essai n'a été réalisé au sein de ces formations.

4.1.2 Analyse

- ✎ Les caractéristiques mécaniques des Remblais (R) sont attendus moyennes, compte tenu de l'ouvrage envisagé l'ensemble de cet horizon sera décapé.
- ✎ Les caractéristiques du Calcaire altéré (H1) sont attendue bonnes, les passées sablo-graveleuses attendue au sein de ce faciès peuvent présenter des comportements bouillant et des chutes de portance locales.
- ✎ Le calcaire du Bajocien (H2) est attendue très résistant, cette formation très compacte est reconnue comme étant sujette au phénomène karstique.
- ✎ Les sols du site comportent des remblais qui, compte tenu de leur qualité, constituent un sol pouvant être considéré comme évolutif et compressible. Ils sont impropres à toute construction (à la réalisation du projet), sauf dispositions spéciales.
- ✎ Le terrain comporte du rocher. Le toit rocheux présente souvent un niveau irrégulier, entraînant des sujétions d'exécution : surprofondeurs locales, pontages, raidissement, terrassement nécessitant l'emploi de brise-roche, d'éclateurs ou d'explosifs.
- ✎ Le terrain est susceptible de présenter des vides de dissolution de taille variable, très difficilement détectables.

4.2 Synthèse et analyse hydrogéologiques

4.2.1 Synthèse des essais de perméabilités

Nous avons reconnu sur la parcelle des Remblais reposant sur le substratum calcaire. Ces remblais, réalisés pour la création d'une plateforme, s'épaississent vers le sud-ouest pour atteindre des épaisseurs variantes entre 0,50 m côté amont et 1,70 m côté aval.

Les essais réalisés dans les remblais montrent que ceux-ci sont très perméables avec des

perméabilités élevées comprises entre $9,5.10^{-4}$ m/s et $6,2.10^{-3}$ m/s.

Le faciès d'altération du Calcaire (H1) présente des perméabilités faibles, similaires aux perméabilités du Calcaire du Bajocien, soit environ $1,0$ à $3,0.10^{-5}$ m/s.

Les essais réalisés dans le Calcaire du Bajocien présente des perméabilités d'environ $1,0.10^{-5}$ m/s, cette perméabilité, attendue dans les calcaires massifs par nature imperméables, n'est possible qu'à travers une altération superficielle ou fracturation, des perméabilités, plus faibles sont attendues au sein des faciès sain du Calcaire (inférieur à 10^{-7} m/s). Pour une roche, il est difficile de parler de perméabilité puisque le comportement est régi par l'orientation et l'ouverture des fissures/fractures.

De plus on sait que le calcaire régional peut avoir des perméabilités importantes par écoulement karstique (du fait de fractures ouvertes). Ces zones fracturées sont impossibles à identifier sous les remblais. Même un maillage serré de sondages et essais ne peuvent formellement les quantifier.

4.2.2 Analyses des essais de perméabilités

Le projet prévoit la réalisation d'un bassin en déblais, ancré entre 3,5 et 4,0 m de profondeur par rapport au terrain naturel. Le bassin serait donc ancré dans le Calcaire ayant une perméabilité ponctuelle de 1.10^{-5} m/s. Cependant, il ne faut pas négliger le risque de résurgence aval par ruissellement sur le calcaire.

Il faut également garder à l'esprit que les perméabilités du calcaire ont été mesurées dans les premiers mètres de celui-ci (jusqu'à 6,00 m de profondeur) ces perméabilités auront tendance à baisser plus en profondeur si les fissures du calcaire diminuent.

Ainsi dans le cas où les remblais SNCF ne serait pas fondés sur le substratum calcaire (absence de purge des sols de couverture) cela pourrait entraîner également un risque de tassement des remblais SNCF. Il en va de même pour les avoisinants proches notamment au sud-est. Ces ruissellements en pied des remblais à l'aval pourraient également entraîner leur déstabilisation créant un risque de submersion si le talus aval venait à glisser alors que le bassin est en eau.

Compte tenu de la nature du bassin, destiné à l'infiltration des eaux de ruissellement, un contrôle strict de la qualité des eaux devra être réalisé en amont pour éviter toute pollution potentielle de la nappe. Des prélèvements devront être réalisés dans les fossés longeant la route pour vérifier les teneurs en polluants et des pièges à hydrocarbures devront être dimensionnés dans le cas de la récupération des eaux de ruissellement de surface (sur les parkings notamment) car il n'est pas prévu ici d'épuration naturelle (par les plantes par exemple).

Compte tenu des faibles perméabilités du calcaire, les transferts latéraux semblent limités, cependant le calcaire est connu pour être karstique, ainsi afin de limiter des transferts latéraux rapides, pouvant créer des résurgences dans le voisinage aval, le bassin devra être ceinturé par une tranchée étanche descendue dans le calcaire peu fracturé et au minimum de 2 m sous la base du bassin.

Un bassin réalisé dans les calcaires, sans possibilité d'infiltration latérale dans les remblais devrait limiter l'impact sur le voisinage. Avec une infiltration dirigée totalement dans les calcaires on évite les risques d'ennoyage par remontée capillaire ou résurgence.

Cependant l'infiltration forcée des eaux au sein de ces fissures aura pour conséquence une détérioration de celle-ci, entrainement de fines, dissolution du calcaire, pouvant créer des

instabilités non quantifiables au sein de ce calcaire.

4.3 Adaptation du projet au site

4.3.1 Principe constitutif du bassin de rétention/infiltration

Au stade actuel de l'étude, le projet prévoit la création d'un bassin de rétention et d'infiltration d'eau par déblais.

Le prévoit le déblaiement de la totalité du bassin sur une hauteur d'environ 4,00 m/TN. Les talus du bassin seront réalisés dans les sols en place, la pente de ceux-ci seront détaillées dans la suite du présent rapport.

A notre connaissance le bassin ne prévoit pas d'ouvrage de vidange

4.3.2 Géométrie de l'ouvrage

Le bassin est considéré pour la géométrie suivante :



Figure 15 : Profils en travers du bassin (source : Groupe déjante)

Le model de bassin étudié, fournit par le Groupe Dejante, présente un bassin ayant un ancrage d'environ 690m² possédant des talus de pentes 1H/2V à 2H/1V.

4.3.3 Modèle géotechnique retenue

Nos connaissances du terrain et du projet nous ont permis de réaliser le modèle et hypothèses géotechniques suivants :

Horizons	Classe de Sol	Toit [m/TN]	Toit [NGF]	Base [m/TN]	Base [NGF]	Y [kN/m³]	φ' [°] ⁽¹⁾	c' [kPa] ⁽¹⁾	Perméabilité [m/s]
Remblais (R)	B5	0,0	308	0,5 – 1,7	307,5 – 306,3	16	20	0	1.10^{-3}
Altération du calcaire (H1)	B5	0,5 – 1,7	307,5 – 306,3	1,9 – 4,1	306,1 – 303,9	26	30	7	1.10^{-5}
Calcaire du Bajocien (H2)	A2	1,9 – 4,1	306,1 – 303,9	>6,0	< 302	25	35	10	1.10^{-5} à 1.10^{-7}
<i>(1) : Valeurs estimées de manière sécuritaire sur la base de notre expérience du secteur et dans des contextes similaires</i>									

Tableau 11 : Modèle géotechnique

4.3.4 Hypothèses concernant les conditions hydraulique

L'ouvrage est dimensionné pour fonctionner par intermittence, ainsi l'ouvrage en période d'étiage présentera un fond à 304,00 mNGF, et pour des plus hautes eaux à 305,44 m NGF, (pluie centennale, pour un stockage de 1 200m³).

La capacité de stockage maximale de l'ouvrage sera de 1 415 m³.

D'après les calculs réalisés par le Groupe Dejante, en prenant en compte les perméabilités mesurées, les dimensions du bassin et le volume d'eau de ruissellement, la durée de sollicitation de l'ouvrage à pleine charge, pour une pluie centennale, est de 47,9 heures environ, en l'absence de nouvelle pluie.

Dans la suite du rapport les trois niveaux de remplissages suivants seront étudiés :

Situation du projet	Cote des eaux
Situation normale d'exploitation (étiage)	Sans eau, fond à 304,00 mNGF
Situation rare	Niveau d'eau à la cote de la canalisation 305,7 m NGF
Situation extrême	Niveau d'eau à 306 m NGF

Tableau 12 : Référence des différentes situations étudiées

4.3.5 Présence de la voie ferrée en aval de l'ouvrage

La voie ferrée se situe à environ 10m de la crête du talus du bassin. L'ancrage de cette voie ferrée ne nous a pas été communiquée.

Considérant une coupe classique de voie ferrée, nous pouvons considérer qu'à minima celle-ci prend place sur une couche de forme, surmontée d'une sous-couche et d'un ballast.

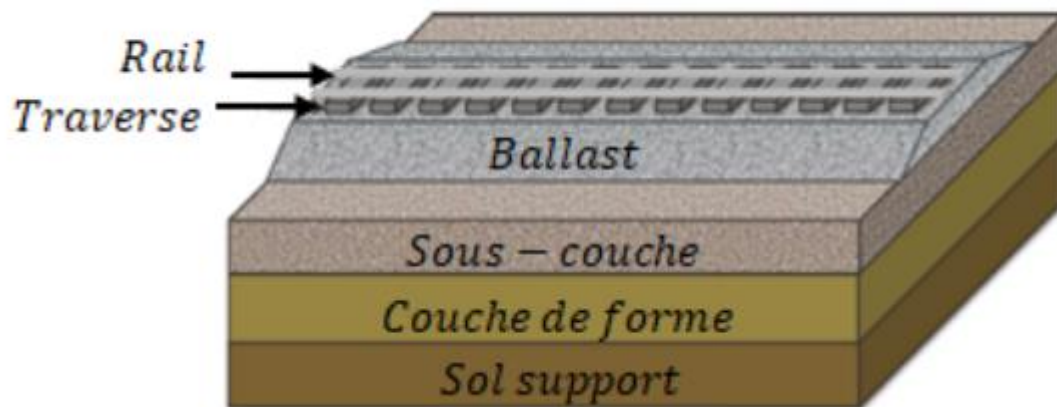


Figure 16 : Composition type d'une voie ferrée (source : Étude de l'influence des hétérogénéités du ballast sur le comportement dynamique des voies ferrées, Rapport d'avancement de thèse, 2018)

Cette voie ferrée ne devra en aucun cas être déstabilisée lors des travaux de terrassements et la mise en place de la tranchée étanche.

De plus il sera nécessaire de contrôler la stabilité de la couche de forme et de la sous-couche lors de l'infiltration des eaux du bassin en amont hydraulique.

4.4 Hydrogéologie

Les investigations géotechniques n'ont mis en évidence aucun niveau d'eau pérenne. Cependant des ruissellements sont attendus à l'interface entre les Remblais et le Calcaire sain en période de pluies compte tenu de la différence de perméabilité entre les horizons de surfaces et le Calcaire sain.

De plus le Calcaire est reconnu comme étant karstique, ces fractures servent de voie préférentielle aux écoulements, pouvant entraîner de fortes circulations horizontales ou verticales des eaux au sein de cette formation.

5. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

5.1 Textes règlementaires

Les textes réglementaires suivants ont été utilisés pour définir les pré-dimensionnements et recommandations fournis :

- ↳ Normes AFNOR en vigueur, ou notes techniques particulières existantes concernant les travaux de sondages et essais in-situ ou de laboratoire,
- ↳ AFNOR P 11-211 – DTU 13.11 Fondations superficielles et AFNOR P 11-711 - DTU 13.12 Règles pour le calcul des fondations superficielles,
- ↳ AFNOR P 11-212-1 – DTU 13.2 Fondations profondes pour le bâtiment.
- ↳ Fascicule n°62 Titre V « Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil ».
- ↳ Eurocode 7 - Partie 1 – « Calcul géotechnique – Règles générales »,
- ↳ NF P 94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013) / Eurocode 7
- ↳ NF P 94-262 – Calcul Géotechnique – Fondations profondes (juillet 2012) / Eurocode 7
- ↳ AFNOR NF P 11-213 – DTU 13.3 Dallage, Conception, calcul et exécution – Partie 2 (mai 2007)
- ↳ GTR / GTS.

5.2 Terrassements généraux et ponctuels

5.2.1 Excavation des matériaux du site

Les Remblais et l'altération du Calcaire sont composés de graves plus ou moins argileuses, ces horizons devraient être facilement excavables à l'aide d'engins courants de puissance moyenne.

Cependant la présence de blocs calcaire au sein du faciès d'altération H1 pourraient être source de difficultés.

Le Calcaire H2 présente un calcaire franc pouvant avoir potentiellement des fissures. Le décaissement de cette formation pourra donc nécessiter l'utilisation d'engins de forte puissance, l'utilisation ponctuelle du BRH sûrement nécessaire au sein de ces matériaux.

5.2.2 Disposition vis-à-vis de l'eau

Les terrassements intéressent des terrains reconnus comme étant sensibles à l'eau (Remblais). Ces matériaux pouvant présenter un comportement collant en cas d'humidité trop élevée.

Des terrassements en période favorable (de mai à septembre) devrait s'affranchir des problématiques de mises hors d'eau.

Des circulations d'eau pourront néanmoins être ponctuellement rencontrées en cas de conditions météorologiques pluvieuses ou à proximité du fossé existant.

Ces circulations d'eau pourront être gérées très facilement par simples opérations de pompage et d'assainissement en fond de fouille.

5.2.3 Conditions de traficabilité des engins de chantier

Les remblais et le faciès d'altération sont attendus de nature argilo-graveleuse.

Ce type de matériau est réputé sensible 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.

Ainsi, les conditions de traficabilité des engins de chantier sont attendues bonnes pour des travaux réalisés par temps sec à faiblement humide, une intervention réalisée entre juin et octobre.

Ces conditions pourront se dégrader fortement en cas de période pluvieuse prolongée et occasionner une diminution des cadences de production.

5.3 Réalisation des talus

5.3.1 Principes constructifs et objectifs recherchés

Lors du décaissement du bassin, les talus seront réalisés en pleine terre, ainsi les pentes de talus seront à adapter en fonction de la nature des sols rencontrés.

Les pentes de talus seront réglées à :

- **Remblais (H1) : 3H/2V**
- **Faciès d'altération du calcaire (H2) : 2H/1V**
- **Calcaire (H2) : 1H/2V**

5.3.2 Zone en déblai

Les déblais prévus atteignent 4,0 m. Les remblais d'épaisseur de 1,5 à 3,0 m vont être totalement décapés.

5.3.3 Zone en remblai

Il n'est pas prévu de remblais dans ce projet

5.3.4 Terrassabilité des matériaux

Le projet comporte des déblais dans des matériaux très différents :

Les remblais superficiels sont très hétérogènes avec la présence possible de blocs métriques entraînant des surcreusements.

Des niveaux plus ou moins bouillant pourront nécessiter la mise en place de protection provisoire en phase travaux (bâches, drain amont, par pierre aval,...) et de protection durant toute l'existence du projet.

Le calcaire rocheux nécessitera l'emploi de matériels spécifiques très puissants (éclateur, dérocteur, pelle puissante, brise-roche hydraulique, marteau pneumatique), voire d'explosifs. Le choix de la méthode devra tenir compte des avoisinants et de la présence d'une canalisation existante au nord-est de la parcelle.

Les méthodes de terrassement devront être adaptées pour limiter les nuisances (poussière, bruit, vibrations).

La présence de la voie ferrée à environ 10m de la tête du talus, nécessitera une surveillance accrue de la stabilité des différents talus (bassin et voie ferrée) pendant toute la durée des travaux.

5.3.5 Gestion de l'eau en phase travaux

En principe le terrain doit être sec. Cependant les venues d'eau pouvant apparaître exceptionnellement en cours de terrassement du fait de pluies seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage). On veillera à aménager des pentes de 4 % pour évacuer les eaux de ruissellement vers des fossés / tranchées drainantes.

5.3.6 Etanchéité des parois du bassin

Afin d'éviter un transfert latéral rapide dans les remblais et les calcaires avec un risque de déstabilisation et de résurgence nous proposons la mise en place d'une géomembrane étanche sur l'ensemble des talus sous la cote 305,7 (altitude du tuyau d'alimentation du bassin) raccordé à la bêche étanche (voir ci-après)

5.3.7 Réalisation de la bêche périphérique

Afin d'éviter un transfert latéral rapide dans les formations calcaires superficielles nous proposons la réalisation d'une tranchée étanche ceinturant le fond du bassin. Cette tranchée comblée en béton hydrofuge sera descendue dans le calcaire sain et à au moins deux mètres sous le niveau du fond du bassin.

5.4 Problématique Karstique

5.4.1 Situation actuelle

La zone de Gramat est réputée pour être un domaine Karstique, la notice de la carte géologique de Gramat précise que « en profondeur, guidée par les discontinuités de la roche, l'eau a façonné des conduits parfois de grandes dimensions ».

Ces informations alertent sur le potentiel Karstique du terrain d'étude. Cependant la zone d'étude ne présente pas de signe de karst

En effet, aucune trace de déstabilisation de pente n'est visible au droit du site, de plus les différents sondages réalisés n'ont pas présenter de vides ou de zone de décompression.

Bien que les sondages permettent de vérifier une zone ponctuelle, la densité des sondages et leur résultat limite ce risque karstique.

Ainsi l'état actuel du site semble être à l'équilibre et ne présente pas de déstabilisation karstique.

5.4.2 Préconisation

Compte tenu du contexte du site, la création d'un bassin d'infiltration pourrait déstabiliser l'équilibre karstique du site.

L'infiltration dans une roche calcaire peut entrainer une dégradation de celle-ci et par conséquent une aggravation du phénomène karstique.

Pour limiter cette modification de l'équilibre en place, il est conseillé de limiter la perméabilité du fond du bassin à la perméabilité actuelle, mesurée à 1.10^{-5} m/s.

Pour limiter cette perméabilité plusieurs méthodes sont possibles.

- **La constitution d'une couche semi perméable à 1.10^{-5} m/S**

Afin de limiter l'infiltration, il est possible de créer une couche semi perméable composée d'argiles mélangées au sol existant reposant sur un géotextile.

Le géotextile sera mis en place afin de limiter la migration de la couche semi perméable dans



les fissures du calcaire.

La couche semi perméable devra être dimensionnée par une étude spécifique réalisée à l'aide d'hydrogéologue pour déterminer l'épaisseur, la composition de la couche semi-perméable et les propriétés hydrauliques essentielles à savoir la permittivité, transmissivité et L'ouverture de filtration.

- **La mise en place d'un géo synthétique bentonitique**

Afin de limiter l'infiltration, la mise en place d'un géo-synthétique bentonitique pourrait être envisageable. Cependant ces géo-synthétiques ont des perméabilités plus faibles, de l'ordre de 10^{-8} à 10^{-9} m/s, ainsi l'utilisation de ces géo-synthétiques devra faire l'objet de plot d'essais pour fixer la composition du complexe (y compris les propriétés hydrauliques : la permittivité, la transmissivité et L'ouverture de filtration). et de confirmer les conditions de son utilisation selon les dispositions de l'ouvrage.

Cette limitation de la perméabilité a pour but de limiter la dégradation du sous-sol en cas de de présence de fissures karstiques.

Cette solution a été étudié auprès de différents fournisseurs de géosynthétique, d'après les différents produits proposés actuellement, l'utilisation de cette solution ne semble pas envisageable (perméabilité des géosynthétique beaucoup trop faible).

- **La mise en place de containers d'infiltration**

Cette solution consiste en la mise en place de containers tampon. Ces containers permettraient l'infiltration de l'eau à un débit contrôlé.

Cependant, l'étude de cette solution a mis en évidence le caractère hétérogène, sur l'emprise du bassin, de l'infiltration par le biais de ces containers.

En effet, ces containers pourraient créer des zones d'infiltrations préférentielles et par conséquent accroître l'altération du terrain au droit desdites zones.

Pour cette raison, nous avons décidé de ne pas retenir cette solution

5.5 Vérification de la stabilité des parements

Selon les recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai du CFBR, les situations et les états limites à considérer sont les suivants :

Etats limites	Situation de projet	Vérification
Glissement de talus amont	Situation normale d'exploitation (étiage) Situation rare de décrue rapide (vidange depuis la côte du déversoir) Situation extrême de décrue rapide (vidange depuis la crête de digue)	A mener
Glissement de talus aval	Situation normale d'exploitation (étiage) Situation rare de crue rapide (côte du déversoir) Situation extrême de crue (crête de digue)	A mener

Tableau 13 : Vérifications minimales selon recommandations CFBR

Dans cette partie, nous étudions l'impact du remplissage et de la vidange du bassin sur la stabilité des parements amont et aval de la digue, pour les différentes situations de crue.

Nous proposons d'étudier la stabilité du profil type de l'ouvrage jugé comme étant dimensionnant car correspondant à la plus grande hauteur de digue.

5.5.1 Modèle géomécanique retenu

Horizon	c' [kPa]	φ' [°]	γ [kN/m ³]
Remblais	1	24	18
Altération du Calcaire	5	25	18
Calcaire	10	30	20
Remblais voie ferrée	0	24	18

Tableau 14 : Modèle géomécanique retenu pour la vérification

Remarque : les paramètres géomécaniques retenus pour la vérification de la stabilité des parements amont et aval de l'ouvrage ont été établis de la manière suivante :

5.5.2 Approche de calcul et coefficients de pondération

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

Les coefficients de pondération retenus par la suite sont représentatifs d'une situation traditionnelle définitive. Ils sont présentés dans le tableau suivant :

Actions / paramètres	Traditionnel définitif
Coefficient recherché $\Gamma_{\min}$	1,00
Actions permanentes défavorables Γ_{s1}	1,00
Actions permanentes favorables Γ_{s1}	1,00
Angle de frottement interne Γ_{φ}	1,00
Cohésion effective $\Gamma_{c'}$	1,00
Cohésion non drainée Γ_{cu}	1,00
Surcharges Γ_Q	1,00
Méthode de calcul Γ_{s3}	1,00

Tableau 15 : Coefficients partiels retenus

Dans la situation traditionnelle définitive le coefficient de sécurité recherché vaut : $F \geq 1,50$.

5.5.3 Surcharges

Aucune surcharge n'a été appliquée autour du bassin lors des différents calculs. D'après les différents plans en notre possession aucune voie de cheminement n'a été prévu autour du bassin.

Une surcharge répartie de 50kPa a été appliquée au droit de la voie ferrée pour simuler les passages des trains.

5.5.4 Modèles utilisés

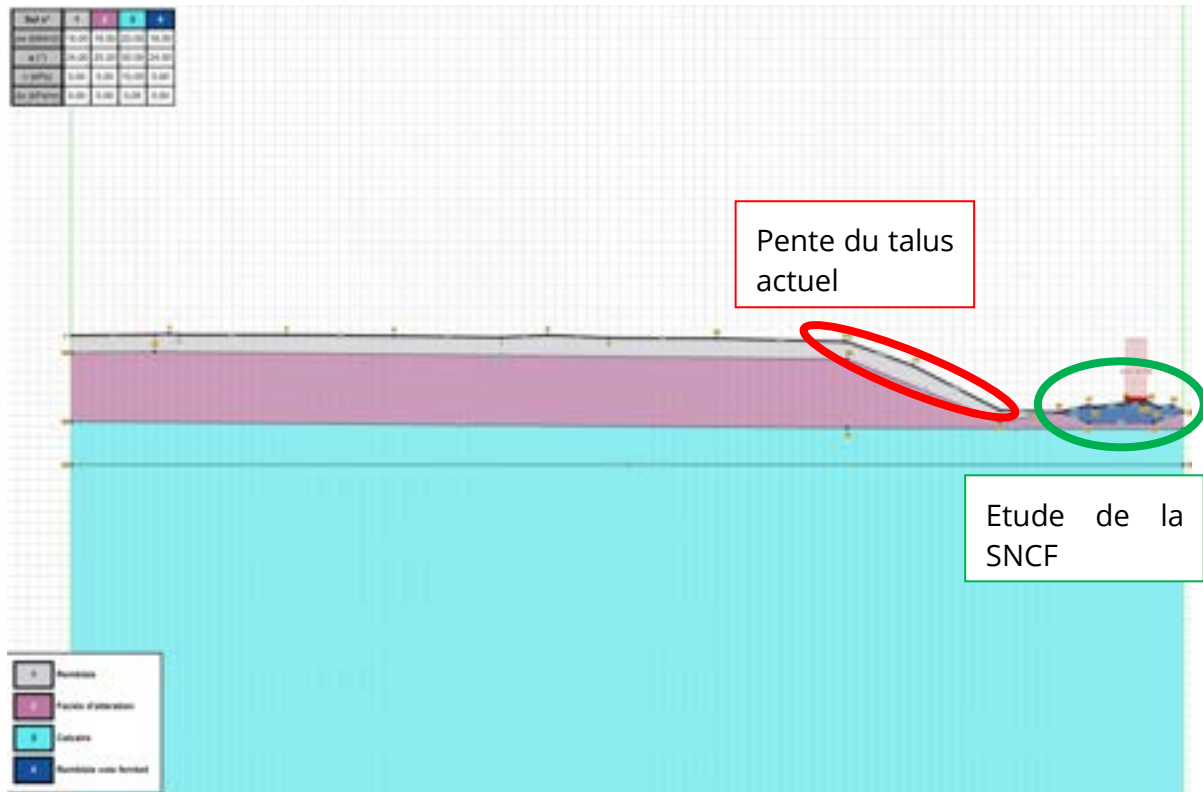


Figure 17 : Situation actuelle

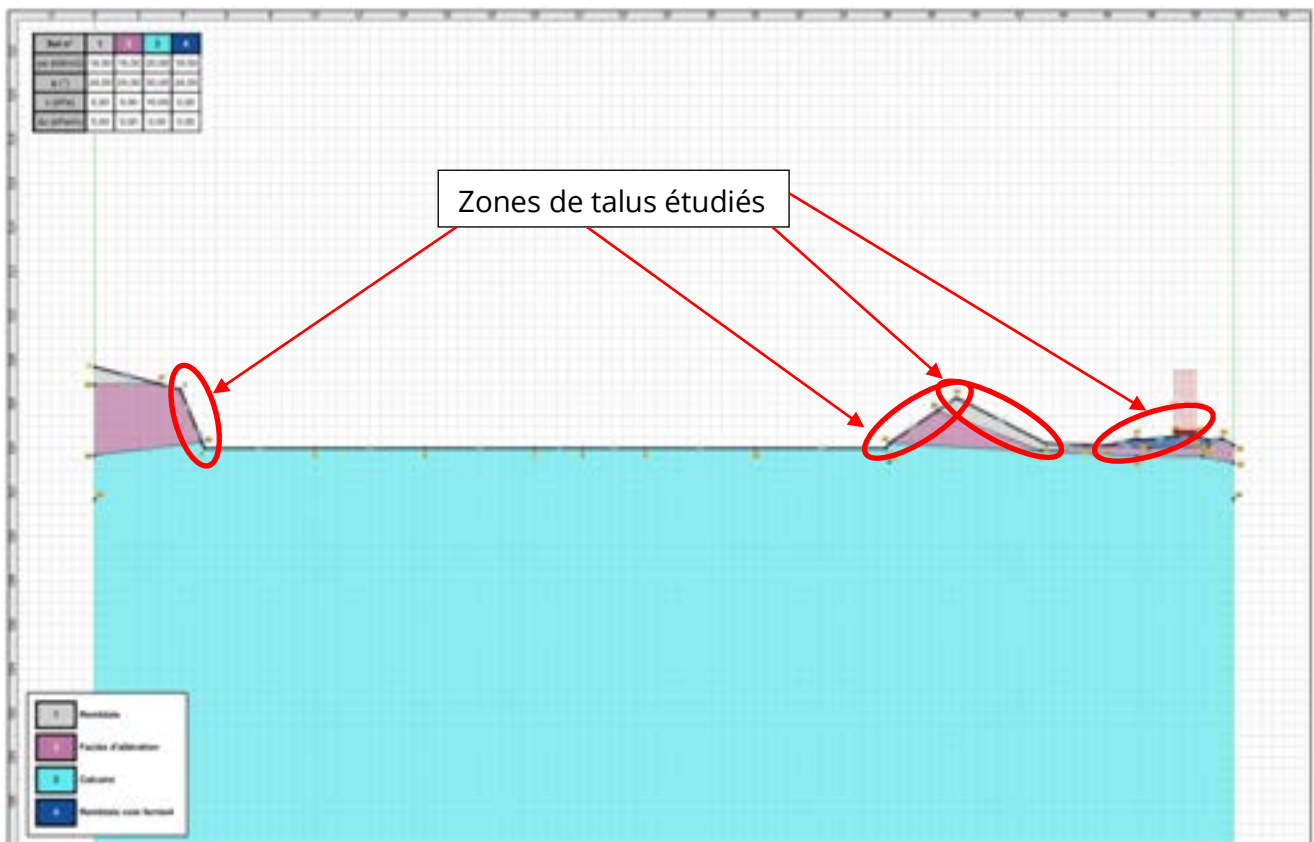


Figure 18 : Situation projetée

5.5.5 Situation actuelle

La situation actuelle a été étudiée pour vérifier la stabilité actuelle de la zone d'étude, et

notamment au niveau de la voie ferrée.

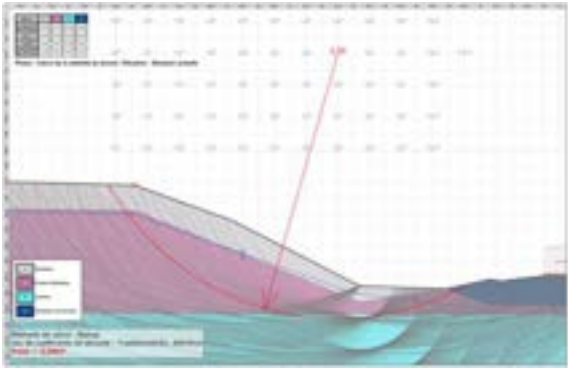
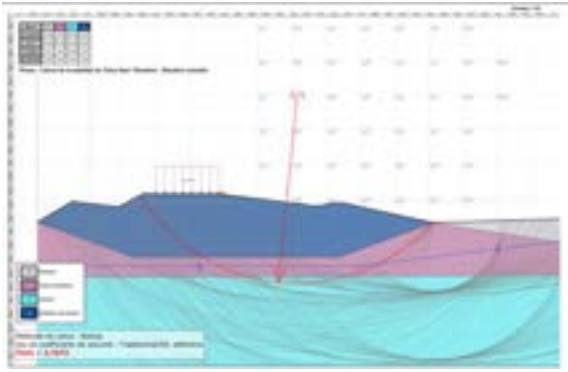
Situation Actuelle	
Pente de talus actuelle amont SNCF	Talus Voie SNCF
	
F = 2,56	F = 2,71

Tableau 16 : Résultats des modélisations de la situation actuelle.

La situation actuelle montre la stabilité de la pente actuelle et de la voie ferrée.

5.5.6 Situation envisagée

Le Groupe Dejante nous a fourni les plans et les coupes du bassin envisagé. Grâce à ces coupes, nous avons réalisé les modélisations suivantes, intégrant les résultats des investigations géologiques.

Quatre zones d'études ont été retenues afin d'étudier les pentes prévues du bassin.

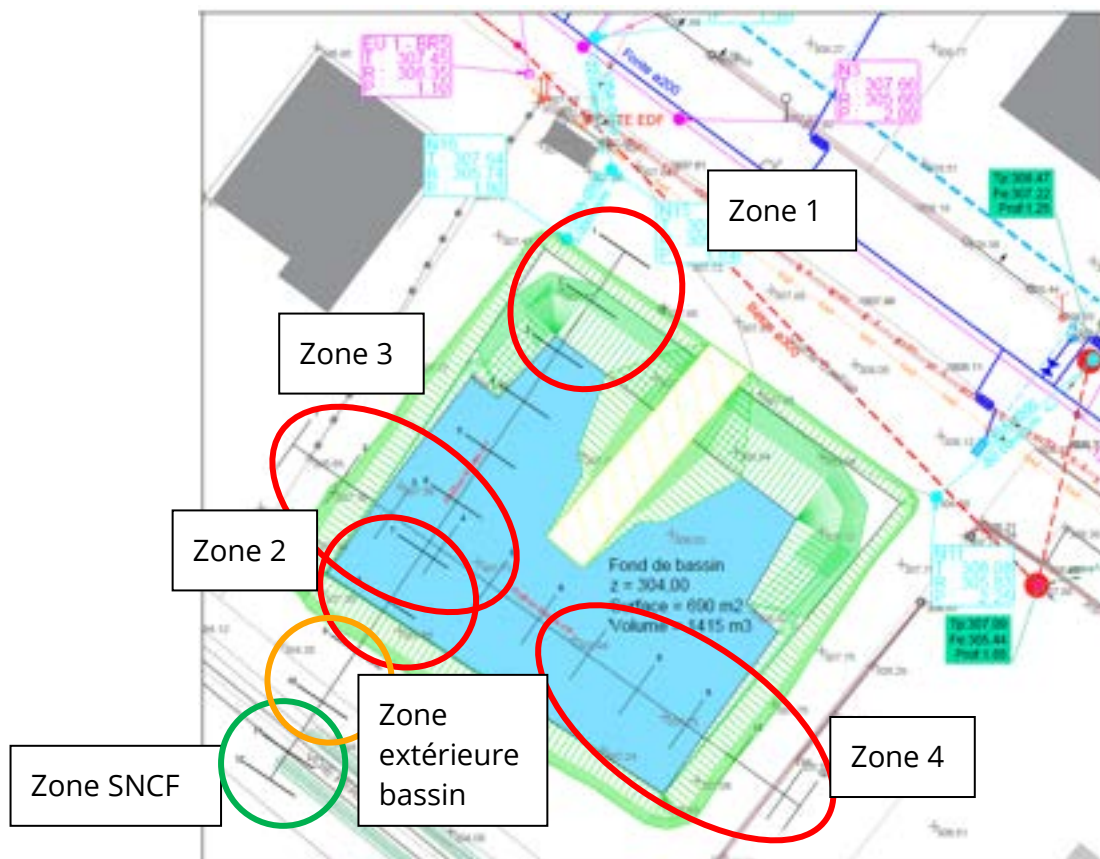


Figure 19 : Zone de pentes étudiées

Ces études ont été réalisées avec un bassin vide, un bassin en utilisation normale avec une cote de remplissage à 305,7 NGF et en situation exceptionnelle avec une cote de remplissage à 306,0 NGF.

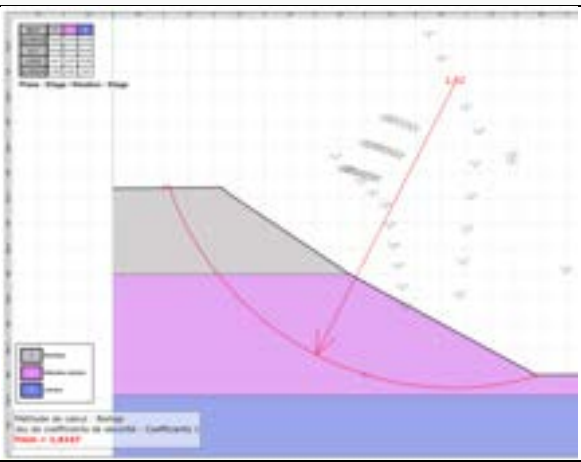
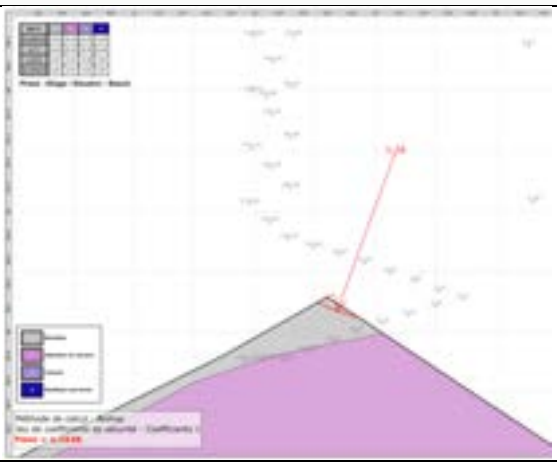
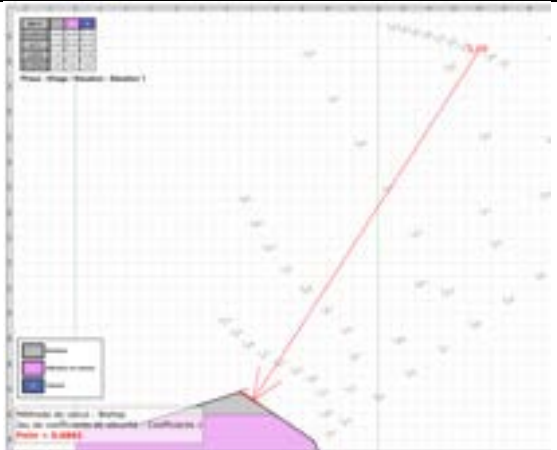
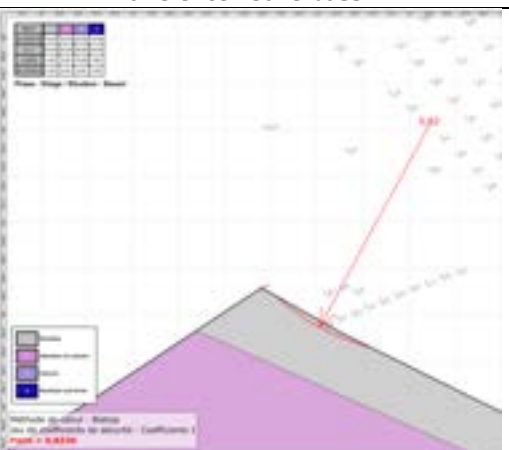
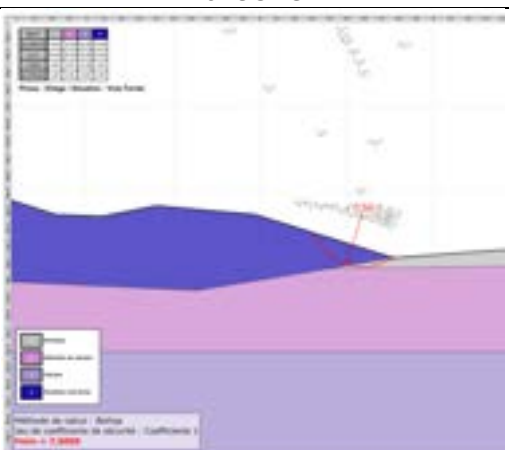
Situation traditionnelle	
Zone 1	Zone 2
	
F = 1,62	F = 1,16
Zone 3	Zone 4
	
F = 0,68	F = 0,69
Zone extérieure bassin	Zone SNCF
	
F = 0,83	F = 7,5

Tableau 17 : Résultats des modélisations TALREN en situation d'étiage

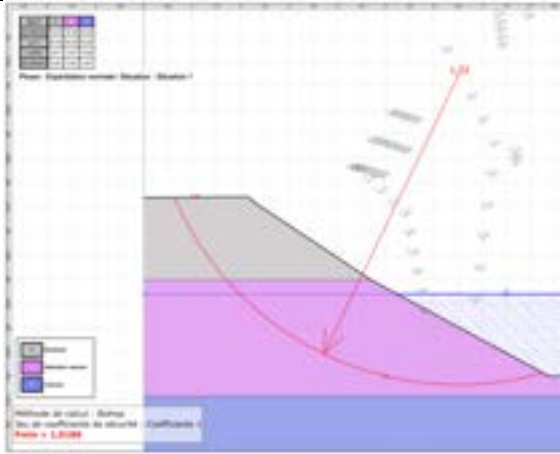
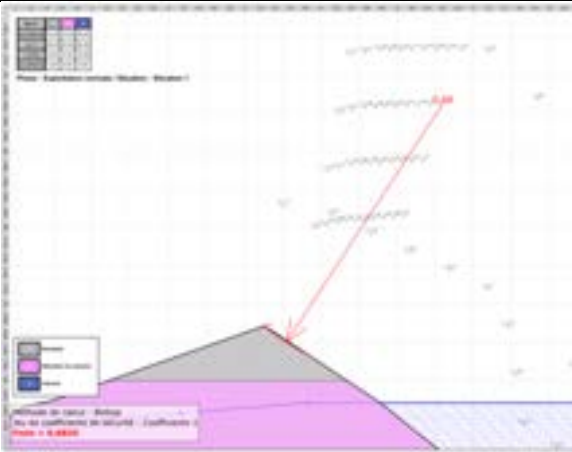
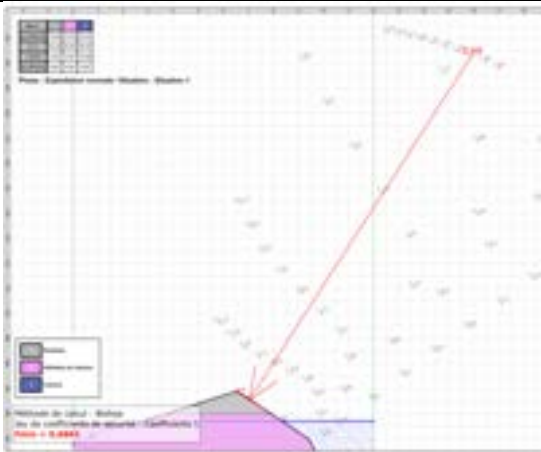
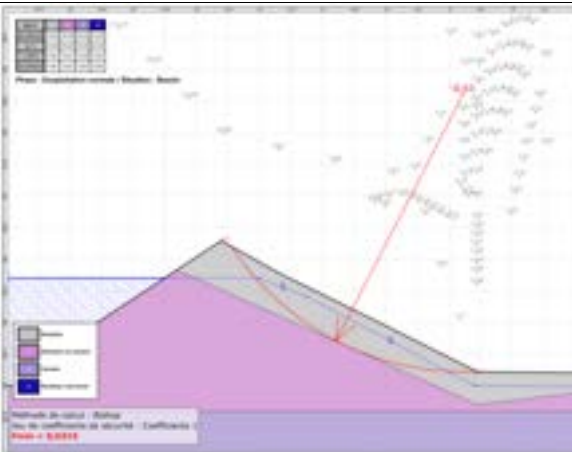
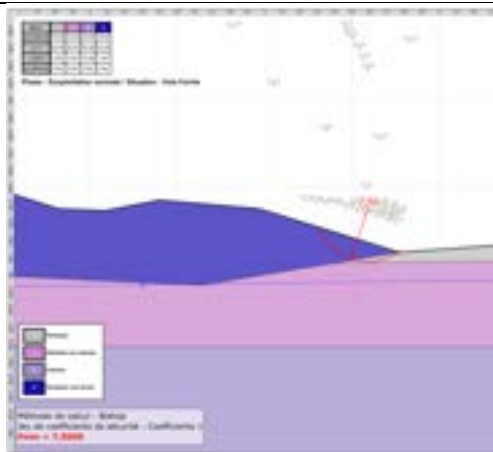
Situation normale	
Zone 1	Zone 2
	
F = 1,52	F = 1,16
Zone 3	Zone 4
	
F = 0,68	F = 0,69
Zone extérieure bassin	Zone SNCF
	
F = 0,63	F = 7,5

Tableau 18 Résultats des modélisations TALREN en situation normale

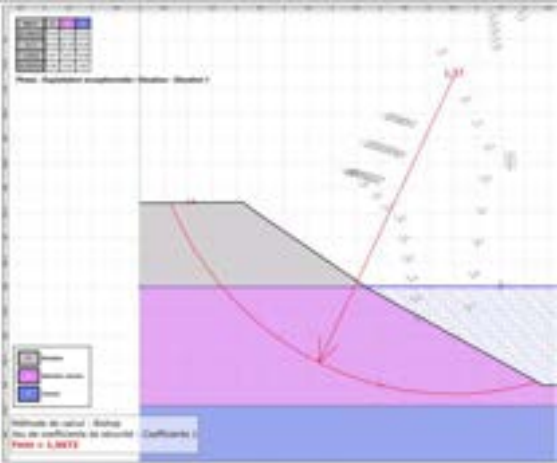
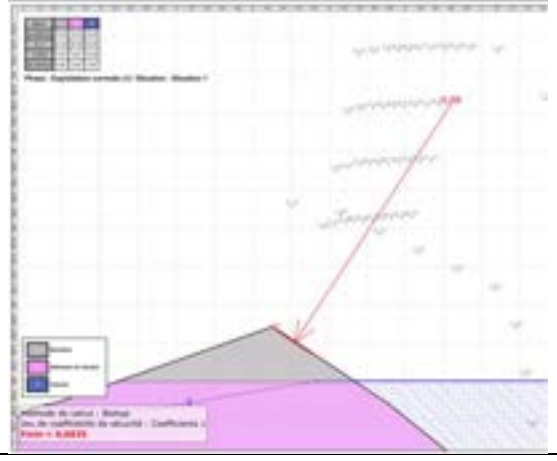
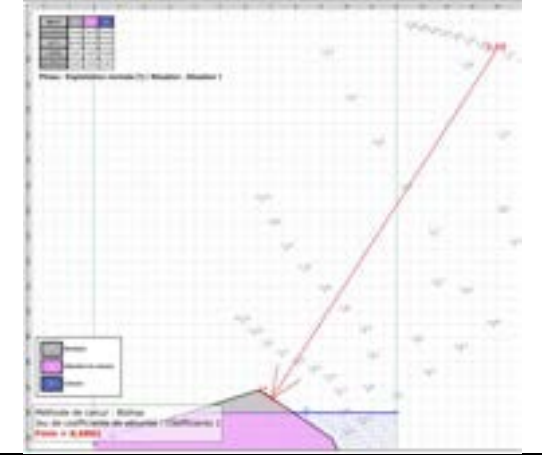
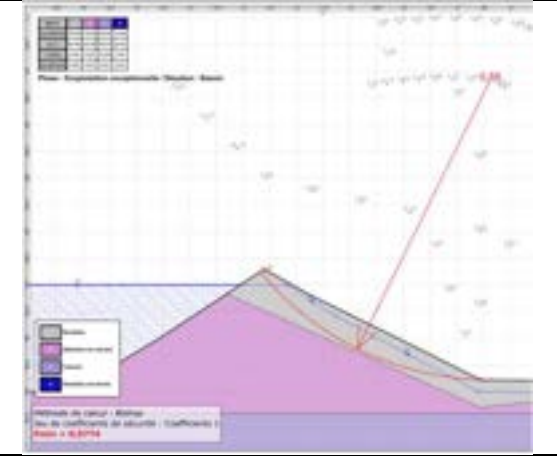
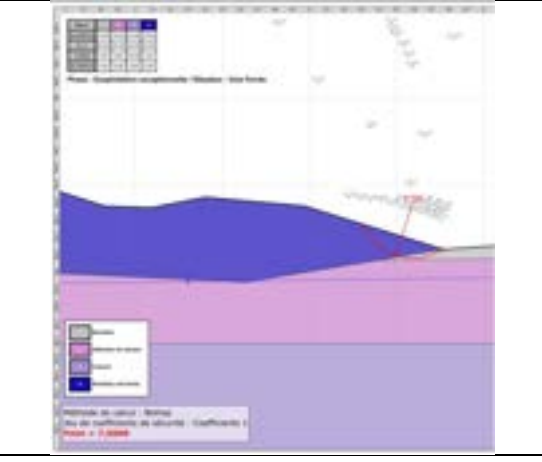
Situation exceptionnelle	
Zone 1	Zone 2
	
F = 1,57	F = 1,16
Zone 3	Zone 4
	
F = 0,68	F = 0,69
Zone extérieure bassin	Zone SNCF
	
F = 0,58	F = 7,5

Tableau 19 : Résultats des modélisations TALREN en situation exceptionnelle

Les modélisations réalisées sur les zones 1 et SNCF mettent en évidence un coefficient de sécurité $F > 1,5$ pour les pentes du bassin dans les différentes situations de crue étudiées.

Dans les cas des zones 2, 3 et 4, la mise en place d'un chemin en tête de digue a été modélisé dans la suite du rapport pour atteindre le coefficient de sécurité. Ce chemin en tête sera pris

en compte dans les plans d'exécution et devra être étudiée en mission G3.

5.5.7 Modélisations modifiées

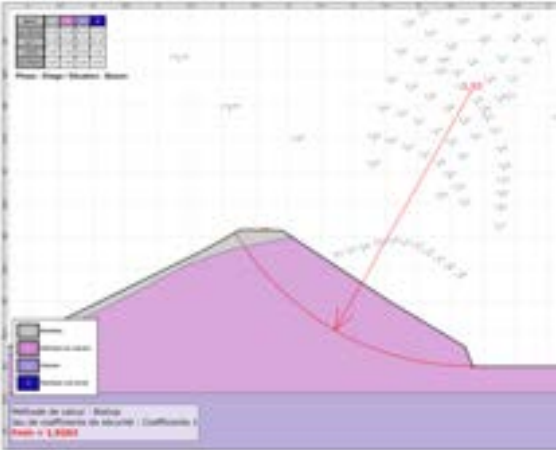
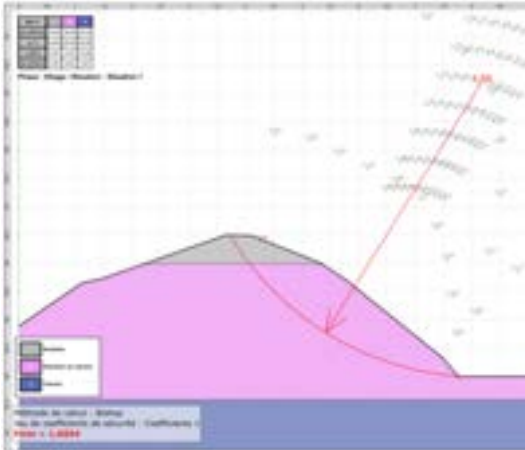
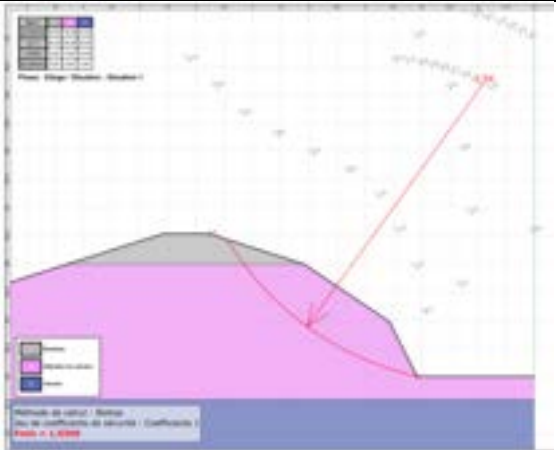
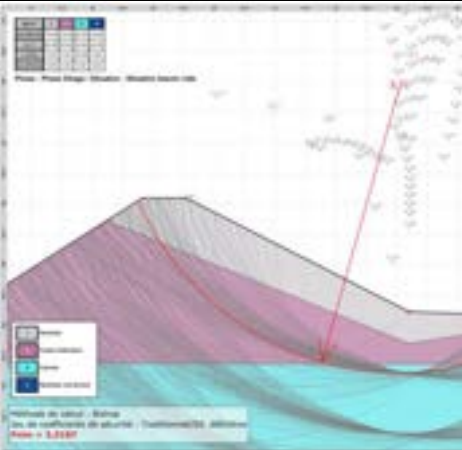
Situation traditionnelle	
Zone 2	Zone 3
	
F = 1,93	F = 1,66
Zone 4	Zone extérieure bassin
	
F = 1,54	F = 3,31

Tableau 20 : Résultats des modélisations TALREN en situation d'étiage

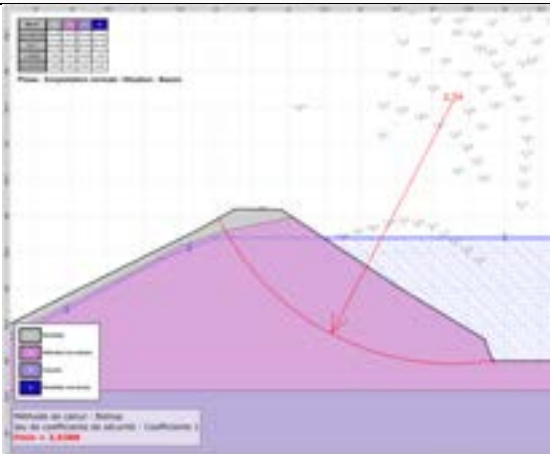
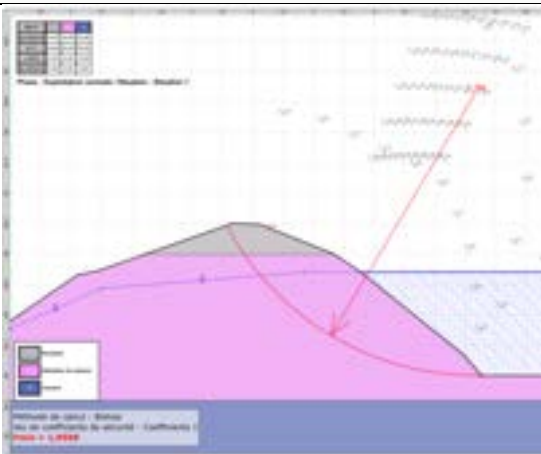
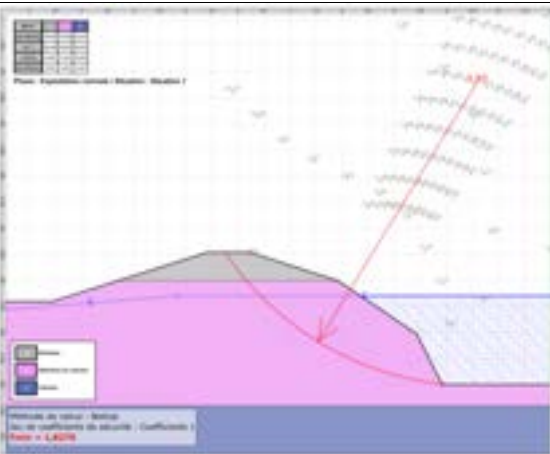
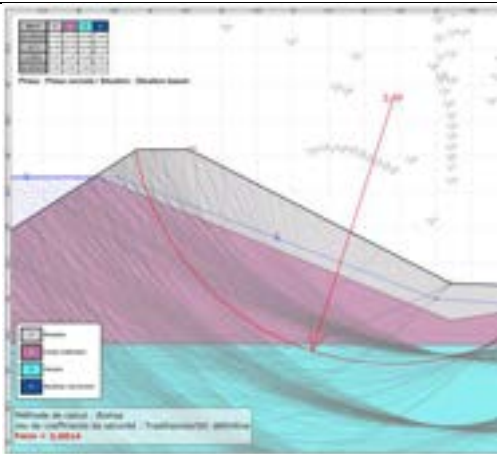
Situation normale	
Zone 2	Zone 3
	
F = 2,54	F = 1,96
Zone 4	Zone extérieure bassin
	
F = 1,83	F = 2,60

Tableau 21 Résultats des modélisations TALREN en situation normale

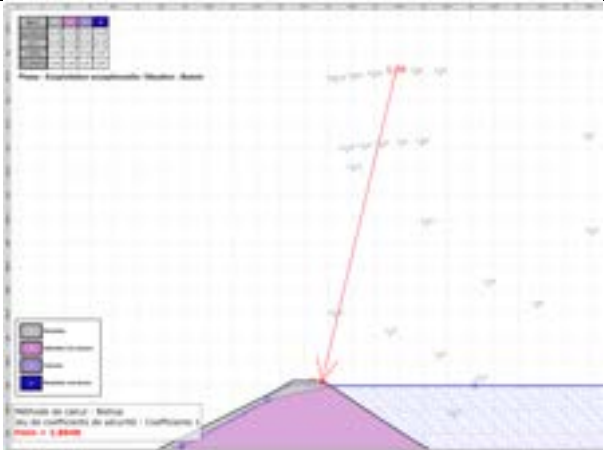
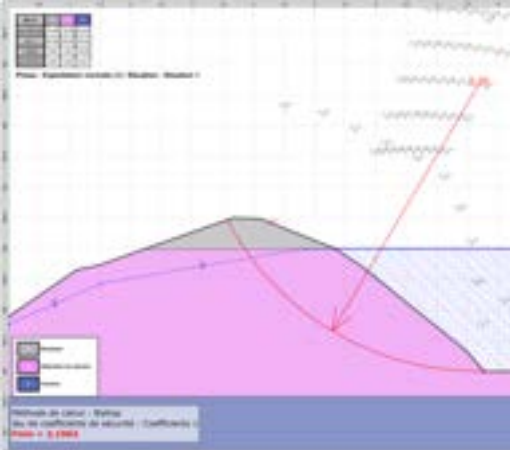
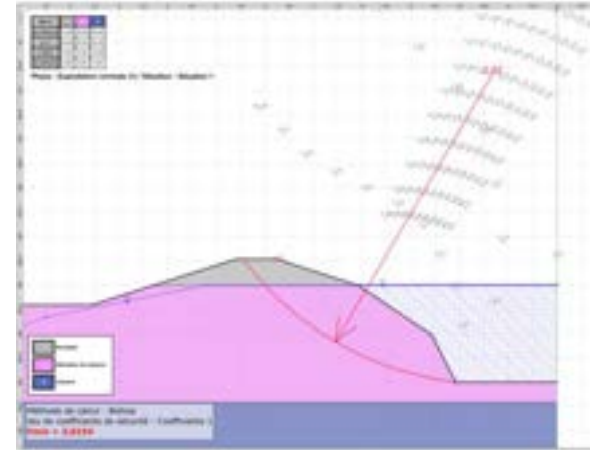
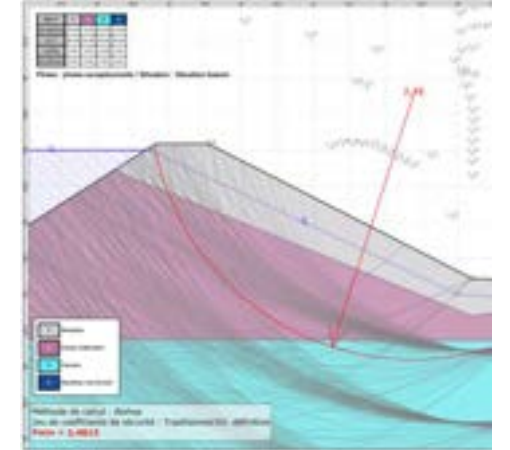
Situation exceptionnelle	
Zone 2	Zone 3
	
F = 1,89	F = 2,20
Zone 4	Zone extérieure bassin
	
F = 2,02	F = 2,48

Tableau 22 : Résultats des modélisations TALREN en situation exceptionnelle

Les nouvelles modélisations permettent d'obtenir des coefficients supérieur ou égale à 1,5.

Pour les zones 2, 3 et 4, la mise en place d'une voie d'accès de 0,70 m à 1,0 m de large en tête de bassin permettrait la stabilisation des Remblais. Ce chemin en tête sera pris en compte dans les plans d'exécution et devra être étudiée en mission G3.

Attention cependant l'épaisseur de la couche de remblais peut varier, les pentes devront donc s'accommoder des épaisseurs observées lors des terrassements, notamment dans la zone extérieure du bassin.

Enfin la mise en place d'une géomembrane imperméable en flan de bassin permettra la stabilisation des pentes.

Ces diverses modifications seront à vérifier dans les phases ultérieures du projet (G3-G4).

5.6 Accès au site

5.6.1 Mise en place d'une rampe d'accès

Une rampe d'accès au bassin est prévue au droit du site, cette rampe a pour but de permettre la maintenance du bassin.

La rampe d'accès ne prévoit pas de terrassements, ainsi les terrains d'arase attendus le long de cette rampe sont les suivants :

Les matériaux d'arase seront composés par des matériaux majoritairement limono-argileux plus ou moins sableux de classe GTR A à B.

Compte tenu du contexte géotechnique et hydrogéologique, de la nature des matériaux d'assise observés, la PST est attendue d'une catégorie de PST n°3 - AR1 voir AR2 et PST n°2 - AR1.

En fonction de l'état hydrique des matériaux au moment des travaux, la catégorie de PST pourrait chuter en PST n°1 - AR1

Dans ces conditions, des travaux préparatoires de la PST (purge/substitution, traitement à la chaux, ...etc...) pourraient être nécessaires afin de garantir une qualité suffisante pour la mise en œuvre de la couche de forme.

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

5.6.2 Principe de conception des couches de forme

Nous recommandons la mise en place d'une couche de forme permettant de satisfaire les conditions suivantes :

- Objectif de classe de plateforme : PF2 ;
- Portance : $\geq 50\text{MPa}$ en EV2 ;
- Rapport EV2/EV1 ≤ 2

Ainsi, à ce stade de conception du projet, nous recommandons de prévoir la réalisation d'une couche de forme en matériaux d'apport insensibles à l'eau (ex : grave alluvionnaire propre de classe D21, GNT ou équivalent)

Compte tenu des venues d'eau possibles à certaines périodes de l'années, nous recommandons vivement l'utilisation d'un géotextile en sous face de la couche de forme, afin de prévenir toute contamination de celle-ci par les fines.

Nous recommandons la réalisation d'une planche d'essai au démarrage du chantier afin de valider la portance obtenue.

Les contrôles devront être réalisés à l'aide d'essai de portance à la plaque ou dynaplaque. Nous recommandons également de procéder à un contrôle de la qualité du fond de forme avant la mise en œuvre de la couche de forme afin de repérer les zones anomalies éventuelles. Ce contrôle pourra notamment être réalisé par le géotechnicien du projet dans le cadre d'une mission G4

5.7 Réutilisation des matériaux

Les matériaux extraits de cette variante correspondront majoritairement aux Remblais, à



l'altération du Calcaire.

Les Remblais peuvent avoir des classes GTR (entre A et B), l'altération du Calcaire sont de nature limoneuse à sableuse de classe GTR entre A et B, les essais en laboratoires sont en cours de réalisation.

Le Calcaire sain est attendu de classe GTR R.

Compte tenu de la nature hétérogène des Remblais, leur réutilisation en tant que remblais techniques est déconseillée.

Les matériaux de l'altération du Calcaire pourront possiblement être réutilisés en l'état pour édifier les remblais de faible hauteur ($\leq 5\text{m}$), à la condition d'être à l'état hydrique « s », « m » ou « h ».

Notons cependant que la présence de blocs et de galets de taille importante pourra nécessiter un tri préalable afin d'écarter la fraction $\varnothing \geq 250\text{mm}$.

Ces sols sont attendues particulièrement sensibles à l'eau du fait de leur fraction fine (chute de portance, sujet au matelassage pour des teneurs en eau élevés).

Ainsi, nous recommandons de prévoir un contrôle strict et continue des teneurs en eau des matériaux sur chantier afin de pouvoir adapter leur modalité de mise en œuvre (aération, arrosage, ...) en fonction de leur état hydrique et des conditions météorologiques.

Les matériaux seront mis en œuvre en respectant les conditions d'utilisations définis par le GTR 2000.

Les matériaux à l'état hydrique « ts » ou « th » seront considérés comme non réutilisables en l'état.

6. ALEAS et RISQUES RESIDUELS

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une étude géotechnique de conception phase avant-projet (mission G2 AVP-PRO). Conformément à la norme sur les missions géotechniques, il conviendra de poursuivre les études géotechniques par une mission de type G.3 permettant de vérifier les éléments suivants :

- ↳ Le dimensionnement de la barrière semi-perméable ;
- ↳ La stabilité du talus en présence de voie de circulation n'a pas pu être étudié en l'absence de plan de masse concernant la voie d'accès au bassin, elle devra être étudié en mission G3 ;

Toute anomalie (indice de cavité, présence des remblais, d'anciens vestiges, etc.) devra être signalée à **INFRANEO** pour éventuelles adaptations ou missions de diagnostic supplémentaires.

De manière générale, des contrôles sont préconisés sur tous les chantiers en phase travaux (fond de fouille, remblayage) ; ces contrôles s'intégreront dans le cadre du suivi de chantier (mission G3 ou G4).

7. CONDITIONS CONTRACTUELLES

1. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager **INFRANEO**.
2. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance de la construction ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie "*Présentation*" du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à **INFRANEO** afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
3. De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple : hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.
4. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
5. Ce rapport vient clôturer les missions G2AVP-PRO qui nous ont été confiées pour cette affaire.

Cette étude géotechnique d'avant-projet ne peut en aucun cas être utilisée comme document de conception au stade exécution. Nous attirons l'attention du Maître d'Ouvrage sur la nécessité de réaliser les missions successives G2 DCE/ACT, G3 (à la charge de l'entrepreneur) et G4 dans l'enchaînement prévu par la norme NF P 94-500.

INFRANEO reste entièrement à la disposition du Maître d'Ouvrage pour la réalisation de ces missions en phase de conception puis d'exécution.

ANNEXES

ANNEXE 1 : CONDITIONS GENERALES DE VENTE ET D'EXECUTION DES PRESTATIONS

ANNEXE 2 : CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

ANNEXE 3 : SCHEMA(S) D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU

ANNEXE 4 : RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU

ANNEXE 5 : PROCES-VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

ANNEXE 6 : RÉSULTAS DES MODÉLISATION TALREN

ANNEXE 1 : CONDITIONS GENERALES DE VENTE ET D'EXECUTION DES PRESTATIONS

1. DEVIS

Sauf indications contraires, nos devis ne nous engagent que pendant la période de 2 mois qui suit la date de leur établissement. Dans le cas de devis à prix forfaitaire, les prix unitaires et les quantités sont forfaitaires, nos prestations et fournitures étant expressément limitées aux quantités prévues au devis; dans le cas de devis quantitatifs estimatifs, seuls les prix unitaires sont forfaitaires, la facturation étant établie sur la base des quantités d'essais ou d'opérations effectivement réalisées et des matériels ou matières réellement fournis.

2. COMMANDE

Toute demande de prestations doit faire l'objet d'une commande en bonne et due forme établie par le donneur d'ordres. En règle générale, les prestations ne seront entreprises qu'après réception de la commande qui devra comporter : a) un numéro b) la date c) la désignation des prestations d) l'identité et la qualité du signataire e) le destinataire des résultats (ou de la fourniture) f) les coordonnées complètes de facturation. Dans les cas exceptionnels, à la demande expresse du client, les prestations pourront être entreprises sans délai (procédure d'urgence) mais la demande devra être confirmée dans les 24 heures par une commande en bonne et due forme. Toute commande implique l'acceptation par le donneur d'ordres des présentes conditions générales. Aucune clause contraire même si elle figure sur les documents de commande ou les conditions générales du donneur d'ordres ne nous est opposable en l'absence d'accord écrit de notre part. Dans le cas où le donneur d'ordres et le destinataire de la facturation sont des personnes différentes, le premier est responsable, en dernier ressort, du règlement de la note d'honoraires, sauf s'il fournit préalablement à l'exécution de la commande un engagement écrit du second acceptant de régler le montant de la prestation.

3. ECHANTILLONS-PRODUITS-CORPS D'EPREUVES

Le donneur d'ordres doit mettre à notre disposition les échantillons, produits et corps d'épreuves nécessaires à l'exécution de la prestation, le port étant à sa charge. Nous ne sommes en aucun cas responsables de la détérioration des produits ou des arrêts d'expérimentations qui nous sont demandés, non plus que de leur transport. Sauf demande expresse du client formulée lors de la commande, les échantillons, produits ou corps d'épreuve ne sont pas conservés après l'envoi des résultats. En cas de demande de conservation dans nos laboratoires, des frais de stockage seront facturés au client.

4. INTERVENTIONS HORS LABORATOIRE

En cas d'investigation sur site ou sur ouvrage, nous déclinons toute responsabilité quant aux dégâts occasionnés sur les réseaux, câbles ou canalisations dont la présence ne nous aurait pas été signalée par écrit. Les formalités éventuellement nécessaires ou les arrêts autorisant l'accès sur les sites doivent nous être signifiés au moment du devis, faute de quoi nos prix et délais seraient sujets à ajustement. Certaines interventions peuvent entraîner d'inévitables dommages notamment sur l'ouvrage ausculté et sur les sites d'intervention. Les remises en état, indemnisations ou réparations correspondantes sont à la charge du donneur d'ordres.

5. COMMUNICATION ET UTILISATION DES RESULTATS DE NOS PRESTATIONS

Les résultats de nos prestations sont consignés dans des procès-verbaux, comptes-rendus ou rapports qui sont établis en deux exemplaires destinés au client (dont un exemplaire sous format informatique). Tout exemplaire papier supplémentaire fait l'objet d'une facturation. Ces documents sont transmis au donneur d'ordres (ou à toute personne expressément désignée à la commande) à l'exclusion de tout autre tiers, sauf accord préalable écrit du donneur d'ordres. Aucun résultat ne peut être donné, même oralement, en l'absence d'une commande en bonne et due forme. Aucune modification ou altération ne pourra être portée à ces documents après leur communication sans notre accord écrit, le double en notre possession faisant foi. La reproduction d'un document établi par ESIRIS ESE n'est autorisée que sous sa forme intégrale et conforme à l'original. Toute autre forme de référence aux prestations réalisées par ESIRIS ESE doit faire l'objet d'un accord préalable de notre organisme. Toute utilisation des résultats communiqués par ESIRIS ESE tendant à créer une équivoque auprès de tiers pourra donner lieu à poursuites conformément aux dispositions légales et réglementaires en vigueur.

6. DELAIS

Les délais de nos prestations (ou livraisons) sont donnés à titre indicatif. Aucune pénalité pour retard ne peut nous être appliquée sauf stipulation contraire dûment acceptée.

7. RESERVE DE PROPRIETE

Les obligations contractuelles réciproques sont remplies dès lors que les résultats ont été communiqués au client (ou que le matériel lui a été livré) et que le client a versé intégralement le prix des prestations (ou des fournitures). De convention expresse, les résultats d'essais, d'études ou de contrôles restent la propriété d'ESIRIS Rhône-Alpes tant que le client n'a pas payé le prix convenu. Le défaut de paiement interdit tout transfert de propriété à des tiers et, à partir de la date d'échéance, rend abusive toute exploitation technique ou commerciale, qu'elle soit le fait du client ou de tiers. En cas de fourniture de matériel, celui-ci reste la propriété exclusive d'ESIRIS Rhône-Alpes, quel que soit le détenteur, jusqu'au complet règlement de la facture par le client (loi 80 395 du 12.05.1980).

8. PROPRIETE INDUSTRIELLE

Lorsque des essais, études, recherches menés par ESIRIS ESE conduisent à des inventions, les modalités de leur propriété et de la concession des licences correspondantes sont obligatoirement réglées par un contrat spécifique négocié à cet effet. Les spécifications et informations techniques, modes opératoires, notes et programmes de calcul, procédés, appartenant en propre à ESIRIS ESE et issus des travaux, essais, recherches et développements effectués par ESIRIS ESE, constituent son savoir-faire et doivent toujours être considérés par la personne à laquelle ils sont communiqués, à l'occasion d'un devis ou d'une consultation, comme strictement confidentiels et couverts par le secret. Le donneur d'ordres de ESIRIS s'interdit formellement toute reproduction et/ou communication non autorisée par écrit à des fins, tant par lui-même, que par ses préposés ou toute personne liée avec lui par contrat.

9. RESPONSABILITES

ESIRIS ESE assume, outre ses obligations contractuelles, la responsabilité civile et professionnelle de droit commun relative à ses prestations ainsi que, le cas échéant, la responsabilité des constructeurs édictée par les articles 1792 et 2270 du Code Civil. Il garantit que ses interventions sont conformes aux spécifications techniques en usage et sont réalisées suivant les règles de l'art. Sa responsabilité est celle d'un prestataire de services intellectuels assujéti à une obligation de moyens. De convention expresse la responsabilité d'ESIRIS ESE est soumise aux limitations suivantes :

A) ESIRIS ESE ne peut être rendu responsable des modifications apportées aux solutions qu'il a préconisées que dans la mesure où il aurait donné par écrit son accord sur lesdites modifications. Certaines conclusions et prescriptions de ses rapports d'étude peuvent se trouver modifiées en cas de changements dans l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux données de l'étude.

B) la responsabilité d'ESIRIS ESE ne peut être retenue que dans les limites de la mission qui lui a été confiée; les résultats se rapportant à des essais, études ou contrôles ponctuels ne peuvent être extrapolés à l'ensemble d'un ouvrage (voire à une partie d'ouvrage) ou à un matériel complexe sans un examen approfondi de la question (représentativité des échantillons, homogénéité des composants, conditions d'exploitation de l'ouvrage ou du matériel ...) qui doit faire l'objet d'une demande spécifique du client.

C) La responsabilité d'ESIRIS ESE ne peut être recherchée pour des dommages résultant d'erreurs, d'omissions ou d'imprécisions dans les documents remis par le client ou par des tiers à sa demande.

D) Les dispositions des Normes AFNOR P03-001 & P03-002 (dernières éditions) non contraires aux présentes conditions générales, sont utilisées, en cas de besoin, comme documents contractuels complémentaires.

E) ESIRIS ESE est garanti au titre de sa responsabilité civile et professionnelle auprès de SMA COURTAGES - 8, rue Louis Armand - CS 17201 - 75738 PARIS CEDEX 15.

Police Responsabilité Civile N°F26640J 7352 000 /002 100546/0.

10. CONDITIONS FINANCIERES

Tous nos prix sont établis hors taxes ; ils sont majorés des taxes en vigueur, à la charge du client. La T.V.A. est acquittée sur les encaissements. La procédure d'urgence, lorsqu'elle entraîne pour ESIRIS ESE des sujétions particulières, peut donner lieu à une majoration des prix courants. Sauf stipulation contraire dûment précisée et justifiée à la commande, nos interventions sont facturées au donneur d'ordres. Les factures doivent être réglées par chèque ou virement bancaire à trente jours fin de mois de la date de facturation ou par traite acceptée à même échéance, sous déduction de l'acompte correspondant de 30 % à la commande lorsque le donneur d'ordre est un particulier, une société privée, une SCI ou assimilés.

Toute prestation dont le délai de réalisation dépasse deux mois fait obligatoirement l'objet de facturations intermédiaires et mensuelles. Toute somme non payée à l'échéance porte de plein droit intérêt à cinq fois le taux de l'intérêt légal. Lorsque le crédit du client se détériore, nous nous réservons le droit, même après exécution partielle d'une commande, d'exiger du client les garanties que nous jugeons convenables en vue de la bonne exécution des engagements pris. Le refus d'y satisfaire nous donne le droit d'annuler tout ou partie de la commande. Aucune facturation ne pourra être contestée après 30 jours après son émission. Le non paiement d'une seule facture à son échéance rend exigible de plein droit le solde dû sur toutes les autres factures majoré de tous frais de recouvrement avec un minimum de 500 € HT.

Nous attirons l'attention sur la particularité des agences ESIRIS, ces dernières sont toutes indépendantes, et donc financièrement dissociables. Les règlements, dans le cas de virement bancaire, devront donc être effectués sur le(s) compte(s) correspondant aux indications figurants au bas des factures émises.

11. ATTRIBUTION DE JURIDICTION

Dans toute contestation d'ordre contractuel se rapportant aux prestations effectuées en France, les Tribunaux de LYON seront seuls compétents.

Les contestations d'ordre contractuel concernant les prestations effectuées à l'étranger seront tranchées suivant le règlement de conciliation et d'arbitrage de la Chambre de Commerce Internationale par un ou plusieurs arbitres nommés conformément à ce règlement; l'arbitrage aura lieu à Paris.

ANNEXE 2 : CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier tableaux 1 et 2 ci-après joints à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- ↳ Les missions d'étude géotechnique préalable (G1), d'étude géotechnique de conception (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif,
- ↳ Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique,
- ↳ L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit,
- ↳ Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport,
- ↳ Toute mission d'étude géotechnique préalable, d'étude géotechnique de conception phase AVP / PRO ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de conception phase DCE / ACT lui est confiée,
- ↳ Une mission d'étude géotechnique de conception G2 phase PRO engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie (s) d'ouvrage (s) concerné (s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution, voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente n01me. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Extrait NF P 94-500—Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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	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)	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	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Extrait NF P 94-500-Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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 PRELABLE (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 Etude 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 assiste le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- **Etablir 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.**

Extrait NF P 94-500-Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

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).

ANNEXE 3 : SCHEMA(S) D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU



	Sondage destructif		Sondage carotté
	Prélèvement de sol		Essai de perméabilité Lefranc (EL) ou Lugeon (ELu)

ANNEXE 4 : RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU



INFRANEO

Contrat GRAMAT

Gramat(46)

Date : 24/05/2022

Machine :

Profondeur : 0,00 - 6,00 m

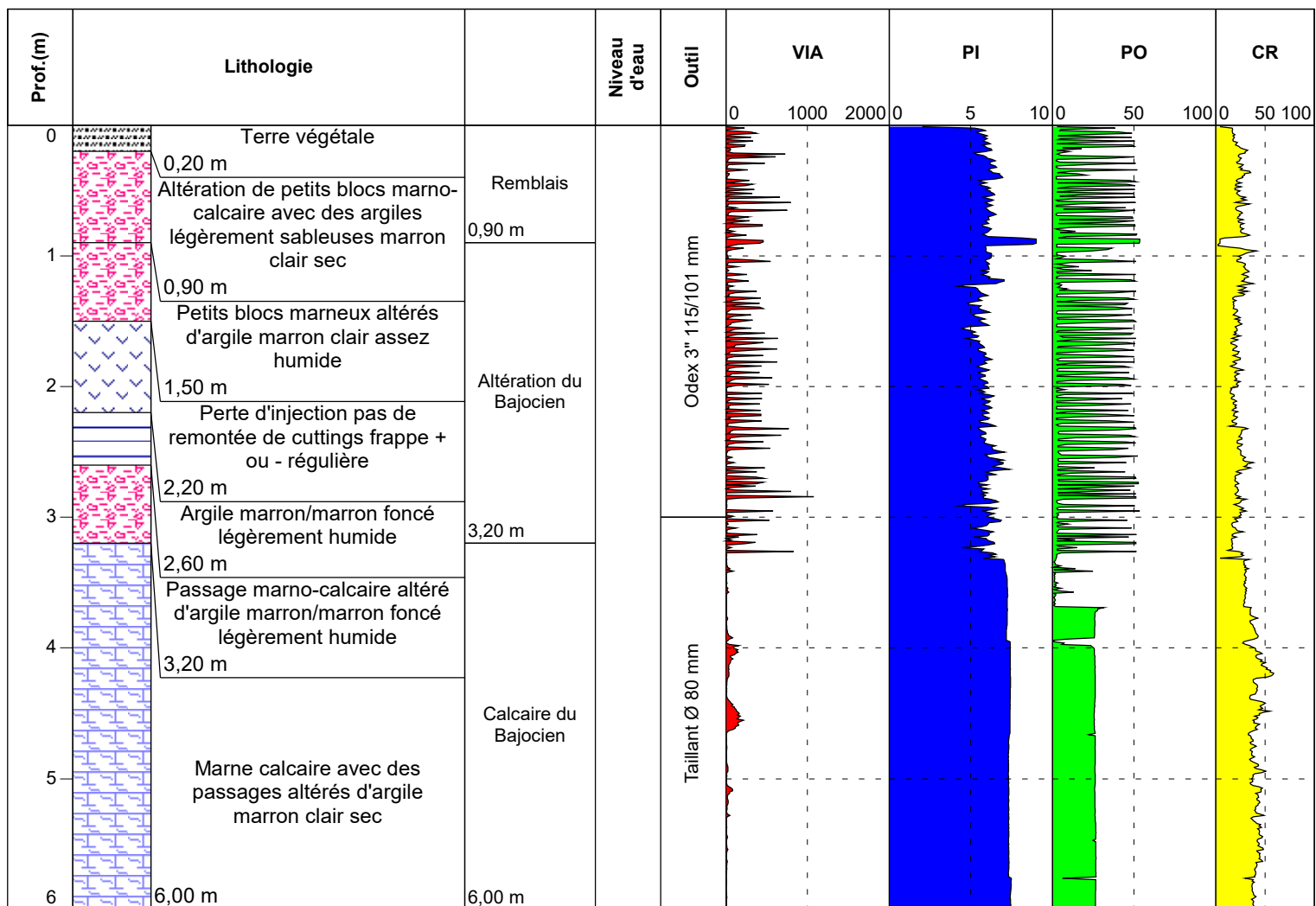
Heure début : 08:19

Heure fin : 10:45

1/50

Forage : SD1

EXGTE 3.23/LB2EPF587FR





INFRANEO

Gramat(46)

Contrat GRAMAT

Date : 17/05/2022

Machine :

Profondeur : 0,00 - 6,09 m

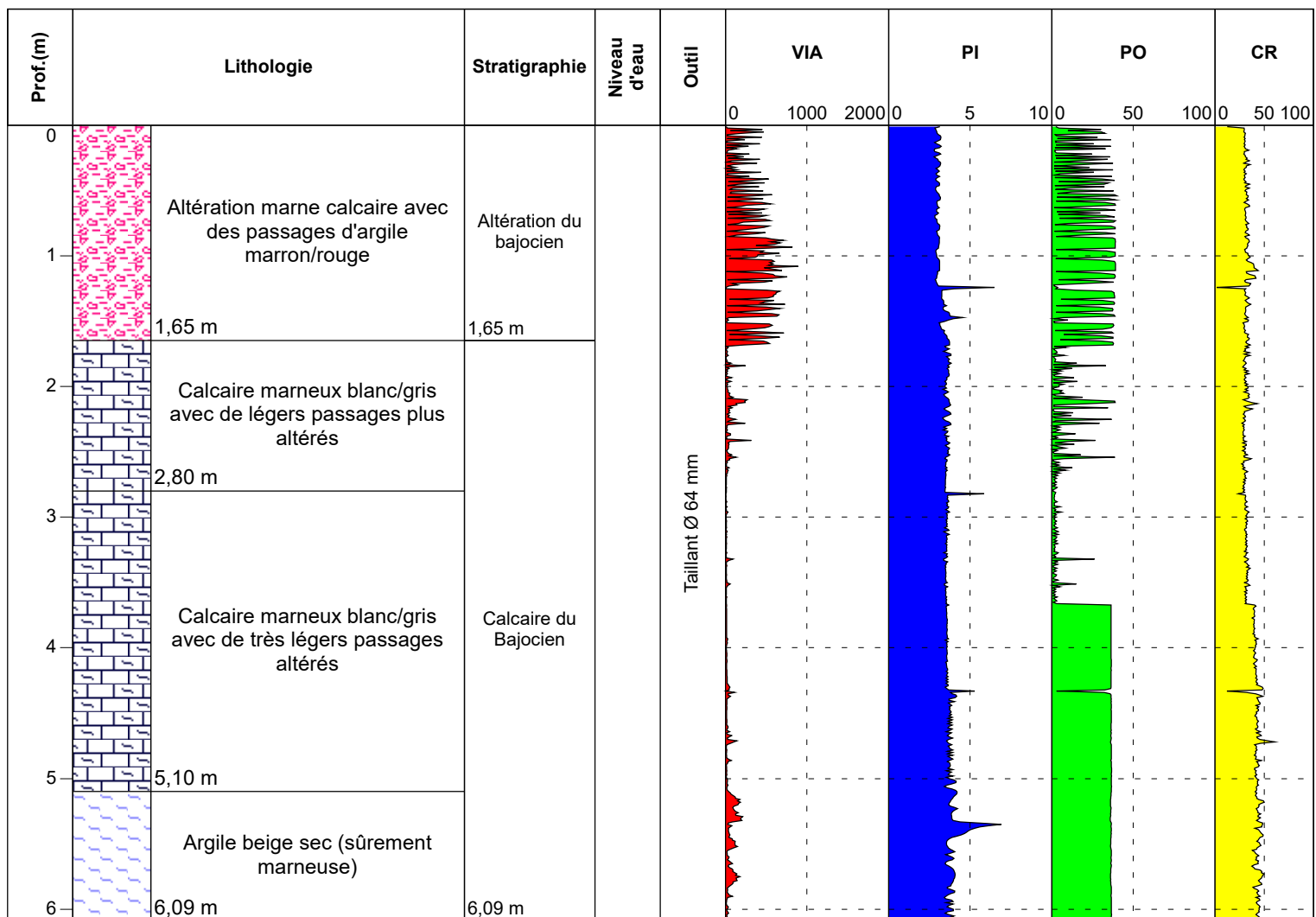
Heure début : 14:29

Heure fin : 17:20

1/50

Forage : SD2

EXGTE 3.23/LB2EPF587FR





INFRANEO

Contrat GRAMAT

Gramat(46)

Date début : 17/05/2022

Cote NGF : 0

Profondeur : 0,00 - 6,05 m

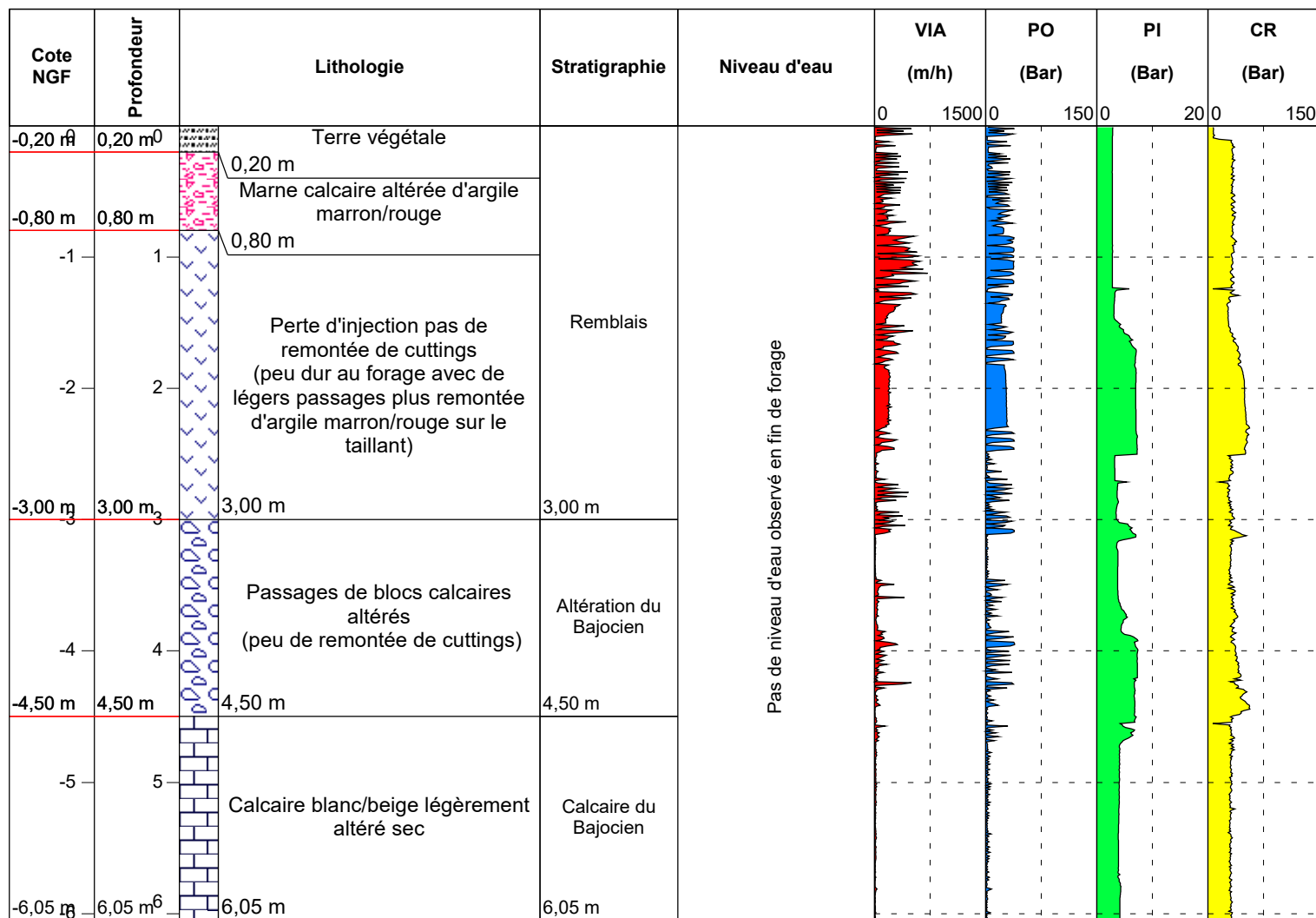
X : E 0° 0,0000

Y : N 0° 0,0000

1/50

Forage : SD3

EXGTE 3.23/LB2EPF587FR





INFRANEO

Contrat GRAMAT

Gramat(46)

Date : 18/05/2022

Machine :

Profondeur : 0,00 - 6,03 m

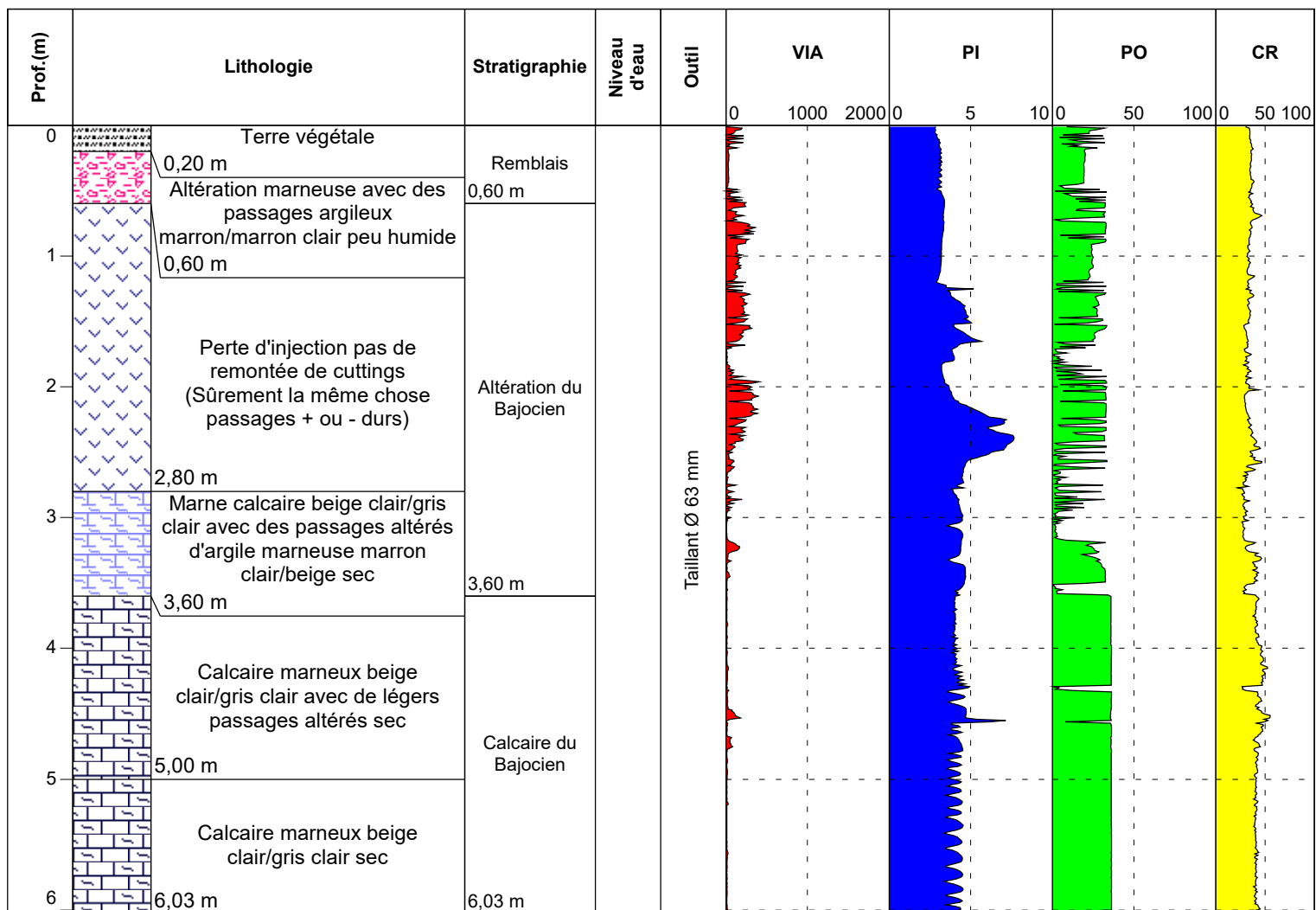
Heure début : 08:45

Heure fin : 09:31

1/50

Forage : SD4

EXGTE 3.23/LB2EPF587FR





INFRANEO

Gramat(46)

Contrat GRAMAT

Date : 16/05/2022

Machine :

Profondeur : 0,00 - 6,12 m

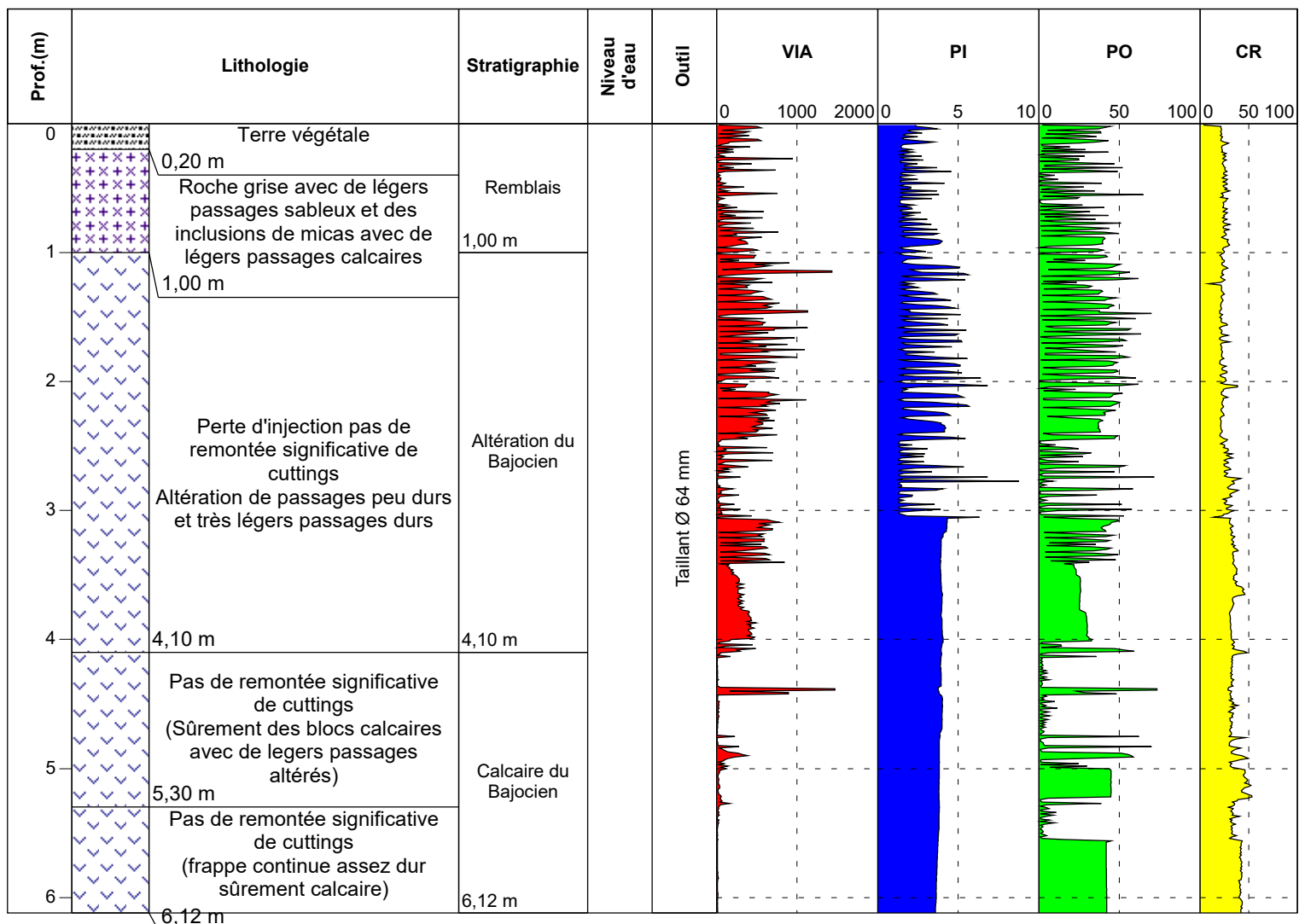
Heure début : 16:46

Heure fin : 11:46

1/50

Forage : SD5

EXGTE 3.23/LB2EPF587FR





INFRANEO

Contrat Gramat

Gramat(46)

Date : 23/05/2022

Machine :

Profondeur : 0,00 - 5,23 m

Heure début : 15:32

Heure fin : 18:26

1/50

Forage : SD6

EXGTE 3.23/LB2EPF587FR

Prof.(m)	Lithologie	Stratigraphie	Niveau d'eau	Outil	VIA	PI	PO	CR
					0 1000 2000	0 5 10	0 50 100	0 50 100
0	Terre végétale	Remblais		Odex 3" 101/115 mm				
	0,20 m							
1	Altération de blocs marno-calcaire avec des argiles sableuses marron clair							
	1,30 m							
2	Argile marron légèrement voire assez humide avec des passages de blocs	Altération du Bajocien						
	2,60 m							
3	Argile marron légèrement voire assez humide			Marteau Ø 90 mm				
	3,20 m							
4	Marne calcaire avec de legers passages plus calcaire et d'autre légèrement fracturés beige clair sec	Calcaire du Bajocien						
5	5,23 m							



INFRANEO

Contrat GRAMAT

Gramat(46)

Date : 19/05/2022

Machine :

Profondeur : 0,00 - 4,80 m

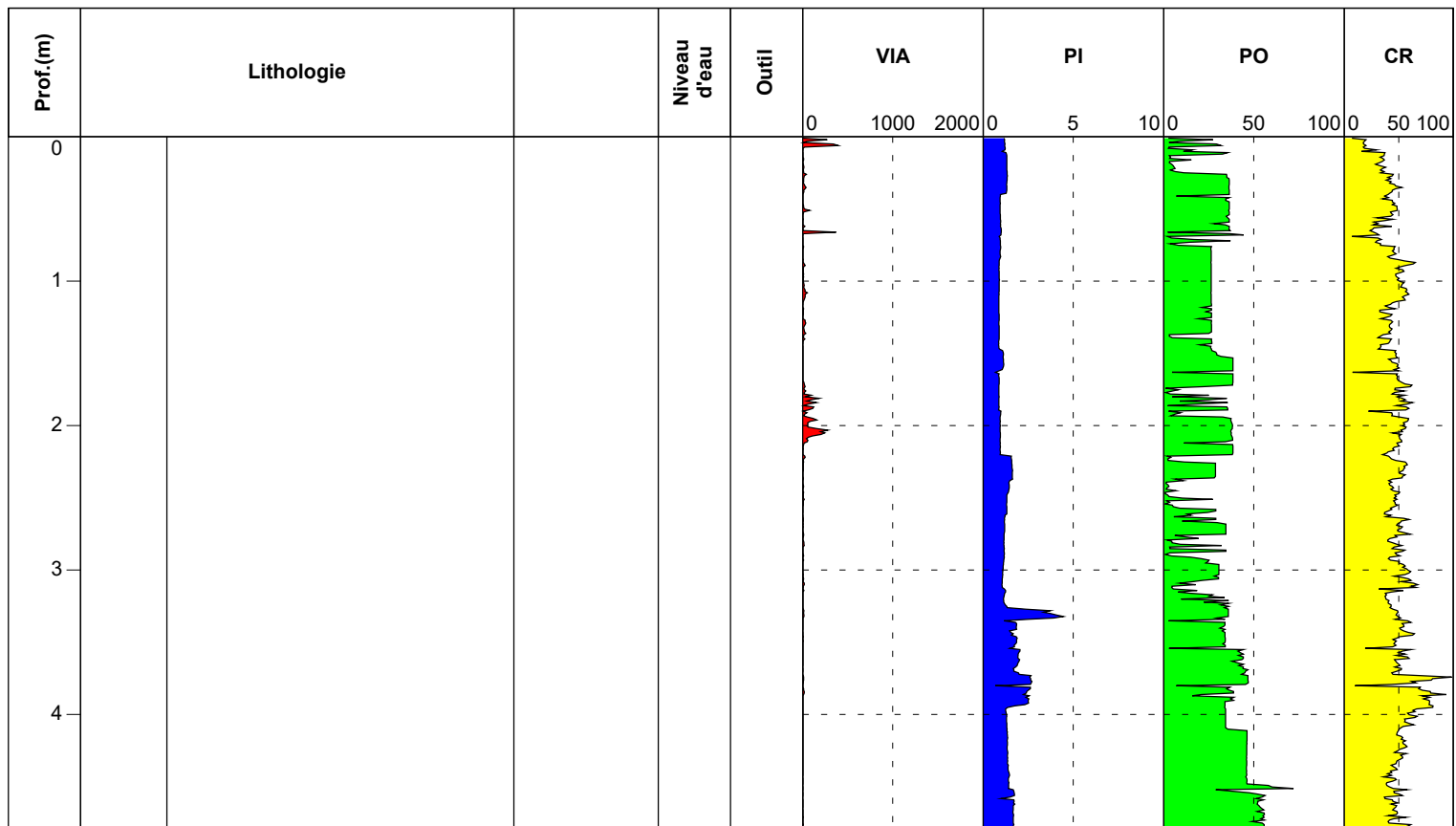
Heure début : 10:52

Heure fin : 19:15

1/50

Forage : SC1

EXGTE 3.23/LB2EPF587FR



ANNEXE 5 : PROCES-VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

ESIRIS ASO - Agence de Bordeaux

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@esiris.fr

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL
NF P 11-300

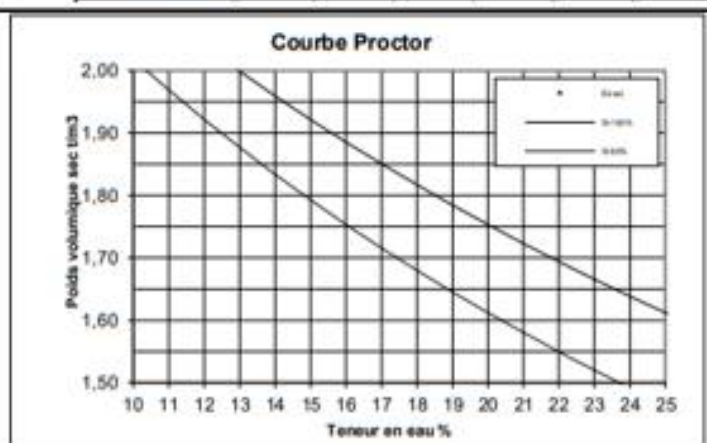
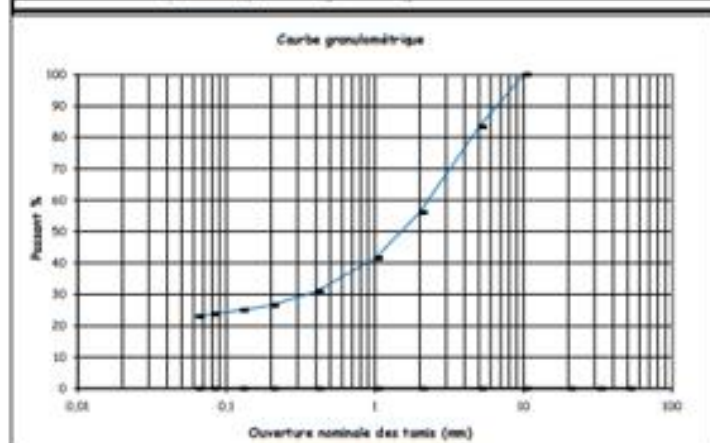
Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: TO22 0038	Mode de prélèvement: Pelle	Sondage n° :	Echantillon 1
Chantier : Gramat	Date de prélèvement: 19/05/2022	Profondeur :	Echantillon 1
	Mode de conservation : Sac	Date d'essai :	23/06/2022
Client : Commune de Gramat	N° d'identification : 22SOL0435	Description :	Grave sablo
Ouvrage : NR	Date de réception : 23/06/2022		limoneuse marron
Référence : NR			

1 - Granulométrie suivant NFP 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063
% passant sur 0/D								100,0	83,4	56,1	41,5	30,9	26,6	25,0	23,7	23,0
% passant sur 0/50mm																

2 - Teneur en eau suivant NFP 94-050			3 - Valeur au bleu suivant NFP 94-068			4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1							
W = 9,7 %			VBS = 1,37 g de bleu/100g sol			WI% =	x	Wp% =	x	IP =	x	Ic =	x

5- Essai Proctor normal suivant NFP 94-093 sur fraction 0/20							
		1	2	3	4	5	6
Teneur en eau	W%						
Poids vol sec	ρ_s (t/m ³)						
Résultats	Optimum		* Correction si 0<20/D<30%				
	Brut		proportion 20/D= -				
	W%		Masse vol des particules du sol				
	ρ_d (t/m ³)		ρ_s = 2,7 t/m3 (estimé)				

6 - Portances suivant NFP 94-078							
		1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %							
IPI							
CBR immédiat							
CBR immersion							
Gonflement G %							
W% après imm							



Observations :		Portance	
Responsable des essais L. MARTINS 		Classe du matériau B5	

ESIRIS ASO - Agence de Bordeaux

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

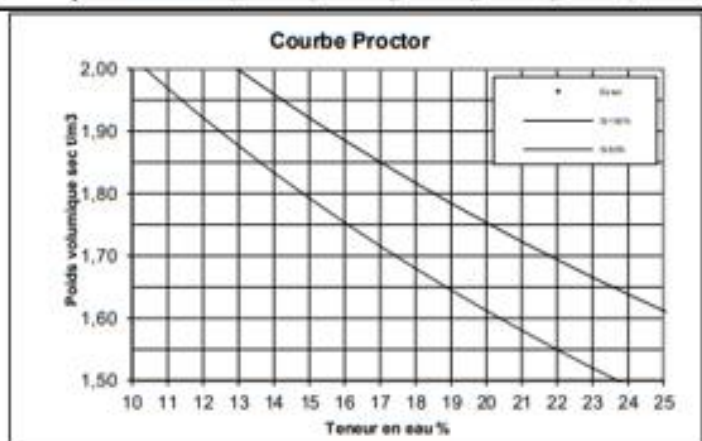
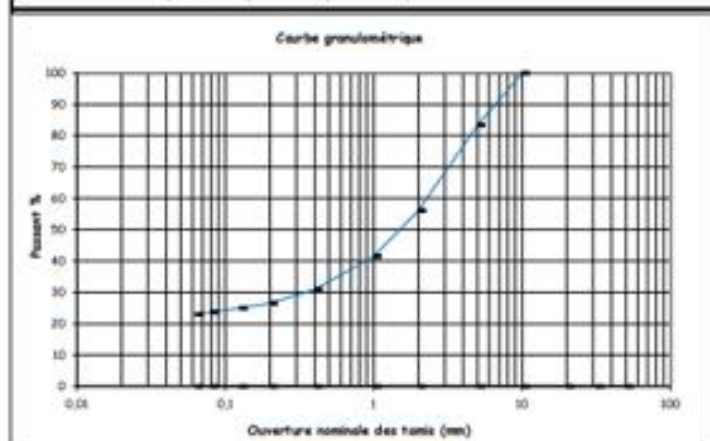
Mail : bordeaux@esiris.fr

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

NF P 11-300

Informations générales			Informations sur l'échantillon		
Dossier n°: TO22 0038			Mode de prélèvement: Pelle	Sondage n°: Echantillon 2	
Chantier: Gramat			Date de prélèvement: 19/05/2022	Profondeur: Echantillon 2	
Client: Commune de Gramat			Mode de conservation: Sac	Date d'essai: 23/06/2022	
Ouvrage: NR			N° d'identification: 22SOL0435	Description: Grave sablo	
Référence: NR			Date de réception: 23/06/2022	limoneuse marron	

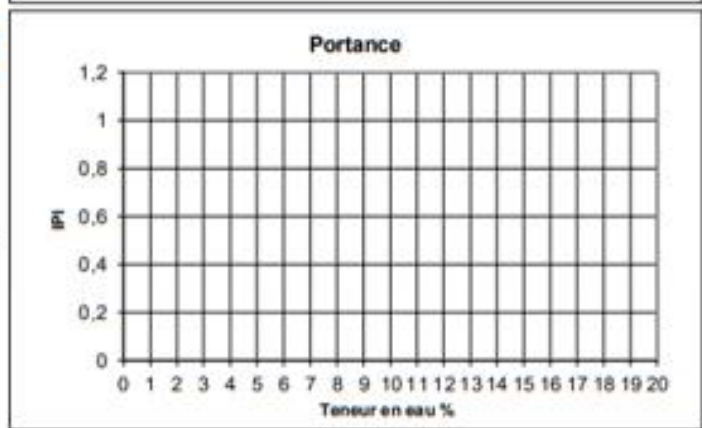
1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																		
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	0,063		
%passant sur 0/D								100,0	83,4	56,1	41,5	30,9	26,6	25,0	23,7	23,0		
%passant sur 0/50mm																		
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050				3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068				4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1										
W = 9,7 %				VBS = 1,37 g de bleu/100g sol				WI% =	x	Wp% =	x	IP =	x	lc =	x			
5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20								6 - Portances suivant NF P 94-078										
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6			
Teneur en eau	W%							Teneur en eau %										
Poids vol sec	r_d (t/m ³)							IPi										
Résultats	Optimum		* Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= -															
	Brut		Corrigé*		Masse vol des particules du sol r_s = 2,7 t/m3 (estimé)													
	W%																	
	r_d (t/m ³)																	
								CBR immédiat										
								CBR immersion										
								Gonflement G %										
								W% après imm										



Observations :

Responsable des essais
L. MARTINS

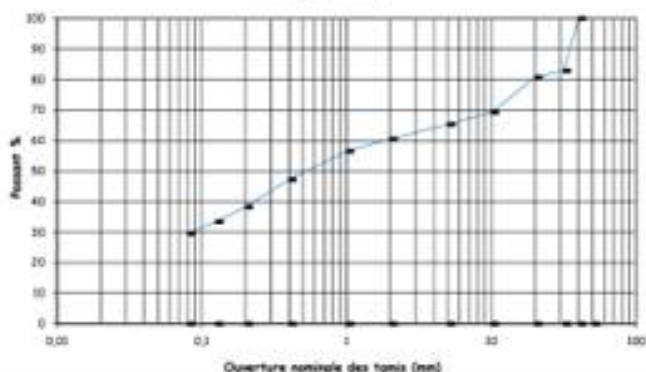
Classe du matériau
B5



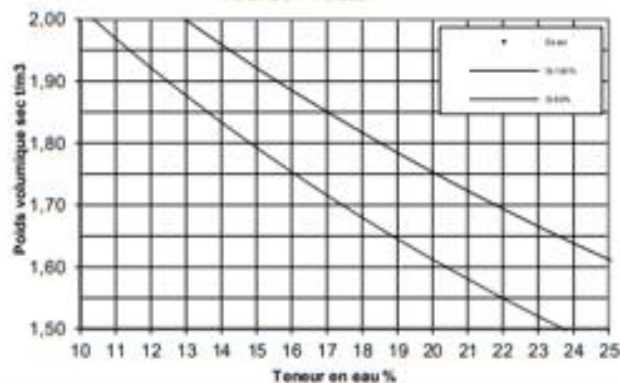
Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: TO22 0038	Mode de prélèvement: Pelle	Sondage n°: SD4
Chantier : Gramat	Date de prélèvement: 19/05/2022	Profondeur : 0,5 - 3,0 m
	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 23/06/2022
Client : Commune de Gramat	N° d'identification : 22SOL0435	Description : Grave sableuse
Ouvrage : NR	Date de réception : 23/06/2022	
Référence : NR		

1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																	
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	
%passant sur 0/D						100,0	82,9	80,7	69,3	65,3	60,5	56,5	47,2	38,2	33,5	29,6	
%passant sur 0/50mm																	
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050					3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068					4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1							
W = 23,8 %					VBS = 1,12 g de bleu/100g sol					WI% =	x	Wp% =	x	IP =	x	lc =	x
5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20							6 - Portances suivant NF P 94-078										
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6		
Teneur en eau	W%							Teneur en eau %									
Poids vol sec	r_d (t/m ³)							IPi									
Résultats	Optimum		* Correction si 0<20/D<30%					CBR immédiat									
	Brut		Corrigé*		proportion 20/D=					CBR immersion							
	W%		-		Masse vol des particules du sol					Gonflement G %							
	r_d (t/m ³)		-		r_s = 2,7 t/m3 (estimé)					W% après imm							

Courbe granulométrique

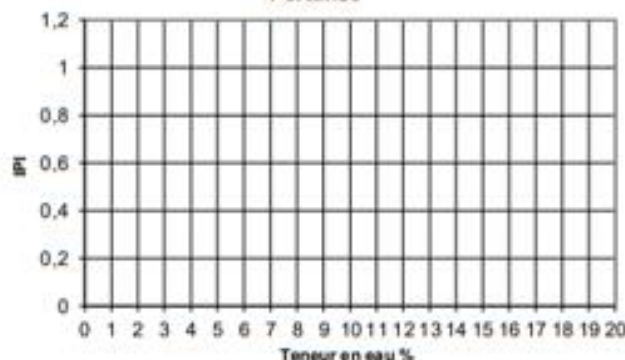


Courbe Proctor



Observations :

Portance


Responsable des essais
L. MARTINS



Classe du matériau

B5

ESIRIS ASO - Agence de Bordeaux

3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

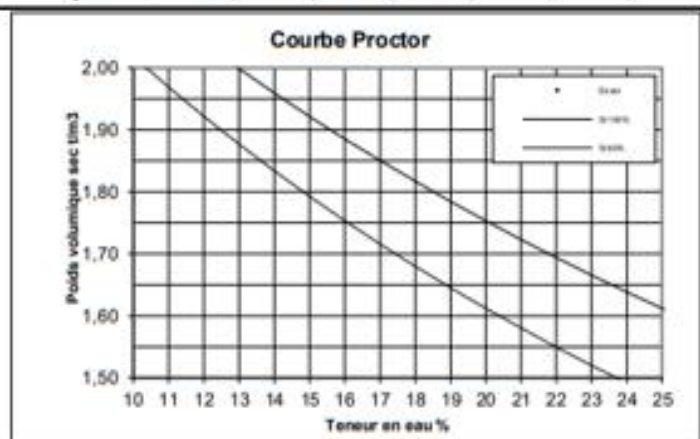
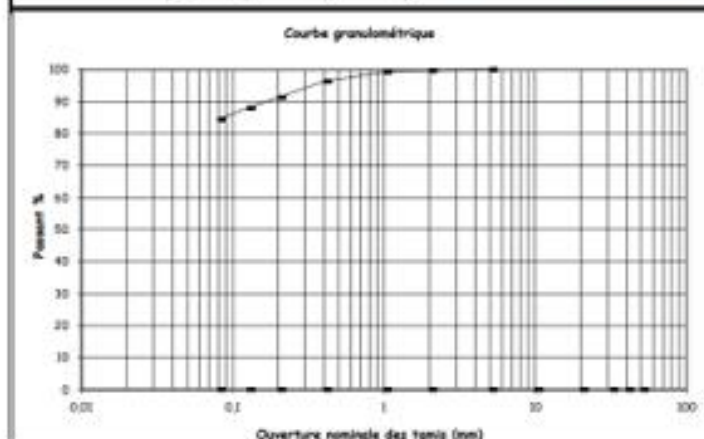
Mail : bordeaux@esiris.fr

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

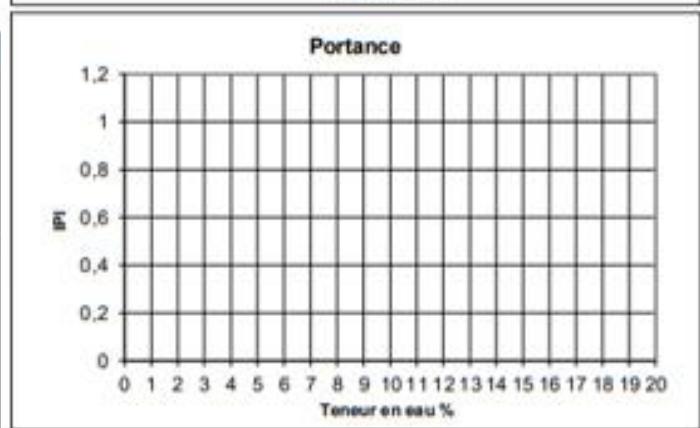
NF P 11-300

Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: TO22 0038	Mode de prélèvement: Pelle	Sondage n° : SD6	
Chantier : Gramat	Date de prélèvement: 19/05/2022	Profondeur : 0,5 - 3,0 m	
	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 23/06/2022	
Client : Commune de Gramat	N° d'identification : 22SOL0435	Description : Argile marron	
Ouvrage : NR	Date de réception : 23/06/2022		
Référence : NR			

1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08	
%passant sur 0/D									100,0	99,7	99,2	96,3	91,3	88,0	84,4	
%passant sur 0/50mm																
2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050				3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-058				4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1								
W = 18,8 %				VBS = 2,2 g de bleu/100g sol				WI =	x	Wp% =	x	IP =	x	lc =	x	
5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20								6 - Portances suivant NF P 94-078								
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6	
Teneur en eau	W%									Teneur en eau %						
Poids vol sec	ρ_d (t/m ³)									IPi						
Résultats	Optimum			*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= -												
	Brut		Corrigé*													
	W%		-	Masse vol des particules du sol												
	ρ_d (t/m ³)		-	ρ_s = 2,7 t/m3 (estimé)												
										CBR immédiat						
										CBR immersion						
										Gonflement G %						
										W% après imm						



Observations :


Responsable des essais
L. MARTINS


Classe du matériau
A2

ESIRIS ASO - Agence de Bordeaux

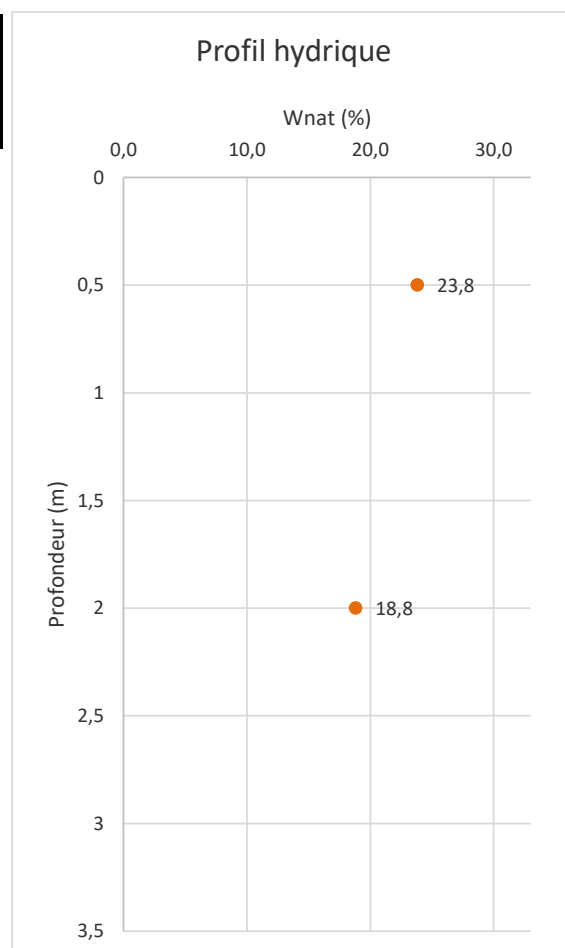
3 rue Charles Tellier - 33140 VILLENAVE D'ORNON

Tel : 05.56.36.81.57

Mail : bordeaux@esiris.fr

Informations générales	Informations sur les échantillons	
Dossier n°: TO22 0038 Chantier : Gramat Client : Commune de Gramat Référence : NR Ouvrage : NR	Mode de prélèvement: Pelle Date de prélèvement: 19/05/2022 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 22SOL0435 Date de réception : 23/06/2022	Sondage n° : SD4 + 6 Profondeur : 0,5 à 3,0 m Date d'essai : 23/06/2020

Résultats obtenus suivant NF P 94-050			
N°échantillon	Profondeur (m)	Nature	Wnat (%)
SD4	0,5 - 1,5	Grave sableuse grise	23,8
SD6	2,0 - 3,0	Argile marron	18,8



Observations

Le responsable des essais
L. MARTINS



Le responsable technique
N. IZQUIERDO



ANNEXE 6 : RÉSULTATS DES MODÉLISATION TALREN

Données du projet

Numéro d'affaire : IN22-00416

Titre du calcul : Profil 1 7 à 12

Lieu : IN22-00416

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		18,0	24,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Altération du calcaire		18,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Calcaire		20,0	30,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Remblais voie ferrée		18,0	24,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Altération du calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Remblais voie ferrée		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	-0,000	304,140	2	-0,520	304,440	3	-1,180	304,360	4	-1,560	304,560	5	-1,730	304,550	6	-1,890	304,570
7	-2,650	304,570	8	-3,230	304,570	9	-3,820	304,380	10	-4,090	304,370	11	-4,400	304,430	12	-4,970	304,380
13	-5,770	304,130	14	-6,730	304,200	15	-7,020	304,200	16	-8,560	304,220	17	-9,910	304,900	18	-11,730	305,800
19	-12,600	306,290	20	-12,910	306,090	21	-13,800	305,500	22	-14,560	305,000	23	-15,720	304,300	24	-15,840	304,000
25	-20,000	304,000	28	-13,061	305,720	30	-20,000	303,590	31	-0,000	303,590	32	-1,500	304,097	33	-2,000	303,951
34	-2,500	304,000	35	-3,382	304,000	36	-4,635	303,942	40	-8,554	303,700	42	-5,403	304,069	43	-0,630	304,269
44	-0,000	304,000	46	-13,308	305,826												

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	8
8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14	15
15	15	16	16	16	17	17	17	18	19	19	20	21	21	22	22	22	22	23	23	24
24	24	25	31	30	31	32	3	32	33	32	33	34	33	34	35	34	35	36	35	36
38	18	19	43	40	42	44	42	36	45	42	13	46	43	44	47	43	32	49	28	40
50	28	46	51	46	20	52	46	21												

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voie ferrée	-3,230	304,570	10,0	-1,890	304,570	10,0	90,00

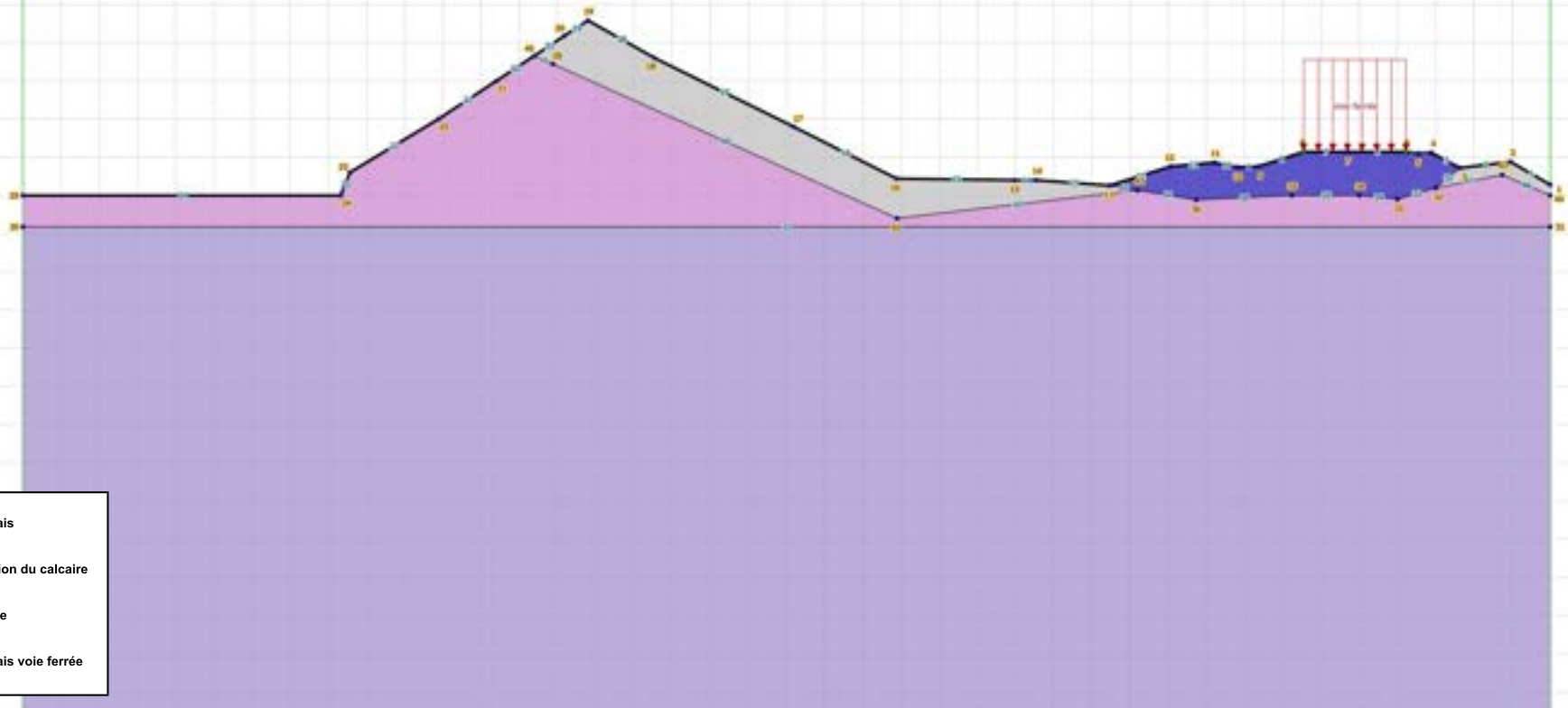


Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 4 nov. 2022 12:11:21
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 1 7 à 12

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

1	Remblais
2	Altération du calcaire
3	Calcaire
4	Remblais voie ferrée



Données de la phase 1

Nom de la phase : Etiage

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Remblais	3	3	4	Remblais voie ferrée
4	4	5	Remblais voie ferrée	5	5	6	Remblais voie ferrée	6	6	7	Remblais voie ferrée
7	7	8	Remblais voie ferrée	8	8	9	Remblais voie ferrée	9	9	10	Remblais voie ferrée
10	10	11	Remblais voie ferrée	11	11	12	Remblais voie ferrée	12	12	13	Remblais voie ferrée
13	13	14	Remblais	14	14	15	Remblais	15	15	16	Remblais
16	16	17	Remblais	17	17	18	Remblais	19	19	20	Remblais
21	21	22	Altération du calcaire	22	22	23	Altération du calcaire	23	23	24	Altération du calcaire
24	24	25	Altération du calcaire	31	30	31	Calcaire	32	3	32	Remblais
33	32	33	Altération du calcaire	34	33	34	Altération du calcaire	35	34	35	Altération du calcaire
36	35	36	Altération du calcaire	38	18	19	Remblais	43	40	42	Altération du calcaire
44	42	36	Altération du calcaire	45	42	13	Remblais	46	43	44	Altération du calcaire
47	43	32	Altération du calcaire	49	28	40	Altération du calcaire	50	28	46	Altération du calcaire
51	46	20	Remblais	52	46	21	Altération du calcaire				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Etiage

Nom de la situation : Bassin

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -5,500; Y= 303,500

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 180,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -12,600

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -8,500; Y= 304,187

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9823

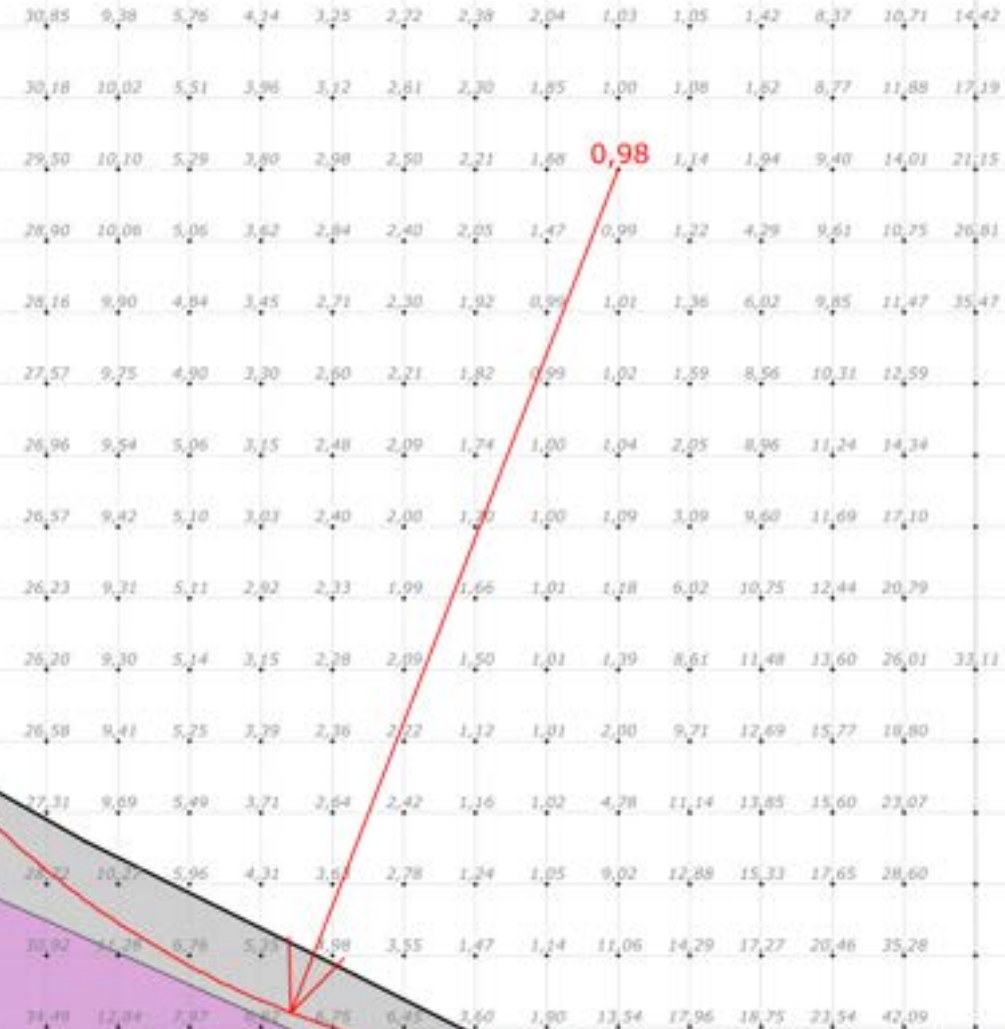
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1325; X0= -8,00; Y0= 310,50; R= 6,33

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Bassin

1	Remblais
2	Altération du calcaire
3	Calcaire
4	Remblais voie ferrée

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Coefficients 1
Fmin = 0,9823



Données de la phase 2

Nom de la phase : Exploitation normale
Détermination de l'enveloppe du talus : automatique
Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Remblais	3	3	4	Remblais voie ferrée
4	4	5	Remblais voie ferrée	5	5	6	Remblais voie ferrée	6	6	7	Remblais voie ferrée
7	7	8	Remblais voie ferrée	8	8	9	Remblais voie ferrée	9	9	10	Remblais voie ferrée
10	10	11	Remblais voie ferrée	11	11	12	Remblais voie ferrée	12	12	13	Remblais voie ferrée
13	13	14	Remblais	14	14	15	Remblais	15	15	16	Remblais
16	16	17	Remblais	17	17	18	Remblais	19	19	20	Remblais
21	21	22	Altération du calcaire	22	22	23	Altération du calcaire	23	23	24	Altération du calcaire
24	24	25	Altération du calcaire	31	30	31	Calcaire	32	3	32	Remblais
33	32	33	Altération du calcaire	34	33	34	Altération du calcaire	35	34	35	Altération du calcaire
36	35	36	Altération du calcaire	38	18	19	Remblais	43	40	42	Altération du calcaire
44	42	36	Altération du calcaire	45	42	13	Remblais	46	43	44	Altération du calcaire
47	43	32	Altération du calcaire	49	28	40	Altération du calcaire	50	28	46	Altération du calcaire
51	46	20	Remblais	52	46	21	Altération du calcaire				

Liste des éléments activés
Conditions hydrauliques : Nappe phréatique
Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle				
1	-20,000	305,700	0,00	2	-12,000	305,700	0,00	3	-11,253	305,410	0,00	4	-8,600	304,000	0,00	5	-0,000	303,889	0,00



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 4 nov. 2022 12:11:22
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 1 7 à 12

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation normale

Nom de la situation : Bassin

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -5,446; Y= 303,590

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 180,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -12,600

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -8,560; Y= 304,220

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

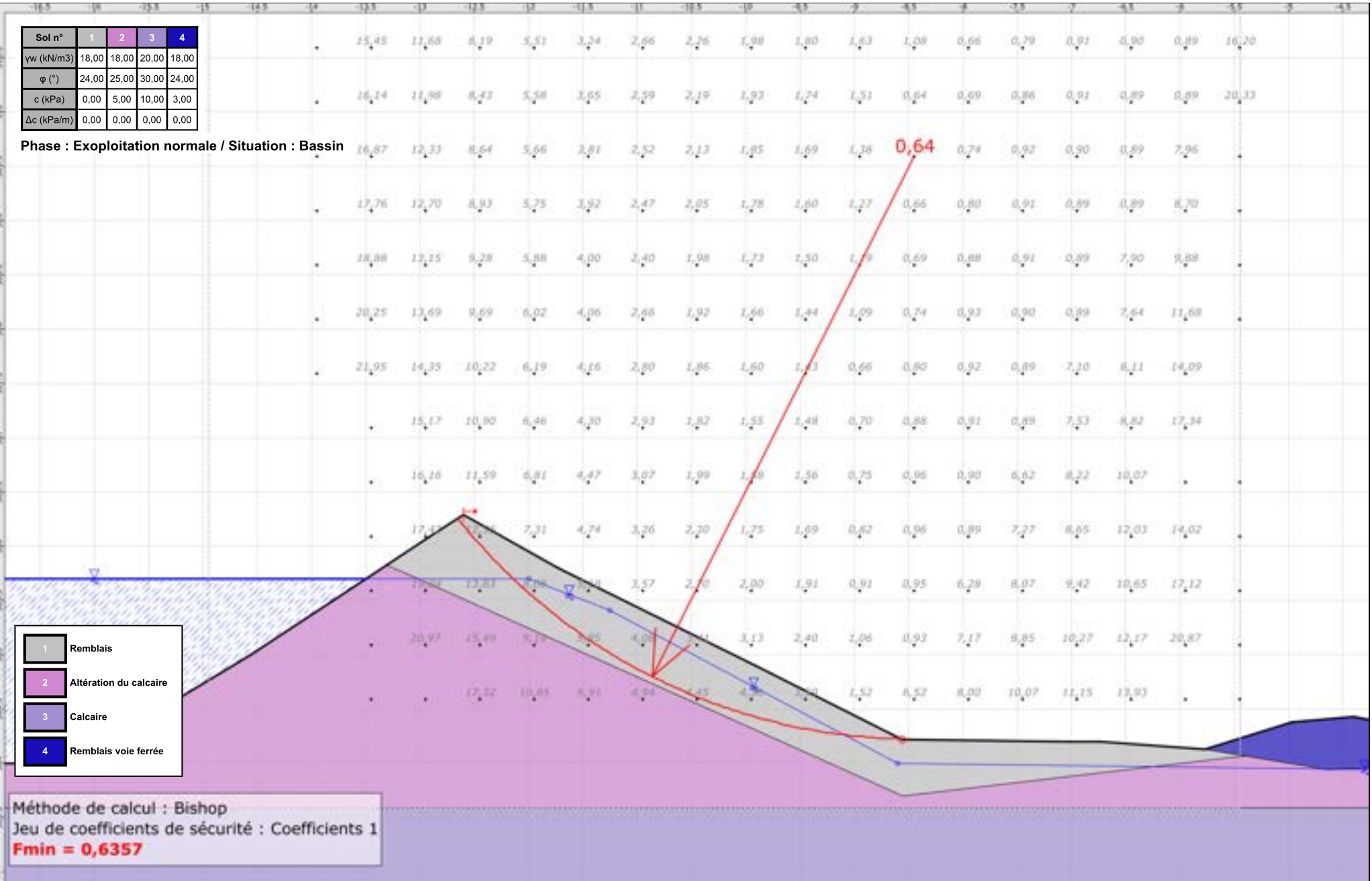
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,6357

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1168; X0= -8,45; Y0= 309,59; R= 5,37

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation normale / Situation : Bassin



Données de la phase 3

Nom de la phase : Exploitation exceptionnelle

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Remblais	3	3	4	Remblais voie ferrée
4	4	5	Remblais voie ferrée	5	5	6	Remblais voie ferrée	6	6	7	Remblais voie ferrée
7	7	8	Remblais voie ferrée	8	8	9	Remblais voie ferrée	9	9	10	Remblais voie ferrée
10	10	11	Remblais voie ferrée	11	11	12	Remblais voie ferrée	12	12	13	Remblais voie ferrée
13	13	14	Remblais	14	14	15	Remblais	15	15	16	Remblais
16	16	17	Remblais	17	17	18	Remblais	19	19	20	Remblais
21	21	22	Altération du calcaire	22	22	23	Altération du calcaire	23	23	24	Altération du calcaire
24	24	25	Altération du calcaire	31	30	31	Calcaire	32	3	32	Remblais
33	32	33	Altération du calcaire	34	33	34	Altération du calcaire	35	34	35	Altération du calcaire
36	35	36	Altération du calcaire	38	18	19	Remblais	43	40	42	Altération du calcaire
44	42	36	Altération du calcaire	45	42	13	Remblais	46	43	44	Altération du calcaire
47	43	32	Altération du calcaire	49	28	40	Altération du calcaire	50	28	46	Altération du calcaire
51	46	20	Remblais	52	46	21	Altération du calcaire				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle				
1	-20,000	306,000	0,00	2	-12,187	306,000	0,00	3	-11,253	305,410	0,00	4	-8,600	304,000	0,00	5	-0,000	303,889	0,00



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 4 nov. 2022 12:11:22
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 1 7 à 12

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation exceptionnelle

Nom de la situation : Bassin

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,000	Γc'	1,000	Γcu	1,000
ΓQ	1,000	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbuton	1,000	Γs3	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -5,000; Y= 303,500

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 180,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -12,600

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -8,560; Y= 304,220

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,5758

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1178; X0= -8,50; Y0= 309,50; R= 5,28

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation exceptionnelle / Situation : Bassin

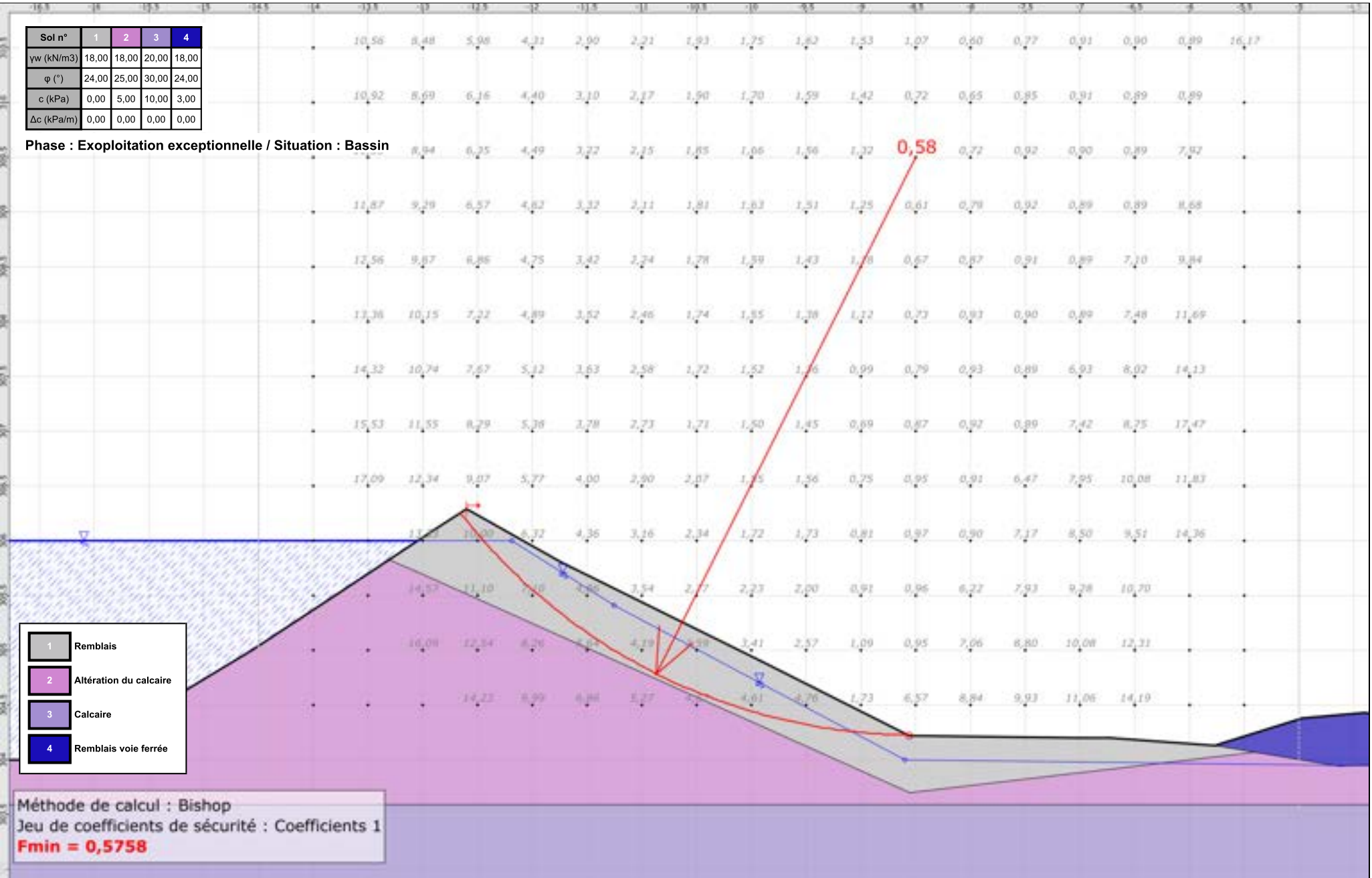
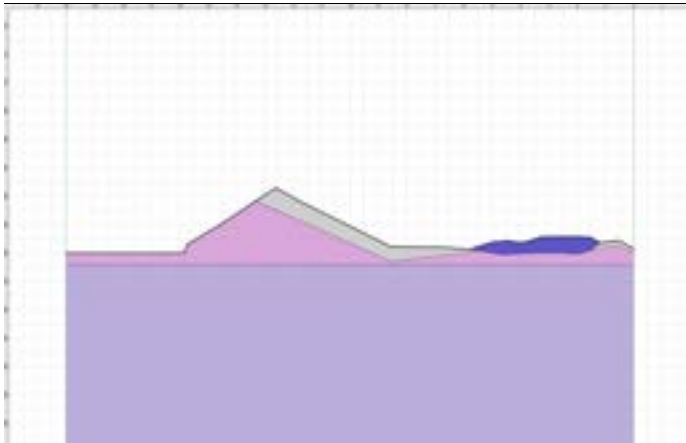
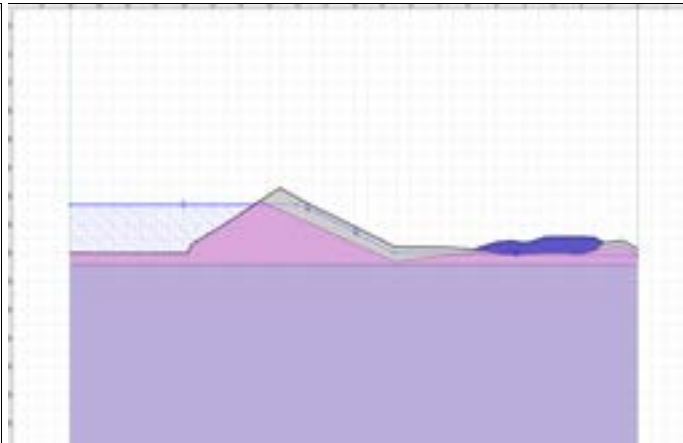


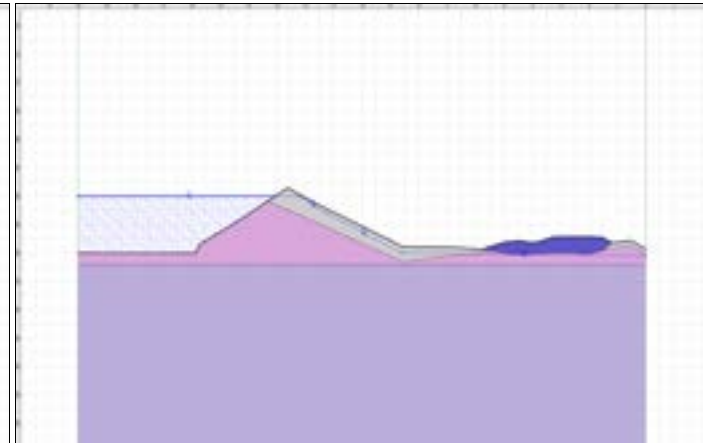
Schéma de phasage



Phase 1: Etiage



Phase 2: Exploitation normale



Phase 3: Exploitation exceptionnelle

Données du projet

Numéro d'affaire : IN22-00416

Titre du calcul : Profil 2 - 7 à 12

Lieu : Gramat

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		18,0	24,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Altération du calcaire		18,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Calcaire		20,0	30,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Altération du calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	305,590	2	2,440	305,590	3	6,570	306,900	4	9,430	304,970	5	9,920	304,000	6	12,000	304,000
9	3,701	305,990	10	7,918	305,990	11	0,000	303,590	12	12,000	303,590						

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
1	1	2	4	4	5	5	5	6	7	9	2	8	9	3	9	9	10
11	10	4	12	11	12												



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 4 nov. 2022 11:59:11
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 2 - 7 à 12

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00



1	Remblais
2	Altération du calcaire
3	Calcaire

Données de la phase 1

Nom de la phase : Etiage

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Altération du calcaire	4	4	5	Altération du calcaire	5	5	6	Altération du calcaire
7	9	2	Altération du calcaire	8	9	3	Remblais	9	9	10	Altération du calcaire
10	10	3	Remblais	11	10	4	Altération du calcaire	12	11	12	Calcaire

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Etiage

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ _{min}	1,000	Γ _{s1}	1,000	Γ _{s1}	1,000	Γ _φ	1,000	Γ _{c'}	1,000	Γ _{cu}	1,000
Γ _Q	1,000	Γ _{qsl,clou,ab}	1,000	Γ _{qsl,clou,es}	1,000	Γ _{qsl,tirant,ab}	1,000	Γ _{qsl,tirant,es}	1,000	Γ _{qsl,bande}	1,000
Γ _{pl}	1,000	Γ _{a,clou}	1,000	Γ _{a,tirant}	1,000	Γ _{a,bande}	1,000	Γ _{buton}	1,000	Γ _{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 5,500; Y= 304,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 6,570

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,920; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

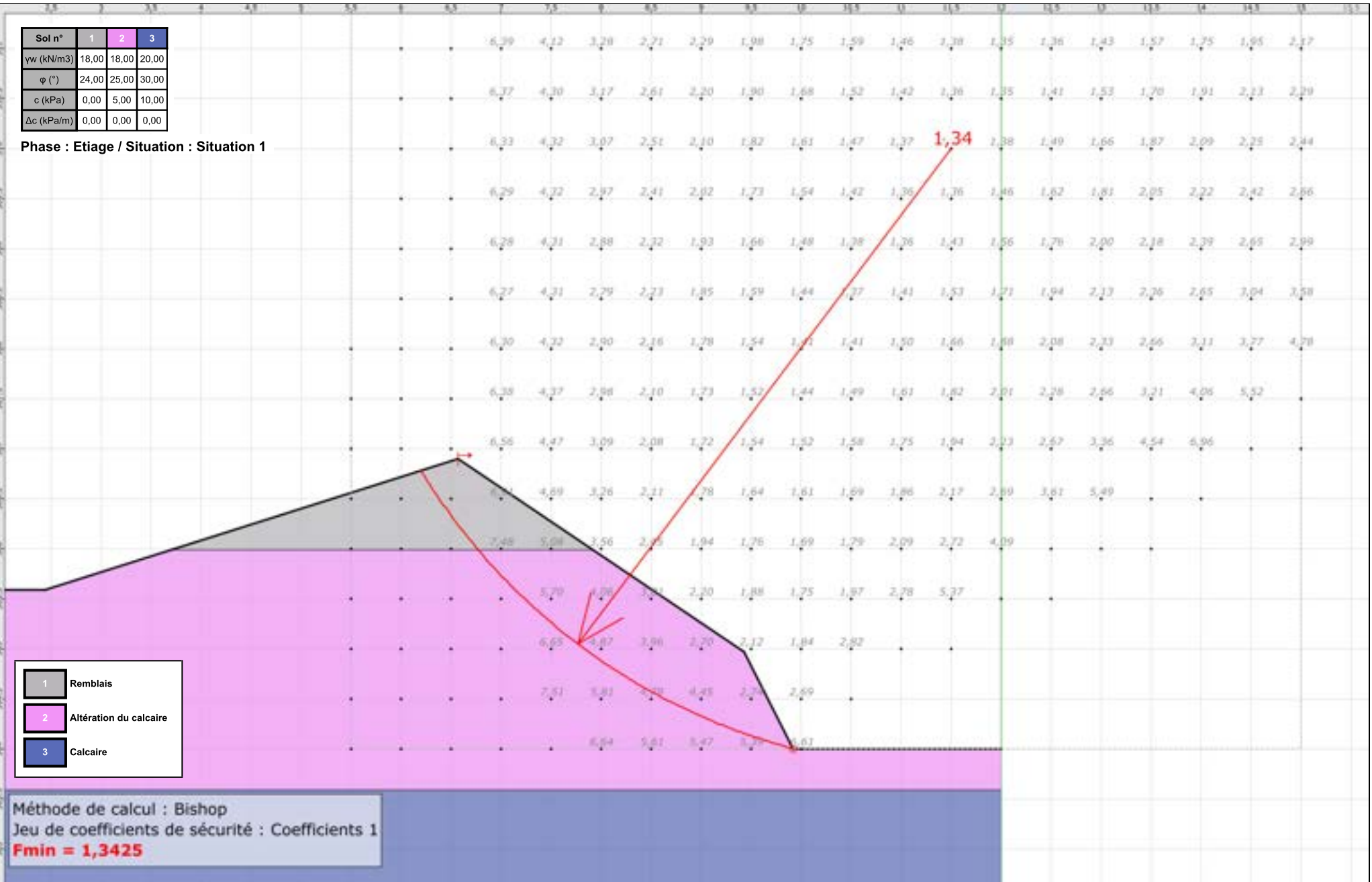
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3425

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 568; X0= 11,50; Y0= 310,00; R= 6,20

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Situation 1



Données de la phase 2

Nom de la phase : Exploitation normale
Détermination de l'enveloppe du talus : automatique
Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Altération du calcaire	4	4	5	Altération du calcaire	5	5	6	Altération du calcaire
7	9	2	Altération du calcaire	8	9	3	Remblais	9	9	10	Altération du calcaire
10	10	3	Remblais	11	10	4	Altération du calcaire	12	11	12	Calcaire

Liste des éléments activés
Conditions hydrauliques : Nappe phréatique
Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	304,763	0,00	2	1,500	305,431	0,00	3	4,834	305,700	0,00	4	12,000	305,700	0,00			

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation normale

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,000	Γc'	1,000	Γcu	1,000
ΓQ	1,000	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbuton	1,000	Γs3	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 5,000; Y= 304,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 6,570

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,920; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

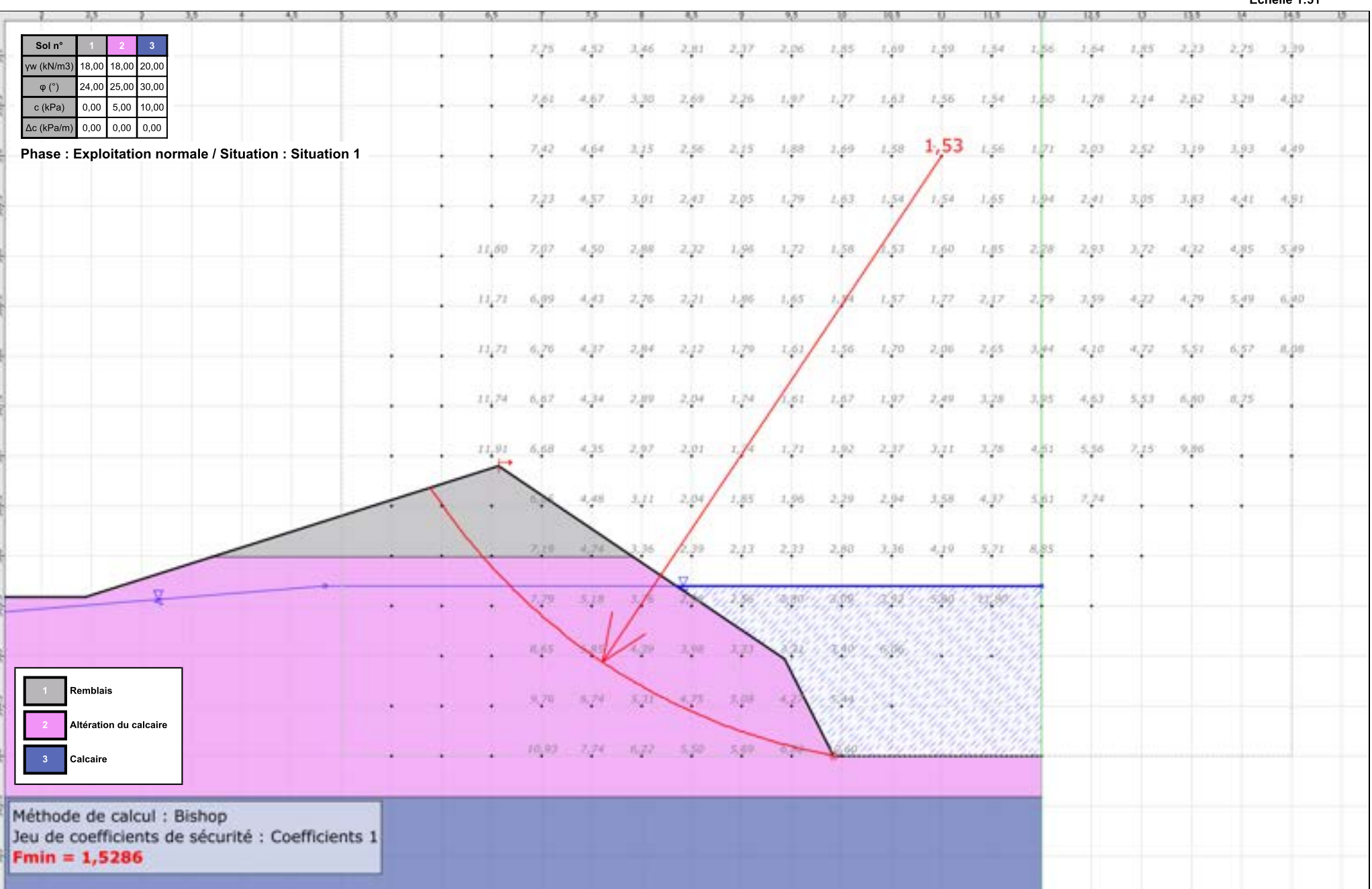
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,5286

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 563; X0= 11,00; Y0= 310,00; R= 6,09

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation normale / Situation : Situation 1



Données de la phase 3

Nom de la phase : Exploitation normale (1)

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Altération du calcaire	4	4	5	Altération du calcaire	5	5	6	Altération du calcaire
7	9	2	Altération du calcaire	8	9	3	Remblais	9	9	10	Altération du calcaire
10	10	3	Remblais	11	10	4	Altération du calcaire	12	11	12	Calcaire

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	304,763	0,00	2	1,500	305,431	0,00	3	5,500	306,000	0,00	4	12,000	306,000	0,00			



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 4 nov. 2022 11:59:12
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 2 - 7 à 12

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation normale (1)

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 5,500; Y= 304,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 6,570

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,920; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,6390

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 566; X0= 11,00; Y0= 310,00; R= 6,09

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation normale (1) / Situation : Situation 1

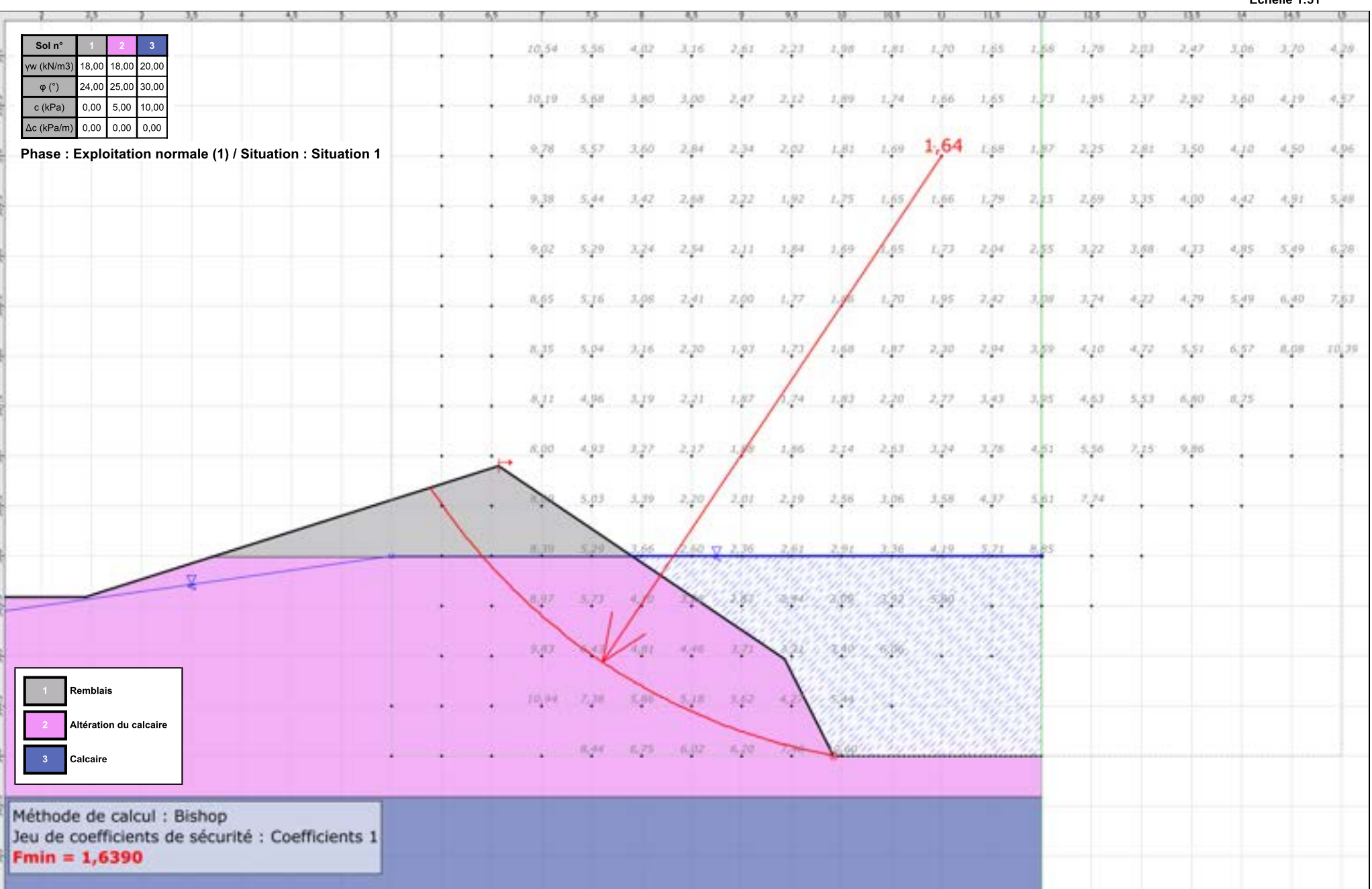
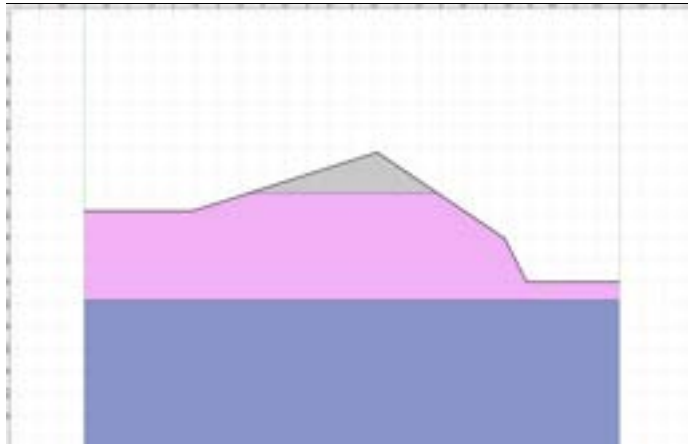
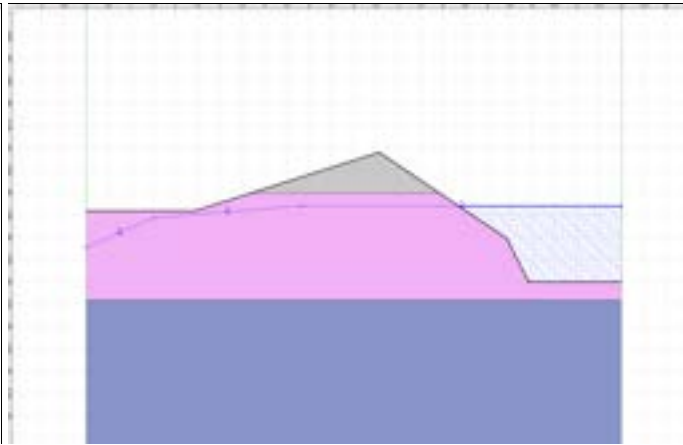


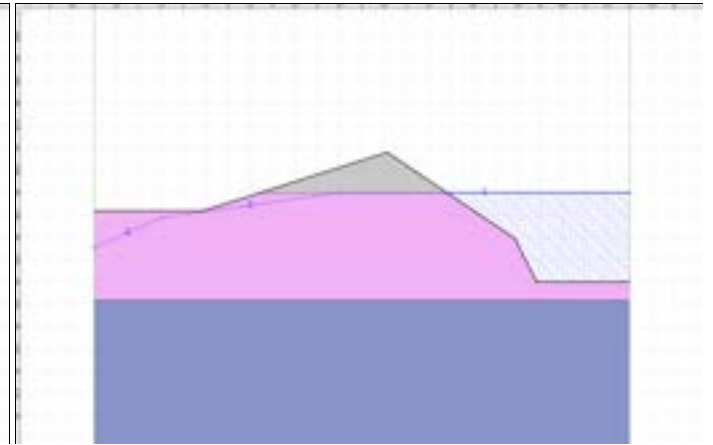
Schéma de phasage



Phase 1: Etiage



Phase 2: Exploitation normale



Phase 3: Exploitation normale (1)

Données du projet

Numéro d'affaire : IN22-00416

Titre du calcul : Profil 2 - 1 à 3

Lieu : Gramat

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		18,0	24,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Altération du calcaire		18,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Calcaire		20,0	30,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Altération du calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	304,890	2	1,110	305,650	3	1,190	305,670	4	1,300	305,690	5	1,480	305,730	6	4,260	306,710
7	4,370	306,640	8	5,330	306,000	9	5,780	305,700	10	7,480	304,330	11	7,760	304,000	12	15,000	304,000
13	0,000	303,590	14	15,000	303,590	17	2,218	305,990	18	5,345	305,990						

Segments

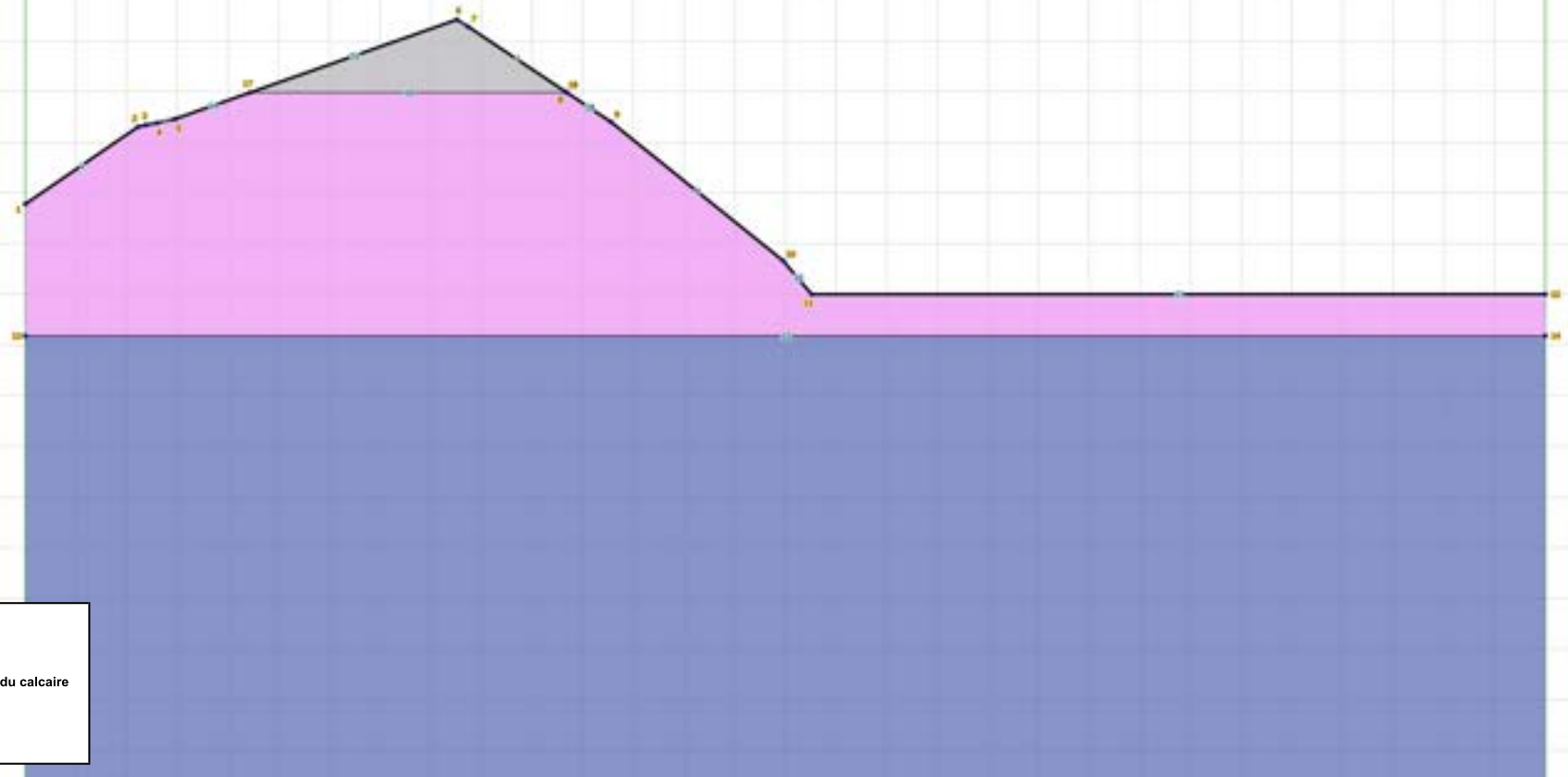
	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	6	6	7	7	7	8	9	9	10
10	10	11	11	11	12	12	13	14	14	17	5	15	17	6	16	17	18	17	18	8
18	18	9																		



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 4 nov. 2022 11:44:51
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 2 - 1 à 3

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00



1	Remblais
2	Altération du calcaire
3	Calcaire

Données de la phase 1

Nom de la phase : Etiage

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Altération du calcaire	2	2	3	Altération du calcaire	3	3	4	Altération du calcaire
4	4	5	Altération du calcaire	6	6	7	Remblais	7	7	8	Remblais
9	9	10	Altération du calcaire	10	10	11	Altération du calcaire	11	11	12	Altération du calcaire
12	13	14	Calcaire	14	17	5	Altération du calcaire	15	17	6	Remblais
16	17	18	Altération du calcaire	17	18	8	Remblais	18	18	9	Altération du calcaire

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Etiage

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 3,083; Y= 303,659

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 4,260

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 7,760; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

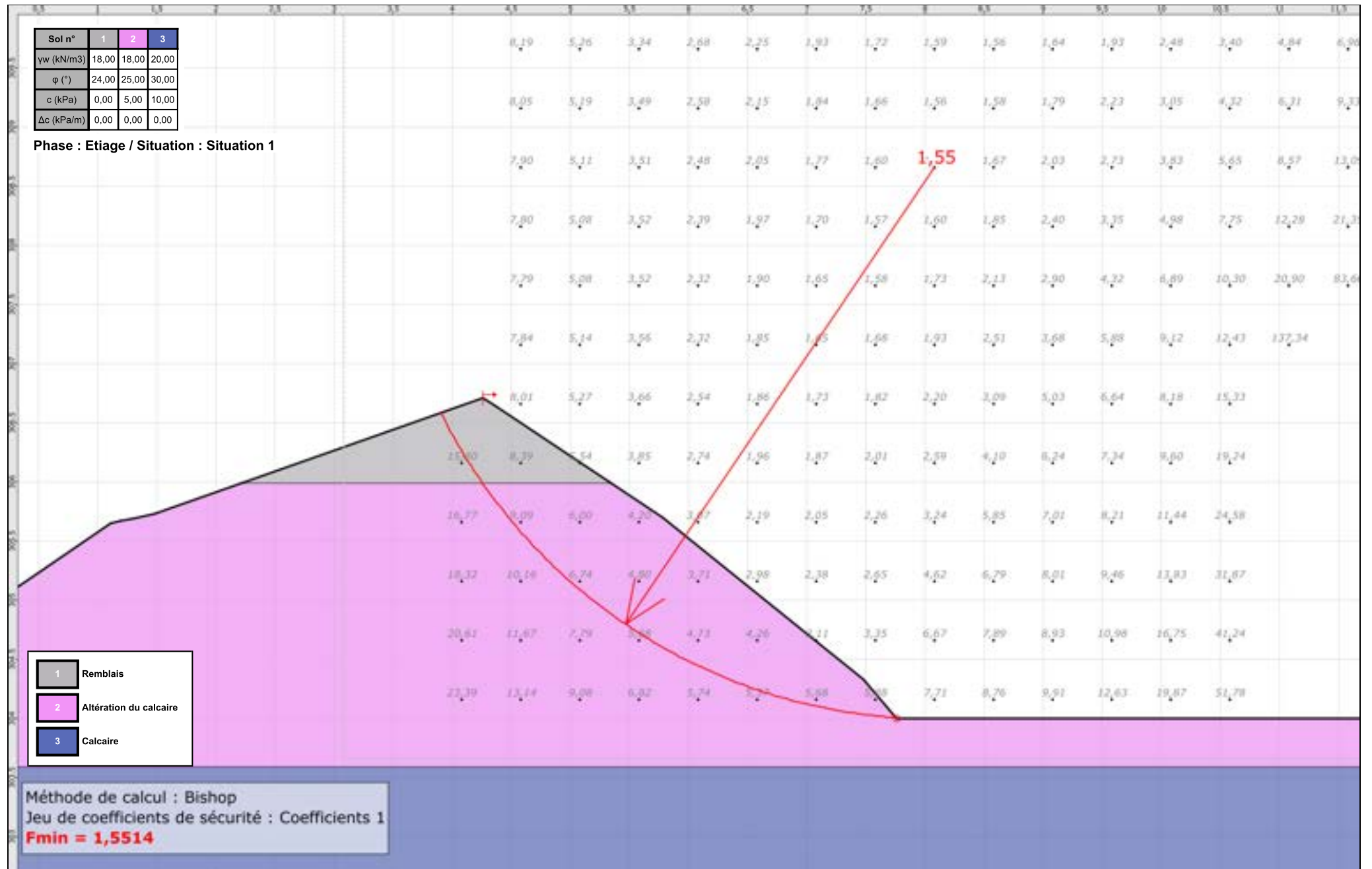
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,5514

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 700; X0= 8,08; Y0= 308,66; R= 4,67

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Situation 1



Données de la phase 2

Nom de la phase : Exploitation normale

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Altération du calcaire	2	2	3	Altération du calcaire	3	3	4	Altération du calcaire
4	4	5	Altération du calcaire	6	6	7	Remblais	7	7	8	Remblais
9	9	10	Altération du calcaire	10	10	11	Altération du calcaire	11	11	12	Altération du calcaire
12	13	14	Calcaire	14	17	5	Altération du calcaire	15	17	6	Remblais
16	17	18	Altération du calcaire	17	18	8	Remblais	18	18	9	Altération du calcaire

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	304,763	0,00	2	1,500	305,431	0,00	3	4,834	305,700	0,00	4	15,000	305,700	0,00			



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 4 nov. 2022 11:44:52
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 2 - 1 à 3

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation normale

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 3,500; Y= 304,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 4,260

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 7,760; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

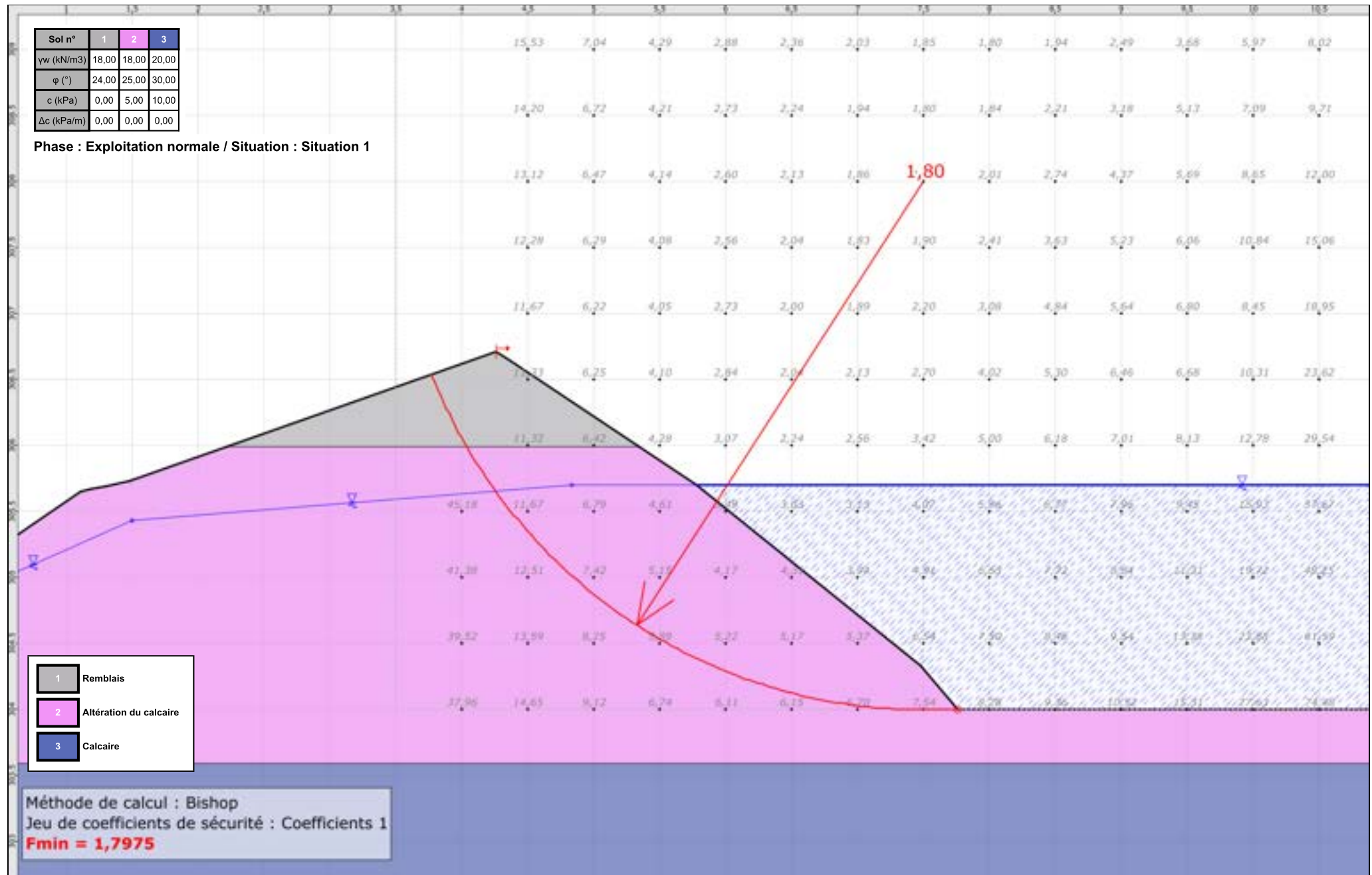
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,7975

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 617; X0= 7,50; Y0= 308,00; R= 4,00

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation normale / Situation : Situation 1



Données de la phase 3

Nom de la phase : Exploitation normale (1)

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Altération du calcaire	2	2	3	Altération du calcaire	3	3	4	Altération du calcaire
4	4	5	Altération du calcaire	6	6	7	Remblais	7	7	8	Remblais
9	9	10	Altération du calcaire	10	10	11	Altération du calcaire	11	11	12	Altération du calcaire
12	13	14	Calcaire	14	17	5	Altération du calcaire	15	17	6	Remblais
16	17	18	Altération du calcaire	17	18	8	Remblais	18	18	9	Altération du calcaire

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	304,763	0,00	2	1,500	305,431	0,00	3	4,834	306,000	0,00	4	15,000	306,000	0,00			



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 4 nov. 2022 11:44:52
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 2 - 1 à 3

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation normale (1)

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 3,500; Y= 304,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 4,260

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 7,760; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,9837

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 617; X0= 7,50; Y0= 308,00; R= 4,00

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation normale (1) / Situation : Situation 1

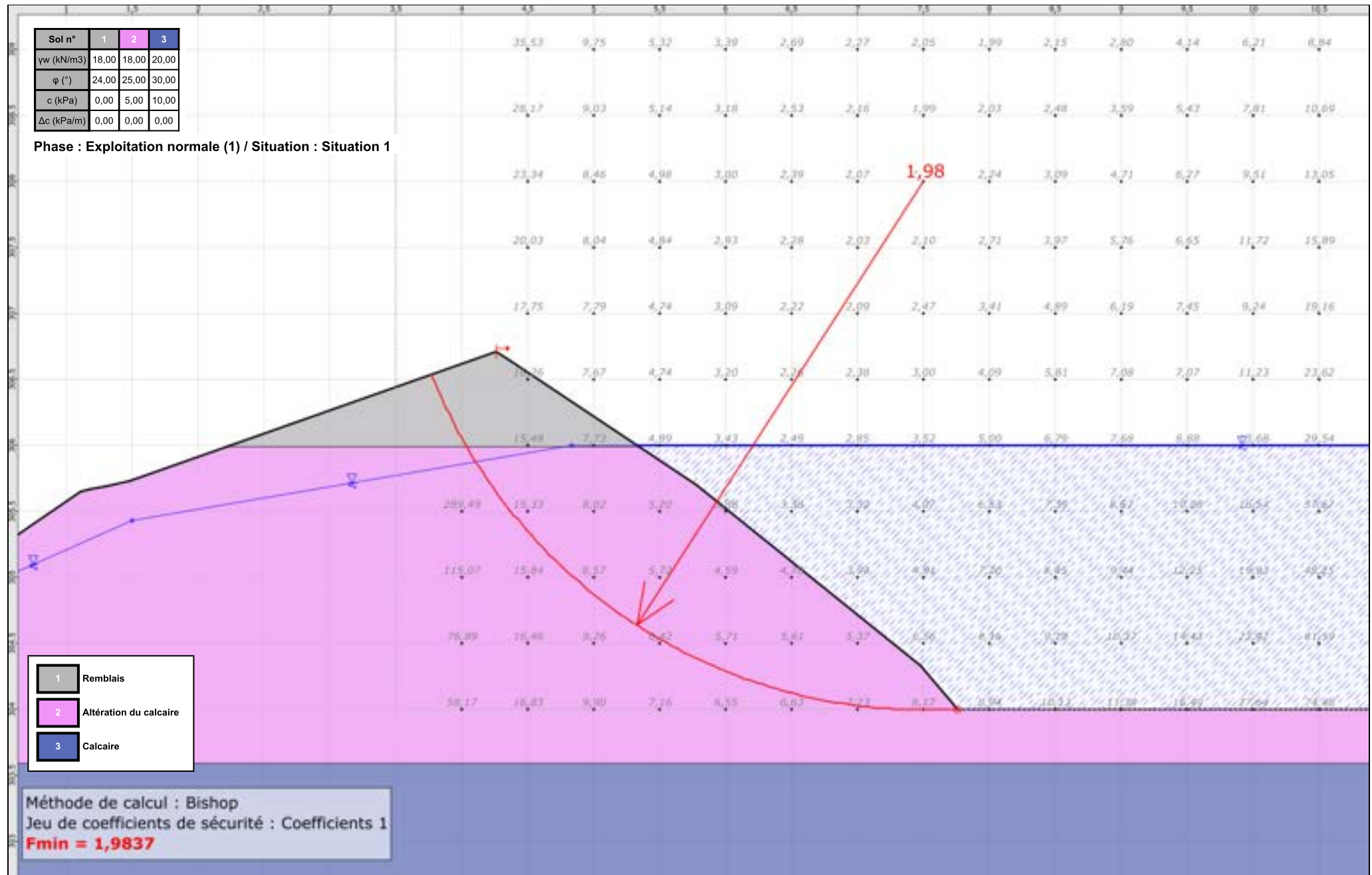
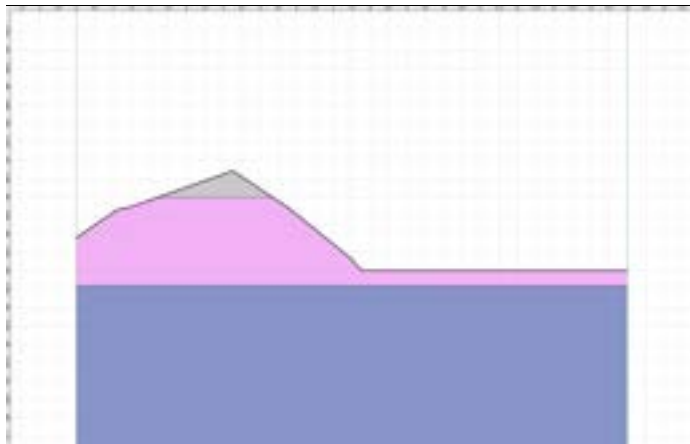
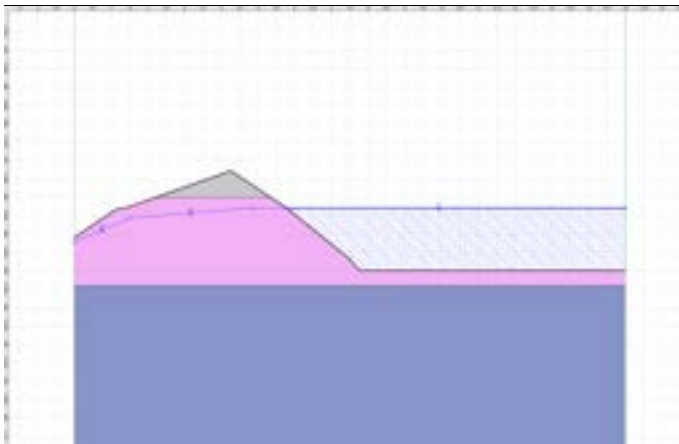


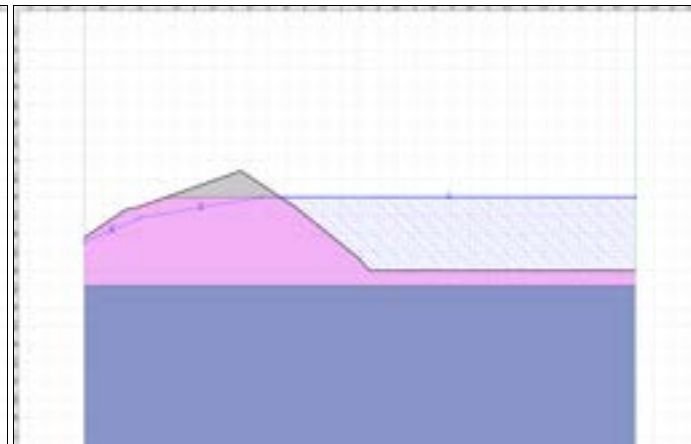
Schéma de phasage



Phase 1: Etiage



Phase 2: Exploitation normale



Phase 3: Exploitation normale (1)

Données du projet

Numéro d'affaire : IN22-00416

Titre du calcul : Profil 1 7 à 12

Lieu : IN22-00416

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		18,0	24,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Altération du calcaire		18,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Calcaire		20,0	30,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Remblais voie ferrée		18,0	24,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Altération du calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Remblais voie ferrée		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	304,140	2	0,520	304,440	3	1,180	304,360	4	1,560	304,560	5	1,730	304,550	6	1,890	304,570
7	2,650	304,570	8	3,230	304,570	9	3,820	304,380	10	4,090	304,370	11	4,400	304,430	12	4,970	304,380
13	5,770	304,130	14	6,730	304,200	15	7,020	304,200	16	8,560	304,220	17	9,910	304,900	18	11,730	305,800
19	12,600	306,290	20	12,910	306,090	21	13,800	305,500	22	14,560	305,000	23	15,720	304,300	24	15,840	304,000
25	20,000	304,000	28	13,061	305,990	29	12,134	305,800	30	20,000	303,590	31	0,000	303,590	32	1,500	304,097
33	2,000	303,951	34	2,500	304,000	35	3,382	304,000	36	4,635	303,942	37	11,500	305,584	38	10,744	305,184
39	9,229	304,423	40	8,554	304,108	42	5,403	304,069	43	0,630	304,269	44	0,000	304,000			

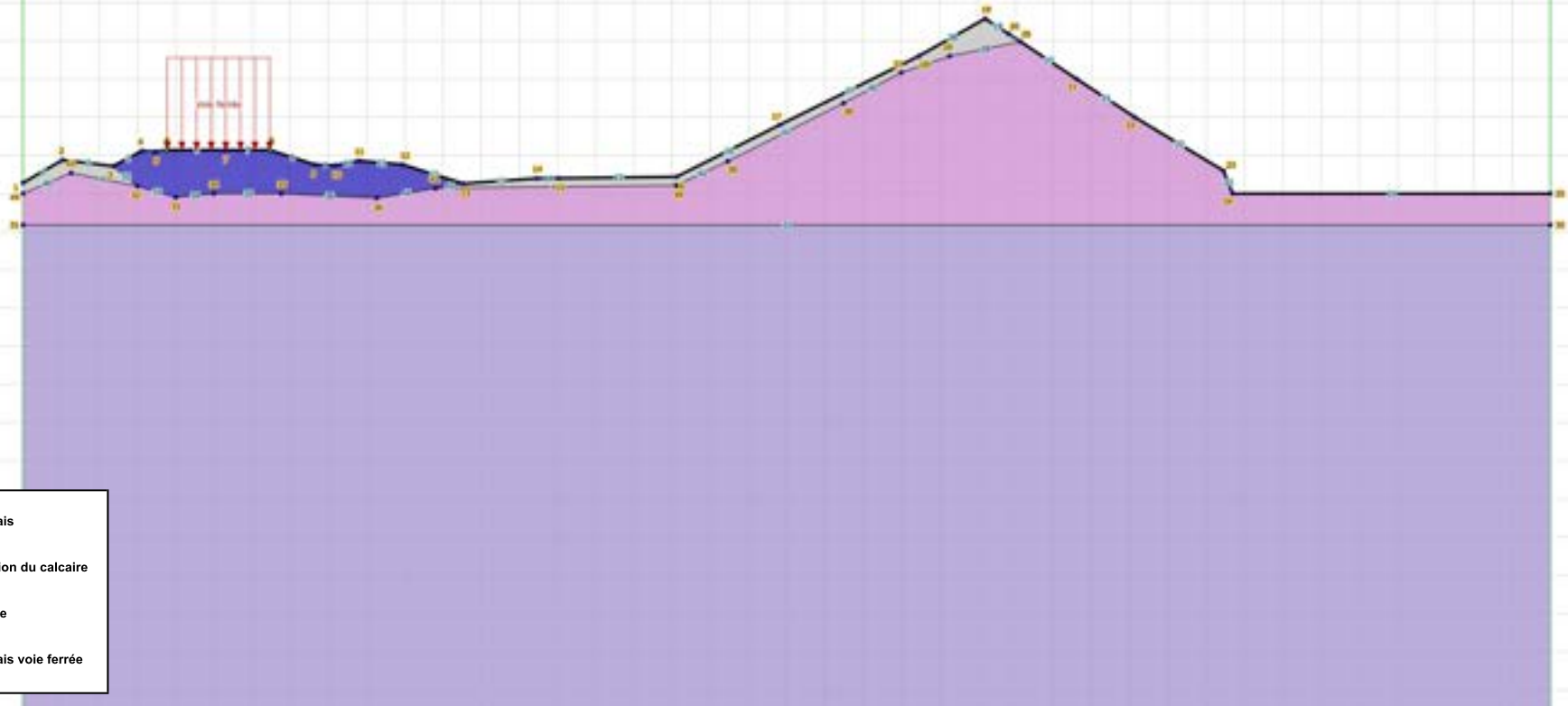
Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	8
8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14	15
15	15	16	16	16	17	17	17	18	19	19	20	21	21	22	22	22	22	23	23	24
24	24	25	26	28	20	27	28	21	28	28	29	31	30	31	32	3	32	33	32	33
34	33	34	35	34	35	36	35	36	38	18	19	39	29	37	40	37	38	41	38	39
42	39	40	43	40	42	44	42	36	45	42	13	46	43	44	47	43	32			

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Voie ferrée	1,890	304,570	10,0	3,230	304,570	10,0	90,00

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00



- 1 Remblais
- 2 Altération du calcaire
- 3 Calcaire
- 4 Remblais voie ferrée

Données de la phase 1

Nom de la phase : Etiage

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Remblais	3	3	4	Remblais voie ferrée
4	4	5	Remblais voie ferrée	5	5	6	Remblais voie ferrée	6	6	7	Remblais voie ferrée
7	7	8	Remblais voie ferrée	8	8	9	Remblais voie ferrée	9	9	10	Remblais voie ferrée
10	10	11	Remblais voie ferrée	11	11	12	Remblais voie ferrée	12	12	13	Remblais voie ferrée
13	13	14	Remblais	14	14	15	Remblais	15	15	16	Remblais
16	16	17	Remblais	17	17	18	Remblais	19	19	20	Remblais
21	21	22	Altération du calcaire	22	22	23	Altération du calcaire	23	23	24	Altération du calcaire
24	24	25	Altération du calcaire	26	28	20	Remblais	27	28	21	Altération du calcaire
28	28	29	Altération du calcaire	31	30	31	Calcaire	32	3	32	Remblais
33	32	33	Altération du calcaire	34	33	34	Altération du calcaire	35	34	35	Altération du calcaire
36	35	36	Altération du calcaire	38	18	19	Remblais	39	29	37	Altération du calcaire
40	37	38	Altération du calcaire	41	38	39	Altération du calcaire	42	39	40	Altération du calcaire
43	40	42	Altération du calcaire	44	42	36	Altération du calcaire	45	42	13	Remblais
46	43	44	Altération du calcaire	47	43	32	Altération du calcaire				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Etiage

Nom de la situation : Voie Ferrée

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 3,205

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 5,770; Y= 304,130

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 7,5009

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 392; X0= 5,59; Y0= 304,39; R= 0,31

Données de la situation 2

Nom de la phase : Etiage

Nom de la situation : Bassin

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 11,500; Y= 305,584

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 12,600

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,840; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

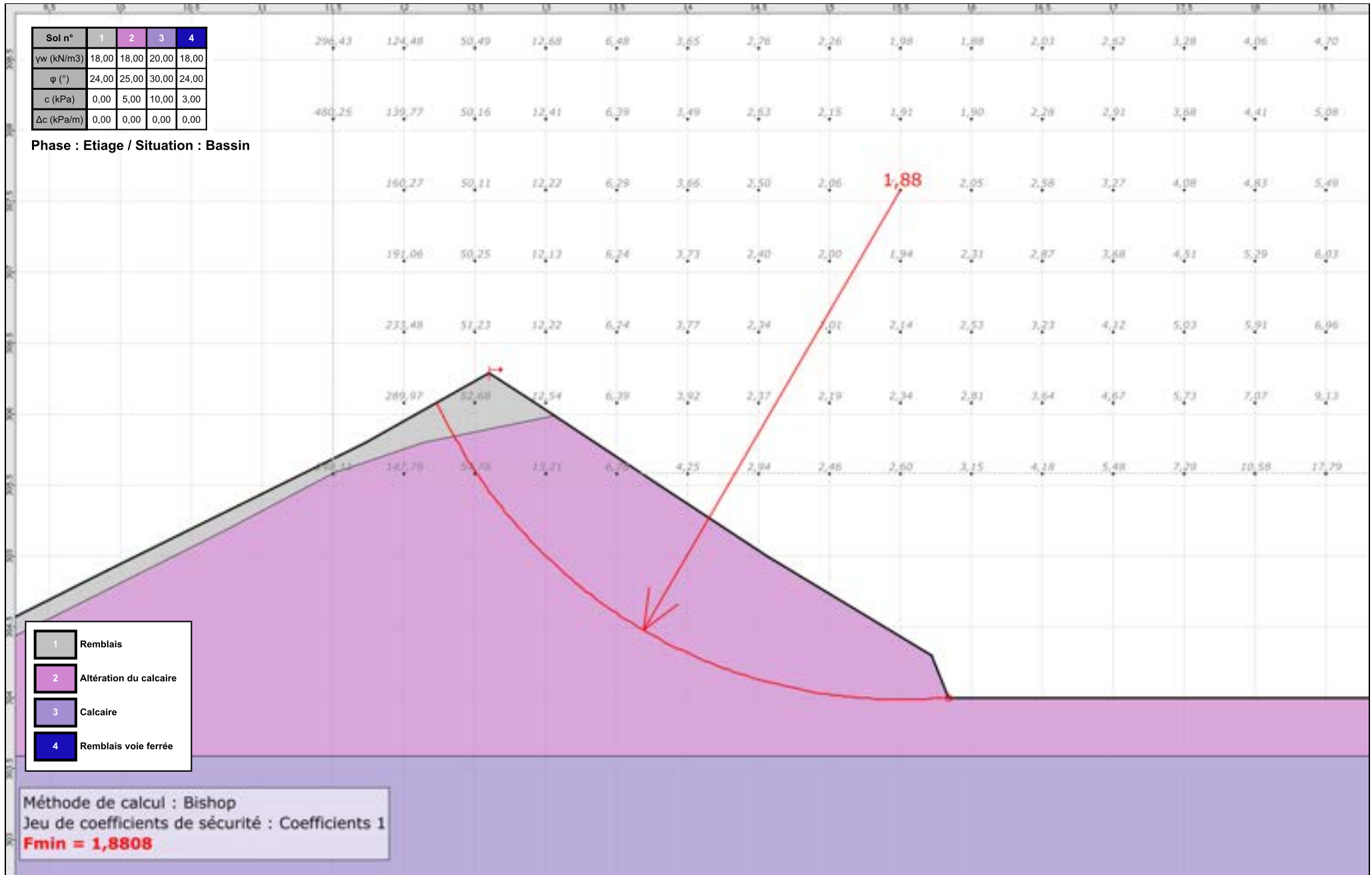
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,8808

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 313; X0= 15,50; Y0= 307,58; R= 3,60

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Bassin



Données de la phase 2

Nom de la phase : Exploitation normale
Détermination de l'enveloppe du talus : automatique
Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Remblais	3	3	4	Remblais voie ferrée
4	4	5	Remblais voie ferrée	5	5	6	Remblais voie ferrée	6	6	7	Remblais voie ferrée
7	7	8	Remblais voie ferrée	8	8	9	Remblais voie ferrée	9	9	10	Remblais voie ferrée
10	10	11	Remblais voie ferrée	11	11	12	Remblais voie ferrée	12	12	13	Remblais voie ferrée
13	13	14	Remblais	14	14	15	Remblais	15	15	16	Remblais
16	16	17	Remblais	17	17	18	Remblais	19	19	20	Remblais
21	21	22	Altération du calcaire	22	22	23	Altération du calcaire	23	23	24	Altération du calcaire
24	24	25	Altération du calcaire	26	28	20	Remblais	27	28	21	Altération du calcaire
28	28	29	Altération du calcaire	31	30	31	Calcaire	32	3	32	Remblais
33	32	33	Altération du calcaire	34	33	34	Altération du calcaire	35	34	35	Altération du calcaire
36	35	36	Altération du calcaire	38	18	19	Remblais	39	29	37	Altération du calcaire
40	37	38	Altération du calcaire	41	38	39	Altération du calcaire	42	39	40	Altération du calcaire
43	40	42	Altération du calcaire	44	42	36	Altération du calcaire	45	42	13	Remblais
46	43	44	Altération du calcaire	47	43	32	Altération du calcaire				

Liste des éléments activés
Conditions hydrauliques : Nappe phréatique
Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle	
1	0,000	303,889	0,00	2	8,600	304,000	0,00	3	11,253	305,410	0,00	4	12,000	305,700	0,00	
													5	20,000	305,700	0,00



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 4 nov. 2022 11:34:25
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 1 7 à 12

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation normale

Nom de la situation : Voie Ferrée

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 3,205

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 5,770; Y= 304,130

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

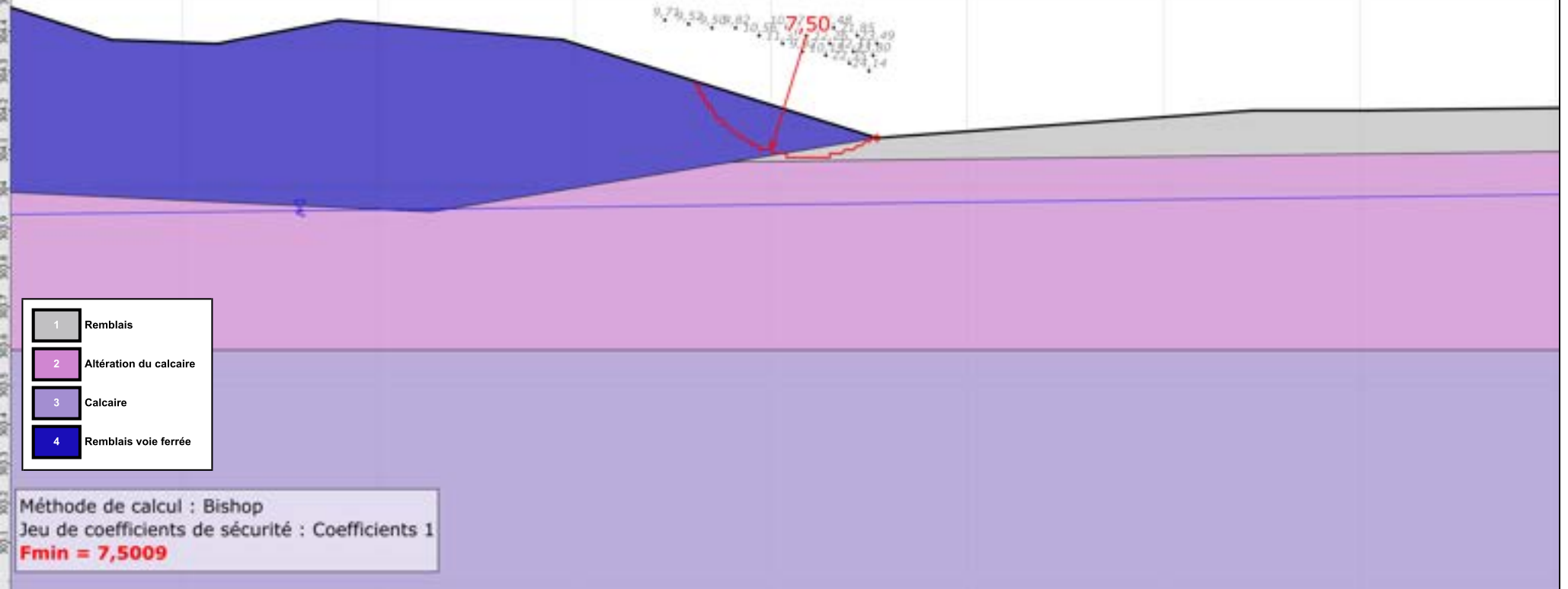
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 7,5009

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 392; X0= 5,59; Y0= 304,39; R= 0,31

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation normale / Situation : Voie Ferrée



1	Remblais
2	Altération du calcaire
3	Calcaire
4	Remblais voie ferrée

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Coefficients 1
Fmin = 7,5009

Données de la situation 2

Nom de la phase : Exploitation normale

Nom de la situation : Bassin

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,000	Γc'	1,000	Γcu	1,000
ΓQ	1,000	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbuton	1,000	Γs3	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 12,000; Y= 305,803

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 12,600

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,840; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

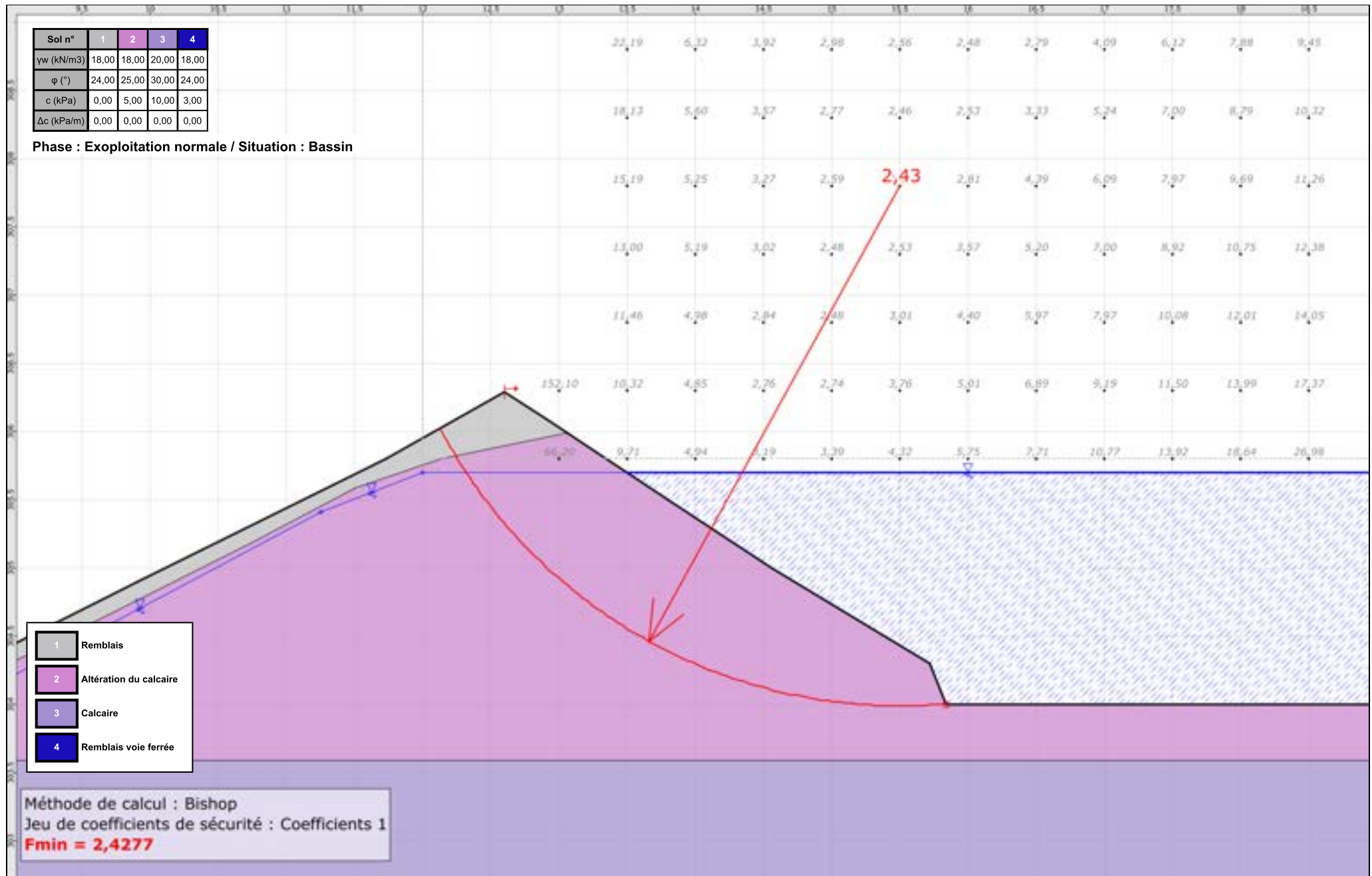
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 2,4277

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 293; X0= 15,50; Y0= 307,80; R= 3,81

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation normale / Situation : Bassin



Données de la phase 3

Nom de la phase : Exploitation exceptionnelle

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Remblais	3	3	4	Remblais voie ferrée
4	4	5	Remblais voie ferrée	5	5	6	Remblais voie ferrée	6	6	7	Remblais voie ferrée
7	7	8	Remblais voie ferrée	8	8	9	Remblais voie ferrée	9	9	10	Remblais voie ferrée
10	10	11	Remblais voie ferrée	11	11	12	Remblais voie ferrée	12	12	13	Remblais voie ferrée
13	13	14	Remblais	14	14	15	Remblais	15	15	16	Remblais
16	16	17	Remblais	17	17	18	Remblais	19	19	20	Remblais
21	21	22	Altération du calcaire	22	22	23	Altération du calcaire	23	23	24	Altération du calcaire
24	24	25	Altération du calcaire	26	28	20	Remblais	27	28	21	Altération du calcaire
28	28	29	Altération du calcaire	31	30	31	Calcaire	32	3	32	Remblais
33	32	33	Altération du calcaire	34	33	34	Altération du calcaire	35	34	35	Altération du calcaire
36	35	36	Altération du calcaire	38	18	19	Remblais	39	29	37	Altération du calcaire
40	37	38	Altération du calcaire	41	38	39	Altération du calcaire	42	39	40	Altération du calcaire
43	40	42	Altération du calcaire	44	42	36	Altération du calcaire	45	42	13	Remblais
46	43	44	Altération du calcaire	47	43	32	Altération du calcaire				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle				
1	0,000	303,889	0,00	2	8,600	304,000	0,00	3	11,253	305,410	0,00	4	12,187	306,000	0,00	5	20,000	306,000	0,00

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation exceptionnelle

Nom de la situation : Voie Ferrée

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

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

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 3,205

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 5,770; Y= 304,130

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

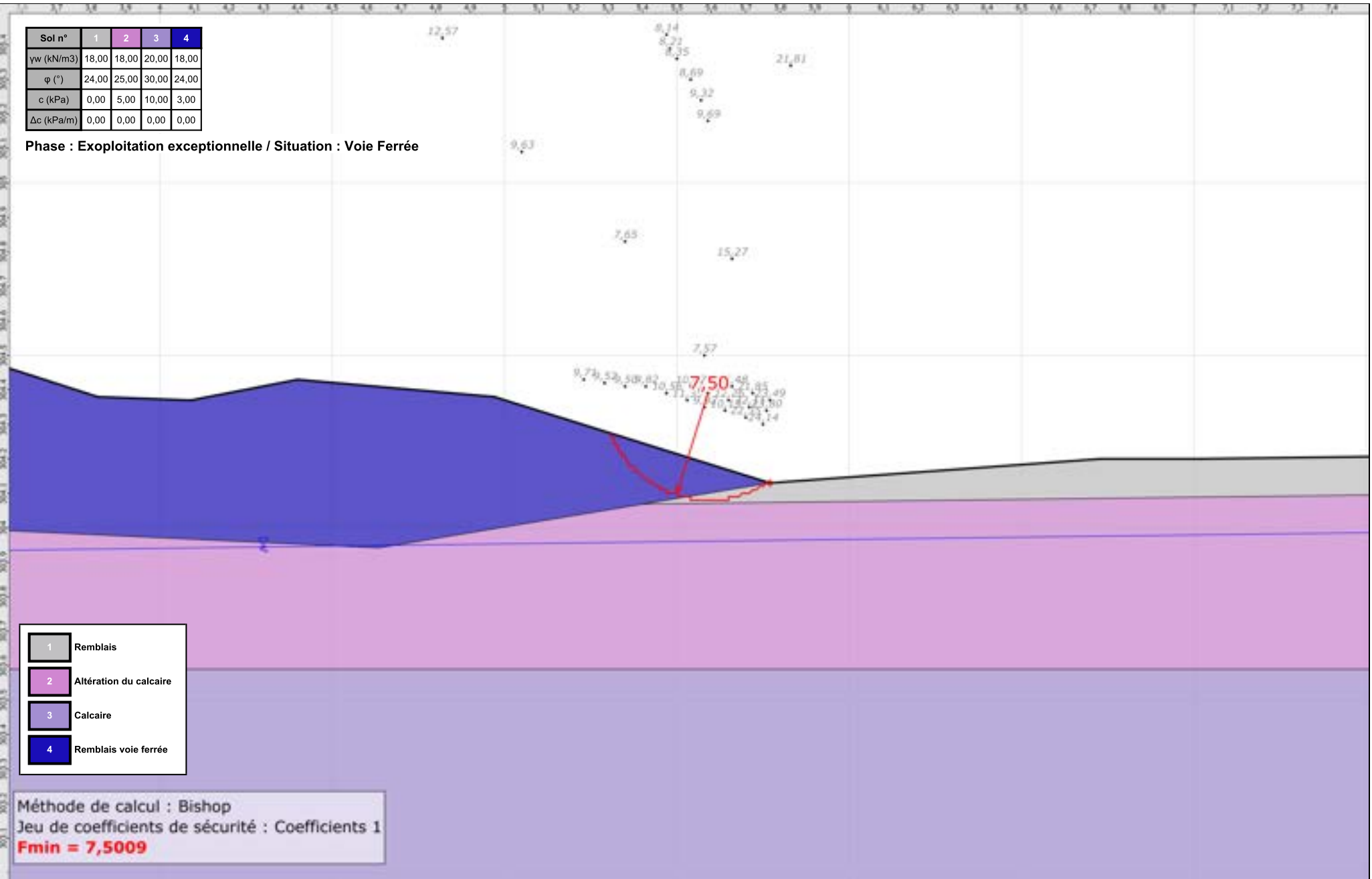
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 7,5009

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 392; X0= 5,59; Y0= 304,39; R= 0,31

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation exceptionnelle / Situation : Voie Ferrée



Données de la situation 2

Nom de la phase : Exploitation exceptionnelle

Nom de la situation : Bassin

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,000	Γc'	1,000	Γcu	1,000
ΓQ	1,000	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbouton	1,000	Γs3	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 11,776; Y= 305,678

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 1,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 12,600

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,840; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 2,7715

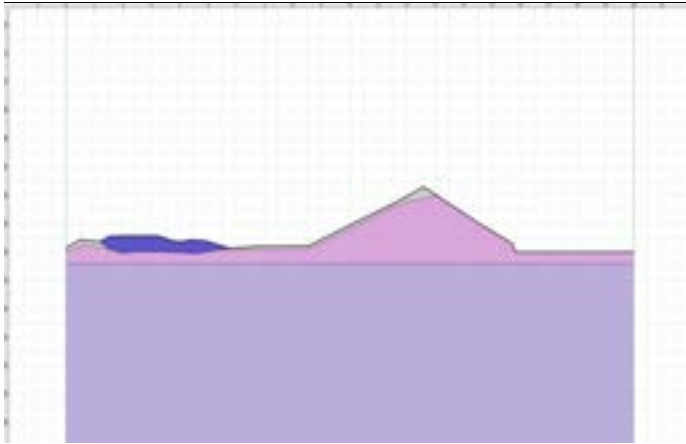
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 233; X0= 15,28; Y0= 307,18; R= 3,22

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00	18,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00	24,00
c (kPa)	0,00	5,00	10,00	3,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

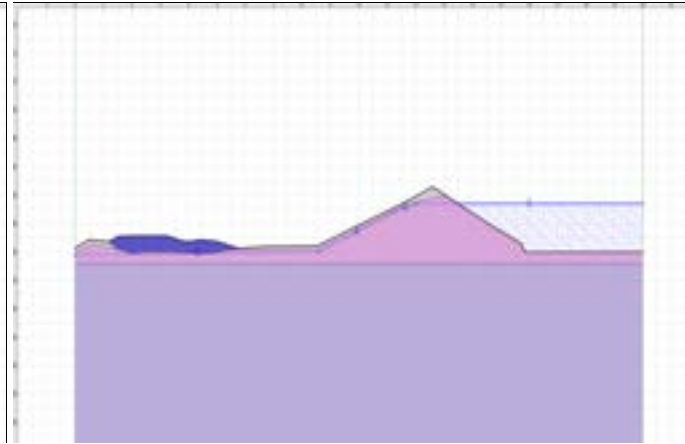
Phase : Exploitation exceptionnelle / Situation : Bassin



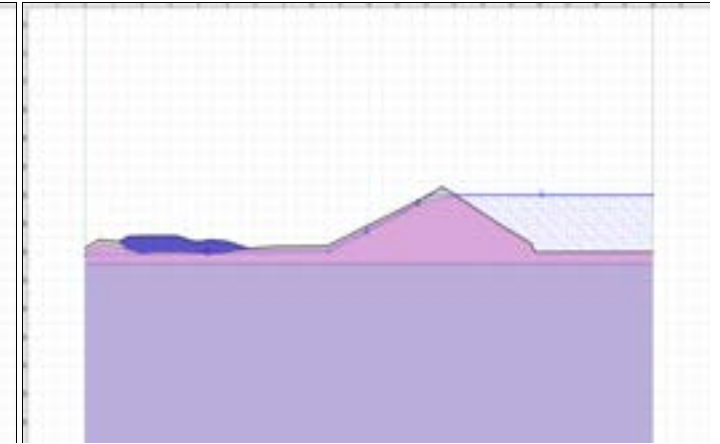
Schéma de phasage



Phase 1: Etiage



Phase 2: Exploitation normale



Phase 3: Exploitation exceptionnelle

Données du projet

Numéro d'affaire : IN22-00416

Titre du calcul : Profil 1 - 1 à 3

Lieu : Gramat

Commentaires : IN22-00416

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		18,0	24,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Altération calcaire		18,0	25,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Calcaire		20,0	30,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Altération calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Calcaire		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

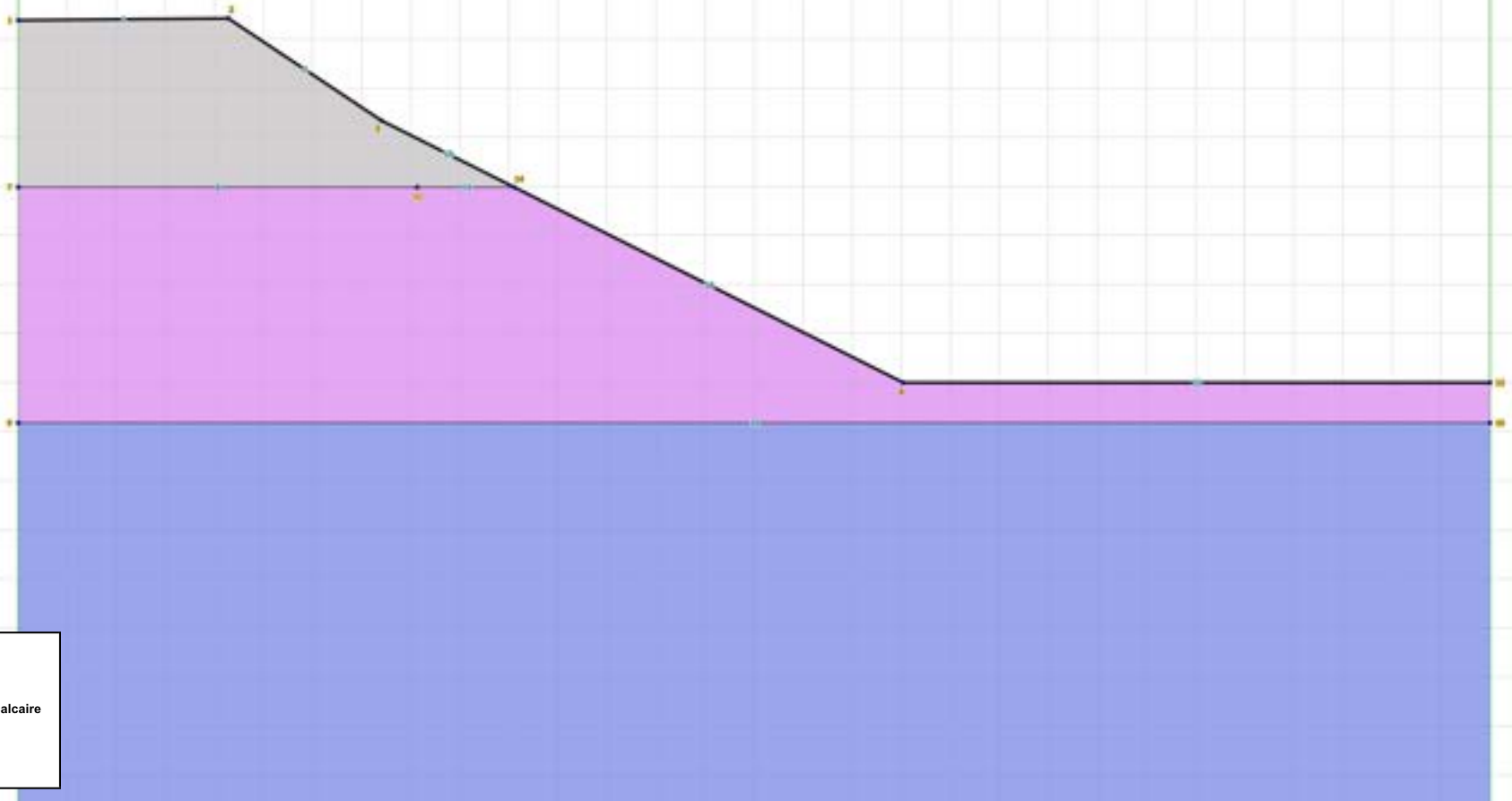
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	307,690	2	2,140	307,710	3	3,700	306,670	6	9,020	304,000	7	0,000	305,990	9	0,000	303,590
10	15,000	303,590	11	4,066	305,990	12	15,000	304,000	14	5,055	305,990						

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	6	7	11	10	9	10	12	6	12	14	11	14	15	14	3
16	14	6																		

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,01	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

1	Remblais
2	Altération calcaire
3	Calcaire



Données de la phase 1

Nom de la phase : Etiage

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Remblais	6	7	11	Altération calcaire
10	9	10	Calcaire	12	6	12	Altération calcaire	14	11	14	Altération calcaire
15	14	3	Remblais	16	14	6	Altération calcaire				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Etiage

Nom de la situation : Etiage

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,000	Γc'	1,000	Γcu	1,000
ΓQ	1,000	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbouton	1,000	Γs3	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 0,500; Y= 304,500

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 10,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 2,140

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,020; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,6474

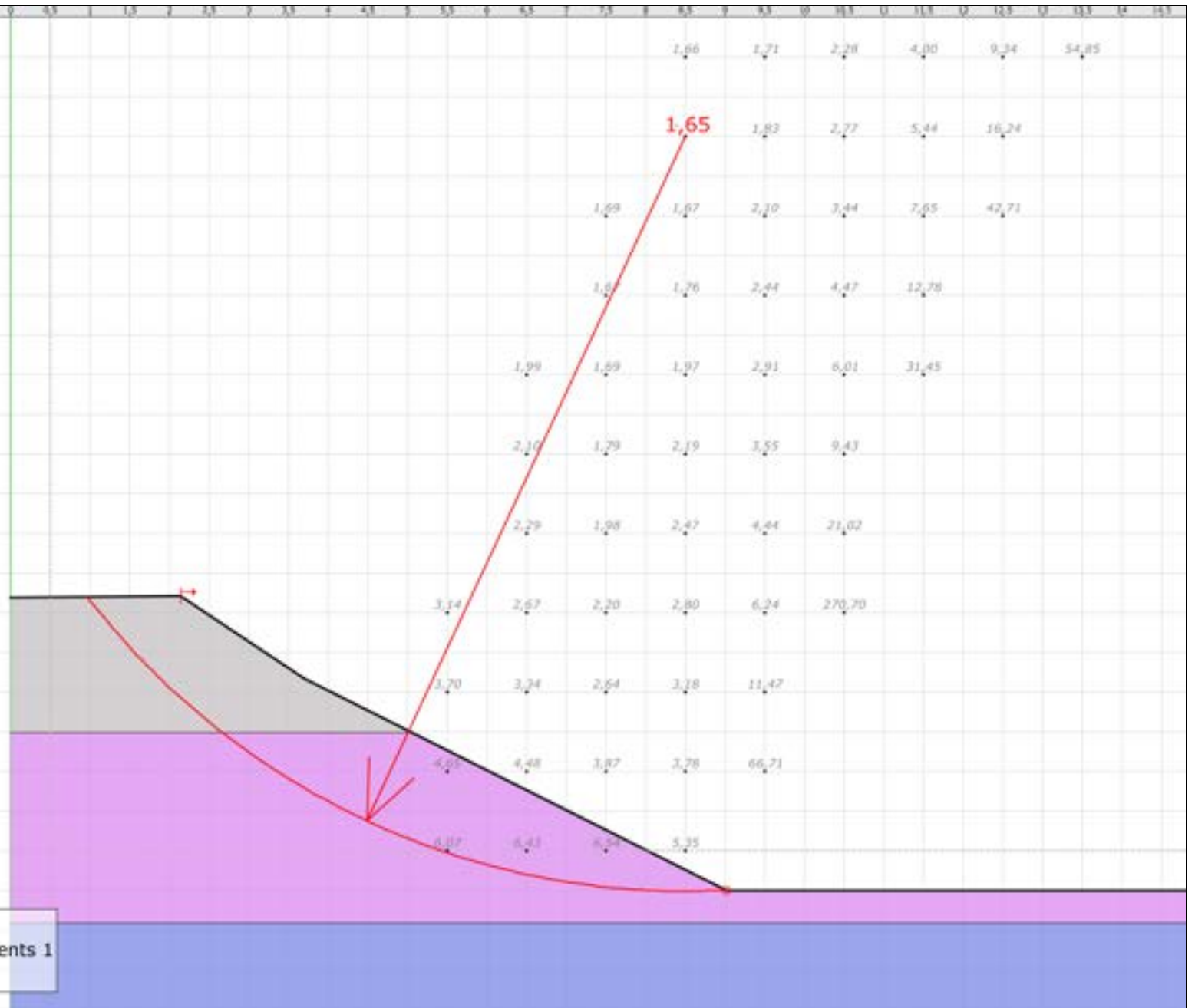
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 246; X0= 8,50; Y0= 313,50; R= 9,51

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,01	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Etiage / Situation : Etiage

1	Remblais
2	Altération calcaire
3	Calcaire

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Coefficients 1
Fmin = 1,6474



Données de la phase 2

Nom de la phase : Exploitation normale

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Remblais	6	7	11	Altération calcaire
10	9	10	Calcaire	12	6	12	Altération calcaire	14	11	14	Altération calcaire
15	14	3	Remblais	16	14	6	Altération calcaire				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle
1	0,000	305,700	0,00	2	15,000	305,700	0,00												

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation normale

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,000	Γc'	1,000	Γcu	1,000
ΓQ	1,000	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbuton	1,000	Γs3	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 0,500; Y= 306,221

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 10,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 2,140

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,020; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,5943

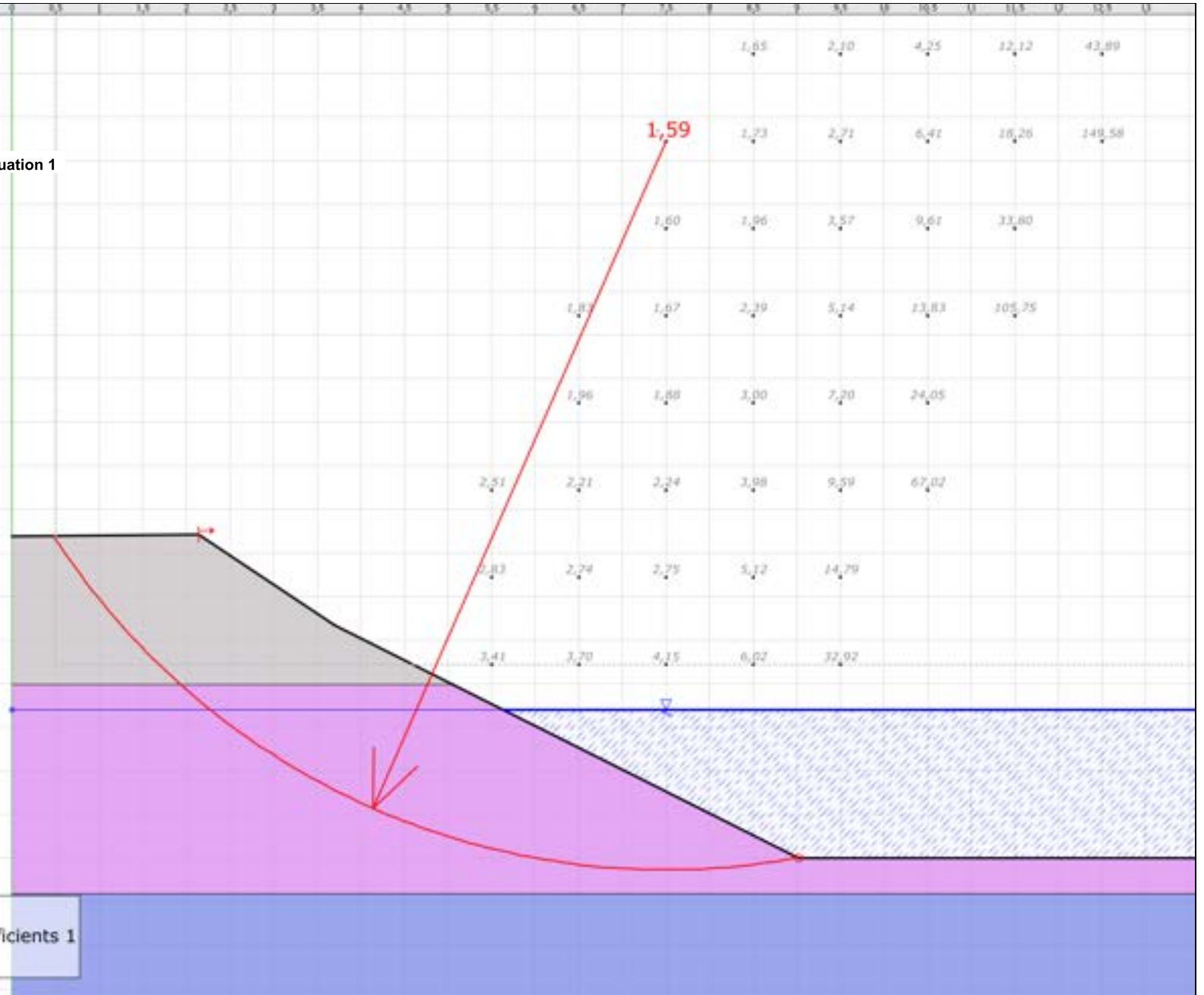
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 166; X0= 7,50; Y0= 312,22; R= 8,36

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,01	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation normale / Situation : Situation 1

1	Remblais
2	Altération calcaire
3	Calcaire

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Coefficients 1
Fmin = 1,5943



Données de la phase 3

Nom de la phase : Exploitation exceptionnelle

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Remblais	6	7	11	Altération calcaire
10	9	10	Calcaire	12	6	12	Altération calcaire	14	11	14	Altération calcaire
15	14	3	Remblais	16	14	6	Altération calcaire				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	306,000	0,00	2	15,000	306,000	0,00									



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 3 nov. 2022 15:32:39
Calcul réalisé par : ESIRIS ASO
Projet : Profil 1 - 1 à 3

Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation exceptionnelle

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Coefficients 1

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ _{min}	1,000	Γ _{s1}	1,000	Γ _{s1}	1,000	Γ _φ	1,000	Γ _{c'}	1,000	Γ _{cu}	1,000
Γ _Q	1,000	Γ _{qsl,clou,ab}	1,000	Γ _{qsl,clou,es}	1,000	Γ _{qsl,tirant,ab}	1,000	Γ _{qsl,tirant,es}	1,000	Γ _{qsl,bande}	1,000
Γ _{pl}	1,000	Γ _{a,clou}	1,000	Γ _{a,tirant}	1,000	Γ _{a,bande}	1,000	Γ _{buton}	1,000	Γ _{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 0,500; Y= 306,500

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20

Incrément sur le rayon : 10,000

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 2,140

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,020; Y= 304,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,6442

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 165; X0= 7,50; Y0= 312,50; R= 8,63

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	18,00	18,00	20,00
φ (°)	24,00	25,00	30,00
c (kPa)	0,01	5,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Exploitation exceptionnelle / Situation : Situation 1

1	Remblais
2	Altération calcaire
3	Calcaire

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Coefficients 1
Fmin = 1,6442

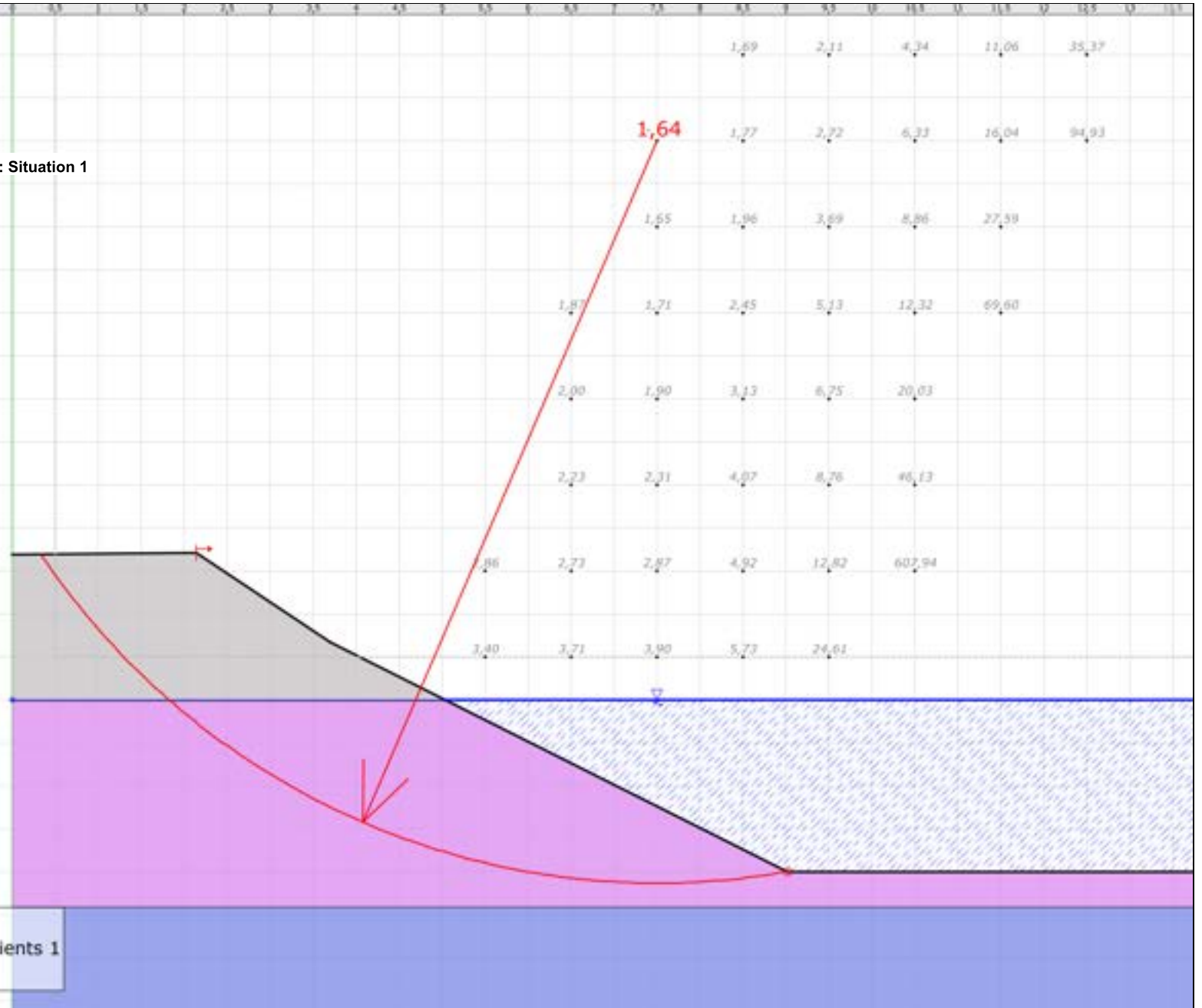
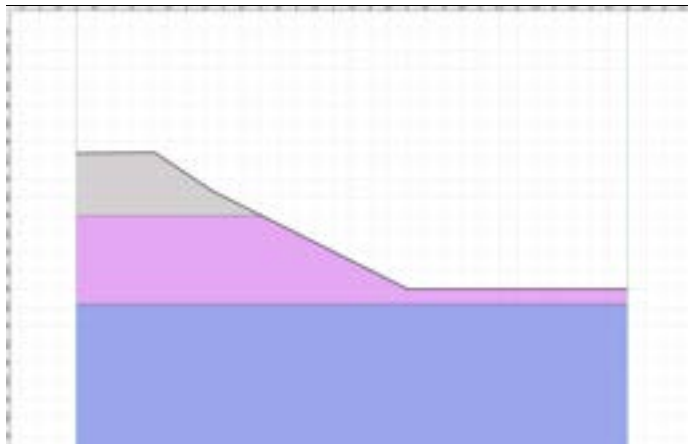
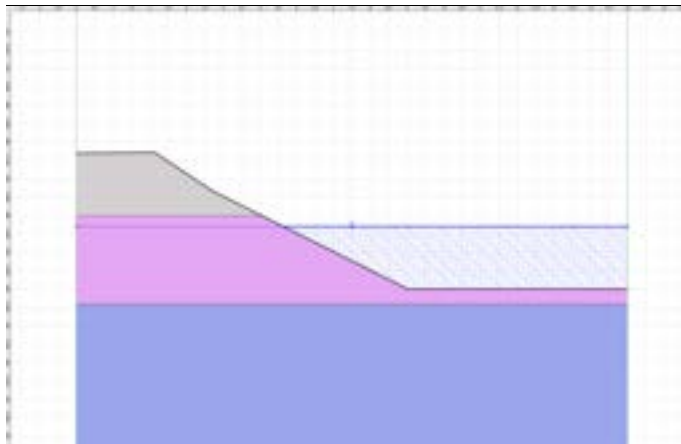


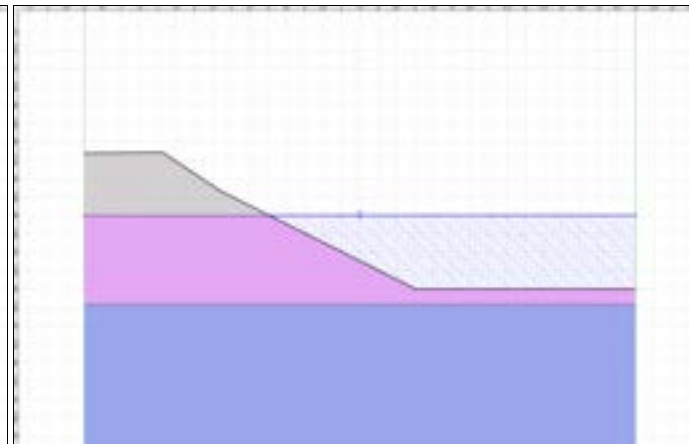
Schéma de phasage



Phase 1: Etiage



Phase 2: Exploitation normale



Phase 3: Exploitation exceptionnelle