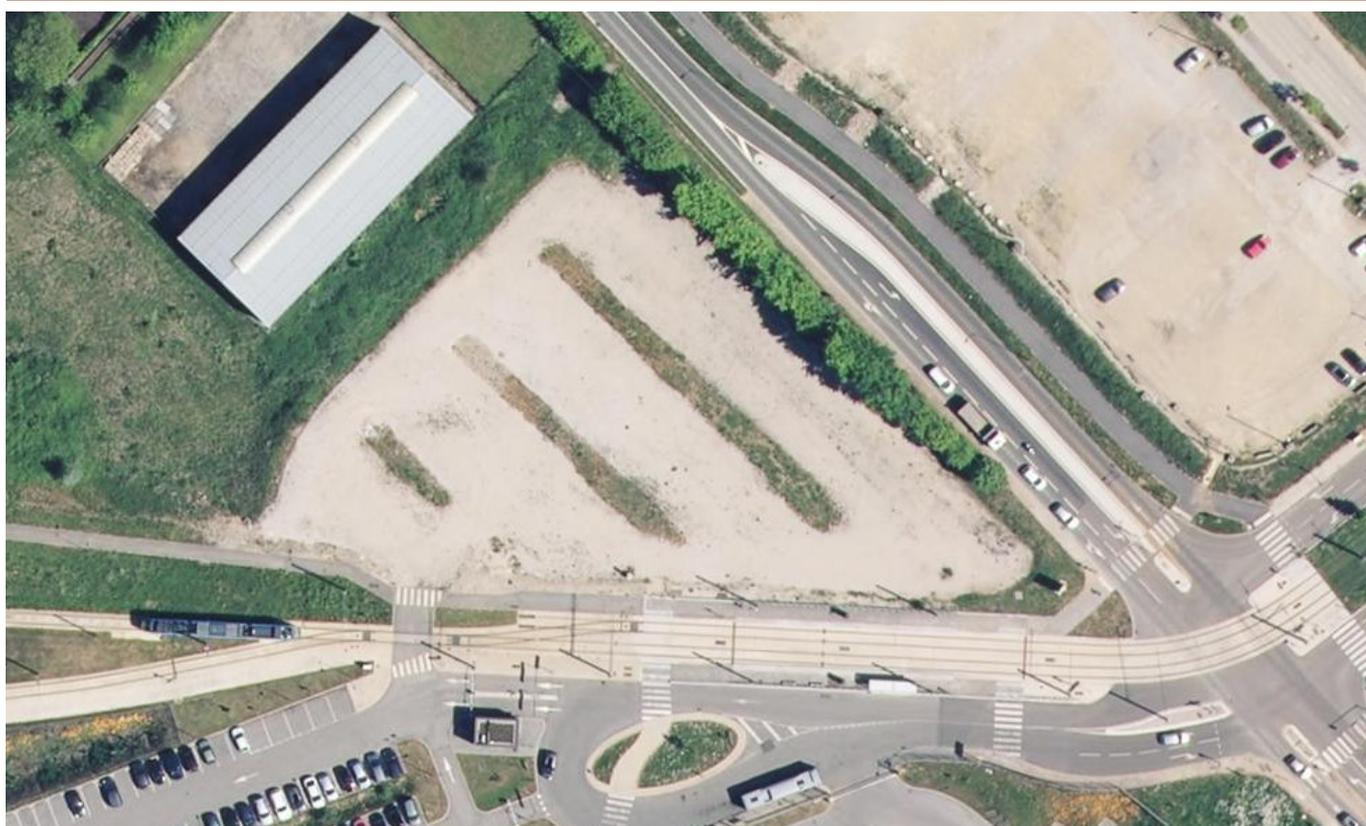


ETUDE GEOTECHNIQUE DE PROJET (Mission G2-PRO)

Aménagement d'un parking de covoiturage - IFPS Rue Laroque

Route de Franois / Rue Ambroise Paré
BESANCON (25 000)



Rapport 2500258 v2 - Mars 2022



Grand Besançon Métropole
Service Grands Travaux
La City - 4, Rue Gabriel Plançon
25 043 BESANÇON Cedex

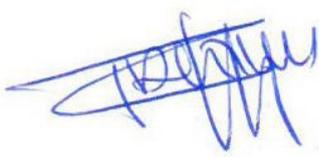
Client

Nom	Grand Besançon Métropole Service Grands Travaux
Adresse	La City – 4, Rue Gabriel Plançon 25 043 BESANÇON Cedex
Interlocuteur	M. SPATOLA Stéphane

ECR Environnement

Coordonnées Agence	Agence de Besançon ZA Sud « Les Prés Chalots » - 3, Rue du Bassin 25 220 ROCHE-LEZ-BEAUPRÉ Tel : 03 81 80 27 10 Mail : besancon@ecr-environnement.com
Responsable de Région	F. COME
Responsable d'agence	A. MARION

Date	Indice	Observation / Modification	Rédacteur	Vérificateur
24/03/2021	0	-	A. MARION	M. FANTINI
31/03/2021	1	Intégration remarques GBM	A. MARION	M. FANTINI
23/03/2022	2	Modification profils	M. FANTINI	A. MARION

Rédacteur	Vérificateur	Contrôle interne
 A. MARION Responsable d'agence	 M. FANTINI Chargée d'affaires	 F. COME Responsable de Région



SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	4
1.1.	OPERATION – INTERVENANTS	4
1.2.	MISSION	4
1.3.	INVESTIGATIONS REALISEES.....	4
1.4.	DOCUMENTS DE REFERENCE	5
2.	SITE ET PROJET	6
2.1.	PLAN DE SITUATION	6
2.2.	DESCRIPTION DU SITE.....	6
2.3.	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	7
2.4.	RISQUES NATURELS	7
2.5.	DESCRIPTION DU PROJET.....	9
3.	RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	12
3.1.	NIVELLEMENT	12
3.2.	LITHOLOGIE	12
3.3.	CARACTERISTIQUES GEOMECANIQUES	13
3.4.	HYDROGEOLOGIE.....	14
3.5.	PERMEABILITE DES SOLS	14
3.6.	DONNEES PARASISMIQUES REGLEMENTAIRES	15
4.	SYNTHESE.....	17
5.	PRECONISATIONS POUR LE-PROJET	18
5.1.	TERRASSEMENTS GENERAUX.....	18
5.2.	MISE EN PLACE DU REMBLAI TECHNIQUE	20
6.	VOIRIES.....	21
6.1.	PARTIE SUPERIEURE DES TERRASSEMENTS (PST).....	21
6.2.	PRE-DIMENSIONNEMENT DE LA COUCHE DE FORME	22
6.3.	CONTROLES.....	23
7.	DIMENSIONNEMENT DU MUR DE SOUTÈNEMENT	24
7.1.	PRINCIPE	24
7.2.	DEFINITION DU MODELE	24
7.3.	METHODES DE CALCULS	27
7.4.	RESULTATS DES CALCULS DE STABILITE	31
8.	DISPOSITIFS DE DRAINAGE	34
9.	OBSERVATIONS	35



ANNEXES

- Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500
- Annexe 2 : Conditions particulières
- Annexe 3 : Plan d'implantation des sondages
- Annexe 4 : Résultats des investigations
- Annexe 5 : Calculs GEOMUR
- Annexe 6 : Calculs TALREN



1. INTRODUCTION

1.1. Opération – Intervenants

Opération : Aménagement d'un parking de covoiturage – IFPS Rue Laroque

Adresse : Route de Franois / Rue Ambroise Paré – 25 000 BESANCON

Maître d'ouvrage et d'œuvre : Grand Besançon Métropole (GBM) – Service Grands Travaux

1.2. Mission

La présente étude a été réalisée par le bureau d'étude ECR Environnement, agence de Besançon, à la demande et pour le compte du Grand Besançon Métropole. Elle honore notre offre de marché public du 29/10/2019.

Il s'agit d'une mission géotechnique de type G2 PRO (projet) au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique jointe en Annexe 1.

L'étude répond aux objectifs suivants :

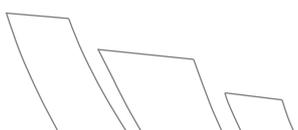
- déterminer les caractéristiques géomécaniques des sols au stade du projet ;
- établir le projet des ouvrages géotechniques (terrassement, drainage, structures sous chaussées et mur de soutènement) en réduisant au mieux les risques géotechniques ;
- définir les conditions de réalisation des ouvrages géotechniques en rapport avec les contraintes géotechniques du site et la définition du projet.
- évaluer les sujétions d'exécution des travaux de terrassements et de fondations liées aux conditions géotechniques du site et aux caractéristiques du projet (terrassements, ...).

1.3. Investigations réalisées

La campagne d'investigations in-situ suivante a été réalisée pour les besoins de l'étude :

- 3 sondages pressiométriques (SP1 à SP3) descendus à 7.0 m de profondeur ;
- 6 essais au pénétromètre dynamique lourd type DPSHB (PN1 à PN6) descendus entre 1.8 m (refus) et 6.0 m de profondeur ;
- 20 puits à la pelle (PU1 à PU20) descendus au refus entre 0.8 et 2.7 m de profondeur ;
- 6 essais d'infiltration à niveau variable en fosse de type MATSUO (MA4, MA5, MA6, MA12, MA18 et MA20) réalisés au droit des fouilles à la pelle mécanique correspondantes.

L'implantation des sondages, les coupes des sondages et les résultats des essais in-situ sont joints en Annexe 3.



1.4. Documents de référence

Les documents suivants nous ont été fournis pour la conduite de l'étude :

- plan projet avec réseaux et cadastre établi par Grand Besançon Métropole daté du 17/09/2019 ;
- plan de situation du projet et localisation de la zone d'étude sur fond de vue aérienne et Streetview ;
- vues en coupe générales du projet établies par Grand Besançon Métropole et datées du 12/09/2019 ;
- vues en coupe du mur de soutènement et hypothèses de calcul établies par Grand Besançon Métropole et datées du 13/11/2020 ;
- plan en élévation du mur de soutènement établi par Grand Besançon Métropole et daté du 11/02/2022.



2. SITE ET PROJET

2.1. Plan de situation

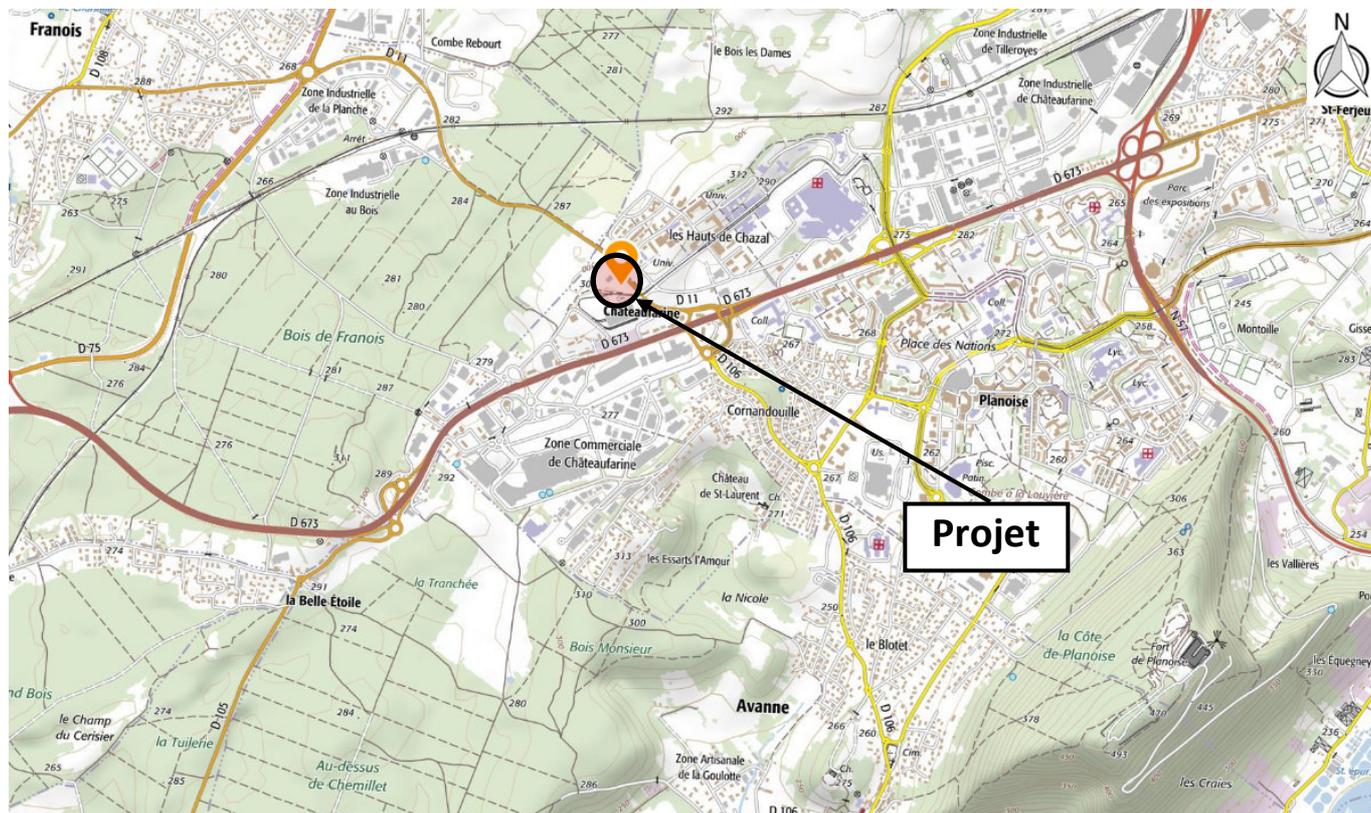


Fig. 1 - Extrait de la carte topographique 1/25 000, Géoportail (IGN)

2.2. Description du site

La zone d'étude est localisée Route de Franois / Rue Ambroise Paré sur la commune de Besançon (25).

Le site correspond actuellement à une parcelle gravillonnée non-exploitée et enherbée pour partie.

Il est délimité par :

- au Nord et à l'Est, un talus puis la route de Franois ;
- au Sud, une voie de tramway ;
- à l'Ouest, un bâtiment.

Le site est globalement en légère pente vers Sud. Son altitude est située entre 291 et 294 m NGF environ.



2.3. Contexte géologique et hydrogéologique

D'après la carte géologique de BESANCON à l'échelle 1/50 000, le sous-sol du site est constitué, sous d'éventuels remblais et formations de couverture, par les calcaires de la Grande Oolithe (j1b).

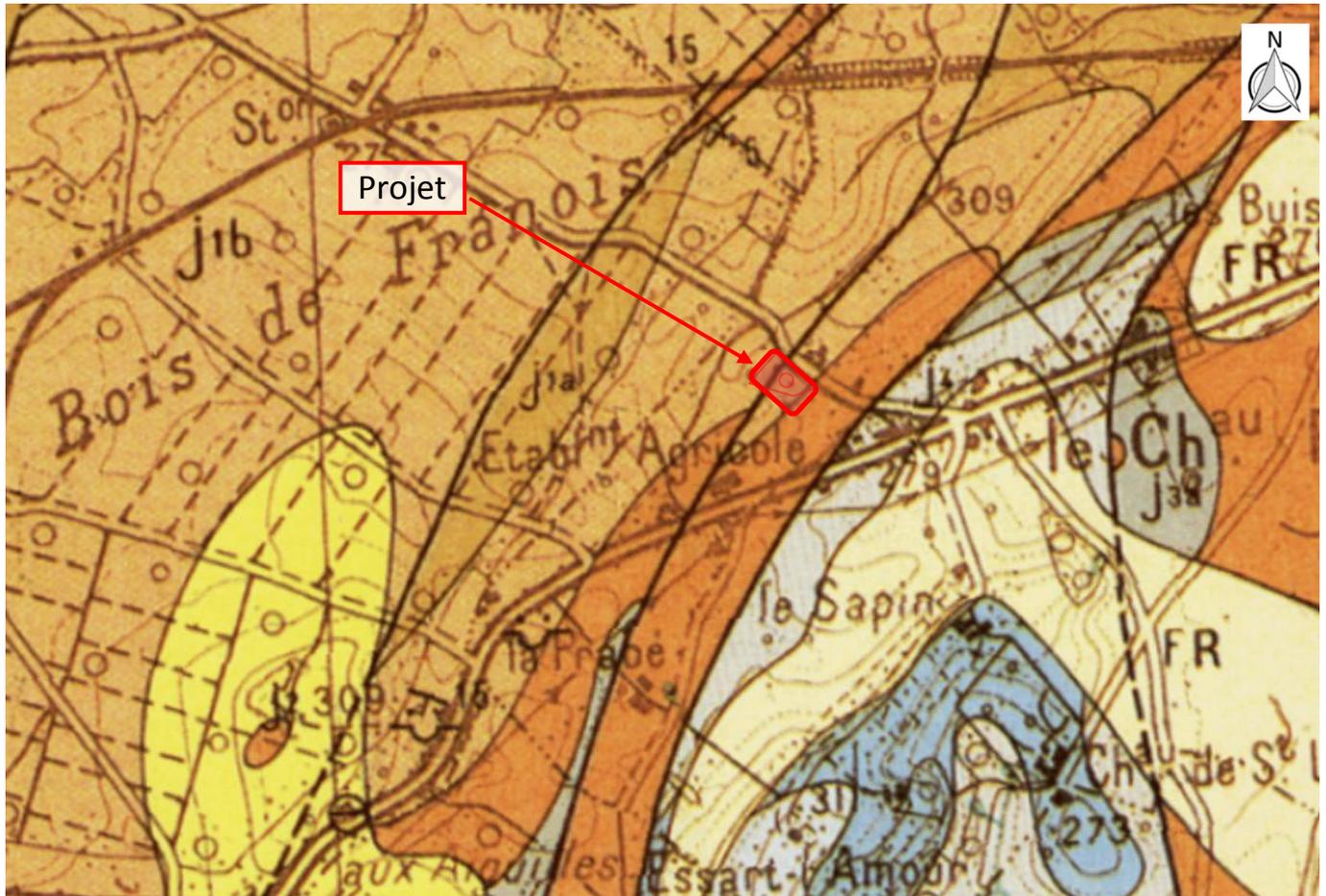


Fig. 2 – Extrait de la carte géologique 1/50 000, Infoterre (BRGM)

D'un point de vue hydrogéologique et d'après la banque de données du sous-sol (BRGM), ces formations ne sont a priori pas le siège d'une nappe à faible profondeur (< 10 m).

2.4. Risques naturels

Sismique (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) :

La commune de Besançon (25) est située en zone de sismicité 3 (aléa modéré).

La catégorie d'importance de l'ouvrage est a priori de classe II. Dans ces conditions, l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 est obligatoire. La classe de l'ouvrage devra être confirmée par le maître d'ouvrage.



Inondations / mouvements de terrains :

D'après le site de prévention des risques majeurs « georisques.gouv.fr », sept arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune de Besançon (25) entre 1982 et 2009 suite à des inondations et des coulées de boue, dont un avec mouvements de terrains en 1999.

La commune de Besançon (25) a fait l'objet d'un Plan de Prévention des Risques Naturels pour l'aléa inondation (PPRI du Doubs central) approuvé le 09/03/2017. Toutefois, le projet est classé en zone blanche, c'est à dire sans prescriptions particulières vis-à-vis du risque d'inondations.

D'après le site du BRGM « infoterre.fr », le site est localisé en zone sans débordement de nappe ni inondation de cave (fiabilité faible).

D'après le site « cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr » du Ministère du Développement Durable, le projet n'est pas localisé en zone soumise à l'aléa glissement de terrains.

Cavités souterraines :

D'après le site « cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr » du Ministère du Développement Durable, 9 indices karstiques sont répertoriés à moins de 500 m de la zone d'étude. Le secteur étudié est par ailleurs cartographié en zone d'aléa effondrement faible.

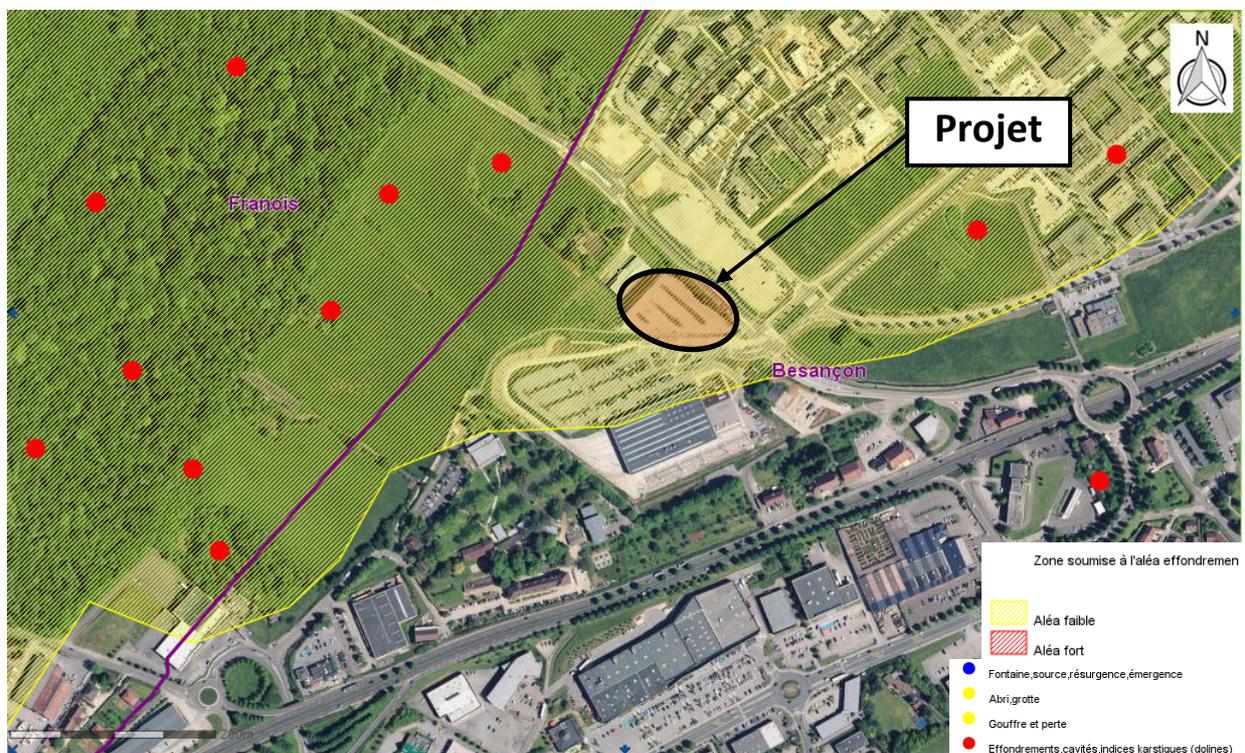


Fig. 3 - Extrait de la carte d'indices karstiques, Cartelie (Ministère du développement durable)



Retrait / gonflement des sols argileux :

D'après le site de prévention des risques majeurs « georisques.gouv.fr », trois arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune de Besançon (25) entre 2003 et 2019 suite à des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

D'après le site du BRGM « infoterre.fr », le site est classé en zone d'exposition moyenne vis-à-vis du risque de retrait / gonflement des sols.

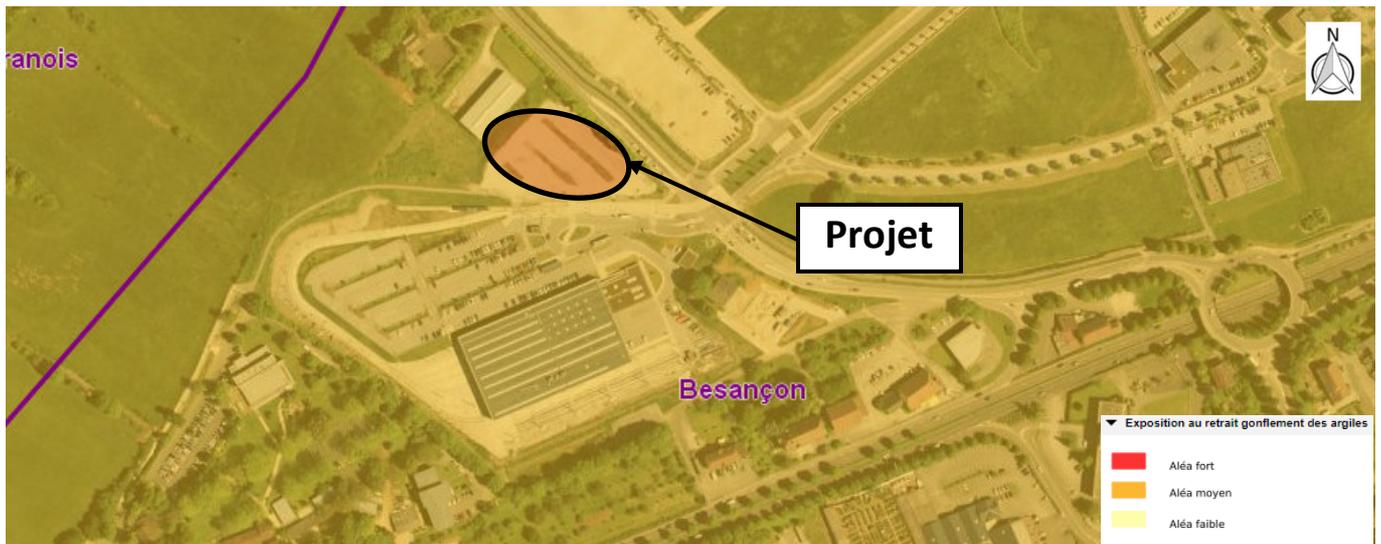


Fig. 4 – Extrait de la carte d'exposition au retrait / gonflement des sols, Infoterre (BRGM)

2.5. Description du projet

Il est prévu le réaménagement de l'espace gravillonné existant en parking de covoiturage.

Il sera constitué d'une partie circulée en enrobés, en périphérie et au centre de laquelle des places de parking en revêtement à grains libres perméables seront créées. Les autres zones seront végétalisées et arborées.

D'après les coupes générales fournies, les terrassements au droit des voiries / parkings se feront intégralement en remblai d'une hauteur maximale de 1 m environ.

En partie Nord-est du parking, un élargissement d'environ 3.5 m de largeur de la Route de Franois est prévu afin de créer une voie et un arrêt de bus, ainsi que le prolongement du trottoir existant. Cet élargissement nécessitera la création d'un mur de soutènement en béton armé en L, positionné entre le parking et la Route de Franois (30 ml et 1.34 m de hauteur vue maximum) au droit du talus existant.



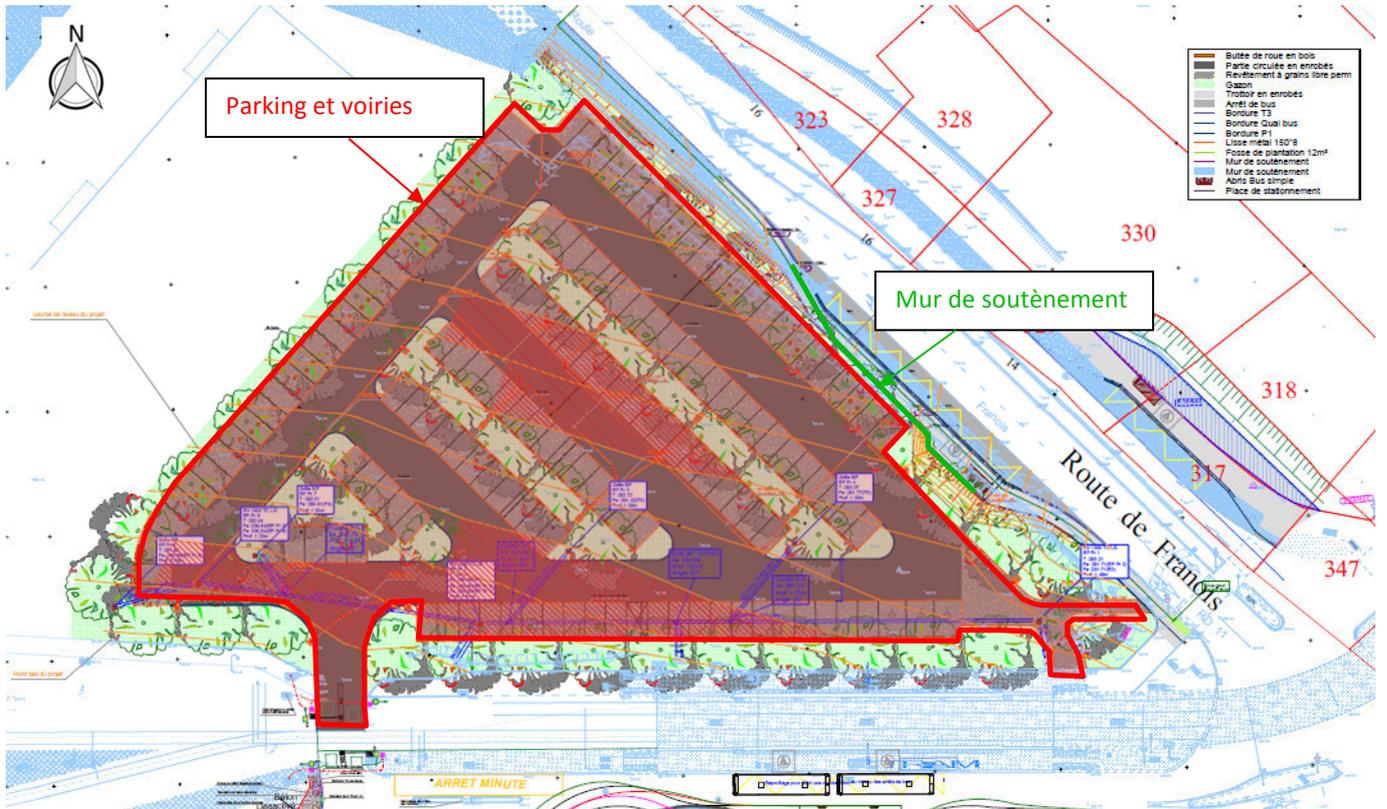


Fig. 5 - Extrait du plan de masse projet, GBM

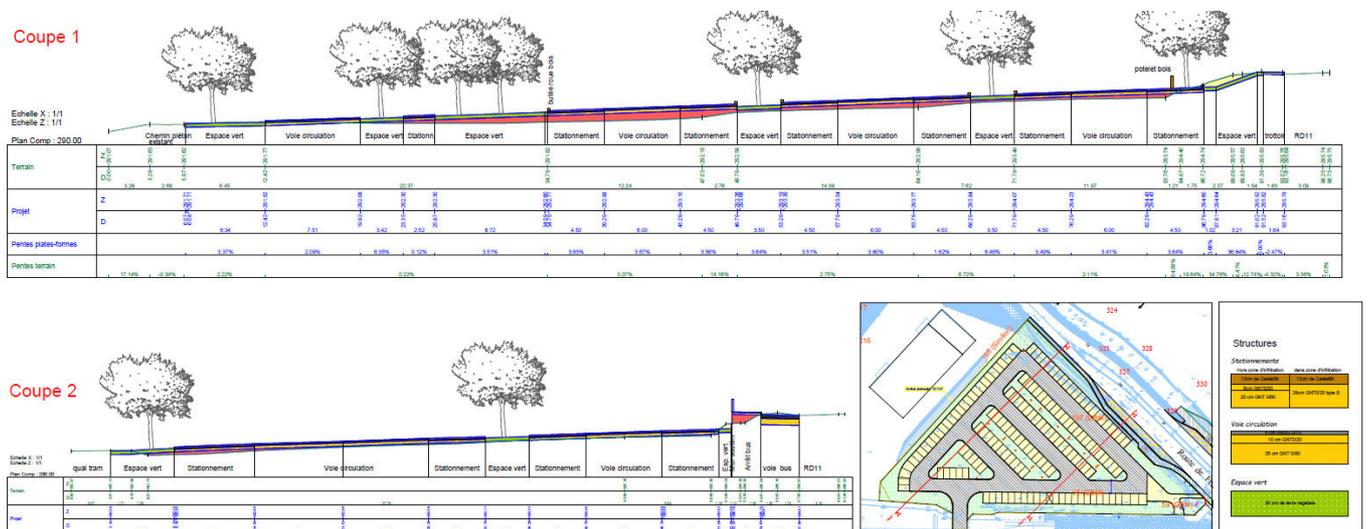


Fig. 6 - Extrait des vues en coupe générales du projet, GBM

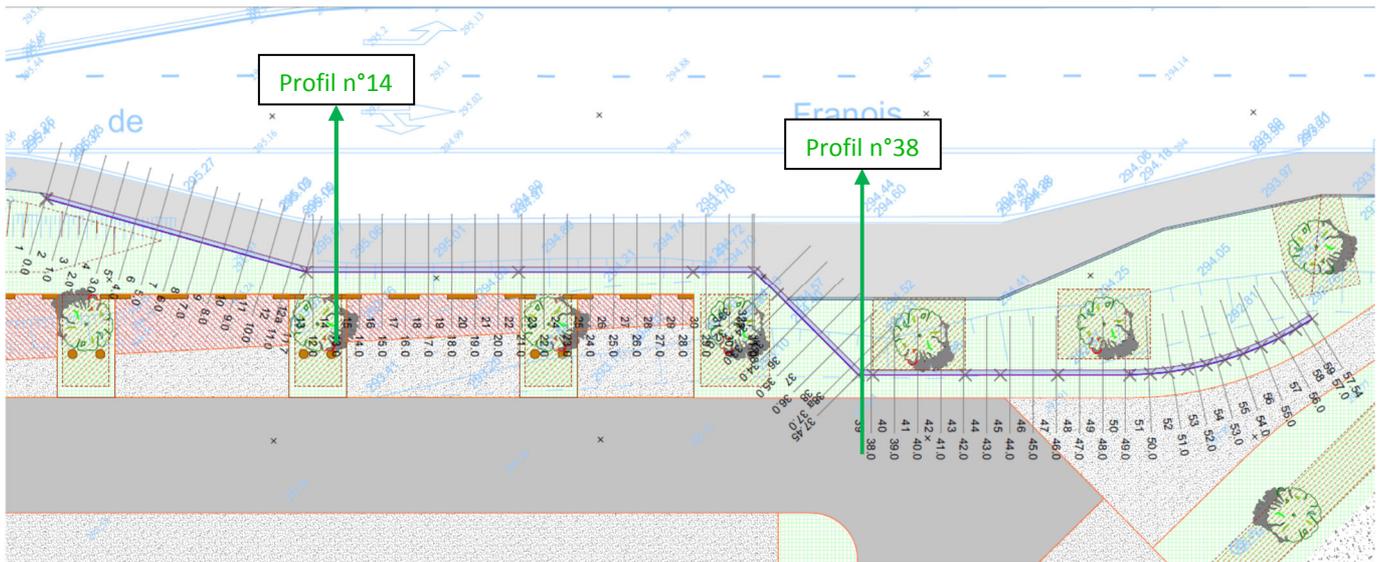
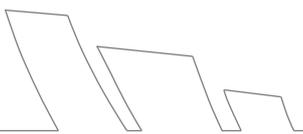


Fig. 7 - Extrait de la vue en plan et position des coupes du mur de soutènement projeté, GBM



3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Nivellement

La position des sondages, des essais et du repère topographique figure sur le plan d'implantation des sondages en Annexe 3.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès, de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance et de la présence des réseaux enterrés et aériens.

Les points de sondages ont été nivelés en prenant comme référence une plaque d'eaux pluviales (cf. Plan d'implantation des sondages). D'après le plan de détection des réseaux fourni, la cote altimétrique de ce point est de 292.08 m NGF.

Les cotes altimétriques des têtes des sondages sont reportées dans le tableau suivant :

Sondage	PU1	PU2	PU3	PU4	PU5	PU6	PU7
Cote (m NGF)	293.74	292.90	292.84	292.98	291.43	291.93	291.95
Sondage	PU8	PU9	PU10	PU11	PU12	PU13	PU14
Cote (m NGF)	291.40	293.53	294.35	293.39	293.35	293.22	292.99
Sondage	PU15	PU16	PU17	PU18	PU19	PU20	PN1
Cote (m NGF)	292.47	292.59	292.89	291.60	291.91	291.80	292.84
Sondage	PN2	PN3	PN4	PN5	PN6	SP1	SP2
Cote (m NGF)	293.77	292.75	291.70	292.38	291.88	294.86	293.52
Sondage	SP3						
Cote (m NGF)	293.19						

3.2. Lithologie

Les coupes des sondages sont jointes en Annexe 3. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au niveau du terrain tel qu'il était lors de notre intervention (septembre 2020).

Les sondages ont permis d'établir la coupe lithologique suivante :

Formation 1 : Formations de couverture

- Terre végétale sur une faible épaisseur : 10 à 20 cm. Uniquement au droit de PU6, PU8 et PU10 ;



- Remblais composés de blocs, graviers et cailloutis calcaires reconnus jusqu'à une profondeur comprise entre 0.2 et 1.8 m/TA (Terrain Actuel) ;
- Ancienne terre végétale située sous les remblais, reconnue uniquement au droit de PU4 et PU5 jusqu'à une profondeur comprise entre 1.3 et 2.0 m/TA.

Ces formations présentent des compacités faibles à élevées, les blocs présents au sein des remblais ayant vraisemblablement entraîné le refus de quelques essais pénétrométriques.

Formation 2 : Argiles

Cette formation est constituée d'argiles brunes à ocres, à graviers et cailloutis calcaires. Elle a été reconnue visuellement sur des épaisseurs très variables selon les sondages, de 0.2 / 1.6 à 0.8 / 4.5 m/TA. Cette formation présente une compacité faible à moyenne et des caractéristiques géomécaniques moyennes.

Formation 3 : Calcaires

Cette formation est constituée de calcaires beiges, à quelques passages décomprimés avec remplissages argileux. Elle a été reconnue visuellement jusqu'au terme de la plupart des sondages entre 1.0 et 7.0 m/TA et présente des caractéristiques géomécaniques très élevées. Il est à noter que certains passages fracturés présentent des caractéristiques géomécaniques moyennes.

Remarque :

Les essais au pénétromètre dynamique ne permettent pas de reconnaître la nature des terrains traversés (essais dits « aveugles ») mais ils permettent de mesurer la compacité des différents horizons rencontrés.

3.3. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques des formations sont reportées dans le tableau suivant :

Formation	Toit (m/TA)	Résistance dynamique de pointe qd (MPa)		Pression limite p _l * (MPa)		Module pressiométrique E _M (MPa)	
		Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi
1 – remblais	0.0	8	> 100 (refus)	-		-	
2 – argiles	0.3 à 0.5	2	8	0.72	0.84	9.4	14.1
3 – calcaires	0.3 à 4.5	> 100 (refus)		0.76*	> 3.00	4.4*	174.4

* Essai effectué dans la partie fracturée des calcaires



3.4. Hydrogéologie

Au moment de nos investigations (septembre 2020), aucune venue d'eau n'a été rencontrée au droit des fouilles à la pelle mécanique, et aucune venue d'eau n'a pu être mise en évidence au droit des sondages pressiométriques compte tenu de la méthode de foration employée avec injection d'eau.

Toutefois, il est vraisemblable que le site soit caractérisé par des venues / circulations d'eau :

- parasites et aléatoires au sein des formations de couverture (formation 1) ;
- aléatoires et ponctuelles dans les passées les plus perméables des argiles (formation 2) ;
- au toit et / ou dans les passées fracturées / karstifiées des calcaires (formation 3).

Ces venues sont d'autant plus importantes après des périodes de précipitations.

Remarque importante :

Le niveau piézométrique d'une nappe est directement influencé par les conditions météorologiques, l'environnement et la perméabilité de l'aquifère. Ce qui peut se traduire par des remontées lors des périodes d'apport ou au contraire conduire à des baisses à la suite de périodes déficitaires.

3.5. Perméabilité des sols

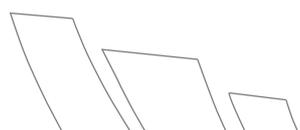
Dans le cadre de la campagne d'investigation, six tests d'infiltration par la méthode de la fosse à niveau variable (essai MATSUO) ont été réalisés au droit des sondages à la pelle PU4 à PU6, PU12, PU18 et PU20 dans les argiles (formation 2) et pour partie au toit des calcaires (formation 3).

Les résultats de ces essais sont consignés dans le tableau suivant :

Essai	Sondage	Profondeur (m/TA)	Formation	Perméabilité K (m/s)
MA4	PU4	1.90 à 2.65	2 – argiles	3.10^{-5}
MA5	PU5	1.65 à 2.20	2 – argiles	1.10^{-5}
MA6	PU6	0.69 à 1.65	2 – argiles	8.10^{-5}
MA12	PU12	1.11 à 1.80	2 – argiles	3.10^{-6}
MA18	PU18	0.80 à 1.22	2 – argiles Toit des calcaires (F3) 5 cm	6.10^{-4}
MA20	PU20	0.80 à 1.80	2 – argiles Toit des calcaires (F3) 20 cm	2.10^{-5}

Les procès-verbaux de ces essais d'infiltration sont présentés en Annexe 4.

Les valeurs de perméabilité mesurées dans les argiles (formation 2) et les calcaires (formation 3) caractérisent des terrains peu à moyennement perméables.



À titre d'information, le tableau suivant présente les valeurs caractéristiques des perméabilités usuelles en milieu saturé :

K (m/s)	Type de matériaux	Niveau de perméabilité
$1 > k > 10^{-2}$	Graviers sans éléments fins	Très perméable
$10^{-2} > k > 10^{-4}$	Sables grossiers, graviers sableux sans éléments fins	Perméable
$10^{-4} > k > 10^{-6}$	Sables moyens à fins, limons peu argileux, lœss	Peu perméable
$10^{-6} > k > 10^{-8}$	Sables argileux, roche altérée à fracturée	Très peu perméable
$k < 10^{-8}$	Argiles homogènes, roche non fracturée	Quasi imperméable

3.6. Données parasismiques réglementaires

Selon la norme EC8, les principales données parasismiques déduites des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

Données parasismiques réglementaires	
Zone de sismicité	Zone 3 – aléa modéré
Accélération	$a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$
Classe de sol	A à E (localement en PN2, PN3 et PN6)
Coefficient de sol S	1.0 (A) à 1.8 (E)
Coefficient d'importance γ_I	1.0 (pour ouvrage de classe II)

La classe de l'ouvrage devra être confirmée par le maître d'ouvrage.

Sur la base de ces hypothèses, l'Eurocode 8 et le décret du 26 octobre 2011 fixent les valeurs suivantes :

- $a_g = \gamma_i \times a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$;
- $S = 1.0$ (paramètre de sol pour un sol de classe A).

Selon la norme NF EN 1998-1 (Eurocode 8 – Partie 5), les coefficients sismiques K_h (horizontal) et K_v (vertical) pour les ouvrages de soutènement sont calculés de la façon suivante :

- $k_h = \frac{S}{r} \times (\gamma_i \times \frac{a_{gr}}{g})$;
- $k_v = \pm 0.5 \times k_h$.



Avec :

S : paramètre caractéristique de la classe de sol défini dans l'EN 1998-1 (ici, $S = 1$ pour un sol de classe A au droit du mur) ;

r : facteur de sécurité fonction du type d'ouvrage de soutènement (souple ou rigide) : le mur de soutènement en béton armé est dans le cas présent un ouvrage rigide, il est fixé à $r = 1$;

Y_i : coefficient d'importance de l'ouvrage ;

a_{gr} : accélération de référence (m/s^2) ;

g : accélération de la pesanteur (m/s^2).

Avec $S = 1$ et $r = 1$, les valeurs sont obtenues sont les suivantes :

Classe de sol	k_h	k_v	
		Pesant	Allégeant
A	0.11	0.055	- 0.055



4. SYNTHÈSE

Contexte géotechnique :

- formations de couverture (formation 1) de compacité hétérogène faible à très élevée jusqu'à 0.20 / 1.80 m/TA ;
- argiles (formation 2) de caractéristiques géomécaniques faibles à moyennes jusqu'à 0.80 / 2.65 m/TA ;
- calcaires (formation 3) de caractéristiques géomécaniques moyennes à très élevées au-delà ;
- aucune venue d'eau reconnue lors des investigations (septembre 2020) ;
- zone de sismicité 3 (aléa modéré).

Éléments importants à prendre en compte pour le projet :

- présence de remblais (formation 1) caillouteux et blocailleux sur la quasi-totalité du site ;
- variation locale importante de l'altimétrie du toit des calcaires (formation 3) ;
- nature argileuse des formations jusqu'à une profondeur comprise entre 0.8 et 4.5 m/TA ;
- calcaires (formation 3) décomprimés par endroits, avec veines argileuses de remplissage.

Orientations à prendre en compte pour le projet :

- mur béton armé en « L » ancré dans les argiles (formation 2) dans sa partie Sud et dans les calcaires (formation 3) dans sa partie Nord ;
- mise en œuvre d'un remblai technique à l'arrière du mur de soutènement et servant pour l'élargissement du trottoir, fermé en tête par une couche de réglage sous trottoir ;
- mise en œuvre de la voie de bus au droit du remblai routier actuel après décapage préalable et réalisation d'une couche de forme granulaire ;
- parkings et voiries mis en œuvre sur une couche de forme granulaire épaisse après préparation soignée de la plateforme.



5. PRECONISATIONS POUR LE-PROJET

5.1. Terrassements généraux

5.1.1. Principe

Compte tenu de la morphologie du site et du projet envisagé, les terrassements relatifs au projet nécessiteront :

- des terrassements en déblais de faible amplitude au droit du remblai routier existant ;
- des terrassements en remblais pouvant atteindre 2.3 m de hauteur pour la mise en œuvre du remblai d'intrados du mur faisant office de remblai d'élargissement ;
- des terrassements provisoires en déblais pouvant atteindre 1.5 m de hauteur pour insérer la semelle de fondation du mur en « L » au droit du talus existant.

Pour la réalisation du parking (voiries et places de stationnement), nous rappelons qu'un remblaiement pouvant atteindre environ 1 m de hauteur est prévu. Après décapage de la terre végétale (formation 1) et d'une partie des remblais (formation 1), le fond de forme se situera soit dans les remblais (formation 1), soit dans les argiles (formation 2), soit dans les calcaires (formation 3).

5.1.2. Conditions de terrassement

Compte tenu du caractère rocheux de la formation 3 et de la présence de blocs dans les remblais (formation 1), les terrassements seront réalisés au moyen d'une pelle mécanique puissante assistée d'un BRH (Brise Roche Hydraulique) et / ou d'un dérocteur. Nous attirons votre attention sur le fait que ces techniques gèrent d'importantes vibrations. Toutes les précautions seront prises afin de ne pas générer de désordres sur les constructions avoisinantes.

Les matériaux de la formation 2 sont argileux et possèdent donc une matrice sensible à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables pour permettre la circulation des engins sans détériorer la plateforme. Compte tenu de cette sensibilité à l'eau des sols, il faudra vraisemblablement envisager un reclassement d'arase au droit des argiles (formation 2).

5.1.3. Talutages

Il est rappelé qu'il est prévu des terrassements en déblai sur une hauteur de 1.5 m maximum environ.

En phase provisoire, pour une hauteur maximale de 1.5 m, hors d'eau et hors mitoyenneté, les pentes maximales des talus provisoires seront de 1/1 (1 de base pour 1 de hauteur), à adapter si nécessaire en fonction de la tenue des terrains lors de l'ouverture des terrassements.



Les dispositions suivantes devront être respectées :

- limiter la durée d'ouverture des excavations ;
- collecter les eaux en amont des talus (cunettes, fossés, ...) et les évacuer vers un exutoire adapté ;
- éviter tout dépôt de matériel ou circulation d'engins de chantier en crêtes de talus ;
- protéger les talus provisoires des intempéries par des bâches en polyane soigneusement fixées ;
- garder une banquette minimale de 2.0 m entre la tête des talus et les avoisinants.

5.1.4. Préparation des plateformes (voiries et parkings / assise du mur)

Il conviendra de purger :

- les remblais (formation 1) de mauvaise qualité ;
- les éventuelles poches de matériaux médiocres, foisonnés ou décomprimés ;
- les gros blocs présents en fond de fouille pouvant créer un phénomène de point dur ;
- les éventuels matériaux évolutifs.

Le rattrapage éventuel des cotes du projet devra être réalisé avec des matériaux granulaires, durs, bien triés, insensibles à l'eau (matériaux type D3, R21, R61, ou équivalent) et soigneusement compactés par couches selon les recommandations du GTR2000.

Compte tenu des bonnes caractéristiques des remblais existants (formation 1) et de leur nature granulaire et sans éléments anthropiques / putrescibles, ces matériaux pourront être conservés en fond de forme sous réserve de contrôler leur portance en phase chantier.

Certaines des formations en place peuvent être sensibles à l'eau (formation 2 ; argiles de décalcification des calcaires), il est donc recommandé de :

- réaliser les terrassements en situation météorologique favorable ;
- terrasser la dernière couche en rétro sans faire évoluer d'engins sur la pleine masse ;
- régler la plateforme avec des pentes suffisantes pour faciliter l'évacuation des eaux ;
- mettre en œuvre les couches de forme à l'avancement des terrassements ;
- fermer les plateformes en cas d'épisode pluvieux (le cas échéant, la protéger par la mise en place de bâches en polyane).

5.1.5. Drainage en phase chantier

Les terrassements ne devraient vraisemblablement pas recouper de venues d'eau importantes. Toutefois, il est rappelé que les sols présents en partie supérieure des terrassements peuvent être sensibles à l'eau.

Dans ces conditions, il faudra prévoir des dispositions pour garder les plateformes au sec à tout moment du chantier (pentes, collecte et évacuation des eaux en dehors de la parcelle, pompage léger...) pour limiter l'exposition des voies d'accès et des plateformes aux intempéries.



5.2. Mise en place du remblai technique

5.2.1. Principe

Le remblai technique aura une épaisseur d'environ 0.0 à 2.3 m et supportera le trottoir. Il fera également office de remblai d'intrados du mur de soutènement.

Le remblai sera constitué de matériaux granulaires, durs, insensibles à l'eau et soigneusement compactés (0/100 mm classés D3, R2, ou équivalent), drainants ($D_{10} > 1$ mm) et non gélifs. Les matériaux seront conformes à la classification GTR2000. Les fiches matériaux devront être fournies avant le démarrage du chantier.

Le remblai technique sera dressé avec une pente maximale de 3/2 (3 de base pour 2 de hauteur) en phases provisoire et définitive. Le phasage du chantier devra permettre de réceptionner par essais à la plaque le remblai technique avant mise en œuvre de la couche de forme / réglage.

5.2.2. Mise en œuvre du remblai technique

La réalisation du remblai technique nécessitera les dispositions suivantes :

- préparer soigneusement la plateforme (Cf. chapitre 5.1.4) ;
- mettre en place un géotextile à l'interface entre le fond de forme et le remblai technique afin d'assurer un rôle anticontaminant (hormis sur fond de forme constitué de calcaires sains) ;
- mettre en place les matériaux par couches successives conformément aux prescriptions du GTR2000, l'épaisseur de chacune des couches du remblai ne dépassera pas les valeurs indiquées dans les recommandations du GTR2000, en tenant compte de la classe de sol et du type d'engin de compactage ;
- contrôler régulièrement la portance et la qualité du remblai par des essais de chargement à la plaque au minimum tous les 0.5 m ;
- contrôler le remblai technique finalisé à l'aide d'essais au pénétromètre dynamique et d'essais de chargement à la plaque.

5.2.3. Contrôle du remblai technique

La structure du remblai sera contrôlée en cours de réalisation par des essais de chargement à la plaque réalisés selon le mode opératoire du LCPC. En fonction des objectifs, les critères de réception à atteindre seront les suivants :

Corps du remblai :

- $EV2 > 30$ MPa ;
- $EV2/EV1 < 2.2$.

Tête du remblai (trottoir) :

- $EV2 > 50$ MPa ;
- $EV2/EV1 < 2$.



6. VOIRIES

6.1. Partie supérieure des terrassements (PST)

6.1.1. Classes de plateforme

Après préparation de la plateforme (cf. chapitre 5.1.4.), le fond de forme se situera :

- soit dans les remblais existants (formation 1) ;
- soit dans les argiles (formation 2) ;
- soit dans les calcaires (formation 3).

À noter que les matériaux constitutifs de la formation 2 sont sensibles à l'eau et peuvent donc perdre facilement leur portance.

Il conviendra donc de réaliser les terrassements en situation météorologique favorable, de contrôler la teneur en eau de la PST et de valider l'homogénéité et la qualité du fond de forme au moment des travaux.

En première approche et compte tenu de la nature des matériaux au moment des reconnaissances, on peut estimer, sans drainage ni amélioration, que la PST se situera au moment des travaux :

- entre une PST n°3 AR1 et une PST n°3 AR2 pour un fond de forme dans les remblais (formation 1) ;
- entre une PST n°0 AR0 et une PST n°1 AR1 pour un fond de forme dans les argiles (formation 2) ;
- sur une PST n°6 AR3 pour un fond de forme dans les calcaires (formation 3) ou en sommet de remblai technique d'élargissement.

Ces classes de plateforme ont été estimées à partir de corrélations entre les résistances en pointe q_d et le module EV2 du sol support. Sont donc attendues au niveau des arases des futures chaussées les portances P_s suivantes :

- remblais (formation 1) : $P_s = 50$ MPa (arase AR2, hormis au niveau de PN4 où il est attendu une arase AR1 avec $20 < P_s < 50$ MPa) ;
- argiles (formation 2) : $20 < P_s < 50$ MPa (arase AR1) et plus localement $P_s < 20$ MPa (arase AR0) ;
- calcaires (formation 3) ou sommet de remblai technique d'élargissement : $120 < P_s < 200$ MPa (arase AR3).

6.1.2. Reclassement d'arase (formation 2)

Afin de pouvoir procéder à la mise en œuvre d'une couche de forme et obtenir une plateforme de type PF2 pour le parking de covoiturage et PF2+ pour la chaussée de la Route de Franois, il sera nécessaire de requalifier les arases de type PST n°0 AR0 et PST n°1 AR1 a minima en arase de type PST n°2 AR1 attendues sur fond forme constitué des argiles (formation 2).



Pour une arase de type PST n°0 AR0, le reclassement d'arase consistera en la réalisation d'une purge de l'arase sur 0.30 m minimum puis substitution par des matériaux granulaires propres et insensibles à l'eau.

Pour une arase de type PST n°1 AR1, de simples dispositifs de drainage ne sont pas suffisants pour reclasser la PST (matériaux du sol support peu perméables). Il conviendra donc de réaliser également un purge et substitution avec des matériaux granulaires propres et insensibles à l'eau sur une épaisseur minimale de 0.30 m.

À noter que l'arase pourra être classée PST n°3 AR2 dans le cas où les aménagements du projet prévoient des dispositions constructives de drainage à la base de chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettant d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST. Nous donnons donc également, à titre indicatif dans la partie suivante, les épaisseurs de couche de forme à mettre en œuvre dans le cas d'une telle arase (à valider par le maître d'œuvre dans la suite du projet, une fois les dispositions de drainage définies).

6.2. Pré-dimensionnement de la couche de forme

La couche de forme sera :

- mise en œuvre sur un géotextile anti contaminant (pas nécessaire en sommet de remblai technique et sur fond de forme constitué de calcaires) ;
- compactée par couches selon les recommandations pour les terrassements routiers du guide technique "Réalisation des remblais et des couches de forme" du SETRA/LCPC édition 2000 avec contrôles impératifs par couches.

La couche de forme sera réalisée en matériaux drainants, insensibles à l'eau et non gélifs, chimiquement inertes, et dont les principales caractéristiques sont :

- matériaux granulaires type D3, R21, R61 suivant GTR ou équivalent, bien graduées ;
- passant à 80 µm inférieur à 12% ;
- dur et non gélif (LA/MDE<45) ;
- VBS < 0.1.

Les épaisseurs de couche de forme à mettre en œuvre pour obtenir les objectifs de portance souhaités sont :

Plateforme visée	Epaisseur théoriques de couche de forme			
	Arase de type PST n°2 AR1 Argiles (formation 2) avec reclassement d'arase	Arase de type PST n°3 AR1 Argiles (formation 2) avec reclassement d'arase et drainage Remblais (formation 1) localement	Arase de type PST n°3 AR2 Remblais (formation 1)	Arase de type PST n°6 AR3 Calcaires (formation 3) Remblai technique
PF2 (EV2 > 50 MPa) Parking	40 cm sur géotextile	20 cm sur géotextile	Réglage 20 cm sans géotextile	Réglage 10 à 20 cm sans géotextile
PF2+ (EV2 > 80 MPa) Route de Franois	50 cm sur géotextile	40 cm sur géotextile	Réglage 30 cm sans géotextile	Réglage 20 cm sans géotextile



Remarque importante :

Les épaisseurs indiquées ci-dessus intègrent uniquement le dimensionnement mécanique de la couche de forme. La vérification vis-à-vis du gel pourrait conduire à des épaisseurs de couche de forme nécessaire à la protection de l'arase plus importante.

6.3. Contrôles

La portance de la couche de forme devra être contrôlée par des essais à la plaque suivant le mode opératoire du LCPC. Les critères de réception de la plateforme à atteindre sont :

Voirie légère PF2 :

- $EV2 > 50 \text{ MPa}$;
- $EV2/EV1 < 2.2$.

Voirie lourde PF2+ :

- $EV2 > 80 \text{ MPa}$;
- $EV2/EV1 < 2.2$.

En phase chantier, une planche d'essai permettra de valider l'ensemble des hypothèses avec les valeurs EV2 du fond de fouille, les matériaux mis en place et les moyens de compactage retenus.



7. DIMENSIONNEMENT DU MUR DE SOUTÈNEMENT

7.1. Principe

Dans le cadre du projet, il est prévu de réaliser un mur de soutènement de 30 ml, d'une hauteur vue pouvant atteindre 1.50 m à son maximum.

Pour le calage de la tête du mur (dessus de parapet), nous avons considéré les altitudes en m NGF données dans le document de vue en plan du projet phase PRO fourni par le GBM (Cf. paragraphe 1.4 – Documents de référence).

7.2. Définition du modèle

7.2.1. Localisation des coupes

Le dimensionnement du soutènement a été réalisé suivant les deux coupes suivantes :

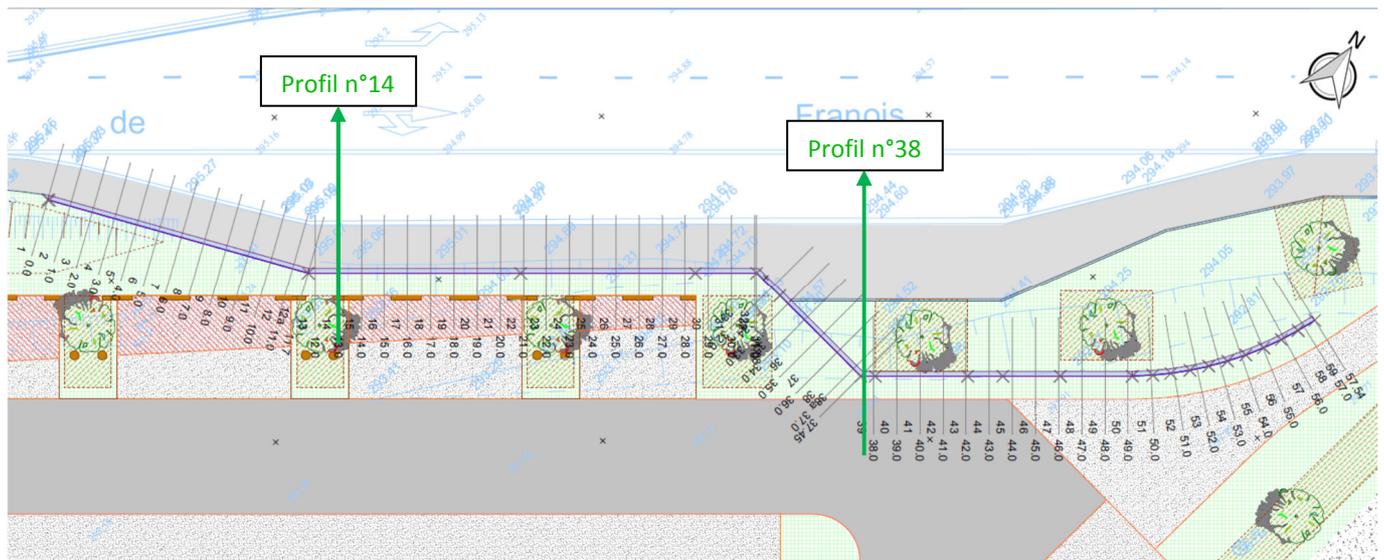
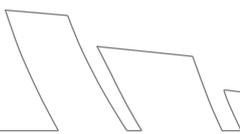
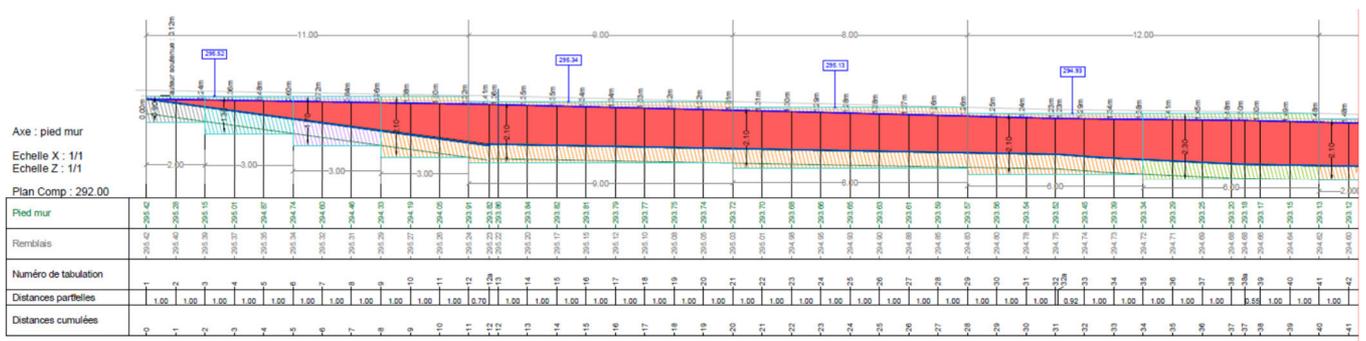


Fig. 8 - Localisation sur le plan du projet des 2 coupes type étudiées, GBM



7.2.2. Coupes types

Les 2 coupes types étudiées du mur de soutènement ont été dessinées avec les cotes présentes dans le document « Plan élévation » fourni par GBM.

Elles correspondent à la hauteur maximale de hauteur vue du mur et le plus proche de la surcharge routière.

7.2.3. Modèle géomécanique

Le modèle géomécanique a été établi sur la base de la géologie, des caractéristiques mécaniques des sols issues des sondages pressiométriques et des fouilles à la pelle mécanique.

Pour la définition des paramètres de sol, il est proposé d'appliquer la corrélation suivante pour la détermination de l'angle de frottement interne (en degré) d'un matériau propre granulaire à partir de la pression limite p_l^* :

$$(\varphi') = 24 + 13.3 \times \log \frac{p_l^*}{0.25} \text{ (avec } p_l \text{ exprimé en MPa)}$$

L'angle de frottement interne des sols fins est par ailleurs estimé par expérience et à partir de l'indice de plasticité IP estimé au regard de la nature des terrains et des enregistrements de paramètres de forage :

$$\tan(\varphi') = \frac{15}{IP + 20}$$

La cohésion non drainée des sols fins peut également être appréciée par corrélation à partir de la relation de Baguelin et Jezequel :

$$C_u \text{ (bars)} = 0.21 \cdot p_l^{0.75} \text{ (avec } p_l \text{ exprimé en bars)}$$

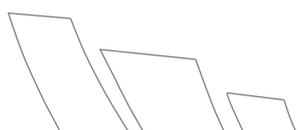
Classiquement, il est admis qu'un rapport de 10 existe entre la cohésion effective c' et la cohésion non drainée C_u .

Les hypothèses géotechniques retenues pour les calculs sont donc les suivantes :

Formations	Caractéristiques pressiométriques		Caractéristiques géomécaniques			
	p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	α	γ (kN/m ³)	φ' (kN/m ³)	C' (kPa)
1 – remblais	-	-	0.5	17	25	0
2 – argiles	0.77	11.0	0.67	18	25	10
3 – calcaires	2.20	17.7	0.67	21	45	80

7.2.4. Conditions hydrauliques

Compte tenu des résultats des sondages et des essais in-situ (aucune venue d'eau et/ou nappe rencontrée jusqu'au terme des sondages), nous n'avons pas pris en compte de nappe dans l'environnement de l'étude. Dans ces conditions, aucune cote piézométrique n'a été retenue pour les calculs de dimensionnement de l'ouvrage de soutènement définitif.



Toutefois, des dispositions de drainage seront intégrées dans la conception de l'ouvrage (Cf. paragraphe 8).

7.2.5. Conditions de chargement

Nous avons considéré les hypothèses de calcul fournies par GBM :

- une surcharge de chantier de 20 kPa ;
- une surcharge piétonne permanente au droit du futur trottoir de 5 kPa ;
- une surcharge routière permanente au droit de la future voie de bus de 20 kPa ;
- une surcharge civile variable au droit de la Route de François de 70 kPa, correspondant au passage d'un convoi exceptionnel.

7.2.6. Principes de fondation et de conception du mur

Compte tenu du terrain actuel et des caractéristiques du projet, le mur de soutènement pourra être fondé superficiellement.

Son assise sera ancrée :

- dans les argiles (formation 2) au droit de la coupe n°2 au regard des résultats du sondage pressiométrique SP3 ;
- dans les calcaires (formation 3) au droit de la coupe n°1 au regard des résultats du sondage pressiométrique SP2.

Nota : Compte tenu de l'ancrage du mur au sein de deux formations de nature et de compacité très différentes, il est impératif de prévoir un fractionnement du mur (joint de dilatation y compris au niveau de ses fondations) pour éviter tout tassement différentiel dû à un effet « point dur » / « point mou ».

Les fondations devront respecter les critères suivants :

- un ancrage minimum de 0.3 m dans le sol support (formation 2 ou 3) ;
- un encastrement minimum de 0.8 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries (conditions de mise hors gel).

Pour les calculs de stabilité au poinçonnement du mur, nous avons déterminé les contraintes nettes q_{net} des sols d'assise à partir de la relation suivante, issue de la Norme NF P 94-261 sur les fondations superficielles, à partir des essais pressiométriques :

$$q_{net} = k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta \quad [NF P 94-261 Equation D.2.1]$$

Avec :

k_p : facteur de portance ;

p_{le}^* : pression limite nette équivalente ;

i_δ : coefficient de réduction lié à l'inclinaison du chargement ;

i_β : coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus.



Il vient :

Formation	Profil	Contrainte nette q_{net} (kPa)
2 – argiles (sondage SP3)	Coupe 2	$745 \cdot i_{\delta} \cdot i_{\beta}$
3 – calcaires (sondage SP3)	Coupe 1	$1082 \cdot i_{\delta} \cdot i_{\beta}$

La contrainte initiale q_0 a été considérée à été prise sécuritairement à 0.

Le remblaiement derrière et sous le mur sera réalisé avec des matériaux d'apport extérieurs qui présenteront un angle de frottement interne $\geq 35^\circ$, une cohésion effective nulle ($C' = 0$) et une densité γ de 21 kN/m^3 . Les matériaux devront être mis en œuvre conformément aux recommandations du guide GTR.

Un béton de propreté de 20 cm sous l'assise des fondations a été considéré conformément aux coupes fournies.

Nous avons par ailleurs considéré les paramètres intrinsèques suivants pour le mur et le béton de propreté :

- $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$;
- $C' = 200 \text{ kPa}$;
- $\varphi' = 80^\circ$.

7.2.7. Réseaux enterrés

Un diagnostic exhaustif des réseaux entrants dans la zone d'influence du projet devra être réalisé pour obtenir les autorisations nécessaires et prendre en compte la totalité des réseaux dans la conception et la réalisation des fondations. ECR dispose d'un service Topographie / Détection de réseaux pouvant réaliser cette prestation.

7.2.8. Contexte sismique

Les conditions sismiques ici considérées sont celles données au paragraphe 3.6.

Pour rappel :

Classe de sol	k_h	k_v	
		Pesant	Allégeant
A	0.11	0.055	- 0.055

7.3. Méthodes de calculs

7.3.1. Stabilité externe

Principe de la vérification à la stabilité externe

La stabilité externe du mur est vérifiée conformément à la norme NF P 94-281 – section 9 selon la méthodologie définie ci-après. Les calculs de stabilité externe sont menés avec le logiciel GEOMUR selon la méthode de CULMANN.



Les coefficients partiels de l'approche 2 de la norme NF P 94-281 utilisés sont résumés dans le tableau suivant :

Paramètres	Coefficient	Valeur
Actions - ELU		
Permanententes défavorables	γ_g	1.35
Variables défavorables	γ_q	1.50
Permanententes favorables	γ_g	1.00
Variables favorables	γ_q	0.00
Résistances		
Portance (ELU)	$\gamma_{R;v}$	1.40
Portance (ELS)	$\gamma_{R;v}$	2.30
Glissement	$\gamma_{R;h}$	1.10
Butée	$\gamma_{R;e}$	1.40
Méthode		
Portance	$\gamma_{R;d;v}$	1.00
Glissement	$\gamma_{R;d;h}$	0.90

Vérification vis-à-vis du poinçonnement du sol (capacité portante)

En statique

Les vérifications des état-limites de portance seront effectuées aux ELU GEO – approche 2 et ELS GEO. La vérification de l'état-limite de portance s'effectue en satisfaisant l'inégalité suivante pour tous les cas de charge et de combinaisons de charge à l'état-limite ultime :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \quad [\text{NF P 94-281 – formule 9.2.1.1}]$$

Avec :

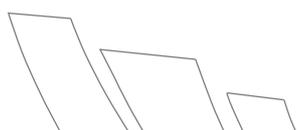
V_d : la composante verticale de la charge transmise par le mur de soutènement au terrain. Cette valeur est donnée par le logiciel GEOMUR ;

$R_0 = A \cdot q_0$ avec A , la surface de la base du mur et q_0 , la contrainte totale verticale à la base du mur après travaux en faisant abstraction de celui-ci ;

$R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous le mur.

Sous sollicitations sismiques

La vérification de la capacité portante du massif en condition sismique sur le sol d'assise se fait en s'assurant que l'inégalité suivante est vérifiée :



$$\frac{(1 - e\bar{F})^{c_T} (\beta\bar{V})^{c_T}}{(\bar{N})^a \left[(1 - m\bar{F}^k)^{k'} - \bar{N} \right]^b} + \frac{(1 - f\bar{F})^{c_M} (\gamma\bar{M})^{c_M}}{(\bar{N})^c \left[(1 - m\bar{F}^k)^{k'} - \bar{N} \right]^d} - 1 \leq 0$$

Où

$$\bar{F} = \frac{\rho \cdot a_g \cdot S \cdot B}{c} \quad \bar{N} = \frac{\gamma_{Rd} N_{Ed}}{N_{max}} \quad , \quad \bar{V} = \frac{\gamma_{Rd} V_{Ed}}{N_{max}} \quad , \quad \bar{M} = \frac{\gamma_{Rd} M_{Ed}}{BN_{max}}$$

Avec :

N_{max} : capacité portante ultime de la fondation sous charge verticale centrée ;

B : largeur de la fondation ;

F : force d'inertie du sol, sans dimension ;

γ_{Rd} : coefficient partiel de modèle.

Vérification vis-à-vis du glissement du mur de soutènement (condition statique)

La vérification du glissement du massif en condition statique sur le sol d'assise se fait en s'assurant que l'inégalité suivante est vérifiée :

$$H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d} \quad [\text{NF P 94-281 Equation 10.1.1}]$$

Avec :

H_d : valeur de calcul de la composante parallèle à la base du mur de la résultante ; En pratique, H_d sera calculé à l'aide du logiciel GEOMUR ;

$R_{p;d}$: valeur de calcul de la résistance frontale ultime s'opposant à l'effet de H_d (négligé) ;

$R_{h;d}$: valeur de calcul de la résistance ultime au glissement sur le terrain de fondation, calculé en conditions drainées selon l'équation 10.1.3 de la norme NF P 94-281.

Vérification vis-à-vis de la limitation de l'excentrement (renversement)

Pour les situations durables et transitoires, il convient de vérifier la relation :

$$1 - 2 \cdot \frac{e}{B} \geq \frac{1}{15}$$

7.3.2. Stabilité générale

Les calculs de stabilité mixte ont été menés en utilisant le programme TALREN V5 selon la méthode des tranches de BISHOP (cf. Fig. 10 ci-après). À partir des données géométriques du terrain (profil topographique) et de ses caractéristiques géotechniques, on recherche le coefficient de sécurité minimal (F_{min}) vis-à-vis d'un cisaillement mobilisable et de la résistance au cisaillement effectivement mobilisée dans le sol le long d'une ligne ou d'un cercle de rupture.



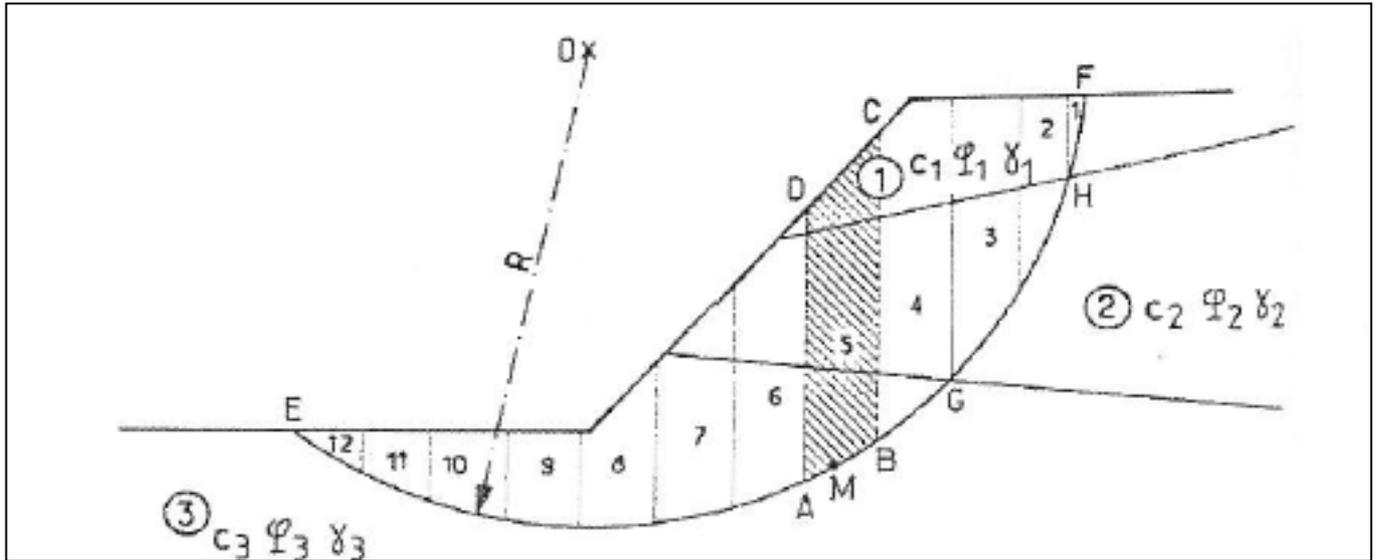


Fig. 10 - Méthode des tranches de BISHOP

Pour le calcul, le talus est divisé en tranches verticales. Celui-ci s'effectue sur chacune des tranches. Pour chacune d'elles, on calcule le rapport entre les moments des efforts résistants et les moments moteurs. La stabilité du talus est obtenue en calculant le rapport de la somme de ces moments.

Si l'on considère l'arc EF (cf. Fig. 10 ci-avant), on obtient :

$$F_s = \frac{\sum_{EF} \text{des moments résistants maximaux}}{\sum_{EF} \text{des moments moteurs}}$$

La formule dans le détail est la suivante :

$$F_s = \frac{1}{\sum_{n=1}^{n=m} W \sin \alpha} \cdot \sum_{n=1}^{n=m} \frac{(W - u_n \cdot b) \tan \varphi'_i + c'_i \cdot b}{\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \frac{\tan \varphi'_i}{F_s}}$$

Avec :

b : la largeur des tranches ;

u : la pression interstitielle ;

α : l'angle orienté que fait le rayon du cercle passant par le milieu de la base de la tranche avec la verticale ;

W : le poids de la tranche.

7.3.3. Situations étudiées

En approche de calcul 2 (stabilité externe), le jeu de coefficient partiels à appliquer est A1 « + » M1 « + » R2.

En approche de calcul 3 (stabilité générale), le jeu de coefficient partiels à appliquer est A2 « + » M2 « + » R3.



Les situations de projet les plus défavorables suivantes seront étudiées :

- situation durable (définitive) ;
- situation sismique à la fin de la réalisation du confortement.

Il n'a pas été étudié de situations accidentelles ou provisoires. Elles devront être intégrées à l'étude d'exécution (Mission G3) de l'Entreprise une fois la géométrie et le phase du chantier définis par cette dernière.

7.3.4. Coefficients de sécurité pour la stabilité générale

En phase définitive, la stabilité générale est vérifiée selon les coefficients de sécurité de l'approche de calcul 3 correspondant aux pondérations de la méthode EC7 – Fondamental et EC8 – Sismique. La sécurité est assurée lorsque le coefficient F est supérieur à 1.0.

On applique un coefficient de modèle $\gamma_{R;d} = 1.1$ à l'ELU Fondamental et de 1.0 à l'ELU Sismique.

Par ailleurs, aucune surcharge n'est prise en compte pour les calculs à l'ELU Sismique.

7.4. Résultats des calculs de stabilité

7.4.1. Stabilité externe

Les feuilles de calculs GEOMUR sont jointes en annexe 5.

On retiendra les principaux résultats suivants :

Stabilité externe (condition fondamentale)

Poinçonnement

ELU – Approche 2

Profil	Vérification ($V_d \leq R_{v;d} + R_o$)
Coupe 14	Vérifié
Coupe 38	Vérifié

ELS – Approche 2

Profil	Vérification ($V_d \leq R_{v;d} + R_o$)
Coupe 14	Vérifié
Coupe 38	Vérifié

Glissement

Profil	Vérification ($H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}$)
Coupe 14	Vérifié
Coupe 38	Vérifié



Renversement

ELU – Approche 2

Profil	Vérification ($e < 7/15 * B$)
Coupe 14	Vérifié
Coupe 38	Vérifié

ELS – Approche 2

Profil	Vérification ($e < 1/4 * B$)
Coupe 14	Vérifié
Coupe 38	Vérifié

Stabilité externe (condition sismique)

On retiendra les principaux résultats suivants :

Capacité portante

Pesant :

Profil	Vérification (Résultat ≤ 0)
Coupe 14	Vérifié
Coupe 38	Vérifié

Allégeant :

Profil	Vérification (Résultat ≤ 0)
Coupe 14	Vérifié
Coupe 38	Vérifié

Glissement

Pesant :

Profil	Vérification ($V_{Ed} \leq F_{Rd} + E_{Pd}$)
Coupe 14	Vérifié
Coupe 38	Vérifié

Allégeant :

Profil	Vérification ($V_{Ed} \leq F_{Rd} + E_{Pd}$)
Coupe 14	Vérifié
Coupe 38	Vérifié



La stabilité externe du mur est assurée selon les coupes types présentées en partie 7.2.2.

7.4.2. Stabilité générale

Les feuilles de calculs TALREN sont jointes en annexe 6. On retiendra les principaux résultats suivants :

Profil	Situation	Coefficient de sécurité (Fmin)	Vérification
Coupe 14	Stabilité générale courant	Fmin > 1.0	Vérifié
	Stabilité générale sismique pesant	Fmin > 1.0	Vérifié
	Stabilité générale sismique allégeant	Fmin > 1.0	Vérifié
Coupe 38	Stabilité générale courant	Fmin > 1.0	Vérifié
	Stabilité générale sismique pesant	Fmin > 1.0	Vérifié
	Stabilité générale sismique allégeant	Fmin > 1.0	Vérifié

La stabilité générale du mur est assurée selon les coupes types présentées en partie 7.4.3.

7.4.3. Recommandations et contrôles

Nous rappelons que le choix de la méthode d'exécution est du ressort de l'entreprise.

Les soutènements devront être réalisés par une entreprise spécialisée. Les terrassements devront être placés sous la responsabilité de l'entreprise retenue afin d'assurer une bonne coordination entre les terrassements et les travaux de soutènement.

L'entreprise devra fournir une note technique d'exécution, les caractéristiques des matériaux ou des procédés utilisés, les modalités de mise en œuvre et leur dimensionnement. Cette note sera soumise au géotechnicien et au bureau de contrôle pour avis.

Il revient à l'entreprise de se renseigner auprès des concessionnaires de réseaux pour obtenir la position exacte de leurs ouvrages.

Les matériaux utilisés devront être conformes avec les normes et les recommandations en vigueur.

Les terrassements liés à la mise en place du mur devront être minimisés (travail par plots réduits en cas de mauvaise tenue des déblais et/ou de venues d'eau).



8. DISPOSITIFS DE DRAINAGE

Un système de drainage est à prévoir pour éviter toute accumulation d'eau à l'arrière du mur. Il est préconisé que les matériaux d'apports extérieur soient drainants.

Le dispositif de drainage sera réalisé suivant les recommandations du DTU 20.1 et raccordé à un exutoire adapté. Il devra faire l'objet d'un entretien régulier pour assurer son bon fonctionnement dans le temps.



9. OBSERVATIONS

Cette étude a été réalisée au stade projet (mission G2 PRO). Nous rappelons que conformément à la norme NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, des études complémentaires sont à prévoir au stade de l'exécution (mission G3) pour notamment suivre et adapter l'exécution des ouvrages géotechniques.

Les entreprises devront remettre avant le démarrage des travaux leurs études et plans d'exécutions au Bureau de contrôle et au géotechnicien en charge de la mission G4 pour VISA.



Annexe 1

Extrait de la norme NF P 94 500



Extrait de la Norme NF P 94-500 - Novembre 2013

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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



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

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

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



Annexe 2

Conditions particulières



CONDITIONS PARTICULIERES

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

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

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

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

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

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

La société ECR ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur lesdites modifications.

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



Annexe 3

Plan d'implantation des sondages

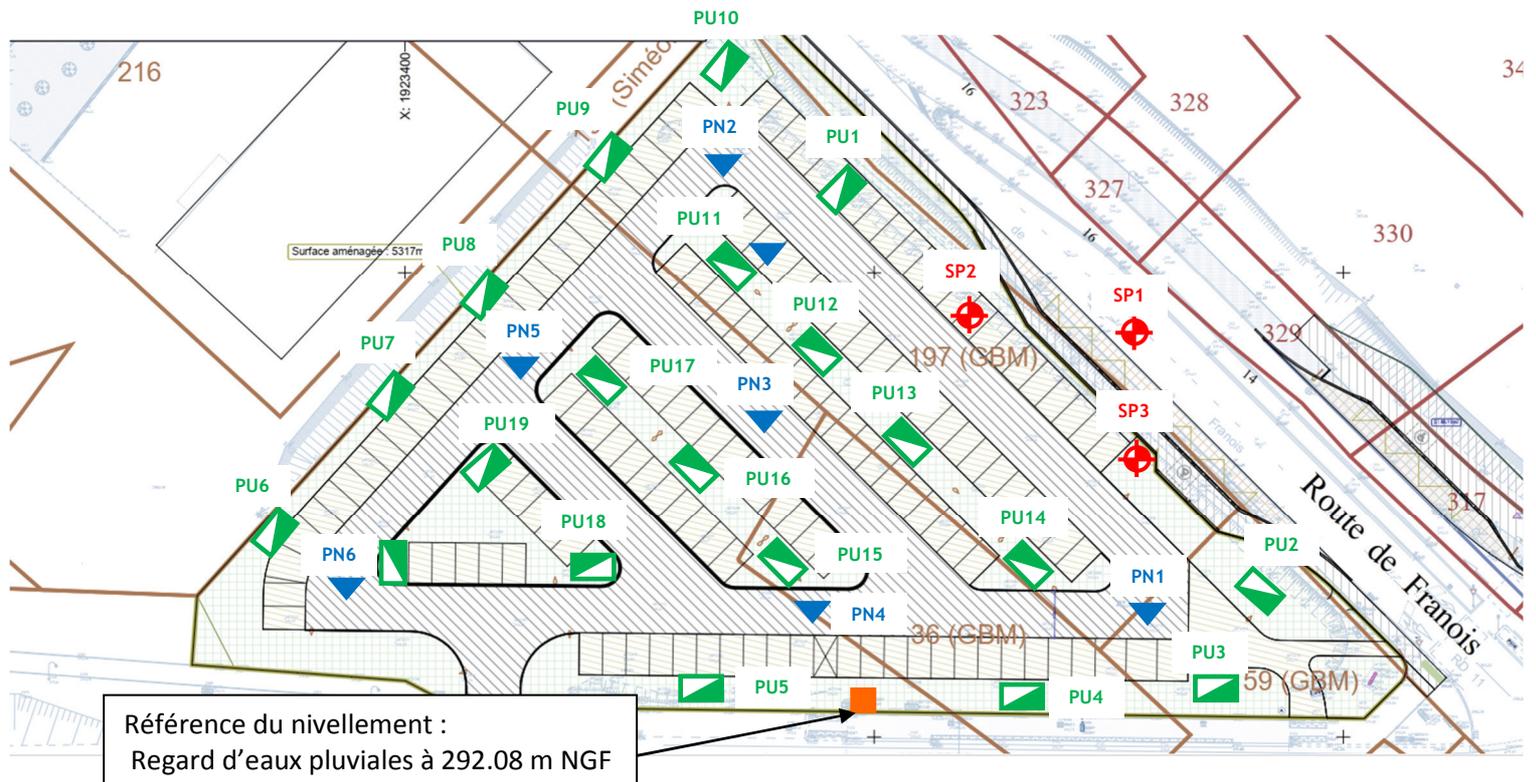


PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Affaire : BESANCON (25) – Aménagement d'un parking de covoiturage

Client : Grand Besançon Métropole

N° Dossier : 2500258



Légende :

- Sondages pressiométriques (SP) : 
- Sondages pénétrométriques (PN) : 
- Sondages à la pelle (PU) : 
- Référence du nivellement (m NGF) : 

Annexe 4

Résultats des investigations





BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

Contrat 2500258

Date : 04/09/2020

Cote NGF : 294.86 m

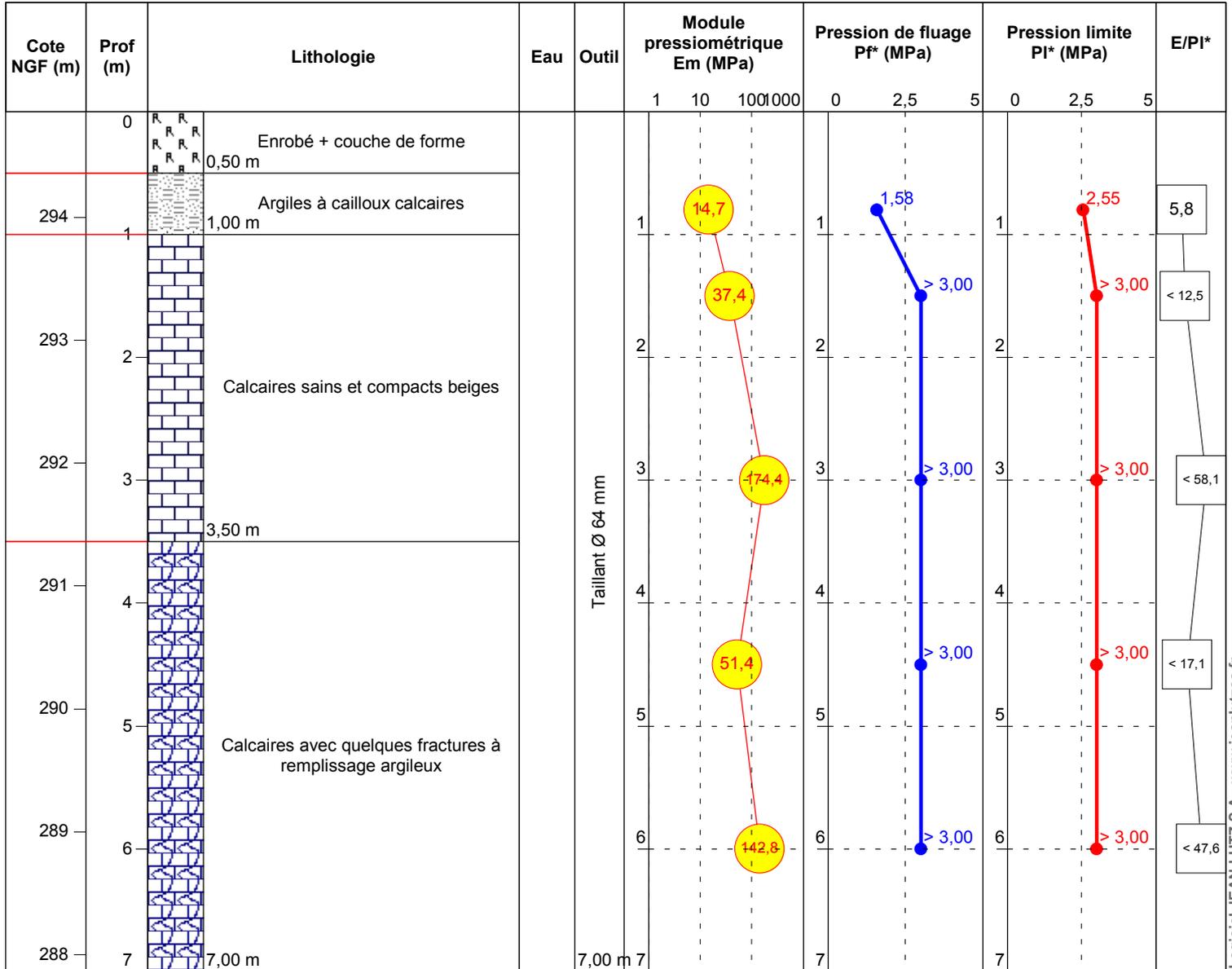
Profondeur : 0,00 - 7,00 m

Machine : Ecofore CE 302

1/50

Forage : SP1

EXGTE 3.22/GTE





BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

Contrat 2500258

Date début : 04/09/2020

Cote NGF : 293.52 m NGF

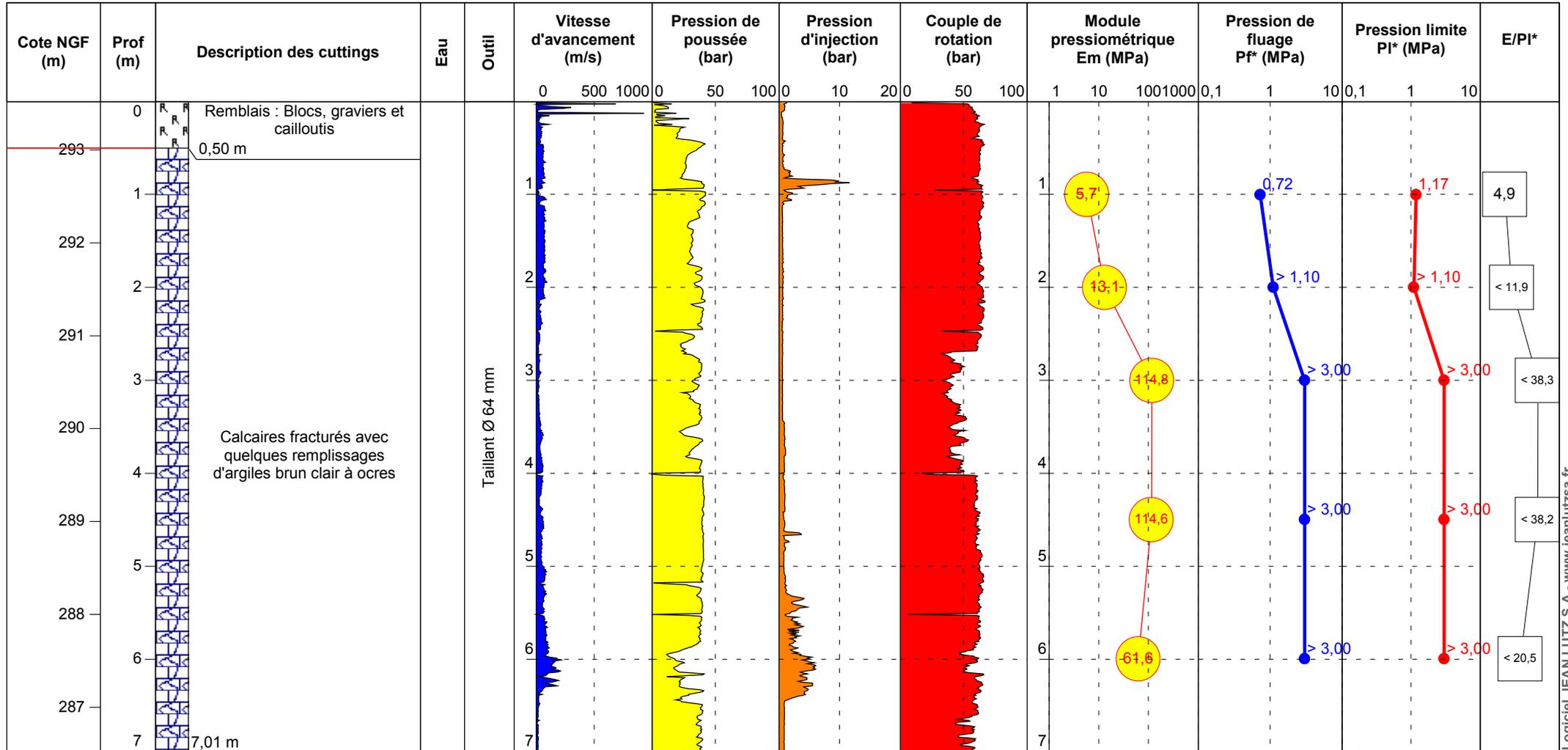
Profondeur : 0,00 - 7,01 m

Machine : Ecofore 403

1/60

Forage : SP2

EXGTE 3.22/LB2EPF580FR





BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

Contrat 2500258

Date début : 04/09/2020

Cote NGF : 293.19

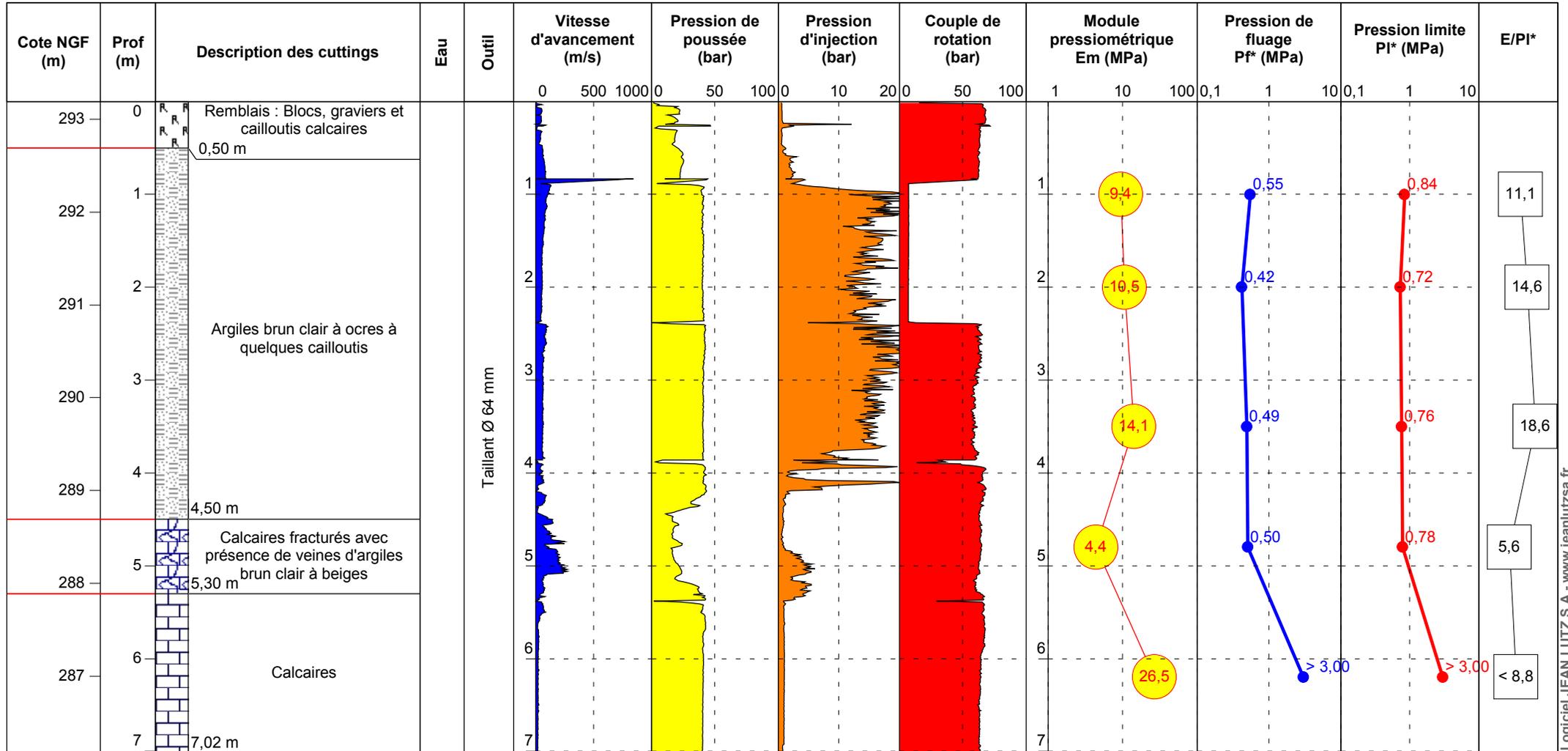
Profondeur : 0,00 - 7,02 m

Machine : Ecofore 403

1/60

Forage : SP3

EXGTE 3.22/LB2EPF580FR



PENETROMETRE DYNAMIQUE PN1

Chantier : Besançon (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage

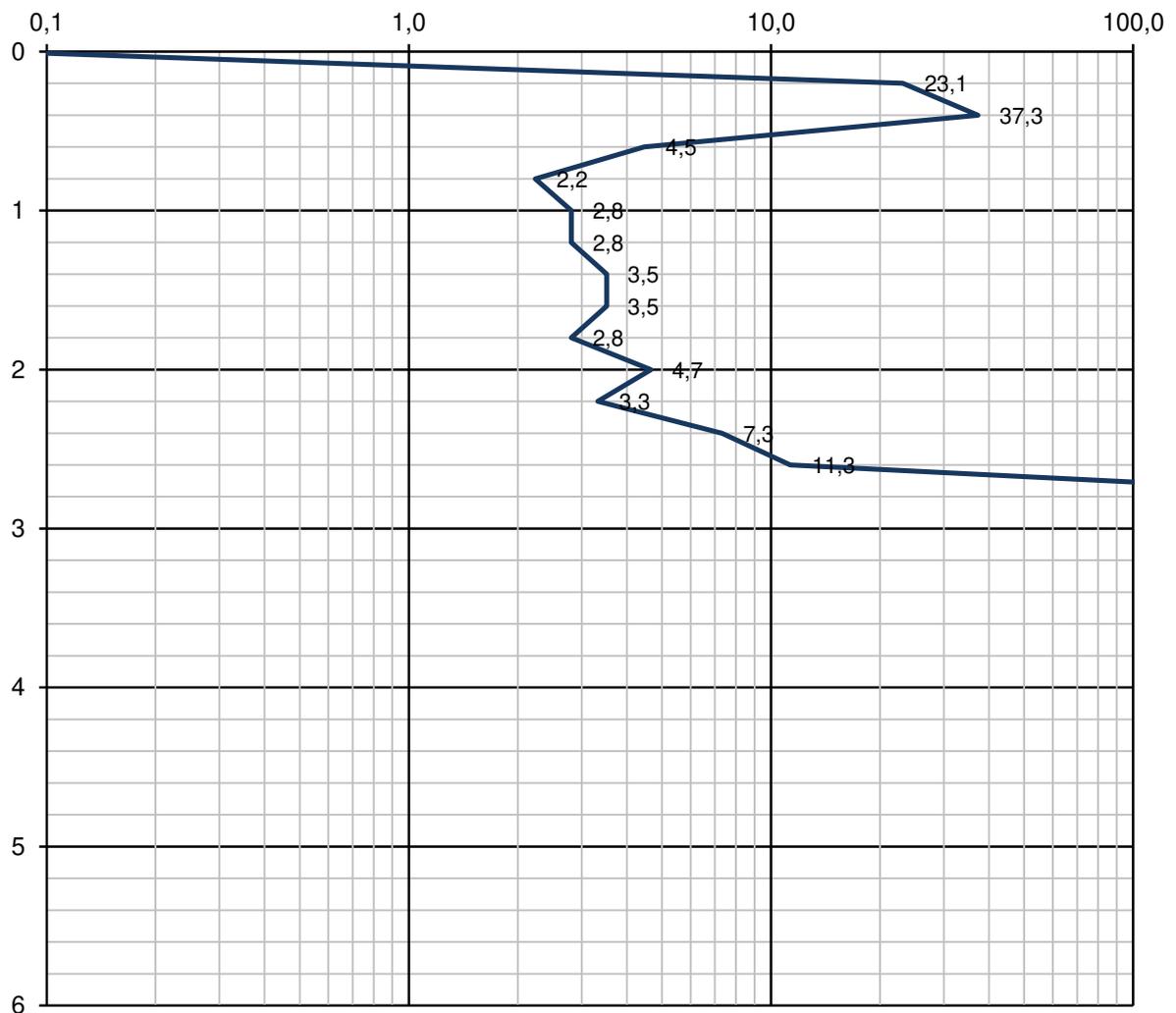
N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020

Cote (m NGF) : 292,84

qd (Mpa)



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 2,8 m (refus)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointes : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN2

Chantier : Besançon (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage

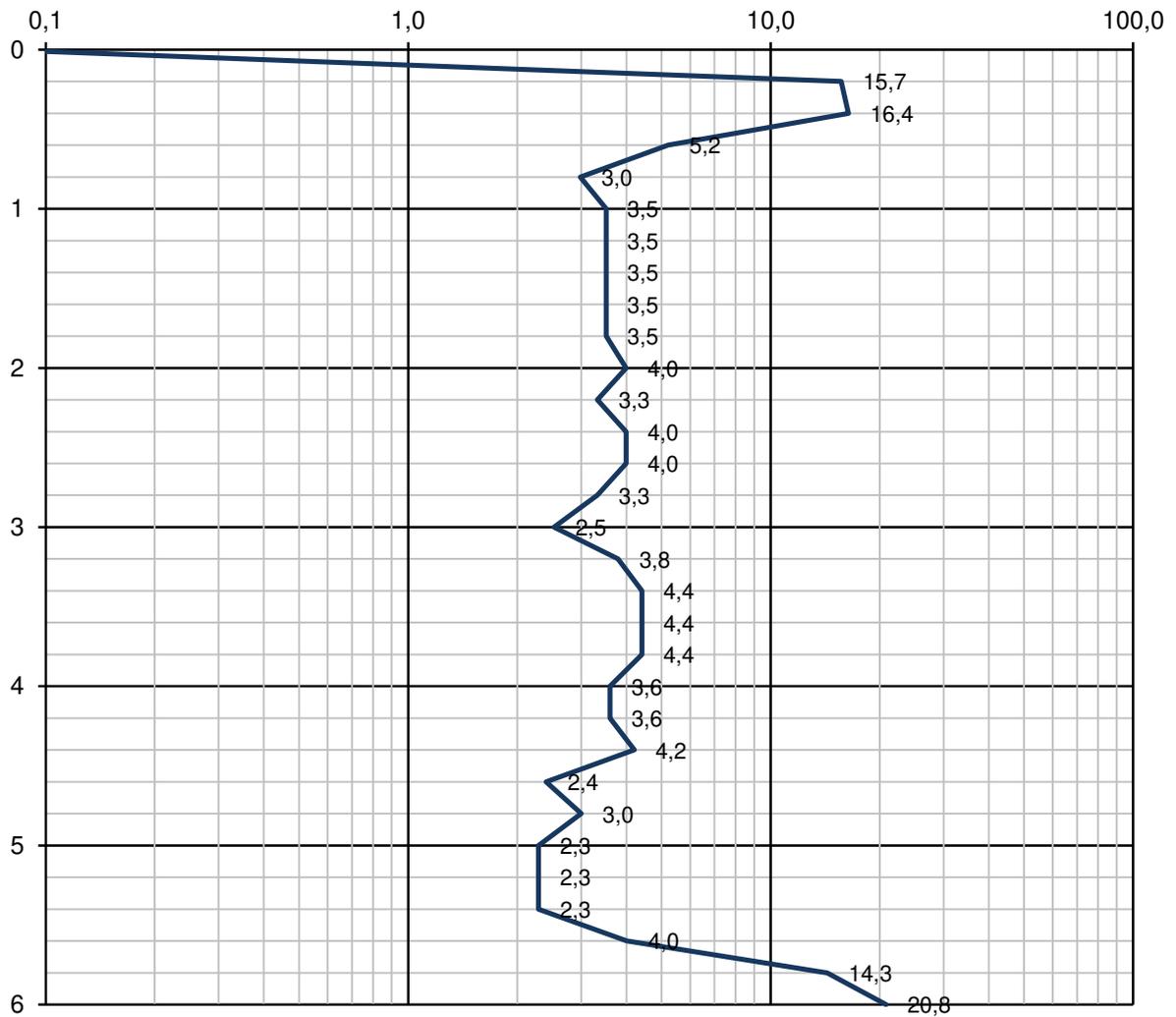
N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020

Cote (m NGF) : 293,77

qd (Mpa)



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 6,0 m (arrêt)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointes : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN3

Chantier : Besançon (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage

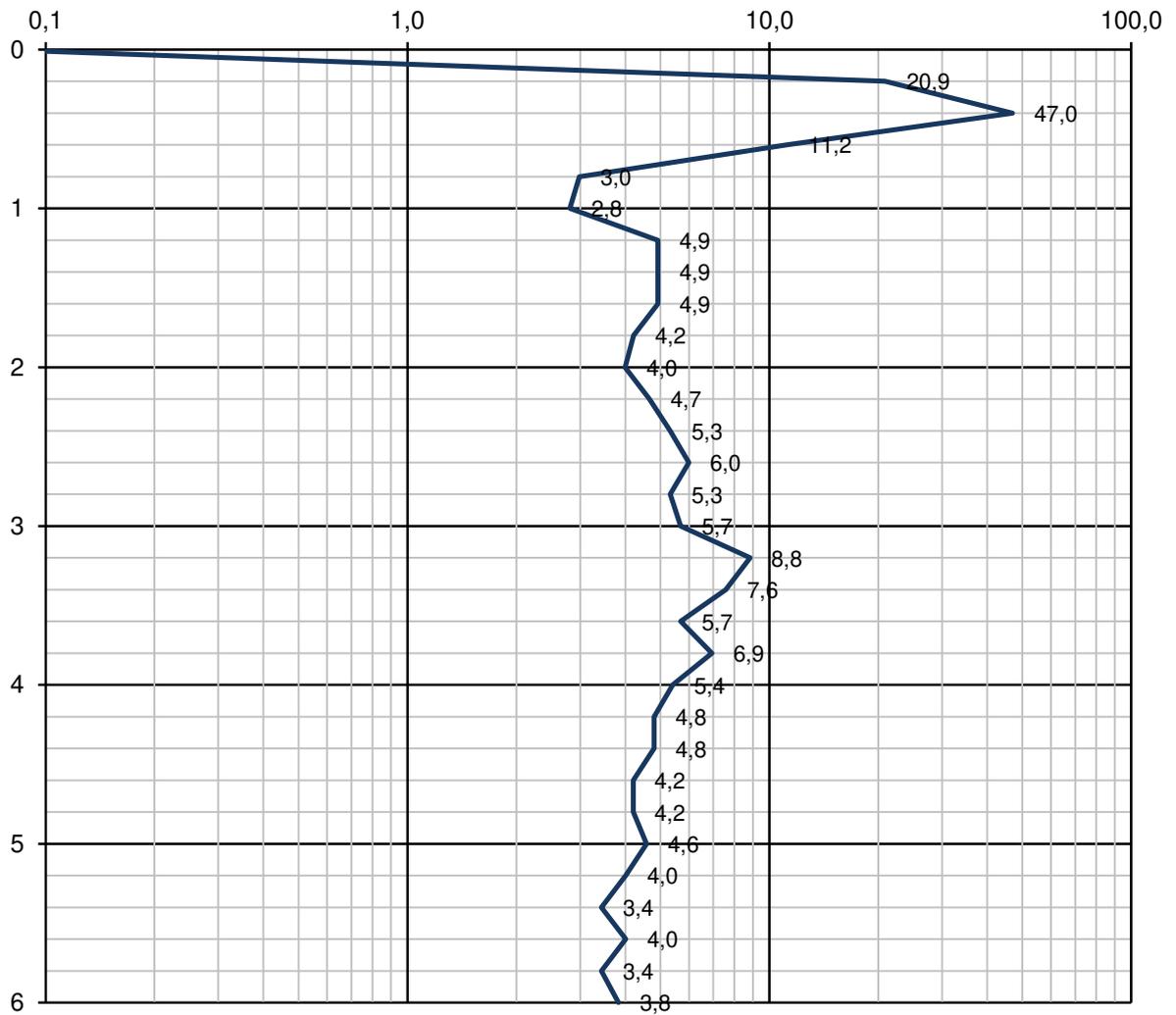
N° dossier : 2500258

Date essai : 03/09/2020

Client : Grand Besançon Métropole

Cote (m NGF) : 292,75

qd (Mpa)



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 6,0 m (arrêt)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointes : 20 cm²

Chantier : Besançon (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage

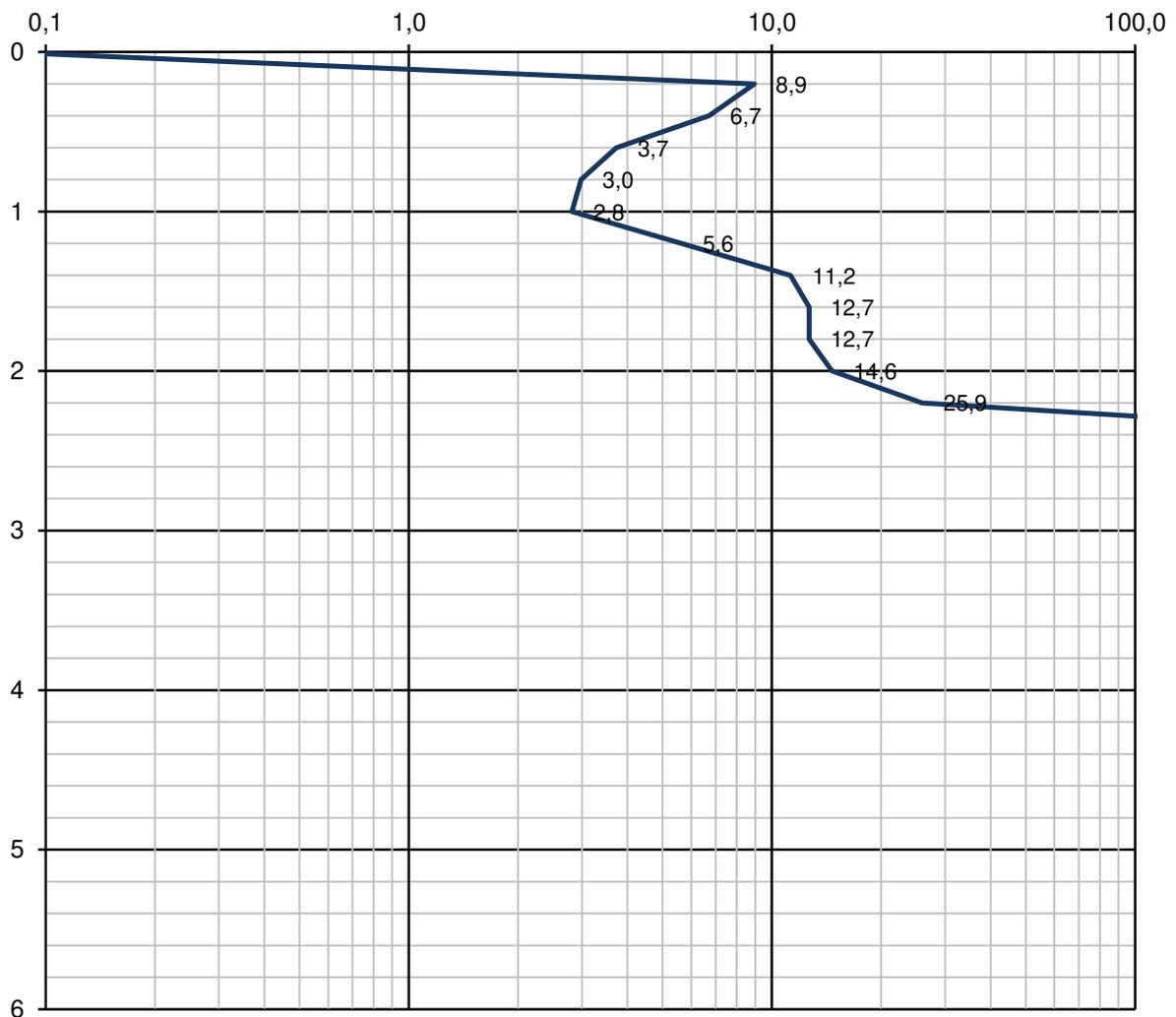
N° dossier : 2500258

Date essai : 03/09/2020

Client : Grand Besançon Métropole

Cote (m NGF) : 291,70

qd (Mpa)



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 2,4 m (refus)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointes : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN5

Chantier : Besançon (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage

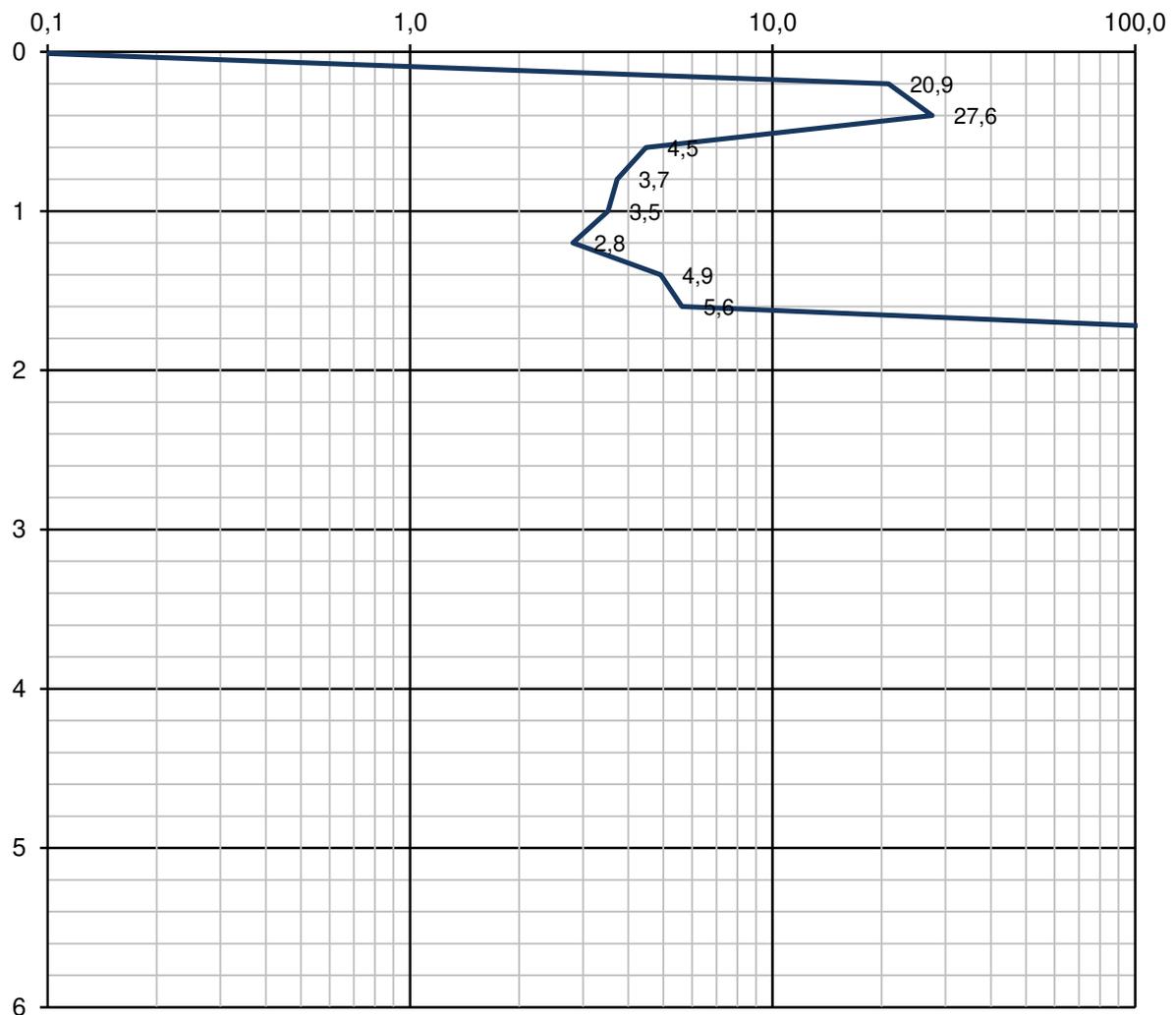
N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020

Cote (m NGF) : 292,38

qd (Mpa)



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 1,8 m (refus)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointes : 20 cm²

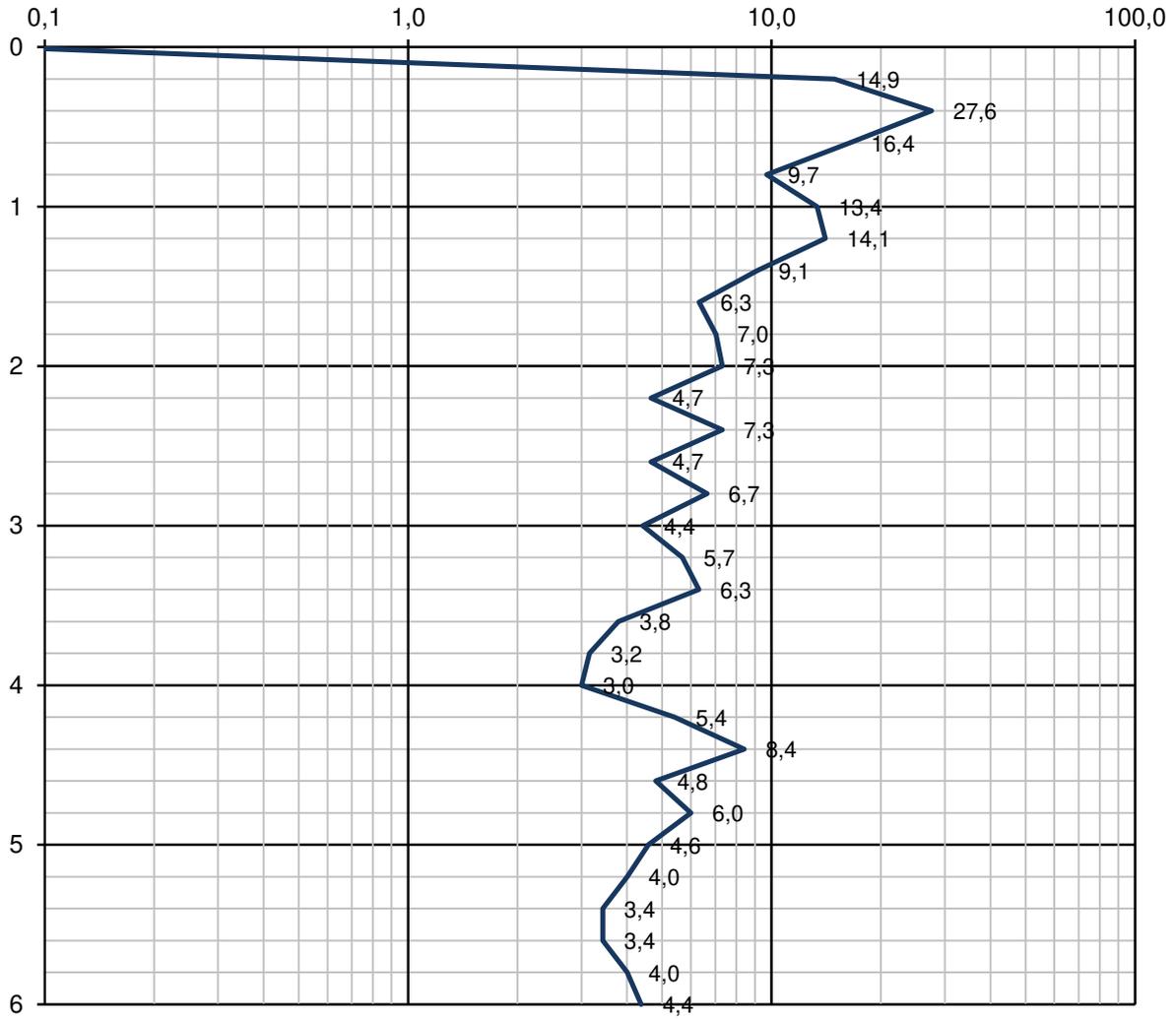
Chantier : Besançon (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage

N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020
Cote (m NGF) : 291,88

qd (Mpa)



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 6,0 m (arrêt)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointes : 20 cm²



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

Cote NGF : 292.90 m

Profondeur : 0,00 - 2,40 m

Machine : Pelle mécanique

1/20

Forage : PU2

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil
	0	Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires		Pelle mécanique avec godet de 40 cm
	0,50 m - NGF : 292,40 m			
292	1	Argiles brunes claires à ocres à graviers et cailloutis calcaires		
291	2			
	2,40 m - NGF : 290,50 m			2,40 m



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

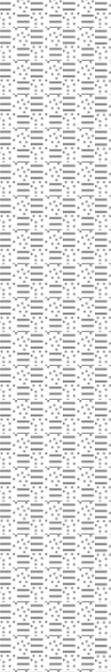
Cote NGF : 292.84 m

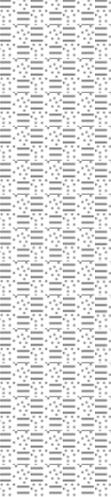
Profondeur : 0,00 - 2,50 m

1/20

Forage : PU3

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,60 m - NGF : 292,24 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
292	1	 <p>Argiles brunes claires à ocres à graviers et cailloutis calcaires</p> <p>2,50 m - NGF : 290,34 m</p>			
291	2			2,50 m	

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
292	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,60 m - NGF : 291,68 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
	1	 <p>Remblais : Argiles sableuses brunes foncées à cailloutis et graviers</p> <p>Présence de bois et d'un géotextile en tête</p> <p>1,10 m - NGF : 291,18 m</p>			
291		 <p>Ancienne terre végétale argiles brunes foncées à gris</p> <p>1,30 m - NGF : 290,98 m</p>			
290	2	 <p>Argiles finement sableuses brunes claires à ocres à graviers et cailloutis calcaires</p> <p>Refus sur Calcaires à 2.65 m</p> <p>2,65 m - NGF : 289,63 m</p>			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

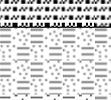
Cote NGF : 291.43 m

Profondeur : 0,00 - 2,20 m

1/20

Forage : PU5

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
291	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,50 m - NGF : 290,93 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
	1	 <p>Remblais : Argiles sableuses brunes foncées à cailloutis et graviers</p> <p>Présence de bois, briques et plastiques</p> <p>1,35 m - NGF : 290,08 m</p>			
290		 <p>Remblais : Cailloutis, graviers et sables</p> <p>1,60 m - NGF : 289,83 m</p>			
		 <p>Ancienne Terre végétale : argiles grises et brunes foncées</p> <p>2,00 m - NGF : 289,43 m</p>			
	2	 <p>Argiles brunes claires à ocres</p> <p>2,20 m - NGF : 289,23 m</p>			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

Cote NGF : 291.93 m

Profondeur : 0,00 - 1,65 m

1/20

Forage : PU6

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	Terre végétale 0,10 m - NGF : 291,83 m		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
		Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaire avec présence de briques 0,65 m - NGF : 291,28 m			
291	1	Argiles brunes claires à ocres Refus sur calcaires à 1.65 m 1,65 m - NGF : 290,28 m			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

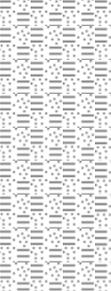
Cote NGF : 291.95 m

Profondeur : 0,00 - 1,50 m

1/20

Forage : PU7

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,50 m - NGF : 291,45 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
291	1	 <p>Argiles brunes claires à ocres</p> <p>1,30 m - NGF : 290,65 m</p>			
		 <p>Calcaires</p> <p>1,50 m - NGF : 290,45 m</p>			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

Cote NGF : 291.40 m

Profondeur : 0,00 - 1,30 m

1/20

Forage : PU8

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	Terre végétale 0,20 m - NGF : 291,20 m		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
291	1	Argiles brunes claires à ocre à cailloutis 1,10 m - NGF : 290,30 m			
		Calcaires 1,30 m - NGF : 290,10 m			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

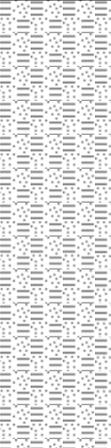
Cote NGF : 293.53 m

Profondeur : 0,00 - 0,80 m

1/10

Forage : PU9

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,20 m - NGF : 293,33 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
293		 <p>Argiles brunes claires à ocres</p> <p>Refus sur plaquette calcaires</p> <p>0,80 m - NGF : 292,73 m</p>			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

Cote NGF : 294.35 m

Profondeur : 0,00 - 2,00 m

1/20

Forage : PU10

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	Terre végétale 0,20 m - NGF : 294,15 m			
294		Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires 0,50 m - NGF : 293,85 m		<p align="center">Pelle mécanique avec godet de 40 cm</p>	
293	1	Argiles brunes claires à ocres 1,90 m - NGF : 292,45 m			
	2	Calcaires 2,00 m - NGF : 292,35 m			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

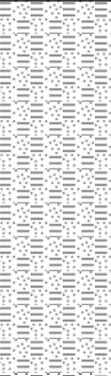
Cote NGF : 293.39 m

Profondeur : 0,00 - 1,70 m

1/20

Forage : PU11

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
293	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,70 m - NGF : 292,69 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
292	1	 <p>Argiles brunes claires à ocre à cailloutis</p> <p>1,70 m - NGF : 291,69 m</p>			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

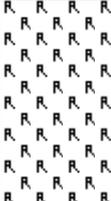
Cote NGF : 293.35 m

Profondeur : 0,00 - 1,80 m

1/20

Forage : PU12

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
293	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,55 m - NGF : 292,80 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
292	1	 <p>Argiles brunes claires à ocre à cailloutis</p> <p>1,80 m - NGF : 291,55 m</p>			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

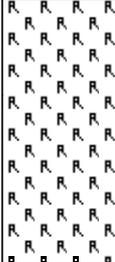
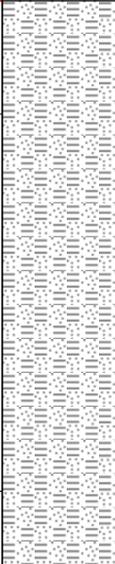
Cote NGF : 293.22 m

Profondeur : 0,00 - 2,20 m

1/20

Forage : PU13

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
293	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,70 m - NGF : 292,52 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
292	1	 <p>Argiles brunes claires à ocre à cailloutis calcaires</p> <p>Refus sur plaquette calcaires</p> <p>2,20 m - NGF : 291,02 m</p>			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

Cote NGF : 292.99 m

Profondeur : 0,00 - 2,50 m

1/20

Forage : PU14

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,70 m - NGF : 292,29 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
292	1	 <p>Argiles brunes claires à ocre à cailloutis calcaires</p> <p>2,50 m - NGF : 290,49 m</p>			
291	2				



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

Cote NGF : 292.47 m

Profondeur : 0,00 - 2,40 m

Machine : Pelle mécanique

1/20

Forage : PU15

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil
292	0	Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires		Pelle mécanique avec godet de 40 cm
291	1			
	2	Argiles brunes à cailloutis calcaires		

1,80 m - NGF : 290,67 m

2,40 m - NGF : 290,07 m



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

Cote NGF : 292.59 m

Profondeur : 0,00 - 2,50 m

1/20

Forage : PU16

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
292	0	<p align="center">Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p>		<p align="center">Pelle mécanique avec godet de 40 cm</p>	
	1				
		1,50 m - NGF : 291,09 m			
291	2	<p align="center">Argiles brunes à cailloutis calcaires</p>			
		2,50 m - NGF : 290,09 m			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

Cote NGF : 292.89 m

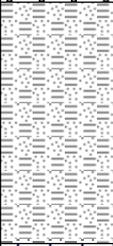
Profondeur : 0,00 - 2,35 m

Machine : Pelle mécanique

1/25

Forage : PU17

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil
292	0 1	 <p align="center">Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>1,40 m - NGF : 291,49 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm
291	2	 <p align="center">Argiles brunes claires à ocre</p> <p>2,20 m - NGF : 290,69 m</p>		
		 <p align="center">Plaquette calcaires (refus)</p> <p>2,35 m - NGF : 290,54 m</p>		



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

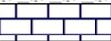
Cote NGF : 291.60 m

Profondeur : 0,00 - 1,25 m

1/10

Forage : PU18

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,40 m - NGF : 291,20 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
291	1	 <p>Argiles brunes claires à ocres à graviers, cailloutis et quelques blocs</p> <p>1,20 m - NGF : 290,40 m</p>			
		 <p>Calcaires (refus)</p> <p>1,25 m - NGF : 290,35 m</p>			



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

Cote NGF : 291.91 m

Profondeur : 0,00 - 2,20 m

1/20

Forage : PU19

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
291	0	Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
	1				
290	1,60 m - NGF : 290,31 m	Argiles brunes claires à ocres et graviers calcaires			
	2,10 m - NGF : 289,81 m		Calcaires (refus)		
	2,20 m - NGF : 289,71 m				



BESANCON (25)
Aménagement d'un parking de covoiturage
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2500258)

Date début : 03/09/2020

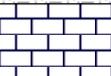
Cote NGF : 291.80 m

Profondeur : 0,00 - 1,80 m

1/20

Forage : PU20

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	 <p>Remblais : Blocs, graviers et cailloutis calcaires</p> <p>0,70 m - NGF : 291,10 m</p>		Pelle mécanique avec godet de 40 cm	
291	1	 <p>Argiles brunes claires à ocres et graviers calcaires</p> <p>1,60 m - NGF : 290,20 m</p>			
		 <p>Calcaires (refus)</p> <p>1,80 m - NGF : 290,00 m</p>			



Agence de Lyon
14, rue d'Arsonval - 69680 Chassieu
Tel : 04.78.67.00.16 - Fax : 04.37.25.06.18

TEST D'INFILTRATION - MA4 (méthode fosse à niveau variable)

Chantier : Besançon (25)
Parking de covoiturage Laroque

N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020

Sondage : PU4

Profondeur (m) : 2,65

Formation : Argiles sableuses brun clair à ocre à cailloutis

Dimensions de la fouille :

Longueur	Largeur
2,00	0,40

Méthode de calcul

La perméabilité est calculée suivant la méthode de l'essai à la fosse à niveau variable en utilisant les formules suivantes :

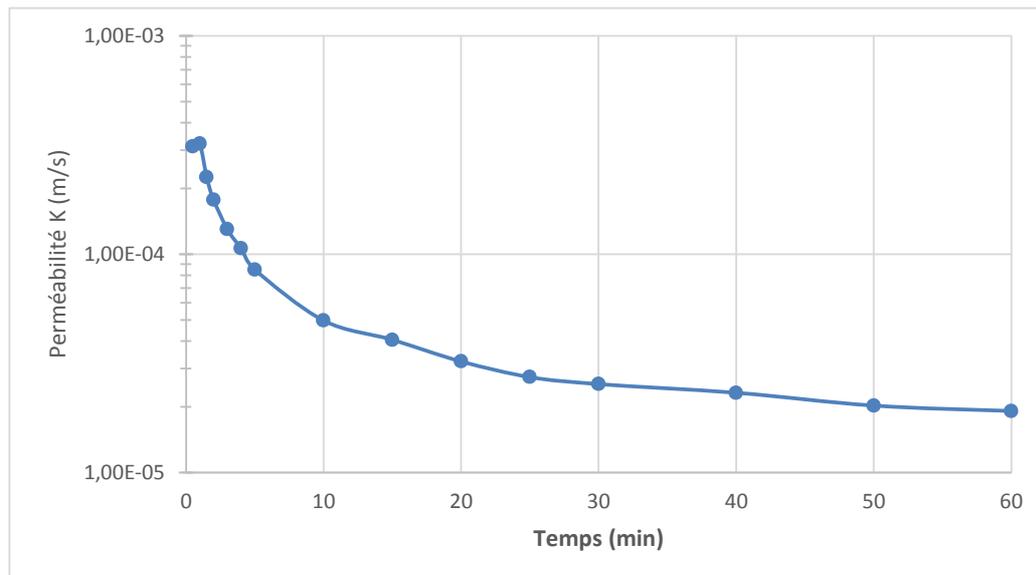
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \left(\frac{h + C}{H + C} \right)$$

$$C = \frac{L * l}{2 \times (L + l)}$$

Avec :

K: perméabilité (m/s)
t: temps (min)
H: hauteur d'eau à *t* = 0
h: hauteur d'eau à l'instant *t*
L: longueur de la fosse
l: largeur de la fosse

Diagramme de perméabilité



Résultat

Perméabilité K (m/s) : 3E-05
Valeur prise sur l'intervalle entre 10 et 60 min



Agence de Lyon
14, rue d'Arsonval - 69680 Chassieu
Tel : 04.78.67.00.16 - Fax : 04.37.25.06.18

TEST D'INFILTRATION - MA5 (méthode fosse à niveau variable)

Chantier : Besançon (25)
Parking de covoiturage Laroque

N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020

Sondage : PU5

Profondeur (m) : 2,2

Formation : Argiles grises et brunes

Dimensions de la fouille :

Longueur	Largeur
1,30	0,40

Méthode de calcul

La perméabilité est calculée suivant la méthode de l'essai à la fosse à niveau variable en utilisant les formules suivantes :

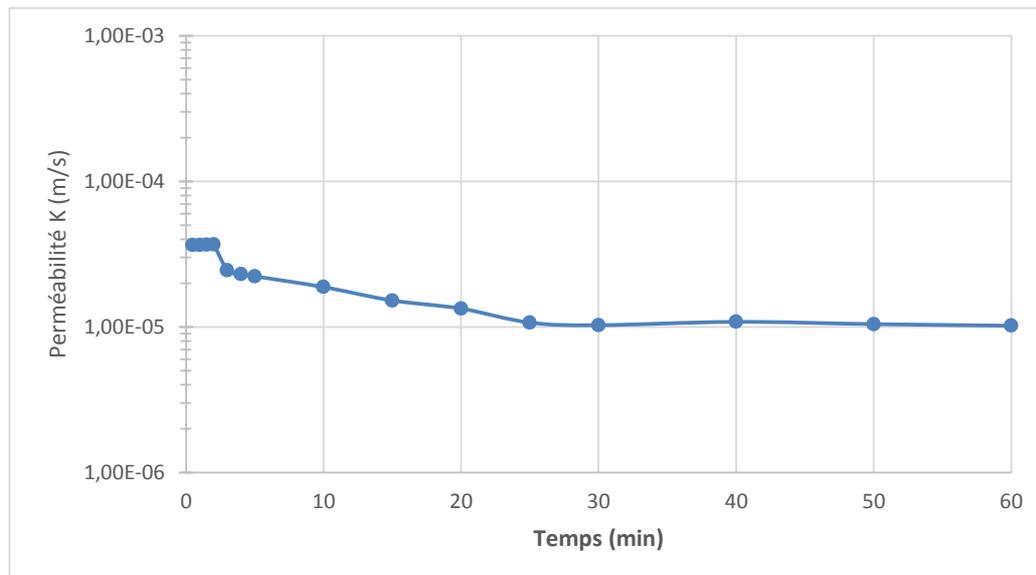
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \left(\frac{h + C}{H + C} \right)$$

$$C = \frac{L * l}{2 * (L + l)}$$

Avec :

K: perméabilité (m/s)
t: temps (min)
H: hauteur d'eau à *t* = 0
h: hauteur d'eau à l'instant *t*
L: longueur de la fosse
l: largeur de la fosse

Diagramme de perméabilité



Résultat

Perméabilité K (m/s) : 1E-05
Valeur prise sur l'intervalle entre 10 et 60 min



Agence de Lyon
14, rue d'Arsonval - 69680 Chassieu
Tel : 04.78.67.00.16 - Fax : 04.37.25.06.18

TEST D'INFILTRATION - MA6 (méthode fosse à niveau variable)

Chantier : Besançon (25)
Parking de covoiturage Laroque

N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020

Sondage : PU6

Profondeur (m) : 1,65

Formation : Argiles brun clair à ocres

Dimensions de la fouille :

Longueur	Largeur
1,00	0,40

Méthode de calcul

La perméabilité est calculée suivant la méthode de l'essai à la fosse à niveau variable en utilisant les formules suivantes :

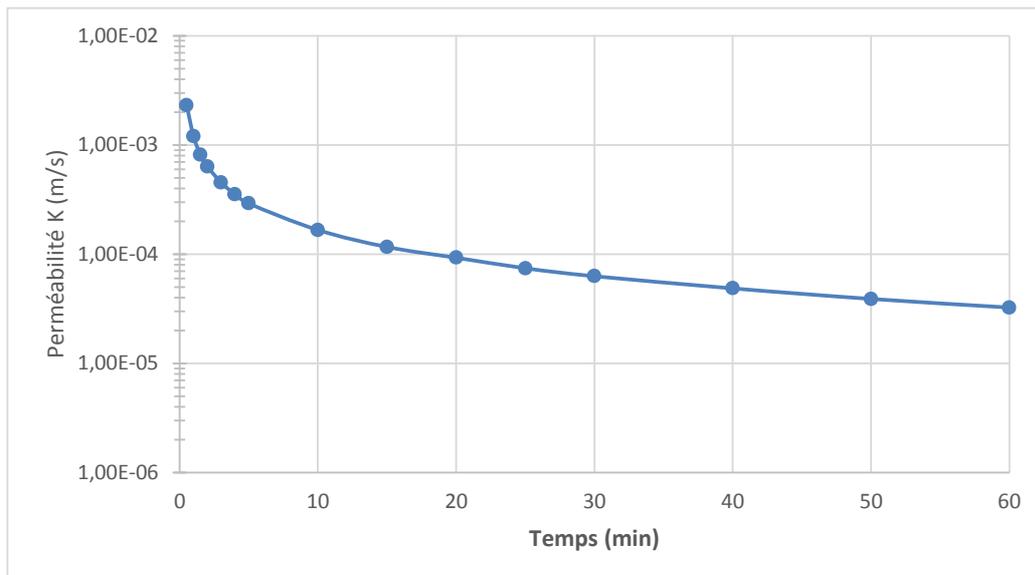
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \left(\frac{h + C}{H + C} \right)$$

$$C = \frac{L * l}{2 \times (L + l)}$$

Avec :

K: perméabilité (m/s)
t: temps (min)
H: hauteur d'eau à *t* = 0
h: hauteur d'eau à l'instant *t*
L: longueur de la fosse
l: largeur de la fosse

Diagramme de perméabilité



Résultat

Perméabilité K (m/s) : 8E-05
Valeur prise sur l'intervalle entre 10 et 60 min



Agence de Lyon
14, rue d'Arsonval - 69680 Chassieu
Tel : 04.78.67.00.16 - Fax : 04.37.25.06.18

TEST D'INFILTRATION - MA12 (méthode fosse à niveau variable)

Chantier : Besançon (25)
Parking de covoiturage Laroque

N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020

Sondage : PU12

Profondeur (m) : 1,8

Formation : Argiles brun clair à ocres

Dimensions de la fouille :

Longueur	Largeur
1,30	0,40

Méthode de calcul

La perméabilité est calculée suivant la méthode de l'essai à la fosse à niveau variable en utilisant les formules suivantes :

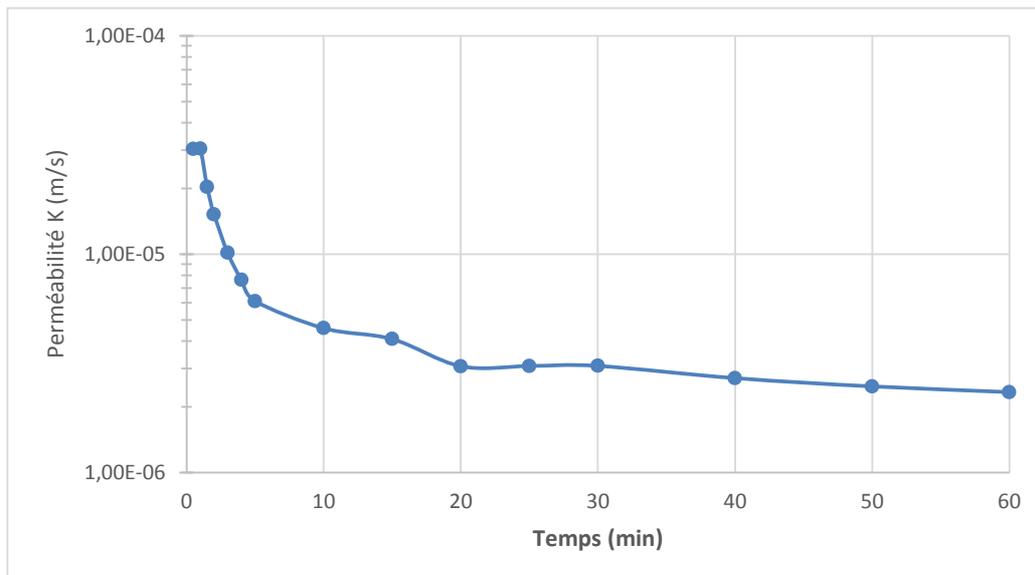
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln\left(\frac{h+C}{H+C}\right)$$

$$C = \frac{L * l}{2 \times (L + l)}$$

Avec :

K : perméabilité (m/s)
t : temps (min)
H : hauteur d'eau à *t* = 0
h : hauteur d'eau à l'instant *t*
L : longueur de la fosse
l : largeur de la fosse

Diagramme de perméabilité



Résultat

Perméabilité K (m/s) : 3E-06
Valeur prise sur l'intervalle entre 10 et 60 min



Agence de Lyon
14, rue d'Arsonval - 69680 Chassieu
Tel : 04.78.67.00.16 - Fax : 04.37.25.06.18

TEST D'INFILTRATION - MA18 (méthode fosse à niveau variable)

Chantier : Besançon (25)
Parking de covoiturage Laroque

N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020

Sondage : PU18

Profondeur (m) : 1,22

Formation : Argiles brun clair à ocres à cailloutis
Refus sur calcaires

Dimensions de la fouille :

Longueur	Largeur
0,90	0,40

Méthode de calcul

La perméabilité est calculée suivant la méthode de l'essai à la fosse à niveau variable en utilisant les formules suivantes :

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \left(\frac{h + C}{H + C} \right)$$

$$C = \frac{L * l}{2 \times (L + l)}$$

Avec :

K: perméabilité (m/s)

t: temps (min)

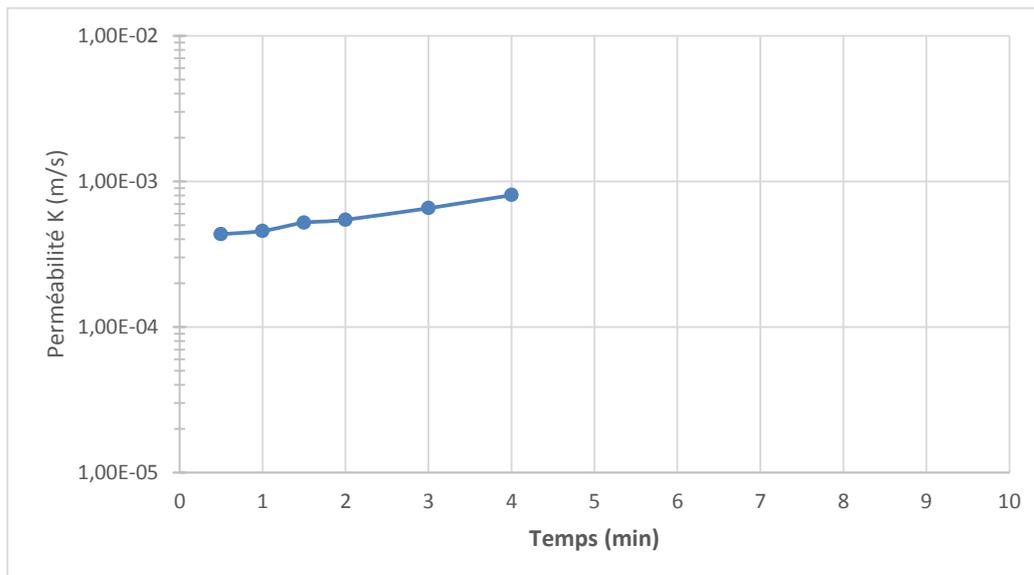
H: hauteur d'eau à *t* = 0

h: hauteur d'eau à l'instant *t*

L: longueur de la fosse

l: largeur de la fosse

Diagramme de perméabilité



Résultat

Perméabilité K (m/s) : 6E-04

Valeur prise sur l'intervalle entre 0 et 4 min

TEST D'INFILTRATION - MA20 (méthode fosse à niveau variable)

Chantier : Besançon (25)
Parking de covoiturage Laroque

N° dossier : 2500258

Client : Grand Besançon Métropole

Date essai : 03/09/2020

Sondage : PU20

Profondeur (m) : 1,8

Formation : Argiles brun clair à ocres à cailloutis
Refus sur calcaires

Dimensions de la fouille :

Longueur	Largeur
1,30	0,40

Méthode de calcul

La perméabilité est calculée suivant la méthode de l'essai à la fosse à niveau variable en utilisant les formules suivantes :

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \left(\frac{h + C}{H + C} \right)$$

$$C = \frac{L * l}{2 \times (L + l)}$$

Avec :

K: perméabilité (m/s)

t: temps (min)

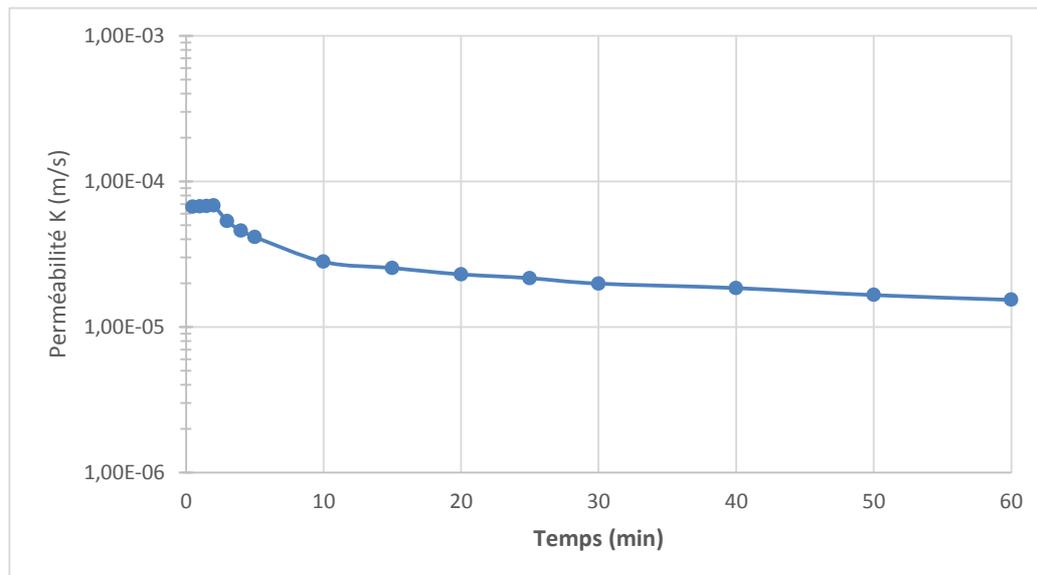
H: hauteur d'eau à *t* = 0

h: hauteur d'eau à l'instant *t*

L: longueur de la fosse

l: largeur de la fosse

Diagramme de perméabilité



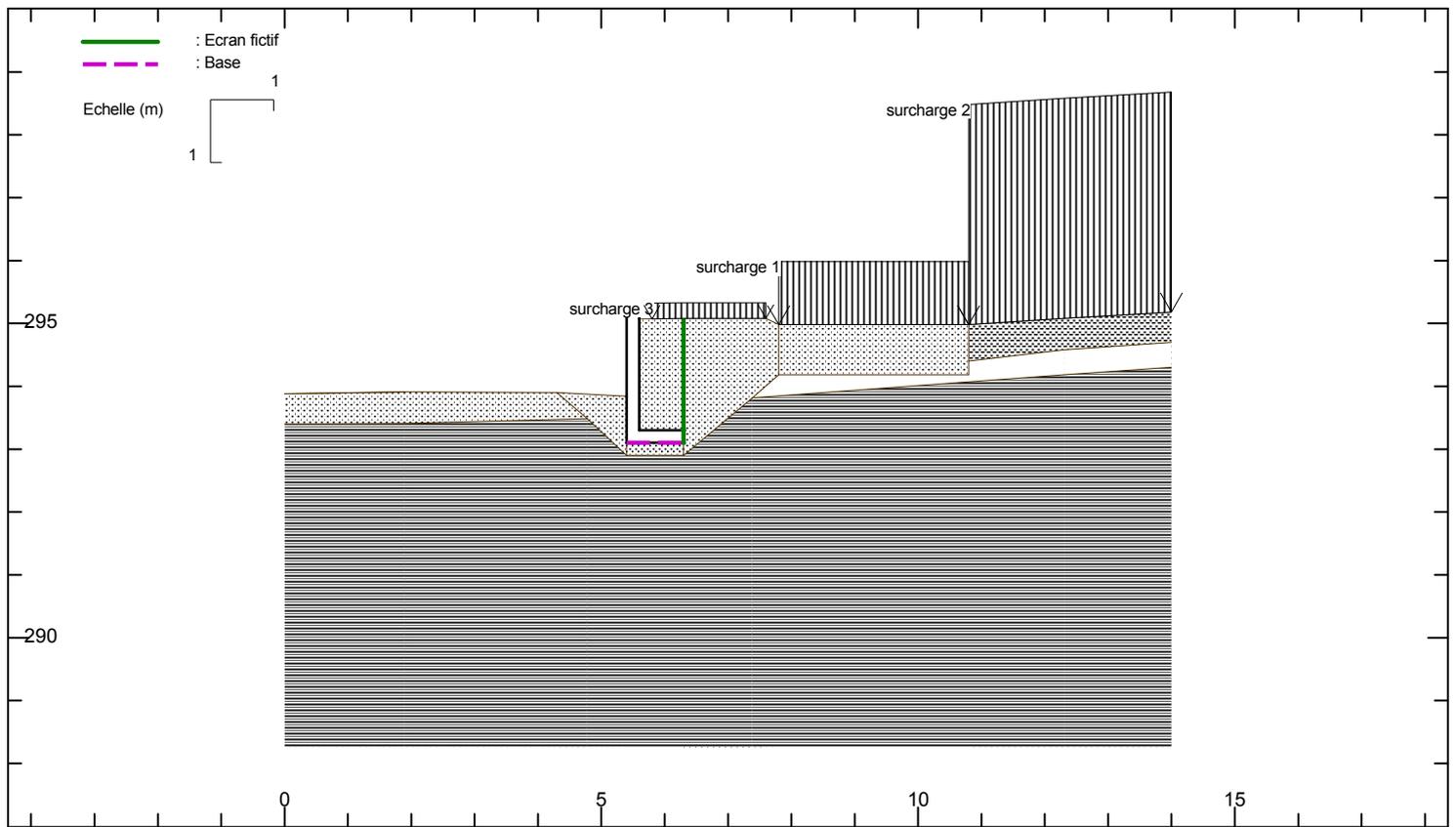
Résultat

Perméabilité K (m/s) : 2E-05
Valeur prise sur l'intervalle entre 10 et 60 min

Annexe 5

Calculs Géomur





GEOMUR® v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	γ	c	Γc sism	ϕ	$\Gamma \phi$ sism	δ	Ca
	18.00	10.00	(1.25)	25.00	(1.25)	16.70	0.00
	21.00	80.00	(1.25)	45.00	(1.25)	30.00	0.00
	17.00	0.00	(1.25)	25.00	(1.25)	16.67	0.00
	20.00	0.00	(1.25)	35.00	(1.25)	23.33	0.00
	24.00	200.00	(1.25)	80.00	(1.25)	53.33	0.00

Fichier : Laroque p14 - 0.9m.gmr
 Unités : kN, m
 Méthode de CULMANN
 Surfaces brisées précalculées
 Xi incliné à delta

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol
	24.00		80.00	45.00	0.00	1082.00	cohérent

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
 Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α	
1	7.80	10.80	20.00	20.00	0.00	permanente
2	10.80	14.00	70.00	70.00	0.00	variable
3	5.80	7.60	5.00	5.00	0.00	permanente

Séisme - NF EN 1998 - 5
 Sol purement cohérent c : 100.000
 $g = 10 \text{ m}^2/\text{s}$ agr = $1.1 \text{ m}^2/\text{s}$
 $\gamma_i = 1$ r = 1
 ST = 1 S = 1
 $\alpha h/v = 0.5$
 $oh = 0.11$ $\sigma_v = 0.055$

2500258_AM	25/3/2022 - 8:40	Mur coupe n°1	FIGURE 1/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	

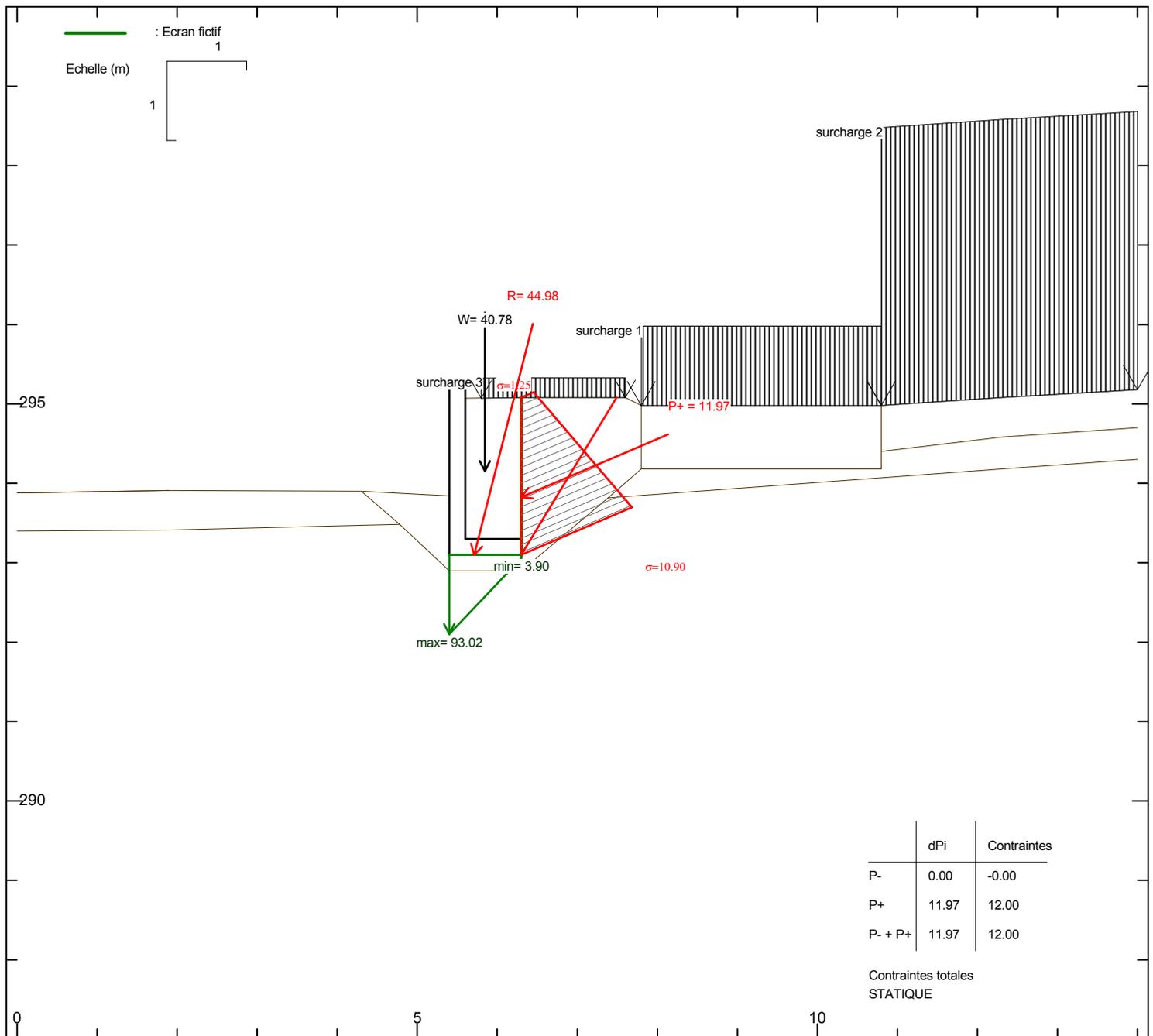
Facteurs de sécurité partiels	Critère Eurocodes 7 : NF P 94-281	Statique	Sismique	
			Pesant	Allégeant
			NF EN 1998-5	NF EN 1998-5
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w;inf = 1$ Eau défavorable $\gamma_w;sup = 1.35$ Résistances portance (ELU) $\gamma_R;v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R;v = 2.3$ glissement $\gamma_R;h = 1.1$ butée $\gamma_R;e = 1.4$ Methode glissement $\gamma_R;d;h = 0.9$ portance $\gamma_R;d;v = 1$	Approche 2 - ELU	Rh;d = 47.655 kN Rp;d = 0 kN Hd = 14.844 kN Hd <= Rh;d + Rp;d	Capacité portante (Annexe F) Ned = 53.48 kN Ved = 18.271 kN Med = 15.392 kN.m Nmax = 811.5 kN F barre = 0.0208 N barre = 0.0659 V barre = 0.0225 M barre = 0.0211 Resultat = -0.399 <= 0 vérifié	Capacité portante (Annexe F) Ned = 48.482 kN Ved = 16.836 kN Med = 14.668 kN.m Nmax = 811.5 kN F barre = 0.0208 N barre = 0.0597 V barre = 0.0207 M barre = 0.0201 Resultat = -0.34 <= 0 vérifié
	Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable	e = 0.171 m e < 7/15 * B = 0.42 m	Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 18.271 kN Epd = 0 kN Ned = 53.48 kN Frd = 42.784 kN Ved <= Frd + Epd	Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 16.836 kN Epd = 0 kN Ned = 48.482 kN Frd = 38.786 kN Ved <= Frd + Epd
	Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable	R0=0 kN; i0β=0.715 Rv;d = 351.1 kN Vd = 61.45 kN Vd <= Rv;d + R0		
	Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids défavorable			
	Approche 2 - ELS	e = 0.132 m e < 1/4 * B = 0.225 m		
	Renversement (ELS Article 12.3)	R0=0 kN; i0β=0.715 Rv;d = 213.71 kN Vd = 45.518 kN Vd <= Rv;d + R0		
	Poinçonnement (ELS Article 12.2)			

RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

Statique	Sismique Pesant	Sismique Allégeant
β=0.00 °,d=0.00 m Vol. mur = 0.560 m²	β=0.00 °,d=0.00 m	β=0.00 °,d=0.00 m

2500258_AM	25/3/2022 - 8:40	Mur coupe n°1	FIGURE 2/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	

2500258_AM	25/3/2022 - 8:40	Mur coupe n°1	FIGURE 3/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	



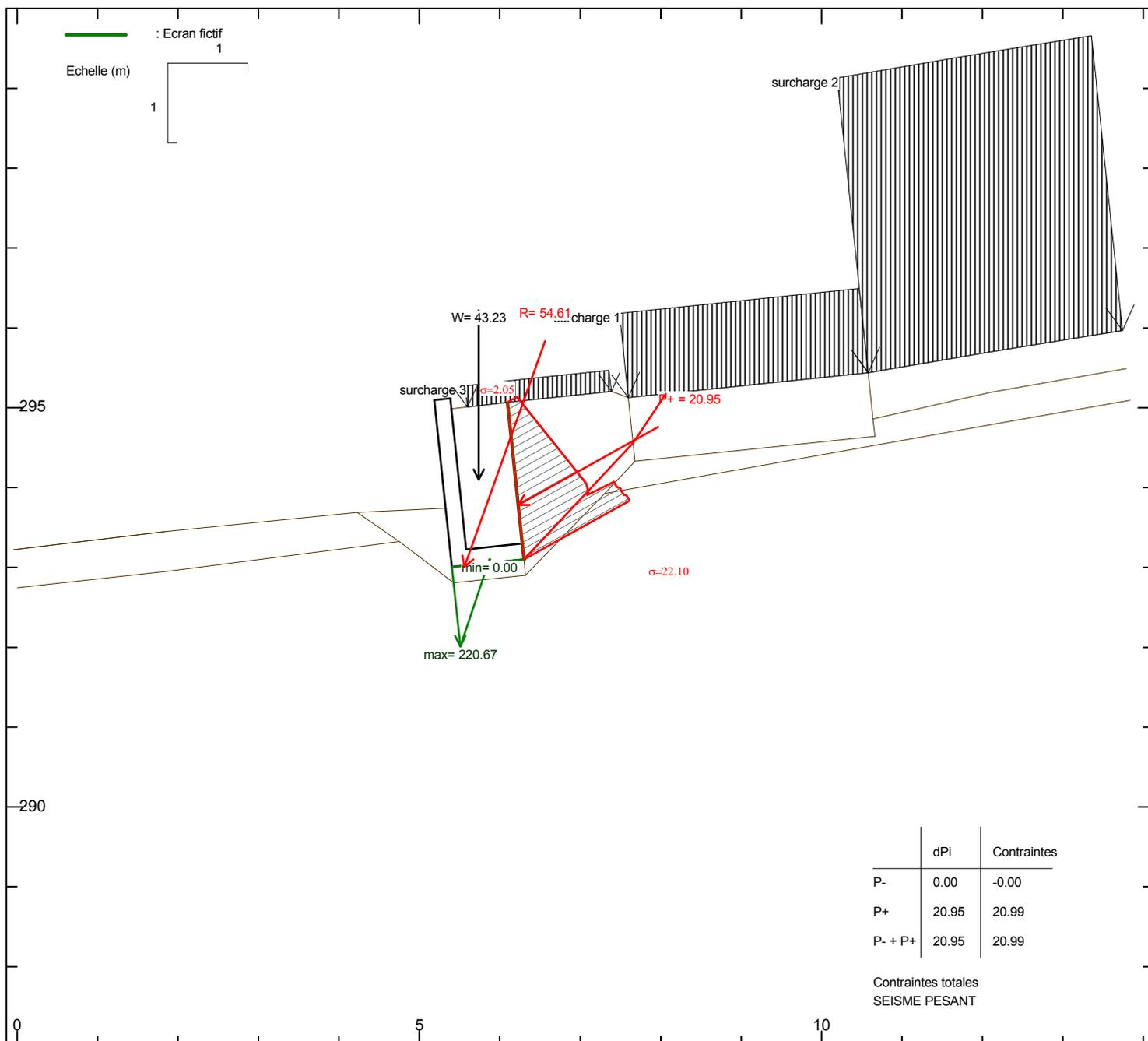
POIDS DU MUR	W= 40.78 kN	W sol/semelle= 24.84 kN	Xg= 5.85 m	Yg= 294.15 m
dont : W mur= 13.44 kN	W charges= 2.50 kN	W sol/patin = 0.00 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN	W eau= 0.00 kN

POUSSEE TOTALE	P= 11.97 kN	$\tau = 23.33^\circ$	Pv = 4.74 kN	Ph = 11.00 kN	X = 6.30 m	Y = 293.82 m
Poussée due au sol	P= 9.58 kN	$\tau = 23.33^\circ$	Pv = 3.79 kN	Ph = 8.80 kN	X = 6.30 m	Y = 293.76 m
Poussée due aux charges	P= 2.40 kN	$\tau = 23.33^\circ$	Pv = 0.95 kN	Ph = 2.20 kN	X = 6.30 m	Y = 294.08 m

RESULTANTE	R= 44.98 kN	$\tau = 75.85^\circ$	Rv= 43.61 kN	Rh= 11.00 kN	X = 5.71 m	Y = 293.10 m
-------------------	-------------	----------------------	--------------	--------------	------------	--------------

GEOMUR® v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax :04 50 95 99 36

2500258_AM	25/3/2022 - 8:40	Mur coupe n°1	FIGURE 4/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	



	dPi	Contraintes
P-	0.00	-0.00
P+	20.95	20.99
P- + P+	20.95	20.99

Contraintes totales
SEISME PESANT

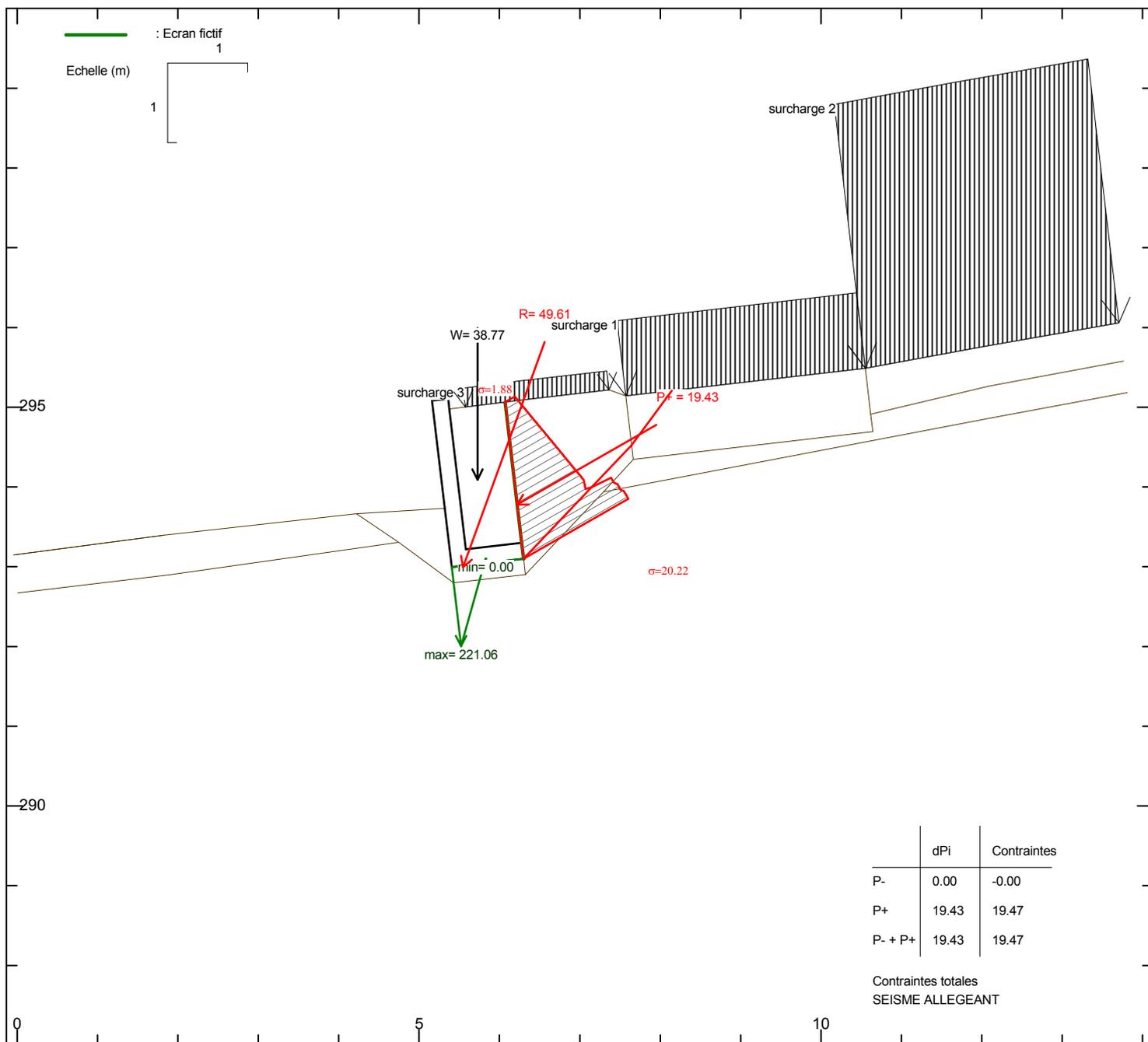
POIDS DU MUR	W= 43.23 kN	Xg= 5.74 m	Yg= 294.10 m
dont : W mur= 14.26 kN	W charges= 2.63 kN	W sol/semelle= 0.00 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN
	W sol/patin = 0.00 kN	W eau= 0.00 kN	

POUSSEE TOTALE	P= 20.95 kN	$\tau = 29.28^\circ$	Pv = 10.25 kN	Ph = 18.27 kN	X = 6.23 m	Y = 293.78 m
Poussée due au sol	P= 14.38 kN	$\tau = 29.28^\circ$	Pv = 7.03 kN	Ph = 12.54 kN	X = 6.23 m	Y = 293.79 m
Poussée due aux charges	P= 6.57 kN	$\tau = 29.28^\circ$	Pv = 3.21 kN	Ph = 5.73 kN	X = 6.23 m	Y = 293.78 m

RESULTANTE	R= 54.61 kN	$\tau = 70.45^\circ$	Rv= 51.46 kN	Rh= 18.27 kN	X = 5.56 m	Y = 293.01 m
------------	-------------	----------------------	--------------	--------------	------------	--------------

GEOMUR® v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax : 04 50 95 99 36
--	---	--

2500258_AM	25/3/2022 - 8:40	Mur coupe n°1	FIGURE 5/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	



	dPi	Contraintes
P-	0.00	-0.00
P+	19.43	19.47
P- + P+	19.43	19.47

Contraintes totales
SEISME ALLEGEANT

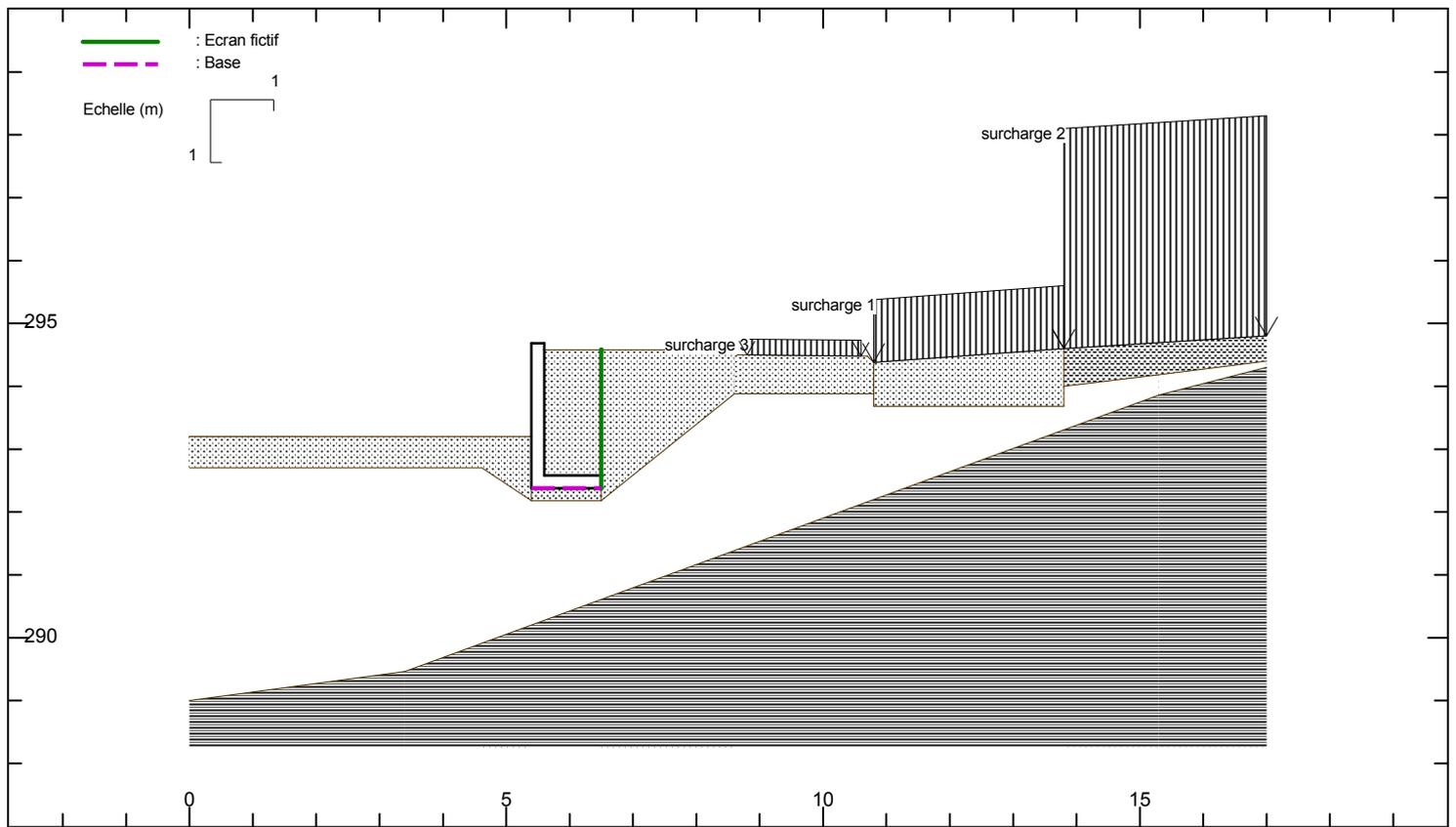
POIDS DU MUR	W = 38.77 kN	Xg = 5.73 m	Yg = 294.09 m
dont : W mur = 12.79 kN	W charges = 2.36 kN	W sol/patin = 0.00 kN	W eau = 0.00 kN
	W sol/semelle = 23.63 kN	W sol sous semelle = 0.00 kN	

POUSSEE TOTALE	P = 19.43 kN	$\tau = 29.97^\circ$	Pv = 9.71 kN	Ph = 16.84 kN	X = 6.22 m	Y = 293.78 m
Poussée due au sol	P = 13.14 kN	$\tau = 29.97^\circ$	Pv = 6.56 kN	Ph = 11.38 kN	X = 6.22 m	Y = 293.79 m
Poussée due aux charges	P = 6.30 kN	$\tau = 29.97^\circ$	Pv = 3.15 kN	Ph = 5.45 kN	X = 6.22 m	Y = 293.76 m

RESULTANTE	R = 49.61 kN	$\tau = 70.16^\circ$	Rv = 46.67 kN	Rh = 16.84 kN	X = 5.55 m	Y = 293.00 m
------------	--------------	----------------------	---------------	---------------	------------	--------------

GEOMUR® v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr
 GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2
 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS
 Tél : 04 50 95 38 14
 Fax : 04 50 95 99 36

2500258_AM	25/3/2022 - 8:40	Mur coupe n°1	FIGURE 6/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	



GEOMUR® v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	γ	c	Γ_c sism	ϕ	Γ_ϕ sism	δ	Ca
1	18.00	10.00	(1.25)	25.00	(1.25)	16.70	0.00
2	21.00	80.00	(1.25)	45.00	(1.25)	30.00	0.00
3	17.00	0.00	(1.25)	25.00	(1.25)	16.67	0.00
4	20.00	0.00	(1.25)	35.00	(1.25)	23.33	0.00
5	24.00	200.00	(1.25)	80.00	(1.25)	53.33	0.00

Fichier : Laroque p38.gmr
 Unités : kN, m
 Méthode de CULMANN
 Surfaces brisées précalculées
 Xi incliné à delta

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol
	24.00		10.00	25.00	0.00	745.00	cohérent

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
 Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α	
1	10.80	13.80	20.00	20.00	0.00	permanente
2	13.80	17.00	70.00	70.00	0.00	variable
3	8.80	10.60	5.00	5.00	0.00	permanente

Séisme - NF EN 1998 - 5
 Sol purement cohérent c : 10.000
 $g = 10 \text{ m}^2/\text{s}$ $agr = 1.1 \text{ m}^2/\text{s}$
 $\gamma_i = 1$ $r = 1$
 $ST = 1$ $S = 1$
 $\alpha h/v = 0.5$
 $oh = 0.11$ $\sigma_v = 0.055$

2500258_AM	21/3/2022 - 10:48	Mur coupe n°1	GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	FIGURE 1/6

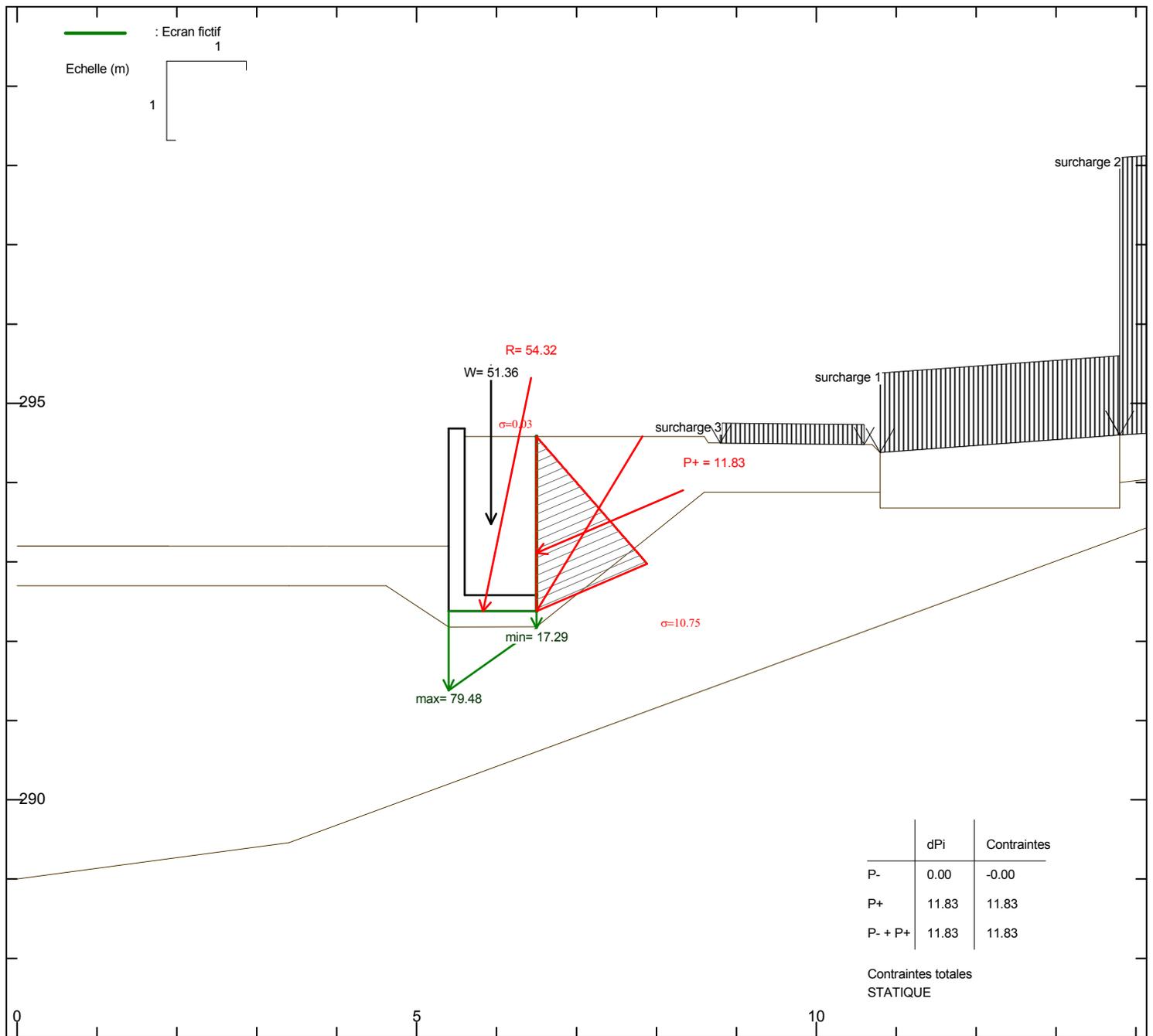
Facteurs de sécurité partiels	Critère Eurocodes 7 : NF P 94-281	Statique	Sismique	
			Pesant	Allégeant
			NF EN 1998-5	NF EN 1998-5
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w;inf = 1$ Eau défavorable $\gamma_w;sup = 1.35$ Résistances portance (ELU) $\gamma_R;v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R;v = 2.3$ glissement $\gamma_R;h = 1.1$ butée $\gamma_R;e = 1.4$ Methodes glissement $\gamma_R;d;h = 0.9$ portance $\gamma_R;d;v = 1$	Approche 2 - ELU	Rh;d = 27.17 kN Rp;d = 0 kN Hd = 14.663 kN Hd <= Rh;d + Rp;d	Capacité portante (Annexe F) Ned = 63.961 kN Ved = 16.91 kN Med = 17.166 kN.m Nmax = 682.92 kN F barre = 0.218 N barre = 0.0937 V barre = 0.0248 M barre = 0.0229 Resultat = -0.649 <= 0 vérifié	Capacité portante (Annexe F) Ned = 57.769 kN Ved = 15.445 kN Med = 16.395 kN.m Nmax = 682.92 kN F barre = 0.218 N barre = 0.0846 V barre = 0.0226 M barre = 0.0218 Resultat = -0.615 <= 0 vérifié
	Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable	e = 0.142 m e < 7/15 * B = 0.513 m R0=0 kN; iδβ=0.73 Rv;d = 339.83 kN Vd = 75.66 kN Vd <= Rv;d + R0	Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 16.91 kN Epd = 0 kN Ned = 63.961 kN Frd = 23.86 kN Ved <= Frd + Epd	Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 15.445 kN Epd = 0 kN Ned = 57.769 kN Frd = 21.551 kN Ved <= Frd + Epd
	Approche 2 - ELS	e = 0.113 m e < 1/4 * B = 0.275 m R0=0 kN; iδβ=0.73 Rv;d = 206.85 kN Vd = 56.044 kN Vd <= Rv;d + R0		

RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

Statique	Sismique Pesant	Sismique Allégeant
$\beta=0.00^\circ, d=0.00$ m Vol. mur = 0.640 m ²	$\beta=0.00^\circ, d=0.00$ m	$\beta=0.00^\circ, d=0.00$ m

2500258_AM	21/3/2022 - 10:48	Mur coupe n°1	FIGURE 2/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	

2500258_AM	21/3/2022 - 10:48	Mur coupe n°1	FIGURE 3/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	



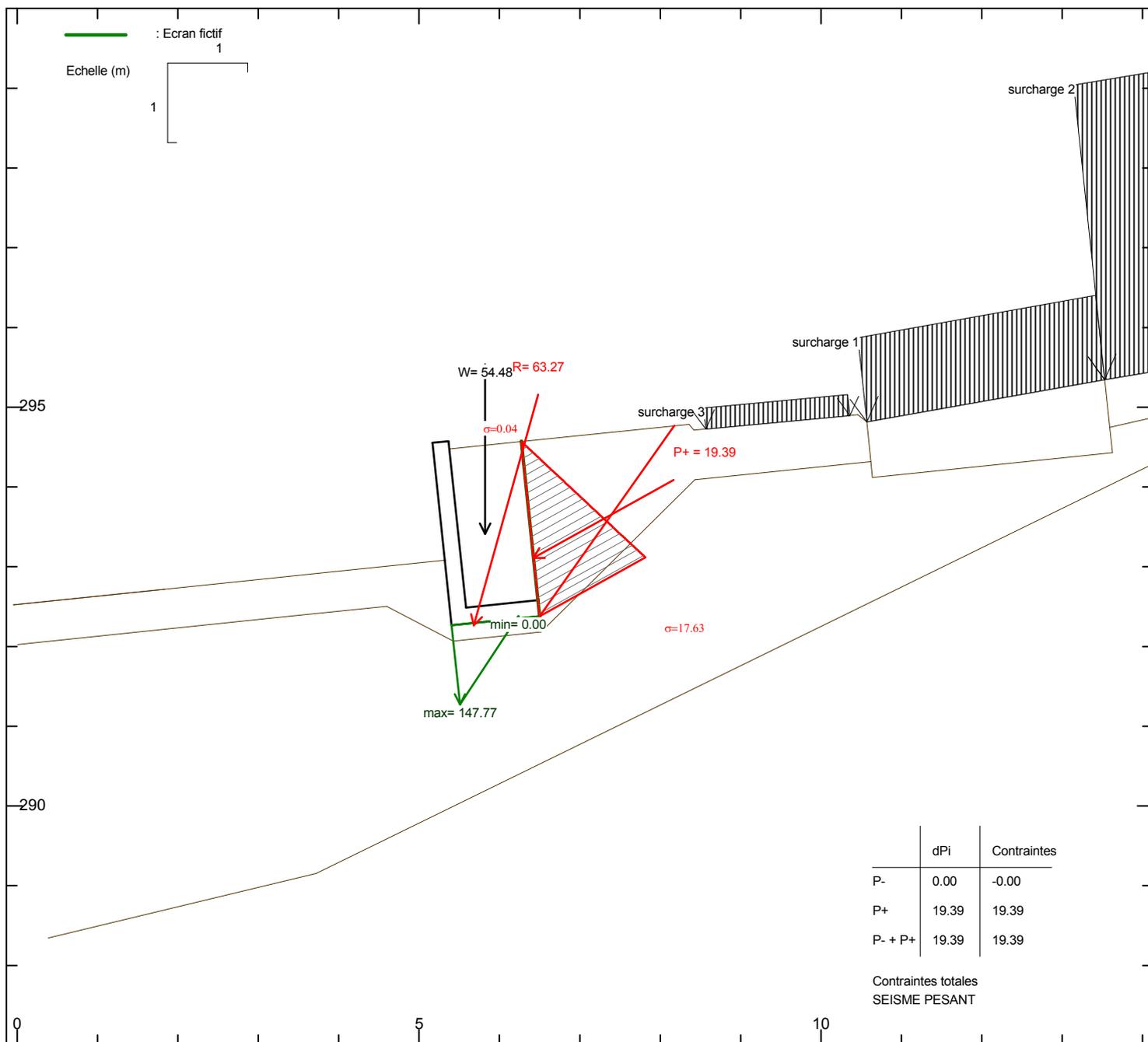
POIDS DU MUR	W= 51.36 kN	Xg= 5.93 m	Yg= 293.48 m
dont : W mur= 15.36 kN	W charges= 0.00 kN	W sol/semelle= 36.00 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN
	W patin = 0.00 kN	W eau= 0.00 kN	

POUSSEE TOTALE	P= 11.83 kN	$\tau = 23.33^\circ$	Pv = 4.68 kN	Ph = 10.86 kN	X = 6.50 m	Y = 293.11 m
Poussée due au sol	P= 11.83 kN	$\tau = 23.33^\circ$	Pv = 4.68 kN	Ph = 10.86 kN	X = 6.50 m	Y = 293.11 m
Poussée due aux charges	P= 0.00 kN	$\tau = 0.00^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = 0.00 kN	X = 0.00 m	Y = 0.00 m

RESULTANTE	R= 54.32 kN	$\tau = 78.47^\circ$	Rv= 53.22 kN	Rh= 10.86 kN	X = 5.83 m	Y = 292.38 m
------------	-------------	----------------------	--------------	--------------	------------	--------------

GEOMUR® v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

2500258_AM	21/3/2022 - 10:48	Mur coupe n°1	FIGURE 4/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	



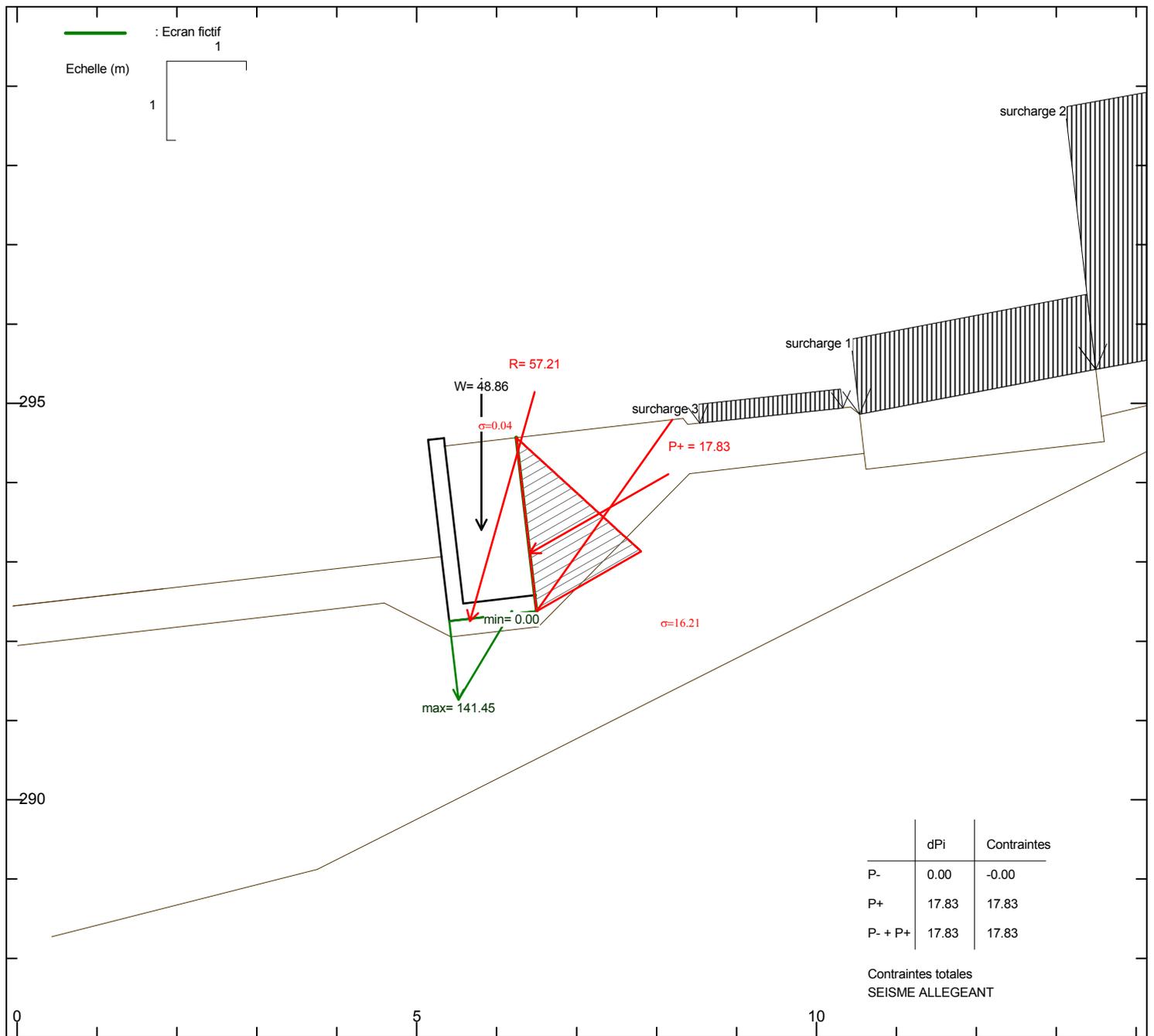
POIDS DU MUR	W= 54.48 kN	Xg= 5.82 m	Yg= 293.41 m
dont : W mur= 16.29 kN	W charges= 0.00 kN	W sol/patin = 0.00 kN	W eau= 0.00 kN
	W sol/semelle= 38.19 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN	

POUSSEE TOTALE	P= 19.39 kN	$\tau = 29.28^\circ$	Pv = 9.48 kN	Ph = 16.91 kN	X = 6.42 m	Y = 293.11 m
Poussée due au sol	P= 19.39 kN	$\tau = 29.28^\circ$	Pv = 9.48 kN	Ph = 16.91 kN	X = 6.42 m	Y = 293.11 m
Poussée due aux charges	P= 0.00 kN	$\tau = 0.00^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = 0.00 kN	X = 0.00 m	Y = 0.00 m

RESULTANTE	R= 63.27 kN	$\tau = 74.50^\circ$	Rv= 60.96 kN	Rh= 16.91 kN	X = 5.68 m	Y = 292.27 m
------------	-------------	----------------------	--------------	--------------	------------	--------------

GEOMUR® v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

2500258_AM	21/3/2022 - 10:48	Mur coupe n°1	FIGURE 5/6
		GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	



POIDS DU MUR	W = 48.86 kN	Xg = 5.81 m	Yg = 293.40 m
dont : W mur = 14.61 kN	W charges = 0.00 kN	W sol/patin = 0.00 kN	W eau = 0.00 kN
	W sol/semelle = 34.25 kN	W sol sous semelle = 0.00 kN	

POUSSEE TOTALE	P = 17.83 kN	$\tau = 29.97^\circ$	Pv = 8.91 kN	Ph = 15.45 kN	X = 6.42 m	Y = 293.11 m
Poussée due au sol	P = 17.83 kN	$\tau = 29.97^\circ$	Pv = 8.91 kN	Ph = 15.45 kN	X = 6.42 m	Y = 293.11 m
Poussée due aux charges	P = 0.00 kN	$\tau = 0.00^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = 0.00 kN	X = 0.00 m	Y = 0.00 m

RESULTANTE	R = 57.21 kN	$\tau = 74.34^\circ$	Rv = 55.08 kN	Rh = 15.45 kN	X = 5.67 m	Y = 292.25 m
------------	--------------	----------------------	---------------	---------------	------------	--------------

GEOMUR® v2.10 du 30/07/2018 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

2500258_AM	21/3/2022 - 10:48	Mur coupe n°1	GBM Aménagement d'un parking de covoiturage BESANCON (25)	FIGURE 6/6

Annexe 6

Calculs Talren



Données du projet

Numéro d'affaire : 2500258

Titre du calcul : Mur rue Laroque - Coupe 14

Lieu : BESANCON (25)

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	Argiles		18,0	25,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Calcaires		21,0	45,00	80,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Remblais actuels		17,0	25,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Remblais nobles		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	Mur		24,0	80,00	200,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Argiles		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Calcaires		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Remblais actuels		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Remblais nobles		-	-	-	Effective	Linéaire
5	Mur		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	295,180	2	1,700	295,080	3	3,200	294,980	4	6,200	294,980	5	6,400	295,080
7	8,400	295,200	8	8,600	295,200	9	8,600	293,840	10	9,700	293,900	11	10,600	293,900
13	14,000	293,880	14	8,600	293,100	15	7,700	293,100	16	7,700	293,300	17	8,400	293,300
19	1,700	294,580	20	3,200	294,480	21	3,200	294,180	22	6,200	294,180	23	7,500	292,900
25	9,219	293,484	26	10,600	293,460	27	14,000	293,400	28	12,100	293,410	29	6,616	293,816
31	0,000	294,300												

Segments

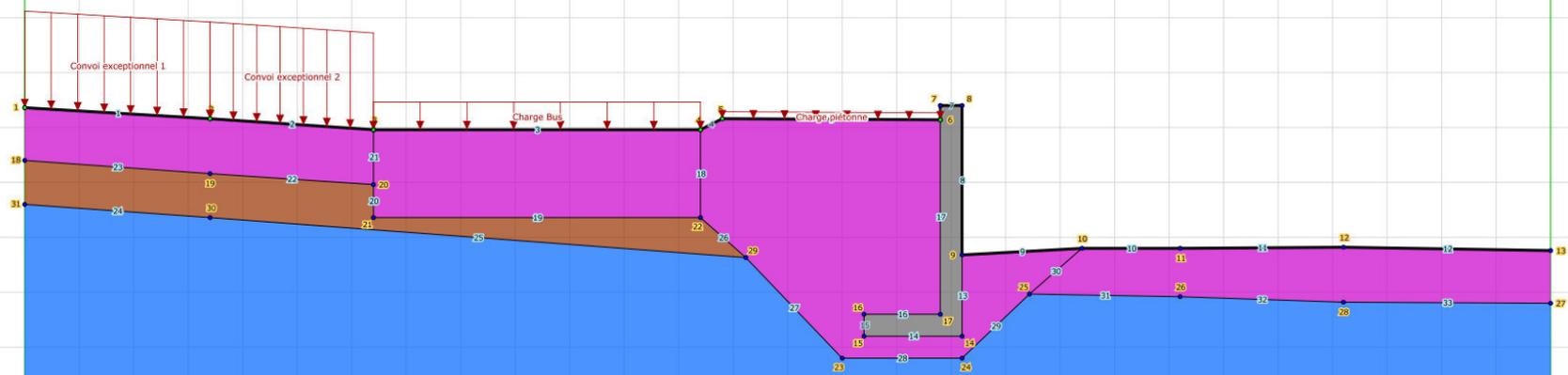
	Point 1	Point 2																			
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8
8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	9	14	14	14	15	
15	15	16	16	16	17	17	17	6	18	4	22	19	21	22	20	20	21	21	20	3	
22	19	20	23	18	19	24	31	30	25	29	30	26	22	29	27	23	29	28	23	24	
29	24	25	30	10	25	31	25	26	32	26	28	33	27	28							

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Convoi exceptionnel 1	0,000	295,180	70,0	1,700	295,080	70,0	90,00
2	Convoi exceptionnel 2	1,700	295,080	70,0	3,200	294,980	70,0	90,00
3	Charge Bus	3,200	294,980	20,0	6,200	294,980	20,0	90,00
4	Charge piétonne	6,400	295,080	5,0	8,400	295,070	5,0	90,00

-1,5 -1 -0,5 0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8 8,5 9 9,5 10 10,5 11 11,5 12 12,5 13 13,5 14 14,5 15 15,5

Sol n°	1	2	3	4	5
γ_w (kN/m3)	18,00	21,00	17,00	21,00	24,00
φ (°)	25,00	45,00	25,00	35,00	80,00
c (kPa)	10,00	80,00	0,00	0,00	200,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



- 1 Argiles
- 2 Calcaires
- 3 Remblais actuels
- 4 Remblais nobles
- 5 Mur



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 25 mars 2022 08:51:22
Calcul réalisé par : ECR Environnement

Projet : Mur rue Laroque - Coupe 14

Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase définitive

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 nobles	2	2	3	Remblais nobles	3	3	4	Remblais nobles
4	4	5	Remblais nobles	5	5	6	Remblais nobles	6	6	7	Mur
7	7	8	Mur	8	8	9	Mur	9	9	10	Remblais nobles
10	10	11	Remblais nobles	11	11	12	Remblais nobles	12	12	13	Remblais nobles
13	9	14	Mur	14	14	15	Remblais nobles	15	15	16	Mur
16	16	17	Mur	17	17	6	Mur	19	21	22	Argiles
20	20	21	Remblais nobles	22	19	20	Argiles	23	18	19	Argiles
24	31	30	Calcaires	25	29	30	Calcaires	26	22	29	Argiles
27	23	29	Calcaires	28	23	24	Calcaires	29	24	25	Calcaires
31	25	26	Calcaires	32	26	28	Calcaires	33	27	28	Calcaires

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Convoi exceptionnel 1
Convoi exceptionnel 2
Charge Bus
Charge piétonne

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase définitive

Nom de la situation : Situation fondamentale

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

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}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,800	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_a,clou$	1,250	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,250	Γ_{buton}	1,250	Γ_{s3}	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 7,000; Y= 295,500

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,250; Y= 0,250

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

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Nombre d'incrément sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 3,200

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 7,348; Y= 293,000

Nombre de tranches : 100

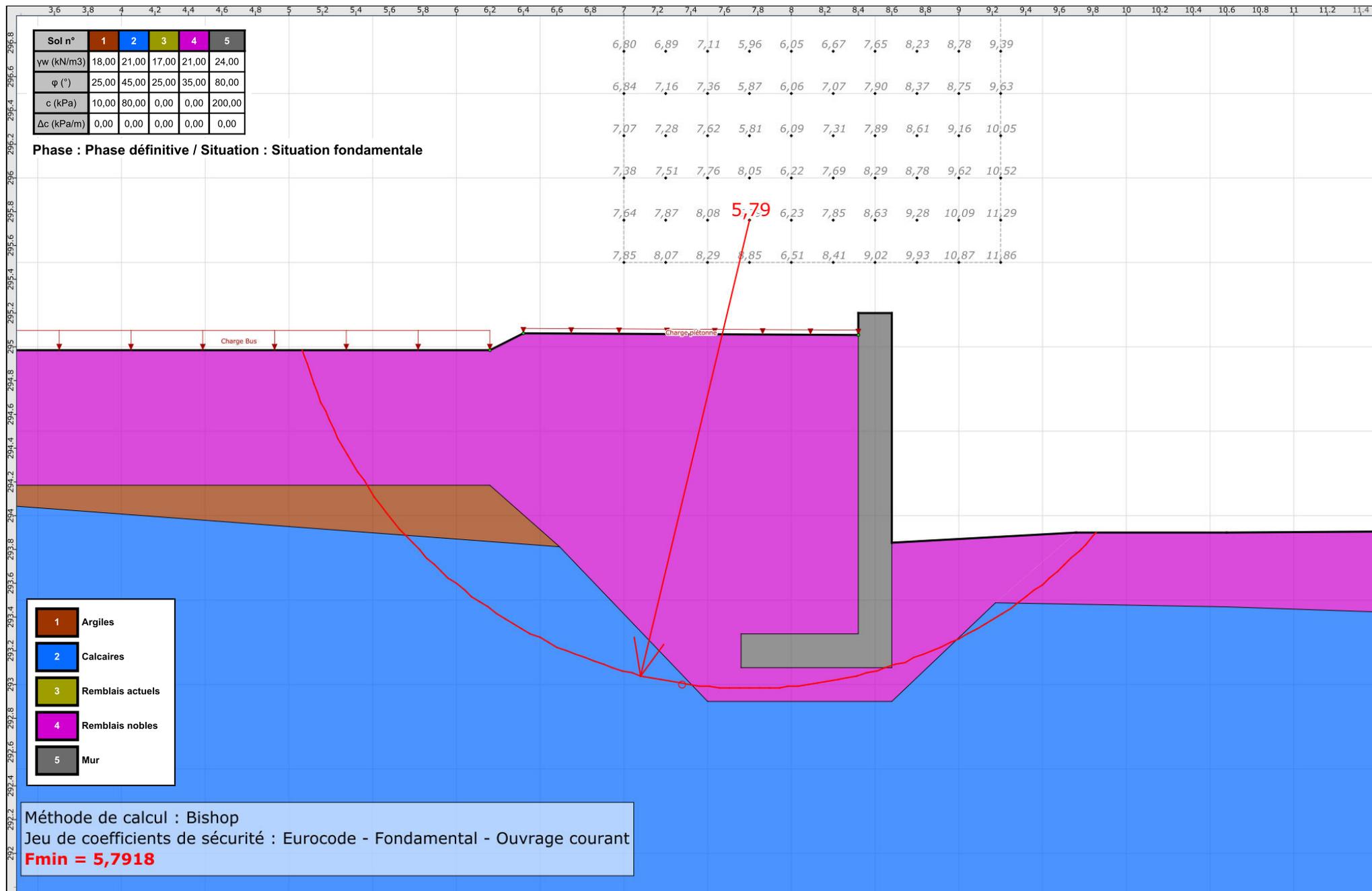
Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Mur
et
Passage imposé dans Argiles

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 5,7918

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 104; X0= 7,75; Y0= 295,75; R= 2,77



Données de la phase 2

Nom de la phase : Phase sismique

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 nobles	2	2	3	Remblais nobles	3	3	4	Remblais nobles
4	4	5	Remblais nobles	5	5	6	Remblais nobles	6	6	7	Mur
7	7	8	Mur	8	8	9	Mur	9	9	10	Remblais nobles
10	10	11	Remblais nobles	11	11	12	Remblais nobles	12	12	13	Remblais nobles
13	9	14	Mur	14	14	15	Remblais nobles	15	15	16	Mur
16	16	17	Mur	17	17	6	Mur	19	21	22	Argiles
20	20	21	Remblais nobles	22	19	20	Argiles	23	18	19	Argiles
24	31	30	Calcaires	25	29	30	Calcaires	26	22	29	Argiles
27	23	29	Calcaires	28	23	24	Calcaires	29	24	25	Calcaires
31	25	26	Calcaires	32	26	28	Calcaires	33	27	28	Calcaires

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase sismique

Nom de la situation : Séisme pesant

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Sismique

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}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,800	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_a,clou$	1,250	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,250	Γ_{buton}	1,250	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 7,000; Y= 295,500

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,250; Y= 0,250

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

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Nombre d'incrément sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 3,200

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 7,348; Y= 293,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,112

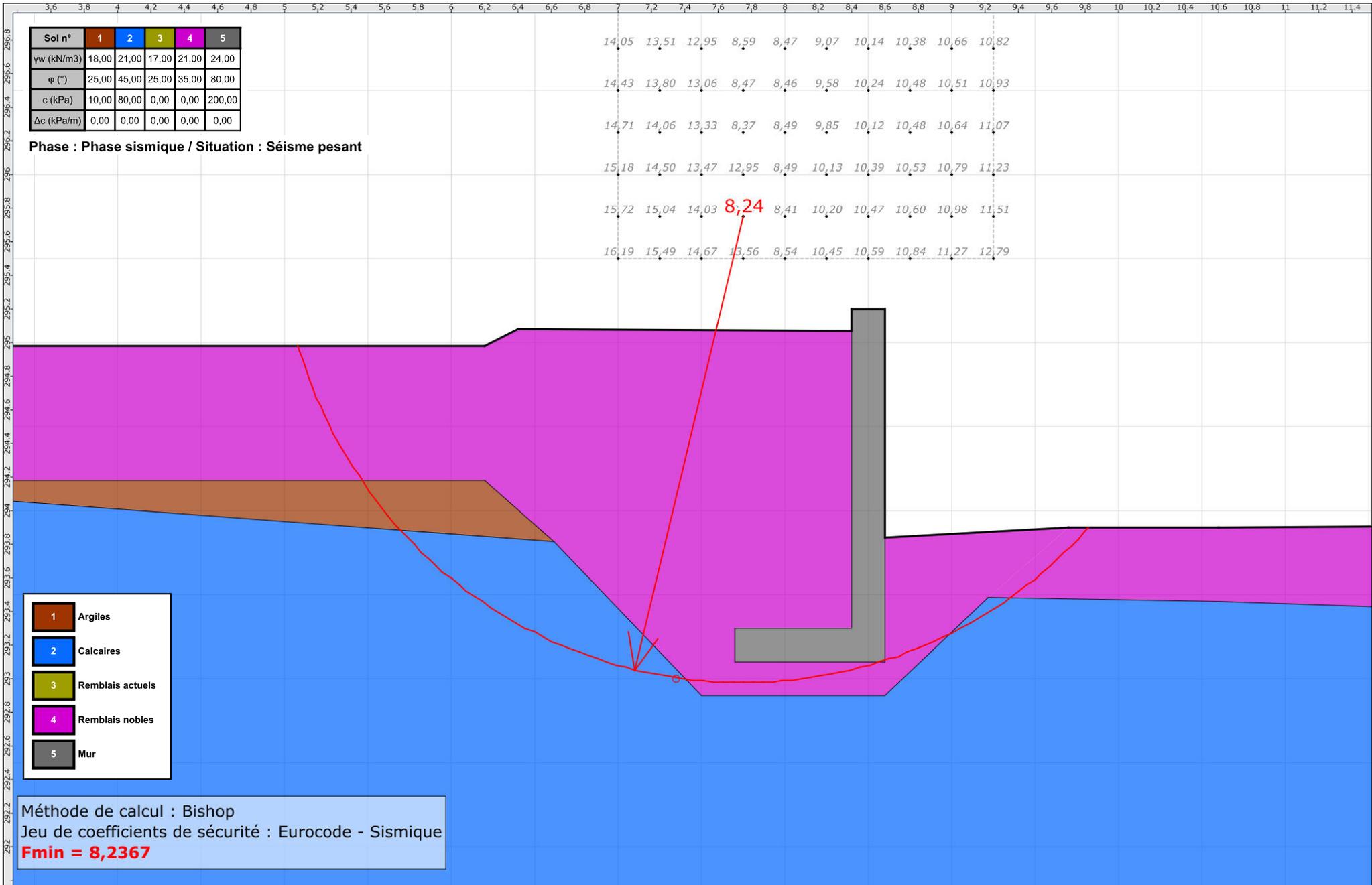
Coefficient av/g (accélération verticale) : 0,056

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Mur
et
Passage imposé dans Argiles

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 8,2367

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 104; X0= 7,75; Y0= 295,75; R= 2,77



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase sismique

Nom de la situation : Séisme allégeant

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Sismique

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}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,800	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_a,clou$	1,250	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,250	Γ_{buton}	1,250	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 7,000; Y= 295,500

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,250; Y= 0,250

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

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Nombre d'incrément sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 3,200

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 7,348; Y= 293,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,112

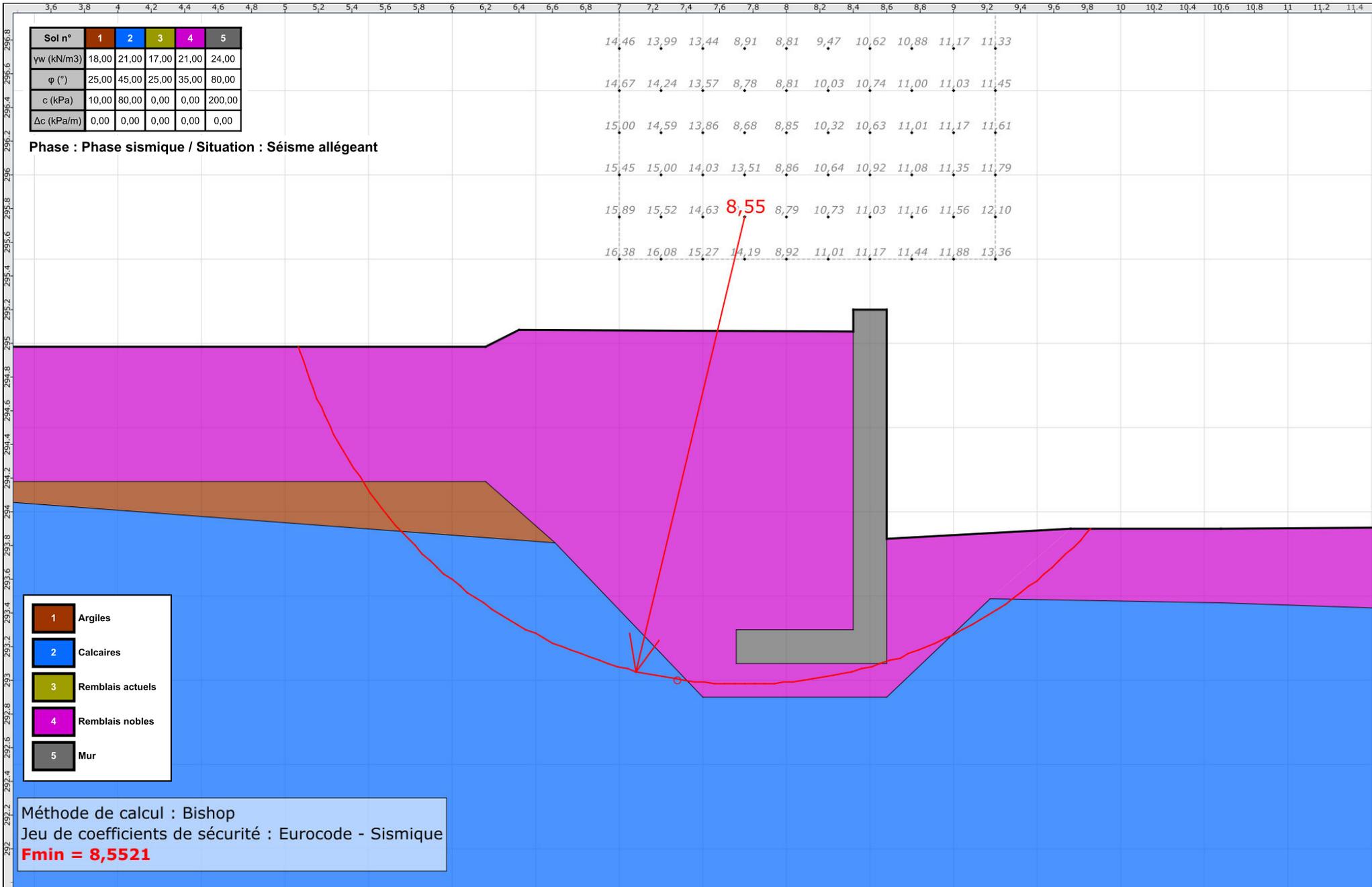
Coefficient av/g (accélération verticale) : -0,056

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Mur
et
Passage imposé dans Argiles

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 8,5521

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 104; X0= 7,75; Y0= 295,75; R= 2,77



Données du projet

Numéro d'affaire : 2500258

Titre du calcul : Mur rue Laroque - Coupe 38

Lieu : BESANCON (25)

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

yw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Argiles		18,0	25,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Calcaires		21,0	45,00	80,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Remblais actuels		17,0	25,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Remblais nobles		21,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	Mur		24,0	80,00	200,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	Γc	$\Gamma \tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe
1	Argiles		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Calcaires		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Remblais actuels		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Remblais nobles		-	-	-	Effective	Linéaire
5	Mur		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	294,850	2	2,500	294,600	3	5,500	294,380	4	5,600	294,480	5	7,650	294,500
7	10,700	294,680	8	10,900	294,680	9	10,900	293,200	10	11,500	293,200	11	12,000	293,200
14	10,900	292,380	15	10,000	292,380	16	10,000	292,580	17	10,700	292,580	18	0,000	294,300
20	5,500	293,680	21	5,500	293,880	22	6,200	293,880	23	9,800	292,180	24	10,900	292,180
27	14,000	292,700	28	12,100	292,700	29	7,650	293,880	30	2,500	293,680	31	0,000	294,100
33	14,000	288,250	34	7,700	294,580									

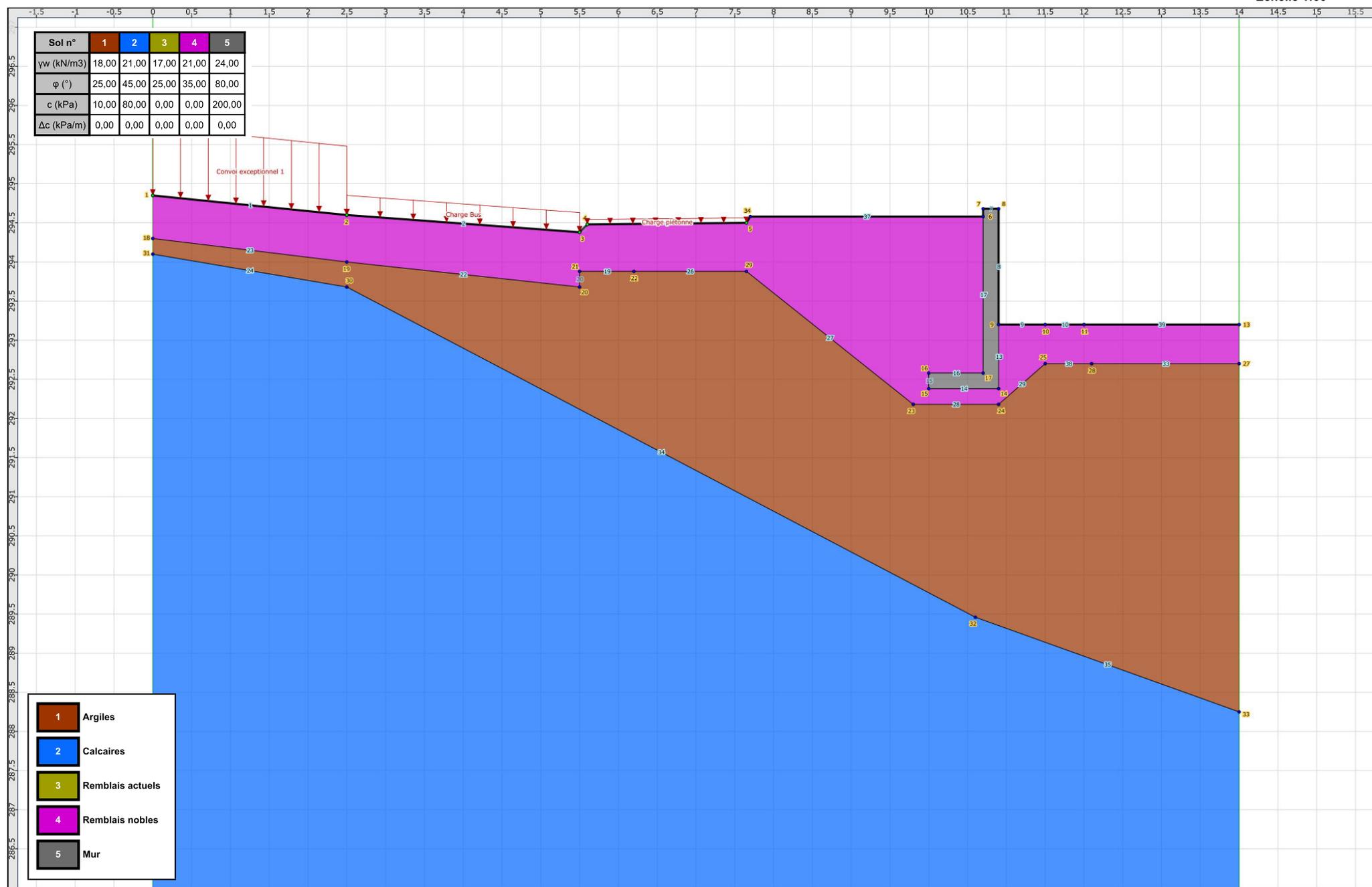
Segments

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

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Convoi exceptionnel 1	0,000	294,850	70,0	2,500	294,600	70,0	90,00
2	Charge Bus	2,500	294,600	20,0	5,500	294,380	20,0	90,00
3	Charge piétonne	5,600	294,480	5,0	7,650	294,500	5,0	90,00

Sol n°	1	2	3	4	5
γ_w (kN/m ³)	18,00	21,00	17,00	21,00	24,00
φ (°)	25,00	45,00	25,00	35,00	80,00
c (kPa)	10,00	80,00	0,00	0,00	200,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



- 1 Argiles
- 2 Calcaires
- 3 Remblais actuels
- 4 Remblais nobles
- 5 Mur



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 25 mars 2022 08:56:00
Calcul réalisé par : ECR Environnement

Projet : Mur rue Laroque - Coupe 38

Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase définitive

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 nobles	2	2	3	Remblais nobles	3	3	4	Remblais nobles
4	4	5	Remblais nobles	6	6	7	Mur	7	7	8	Mur
8	8	9	Mur	9	9	10	Remblais nobles	10	10	11	Remblais nobles
13	9	14	Mur	14	14	15	Remblais nobles	15	15	16	Mur
16	16	17	Mur	17	17	6	Mur	19	21	22	Argiles
20	20	21	Argiles	22	19	20	Argiles	23	18	19	Argiles
24	31	30	Calcaires	26	22	29	Argiles	27	23	29	Argiles
28	23	24	Argiles	29	24	25	Argiles	33	27	28	Argiles
34	30	32	Calcaires	35	32	33	Calcaires	36	5	34	Remblais nobles
37	34	6	Remblais nobles	38	25	28	Argiles	39	11	13	Remblais nobles

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge Bus
Charge piétonne

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase définitive

Nom de la situation : Situation fondamentale charges permanentes

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

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}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,800	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_a,clou$	1,250	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,250	Γ_{buton}	1,250	Γ_{s3}	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 10,000; Y= 294,692

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,250; Y= 0,250

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

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Nombre d'incrément sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 5,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,633; Y= 292,312

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Mur
et
Passage imposé dans Argiles

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 2,6380

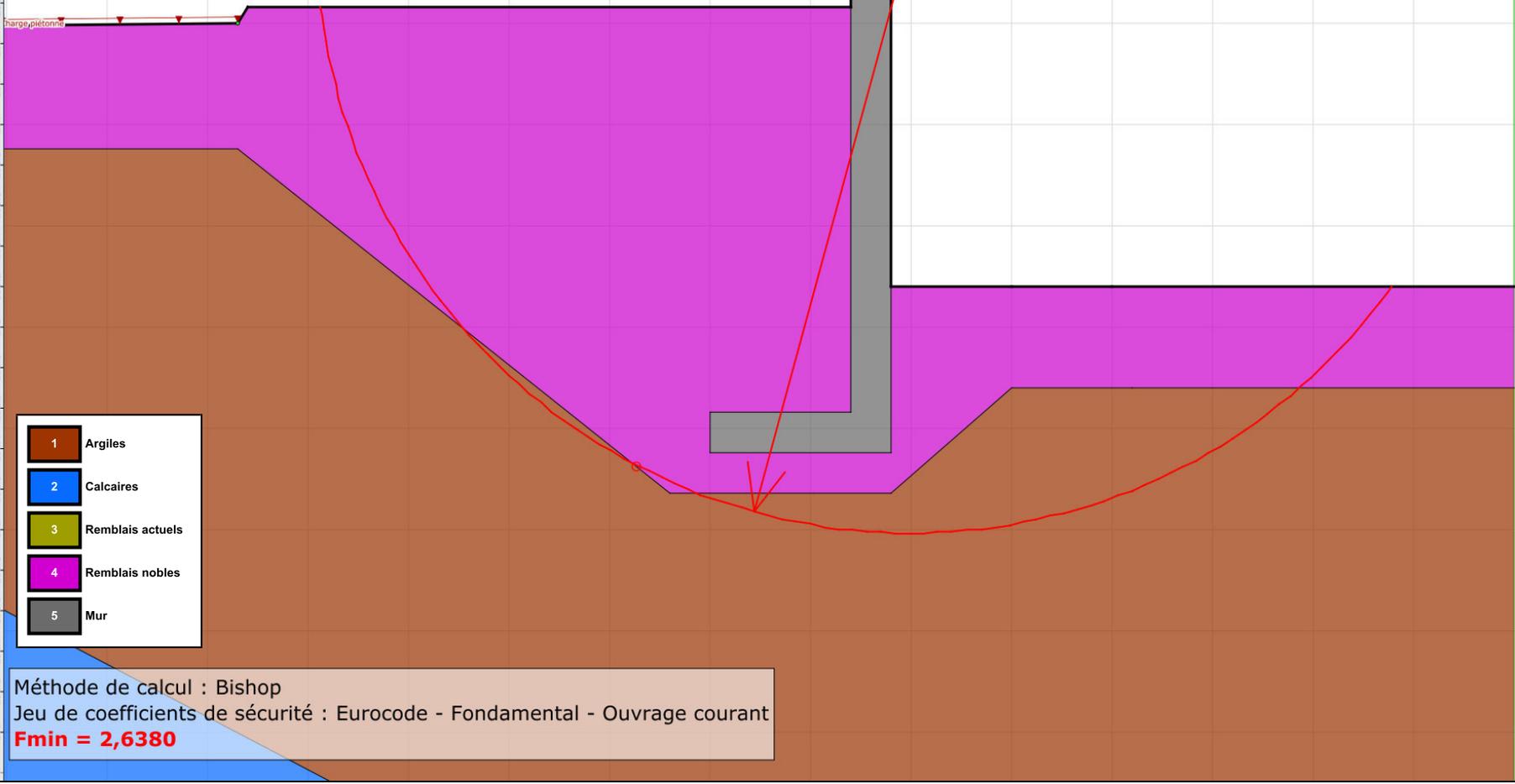
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 41; X0= 11,00; Y0= 294,94; R= 2,96

6,6 6,8 7 7,2 7,4 7,6 7,8 8 8,2 8,4 8,6 8,8 9 9,2 9,4 9,6 9,8 10 10,2 10,4 10,6 10,8 11 11,2 11,4 11,6 11,8 12 12,2 12,4 12,6 12,8 13 13,2 13,4 13,6 13,8 14 14,2 14,4 14,6 14,8

Sol n°	1	2	3	4	5
γw (kN/m3)	18,00	21,00	17,00	21,00	24,00
φ (°)	25,00	45,00	25,00	35,00	80,00
c (kPa)	10,00	80,00	0,00	0,00	200,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase définitive / Situation : Situation fondamentale charges permanentes

3,34	2,95	2,85	2,78	2,75	
3,41	2,95	2,86	2,76	2,73	
3,42	3,03	2,86	2,74	2,69	2,71
3,54	3,05	2,85	2,70	2,65	2,68
3,60	3,15	2,86	2,68	2,64	2,68
3,78	3,09	2,82	2,70	2,65	2,70



- 1 Argiles
- 2 Calcaires
- 3 Remblais actuels
- 4 Remblais nobles
- 5 Mur

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 2,6380



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 25 mars 2022 08:56:01
 Calcul réalisé par : ECR Environnement

Projet : Mur rue Laroque - Coupe 38

Données de la phase 2

Nom de la phase : Phase définitive 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 nobles	2	2	3	Remblais nobles	3	3	4	Remblais nobles
4	4	5	Remblais nobles	6	6	7	Mur	7	7	8	Mur
8	8	9	Mur	9	9	10	Remblais nobles	10	10	11	Remblais nobles
13	9	14	Mur	14	14	15	Remblais nobles	15	15	16	Mur
16	16	17	Mur	17	17	6	Mur	19	21	22	Argiles
20	20	21	Argiles	22	19	20	Argiles	23	18	19	Argiles
24	31	30	Calcaires	26	22	29	Argiles	27	23	29	Argiles
28	23	24	Argiles	29	24	25	Argiles	33	27	28	Argiles
34	30	32	Calcaires	35	32	33	Calcaires	36	5	34	Remblais nobles
37	34	6	Remblais nobles	38	25	28	Argiles	39	11	13	Remblais nobles

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Convoi exceptionnel 1

Charge Bus

Charge piétonne

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase définitive exceptionnelle

Nom de la situation : Situation fondamentale charge exceptionnelle

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

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}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,800	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_a,clou$	1,250	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,250	Γ_{buton}	1,250	Γ_{s3}	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 10,500; Y= 294,444

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,250; Y= 0,250

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

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Nombre d'incrément sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 5,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,671; Y= 292,282

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Mur
et
Passage imposé dans Argiles

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 2,6515

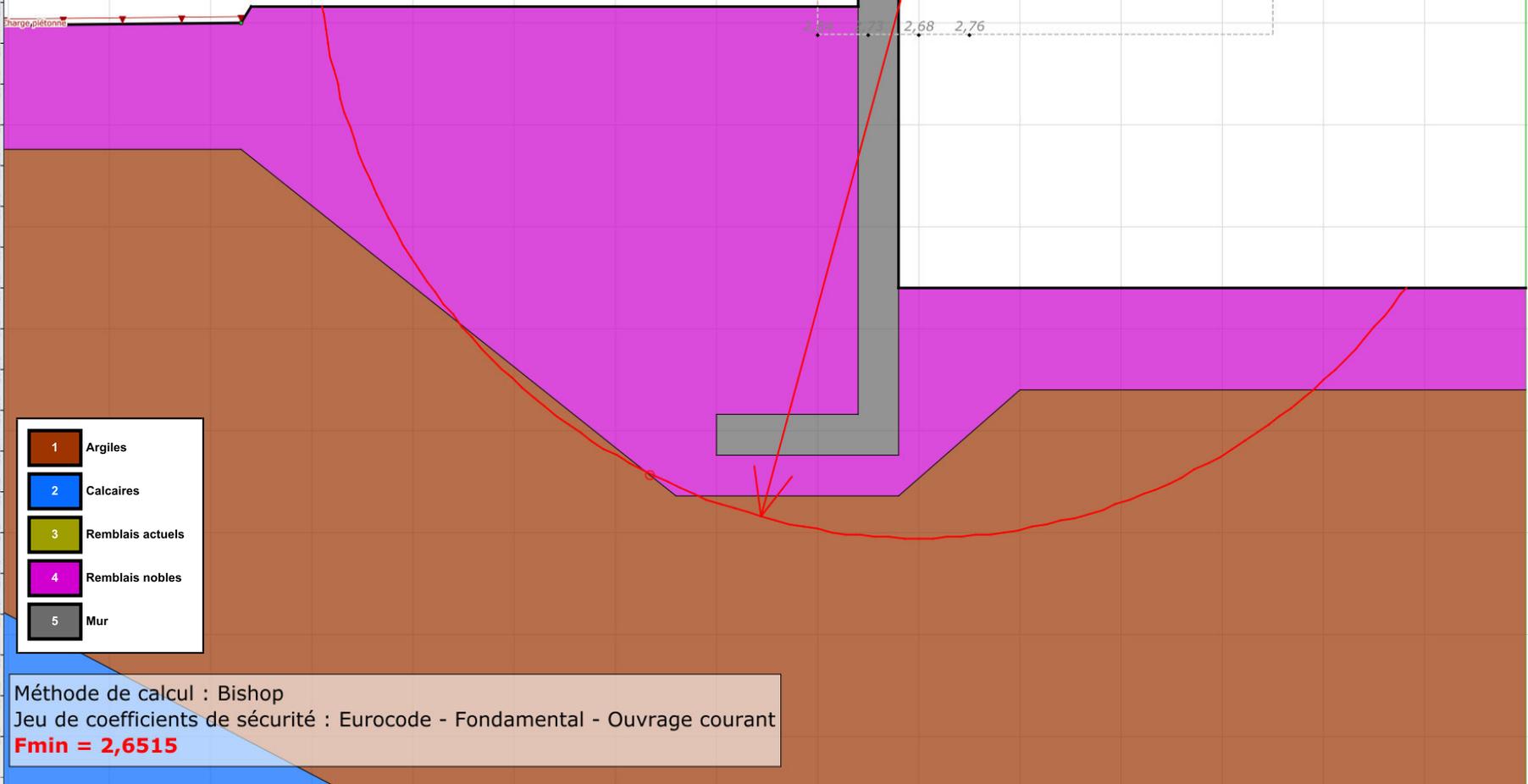
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 45; X0= 11,00; Y0= 294,94; R= 2,97

6,6 6,8 7 7,2 7,4 7,6 7,8 8 8,2 8,4 8,6 8,8 9 9,2 9,4 9,6 9,8 10 10,2 10,4 10,6 10,8 11 11,2 11,4 11,6 11,8 12 12,2 12,4 12,6 12,8 13 13,2 13,4 13,6 13,8 14 14,2 14,4 14,6 14,8

Sol n°	1	2	3	4	5
γw (kN/m3)	18,00	21,00	17,00	21,00	24,00
φ (°)	25,00	45,00	25,00	35,00	80,00
c (kPa)	10,00	80,00	0,00	0,00	200,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase définitive exceptionnelle / Situation : Situation fondamentale charge exceptionnelle

2,89 2,79 2,76
 2,88 2,78 2,74
 2,89 2,76 2,70 2,71
 2,86 2,71 2,67 2,69
 2,87 2,69 2,65 2,69
 2,84 2,68 2,66 2,71
 2,84 2,71 2,68 2,76



- 1 Argiles
- 2 Calcaires
- 3 Remblais actuels
- 4 Remblais nobles
- 5 Mur

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant
Fmin = 2,6515



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 25 mars 2022 08:56:02
 Calcul réalisé par : ECR Environnement

Projet : Mur rue Laroque - Coupe 38

Données de la phase 3

Nom de la phase : Phase sismique

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 nobles	2	2	3	Remblais nobles	3	3	4	Remblais nobles
4	4	5	Remblais nobles	6	6	7	Mur	7	7	8	Mur
8	8	9	Mur	9	9	10	Remblais nobles	10	10	11	Remblais nobles
13	9	14	Mur	14	14	15	Remblais nobles	15	15	16	Mur
16	16	17	Mur	17	17	6	Mur	19	21	22	Argiles
20	20	21	Argiles	22	19	20	Argiles	23	18	19	Argiles
24	31	30	Calcaires	26	22	29	Argiles	27	23	29	Argiles
28	23	24	Argiles	29	24	25	Argiles	33	27	28	Argiles
34	30	32	Calcaires	35	32	33	Calcaires	36	5	34	Remblais nobles
37	34	6	Remblais nobles	38	25	28	Argiles	39	11	13	Remblais nobles

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase sismique

Nom de la situation : Séisme pesant

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Sismique

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}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,800	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_a,clou$	1,250	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,250	Γ_{buton}	1,250	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 10,000; Y= 294,721

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,250; Y= 0,250

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

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Nombre d'incrément sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 5,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,677; Y= 292,278

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,112

Coefficient av/g (accélération verticale) : 0,056

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Mur
et
Passage imposé dans Argiles

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 2,2424

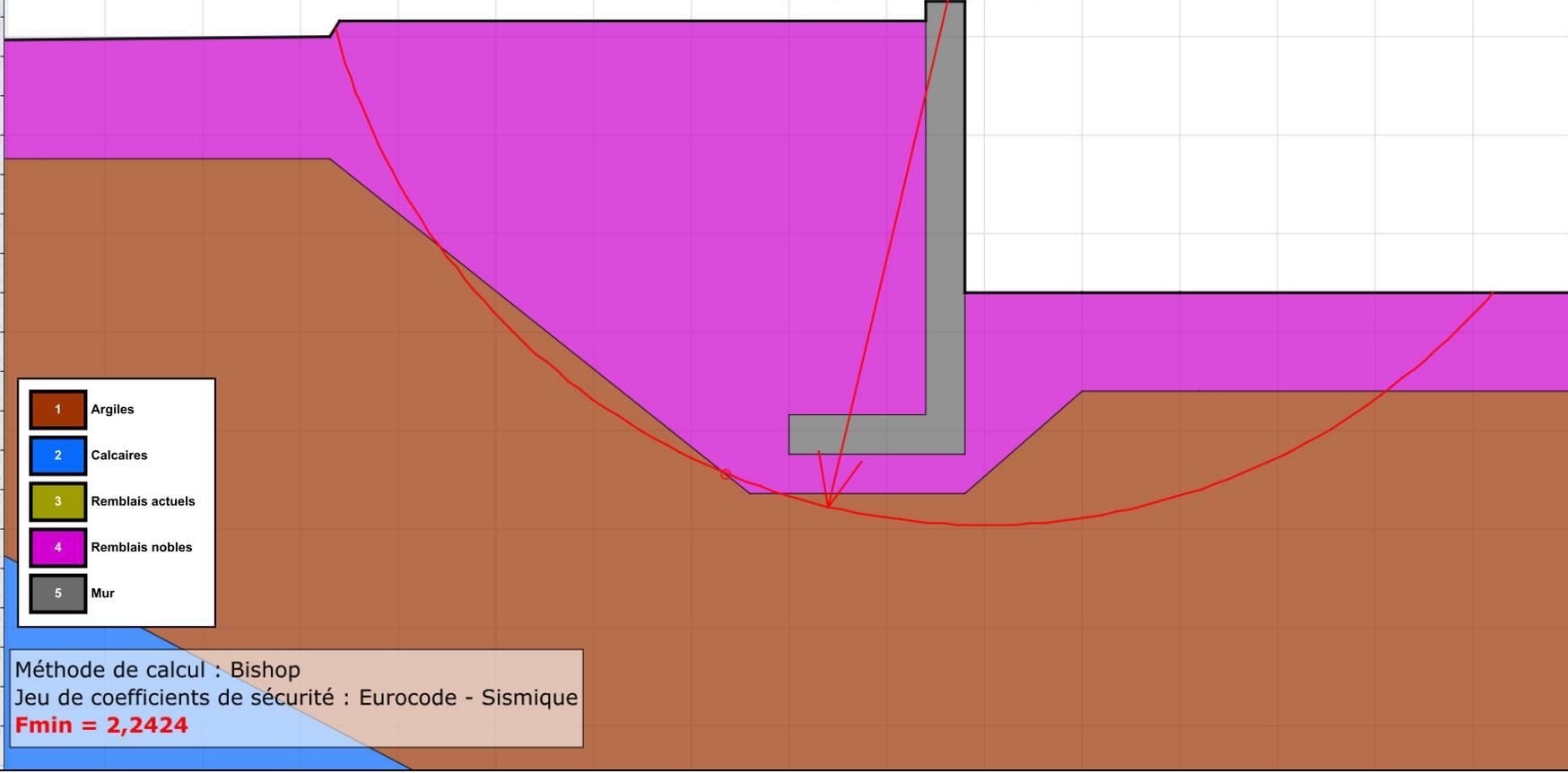
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 84; X0= 11,00; Y0= 295,47; R= 3,45

6,2 6,4 6,6 6,8 7 7,2 7,4 7,6 7,8 8 8,2 8,4 8,6 8,8 9 9,2 9,4 9,6 9,8 10 10,2 10,4 10,6 10,8 11 11,2 11,4 11,6 11,8 12 12,2 12,4 12,6 12,8 13 13,2 13,4 13,6 13,8 14 14,2 14,4 14,6 14,8 15 15,2

Sol n°	1	2	3	4	5
γw (kN/m3)	18,00	21,00	17,00	21,00	24,00
φ (°)	25,00	45,00	25,00	35,00	80,00
c (kPa)	10,00	80,00	0,00	0,00	200,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase sismique / Situation : Séisme pesant

2,69 2,55 2,43 2,36 2,31
 2,67 2,53 2,42 2,35 2,30
 2,72 2,57 2,45 2,33 2,29
 2,71 2,56 2,44 2,32 2,26
 2,99 2,56 2,44 2,30 2,24 2,25
 3,02 2,61 2,41 2,28 2,25 2,26
 3,14 2,61 2,41 2,29 2,26 2,28
 3,19 2,66 2,43 2,32 2,30 2,32



- 1 Argiles
- 2 Calcaires
- 3 Remblais actuels
- 4 Remblais nobles
- 5 Mur

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Sismique
Fmin = 2,2424



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 25 mars 2022 08:56:02
 Calcul réalisé par : ECR Environnement

Projet : Mur rue Laroque - Coupe 38

Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase sismique

Nom de la situation : Séisme allégeant

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Sismique

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}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,400
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,800	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
Γ_{pl}	1,400	$\Gamma_a,clou$	1,250	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,250	Γ_{buton}	1,250	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 10,000; Y= 294,831

Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,250; Y= 0,250

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

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Nombre d'incrément sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 5,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 9,693; Y= 292,265

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,112

Coefficient av/g (accélération verticale) : -0,056

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Mur
et
Passage imposé dans Argiles

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 2,2760

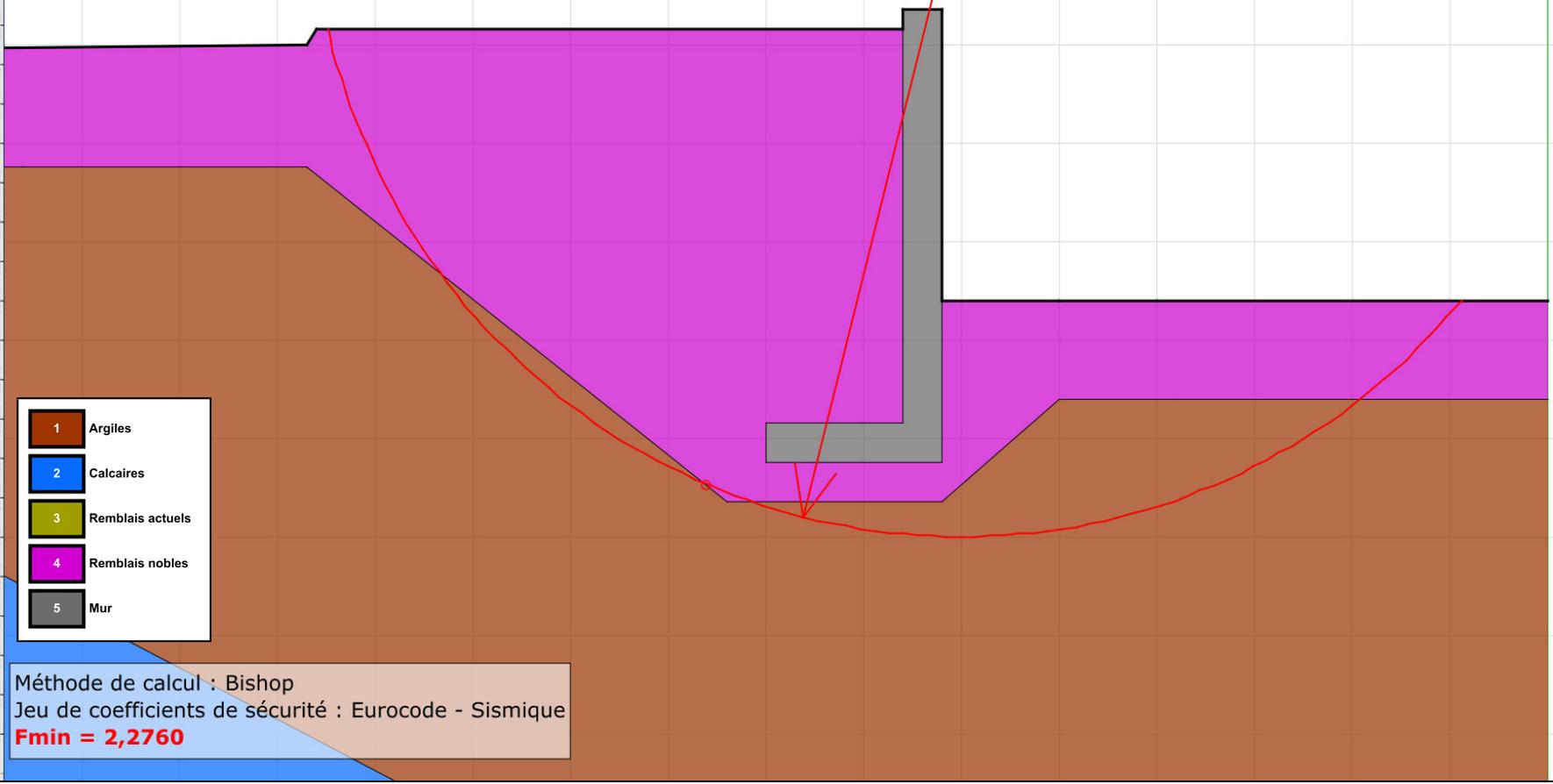
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 61; X0= 11,00; Y0= 295,33; R= 3,33

6,2 6,4 6,6 6,8 7 7,2 7,4 7,6 7,8 8 8,2 8,4 8,6 8,8 9 9,2 9,4 9,6 9,8 10 10,2 10,4 10,6 10,8 11 11,2 11,4 11,6 11,8 12 12,2 12,4 12,6 12,8 13 13,2 13,4 13,6 13,8 14 14,2 14,4 14,6 14,8 15

Sol n°	1	2	3	4	5
γw (kN/m3)	18,00	21,00	17,00	21,00	24,00
φ (°)	25,00	45,00	25,00	35,00	80,00
c (kPa)	10,00	80,00	0,00	0,00	200,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase sismique / Situation : Séisme allégeant

2,69	2,55	2,44	2,36	2,34	
2,68	2,54	2,43	2,37	2,33	
2,73	2,57	2,46	2,36	2,31	
2,73	2,58	2,46	2,35	2,29	
3,04	2,58	2,44	2,33	2,28	2,29
3,16	2,64	2,43	2,33	2,29	2,30
3,23	2,63	2,46	2,35	2,32	2,34



- 1 Argiles
- 2 Calcaires
- 3 Remblais actuels
- 4 Remblais nobles
- 5 Mur

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Sismique
Fmin = 2,2760



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 25 mars 2022 08:56:03
 Calcul réalisé par : ECR Environnement

Projet : Mur rue Laroque - Coupe 38