



**CANNES  
PAYS DE  
LÉRINS**

Communauté d'agglomération de  
Cannes, Le Cannet, Mandelieu-La Napoule,  
Mougins et Théoule/Mer

---

# **Demande d'Autorisation Environnementale**

-

## **Création d'un ouvrage de ralentissement dynamique des crues de la Frayère**

-

### **ETUDE D'IMPACT ANNEXE 4 : ETUDES GEOTECHNIQUES G2 AVP**

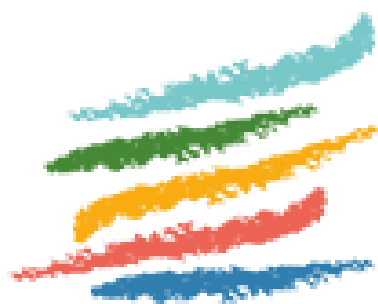


**fondasol**



**CANNES / LE CANNET (06)**  
**Étude géotechnique de conception – Phase Avant-Projet**  
**(G2-AVP)**

**Rapport n° PR.06GT.21.055 – Pièce n°004 – Indice A (21/07/2023)**



**CANNES**  
**PAYS DE**  
**LÉRINS**

**Construction d'un bassin écrêteur de crue**  
**Lieu-dit « La Carimaï »**  
**LE CANNET - 06 400 CANNES**

**FONDASOL NICE**

19 Chemin des Travaux  
06800 – CAGNES SUR MER

 04.93.14.12.88

 04.93.14.12.90

 nice@fondasol.fr

## SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES À JOUR

FTQ.261-B

| Rév. | Date       | Nb pages | Modifications  | Rédacteur            | Contrôleur   |
|------|------------|----------|--|----------------------|--------------|
| prov | 03/04/2023 | 87       | Version provisoire   | M. MAIREY / S. BRIAT | B. VUILLAUME |
| 0    | 07/07/2023 | 131      | Ajout des essais labo et des vérifications des ouvrages projetés | M.MAIREY             | B.V./A.F.    |
| A    | 21/07/2023 |          | Prise en compte des commentaires du MOE                          | M.MAIREY             | B. VUILLAUME |

| REV  | Prov | 0 | A | B | REV  | Prov | 0 | A | B | REV  | Prov | 0 | A | B |
|------|------|---|---|---|------|------|---|---|---|------|------|---|---|---|
| PAGE |      |   |   |   | PAGE |      |   |   |   | PAGE |      |   |   |   |
| 1    | X    |   |   |   | 51   | X    | X | X |   | 101  |      | X |   |   |
| 2    | X    |   |   |   | 52   | X    | X | X |   | 102  |      | X |   |   |
| 3    | X    |   |   |   | 53   | X    | X | X |   | 103  |      | X |   |   |
| 4    | X    |   |   |   | 54   | X    |   |   |   | 104  |      | X |   |   |
| 5    | X    |   |   |   | 55   | X    |   | X |   | 105  |      | X |   |   |
| 6    | X    |   |   |   | 56   | X    |   |   |   | 106  |      | X | X |   |
| 7    | X    |   |   |   | 57   | X    |   |   |   | 107  |      | X | X |   |
| 8    | X    | X | X |   | 58   | X    |   |   |   | 108  |      | X |   |   |
| 9    | X    | X | X |   | 59   | X    |   | X |   | 109  |      | X |   |   |
| 10   | X    |   |   |   | 60   | X    |   |   |   | 110  |      | X |   |   |
| 11   | X    |   |   |   | 61   | X    | X | X |   | 111  |      | X |   |   |
| 12   | X    |   |   |   | 62   | X    |   | X |   | 112  |      | X |   |   |
| 13   | X    |   |   |   | 63   | X    |   |   |   | 113  |      | X |   |   |
| 14   | X    |   |   |   | 64   | X    |   |   |   | 114  |      | X |   |   |
| 15   | X    | X |   |   | 65   | X    |   |   |   | 115  |      | X |   |   |
| 16   | X    |   |   |   | 66   | X    |   |   |   | 116  |      | X |   |   |
| 17   | X    | X |   |   | 67   | X    |   |   |   | 117  |      | X |   |   |
| 18   | X    | X |   |   | 68   | X    |   |   |   | 118  |      | X |   |   |
| 19   | X    | X |   |   | 69   | X    | X |   |   | 119  |      | X |   |   |
| 20   | X    | X |   |   | 70   | X    |   | X |   | 120  |      | X |   |   |
| 21   | X    | X |   |   | 71   | X    | X | X |   | 121  |      | X |   |   |
| 22   | X    | X |   |   | 72   | X    | X | X |   | 122  |      | X |   |   |
| 23   | X    | X |   |   | 73   | X    | X |   |   | 123  |      | X |   |   |
| 24   | X    | X |   |   | 74   | X    | X |   |   | 124  |      | X |   |   |
| 25   | X    | X |   |   | 75   | X    | X |   |   | 125  |      | X |   |   |
| 26   | X    |   |   |   | 76   | X    | X |   |   | 126  |      | X |   |   |
| 27   | X    |   |   |   | 77   | X    | X | X |   | 127  |      | X |   |   |
| 28   | X    | X |   |   | 78   | X    | X |   |   | 128  |      | X |   |   |
| 29   | X    |   |   |   | 79   | X    | X |   |   | 129  |      | X |   |   |
| 30   | X    |   |   |   | 80   | X    | X |   |   | 130  |      | X |   |   |
| 31   | X    |   |   |   | 81   | X    | X |   |   | 131  |      | X |   |   |
| 32   | X    |   |   |   | 82   | X    | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 33   | X    |   |   |   | 83   | X    | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 34   | X    |   |   |   | 84   | X    | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 35   | X    |   |   |   | 85   | X    | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 36   | X    | X | X |   | 86   | X    | X | X |   |      |      |   |   |   |
| 37   | X    | X |   |   | 87   | X    | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 38   | X    |   |   |   | 88   |      | X | X |   |      |      |   |   |   |
| 39   | X    | X |   |   | 89   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 40   | X    |   |   |   | 90   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 41   | X    |   |   |   | 91   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 42   | X    |   |   |   | 92   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 43   | X    | X |   |   | 93   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 44   | X    |   |   |   | 94   |      | X | X |   |      |      |   |   |   |
| 45   | X    |   | X |   | 95   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 46   | X    | X |   |   | 96   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 47   | X    | X | X |   | 97   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 48   | X    | X | X |   | 98   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 49   | X    |   | X |   | 99   |      | X |   |   |      |      |   |   |   |
| 50   | X    |   |   |   | 100  |      | X |   |   |      |      |   |   |   |

# SOMMAIRE

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>A.</b> | <b>PRESENTATION DE NOTRE MISSION</b>                            | <b>6</b>  |
| A.1.      | OBJET DU PRESENT DOCUMENT                                       | 6         |
| A.2.      | CONTRATS D'ETUDES GEOTECHNIQUES                                 | 6         |
| A.3.      | INTERVENANTS DE L'OPERATION                                     | 6         |
| A.4.      | OBJECTIFS DE NOTRE MISSION                                      | 6         |
| A.5.      | DONNEES D'ENTREE  | 7         |
| A.5.1.    | Documents et fichiers reçus pour cette étude G2AVP              | 7         |
| A.5.2.    | Documents FONDASOL  | 7         |
| A.5.3.    | Autres rapports d'étude du site                                 | 8         |
| A.6.      | DESCRIPTION DU PROJET   | 8         |
| <b>B.</b> | <b>SYNTHESE GEOTECHNIQUE</b>                                    | <b>10</b> |
| B.1.      | GEOLOGIE DU SITE ET RISQUES NATURELS                            | 10        |
| B.1.1.    | Contexte géologique général                                     | 10        |
| B.1.2.    | Risques naturels connus   | 11        |
| B.1.3.    | Éléments historiques  | 11        |
| B.2.      | DESCRIPTION GENERALE  | 13        |
| B.2.1.    | Situation et topographie  | 13        |
| B.2.2.    | Site et son environnement                                       | 13        |
| B.3.      | GEOTECHNIQUE DU SITE  | 17        |
| B.3.1.    | Investigations géotechniques réalisées                          | 17        |
| B.3.2.    | Lithologie  | 19        |
| B.3.3.    | Synthèse des essais en laboratoire                              | 22        |
| B.3.4.    | Faciès et stratigraphie   | 25        |
| B.3.5.    | Synthèse pressiométrique  | 26        |
| B.3.6.    | Modèle géomécanique général                                     | 28        |
| B.3.7.    | Plan d'implantation de l'ensemble des sondages (ERG + FONDASOL) | 29        |
| B.3.8.    | Profils stratigraphiques  | 30        |
| B.4.      | HYDROGEOLOGIE DU SITE   | 36        |
| B.4.1.    | Contexte hydrogéologique général                                | 36        |
| B.4.2.    | Cartes isopièzes  | 36        |
| B.4.3.    | Niveaux caractéristiques de la nappe                            | 36        |
| B.4.4.    | Paramètres hydrodynamiques des aquifères                        | 37        |
| B.5.      | GEOPHYSIQUE DU SITE   | 39        |
| B.6.      | AUTRES ASPECTS GEOTECHNIQUES DU SITE                            | 45        |
| B.6.1.    | Première approche du risque de liquéfaction                     | 45        |
| B.6.2.    | Première approche de la Zone d'influence géotechnique (ZIG)     | 47        |
| B.6.3.    | Incertitudes résiduelles  | 47        |
| B.6.4.    | Investigations complémentaires                                  | 49        |
| <b>C.</b> | <b>DONNEES, HYPOTHESES ET PRINCIPES CONSTRUCTIFS</b>            | <b>50</b> |
| C.1.      | NORMES ET REGLEMENTS  | 50        |
| C.1.1.    | Eurocodes/Normes applicables aux ouvrages                       | 50        |
| C.1.2.    | Recommandations applicables aux ouvrages                        | 50        |
| C.2.      | EXIGENCES CONSTRUCTIVES   | 51        |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| C.2.1.                                 | Catégorie de durée d'utilisation du projet                                      | 52         |
| C.2.2.                                 | Exigences de calcul : catégorie géotechnique des ouvrages                       | 52         |
| C.2.3.                                 | Exigences parasismiques selon les recommandations DGPR de 2014 et l'ATB de 2018 | 53         |
| C.3.                                   | DONNEES TOPOGRAPHIQUES  | 54         |
| <b>D.</b>                              | <b>ETUDE DES TERRASSEMENTS : DEBLAIS ET REMBLAIS</b>                            | <b>55</b>  |
| D.1.                                   | OBJET   | 55         |
| D.2.                                   | NATURE DES TRAVAUX  | 55         |
| D.3.                                   | CARACTERISTIQUES DU MASSIF ROCHEUX  | 55         |
| D.3.1.                                 | Caractérisation du massif rocheux   | 55         |
| D.3.2.                                 | Géophysique   | 57         |
| D.4.                                   | PROBLEMATIQUES DES TERRASSEMENTS  | 59         |
| D.4.1.                                 | Problématiques à examiner   | 59         |
| D.4.2.                                 | Méthodes envisageables pour réaliser les terrassements                          | 60         |
| D.5.                                   | TERRASSEMENTS EN DEBLAIS  | 61         |
| D.5.1.                                 | Déblais de catégorie 1  | 61         |
| D.5.2.                                 | Déblais de catégorie 2  | 61         |
| D.5.3.                                 | Méthodologie pour les terrassements rocheux                                     | 62         |
| D.5.4.                                 | Pentes des talus  | 64         |
| D.6.                                   | TERRASSEMENTS EN REMBLAIS   | 65         |
| D.6.1.                                 | Diagramme GTR des matériaux reconnus  | 65         |
| D.6.2.                                 | Caractéristiques principales des matériaux extraits (réutilisation)             | 66         |
| D.6.3.                                 | Mise en œuvre des Couches De Fondation (CDF)                                    | 67         |
| D.7.                                   | DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES  | 69         |
| D.7.1.                                 | Construction des ouvrages en terre  | 69         |
| D.7.2.                                 | Dispositions de drainage des ouvrages et plateformes                            | 70         |
| <b>E.</b>                              | <b>ETUDE DE STABILITE DES OUVRAGES</b>  | <b>71</b>  |
| E.1.                                   | OBJET   | 71         |
| E.2.                                   | GEOMETRIES DU PROJET  | 71         |
| E.3.                                   | CRUES ANTICIPEES ET SITUATIONS DE CALCUL  | 72         |
| E.4.                                   | METHODOLOGIE DES VERIFICATIONS GEOTECHNIQUES                                    | 75         |
| E.5.                                   | ETUDE DU BARRAGE EN SECTION COURANTE - COUPE A                                  | 76         |
| E.5.1.                                 | Vérification de la portance et des tassements                                   | 76         |
| E.5.2.                                 | Vérification au glissement du talus amont                                       | 77         |
| E.5.3.                                 | Vérification au glissement du talus aval  | 84         |
| E.5.4.                                 | Vérification du soulèvement en pied aval  | 92         |
| E.5.5.                                 | Vérification à l'érosion interne  | 93         |
| E.6.                                   | ETUDE DE L'EPAULEMENT EN SECTION A8 - COUPE B                                   | 96         |
| E.6.1.                                 | Vérification de la portance et des tassements                                   | 97         |
| E.6.2.                                 | Vérification au glissement du talus amont                                       | 98         |
| E.6.3.                                 | Vérification à l'érosion interne  | 103        |
| E.7.                                   | ETUDE DE LA RISBERME EN RIVE GAUCHE   | 104        |
| E.8.                                   | SYNTHESE DES VERIFICATIONS DES STABILITES                                       | 105        |
| <b>ANNEXES</b>                         |   | <b>109</b> |
| <b>Conditions Générales de service</b> |   | <b>110</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (NF P94-500) _____</b>   | <b>113</b> |
| <b>Missions types d'ingénierie géotechnique (NF P94-500) _____</b>  | <b>114</b> |
| <b>F. Annexe 1 : Implantation et résultats des investigations géophysique [8] _</b>   | <b>115</b> |
| <b>G. Annexe 2 : Détermination de la classe de sol sismique _____</b>   | <b>118</b> |
| <b>H. Annexe 3 : Résultats de l'analyse du risque de liquéfaction selon la méthode NCEER après corrélation entre les essais SPT et pressiométriques _____</b> | <b>119</b> |
| <b>I. Annexe 4 : Vérification de la portance à l'ELS CARA et estimation des tassements à l'ELS QP selon la méthode pressiométrique – Coupe A _____</b>        | <b>126</b> |
| <b>J. Annexe 5 : Vérification au glissement du talus amont – Coupe A _____</b>  | <b>127</b> |
| <b>K. Annexe 6 : Vérification au glissement du talus aval – Coupe A _____</b>   | <b>128</b> |
| <b>L. Annexe 7 : Vérification de la portance à l'ELS CARA et estimation des tassements à l'ELS QP selon la méthode pressiométrique – Coupe B _____</b>        | <b>129</b> |
| <b>M. Annexe 8 : Vérification au glissement du talus amont – Coupe B _____</b>  | <b>130</b> |

# A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

## A.1. OBJET DU PRESENT DOCUMENT

Ce document est le rendu de l'étude G2-AVP du projet de construction d'un bassin écrêteur de crue dans le secteur dit « Carimai », situé à cheval sur les communes de CANNES et LE CANNET (06) par la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE CANNES PAYS DE LERINS.

## A.2. CONTRATS D'ETUDES GEOTECHNIQUES

L'étude géotechnique de conception phase avant-projet a été confiée à FONDASOL, Agence de Nice, suite à l'acceptation de nos devis par les commandes rappelés ci-après :

- Commande n°22/10301/335 du 12/10/2022, signature du devis FONDASOL n° SQ.06GT.22.09.01 I indice A du 05/10/2022.

## A.3. INTERVENANTS DE L'OPERATION

Maître d'Ouvrage : CA CANNES PAYS DE LERINS - CAPL  
Maître d'œuvre : Suez Consulting & Engineering

## A.4. OBJECTIFS DE NOTRE MISSION

Il s'agit d'une mission géotechnique de conception de type G2 AVP au sens de la norme NF P94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision novembre 2013).

Le but de cette étude est l'établissement de :

- Le suivi et l'analyse des résultats des investigations,
- La synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
- L'identification des spécificités géotechniques du site et des risques géotechniques majeurs,
- La définition des choix constructifs des ouvrages géotechniques listés ci-après,
- Une ébauche dimensionnelle au stade d'avant-projet de ces ouvrages géotechniques,
- Une première estimation des impacts de ces ouvrages sur les avoisinants (remblai autoroutier ESCOTA et voie ferrée SNCF).

Les ouvrages géotechniques visés par la présente étude sont, à l'exclusion de tout autre ouvrage :

- Réalisation des terrassements (déblai/remblai),
- Digue/barrage en remblai,
- Fondations du barrage de fermeture de classe C (génie civil),
- Dispositions vis-à-vis de la nappe et des avoisinants (remblai autoroutier ESCOTA et voie ferrée SNCF).

Les éléments suivants ne sont pas inclus dans la présente étude (liste non-exhaustive) :

- Le soutènement de canalisation du cours d'eau La Grande Frayère qui sera localement dévoté pour libérer de l'emprise pour les talus ;
- Des autres murs existants dans l'enceinte du projet liés aux aménagements antérieurs (à l'exception des soutènements le long de l'autoroute A8) ;
- L'interface entre le bassin projeté et le tunnel de conduite de La Grande Frayère sous le remblai de l'autoroute A8.

Les missions G1 phase ES et G1 phase PGC qui ont été réalisées respectivement par ERG et FONDASOL sont présentées dans les documents référencés au § A.5.2.

Remarques importantes : L'objet de la présente étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, ni de définir les filières d'évacuation des déblais. Prestations conjointes réalisées par FONDASOL (PR.RAGT.21.0055-69EN – 001).

## A.5. DONNEES D'ENTREE

### A.5.1. Documents et fichiers reçus pour cette étude G2AVP

Pour mener à bien cette mission, nous étions en possession des documents suivants :

- [a] Vue en plan générale du bassin, référencé BCMR\_ESQ\_1110\_CAPL\_GEO\_GEN\_A\_Esq bassin SCE2-VEP\_GEN, daté du 26/04/2021 ;
- [b] Profil en long et coupe du bassin, référencé BCMR\_ESQ\_1110\_CAPL\_GEO\_GEN\_A\_Esq bassin SCE2-PL\_CPE, daté du 26/04/2021 ;
- [c] Plan de principe, daté du 21/01/2021 ;
- [d] Plan des digues projet, référencé 22MAX005\_MOE\_CARMAI\_EP\_IndB, daté de Août 2022 ;
- [e] Etude de stabilité : Rapport EP-DIAG – Etude de l'influence des ouvrages projetés sur les ouvrages existants datée du 01/07/2022 ;
- [f] Hydrogrammes de crue définis lors des EP pour des dimensions du pertuis de fond du barrage et une courbe H/V du bassin données, transmis le 29/05/2023 ;
- [g] Précision sur les cotes altimétriques de la retenue et des situations de calcul de l'Annexe I du CCTP, transmis le 29/05/2023 ;
- [h] Profils types de conception des remblais et du barrage, transmis au format pdf le 12/05/2023 puis au format dwg le 29/05/2023.

### A.5.2. Documents FONDASOL

Liste des documents FONDASOL (réf. N° PR.06GT.21.0055) établis dans le cadre du projet de construction d'un bassin écrêteur de crue dans le secteur dit « Carimaï » (06).

#### **Géotechnique**

- [1] Pièce n°001 1<sup>ère</sup> diffusion (28/09/2021) : Compte rendu d'investigations géotechniques G1 phase PGC (PR.06GT.21.0055 – 001) ;
- [2] Pièce n°002 1<sup>ère</sup> diffusion (25/01/2022) : Rapport d'étude géotechnique G1 phase PGC (PR.06GT.21.0055 – 002) ;
- [3] Pièce n°003 Indice A (2<sup>ème</sup> diffusion) (07/07/2023) : Compte rendu d'investigations géotechniques G2 phase AVP (PR.06GT.21.0055 – 003) ;
- [4] Pièce n°004 1<sup>ère</sup> diffusion (07/07/2023) : Rapport d'étude géotechnique G2 phase AVP (PR.06GT.21.0055 – 004) – le présent document ;

#### **Autres**

- [5] Environnement : Pièce n°001 1<sup>ère</sup> diffusion (28/10/2022) : Diagnostic du milieu souterrain (PR.06GT.21.0055-69EN – 001) ;

- [6] Hydrogéologie : Pièce n°001 1<sup>ère</sup> diffusion (XX/XX/2023) : Détermination des niveaux d'eaux caractéristiques (PR.06GT.21.0055-DTHY – 001) – en cours (suivi piézométrique) ;
- [7] Hydrogéologie : Pièce n°002 1<sup>ère</sup> diffusion (22/12/2022) : Interprétation d'essai de perméabilité (PR.06GT.21.0055-DTHY – 002) ;
- [8] Géophysique : Pièce n°001 1<sup>ère</sup> diffusion (04/11/2022) : Investigation géophysique par panneaux électriques et méthode électromagnétique (PR.06GT.21.0055-DTGM – 001) ;
- [9] Géologie : Pièce n°001 1<sup>ère</sup> diffusion (23/05/2023) : Étude géologique de la stabilité des versants existants – Aléa mouvements de terrain (mission G5) (PR.06GT.21.0055-GSDR – 001).

### A.5.3. Autres rapports d'étude du site

- [10] Rapport d'étude géotechnique G1 phase ES référencé 08NG064Ba du 25/05/2021 établi par le BET ABO ERG Géotechnique ;

**La présente étude G2AVP est indissociable des documents [1] à [10].**

## A.6. DESCRIPTION DU PROJET

Le projet prévoit la création d'un bassin écrêteur de crue au droit de l'ancien hameau de Carimaï, à l'extrémité de l'Allée de Carimaï, à cheval entre les communes de CANNES et LE CANNET (06).

L'ouvrage sera implanté dans le lit de La Grande Frayère.

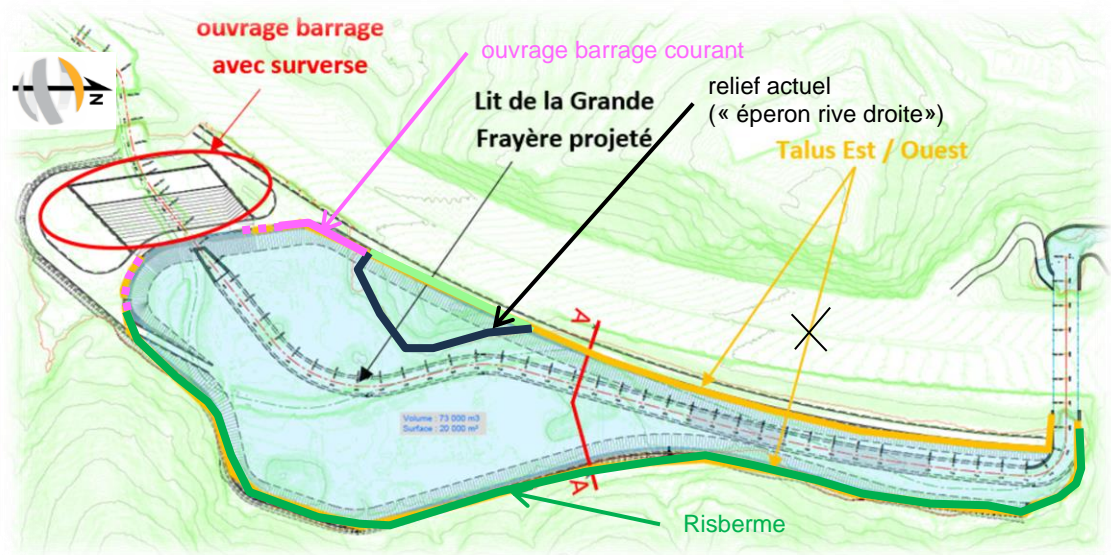
Le bassin, d'une surface de 20 000 m<sup>2</sup>, pourra retenir un volume d'eau de 70 000 m<sup>3</sup>, voire plus si cela est possible.

D'après le document [d], la création de ce bassin engendrera les aménagements suivants :

- Approfondissement local et dévoiement du lit de la Grande Frayère. La cote projet du lit de la rivière sera comprise entre +18.4 NGF à l'amont et +12.8 NGF à l'aval ;
- Réalisation de terrassements en déblais et/ou remblais sur les côtés Est et Ouest pour créer des aménagements formant les bords du bassin. Selon la coupe courante CC' du plan [d] :
  - Une risberme d'environ 3 m de largeur sera prévue en tête des talus Est et Ouest à une cote de +22.0 NGF sur toute la longueur des ouvrages du projet,
  - Un fond de bassin en déblai jusqu'à +16.75 NGF sur la partie Nord et +14.60 NGF au Sud avec des épaisseurs de déblais allant jusqu'à 2,8m de profondeur (profondeur moyenne de l'ordre de 2,5m),
  - Une pente de talus de 2H/1V.

Au stade AVP du projet, l'aménagement côté Est (rive gauche) est supprimé pour ne réaliser qu'une risberme en pied de relief au niveau du terrain actuel pour la réalisation du terrassement de fond de bassin à +15.0 à +16.0 NGF.

- Création d'un ouvrage barrage avec surverse au Sud-Ouest du bassin projeté. La tête de l'ouvrage déversant sera calée à la cote + 20.5 NGF (ouvrage courant à +22.0 NGF), ce qui correspond à environ 6,5 m au-dessus du fil d'eau de la Grande Frayère projeté. Le type et l'emprise de l'ouvrage barrage ainsi que son interface avec les talus Est et Ouest (interfaces en pointillés roses ci-dessous) ne sont pas encore définis à ce stade.



Plan de principe initial du bassin projeté (extrait de [b])

# B. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

## B.1. GEOLOGIE DU SITE ET RISQUES NATURELS

### B.1.1. Contexte géologique général

D'après la carte géologique de GRASSE-CANNES au 1/50 000<sup>ème</sup> ([www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)), le site étudié se trouve au sein des alluvions de fonds de vallées (notées Fz) surmontant un substratum gneissique (noté M<sup>2</sup> $\xi$  $\lambda$ ).

Compte tenu de l'historique du site, le terrain naturel peut potentiellement être surmonté de remblais anthropiques et/ou de terrains remaniés dont la nature et l'épaisseur sont variables.



Carte géologique au 1/50 000 (source : BRGM ©)

Le site se trouve dans un vallon dessiné par le cours d'eau La Grande Frayère dont le lit a été favorisé par une faille plus en amont (famille de failles orientées N015 à N030 - voir carte géologique ci-dessus). Une visite de site par un géologue ne révèle pas de trace géomorphologique de faille au droit du site.

NB : Une inspection plus précise doit être conduite au droit de l'éperon rive droite sur lequel viennent s'appuyer le barrage et le talus d'épaulement à l'Ouest du projet. Elle devra être menée par un géologue lorsque que l'éperon sera entièrement défriché afin de s'assurer de son intégrité et sa stabilité en tenant compte notamment des actions mécaniques et hydrauliques induites par le projet.

## B.1.2. Risques naturels connus

### B.1.2.1. Synthèse des risques recensés

| Risque  | Aléa / sensibilité   |
|---|--|
| Inondations   | Terrain situé en zone rouge (Aléa fort) selon le zonage réglementaire du PPR inondation (prescrit le 05/12/2017 et approuvé en janvier 2020) |
| Remontées de nappe  | Terrain situé en zone potentiellement sujette aux inondations de cave – (fiabilité moyenne)  |
| Retrait-gonflement des sols argileux                                | Aléa moyen   |
| Cavités   | Pas de cavité recensée dans un rayon d'un kilomètre en périphérie de la zone d'étude   |
| Mouvements de terrain   | 2 éboulements sont recensés à moins d'un kilomètre de la zone d'étude et dans les mêmes formations géologiques                               |
| Séismes   | Zone de sismicité 3 (modérée)  |
| Rayonnements ionisants (décret n° 2002-460 du 4 avril 2002) – Radon | Potentiel fort (catégorie 3)   |

La liste ci-dessus n'est pas exhaustive.

Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet tient compte de l'intégralité des prescriptions liées aux risques répertoriés, y compris non géotechniques.

### B.1.2.2. Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle publiés pour la commune

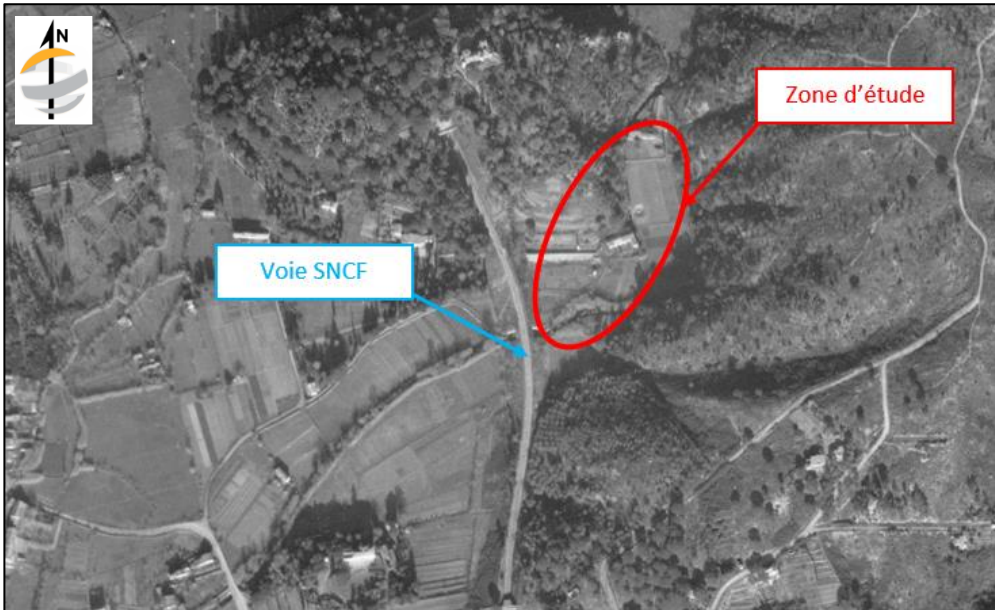
19 arrêtés de CATNAT concernant des « Inondations et coulées de boue », des « Mouvements de terrain » et une « Tempête » ont été déclarés au journal officiel entre 1988 et 2020.

## B.1.3. Éléments historiques

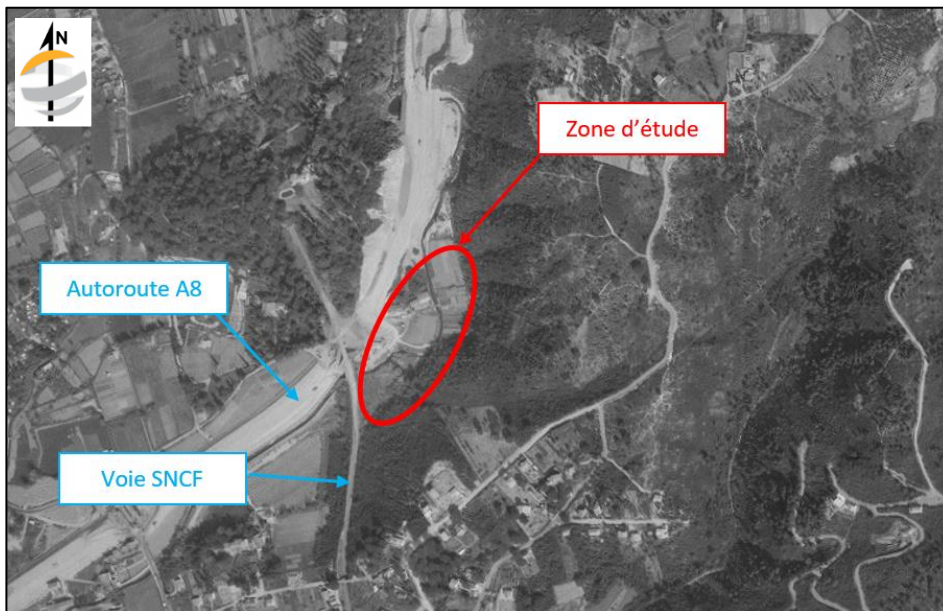
Les informations données ci-après concernant l'historique du site sont issues de cartes et vues aériennes disponibles sur [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr),

L'analyse des documents révèle :

- Sur le cliché de 1946, la zone d'étude était déjà une plateforme contenant quelques constructions. La voie SNCF située au Sud-Ouest de la zone d'étude était également présente à la date de la prise de la photographie ;
- Sur le cliché de 1961, on constate la construction de l'autoroute A8 à l'Ouest de la zone d'étude ;
- Sur le cliché de 1994, on aperçoit un ensemble de constructions d'habitations au droit de la zone d'étude.



Photographie aérienne historique 1946 (source : [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr))



Photographie aérienne historique 1961 (source : [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr))



Photographie aérienne historique 1994 (source : [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr))

## B.2. DESCRIPTION GENERALE

### B.2.1. Situation et topographie

Situation du terrain :

- Adresse du site : Au bout de l'allée de Carimai à cheval entre les communes de CANNES et LE CANNET (06),
- Parcelle cadastrale : AC n°31, 36, 37, 125, 253, 254, 255, 256, 257 et 258.

Topographie :

- Le terrain présente une pente légère ( $\approx 3\%$ ) au niveau des plateformes situées dans les zones 2 et 3, et de fortes pentes au niveau des talus situés dans les zones 1 et 4. Le plan de zonage est présenté dans la section B.2.2,
- Altitude du site selon la carte IGN du secteur et le plan [b] : entre +17 et +19 NGF environ au niveau des plateformes (zones 2 et 3), et très variable au niveau des talus existants (zones 1 et 4).

### B.2.2. Site et son environnement

#### ETAT ACTUEL DE LA ZONE D'ÉTUDE

Dans l'état actuel, le terrain étudié peut être décomposé schématiquement en 4 zones :

- **Zone 1 au Nord** : la zone est composée d'un terrain végétalisé et boisé (figuiers, cannes de Provence, ...). Le terrain est en pente en direction du cours d'eau de la Grande Frayère.
- **Zone 2 centrale** : la zone est composée de deux larges plateformes relativement planes et séparées par le cours d'eau de La Grande Frayère. Des constructions préexistantes sur ces plateformes ont été démolies.
- **Zone 3 au Sud** : la zone est composée d'une plateforme en enrobé et de bâtiments industriels.
- **Zone 4 à l'Ouest** : la zone est composée d'un talus végétalisé et boisé dont la pente et la hauteur sont assez importantes. Le talus se situe au pied d'un ouvrage en remblai renforcé supportant l'autoroute.

Le cours d'eau de la Grande Frayère traverse la zone d'étude du Nord jusqu'au Sud. Les berges ont été aménagées par des murs de soutènement de différents types selon la position (ouvrage en béton, enrochements...).

Des murs de soutènement (en béton ou en pierres maçonnées) d'environ 1 m à 2 m de hauteur sont également présents en bordure Est de la zone 2 et en zone 1 (partie Nord) (photos extraites du rapport [10]).



*Découpage de la zone d'étude*



*Aménagement des berges*



*Mur en remblais renforcé, talus et mur en acier galvanisé*

## ENVIRONNEMENT ET AVOISINANTS

La zone d'étude est en interface notamment avec :

- En partie Ouest : L'autoroute A8 construite en contrehaut du talus (zone 4) au moyen d'un ouvrage en remblai renforcé (photo extraite du rapport [10]).
- En partie Sud : la voie SNCF construite en contrehaut de la zone du projet.
- En parties Est et Nord : Une colline fortement végétalisée et boisée avec des affleurements rocheux de gneiss visibles sur certaines zones.

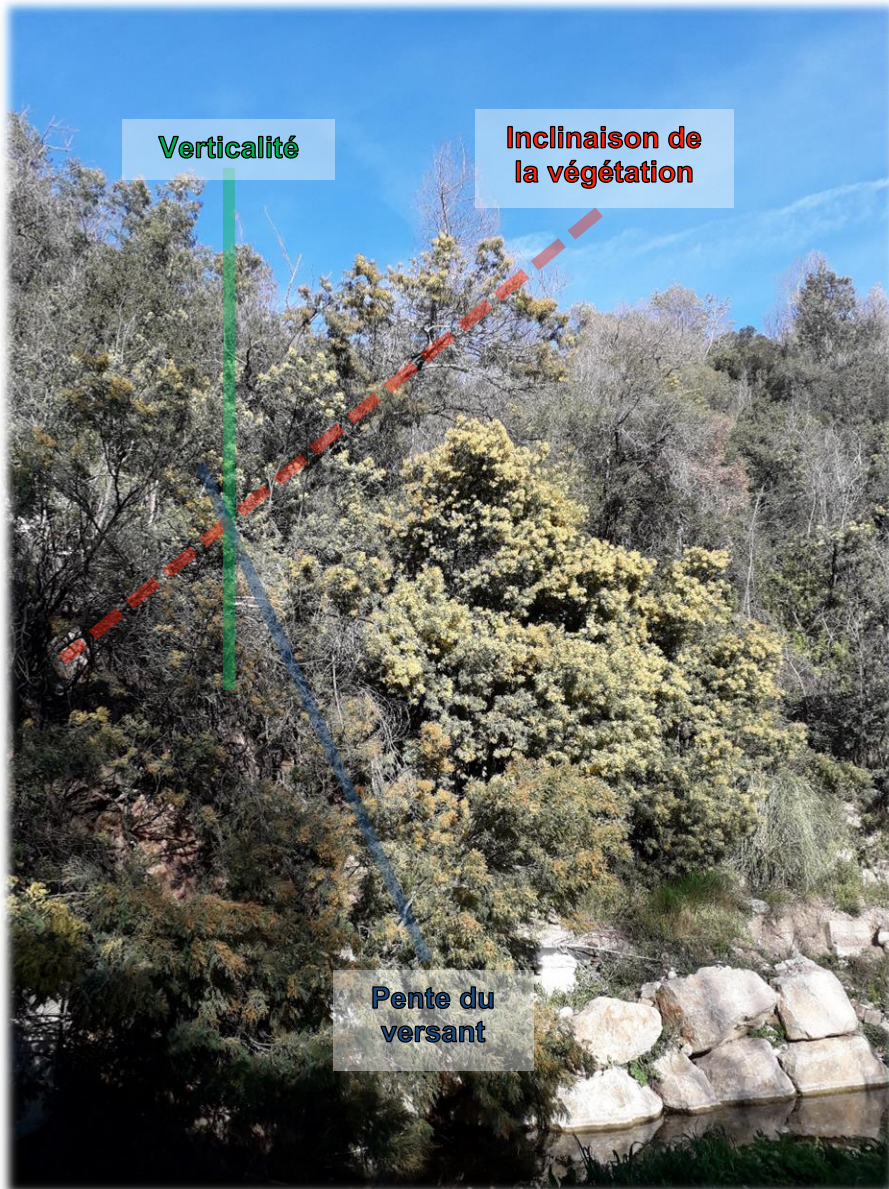


*Environnement et avoisinants au projet*



*Mur en remblais renforcés (zone Sud) – hauteur 3 à 4 m (estimation visuelle)*

Nous avons noté que certains arbres présents à flanc de colline sont relativement penchés (versant Est de la zone 1). Un géologue s'est rendu sur place en mars 2023 afin de donner un avis sur la stabilité du versant Est de la zone 1. L'inclinaison de la végétation à cet endroit est liée au contexte escarpé du versant, avec un rocher sub-affleurant. Aucun marqueur apparent ne laisse supposer une instabilité à l'échelle du massif [9].



*Photo prise le 15/03/2023 du versant Est de la zone I.*

## B.3.GEOTECHNIQUE DU SITE

### B.3.1. Investigations géotechniques réalisées

Les données géotechniques disponibles au droit et à proximité du projet proviennent des campagnes d'investigations suivantes :

- Campagne réalisée par la société ERG entre 2008 et 2013 (G1 ES), voir réf. [10],
- Campagne réalisée par la société FONDASOL en 2021 (G1 PGC), voir réf. [1],
- Campagne réalisée par la société FONDASOL en 2022 (G2 AVP), voir réf. [3].

Les programmes d'investigations réalisés sont présentés ci-après.

#### B.3.1.1. Investigations réalisées par ERG (2008, 2011 et 2013)

Investigations in situ :

- 3 sondages pressiométriques (Ø 66mm) de 5 et 6 m de profondeur (sans enregistrement des paramètres de forage), avec réalisation d'essais pressiométriques (2008-SPI, 2011-SPI, 2011-SP2) ;
- 3 sondages pressiométriques (Ø 63mm) de 12 et 6 m de profondeur avec enregistrement des paramètres de forage et réalisation d'essais pressiométriques (2013-SP100, 2011-SPI, 2011-SP2) ;
- 11 sondages de reconnaissance à la pelle mécanique, descendus volontairement ou jusqu'au refus entre 1,5 et 3,0m (2008-PM1,PM3 à 8, 2013-PM1 à 4) ;
- 6 sondages au pénétromètre dynamique, descendus volontairement ou jusqu'au refus entre 2,0 et 5,8m (2013-PDI à 6)

#### B.3.1.2. Investigations réalisées par FONDASOL (Octobre 2021)

Investigations in situ :

| Sondages pressiométriques | SPI   | SP2   | SP3   |
|---------------------------|-------|-------|-------|
| Nivellement approx. (NGF) | 19.50 | 19.63 | 17.75 |
| Profondeur                | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| Nbr d'essais              | 10    | 10    | 10    |

Équipement piézométrique sur les sondages pressiométriques de 2021, crépiné entre 1 et 10m de profondeur, sur la hauteur des alluvions et/ou des gneiss.

| Date du relevé | Août/2021 |       | 23/09/2021 |       | 18/01/2022 |       | Mars/2023 |     |
|----------------|-----------|-------|------------|-------|------------|-------|-----------|-----|
|                | m/TN      | NGF   | m/TN       | NGF   | m/TN       | NGF   | m/TN      | NGF |
| SPI            | Sec       |       | (*)        |       | (*)        |       | (*)       |     |
| SP2            | 3.20      | 16.43 | 3.20       | 16.43 | 3.31       | 16.32 | (*)       |     |
| SP3            | 3.31      | 14.44 | 3.31       | 14.44 | (*)        |       | (*)       |     |

(\*) : piézomètre non-retrouvé ou cassé à la suite de travaux avec remaniement du terrain

Les coupes et résultats des sondages sont présentés dans le document [1].

### B.3.1.3. Investigations réalisées par FONDASOL (Octobre 2022)

Investigations in situ :

| Sondages pressiométriques | SPI    | SP2    |
|---------------------------|--------|--------|
| Nivellement approx. (NGF) | +17.13 | +25.05 |
| Profondeur                | 15,60  | 21,00  |
| Nbr d'essais              | 15     | 20     |

| Sondages carottés         | SC1    | SC2    | SC3    | SC4    | SC5    | SC6    | SC7    | SC8    |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nivellement approx. (NGF) | +16.90 | +17.30 | +16.95 | +19.05 | +18.72 | +21.75 | +27.25 | +22.75 |
| Profondeur                | 15,0   | 12,0   | 14,5   | 8,0    | 8,0    | 8,0    | 20,0   | 15,0   |
| Equipement                | Pz     | Pz     | Pz     | -      | Pz     | -      | Pz     | -      |

Equipement piézométrique sur les sondages carottés de 2022, crépiné quasiment toute hauteur.

| Date du relevé | SC1      | SC2      | SC3      | SC5      | SC7      |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | Prof./TN | Prof./TN | Prof./TN | Prof./TN | Prof./TN |
| Nov./2022      | 3.64     | 3.80     | 3.27     | 4.14     | 11.01    |

| Fouilles           | PM01   | PM02   | PM03   | PM04   | PM05   | PM06   | PM07   |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Niv. approx. (NGF) | +17.75 | +17.88 | +18.25 | +18.00 | +18.38 | +18.63 | +18.75 |
| Profondeur         | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    |

| Fouilles           | PM08   | PM09   | PM10   | PM11   | PM12   | PM13   | PM14   |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Niv. approx. (NGF) | +21.25 | +19.13 | +19.25 | +17.50 | +19.38 | +17.63 | +19.63 |
| Profondeur         | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    |

SP : Sondage par forage destructif avec essais pressiométriques

SC : Sondage carotté

PM : Fouille de reconnaissance à la pelle mécanique

Les coupes et résultats des sondages sont présentés au document [3].

Essais de perméabilité in situ :

- Réalisation de 13 essais Lefranc par infiltration à débit constant répartis sur les SC.

Essai de pompage in situ :

- Réalisation d'une station d'essai, composée :
  - D'un puits de pompage (SC1+Pz) équipé en piézomètre PVC Ø 80/90mm de 10 m de profondeur, foré au carottier roto-percussion Ø 114mm.
  - D'un piézomètre d'observation (SPI+Pz) équipé en piézomètre PVC Ø 51/60mm de 12 m de profondeur, foré au marteau fond de trou roto-percussion PVC Ø 68/90mm, à une distance d'environ 4,5m du puits de pompage.
- Réalisation des pompages d'essai, comprenant ;
  - Une phase de pompage par paliers afin d'évaluer le débit maximum de pompage pour l'essai de longue-durée,
  - Une phase de pompage à débit constant (6 m<sup>3</sup>/h maximum) jusqu'à l'atteinte d'un régime permanent,
  - Observation de la remontée des niveaux après l'arrêt des pompages.

Les coupes et résultats des sondages sont présentés dans le document [7].

### Essais en laboratoire :

Des essais ont été réalisés au laboratoire dans le but de :

- Déterminer la classe d'arase des matériaux et leur classification selon la norme NF P11-300 et les recommandations GTR,
- Caractériser la résistance au cisaillement des sols.

| Essais de laboratoire |                |               |                |                |            |            |               |                 |
|-----------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|------------|------------|---------------|-----------------|
|                       | Teneur en eau  | Atterberg     | Valeur de bleu | Granulométrie  | Triaxial   | Proctor    | Perméa. Oedo. | Cisaillement CD |
| Nb d'essais           | EN ISO 17892-1 | NF P94-051&52 | NF P94-068     | EN ISO 17892-4 | NF P94-074 | NF P94-093 | NF P30-442    | NF P94-071-1    |
|                       | 30             | 6             | 28             | 30             | 5          | 6          | 6             | 4               |

### Prospection géophysique in situ :

- 5 profils de panneaux électriques de 70 à 235 m de longueur,

| Nom du profil | Longueur du profil | Nombre d'élect. | Ecartement entre élect. | Nb initial de mesures | Nb de mesures retenu |
|---------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| Pe1           | 115ml              | 24              | 5m                      | 393                   | 316 (80,4%)          |
| Pe2           | 235ml              | 48              |                         | 742                   | 730 (98,4%)          |
| Pe3           | 115ml              | 24              |                         | 331                   | 330 (99,7%)          |
| Pe4           | 115ml              | 24              |                         | 331                   | 328 (99,1%)          |
| Pe5           | 70ml               | 15              |                         | 108                   | 107 (99,1%)          |

- Mesure de la conductivité apparente par la méthode électromagnétique EM31 avec des profils espacés de 5m sur les zones accessibles.

Les profils et résultats des investigations sont présentés dans le document [8] et repris dans le §.B.5.

## B.3.2. Lithologie

Les sondages ont permis de lever une coupe lithologique des terrains rencontrés au droit du site. Les coupes de sondages sont dans les rapports d'investigation [1][10][3]. Les profondeurs sont données par rapport au niveau du terrain naturel au moment de la reconnaissance.

Ces reconnaissances ont mis en évidence, depuis la surface vers la profondeur, les formations suivantes :

### ➤ **Formation 1 [F1] : Remblais**

Cet horizon est constitué de matrice argilo-sableuse avec de nombreux débris de construction divers (morceaux de béton, briques, graves, tuiles, verre, ...) et peut présenter une forte variabilité de faciès. L'épaisseur de ce niveau de remblai, reconnu au droit des sondages, est comprise entre 0,5 et 2,8 m.

### ➤ **Formation 2 [F2] : Alluvions limono à sablo-graveleuses à cailloux et/ou blocs**

Cette formation formée d'alluvions limono- à sablo-graveleuses à cailloux et/ou blocs a été reconnue sur une épaisseur très variable entre 3 et >15 m suivant les sondages.

Cette formation est constituée d'une alternance de niveaux argilo-sableux à graveleux :

- Graves à cailloutis et cailloux (voire blocs),
- Sables moyens à grossiers, gravelo-limoneux avec des graves polygéniques de forme quelconque, et avec une faible à très faible fraction argileuse,
- Sables argileux à rares éléments plus grossiers,
- Argiles légèrement sableuses à graveleuses (rencontrées dans la zone Sud).

➤ **Formation 2-3 [F2-3] : Terrains meubles d'altération de versant**

Cette formation formée de sables argileux à limons argilo-graveleux a été reconnue sur une épaisseur de 6,55 m sur le sondage carotté SC8 réalisé sur l'éperon rive droite.

Cette formation est constituée de matériaux allant des sables argilo-graveleux à des limons argileux, de couleur marron, ocre à orangé. Les fractions fines sont décrites comme micacées avec des éléments anguleux. Ce qui laisse penser à une origine d'altération forte du substratum gneissique. Toutefois, dans les fractions plus sablo-graveleuses, la présence d'éléments polygéniques de forme arrondie à anguleuse y est décrite, ce qui pourrait être liée à une d'origine plutôt alluvionnaire.

➤ **Formation 3 [F3] : Substratum gneissique**

Cette formation présente trois faciès du gneiss :

- Faciès peu fracturé, dit « sain » [F3sain],
- Faciès fracturé/altéré à décomposé [F3alt],
- Matériaux sablo-graveleux [F3ter].

➤ **Formation 4 [F4] : Autre formation = Remblai rocheux calcaire/gneiss**

Cette formation a été reconnue sur le seul sondage carotté 2022-SC7 (puis apparentée au sondage pressiométrique 2022-SP2), et se distingue par la présence alternée d'éléments de calcaire parmi des éléments de gneiss. Une observation précise des carottes et la configuration du site ont conduit le géologue à conclure sur une origine anthropique de ces matériaux, mis en œuvre lors de la construction du remblai de l'autoroute A8 en contre-haut du site.

| N°     | Nature de la formation                              | Légende |
|--------|---|---------|
| F1     | Remblais  |         |
| F2     | Alluvions limono-graveleuses à cailloux et/ou blocs |         |
| F2-3   | Terrains meubles d'altération de versant            |         |
| F3sain | Substratum gneissique sain                          |         |
| F3alt  | Substratum gneissique fracturé/altéré à décomposé   |         |
| F3ter  | Matériaux pulvérulent                               |         |
| F4     | Autre (remblai rocheux calcaire/gneiss)             |         |

Remarques générales sur la géologie/géotechnique/aménagement du site :

➤ Commentaire sur le log du sondage carotté 2022-SC7

Sur le log du sondage 2022-SC7, il est noté une alternance de graves à blocs morcelés polygéniques de calcaire et de gneiss. La présence de calcaire ayant interpellé le géologue, une observation plus précise des carottes a été faite, conduisant à l'interprétation suivante :

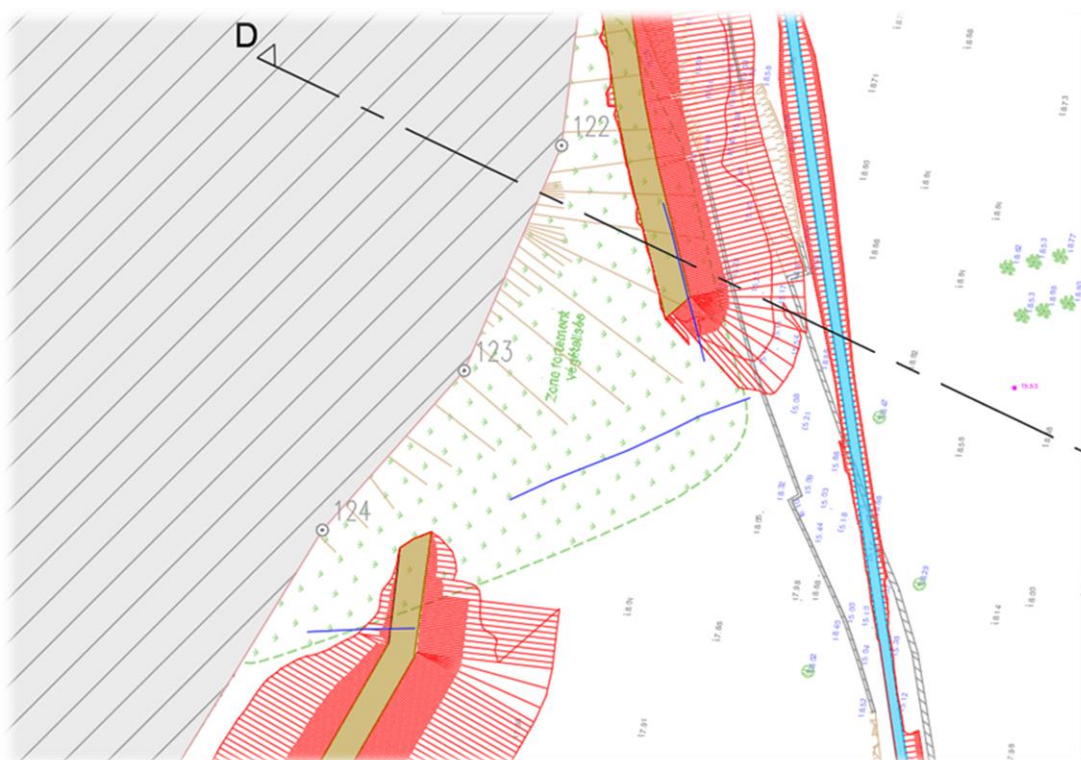
- Des remblais rocheux polygéniques de gneiss et de calcaire liés à la construction du remblai autoroutier en surplomb sur les 15,7 premiers mètres,
- Puis le substratum rocheux de gneiss plus ou moins altéré/morcelé entre 15,7 et 17,0m avec des éléments graveleux polygéniques sur des passages décimétriques provenant d'éboulement des remblais en fond de forage.

➤ Commentaire sur la nature/intégrité de l'éperon rive droite

La conception de l'ouvrage tient compte de la topographie du site et de la présence d'un éperon pseudo-rocheux sur sa trace (en rive droite, en pied d'autoroute). Cet éperon doit donc assurer un rôle de retenue (mécanique et hydraulique). Le sondage 2022-SC8 a été implanté à l'interface entre l'éperon pseudo-rocheux et de la digue/barrage projetée (flanc Sud). Avant d'atteindre le substratum (F3alt) à 6,55m de profondeur, des limons sableux polygéniques, orangés, avec présence de micas sont rencontrés en premier lieu. Affectés à la couche (F2-3), il est possible qu'il s'agisse d'un substratum très décomposé. **Ce sondage met en évidence que le barrage ne s'appuiera pas sur le massif rocheux directement mais sur des sols pulvérulents plus ou moins fins** (décrits comme des sables argileux avec une cohésion nulle mais dont les deux échantillons sont classés CIAI voir §.B.3.3.2). Cette observation est confirmée par la visite de site (voir §.B.3.4 du document [9]).

➤ Commentaire sur l'aménagement de l'éperon rive droite

Au droit de l'éperon rive droite, différents murs ont été relevés par le MOA. Ces murs ont été tracés en bleu sur le plan du projet ci-dessous. Non-étudiés dans le cadre de cette mission G2 AVP, les murs situés dans le corps des remblais devront être très probablement démolis afin de ne pas créer une surface propice à l'érosion interne.



### B.3.3. Synthèse des essais en laboratoire

#### B.3.3.1. Essais en laboratoire Phase G1

Néant.

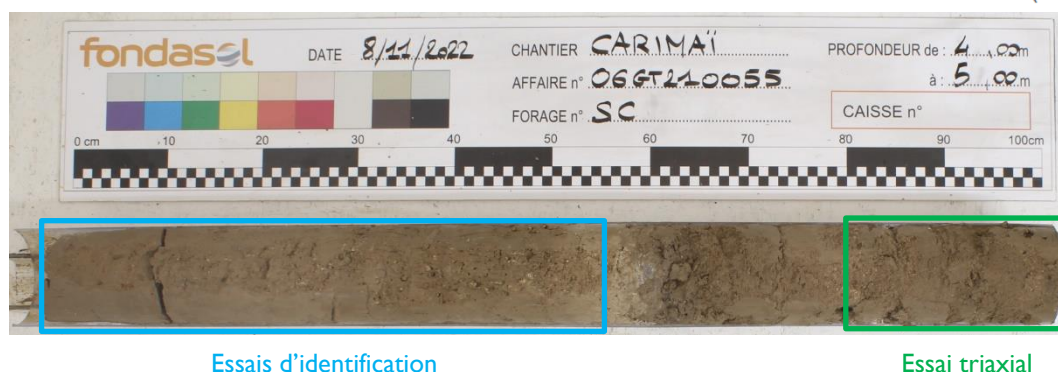
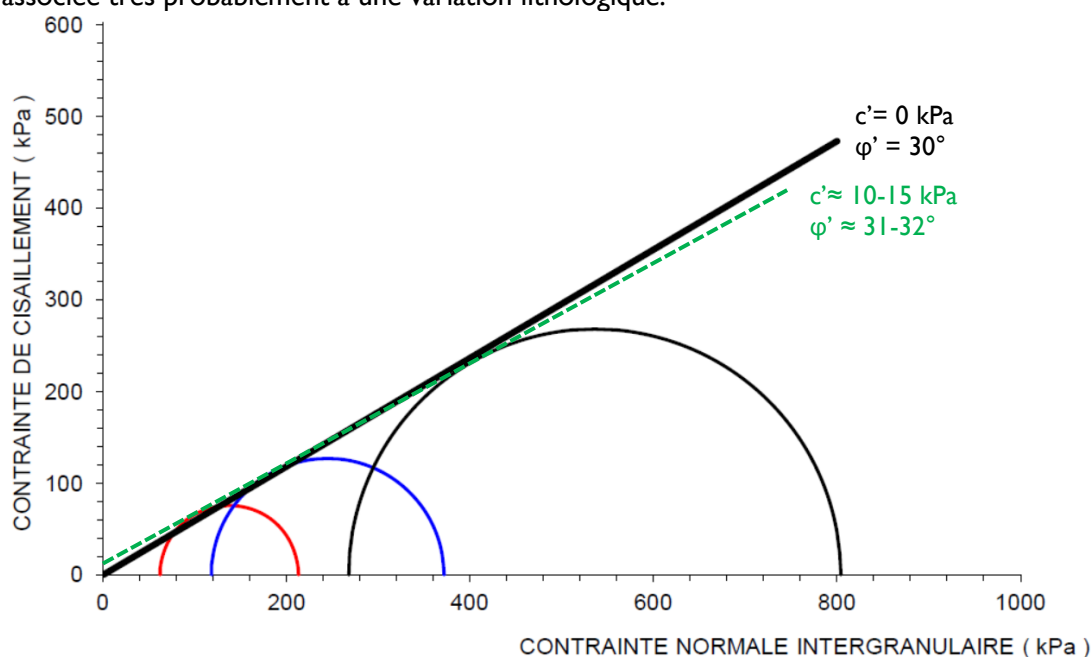
#### B.3.3.2. Essais en laboratoire Phase G2 (réalisés par FONDASOL)

| Fondasol                 |                   | RÉCAPITULATIF D'ESSAIS DE LABORATOIRE             |      |   |                |   |                |                |                |  |                    |                  |             |            |             |             |            |             |              |                    |                                    | Management QSHE    |                                    | FTQ.243 |     |        |    |        |                |        |   |       |         |        |  |        |  |        |  |
|--------------------------|-------------------|---|------|---|----------------|---|----------------|----------------|----------------|--|--------------------|------------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|---------|-----|--------|----|--------|----------------|--------|---|-------|---------|--------|--|--------|--|--------|--|
| Projet N° : 06GT.21.0055 |                   | Nom du projet : BASSIN CARIMAI - CANNES/LE CANNET |      |   |                | Ingénieur d'étude, visa : K.HADDAR                                      |                |                |                | RESPONSABLE DU LABORATOIRE : Junist SELY |                    |                  |             |            |             |             |            |             |              | Page               |                                    |                    |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       |         |        |  |        |  |        |  |
| Indice mémo :            |                   | Date : 01/03/2023                                 |      |   |                | Nom : Jean-Marc BIDET-COMBES  |                |                |                |  |                    |                  |             |            |             | Visa :      |            | 1 / 1       |              |                    |                                    |                    |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       |         |        |  |        |  |        |  |
| Forage                   | Prof. moyenne (m) | Nature  | Wn   | ρ | ρ <sub>d</sub> | ρ <sub>s</sub>  | W <sub>L</sub> | W <sub>p</sub> | I <sub>p</sub> | VBS                                      | Ca CO <sub>3</sub> | D <sub>max</sub> | Passant à   |            |             |             |            | Proctor     |              | Proctor+IPI        |                                    | Oedo               | LA                                 | MDE     | FS  | SE     | FR | DG     | Classification |        |   |       |         |        |  |        |  |        |  |
|                          |                   |   |      |   |                |   |                |                |                |  |                    |                  | 50 mm 0 / D | 2 mm 0 / D | 80 μm 0 / D | 63 μm 0 / D | 2 μm 0 / D | 2 mm 0 / 50 | 80 μm 0 / 50 | W <sub>opn</sub> % | ρ <sub>dopn</sub> t/m <sup>3</sup> | W <sub>opn</sub> % | ρ <sub>dopn</sub> t/m <sup>3</sup> | k       | m/s | -      | -  | %      |                | %      | - | -     |         |        |  |        |  |        |  |
| Remarques :              |                   | *Wn = teneur en eau sur 0/20 (NF P11-300)         |      |   |                | *Ic ne peut être calculé uniquement si le matériau < 400μm (NF P94-051) |                |                |                |  |                    |                  |             |            |             |             |            |             |              |                    |                                    | 94-093             |                                    | 30-442  |     | 1097-1 |    | 1097-2 |                | 18-576 |   | 933-8 |         | 94-066 |  | 94-067 |  | 11-300 |  |
| Nombre d'essais          |                   | 14  |      | 1 |                | 1   |                | 1              |                | 14                                       |                    | 14               |             | 14         |             | 14          |            | 5           |              | 14                 |                                    | 14                 |                                    | 6       |     | 6      |    | 6      |                |        |   |       |         |        |  |        |  |        |  |
| PM1                      | 2.80              | grave sableuse marron                             | 7.0  |   |                | 2.662   |                |                |                | 0.28                                     |                    | 77               | 96.6        | 46.7       | 5.7         | 5.2         |            |             |              |                    | 48.4                               | 5.9                |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1B4    |        |  |        |  |        |  |
| PM2                      | 1.40              | limon sablo graveleux brun                        | 23.9 |   |                |   |                |                |                | 1.16                                     |                    | 45               | 100.0       | 73.1       | 37.1        | 35.7        |            |             |              |                    | 73.1                               | 37.1               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | A1      |        |  |        |  |        |  |
| PM3                      | 3.10              | sable argileux marron                             | 17.7 |   |                |   |                |                |                | 1.98                                     |                    | 37               | 100.0       | 83.9       | 38.6        | 38.3        |            |             |              |                    | 83.9                               | 38.6               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | A1      |        |  |        |  |        |  |
| PM4                      | 2.50              | sable limono graveleux marron                     | 13.6 |   |                |   |                |                |                | 1.31                                     |                    | 85               | 94.0        | 73.3       | 23.8        | 23.5        |            |             |              |                    | 78.0                               | 25.3               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1B5    |        |  |        |  |        |  |
| PM5                      | 3.00              | sable argileux marron                             | 18.2 |   |                |   |                |                |                | 2.27                                     |                    | 90               | 93.3        | 83.1       | 34.8        | 34.3        | 21.0       |             |              |                    | 89.1                               | 37.3               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1A1    |        |  |        |  |        |  |
| PM6                      | 3.00              | sable limono graveleux                            | 11.3 |   |                |   |                |                |                | 1.40                                     |                    | 60               | 98.5        | 78.2       | 33.6        | 33.2        |            |             |              |                    | 79.5                               | 34.2               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1B5    |        |  |        |  |        |  |
| PM7                      | 3.00              | sable argilo graveleux marron                     | 11.2 |   |                |   |                |                |                | 0.49                                     |                    | 57               | 98.5        | 76.0       | 16.4        | 16.0        | 5.8        |             |              |                    | 77.2                               | 16.6               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1B5    |        |  |        |  |        |  |
| PM8                      | 0.50              | grave limoneuse marron                            | 13.3 |   |                |   |                |                |                | 0.91                                     |                    | 90               | 82.4        | 33.9       | 16.1        | 16.0        |            |             |              |                    | 41.1                               | 19.5               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1B5    |        |  |        |  |        |  |
| PM9                      | 3.00              | sable limono graveleux marron                     | 11.6 |   |                |   |                |                |                | 0.93                                     |                    | 37               | 100.0       | 72.0       | 21.6        | 21.4        |            |             |              |                    | 72.0                               | 21.6               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | B5      |        |  |        |  |        |  |
| PM10                     | 0.40              | grave sableuse marron                             | 4.6  |   |                |   |                |                |                | 0.55                                     |                    | 90               | 83.1        | 35.9       | 11.7        | 11.5        |            |             |              |                    | 43.3                               | 14.1               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1B5    |        |  |        |  |        |  |
| PM11                     | 3.00              | grave argilo sableuse marron                      | 18.9 |   |                |   |                |                |                | 0.91                                     |                    | 120              | 77.6        | 41.4       | 19.5        | 19.2        | 9.2        |             |              |                    | 53.4                               | 25.1               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1B5    |        |  |        |  |        |  |
| PM12                     | 1.00              | grave marron                                      | 6.3  |   |                |   |                |                |                | 0.29                                     |                    | 77               | 92.3        | 17.8       | 4.9         | 4.8         |            |             |              |                    | 19.3                               | 5.3                |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1B4    |        |  |        |  |        |  |
| PM13                     | 3.00              | sable graveleux marron                            | 15.9 |   |                |   |                |                |                | 0.79                                     |                    | 70               | 92.1        | 62.2       | 15.4        | 15.0        | 7.2        |             |              |                    | 67.5                               | 16.7               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1B5    |        |  |        |  |        |  |
| PM14                     | 0.60              | sable argilo graveleux marron                     | 14.0 |   |                |   | 43             | 26             | 17             | 2.01                                     |                    | 90               | 88.1        | 73.9       | 29.2        | 28.6        | 15.5       |             |              |                    | 83.9                               | 33.2               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | C1A2    |        |  |        |  |        |  |
| PM1+PM2                  | 2.10              | limon graveleux sableux marron                    |      |   |                |   |                |                |                |  |                    |                  |             |            |             |             |            |             |              |                    | 13.1                               | 1.82               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | 8.9E-10 |        |  |        |  |        |  |
| PM3+PM4                  | 2.80              | sable argilo graveleux                            |      |   |                |   |                |                |                |  |                    |                  |             |            |             |             |            |             |              |                    | 12.6                               | 1.85               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | 3.9E-7  |        |  |        |  |        |  |
| PM5+PM6                  | 3.00              | sable argilo graveleux marron                     |      |   |                |   |                |                |                |  |                    |                  |             |            |             |             |            |             |              |                    | 12.4                               | 1.83               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | 1.9E-06 |        |  |        |  |        |  |
| PM7+11+12                | 2.00              | grave sableuse argilo limoneuse marron            |      |   |                |   |                |                |                |  |                    |                  |             |            |             |             |            |             |              |                    | 11.0                               | 1.97               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | 3.3E-9  |        |  |        |  |        |  |
| PM8+PM9+PM10             | 1.70              | grave sablo limoneuse marron                      |      |   |                |   |                |                |                |  |                    |                  |             |            |             |             |            |             |              |                    | 12.0                               | 1.89               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | 3.3E-6  |        |  |        |  |        |  |
| PM13+14                  | 1.80              | sable argilo graveleux marron                     |      |   |                |   |                |                |                |  |                    |                  |             |            |             |             |            |             |              |                    | 11.9                               | 1.85               |                                    |         |     |        |    |        |                |        |   |       | 6.0E-6  |        |  |        |  |        |  |

| Projet N° :<br>06GT.21.0055 |                   | Nom du projet :<br>BASSIN CARIMAÏ - CANNES/LE CANNET |   | Ingénieur d'étude, visa :<br>Kheill HADDAR |                  | Date<br>17/03/2023  |       | Nom<br>Junist SELY |       | Visa |                    | RESPONSABLE DU LABORATOIRE : Junist SELY |           |          |           |           |           |           |            |        |                 | Page<br>1 / 1 |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        |                |          |  |           |  |        |
|-----------------------------|-------------------|--|---|--|------------------|---|-------|--------------------|-------|------|--------------------|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|--------|-----------------|---------------|------------|--------|-------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------|----------------|----------|--|-----------|--|--------|
| Forage                      | Prof. moyenne (m) | Nature   | Wn  | $\rho$                                     | $\rho_d$         | $\rho_s$  | $W_L$ | $W_p$              | $I_p$ | VBS  | Ca CO <sub>2</sub> | D <sub>max</sub>                         | Passant à |          |           |           | Passant à |           |            |        | Cisaillement CD |               | Triax CU+u |        | Triaxial CD |                 | Triaxial UU     |                | Essai oedo     |                | Essai fluage    |        | Classification |          |  |           |  |        |
|                             |                   |  | %   | t/m <sup>3</sup>                           | t/m <sup>3</sup> | t/m <sup>3</sup>  | %     | %                  | %     | (-)  | %                  | mm                                       | 50 mm 0/D | 2 mm 0/D | 80 µm 0/D | 63 µm 0/D | 2 µm 0/D  | 2 mm 0/50 | 80 µm 0/50 | φ'     | c'              | φ'            | c'         | φ'     | c'          | φ <sub>UU</sub> | c <sub>UU</sub> | C <sub>c</sub> | C <sub>s</sub> | C <sub>α</sub> | C <sub>αe</sub> |        |                |          |  |           |  |        |
| Remarques:                  |                   |  | *Wn = teneur en eau sur 0/20 (NF P11-300) |  |                  | *Ic ne peut être calculé uniquement si le matériau < 400µm (NF P94-051) |       |                    |       |      |                    |  |           |          |           | 94-050    |           | 94-053    |            | 94-054 |                 | 94-051 & 52   |            | 94-068 |             | 94-048          |                 | 94-056 & 57    |                | 94-071-1       |                 | 94-074 |                | 94-090-1 |  | LCPC n°13 |  | 11-300 |
| Nombre d'essais             |                   |  | 16  | 6  | 6                | 2   | 5     | 5                  | 5     | 14   |                    | 16                                       | 16        | 16       | 16        | 16        | 13        | 16        | 16         | 4      | 4               | 5             | 5          |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        |                |          |  |           |  |        |
| SC1                         | 1.40              | argile limono sableuse marron                        | 31.5                                      |  |                  | 2.611   | 40    | 27                 | 14    | 1.61 |                    | 14                                       | 100.0     | 86.9     | 44.4      | 42.2      | 16.9      | 86.9      | 44.4       | 32     | 0               |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        |                | A2       |  |           |  |        |
|                             | 3.68              | argile limoneuse marron                              | 23.0                                      | 2.04                                       | 1.66             |   | 36    | 21                 | 16    | 3.00 |                    | 6  | 100.0     | 99.8     | 83.9      | 83.6      | 32.3      | 99.8      | 83.9       |        |                 | 31            | 15         |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        |                | A2       |  |           |  |        |
|                             | 4.28              | argile gravele sableuse                              | 16.2                                      |  |                  | 2.618   |       |                    |       | 1.86 |                    | 45                                       | 100.0     | 66.7     | 38.8      | 37.0      | 17.9      | 66.7      | 38.8       |        |                 | 30            | 0          |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | A1             |          |  |           |  |        |
|                             | 9.45              | grave argilo sableuse marron                         | 17.3                                      |  |                  |   |       |                    |       | 0.47 |                    | 60                                       | 94.9      | 40.5     | 18.5      | 17.8      | 7.9       | 42.7      | 19.5       |        |                 |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | C1B5           |          |  |           |  |        |
| SC2                         | 6.50              | grave sableuse marron                                | 14.9                                      |  |                  |   |       |                    | 0.53  |      | 35                 | 100.0                                    | 49.0      | 14.2     | 13.7      | 5.9       | 49.0      | 14.2      |            |        |                 |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | B5             |          |  |           |  |        |
| SC3                         | 3.15              | argile limono sableuse marron                        | 23.4                                      | 2.01                                       | 1.63             |   | 37    | 20                 | 17    | 3.01 |                    | 4  | 100.0     | 99.9     | 77.8      | 77.5      | 30.0      | 99.9      | 77.8       |        |                 | 30            | 11         |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | A2             |          |  |           |  |        |
|                             | 7.40              | grave argilo sableuse marron                         | 17.4                                      |  |                  |   |       |                    |       | 0.59 |                    | 40                                       | 100.0     | 53.0     | 17.5      | 16.5      | 5.6       | 53.0      | 17.5       |        |                 |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | B5             |          |  |           |  |        |
| SC4                         | 3.35              | argile limoneuse marron                              | 24.9                                      | 1.98                                       | 1.59             |   | 45    | 23                 | 22    | 4.10 |                    | 55                                       | 87.4      | 87.3     | 79.2      | 77.0      | 30.4      | 99.9      | 90.6       |        |                 |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | C1A2           |          |  |           |  |        |
|                             | 7.55              | argile sableuse marron                               | 25.4                                      | 1.95                                       | 1.56             |   | 38    | 24                 | 14    | 2.52 |                    | 19                                       | 100.0     | 90.3     | 46.8      | 44.5      | 24.0      | 90.3      | 46.8       |        |                 |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | A2             |          |  |           |  |        |
| SC5                         | 2.45              | sable argileux marron                                | 14.8                                      |  |                  |   |       |                    |       | 0.54 |                    | 16                                       | 100.0     | 80.6     | 19.7      | 18.3      | 7.5       | 80.6      | 19.7       | 33     | 11              |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | B5             |          |  |           |  |        |
|                             | 6.45              | sable graveleux                                      | 13.5                                      |  |                  |   |       |                    |       | 0.33 |                    | 29                                       | 100.0     | 61.4     | 10.1      | 9.4       |           | 61.4      | 10.1       | 37     | 27              |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | B4             |          |  |           |  |        |
| SC6                         | 3.65              | grave limono sableuse rosatre                        | 4.6                                       |  |                  |   |       |                    |       | 0.07 |                    | 57                                       | 95.5      | 39.7     | 16.6      | 15.9      | 3.9       | 41.6      | 17.4       | 32     | 20              |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        | C1B5           |          |  |           |  |        |
|                             | 7.50              | grave grise rosée                                    | 1.6                                       |  |                  |   |       |                    |       |      |                    | 70                                       | 82.2      | 1.4      | 0.2       | 0.1       |           | 1.7       | 0.2        |        |                 |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        |                |          |  |           |  |        |
| SC7                         | 3.50              | grave grise rosée                                    | 1.0                                       |  |                  |   |       |                    |       |      | 90                 | 54.6                                     | 0.7       | 0.1      | 0.1       |           | 1.3       | 0.2       |            |        |                 |               |            |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        |                |          |  |           |  |        |
| SC8                         | 1.40              | sable argileux marom                                 | 15.5                                      | 2.01                                       | 1.74             |   |       |                    |       | 0.86 |                    | 19                                       | 100.0     | 88.9     | 42.3      | 40.0      | 20.2      | 88.9      | 42.3       |        |                 | 30            | 0          |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        |                |          |  |           |  |        |
|                             | 4.55              | sable argilo graveleux bariolée                      | 15.8                                      | 2.13                                       | 1.84             |   |       |                    |       | 1.14 |                    | 60                                       | 91.8      | 73.5     | 32.6      | 31.8      | 16.3      | 80.0      | 35.5       |        |                 | 32            | 0          |        |             |                 |                 |                |                |                |                 |        |                | C1A1     |  |           |  |        |

Remarques sur les résultats de laboratoire :

- Un certain nombre d'essais de perméabilité à l'œdomètre donne des valeurs supérieures ou égales à l'ordre de grandeur de  $10^{-6}$  m/s, valeur limite du domaine d'application de cet essai d'après les recommandations du CFBR (2015).
- Certains résultats de perméabilité à l'œdomètre/perméamètre apparaissent anormalement faibles vis-à-vis de la nature des matériaux, des classifications GTR obtenues (valeurs de l'ordre de  $10^{-9}$  m/s dans des sables limono-graveleux de classe B).
- Pour information, les perméabilités calculées d'après la formule d'Hazen en fonction du passant D10% sur les 14 courbes granulométriques complètes (sur les 30 au total) varient de l'ordre de  $10^{-7}$  à  $10^{-3}$  m/s, en cohérence avec l'essai de pompage et les essais Lefranc (voir le §.B.4.4), mais sans compter deux échantillons dont la perméabilité corrélée atteindrait 1 m/s (SC6 et SC7).
- L'essai de cisaillement triaxial réalisé sur l'échantillon vers 4,3m sur le SCI donne des paramètres de cisaillement  $c'=0$  kPa et  $\varphi'=30^\circ$ , qui peut paraître plus faible que les autres réalisés dans la même formation. Or l'échantillon est décrit une argile graveleuse, classée A. L'absence de cohésion dans ce type de terrain intrigue. D'après les enveloppes tracées, il semblerait qu'une cohésion nulle ait été imposée (voir ci-dessous sur l'enveloppe de Mohr-Coulomb mais plus visible sur l'enveloppe de Lambe ou Cambridge). Une réinterprétation possible conduirait à  $c' \approx 10-15$  kPa et  $\varphi' \approx 31-32^\circ$ . Il est également important de préciser qu'une variation très rapide des terrains est rencontrée dans les alluvions. Ainsi les matériaux testés lors d'un essai mécanique peuvent présenter des variations lithologiques de ceux utilisés pour les essais d'identification pourtant prélevés juste à côté. Ce constat est visible sur cet échantillon grâce à la différence de couleur associée très probablement à une variation lithologique.



Les autres résultats de laboratoire n'appellent pas de commentaire particulier.

### B.3.4. Faciès et stratigraphie

Nous récapitulons la base des formations au droit de chaque sondage dans les tableaux ci-après :

| N°    | Nature  | 21-SPI | 21- SP2 | 21- SP3 | 22-SPI | 22-SP2 | SCI   | SC2   | SC3   | SC4   | SC5   | SC6   | SC7   | SC8   |
|-------|---|--------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |   | [NGF]  | [NGF]   | [NGF]   | [NGF]  | [NGF]  | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] |
| 1     | Remblais  | +18.5  | +18.4   | +17.2   | +16.2  | +23.7  | +14.2 | +16.3 | +16.0 | +17.9 | +17.6 | -     | +16.3 | +21.8 |
| 2     | Alluvions limono-graveleuses à cailloux et/ou blocs | +10.1  | +16.1   | +10.6   | +1.6   | -      | +1.9  | +5.5  | +4.0  | +11.1 | +12.2 | +17.5 | -     | -     |
| 2-3   | Terrains meubles d'altération de versant            | -      | -       | -       | -      | -      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | +16.2 |
| 3alt  | Substratum gneissique altéré                        | +6.2   | +11.6   | +9.8    | -      | -      | -     | +5.3  | +2.5  | -     | +10.7 | +13.8 | +10.3 | +15.8 |
| 3ter  | Matériaux de remplissage                            | -      | -       | -       | -      | +8.0   | -     | -     | -     | -     | +11.6 | -     | -     | +15.4 |
| 3sain | Substratum gneissique sain                          | +4.5   | +4.6    | +2.8    | -      | +4.1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | +7.8  |
| 4     | Autre   | -      | -       | -       | -      | +9.8   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | +11.6 | -     |

| N° | Nature de la formation                              | PM1   | PM2   | PM3   | PM4   | PM5   | PM6   | PM7   | PM8   | PM9   | PM10  | PM11  | PM12  | PM13  | PM14  |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |   | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] |
| 1  | Remblai   | +15.8 | +16.3 | +17.3 | +17.5 | +17.4 | +17.9 | +18.3 | +20.3 | +18.1 | -     | -     | -     | -     | -     |
| 2  | Alluvions limono-graveleuses à cailloux et/ou blocs | +14.8 | +14.9 | +15.3 | +15.0 | +15.4 | +15.6 | +15.8 | +18.3 | +16.1 | +16.3 | +14.5 | +16.4 | +14.6 | +16.6 |
| 3  | Substratum gneissique                               | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |

NB : Les niveaux NGF des sondages ont été déterminés soit à partir des relevés GPS soit à partir de leur implantation sur le relevé topographique du site actuel (caractère indicatif).

### B.3.5. Synthèse pressiométrique

Les essais pressiométriques réalisés dans le cadre des différentes campagnes d'investigations ont permis de mesurer les caractéristiques géomécaniques des terrains traversés. L'analyse pressiométrique est menée sur l'ensemble des essais effectués sur le site du projet. Le tableau, ci-dessous, présente une synthèse des caractéristiques géomécaniques mesurées par horizon.

| Remblai |              |         |      |       |            |     |        |     |              |            |           |        |        |  |
|---------|--------------|---------|------|-------|------------|-----|--------|-----|--------------|------------|-----------|--------|--------|--|
| F1      | Nb = 3       | Unités  | Min. | Max.  | Ecart-type | q25 | Médian | q75 | Arithmétique | Harmonique | geometric | m-0.5s | m+0.5s |  |
|         | Prof.        | m       | 0.40 | 1.40  |            |     |        |     |              |            |           |        |        |  |
|         | Top          | m (NGF) | 15.4 | 26.75 |            |     |        |     |              |            |           |        |        |  |
|         | Base         | m (NGF) | 15.0 | 25.35 |            |     |        |     |              |            |           |        |        |  |
|         | Pressiomètre |         |      |       |            |     |        |     |              |            |           |        |        |  |
|         | EM           | MPa     | 1.67 | 15.42 | 6.32       |     |        |     |              |            |           |        |        |  |
|         | pfM*         | MPa     | 0.19 | 0.88  | 0.32       |     |        |     |              |            |           |        |        |  |
|         | pLM*         | MPa     | 0.34 | 1.74  | 0.64       |     |        |     |              |            |           |        |        |  |
| EM/pLM* |              | 4.90    | 8.88 | 1.70  |            |     |        |     |              |            |           |        |        |  |

| Alluvions limono-graveleuses à cailloux et/ou blocs |              |         |       |       |            |      |        |      |              |            |           |        |        |  |
|---|--------------|---------|-------|-------|------------|------|--------|------|--------------|------------|-----------|--------|--------|--|
| F2  | Nb = 43      | Unités  | Min.  | Max.  | Ecart-type | q25  | Médian | q75  | Arithmétique | Harmonique | geometric | m-0.5s | m+0.5s |  |
|   | Prof.        | m       | 3.50  | 15.50 |            |      |        |      |              |            |           |        |        |  |
|   | Top          | m (NGF) | 15.00 | 18.60 |            |      |        |      |              |            |           |        |        |  |
|   | Base         | m (NGF) | 1.88  | 16.13 |            |      |        |      |              |            |           |        |        |  |
|   | Pressiomètre |         |       |       |            |      |        |      |              |            |           |        |        |  |
|   | EM           | MPa     | 0,7   | 19,1  | 4,5        | 3,6  | 5,3    | 9,3  | 6,8          | 3,7        | 5,3       | 9,4    | 2,3    |  |
|   | pfM*         | MPa     | 0,03  | 1,25  | 0,32       | 0,21 | 0,33   | 0,47 | 0,42         | 0,21       | 0,31      | 0,63   | 0,10   |  |
|   | pLM*         | MPa     | 0,13  | 1,92  | 0,42       | 0,43 | 0,58   | 0,78 | 0,69         | 0,48       | 0,58      | 0,92   | 0,27   |  |
| EM/pLM*   |              | 3,0     | 30,0  | 6,0   | 6,3        | 8,4  | 13,0   | 10,5 | 8,1          | 9,2        | 13,8      | 4,6    |        |  |

\*Ces valeurs statistiques des alluvions tiennent compte de l'exclusion des valeurs extrêmes mesurées sur le sondage 2008-SPI à 3,0m de profondeur

| Substratum gneissique fracturé/altéré |        |         |      |       |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
|---------------------------------------|--------|---------|------|-------|------------|-----|--------|-----|--------|--------|-----------|--------|--------|--|
| F3-alt                                | Nb = 4 | Unités  | Min. | Max.  | Ecart-type | q25 | Médian | q75 | Arith. | Harmo. | geometric | m-0.5s | m+0.5s |  |
|                                       | Prof.  | m       | 8,0  | 13,3  |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
|                                       | Top    | m (NGF) | 10,1 | 16,13 |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
|                                       | Base   | m (NGF) | 6,2  | 11,63 |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| Pressiomètre                          |        |         |      |       |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| EM                                    | MPa    | 9,4     | 53,8 | 17,3  |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| pfM*                                  | MPa    | 0,55    | 2,03 | 0,67  |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| pLM*                                  | MPa    | 0,72    | 3,39 | 1,04  |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| EM/pLM*                               |        | 8,6     | 15,9 | 2,9   |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |

| Matériaux pulvérulents |        |         |       |       |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
|------------------------|--------|---------|-------|-------|------------|-----|--------|-----|--------|--------|-----------|--------|--------|--|
| F3-ter                 | Nb = 2 | Unités  | Min.  | Max.  | Ecart-type | q25 | Médian | q75 | Arith. | Harmo. | geometric | m-0.5s | m+0.5s |  |
|                        | Prof.  | m       | 17.10 | 17.10 |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
|                        | Top    | m (NGF) | 11.45 | 11.45 |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
|                        | Base   | m (NGF) | 9.65  | 9.65  |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| Pressiomètre           |        |         |       |       |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| EM                     | MPa    | 13.65   | 17.66 | 2.01  |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| pfM*                   | MPa    | 1.18    | 1.30  | 0.06  |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| pLM*                   | MPa    | 1.89    | 2.32  | 0.22  |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |
| EM/pLM*                |        | 7.22    | 7.61  | 0.20  |            |     |        |     |        |        |           |        |        |  |

| Substratum gneissique sain |         |         |       |       |            |       |        |       |        |        |           |        |        |  |
|----------------------------|---------|---------|-------|-------|------------|-------|--------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|--|
| F3-sain                    | Nb = 13 | Unités  | Min.  | Max.  | Ecart-type | q25   | Médian | q75   | Arith. | Harmo. | geometric | m-0.5s | m+0.5s |  |
|                            | Prof.   | m       | 15,0  | 21,0  |            |       |        |       |        |        |           |        |        |  |
|                            | Top     | m (NGF) | 6,2   | 11,63 |            |       |        |       |        |        |           |        |        |  |
|                            | Base    | m (NGF) | 2,75  | 4,63  |            |       |        |       |        |        |           |        |        |  |
| Pressiomètre               |         |         |       |       |            |       |        |       |        |        |           |        |        |  |
| EM                         | MPa     | 83,2    | 371,3 | 93,7  | 120,4      | 154,8 | 272,2  | 193,6 | 150,6  | 170,9  | 233,2     | 99,9   |        |  |
| pfM*                       | MPa     | 4,81    | 4,94  | 0,04  | 4,83       | 4,85  | 4,88   | 4,86  | 4,86   | 4,86   | 4,86      | 4,86   | 4,82   |  |
| pLM*                       | MPa     | 4,81    | 4,97  | 0,05  | 4,83       | 4,85  | 4,93   | 4,87  | 4,87   | 4,87   | 4,87      | 4,87   | 4,82   |  |
| EM/pLM*                    |         | 16,7    | 76,4  | 19,2  | 24,4       | 32,1  | 55,4   | 39,7  | 30,9   | 35,1   | 47,9      | 20,5   |        |  |

### B.3.6. Modèle géomécanique général

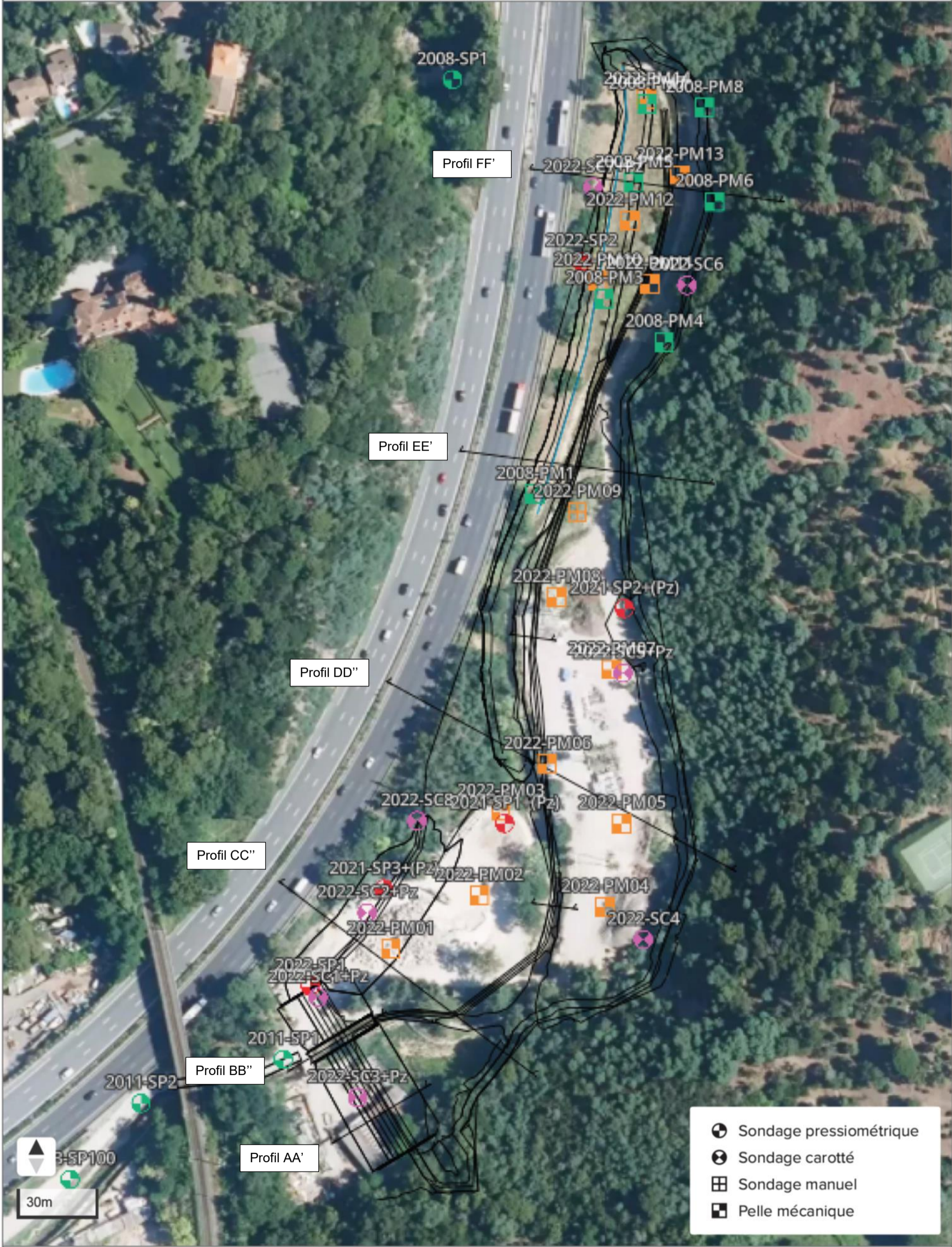
| Sol    | Prof.   | Zbase              | $\gamma_h$ | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | $E_M$ | pfM* | pLM* | $\alpha$ | $C_{CT}$ | $\Phi_{CT}$ | $C'$ | $\Phi'$ |   |
|--------|---|--------------------|------------|------------|-----------|-------|------|------|----------|----------|-------------|------|---------|---|
|        |   |                    |            |            |           |       |      |      |          |          |             |      |         | m |
| 1      | Remblai   |                    | 20         | 16         | 10        | 2.0   | 0.20 | 0.35 | 0.50     | 5        | 25          | 0    | 25      |   |
| 2      | Alluvions limono-graveleuses à cailloux et/ou blocs | Voir stratigraphie | 20         | 18         | 10        | 3.0   | 0.25 | 0.45 | 0.33     | 0        | 33          | 0    | 33      |   |
| 2-3    | Terrains meubles d'altération de versant            |                    | 20         | 18         | 10        | -     | -    | -    | -        | 10       | 20          | 0    | 30      |   |
| 3-alt  | Substratum gneissique fracturé/altéré               |                    | 23         | 23         | 13        | 35    | 2.50 | 3.00 | 0.67     | 10       | 40          | 10   | 40      |   |
| 3-sain | Substratum gneissique sain                          |                    | 24         | 24         | 14        | 120   | 4.80 | 4.80 | 0.50     | 50       | 40          | 50   | 40      |   |
| 4      | Autre   |                    | -          | -          | -         | -     | -    | -    | -        | -        | -           | -    | -       | - |

NB1 : Pour la zone Sud, une étude de sensibilité des calculs sur les paramètres de cisaillement dans les alluvions (F2) a été conduite. En effet, les investigations géophysiques montrent que les alluvions présentent dans la zone Sud un faciès un peu plus argileux (bien que sablo-graveleux prépondérant – voir §.B.5.1.3) et les seuls essais triaxiaux menés à ce jour ont été faits sur des échantillons classés A (voir §.B.3.3.2). Nous avons mené une étude de sensibilité lors des premiers calculs de stabilité sur les paramètres de cisaillement en prenant  $c' = 5$  kPa et  $\varphi' = 30^\circ$  au lieu de  $c' = 0$  kPa et  $\varphi' = 33^\circ$  pour les alluvions. Il s'avère que le jeu de paramètre  $c' = 5$  kPa et  $\varphi' = 30^\circ$  est plus favorable que celui purement frottant ( $c' = 0$  kPa et  $\varphi' = 33^\circ$ ). L'ensemble des résultats présentés dans ce document ont été obtenus avec le jeu de paramètre retenu ( $c' = 0$  kPa et  $\varphi' = 33^\circ$ ).

NB2 : Le matériau pulvérulent rencontré au sein du substratum (F3-ter) n'est pas retenu dans le modèle géotechnique car trop ponctuel et aléatoire. De plus, il n'a pas incidence sur les calculs géotechniques de stabilité (profondeur du substratum).

NB3 : Les paramètres de cisaillement dans le substratum (F3) sont pris à titre indicatif. Ils peuvent varier très fortement selon la densité des plans de fracturation/joints et selon la nature de ces derniers (par exemple leur rugosité).

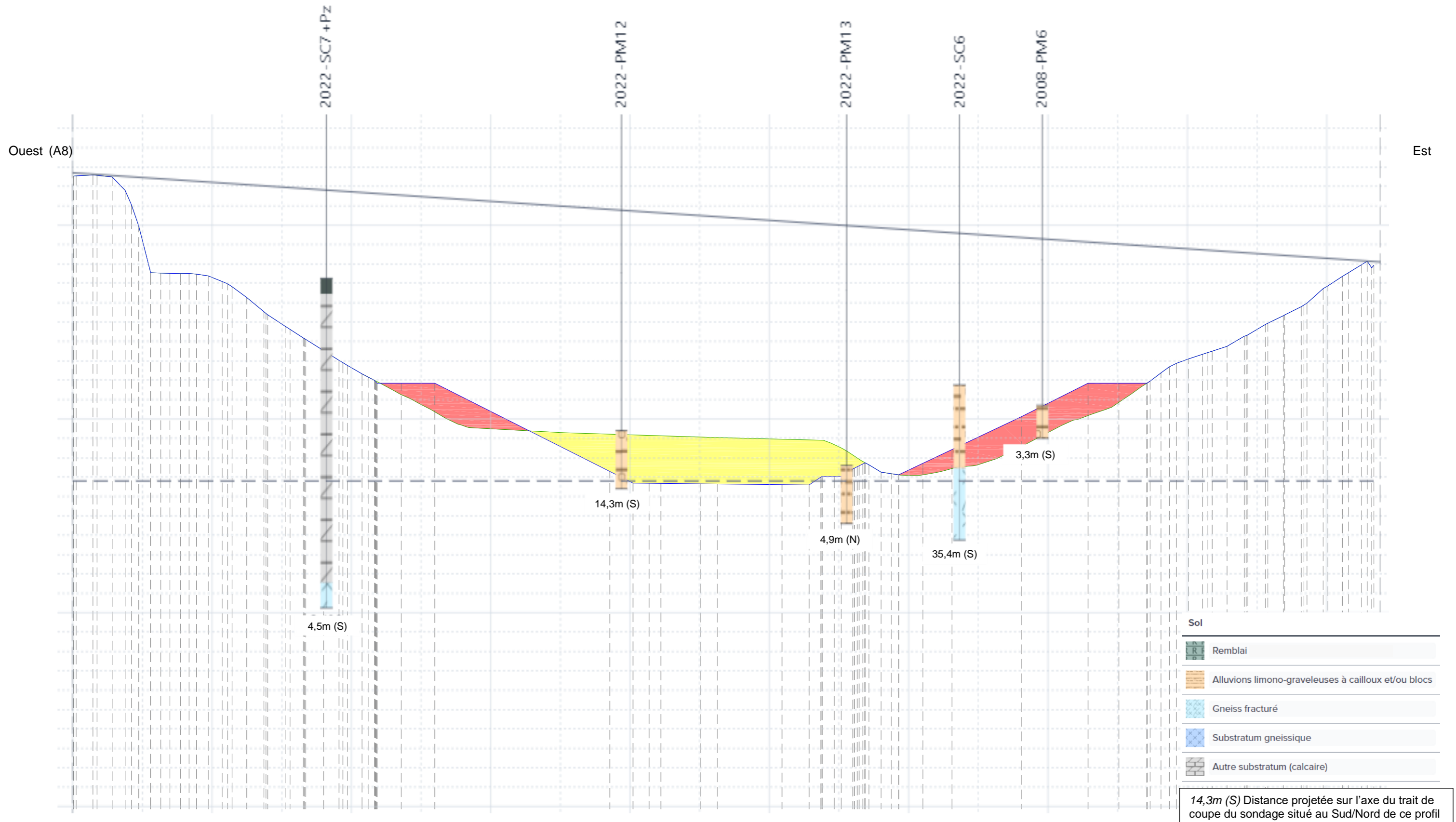
**PLAN D'IMPLANTATION**



### B.3.8. Profils stratigraphiques

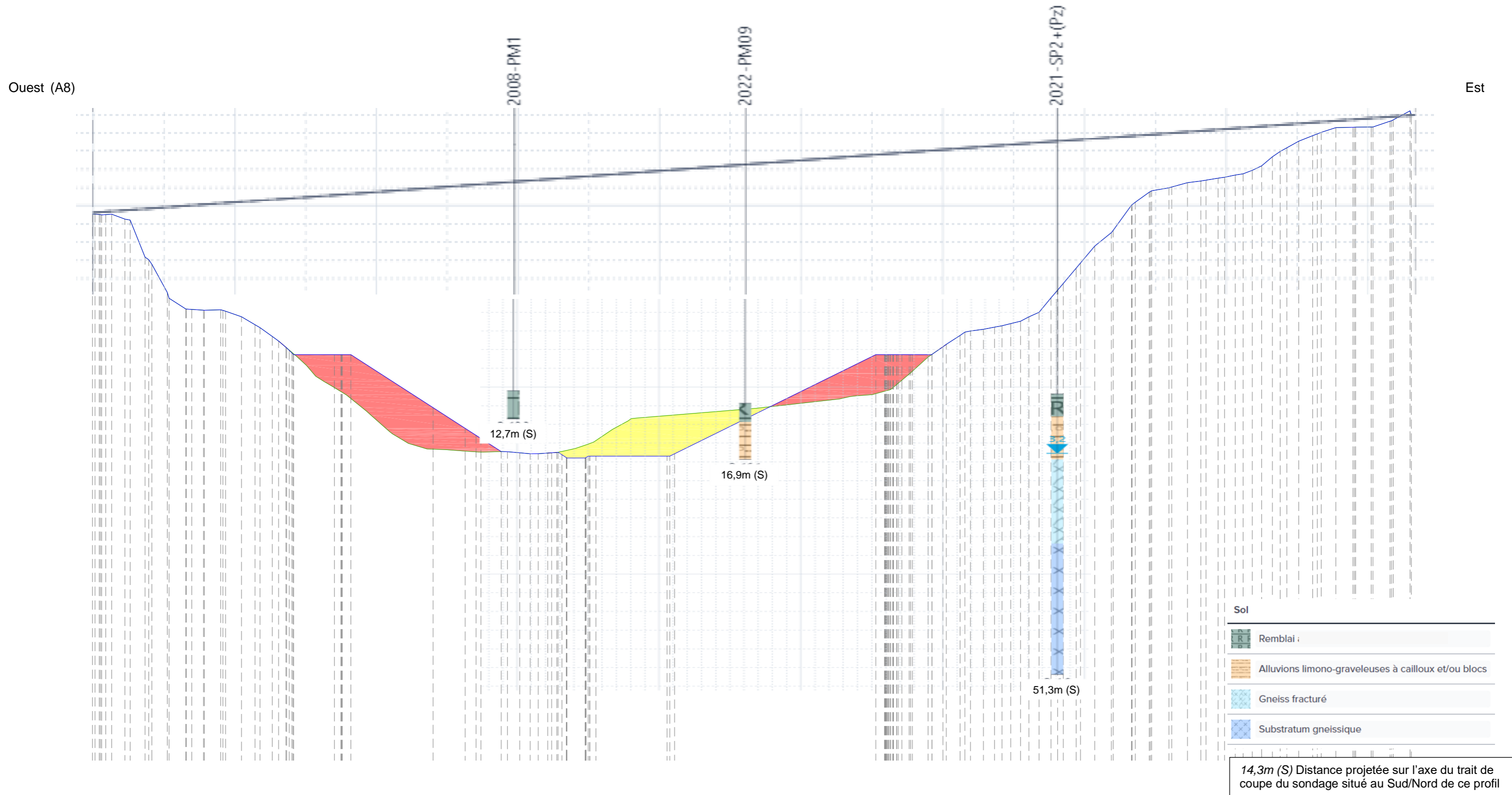
Les profils qui suivent sont des projections orthogonales des sondages de reconnaissance sur les coupes du projet du plan [d]. Ces profils sont donnés à titre d'indication afin d'estimer les matériaux en déblai et comme support pour les profils de calculs. Ils ne doivent pas être utilisés pour une interpolation plane des couches.

#### B.3.8.1. Coupe F-F'



NB : Les coupes du projet sont celles faite en phase préliminaire. Au stade AVP, l'aménagement en rive gauche est modifié pour ne réaliser qu'une risberme en pied de versant avec une crête au niveau du terrain actuel (qui sera donc sous eau lors d'une crue). Cette risberme est prévue pour ne pas déstabiliser le versant lors des terrassements du fond de bassin jusqu'à +15/+16 NGF. Les coupes de projet ne tiennent pas compte de cette modification de conception.

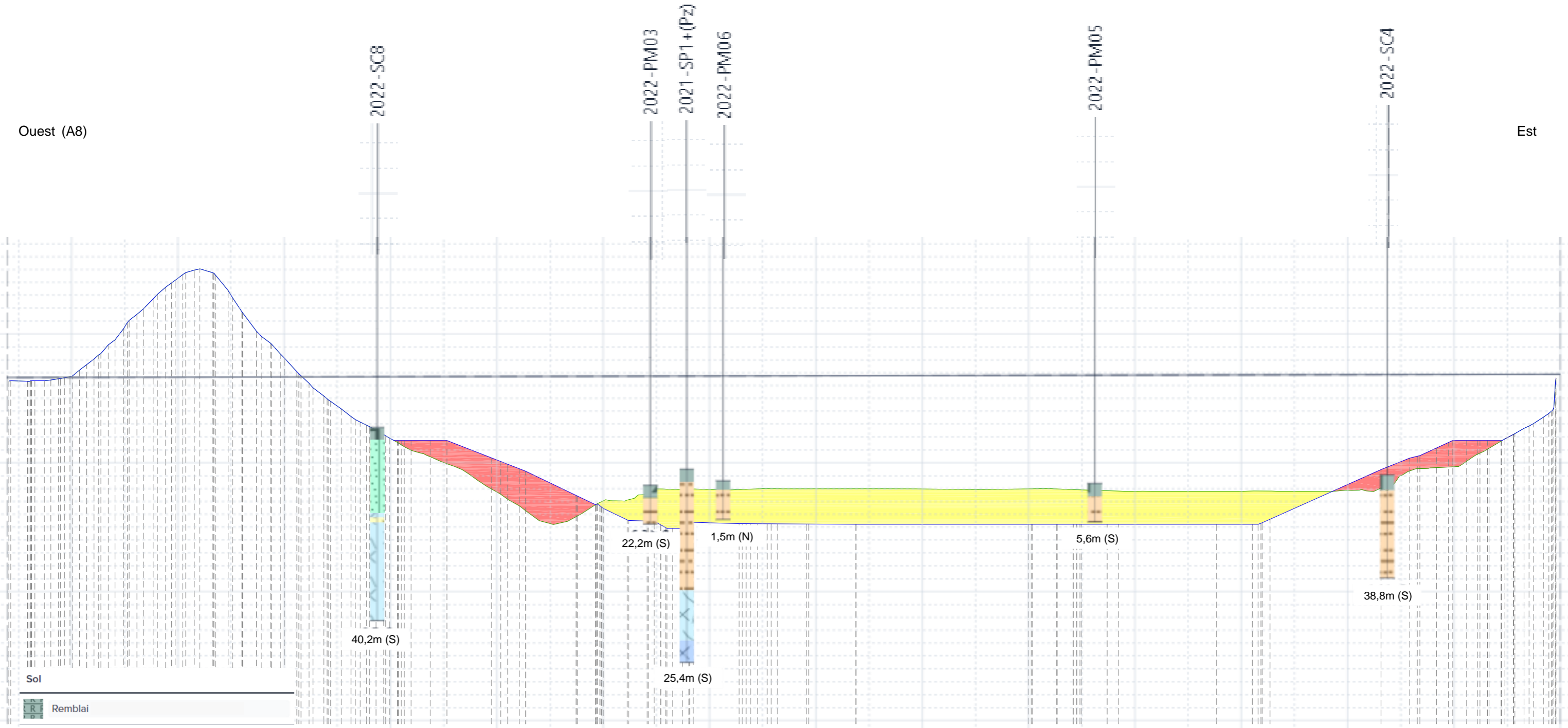
### B.3.8.2. Coupe E-E'







B.3.8.3. Coupe D-D'

Ouest (A8)

Est



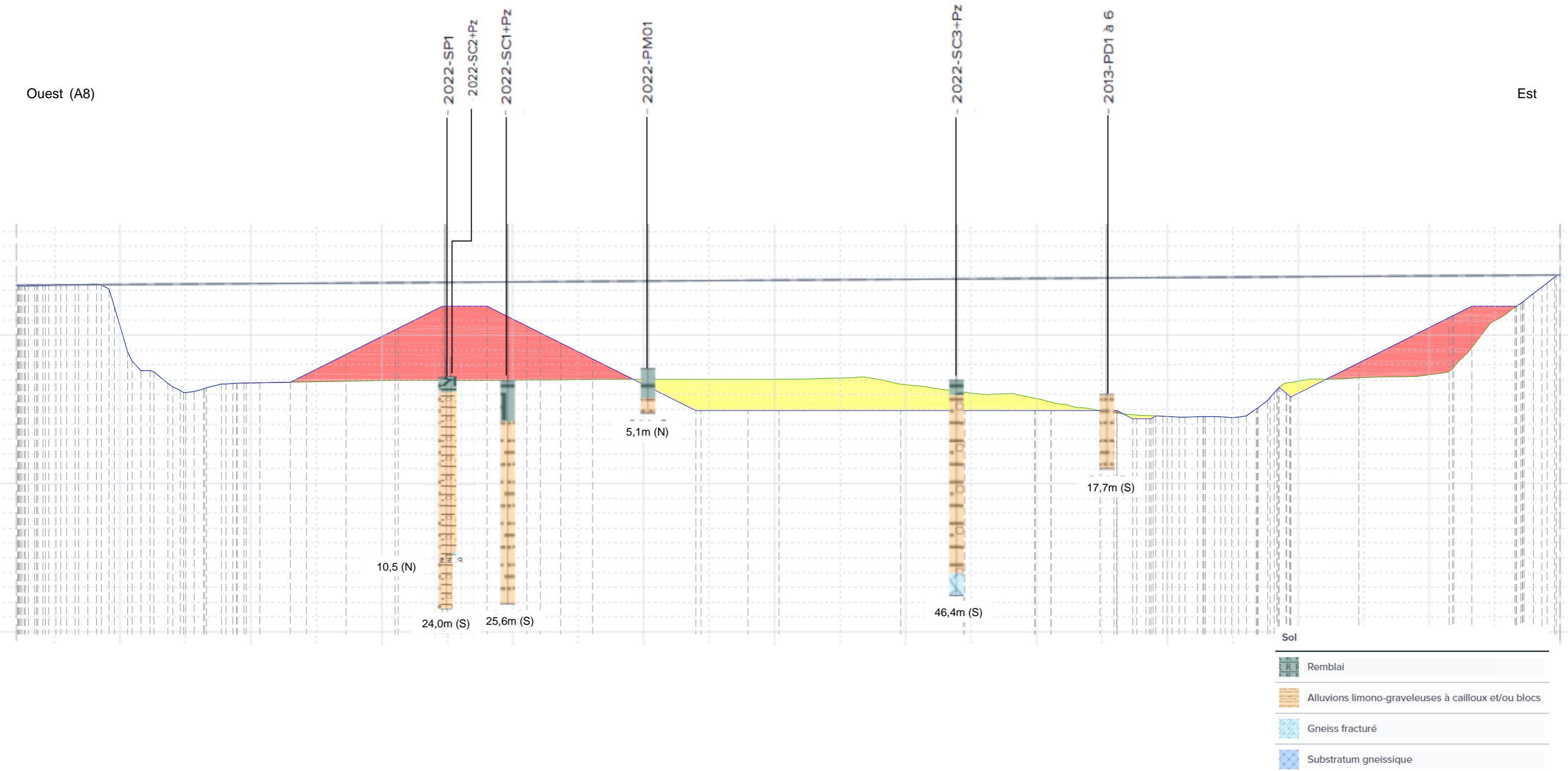
- Sol**
-  Remblai
  -  Alluvions limono-graveleuses à cailloux et/ou blocs
  -  Gneiss fracturé
  -  Substratum gneissique

14,3m (S) Distance projetée sur l'axe du trait de coupe du sondage situé au Sud/Nord de ce profil

B.3.8.4. Coupe C-C'

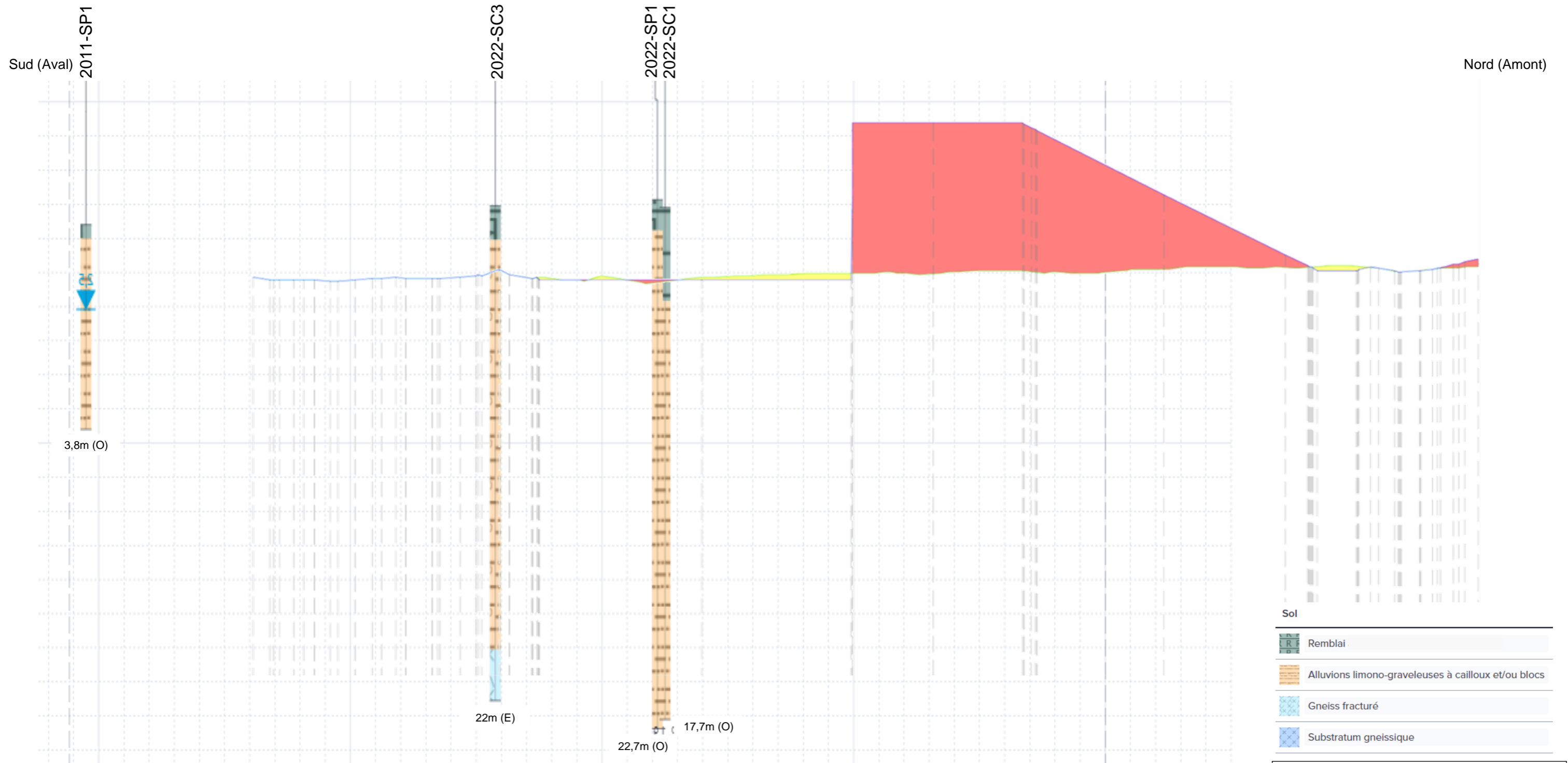
Ouest (A8)

Est



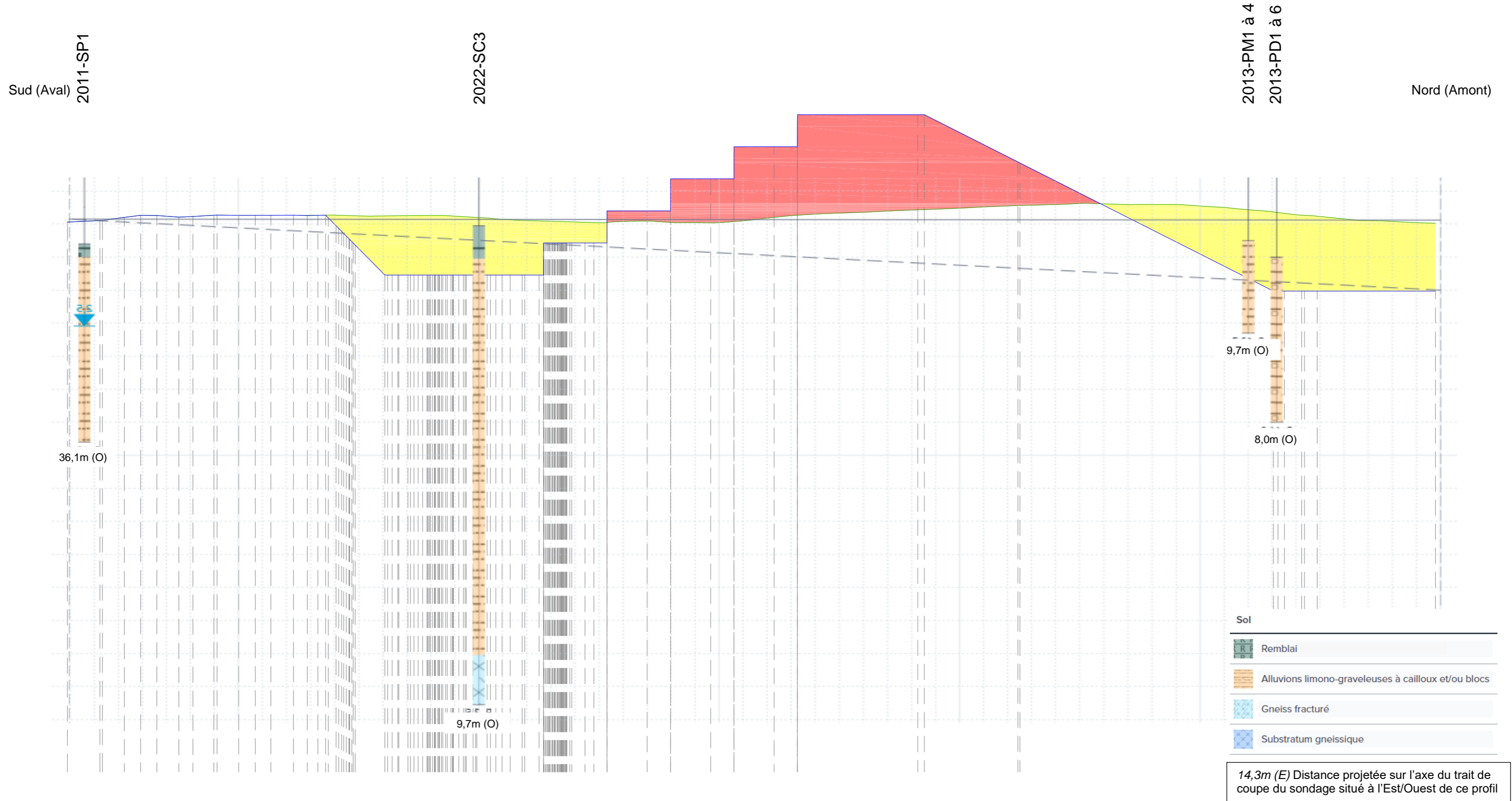
14,3m (S) Distance projetée sur l'axe du trait de coupe du sondage situé au Sud/Nord de ce profil

B.3.8.5. Coupe B-B'



14,3m (E) Distance projetée sur l'axe du trait de coupe du sondage situé à l'Est/Ouest de ce profil

B.3.8.6. Coupe A-A'



## B.4. HYDROGEOLOGIE DU SITE

### B.4.1. Contexte hydrogéologique général

Se reporter aux documents [6] et [7].

### B.4.2. Cartes isopièzes

Se reporter aux documents [6] et [7].

### B.4.3. Niveaux caractéristiques de la nappe

Se reporter aux documents [6] et [7]. Nous rappelons ci-dessous les niveaux d'eau caractéristiques à titre d'information (en attente de la diffusion du rapport d'hydrogéologie).

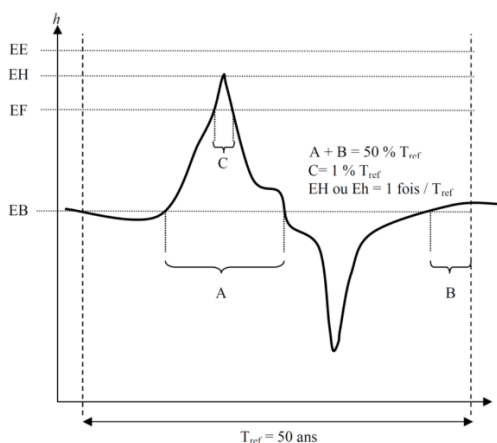
Une estimation des niveaux caractéristiques a été menée en se basant notamment sur les chroniques piézométriques enregistrées.

Nous proposons de retenir pour le projet les estimations de niveaux de référence suivants, selon les Eurocodes et les normes d'application nationale (NF EN 1990/NA, NF P94-261 et NF P94-262).

| Périodicité                        | Niveaux d'eau caractéristiques (NF EN 1990/NA) | Zone aval  |            |                        | Zone centrale |      |            | Zone amont |       |
|------------------------------------|--|------------|------------|------------------------|---------------|------|------------|------------|-------|
|                                    |  | SC1 (2022) | SC3 (2022) | SC2(2022)<br>SP3(2021) | SPI (2021)    | SC5  | SP2 (2021) | SC7        |       |
| À définir pour le projet           | EE =   | 17.1       | 17.2       | 17.7                   | x             | 18.5 | 18.5       | 20.5       | [NGF] |
| Période de retour 50 ans           | EH =   | 17.1       | 17.2       | 17.7                   | x             | 18.0 | 17.2       | 18.7       | [NGF] |
| 50% du temps de référence (50 ans) | EB =   | 13.5       | 13.8       | 13.5                   | x             | 16.2 | 16.0       | 12.0       | [NGF] |

Rappel de la signification des niveaux d'eau caractéristiques (NF EN 1990/NA et CNJOG 2014) :

- Niveau quasi-permanent (ou niveau EB des « basses eaux »), susceptible d'être dépassé pendant 50% du temps de référence ( $T_{ref}$ ) ;
- Niveau fréquent (ou niveau EF), susceptible d'être dépassé pendant 1% du  $T_{ref}$  ;
- Niveau caractéristique (ou niveau EH des « hautes eaux »), de période de retour 50 ans ;
- Niveau accidentel (ou niveau EE), des plus hautes eaux connues et/ou prévisibles.



Tous les ouvrages cuvelés pour ne pas être immergés par les crues de la rivière La Grande Frayère, et les remontées de nappe associées, devront être stabilisés par des dispositifs spécifiques (ajout de poids à l'ouvrage ou ancrages) et devront être conçus et dimensionnés en tenant compte des sollicitations induites par les pressions interstitielles.

#### B.4.4. Paramètres hydrodynamiques des aquifères

Lors de la campagne de reconnaissance G2 AVP, les essais de perméabilité in-situ ont été conduits :

- 1 test de perméabilité par pompage sur les sondages SC1 et SPI ;
- 13 essais Lefranc par infiltration à débit constant répartis sur les SC.

Les interprétations de l'essai de pompage présentés dans le rapport [7] sont rappelés ci-dessous.

Extrait du rapport sur l'essai de pompage [7] :

| Sondage | Nature                       | Débit (m <sup>3</sup> /h) | Perméabilités (m/s) |                          |                                   |                                   |
|---------|------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|         |                              |                           | Horizon testé (m)   | Cooper-Jacob Prélèvement | Cooper-Jacob Retour à l'équilibre | Theis AquiferTest Pro Prélèvement |
| SC1+Pz  | Alluvions limono-graveleuses | 1,9                       | 4,5-10,0            | 6,5 x 10 <sup>-4</sup>   | 6,0 x 10 <sup>-4</sup>            | 5,0 x 10 <sup>-4</sup>            |
| SPI+Pz  | Alluvions limono-graveleuses |                           | 4,5-10,0            | 7,0 x 10 <sup>-4</sup>   | 5,0 x 10 <sup>-4</sup>            | 8,0 x 10 <sup>-4</sup>            |

Résultats des essais de perméabilités par pompage du 21/11/2022

Les essais de perméabilité par pompage ont été exploités à l'aide de la méthode Cooper-Jacob et de Theis, et ont permis de mesurer une perméabilité plutôt homogène au niveau de l'horizon testé. Les valeurs de perméabilités sont comprises entre 5,0 et 8,0 10<sup>-4</sup> m/s.

La valeur moyenne de la perméabilité de la formation testée est de l'ordre de 6 x 10<sup>-4</sup> m/s.

Les résultats des essais Lefranc sont résumés dans le tableau ci-dessous.

| Sondage | Profondeur | Couche de sol    | Description du log             | Prise d'échantillon (id. labo.) | Valeur caractéristique du coefficient de perméabilité k |                      |
|---------|------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|----------------------|
|         |            |                  |                                |                                 | Injection   | Retour à l'équ.      |
|         |            |                  |                                |                                 | [m/s]   | [m/s]                |
| SC1     | 4 à 5m     | Alluvions        | Sables limoneux à graves       | oui                             | 5,5.10 <sup>-5</sup>                                    | 1,5.10 <sup>-5</sup> |
| SC1     | 11 à 12m   | Alluvions        | Argiles sablo-graveleuses      | x                               | 1,2.10 <sup>-5</sup>                                    | 1,0.10 <sup>-5</sup> |
| SC2     | 3 à 4m     | Alluvions        | Sables argilo-graveleux        | x                               | 4,5.10 <sup>-5</sup>                                    | 1,3.10 <sup>-5</sup> |
| SC2     | 9 à 10m    | Alluvions        | Sables argilo-graveleux        | x                               | 1,7.10 <sup>-5</sup>                                    | 8,5.10 <sup>-6</sup> |
| SC3     | 3 à 4m     | Alluvions        | Limons sableux à rares graves  | oui                             | 1,2.10 <sup>-5</sup>                                    | 2,0.10 <sup>-6</sup> |
| SC3     | 7 à 8m     | Alluvions        | Sables grossiers à graves      | oui                             | 4,7.10 <sup>-5</sup>                                    | 1,3.10 <sup>-5</sup> |
| SC4     | 6 à 7m     | Alluvions        | Sables argileux à rares graves | x                               | x   | ≤ 10 <sup>-6</sup>   |
| SC5     | 3 à 4m     | Alluvions        | Sables argileux à rares graves | x                               | ≤ 10 <sup>-6</sup>                                      | 1,4.10 <sup>-6</sup> |
| SC5     | 6 à 7m     | Alluvions/Gneiss | Sables limoneux et gneiss      | oui                             | x   | 2,4.10 <sup>-5</sup> |
| SC5     | 7 à 8m     | Gneiss+Limons    | Gneiss morcelé très altéré     | x                               | 4,7.10 <sup>-5</sup>                                    | 1,1.10 <sup>-5</sup> |
| SC7     | 15 à 16m   | Autre            | Calcaire et gneiss morcelés    | x                               | 3,5.10 <sup>-5</sup>                                    | 5,9.10 <sup>-6</sup> |
| SC8     | 7 à 8m     | Gneiss+Limons    | Limons et gneiss morcelé       | x                               | ≤ 10 <sup>-6</sup>                                      | ≤ 10 <sup>-6</sup>   |
| SC8     | 13 à 14m   | Gneiss           | Gneiss altéré                  | x                               | x   | 2,2.10 <sup>-6</sup> |

Les essais Lefranc réalisés dans le substratum ne sont pas jugés valables (domaine d'application au rocher).

Quelques essais Lefranc dans les alluvions sont en limite d'application de l'essai par injection à débit constant ( $\leq 10^{-6}$  m/s).

Les perméabilités mesurées in-situ dans les alluvions vont de 1 à  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s (hormis les passages ( $\leq 10^{-6}$  m/s).

Les perméabilités Lefranc mesurées dans les alluvions au droit du SCI divergent de celles déduites de l'essai de pompage (d'un facteur de 10 environ). Cet écart est normal, dû au facteur d'échelle des essais. Dans la suite, nous privilégions les perméabilités déduites de l'essai de pompage dans les alluvions.

Nous proposons de retenir les perméabilités suivantes :

| N° | Couche de sol | Valeur caractéristique du coefficient de perméabilité k |                   |                      |
|----|---------------|---|-------------------|----------------------|
|    |               | Max.  | Min.              |                      |
|    |               | [m/s]   | [m/s]             |                      |
| 1  | Remblais      | $1 \cdot 10^{-4}$                                       | $1 \cdot 10^{-7}$ | Estimées (Hazen)     |
| 2  | Alluvions     | $1 \cdot 10^{-3}$                                       | $1 \cdot 10^{-5}$ | Ensemble des mesures |
| 3  | Substratum    | $1 \cdot 10^{-4}$                                       | $1 \cdot 10^{-7}$ | Non mesurées         |

NB : Les perméabilités globales des alluvions varieraient, d'après l'ensemble des données, de  $10^{-5}$  à  $10^{-3}$  m/s. Une étude de sensibilité sur la perméabilité des sols de fondation sera menée (§.E.5.2.2).

## B.5. GEOPHYSIQUE DU SITE



### B.5.1.1. Rappel des campagnes géophysiques

Une campagne d'investigation géophysique s'est tenue en Octobre/Novembre 2022, avec pour objectif l'évaluation des épaisseurs d'alluvions surmontant le substratum gneissique en vue du décaissement du bassin. Cette étude a été réalisée par méthodes combinées, panneaux électriques et méthode électromagnétique (EM31). Les résultats sont exploités ci-après. Pour plus de détails, se référer au rapport géophysique [8]. Les planches (implantation et résultats) sont jointes en Annexe I : Implantation et résultats des investigations géophysiques.

Le projet est zoné comme suit :

- La zone Nord correspondant à la partie septentrionale la plus étroite du projet, jusqu'au goulot d'étranglement du vallon (zone 1 définie au §.B.2.2) ;
- La zone Sud correspondant à la partie la plus large du projet (zones 2 à 4 définies au §.B.2.2).

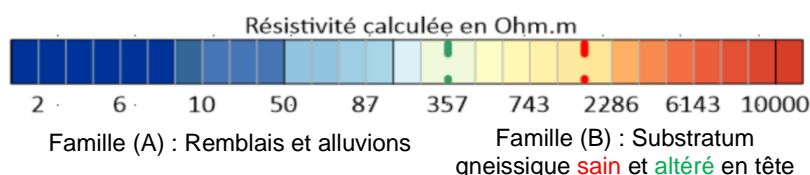
### B.5.1.2. Estimation de la profondeur du toit du substratum

L'investigation par panneaux électriques permet de caractériser le sous-sol en termes de résistivités calculées, dites « vraies ». En complément des mesures électromagnétique, elle permet d'évaluer les épaisseurs de matériaux surmontant le substratum gneissique.

La profondeur maximale d'investigation varie de -12m à -30m par rapport au niveau actuel du terrain, en fonction des dispositifs réalisés.

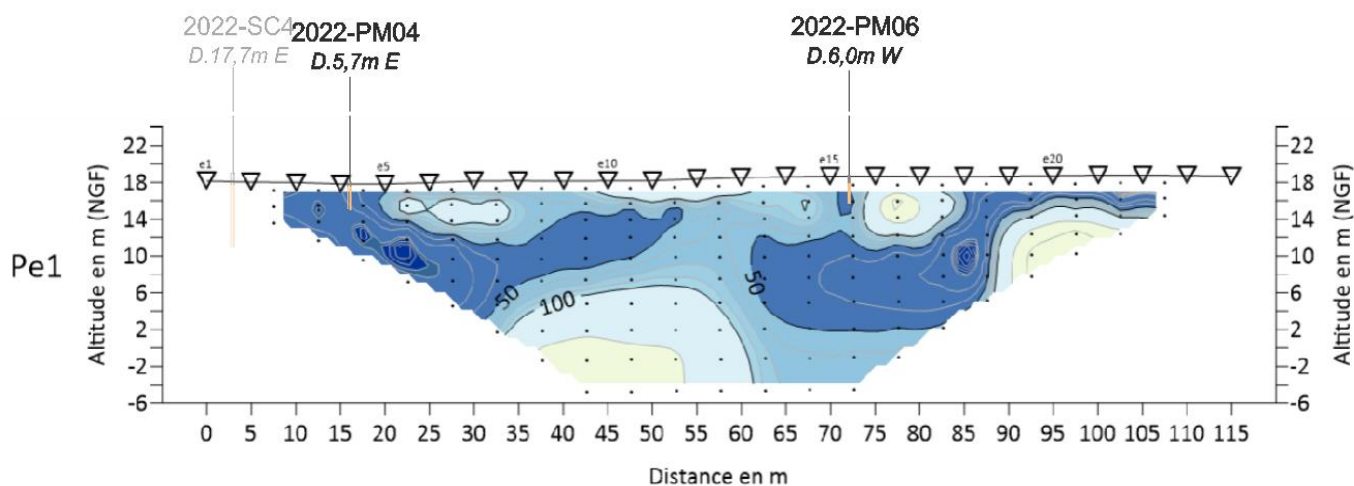
Les coupes issues du traitement des mesures mettent en évidence 2 grandes familles de résistivité. Leur corrélation avec le contexte géologique permet de leur associer une description géologique :

- une famille (A) dont les résistivités sont inférieures à 200 Ohm.m. Elle peut être associée aux remblais et alluvions constituées essentiellement de sables graveleux plus ou moins argileux, de 8 à 20m d'épaisseur.
- une famille (B) sous-jacente dont les résistivités sont supérieures à 200 Ohm.m. Elle peut être attribuée au substratum gneissique altéré en tête.



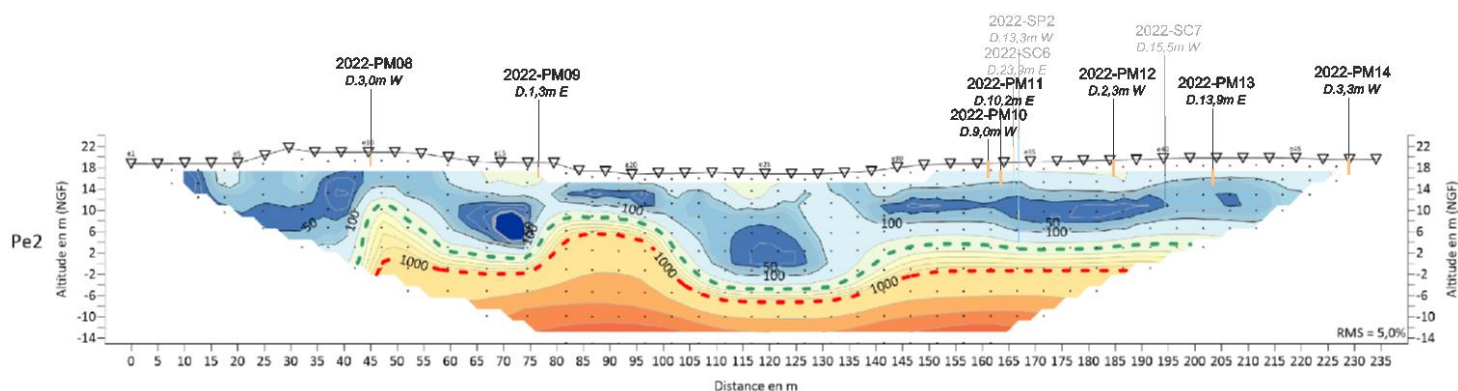
Les sondages géotechniques sont projetés sur les profils électriques en complément.

### Profil 1 : Profil SE-NW le long de la rive gauche de la Grande Frayère



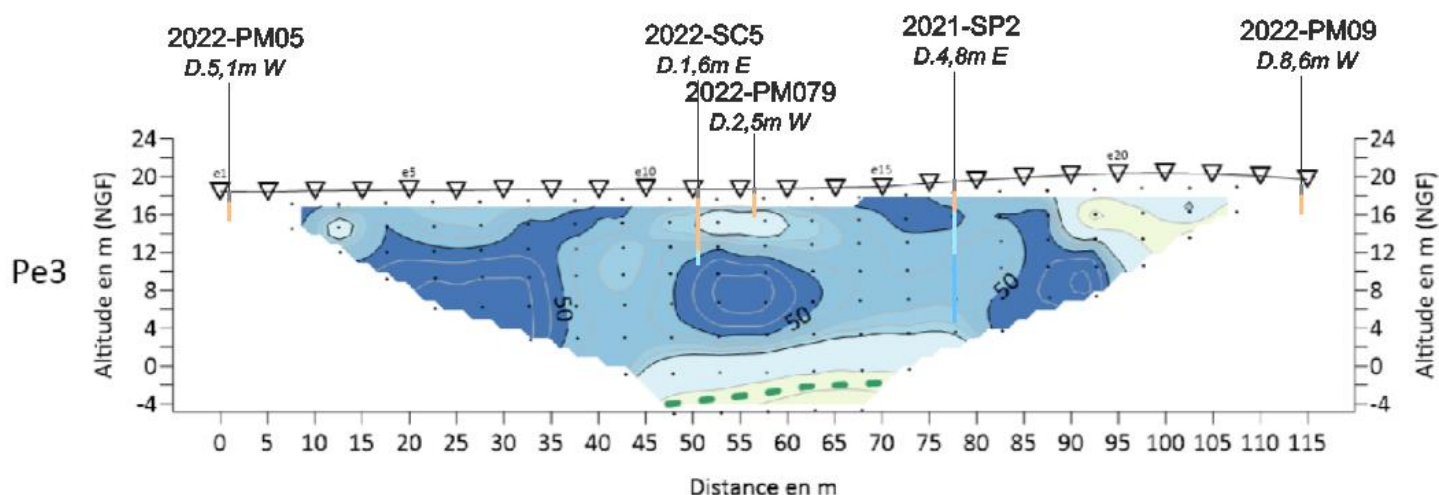
- Le substratum rocheux n'est pas atteint sur ce profil jusqu'à une profondeur de 20m environ entre les électrodes 9 et 16 ;
- Seuls des sondages à la pelle mécanique ont été réalisés à proximité de ce profil jusqu'à 3m de profondeur, ne permettant pas de localiser la profondeur du substratum rocheux.

### Profil 2 : Profil S-N sur toute la zone Nord d'étranglement du projet



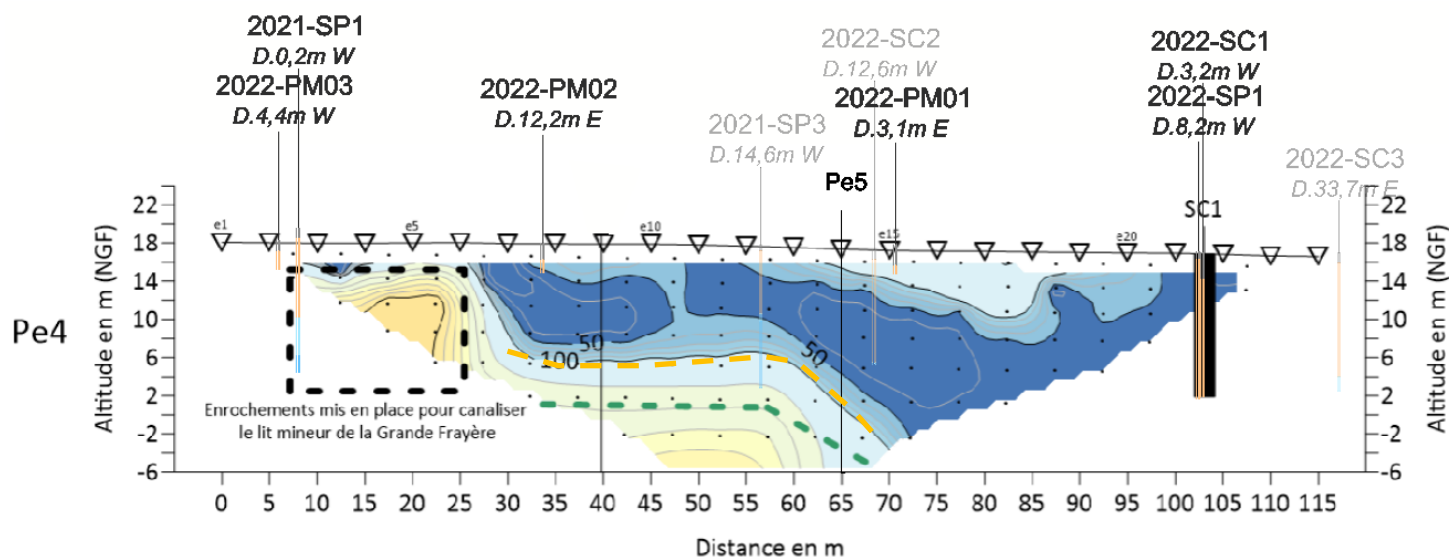
- Le substratum rocheux varie fortement sur ce profil et situe entre -5 et +10 NGF environ :
  - Localisé vers +4 NGF entre les électrodes 30 et 42, c'est-à-dire sur toute la petite surface Nord du projet. Du fait de la topographie, il n'est pas exclu une remontée du substratum rocheux à l'extrémité Nord (entre les électrodes 42 et 48) pouvant être sub-affleurant dans la zone boisée à relief ;
  - Localisé vers -5 NGF entre les électrodes 22 et 28, un approfondissement au droit du lit actuel de la Grande Frayère, dans le goulot d'étranglement entre les zones Nord et Sud du site ;
  - Variant entre +10 et +1 NGF entre les électrodes 15 et 22, recoupant également le lit actuel de la Grande Frayère sur la fin du goulot d'étranglement ;
  - Localisé probablement (profondeur investiguée réduite en limite de panneau) plus bas que +0 NGF entre les électrodes 1 et 15, c'est-à-dire à l'extrémité Nord de la zone Sud – également en limite de panneau du profil I, la profondeur du rocher y reste incertaine bien qu'inférieure à +15 NGF.
- Seuls des sondages à la pelle mécanique ont été réalisés à proximité de ce profil jusqu'à 3m de profondeur, ne permettant pas de localiser/vérifier la profondeur du substratum rocheux. Les sondages profonds ont été réalisés à plus de 13m du profil et en bordure de la cuvette, voire dans les pentes de talus (non-représentatifs de l'axe du profil).

Profil 3 : Profil SE-NW, parallèle au profil I, le long de la limite Nord-Est de la zone Sud du projet



- Le substratum rocheux est atteint sur ce profil vers -2 NGF au centre du profil entre les électrodes 10 et 15. Au nord du profil, il est probable que le toit du rocher remonte vers +14 NGF (profondeur investiguée réduite en limite de panneau) ;
- Des sondages à la pelle mécanique ont été réalisés à proximité de ce profil jusqu'à 3m de profondeur, ne permettant pas de localiser la profondeur du substratum rocheux. Des sondages géotechniques identifient toutefois la présence du rocher vers +16/+14 NGF (2022-SC5 et 2021-P2). Bien que proches (localisés à environ 2 et 5m du profil), ils sont implantés en pied de versant et peuvent donc être jugés non-représentatifs de la profondeur du rocher au droit du profil 3 (étant donné l'écart entre les sondages et la géophysique).

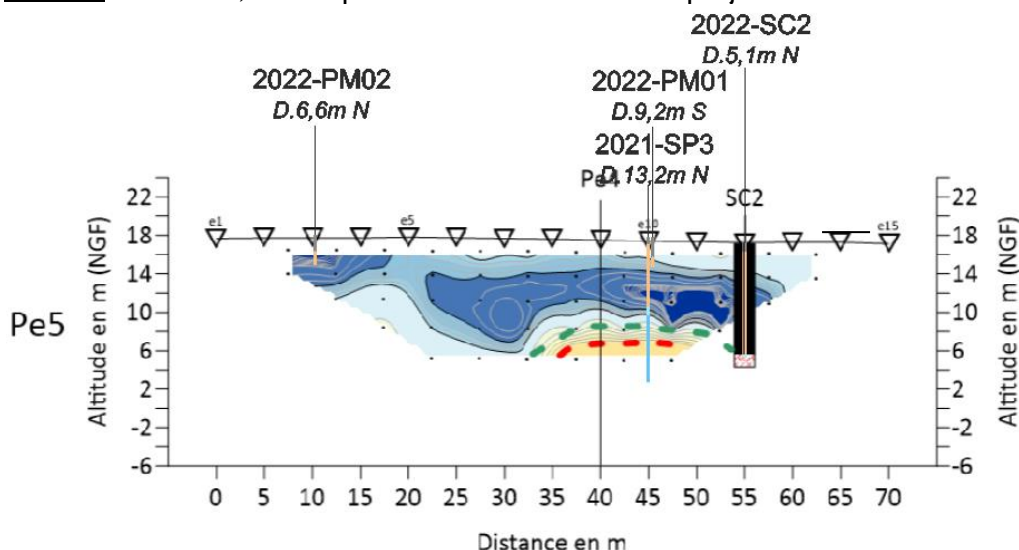
Profil 4 : Profil NE-SW, dans la partie sud de la zone Sud du projet



- Le substratum rocheux est atteint sur ce profil vers +1 NGF au centre du profil entre les électrodes 7 et 13. Au nord du profil, les résistivités sont perturbées par les enrochements de canalisation de la Grande Frayère. Au sud, un approfondissement est constaté entre les électrodes 13 et 15, et probablement au-delà (profondeur investiguée réduite en limite de panneau) ;
- Des sondages à la pelle mécanique ont été réalisés à proximité de ce profil jusqu'à 3m de profondeur, ne permettant pas de localiser la profondeur du substratum rocheux. Des sondages géotechniques identifient toutefois la présence du rocher. Le sondage 2021-SPI identifie le rocher à partir de +10 NGF, mais en limite de panneau

et de la zone perturbée par les enrochements, il ne permet pas de vérifier la profondeur de celui-ci sur le profil électrique. Localisés à environ 15m du profil, les sondages 2021-SP3 et 2022-SC2 identifient le rocher à partir de +10 et +6 NGF. Mais étant implantés en pied de versant (au pied de l'éperon rive droite), ils ne sont donc pas jugés représentatifs de la profondeur du rocher au droit du profil 4. Ils permettent toutefois de confirmer l'approfondissement du rocher dans cette zone. Les sondages 2022-SC1 et 2022-SP1 renvoient bien une épaisseur d'alluvions de plus de 15m dans la zone d'approfondissement sur le tiers sud du profil.

Profil 5 : Profil E-W, dans la partie sud de la zone Sud du projet



- Le substratum rocheux est atteint sur ce profil vers +8 NGF au centre du profil entre les électrodes 8 et 11, et à l'intersection du profil 4. À l'Est, un approfondissement est constaté entre les électrodes 5 et 7, et probablement au-delà et à l'Ouest (profondeur investiguée réduite en limite de panneau) ;
- Des sondages à la pelle mécanique ont été réalisés à proximité de ce profil jusqu'à 3m de profondeur, ne permettant pas de localiser la profondeur du substratum rocheux. Des sondages géotechniques identifient toutefois la présence du rocher. Localisés à environ 12m du profil, les sondages 2021-SP3 et 2022-SC2 identifient le rocher à partir de +10 et +6 NGF. Bien qu'implantés en pied de versant (au pied de l'éperon rive droite), ils semblent tout de même incohérents avec l'interprétation géophysique de la profondeur du rocher au droit du profil 5.

NBI : Nous notons une incohérence d'interprétation de la profondeur du rocher entre les profils 4 et 5. Au point d'intersection, le rocher est identifié respectivement à la cote +1/-1 NGF et +8 NGF. Les mesures peuvent être perturbées par les fortes variations du toit du rocher dans l'espace, à proximité de l'intersection des coupes. Il n'est pas exclu que le rocher se trouve plus haut sur le profil 4 à la limite de résistivité calculée de 100  $\Omega$ .m (pointillés orange).

NB2 : L'investigation par méthode électromagnétique permet de caractériser le sous-sol en termes de résistivités apparentes sur la tranche de sol 0-6m de profondeur. Or les panneaux électriques ont montré que le rocher se trouve au-delà de 6m de profondeur. L'investigation par méthode électromagnétique permet donc surtout de caractériser la nature des alluvions, et d'identifier la remontée du substratum à proximité immédiate des versants (voir §.B.5.1.3, ci-après).

Les profils électriques sont implantés au fond du vallon, en pied des futurs talus. Ils permettent donc de vérifier la profondeur du toit du rocher par rapport au niveau de terrassement du projet dans les zones en déblai.

Sur la zone Nord du projet, le niveau de terrassement est prévu entre les cotes +16.5 et +16.8 NGF d'après les coupes E et F du plan Plan des digues projet, référencé 22MAX005\_MOE\_CARMAI\_EP\_IndB, daté de Août 2022 ;[d]. Dans cette zone, le toit du rocher serait repéré au plus haut à +10 NGF (entre les électrodes 17 à 21 du profil 2). Sur la zone Sud du projet, le niveau de terrassement est prévu entre les cotes +14.5 et +15.5 NGF d'après les coupes C et D du plan Plan des digues projet, référencé 22MAX005\_MOE\_CARMAI\_EP\_IndB, daté de Août 2022 ;[d]. Dans cette zone, le toit du rocher serait repéré au plus haut à +8 NGF (entre les électrodes 8 à 11 du profil 5).

**Par conséquent les déblais ne concerneront que les remblais anthropiques et les alluvions limono-graveleux. Les travaux de terrassement du fond de bassin ne nécessiteront donc pas de moyens lourds (minages et BRH) pour l'attaque du substratum rocheux. Ils pourront néanmoins être nécessaires localement en cas de présence de blocs et/ou de passages indurés dans les remblais ou lors des terrassements en déblais (reprofilage) en rive gauche.**

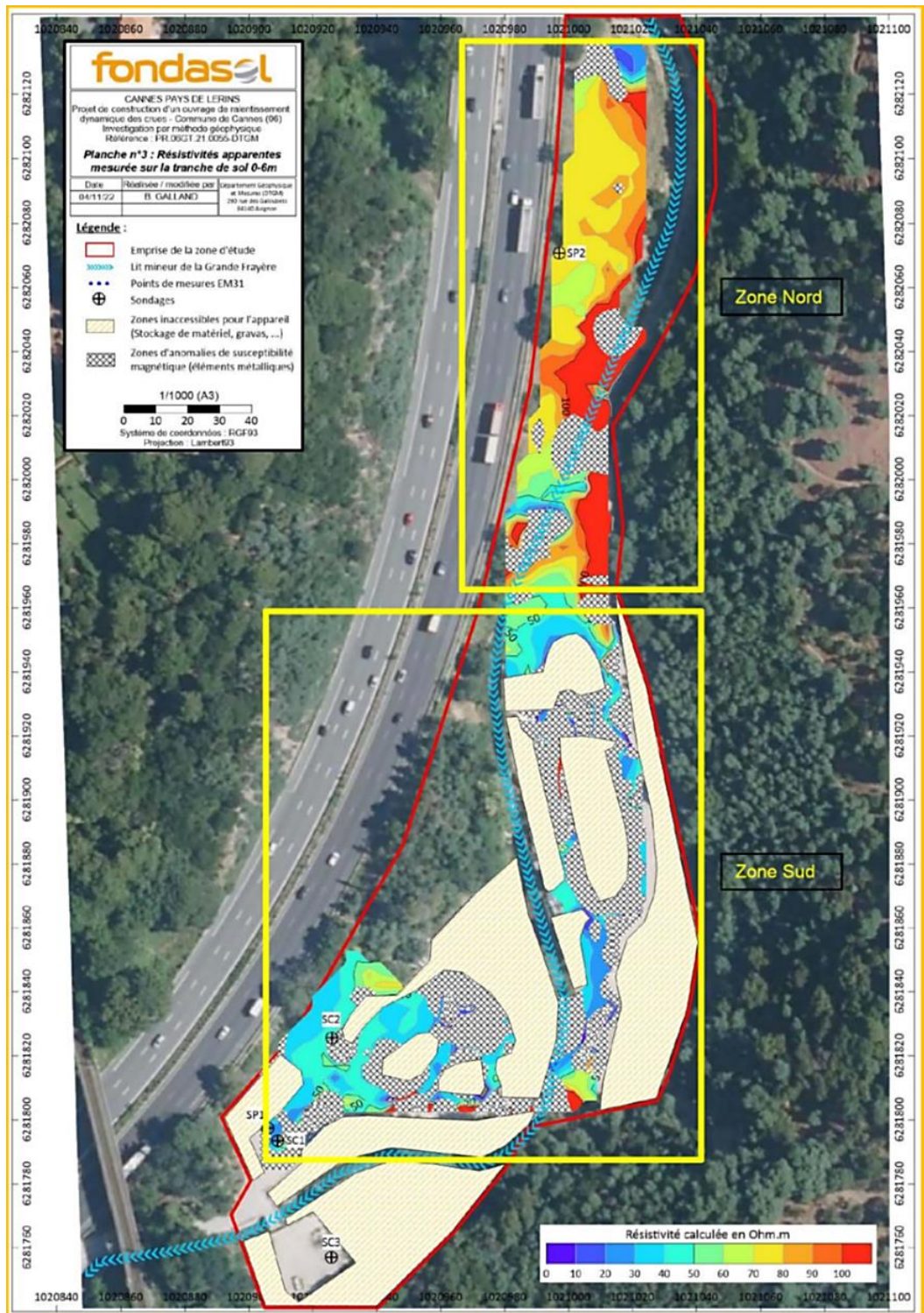
### B.5.1.3. Estimation de la nature des alluvions

Sur l'ensemble de la zone d'étude, l'investigation par méthode électromagnétique a permis de caractériser le sous-sol en termes de résistivités apparentes sur la tranche de sol 0-6m de profondeur. Les résistivités apparentes mesurées sont liées à la composition des matériaux constitutifs du sol sur une tranche de profondeur donnée. Elle est principalement liée à leur teneur en minéraux ferromagnésiens et en argile.

Une augmentation des résistivités apparentes mesurées traduit une diminution de la fraction argileuse au sein des alluvions et/ou une remontée du toit du substratum gneissique. La carte de résistivités apparentes mesurées montre deux ensembles distincts :

- Une zone nord, dont les résistivités apparentes mesurées sont élevées, comprises entre 70 et 200  $\Omega$ .m, caractérisée par la présence d'alluvions à prédominance sablo-graveleuse sur 6m d'épaisseur au minimum. Au niveau de l'étranglement en pied des versants, les résistivités apparentes mesurées sont supérieures à 100  $\Omega$ .m, caractéristiques d'une remontée du toit du substratum rocheux à proximité des versants ;
- Une zone sud, dont les résistivités apparentes mesurées sont plutôt faibles, inférieures à 60  $\Omega$ .m, caractérisée par la présence d'alluvions à prédominance argileuse sur 6m d'épaisseur au minimum, probablement influencée également par l'approfondissement du substratum. Ponctuellement et en périphérie en pied des versants, les résistivités apparentes mesurées peuvent atteindre 60 à 200  $\Omega$ .m, caractéristiques d'une remontée du toit du substratum rocheux à proximité des versants.

NB3 : Compte tenu de l'encombrement important de la zone d'étude (hachure jaune de la figure ci-après), une carte de susceptibilité magnétique a été réalisée pour permettre de définir les zones d'influences/artefacts liées à des structures métalliques stockées sur l'emprise (voir Figure n°7 du doc. [8]). Les anomalies de susceptibilité magnétique liées à ces éléments, et donc de résistivité apparente, ont été masquées sur la planche de résultats pour ne laisser apparaître que les valeurs de résistivités apparentes mesurées propre au sol sous-jacent (hachure noire de la figure ci-dessous).



Résultats de l'investigation électromagnétique EM31 sur la surface du site.

La variation du faciès des formations superficielles (remblais et alluvions) n'est pas perceptible sur la description des matériaux reconnus sur les 3 premiers mètres par les sondages à la pelle mécanique. Les sondages carottés réalisés dans la zone Sud montrent bien la présence d'alluvions au faciès argileux (par exemple 2022-SC1), non-reconnues dans la zone Nord (par exemple 2022-SC6). Les classifications GTR montrent que tous les échantillons appartenant à la classe A ont bien été prélevés dans la zone Sud (voir tableaux de classification GTR dans le §.D.6.1).

**Dans l'ensemble les remblais et les alluvions présentent un faciès limono- à sablo-graveleux, mais des passages franchement argileux sont rencontrés exclusivement dans la zone Sud du site.**

## B.6.AUTRES ASPECTS GEOTECHNIQUES DU SITE

### B.6.1. Première approche du risque de liquéfaction

En zone de sismicité 3, la vérification du risque de liquéfaction des sols est requise.

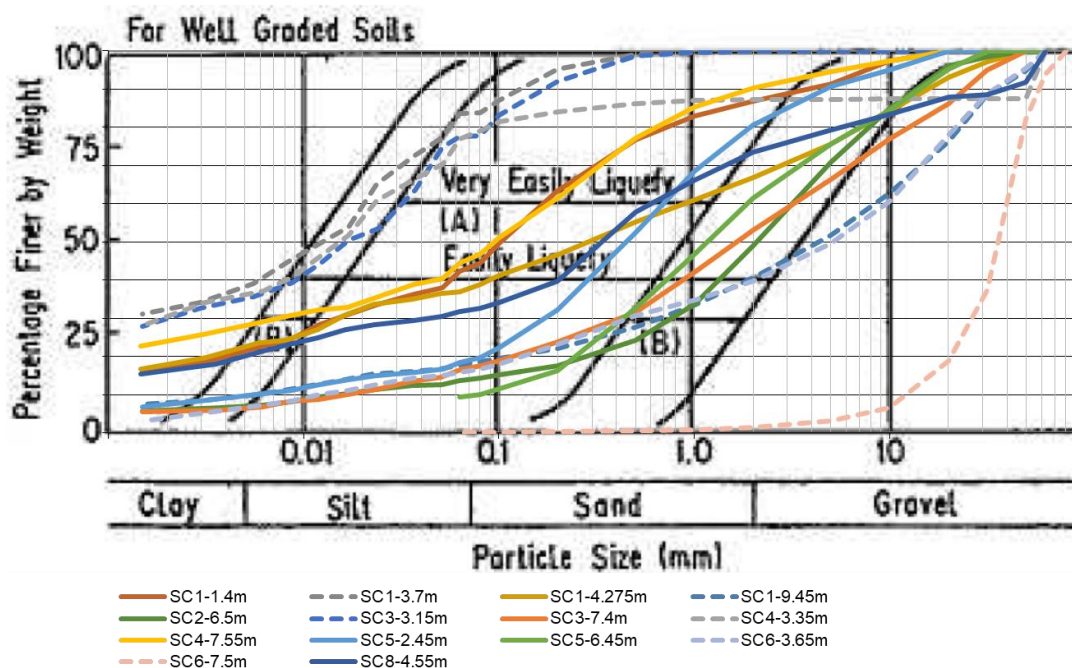
En premier lieu, la classe de sol vis-à-vis du risque sismique est déterminée à partir des essais pressiométriques réalisés sur le site, conformément au guide technique AFPS/CFMS (2013). La profondeur du rocher sain de classe A ( $E_M > 100$  MPa et  $p_l > 5$  MPa) varie au droit du site (cf. §.B.5.1.2), mais se trouve à plus de 5m de profondeur (à quelques exceptions près au pied des versants). Les alluvions appartiennent aux classes C à D (variations des alluvions de nature et de compacité) et le substratum altéré/décomposé aux classes B à C (selon le degré d'altération). Nous retiendrons donc pour le projet les classes de sol suivantes selon la zone du projet et la profondeur du substratum sain, et sans tenir compte du risque de liquéfaction :

- Classe D lorsque le rocher sain se trouve à plus de 20m de profondeur (voir NBI) ;
- Classe E lorsque le rocher sain se trouve entre 5 et 20m de profondeur ;
- (Classe A lorsque le rocher sain se trouve à moins de 5m de profondeur - très local sur le projet et non-retenu pour la suite).

NBI : Sur la base des logs des trois sondages pressiométriques 2021-SPI et 2 et 2022-SPI, et en tenant compte du terrassement jusqu'à +15.0 NGF, les alluvions sont classées C, à la limite D (voir Annexe 2 : Détermination de la classe de sol sismique au §.G). La classe de sol retenue devra être confirmée par les investigations complémentaires de la G2 PRO (sondages CPT).

Avec les paramètres fixés (zone de sismicité, catégorie d'importance de l'ouvrage, classe de sol D/E), le rapport d'accélération  $\alpha.S$  est supérieur à 0,15 (où  $\alpha = a_{gr} * \gamma_1 / 9.81$ ). Par conséquent, le risque de liquéfaction ne peut pas être négligé.

L'analyse granulométrique révèle qu'une partie des échantillons sont identifiés de prime abord comme possiblement liquéfiables (figure ci-dessous).



Fuseaux des sols liquéfiables avec une granulométrie étalée (xy).

En étude préliminaire, nous proposons d'analyser le risque de liquéfaction selon l'approche proposée par le NCEER, par corrélation entre les essais SPT et les essais pressiométriques selon les études de GONIN, VANDANGEON, LAFEUILLADE (RFG, 1992) (méthodologie

proposée dans le devis (SQ.06GT.22.09.011 – Indice A du 05/10/2022). Les corrélations retenues de cette étude sont celles définies pour les sables du Flandrien à savoir :

$$N = 21 * p_l \text{ si } 0,5 \leq p_l \leq 2,7$$

$$N = 2,9 * E_M \text{ si } 3 \leq E_M \leq 29$$

NB2 : Les corrélations entre les essais SPT et pressiométriques paraissent plus robustes dans les formations argileuses de puissance importante d'après les auteurs de cette étude. Puisqu'il s'agit ici de limons et sables graveleux en grande partie, cette étude préliminaire devra être vérifiée avec des reconnaissances spécifiques et adaptées à la géologie du site.

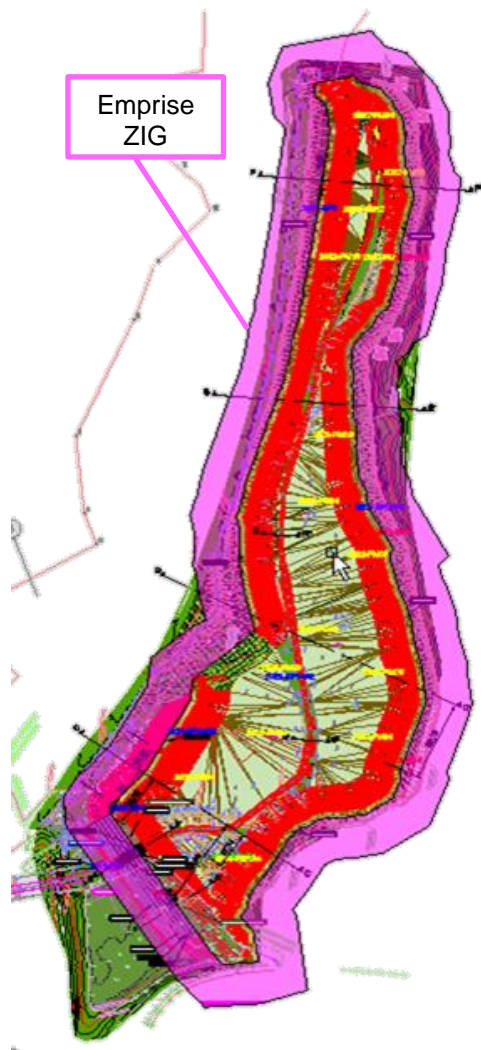
NB3 : En attente de la définition définitive des niveaux caractéristiques de la nappe [6], le niveau d'eau de calcul pour le risque de liquéfaction est pris de façon défavorable à 0,5m de profondeur par rapport au TA du sondage.

L'analyse préliminaire du risque de liquéfaction selon l'approche proposée par le NCEER avec corrélation entre les essais SPT et pressiométriques conduit à des sols de fondation alluvionnaires potentiellement liquéfiables d'après les résultats joints en annexe §.H (FS < 2, coefficient retenu dans la mesure où l'analyse fait intervenir des corrélations, ce qui augmente les incertitudes). Les coefficients de sécurité calculés varient entre 1,3 et 1,9 (FS > 1.25). Il convient donc de préciser l'analyse du risque de liquéfaction avec des investigations complémentaires spécifiques.

NB4 : Selon l'article 7.3.2.2 de la norme NF EN 1998-5, en présence de sols saturés sans cohésion, susceptibles de développer une forte pression interstitielle, il convient que le coefficient de sécurité vis-à-vis de la liquéfaction ne soit pas inférieur à 2.

**Cette étude préliminaire conclut à un risque de liquéfaction possible des sols de fondation. Une caractérisation précise devra être regardée au moyen d'investigations complémentaires spécifiques (se référer aux paragraphes §.B.6.3 et §.B.6.4). Ce risque doit être caractérisé et levé/traité dans le cadre de la mission G2 PRO du projet.**

NB5 : En attendant la détermination du potentiel liquéfiable des terrains en place à l'issue des investigations de la mission G2 PRO (classe de sol S2), une classe de sol D ou E est retenue pour les calculs sismiques selon la profondeur du rocher.



## B.6.2. Première approche de la Zone d'influence géotechnique (ZIG)

A ce stade des études AVP, et sans tenir compte des effets des pompages de rabattement provisoire de la nappe phréatique le cas échéant<sup>1</sup>, on considère que la Z.I.G. inclut une zone qui s'étend sur une distance horizontale de l'ordre de 20 m autour des crêtes de barrage/remblais du projet et jusqu'à +0 m NGF (environ 15 m de profondeur par rapport au fond du bassin projeté). Une projection en première approche est proposée ci-contre.

## B.6.3. Incertitudes résiduelles

À ce stade des études AVP, plusieurs incertitudes résiduelles liées au contexte géologique et géotechnique du projet persistent. Un programme d'investigations complémentaires est proposé par la suite afin de lever ces incertitudes.

- **La position du toit du substratum rocheux au droit des ouvrages projetés** : Les investigations ont été très majoritairement réalisées au centre du bassin ou en pied des futurs ouvrages. Au droit des versants sur lesquels les remblais notamment à l'Est du projet s'appuieront, la position du toit du substratum est incertaine. Ceci induit des incertitudes sur les calculs de stabilité et sur les volumes et zones de terrassement au rocher. Des sondages carottés pourraient être envisagés, sinon ces incertitudes doivent être prises en compte dans les études PRO et la prévision des moyens de réalisation.
- **La stabilité et la perméabilité de l'éperon rive droite en continuité du barrage** : Le sondage carotté 2022-SC8 réalisé sur l'éperon rive droite au droit de l'appui du barrage sur celui-ci révèle la présence d'une épaisseur de terrains meubles sur environ 7m d'épaisseur avant d'atteindre le substratum altéré. Il nous paraît nécessaire de réaliser un sondage carotté complémentaire de l'autre côté afin de vérifier la profondeur du rocher mais également de réaliser des essais de perméabilité in-situ afin de vérifier si cette épaisseur de terrain pourrait constituer une zone préférentielle d'érosion (dans le cas où celle-ci ne serait pas purgée).
- **La variabilité des paramètres de cisaillement des sols** : Les investigations montrent des variations de faciès des sols en place (remblais et alluvions), et donc certainement des paramètres de cisaillement. Il est possible que l'ensemble des essais de cisaillement ne soient pas représentatifs de la population globale. Toutefois, les paramètres retenus à ce jour semblent réalistes, et couplés à une étude de sensibilité dans la zone Sud, paraissent satisfaisant au stade G2 AVP.
- **La variabilité de la perméabilité des fondations des ouvrages** : Les investigations montrent des variations de faciès des sols en place (remblais et alluvions), et donc certainement des variations de perméabilité. Un seul essai de perméabilité en place a été réalisé au droit du barrage de fermeture. De plus des essais de perméabilité à l'œdomètre donnent des résultats peu cohérents avec la nature des matériaux rencontrés (bien que reconstitués et recompressés). Des mesures de perméabilité in-situ sont

<sup>1</sup> Des pompages de rabattement provisoire de la nappe devront être éventuellement envisagés selon la période de réalisation des travaux car les terrassements du bassin (+15.0 NGF) sont inférieurs aux niveaux EH.

nécessaires afin de vérifier les perméabilités des sols, notamment au droit des fondations des barrages.

- **La risque d'érosion interne des ouvrages en terre et de ses fondations :** L'érosion interne est le mode de rupture le plus courant pour les ouvrages en remblai sur sol alluvionnaire (CFBR, 2015). La granulométrie des alluvions qui servent de fondation aux barrages les rend sujets au risque d'érosion interne. Toutefois, le risque d'érosion interne dépend également fortement du gradient hydraulique et de la vitesse d'écoulement. De plus, la conception des barrages est un élément important (nature, géométrie, présence de drain, etc.). Au stade de la G2 AVP, l'analyse préliminaire conduit à un risque d'érosion interne possible (§.E.5.5), mais il n'est pas possible d'aller plus loin dans l'analyse de ce risque. Nous rappelons qu'il est recommandé dans le Guide ERINOH Volume 3 d'opter pour une « conception très confortable » pour les barrages écrêteurs de crue vis-à-vis de ce risque. Des essais spécifiques devront être prévus afin de caractériser le risque d'érosion interne, et choisis selon le mécanisme d'initiation le plus probable (suffusion, érosion de conduit, érosion de contact, etc.) et les laboratoires disponibles. Il pourra s'agir par exemple d'essais Contact Erosion Test ou Hole Erosion Test. Le choix de l'essai sera guidé par les recommandations du guide ERINOH volume 1, sachant que certains types d'érosion interne ne sont pas bien reproduits au laboratoire.
- **Le risque de liquéfaction :** L'étude préliminaire faite par corrélation conclut à un risque probable. Afin d'affiner l'analyse, une caractérisation précise devra être regardée au moyen d'investigations complémentaires spécifiques, par exemple avec la réalisation d'essais pénétrométriques statiques (CPT) et/ou dynamiques (SPT). Ce risque doit être levé ou caractérisé à l'issue de la mission G2 AVP du projet.
- **L'aptitude aux traitements des matériaux du site pour réutilisation en remblai (chaux-ciment et/ou liant hydraulique) :** Il serait éventuellement nécessaire de vérifier en G2 PRO les propriétés atteintes par les matériaux après traitement en cas de nécessité constructive (atteinte de perméabilité, prévention de l'érosion interne).
- **L'aménagement existant de l'autoroute A8 :** Aucune information n'a été transmise concernant la construction et la fondation du mur en terre-armée et des soutènements en aval. Le principe du soutènement aval n'est pas connu (fiche, tirant, etc.). Les hypothèses prises contraignent les plans de glissement potentiels. Étant donné le profil et les terrains rencontrés sur les sondages SC7 et SP2, il est supposé que le mur en terre-armée ait été fondé sur du substratum (F3alt et F3sain). Cette hypothèse contraint fortement les déformations estimées liées à la construction de l'ouvrage sur l'ouvrage existant (§.E.6). Cette hypothèse doit être vérifiée par une enquête bibliographique<sup>2</sup> ou par une investigation complémentaire le cas échéant. En effet, il s'agit de vérifier l'origine et la présence du passage sableux, observé sur le sondage 2022-SP2 entre 15 et 17m de profondeur environ, au sein de la fondation du mur en terre-armée.

---

<sup>2</sup> Une enquête bibliographique de la fondation du mur en terre-armée doit comprendre des documents de fin d'exécution (DOE). L'autoroute a été construite au début des années 1960, puis élargies en 2x3 voies dans les années 1990 à 2000.

## B.6.4. Investigations complémentaires

Le programme d'investigation complémentaire proposé a pour but de répondre aux incertitudes précitées. Il comprend :

- Au moins quatre (4) sondages carottés, de 15 à 20 mètres de profondeur, dont leur implantation sera à répartir sur l'emprise du bassin et de l'ouvrage projeté avec deux d'entre eux au niveau de l'éperon rive droite (flanc nord) et au niveau de la fondation du barrage écrêteur sur le versant rive gauche, avec réalisation d'essais Lefranc toute hauteur dans les terrains meubles et d'essais Lugeon dans les terrains rocheux. Des échantillons intacts seront prélevés sur toute la hauteur des sols (remblais et alluvions) ;
- Au moins quatre (4) essais au pénétromètre statiques (CPT) et/ou Standard Penetration Test (SPT), jusqu'au refus, dont leur implantation sera à répartir sur l'emprise des ouvrages projetés. Le refus précoce éventuel dans les remblais devra être géré par du préforage en cas de survenance ;
- Un (1) sondage pressiométrique, destiné à reconnaître la fondation du mur en terre-armée de l'autoroute A8 si l'enquête documentaire n'a pas été concluante. La profondeur du sondage dépendra de son implantation.
- Au moins six (6) sondages à la pelle mécanique jusqu'à 2 ou 4 m de profondeur avec prélèvement d'échantillons toute hauteur et réalisation d'essais de perméabilité en fond (Matsuo), dont leur implantation sera à répartir sur l'emprise du bassin projeté ;

A minima, les sondages carottés et pénétrométriques devront être réalisés en préalable du démarrage des études G2-PRO du projet.

Le programme d'investigation complémentaire de laboratoire comprend :

- Des essais de cisaillement sur échantillon (sol naturel reconstitué) et éprouvette (sol traité) ;
- Des essais Proctor à l'OPN ;
- Des essais d'aptitude au traitement à la chaux et au ciment (en prévention) ;
- Des essais d'érosion interne spécifiques à déterminer selon le mécanisme d'initiation le plus risqué (par exemple essai HET pour l'érosion de conduit, essai TEC/CET pour l'érosion de contact et/ou essai SFET pour la suffusion).

Tout essai de laboratoire doit être couplé aux essais d'identification listés ci-dessous. Les échantillons doivent donc être prévus en quantités suffisantes pour permettre la caractérisation des sols et des roches :

- Essais de granulométrie (tamisage et sédimentométrie),
- Mesures des limites d'Atterberg,
- Essais au bleu de méthylène,
- Mesures de teneur en eau,
- Mesures des poids volumiques.

Si des blocs de gneiss et/ou de calcaire sont rencontrés sur les profondeurs à purger sur les pelles mécaniques, alors ils devront être prélevés et testés au laboratoire :

- Essais de compression simple,
- Essais d'abrasivité,
- Essais de dureté,
- Essais Franklin,
- Essais LA, MDE.

Un diagnostic des ouvrages existants de l'aménagement de l'autoroute (mur en terre-armée et soutènement aval) devra être mené avant la réalisation des travaux afin de constater leur état (état de référence). Il serait bon de le réaliser au début de la phase G2 PRO, par exemple en concomitance de l'enquête bibliographique, afin de vérifier certaines hypothèses prises.

# C.DONNEES, HYPOTHESES ET PRINCIPES CONSTRUCTIFS

## C.I. NORMES ET REGLEMENTS

### C.I.1. Eurocodes/Normes applicables aux ouvrages

Les normes et règlements appliqués pour justifier et concevoir les ouvrages géotechniques sont référencés ci-après :

- i. NF EN 1997-1 : Eurocode 7 - Calcul géotechnique – partie I : Règles générales (et amendement 1 : NF EN 1997-1/A1), et l'annexe nationale NF EN 1997-1/NA
  - ii. NF P94-270 : Ouvrage de soutènement - Remblais renforcés et massifs en sol cloué,
  - iii. NF P94-500, Missions d'ingénierie géotechnique – Classifications et spécifications
- Terrassement
- iv. NF P11-300 - Exécution des terrassements - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières ;
  - v. Guide Techniques de Réalisation des remblais et couches de forme (GTR) ;
  - vi. NF P94-117-1 avril 2000 : Sols : reconnaissance et essais - Portance des plates-formes - Partie I : module sous chargement statique à la plaque (EV2) ;
  - vii. NF P94-117-2 octobre 2004 : Sols : reconnaissance et essais - Portance des plates-formes - Partie 2 : module sous chargement dynamique ;
  - viii. NF P94-105 avril 2012 : Sols : reconnaissance et essais - Contrôle de la qualité du compactage - Méthode au pénétromètre dynamique à énergie variable - Principe et méthode d'étalonnage du pénétromètre - Exploitation des résultats – Interprétation ;
  - ix. NF P94-063 juin 2011 : Sols : reconnaissance et essais - Contrôle de la qualité du compactage - Méthode au pénétromètre dynamique à énergie constante - Principe et méthode d'étalonnage des pénétrodensitographes - Exploitation des résultats – Interprétation ;
  - x. NF P94-115 décembre 1990 : Géotechnique - Sols : reconnaissance et essais - Sondage au pénétromètre dynamique type B ;
  - xi. NF EN ISO 22476-2 juillet 2005 : Reconnaissance et essais géotechniques - Essais en place - Partie 2 : essai de pénétration dynamique ;

### C.I.2. Recommandations applicables aux ouvrages

- xii. CFBR – 2013 – Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrage ;
- xiii. CFBR – 2015 – Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai ;
- xiv. Recommandations du projet national ERINOH (2013) ;
- xv. DGPR – 2014 – Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques ;
- xvi. Arrêté du 6 août 2018 fixant des prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages.

## C.2. EXIGENCES CONSTRUCTIVES

En résumé, les hypothèses suivantes ont été transmises par le MOE lors des divers échanges (dont les mails du 26/03/2023, du 05/07/2023) :

- Catégorie géotechnique : **2**
- Classe de conséquence : **CC2**
- Catégorie de durée d'utilisation de projet : **5 (100 ans)**
- Catégorie d'ouvrage :
  - Barrage (section courante) :  
**Ouvrage hydraulique**  
**Barrage classe C**
  - Remblai/déblai d'aménagement des versants :  
**Autre ouvrage**  
Catégorie d'importance vis-à-vis du séisme : **I (pas d'exigence)**

Ces hypothèses doivent être validées par le MOA.



Caractérisation des ouvrages projetés.

| CLASSE de l'ouvrage | CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES  |
|---------------------|--|
| A                   | $H \geq 20$ et $H^2 \times V^{0,5} \geq 1\ 500$  |
| B                   | Ouvrage non classé en A et pour lequel $H \geq 10$ et $H^2 \times V^{0,5} \geq 200$  |
| C                   | a) Ouvrage non classé en A ou B et pour lequel $H \geq 5$ et $H^2 \times V^{0,5} \geq 20$<br>b) Ouvrage pour lequel les conditions prévues au a ne sont pas satisfaites mais qui répond aux conditions cumulatives ci-après :<br>i) $H > 2$ ;<br>ii) $V > 0,05$ ;<br>iii) Il existe une ou plusieurs habitations à l'aval du barrage, jusqu'à une distance par rapport à celui-ci de 400 mètres. |

Classification des barrages au sens de l'article R.214-112 du code de l'Environnement.

### C.2.1. Catégorie de durée d'utilisation du projet

Suivant l'annexe nationale NF P94-251-1/NA de l'Eurocode 7 (EN 1997 – I), nous avons retenu la catégorie de durée.

| Ouvrage géotechnique   | Catégorie de durée d'utilisation du projet | Durée indicative d'utilisation du projet (années) |
|--|--|---|
| Barrage de fermeture avec gabions en talus aval<br>Barrage et remblais d'épaulement en rive gauche et droite | 5  | 100   |
| Canal de fuite (génie civil)   | 5  | 100   |
| Fosse de dissipation aval (tapis « Réno »)   | 5  | 100   |
| Rabattement provisoire de nappe phréatique en phase travaux le cas échéant                                   | I  | 10  |
| Terrassements et drainages des phases travaux  | I  | 10  |

### C.2.2. Exigences de calcul : catégorie géotechnique des ouvrages

Suivant l'Annexe Nationale NF P94-251-1/NA de l'Eurocode 7 (EN 1997-I :2005), nous avons retenu la catégorie ci-après :

| Ouvrage géotechnique | Catégorie géotechnique | Classes de conséquence | Conditions de site | Bases des justifications                           |
|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|--|
| Tous                 | 2                      | CC2                    | Simple             | Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires |

### C.2.3. Exigences parasismiques selon les recommandations DGPR de 2014 et l'ATB de 2018

D'après les indications données par le MOE (mail du 05/07/2023), seul le barrage courant est vérifié au séisme selon les recommandations spécifiques aux ouvrages hydrauliques. Les ouvrages/épaulements sur les versants rive gauche et le soutènement de l'A8 ne sont pas à vérifier au séisme selon ces prescriptions puisqu'en cas de crue post-sismique, un dommage de cette partie de l'ouvrage n'induirait pas une rupture incontrôlée de l'eau.

Zone sismique : Zone 3 (modérée)  
Classe de barrage : C (donnée du maître de l'ouvrage)

Conformément à l'article 37 du chapitre IX « Prescriptions complémentaires relatives au comportement du barrage lors d'un séisme » de l'Annexe II relative aux barrages neufs, qui vient compléter l'article 15 du chapitre IV « Comportement du barrage lors d'un séisme » de l'Annexe I de l'Arrêté du 6 août 2018, les justifications de la situation extrême de séisme (dit « séisme d'évaluation de la sécurité » SES) est requise pour cette retenue neuve de classe C localisé en zone de sismicité 3. Les justifications seront menées avec la méthode pseudo-statique avec les accélérations horizontales ( $a_g$ ) et verticales ( $a_{gv}$ ) de l'Arrêté (xvi) appelées ci-dessous.

| Barrage de classe C | $a_g$ pour le SES (en $m/s^2$ ) | $a_{gv}$ pour le SES (en $m/s^2$ ) |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Zone de sismicité 3 | 1,4                             | 1,3                                |

D'après l'ATB (xvi) et le DGPR (xv), les coefficients sismiques sont calculés comme suit. Le coefficient  $\alpha$  est relatif au calcul selon la méthode pseudo-statique (xv) et sous les indications de la MOE (mail du 30/06/2023). Il est parfaitement défini pour le coefficient sismique horizontal, mais il n'est pas précisé pour le coefficient sismique vertical car ce dernier est souvent considéré comme « un raffinement qui ne modifie pas le diagnostic » (xv, §.6.2.3.1). Par défaut et de façon très sécuritaire, le coefficient  $\alpha$  pris sur le coefficient vertical est de 1,0 bien que le rapport  $k_v/k_h$  soit très peu réaliste ( $k_v/k_h > 0,8$ ).

- coefficient sismique horizontal :  $k_h = \alpha \cdot S \cdot \frac{a_g}{g}$  avec  $\alpha = 0,67$
- coefficient sismique vertical :  $k_v = \frac{a_{gv}}{g}$

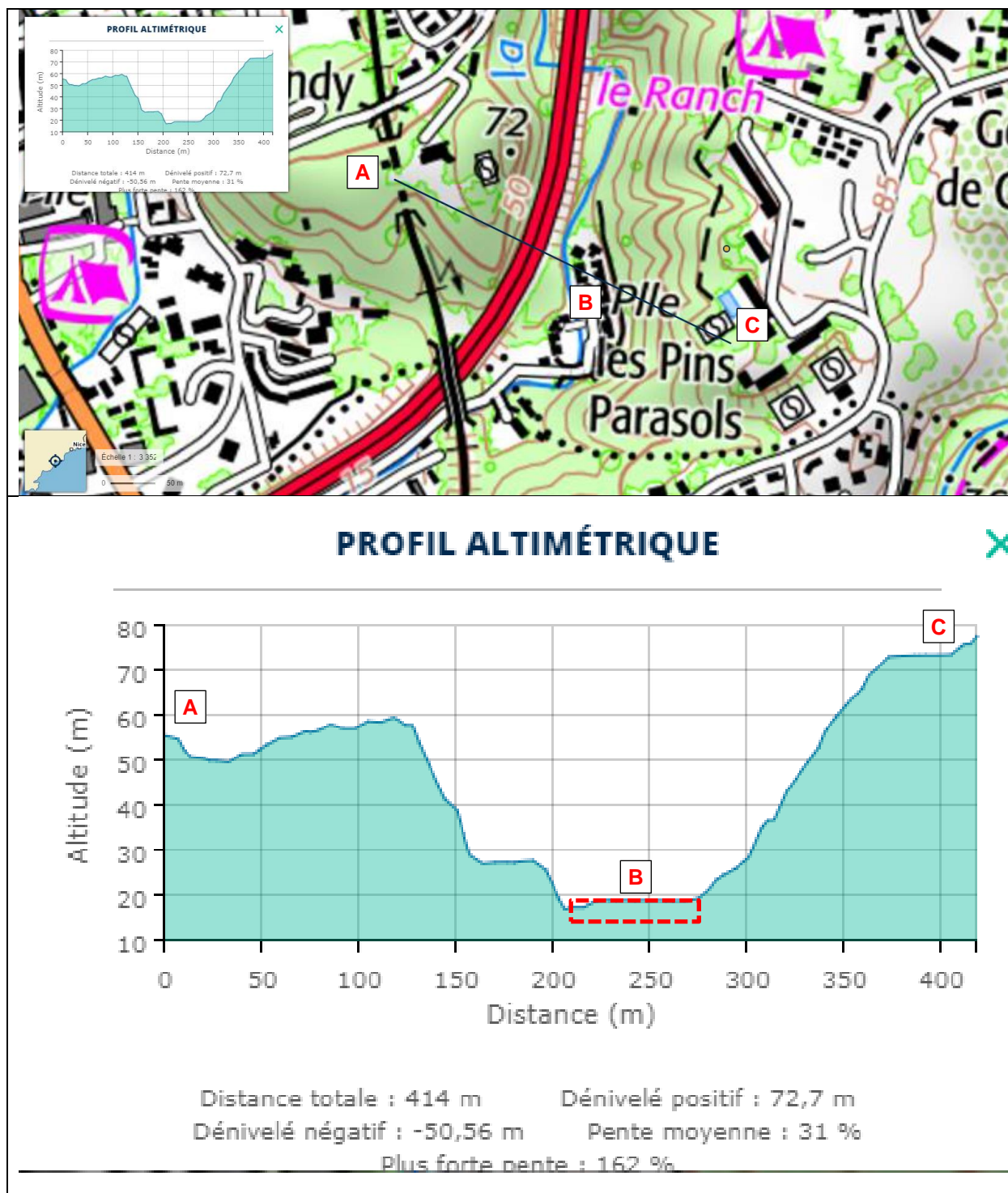
Le paramètre de sol  $S$  vaut 1,6 pour une classe de sol D (coupe A) et 1,8 pour une classe de sol E (coupe B) pour une accélération horizontale  $a_g$  inférieure à  $3,0 m/s^2$ . Il est à appliquer seulement sur l'accélération horizontale selon l'ATB (xvi).

Au stade de cette étude, aucun coefficient d'amplification dû au relief n'est pris en compte (xv).

Nous précisons que le risque de liquéfaction des sols en place n'est pas levé au stade actuel des investigations (§.B.6.1).

### C.3. DONNEES TOPOGRAPHIQUES

Profil altimétrique transversal au vallon Carimaï :



# D. ETUDE DES TERRASSEMENTS : DEBLAIS ET REMBLAIS

## D.1. OBJET

Le présent chapitre de la note établit l'étude phase AVP des travaux de terrassement pour permettre la construction des ouvrages du projet.

## D.2. NATURE DES TRAVAUX

Les travaux consistent en la réalisation de terrassements en déblais généralisés du site sur des profondeurs comprises entre 2 et 3 m. Puis, en la réalisation de d'un barrage en remblai en travers du vallon de la rivière de la Grande Frayère, d'un épaulement du talus de l'A8 en rive droite et d'une risberme en rive gauche.

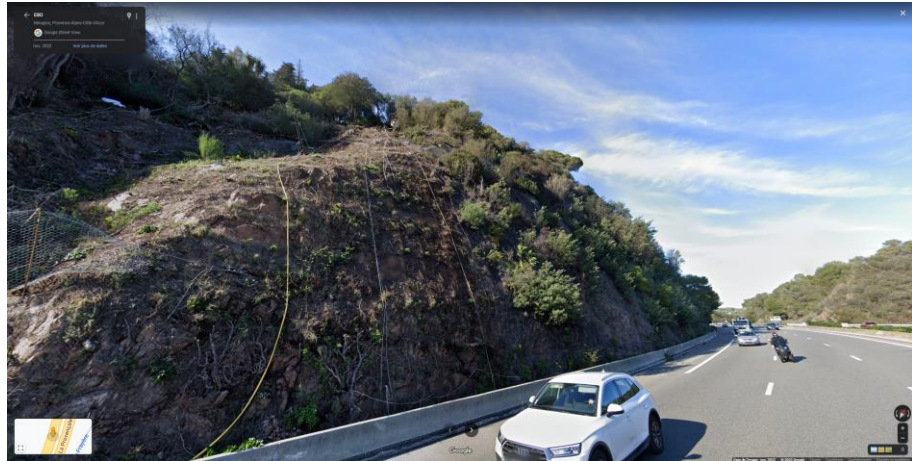
## D.3. CARACTERISTIQUES DU MASSIF ROCHEUX

### D.3.1. Caractérisation du massif rocheux

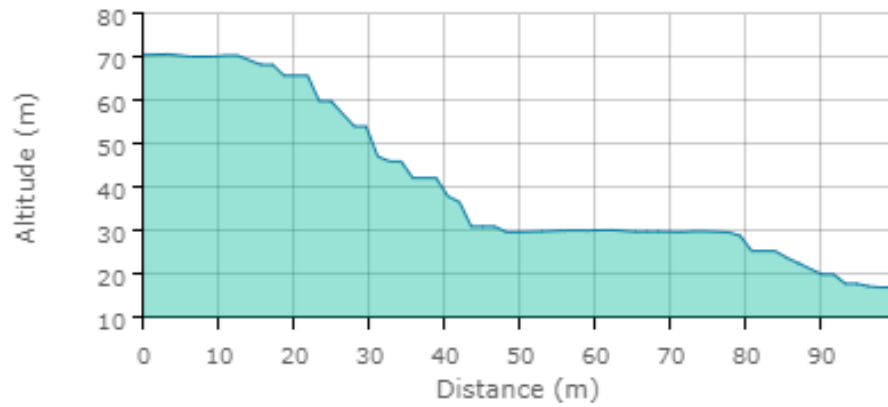
Le tableau suivant récapitule les résultats :

| CARACTÉRISTIQUE                       | DESCRIPTION   |
|---------------------------------------|---|
| LITHOLOGIE                            | <b>Sur tout le site en fond de vallon</b> : dépôts alluvionnaires sablo-graveleux en zone Nord et plus argileux en zone Sud du projet.<br><b>Sur les versants des deux rives du vallon</b> :<br>Les gneiss sont altérés sur leur frange supérieure et présentent un degré de fracturation important sur une épaisseur variable (de 1 à 3 m) |
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES JOINTS | Etat des épontes : non reconnu<br>Oxydation : non reconnue<br>Remplissage argileux : non reconnu  |
| OUVERTURE                             | Ouverture des joints non reconnue   |
| RQD                                   | Pas de RQD mesurés  |
| RÉSISTANCE À LA COMPRESSION           | Pas de mesure de résistance à la compression sur carotté de roches  |
| ANOMALIE                              | Imbrications de calcaires en remplissage entre compartiments de gneiss, entre +20 et +10 NGF.<br>Zone faillée reconnue sur carte géologique d'orientation N015 à N030 plus au Nord du projet (hors-site)  |
| DISCONTINUITÉS                        | Aucun relevé structural.  |
| DÉBLAIS EXISTANTS                     | Les talus en déblai rocheux le long de l'autoroute A8 (hors site d'étude) présente des inclinaisons maximales de l'ordre de 400% (1H/4V) localement sur des hauteurs inférieures 10m et des inclinaisons de l'ordre de 200% (1H/2V) sur une hauteur maximale de 40m, avec des phénomènes d'instabilité par dièdres pluri-métriques.         |

DÉBLAIS EXISTANTS  
(SUIITE)



**PROFIL ALTIMÉTRIQUE**



Distance totale : 98 m      Dénivelé positif : 1,07 m  
Dénivelé négatif : -54,64 m      Pente moyenne : 65 %  
Plus forte pente : 452 %

## D.3.2. Géophysique

### D.3.2.1. Mesures de résistivités (panneaux électriques)

Selon les résultats des investigations géophysiques §.B.5, trois formations principales sont identifiées :

- Remblais et alluvions majoritairement argileuses : de 10 à 60 Ohm.m
- Alluvions majoritairement sablo-graveleuses : de 70 à 100 Ohm.m
- Substratum rocheux : > 100 Ohm.m

Sur le site, les formations plutôt sableuses et graveleuses apparaissent les plus résistantes électriquement par rapport aux formations plutôt argileuses.

Les coupes de résistivité issues du traitement des mesures mettent en évidence 3 grandes familles de résistivité en présence. Leur corrélation avec le contexte géotechnique permet de leur associer une description géologique.

On relève du haut vers le bas :

- Une famille (A) de résistivités dispersées et comprises entre 10 et 60 Ohm.m. Ces résistivités sont à attribuer à des matériaux de couverture non consolidés constitués de remblais, de dépôts alluvionnaires argileux.
- Une famille (B) de résistivités dispersées et comprises entre 70 et 100 Ohm.m. Ces résistivités sont à attribuer à des matériaux de couverture non consolidés constitués de remblais, de dépôts alluvionnaires sablo-graveleux et de roches de gneiss ou calcaires altérés et/ou très fracturé.
- Une famille (C) de résistivités très concentrées et supérieures à 100 Ohm.m, attribuée au massif rocheux de gneiss plus ou moins altérés et fracturés. Les variations de résistivités au sein de cette famille traduisent le degré d'altération du gneiss.

### D.3.2.2. Récapitulatif des mesures d'essais géophysiques

La synthèse des résultats des mesures par panneaux électriques et méthode électromagnétique, réalisées par le service géophysique de FONDASOL, sont les suivants.

#### ZONE NORD :

| N° de sondage | Prof.    | Cote             | Lithologie                  | Résistivités élect. | Vitesses sismiques |
|---------------|----------|------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|
|               | [m]      | [NGF]            |                             | [Ohm.m]             | [m/s]              |
| SC7(2022)     | >6       | <+21.5           | Gneiss                      | >100                | -                  |
| SP2(2022)     | 0 à 1.4  | +26.75 à +25.35  | Remblais argilo-caillouteux | 60 à 80             | -                  |
| SP2(2022)     | 1.4 à >6 | +25.35 à <+20.75 | Gneiss                      | >100                | -                  |
| SC6(2022)     | 0 à 4.3  | +21.75 à +17.45  | Sable argilo-graveleux      | 70 à 90             | -                  |
| SC6(2022)     | 4.3 à >6 | +17.45 à <+15.75 | Gneiss                      | >100                | -                  |

#### ZONE SUD :

| N° de sondage | Prof.    | Cote           | Lithologie              | Résistivités élect. | Vitesses sismiques |
|---------------|----------|----------------|-------------------------|---------------------|--------------------|
|               | [m]      | [NGF]          |                         | [Ohm.m]             | [m/s]              |
| SC1(2022)     | >6       | <+11           | Argile sablo-graveleuse | 10 à 30             | -                  |
| SPI(2022)     | >6       | <+11           | Argile limoneuse        | 10 à 30             | -                  |
| SC3(2022)     | >6       | <+11           | Argile sablo-limoneuse  | 10 à 30             | -                  |
| SC2(2022)     | 0 à 3    | +17.7 à +14.7  | Argile sablo-graveleuse | 10 à 30             | -                  |
| SC2(2022)     | 3 à >6   | +14.7 à <+11.7 | Limons sablo-graveleux  | 30 à 50             | -                  |
| SC8(2022)     | >6       | <+16.75        | Limons sablo-graveleux  | 40 à 60             | -                  |
| SPI(2021)     | >6       | <+13.5         | Limons graveleux        | 10 à 50             | -                  |
| SC4(2022)     | 0 à 1.2  | +24.1 à +22.9  | Grave sablo-limoneuse   | -                   | -                  |
| SC4(2022)     | 1.2 à >6 | +22.9 à <+18.1 | Argile sableuse         | -                   | -                  |
| SC5(2022)     | >6       | <+11.4         | Sable argileux          | 40 à 60             | -                  |
| SP2(2021)     | 0 à 3.5  | +19.6 à +16.1  | Limons graveleux        | 20 à 50             | -                  |
| SP2(2021)     | >3.5     | <+16.1         | Gneiss                  | >100                | -                  |

## D.4. PROBLEMATIQUES DES TERRASSEMENTS

### D.4.1. Problématiques à examiner

Dans le cadre du projet, la réalisation des terrassements amène à soulever différentes problématiques, notamment eu égard à la présence de sols alluvionnaires et de roches compactes mises en évidence lors des sondages.

D'un point de vue général, les points à étudier sont les suivants :

|  |  |
|--|--|
| <b>Extraction des matériaux :</b>                        | Conditions et moyens de réalisation des terrassements, moyens puissants.   |
| <b>Excédent de matériaux :</b>                           | Gestion des dépôts, dépôt hors emprise (camions), merlon, réutilisation partielle  |
| <b>Qualité de la PST et pérennité :</b>                  | La PST ne doit pas constituer un piège à eau.  |
| <b>Couche de fondation (CDF) des ouvrages en terre :</b> | Réutilisation des matériaux, adéquation des périodes météorologiques avec la nature des matériaux (sols fins), adaptation de l'extraction et valorisation (concassage sol rocheux, blocométrie maximale), conditions de nivellement et planéité (hauteur de décapage préconisée de 2m minimale). |
| <b>Contexte hydrogéologique :</b>                        | Dispositions constructives/assainissement<br>Incidence sur la réalisation des terrassements  |
| <b>Pont SNCF et autoroute A8 mitoyens :</b>              | Comportement sous les vibrations.<br>Matériel ou conditions spécifiques à prendre en compte.   |
| <b>Talutage :</b>  | Pente à court, long terme, sous séisme, chute de blocs rocheux, soutènements.  |
| <b>Déroctage à l'explosif ou engins vibrants :</b>       | Vibrations et protections acoustiques, dégradations sur les constructions, sujétions de protection des ouvrages, caractérisation du milieu rocheux. Tirs d'essai à réaliser pour définition d'une loi de propagation des vibrations. Suivi des opérations.                                       |
| <b>Pollution atmosphérique :</b>                         | Poussières sur milieu sensible.  |
| <b>Nuisances :</b>                                       | Phasage des travaux, implantation de l'installation de chantier, position des centrales de concassage, protections phoniques.  |

## D.4.2. Méthodes envisageables pour réaliser les terrassements

### D.4.2.1. Terrassements généraux à la pelle et au ripper

Le site est occupé par une plateforme d'activité et de stockage de matériaux sur les deux tiers de l'emprise du projet. Sur la partie Sud du site, des vestiges de constructions démolies sont connus mais pas reconnus par les investigations géotechniques réalisées.

Après décapage de la terre végétale, les terrassements pourront être réalisés en partie avec des moyens usuels (déblais meubles à la pelle sans préparation) à puissants (terrains ameublés au ripper) dans les formations rocheuses altérées et fracturées.

En cas de rencontre de gros blocs dans les remblais ou lors du reprofilage des versants, le recours au BRH et/ou à des outils désagrégateurs pourra s'avérer nécessaire.

Le présent paragraphe (§D.4.2) définit plus précisément les conditions de réalisation des déblais, avec indication sur la limite de rippabilité.

### D.4.2.2. Terrassements au rocher

Bien que les terrassements au rocher ne soient pas attendus sur la globalité du projet, ponctuellement ce type de terrassement n'est pas exclu (en particulier à proximité des versants) et les moyens spécifiques doivent être prévus.

Par ailleurs, les matériaux rocheux extraits pourront être compatibles, après traitements mécaniques (tri, concassage et criblage notamment), avec une réutilisation en remblai, couche de forme, infrastructure de chaussée ou enrochement éventuellement.

#### TERRASSEMENTS À L'EXPLOSIF

Eu égard aux formations rocheuses mises en évidence en forages, la partie inférieure des terrassements pourra éventuellement être réalisée par micro-minage.

Ces travaux nécessitent en amont des études spécifiques complémentaires aux reconnaissances classiques pour les terrassements généraux.

Ce type d'étude pourra être établi dans le cadre de la mission G2-PRO, si besoin.

#### TERRASSEMENTS AU BRH

Cette technique transmet également dans le sol et les structures, des vibrations pouvant être nocives et dont la durée d'exposition est beaucoup plus importante (faibles cadences).

De plus, il faut tenir compte de l'impact sur l'émission des poussières et du bruit.

#### AUTRES TECHNIQUES

Le ciment expansif est un produit de désintégration non-explosif qui développe une pression d'expansion (en moyenne 10 à 15 MPa) qui provoque l'écartement de la roche en quelques heures. Par comparaison aux autres méthodes précisées avant, cette technique ne provoque pas de vibrations et n'est pas soumise à autorisation.

La formation des fissures a toujours lieu en direction de la résistance la plus faible. Le nombre et le positionnement de trous de perçage permettent de définir la taille que devront avoir les fragments mais également la direction vers laquelle devront courir les fissures.

Avec des trous de perçage vides, il est par exemple possible de déterminer les directions vers lesquelles doivent se diriger les fissures ou bien aussi se terminer une fissure.

## D.5. TERRASSEMENTS EN DEBLAIS

En grande majorité les terrassements en déblais sont en terrain meuble (remblais et alluvions), mais un terrassement du substratum n'est ponctuellement pas exclu (proximité des versants) et doit être envisagé.

### D.5.1. Déblais de catégorie I

Sont considérés comme déblais de catégorie I les matériaux « meubles » qui peuvent généralement être extraits avec tous les engins à lame, pelles, chargeurs, décapeuses (motorscraper), et boteurs (bulldozer).

Au niveau des voiries existantes, les enrobés devront être rabotés pour évacuation. Au droit des sondages, les épaisseurs mises en évidence ne dépassaient pas 40 cm.

Au niveau des espaces avec de la végétation ou en friche, il sera nécessaire de prévoir un décapage de la terre végétale et des remblais. Les épaisseurs pouvant atteindre plus de 3.0 m localement, le décapage minimal de 2m préconisé devra être vérifié lors d'une inspection de l'arase et approfondit si nécessaire.

Ensuite, d'après les observations des sondages, les remblais anthropiques, les limons et argiles, les graves sablo-argileuses, puis le gneiss altéré, fracturé et déstructuré ont été reconnus jusqu'aux profondeurs suivantes au droit de nos sondages :

#### Zone Nord :

|                |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Sondage        | PM3   | PM4   | PM5   | PM6   | PM7   | PM8   | PM10   | PM11  | PM12  | PM13  | PM14  |
| Profondeur (m) | >2.8  | >2.7  | >3.0  | >1.7  | >3.0  | >2.8  | >3.0   | >3.0  | >3.0  | >3.0  | >3.0  |
| Cote (NGF)     | <16.6 | <18.2 | <17.6 | <19.0 | <17.9 | <16.2 | <16.25 | <14.5 | <16.4 | <14.6 | <16.6 |

#### Zone Sud :

|                |        |       |        |       |       |       |        |        |       |       |
|----------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Sondage        | PM01   | PM02  | PM03   | PM04  | PM05  | PM06  | PM07   | PM08   | PM09  | PM1   |
| Profondeur (m) | >3.0   | >3.0  | >3.0   | >3.0  | >3.0  | >3.0  | >3.0   | >3.0   | >3.0  | >1.5  |
| Cote (NGF)     | <14.75 | <14.9 | <14.25 | <15.0 | <15.4 | <15.6 | <15.75 | <18.25 | <16.1 | <18.3 |

### D.5.2. Déblais de catégorie 2

Rappelons que les déblais de catégorie 2 (ou dits de 2<sup>ème</sup> catégorie) correspondent à des matériaux qui ne peuvent pas être extraits à l'aide :

- d'une pelle de deux cent vingt kilowatts DIN (220 kW = 300 CV DIN) au moins, équipée d'un godet de deux mètres cubes (2m<sup>3</sup>) en rétro et trois mètres cubes (3 m<sup>3</sup>) en butte, avec un débit d'extraction d'au moins cent vingt mètre cubes par heures (120 m<sup>3</sup>/h),
- ou bien à l'aide d'une défonceuse à une dent montée sur un tracteur de deux cent soixante kilowatts DIN (260 kW = 355 CV DIN) au moins, avec un débit de défouage d'au moins cent vingt mètre cubes par heure (120 m<sup>3</sup>/h) et qui nécessite donc l'emploi d'explosifs ou d'engins de forte puissance.

D'après les investigations réalisées, il conviendra de prendre en compte une variation du toit du substratum sur le site, avec un affleurement possible à proximité des versants. Pour la réalisation des déblais d'aménagement des versants (reprofilage), l'extraction des déblais de catégorie 2 sera sur des épaisseurs comprises entre la surface des terrains (topographie du site) et les arases de terrassement du projet.

Base des formations ci-après :

| Cat.   | Nature                | Moyens                  | SC2   | SP3    | SC8   | SPI   | SC5   | SP2   | SC6   | SP2   | SC7   |
|--------|-----------------------|-------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |                       |                         | [NGF] | [NGF]  | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] | [NGF] |
| Cat. 1 | Remblais et alluvions | Pelles, chargeurs, etc. | +5.3  | +10.55 | +16.2 | +10.1 | +12.2 | +16.1 | +17.5 | +23.7 | +26.7 |
| Cat. 2 | Substratum altéré     | Rippage                 | -     | X      | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     |
| Cat. 2 | Substratum sain       | BRH, micro-minage, ...  | -     | X      | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     |

*Nota : rappelons que des variations du toit du rocher sain, pouvant être brutales, et/ou des variations de fracturation du massif, sont prévisibles entre nos points de sondages.*

Alors d'après ces différents éléments, la réalisation des terrassements en déblais entre les cotes du projet +20 et +15 NGF pourra être généralement réalisée par excavation et rippage facile, sauf localement sur le dernier mètre.

En revanche, la réalisation des terrassements est à considérer en rippage difficile au droit du verrou/éperon pseudo-rocheux en rive droite (où la plateforme de l'autoroute A8 a incisé le versant), au droit des remontées du substratum identifiées par la prospection géophysique ( $R > 70 \text{ Ohm.m}$ ) et pied du versant rocheux abrupte en rive gauche du vallon.

D'après les profils, on remarque des remontées affleurantes à la surface du toit du substratum gneissique en rives gauche et droite du vallon.

On notera sur SC7(2022), l'incidence de l'alternance de gneiss et calcaire qui affectent ce sondage au Nord du site en rive droite, entre 8m et 17m, cote +19.3 à +10.3 NGF (suspecté comme étant des remblais rocheux liés à la construction de l'autoroute).

On notera qu'en SP2(2022), même si la compacité est bonne, la description suggère une alternance de roche saine et très fracturée à altérée entre 6.5m et 17.1m, cote +18.5 à +7.9 NGF (idem il pourrait s'agir de remblais rocheux liés à la construction de l'autoroute).

### D.5.3. Méthodologie pour les terrassements rocheux

#### D.5.3.1. Phase de terrassement par extraction mécanique

Le phasage des travaux pourra être le suivant :

1. Préparation préalable des emprises : démolition, décapage, évacuation des matériaux non réutilisables en remblai dans un lieu prévu à cet effet,
2. Si une réutilisation de la terre végétale ou de matériaux « nobles » est envisagée, s'assurer des conditions de stockage pour assurer leur bonne conservation, ou mise en dépôt définitif,
3. Extraction des déblais de catégorie I (meubles) en considérant leur utilisation prévue, au moyen de pelles de fortes puissances, bouteur...
4. Atteinte de la limite de rippabilité :
  - a. A la pelle en zone centrale du vallon au niveau de la plateforme entre +16 et +15 NGF,
  - b. Au ripper en zones latérales, de chaque rive du vallon, à faible profondeur (rocher affleurant à quelques mètres de profondeur).
5. Poursuite des travaux pour les déblais de catégorie 2 au moyen d'engins mécaniques type BRH, avec réalisation préalable d'une planche d'essais pour la vérification des vibrations et fréquences associées,
6. Suivi des vibrations entretenues avec arrêt de cas de dépassement du seuil d'alerte.

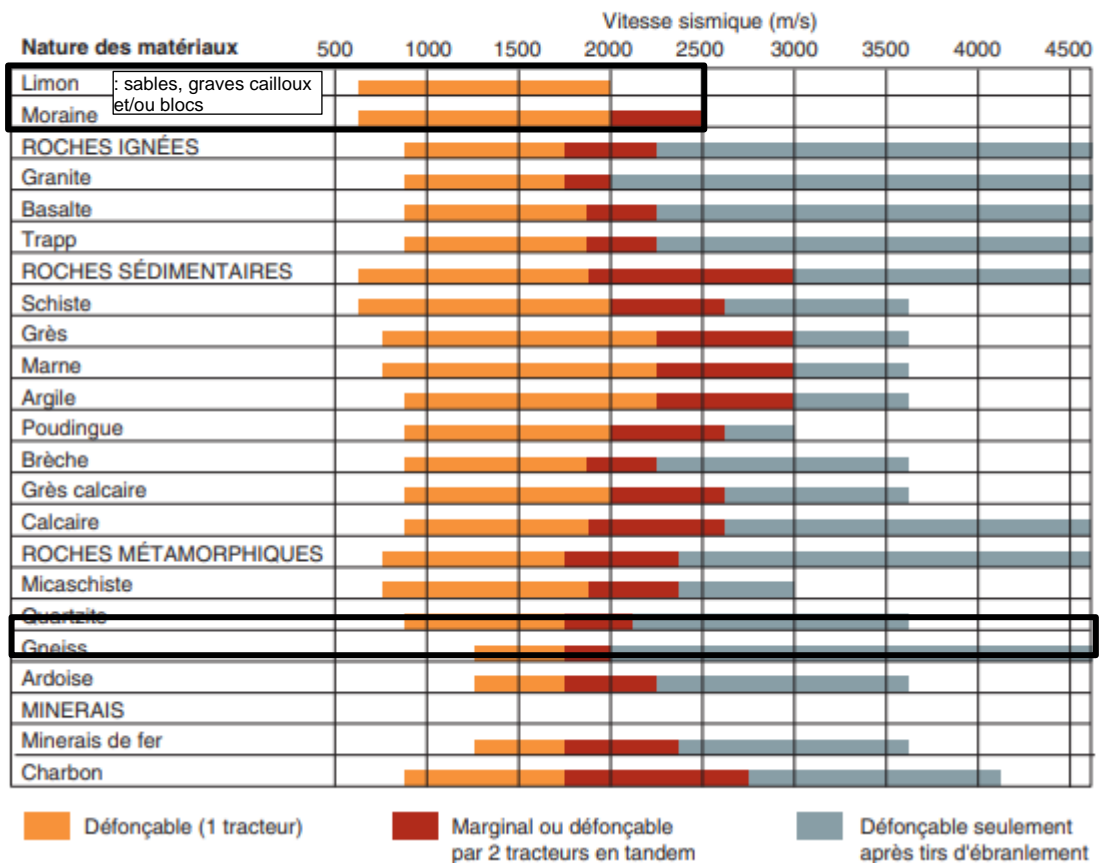
### D.5.3.2. Moyens d'extraction à partir d'abaque et corrélations (présentés à titre indicatif)

La campagne géophysique (panneaux électriques et méthode électromagnétique), dont la synthèse est présentée au §.B.5 du présent rapport (tiré du document [8]), permet également de préciser la profondeur du toit du substratum rocheux.

Sur le profil présenté au §B.3.8, les altitudes et les épaisseurs fournies en dehors des sondages, sont des données extrapolées par le modèle. Ces valeurs sont des tendances et pourront varier localement.

Ces investigations permettent par corrélation avec la table établie par CATERPILLAR (1982) de définir les vitesses pour lesquelles les matériaux sont défonçables (avec 1 tracteur ou 2 en tandem de type D9G [390CV] avec défonceuse 9B une dent) ou seulement après un tir d'ébranlement :

**TABLE CATERPILLAR POUR TRACTEUR D 9G (390 CV) AVEC DÉFONCEUSE 9B UNE DENT.**  
**TIRÉE DE L'OUVRAGE : RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE DES TRACÉS DE ROUTES ET AUTOROUTES ÉDITÉ PAR LE LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES EN 1982.**



Rappelons toutefois qu'il existe actuellement des tracteurs puissants de plus de 500CV et que les limites précisées ci-dessous sont purement indicatives.

D'après le rapport géophysique [8], on peut en déduire :

| Résistivité<br>[Ohm.m] | Vitesse<br>P<br>[m/s] | Lithologie<br>supposée   | Moyens<br>d'extraction        | Prof.<br>[m]         |
|------------------------|-----------------------|--|-------------------------------|----------------------|
| 10 à 60                | 400<br>à 2000         | Matériaux de couverture non consolidés constitués de remblais, de dépôts alluvionnaires, de sables-graveleux et blocs de gneiss ou gneiss altéré et/ou très fracturé ( <u>hors remblai autoroutier</u> ) | Rippable à la pelle           | 0 à 5                |
| 70 à 100               | 2000<br>à 3000        | Massif rocheux de gneiss altéré/fracturé (et remblai autoroutier)  | Rippeur puissant en tandem    | 5 à 20               |
| > 100                  | > 3000                | Massif rocheux sain, gneiss peu fracturé/altéré :<br>SC7(2022) jusqu'à PM1(2008),<br>SC6(2022) jusqu'à SP2(2021),  | Tirs d'ébranlement nécessaire | de 1 à 10 (en rives) |

## D.5.4. Pentes des talus

### D.5.4.1. Incidence de la fracturation sur la stabilité des talus provisoires

Les directions de fracturation, mises en évidence dans les comptes rendus d'investigation par les descriptions en sondages carottés, pourront avoir une incidence sur la stabilité des talus provisoires. Les talus provisoires en déblais pour construire les ouvrages en terre en rives gauche et droite du vallon pourront nécessiter des phasages par plots de longueur limitée (à définir par études de stabilité G2AVP et/ou G2PRO).

### D.5.4.2. Pentes des talus provisoires, définitifs et parois clouées

| Type de sol à terrasser |  | Talus et terrassement phase provisoire (I)  | Talus et terrassement phase définitive (I) | Paroi clouée   |
|-------------------------|--|---|--|--|
| Sol meuble              | Remblai  | 3H/2V                                       | 2H/1V                                      | Nécessaire, si terrassement vertical                             |
|                         | Argile   | 3H/2V                                       | 2H/1V                                      | Nécessaire, si terrassement vertical                             |
|                         | Sables et galets   | 3H/2V                                       | 2H/1V                                      | Nécessaire, si terrassement vertical                             |
| Roche altérée           | Gneiss altérés, faillés ou présentant un pendage défavorable | 1H/1V à 1H/2V et selon état de fracturation | 1H/1V et selon état de fracturation        | Nécessaire, si terrassement vertical                             |
| Roche massive           | Gneiss sain  | 1H/2V et selon état de fracturation         | 1H/2V et selon état de fracturation        | Boulonnage si terrassement vertical et selon contexte structural |

(I) H : horizontale, V : verticale

Les éventuels blocs instables seront à purger, ce qui pourra amener des hors profils.

Dans le cas de réalisation de micro-minage, des dispositions particulières pourront être envisagées pour limiter les effets arrière et assurer une meilleure sortie du front rocheux (pré-découpage notamment).

Localement, en cas de dièdre instable ou de glissement plan, l'entreprise devra réaliser des mesures de confortement telles que des purges ou clouages du ou des compartiment(s) potentiellement instable(s), à définir dans le cadre de la mission G3.

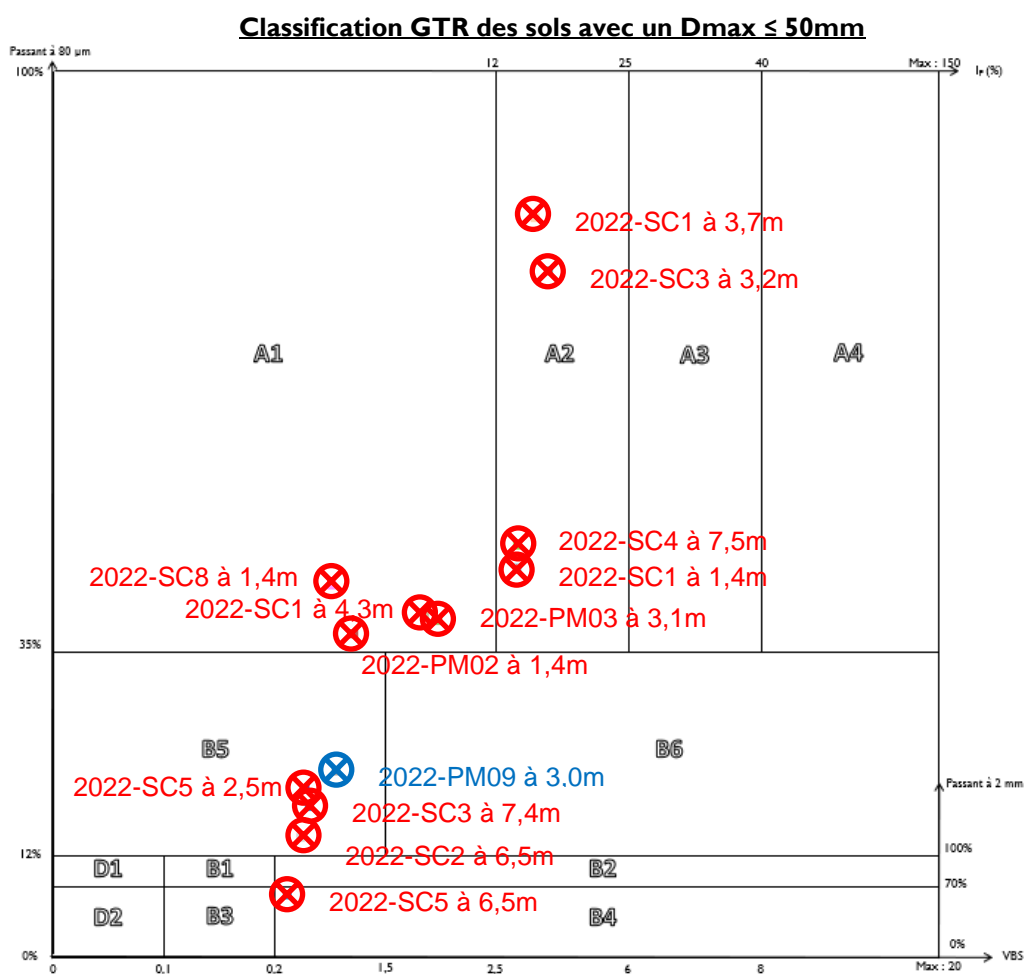
## D.6. TERRASSEMENTS EN REMBLAIS

### D.6.1. Diagramme GTR des matériaux reconnus

Des essais d'identification pour une classification GTR des sols ont été réalisés sur des échantillons prélevés sur les sondages carottés et les sondages à la pelle mécanique de la campagne de 2022 (§.B.3.3.2).

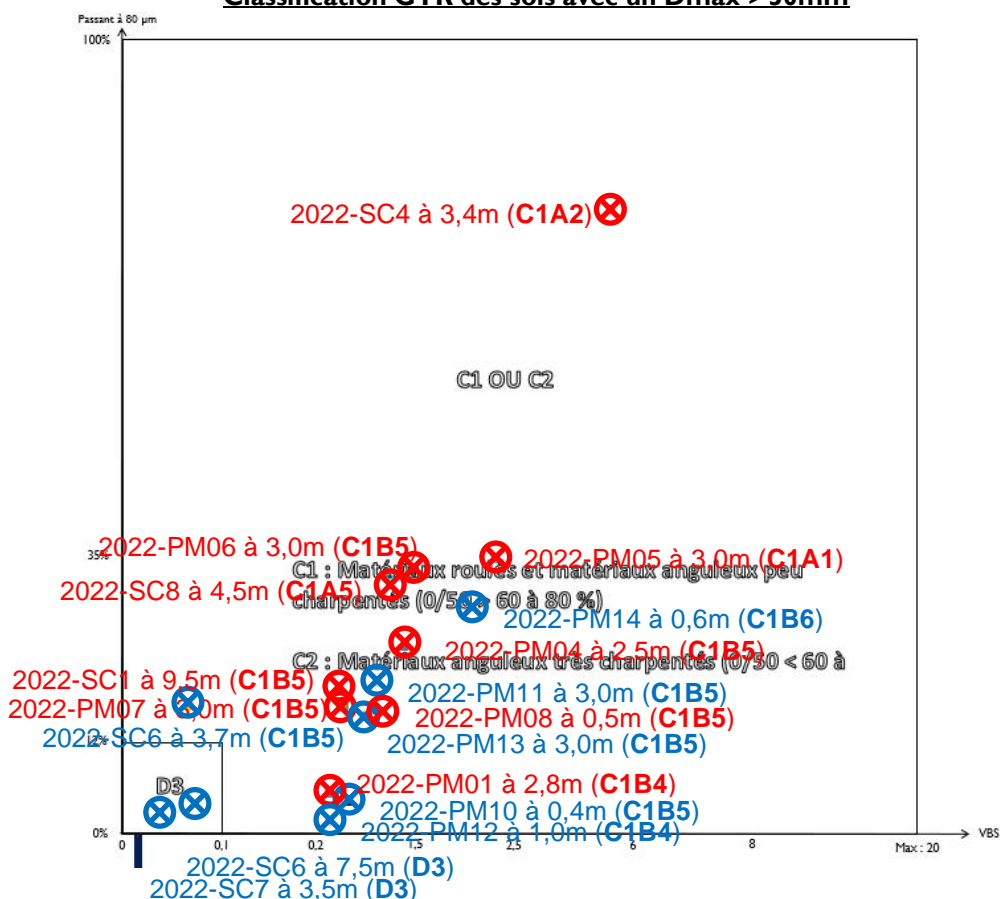
Les remblais et alluvions sont constitués en grande partie de sables plus ou moins graveleux (classe B). Quelques passages sont plus fins avec des limons et des argiles (classe A), localisés dans la zone Sud du projet.

L'ensemble des classifications GTR sont représentées dans les figures page suivante.



En *bleu*, les sondages réalisés dans la zone Nord et en *rouge*, les sondages réalisés dans la zone Sud

## Classification GTR des sols avec un Dmax > 50mm



En bleu, les sondages réalisés dans la zone Nord et en rouge, les sondages réalisés dans la zone Sud

## D.6.2. Caractéristiques principales des matériaux extraits (réutilisation)

### D.6.2.1. Déblais meubles

Les limons et argiles de surface sont de classe A1 à A2 (GTR).

Les sables et graves argileux sont de classe B4 à B5 (GTR).

Les matériaux rippables issus de l'altération du substratum seront vraisemblablement de classe C1B4 à C1B6. La présence de fines en proportion plus ou moins abondante conférera à ces sols une certaine sensibilité à l'eau.

Ces matériaux sont généralement aptes à une utilisation en remblai courant, avec un objectif de densification q4 et après suppression des éléments les plus grossiers, et à condition de maîtriser leur teneur en eau. En effet, pour des états hydriques humides, ces sols sont sensibles au matelassage. Ils ne seront pas réutilisables en l'état pour une mise en œuvre en couche de fondation (CDF), sauf éventuellement par l'intermédiaire d'un traitement de sol au liant hydraulique.

Dans le cadre du projet, ces sols pourront être réutilisés moyennant les traitements mécaniques, et aux liants hydrauliques si nécessaire. Les déblais du chantier étant excédentaire une partie de ces matériaux devront être évacués.

NB : Par couche de fondation (CDF), nous sous-entendons une couche à mettre en œuvre avant édification des ouvrages en terre avec des matériaux insensibles à l'eau permettant une mise hors d'eau (équivalente à une couche de forme)...

### D.6.2.2. Déblais rocheux

Les matériaux rocheux sont classés R6 (roches magmatiques et métamorphiques).

La granulométrie des matériaux à extraire est fonction de leur réutilisation.

Toutefois, afin d'éviter les mises en dépôts de blocs importants (enrochements peu probables du fait de la réduction de maille du minage du fait du contexte de l'autoroute et du pont SNCF proches), la blocométrie devra être adaptée afin de permettre une réutilisation en remblais courants sans travaux supplémentaires.

Pour une réutilisation en matériaux nobles de couche de fondation, une valorisation des matériaux est à prévoir (centrale de concassage et criblage). Les matériaux élaborés pourront également être réutilisés en remblai de corps de barrage.

Pour les matériaux de couche de fondation des ouvrages, on fixera les objectifs suivants :

Matériau de type R61 et R62 selon le GTR, insensible à l'eau, et non gélif.

Ils répondront aux caractéristiques suivantes :

- Une granulométrie étalée avec un coefficient d'uniformité  $C_u = D_{60}/D_{10} > 6$  ;
- Une granulométrie bien graduée sans élément prédominant ;
- Les plus gros éléments de dimensions inférieures à 200mm ;
- Un pourcentage de fines (passant à  $80\mu\text{m}$ )  $< 12\%$  ;
- Une fragmentabilité caractérisée par  $FR \leq 7$ .

Afin d'assurer une fonction de drainage de la couche de fondation, on privilégiera le scalpage secondaire des matériaux afin d'obtenir une granulométrie  $D_{min} = 10 \text{ mm}$ .

Les matériaux excédentaires seront à évacuer ou stocker (zone à définir) pour une éventuelle réutilisation ultérieure.

Des essais d'identification et essais mécaniques LA et MDE devront être réalisés lors des études d'exécution G3 par l'entreprise pour confirmer leur résistance à la fragmentation et leur réutilisation en couche de fondation des ouvrages. Ces essais seront à réaliser en début de chantier afin de caler l'installation de concassage et en cours de chantier afin de vérifier l'homogénéité du massif. En cas de rencontre de ces matériaux lors de la campagne G2 PRO, nous préconisons la réalisation de ces essais d'identification et essais mécaniques LA et MDE (§.B.6.4).

### D.6.3. Mise en œuvre des Couches De Fondation (CDF)

#### Qualité de l'arase (PST/AR)

Au niveau du fond de forme calé au-dessus de la cote +17.0 NGF, l'arase sera formée soit par des sols argilo-limoneux à sablo-gravelo-argileux ou du gneiss très altéré à déstructuré.

Au niveau des fonds de forme situés entre les cotes +17.0 à +14.0, l'arase sera formée :

- en partie Nord du projet, par des matériaux sablo-argileux,
- en partie Sud du projet, par des matériaux argilo-sableux.

En période météorologique et/ou hydraulique (crue) défavorable, et en présence de sols argileux saturés (drainage préalable insuffisant, ou dévoiement inefficace de la rivière, ou crue), alors le cas d'une PST0/AR0 pourra nécessiter une épaisseur de purge des sols en place et leur substitution par un cloutage en petits enrochements.

En période météorologique et hydraulique (étiage) favorable, on considérera une PST2/AR1 de bonne portance, pouvant chuter en présence d'eau en PST1/AR1. Au niveau des arases formées par le gneiss rocheux moins altéré, on se situera *a minima* dans le cas d'une PST3/AR2.

L'épaisseur de la couche de fondation sera fonction de la traficabilité du sol support (qui dépendra des conditions météorologiques et hydrauliques au moment du chantier). Les adaptations à envisager dans différentes configurations d'état du sol support, liées à la météorologie seront à préciser en phase chantier. Des mesures de portance réalisées en début de chantier devront permettre d'adapter les modalités de travaux aux conditions de traficabilité.

Afin de considérer une PST2/AR1, on cherchera strictement  $EV2 > 20 \text{ MPa}$ .

On pourra considérer une AR2 si  $EV2 > 35 \text{ MPa}$ .

### D.6.3.1. Objectifs et épaisseur de CDF

Les objectifs de compacité à atteindre seront :

- $EV2 \geq 80 \text{ MPa}$  mesuré à l'essai de plaque (1 essai / 500 m<sup>2</sup>).
- $K = EV2/EV1 < 2.2$

L'objectif de la couche de fondation étant d'obtenir une portance minimale et pérenne mesurée à l'essai à la plaque (EV2) de 80 MPa, ce critère est à considérer en tant qu'obligation de résultat et qu'il appartient à l'entreprise de mettre en œuvre les matériaux et les épaisseurs afin de le respecter.

*Nota : Pour les pistes de chantier, la portance devra permettre la circulation des engins, soit  $EV2 \geq 40 \text{ MPa}$ .*

En effet, l'épaisseur de la couche de fondation des digues ainsi que la classe de la plateforme (PF) sont déterminées par classification de la plateforme (PST) et la classe de l'arase (AR) au moment des terrassements (cf. Guide des Terrassements Routiers) pour un R6 :

| Type de PST                             | PST1               | PST2                 | PST3                 |                      | PST4 |
|---|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|
| Classe de l'arase                       | AR1                | AR1                  | AR1                  | AR2                  | AR2  |
| Épaisseur de la couche de fondation (m) | 0.80m ou 0.65m (1) | 0.70 m ou 0.60 m (1) | 0.60 m ou 0.50 m (1) | 0.50 m ou 0.40 m (1) | (2)  |
| Classe de la plateforme                 | PF2+               | PF2+                 | PF2+                 | PF2+                 |      |

(1) Si intercalation d'un géotextile à l'interface PST-couche de fondation

(2) Une couche de fondation conduisant à une PF2+ peut se limiter à une couche de protection superficielle de quelques centimètres d'épaisseur de ce matériau. Celle-ci peut même être inutile si l'on a prévu la possibilité d'éliminer par rabotage les 5 à 10 cm supérieurs de la PST. Elle peut également être remplacée par un enduit de cure gravillonné ou éventuellement clouté, appliqué directement sur l'arase du terrassement.

Dans le cas d'une arase rocheuse, l'épaisseur pourra être limitée à 30 cm, ou une couche de réglage si  $EV2 > 80 \text{ MPa}$  afin de satisfaire aux objectifs de nivellement et planéité de la CDF.

### D.6.3.2. Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre des matériaux granulaires pour la CDF devra se faire dans les règles de l'art, au fur et à mesure du décapage et des décaissements éventuels aux fins de ne pas exposer les arases aux conditions météorologiques.

Les remblais seront soigneusement compactés par couches dont les épaisseurs dépendront du type de compacteur utilisé, avec contrôle de portance et de compactage par essais à la plaque de type LCPC. Leur mise en place devra respecter les exigences du GTR et utiliser une méthodologie légère permettant de limiter les vibrations des ouvrages mitoyens et infrastructures avoisinantes, et garantir leur stabilité et leur intégrité.

Nous présentons ci-dessous à titre d'exemple, les modalités de mise en œuvre possibles de sols R6 en CDF :

Couche de fondation – objectif q3

| Modalités | COMPACTEUR          |      |
|-----------|---------------------|------|
|           | V3<br>(monovibrant) | V2   |
| Q/S       | 0,09                | 0,06 |
| e         | 0,30 - 0,55         | 0,35 |
| V         | 3,5 – 2,0           | 2,0  |
| N         | 4 - 7               | 6    |
| Q/L       | 315 - 180           | 120  |

On apportera un soin particulier pour la mise en œuvre des matériaux de remblaiement le long des murs enterrés du canal de fuite. Ces remblais seront à considérer comme des remblais techniques, satisfaisants aux caractéristiques des matériaux de CDF et mis en œuvre avec des moyens de compactage adaptés (plaques vibrantes, zone d'exclusion des compacteurs lourds). Pour leur mise en œuvre on se reportera au guide des remblayages de tranchées (Guide technique. Sétra-LCPC, mai 1994).

En effet, il s'agit d'un espace exigu et sensible, et qui doit par ailleurs assurer une fonction de drainage. Pour assurer la fonction de drainage, il est nécessaire que le passant à 80µm soit inférieur à 5%.

Une qualité de compactage q3 est prescrite pour l'ensemble des remblais contigus, sur toute la hauteur.

## D.7. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

### D.7.1. Construction des ouvrages en terre

Méthodologie d'exécution par :

- 1) Réalisation de redans d'accrochage des zones en déblais,
- 2) Méthode du remblai excédentaire pour l'élévation des ouvrages et atteindre les objectifs de densité.

Conception / Constitution des ouvrages en remblai, avec :

- 1) Couche de Fondation,
- 2) Carapace (perré) de protection contre l'érosion de surface,
- 3) Géomembrane imperméable ou autres dispositifs équivalents,

Les matériaux déblayés sont prévus pour être réutilisés sur site pour la construction des ouvrages en remblai. Ils proviennent des remblais anthropiques en place et surtout des alluvions sablo à limono-graveleux après traitements (mécanique, et aux liants si nécessaire).

Les perméabilités mesurées par les essais in-situ, les essais au laboratoire ou estimées par corrélation sur les alluvions sont relativement élevées (de l'ordre de  $10^{-5}$  à  $10^{-3}$  m/s), propres aux matériaux relativement grossiers. Les perméabilités des remblais sont difficiles à estimer du fait de la variabilité de nature du matériau et de l'épaisseur de la couche (probablement de l'ordre de  $10^{-7}$  à  $10^{-4}$  m/s).

Ces matériaux présentent en place des perméabilités ne permettant pas d'assurer l'étanchéité des barrages du bassin à construire. Selon le critère d'étanchéité de ces ouvrages dans le temps (à définir par le MOA et sa MOE), une méthode devra être choisie parmi plusieurs solutions techniques envisageables telles que la pose d'une géomembrane, la constitution d'un noyau d'argile par des matériaux d'apport ou le traitement des matériaux du site (exemples non-exhaustifs).

**D'autre part, les propriétés d'identification et de résistance au cisaillement des matériaux mis en œuvre pour le barrage et ouvrage en terre adoptées lors des études (voir §.E.2) devront être vérifiées avant le début des travaux.**

## D.7.2. Dispositions de drainage des ouvrages et plateformes

### D.7.2.1. Dérivations provisoires de la rivière La Grande Frayère en phase exécution

A détailler en G2 PRO

### D.7.2.2. Drainage des fonds de fouille en phase exécution

Afin faciliter les travaux de gros œuvre depuis le fond de fouille, il sera mis en œuvre une plateforme drainante, associée à des drains raccordés à des puisards équipés de pompe de chantier. La forme drainante aura une épaisseur minimale de 30 cm ; elle sera constituée de matériaux exempts de fines de granulométrie 20/40 mm, insensibles à l'eau et non évolutifs.

L'entreprise de gros œuvre réalisera les missions G3 phase étude et phase suivi concernant l'ensemble des ouvrages géotechniques de son marché.

### D.7.2.3. Tranchées drainantes à intégrer à l'ouvrage

Les pieds de barrages à l'extérieur du bassin devront nécessiter un drainage de récupération des écoulements. Le drainage périphérique devra être implanté le long des pieds des ouvrages en terre.

Des tranchées drainantes devront être constituées d'un drain routier avec une pente  $\geq$  à 1%. Ces drains routiers devront être posés dans une chaussette en géotextile remplie de matériaux drainants de type gravette. Le drain routier sera raccordé aux exutoires permanents du projet (rivière La Grande Frayère).

# E. ETUDE DE STABILITE DES OUVRAGES

## E.1. OBJET

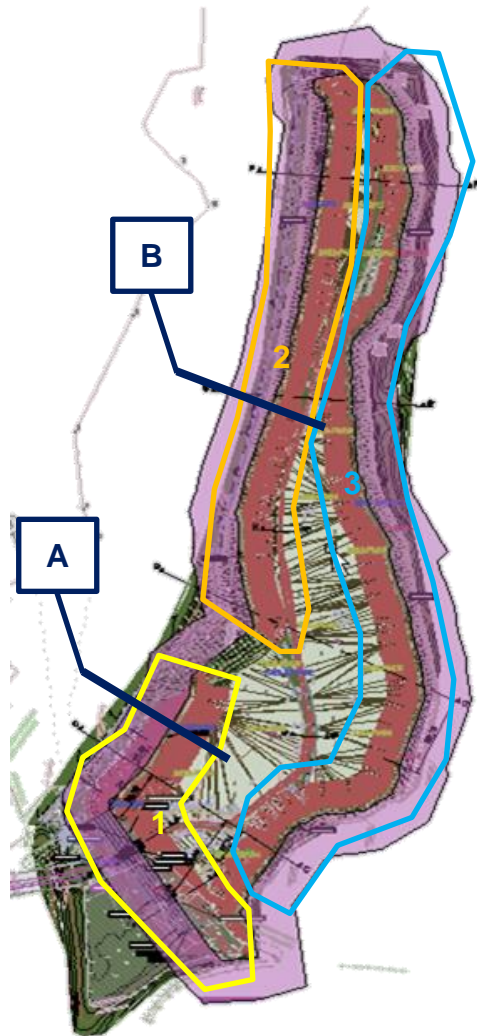
Le présent chapitre de la note établit l'étude de vérification des stabilités des barrages et ouvrages en terre de la mission G2 AVP.

Le projet en phase G2 AVP peut se diviser en 3 grandes zones (schématisées ci-contre) :

- 1) Zone courante de barrage (en jaune) avec une partie courante le long de l'A8 (crête à +22.0 NGF) et une partie déversant perpendiculaire à la vallée (crête à +20.5 NGF) – Ouvrage hydraulique ;
- 2) Zone en remblai d'aménagement en pied de l'autoroute A8 (en orange) – Autre type d'ouvrage ;
- 3) Zone de risberme en pied de versant rive gauche (en bleu) – Autre type d'ouvrage.

L'étude de la mission G2 AVP ne regarde pas les zones d'interface comme l'éperon rive droite (qui devra être purgé pour des raisons essentiellement hydrauliques) et l'entrée du tunnel.

Il a été convenu avec le MOE d'étudier 2 coupes de calcul à 2 localisations différentes, le barrage en section courante (A) et le remblai d'aménagement le long du soutènement de l'A8 (B), avec pour chacune 3 profils de conception (CT1 à 3) (voir le chapitre §.E.2). En complément, une vérification succincte en situation normale d'exploitation est donnée à titre informatif seulement pour la risberme.



## E.2. GEOMETRIES DU PROJET

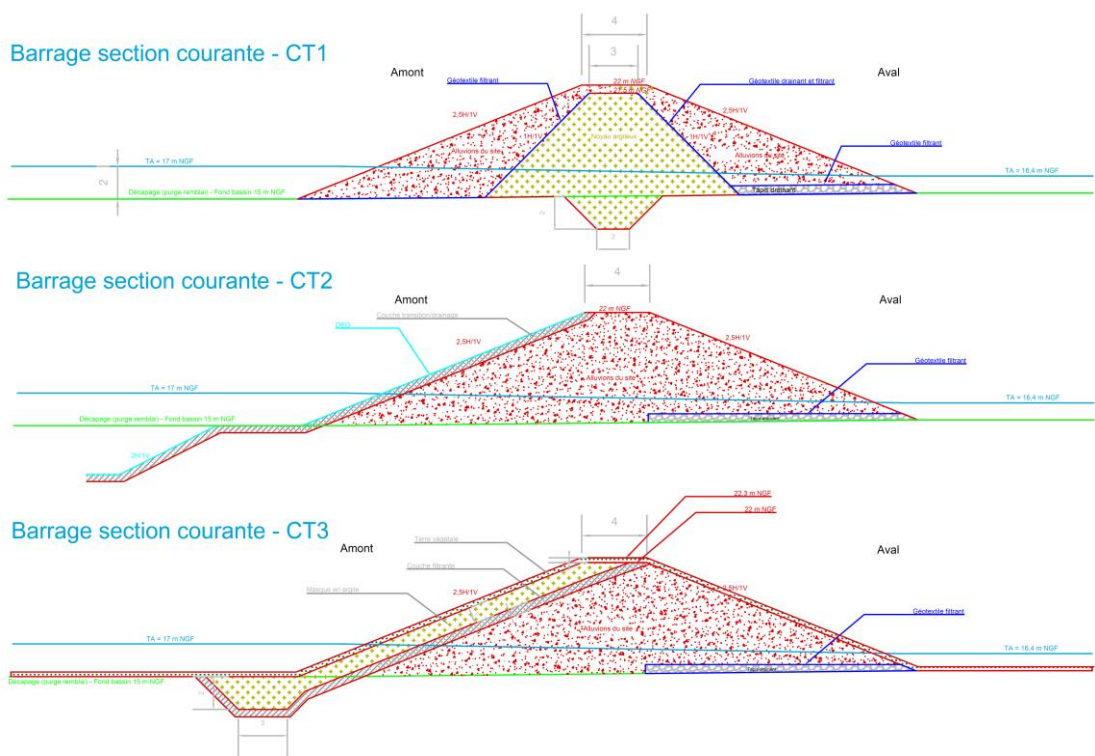
Se reporter au plan EP et fichiers rappelés au § A.5.1.

Nous rappelons ci-dessous les trois profils de conception du barrage en section courante [h] : CT1 avec un noyau d'argile, CT2 avec une étanchéité DEG (Dispositif d'Étanchéité par Géomembrane) et CT3 avec un masque amont d'argile.

Ces profils sont dessinés avec une pente 2,5H/1V. Dans un premier temps, le MOE a demandé d'étudier ces profils avec une pente 2H/1V afin de maximiser le volume de la retenue.

Nous retenons une marge enveloppe de 10cm sur la crête du barrage par sécurité, soit une crête à +22.1 NGF, également répercuté sur les talus.

Des conceptions équivalentes sont également étudiées pour les ouvrages adossés au soutènement de l'A8.



Trois profils de conception du barrage en section courante [h].

Ainsi plusieurs matériaux doivent être caractérisés mécaniquement pour la constitution du barrage. Ces hypothèses sont précisées dans le tableau qui suit.

| Matériau                                  | Coupes concernées | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $c'$ (kPa)       | $\varphi'$ (°) | kh (m/s)              | Kv (m/s)              |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| [M1] Remblai de digue (alluvions du site) | CT1, CT2, CT3     | 20                            | 3 <sup>(1)</sup> | 33             | 1.10-4                | 1.10-4                |
| [M2] Enrochement et drain                 | CT1, CT2, CT3     | 18                            | 0                | 40             | 1.10-2                | 1.10-2                |
| [M3] Noyau ou masque d'argile             | CT1, CT3          | 20                            | 10               | 25             | 1.10-9 <sup>(2)</sup> | 1.10-9 <sup>(2)</sup> |
| [M4] Étanchéité DEG                       | CT2               | 18                            | 2                | 33             | 1.10-8 <sup>(2)</sup> | 1.10-8 <sup>(2)</sup> |
| [M5] Couche filtrante                     | CT3               | 18                            | 0                | 33             | 5.10-3                | 5.10-3                |

(1) Les remblais [M1] sont mis en œuvre à partir des matériaux déblayés du site (principalement des alluvions (F2)). Du fait du mélange des différents faciès de ces alluvions, de la cohésion peut être pris en considération pour l'édification des barrages, épaulements et risbermes. De plus, pour limiter le risque d'érosion interne, des prescriptions sur la granulométrie des matériaux [M1] sont imposées, assurant un étalement granulométrique et donc la présence de fines.

(2) Les perméabilités des matériaux d'étanchement [M3] et [M4] sont prises à titre indicatif. Elles peuvent varier entre 1.10-9 et 1.10-7 m/s sans incidence sur les calculs, tant qu'un ordre de 100 les distingue des autres matériaux.

### E.3. CRUES ANTICIPÉES ET SITUATIONS DE CALCUL

L'Annexe I du CCTP définit les situations de calcul à étudier [g]. Elles sont rappelées ci-après de façon simplifiée en ne retenant que celles concernées par le projet en phase AVP.

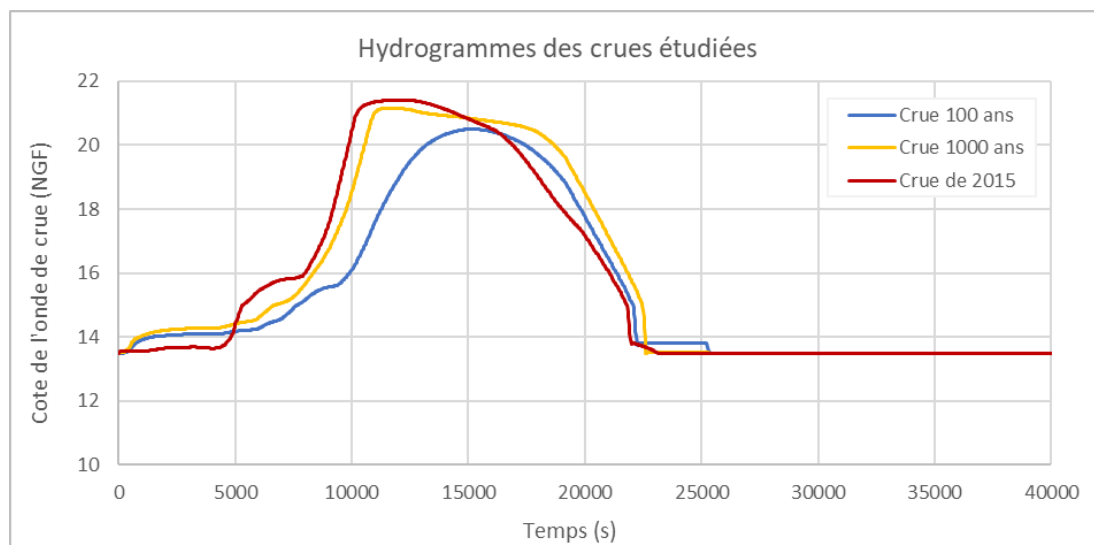
Les situations transitoires de fin de construction car les terrains de fondation sont considérés suffisamment drainant (pas de comportement court-terme) et ne sont donc pas étudiées en phase G2 AVP.

De plus, les vérifications de l'affouillement du pied amont ne sont pas faites au stade de la G2 AVP, puisqu'elles nécessitent des hypothèses détaillées sur l'hydrologie lors du mécanisme de remplissage du bassin.

Les trois crues à étudier sont définies par leur hydrogramme dessiné sur la figure suivante :

- La crue centennale 100 ans avec une hauteur maximale de remplissage de +20.50 NGF,
- La crue millénale 1000 ans avec une hauteur maximale de remplissage de +21.16 NGF,
- La crue extrême de 2015 avec une hauteur maximale de remplissage de +21.41 NGF.

Ces hydrogrammes de crue ont été définis pour une géométrie du bassin avec une pente 2H/IV et du pertuis de fond de 3,7m x 1m. Ils seront donc possiblement révisés lors des études G2 PRO le cas échéant.



Trois hydrogrammes de crue à étudier pour le projet en phase G2 AVP.

Ces hydrogrammes de crue constituent une donnée d'entrée pour les calculs de stabilité en régime transitoire.

Les coefficients partiels et de modèle utilisés pour la vérification au glissement et au soulèvement hydraulique sont définis dans les recommandations du CFBR de 2015 et rappelés ci-dessous (référence xiii). Leurs méthodes d'application sont décrites au chapitre §.E.4.

| Situations                           | Coefficient partiel $\gamma_m$ sur $c'$ et $\tan \phi'$ | Coefficient partiel $\gamma_m$ sur le poids volumique | Coefficient de modèle $\gamma_d$ |
|--------------------------------------|---|---|----------------------------------|
| normale d'exploitation               | 1,25  | 1   | 1,2                              |
| rare de crue                         | 1,2   | 1   | 1,2                              |
| transitoire ou rare                  | 1,1   | 1   | 1,2                              |
| exceptionnelle de crue (PHE)         | 1,1   | 1   | 1,2                              |
| extrêmes de crue, sismique ou autres | 1   | 1   | 1,1                              |

Tableau 4.3 – Les coefficients partiels et de modèle pour l'ELU de stabilité d'ensemble (glissement)

| Situation...                         | Coefficient partiel $\gamma_m$ sur le poids du sol | Coefficient partiel sur la pression d'eau $\gamma_u$ |
|--------------------------------------|--|--|
| normale d'exploitation               | 0,90   | 1,2  |
| rare de crue                         | 0,90   | 1,2  |
| transitoire ou rare                  | 0,90   | 1,2  |
| exceptionnelle de crue (PHE)         | 0,90   | 1,2  |
| extrêmes de crue, sismique ou autres | 1  | 1,1  |

Tableau 4.5 – Coefficients partiels – ELU de soulèvement hydraulique

| Situation de calcul pour un barrage en remblai de classe C                  |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Situation de projet   | Commentaires et cote de remplissage   | Description  | États limites  |
| <b>Situations normales d'exploitation</b>                                   |   |  |  |
| <b>Situation normale d'exploitation – hors crue</b>                         | <b>Retenue vide</b><br><b>+16.00 NGF</b>  | Établissement du régime permanent de piézométrie dans le corps de la digue. La piézométrie est imposée par le niveau de la rivière et éventuellement la nappe.   | Glissement du talus amont  |
|   |   |  | Glissement du talus aval   |
|   |   |  | Défaut de portance de la fondation / tassement                       |
| <b>Situation normale d'exploitation – crue</b>                              | Crue de projet (niveau de protection de l'aménagement hydraulique)<br><b>Crue 100 ans</b><br><b>+20.50 NGF</b>        | Élévation de la ligne d'eau après que le régime permanent a été établi. Étude régime transitoire de la piézométrie dans le corps de la digue (études des écoulements interne à prévoir). <b>À titre sécuritaire, le dimensionnement est réalisé en régime permanent.</b> | Glissement du talus aval   |
|   |   |  | Affouillement du pied amont  |
|   |   |  | Défaut de portance de la fondation / tassement                       |
|   |   |  | Érosion interne  |
| <b>Situations de crue</b>   |   |  |  |
| <b>Situation exceptionnelle de crue</b>                                     | Niveau de PHE, pour un barrage en remblai de classe C : Q1 000 ans<br><b>Crue 1 000 ans</b><br><b>+21.16 NGF</b>      | Élévation de la ligne d'eau après que le régime permanent a été établi. Étude régime transitoire car les pressions interstitielles n'ont pas nécessairement le temps de s'établir (études des écoulements interne à prévoir)   | Glissement du talus aval   |
|   |   |  | Affouillement pied amont   |
|   |   |  | Soulèvement pied aval  |
|   |   |  | Érosion interne  |
| <b>Situation rare de <u>décru</u>/ vidange rapide</b>                       | Décru rapide après situation normale de crue (crue de protection)<br><b>Crue 100 ans</b><br><b>+20.50 NGF</b>         | Ce calcul est à faire en régime transitoire (étude des écoulements internes) mais peut éventuellement être simplifié par un calcul en régime permanent plus défavorable.   | Glissement du talus amont  |
| <b>Situation rare de dégradation de l'étanchéité ou du drainage</b>         | Niveau de la retenue égal au niveau de protection<br><b>Crue 100 ans</b><br><b>+20.50 NGF</b>                         | Ce calcul est à faire en régime transitoire de la piézométrie dans le corps de la digue (études des écoulements interne à prévoir).  | Glissement du talus aval<br>Érosion interne<br>Soulèvement pied aval |
| <b>Situations accidentelles ou extrêmes de crue</b>                         |   |  |  |
| <b>Situation extrême de crue (crue de danger)</b>                           | Période de retour 10 000 ans pour un barrage de classe C<br><b>Crue 2015</b><br><b>+21.41 NGF</b>                     | Etude régime transitoire car les pressions interstitielles n'ont pas nécessairement le temps de s'établir (études des écoulements interne à prévoir)   | Glissement du talus aval   |
|   |   |  | Affouillement pied amont   |
|   |   |  | Soulèvement pied aval  |
|   |   |  | Érosion interne  |
| <b>Situation extrême de décu rapide (si justifié)</b>                       | Depuis le niveau de crue extrême de la rivière (cote de danger)<br><b>Crue 2015</b><br><b>+21.41 NGF</b>              | Ce calcul est à faire en régime transitoire (étude des écoulements internes) mais peut éventuellement être simplifié par un calcul en régime permanent plus défavorable.   | Glissement du talus amont  |
|   |   |  | Érosion interne  |
| <b>Situation extrême de séisme (SES)</b>                                    | On considère que cette situation ne peut pas être concomitante d'une crue<br><b>Retenue vide</b><br><b>+16.00 NGF</b> | Effet des efforts d'inertie, et surtout, dans certains cas, augmentation des pressions interstitielles.  | Glissement du talus amont  |
|   |   |  | Glissement du talus aval   |
|   |   |  | Liquéfaction   |
| <b>Situation accidentelle de dégradation de l'étanchéité et du drainage</b> | Niveau de la retenue égal au niveau de protection<br><b>Crue 100 ans</b><br><b>+20.50 NGF</b>                         | Ce calcul est à faire en régime transitoire de la piézométrie dans le corps de la digue (études des écoulements interne à prévoir).  | Glissement du talus aval<br>Érosion interne<br>Soulèvement pied aval |

## E.4. METHODOLOGIE DES VERIFICATIONS GEOTECHNIQUES

Plusieurs vérifications géotechniques sont demandées (voir §.E.3).

- **Vérifications de la portance et des tassements** : Les calculs sont faits de manière analytique, au cas de charge ELS Quasi-Permanent et Caractéristique, selon la méthode pressiométrique de la norme NF P 94-261.  
Ces premières estimations des tassements sont vérifiées avec la méthode élastique à l'aide du logiciel FOXTA (TASSELDO). Les tassements sont calculés en unidirectionnel avec un comportement élastique linéaire dont le module élastique est déduit du module pressiométrique via la loi de dégradation de TERRASOL (2020) définie sous des radiers. Lorsque cela s'avère nécessaire, la couche de sol F2 est subdivisée en sous-couches afin d'affiner le taux de déformation et donc le module élastique associé ;
- **Vérifications au glissement** : Dans un premier temps, les calculs sont réalisés en régime permanent à l'aide du logiciel TALREN. Cet outil numérique permet de vérifier la stabilité des pentes avec les jeux de coefficients de sécurité des différentes situations de calcul définis au §.E.3 CRUES ANTICIPEES ET SITUATIONS DE CALCUL (facteur de sécurité final recherché supérieur à 1), en estimant la perte de charge dans le barrage à partir des perméabilités renseignées. Il permet également de faire les vérifications au séisme avec la méthode pseudo-statique en renseignant les coefficients sismiques horizontal et vertical correspondants à l'accélération maximale. Cette méthode simplifiée permet de simplifier grandement les calculs, mais elle ne permet pas de prendre en considération le spectre de réponse élastique.  
Dans un deuxième temps, si les calculs en régime permanent ne sont pas satisfaisants, ils sont réalisés en régime transitoire à l'aide du logiciel PLAXIS avec son module PLAXFLOW. Il permet de tenir compte des variations du niveau d'eau dans le bassin au cours du temps (hydrogramme de crue). Ainsi, les vérifications tiennent compte de la non-saturation du barrage et des pressions interstitielles réelles (approche plus réaliste). Les jeux de coefficients de sécurité ne sont pas saisis dans les données d'entrée. Par conséquent, le facteur de sécurité global calculé par l'opération « c'-phi' réduction » doit être supérieur au produit du coefficient partiel sur les paramètres de cisaillement et du coefficient de modèle pour la situation concernée.  
NB : Le facteur de sécurité obtenu est valable pour l'ensemble de la coupe. Il ne correspond pas spécifiquement à la vérification d'un talus particulier. Toutefois, les talus aval étant en grande partie vérifiés en régime permanent, le facteur obtenu correspond à celui du talus amont comme le montre les résultats en déformation (vérification du mécanisme) ;
- **Vérifications du soulèvement en pied aval** : L'état-limite de soulèvement hydraulique au pied aval est à vérifier lorsque, en aval du barrage, la stratification géologique comporte une couche de sol peu perméable surmontant une ou des couches de sol plus perméables. Cela peut conduire à ce que s'établissent, sous cette couche de sol, des pressions d'eau pouvant la déstabiliser. Le critère de stabilité s'exprime en équilibre : comparaison du poids de la couche de sol peu perméable et des pressions d'eau sous cette couche, en considérant : la pression d'eau agissant sous la couche de sol ( $u$ ) et la contrainte totale apportée par le poids de la couche de sol ( $\sigma'_v$ ), en tenant compte respectivement des coefficients partiels  $\gamma_u$  et  $\gamma_m$  définis au §.E.3 CRUES ANTICIPEES ET SITUATIONS DE CALCUL et en négligeant la cohésion.
- **Vérifications de l'érosion interne** : Il s'agit de vérifier le risque d'érosion lié aux différents mécanismes d'initiation de l'érosion interne, à savoir l'érosion de conduit, de contact, régressive ou suffusion. Au stade de l'étude, les mécanismes d'érosion de contact et de suffusion sont étudiés de manière qualitative préliminaire à partir de critères granulométriques ou hydrauliques. En effet, pour le moment aucun essai spécifique n'a été réalisé (voir §.B.6.3).

## E.5. ETUDE DU BARRAGE EN SECTION COURANTE - COUPE A

### E.5.1. Vérification de la portance et des tassements

La vérification de la portance et l'estimation des tassements sont faits à l'ELS QP et CARA selon la méthode pressiométrique de la norme NF P 94-261.

Les détails des calculs sont joints en Annexe 4 : Vérification de la portance à l'ELS CARA et estimation des tassements à l'ELS QP selon la méthode pressiométrique – Coupe A.

#### E.5.1.1. Portance du sol (ELU et ELS)

Le principe consiste à vérifier que l'inégalité en contrainte suivante est satisfaite :

$$q_d - q_0 \leq q_{v;d}$$

Où :  $q_d$  est la charge verticale transmise par la fondation au terrain  
 $q_0$  est la contrainte en place initiale (négligée de façon sécuritaire)  
 $q_{v;d}$  est la contrainte de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation

#### Calcul de $q_{v;d}$

La valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation est déterminée par

$$q_{v;d} = \frac{q_{v;k}}{\gamma_{R;v}}$$

Où :  $\gamma_{R;v}$  est le facteur partiel pour le calcul de la portance  
 $q_{v;k}$  est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation

$$q_{v;k} = \frac{q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :  $q_{net}$  est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle calculée ici selon la méthode pressiométrique

$\gamma_{R;d;v}$  est le coefficient de modèle associé ici à la méthode pressiométrique

#### Calcul de $q_{net}$

On utilise la méthode pressiométrique détaillée dans l'annexe D de la norme NF P 94-261 :

$$q_{net} = k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta$$

Avec :  $k_p$  Facteur de portance pressiométrique, égal à 1,00 ;  
 $p_{le}^*$  Pression limite nette équivalente, égale à 0,45 MPa (fondée sur la couche F2);  
 $i_\delta$  Coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement, égal à 1,00 ;  
 $i_\beta$  Coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente, égal à 1,00 ;

Les paramètres  $k_p$ ,  $p_{le}^*$ ,  $i_\delta$  et  $i_\beta$  sont calculés selon l'annexe D la norme NF P 94-261.

#### Facteurs partiels/coefficients de modèle

$\gamma_{R;v}$  Facteur partiel permettant le calcul de la portance

$\gamma_{R;v} = 2,3$  aux ELS caractéristiques et quasi-permanents

$\gamma_{R;d;v}$  Coefficient de modèle associé à la méthode pressiométrique  $\gamma_{R;d;v} = 1,2$

Les contraintes de calcul seront limitées aux valeurs suivantes :

$$q'_{v;dELS} = 163 \text{ kPa}$$

Cette contrainte de calculs correspond à la portance des alluvions limono-graveleuses à cailloux et/ou blocs (F2).

Ainsi l'inégalité est satisfaite :  $q_d - q_0 \leq q_{v;d}$  puisque :

$$q_d = 7 \cdot 20 + 10 \cdot 1,0 = 150 \text{ kPa (ELS CARA)}$$

$$\text{Et } q_{v;d} = 163 \text{ kPa}$$

### E.5.1.2. Tassements prévisionnels sous fondations

Les tassements totaux sous le barrage, apparentée à une semelle filante de 18m de large, sont estimés à l'ELS QP en appliquant le poids de l'ouvrage avec un poids volumique théorique de 20 kN/m<sup>3</sup> sur une hauteur de 7m ainsi qu'une surcharge d'exploitation de 10 kPa coefficientée de 0,6. Pour rappel, la contrainte en place initiale due à la purge n'est pas prise en compte.

Dans un premier temps, ils sont estimés par analogie à une semelle filante avec la méthode pressiométrique selon les préconisations de l'annexe H la norme NF P 94-261. Les tassements attendus à l'ELS QP seraient de l'ordre de 6 cm.

Dans un deuxième temps, ils sont estimés jusqu'à 9 cm à l'axe du barrage, sous l'axe de l'ouvrage avec la méthode élastique à l'aide de FOXTA.

L'ordre de grandeur des tassements attendus à l'axe serait du demi-décimètre au décimètre.

Ces tassements devront être pris en compte pour la géométrie du barrage lors de la réalisation des travaux. Toutefois, ces tassements vont se produire rapidement et ne devraient pas nécessiter leur anticipation dans l'édification du barrage.

### E.5.2. Vérification au glissement du talus amont

La vérification au glissement du talus amont est demandée pour les situations suivantes :

- En situation normale d'exploitation avec la retenue vide ;
- En situation rare de décrue rapide pour la crue centennale ;
- En situation extrême de décrue rapide pour la crue de 2015 ;
- En situation extrême de séisme avec la retenue vide.

L'ensemble des résultats sont détaillés ci-après, et joints en Annexe 5 : Vérification au glissement du talus amont – Coupe A.

#### E.5.2.1. Talus amont - En situation normale d'exploitation

La situation normale d'exploitation est calculée en régime permanent, à l'aide du logiciel TALREN.

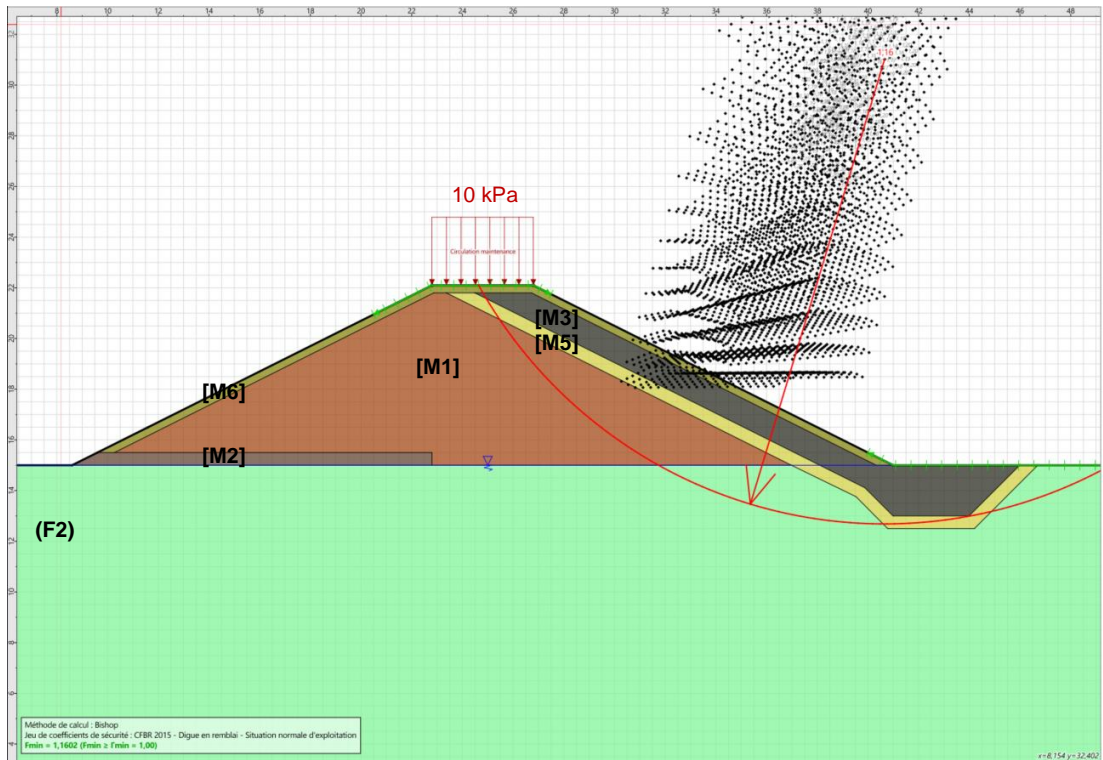
Le niveau de la nappe est pris au terrain final à +15.0 NGF (hypothèse défavorable par rapport au niveau EB attendu vers +13.5 NGF, à confirmer en G2 PRO avec le rapport d'étude hydrogéologique).

Une surcharge d'exploitation liée à la circulation de maintenance est prise en compte en crête d'une valeur de 10 kPa.

Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| <b>Profil</b> | <b>A – CT1</b> | <b>A – CT2</b> | <b>A – CT3</b> |
|---------------|----------------|----------------|----------------|
| <i>Fmin</i>   | 1,06           | 1,08           | 1,16           |

Nous proposons en illustration la coupe de calcul A avec le profil de conception CT3.

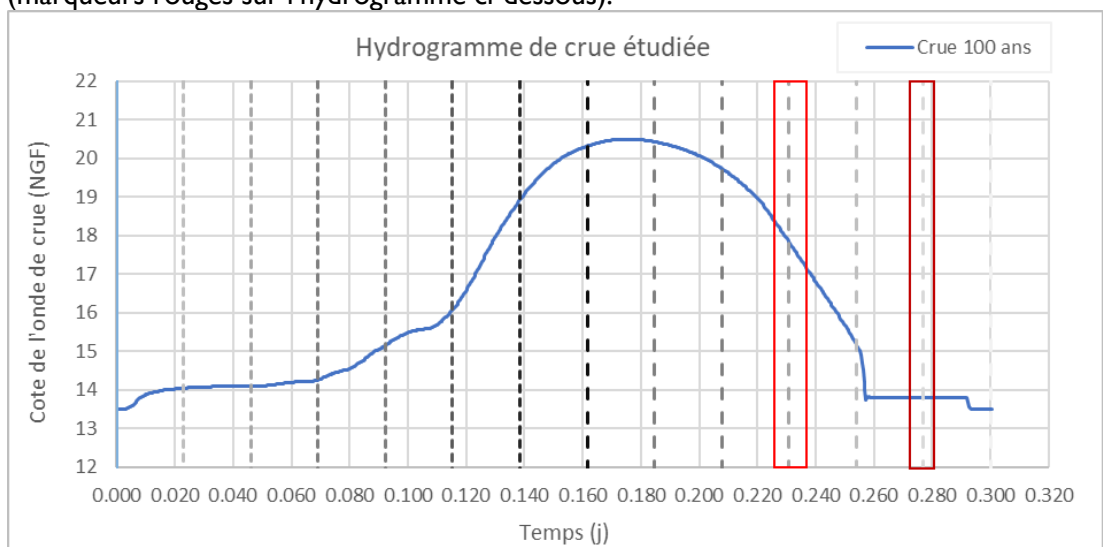


### E.5.2.2. Talus amont - En situation rare de décrue/vidange rapide

La situation rare de décrue/vidange rapide est calculée en régime transitoire, à l'aide du logiciel PLAXIS. Le facteur de sécurité global recherché est de  $1,2 \times 1,2 = 1,44$ .

Le niveau de la nappe est pris à +13.5 NGF, en tenant compte de l'hydrogramme de crue centennale 100 ans atteignant +20.5 NGF (voir §.E.3).

La situation est vérifiée au cours de la décrue au temps  $T = 0,231$  jour et en fin de décrue (marqueurs rouges sur l'hydrogramme ci-dessous).



Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

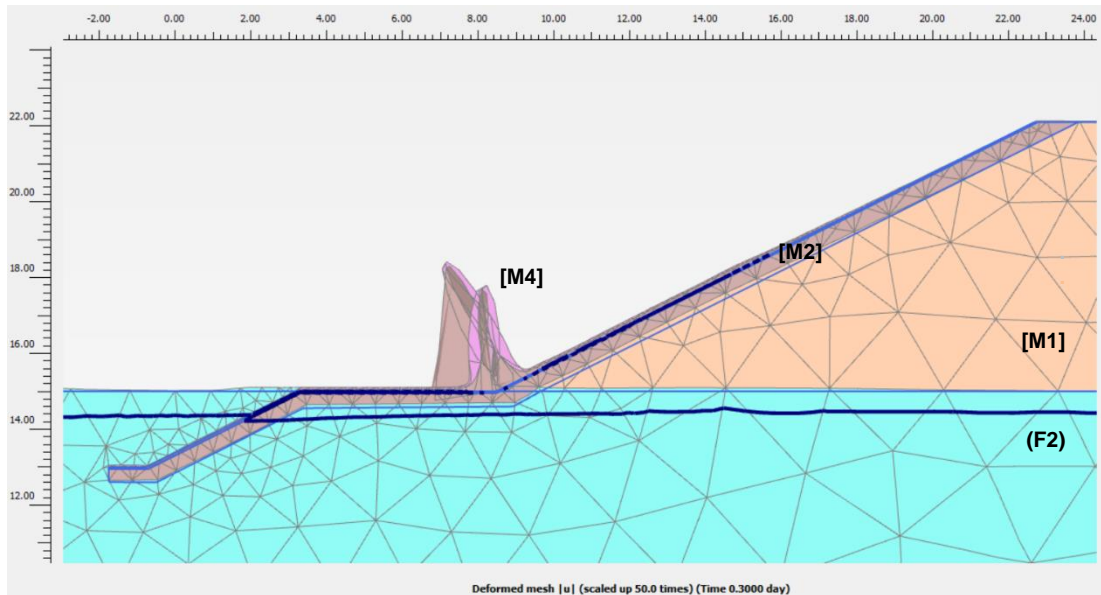
| Profil                  | A - CT1 | A - CT2 | A - CT3 |
|-------------------------|---------|---------|---------|
| $F_{min}$ à $T=0,231$ j | 1,52    | 0,75*   | 1,51    |
| $F_{min}$ à $T=0,300$ j | 1,62    | 0,11*   | 1,63    |

\*Artefact de modélisation de la membrane DEG en élément volumique (car situation extrême ok) ?

NB : Artefact de modélisation de la membrane DEG en élément volumique.

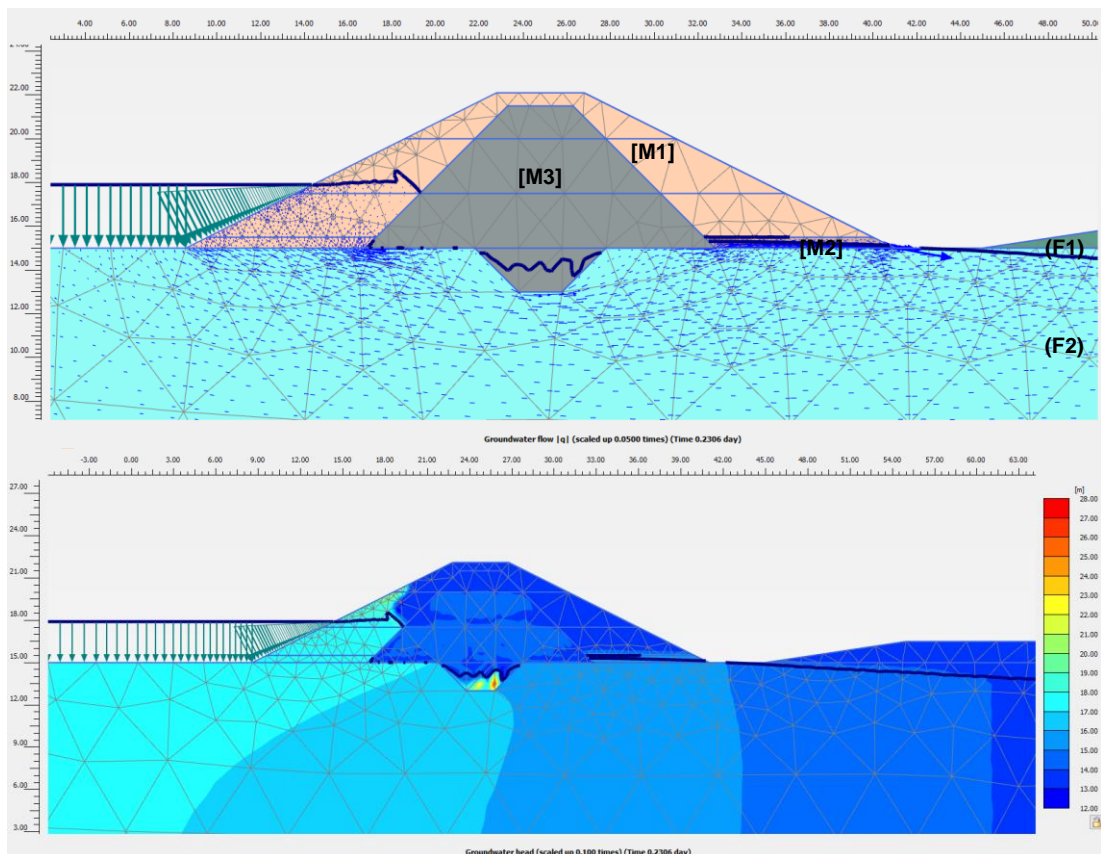
La membrane DEG a été modélisée en élément volumique de 5cm . La modéliser avec un segment interdisant l'écoulement ne permettait pas d'initialiser et converger les écoulements lors de la première phase de calcul dans un temps compatible avec les études. Toutefois, la faible épaisseur de cet élément peut conduire à une rupture purement numérique, comme on peut le constater en observant la série des facteurs de sécurité obtenue ci-dessous pour les 3 situations de crue ainsi que le mécanisme de rupture associé.

| Profil            | 100 ans | 1000 ans | 2015 |
|-------------------|---------|----------|------|
| A – CT2 à T=0,23j | 0,75    | 0,76     | 1,31 |
| A – CT2 à T=0,30j | 0,11    | 1,27     | 0,22 |



Mécanisme de rupture de la CT2 à T=0,3j pour la crue 100 ans.

Nous proposons en illustration la coupe de calcul A avec le profil de conception CT1.



À titre indicatif et pour comparaison, nous proposons d'estimer les débits passants à travers le barrage pour les trois profils de conception.

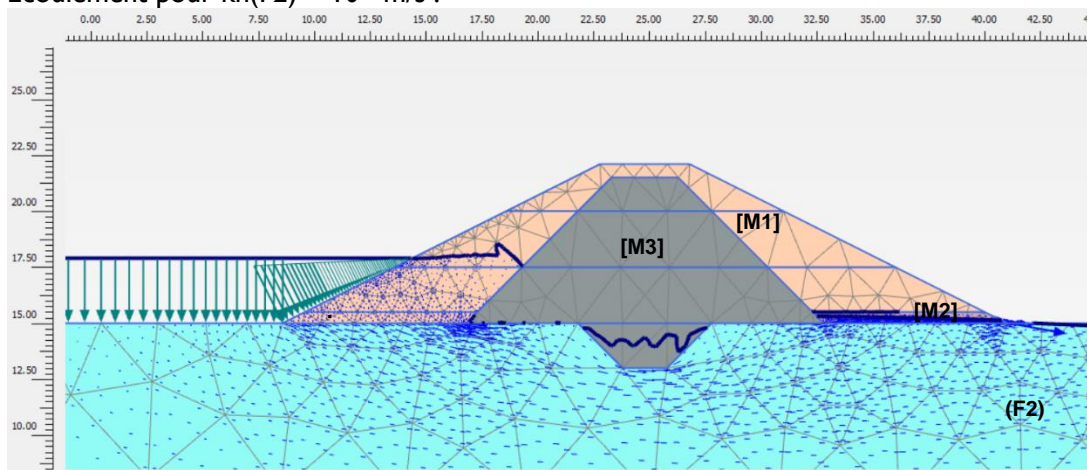
|   | Débit (m <sup>3</sup> /j) | A - CT1 | A - CT2 | A - CT3 |
|---|---------------------------|---------|---------|---------|
| Total sur le modèle au droit du barrage |                           | 88,7    | 83,0    | 92,8    |
| Total en aval du barrage                |                           | 83,4    | 70,3    | 82,2    |
| Exhaure sortant du barrage              |                           | 5,3     | 12,7    | 10,6    |

La conception de l'étanchéité de l'ouvrage a une incidence sur les débits d'exhaure. Par exemple, le noyau argileux contraint plus les écoulements à passer dans la fondation alluvionnaire étant suffisamment perméable (hypothèse de bas  $k_h = 10^{-3}$  m/s). Toutefois, la perméabilité retenue pour la fondation a une forte incidence sur le débit d'exhaure estimé (voir l'étude de sensibilité fait en exemple sur la CT1).

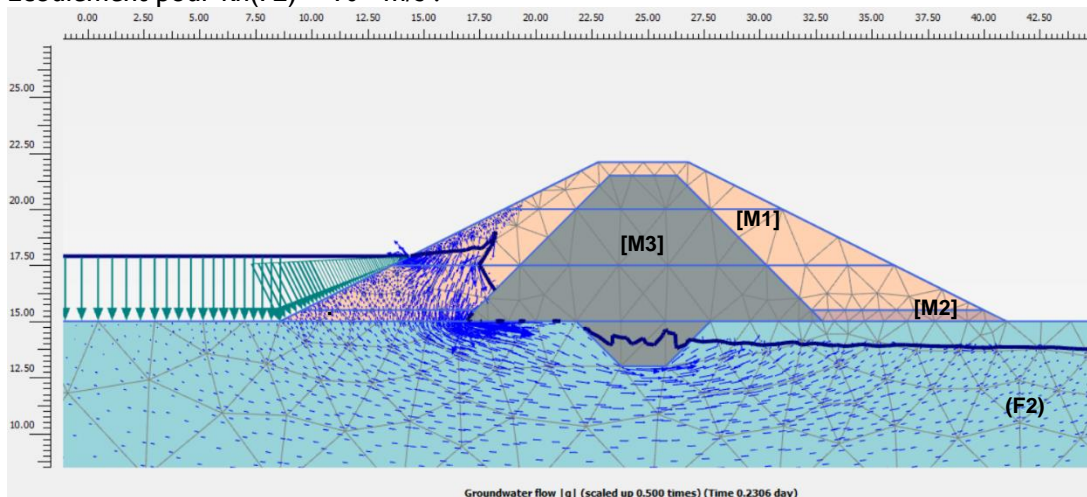
En complément, une étude de sensibilité sur la perméabilité de la fondation est menée sur le profil CT1 sur la gamme de perméabilité retenue pour les alluvions (§.B.4.4). Elle permet de vérifier l'aspect sécuritaire des perméabilités du sol de fondation par rapport à celles du barrage vis-à-vis des vérifications au glissement.

| Profil A-CT1     | $k_h = 10^{-3}$ m/s | $k_h = 10^{-4}$ m/s | $k_h = 10^{-5}$ m/s |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Fmin à T=0,231 j | 1,515               | 1,522               | 1,601               |

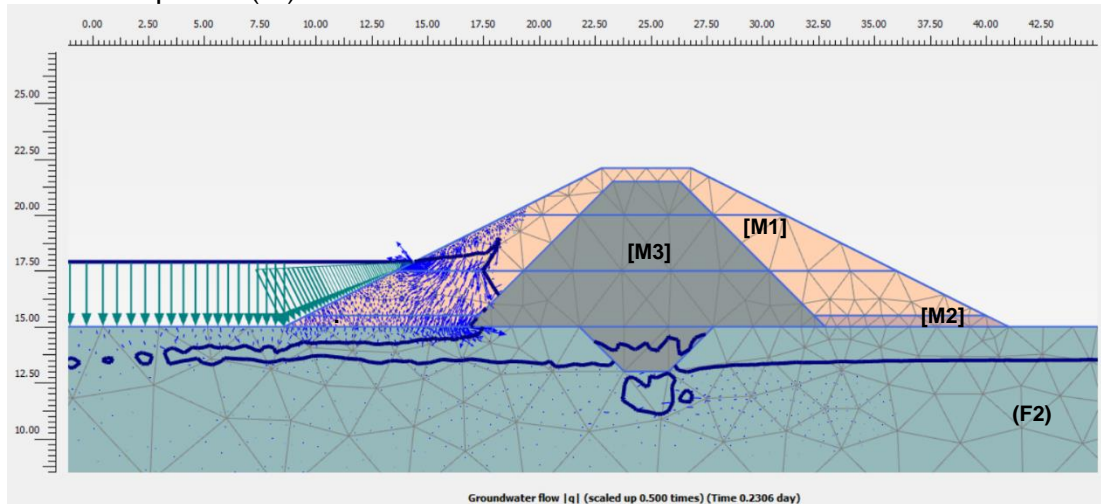
Écoulement pour  $k_h(F2) = 10^{-3}$  m/s :



Écoulement pour  $k_h(F2) = 10^{-4}$  m/s :



Écoulement pour  $kh(F2) = 10^{-5}$  m/s :



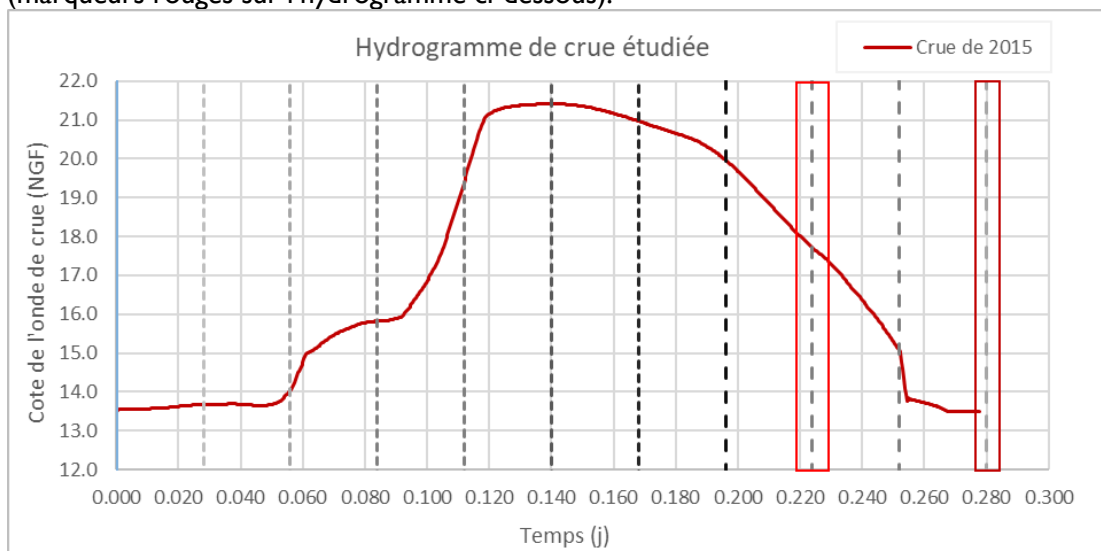
NB : Avec une perméabilité horizontale plus faible ( $kh < 10^{-3}$  m/s), le drain aval n'est plus en charge. Il s'agit d'un biais de modélisation. En effet, l'hydrogramme de crue donnée ne concerne que le niveau amont de la retenue. Au stade de l'étude, le niveau en aval est laissé constant à +13.5 NGF. Avec une perméabilité de  $10^{-3}$  m/s, la nappe peut s'équilibrer progressivement jusqu'à retrouver une valeur de +13.5 NGF en limite de modèle, avec de l'eau en exutoire. Avec une perméabilité plus faible, l'eau reste coincée sous la moitié aval du barrage à +13.5 NGF (contrainte du modèle). Or étant donné le fonctionnement de la nappe, il est probable que celle-ci augmente jusqu'au TA lors d'une crue (synchrone ou légèrement retardée).

### E.5.2.3. Talus amont - En situation extrême de décrue/ vidange rapide

La situation rare de décrue/vidange rapide est calculée en régime transitoire, à l'aide du logiciel PLAXIS. Le facteur de sécurité global recherché est de  $1,0 \times 1,1 = 1,10$ .

Le niveau de la nappe est pris à +13.5 NGF, en tenant compte de l'hydrogramme de crue de 2015 atteignant +21.41 NGF (voir §.E.3).

La situation est vérifiée au cours de la décrue au temps  $T = 0,224$  jour et en fin de décrue (marqueurs rouges sur l'hydrogramme ci-dessous).

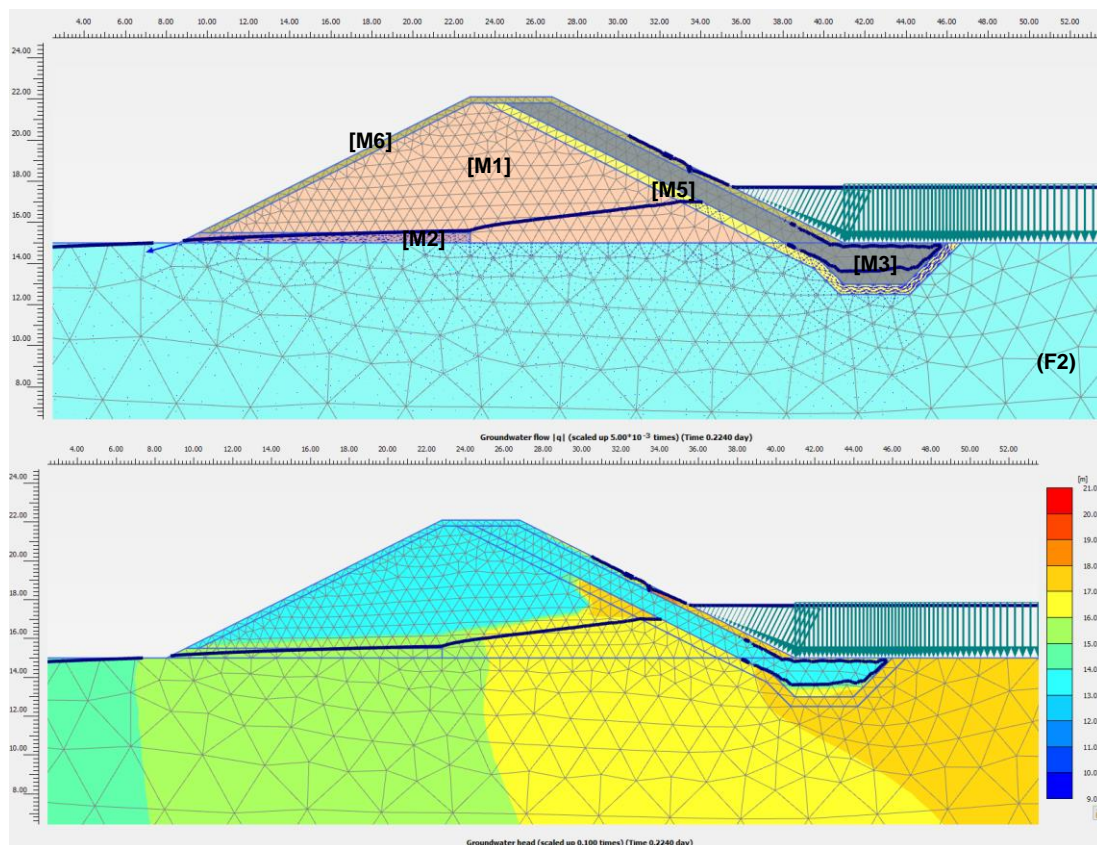


Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil                  | A – CT1 | A – CT2 | A – CT3 |
|-------------------------|---------|---------|---------|
| $F_{min}$ à $T=0,224$ j | 1,52    | 1,31    | 1,51    |
| $F_{min}$ à $T=0,300$ j | 1.62    | 0,22*   | 1,62    |

\*Artefact de modélisation de la membrane DEG en élément volumique (car situation extrême ok) ?

Nous proposons en illustration la coupe de calcul A avec le profil de conception CT3.



#### E.5.2.4. Talus amont - En situation extrême de séisme

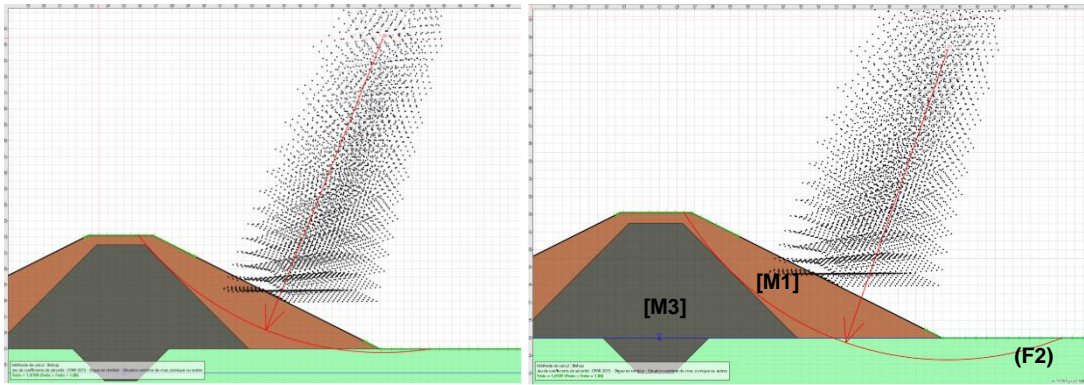
La situation extrême de séisme est calculée à l'aide du logiciel TALREN avec la méthode pseudo-statique avec les paramètres définis au §.C.2.3.

Le niveau de la nappe est pris au terrain final à +13.5 NGF et +15.0 NGF (hypothèse défavorable par rapport au niveau EB attendu vers +13.5 NGF, à confirmer en G2 PRO avec le rapport d'étude hydrogéologique) pour étudier sa sensibilité sur les résultats.

Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante pour un sol de classe D. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil                | A – CT1 | A – CT2 | A – CT3 |
|-----------------------|---------|---------|---------|
| $F_{min}$ à +13.5 NGF | 1,08    | 1,08    | 1,17    |
| $F_{min}$ à +15.0 NGF | 1,01    | 1,01    | 1,04    |

Nous proposons en illustration la coupe de calcul A avec le profil de conception CT1 avec un niveau de nappe à +13.5 NGF (à gauche) et +15.0 NGF (à droite).



NB : Lorsque la nappe se trouve au niveau actuel de +13.5 NGF, la surface de rupture intéresse pratiquement uniquement le barrage (sans intercepter le noyau argileux). Lorsqu'elle se trouve plus haute (hypothèse sécuritaire), la surface de rupture intéresse également le terrain support.

Les vérifications au séisme sont assurées avec la méthode pseudo-statique pour une pente de talus amont de 2H/IV.

Une étude de sensibilité a été menée sur la classe de sol considérée. Pour rappel, sur les sondages pressiométriques les plus pertinents, les alluvions au-delà de +15.0 NGF seraient de la classe C, et à la limite C/D sur le sondage 2022-SPI le plus proche de la section courante (§.B.6.1). Ainsi, la classe D était retenue en première approche (hypothèse sécuritaire). En considérant l'hypothèse d'une classe C à titre informatif, les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

|                 | <i>F<sub>min</sub></i> | <b>A – CT1</b> | <b>A – CT2</b> | <b>A – CT3</b> |
|-----------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Classe D</b> | +13.5 NGF              | 1,08           | 1,08           | 1,17           |
|                 | +15.0 NGF              | 1,01           | 1,01           | 1,04           |
| <b>Classe C</b> | +13.5 NGF              | 1,10           | /              | 1,19           |
|                 | +15.0 NGF              | 1,04           | /              | 1,06           |

Au stade actuel de l'étude, l'ouvrage est vérifié au séisme quel que soit le profil de conception et le niveau de nappe retenu.

### E.5.3. Vérification au glissement du talus aval

La vérification au glissement du talus amont est demandée pour les situations suivantes :

- En situation normale d'exploitation avec la retenue vide ;
- En situation normale d'exploitation avec un niveau de crue centennale ;
- En situation exceptionnelle de crue rapide pour la crue millénaire ;
- En situation extrême de crue rapide pour la crue de 2015 ;
- En situation extrême de séisme avec la retenue vide.

Le cas de dégradation de l'étanchéité ou du drainage est également demandé vis-à-vis de la stabilité au glissement du talus aval, en situation rare pour la crue centennale.

L'ensemble des résultats sont détaillés ci-après, et joints en Annexe 6 : Vérification au glissement du talus aval – Coupe A.

#### E.5.3.1. Talus aval - En situation normale d'exploitation

La situation normale d'exploitation est calculée en régime permanent, à l'aide du logiciel TALREN.

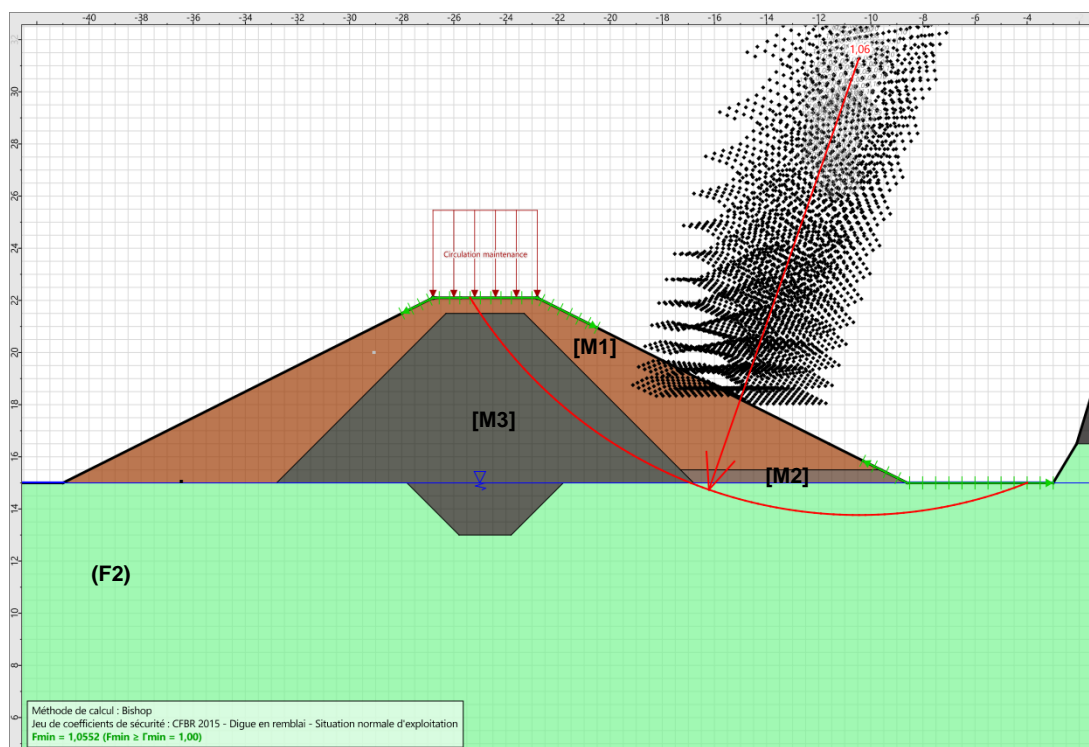
Le niveau de la nappe est pris au terrain final à +15.0 NGF (hypothèse défavorable par rapport au niveau EB attendu vers +13.5 NGF, à confirmer en G2 PRO avec le rapport d'étude hydrogéologique).

Une surcharge d'exploitation liée à la circulation de maintenance est prise en compte en crête d'une valeur de 10 kPa.

Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil      | A - CT1 | A - CT2 | A - CT3 |
|-------------|---------|---------|---------|
| <i>Fmin</i> | 1,06    | 1,09    | 1,10    |

Nous proposons en illustration la coupe de calcul A avec le profil de conception CT1.



### E.5.3.2. Talus aval - En situation normale d'exploitation sécuritaire

Dans le CCTP, il est demandé conformément à l'arrêté (xvi) une vérification du talus aval en situation normale d'exploitation avec le barrage rempli à +20.5 NGF (crue centennale) en régime permanent.

La situation normale d'exploitation sécuritaire est calculée en régime permanent, à l'aide du logiciel TALREN, en utilisant le module écoulement pour définir la perte de charge dans le barrage à partir des perméabilités définies.

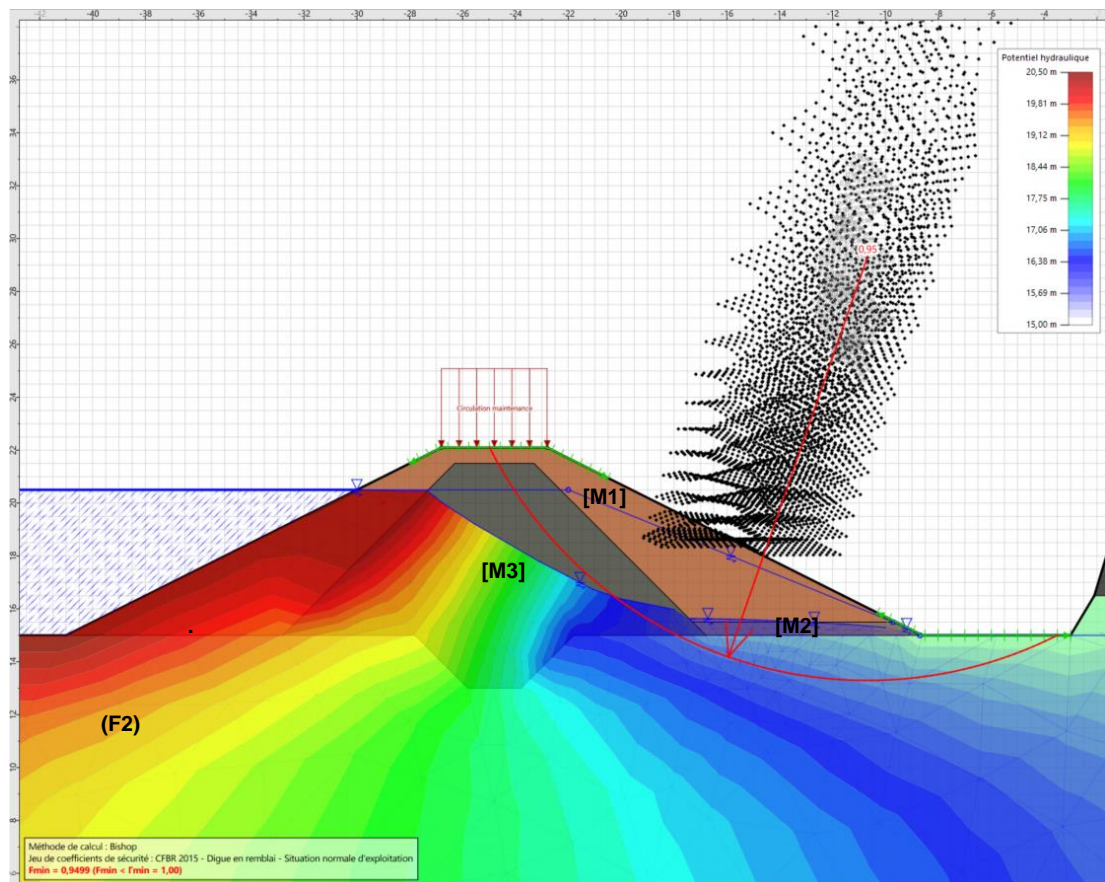
Le niveau de la nappe est pris en aval au terrain final à +15.0 NGF (hypothèse à confirmer en G2 PRO) et en amont à la cote +20.5 NGF.

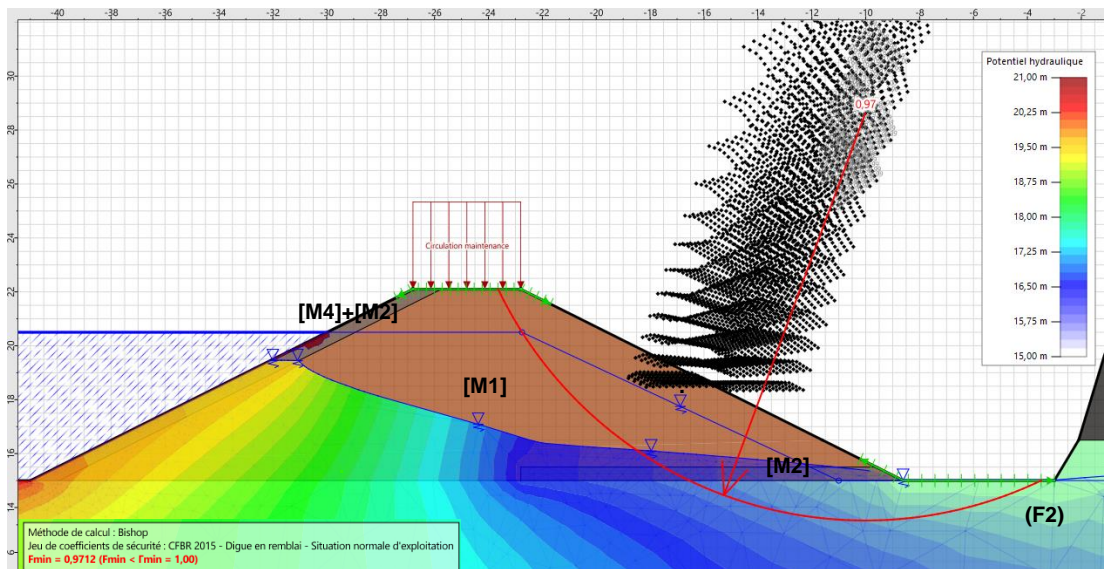
Une surcharge d'exploitation liée à la circulation de maintenance est prise en compte en crête d'une valeur de 10 kPa.

Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit. Pour rappel, avec TALREN, le facteur de sécurité recherché est de 1,0.

| Profil | A - CT1 | A - CT2 | A - CT3 |
|--------|---------|---------|---------|
| Fmin   | 0,95    | 0,97    | 0,97    |

Nous proposons en illustration la coupe de calcul A avec les profils de conception CT1 et CT2.



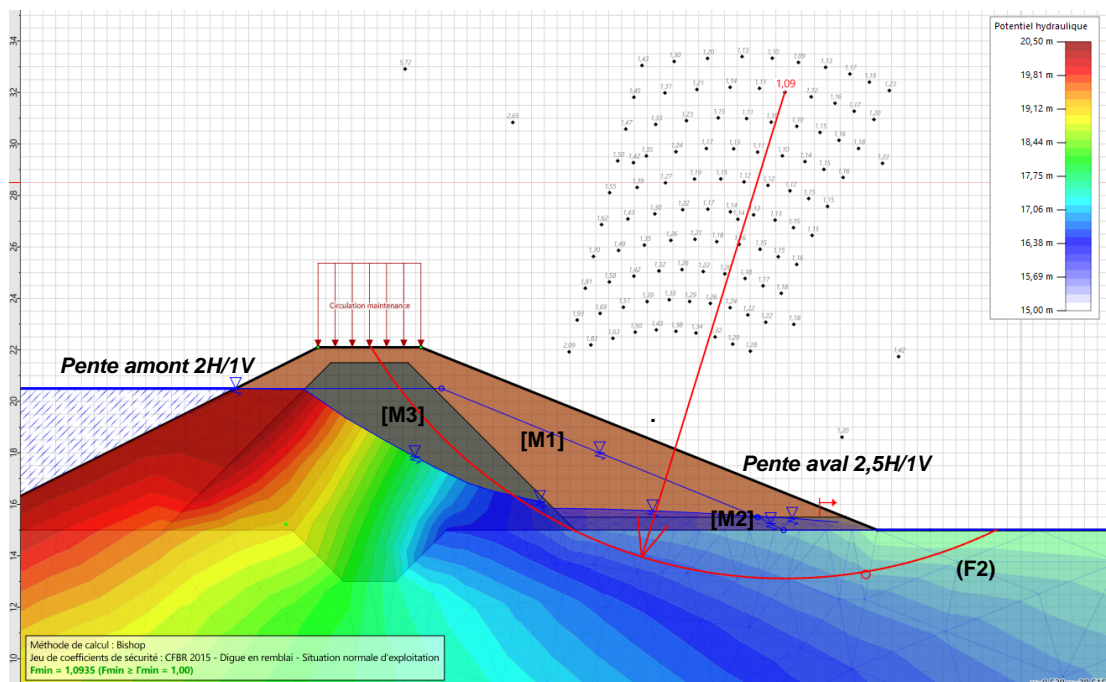


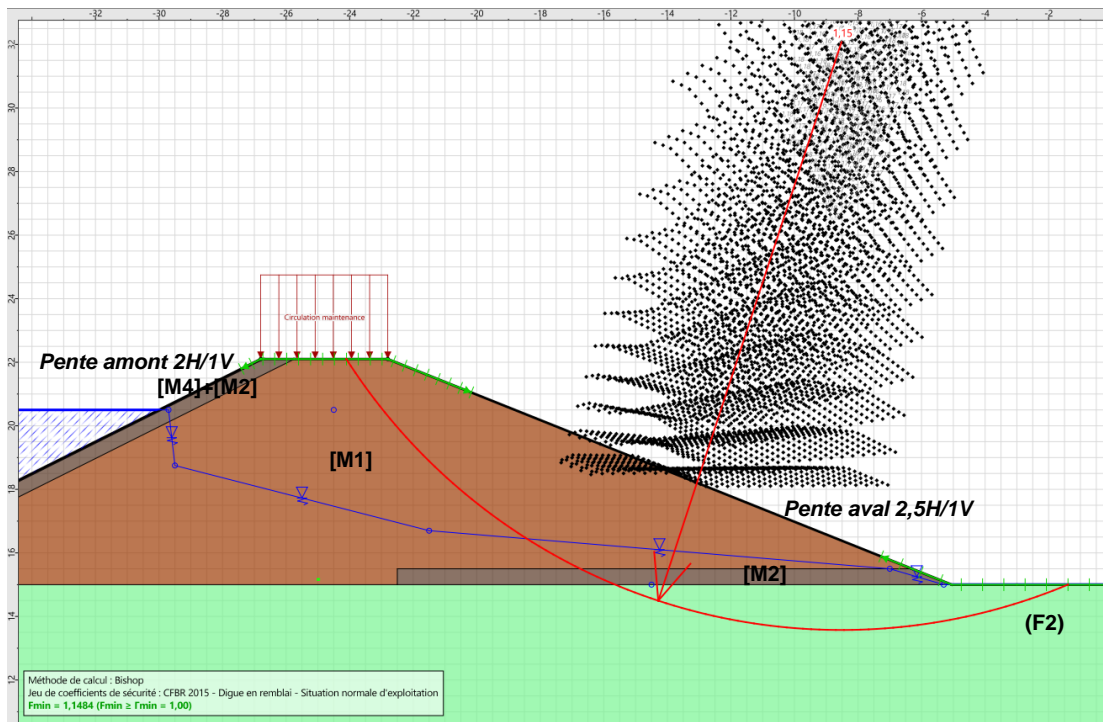
Un autre calcul est réalisé sur le profil CT1 avec le logiciel PLAXIS en régime permanent avec une retenue à +20.5 NGF. Le facteur de sécurité global recherché en situation normale est de  $1,25 \times 1,2 = 1,50$ . Le facteur de sécurité atteint est de 1,45. Ce qui confirme les premiers résultats obtenus avec TALREN.

En régime permanent, aucun des profils n'est vérifié avec la situation telle que définie avec une pente 2H/1V.

Un calcul test a été mené sur les profils avec une pente 2,5H/1V pour le talus aval. Le facteur de sécurité serait alors atteint. Afin de vérifier la stabilité du talus aval pour la situation normale d'exploitation sécuritaire (barrage plein à +20.5 NGF en permanent), il est possible de diminuer la pente avale à 2,5H/1V, d'améliorer les paramètres de cisaillement dans le barrage ou de faire un massif/renfort en pied (à dimensionner pour atteindre un facteur supérieur à 1,0).

Nous avons par exemple fait la vérification de la pente aval 2,5H/1V sur les profils CT1 et CT2 présentés ci-dessous.

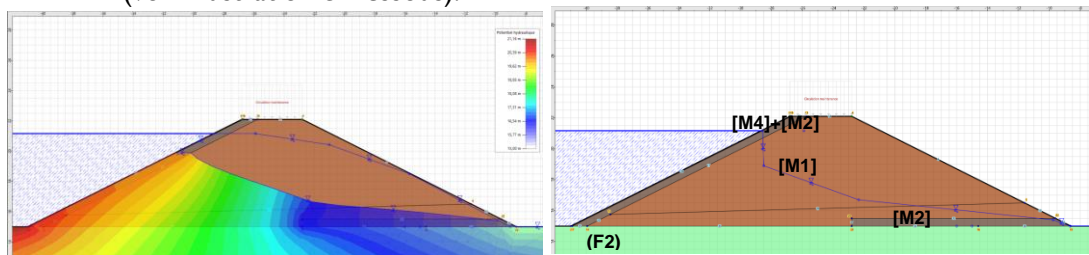




### E.5.3.3. Talus aval - En situation exceptionnelle de crue rapide

La situation exceptionnelle de crue rapide est calculée en régime permanent, à l'aide du logiciel TALREN (calcul sécuritaire car saturation du barrage en régime permanent non-atteinte avec l'hydrogramme de crue donné).

NB : Les écoulements dans le barrage n'ont pas toujours pu être pris en compte directement pour la CT2 (problème de maillage au niveau de la membrane empêchant le déroulé des calculs). Dans ce cas, le niveau piézométrique a été dessiné selon le profil obtenu avec le calcul du maillage des pressions interstitielles automatique permis par l'outil écoulement de TALREN (voir illustration ci-dessous).



Perte de charge hydraulique dessinée dans le barrage d'après l'outil d'écoulement de TALREN

Le niveau de la nappe est pris en aval à +15.0 NGF (hypothèse à confirmer en G2 PRO) et en amont à +21.16 NGF (voir §.E.3).

Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil | A - CT1   | A - CT2   | A - CT3   |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| Fmin   | 1,09      | 1,15*     | 1,10      |
| Régime | Permanent | Permanent | Permanent |

\*Calculé sans le module écoulement, mais sans incidence notable sur les résultats d'après une étude de sensibilité ( $F_{min} \geq 1,1$ ).

### E.5.3.4. Talus aval - En situation extrême de crue rapide

La situation extrême de crue rapide est calculée en régime permanent, à l'aide du logiciel TALREN (calcul sécuritaire car saturation du barrage en régime permanent non-atteinte avec l'hydrogramme de crue donné).

NB : Les écoulements dans le barrage n'ont pas toujours pu être pris en compte directement pour la CT2 (problème de maillage au niveau de la membrane empêchant le déroulé des calculs). Dans ce cas, le niveau piézométrique a été dessiné selon le profil obtenu avec le calcul du maillage des pressions interstitielles automatique permis par l'outil écoulement de TALREN.

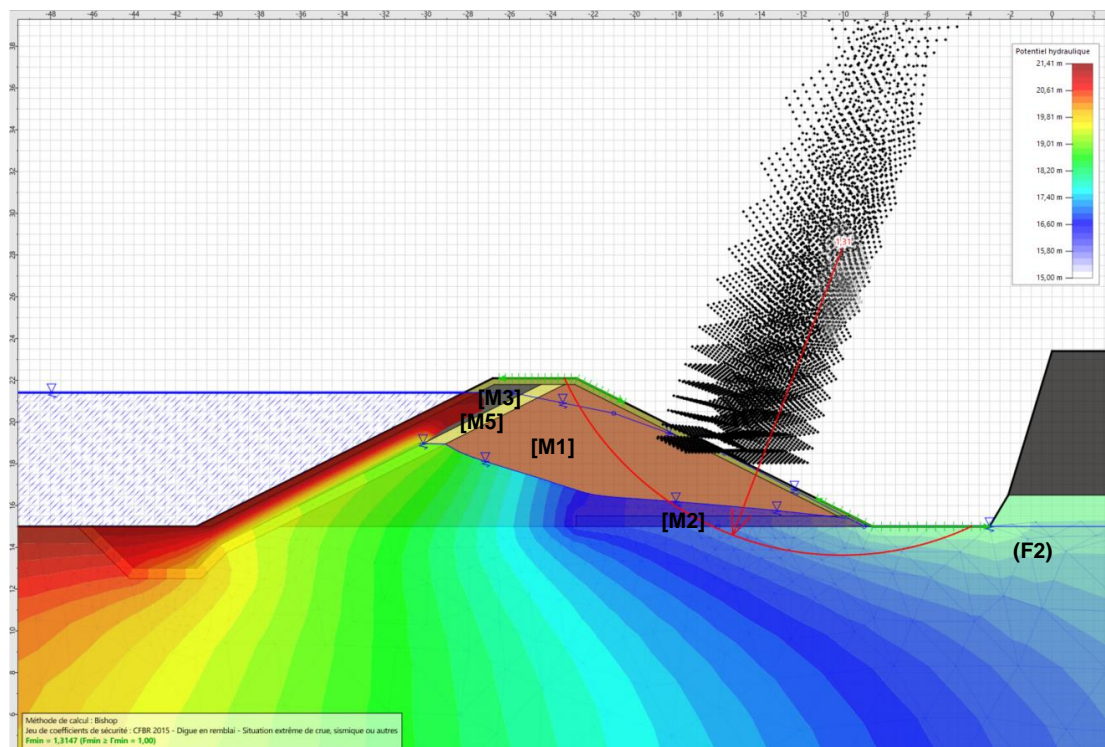
Le niveau de la nappe est pris en aval à +15.0 NGF (hypothèse à confirmer en G2 PRO) et en amont à +21.41 NGF (voir §.E.3).

Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil      | A - CT1   | A - CT2   | A - CT3   |
|-------------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Fmin</i> | 1,29      | 1,37*     | 1,31      |
| Régime      | Permanent | Permanent | Permanent |

\* Calculé sans le module écoulement, mais sans incidence notable sur les résultats d'après une étude de sensibilité ( $F_{min} \geq 1,3$ ).

Nous proposons en illustration la coupe de calcul A avec le profil de conception CT3.



### E.5.3.5. Talus aval - En situation extrême de séisme

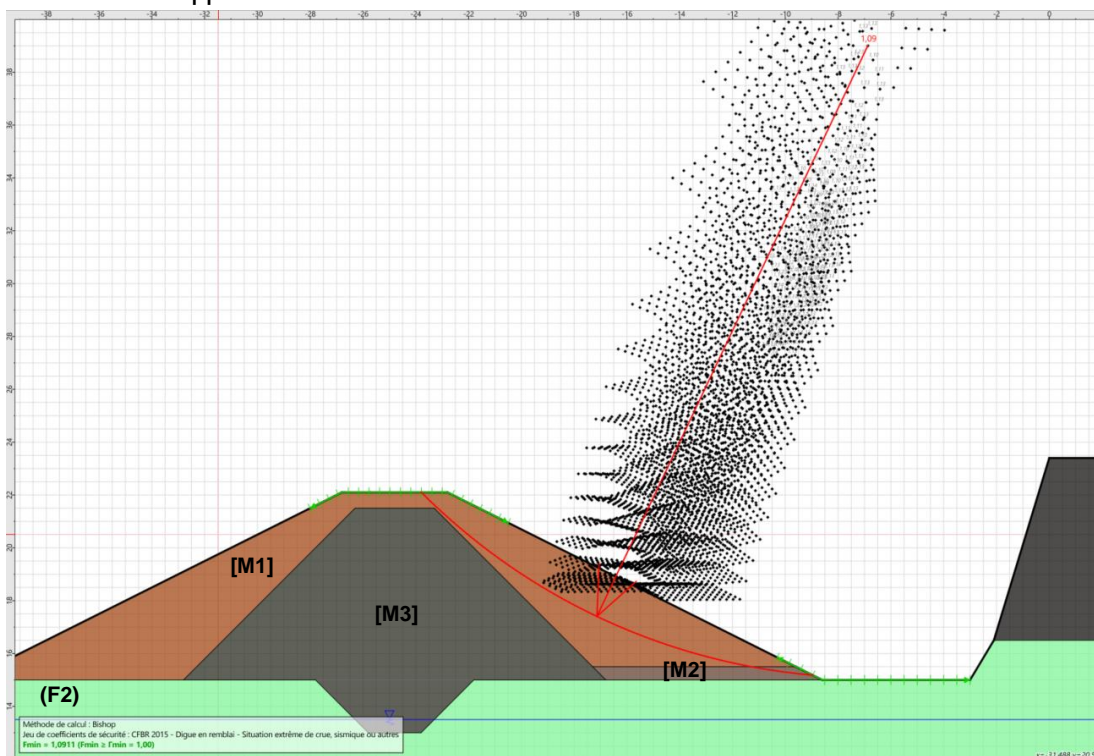
La situation extrême de séisme est calculée à l'aide du logiciel TALREN avec la méthode pseudo-statique avec les paramètres définis au §.C.2.3.

Le niveau de la nappe est pris au terrain final à +13.5 NGF et +15.0 NGF (hypothèse défavorable par rapport au niveau EB attendu vers +13.5 NGF, à confirmer en G2 PRO avec le rapport d'étude hydrogéologique) pour étudier sa sensibilité sur les résultats.

Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

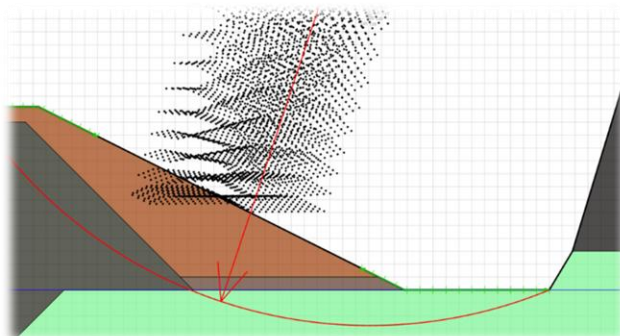
| Profil           | A - CT1 | A - CT2 | A - CT3 |
|------------------|---------|---------|---------|
| Fmin à +13.5 NGF | 1,09    | 1,09    | 1,10    |
| Fmin à +15.0 NGF | 1,02    | 1,02    | 1,03    |

Nous proposons en illustration la coupe de calcul A avec le profil de conception CT1 avec un niveau de nappe à +13.5 NGF.



Les vérifications au séisme sont assurées avec la méthode pseudo-statique et une pente de talus aval de 2H/IV.

NB : Dans le cas d'une nappe à +15.0 NGF, la proximité du soutènement du soutènement a une incidence sur le cercle de rupture critique pour l'ensemble des profils de conception. Toutefois, les vérifications du talus amont (quasi-symétrie de l'ouvrage) ont montré que le talus était vérifié en l'absence de l'avoisinant.



Au stade actuel de l'étude, l'ouvrage est vérifié au séisme quel que soit le profil de conception et le niveau de nappe retenu.

#### E.5.3.6. Talus aval – Dégradation de l'étanchéité ou du drainage

Le cas de dégradation de l'étanchéité et/ou du drainage est également demandé vis-à-vis de la stabilité au glissement du talus aval, en situation rare et accidentelle pour la crue centennale. Les hypothèses de dégradation fournies par le MOE sont précisées dans le tableau qui suit.

| Situation                                     | Coupe type         | Hypothèse  |
|---|--------------------|--|
| Situation rare de dégradation de l'étanchéité | Noyau (CT1)        | Augmentation générale de la perméabilité du noyau argileux : $k = \text{perméa du remblai aval}$ |
|   | DEG (CT2)          | Augmentation générale de la perméabilité de la géomembrane : $k = \text{perméa du remblai}$      |
|   | Masque amont (CT3) | Augmentation générale de la perméabilité du masque : $k = \text{perméa du remblai}$              |
| Situation rare de dégradation du drainage     | Noyau (CT1)        | Colmatage du tapis drainant, $k = 10^{-6} \text{ m/s}$   |
|   | DEG (CT2)          |  |
|   | Masque amont (CT3) |  |

❖ *En situation rare de crue*

La situation rare de crue avec dégradation de l'étanchéité ou du drainage est calculée en premier lieu en régime permanent, à l'aide du logiciel TALREN en tenant compte des écoulements dans le barrage (calcul sécuritaire car saturation du barrage en régime permanent non-atteinte avec l'hydrogramme de crue donné).

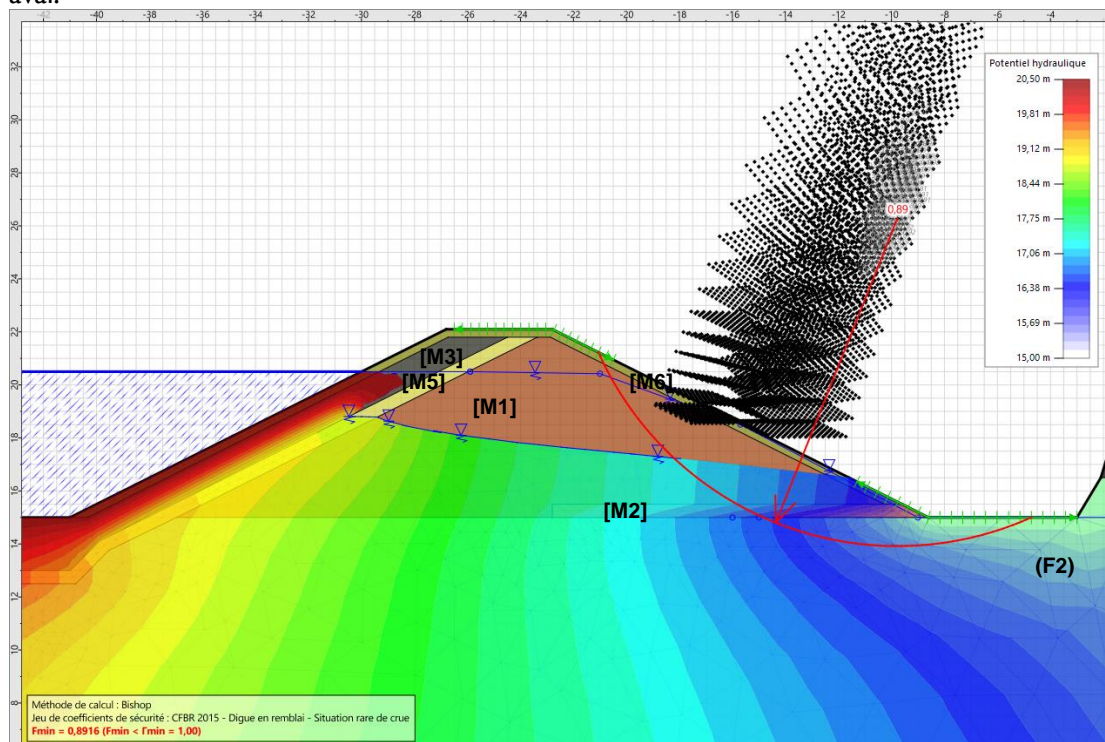
Le niveau de la nappe est pris en aval à +15.0 NGF (hypothèse à confirmer en G2 PRO) et en amont à +20.50 NGF (voir §.E.3).

Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil                               | A - CT1 | A - CT2* | A - CT3 |
|--------------------------------------|---------|----------|---------|
| <i>Fmin – Sans dégradation</i>       | 1,011   | x        | 1,027   |
| <i>Fmin – Dégradation étanchéité</i> | 0,996   | x        | 1,025   |
| <i>Fmin – Dégradation drainage</i>   | 0,943   | x        | 0,892   |

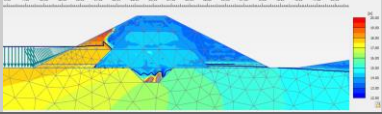
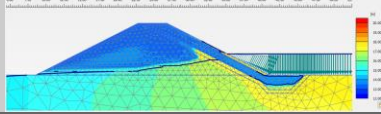
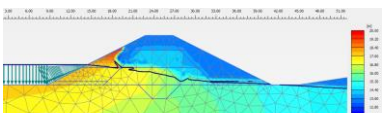
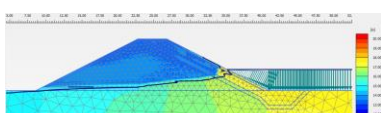
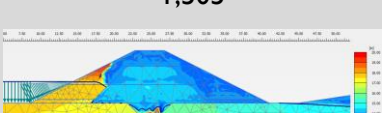
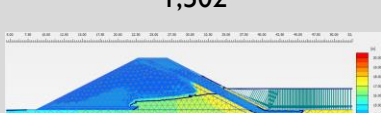
\*Le profil CT2 n'a pas été calculé car il s'apparenterait fortement du profil CT3 avec ces critères de dégradation.

Nous proposons en illustration la coupe de calcul A avec le profil de conception CT3 avec dégradation du drainage. La perte de drainage induit une instabilité des sols de fondation en aval.



Les calculs en régime permanent ne permettent pas de faire les vérifications des dégradations de l'étanchéité ou du drainage en situation rare de crue. Des calculs en régime transitoire sont donc réalisés.

La situation est également calculée en régime transitoire, à l'aide du logiciel PLAXIS pour lequel l'hydrogramme de crue centennale est pris en considération. Le facteur de sécurité global recherché en situation extrême est de  $1,2 \times 1,2 = 1,44$ . Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

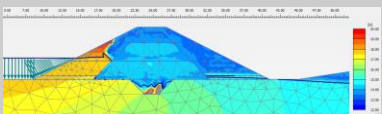
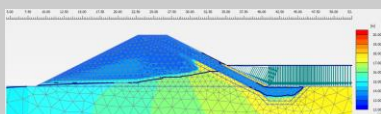
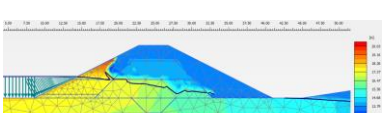
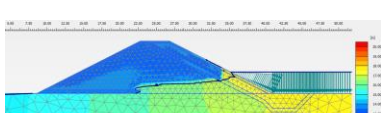
| <b>Profil</b>   | <b>A – CT1</b>  | <b>A – CT3</b>   |
|---|---|--|
| <i>F<sub>min</sub></i> * (à 0,23 I <sub>j</sub> ) –<br>Sans dégradation       | 1,515<br> | 1,509<br> |
| <i>F<sub>min</sub></i> * (à 0,23 I <sub>j</sub> ) –<br>Dégradation étanchéité | 1,512<br> | 1,547<br> |
| <i>F<sub>min</sub></i> * (à 0,23 I <sub>j</sub> ) –<br>Dégradation drainage   | 1,505<br> | 1,502<br> |

\*Il s'agit d'un facteur de sécurité global. Le facteur pour la stabilité du talus aval avec dégradation est donc au moins égal au facteur calculé.

Les vérifications des dégradations de l'étanchéité ou du drainage sont atteintes en régime transitoire.

❖ *En situation accidentelle de crue*

La situation accidentelle/extrême de crue avec dégradation de l'étanchéité et du drainage est calculée en régime transitoire, à l'aide du logiciel PLAXIS pour lequel l'hydrogramme de crue centennale est pris en considération. Le facteur de sécurité global recherché en situation extrême est de  $1,0 \times 1,1 = 1,10$ . Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| <b>Profil</b>  | <b>A – CT1</b>  | <b>A – CT3</b>   |
|--|---|--|
| <i>F<sub>min</sub></i> * (à 0,23 I <sub>j</sub> ) –<br>Sans dégradation                      | 1,515<br> | 1,509<br> |
| <i>F<sub>min</sub></i> * (à 0,23 I <sub>j</sub> ) –<br>Dégradation étanchéité<br>et drainage | 1,489<br> | 1,517<br> |

\*Il s'agit d'un facteur de sécurité global. Le facteur pour la stabilité du talus aval avec dégradation est donc au moins égal au facteur calculé.

Les vérifications des dégradations concomitantes de l'étanchéité et du drainage sont atteintes en régime transitoire.

## E.5.4. Vérification du soulèvement en pied aval

La vérification du soulèvement en pied aval est demandée pour les situations suivantes :

- En situation exceptionnelle de crue rapide pour la crue millénaire ;
- En situation extrême de crue rapide pour la crue de 2015.

A priori, le modèle ne présente pas de couche suffisamment peu perméable pour mettre en surpression l'eau dans un horizon plus perméable. Les calculs numériques aux éléments finis ayant été réalisés pour une problématique de stabilité au glissement, il est rapide de faire tout de même les vérifications du soulèvement en pied aval en considérant que les fondations soient plus perméables que le barrage.

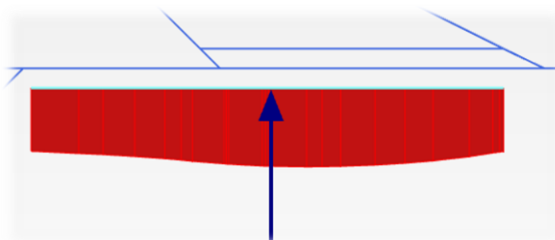
### E.5.4.1. Soulèvement - En situation exceptionnelle de crue

La situation exceptionnelle de crue est vérifiée en retenant les pressions interstitielles calculées en régime transitoire à l'aide du logiciel PLAXIS. Le facteur de sécurité global recherché est de 1,33.

$$\gamma_u \cdot u \leq \gamma_m \cdot \sigma'_v \text{ avec } \gamma_u = 1,2 \text{ et } \gamma_m = 0,9 \text{ soit } \frac{\sigma'_v}{u} \geq 1,33$$

Le niveau de la nappe est pris à +13.5 NGF, en tenant compte de l'hydrogramme de crue millénaire 1000 ans atteignant +21.16 NGF (voir §.E.3).

La vérification est faite sur une coupe à +14.5 NGF, sur la largeur du talus aval, pour les X steps de calcul sauvegardés.



Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil      | A - CT1 | A - CT2 | A - CT3 |
|-------------|---------|---------|---------|
| <i>Fmin</i> | 2,15    | 2,93    | 2,34    |

### E.5.4.2. Soulèvement - En situation extrême de crue

La situation exceptionnelle de crue est vérifiée en retenant les pressions interstitielles calculées en régime transitoire à l'aide du logiciel PLAXIS. Le facteur de sécurité global recherché est de 1,10.

$$\gamma_u \cdot u \leq \gamma_m \cdot \sigma'_v \text{ avec } \gamma_u = 1,1 \text{ et } \gamma_m = 1,0 \text{ soit } \frac{\sigma'_v}{u} \geq 1,10$$

Le niveau de la nappe est pris à +13.5 NGF, en tenant compte de l'hydrogramme de crue de 2015 atteignant +21.41 NGF (voir §.E.3).

Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil      | A - CT1 | A - CT2 | A - CT3 |
|-------------|---------|---------|---------|
| <i>Fmin</i> | 2,35    | 3,20    | 2,56    |

## E.5.5. Vérification à l'érosion interne

Différents mécanismes d'initiation peuvent conduire à une dégradation de l'ouvrage par érosion interne :

- Érosion de conduit
- Érosion de contact
- Érosion régressive
- Suffusion

L'érosion de conduit n'est pas étudiée au stade de l'étude. En effet, elle dépend fortement des situations et des dispositions préventives éventuelles (animaux fouisseurs, dessiccation, ouvrage traversant, végétation, fissuration consécutive à des tassement différentiels, etc.). Selon l'estimation du risque à l'issue de la G2 AVP, des essais HET (Hole Erosion Test) devront être réalisés en G2 PRO afin de qualifier ce risque.

L'érosion de contact se développe à l'interface entre deux couches de sols différentes : une couche de sol fin et une couche de sol grossier, ou tout autre surface de circulation d'eau préférentielle permettant l'arrachage des particules fines. Le sol fin, mais non argileux, est susceptible d'être érodable lorsqu'il est constitué avec moins de 5% de particule inférieure à  $2\mu\text{m}$  et un  $I_p$  inférieur à 7. Dans notre cas, les  $I_p$  n'ont été mesurés que sur les échantillons les plus argileux classés A2 ( $I_p$  de l'ordre de 15). Les autres échantillons de sol fin classés A1 ont une proportion de particule  $<2\mu\text{m}$  de l'ordre de 15 à 20%. Les sols présentant une proportion inférieure à 5% sont des sols classés B5, des sables et graviers très silteux. Pour qu'une érosion de contact s'initie, les particules fines doivent pouvoir passer à travers les pores du sol grossier (condition de filtre de Terzaghi). On distingue alors trois domaines suivant la granulométrie des deux sols :

- Un domaine où la condition géométrique de stabilité à l'érosion de contact est vérifiée ;
- Un domaine de transition : les facteurs géométriques et hydrauliques sont couplés ;
- Un domaine où seul le facteur hydraulique est déterminant dans la stabilité à l'érosion de contact : les granulométries permettent un facile transport des particules fines à travers le sol grossier.

| Articles parus  | → Rapport granulométrique $D_{15}/d_{85}$ → |   |      |   |    |
|-----------------|---|---|------|---|----|
|                 | Brauns (1985)                               | Domaine de stabilité<br>Condition géométrique | 7.5  | Domaine de transition<br>Couplage des facteurs géométrique et hydraulique | 25 |
| Wörman (1992)   | -   |   | 14.5 |   |    |
| Den Adel (1994) | 8   |   | 12   |   |    |
| Sherard (1984)  | 4 – 9                                       |   | -    |   |    |

**Tableau 1: Synthèse des limites définies par différents auteurs pour l'influence géométrique de la granulométrie des deux couches sur le processus de l'érosion de contact (Bonelli et al, 2012)**  
On note  $D_{15}$  (respectivement  $d_{85}$ ) l'ouverture de maille correspondant à 15% (respectivement 85%) de passant pour le sol grossier (respectivement sol fin).

Une érosion de contact est susceptible de se dérouler lorsque la condition géométrique de filtre  $D_{15}/d_{85} > 9$ . Elle est avérée lorsque  $D_{15}/d_{85} > 12-25$  selon les auteurs, où elle est régie seulement pas les conditions hydrauliques.

Au droit du projet, les alluvions présentent des variations de faciès, avec une proportion de fines plus importante dans la partie sud (§.B). Au niveau de la coupe A (partie sud), il n'y a pas de couche suffisamment grossière/perméable pour permettre le transports des fines. Le risque d'érosion de contact dans la fondation est écarté en première approche. Des mesures constructives devront être prises afin d'écartier tout risque d'érosion de contact au sein de l'ouvrage (géotextile).

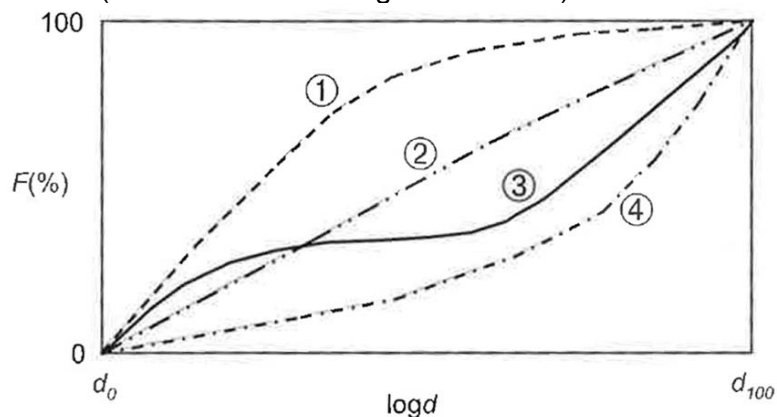
Nous attirons l'attention sur les dispositions à prendre au niveau de l'interface entre le barrage et l'éperon en rive droite. Des ouvrages maçonnés existants devront être déconstruits et les matériaux fins (substratum non-affleurant, voir SC8) purgés ou traités afin d'éviter toute surface de circulation et donc d'érosion de contact préférentielle. Dans le cas d'une purge de ces matériaux

NB : Les conditions hydrauliques sont propices lorsque la vitesse d'écoulement de Darcy est supérieure à 1 mm/s en première approche, en tenant compte d'un coefficient de sécurité de 10 lié à l'incertitude sur les perméabilités.

L'érosion régressive s'initie dans une couche de sable sous une paroi cohérente en de fins chenaux. Ce phénomène est repéré en pied aval du barrage par la présence d'un cumulus de sable au milieu duquel coule une résurgence qui transporte des fines. À noter que les sols particulièrement sensibles à l'érosion régressive sont les sables et les silts à granulométrie serrée avec moins de 5% de particule  $d < 2\mu\text{m}$ . Le barrage, ainsi que sa fondation, sera constitué des matériaux du site qui sont in-situ de granulométrie très étalée avec une certaine proportion de fines. Leur mise en œuvre dans le barrage ne devrait faire qu'accentuer cette caractéristique (mélange). Bien que le gradient hydraulique soit supérieur au gradient critique de Lane de 0,048 dans des sables fins (approche empirique), leur granulométrie limite le risque d'érosion régressive. Il faudra veiller toutefois à la granulométrie des matériaux mis en œuvre, bien que le risque soit faible avec la réalisation d'un drain-filtre en aval.

L'érosion par suffusion consiste au détachement et au transport des particules les plus fines du sol à travers le réseau de pores. La suffusion peut conduire à des modifications de porosité et des caractéristiques mécaniques des sols. La suffusion dépend de paramètres géométriques (granulométrie), hydrauliques, minéralogiques et physico-chimiques. Ici seuls les critères granulométriques d'initiation de la suffusion sont abordés, qui sont les seuls communément admis à présent.

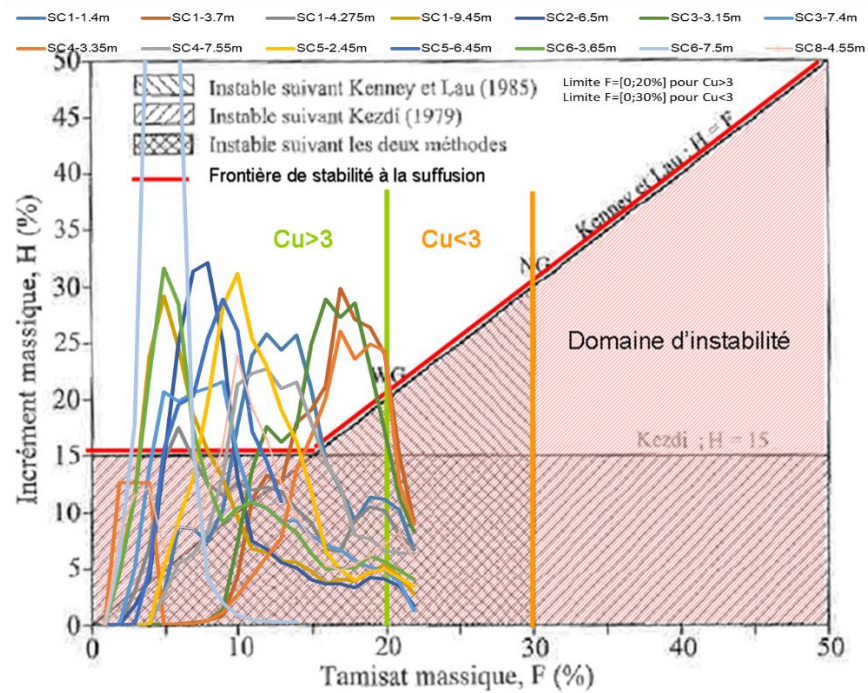
Les sols sensibles à la suffusion sont ceux dont la courbe granulométrique est discontinue ou concave vers le haut (courbes 3 et 4 sur la figure ci-dessous).



Granulométrie des sols sensibles à la suffusion (Bonelli et al, 2012)

Pour estimer si le sol est sujet au phénomène de suffusion, il est possible de se référer aux critères de Kézdi et Kenney & Lau. Ces deux méthodes consistent en quelque sorte à vérifier la condition de filtre de Terzaghi ( $D_{15}/d_{85} > 9$ ) entre les fractions fines et grossières d'un sol délimitées par un diamètre limite  $d_{\text{limite}}$  et ce pour  $d_{\text{limite}}$  parcourant toute la courbe granulométrique. On vérifie ainsi que les particules les plus fines du sol ne peuvent être emportées par un écoulement à travers les constriction des particules les plus grosses. Ces méthodes sont conservatives car elles ne tiennent pas compte des forces de contact entre les grains qui s'opposent à leur détachement.

Il s'agit de déterminer pour chaque taille de particule  $d$ , le pourcentage massique  $F$  (%) des grains de taille inférieure à  $d$  ainsi que le pourcentage massique  $H$  (%) des grains de taille comprise en  $d$  et  $4d$ . On vérifie ensuite  $H > 15$  % quelque soit  $d$  pour Kézdi et  $H > F$  quelque soit  $d$  pour Kenney & Lau.



Critères de Kézdi et Kenney & Lau (Bonelli et al, 2012)

Le critère de filtre de Terzaghi est plus simple. Il s'agit de séparer la courbe granulométrique du sol en deux fractions : la fraction fine et la fraction grossière et d'appliquer le critère de percolation de Terzaghi :

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} > 9$$

où  $D_{15}$  est le diamètre correspondant au passant à 15% de la fraction grossière et  $d_{85}$  est le diamètre correspondant au passant à 85% de la fraction fine.

Selon ces deux critères granulométriques, de nombreux échantillons présentent un risque potentiel à la suffusion (voir tableau de synthèse ci-dessous).

|         |           |            |      |          |          |          |        |       |         | Evaluation du risque de suffusion : |                                  |
|---------|-----------|------------|------|----------|----------|----------|--------|-------|---------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Sondage | Prof. (m) | Alt. (NGF) | GTR  | D60 (mm) | D30 (mm) | D10 (mm) | Cu     | Cc    | D15/d85 | Critère de Kezdi et Kenney & Lau :  | Critère simplifiée de Terzaghi : |
| SC1     | 1.4       | 15.50      | A2   | 0.169    | 0.015    |          |        |       | 6.19    | Oui                                 | Non                              |
| SC1     | 3.7       | 13.20      | A2   | 0.020    | #DIV/0!  |          |        |       | #DIV/0! | Non                                 | x                                |
| SC1     | 4.275     | 12.63      | A1   | 0.885    | 0.015    |          |        |       | 9.68    | Oui                                 | Oui                              |
| SC1     | 9.45      | 7.45       | C1B5 | 8.421    | 0.663    | 0.006    | 1513.1 | 9.38  | 5.65    | Oui                                 | Non                              |
| SC2     | 6.5       | 10.80      | B5   | 3.158    | 0.769    | 0.015    | 206.4  | 12.24 | 2.47    | Oui                                 | Non                              |
| SC3     | 3.15      | 13.80      | A2   | 0.032    | 0.002    |          |        |       | #DIV/0! | Non                                 | x                                |
| SC3     | 7.4       | 9.55       | B5   | 3.223    | 0.418    | 0.016    | 198.8  | 3.34  | 3.65    | Oui                                 | Non                              |
| SC4     | 3.35      | 15.70      | C1A2 | 0.023    | 0.002    |          |        |       | #DIV/0! | Non                                 | x                                |
| SC4     | 7.55      | 11.50      | A2   | 0.181    | 0.007    |          |        |       | 18.25   | Oui                                 | Oui                              |
| SC5     | 2.45      | 16.27      | B5   | 0.692    | 0.171    | 0.006    | 122.5  | 7.51  | 2.32    | Oui                                 | Non                              |
| SC5     | 6.45      | 12.27      | B4   | 1.869    | 0.433    | 0.077    | 24.3   | 1.30  | 2.18    | Non                                 | Non                              |
| SC6     | 3.65      | 18.10      | C1B5 | 9.603    | 0.462    | 0.012    | 776.4  | 1.80  | 8.01    | Oui                                 | Non                              |
| SC6     | 7.5       | 14.25      |      | 39.772   | 26.261   | 12.088   | 3.3    | 1.43  | 1.38    | Non                                 | Non                              |
| SC8     | 4.55      | 18.20      | C1A1 | 0.602    | 0.044    |          |        |       | 16.07   | Oui                                 | Oui                              |

Le risque de suffusion des sols de fondation est possible, mais faible dans sa globalité (granulométrie très étalée).

De plus, le gradient hydraulique variant de 0,17 à 0,20 selon les situations de charge est inférieur au critère de Monnet (rappelé ci-dessous) évalué à 0,25 avec un  $d_{15}$  de 0,05mm et une perméabilité de  $10^{-4}$  m/s.

$$i_c = 0.01 i_{boulance} \frac{d_{15}^2}{k}$$

Pour limiter le risque d'érosion interne, il est possible d'imposer un critère granulométrique sur le remblai en corps de barrage [M1], mis en œuvre à partir des alluvions du site. Le matériau devra présenter une courbe granulométrique étalée, graduellement répartie, avec une certaine teneur en fines et respecter le critère de filtre en son sein et vis-à-vis des autres matériaux en contact.

## E.6. ETUDE DE L'ÉPAULEMENT EN SECTION A8 - COUPE B

Dans la zone 2 définie au §.E.1, le remblai vient s'adosser au soutènement de l'A8. En pied de l'ouvrage en terre armé, se trouvent d'après les visites et les plans [h] :

- un soutènement métallique juste au nord de l'éperon pseudo-rocheux, là où le cours d'eau est le plus proche de l'autoroute et où le soutènement est le plus importante (supérieur à 3m environ),
- et un soutènement en enrochement dans la partie la plus au nord du projet, là où le cours d'eau s'écarte de l'autoroute, permettant un talus de plus grande emprise et donc un soutènement plus réduit (inférieur à 3m environ).

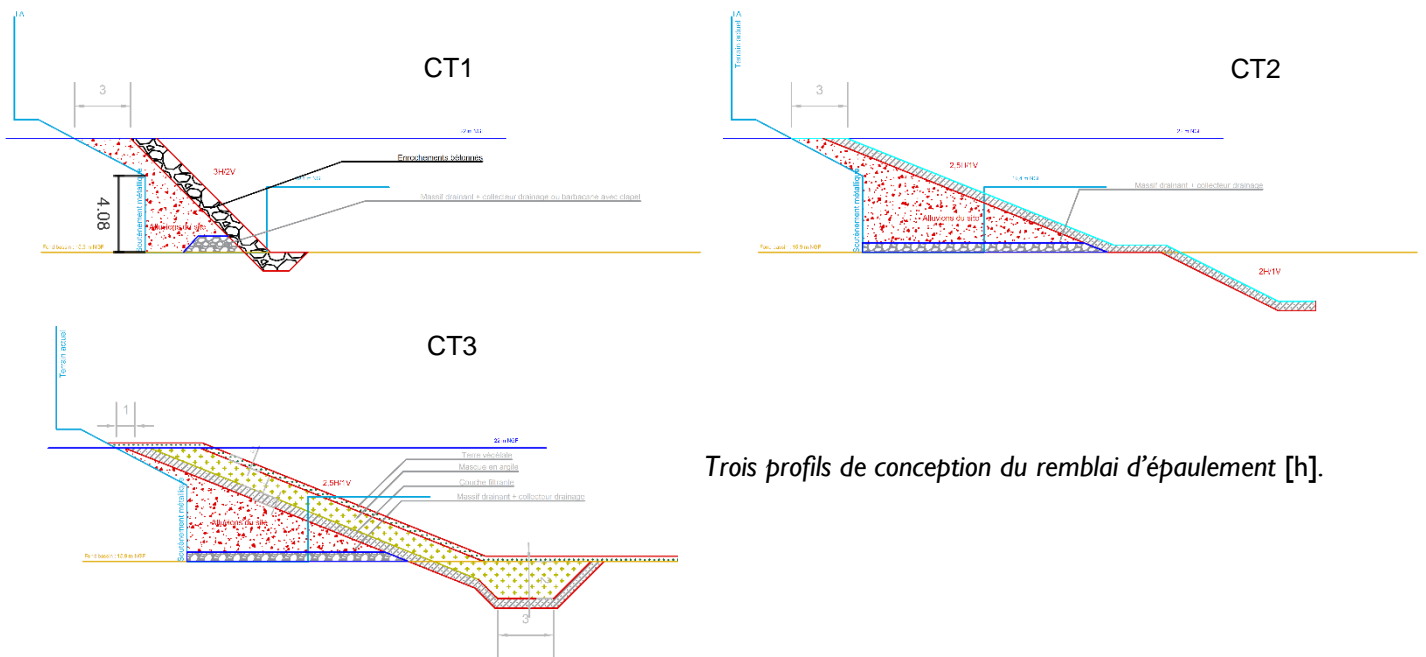
Dans le cadre de l'étude, la coupe B retenue se trouve au droit du soutènement métallique. Les profils de conception sont rappelés ci-après. Le long de cette zone, le niveau de l'autoroute varie de +27.0 à +29.5 NGF environ. Nous retiendrons une altimétrie de +29.5 NGF pour la suite.



Aperçu GoogleEarth de la partie Nord de l'emprise, le long de l'autoroute A8.

**Selon le mail de la MOE du 05/07/2023, les ouvrages mis en œuvre contre le talus de l'A8 ont pour unique but d'améliorer l'étanchéité du bassin. Ceux-ci ne constituent pas un ouvrage hydraulique pouvant induire une libération incontrôlée de l'eau vers l'aval. Ces ouvrages ne sont donc pas concernés par la réglementation et les règles de l'art appliquées à la conception des ouvrages hydrauliques important pour la sécurité des biens et des personnes.**

**De manière conservative et informative, l'analyse de la stabilité en situation normale et en crue est tout de même menée.**



Trois profils de conception du remblai d'épaulement [h].

NB : Pour cette coupe B, seules les vérifications vis-à-vis du talus amont sont à vérifier.

Dans la zone Nord, le toit du substratum rocheux varie fortement. D'après les reconnaissances géophysiques, il varie entre -5 et +10 NGF sur le profil Pe2 (voir §.B.5.1.2). Au droit de la coupe de calcul B, et de façon conservatrice, nous retenons comme base des alluvions la cote +0.0 NGF pour l'ensemble des vérifications de calcul. Toutefois, cette variation du toit du substratum devra être prise en compte dans une étude de sensibilité lors des vérifications au séisme (classe de sol différente).

### E.6.1. Vérification de la portance et des tassements

La vérification de la portance et l'estimation des tassements sont faits à l'ELS QP et à l'ELS CARA selon la méthode pressiométrique de la norme NF P 94-261.

Les détails des calculs sont joints en Annexe 7 : Vérification de la portance à l'ELS CARA et estimation des tassements à l'ELS QP selon la méthode pressiométrique – Coupe B.

#### E.6.1.1. Portance du sol (ELU et ELS)

La méthodologie de vérification est déjà présentée en détail au §.E.5.1.1 pour la coupe A.

Les contraintes de calcul seront limitées aux valeurs suivantes :

$$q'_{v;d,ELS} = 163 \text{ kPa}$$

Cette contrainte de calculs correspond à la portance des alluvions limono-graveleuses à cailloux et/ou blocs (F2).

Ainsi l'inégalité est satisfaite :  $q_d - q_0 \leq q_{v;d}$  puisque :

$$\begin{aligned} q_d &= 6,2 \cdot 20 + 10 \cdot 1,0 = 134 \text{ kPa (ELS CARA)} \\ \text{Et } q_{v;d} &= 163 \text{ kPa} \end{aligned}$$

#### E.6.1.2. Tassements prévisionnels sous fondations

Les tassements totaux sous le remblai, apparentée à une semelle filante de 6 à 8m de large, sont estimés à l'ELS QP en appliquant le poids de l'ouvrage avec un poids volumique théorique de 20 kN/m<sup>3</sup> sur une hauteur de 6m ainsi qu'une surcharge d'exploitation de 10 kPa coefficientée de 0,6. Pour rappel, la contrainte en place initiale due à la purge n'est pas prise en compte.

Dans un premier temps, ils sont estimés par analogie à une semelle filante avec la méthode pressiométrique selon les préconisations de l'annexe H la norme NF P 94-261. Les tassements attendus à l'ELS QP seraient de l'ordre de 3 cm.

Dans un deuxième temps, ils sont estimés jusqu'à 6 cm à l'axe du remblai sous l'axe de l'ouvrage avec la méthode élastique à l'aide de FOXTA.

L'ordre de grandeur des tassements attendus à l'axe serait du demi-décimètre.

Ces tassements devront être pris en compte pour la géométrie du talus lors de la réalisation des travaux. Toutefois, ces tassements vont se produire rapidement et ne devraient pas nécessiter leur anticipation dans l'édification du remblai.

**Dans le cadre de l'interaction avec la structure existante (murs de soutènement et chaussée de l'autoroute A8), il s'avère nécessaire de vérifier que la structure est bien en mesure d'accepter ces tassements attendus à son pied. Il faudra pour cela consulter les notes de calcul géotechnique et les plans DOE, et réaliser un diagnostic structurel à l'état actuel.**

Au stade de l'étude, et d'après le relief topographique (proximité de l'éperon rive droite), il est supposé pour les calculs de stabilité d'ensemble au glissement que le mur en terre-armée est fondé sur du substratum altéré. Dans une telle configuration, les tassements au niveau de l'autoroute seraient alors négligeables. Il est important de vérifier cette hypothèse de fondation en mission G2 PRO, autant pour les vérifications au glissement que pour l'interaction entre les ouvrages.

## E.6.2. Vérification au glissement du talus amont

La vérification au glissement du talus amont est demandée pour les situations suivantes :

- En situation normale d'exploitation avec la retenue vide ;
- En situation rare de décrue rapide pour la crue centennale ;
- En situation extrême de décrue rapide pour la crue de 2015 ;
- En situation extrême de séisme avec la retenue vide.

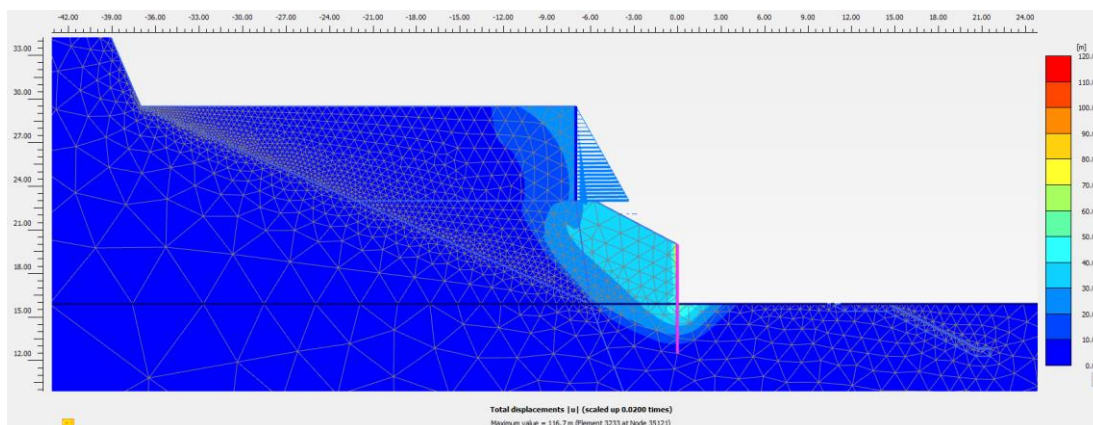
L'ensemble des résultats sont détaillés ci-après, et joints en Annexe 8 : Vérification au glissement du talus amont – Coupe B.

En tout premier lieu, il est nécessaire de caler le modèle initial avec les structures existantes. Le profil de l'existant est déduit des informations topographiques. Les hypothèses suivantes sont fixées afin d'atteindre un facteur de sécurité à peine supérieur à 1,50 (sur la base des errements usuels) :

- Les paramètres du substratum rocheux concernant le relief en surplomb de l'autoroute : ils sont fixés à ce que le facteur de sécurité obtenu concerne l'ouvrage autoroutier ;
- La structure de l'ouvrage en terre-armée (parement et renforcements) : elle est simplifiée et simulée par une charge équivalente à la poussée des terres, ainsi qu'un remblai renforcé modélisé avec une cohésion relativement importante de 50 kPa et un angle de frottement de 30° ;
- Les terrains d'assise de l'ouvrage en terre-armée : ils sont supposés être du substratum altéré avec une cohésion augmentée à 20 kPa par rapport à l'hypothèse prise initialement au §.B.3.6 et un angle de frottement de 40° ;
- Le soutènement métallique en pied : il est modélisé avec une fiche de 3,4m et un module d'inertie de 5<sup>E7</sup> kN.m<sup>2</sup>/m ;
- Le remblai rocheux en pied : il est modélisé avec une cohésion de 30 kPa et un angle de frottement de 40°.

L'ensemble de ces hypothèses permet d'atteindre un facteur de sécurité global de 1,51 sans prise en compte de surcharge et de 1,498 avec une surcharge de circulation autoroutière de 20 kPa.

Ce calage permet d'initier un modèle géomécanique nécessaire pour les vérifications du talus en situations de crues. Vis-à-vis de la stabilité générale, il permet d'estimer le gain apporté par les aménagements projetés (amélioration de la stabilité par ajout d'un poids en pied). Les valeurs considérées pour les aménagements existants sont des hypothèses de modélisation à défaut de connaissance de ces aménagements (absence de DOE de l'ouvrage en terre-armée et soutènement inférieur).



Résultat du calcul  $c'$ - $\phi'$  réduction pour le calage du modèle initial.

### E.6.2.1. Talus amont - En situation normale d'exploitation

La situation normale d'exploitation est calculée en régime permanent, à l'aide du logiciel PLAXIS. Le facteur de sécurité global recherché est de  $1,25 \times 1,2 = 1,50$ .

Le niveau de la nappe est pris au terrain final à +15.9 NGF (hypothèse à confirmer en G2 PRO avec le rapport d'hydrogéologie).

Une surcharge d'exploitation liée à la circulation de maintenance est prise en compte en crête d'une valeur de 10 kPa.

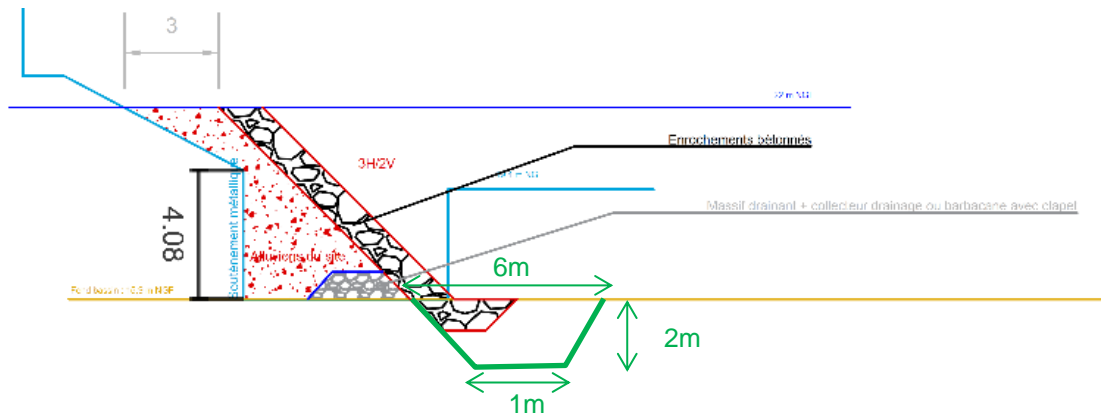
Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil    | A - CT1 | A - CT2 | A - CT3       |
|-----------|---------|---------|---------------|
| $F_{min}$ | 1,66    | 1,66    | $\geq 1,71^*$ |

\*Facteur de sécurité du talus supérieur à 1,71 car rupture du relief rocheux en surplomb lors du calcul  $c'$ - $\phi'$  réduction.

Pour vérifier la stabilité au glissement du talus amont du profil CT1 en situation normale d'exploitation, il a été nécessaire d'augmenter et d'enraciner le massif d'enrochement bétonné en pied par rapport au plan de base<sup>3</sup>. En effet, un enracinement de 2m est nécessaire pour atteindre un facteur de sécurité de 1,66 (contre un facteur de 1,41 < 1,50 avec un enracinement de 1m).

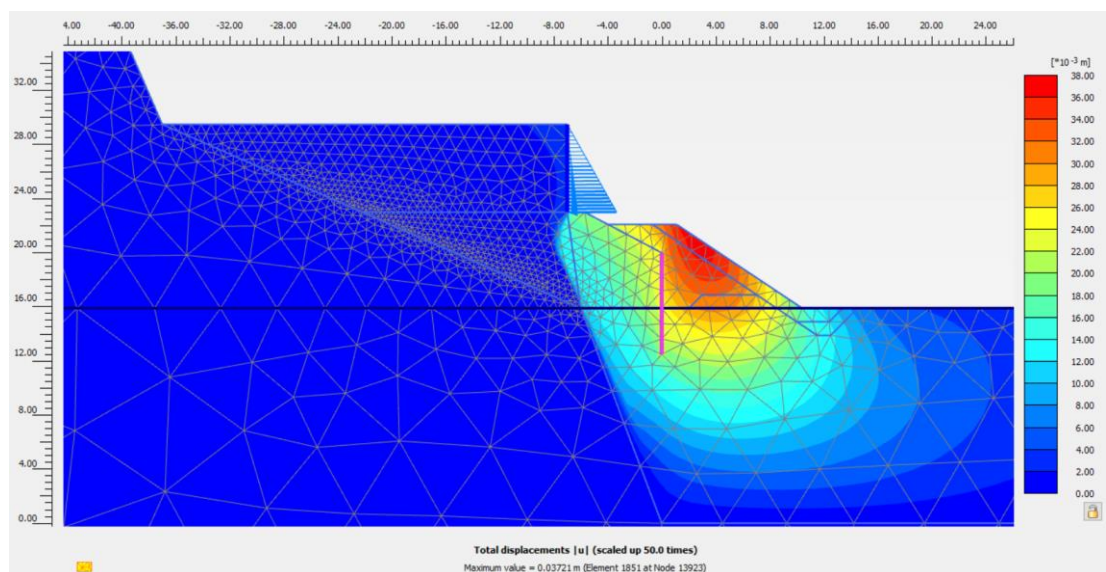
<sup>3</sup> La même constatation est faite à l'aide des calculs réalisés avec TALREN.



Comme attendu, le remblaiement en pied de l'ouvrage existant apporte de la stabilité puisque le facteur de sécurité global présente un gain de +13%.

Remarque sur les tassements : Comme attendu à l'issue des estimations des tassements par la méthode pressiométrique analytique, les tassements sous le talus seraient de l'ordre de 3 cm (calage du module élastique des alluvions F2 sur la coupe A). Dans le prolongement de l'avertissement sur l'interaction entre les ouvrages faite au chapitre §.E.6.1.2, les hypothèses prises pour ces calculs de stabilité conduisent à des tassements limités à 1 à 2 cm dans le remblai de pied, du fait du choix de modélisation de la fondation du mur en terre-armée (substratum altéré), comme l'illustre la figure ci-dessus. Il est impératif que cette hypothèse soit vérifiée pour la phase G2 PRO.

Nous proposons en illustration la coupe de calcul B avec le profil de conception CT1.



Déplacements totaux calculés au droit de l'épaulement et en pied de l'existant sur la coupe CT1 en situation normale d'exploitation.

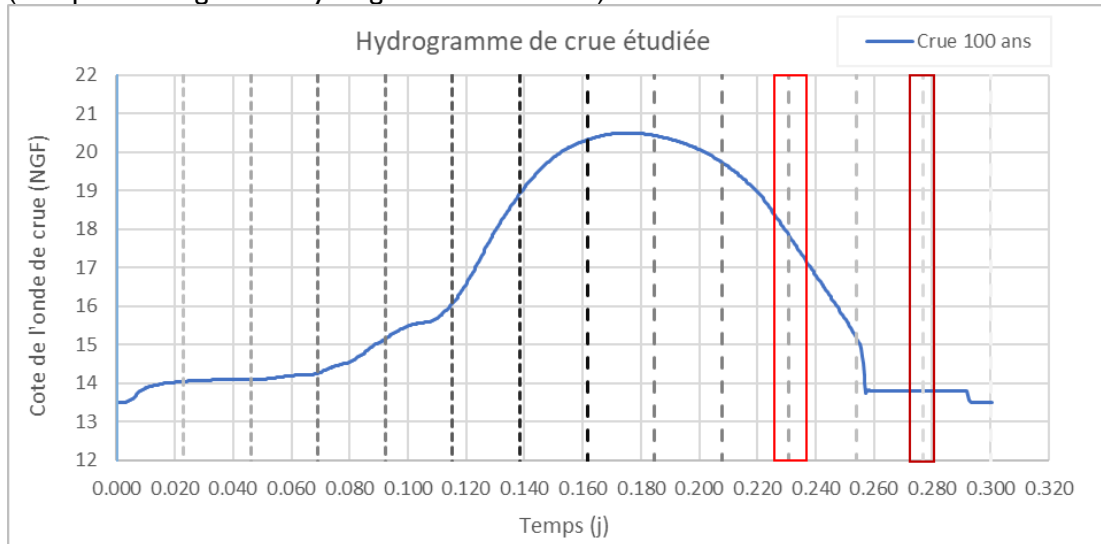
### E.6.2.2. Talus amont - En situation rare de décrue/vidange rapide

La situation rare de décrue/vidange rapide est calculée en régime transitoire, à l'aide du logiciel PLAXIS. Le facteur de sécurité global recherché est de  $1,2 \times 1,2 = 1,44$ .

Le niveau de la nappe est pris à +13.5 NGF (niveau de départ de l'hydrogramme), en tenant compte de l'hydrogramme de crue centennale 100 ans atteignant +20.5 NGF (voir §.E.3).

NB : Il faudra vérifier si l'hydrogramme fourni est bien transposable à la zone Nord du projet où les niveaux EB actuels sont de l'ordre de +16.0 NGF. Pour le moment dans les calculs, il y a diminution de la pression interstitielle fixée à +15.9 NGF dans la phase initiale à +13.5 NGF (commencement de l'hydrogramme) puis variation lors de la crue et décrue pour finir à +13.5 NGF. Il est admis qu'un niveau d'eau au terrain final est plus préjudiciable vis-à-vis de la stabilité au glissement qu'un niveau d'eau à 2,4m de profondeur. Cette remarque est valable pour tous les calculs en régime transitoire de la coupe B.

La situation est vérifiée au cours de la décrue au temps  $T = 0,231$  jour et en fin de décrue (marqueurs rouges sur l'hydrogramme ci-dessous).

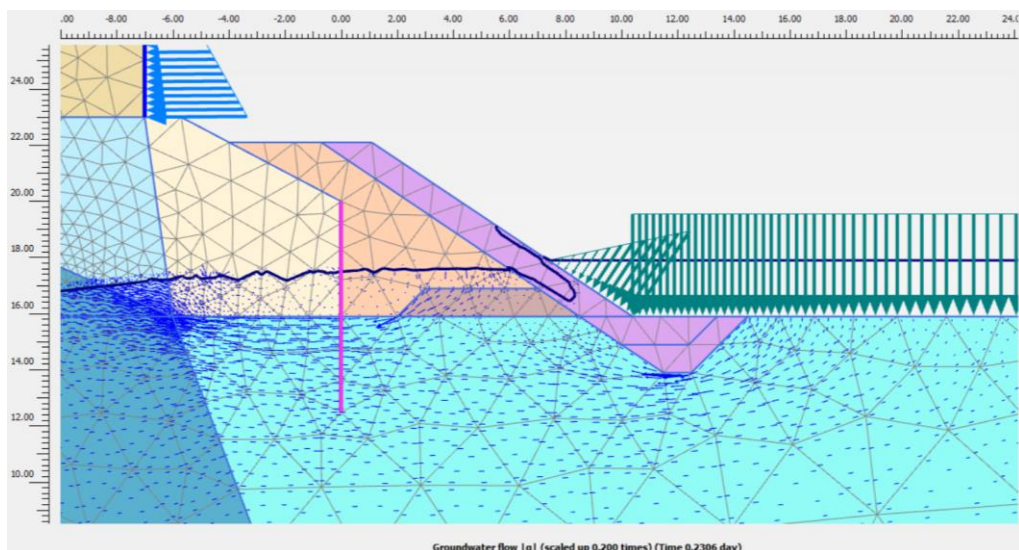


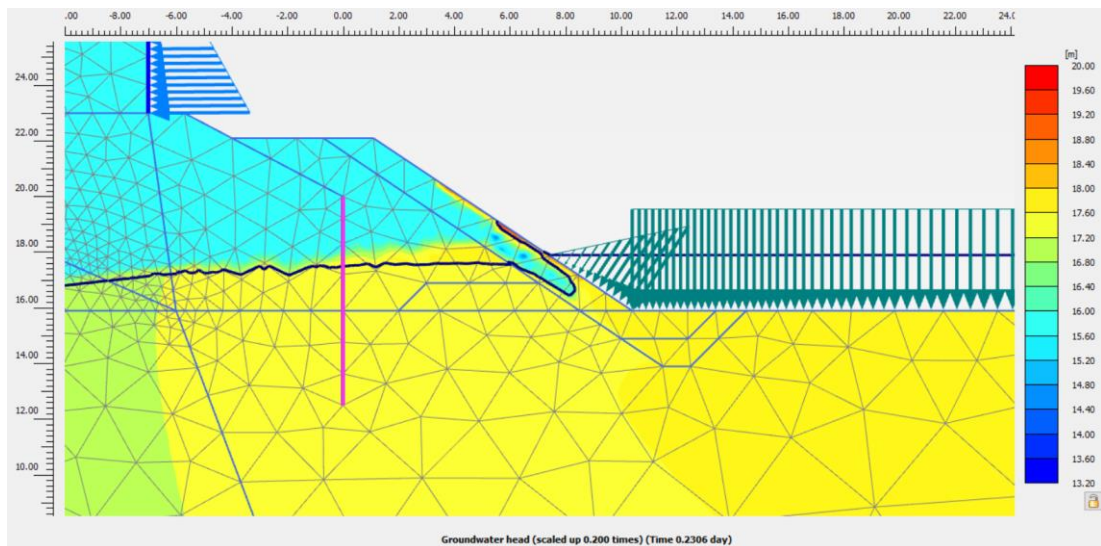
Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil                  | A - CT1       | A - CT2 | A - CT3       |
|-------------------------|---------------|---------|---------------|
| $F_{min}$ à $T=0,231$ j | 1,72          | -       | $\geq 1,72^*$ |
| $F_{min}$ à $T=0,300$ j | $\geq 1,73^*$ | -       | $\geq 1,73^*$ |

\*Facteur de sécurité du talus supérieur à 1,73 car rupture du relief rocheux en surplomb lors du calcul  $c'-\phi'$  réduction.

Nous proposons en illustration la coupe de calcul B avec le profil de conception CT1.



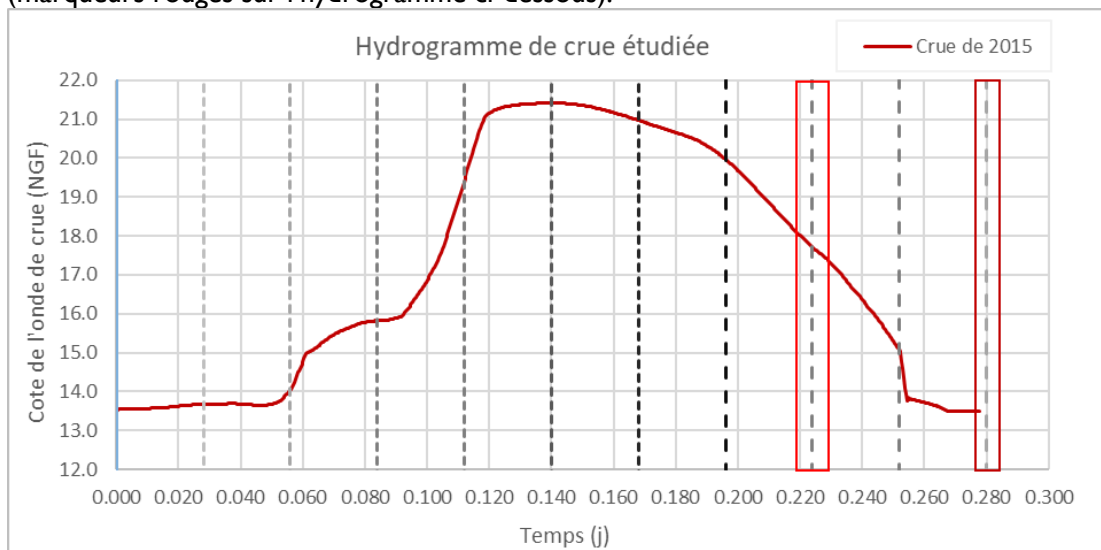


### E.6.2.3. Talus amont - En situation extrême de décrue/ vidange rapide

La situation rare de décrue/vidange rapide est calculée en régime transitoire, à l'aide du logiciel PLAXIS. Le facteur de sécurité global recherché est de  $1,0 \times 1,1 = 1,10$ .

Le niveau de la nappe est pris à +13.5 NGF (niveau de départ de l'hydrogramme), en tenant compte de l'hydrogramme de crue de 2015 atteignant +21.41 NGF (voir §.E.3).

La situation est vérifiée au cours de la décrue au temps  $T = 0,224$  jour et en fin de décrue (marqueurs rouges sur l'hydrogramme ci-dessous).

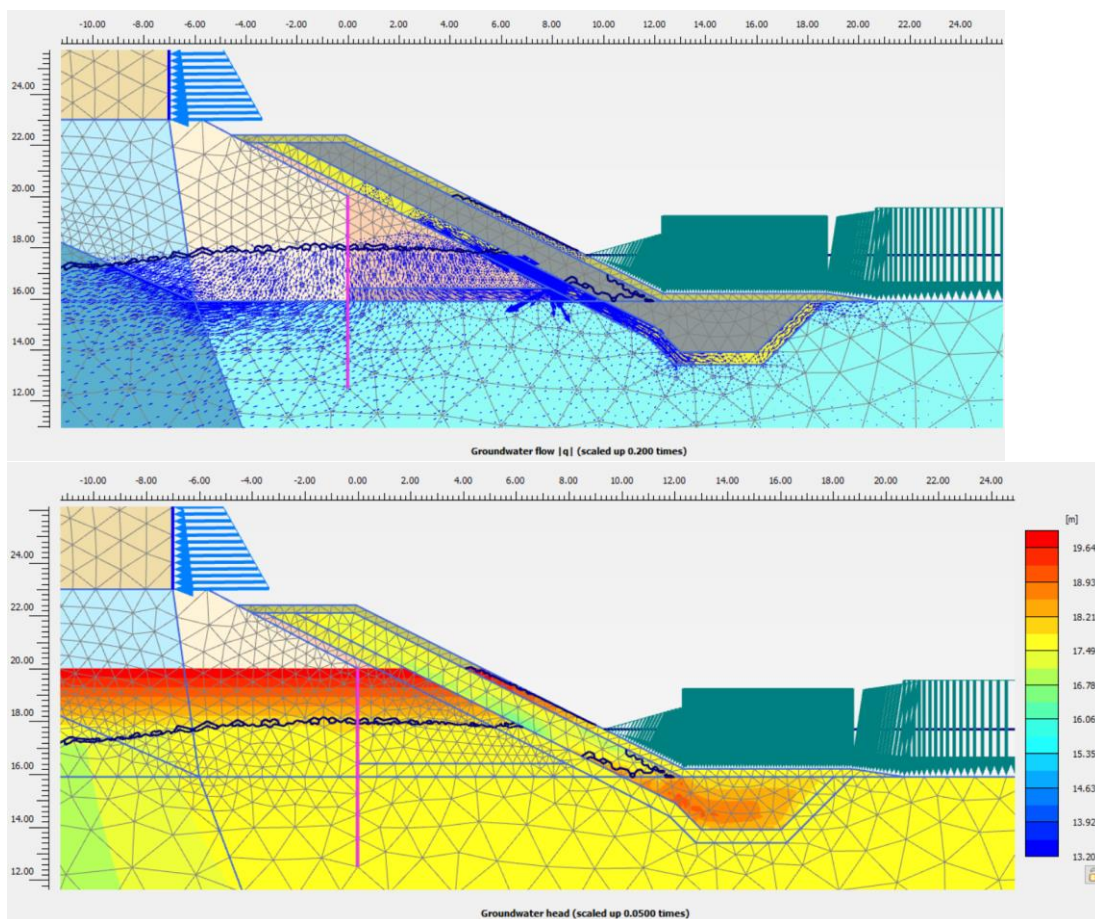


Cette situation de calcul est examinée pour les 3 profils de conception du barrage en section courante. Les coefficients de sécurité minimaux obtenus sont détaillés dans le tableau qui suit.

| Profil                  | A - CT1       | A - CT2 | A - CT3       |
|-------------------------|---------------|---------|---------------|
| $F_{min}$ à $T=0,224$ j | $\geq 1,73^*$ | -       | 1,68          |
| $F_{min}$ à $T=0,300$ j | $\geq 1,71^*$ | -       | $\geq 1,73^*$ |

\*Facteur de sécurité du talus supérieur à 1,73 car rupture du relief rocheux en surplomb lors du calcul  $c'-\phi'$  réduction.

Nous proposons en illustration la coupe de calcul B avec le profil de conception CT3.



#### E.6.2.4. Talus amont - En situation extrême de séisme

La situation extrême de séisme de la coupe B n'est pas étudiée au stade de l'étude G2 AVP selon les indications de la MOE (pas concernée par la réglementation et les règles de l'art appliquées à la conception des ouvrages hydrauliques).

### E.6.3. Vérification à l'érosion interne

Se référer à l'analyse du risque d'érosion interne faite pour la coupe A au chapitre §.E.5.5.

La particularité de la coupe B vis-à-vis de l'érosion interne est la préservation du soutènement métallique dans le corps du remblai. Celui-ci peut donc constituer une surface d'érosion de contact préférentielle. Des dispositions constructives devront être prises pour éviter la création d'un chemin préférentiel d'écoulement le long de ce soutènement. Il faudra notamment assurer le bon contact des remblais lors du compactage (surface non-plane) et garantir le drainage à la base du remblai d'épaulement.

Un essai au laboratoire spécifique, de type TEC/CET par exemple, permettrait d'estimer le risque d'érosion interne et de mettre en face les dispositions constructives nécessaires (voir les chapitres §.B.6.3, §.B.6.4 et §.E.5.5).

## E.7. ETUDE DE LA RISBERME EN RIVE GAUCHE

Une étude préliminaire très succincte de la stabilité générale de la risberme en rive gauche est faite à titre informatif en situation normale d'exploitation (coupe additionnelle non-pourvue à l'offre).

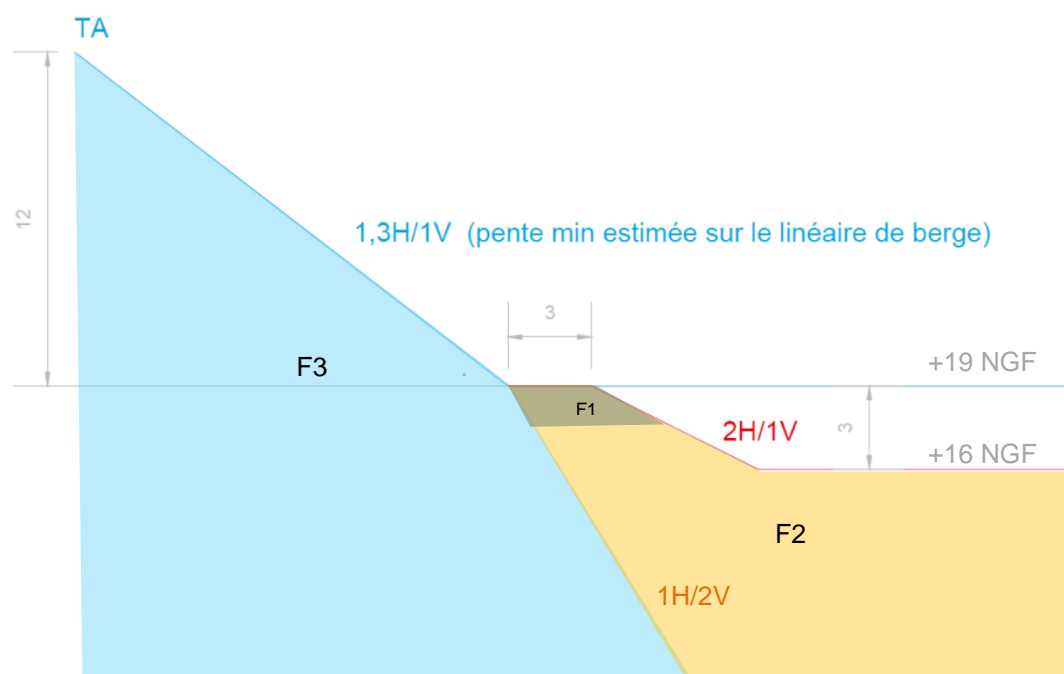
Cette vérification est faite sur la coupe de principe transmise par le MOE [h].

Des sondages de reconnaissance géotechnique ont été réalisés en pied du relief existant. Les sondages listés ci-dessous permettent de reconnaître les terrains concernés par la risberme.

- Le sondage carotté 2022-SC4 réalisé en pied de relief n'a pas rencontré le substratum sur les 8m de profondeur reconnus (< +11 NGF). Dans cette configuration, le déblai n'intéressera que les remblais (F1) et les alluvions (F2) ;
- Le sondage pressiométrique 2021-SP2 réalisé à environ 3m du pied du relief en aval a rencontré le substratum altéré à 3,5m de profondeur (i.e. +16.1 NGF). Le sondage carotté 2022-SC5 réalisé à 6m du pied du relief en aval l'a rencontré à 6,5m de profondeur. Ces sondages permettent d'estimer l'approfondissement du toit du substratum en profondeur lorsque que l'on s'éloigne du pied du versant. Dans cette configuration, le déblai ne devrait pas attaquer le substratum, sinon potentiellement l'effleurer dans la zone des sondages mentionnés ci-dessus (des fluctuations du toit du rocher sont bien entendu à attendre entre les sondages) ;
- Le sondage carotté 2022-SC6 réalisé en pied de relief a rencontré le substratum altéré à 4,3m de profondeur. Dans cette configuration, le déblai n'intéressera que les alluvions (F2).

La vérification de la stabilité de la risberme en situation normale d'exploitation est donc faite selon le profil géotechnique simplifié et indicatif suivant.

### Coupe courante



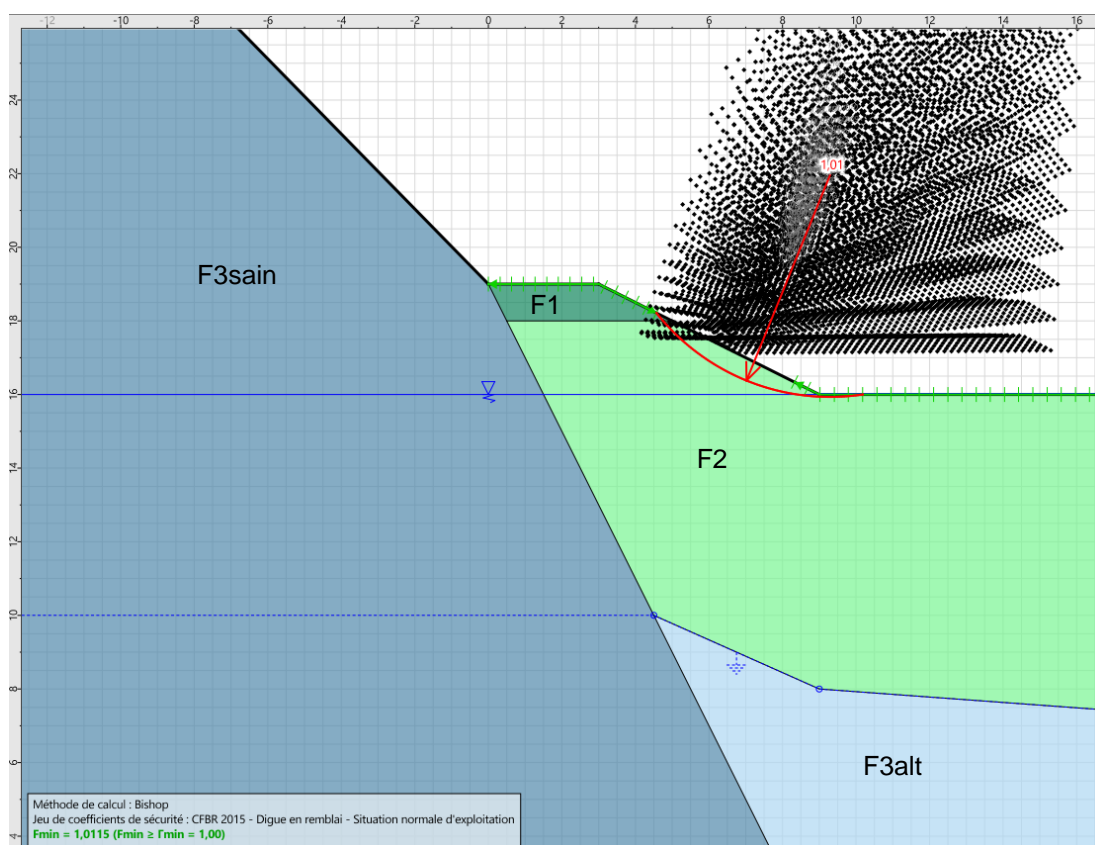
En première approche (ébauche dimensionnelle), une vérification de la stabilité du talus est examinée vis-à-vis d'un glissement circulaire débouchant en pied à partir de l'abaque de Taylor Biarez (approche de calcul traditionnelle, avec facteurs partiels unitaires). Cet abaque permet de faire la vérification avec une seule couche de terrain, ici les alluvions (F2). Le facteur de sécurité global de 1,5 est atteint pour une pente de 2H/1V sur une hauteur de 3m dès lors qu'une cohésion est prise en compte ( $c' \geq 1$  kPa). En regardant l'ensemble des essais de cisaillement obtenus (§.B.3.3.2), cette condition s'avère réaliste. Toutefois, avec les

paramètres du modèle géotechnique retenu (§.B.3.6), c'est-à-dire un couple  $c' = 0$  kPa et  $\varphi' = 33^\circ$ , le facteur de sécurité global est de 1,3 pour une pente 2H/1V.

En deuxième approche (toujours ébauche dimensionnelle), la vérification est réalisée à l'aide du logiciel TALREN (approche de calcul 3, avec facteurs partiels appliqués sur les actions, les paramètres de sols et/ou les résistances), en situation normale d'exploitation (voir le jeu de coefficients de sécurité §.E.3). En excluant les glissements de peau et en prenant en compte la présence des remblais (F1) sur le premier mètre, le facteur de sécurité est de 1,0 tout juste, avec un cercle de rupture préférentielle localisé dans les terrains purement frottants (F2) – voir figure ci-dessous. Dès qu'un peu de cohésion est prise en compte pour (F2) ( $c' = 2$  kPa et  $\varphi' = 30^\circ$ ), le facteur de sécurité atteint 1,2.

Étant donnés les résultats de cisaillement obtenus sur les terrains meubles et le rôle de cet aménagement, la stabilité d'une pente de 2H/1V peut être considérée comme vérifiée pour la risberme rive gauche en situation normale d'exploitation au stade du projet (ébauche dimensionnelle et à titre informatif uniquement). Cette analyse devra être confirmée en phase G2 PRO, tenant compte également de la surverse/submersion de la risberme lors du remplissage du bassin en situations de crues. Nous rappelons qu'une situation de vidange rapide est très pénalisante au regard de la stabilité des talus, et serait certainement dimensionnante.

La risberme telle que définie au stade de réflexion du projet sera submergée pendant les crues puisque la crête se trouverait entre +18 et +19.5 NGF a priori (i.e.  $< +20.5$  NGF le niveau de crue centennale). Une protection de la risberme devra être mise en œuvre pour limiter les phénomènes d'érosion.



NB : Au stade du projet, aucune surcharge n'est prise en compte sur la risberme.

## E.8. SYNTHÈSE DES VÉRIFICATIONS DES STABILITÉS

L'ensemble des résultats des calculs de stabilité sont synthétisés dans le tableau qui suit.

## Résultats du barrage en section courante – Coupe A :

| Situation de projet  | Commentaires et cote de remplissage   | États limites                                  | CT1                    | CT2                    | CT3                    |
|--|---|--|------------------------|------------------------|------------------------|
| Situations normales d'exploitation                                   |   |  |                        |                        |                        |
| Situation normale d'exploitation – hors crue                         | <b>Retenue vide</b><br><b>+16.00 NGF</b>  | Glissement du talus amont                      | 1,06 > 1,0             | 1,08 > 1,0             | 1,16 > 1,0             |
|  |   | Glissement du talus aval                       | 1,06 > 1,0             | 1,09 > 1,0             | 1,10 > 1,0             |
|  |   | Défaut de portance de la fondation / tassement | 1,09 > 1,0             | 1,09 > 1,0             | 1,09 > 1,0             |
| Situation normale d'exploitation – crue                              | Crue de projet (niveau de protection de l'aménagement hydraulique)<br><b>Crue 100 ans</b><br><b>+20.50 NGF</b>        | Glissement du talus aval                       | <b>Non (0,95)</b>      | <b>Non (0,97)</b>      | <b>Non (0,97)</b>      |
|  |   | Affouillement du pied amont                    | -                      | -                      | -                      |
|  |   | Défaut de portance de la fondation / tassement | 1,09 > 1,0             | 1,09 > 1,0             | 1,09 > 1,0             |
|  |   | Érosion interne                                | À confirmer            | À confirmer            | À confirmer            |
| Situations de crue   |   |  |                        |                        |                        |
| Situation exceptionnelle de crue                                     | Niveau de PHE, pour un barrage en remblai de classe C : Q1 000 ans<br><b>Crue 1 000 ans</b><br><b>+21.16 NGF</b>      | Glissement du talus aval                       | 1,09 > 1,0             | 1,15 > 1,0             | 1,10 > 1,0             |
|  |   | Affouillement pied amont                       | -                      | -                      | -                      |
|  |   | Soulèvement pied aval                          | 2,15 > 1,33            | 2,93 > 1,33            | 2,34 > 1,33            |
|  |   | Érosion interne                                | À confirmer            | À confirmer            | À confirmer            |
| Situation rare de <u>décru</u> / <u>vidange</u> rapide               | Décru rapide après situation normale de crue (crue de protection)<br><b>Crue 100 ans</b><br><b>+20.50 NGF</b>         | Glissement du talus amont                      | 1,52 > 1,44            | <b>Non (&lt;1,4)</b>   | 1,51 > 1,44            |
| Situation rare de dégradation de l'étanchéité                        | Niveau de protection<br><b>Crue 100 ans</b><br><b>+20.50 NGF</b>  | Glissement du talus aval                       | 1,51 > 1,44            | x                      | 1,55 > 1,44            |
| Situation rare de dégradation du drainage                            | Niveau de protection<br><b>Crue 100 ans</b><br><b>+20.50 NGF</b>  | Glissement du talus aval                       | 1,50 > 1,44            | x                      | 1,50 > 1,44            |
| Situations accidentelles ou extrêmes de crue                         |   |  |                        |                        |                        |
| Situation extrême de crue (crue de danger)                           | Période de retour 10 000 ans pour un barrage de classe C<br><b>Crue 2015</b><br><b>+21.41 NGF</b>                     | Glissement du talus aval                       | 1,29 > 1,0             | 1,37 > 1,0             | 1,31 > 1,0             |
|  |   | Affouillement pied amont                       | -                      | -                      | -                      |
|  |   | Soulèvement pied aval                          | 2,35 > 1,1             | 3,20 > 1,1             | 2,56 > 1,1             |
|  |   | Érosion interne                                | À confirmer            | À confirmer            | À confirmer            |
| Situation extrême de décrue rapide (si justifié)                     | Depuis le niveau de crue extrême de la rivière (cote de danger)<br><b>Crue 2015</b><br><b>+21.41 NGF</b>              | Glissement du talus amont                      | 1,52 > 1,1             | 1,31 > 1,1             | 1,51 > 1,1             |
|  |   | Érosion interne                                | À confirmer            | À confirmer            | À confirmer            |
| Situation extrême de séisme (SES)                                    | On considère que cette situation ne peut pas être concomitante d'une crue<br><b>Retenue vide</b><br><b>+16.00 NGF</b> | Glissement du talus amont                      | 1,01 > 1,0             | 1,01 > 1,0             | 1,04 > 1,0             |
|  |   | Glissement du talus aval                       | 1,02 > 1,0             | 1,02 > 1,0             | 1,03 > 1,0             |
|  |   | Liquéfaction                                   | <b>Non (1,3 à 1,9)</b> | <b>Non (1,3 à 1,9)</b> | <b>Non (1,3 à 1,9)</b> |
| Situation accidentelle de dégradation de l'étanchéité et du drainage | Niveau de protection<br><b>Crue 100 ans</b><br><b>+20.50 NGF</b>  | Glissement du talus aval                       | 1,49 > 1,1             | x                      | 1,52 > 1,1             |

## Résultats du talus adossé au soutènement de l'A8 – Coupe B :

| Situation de projet   | Commentaires et cote de remplissage   | États limites                                  | CT1             | CT2             | CT3             |
|---|---|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Situations normales d'exploitation</b>                                   |   |  |                 |                 |                 |
| <b>Situation normale d'exploitation – hors crue</b>                         | <b>Retenue vide<br/>+16.00 NGF</b>  | Glissement du talus amont                      | 1,66 > 1,5      | 1,66 > 1,5      | 1,71 > 1,5      |
|   |   | Glissement du talus aval                       | -               | -               | -               |
|   |   | Défaut de portance de la fondation / tassement | 1,22 > 1,0      | 1,22 > 1,0      | 1,22 > 1,0      |
| <b>Situation normale d'exploitation – crue</b>                              | Crue de projet (niveau de protection de l'aménagement hydraulique)<br><b>Crue 100 ans<br/>+20.50 NGF</b>        | Glissement du talus aval                       | -               | -               | -               |
|   |   | Affouillement du pied amont                    | -               | -               | -               |
|   |   | Défaut de portance de la fondation / tassement | 1,22 > 1,0      | 1,22 > 1,0      | 1,22 > 1,0      |
|   |   | Érosion interne                                | À confirmer     | À confirmer     | À confirmer     |
| <b>Situations de crue</b>   |   |  |                 |                 |                 |
| <b>Situation exceptionnelle de crue</b>                                     | Niveau de PHE, pour un barrage en remblai de classe C : Q1 000 ans<br><b>Crue 1 000 ans<br/>+21.16 NGF</b>      | Glissement du talus aval                       | -               | -               | -               |
|   |   | Affouillement pied amont                       | -               | -               | -               |
|   |   | Soulèvement pied aval                          | -               | -               | -               |
|   |   | Érosion interne                                | À confirmer     | À confirmer     | À confirmer     |
| <b>Situation rare de décrue/ vidange rapide</b>                             | Décrue rapide après situation normale de crue (crue de protection)<br><b>Crue 100 ans<br/>+20.50 NGF</b>        | Glissement du talus amont                      | 1,72 > 1,44     | (Ok)            | 1,72 > 1,44     |
| <b>Situation rare de dégradation de l'étanchéité</b>                        | Niveau de protection<br><b>Crue 100 ans<br/>+20.50 NGF</b>  | Glissement du talus aval                       | -               | -               | -               |
| <b>Situation rare de dégradation du drainage</b>                            | Niveau de protection<br><b>Crue 100 ans<br/>+20.50 NGF</b>  | Glissement du talus aval                       | -               | -               | -               |
| <b>Situations accidentelles ou extrêmes de crue</b>                         |   |  |                 |                 |                 |
| <b>Situation extrême de crue (crue de danger)</b>                           | Période de retour 10 000 ans pour un barrage de classe C<br><b>Crue 2015<br/>+21.41 NGF</b>                     | Glissement du talus aval                       | -               | -               | -               |
|   |   | Affouillement pied amont                       | -               | -               | -               |
|   |   | Soulèvement pied aval                          | -               | -               | -               |
|   |   | Érosion interne                                | À confirmer     | À confirmer     | À confirmer     |
| <b>Situation extrême de décrue rapide (si justifié)</b>                     | Depuis le niveau de crue extrême de la rivière (cote de danger)<br><b>Crue 2015<br/>+21.41 NGF</b>              | Glissement du talus amont                      | 1,71 > 1,1      | (Ok)            | 1,68 > 1,1      |
|   |   | Érosion interne                                | À confirmer     | À confirmer     | À confirmer     |
| <b>Situation extrême de séisme (SES)</b>                                    | On considère que cette situation ne peut pas être concomitante d'une crue<br><b>Retenue vide<br/>+16.00 NGF</b> | Glissement du talus amont                      | -               | -               | -               |
|   |   | Glissement du talus aval                       | -               | -               | -               |
|   |   | Liquéfaction                                   | Non (1,3 à 1,9) | Non (1,3 à 1,9) | Non (1,3 à 1,9) |
| <b>Situation accidentelle de dégradation de l'étanchéité et du drainage</b> | Niveau de protection<br><b>Crue 100 ans<br/>+20.50 NGF</b>  | Glissement du talus aval                       | -               | -               | -               |

---

**Le présent rapport conclut la phase AVP de la mission d'étude géotechnique de projet G2 confiée à FONDASOL.**

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et **ne constituent pas un dimensionnement du projet.**

Selon la norme NF P94-500, cette phase est insuffisante pour consulter les entreprises ; elle doit être suivie des phases PRO de prédimensionnement des ouvrages géotechniques, et DCE/ACT visant notamment à vérifier avant l'envoi du DCE aux entreprises, que les préconisations de l'étude G2 sont bien prises en compte dans les paragraphes du CCTP relatifs aux ouvrages géotechniques.

Il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

FONDASOL est à la disposition du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre pour réaliser les missions d'étude G2 phases PRO et DCE/ACT et la mission G4.

# ANNEXES



# CONDITIONS GÉNÉRALES DE SERVICE

## 1. Formation du Contrat

Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve de présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

## 2. Entrée en vigueur

Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du Contrat.

## 3. Prix

Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant le dernier indice publié à la date d'émission du devis.

Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.

Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profondeurs, mètres linéaires, nombre d'essais, etc) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

## 4. Obligations générales du Client

**4.1** Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

**4.2** Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigation est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnaît et accepte expressément. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.

**4.3** Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :

- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;
- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation

d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;

- fournir, conformément aux articles R.554-1 et suivants du même chapitre du code de l'environnement, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

**4.4** La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

## 5. Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :

- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;
- Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.

En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain diffèrent des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

## 6. Délais de réalisation

À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution données dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

## 7. Formalités, autorisations et accès, obligations d'information, dégâts aux ouvrages et cultures

À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou réglementaires non transférable par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'histoire du site et à la pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non consécutif, résultant des événements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire.

Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et/ou les réparations font partie des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

#### 8. Implantation, nivellement des sondages

À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes 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.

#### 9. Hydrogéologie - Géotechnique

9.1 Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9.2 L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment à titre d'exemple glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

9.3 L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des Prestations de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

#### 10. Pollution - dépollution

Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaires au transport, au traitement et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.

Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs.

Les missions d'assistance à maîtrise d'œuvre ou de maîtrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

#### 11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client

Sauf disposition contraire du Contrat et sous réserve des présentes conditions générales, la remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site du Client est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document fourni dans le cadre des Prestations doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties pourront mettre en œuvre le processus de règlement des litiges tel que défini au Contrat. À défaut de mise en œuvre de ce processus, le rapport sera considéré comme approuvé définitivement trois mois après la date de sa remise initiale au Client.

#### 12. Réserve de propriété, confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

#### 13. Propriété Intellectuelle

Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné. En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « source originale : Groupe Fondasol - date du document : JJ/MM/AAAA » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client

s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

#### 14. Modifications du contenu des Prestations en cours de réalisation

La nature des Prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le Client et ceux recueillis lors de l'établissement du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, en sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

#### 15. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maître d'ouvrage, constructeur ou maître d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révélé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

#### 16. Force Majeure

Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force majeure. La Force majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeurs affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.

Tout événement de Force majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.

Quand l'événement de Force majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

#### 17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations. Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e).

En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture. En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.

Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

#### 18. Suspension

L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :

- (i) En cas d'Imprévus,
- (ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- (iii) En cas de Force majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au

taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.

Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

#### 19. Résiliation

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.

##### 19.1 Résiliation pour manquement

Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.

##### 19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée

Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.

##### 19.3 Indemnisation pour résiliation

En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :

- (i) Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
- (ii) Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
- (iii) les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
- (iv) un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.

##### 19.4 Effets de la résiliation

La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

#### 20. Répartition des risques, responsabilités

20.1 Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte-tenu de sa compétence. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. À défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

20.2 Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution de ses Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. À ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat,

la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements, que ceux-ci soient considérés directs ou non.

20.3 Le Prestataire sera garanti et indemnié en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

#### 21. Assurances

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L241-1 du Code des assurances. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire.** Il est expressément convenu que le Client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, le Client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

#### 22. Changement de lois

Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

#### 23. Interprétation, langue

En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

#### 24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

#### 25. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

#### 26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRÉSENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITE, SON INTERPRETATION, SON EXISTENCE, SA REALISATION, DEFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RESILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.

À DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DELAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ETAT D'UN DIFFEREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RESOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPÉTENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT RÈGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

# ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE (NF P94-500)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

# MISSIONS TYPES D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE (NF P94-500)

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.

## ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PRELABLE (G1)

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

### Phase 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).

## ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE 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, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

## ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

### ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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 GEOTECHNIQUE 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 avoisnants 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.

### A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

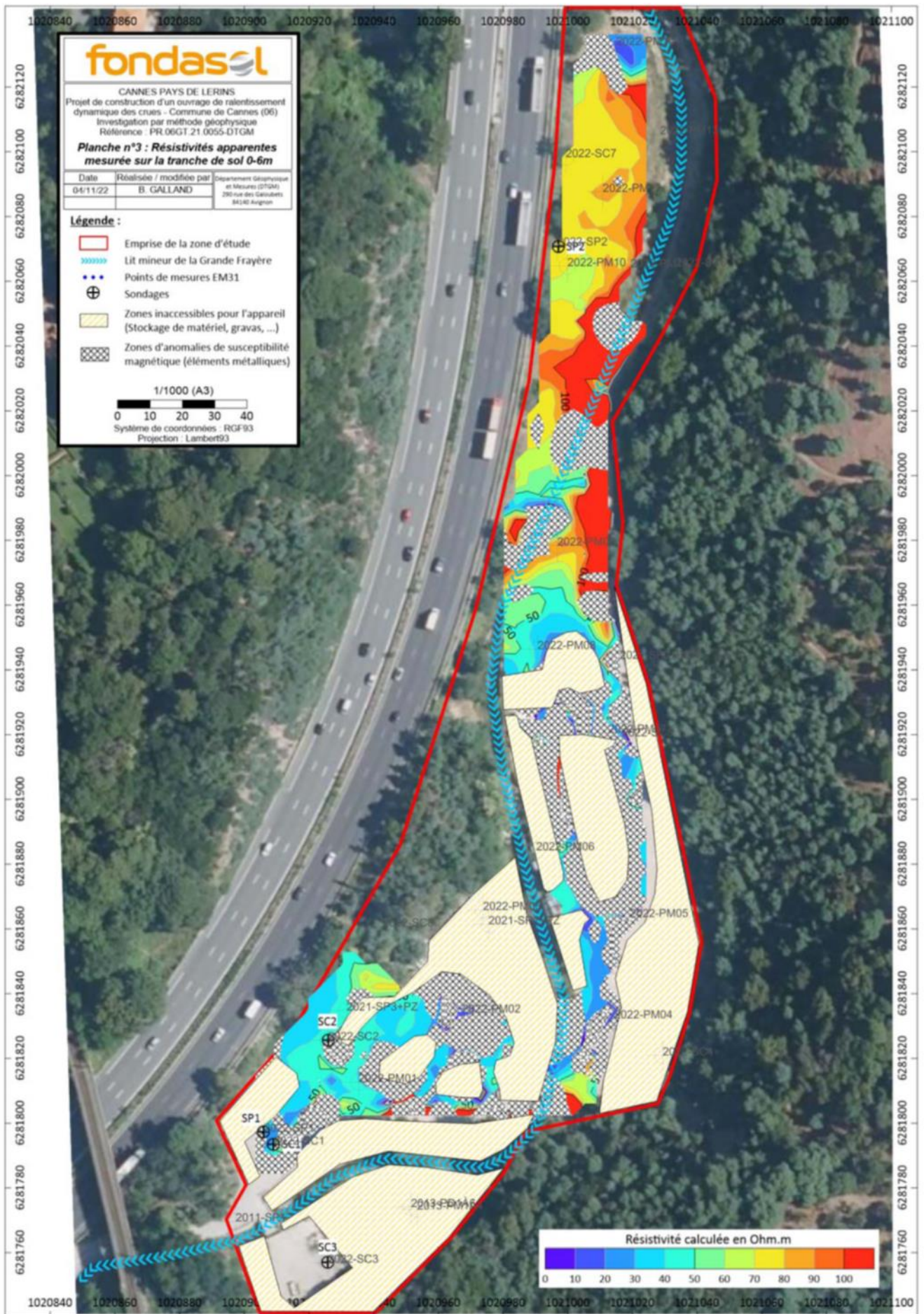
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

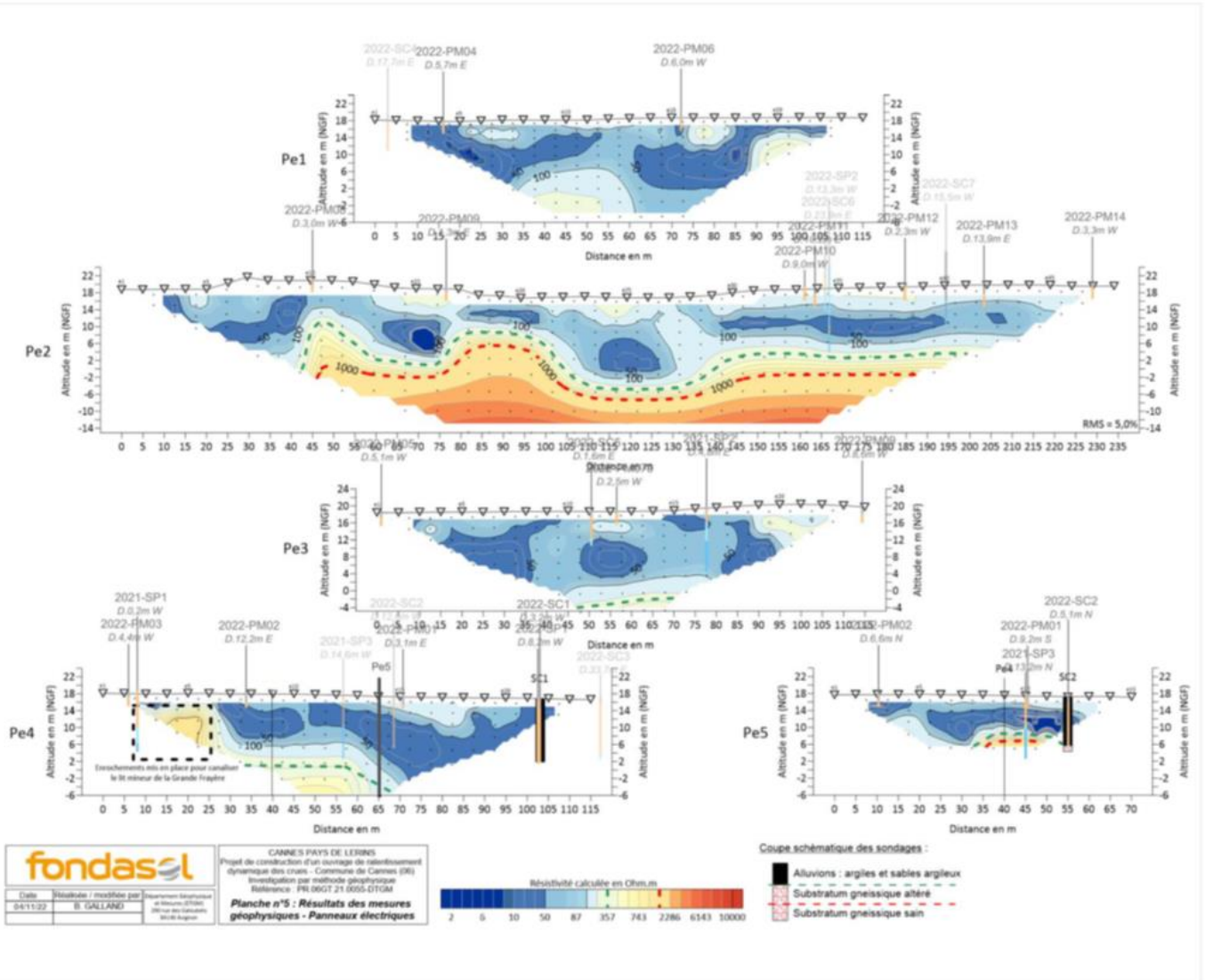
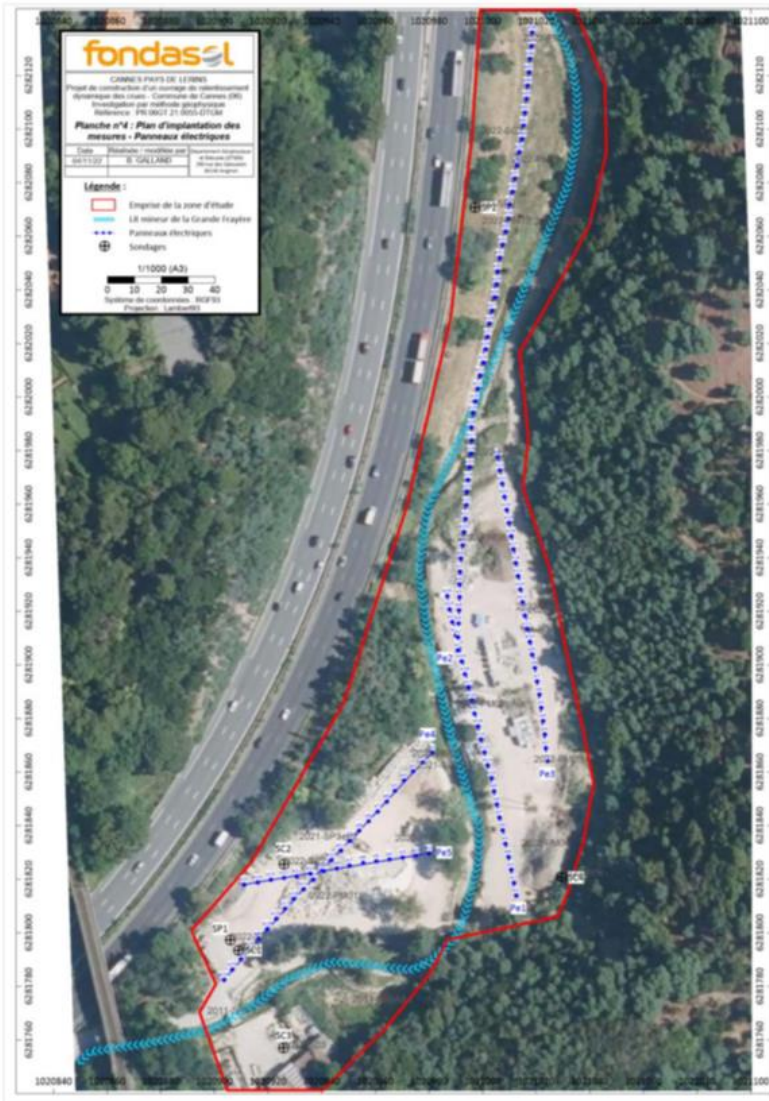
Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Février 2014

# F. ANNEXE I : IMPLANTATION ET RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOPHYSIQUE [8]



## Implantation et résultats des profils électriques



# G. ANNEXE 2 : DÉTERMINATION DE LA CLASSE DE SOL SISMIQUE



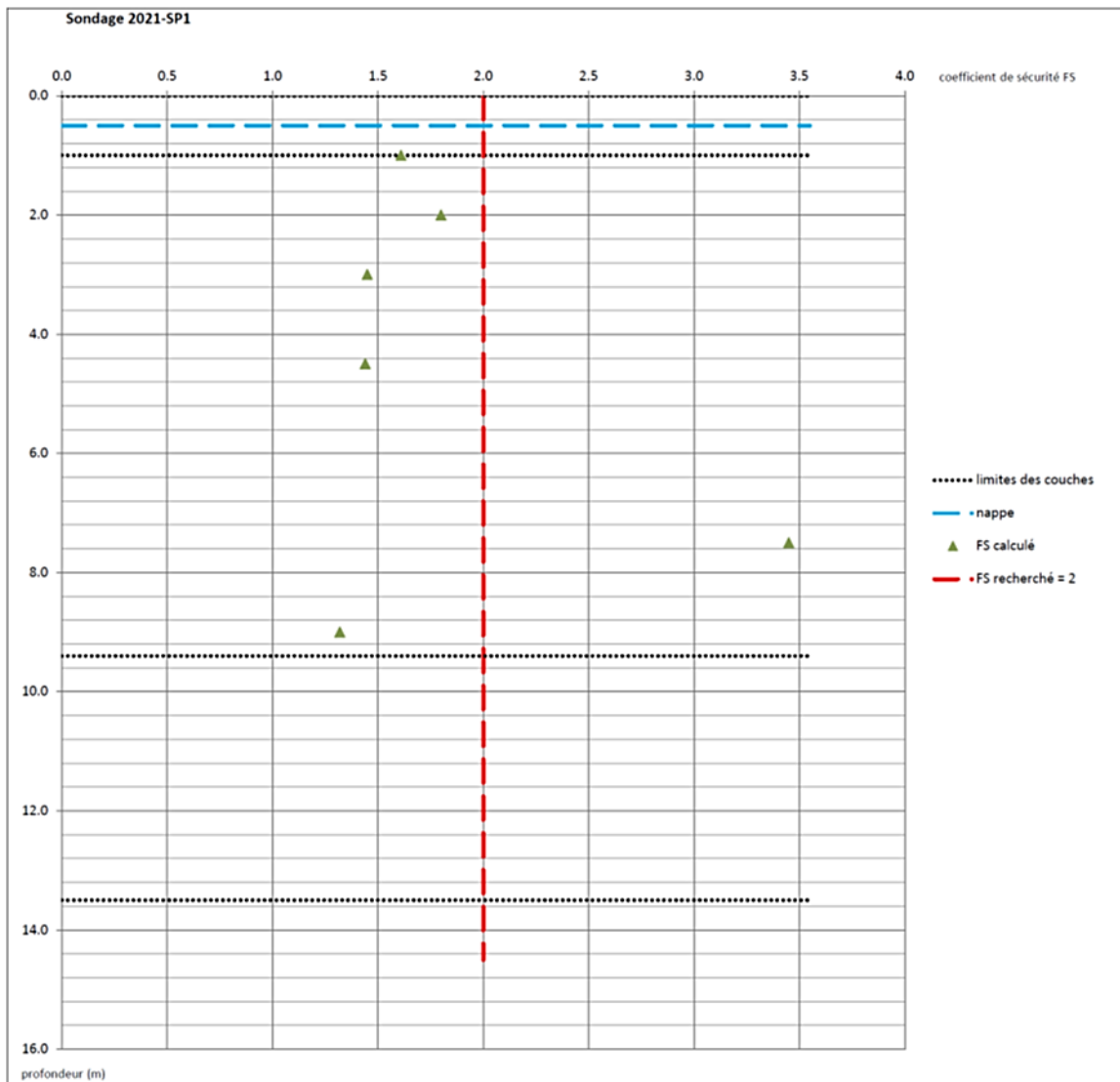




# **H. ANNEXE 3 : RÉSULTATS DE L'ANALYSE DU RISQUE DE LIQUÉFACTION SELON LA MÉTHODE NCEER APRÈS CORRÉLATION ENTRE LES ESSAIS SPT ET PRESSIOMÉTRIQUES**

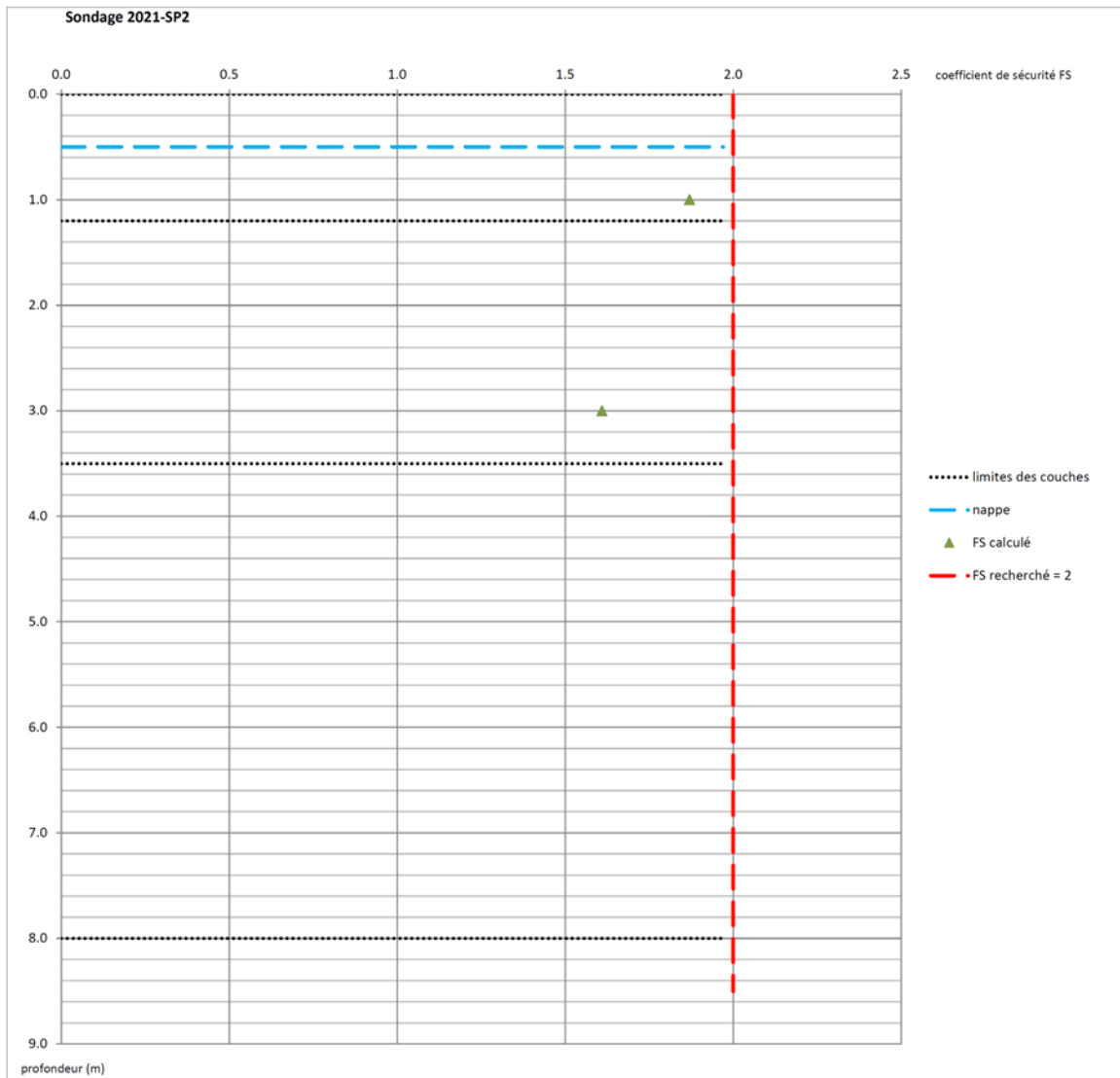


Représentation graphique des résultats (Coefficient de sécurité FS en fonction de la profondeur)



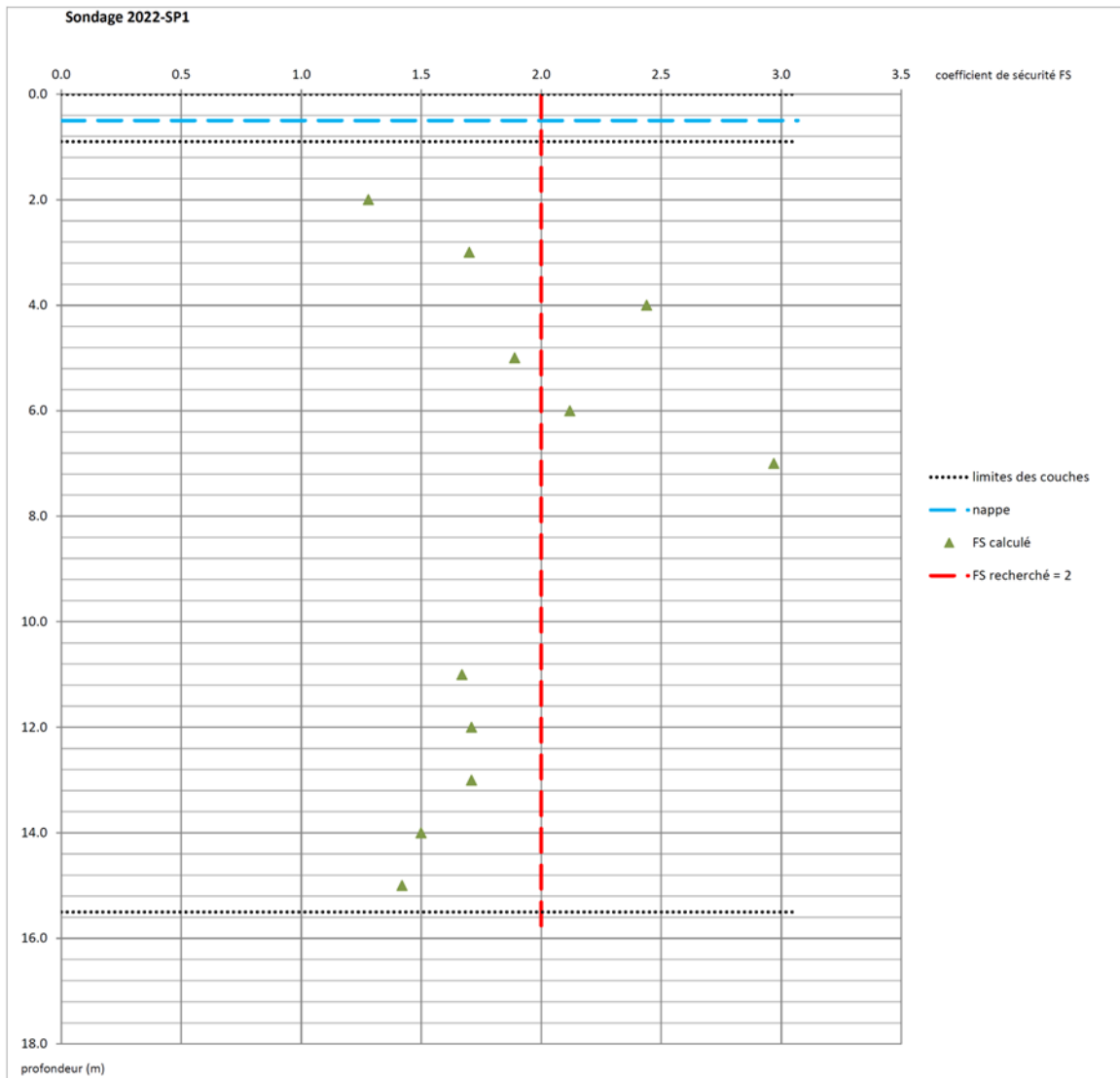


Représentation graphique des résultats (Coefficient de sécurité FS en fonction de la profondeur)





Représentation graphique des résultats (Coefficient de sécurité FS en fonction de la profondeur)



# **I. ANNEXE 4 : VÉRIFICATION DE LA PORTANCE À L'ELS CARA ET ESTIMATION DES TASSEMENTS À L'ELS QP SELON LA MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE – COUPE A**

## CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (EC7)

### CARACTÉRISTIQUES DE LA FONDATION

| LARGEUR DE LA FONDATION<br><b>B = 18,00 m</b>                           | HAUTEUR DU BÉTON AU-DESSUS DE LA FONDATION  |   | HAUTEUR DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION  |   |
|---|---|---|---|---|
|   | <b>h<sub>béton</sub> = m</b>  |   | <b>h<sub>sol</sub> = m</b>  |   |
| COTE DE L'ASSISE DE LA FONDATION<br><b>Z<sub>assise</sub> = 15,00 m</b> | POIDS VOLUMIQUE DU BÉTON DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y<sub>béton</sub></b> | POIDS VOL. DÉJAUGÉ DU BÉTON DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y' béton</b> | POIDS VOLUMIQUE DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y<sub>sol</sub></b> | POIDS VOL. DÉJAUGÉ DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y' sol</b> |
|   | -   | -   | -   | -   |

### CAS DE CHARGE

| CAS DE CHARGES                                       | 1                        | 2       | 3    | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|--------------------------|---------|------|---|---|---|---|---|---|----|
| MÉTHODE DE CALCUL                                    | Pressio                  | Pressio | -    | - | - | - | - | - | - | -  |
| ÉTAT LIMITE  | ELSqp                    | ELSqp   | -    | - | - | - | - | - | - | -  |
| ACTION PERMANENTE (G) À L'ÉLU FONDAMENTAL            | -                        | -       | -    | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE VERTICALE DU CHARGEMENT (kN/ml)           | <b>V<sub>c</sub> =</b>   | 2544    | 2292 | - | - | - | - | - | - | -  |
| POIDS PROPRE DE LA SEMELLE RETENU (kN/ml)            | <b>R<sub>w</sub> =</b>   | 0       | 0    | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE VERTICALE TOTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)    | <b>V<sub>d</sub> =</b>   | 2544    | 2292 | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON y (kN/ml) | <b>H<sub>y,d</sub> =</b> | 0       | -    | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)         | <b>H<sub>d</sub> =</b>   | 0       | 0    | - | - | - | - | - | - | -  |
| INCLINAISON DE LA RÉSULTANTE (°)                     | <b>δ<sub>d</sub> =</b>   | 0       | 0    | - | - | - | - | - | - | -  |
| MOMENT AUTOUR DE x (kN.m/ml)                         | <b>M<sub>x,d</sub> =</b> | 0       | -    | - | - | - | - | - | - | -  |
| EXCENTRICITÉ SELON y (m)                             | <b>e<sub>B</sub> =</b>   | 0,00    | 0,00 | - | - | - | - | - | - | -  |

### MODÈLE GÉOTECHNIQUE

COTE DU TERRAIN À L'ÉTAT FINAL **Z<sub>TN final</sub> = 15,00 m** COTE DE LA NAPPE **z<sub>eau</sub> = 13,50 m**

| 3 COUCHES                | Z <sub>base</sub><br>m | Sol | MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE |                       |      |
|--------------------------|------------------------|-----|-------------------------|-----------------------|------|
|                          |                        |     | P <sub>LM*</sub><br>MPa | E <sub>M</sub><br>MPa | α    |
| <b>Remblais</b>          | 15,00                  | 1   | 0,35                    | 2,00                  | 0,50 |
| <b>Alluvions</b>         | -2,00                  | 2   | 0,45                    | 3,00                  | 0,33 |
| <b>Substratum altéré</b> | -10,00                 | 4   | 3,00                    | 35,00                 | 0,67 |

### CARACTÉRISTIQUES DU SITE

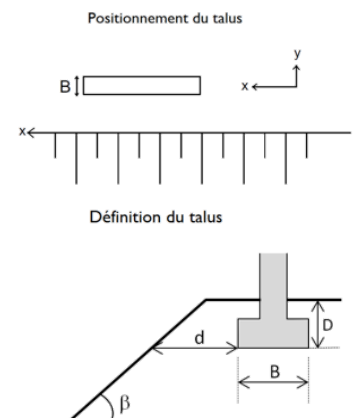
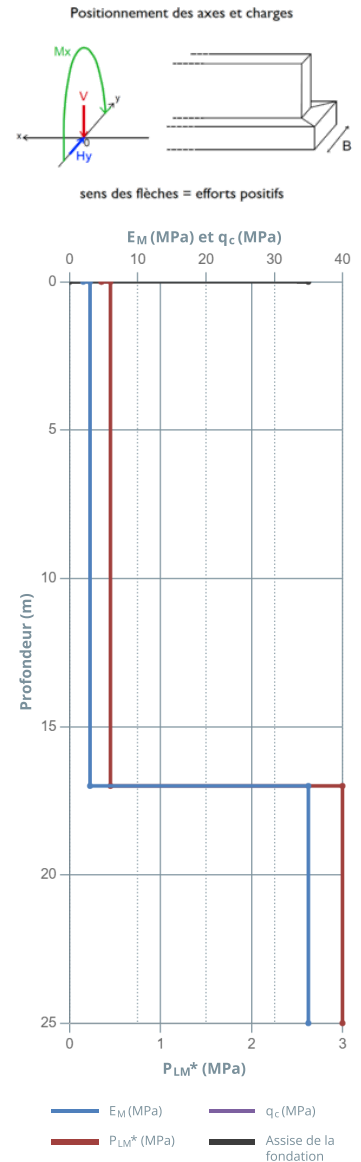
| CONTRAÎNTE EFFECTIVE VERTICALE INITIALE À LA BASE DE LA FONDATION |                         | <b>σ'₀ = MPa</b> |                        | PROXIMITÉ D'UN TALUS |                  | Non                     |  |
|---|-------------------------|------------------|------------------------|----------------------|------------------|-------------------------|--|
| CONTRAÎNTE TOTALE VERTICALE FINALE À LA BASE DE LA FONDATION      |                         | <b>q₀ = MPa</b>  |                        |                      |                  |                         |  |
| Conditions  | Y <sub>h</sub><br>kN/m³ | Y'<br>kN/m³      | C' <sub>k</sub><br>kPa | Φ' <sub>k</sub>      | δ <sub>a,k</sub> | C <sub>u,k</sub><br>kPa |  |
| SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION                                     | drainées                | 0                | 0                      | 0                    | 0                | -                       |  |
| SOL D'ASSISE, SOUS LA FONDATION                                   | drainées                | 20               | 10                     | 0                    | 33               | 33                      |  |

### CONDITIONS DE VÉRIFICATION DU GLISSEMENT

MOBILISATION DE LA RÉACTION FRONTALE (R<sub>front</sub>) **Non** MOBILISATION DE LA RÉACTION TANGENTIELLE (R<sub>tang</sub>) **Non**

### PORTANCE

| CAS DE CHARGE          | 1                      | 2       | 3    | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|------------------------|---------|------|---|---|---|---|---|---|----|
| MÉTHODE DE CALCUL      | Pressio                | Pressio | -    | - | - | - | - | - | - | -  |
| ÉTAT LIMITE            | ELSqp                  | ELSqp   | -    | - | - | - | - | - | - | -  |
| HAUTEUR D'ENCASTREMENT | <b>D<sub>e</sub> =</b> | 0,00    | 0,00 | - | - | - | - | - | - | -  |





# J. ANNEXE 5 : VÉRIFICATION AU GLISSEMENT DU TALUS AMONT – COUPE A

# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe A - Talus amont - CT1

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe A = Profil CC" côté Ouest Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

yw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c    | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ks*B | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |     |
|---|---|---------|----------|--------|------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|--------------------------------------|-----|
| 1 | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 2 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 3 | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 4 | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 40,00  | 50,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 5 | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 6 | [M3] Noyau d'argile                       |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 7 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 8 | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | 23,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 9 | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma \tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|---|---|---------|----------------|------------|---------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1 | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3 | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4 | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5 | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6 | [M3] Noyau d'argile                       |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8 | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 9 | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |

## Points

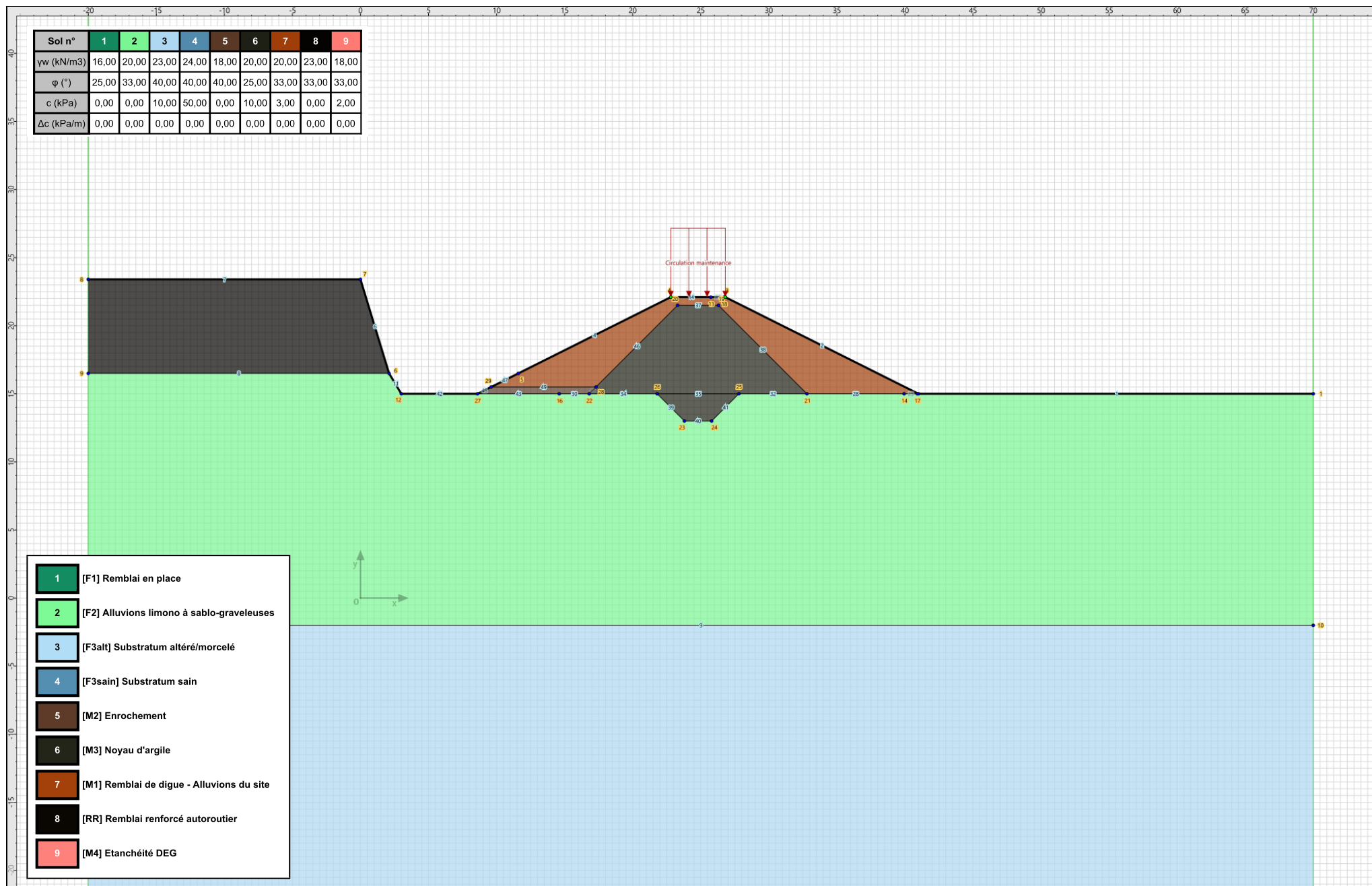
|    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |
|----|--------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|
| 1  | 70,000 | 15,000 | 2  | 41,000  | 15,000 | 3  | 26,800  | 22,100 | 4  | 22,800 | 22,100 | 5  | 11,600  | 16,500 | 6  | 2,100  | 16,500 |
| 7  | -0,000 | 23,400 | 8  | -20,000 | 23,400 | 9  | -20,000 | 16,500 | 10 | 70,000 | -2,000 | 11 | -20,000 | -2,000 | 12 | 3,000  | 15,000 |
| 13 | 25,740 | 22,100 | 14 | 39,940  | 15,000 | 16 | 14,600  | 15,000 | 17 | 40,900 | 15,000 | 18 | 26,700  | 22,100 | 19 | 26,300 | 21,500 |
| 20 | 23,300 | 21,500 | 21 | 32,800  | 15,000 | 22 | 16,800  | 15,000 | 23 | 23,800 | 13,000 | 24 | 25,800  | 13,000 | 25 | 27,800 | 15,000 |
| 26 | 21,800 | 15,000 | 27 | 8,600   | 15,000 | 28 | 17,300  | 15,500 | 29 | 9,600  | 15,500 |    |         |        |    |        |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|
| 1  | 1       | 2       | 2  | 2       | 3       | 4  | 4       | 5       | 6  | 6       | 7       | 7  | 7       | 8       | 8  | 6       | 9       | 9  | 10      | 11      |
| 11 | 12      | 6       | 14 | 4       | 13      | 24 | 2       | 17      | 25 | 14      | 17      | 26 | 3       | 18      | 27 | 13      | 18      | 28 | 14      | 21      |
| 30 | 16      | 22      | 32 | 21      | 25      | 34 | 22      | 26      | 35 | 25      | 26      | 37 | 20      | 19      | 38 | 19      | 21      | 39 | 26      | 23      |
| 40 | 23      | 24      | 41 | 24      | 25      | 42 | 12      | 27      | 43 | 16      | 27      | 45 | 22      | 28      | 46 | 20      | 28      | 47 | 5       | 29      |
| 48 | 27      | 29      | 49 | 28      | 29      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance | 22,800   | 22,100   | 10,0     | 26,800   | 22,100   | 10,0     | 90,00           |



# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 70,000 | 15,000 | 0,00 |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses

## Résultats

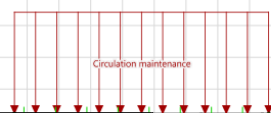
Coefficient de sécurité minimal : 1,0584

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1269; X0= 38,81; Y0= 30,65; R= 16,73

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50

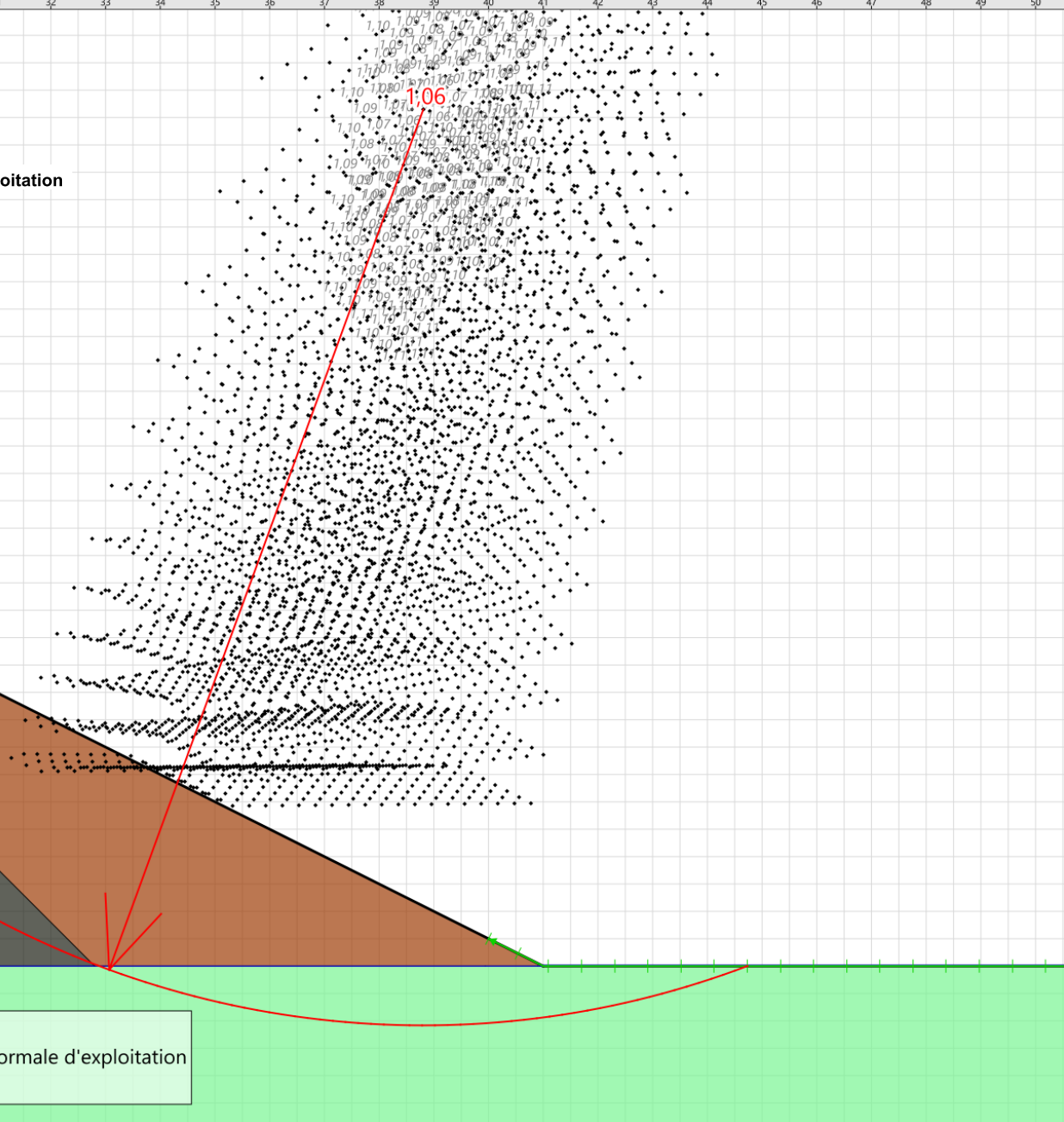
| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide / Situation : Situation normale d'exploitation



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,0584 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:03:39  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus amont - CT1

# Données de la phase 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 70,000 | 15,000 | 0,00 |   |       |   |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

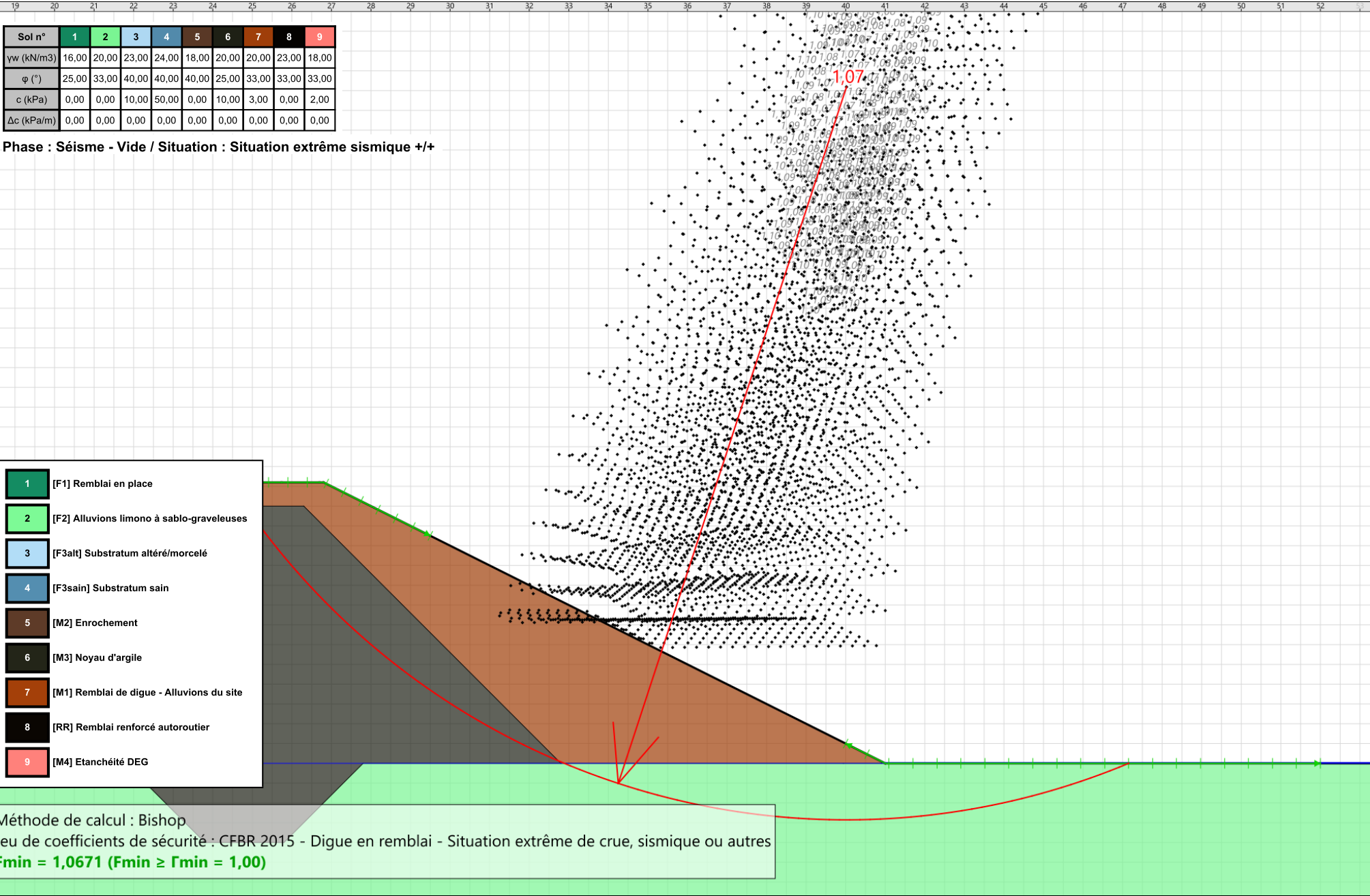
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0671

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1398; X0= 40,02; Y0= 32,09; R= 18,52



# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

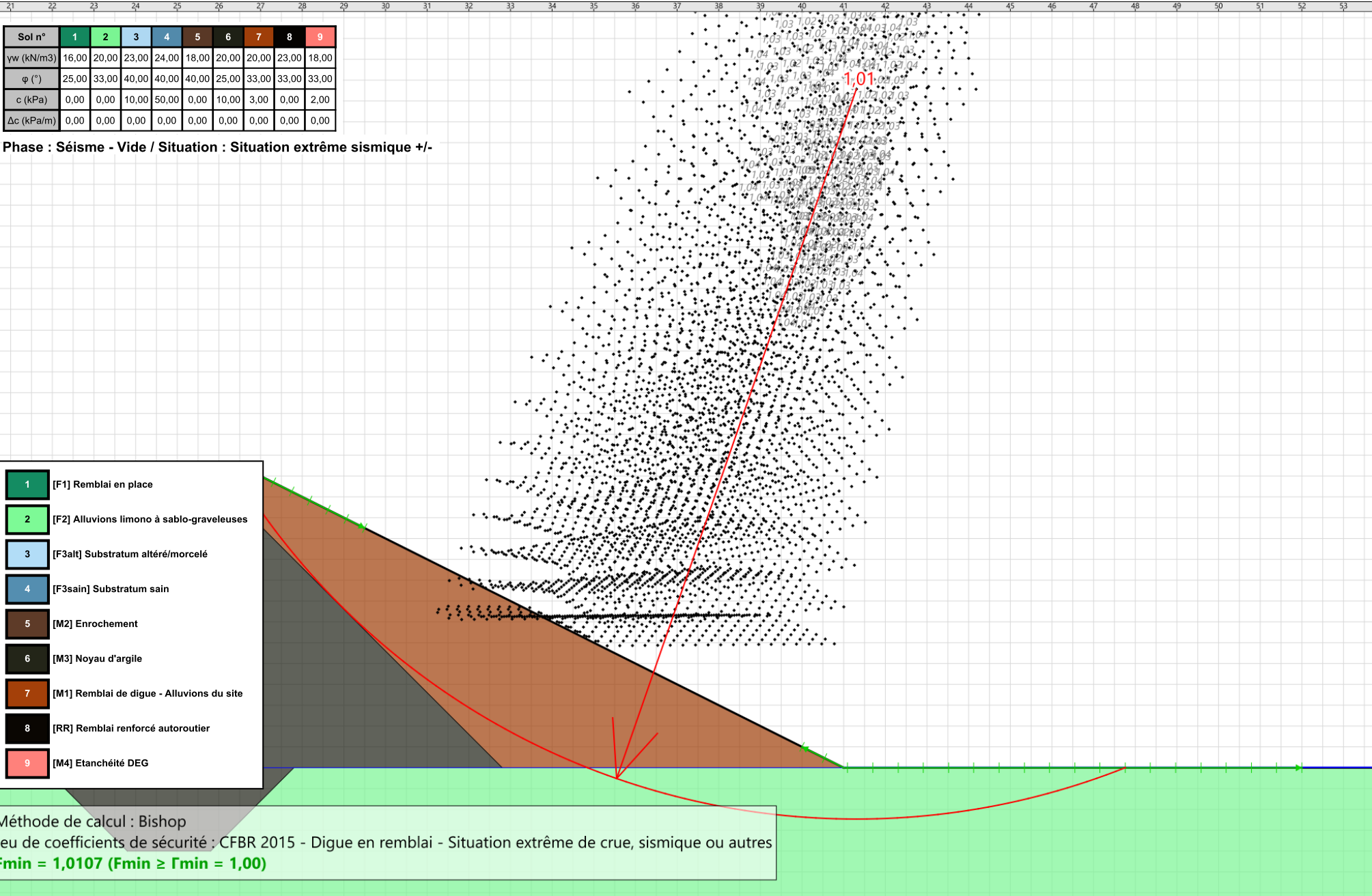
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0107

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2597; X0= 41,30; Y0= 31,29; R= 17,52



# Données de la situation 3

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/- Classe C

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,800; Y= 22,100

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 38,297; Y= 16,352

Point droit : X= 51,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 30

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,143

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

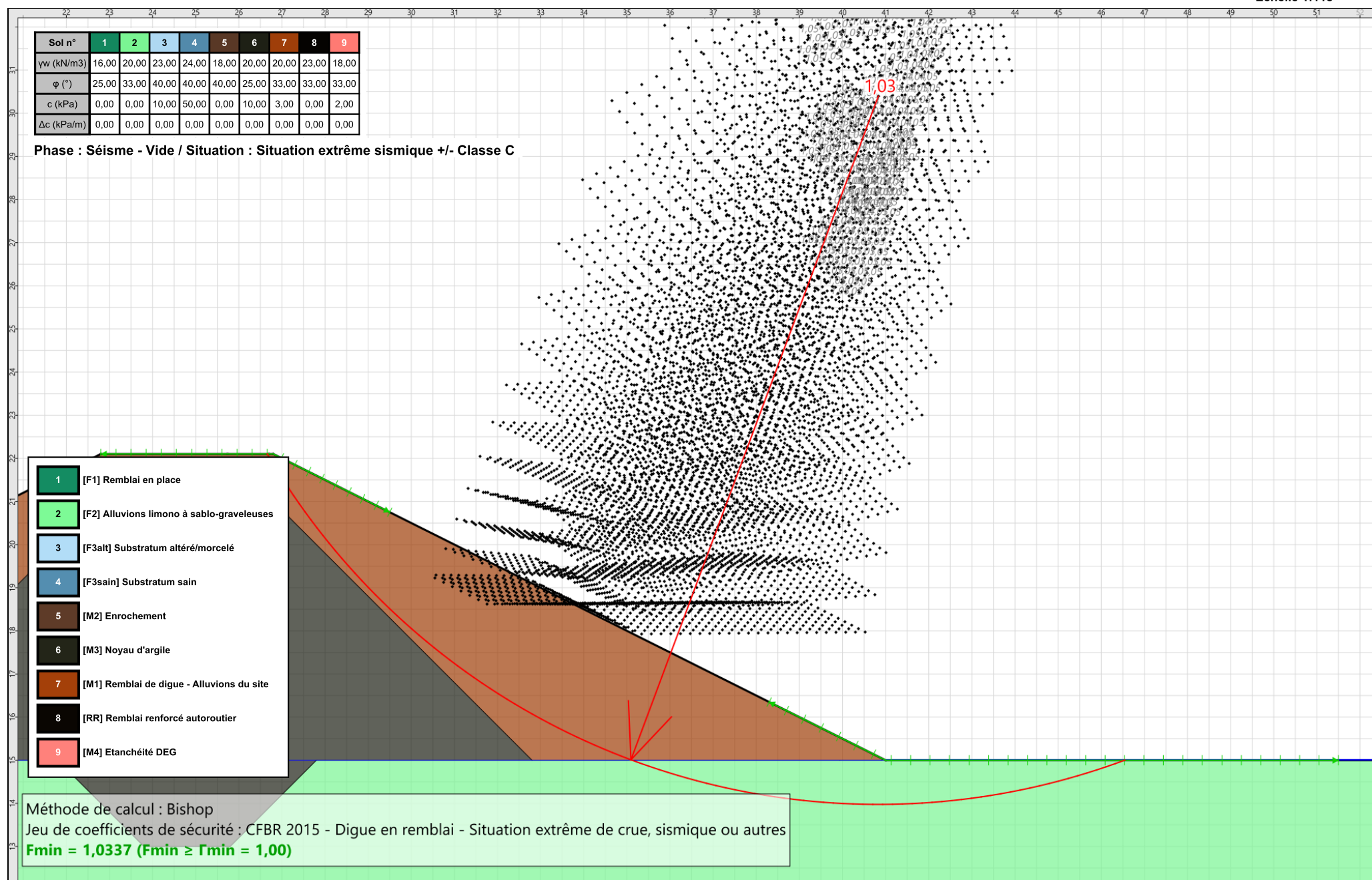
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0337

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 5403; X0= 40,83; Y0= 30,40; R= 16,42

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide / Situation : Situation extrême sismique +/- Classe C



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,0337 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



**Talren v6**  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:03:40  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus amont - CT1

# Données de la phase 3

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,000 | 13,500 | 0,00  | 2 | 70,000 | 13,500 | 0,00 |   |       |   |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

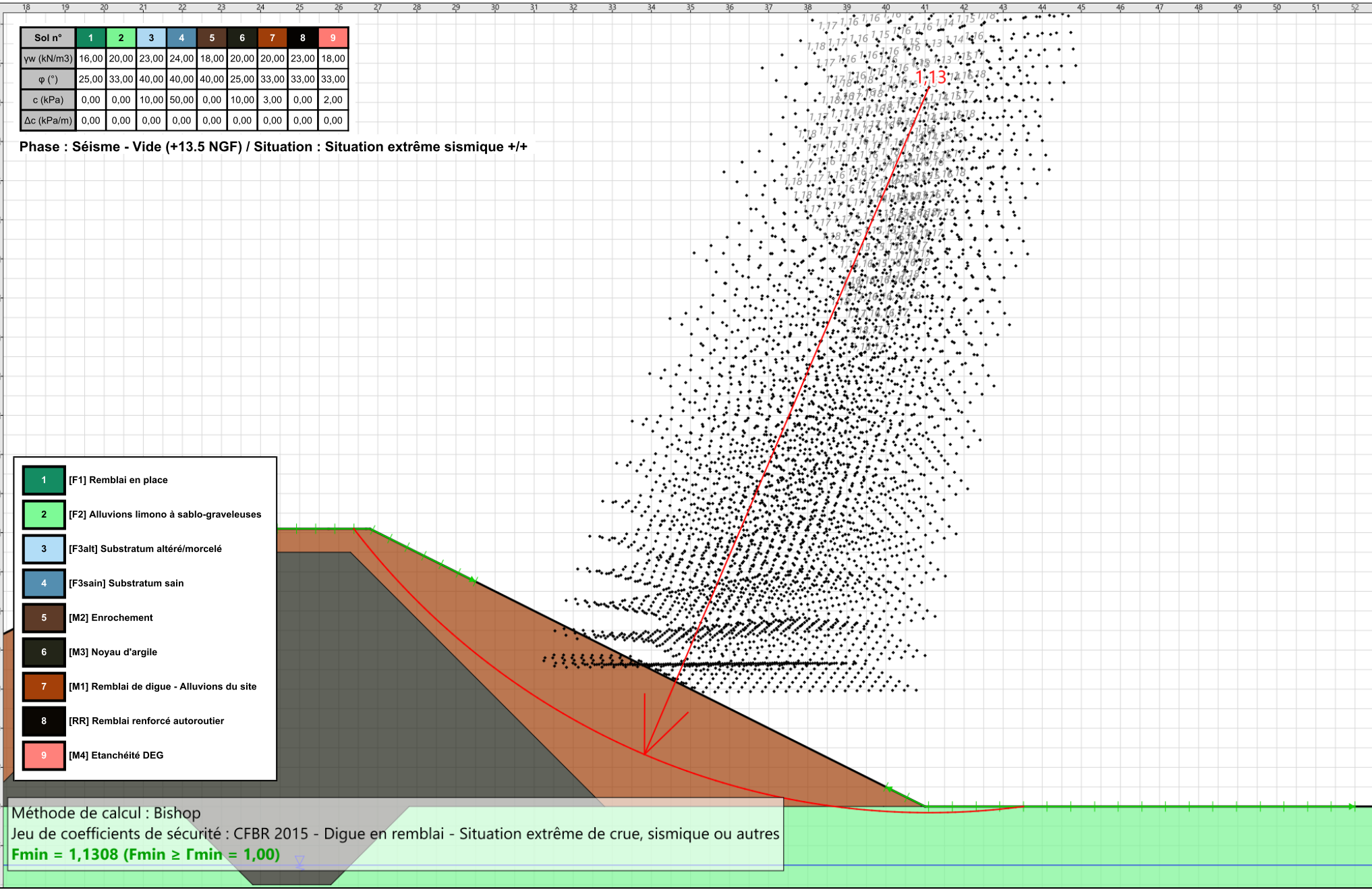
Coefficient de sécurité minimal : 1,1308

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2504; X0= 41,10; Y0= 33,39; R= 18,54

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,1308 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**

# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

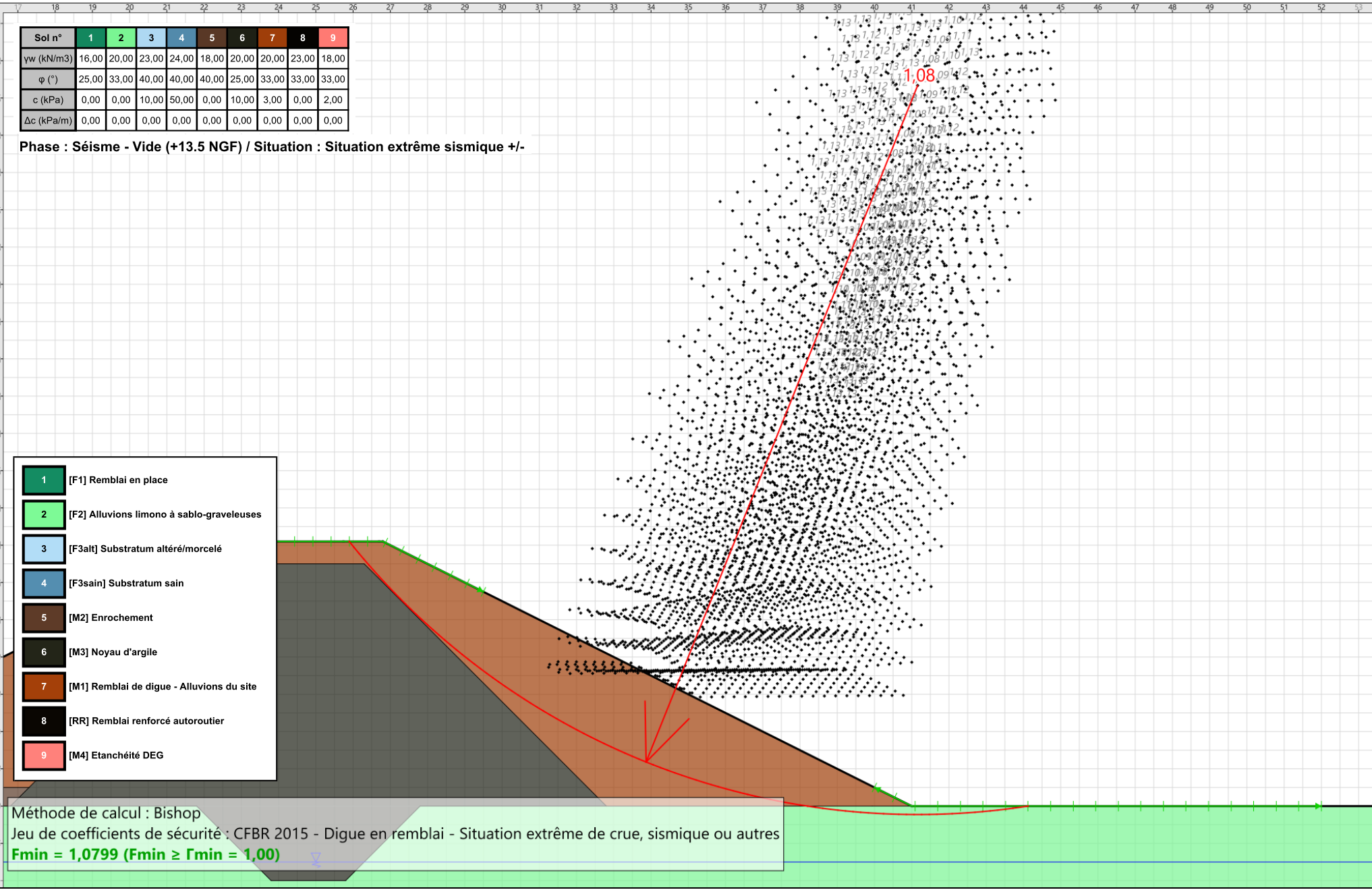
Coefficient de sécurité minimal : 1,0799

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2232; X0= 41,16; Y0= 34,33; R= 19,56

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:03:41  
Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus amont - CT1

# Données de la situation 3

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/- Classe C

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,143

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

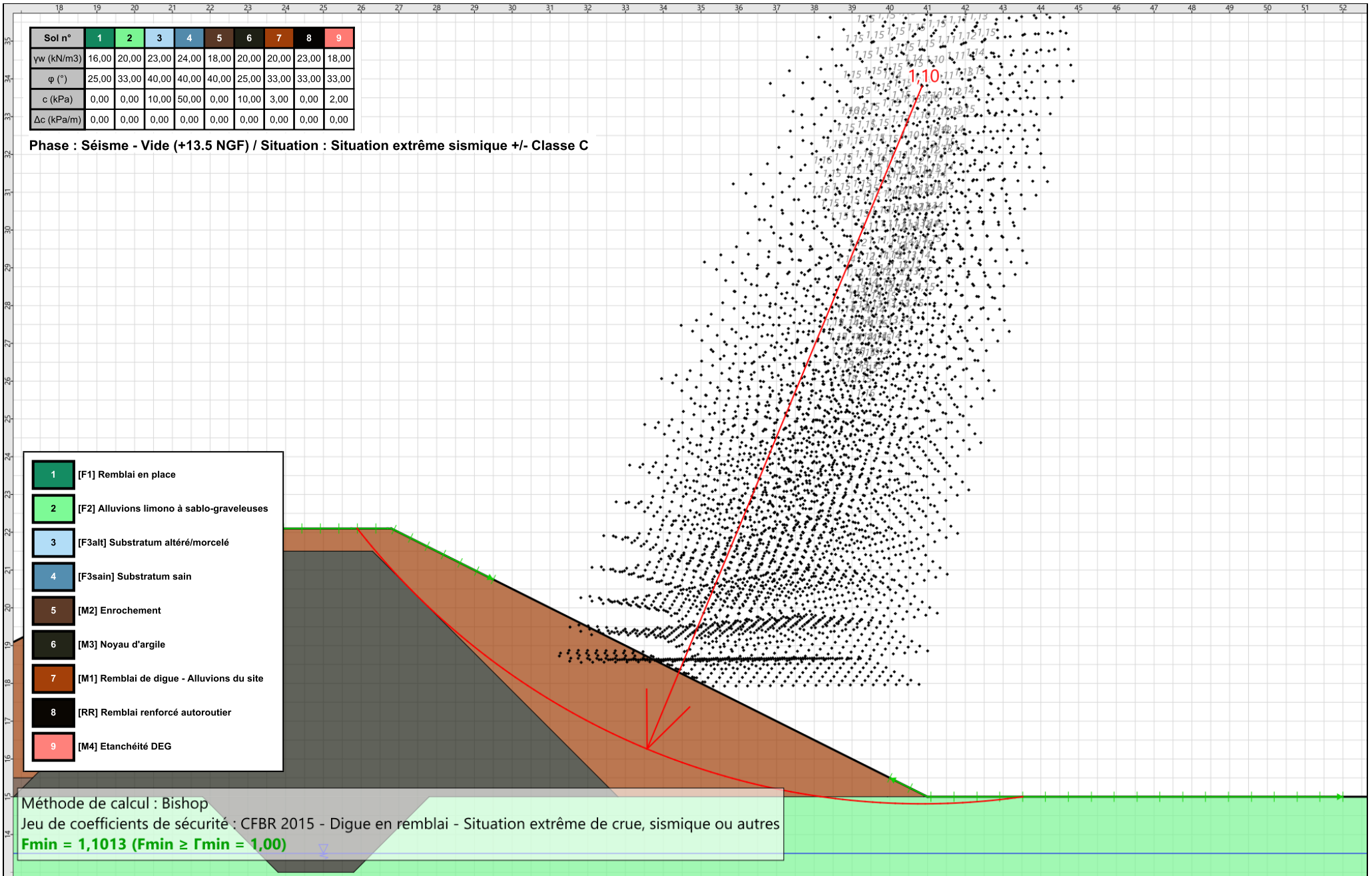
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1013

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2219; X0= 40,86; Y0= 33,81; R= 19,00



# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe A - Talus amont - CT2

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe A = Profil CC" côté Ouest Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m<sup>3</sup>

yw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c    | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ks*B | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |     |
|---|---|---------|----------|--------|------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|--------------------------------------|-----|
| 1 | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 2 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 3 | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 4 | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 40,00  | 50,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 5 | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 6 | [M3] Masque amont                         |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 7 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 8 | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | 23,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 9 | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma \tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|---|---|---------|----------------|------------|---------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1 | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3 | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4 | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5 | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6 | [M3] Masque amont                         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8 | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-03 |
| 9 | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |

## Points

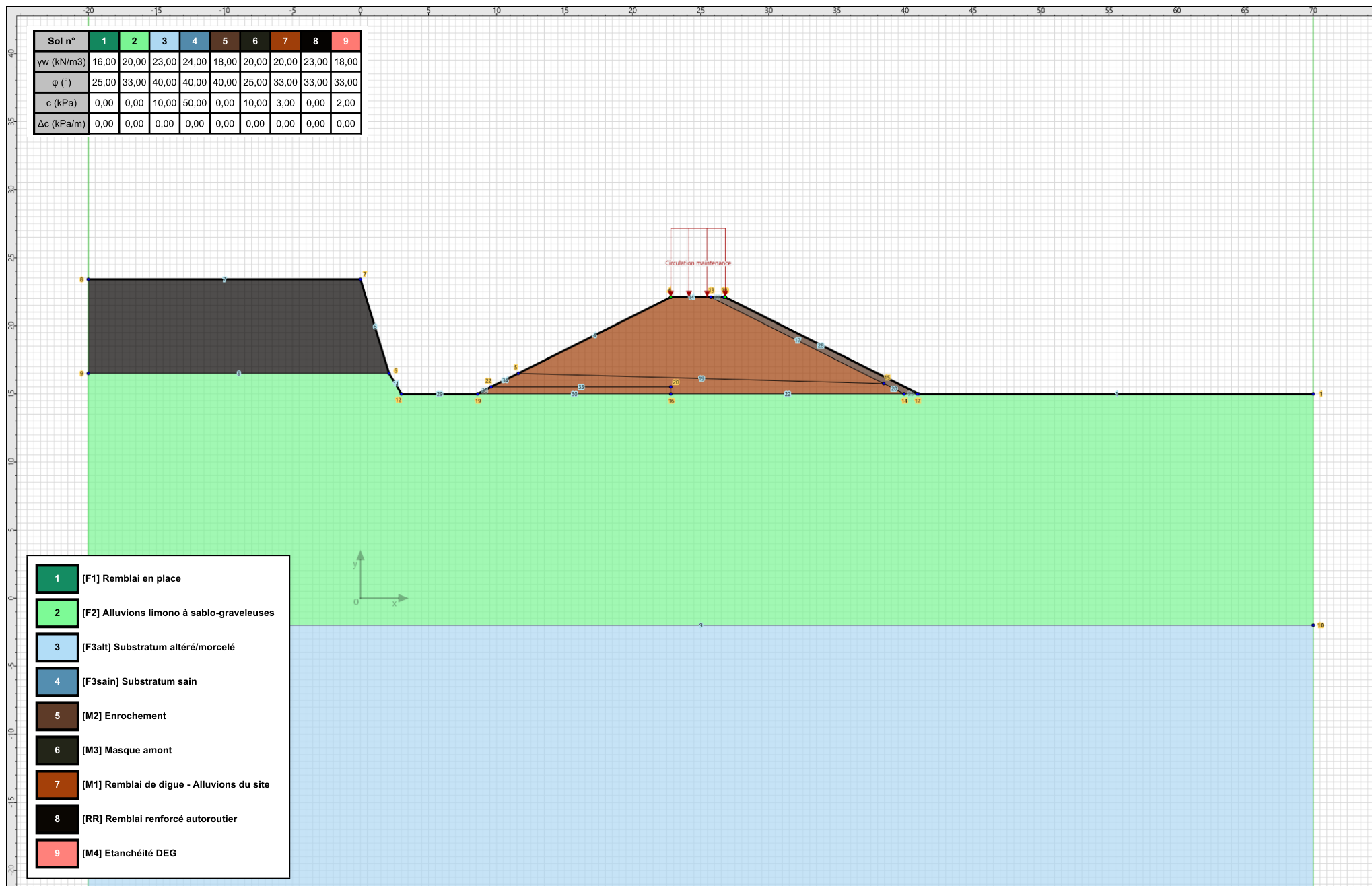
|    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |
|----|--------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|
| 1  | 70,000 | 15,000 | 2  | 41,000  | 15,000 | 3  | 26,800  | 22,100 | 4  | 22,800 | 22,100 | 5  | 11,600  | 16,500 | 6  | 2,100  | 16,500 |
| 7  | -0,000 | 23,400 | 8  | -20,000 | 23,400 | 9  | -20,000 | 16,500 | 10 | 70,000 | -2,000 | 11 | -20,000 | -2,000 | 12 | 3,000  | 15,000 |
| 13 | 25,740 | 22,100 | 14 | 39,940  | 15,000 | 15 | 38,440  | 15,750 | 16 | 22,800 | 15,000 | 17 | 40,900  | 15,000 | 18 | 26,700 | 22,100 |
| 19 | 8,600  | 15,000 | 20 | 22,800  | 15,500 | 22 | 9,600   | 15,500 |    |        |        |    |         |        |    |        |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|
| 1  | 1       | 2       | 2  | 2       | 3       | 4  | 4       | 5       | 6  | 6       | 7       | 7  | 7       | 8       | 8  | 6       | 9       | 9  | 10      | 11      |
| 11 | 12      | 6       | 14 | 4       | 13      | 17 | 13      | 15      | 19 | 15      | 5       | 20 | 15      | 14      | 22 | 14      | 16      | 24 | 2       | 17      |
| 25 | 14      | 17      | 26 | 3       | 18      | 27 | 13      | 18      | 28 | 17      | 18      | 29 | 12      | 19      | 30 | 16      | 19      | 32 | 16      | 20      |
| 33 | 20      | 22      | 34 | 22      | 5       | 35 | 22      | 19      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance | 22,800   | 22,100   | 10,0     | 26,800   | 22,100   | 10,0     | 90,00           |



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M4] Etanchéité DEG                       | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai d    |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions li |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai d    |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 22      | 14              | 16 | [F2] Alluvions li |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M4]              |
| 27 | 13      | 18      | [M2] Enrochement                          | 28      | 17      | 18              | [M2] Enrochement                          | 29      | 12              | 19 | [F2] Alluvions li |
| 30 | 16      | 19      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 32      | 16      | 20              | [M2] Enrochement                          | 33      | 20              | 22 | [M2]              |
| 34 | 22      | 5       | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 35      | 22      | 19              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |                   |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 70,000 | 15,000 | 0,00 |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

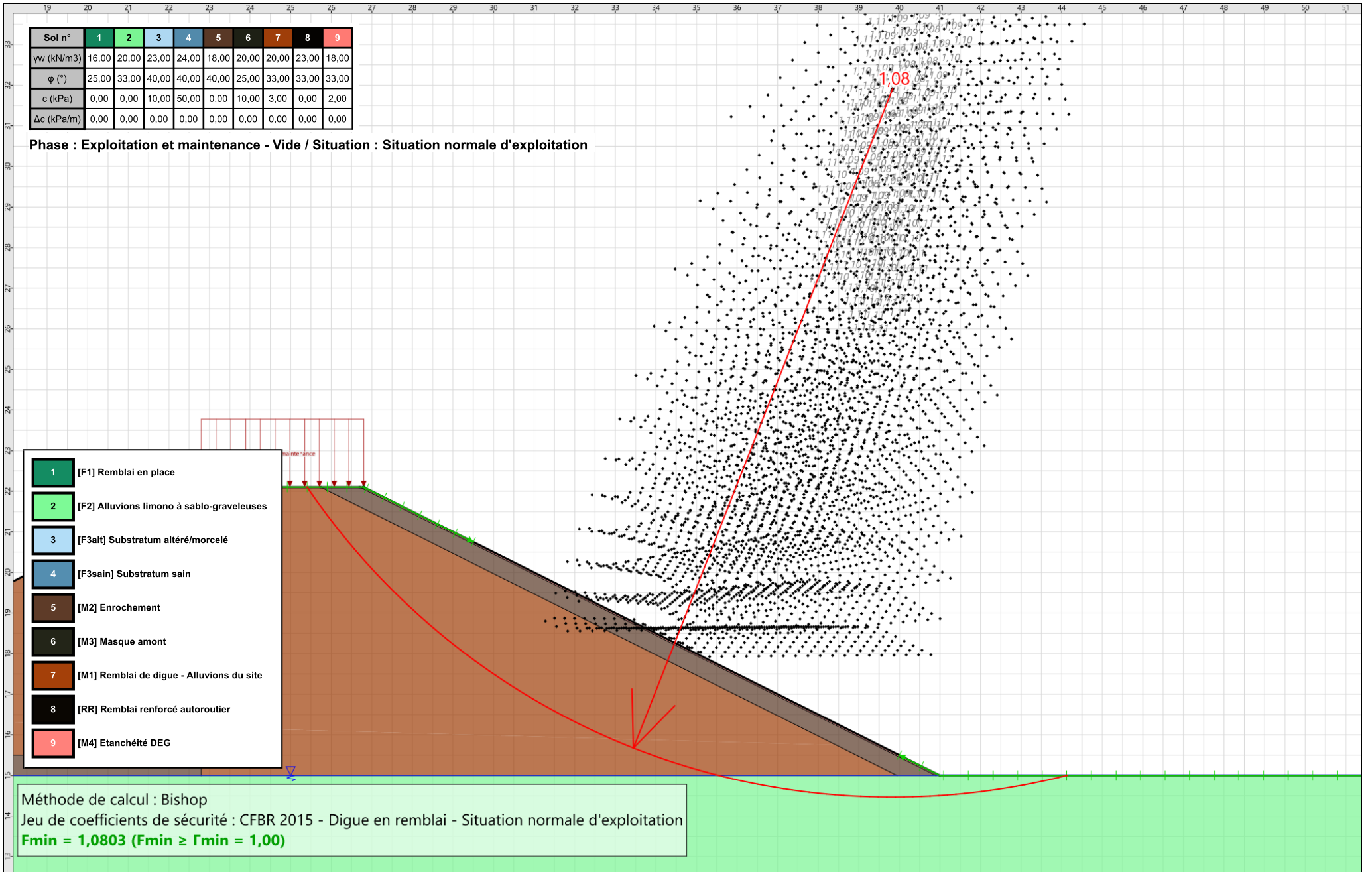
Analyse de XQ : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0803

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1831; X0= 39,83; Y0= 31,92; R= 17,45



# Données de la phase 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               |         |         | [M4] Etanchéité DEG                       |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               |         |         | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               |         |         | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              |         |         | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              |         |         | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 27 | 13      | 18      | [M2] Enrochement                          | 28      | 17      | 18              |         |         | [M2] Enrochement                          |
| 30 | 16      | 19      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 32      | 16      | 20              |         |         | [M2] Enrochement                          |
| 34 | 22      | 5       | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 35      | 22      | 19              |         |         | [M2] Enrochement                          |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X      | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|--------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,00 | 15,000 | 0,00  | 2 | 70,000 | 15,000 | 0,00 |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

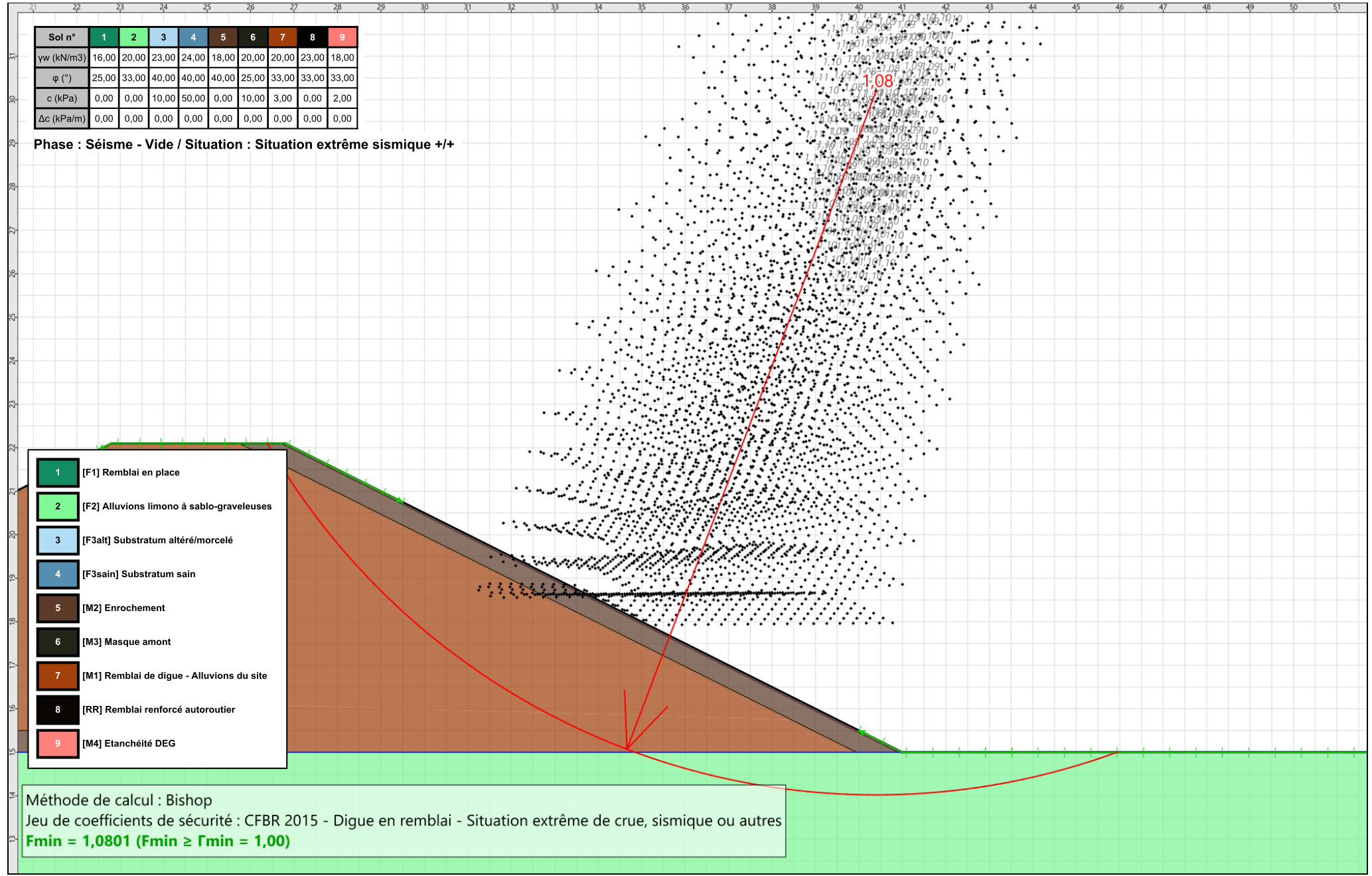
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0801

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2558; X0= 40,39; Y0= 30,20; R= 16,18

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide / Situation : Situation extrême sismique +/-



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,0801 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**

# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

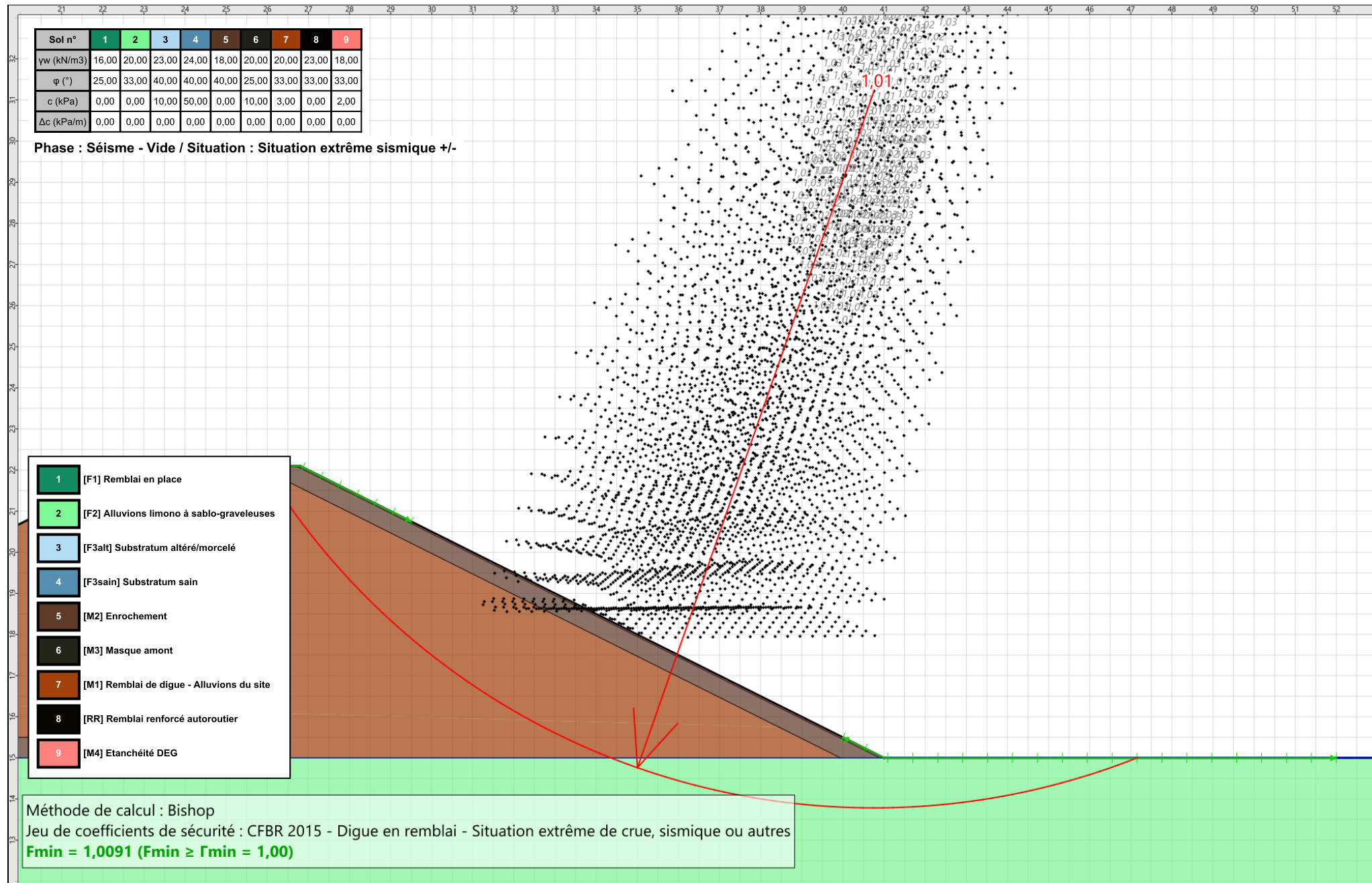
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0091

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2299; X0= 40,76; Y0= 31,22; R= 17,43

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide / Situation : Situation extrême sismique +/-



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,0091 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:04:51  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus amont - CT2

# Données de la phase 3

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M4] Etanchéité DEG                       | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai d    |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions li |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai d    |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 22      | 14              | 16 | [F2] Alluvions li |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M4]              |
| 27 | 13      | 18      | [M2] Enrochement                          | 28      | 17      | 18              | [M2] Enrochement                          | 29      | 12              | 19 | [F2] Alluvions li |
| 30 | 16      | 19      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 32      | 16      | 20              | [M2] Enrochement                          | 33      | 20              | 22 | [M2]              |
| 34 | 22      | 5       | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 35      | 22      | 19              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |                   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X      | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|--------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,00 | 13,500 | 0,00  | 2 | 70,000 | 13,500 | 0,00 |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1289

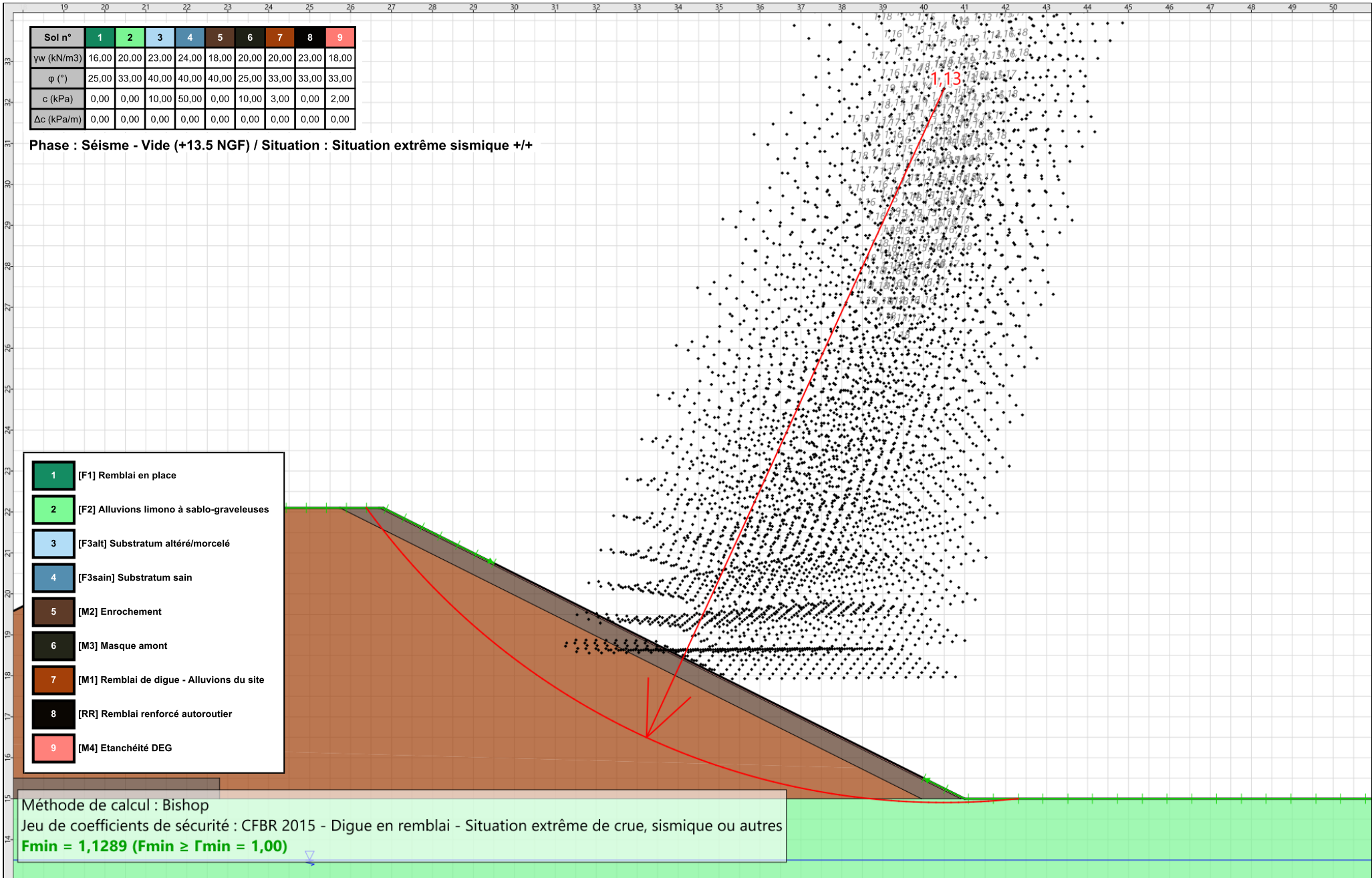
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2478; X0= 40,49; Y0= 32,34; R= 17,43

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,1289 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFSR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 22,500; Y= 21,950

Point droit : X= 29,500; Y= 20,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans [M1] Remblai de digue - Alluvions du site

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0789

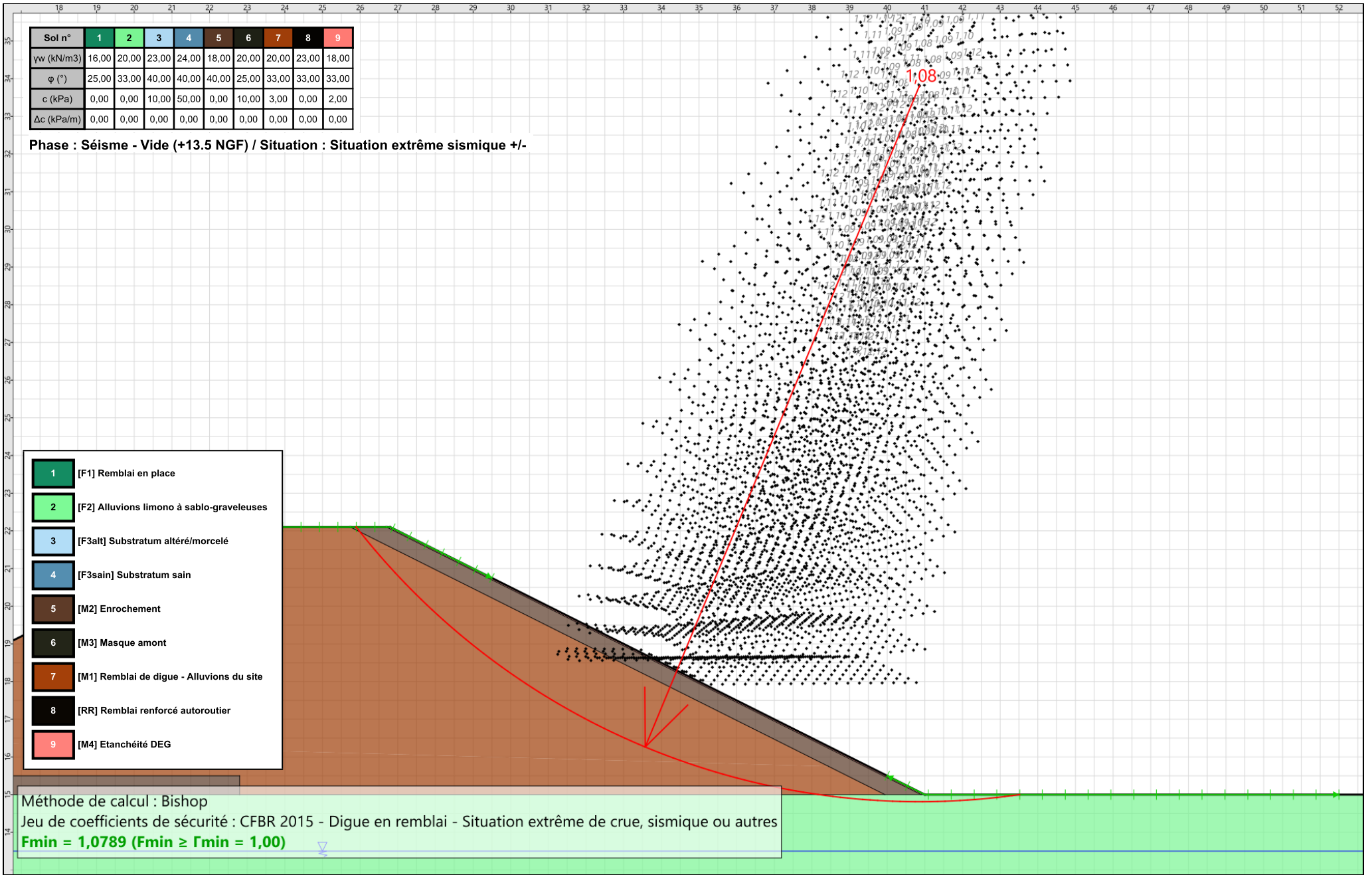
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2217; X0= 40,86; Y0= 33,81; R= 19,00

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,0789 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe A - Talus amont - CT3

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe A = Profil CC" côté Ouest Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

## Couches de sol

|    | Nom                                       | Couleur | γ    | φ     | c    | Δc  | qs,clou | pmax | ks*B | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifique |
|----|---|---------|------|-------|------|-----|---------|------|------|-------------|-----------|-------------------------------------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0 | 25,00 | 0,0  | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0 | 33,00 | 0,0  | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0 | 40,00 | 10,0 | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0 | 40,00 | 50,0 | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | 18,0 | 40,00 | 0,0  | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | 20,0 | 25,00 | 10,0 | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0 | 33,00 | 3,0  | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 8  | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | 23,0 | 33,00 | 0,0  | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0 | 33,00 | 2,0  | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | 18,0 | 33,00 | 0,0  | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | 16,0 | 20,00 | 10,0 | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |
| 12 | [M1] Remblai amélioré                     |         | 20,0 | 30,00 | 10,0 | 0,0 | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                 |

## Couches de sol (cont.)

|    | Nom                                       | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|----|---|---------|----|----|---------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8  | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 5,00E-03 | 5,00E-03 |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 12 | [M1] Remblai amélioré                     |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |

## Points

|    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |
|----|--------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|
| 1  | 70,000 | 15,000 | 2  | 41,000  | 15,000 | 3  | 26,800  | 22,100 | 4  | 22,800 | 22,100 | 5  | 11,600  | 16,500 |
| 7  | -0,000 | 23,400 | 8  | -20,000 | 23,400 | 9  | -20,000 | 16,500 | 10 | 70,000 | -2,000 | 11 | -20,000 | -2,000 |
| 16 | 14,600 | 15,000 | 17 | 40,330  | 15,000 | 22 | 22,800  | 15,000 | 27 | 8,600  | 15,000 | 28 | 22,800  | 15,500 |
| 30 | 10,270 | 15,500 | 31 | 22,870  | 21,800 | 32 | 26,730  | 21,800 | 34 | 24,490 | 21,800 | 35 | 39,880  | 14,110 |
| 37 | 43,990 | 13,000 | 38 | 45,990  | 15,000 | 39 | 38,099  | 15,000 | 40 | 46,700 | 15,000 | 41 | 44,200  | 12,500 |
| 43 | 39,530 | 13,760 | 44 | 23,370  | 21,800 | 45 | 36,980  | 15,000 |    |        |        |    |         |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|
| 2  | 2       | 3       | 4  | 4       | 5       | 6  | 6       | 7       | 7  | 7       | 8       | 8  | 6       | 9       | 9  | 10      | 11      | 11 | 12      | 6       |
| 24 | 2       | 17      | 30 | 16      | 22      | 42 | 12      | 27      | 43 | 16      | 27      | 45 | 22      | 28      | 47 | 5       | 29      | 48 | 27      | 29      |
| 51 | 28      | 30      | 52 | 29      | 30      | 54 | 3       | 4       | 56 | 30      | 31      | 57 | 32      | 17      | 61 | 32      | 34      | 63 | 2       | 38      |
| 64 | 34      | 39      | 65 | 39      | 17      | 67 | 39      | 35      | 68 | 35      | 36      | 69 | 36      | 37      | 70 | 37      | 38      | 72 | 1       | 40      |
| 73 | 38      | 40      | 74 | 31      | 44      | 75 | 34      | 44      | 76 | 40      | 41      | 77 | 41      | 42      | 78 | 42      | 43      | 79 | 43      | 45      |
| 80 | 45      | 22      | 81 | 45      | 39      | 82 | 45      | 44      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

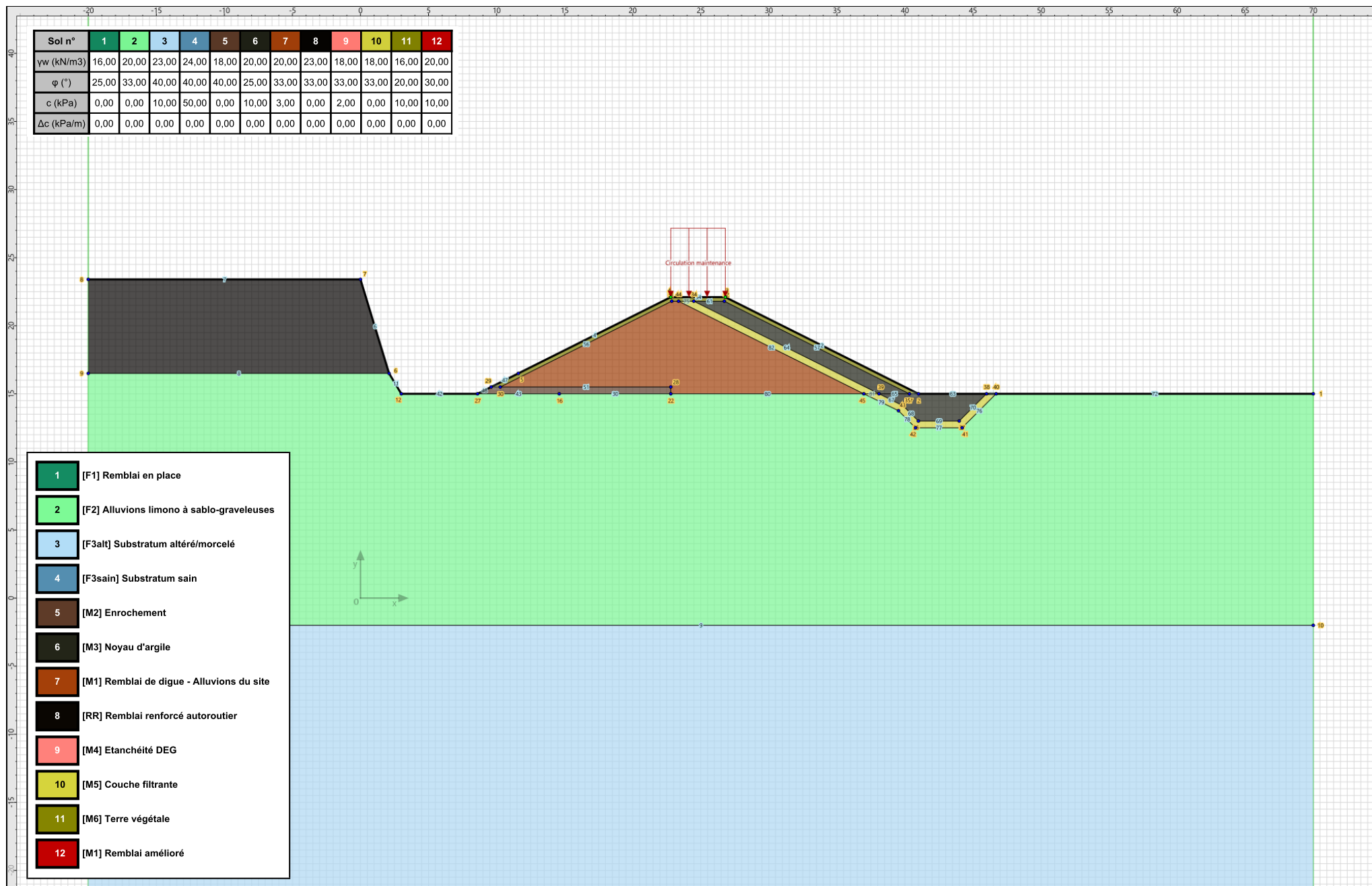
## Surcharges réparties

|   | Nom                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance | 22,800   | 22,100   | 10,0     | 26,800   | 22,100   | 10,0     | 90,00           |



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:06:53  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus amont - CT3



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M1] Remblai amélioré

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

## 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   |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4  | 4       | 5       | [M6] Terre végétale                       | 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8  | 6       | 9       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 9  | 10      | 11      | [F3a] Subs        |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24 | 2       | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 30 | 16      | 22      | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43 | 16      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 45 | 22      | 28      | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 51 | 28      | 30      | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54 | 3       | 4       | [M6] Terre végétale                       | 56 | 30      | 31      | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61 | 32      | 34      | [M3] Noyau d'argile                       | 63 | 2       | 38      | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67 | 39      | 35      | [M5] Couche filtrante                     | 68 | 35      | 36      | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70 | 37      | 38      | [M5] Couche filtrante                     | 72 | 1       | 40      | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74 | 31      | 44      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 75 | 34      | 44      | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77 | 41      | 42      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 78 | 42      | 43      | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80 | 45      | 22      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 82 | 45      | 44      | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 70,000 | 15,000 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     |   | X     | Y     | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 20,500; Y= 20,950

Point droit : X= 27,500; Y= 21,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses

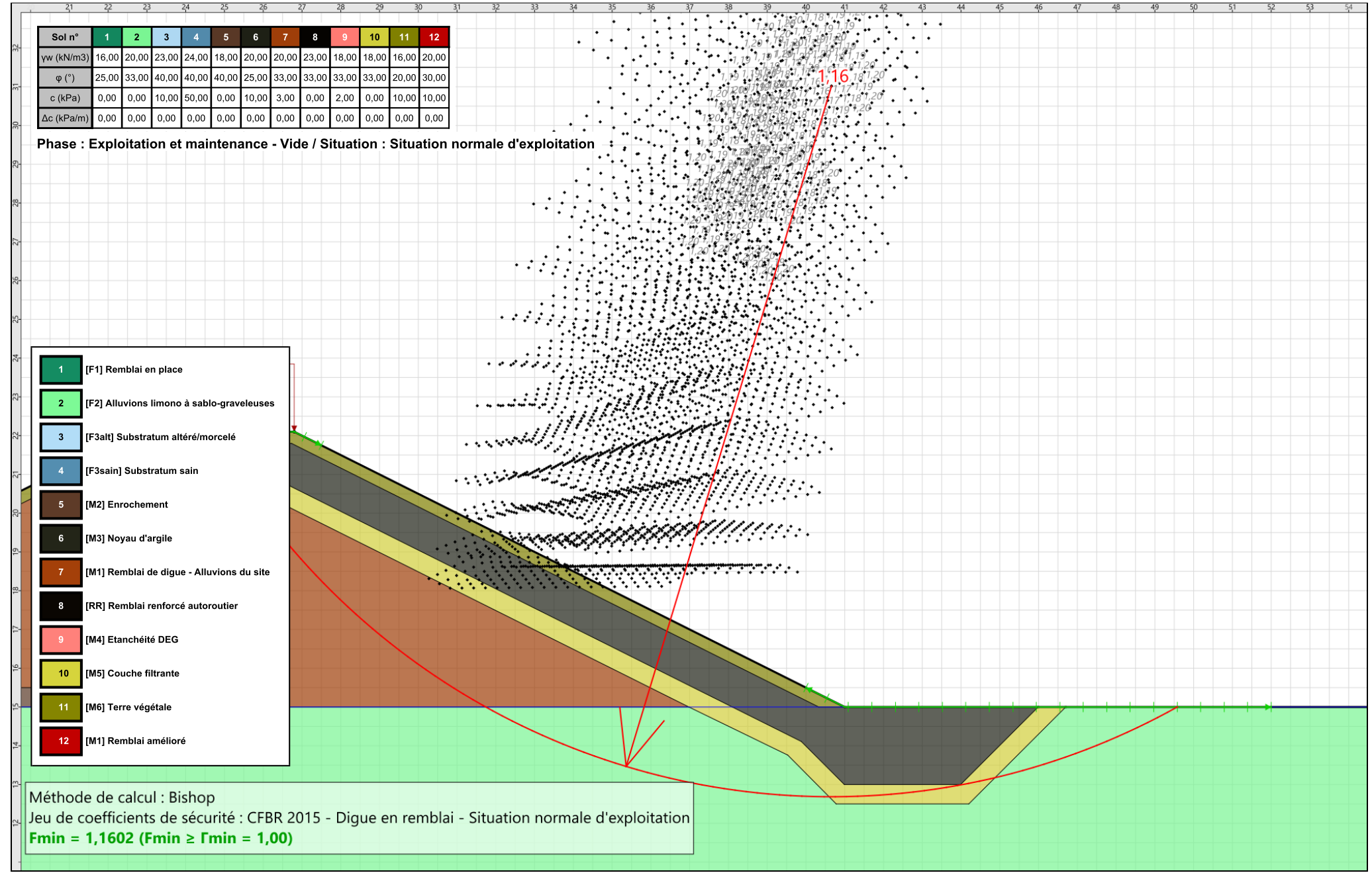
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1602

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2820; X0= 40,66; Y0= 31,02; R= 18,33

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 20,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 30,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 10,00 |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide / Situation : Situation normale d'exploitation



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M1] Remblai amélioré

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,1602 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



**Talren v6**  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:06:54  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus amont - CT3

# Données de la phase 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

## 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   |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4  | 4       | 5       | [M6] Terre végétale                       | 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8  | 6       | 9       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 9  | 10      | 11      | [F3a] Subs        |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24 | 2       | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 30 | 16      | 22      | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43 | 16      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 45 | 22      | 28      | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 51 | 28      | 30      | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54 | 3       | 4       | [M6] Terre végétale                       | 56 | 30      | 31      | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61 | 32      | 34      | [M3] Noyau d'argile                       | 63 | 2       | 38      | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67 | 39      | 35      | [M5] Couche filtrante                     | 68 | 35      | 36      | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70 | 37      | 38      | [M5] Couche filtrante                     | 72 | 1       | 40      | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74 | 31      | 44      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 75 | 34      | 44      | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77 | 41      | 42      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 78 | 42      | 43      | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80 | 45      | 22      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 82 | 45      | 44      | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 70,000 | 15,000 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     |   | X     | Y     | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 20,500; Y= 20,950

Point droit : X= 27,500; Y= 21,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1232

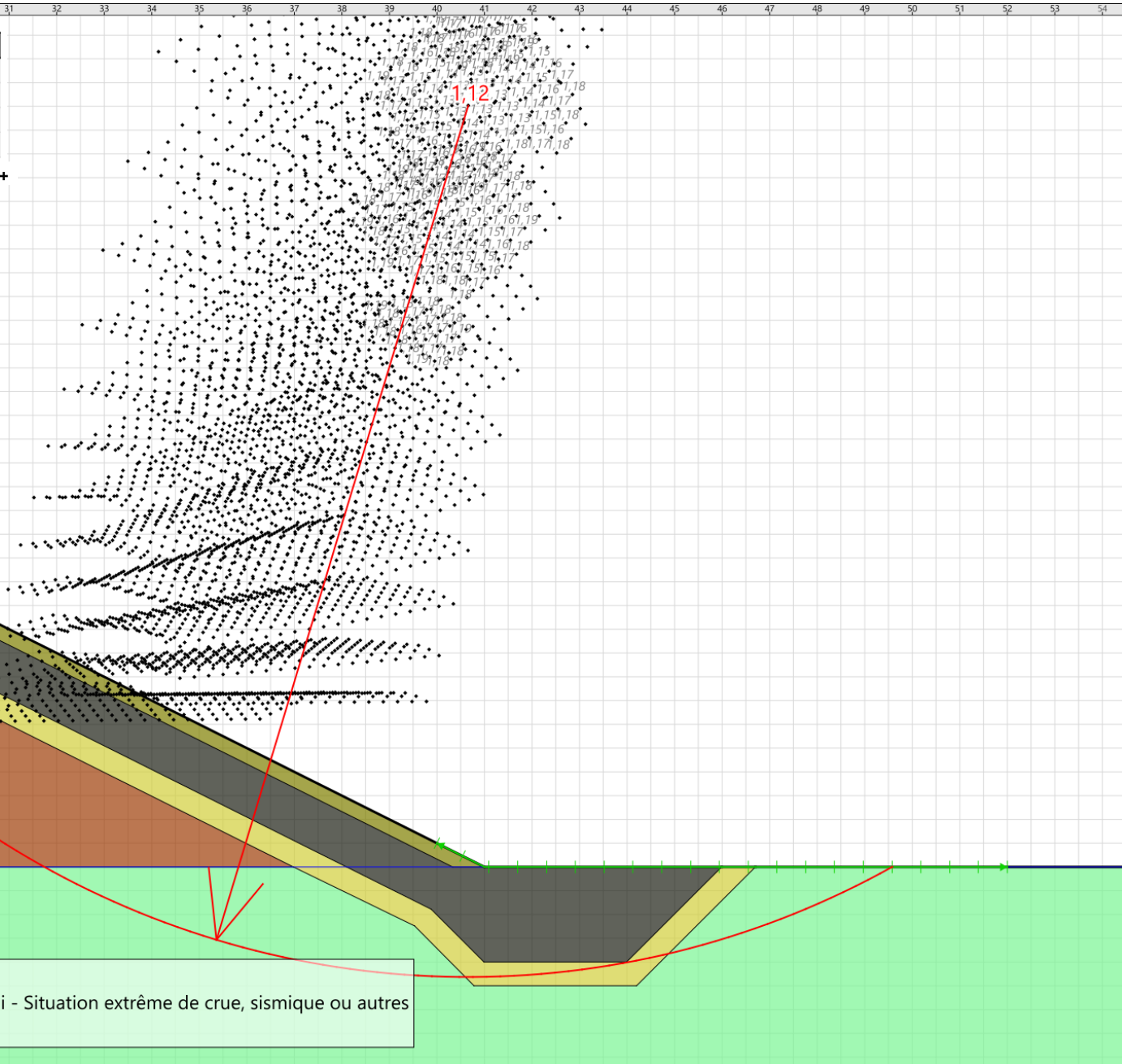
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3051; X0= 40,66; Y0= 31,02; R= 18,33

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 20,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 30,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 10,00 |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M1] Remblai amélioré

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,1232 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 20,500; Y= 20,950

Point droit : X= 27,500; Y= 21,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

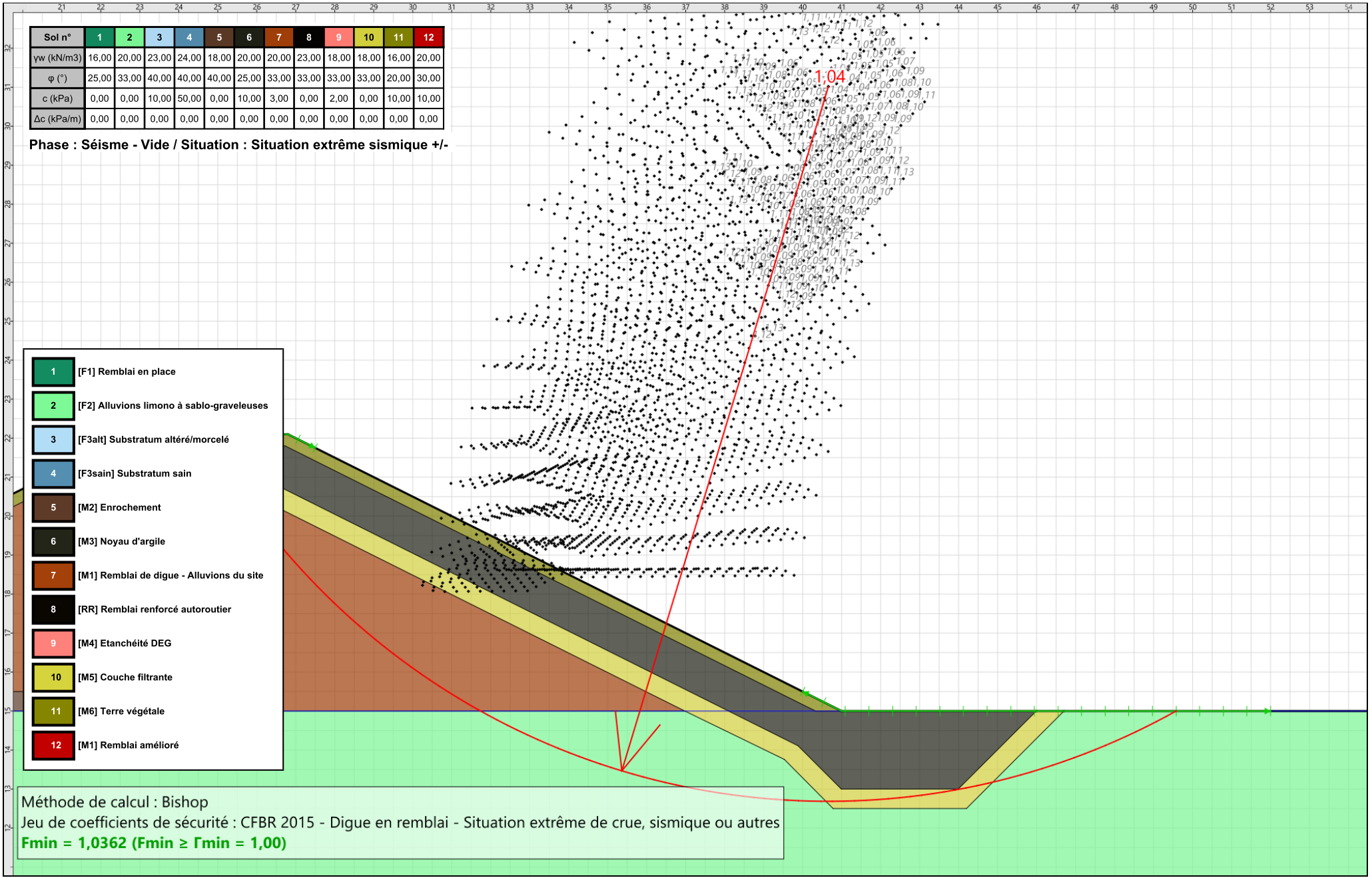
Analyse de XQ : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans [M3] Noyau d'argile

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0362

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2120; X0= 40,66; Y0= 31,02; R= 18,33



# Données de la situation 3

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/- (Classe C)

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 20,500; Y= 20,950

Point droit : X= 27,500; Y= 21,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 40,000; Y= 15,500

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,143

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

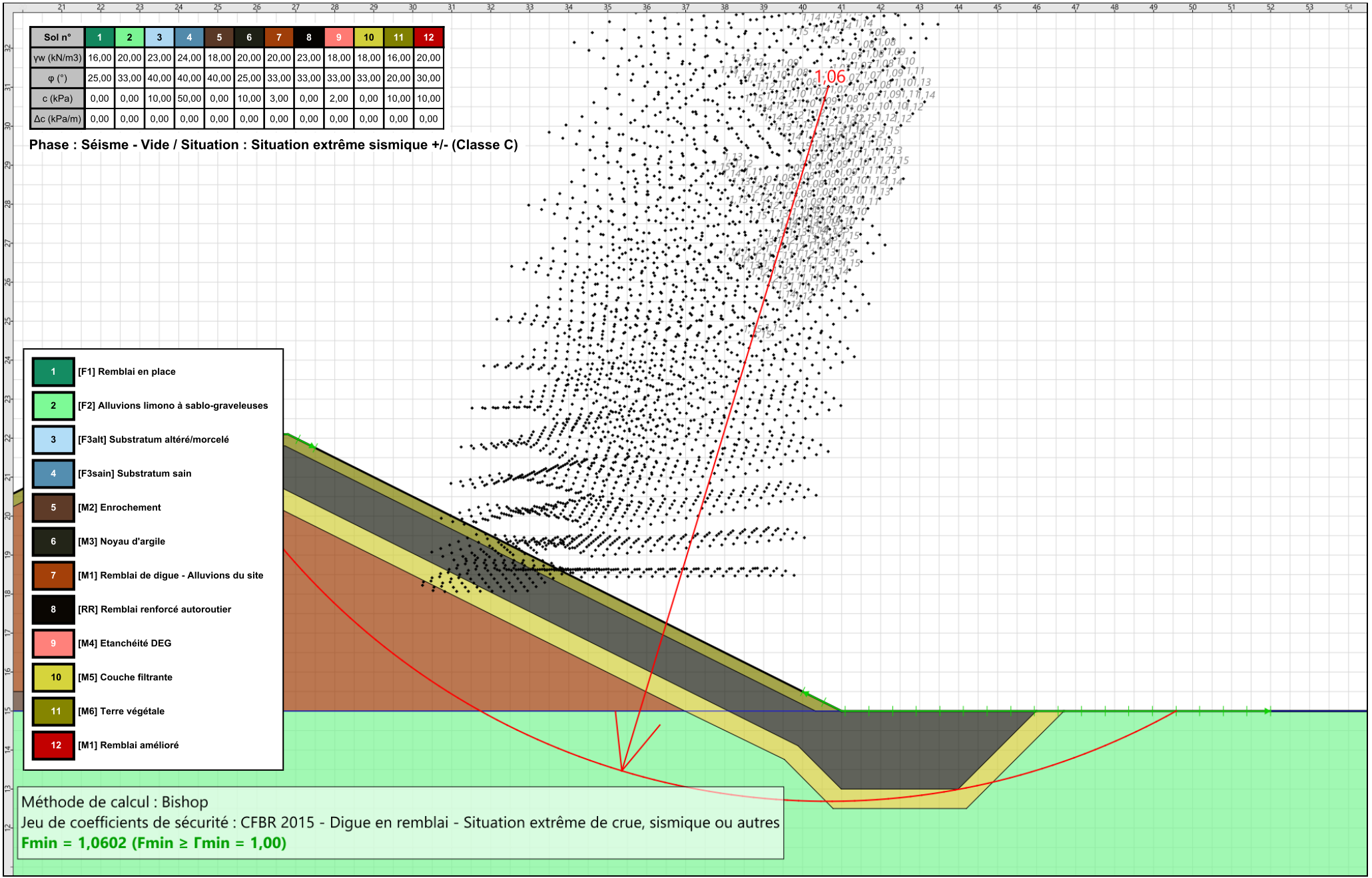
Analyse de XQ : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans [M3] Noyau d'argile

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0602

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2120; X0= 40,66; Y0= 31,02; R= 18,33



# Données de la phase 3

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

## 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   |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4  | 4       | 5       | [M6] Terre végétale                       | 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8  | 6       | 9       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 9  | 10      | 11      | [F3a] Subs        |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24 | 2       | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 30 | 16      | 22      | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43 | 16      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 45 | 22      | 28      | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 51 | 28      | 30      | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54 | 3       | 4       | [M6] Terre végétale                       | 56 | 30      | 31      | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61 | 32      | 34      | [M3] Noyau d'argile                       | 63 | 2       | 38      | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67 | 39      | 35      | [M5] Couche filtrante                     | 68 | 35      | 36      | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70 | 37      | 38      | [M5] Couche filtrante                     | 72 | 1       | 40      | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74 | 31      | 44      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 75 | 34      | 44      | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77 | 41      | 42      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 78 | 42      | 43      | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80 | 45      | 22      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 82 | 45      | 44      | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,000 | 13,500 | 0,00  | 2 | 70,000 | 13,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     |   | X     | Y     | X | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 20,500; Y= 20,950

Point droit : X= 27,500; Y= 21,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 37,500; Y= 16,750

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1871

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3724; X0= 42,87; Y0= 39,49; R= 24,49

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 20,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 30,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 10,00 |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

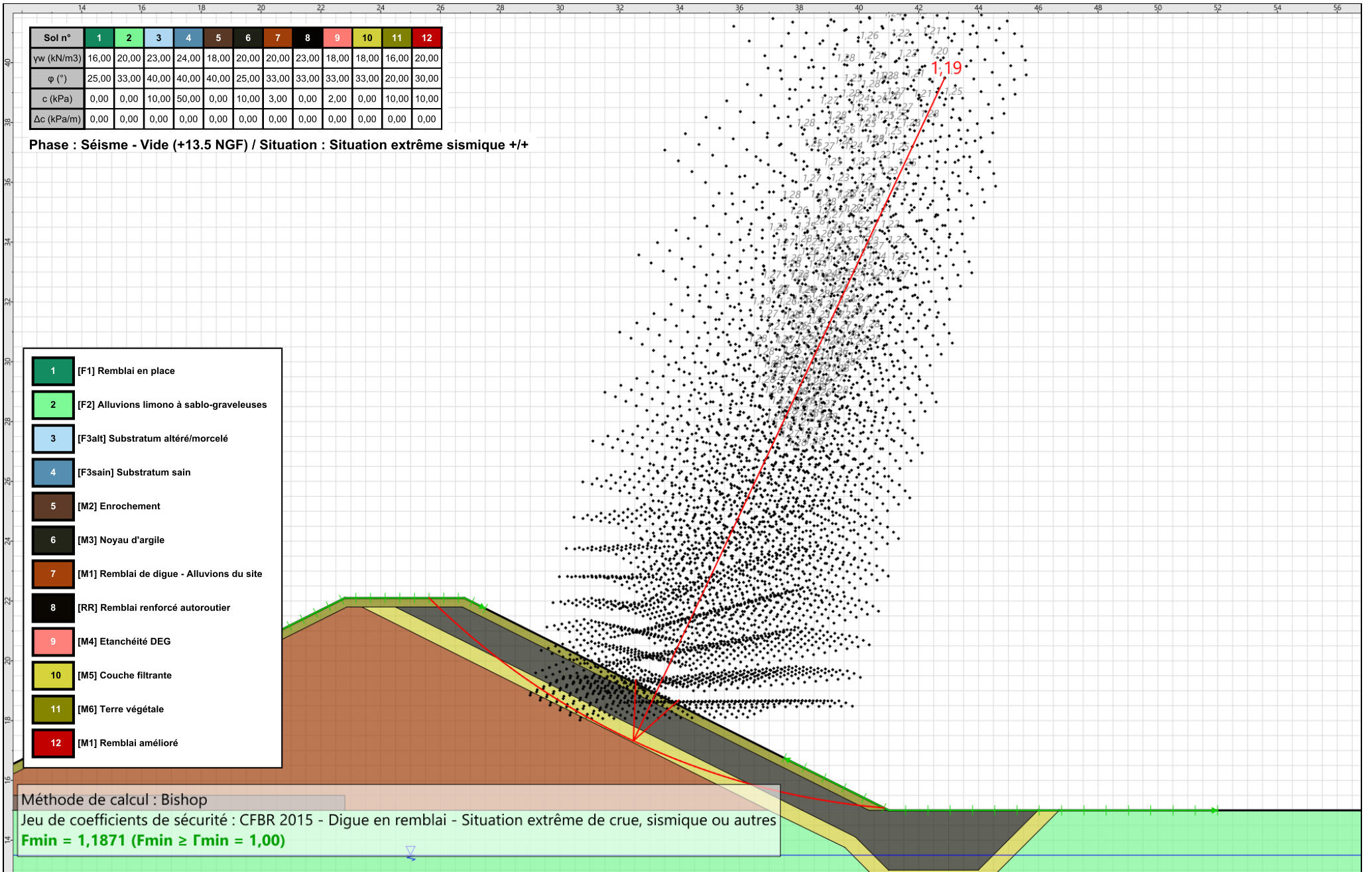
Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M1] Remblai amélioré

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

**Fmin = 1,1871 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 20,500; Y= 20,950

Point droit : X= 27,500; Y= 21,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 37,000; Y= 17,000

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans [M3] Noyau d'argile  
ou  
Passage imposé dans [M1] Remblai de digue - Alluvions du site

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1724

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2732; X0= 44,06; Y0= 48,00; R= 32,67

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 20,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 30,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 10,00 |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

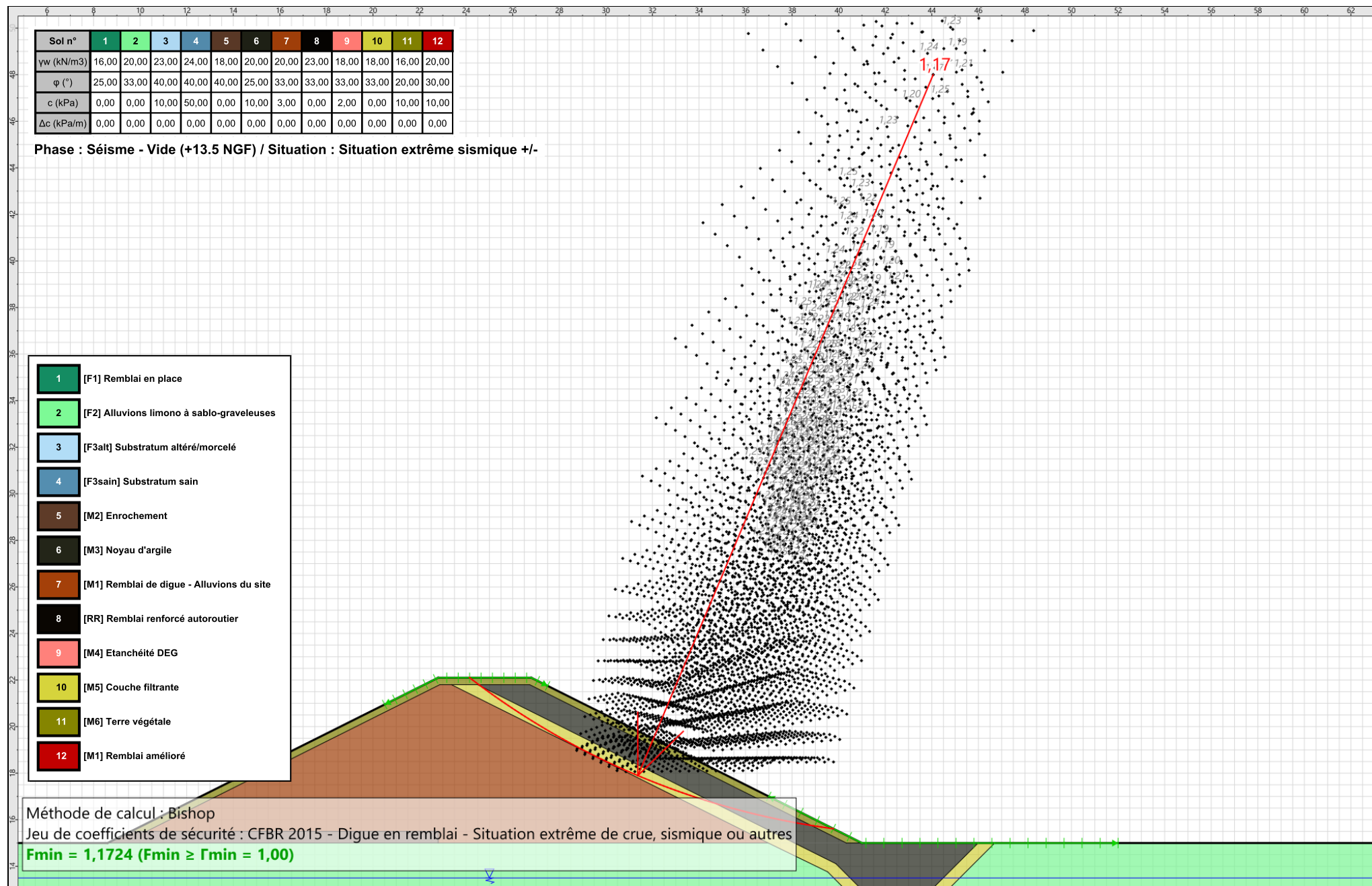
Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M1] Remblai amélioré

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

**Fmin = 1,1724 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données de la situation 3

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/- (Classe C)

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= 20,500; Y= 20,950

Point droit : X= 27,500; Y= 21,750

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 37,244; Y= 16,878

Point droit : X= 52,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écartier les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,143

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

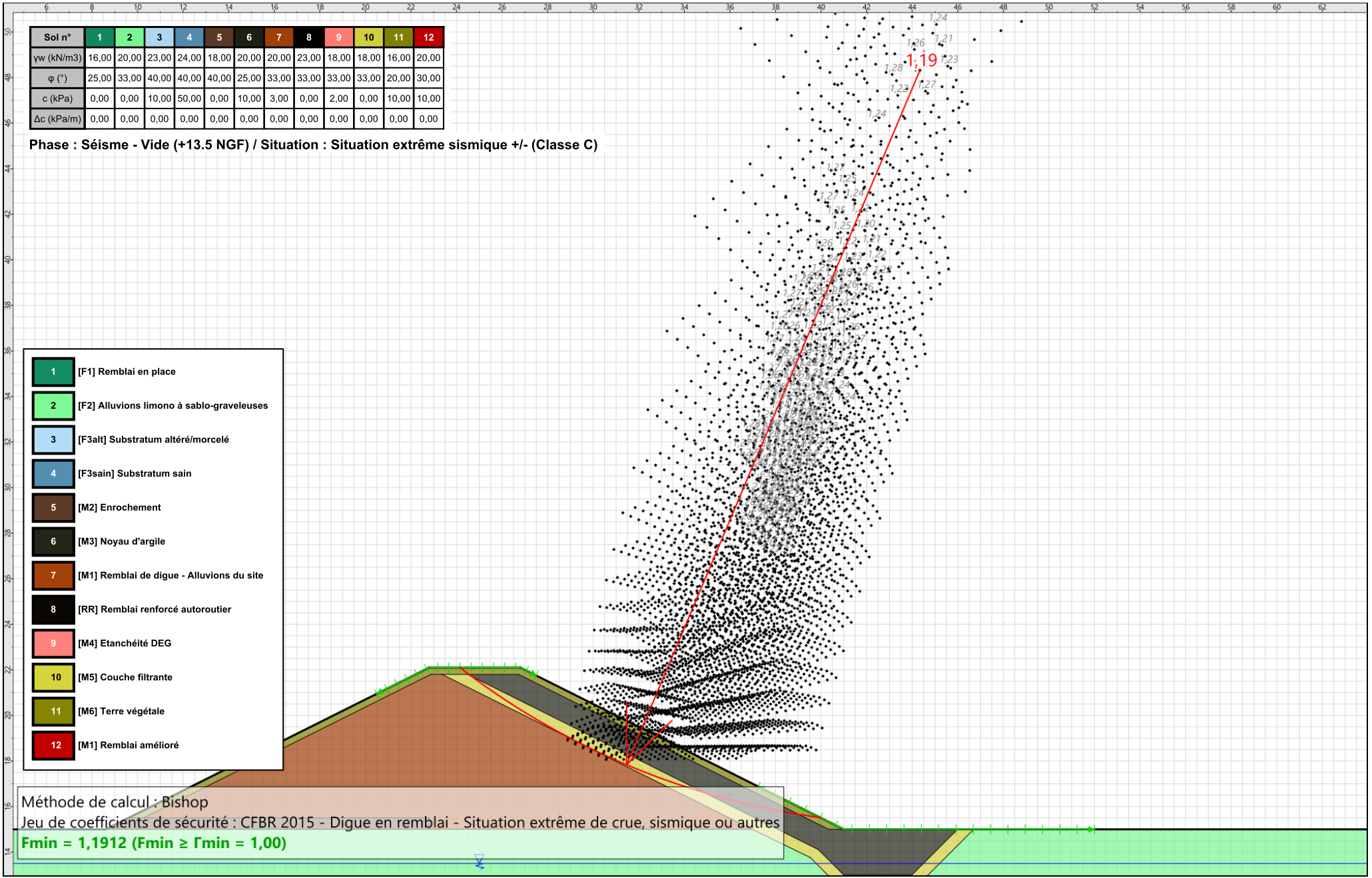
Analyse de XQ : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans [M3] Noyau d'argile  
ou  
Passage imposé dans [M1] Remblai de digue - Alluvions du site

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1912

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2732; X0= 44,34; Y0= 48,32; R= 33,09



# Données de la phase 4

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide (vérif à +13.5 NGF)

## 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   |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4  | 4       | 5       | [M6] Terre végétale                       | 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8  | 6       | 9       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 9  | 10      | 11      | [F3a] Subs        |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24 | 2       | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 30 | 16      | 22      | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43 | 16      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 45 | 22      | 28      | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 51 | 28      | 30      | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54 | 3       | 4       | [M6] Terre végétale                       | 56 | 30      | 31      | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61 | 32      | 34      | [M3] Noyau d'argile                       | 63 | 2       | 38      | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67 | 39      | 35      | [M5] Couche filtrante                     | 68 | 35      | 36      | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70 | 37      | 38      | [M5] Couche filtrante                     | 72 | 1       | 40      | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74 | 31      | 44      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 75 | 34      | 44      | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77 | 41      | 42      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 78 | 42      | 43      | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80 | 45      | 22      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 82 | 45      | 44      | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -20,000 | 13,500 | 0,00  | 2 | 70,000 | 13,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     |   | X     | Y     | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|
| 1 | -20,00 | -2,00 | 2 | 70,00 | -2,00 |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

**Nom de la phase :** Exploitation et maintenance - Vide (vérif à +13.5 NGF)

**Nom de la situation :** Situation normale d'exploitation

**Méthode de calcul :** Bishop

**Option de prise en compte du sol :** Calcul par tranches

**Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation :** CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

**Type de surface de rupture :** Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

**Point gauche :** X= 20,500; Y= 20,950

**Point droit :** X= 27,500; Y= 21,750

**Nombre de découpages :** 15

### Intervalle de sortie

**Point gauche :** X= 40,000; Y= 15,500

**Point droit :** X= 52,000; Y= 15,000

**Nombre de découpages :** 20

**Nombre de tranches :** 100

**Écarter les surfaces de peau :** Non

**Prise en compte du séisme :** Non

**Efforts en tête des clous :** Non

**Analyse de XQ :** Non

**Conditions de passage dans certains sols :** Passage imposé dans [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses

## Résultats

**Coefficient de sécurité minimal :** 1,2001

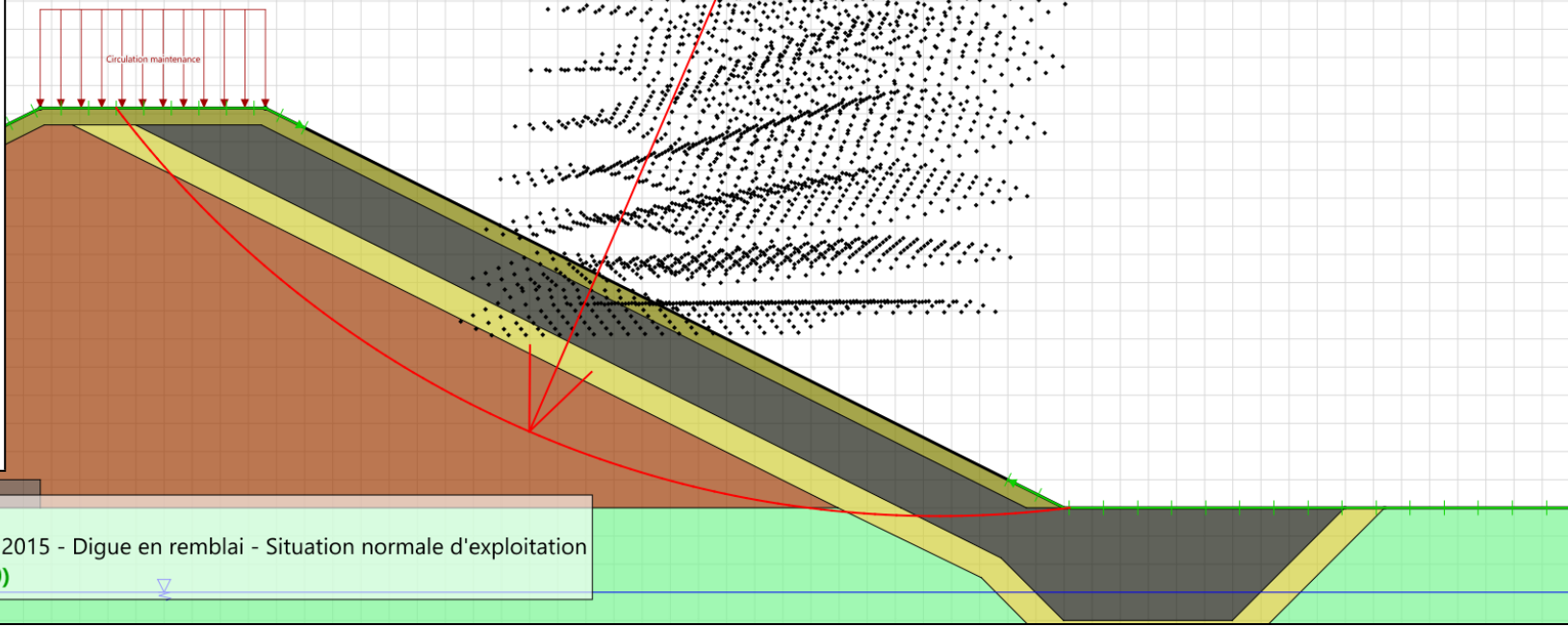
**Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique :** N°= 2359; X0= 38,77; Y0= 33,22; R= 18,37

16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 20,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 30,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 10,00 |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide (vérif à +13.5 NGF) / Situation : Situation normale d'exploitation

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M1] Remblai amélioré



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,2001 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



**Talren v6**  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:06:58  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus amont - CT3

# **K.ANNEXE 6 : VÉRIFICATION AU GLISSEMENT DU TALUS AVAL – COUPE A**

# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval - CT1

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe A = Profil CC" côté Ouest Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m<sup>3</sup>

yw : 10.0

## Couches de sol

|    | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c    | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ks*B | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |     |
|----|---|---------|----------|--------|------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|--------------------------------------|-----|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 40,00  | 50,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 8  | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | 23,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 10 | [M3alt] Noyau d'argile dégradé            |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 11 | [M2alt] Drain dérgadé                     |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |

## Couches de sol (cont.)

|    | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma \tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|----|---|---------|----------------|------------|---------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8  | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-03 |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| 10 | [M3alt] Noyau d'argile dégradé            |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 11 | [M2alt] Drain dérgadé                     |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-06 | 1,00E-06 |

## Points

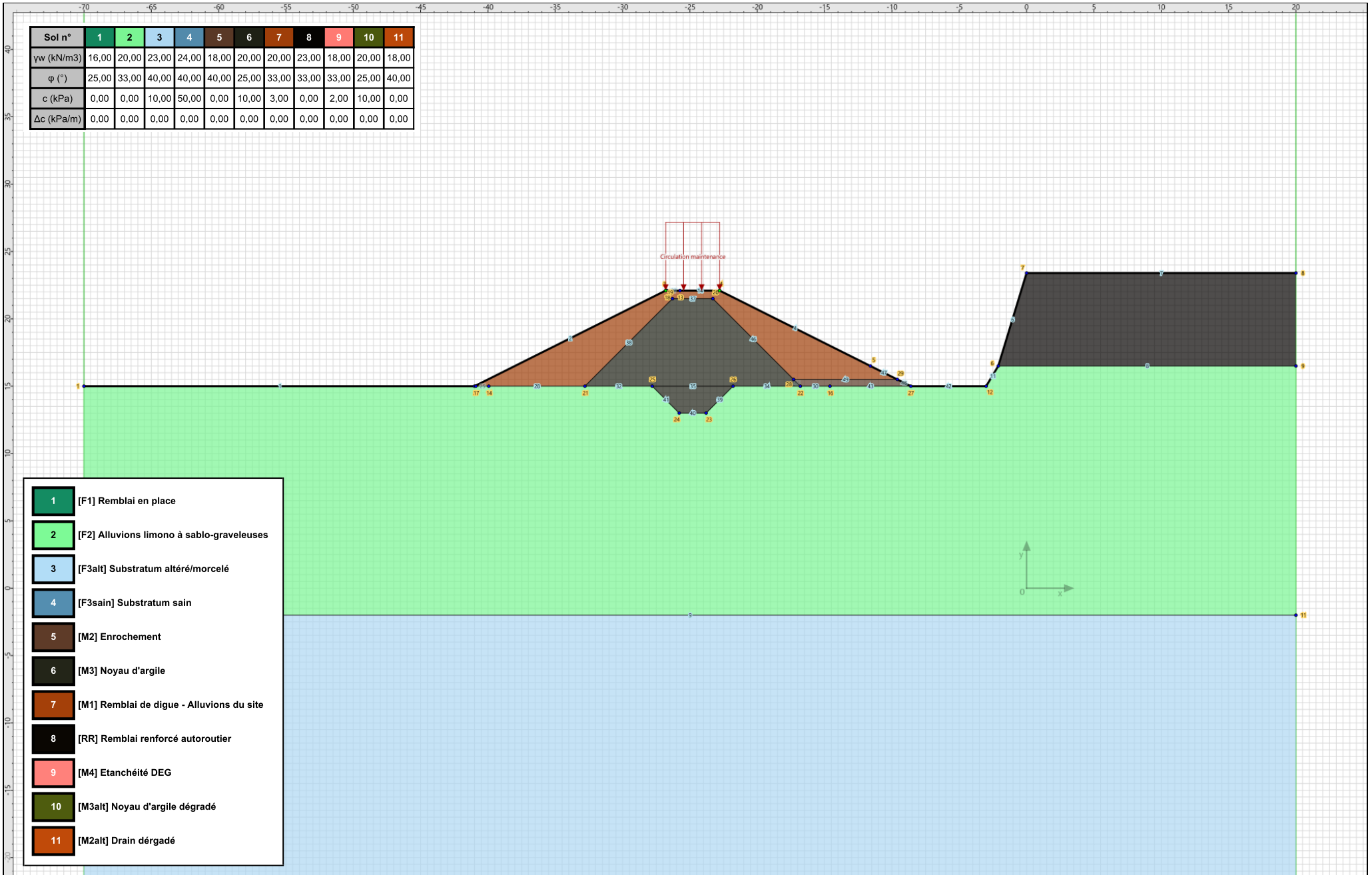
|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|
| 1  | -70,000 | 15,000 | 2  | -41,000 | 15,000 | 3  | -26,800 | 22,100 | 4  | -22,800 | 22,100 | 5  | -11,600 | 16,500 |
| 7  | 0,000   | 23,400 | 8  | 20,000  | 23,400 | 9  | 20,000  | 16,500 | 10 | -70,000 | -2,000 | 11 | 20,000  | -2,000 |
| 13 | -25,740 | 22,100 | 14 | -39,940 | 15,000 | 16 | -14,600 | 15,000 | 17 | -40,900 | 15,000 | 18 | -26,700 | 22,100 |
| 20 | -23,300 | 21,500 | 21 | -32,800 | 15,000 | 22 | -16,800 | 15,000 | 23 | -23,800 | 13,000 | 24 | -25,800 | 13,000 |
| 26 | -21,800 | 15,000 | 27 | -8,600  | 15,000 | 28 | -17,300 | 15,500 | 29 | -9,600  | 15,500 |    |         |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|
| 1  | 1       | 2       |  | 2       | 3       |  | 4       | 4       |  | 5       | 6       |  | 6       | 6       |  | 7       | 7       |  | 7       | 7       |
| 11 | 12      | 6       |  | 14      | 4       |  | 13      | 24      |  | 2       | 17      |  | 25      | 14      |  | 17      | 26      |  | 3       | 18      |
| 30 | 16      | 22      |  | 32      | 21      |  | 25      | 34      |  | 22      | 26      |  | 35      | 25      |  | 26      | 37      |  | 20      | 19      |
| 40 | 23      | 24      |  | 41      | 24      |  | 25      | 42      |  | 12      | 27      |  | 43      | 16      |  | 27      | 45      |  | 22      | 28      |
| 48 | 27      | 29      |  | 49      | 28      |  | 29      |         |  |         |         |  |         |         |  |         |         |  |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance | -26,800  | 22,100   | 10,0     | -22,800  | 22,100   | 10,0     | 90,00           |



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M3alt] Noyau d'argile dégradé
- 11 [M2alt] Drain dérgadé

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -70,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 20,000 | 15,000 | 0,00 |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,000; Y= 21,500

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,307; Y= 15,854

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0552

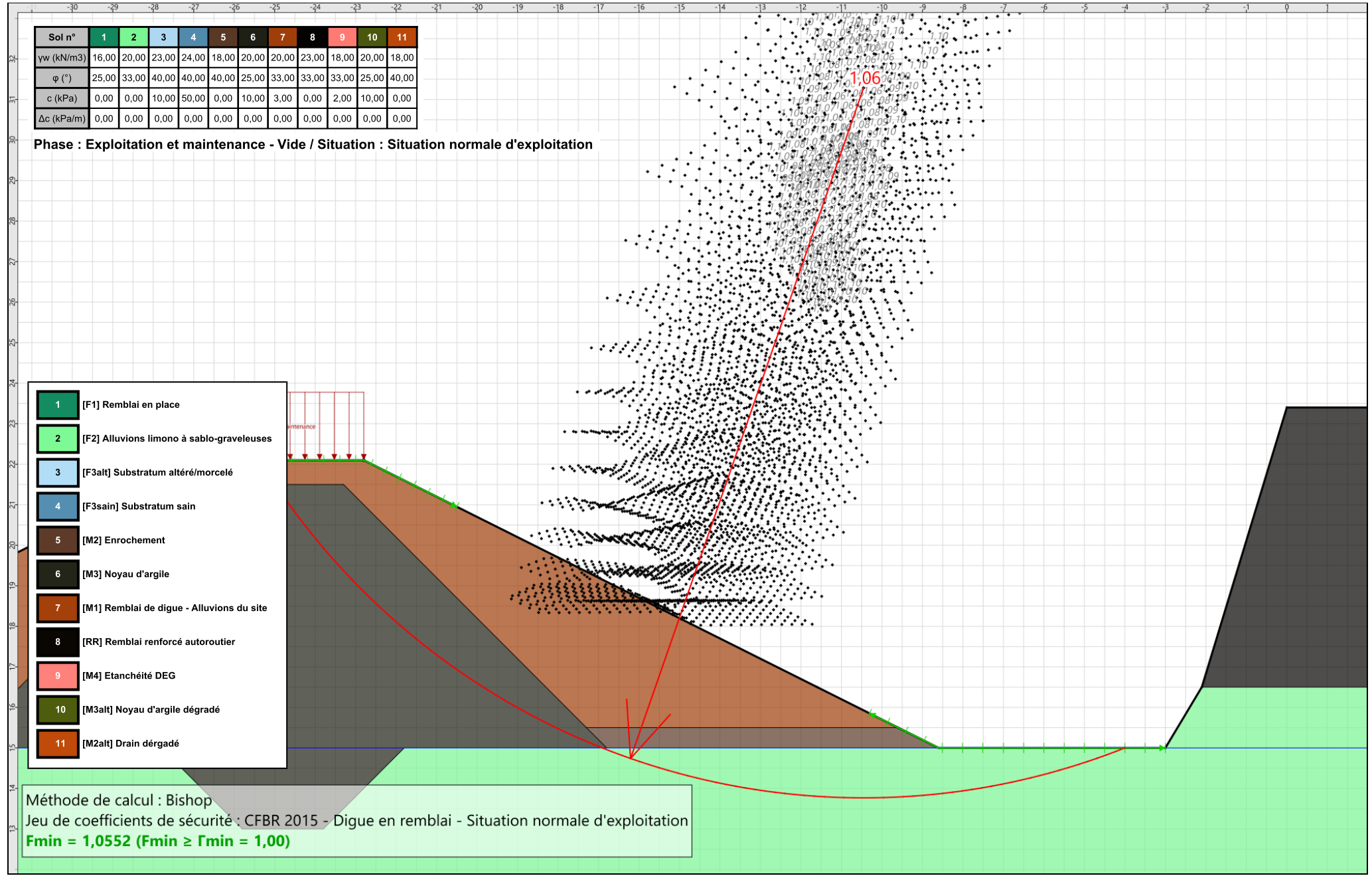
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1938; X0= -10,46; Y0= 31,28; R= 17,52

| Sol n°                  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m <sup>3</sup> ) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)                   | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 25,00 | 40,00 |
| c (kPa)                 | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m)              | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide / Situation : Situation normale d'exploitation

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M3alt] Noyau d'argile dégradé
- 11 [M2alt] Drain dérgadé

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,0552 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données de la phase 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -70,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 20,000 | 15,000 | 0,00 |   |       |   |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,000; Y= 21,500

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,307; Y= 15,854

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0650

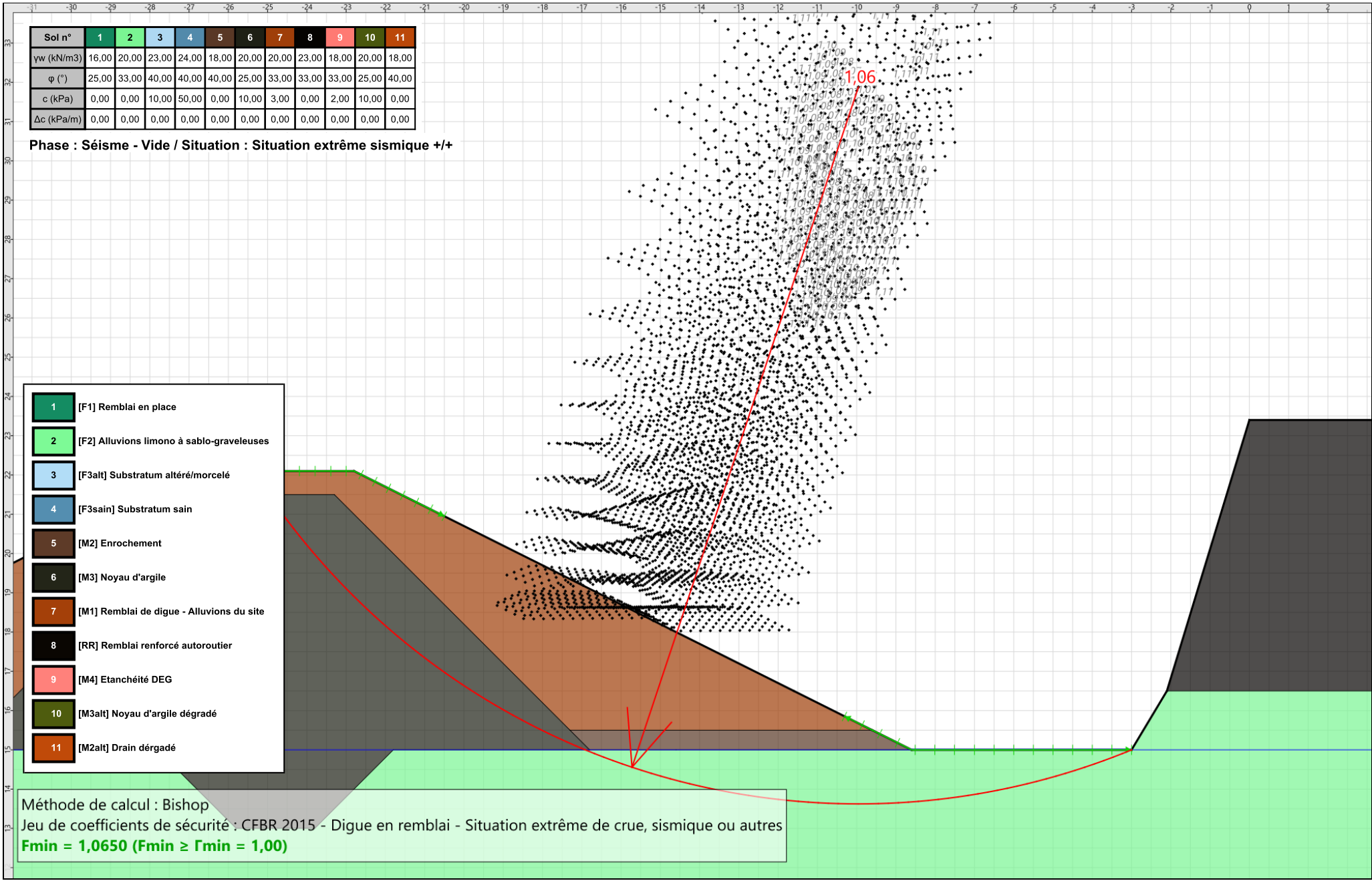
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1966; X0= -9,96; Y0= 31,88; R= 18,26

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 25,00 | 40,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M3alt] Noyau d'argile dégradé
- 11 [M2alt] Drain dérgadé

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,0650 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,000; Y= 21,500

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,307; Y= 15,854

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0223

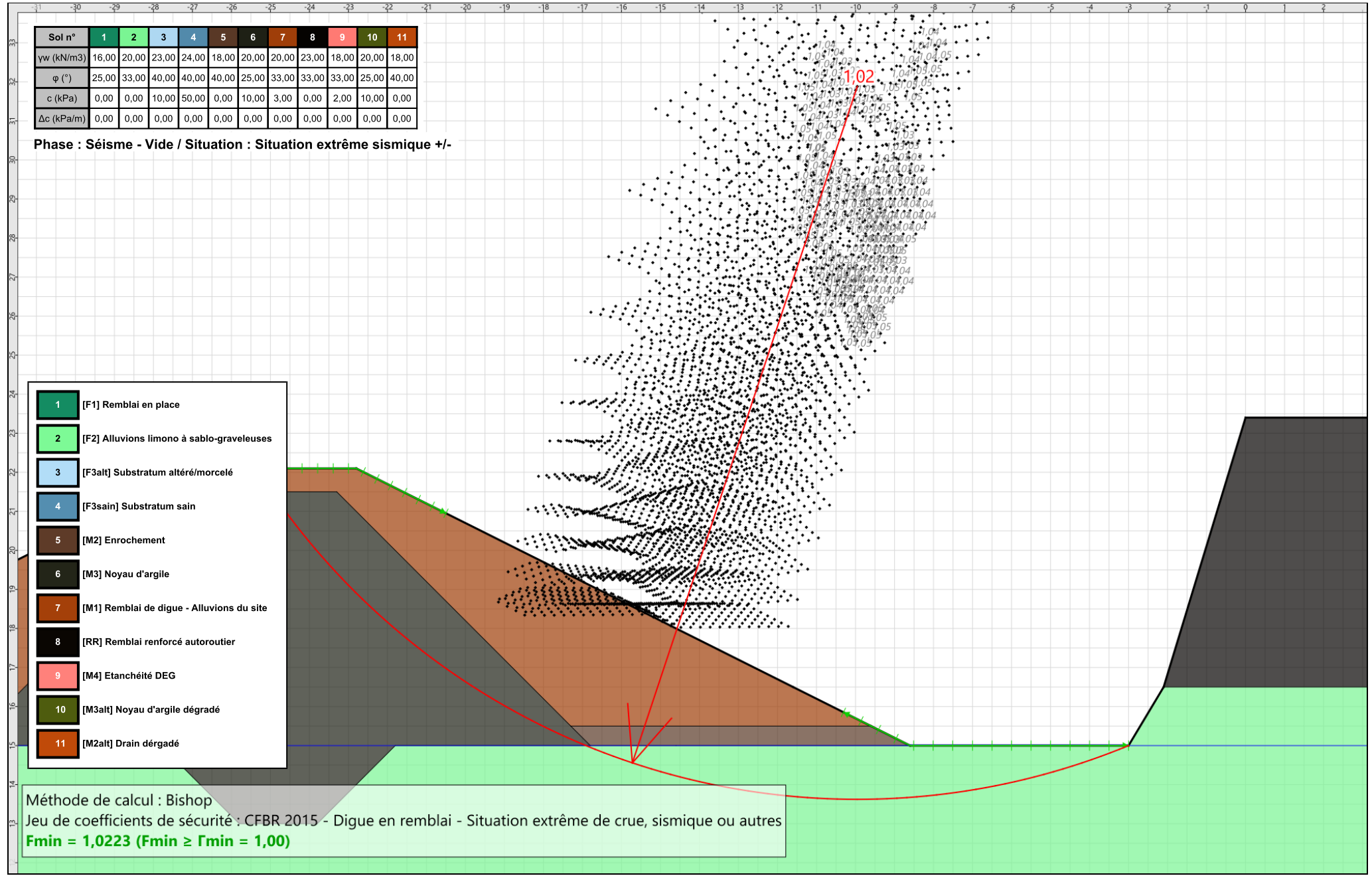
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1966; X0= -9,96; Y0= 31,88; R= 18,26

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 25,00 | 40,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M3alt] Noyau d'argile dégradé
- 11 [M2alt] Drain dérgadé

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,0223 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



**Talren v6**  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:55:09  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus aval - CT1

# Données de la phase 3

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -70,000 | 13,500 | 0,00  | 2 | 20,000 | 13,500 | 0,00 |   |       |   |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,000; Y= 21,500

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,307; Y= 15,854

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

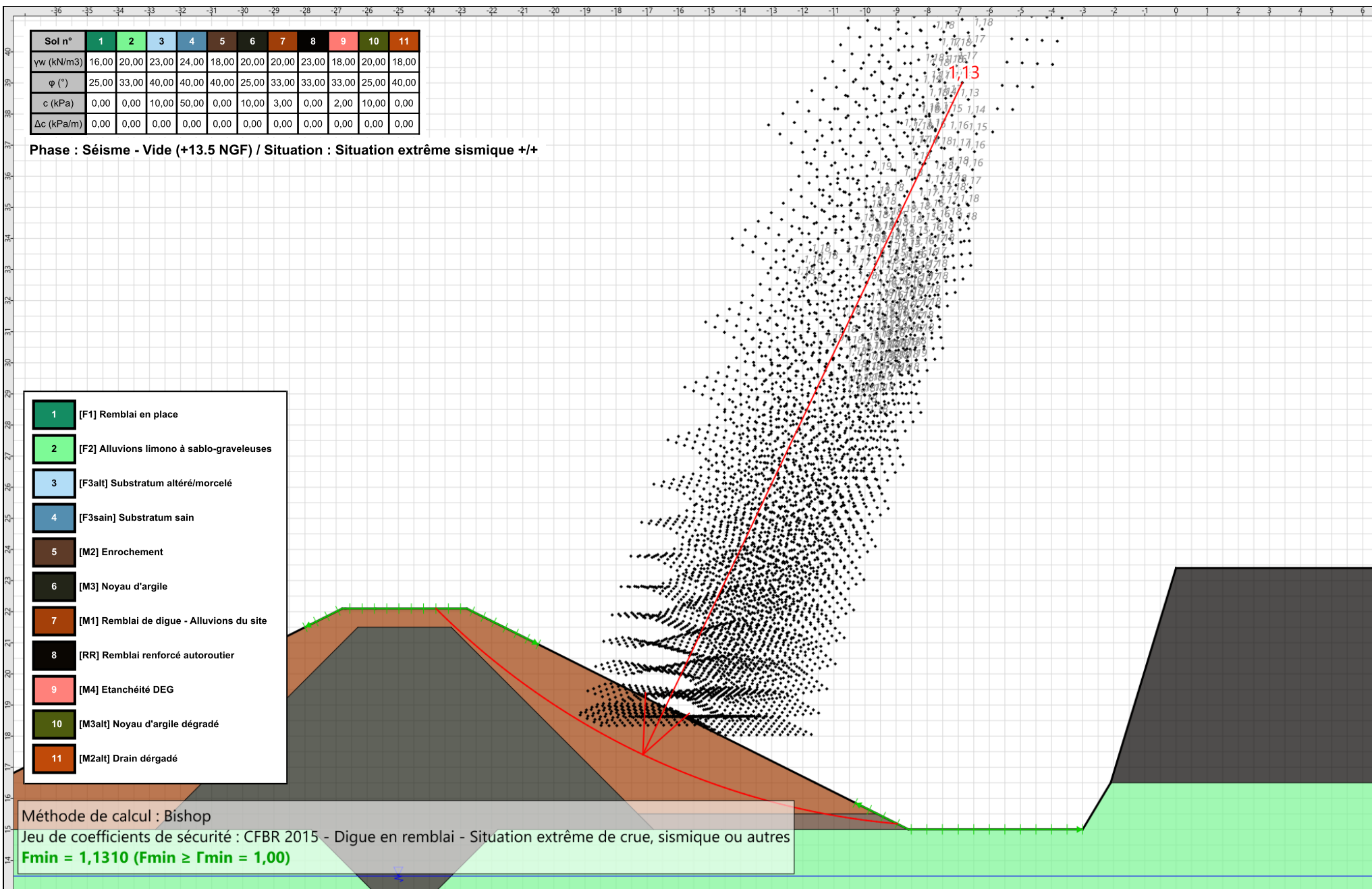
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1310

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2770; X0= -6,87; Y0= 39,01; R= 23,92



# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,000; Y= 21,500

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,307; Y= 15,854

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

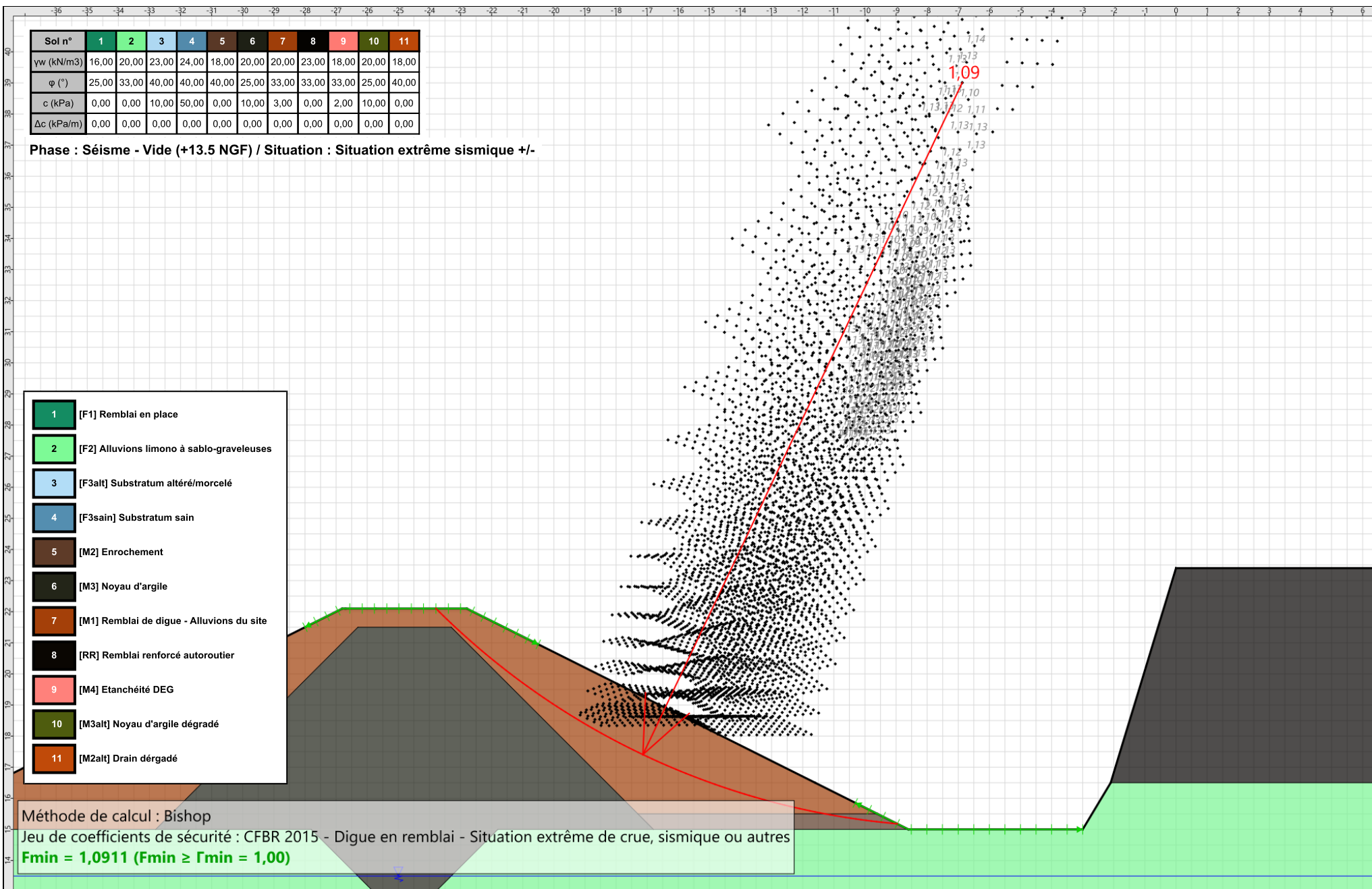
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0911

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2770; X0= -6,87; Y0= 39,01; R= 23,92



# Données de la phase 4

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Plein +20.5 NGF

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle  | X      | Y | Angle | X      | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|--------|--------|---|-------|--------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -22,000 | 20,500 | - | 3 | -9,702 | 15,500 | - | 4     | -8,703 | 15,000 | -     | 5 | 20,000 | 15,000 | - |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Plein +20.5 NGF

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,000; Y= 21,500

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,307; Y= 15,854

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

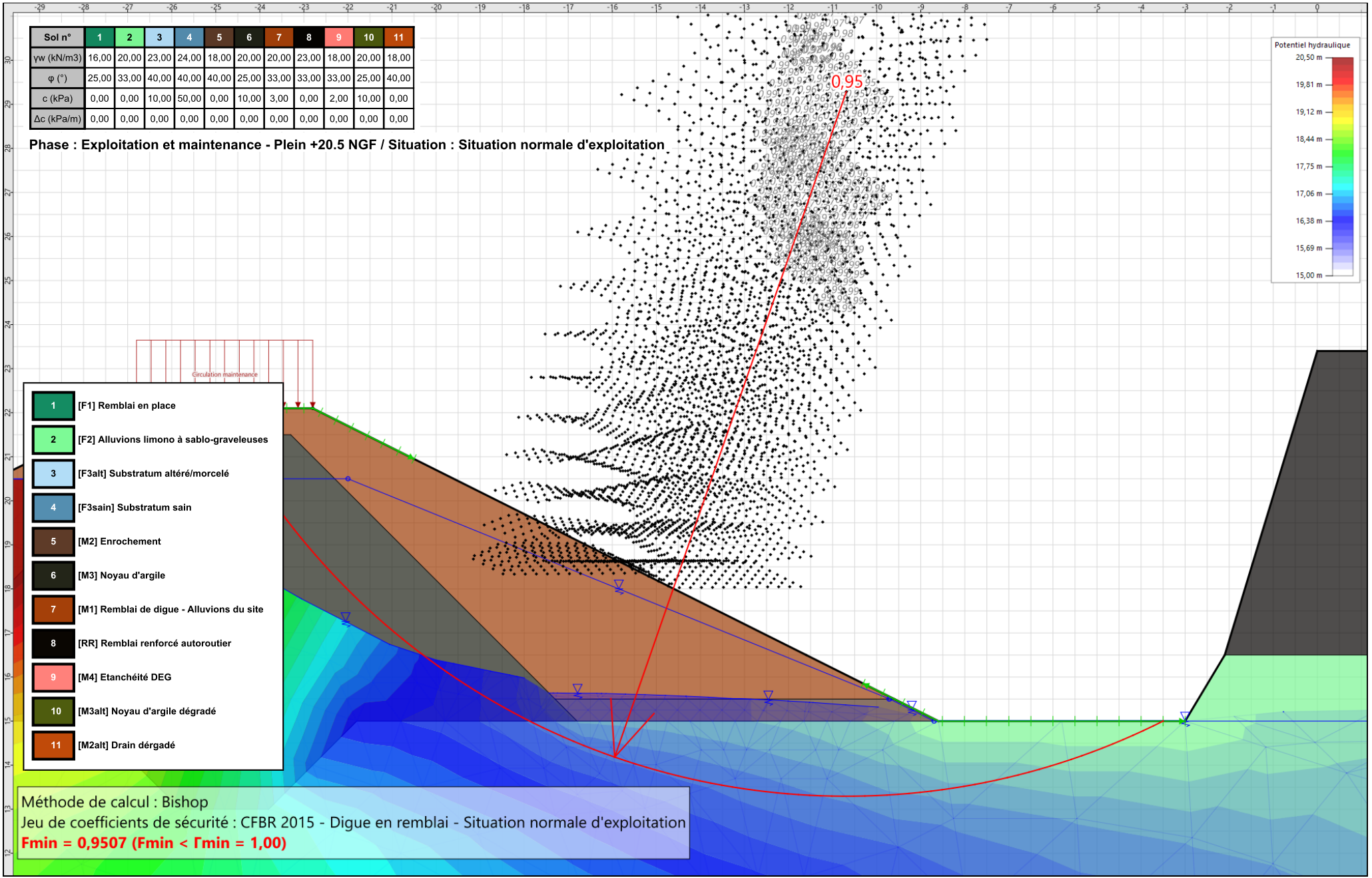
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9507

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2197; X0= -10,69; Y0= 29,29; R= 15,99



# Données de la phase 5

Nom de la phase : Crue à +21.16 NGF - avec écoulement

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 21,160 | -     | 2 | -28,800 | 21,160 | - | 3 | -27,000 | 21,160 | - | 4     | -12,000 | 15,000 | -     | 5 | 20,000 | 15,000 | - |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +21.16 NGF - avec écoulement

Nom de la situation : Situation exceptionnelle de crue

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation exceptionnelle de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,100       | $\Gamma_{c'}$            | 1,100       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,310; Y= 21,345

Point droit : X= -21,000; Y= 21,200

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,600; Y= 16,500

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

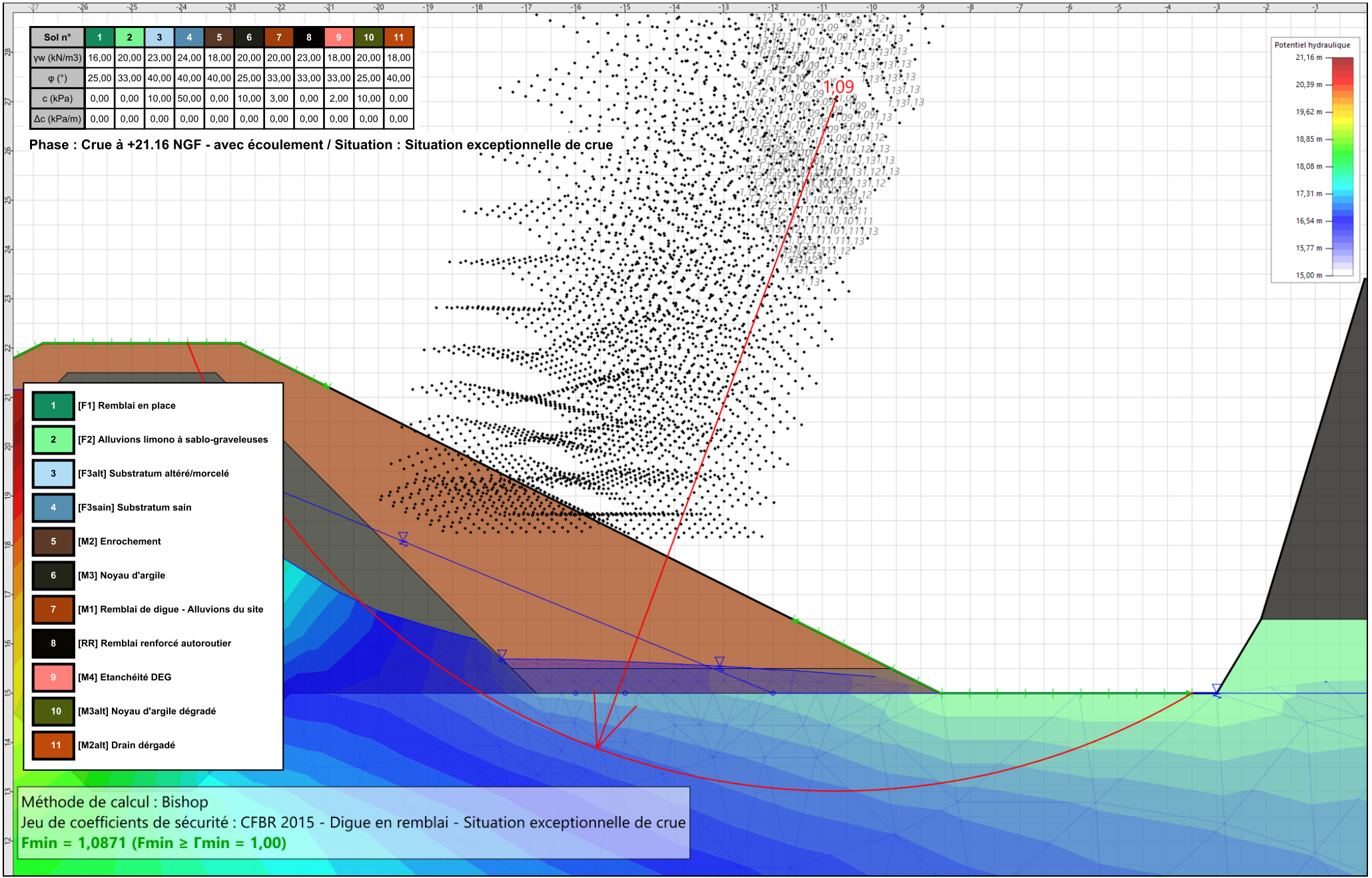
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0871

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3324; X0= -10,70; Y0= 27,10; R= 14,08



# Données de la phase 6

Nom de la phase : Dégradation à +20.50 NGF - Etanchéité

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3alt] Noyau d'argile dégradé            |
| 38 | 19      | 21      | [M3alt] Noyau d'argile dégradé            | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3alt] Noyau d'argile dégradé            | 46      | 20      | 28              | [M3alt] Noyau d'argile dégradé            | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -28,800 | 20,500 | - | 3 | -27,000 | 20,500 | - | 4     | -12,000 | 15,000 | -     | 5 | 20,000 | 15,000 | - |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Dégradation à +20.50 NGF - Etanchéité

Nom de la situation : Situation rare de dégradation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation rare de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,200       | $\Gamma_{c'}$            | 1,200       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,310; Y= 21,345

Point droit : X= -21,000; Y= 21,200

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,600; Y= 16,500

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écartier les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

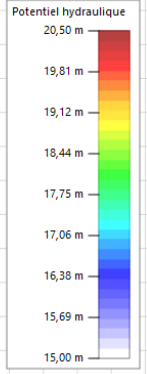
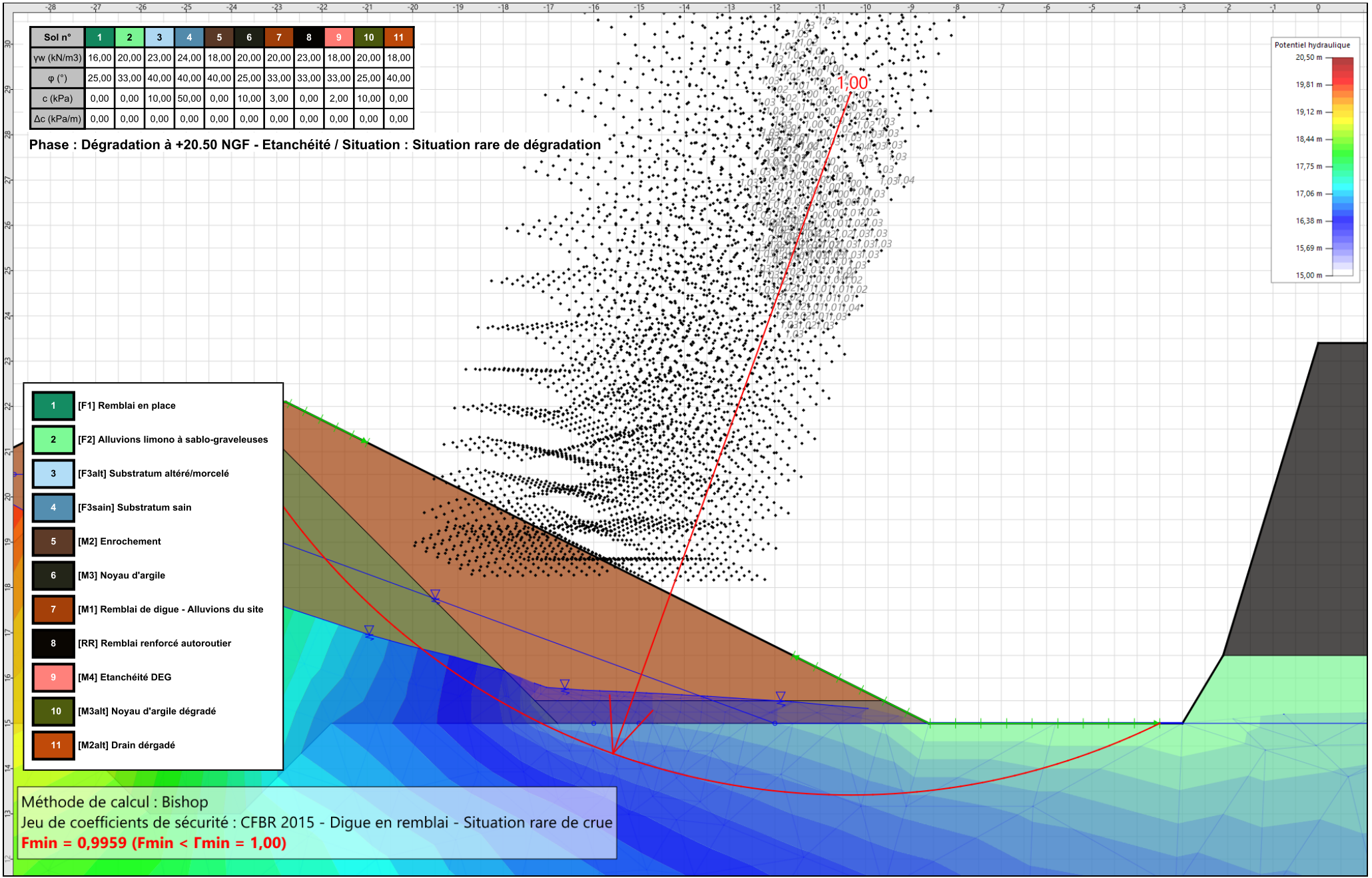
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9959

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3069; X0= -10,33; Y0= 28,93; R= 15,51



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:55:12  
Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval - CT1

# Données de la phase 7

Nom de la phase : Dégradation à +20.50 NGF - Drainage

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2alt] Drain dérgadé                     | 49      | 28      | 29              | [M2alt] Drain dérgadé                     |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -28,800 | 20,500 | - | 3 | -27,000 | 20,500 | - | 4     | -12,000 | 15,000 | -     | 5 | 20,000 | 15,000 | - |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Dégradation à +20.50 NGF - Drainage

Nom de la situation : Situation rare de dégradation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation rare de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,200       | $\Gamma_{c'}$            | 1,200       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,310; Y= 21,345

Point droit : X= -21,000; Y= 21,200

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,600; Y= 16,500

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

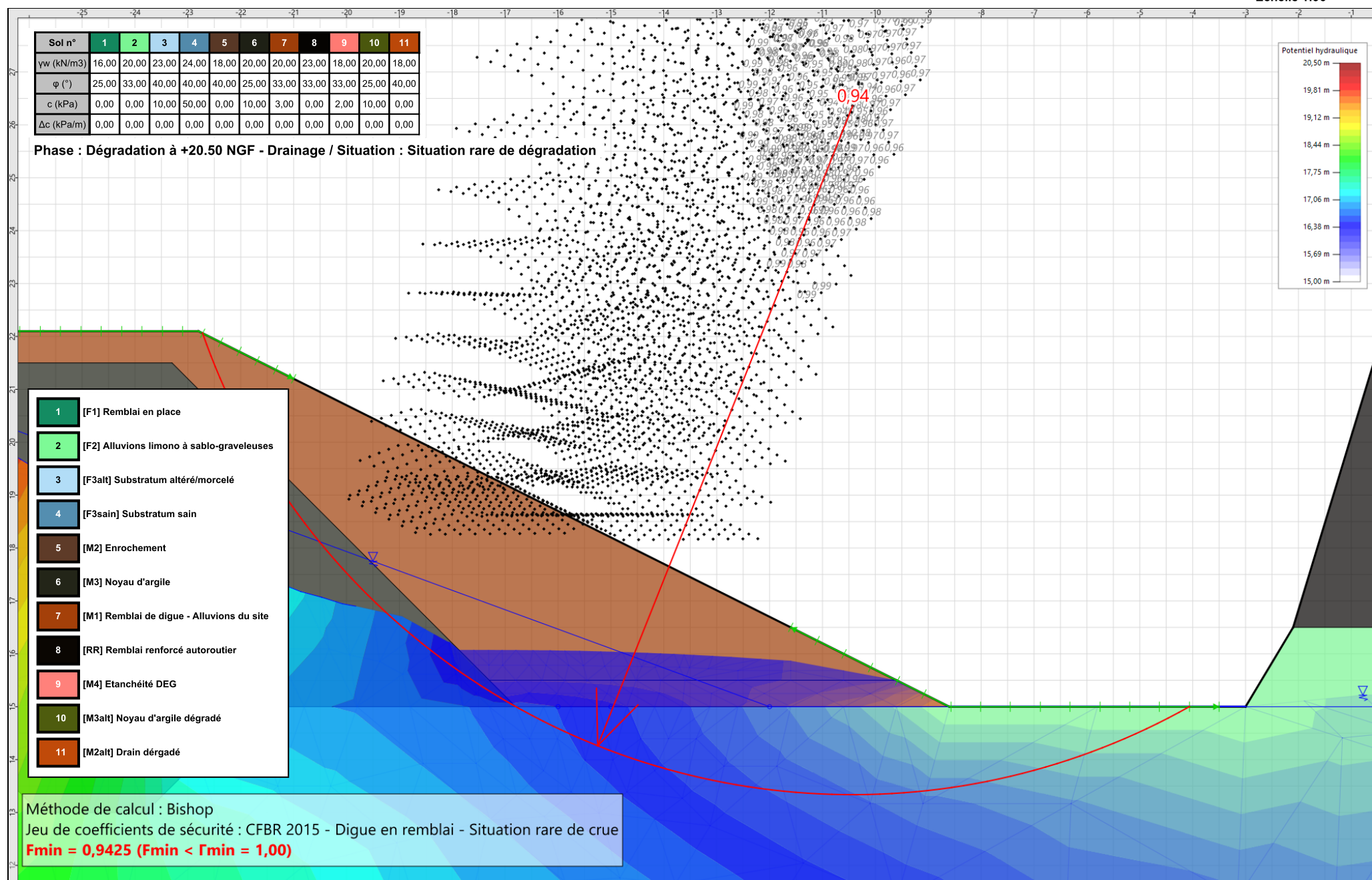
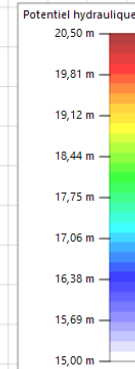
### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9425

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 4037; X0= -10,43; Y0= 26,36; R= 13,02

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 25,00 | 40,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Dégradation à +20.50 NGF - Drainage / Situation : Situation rare de dégradation



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M3alt] Noyau d'argile dégradé
- 11 [M2alt] Drain dérgadé

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation rare de crue  
**Fmin = 0,9425 (Fmin < Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:55:13  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus aval - CT1

# Données de la phase 8

Nom de la phase : Dégradation à +20.50 NGF - Intact pour comparaison

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -28,800 | 20,500 | - | 3 | -27,000 | 20,500 | - | 4     | -12,000 | 15,000 | -     | 5 | 20,000 | 15,000 | - |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Dégradation à +20.50 NGF - Intact pour comparaison

Nom de la situation : Situation rare de dégradation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation rare de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,200       | $\Gamma_{c'}$            | 1,200       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,310; Y= 21,345

Point droit : X= -21,000; Y= 21,200

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,600; Y= 16,500

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

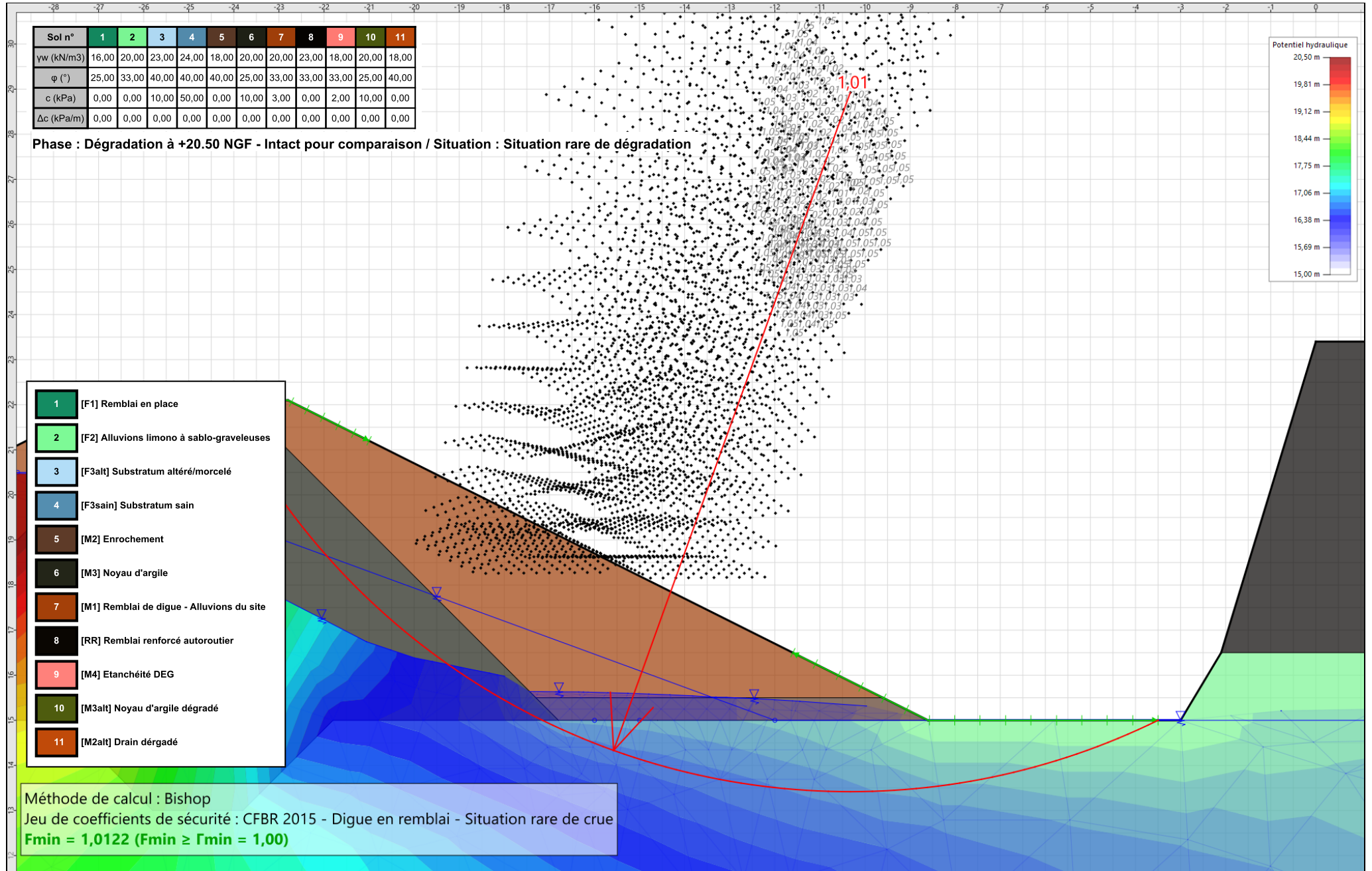
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0122

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3069; X0= -10,33; Y0= 28,93; R= 15,51



# Données de la phase 9

Nom de la phase : Crue à +21.41 NGF - avec écoulement

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3               | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 27 | 13      | 18      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 28      | 14      | 21              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 22 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 21      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 34      | 22      | 26              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 19 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 38 | 19      | 21      | [M3] Noyau d'argile                       | 39      | 26      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23              | 24 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 24      | 25      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 42      | 12      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16              | 27 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 45 | 22      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 46      | 20      | 28              | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5               | 29 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 49      | 28      | 29              | [M2] Enrochement                          |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 21,410 | -     | 2 | -28,800 | 21,410 | - | 3 | -27,000 | 21,410 | - | 4     | -12,000 | 15,000 | -     | 5 | 20,000 | 15,000 | - |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +21.41 NGF - avec écoulement

Nom de la situation : Situation extrême de crue

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,310; Y= 21,345

Point droit : X= -21,000; Y= 21,200

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,600; Y= 16,500

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

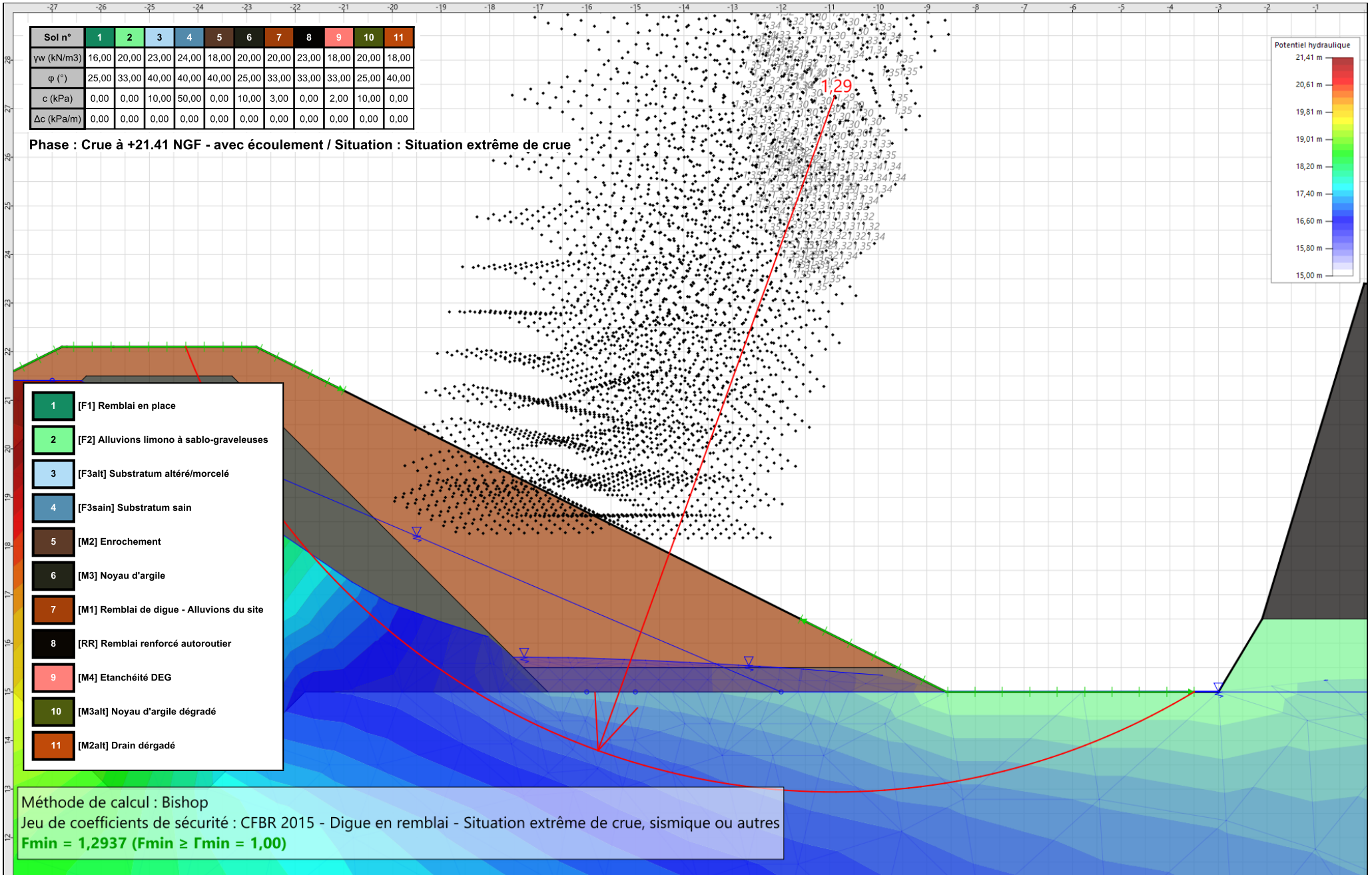
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2937

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3070; X0= -10,90; Y0= 27,26; R= 14,32



# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval CT2

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe A = Profil CC" côté Ouest Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m<sup>3</sup>

yw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c    | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ks*B | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |     |
|---|---|---------|----------|--------|------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|--------------------------------------|-----|
| 1 | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 2 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 3 | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 4 | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 40,00  | 50,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 5 | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 6 | [M3] Masque amont                         |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 7 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 8 | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | 23,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 9 | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma \tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|---|---|---------|----------------|------------|---------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1 | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3 | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4 | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5 | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6 | [M3] Masque amont                         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8 | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-03 |
| 9 | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |

## Points

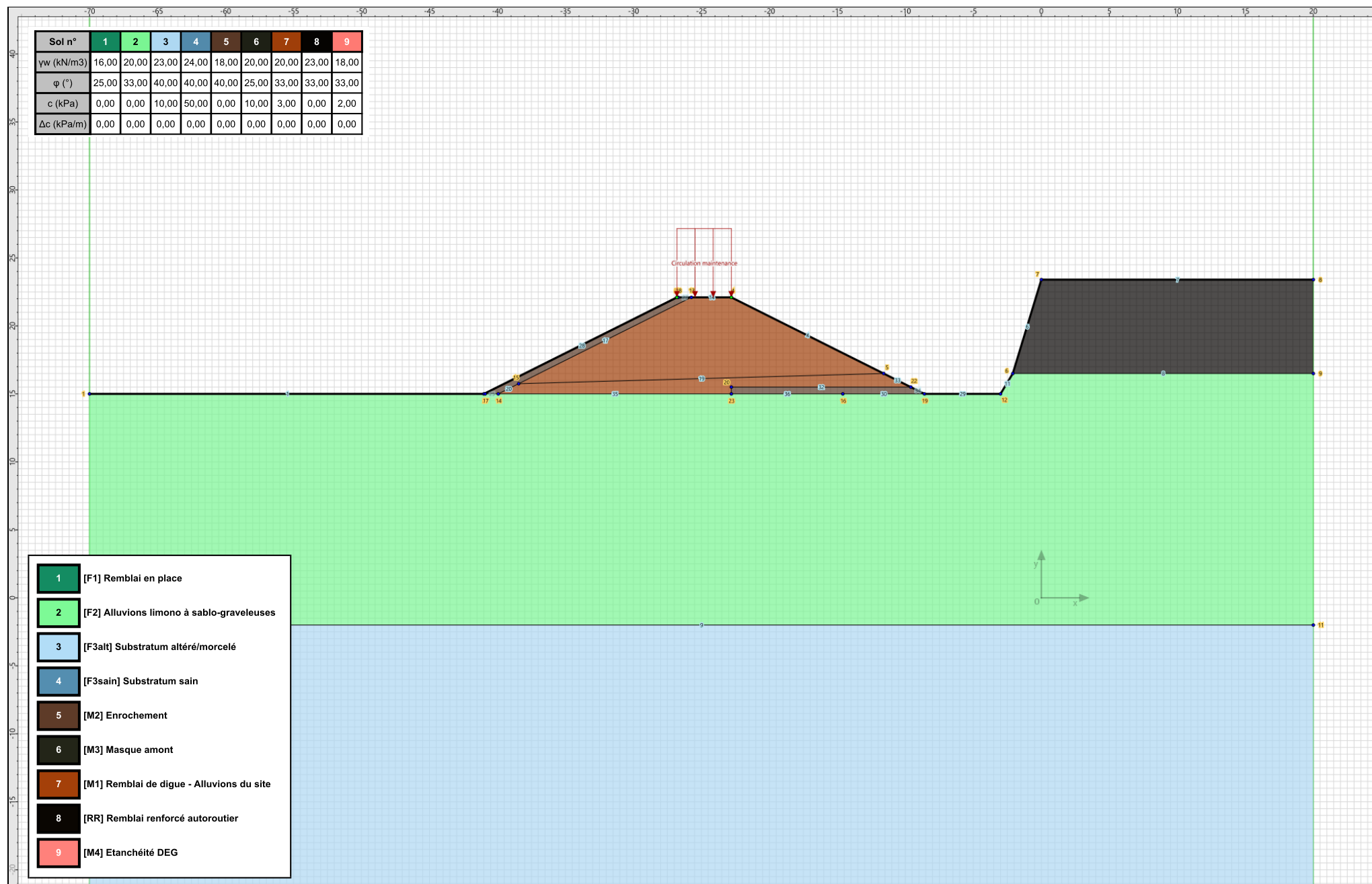
|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|
| 1  | -70,000 | 15,000 | 2  | -41,000 | 15,000 | 3  | -26,800 | 22,100 | 4  | -22,800 | 22,100 | 5  | -11,600 | 16,500 |
| 7  | 0,000   | 23,400 | 8  | 20,000  | 23,400 | 9  | 20,000  | 16,500 | 10 | -70,000 | -2,000 | 11 | 20,000  | -2,000 |
| 13 | -25,740 | 22,100 | 14 | -39,940 | 15,000 | 15 | -38,440 | 15,750 | 16 | -14,600 | 15,000 | 17 | -40,900 | 15,000 |
| 19 | -8,600  | 15,000 | 20 | -22,800 | 15,500 | 22 | -9,600  | 15,500 | 23 | -22,800 | 15,000 |    |         |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|
| 1  | 1       | 2       | 2  | 2       | 3       | 4  | 4       | 5       | 6  | 6       | 7       | 7  | 7       | 8       | 8  | 6       | 9       | 9  | 10      | 11      |
| 11 | 12      | 6       | 14 | 4       | 13      | 17 | 13      | 15      | 19 | 15      | 5       | 20 | 15      | 14      | 24 | 2       | 17      | 25 | 14      | 17      |
| 26 | 3       | 18      | 27 | 13      | 18      | 28 | 17      | 18      | 29 | 12      | 19      | 30 | 16      | 19      | 32 | 20      | 22      | 33 | 22      | 5       |
| 34 | 22      | 19      | 35 | 14      | 23      | 36 | 16      | 23      | 37 | 20      | 23      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance | -26,800  | 22,100   | 10,0     | -22,800  | 22,100   | 10,0     | 90,00           |



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M4] Etanchéité DEG                       | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 24      | 2               | 17 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 25 | 14      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3       | 18              | [M4] Etanchéité DEG                       | 27      | 13              | 18 | [M2] Enrochement                          |
| 28 | 17      | 18      | [M2] Enrochement                          | 29      | 12      | 19              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 19 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 32 | 20      | 22      | [M2] Enrochement                          | 33      | 22      | 5               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 34      | 22              | 19 | [M2] Enrochement                          |
| 35 | 14      | 23      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 36      | 16      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 23 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -70,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 20,000 | 15,000 | 0,00 |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -27,412; Y= 21,794

Point droit : X= -21,700; Y= 21,550

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,215; Y= 15,808

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

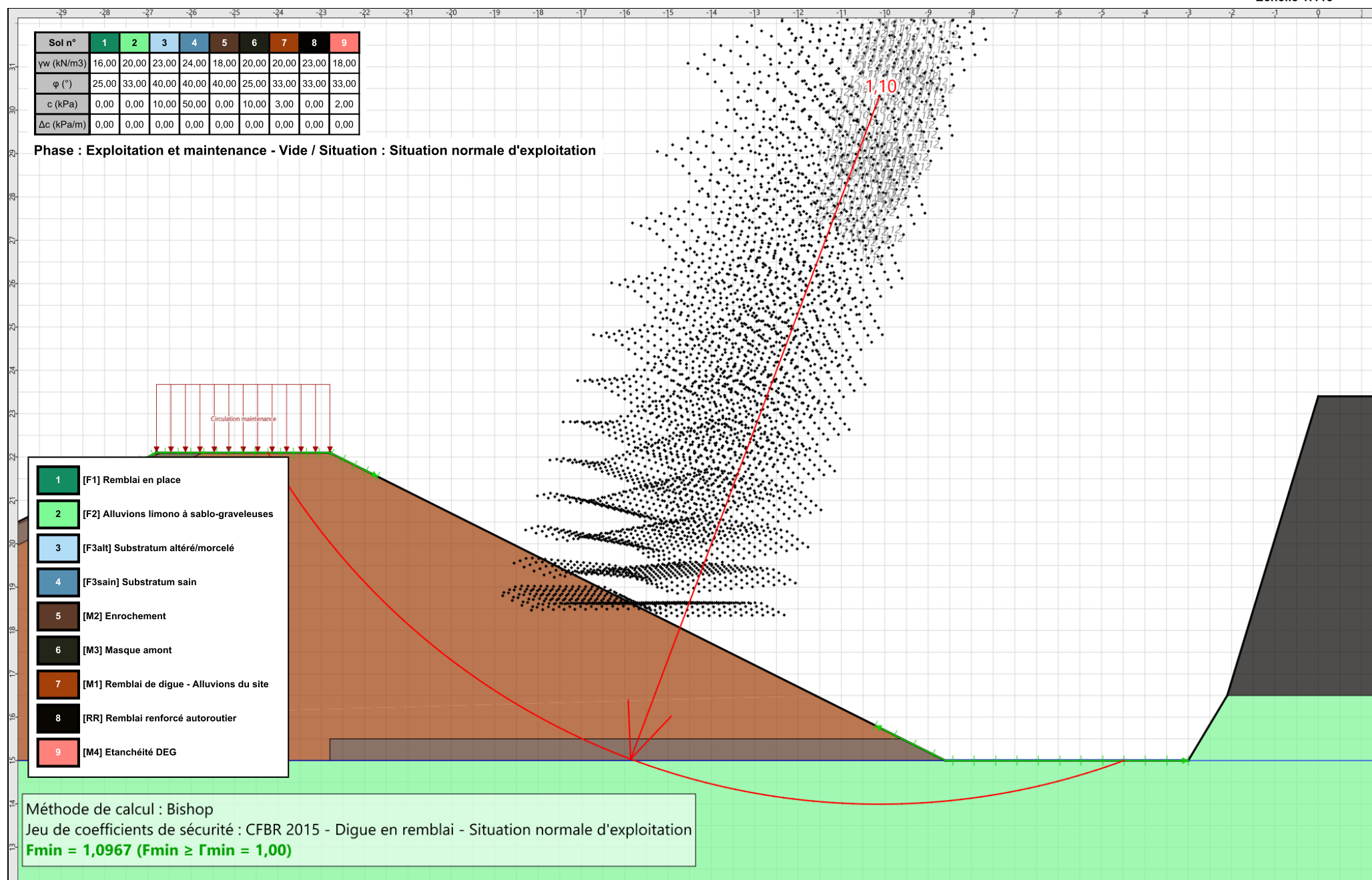
### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0967

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2888; X0= -10,13; Y0= 30,32; R= 16,33

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide / Situation : Situation normale d'exploitation



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,0967 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:59:15  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval CT2

# Données de la phase 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M4] Etanchéité DEG                       | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai d    |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions li |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai d    |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 24      | 2               | 17 | [F2] Alluvions li |
| 25 | 14      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3       | 18              | [M4] Etanchéité DEG                       | 27      | 13              | 18 | [M2]              |
| 28 | 17      | 18      | [M2] Enrochement                          | 29      | 12      | 19              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 19 | [F2] Alluvions li |
| 32 | 20      | 22      | [M2] Enrochement                          | 33      | 22      | 5               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 34      | 22              | 19 | [M2]              |
| 35 | 14      | 23      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 36      | 16      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 23 | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -70,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 20,000 | 15,000 | 0,00 |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -27,412; Y= 21,794

Point droit : X= -21,700; Y= 21,550

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,215; Y= 15,808

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

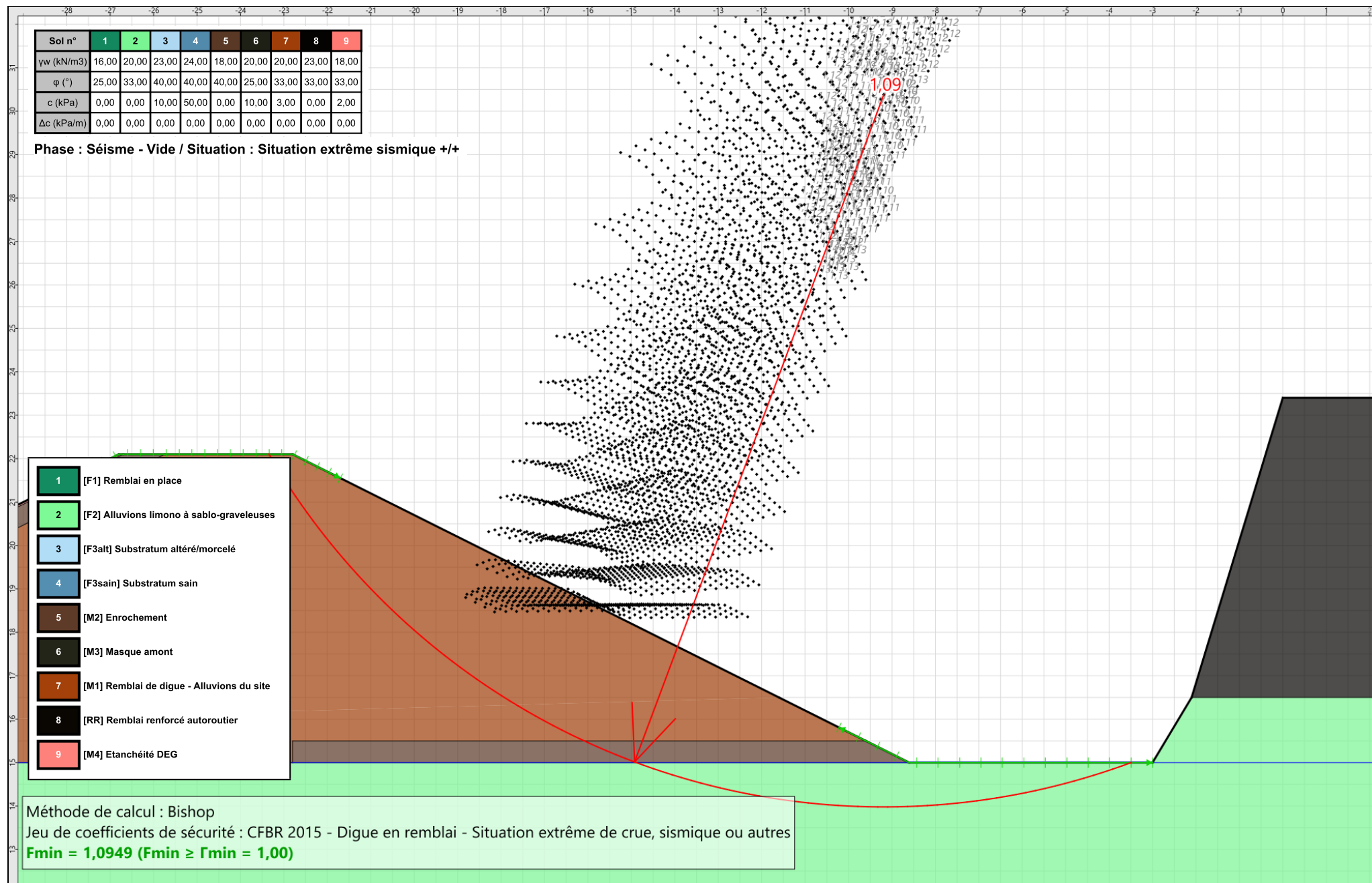
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0949

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3625; X0= -9,19; Y0= 30,38; R= 16,40



# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -27,412; Y= 21,794

Point droit : X= -21,700; Y= 21,550

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,215; Y= 15,808

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0204

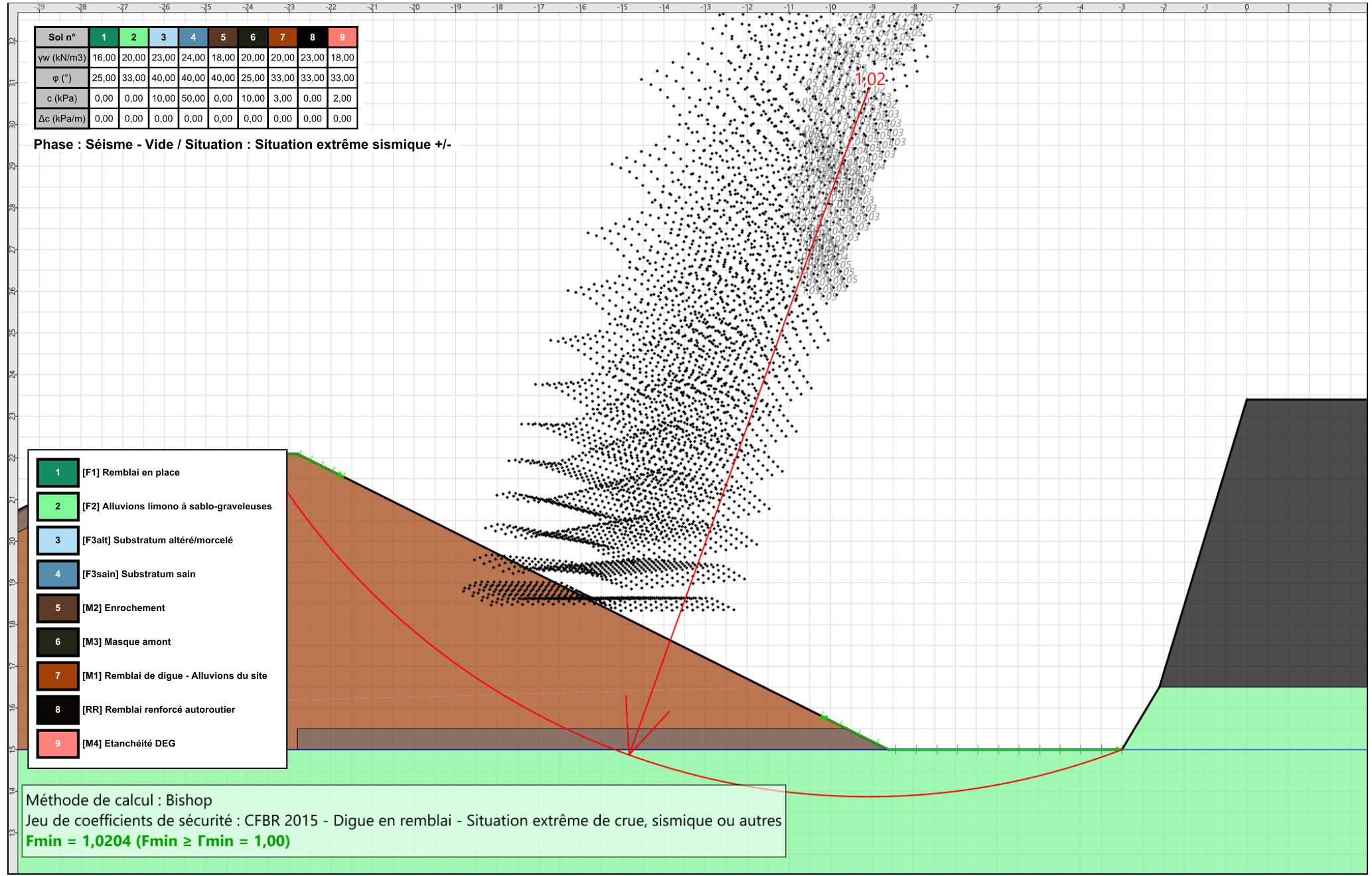
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3406; X0= -9,09; Y0= 30,85; R= 16,98

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,0204 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données de la phase 3

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M4] Etanchéité DEG                       | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai d    |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6               | 9  | [F2] Alluvions li |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14      | 4               | 13 | [M1] Remblai d    |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 24      | 2               | 17 | [F2] Alluvions li |
| 25 | 14      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3       | 18              | [M4] Etanchéité DEG                       | 27      | 13              | 18 | [M2]              |
| 28 | 17      | 18      | [M2] Enrochement                          | 29      | 12      | 19              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16              | 19 | [F2] Alluvions li |
| 32 | 20      | 22      | [M2] Enrochement                          | 33      | 22      | 5               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 34      | 22              | 19 | [M2]              |
| 35 | 14      | 23      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 36      | 16      | 23              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20              | 23 | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y      | Angle  | X    | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -70,000 | 13,500 | 0,00  | 2 | 20,000 | 13,500 | 0,00 |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -27,412; Y= 21,794

Point droit : X= -21,700; Y= 21,550

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,215; Y= 15,808

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écartier les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1298

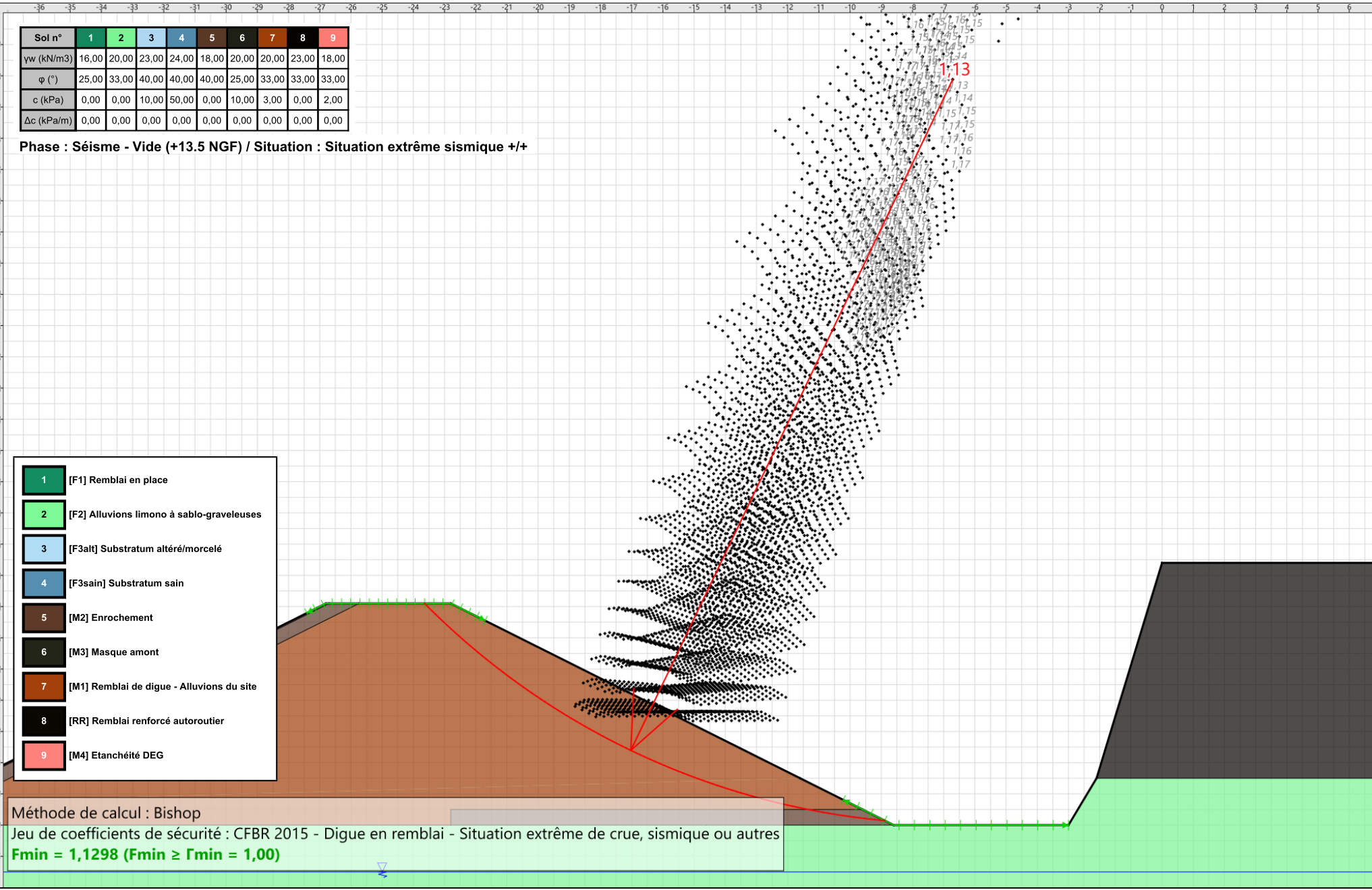
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3246; X0= -6,71; Y0= 38,88; R= 23,84



| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,1298 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:59:18  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus aval CT2

# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -27,412; Y= 21,794

Point droit : X= -21,700; Y= 21,550

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,215; Y= 15,808

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

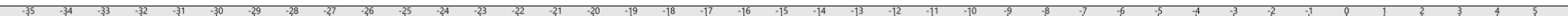
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0885

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3087; X0= -7,34; Y0= 37,82; R= 22,86

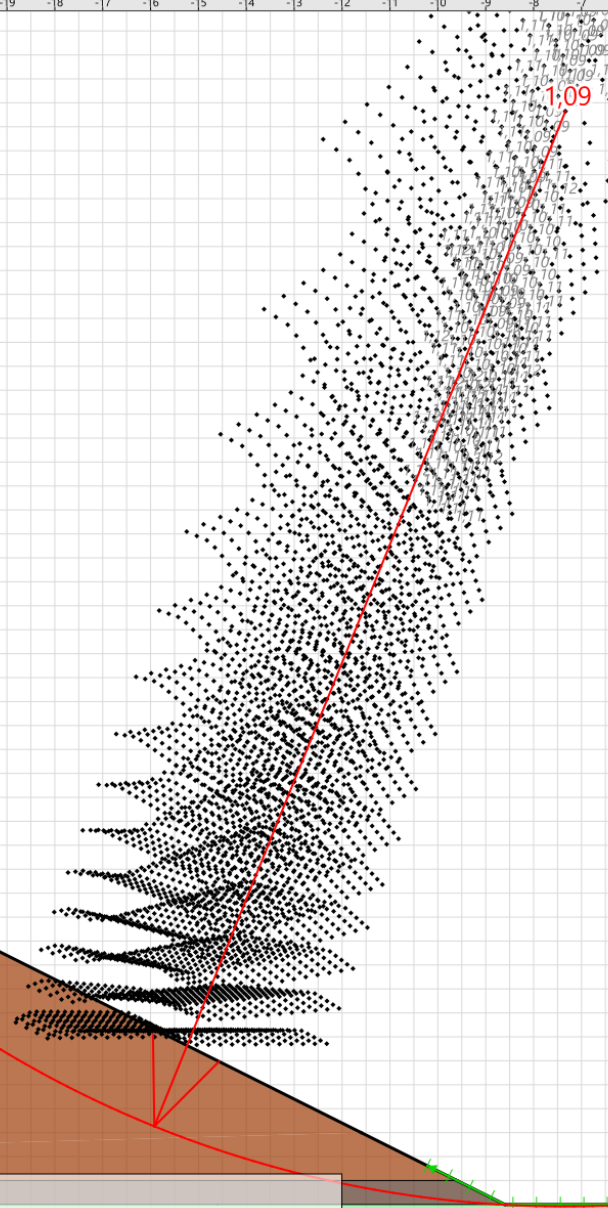


| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,0885 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données de la phase 4

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Plein +20.5 NGF

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | 4       | 4       | 5               | [M1] Remblai d    |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | 8       | 6       | 9               | [F2] Alluvions li |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | 14      | 4       | 13              | [M1] Remblai d    |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | 24      | 2       | 17              | [F2] Alluvions li |
| 25 | 14      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3       | 18              | 27      | 13      | 18              | [M2]              |
| 28 | 17      | 18      | [M2] Enrochement                          | 29      | 12      | 19              | 30      | 16      | 19              | [F2] Alluvions li |
| 32 | 20      | 22      | [M2] Enrochement                          | 33      | 22      | 5               | 34      | 22      | 19              | [M2]              |
| 35 | 14      | 23      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 36      | 16      | 23              | 37      | 20      | 23              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -22,757 | 20,500 | - | 3 | -11,000 | 15,000 | - | 4     | 20,000 | 15,000 | - |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Plein +20.5 NGF

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -27,412; Y= 21,794

Point droit : X= -21,700; Y= 21,550

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,197; Y= 15,799

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

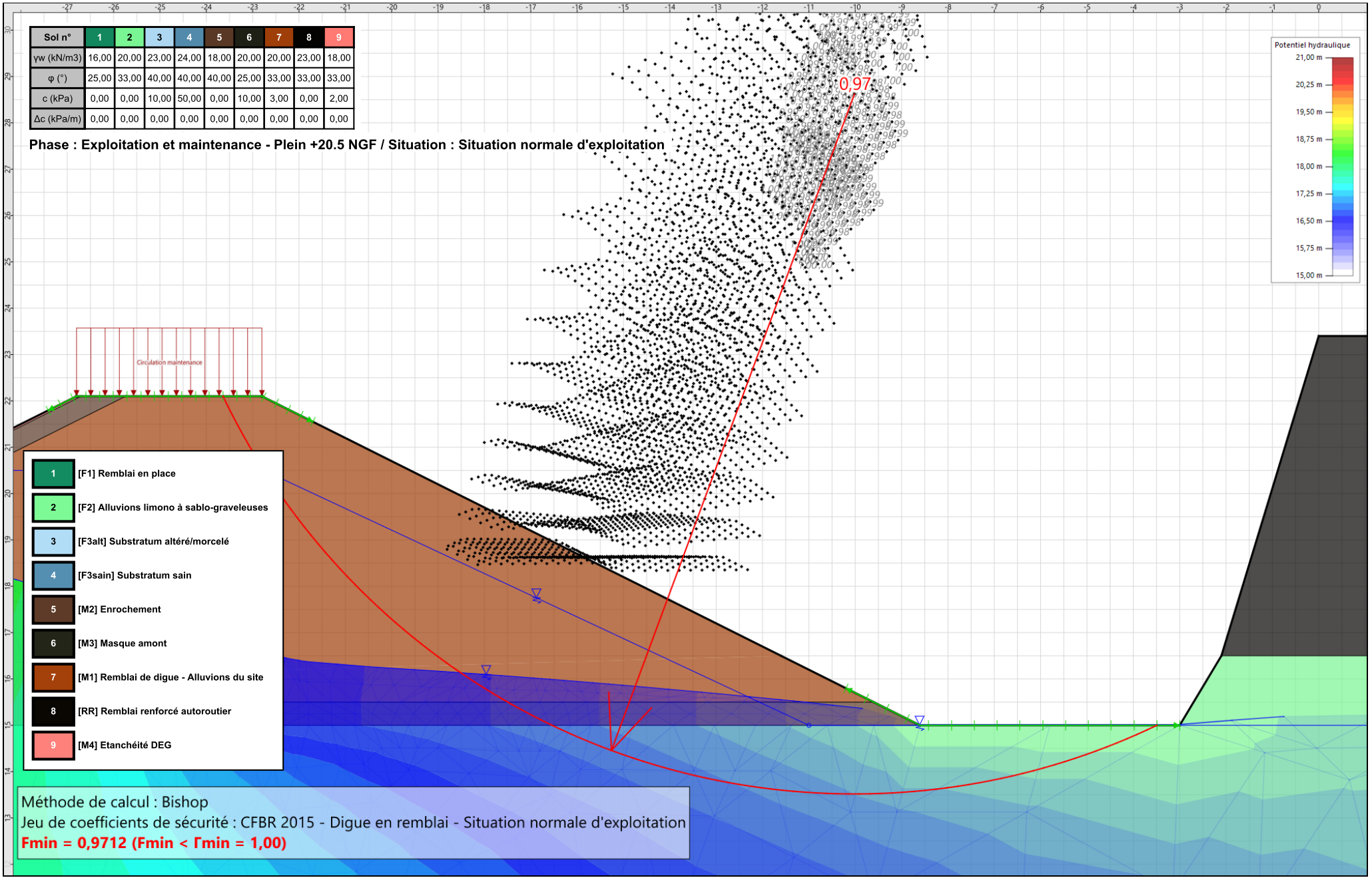
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9712

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3394; X0= -10,02; Y0= 28,62; R= 15,11



# Données de la phase 5

Nom de la phase : Crue à +21.16 NGF - ave écoulement

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | 4       | 4       | 5               | [M1] Remblai d    |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | 8       | 6       | 9               | [F2] Alluvions li |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | 14      | 4       | 13              | [M1] Remblai d    |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | 24      | 2       | 17              | [F2] Alluvions li |
| 25 | 14      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3       | 18              | 27      | 13      | 18              | [M2]              |
| 28 | 17      | 18      | [M2] Enrochement                          | 29      | 12      | 19              | 30      | 16      | 19              | [F2] Alluvions li |
| 32 | 20      | 22      | [M2] Enrochement                          | 33      | 22      | 5               | 34      | 22      | 19              | [M2]              |
| 35 | 14      | 23      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 36      | 16      | 23              | 37      | 20      | 23              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 21,160 | -     | 2 | -25,900 | 21,160 | - | 3 | -21,000 | 20,423 | - | 4     | -15,700 | 18,500 | -     | 5 | -9,000 | 15,000 | - |
| 6 | 20,000  | 15,000 | -     |   |         |        |   |   |         |        |   |       |         |        |       |   |        |        |   |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +21.16 NGF - ave écoulement

Nom de la situation : Situation exceptionnelle de crue

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation exceptionnelle de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,100       | $\Gamma_{c'}$            | 1,100       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -26,000; Y= 22,100

Point droit : X= -19,761; Y= 20,580

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -12,600; Y= 17,000

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 26

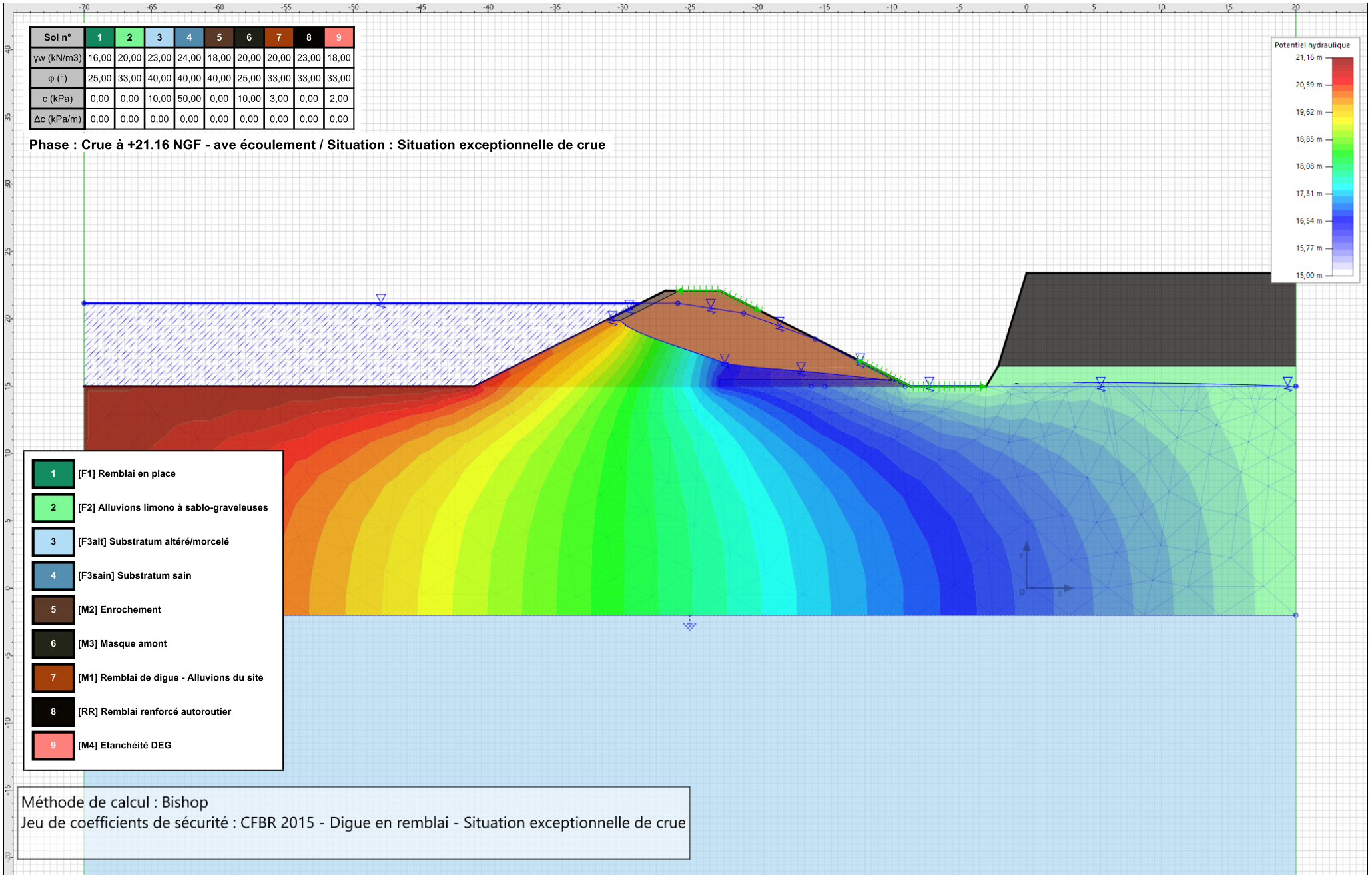
Nombre de tranches : 100

Écartier les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non



# Données de la phase 6

Nom de la phase : Crue à +21.16 NGF - équivalent

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | 4       | 4       | 5               | [M1] Remblai d    |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | 8       | 6       | 9               | [F2] Alluvions li |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | 14      | 4       | 13              | [M1] Remblai d    |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | 24      | 2       | 17              | [F2] Alluvions li |
| 25 | 14      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3       | 18              | 27      | 13      | 18              | [M2]              |
| 28 | 17      | 18      | [M2] Enrochement                          | 29      | 12      | 19              | 30      | 16      | 19              | [F2] Alluvions li |
| 32 | 20      | 22      | [M2] Enrochement                          | 33      | 22      | 5               | 34      | 22      | 19              | [M2]              |
| 35 | 14      | 23      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 36      | 16      | 23              | 37      | 20      | 23              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X    | Y | Angle   | X      | Y    | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |      |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|------|---|---------|--------|------|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|
| 1 | -70,000 | 21,160 | 0,00  | 2 | -28,580 | 21,160 | 0,00 | 3 | -28,500 | 18,900 | 0,00 | 4     | -22,350 | 16,700 | 0,00  | 5 | -9,750 | 15,400 | 0,00 |
| 6 | -8,650  | 15,000 | 0,00  | 7 | 20,000  | 15,000 | 0,00 |   |         |        |      |       |         |        |       |   |        |        |      |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

### Nappe extérieure

|   | X       | Y      | X | Y       | X      | Y | X       | Y      | X | Y       |        |   |        |        |
|---|---------|--------|---|---------|--------|---|---------|--------|---|---------|--------|---|--------|--------|
| 1 | -70,000 | 21,160 | 2 | -25,900 | 21,160 | 3 | -16,000 | 15,000 | 4 | -15,000 | 15,000 | 5 | 20,000 | 15,000 |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +21.16 NGF - équivalent

Nom de la situation : Situation exceptionnelle de crue

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation exceptionnelle de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,100       | $\Gamma_{c'}$            | 1,100       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -26,000; Y= 22,100

Point droit : X= -19,761; Y= 20,580

Nombre de découpages : 15

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -12,600; Y= 17,000

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 26

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

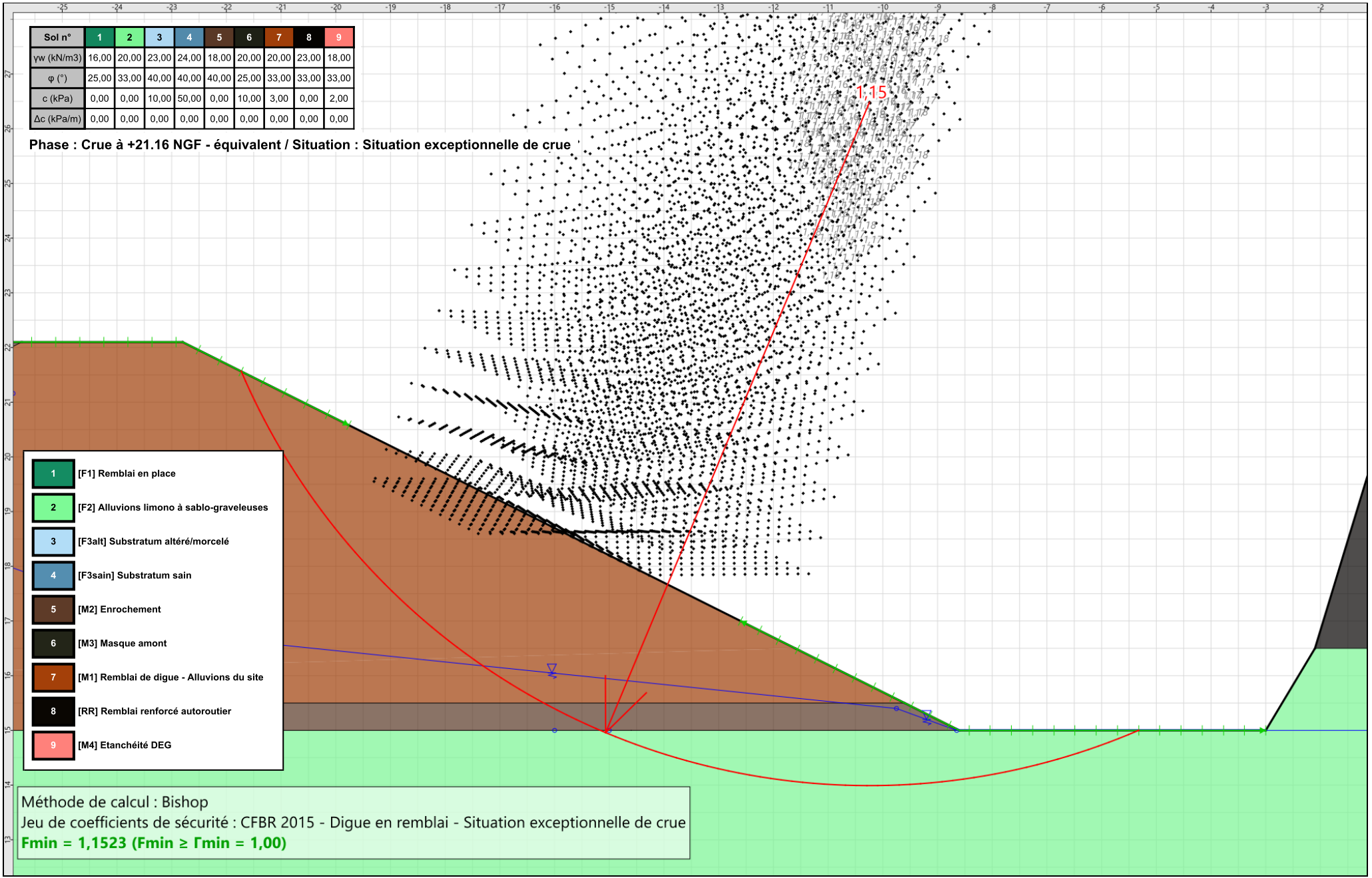
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1523

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 4606; X0= -10,24; Y0= 26,48; R= 12,49

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Crue à +21.16 NGF - équivalent / Situation : Situation exceptionnelle de crue



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation exceptionnelle de crue  
**Fmin = 1,1523 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:59:22  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval CT2

# Données de la phase 7

Nom de la phase : Crue à +21.41 NGF - ave écoulement

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | 4       | 4       | 5               | [M1] Remblai d    |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | 8       | 6       | 9               | [F2] Alluvions li |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | 14      | 4       | 13              | [M1] Remblai d    |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | 24      | 2       | 17              | [F2] Alluvions li |
| 25 | 14      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3       | 18              | 27      | 13      | 18              | [M2]              |
| 28 | 17      | 18      | [M2] Enrochement                          | 29      | 12      | 19              | 30      | 16      | 19              | [F2] Alluvions li |
| 32 | 20      | 22      | [M2] Enrochement                          | 33      | 22      | 5               | 34      | 22      | 19              | [M2]              |
| 35 | 14      | 23      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 36      | 16      | 23              | 37      | 20      | 23              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 21,410 | -     | 2 | -25,900 | 21,410 | - | 3 | -21,000 | 20,423 | - | 4     | -15,700 | 18,500 | -     | 5 | -9,000 | 15,000 | - |
| 6 | 20,000  | 15,000 | -     |   |         |        |   |   |         |        |   |       |         |        |       |   |        |        |   |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +21.41 NGF - ave écoulement

Nom de la situation : Situation extrême de crue

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -26,000; Y= 22,100

Point droit : X= -17,500; Y= 19,450

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -12,600; Y= 17,000

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 26

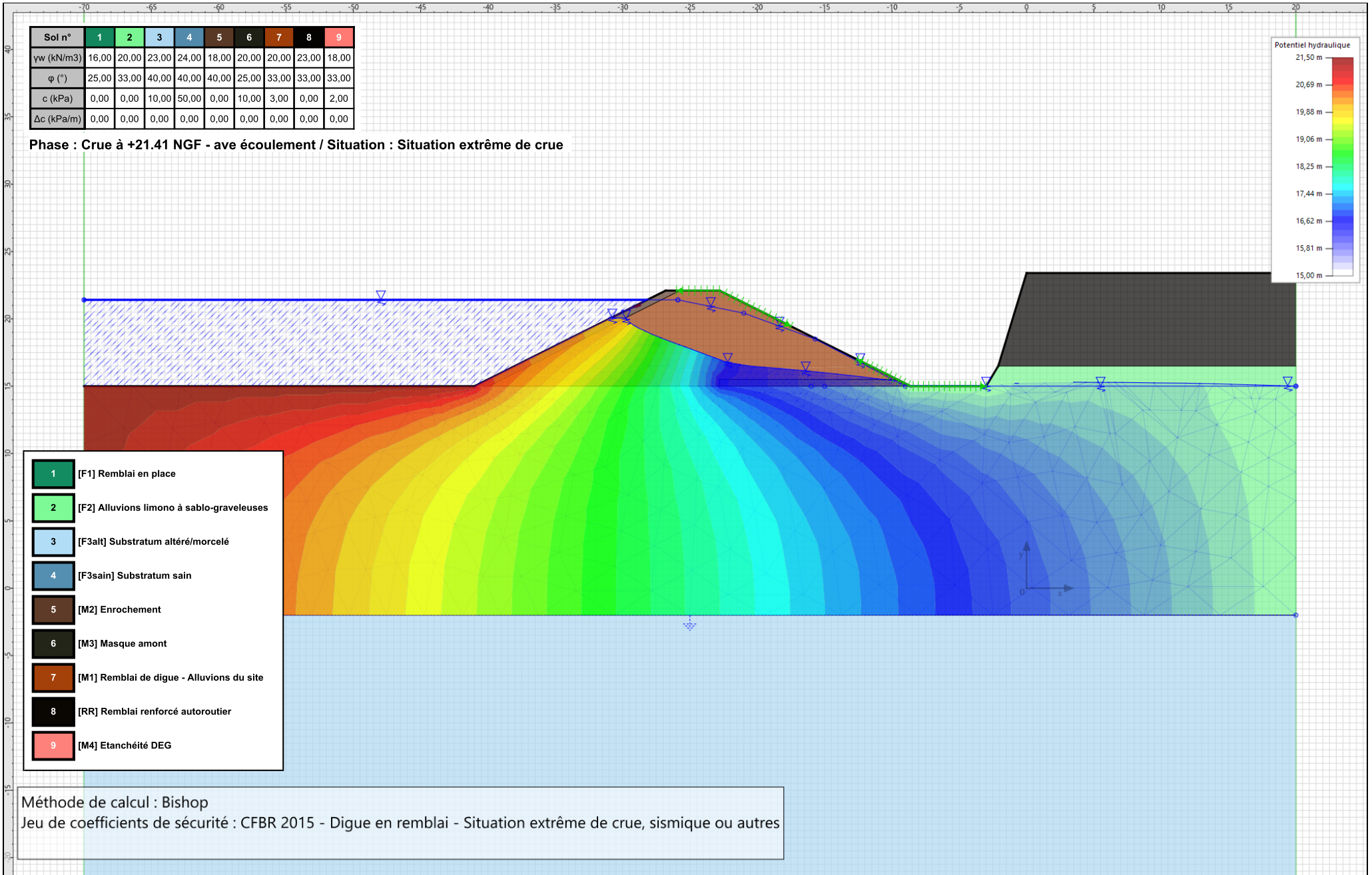
Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non



# Données de la phase 8

Nom de la phase : Crue à +21.41 NGF - équivalent

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | 4       | 4       | 5               | [M1] Remblai d    |
| 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 7       | 7       | 8               | 8       | 6       | 9               | [F2] Alluvions li |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 11      | 12      | 6               | 14      | 4       | 13              | [M1] Remblai d    |
| 17 | 13      | 15      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20      | 15      | 14              | 24      | 2       | 17              | [F2] Alluvions li |
| 25 | 14      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3       | 18              | 27      | 13      | 18              | [M2]              |
| 28 | 17      | 18      | [M2] Enrochement                          | 29      | 12      | 19              | 30      | 16      | 19              | [F2] Alluvions li |
| 32 | 20      | 22      | [M2] Enrochement                          | 33      | 22      | 5               | 34      | 22      | 19              | [M2]              |
| 35 | 14      | 23      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 36      | 16      | 23              | 37      | 20      | 23              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X    | Y | Angle   | X      | Y    | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |      |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|------|---|---------|--------|------|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|
| 1 | -70,000 | 21,410 | 0,00  | 2 | -28,000 | 21,410 | 0,00 | 3 | -27,500 | 18,710 | 0,00 | 4     | -22,200 | 16,800 | 0,00  | 5 | -9,800 | 15,430 | 0,00 |
| 6 | -8,800  | 15,000 | 0,00  | 7 | 20,000  | 15,000 | 0,00 |   |         |        |      |       |         |        |       |   |        |        |      |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

### Nappe extérieure

|   | X       | Y      | X | Y       | X      | Y | X       | Y      | X | Y       |        |   |        |        |
|---|---------|--------|---|---------|--------|---|---------|--------|---|---------|--------|---|--------|--------|
| 1 | -70,000 | 21,410 | 2 | -25,900 | 21,410 | 3 | -16,000 | 15,000 | 4 | -15,000 | 15,000 | 5 | 20,000 | 15,000 |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +21.41 NGF - équivalent

Nom de la situation : Situation extrême de crue

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -26,000; Y= 22,100

Point droit : X= -17,500; Y= 19,450

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -12,600; Y= 17,000

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 26

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

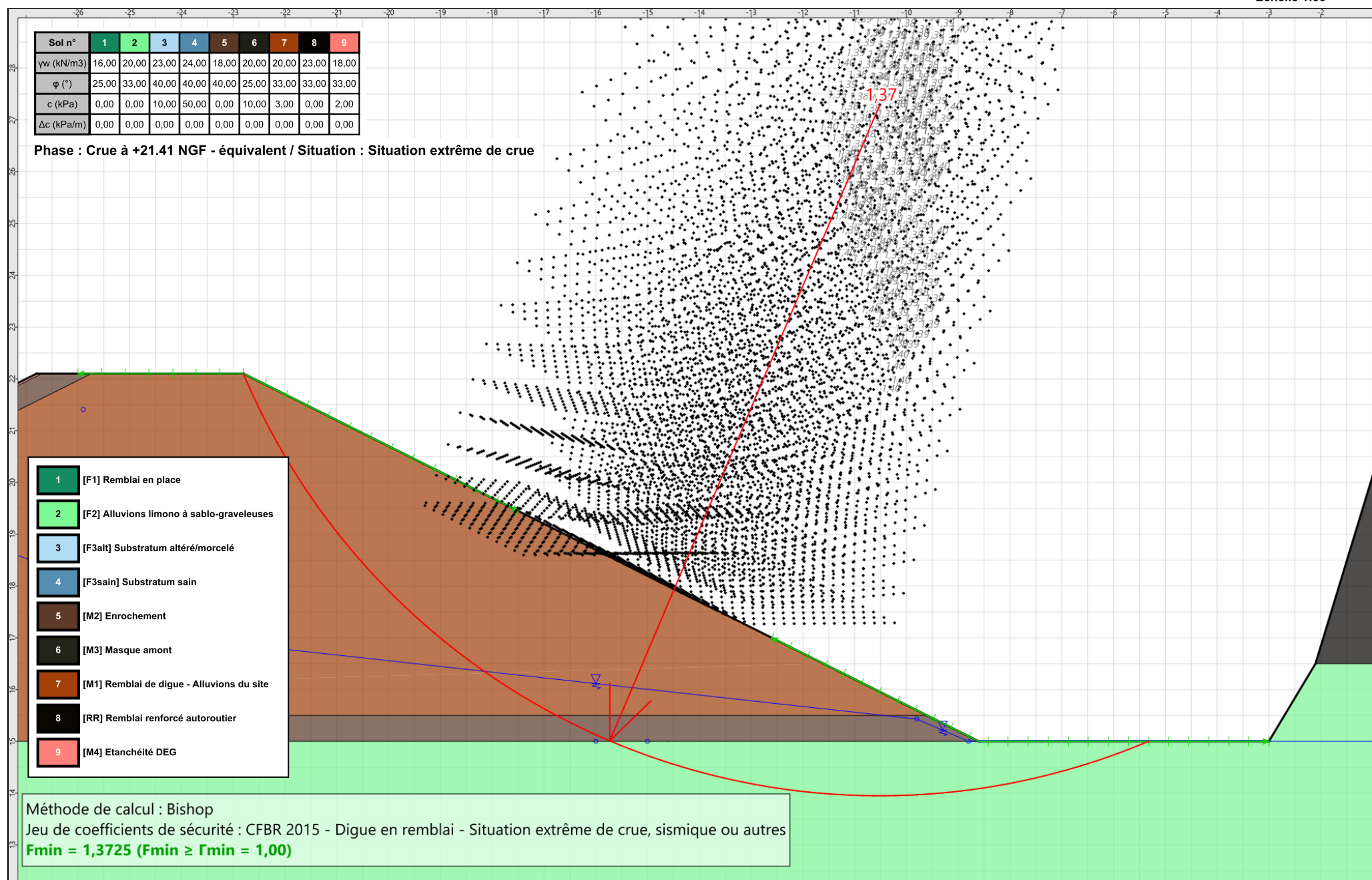
### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3725

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3372; X0= -10,52; Y0= 27,29; R= 13,34

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Crue à +21.41 NGF - équivalent / Situation : Situation extrême de crue



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,3725 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 10:59:24  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus aval CT2

# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval CT3

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe A = Profil CC" côté Ouest Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

yw : 10.0

## Couches de sol

|    | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c    | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ks*B | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifique |     |
|----|---|---------|----------|--------|------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|-------------------------------------|-----|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 40,00  | 50,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 8  | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | 23,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | 18,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | 16,0     | 20,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 12 | [M2alt] Drain dégradé                     |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 13 | [M3alt] Masque dégradé                    |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |
| 14 | [M5alt] Couche dégradé                    |         | 18,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                     | Non |

## Couches de sol (cont.)

|    | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|----|---|---------|----------------|------------|--------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8  | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-03 |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 5,00E-03 | 5,00E-03 |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 12 | [M2alt] Drain dégradé                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-06 | 1,00E-06 |
| 13 | [M3alt] Masque dégradé                    |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 14 | [M5alt] Couche dégradé                    |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |

## Points

|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|
| 1  | -70,000 | 15,000 | 2  | -41,000 | 15,000 | 3  | -26,800 | 22,100 | 4  | -22,800 | 22,100 | 5  | -11,600 | 16,500 |
| 7  | 0,000   | 23,400 | 8  | 20,000  | 23,400 | 9  | 20,000  | 16,500 | 10 | -70,000 | -2,000 | 11 | 20,000  | -2,000 |
| 16 | -14,600 | 15,000 | 17 | -40,330 | 15,000 | 22 | -22,800 | 15,000 | 27 | -8,600  | 15,000 | 28 | -22,800 | 15,500 |
| 30 | -10,270 | 15,500 | 31 | -22,870 | 21,800 | 32 | -26,730 | 21,800 | 34 | -24,490 | 21,800 | 35 | -39,880 | 14,110 |
| 37 | -43,990 | 13,000 | 38 | -45,990 | 15,000 | 39 | -38,099 | 15,000 | 40 | -46,700 | 15,000 | 41 | -44,200 | 12,500 |
| 43 | -39,530 | 13,760 | 44 | -23,370 | 21,800 | 45 | -36,980 | 15,000 |    |         |        |    |         |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|
| 2  | 2       | 3       | 4  | 4       | 5       | 6  | 6       | 7       | 7  | 7       | 8       | 8  | 6       | 9       | 9  | 10      | 11      | 11 | 12      | 6       |
| 24 | 2       | 17      | 30 | 16      | 22      | 42 | 12      | 27      | 43 | 16      | 27      | 45 | 22      | 28      | 47 | 5       | 29      | 48 | 27      | 29      |
| 51 | 28      | 30      | 52 | 29      | 30      | 54 | 3       | 4       | 56 | 30      | 31      | 57 | 32      | 17      | 61 | 32      | 34      | 63 | 2       | 38      |
| 64 | 34      | 39      | 65 | 39      | 17      | 67 | 39      | 35      | 68 | 35      | 36      | 69 | 36      | 37      | 70 | 37      | 38      | 72 | 1       | 40      |
| 73 | 38      | 40      | 74 | 31      | 44      | 75 | 34      | 44      | 76 | 40      | 41      | 77 | 41      | 42      | 78 | 42      | 43      | 79 | 43      | 45      |
| 80 | 45      | 22      | 81 | 45      | 39      | 82 | 45      | 44      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |



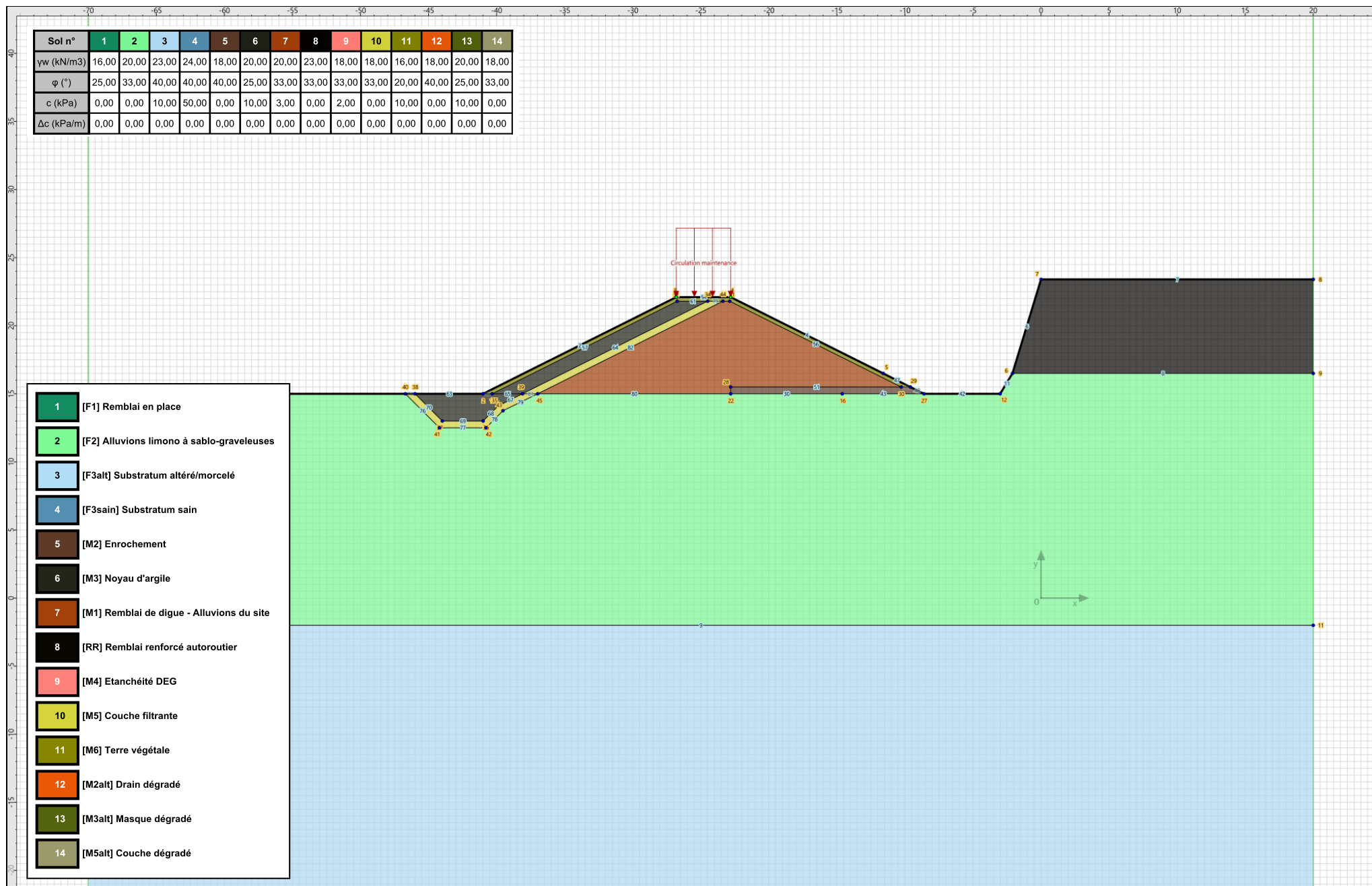
Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 12:10:15  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval CT3

# Données du projet

## Surcharges réparties

|   | Nom                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance | -26,800  | 22,100   | 10,0     | -22,800  | 22,100   | 10,0     | 90,00           |



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M2alt] Drain dégradé
- 13 [M3alt] Masque dégradé
- 14 [M5alt] Couche dégradé



**Talren v6**  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 12:10:16  
Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval CT3

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

## 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   |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4  | 4       | 5       | [M6] Terre végétale                       | 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8  | 6       | 9       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 9  | 10      | 11      | [F3a] Subs        |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24 | 2       | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 30 | 16      | 22      | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43 | 16      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 45 | 22      | 28      | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 51 | 28      | 30      | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54 | 3       | 4       | [M6] Terre végétale                       | 56 | 30      | 31      | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61 | 32      | 34      | [M3] Noyau d'argile                       | 63 | 2       | 38      | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67 | 39      | 35      | [M5] Couche filtrante                     | 68 | 35      | 36      | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70 | 37      | 38      | [M5] Couche filtrante                     | 72 | 1       | 40      | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74 | 31      | 44      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 75 | 34      | 44      | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77 | 41      | 42      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 78 | 42      | 43      | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80 | 45      | 22      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 82 | 45      | 44      | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -70,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 20,000 | 15,000 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     |   | X     | Y     | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,590; Y= 21,205

Point droit : X= -21,600; Y= 21,500

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,859; Y= 16,130

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écartier les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans [M2] Enrochement

## Résultats

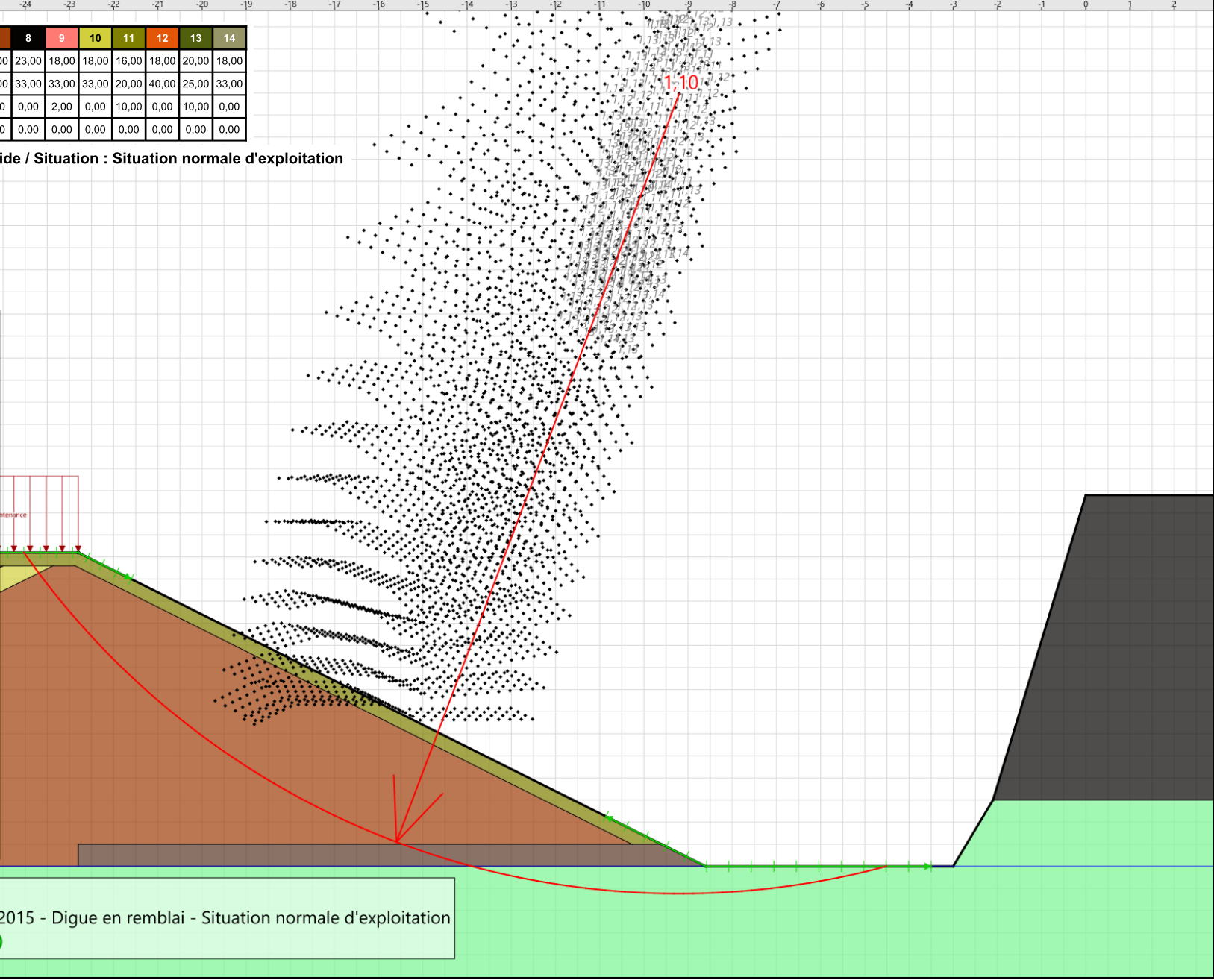
Coefficient de sécurité minimal : 1,1038

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 2276; X0= -9,20; Y0= 32,48; R= 18,10

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 0,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide / Situation : Situation normale d'exploitation

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M2alt] Drain dégradé
- 13 [M3alt] Masque dégradé
- 14 [M5alt] Couche dégradé



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,1038 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 12:10:16  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval CT3

# Données de la phase 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

## 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   |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4  | 4       | 5       | [M6] Terre végétale                       | 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8  | 6       | 9       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 9  | 10      | 11      | [F3a] Subs        |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24 | 2       | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 30 | 16      | 22      | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43 | 16      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 45 | 22      | 28      | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 51 | 28      | 30      | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54 | 3       | 4       | [M6] Terre végétale                       | 56 | 30      | 31      | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61 | 32      | 34      | [M3] Noyau d'argile                       | 63 | 2       | 38      | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67 | 39      | 35      | [M5] Couche filtrante                     | 68 | 35      | 36      | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70 | 37      | 38      | [M5] Couche filtrante                     | 72 | 1       | 40      | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74 | 31      | 44      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 75 | 34      | 44      | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77 | 41      | 42      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 78 | 42      | 43      | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80 | 45      | 22      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 82 | 45      | 44      | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -70,000 | 15,000 | 0,00  | 2 | 20,000 | 15,000 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     |   | X     | Y     | X | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,590; Y= 21,205

Point droit : X= -21,600; Y= 21,500

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,859; Y= 16,130

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

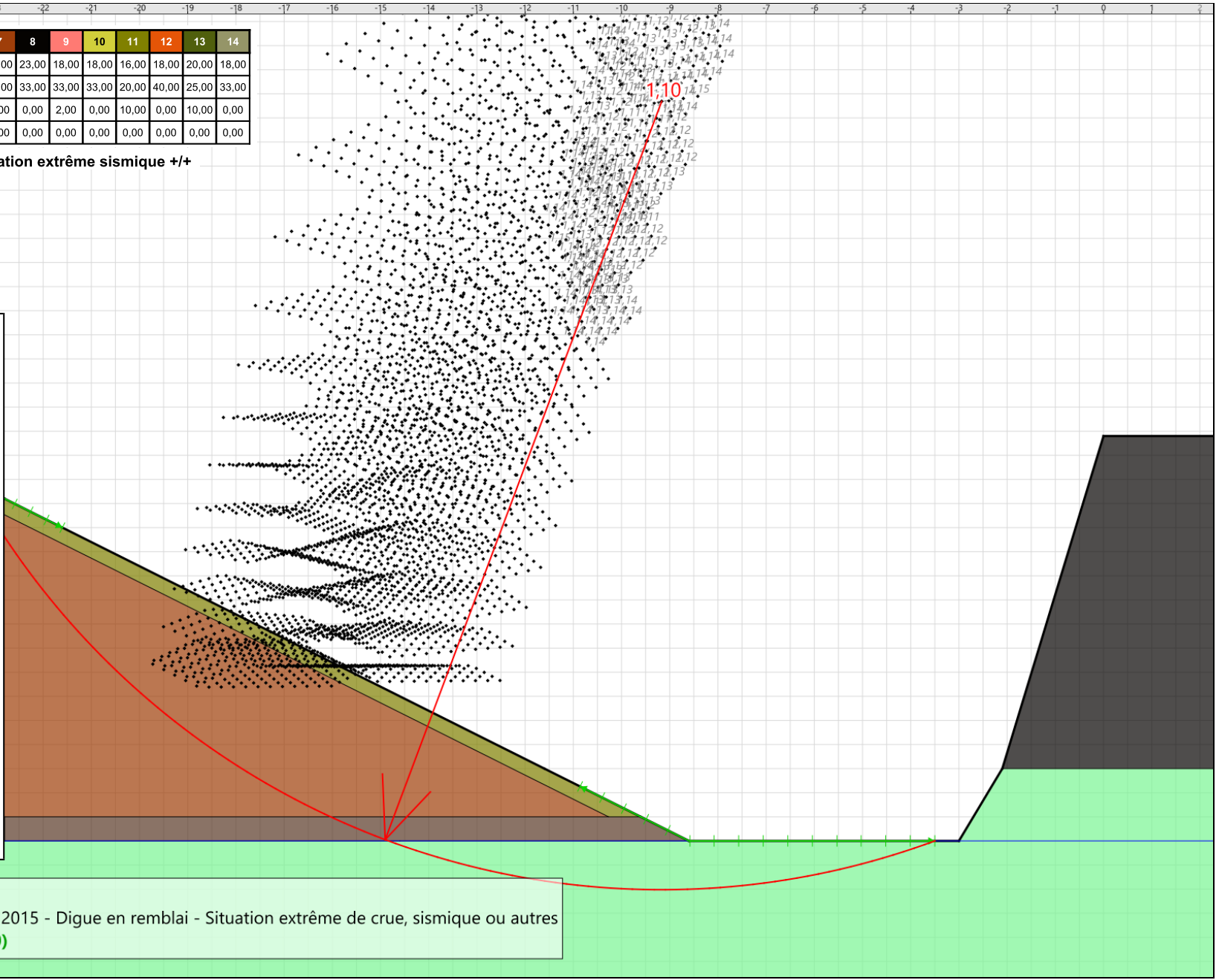
Coefficient de sécurité minimal : 1,1037

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3996; X0= -9,17; Y0= 30,34; R= 16,36

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 0,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M2alt] Drain dégradé
- 13 [M3alt] Masque dégradé
- 14 [M5alt] Couche dégradé



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,1037 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



**Talren v6**  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 12:10:17  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus aval CT3

# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,590; Y= 21,205

Point droit : X= -21,600; Y= 21,500

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,859; Y= 16,130

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

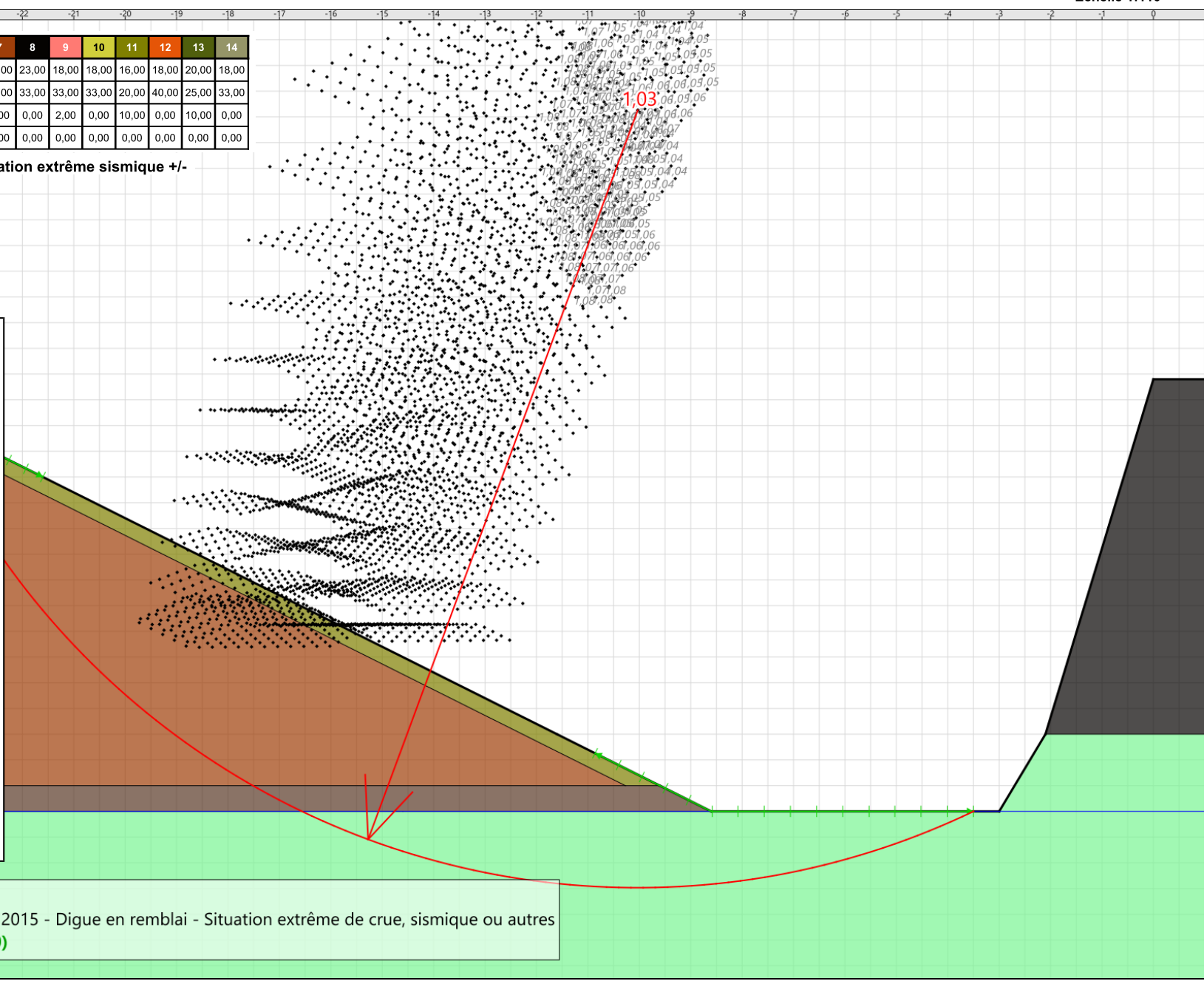
Coefficient de sécurité minimal : 1,0320

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3759; X0= -10,03; Y0= 28,63; R= 15,11

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 0,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M2alt] Drain dégradé
- 13 [M3alt] Masque dégradé
- 14 [M5alt] Couche dégradé



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,0320 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 12:10:17  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval CT3

# Données de la phase 3

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

## 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   |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4  | 4       | 5       | [M6] Terre végétale                       | 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8  | 6       | 9       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 9  | 10      | 11      | [F3a] Subs        |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24 | 2       | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 30 | 16      | 22      | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43 | 16      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 45 | 22      | 28      | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 51 | 28      | 30      | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54 | 3       | 4       | [M6] Terre végétale                       | 56 | 30      | 31      | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61 | 32      | 34      | [M3] Noyau d'argile                       | 63 | 2       | 38      | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67 | 39      | 35      | [M5] Couche filtrante                     | 68 | 35      | 36      | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70 | 37      | 38      | [M5] Couche filtrante                     | 72 | 1       | 40      | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74 | 31      | 44      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 75 | 34      | 44      | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77 | 41      | 42      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 78 | 42      | 43      | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80 | 45      | 22      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 82 | 45      | 44      | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -70,000 | 13,500 | 0,00  | 2 | 20,000 | 13,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     |   | X     | Y     | X | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,590; Y= 21,205

Point droit : X= -21,600; Y= 21,500

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,859; Y= 16,130

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : 0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

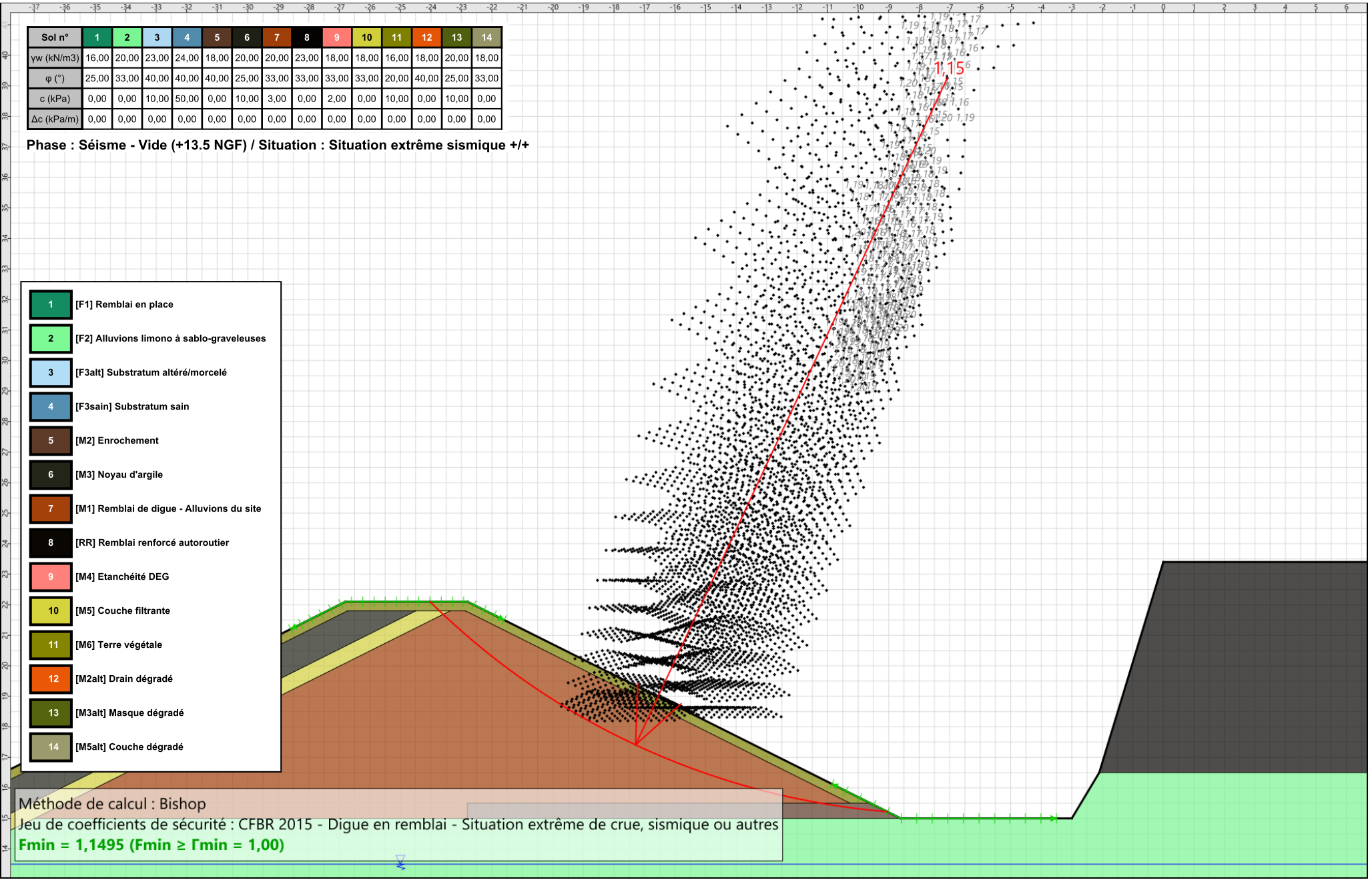
Coefficient de sécurité minimal : 1,1495

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3362; X0= -7,08; Y0= 39,25; R= 24,11

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 0,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M2alt] Drain dégradé
- 13 [M3alt] Masque dégradé
- 14 [M5alt] Couche dégradé



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,1495 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**

# Données de la situation 2

Nom de la phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF)

Nom de la situation : Situation extrême sismique +/-

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFSR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma'_{s1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,590; Y= 21,205

Point droit : X= -21,600; Y= 21,500

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,859; Y= 16,130

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient kh (accélération horizontale) : 0,152

Coefficient kv (accélération verticale) : -0,133

Recherche automatique de la combinaison sismique la plus défavorable : Non

Recherche automatique de l'accélération déstabilisante : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1029

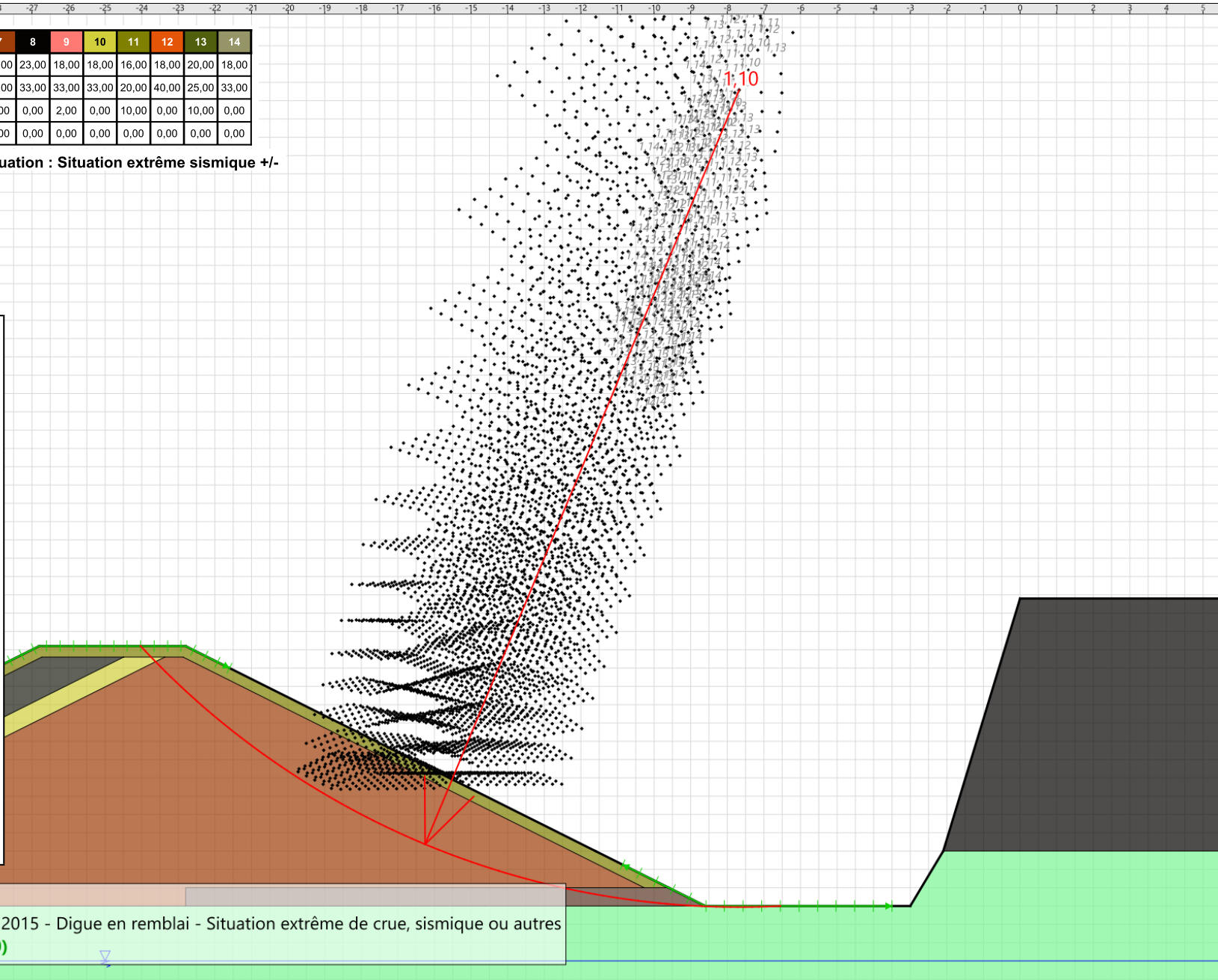
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3433; X0= -7,68; Y0= 37,29; R= 22,32

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 0,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Séisme - Vide (+13.5 NGF) / Situation : Situation extrême sismique +/-

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M2alt] Drain dégradé
- 13 [M3alt] Masque dégradé
- 14 [M5alt] Couche dégradé

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres  
**Fmin = 1,1029 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



# Données de la phase 4

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Plein +20.5 NGF

## 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   |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4  | 4       | 5       | [M6] Terre végétale                       | 6  | 6       | 7       | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8  | 6       | 9       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 9  | 10      | 11      | [F3a] Substrat    |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24 | 2       | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 30 | 16      | 22      | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43 | 16      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 45 | 22      | 28      | [M2] Couche       |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48 | 27      | 29      | [M2] Enrochement                          | 51 | 28      | 30      | [M2] Couche       |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54 | 3       | 4       | [M6] Terre végétale                       | 56 | 30      | 31      | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61 | 32      | 34      | [M3] Noyau d'argile                       | 63 | 2       | 38      | [M3] Couche       |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67 | 39      | 35      | [M5] Couche filtrante                     | 68 | 35      | 36      | [M5] Couche       |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70 | 37      | 38      | [M5] Couche filtrante                     | 72 | 1       | 40      | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74 | 31      | 44      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 75 | 34      | 44      | [M5] Couche       |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77 | 41      | 42      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 78 | 42      | 43      | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80 | 45      | 22      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 82 | 45      | 44      | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X       | Y      | Angle |   | X       | Y      | Angle |   | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -22,685 | 20,500 | -     | 3 | -10,850 | 15,500 | -     | 4 | -10,138 | 15,000 | -     | 5 | 20,000 | 15,000 | - |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     |   | X     | Y     | X | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Fin

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Plein +20.5 NGF

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -28,590; Y= 21,205

Point droit : X= -21,600; Y= 21,500

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -10,859; Y= 16,130

Point droit : X= -3,500; Y= 15,000

Nombre de découpages : 15

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

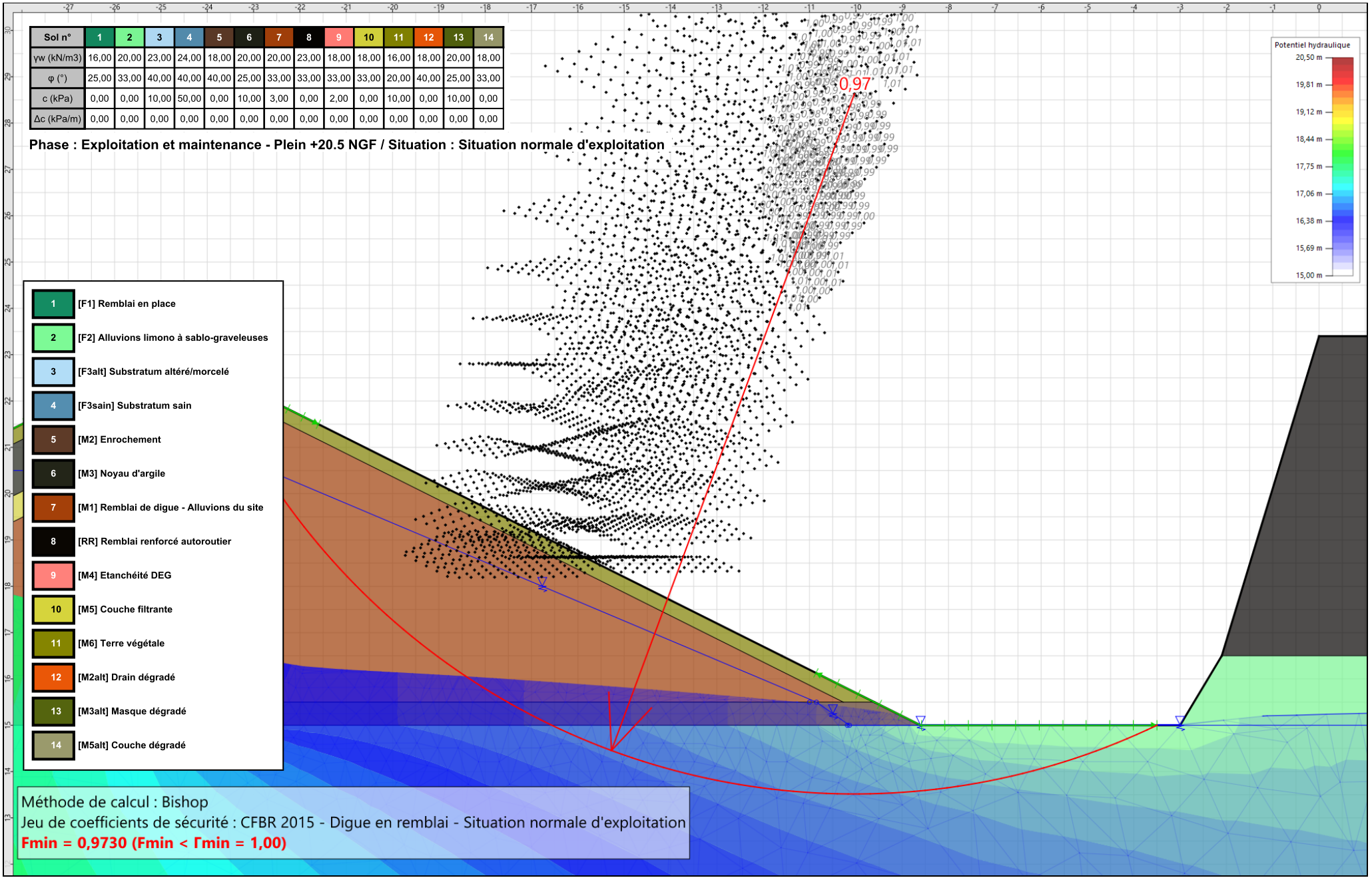
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9730

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3759; X0= -10,03; Y0= 28,63; R= 15,11



# Données de la phase 5

Nom de la phase : Crue à +21.16 NGF - ave écoulement

## 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 |                   |
|----|---------|---------|---|---------|---------|-----------------|---------|---------|-----------------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4       | 4       | 5               | 6       | 6       | 7               | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6       | 9               | 9       | 10      | 11              | [F3a] Subs        |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24      | 2       | 17              | 30      | 16      | 22              | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16      | 27              | 45      | 22      | 28              | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48      | 27      | 29              | 51      | 28      | 30              | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54      | 3       | 4               | 56      | 30      | 31              | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61      | 32      | 34              | 63      | 2       | 38              | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67      | 39      | 35              | 68      | 35      | 36              | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70      | 37      | 38              | 72      | 1       | 40              | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74      | 31      | 44              | 75      | 34      | 44              | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77      | 41      | 42              | 78      | 42      | 43              | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80      | 45      | 22              | 82      | 45      | 44              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 21,160 | -     | 2 | -25,900 | 21,160 | - | 3 | -21,000 | 20,423 | - | 4     | -15,700 | 18,500 | -     | 5 | -9,000 | 15,000 | - |
| 6 | 20,000  | 15,000 | -     |   |         |        |   |   |         |        |   |       |         |        |       |   |        |        |   |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +21.16 NGF - ave écoulement

Nom de la situation : Situation exceptionnelle de crue

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation exceptionnelle de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,100       | $\Gamma_{c'}$            | 1,100       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -26,500; Y= 22,100

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,297; Y= 16,348

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

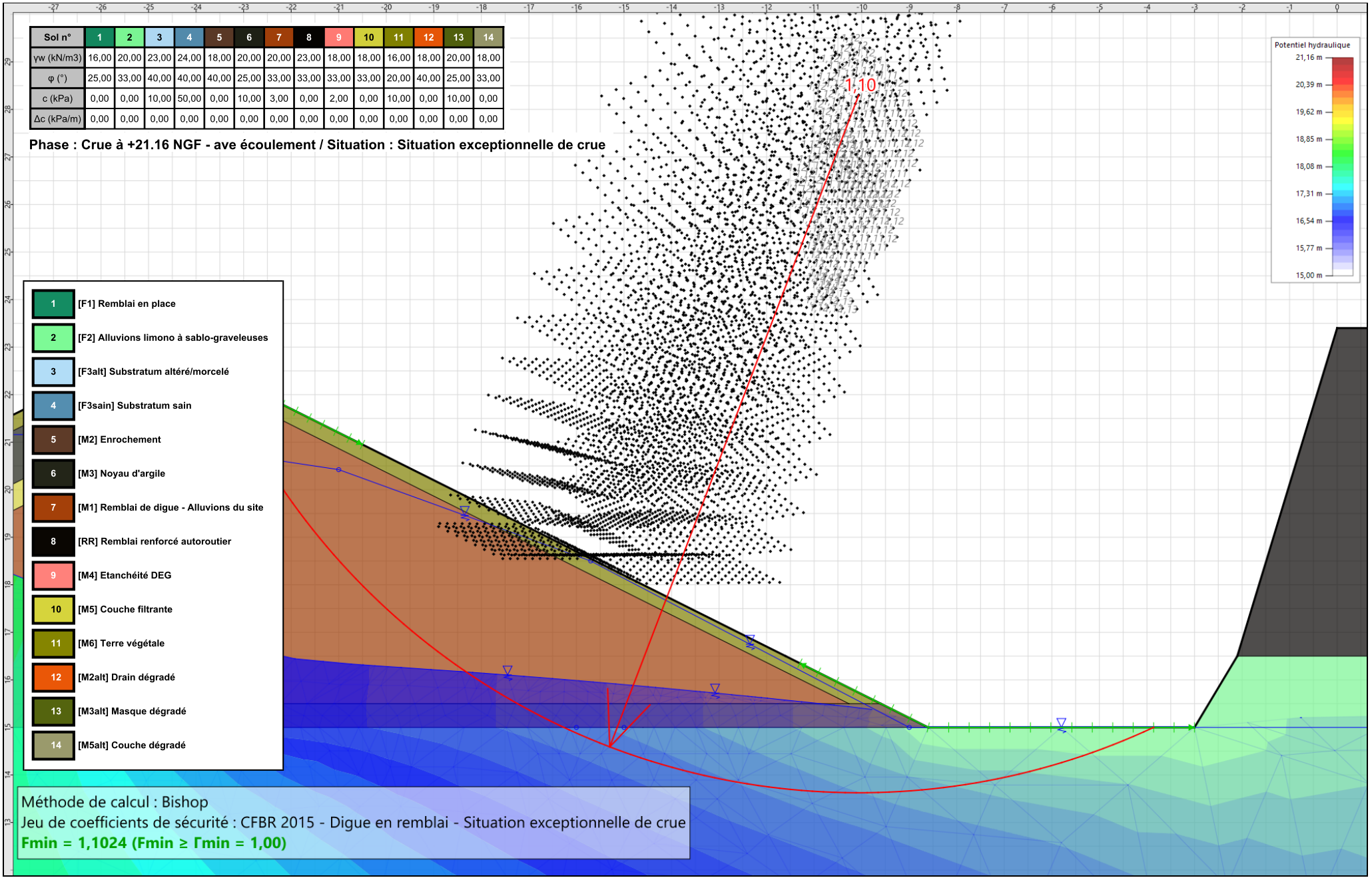
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1024

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3613; X0= -10,06; Y0= 28,30; R= 14,68



# Données de la phase 6

Nom de la phase : Crue à +21.41 NGF - ave écoulement

## 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 |                   |
|----|---------|---------|---|---------|---------|-----------------|---------|---------|-----------------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4       | 4       | 5               | 6       | 6       | 7               | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6       | 9               | 9       | 10      | 11              | [F3a] Subs        |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24      | 2       | 17              | 30      | 16      | 22              | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16      | 27              | 45      | 22      | 28              | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48      | 27      | 29              | 51      | 28      | 30              | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54      | 3       | 4               | 56      | 30      | 31              | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61      | 32      | 34              | 63      | 2       | 38              | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67      | 39      | 35              | 68      | 35      | 36              | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70      | 37      | 38              | 72      | 1       | 40              | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74      | 31      | 44              | 75      | 34      | 44              | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77      | 41      | 42              | 78      | 42      | 43              | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80      | 45      | 22              | 82      | 45      | 44              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 21,410 | -     | 2 | -25,900 | 21,410 | - | 3 | -21,000 | 20,423 | - | 4     | -15,700 | 18,500 | -     | 5 | -9,000 | 15,000 | - |
| 6 | 20,000  | 15,000 | -     |   |         |        |   |   |         |        |   |       |         |        |       |   |        |        |   |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +21.41 NGF - ave écoulement

Nom de la situation : Situation extrême de crue

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation extrême de crue, sismique ou autres

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,000       | $\Gamma_{c'}$            | 1,000       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,100       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -26,500; Y= 22,100

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,297; Y= 16,348

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

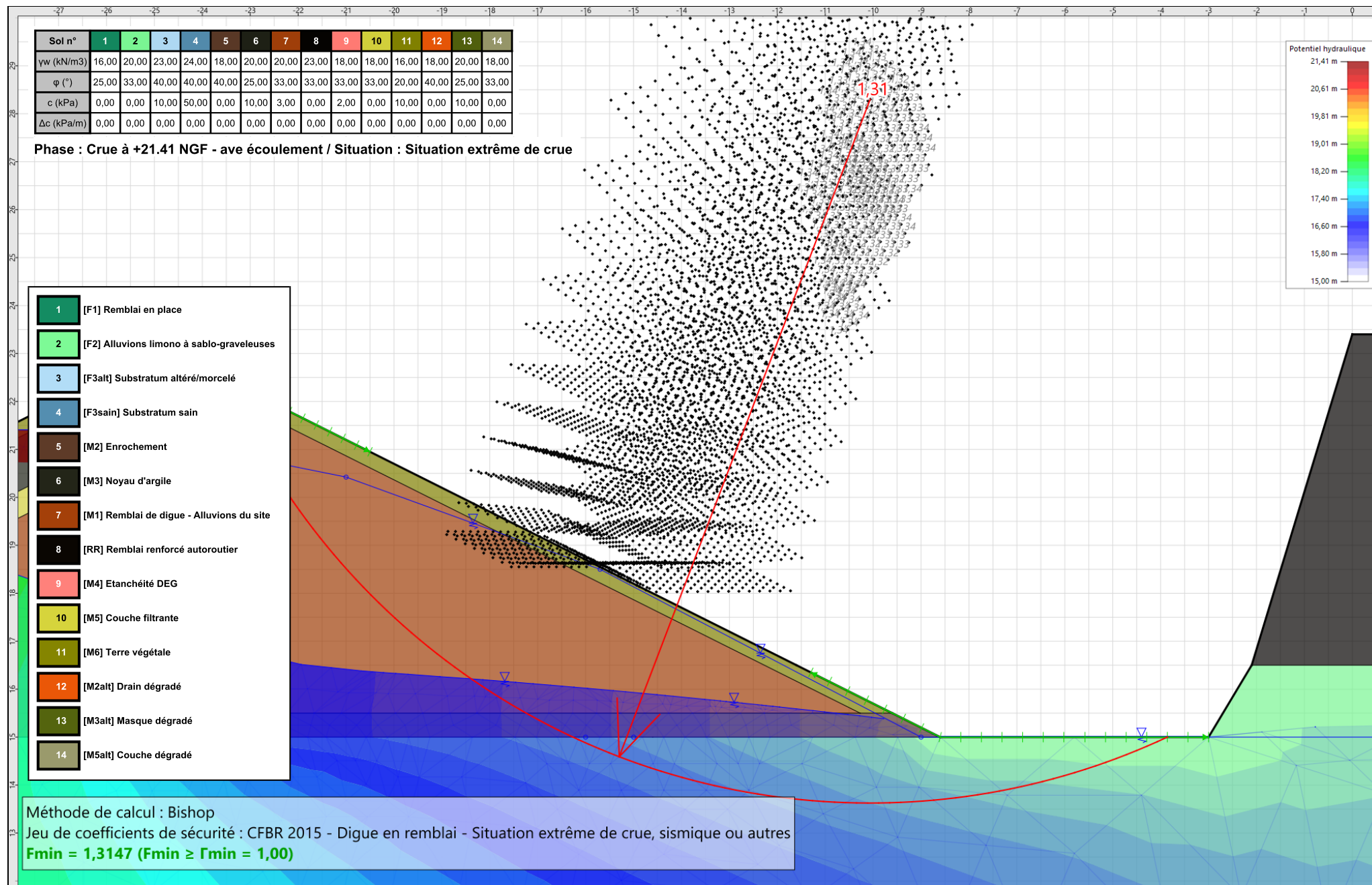
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3147

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3613; X0= -10,06; Y0= 28,30; R= 14,68



# Données de la phase 7

Nom de la phase : Crue à +20.50 NGF - Intact pour comparaison

## 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 |                   |
|----|---------|---------|---|---------|---------|-----------------|---------|---------|-----------------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4       | 4       | 5               | 6       | 6       | 7               | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6       | 9               | 9       | 10      | 11              | [F3a] Sub         |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24      | 2       | 17              | 30      | 16      | 22              | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16      | 27              | 45      | 22      | 28              | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48      | 27      | 29              | 51      | 28      | 30              | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54      | 3       | 4               | 56      | 30      | 31              | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61      | 32      | 34              | 63      | 2       | 38              | [M3]              |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67      | 39      | 35              | 68      | 35      | 36              | [M5]              |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70      | 37      | 38              | 72      | 1       | 40              | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74      | 31      | 44              | 75      | 34      | 44              | [M5]              |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77      | 41      | 42              | 78      | 42      | 43              | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80      | 45      | 22              | 82      | 45      | 44              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -25,900 | 20,500 | - | 3 | -21,000 | 20,423 | - | 4     | -15,700 | 18,500 | -     | 5 | -9,000 | 15,000 | - |
| 6 | 20,000  | 15,000 | -     |   |         |        |   |   |         |        |   |       |         |        |       |   |        |        |   |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +20.50 NGF - Intact pour comparaison

Nom de la situation : Situation rare de dégradation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation rare de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,200       | $\Gamma_{c'}$            | 1,200       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -26,500; Y= 22,100

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,297; Y= 16,348

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écartier les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

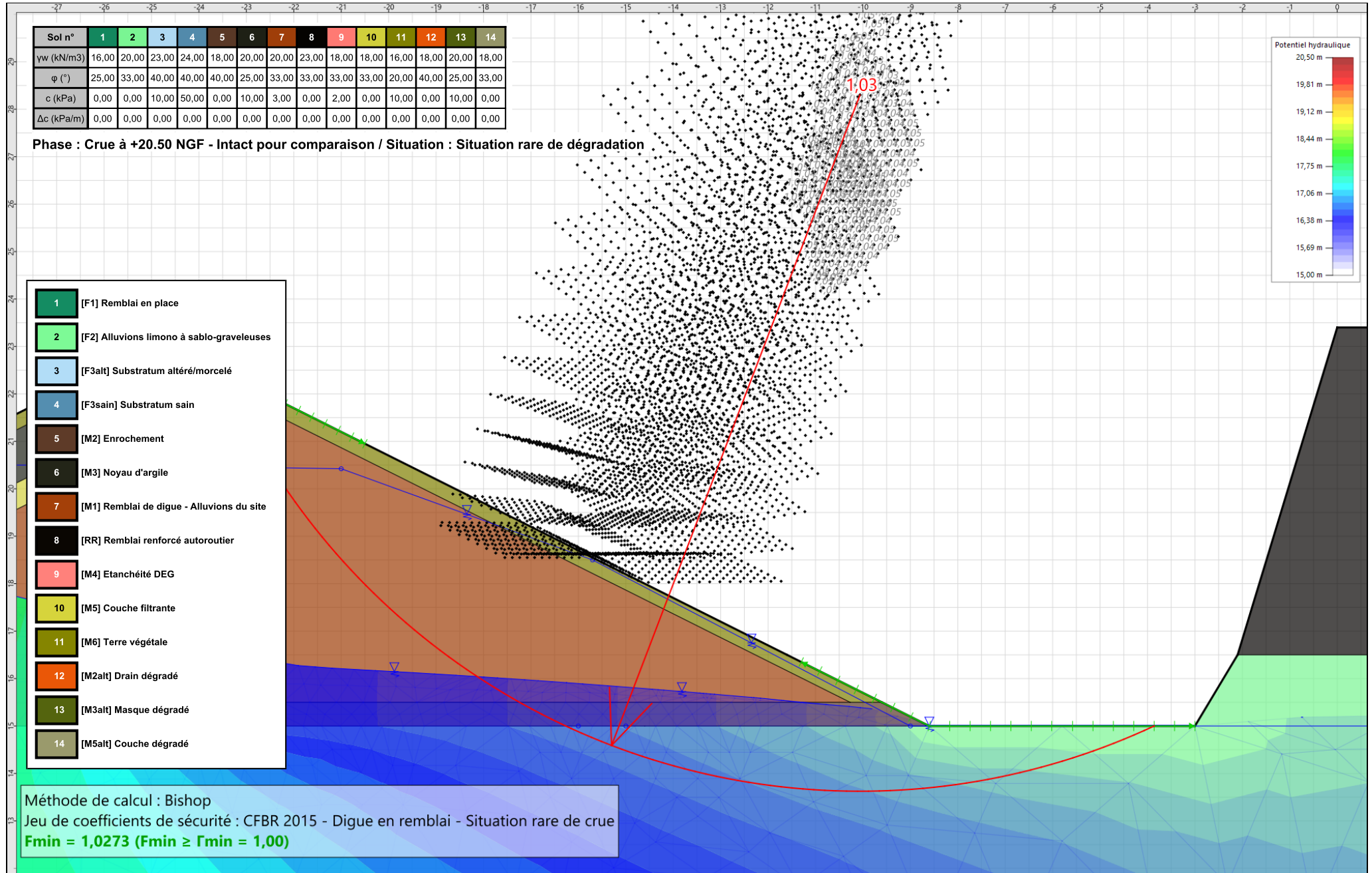
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0273

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3613; X0= -10,06; Y0= 28,30; R= 14,68



# Données de la phase 8

Nom de la phase : Crue à +20.50 NGF - Dégradation drainage

## 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 |                   |
|----|---------|---------|---|---------|---------|-----------------|---------|---------|-----------------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4       | 4       | 5               | 6       | 6       | 7               | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6       | 9               | 9       | 10      | 11              | [F3alt] Subs      |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24      | 2       | 17              | 30      | 16      | 22              | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16      | 27              | 45      | 22      | 28              | [M2alt] Subs      |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48      | 27      | 29              | 51      | 28      | 30              | [M2alt] Subs      |
| 52 | 29      | 30      | [M2alt] Drain dégradé                     | 54      | 3       | 4               | 56      | 30      | 31              | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3] Noyau d'argile                       | 61      | 32      | 34              | 63      | 2       | 38              | [M3] Subs         |
| 64 | 34      | 39      | [M5] Couche filtrante                     | 67      | 39      | 35              | 68      | 35      | 36              | [M5] Subs         |
| 69 | 36      | 37      | [M5] Couche filtrante                     | 70      | 37      | 38              | 72      | 1       | 40              | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5] Couche filtrante                     | 74      | 31      | 44              | 75      | 34      | 44              | [M5] Subs         |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77      | 41      | 42              | 78      | 42      | 43              | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80      | 45      | 22              | 82      | 45      | 44              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

### Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -25,900 | 20,500 | - | 3 | -21,000 | 20,423 | - | 4     | -15,700 | 18,500 | -     | 5 | -9,000 | 15,000 | - |
| 6 | 20,000  | 15,000 | -     |   |         |        |   |   |         |        |   |       |         |        |       |   |        |        |   |

### Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +20.50 NGF - Dégradation drainage

Nom de la situation : Situation rare de dégradation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation rare de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,200       | $\Gamma_{c'}$            | 1,200       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -26,500; Y= 22,100

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,297; Y= 16,348

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écartier les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

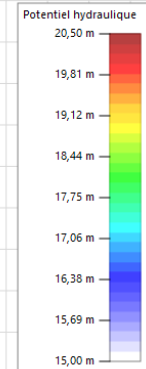
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,8916

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 6099; X0= -9,78; Y0= 26,28; R= 12,36

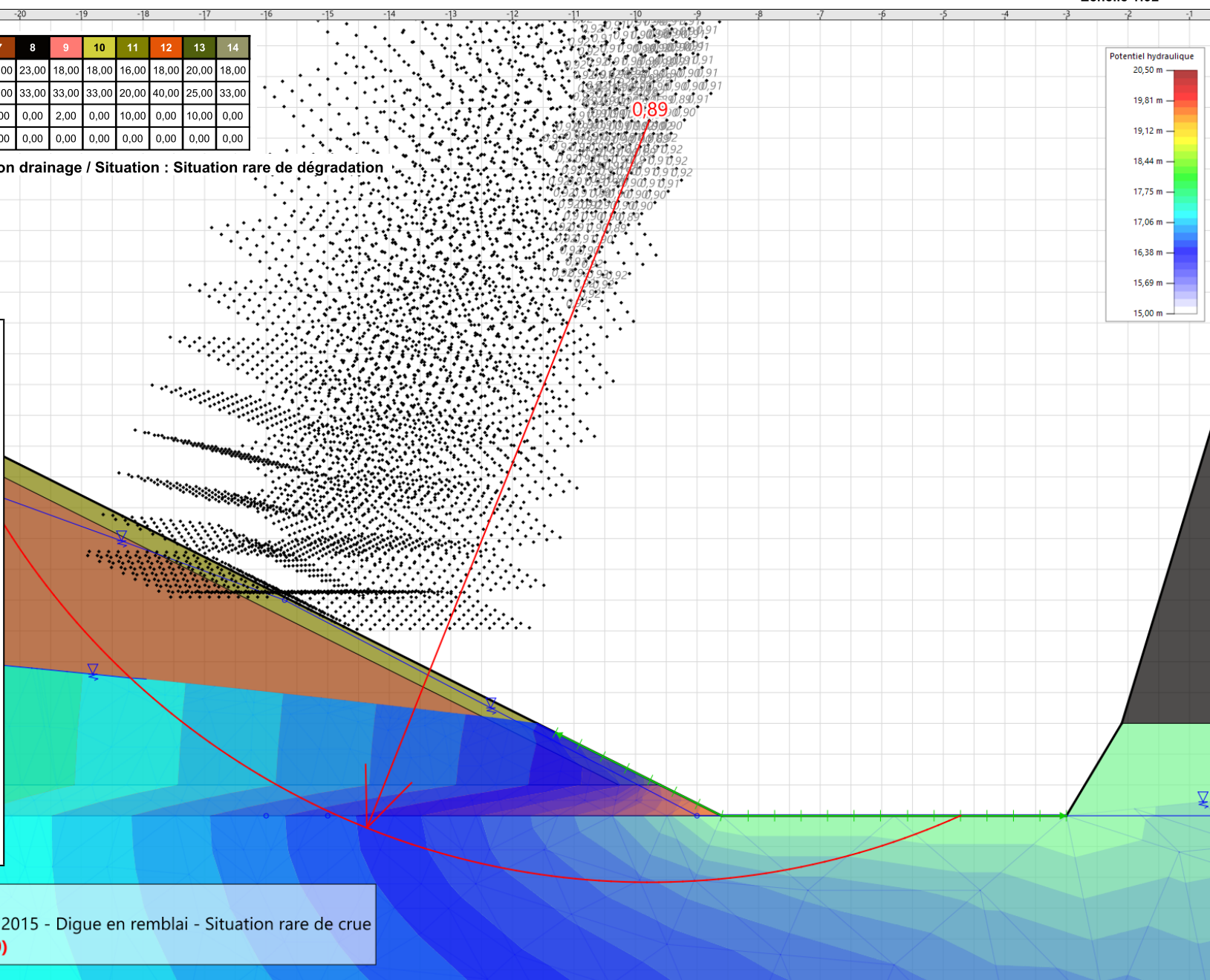
| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 0,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Crue à +20.50 NGF - Dégradation drainage / Situation : Situation rare de dégradation



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M2alt] Drain dégradé
- 13 [M3alt] Masque dégradé
- 14 [M5alt] Couche dégradé

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation rare de crue  
**Fmin = 0,8916 (Fmin < Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 12:10:22  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe A - Talus aval CT3

# Données de la phase 9

Nom de la phase : Crue à +20.50 NGF - Dégradation étanchéité

## 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 |                   |
|----|---------|---------|---|---------|---------|-----------------|---------|---------|-----------------|-------------------|
| 2  | 2       | 3       | [M6] Terre végétale                       | 4       | 4       | 5               | 6       | 6       | 7               | [RR] Remblai      |
| 7  | 7       | 8       | [RR] Remblai renforcé autoroutier         | 8       | 6       | 9               | 9       | 10      | 11              | [F3alt] Subs      |
| 11 | 12      | 6       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 24      | 2       | 17              | 30      | 16      | 22              | [F2] Alluvions li |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16      | 27              | 45      | 22      | 28              | [M2]              |
| 47 | 5       | 29      | [M6] Terre végétale                       | 48      | 27      | 29              | 51      | 28      | 30              | [M2]              |
| 52 | 29      | 30      | [M2] Enrochement                          | 54      | 3       | 4               | 56      | 30      | 31              | [M1] Remblai d    |
| 57 | 32      | 17      | [M3alt] Masque dégradé                    | 61      | 32      | 34              | 63      | 2       | 38              | [M3alt]           |
| 64 | 34      | 39      | [M5alt] Couche dégradé                    | 67      | 39      | 35              | 68      | 35      | 36              | [M5alt]           |
| 69 | 36      | 37      | [M5alt] Couche dégradé                    | 70      | 37      | 38              | 72      | 1       | 40              | [F2] Alluvions li |
| 73 | 38      | 40      | [M5alt] Couche dégradé                    | 74      | 31      | 44              | 75      | 34      | 44              | [M5alt]           |
| 76 | 40      | 41      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 77      | 41      | 42              | 78      | 42      | 43              | [F2] Alluvions li |
| 79 | 43      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 80      | 45      | 22              | 82      | 45      | 44              | [M1] Remblai d    |

## Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle   | X      | Y | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|---------|--------|---|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -25,900 | 20,500 | - | 3 | -21,000 | 20,423 | - | 4     | -15,700 | 18,500 | -     | 5 | -9,000 | 15,000 | - |
| 6 | 20,000  | 15,000 | -     |   |         |        |   |   |         |        |   |       |         |        |       |   |        |        |   |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Moyen

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Crue à +20.50 NGF - Dégradation étanchéité

Nom de la situation : Situation rare de dégradation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation rare de crue

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,200       | $\Gamma_{c'}$            | 1,200       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -26,500; Y= 22,100

Point droit : X= -20,500; Y= 20,950

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -11,297; Y= 16,348

Point droit : X= -3,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

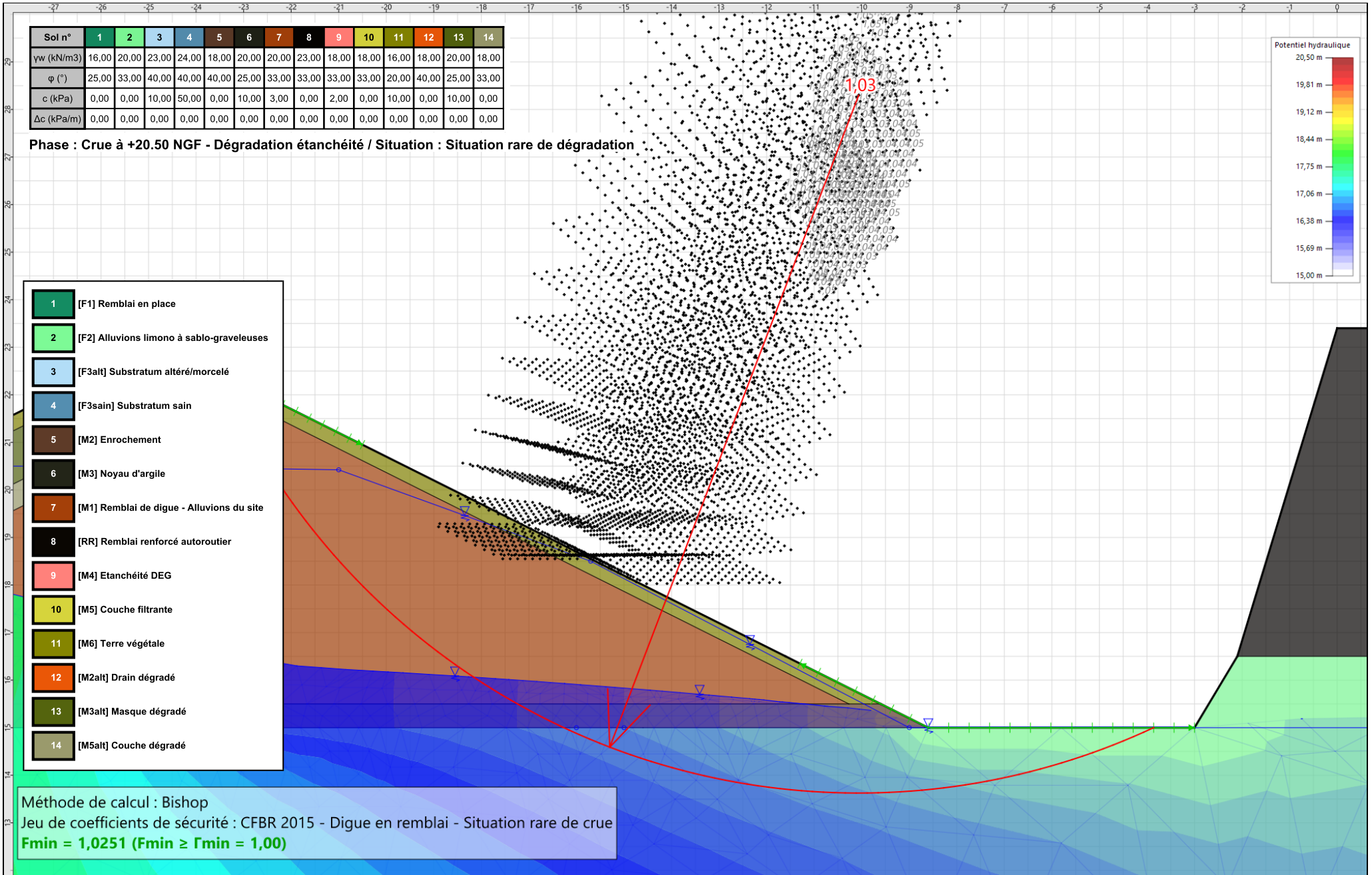
Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0251

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3613; X0= -10,06; Y0= 28,30; R= 14,68



# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval - CT1 pente 2,5H/1V

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe A = Profil CC" côté Ouest Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m<sup>3</sup>

yw : 10.0

## Couches de sol

|    | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c    | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ks*B | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |     |
|----|---|---------|----------|--------|------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|--------------------------------------|-----|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 40,00  | 50,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 8  | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | 23,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 10 | [M3alt] Noyau d'argile dégradé            |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 11 | [M2alt] Drain dérgadé                     |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |

## Couches de sol (cont.)

|    | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma \tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|----|---|---------|----------------|------------|---------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8  | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-03 |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| 10 | [M3alt] Noyau d'argile dégradé            |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 11 | [M2alt] Drain dérgadé                     |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-06 | 1,00E-06 |

## Points

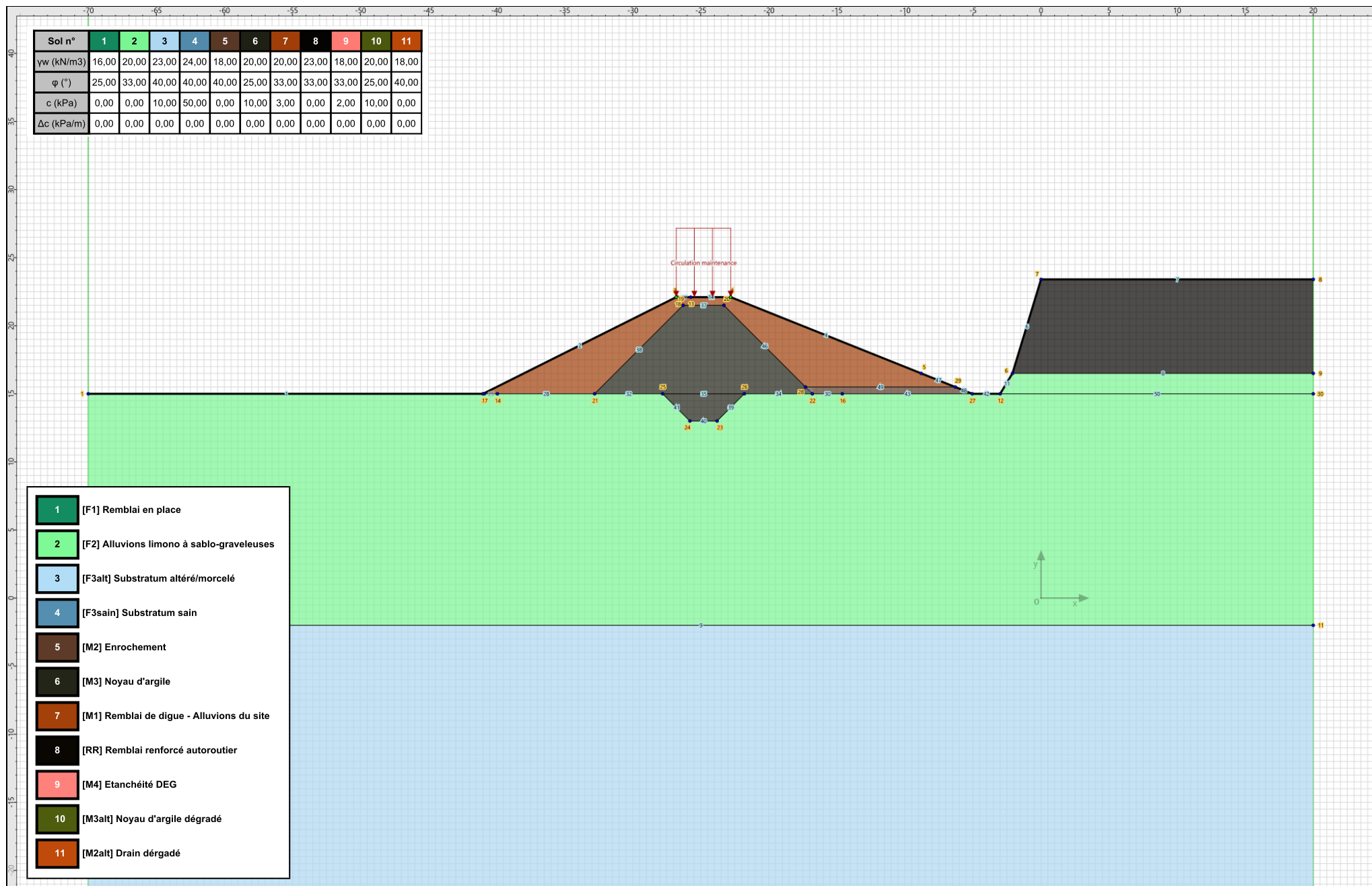
|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|
| 1  | -70,000 | 15,000 | 2  | -41,000 | 15,000 | 3  | -26,800 | 22,100 | 4  | -22,800 | 22,100 | 5  | -8,800  | 16,500 |
| 7  | 0,000   | 23,400 | 8  | 20,000  | 23,400 | 9  | 20,000  | 16,500 | 10 | -70,000 | -2,000 | 11 | 20,000  | -2,000 |
| 13 | -25,740 | 22,100 | 14 | -39,940 | 15,000 | 16 | -14,600 | 15,000 | 17 | -40,900 | 15,000 | 18 | -26,700 | 22,100 |
| 20 | -23,300 | 21,500 | 21 | -32,800 | 15,000 | 22 | -16,800 | 15,000 | 23 | -23,800 | 13,000 | 24 | -25,800 | 13,000 |
| 26 | -21,800 | 15,000 | 27 | -5,050  | 15,000 | 28 | -17,300 | 15,500 | 29 | -6,300  | 15,500 | 30 | 20,000  | 15,000 |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |  | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|--|---------|---------|
| 1  | 1       | 2       |  | 2       | 3       |  | 4       | 5       |  | 6       | 7       |  | 7       | 8       |  | 8       | 9       |  | 9       | 10      |
| 11 | 12      | 6       |  | 14      | 13      |  | 24      | 17      |  | 25      | 14      |  | 26      | 18      |  | 27      | 13      |  | 28      | 14      |
| 30 | 16      | 22      |  | 32      | 25      |  | 34      | 26      |  | 35      | 25      |  | 37      | 20      |  | 38      | 19      |  | 39      | 26      |
| 40 | 23      | 24      |  | 41      | 25      |  | 42      | 27      |  | 43      | 16      |  | 45      | 22      |  | 46      | 20      |  | 47      | 5       |
| 48 | 27      | 29      |  | 49      | 29      |  | 50      | 30      |  |         |         |  |         |         |  |         |         |  |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance | -26,800  | 22,100   | 10,0     | -22,800  | 22,100   | 10,0     | 90,00           |



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M3alt] Noyau d'argile dégradé
- 11 [M2alt] Drain dérgadé

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Plein +20.5 NGF

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 4       | 4               | 5  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 9  | 10      | 11      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 14      | 4       | 13              | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 24      | 2               | 17 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 25 | 14      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 26      | 3       | 18              | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 27      | 13              | 18 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |
| 28 | 14      | 21      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 30      | 16      | 22              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 32      | 21              | 25 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 34 | 22      | 26      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 37      | 20      | 19              | [M3] Noyau d'argile                       | 38      | 19              | 21 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 39 | 26      | 23      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 40      | 23      | 24              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 41      | 24              | 25 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 42 | 12      | 27      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 43      | 16      | 27              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 45      | 22              | 28 | [M3] Noyau d'argile                       |
| 46 | 20      | 28      | [M3] Noyau d'argile                       | 47      | 5       | 29              | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 48      | 27              | 29 | [M2] Enrochement                          |
| 49 | 28      | 29      | [M2] Enrochement                          | 50      | 12      | 30              | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         |                 |    |   |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles calculé

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X | Y | Angle  | X      | Y | Angle | X      | Y      | Angle |   |        |        |   |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|---|---|--------|--------|---|-------|--------|--------|-------|---|--------|--------|---|
| 1 | -70,000 | 20,500 | -     | 2 | -22,000 | 20,500 | - | 3 | -9,702 | 15,500 | - | 4     | -8,703 | 15,000 | -     | 5 | 20,000 | 15,000 | - |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

Raffinement du maillage : Grossier

Découpage pour zonage : 5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Plein +20.5 NGF

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,100

Abscisse émergence limite aval : -7,301

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -5,500; Y= 13,278

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

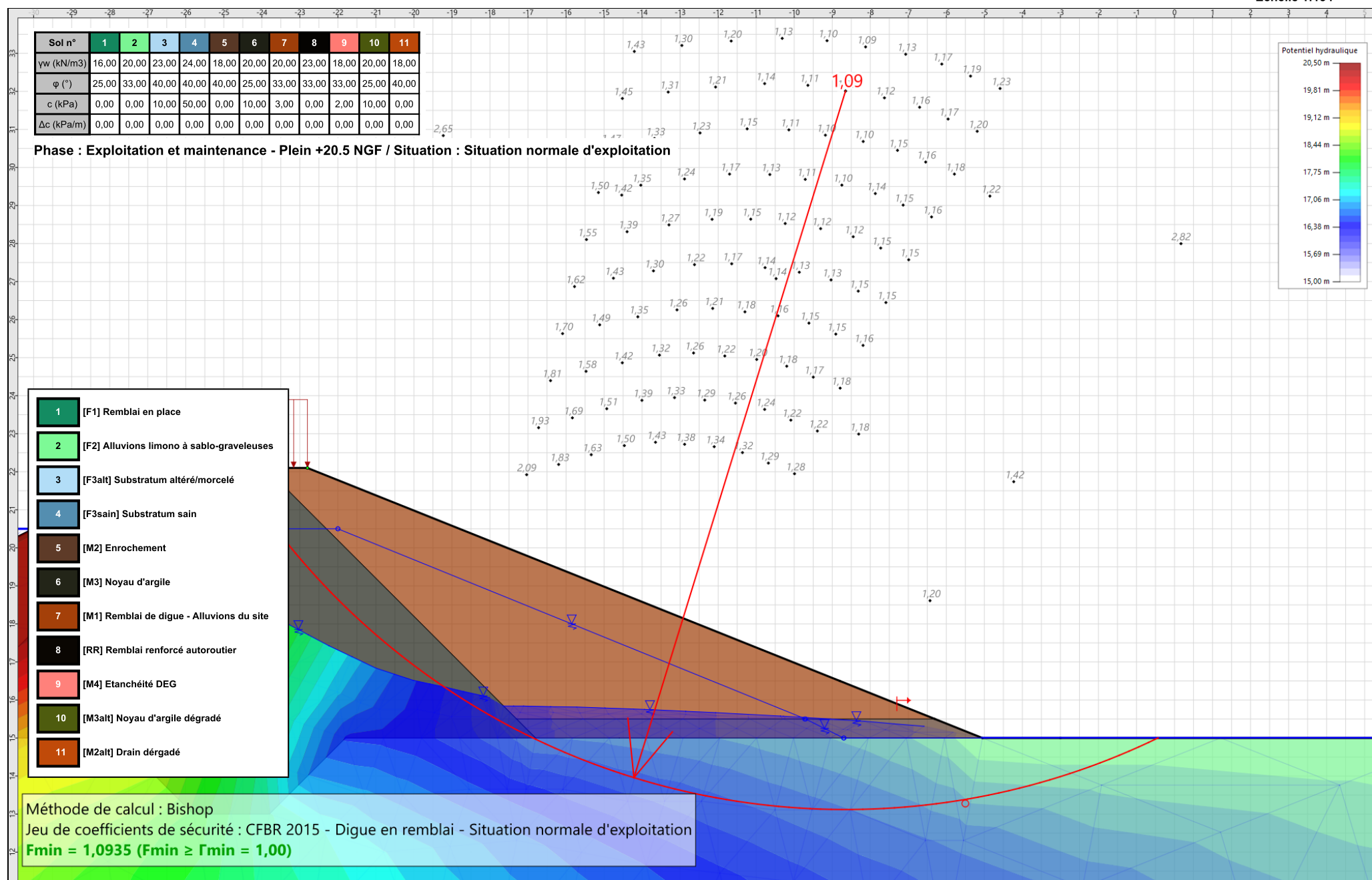
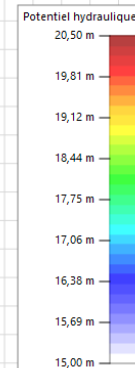
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0935

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1073; X0= -8,65; Y0= 32,01; R= 18,89

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 25,00 | 40,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  | 10,00 | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Plein +20.5 NGF / Situation : Situation normale d'exploitation



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M3alt] Noyau d'argile dégradé
- 11 [M2alt] Drain dérgadé

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,0935 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 25 juil. 2023 12:21:42  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe A - Talus aval - CT1 pente 2,5H/1V

# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe 2 - Talus aval 2,5H/1V

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe 1 = Profil CC" côté Ouest Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m<sup>3</sup>

yw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c    | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ks*B | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |     |
|---|---|---------|----------|--------|------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|--------------------------------------|-----|
| 1 | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 2 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 3 | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 4 | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 40,00  | 50,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 5 | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 6 | [M3] Masque amont                         |         | 20,0     | 25,00  | 10,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 7 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 8 | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | 23,0     | 33,00  | 0,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |
| 9 | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       |                                      | Non |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma \tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|---|---|---------|----------------|------------|---------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1 | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2 | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3 | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4 | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5 | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6 | [M3] Masque amont                         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7 | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8 | [RR] Remblai renforcé autoroutier         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-03 |
| 9 | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |

## Points

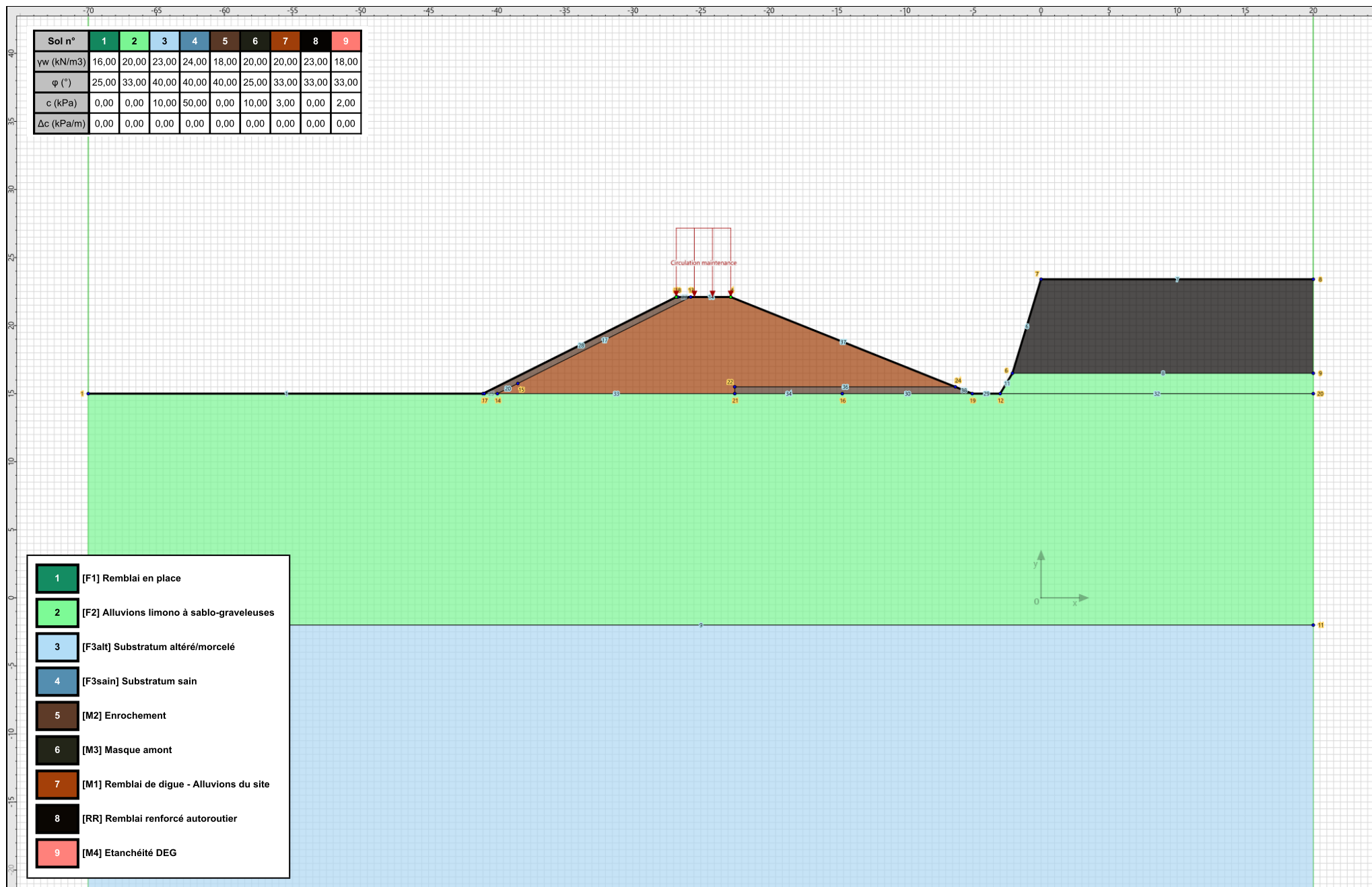
|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|
| 1  | -70,000 | 15,000 | 2  | -41,000 | 15,000 | 3  | -26,800 | 22,100 | 4  | -22,800 | 22,100 | 6  | -2,100  | 16,500 |
| 8  | 20,000  | 23,400 | 9  | 20,000  | 16,500 | 10 | -70,000 | -2,000 | 11 | 20,000  | -2,000 | 12 | -3,000  | 15,000 |
| 14 | -39,940 | 15,000 | 15 | -38,440 | 15,750 | 16 | -14,600 | 15,000 | 17 | -40,900 | 15,000 | 18 | -26,700 | 22,100 |
| 20 | 20,000  | 15,000 | 21 | -22,500 | 15,000 | 22 | -22,500 | 15,500 | 24 | -6,300  | 15,500 |    |         |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|
| 1  | 1       | 2       | 2  | 2       | 3       | 6  | 6       | 7       | 7  | 7       | 8       | 8  | 6       | 9       | 9  | 10      | 11      | 11 | 12      | 6       |
| 14 | 4       | 13      | 17 | 13      | 15      | 20 | 15      | 14      | 24 | 2       | 17      | 25 | 14      | 17      | 26 | 3       | 18      | 27 | 13      | 18      |
| 28 | 17      | 18      | 29 | 12      | 19      | 30 | 16      | 19      | 32 | 12      | 20      | 33 | 14      | 21      | 34 | 16      | 21      | 35 | 21      | 22      |
| 36 | 22      | 24      | 37 | 24      | 4       | 38 | 24      | 19      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance | -26,800  | 22,100   | 10,0     | -22,800  | 22,100   | 10,0     | 90,00           |



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG



**Talren v6**  
v6.0.15

Imprimé le : 25 juil. 2023 12:20:44  
Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe 2 - Talus aval 2,5H/1V

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation normale - Pleine +20.5 NGF

## 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       | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 2       | 2       | 3               | 9       | 10      | 11              | [F3a] Sub         |
| 14 | 4       | 13      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 17      | 13      | 15              | 20      | 15      | 14              | [M1] Remblai d    |
| 24 | 2       | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 25      | 14      | 17              | 26      | 3       | 18              | [M4]              |
| 27 | 13      | 18      | [M2] Enrochement                          | 28      | 17      | 18              | 29      | 12      | 19              | [F2] Alluvions li |
| 30 | 16      | 19      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 32      | 12      | 20              | 33      | 14      | 21              | [F2] Alluvions li |
| 34 | 16      | 21      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 35      | 21      | 22              | 36      | 22      | 24              | [M2]              |
| 37 | 24      | 4       | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 38      | 24      | 19              |         |         |                 |                   |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle | X | Y       | Angle  | X    | Y | Angle   | X      | Y    | Angle | X       | Y      | Angle |   |        |        |      |
|---|---------|--------|-------|---|---------|--------|------|---|---------|--------|------|-------|---------|--------|-------|---|--------|--------|------|
| 1 | -70,000 | 20,500 | 0,00  | 2 | -29,700 | 20,500 | 0,00 | 3 | -29,500 | 18,750 | 0,00 | 4     | -21,500 | 16,700 | 0,00  | 5 | -7,000 | 15,500 | 0,00 |
| 6 | -5,300  | 15,000 | 0,00  | 7 | 20,000  | 15,000 | 0,00 |   |         |        |      |       |         |        |       |   |        |        |      |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y     | X | Y     | X     | Y | X | Y | X | Y |
|---|--------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | -70,00 | -2,00 | 2 | 20,00 | -2,00 |   |   |   |   |   |

## Nappe extérieure

|   | X       | Y      | X | Y       | X      | Y | X       | Y      | X | Y      |        |
|---|---------|--------|---|---------|--------|---|---------|--------|---|--------|--------|
| 1 | -70,000 | 20,500 | 2 | -24,500 | 20,500 | 3 | -14,500 | 15,000 | 4 | 20,000 | 15,000 |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation normale - Pleine +20.5 NGF

Nom de la situation : Situation normale

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -27,412; Y= 21,794

Point droit : X= -20,174; Y= 21,050

Nombre de découpages : 20

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= -7,271; Y= 15,888

Point droit : X= 6,000; Y= 15,000

Nombre de découpages : 20

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

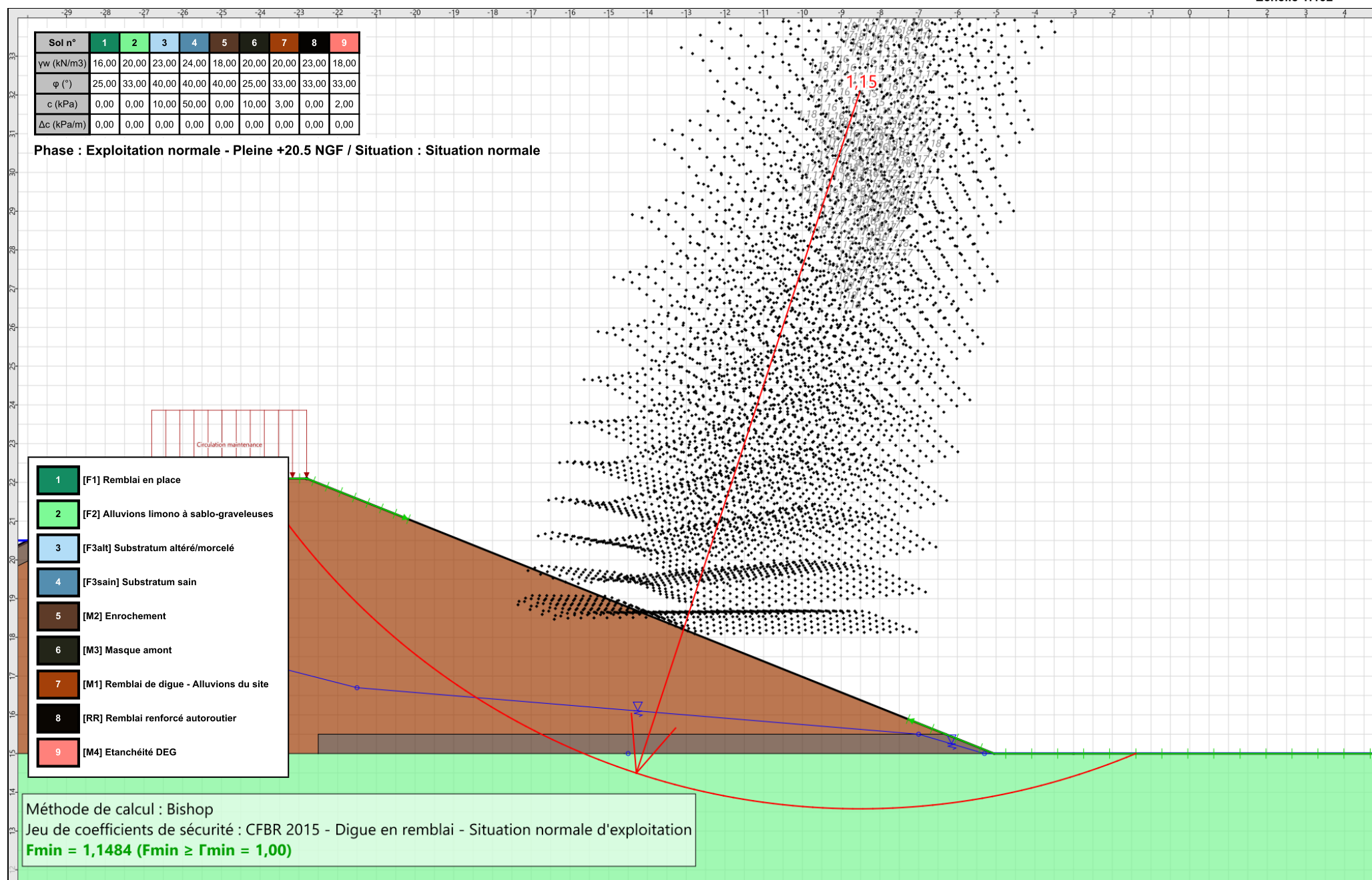
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1484

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3112; X0= -8,52; Y0= 32,08; R= 18,51

| Sol n°                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00 | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 23,00 | 18,00 |
| $\varphi$ (°)                   | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
| c (kPa)                         | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 50,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 0,00  | 2,00  |
| $\Delta c$ (kPa/m)              | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation normale - Pleine +20.5 NGF / Situation : Situation normale



- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Masque amont
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [RR] Remblai renforcé autoroutier
- 9 [M4] Etanchéité DEG

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,1484 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 25 juil. 2023 12:20:44  
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimaï - Coupe 2 - Talus aval 2,5H/1V

# **L. ANNEXE 7 : VÉRIFICATION DE LA PORTANCE À L'ELS CARA ET ESTIMATION DES TASSEMENTS À L'ELS QP SELON LA MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE – COUPE B**

## CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (EC7)

### CARACTÉRISTIQUES DE LA FONDATION

| LARGEUR DE LA FONDATION<br><b>B = 8,00 m</b> | HAUTEUR DU BÉTON AU-DESSUS DE LA FONDATION<br><b>h<sub>béton</sub> = m</b>                |   |   | HAUTEUR DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br><b>h<sub>sol</sub> = m</b>                    |  |  |
|--|---|---|---|---|--|--|
|  | POIDS VOLUMIQUE DU BÉTON DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y<sub>béton</sub></b> | POIDS VOL. DÉJAUGÉ DU BÉTON DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y' béton</b> | POIDS VOLUMIQUE DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y<sub>sol</sub></b> | POIDS VOL. DÉJAUGÉ DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y' sol</b> |  |  |
|  | -   | -   | -   | -   |  |  |

### CAS DE CHARGE

| CAS DE CHARGES                                       | 1                           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| MÉTHODE DE CALCUL                                    | Pressio                     | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| ÉTAT LIMITE  | ELSpq                       | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| ACTION PERMANENTE (G) À L'ÉLU FONDAMENTAL            | -                           | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE VERTICALE DU CHARGEMENT (kN/ml)           | <b>V<sub>c</sub> = 894</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| POIDS PROPRE DE LA SEMELLE RETENU (kN/ml)            | <b>R<sub>w</sub> = 0</b>    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE VERTICALE TOTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)    | <b>V<sub>d</sub> = 894</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON y (kN/ml) | <b>H<sub>y,d</sub> = -</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)         | <b>H<sub>d</sub> = 0</b>    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| INCLINAISON DE LA RÉSULTANTE (°)                     | <b>δ<sub>d</sub> = 0</b>    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| MOMENT AUTOUR DE x (kN.m/ml)                         | <b>M<sub>x,d</sub> = -</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| EXCENTRICITÉ SELON y (m)                             | <b>e<sub>B</sub> = 0,00</b> | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |

### MODÈLE GÉOTECHNIQUE

COTE DU TERRAIN À L'ÉTAT FINAL **Z<sub>TN final</sub> = 15,90 m** COTE DE LA NAPPE **z<sub>eau</sub> = 15,90 m**

| 2 COUCHES                | Z <sub>base</sub><br>m | Sol | MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE  |                       |      |
|--------------------------|------------------------|-----|--------------------------|-----------------------|------|
|                          |                        |     | P <sub>LM</sub> *<br>MPa | E <sub>M</sub><br>MPa | α    |
| <b>Alluvions</b>         | 0,00                   | 2   | 0,45                     | 3,00                  | 0,33 |
| <b>Substratum altéré</b> | -10,00                 | 4   | 3,00                     | 35,00                 | 0,67 |

### CARACTÉRISTIQUES DU SITE

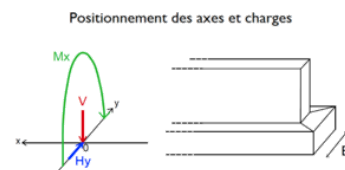
| CONTRAINTE EFFECTIVE VERTICALE INITIALE À LA BASE DE LA FONDATION | σ'v0 = MPa                          | PROXIMITÉ D'UN TALUS    | Non                    |                 |                  |                         |
|---|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| CONTRAINTE TOTALE VERTICALE FINALE À LA BASE DE LA FONDATION      | q0 = MPa                            |                         |                        |                 |                  |                         |
| Conditions  | Y <sub>h</sub><br>kN/m <sup>3</sup> | Y'<br>kN/m <sup>3</sup> | C' <sub>k</sub><br>kPa | Φ' <sub>k</sub> | δ <sub>a,k</sub> | C <sub>u,k</sub><br>kPa |
| SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION                                     | drainées                            | 0                       | 0                      | 0               | 0                | -                       |
| SOL D'ASSISE, SOUS LA FONDATION                                   | drainées                            | 20                      | 10                     | 0               | 33               | 33                      |

### CONDITIONS DE VÉRIFICATION DU GLISSEMENT

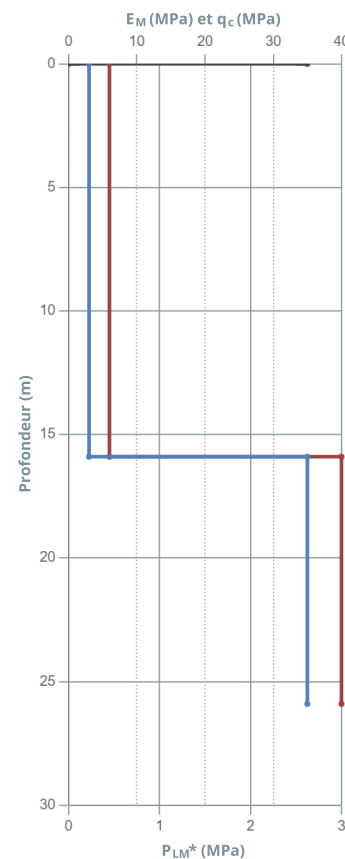
MOBILISATION DE LA RÉACTION FRONTALE (R<sub>fron</sub>) **Non** MOBILISATION DE LA RÉACTION TANGENTIELLE (R<sub>tang</sub>) **Non**

### PORTANCE

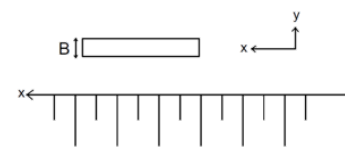
| CAS DE CHARGE                              | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| MÉTHODE DE CALCUL                          | Pressio          | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| ÉTAT LIMITE                                | ELSpq            | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| HAUTEUR D'ENCASTREMENT ÉQUIVALENTE RETENUE | <b>De = 0,00</b> | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |



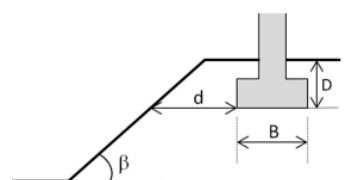
sens des flèches = efforts positifs



Positionnement du talus



Définition du talus





## CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (EC7)

### CARACTÉRISTIQUES DE LA FONDATION

| LARGEUR DE LA FONDATION<br><b>B = 8,00 m</b> | HAUTEUR DU BÉTON AU-DESSUS DE LA FONDATION<br><b>h<sub>béton</sub> = m</b>                |   |   | HAUTEUR DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br><b>h<sub>sol</sub> = m</b>                    |  |  |
|--|---|---|---|---|--|--|
|  | POIDS VOLUMIQUE DU BÉTON DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y<sub>béton</sub></b> | POIDS VOL. DÉJAUGÉ DU BÉTON DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y' béton</b> | POIDS VOLUMIQUE DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y<sub>sol</sub></b> | POIDS VOL. DÉJAUGÉ DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y' sol</b> |  |  |
|  | -   | -   | -   | -   |  |  |

### CAS DE CHARGE

| CAS DE CHARGES                                       | 1                           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| MÉTHODE DE CALCUL                                    | Pressio                     | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| ÉTAT LIMITE  | ELSpq                       | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| ACTION PERMANENTE (G) À L'ÉLU FONDAMENTAL            | -                           | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE VERTICALE DU CHARGEMENT (kN/ml)           | <b>V<sub>c</sub> = 781</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| POIDS PROPRE DE LA SEMELLE RETENU (kN/ml)            | <b>R<sub>w</sub> = 0</b>    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE VERTICALE TOTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)    | <b>V<sub>d</sub> = 781</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON y (kN/ml) | <b>H<sub>y,d</sub> = -</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)         | <b>H<sub>d</sub> = 0</b>    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| INCLINAISON DE LA RÉULTANTE (°)                      | <b>δ<sub>d</sub> = 0</b>    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| MOMENT AUTOUR DE x (kN.m/ml)                         | <b>M<sub>x,d</sub> = -</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| EXCENTRICITÉ SELON y (m)                             | <b>e<sub>B</sub> = 0,00</b> | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |

### MODÈLE GÉOTECHNIQUE

COTE DU TERRAIN À L'ÉTAT FINAL **Z<sub>TN final</sub> = 15,90 m** COTE DE LA NAPPE **z<sub>eau</sub> = 15,90 m**

| 2 COUCHES                | Z <sub>base</sub><br>m | Sol | MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE  |                       |      |
|--------------------------|------------------------|-----|--------------------------|-----------------------|------|
|                          |                        |     | P <sub>LM</sub> *<br>MPa | E <sub>M</sub><br>MPa | α    |
| <b>Alluvions</b>         | 0,00                   | 2   | 0,45                     | 3,00                  | 0,33 |
| <b>Substratum altéré</b> | -10,00                 | 4   | 3,00                     | 35,00                 | 0,67 |

### CARACTÉRISTIQUES DU SITE

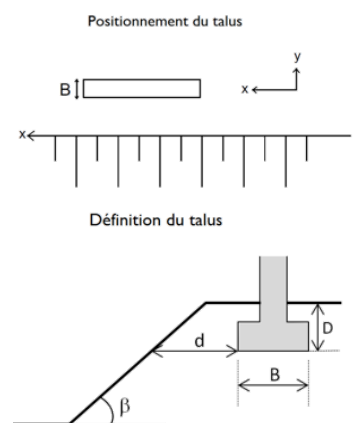
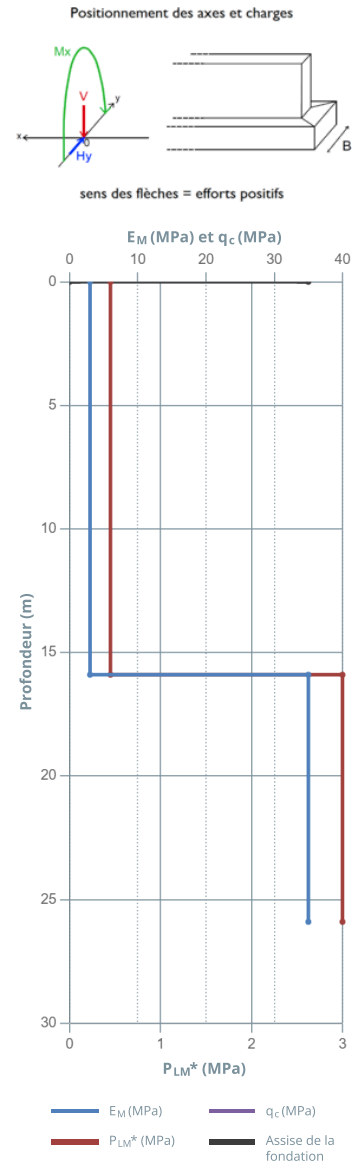
| CONTRAINTE EFFECTIVE VERTICALE INITIALE À LA BASE DE LA FONDATION | σ' <sub>v0</sub> = MPa              | PROXIMITÉ D'UN TALUS    | Non                    |                 |                  |                         |
|---|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| CONTRAINTE TOTALE VERTICALE FINALE À LA BASE DE LA FONDATION      | q <sub>0</sub> = MPa                |                         |                        |                 |                  |                         |
| Conditions  | Y <sub>h</sub><br>kN/m <sup>3</sup> | Y'<br>kN/m <sup>3</sup> | C' <sub>k</sub><br>kPa | Φ' <sub>k</sub> | δ <sub>a,k</sub> | C <sub>u,k</sub><br>kPa |
| SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION                                     | drainées                            | 0                       | 0                      | 0               | 0                | -                       |
| SOL D'ASSISE, SOUS LA FONDATION                                   | drainées                            | 20                      | 10                     | 0               | 33               | 33                      |

### CONDITIONS DE VÉRIFICATION DU GLISSEMENT

MOBILISATION DE LA RÉACTION FRONTALE (R<sub>fron</sub>) **Non** MOBILISATION DE LA RÉACTION TANGENTIELLE (R<sub>tang</sub>) **Non**

### PORTANCE

| CAS DE CHARGE                              | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| MÉTHODE DE CALCUL                          | Pressio          | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| ÉTAT LIMITE                                | ELSpq            | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| HAUTEUR D'ENCASTREMENT ÉQUIVALENTE RETENUE | <b>De = 0,00</b> | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |





## CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (EC7)

### CARACTÉRISTIQUES DE LA FONDATION

| LARGEUR DE LA FONDATION<br><b>B = 6,00 m</b>                            | HAUTEUR DU BÉTON AU-DESSUS DE LA FONDATION  |   | HAUTEUR DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION  |   |
|---|---|---|---|---|
|   | <b>h<sub>béton</sub> = m</b>  |   | <b>h<sub>sol</sub> = m</b>  |   |
| COTE DE L'ASSISE DE LA FONDATION<br><b>Z<sub>assise</sub> = 15,90 m</b> | POIDS VOLUMIQUE DU BÉTON DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y<sub>béton</sub></b> | POIDS VOL. DÉJAUGÉ DU BÉTON DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y' béton</b> | POIDS VOLUMIQUE DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y<sub>sol</sub></b> | POIDS VOL. DÉJAUGÉ DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION<br>kN/m <sup>3</sup><br><b>Y' sol</b> |
|   | -   | -   | -   | -   |

### CAS DE CHARGE

| CAS DE CHARGES                                       | 1                           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| MÉTHODE DE CALCUL                                    | Pressio                     | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| ÉTAT LIMITE  | ELSpq                       | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| ACTION PERMANENTE (G) À L'ÉLU FONDAMENTAL            | -                           | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE VERTICALE DU CHARGEMENT (kN/ml)           | <b>V<sub>c</sub> = 803</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| POIDS PROPRE DE LA SEMELLE RETENU (kN/ml)            | <b>R<sub>w</sub> = 0</b>    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE VERTICALE TOTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)    | <b>V<sub>d</sub> = 803</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON y (kN/ml) | <b>H<sub>y,d</sub> = -</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)         | <b>H<sub>d</sub> = 0</b>    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| INCLINAISON DE LA RÉSULTANTE (°)                     | <b>δ<sub>d</sub> = 0</b>    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| MOMENT AUTOUR DE x (kN.m/ml)                         | <b>M<sub>x,d</sub> = -</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| EXCENTRICITÉ SELON y (m)                             | <b>e<sub>B</sub> = 0,00</b> | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |

### MODÈLE GÉOTECHNIQUE

COTE DU TERRAIN À L'ÉTAT FINAL **Z<sub>TN final</sub> = 15,90 m** COTE DE LA NAPPE **z<sub>eau</sub> = 15,90 m**

| 2 COUCHES                | Z <sub>base</sub><br>m | Sol | MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE  |                       |      |
|--------------------------|------------------------|-----|--------------------------|-----------------------|------|
|                          |                        |     | P <sub>LM</sub> *<br>MPa | E <sub>M</sub><br>MPa | α    |
| <b>Alluvions</b>         | 0,00                   | 2   | 0,45                     | 3,00                  | 0,33 |
| <b>Substratum altéré</b> | -10,00                 | 4   | 3,00                     | 35,00                 | 0,67 |

### CARACTÉRISTIQUES DU SITE

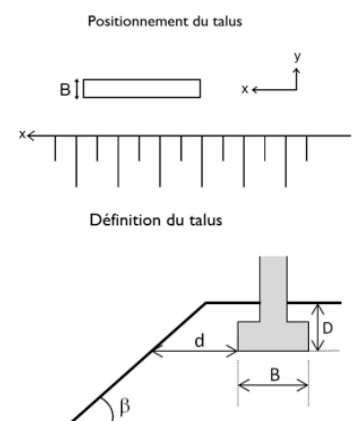
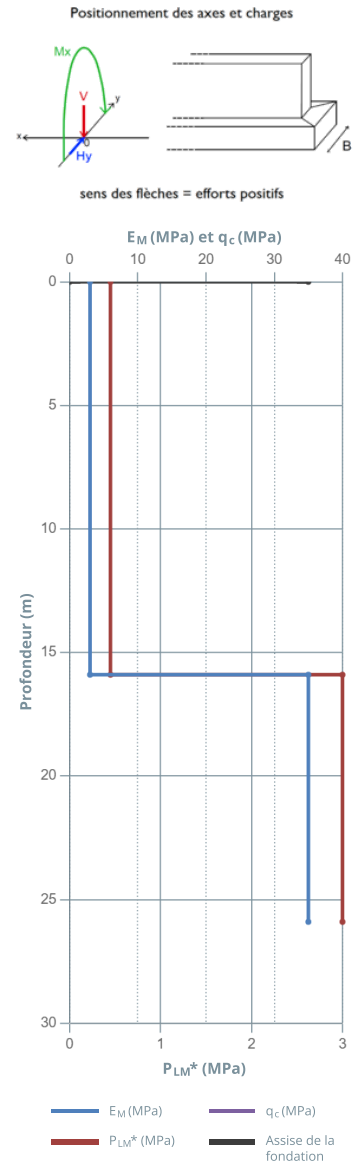
| CONTRAINTE EFFECTIVE VERTICALE INITIALE À LA BASE DE LA FONDATION | σ' <sub>v0</sub> = MPa              | PROXIMITÉ D'UN TALUS    | Non                    |                 |                  |                         |
|---|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| CONTRAINTE TOTALE VERTICALE FINALE À LA BASE DE LA FONDATION      | q <sub>0</sub> = MPa                |                         |                        |                 |                  |                         |
| Conditions  | Y <sub>h</sub><br>kN/m <sup>3</sup> | Y'<br>kN/m <sup>3</sup> | C' <sub>k</sub><br>kPa | Φ' <sub>k</sub> | δ <sub>a,k</sub> | C <sub>u,k</sub><br>kPa |
| SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION                                     | drainées                            | 0                       | 0                      | 0               | 0                | -                       |
| SOL D'ASSISE, SOUS LA FONDATION                                   | drainées                            | 20                      | 10                     | 0               | 33               | 33                      |

### CONDITIONS DE VÉRIFICATION DU GLISSEMENT

MOBILISATION DE LA RÉACTION FRONTALE (R<sub>front</sub>) **Non** MOBILISATION DE LA RÉACTION TANGENTIELLE (R<sub>tang</sub>) **Non**

### PORTANCE

| CAS DE CHARGE                              | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| MÉTHODE DE CALCUL                          | Pressio          | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| ÉTAT LIMITE                                | ELSpq            | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| HAUTEUR D'ENCASTREMENT ÉQUIVALENTE RETENUE | <b>De = 0,00</b> | - | - | - | - | - | - | - | - | -  |





# **M.ANNEXE 8 : VÉRIFICATION AU GLISSEMENT DU TALUS AMONT – COUPE B**

# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe B - Talus amont - CT1

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe B = Profil A8 Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m<sup>3</sup>

yw : 10.0

## Couches de sol

|    | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c     | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ksxB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|----|---|---------|----------|--------|-------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 20,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 45,00  | 100,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | 20,0     | 25,00  | 10,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 8  | [F4] Remblai terre-armée                  |         | 18,0     | 30,00  | 50,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | 18,0     | 33,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | 16,0     | 20,00  | 10,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 12 | [M1] Remblai amélioré                     |         | 20,0     | 30,00  | 10,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 13 | [F5] Remblais pied autoroutier            |         | 18,0     | 40,00  | 30,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 14 | [M7] Carapace blocs bétonnés              |         | 22,0     | 40,00  | 25,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|    | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|----|---|---------|----------------|------------|--------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8  | [F4] Remblai terre-armée                  |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 5,00E-03 | 5,00E-03 |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 12 | [M1] Remblai amélioré                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 13 | [F5] Remblais pied autoroutier            |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 14 | [M7] Carapace blocs bétonnés              |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-06 | 1,00E-06 |

## Points

|    |         |        |    |         |        |    |        |        |    |        |        |    |        |        |    |         |        |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|
| 1  | 0,000   | 15,900 | 2  | 0,000   | 20,000 | 3  | -3,987 | 22,100 | 4  | -5,700 | 23,000 | 5  | -7,000 | 23,000 | 6  | -22,200 | 23,000 |
| 7  | -37,000 | 29,500 | 8  | -50,000 | 59,500 | 9  | 0,000  | 16,400 | 10 | 7,028  | 16,900 | 11 | 8,514  | 15,900 | 12 | 10,000  | 14,900 |
| 13 | 11,500  | 13,900 | 17 | 12,500  | 13,900 | 19 | 14,500 | 15,900 | 26 | -6,000 | 15,900 | 27 | 0,000  | 0,000  | 28 | 50,000  | 0,000  |
| 29 | 50,000  | 15,900 | 31 | 20,700  | 15,900 | 33 | -4,552 | 22,400 | 34 | 2,000  | -5,000 | 35 | 50,000 | -5,000 | 37 | 50,000  | 10,000 |
| 38 | -3,774  | 10,000 | 39 | 3,000   | 16,900 | 40 | 2,000  | 15,900 | 41 | -0,699 | 22,100 | 42 | 1,100  | 22,100 | 43 | 10,400  | 15,900 |
| 44 | 11,500  | 14,900 | 45 | 12,400  | 15,900 | 46 | -7,000 | 29,500 |    |        |        |    |        |        |    |         |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 | Point 1 | Point 2 | Point 1 | Point 2 | Point 1 | Point 2 | Point 1 | Point 2 | Point 1 | Point 2 | Point 1 | Point 2 | Point 1 | Point 2 | Point 1 | Point 2 |    |    |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|----|
| 1  | 8       | 7       | 2       | 7       | 6       | 5       | 6       | 5       | 6       | 5       | 4       | 10      | 3       | 2       | 11      | 2       | 9       | 12      | 9  | 1  |
| 13 | 1       | 26      | 14      | 26      | 6       | 16      | 11      | 10      | 28      | 11      | 12      | 29      | 12      | 13      | 30      | 13      | 17      | 31      | 17 | 19 |
| 32 | 19      | 31      | 36      | 4       | 33      | 37      | 3       | 33      | 39      | 31      | 29      | 41      | 27      | 28      | 42      | 5       | 26      | 45      | 38 | 26 |
| 46 | 38      | 27      | 47      | 38      | 37      | 48      | 27      | 34      | 49      | 34      | 35      | 50      | 1       | 40      | 51      | 11      | 40      | 52      | 10 | 39 |
| 53 | 39      | 40      | 54      | 10      | 41      | 55      | 41      | 3       | 56      | 41      | 42      | 57      | 42      | 43      | 59      | 43      | 45      | 60      | 19 | 45 |
| 61 | 12      | 44      | 62      | 44      | 45      | 63      | 7       | 46      | 64      | 46      | 5       |         |         |         |         |         |         |         |    |    |



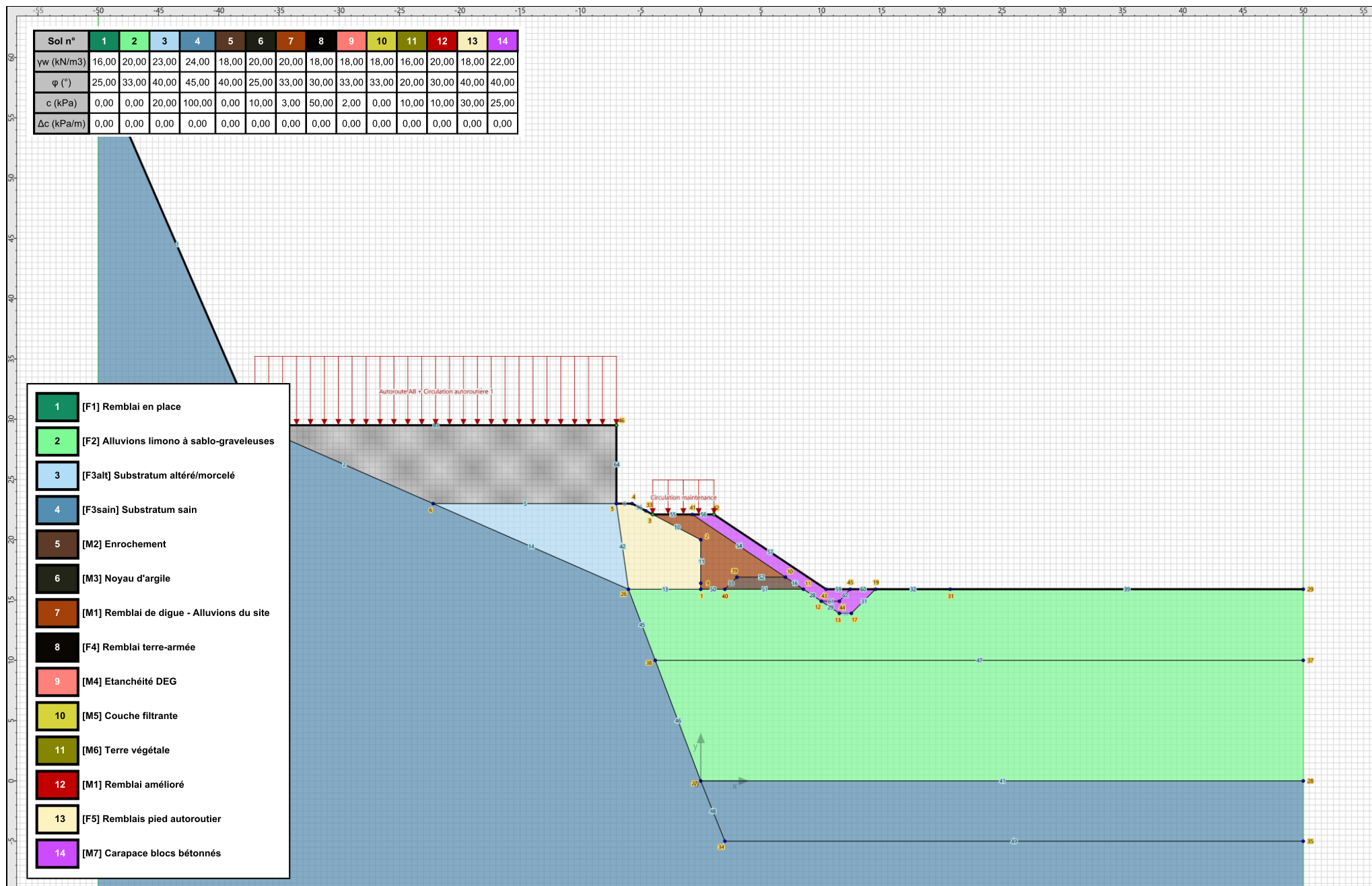
Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 12:13:57  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : Digue Carimaï - Coupe B - Talus amont - CT1

# Données du projet

## Surcharges réparties

|   | Nom                                       | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance                   | -3,987   | 22,100   | 10,0     | 1,100    | 22,100   | 10,0     | 90,00           |
| 2 | Autoroute A8 + Circulation autoroutière 1 | -37,000  | 29,500   | 20,0     | -7,000   | 29,500   | 20,0     | 90,00           |



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 7 juil. 2023 12:13:58  
Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : Digue Carimai - Coupe B - Talus amont - CT1

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide - géométrie initiale

## Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent                           |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent                           |    | Point 1 | Point 2 | Sol               |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|-------------------|
| 1  | 8       | 7       | [F3sain] Substratum sain                  | 2  | 7       | 6       | [F3sain] Substratum sain                  | 5  | 6       | 5       | [F3alt] Sub       |
| 6  | 5       | 4       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 10 | 3       | 2       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 11 | 2       | 9       | [F5] Remb         |
| 12 | 9       | 1       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 13 | 1       | 26      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14 | 26      | 6       | [F3sain]          |
| 16 | 11      | 10      | [M2] Enrochement                          | 28 | 11      | 12      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 32 | 19      | 31      | [F2] Alluv ons li |
| 36 | 4       | 33      | [F5] Remblais pied autoroutier            | 37 | 3       | 33      | [F5] Remblais pied autoroutier            | 39 | 31      | 29      | [F2] Alluv ons li |
| 41 | 27      | 28      | [F3sain] Substratum sain                  | 42 | 5       | 26      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 45 | 38      | 26      | [F3sain]          |
| 46 | 38      | 27      | [F3sain] Substratum sain                  | 50 | 1       | 40      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 51 | 11      | 40      | [F2] Alluv ons li |
| 52 | 10      | 39      | [M2] Enrochement                          | 53 | 39      | 40      | [M2] Enrochement                          | 54 | 10      | 41      | [M1] Remblai d    |
| 55 | 41      | 3       | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 56 | 41      | 42      | [M7] Carapace blocs bétonnés              | 57 | 42      | 43      | [M7] Cara         |
| 59 | 43      | 45      | [M7] Carapace blocs bétonnés              | 60 | 19      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 61 | 12      | 44      | [F2] Alluv ons li |
| 62 | 44      | 45      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 63 | 7       | 46      | [F4] Remblai terre-armée                  | 64 | 46      | 5       | [F4] Re           |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance  
Autoroute A8 + Circulation autoroutière 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -50,000 | 15,900 | 0,00  | 2 | 50,000 | 15,900 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y    |   | X     | Y    | X | Y | X | Y |
|---|--------|------|---|-------|------|---|---|---|---|
| 1 | -50,00 | 0,00 | 2 | 50,00 | 0,00 |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide - géométrie initiale

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -3,987; Y= 22,100

Point droit : X= 1,100; Y= 22,100

Nombre de découpages : 18

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 8,237; Y= 17,342

Point droit : X= 22,000; Y= 15,900

Nombre de découpages : 30

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

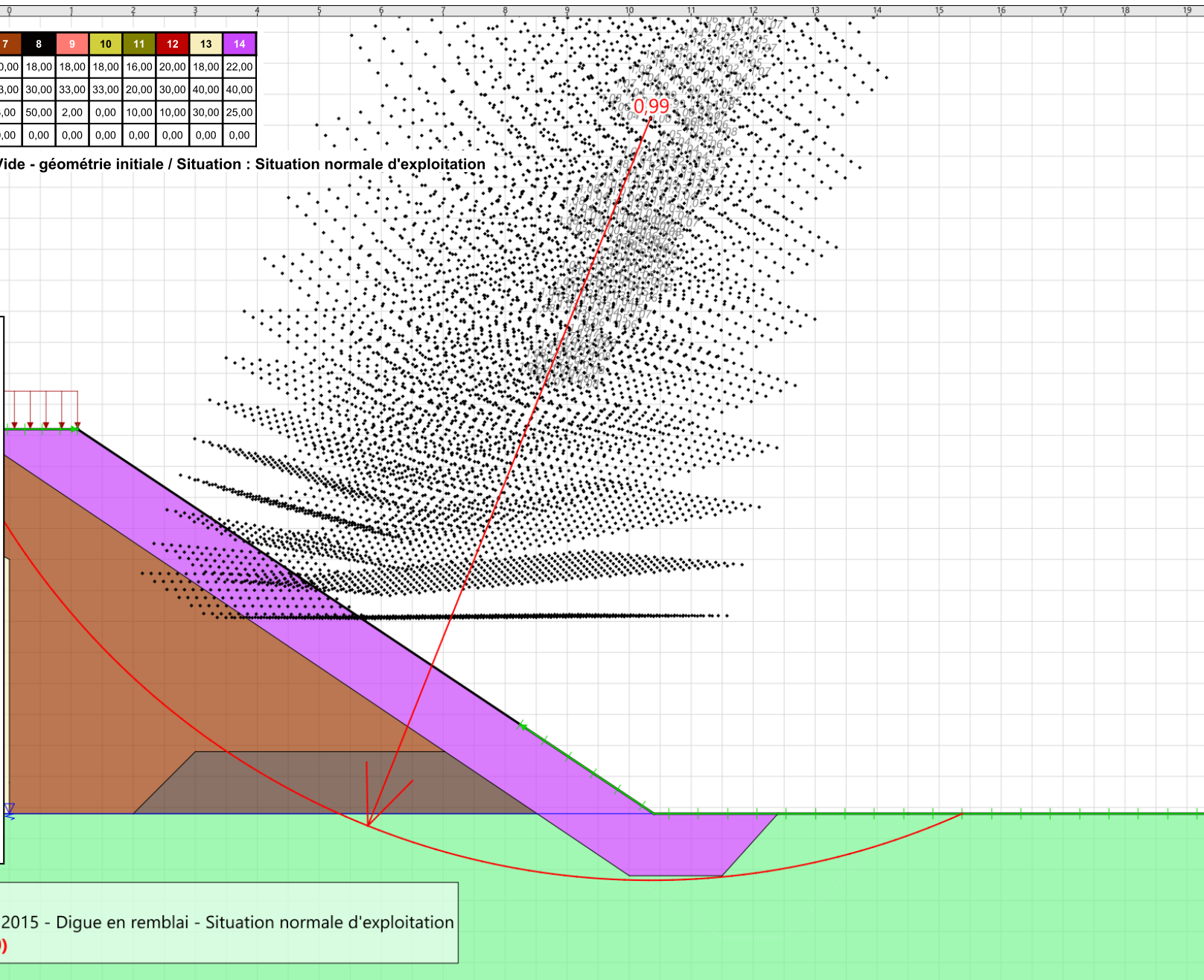
Coefficient de sécurité minimal : 0,9861

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 4578; X0= 10,35; Y0= 27,13; R= 12,30

| Sol n°                          | 1     | 2     | 3     | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|---------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00  | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 20,00 | 18,00 | 22,00 |
| $\varphi$ (°)                   | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 45,00  | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 30,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 30,00 | 40,00 | 40,00 |
| c (kPa)                         | 0,00  | 0,00  | 20,00 | 100,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 50,00 | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 10,00 | 30,00 | 25,00 |
| $\Delta c$ (kPa/m)              | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide - géométrie initiale / Situation : Situation normale d'exploitation

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [F4] Remblai terre-armée
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M1] Remblai amélioré
- 13 [F5] Remblais pied autoroutier
- 14 [M7] Carapace blocs bétonnés



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 0,9861 (Fmin < Fmin = 1,00)**

# Données de la phase 2

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide - enracinement

## Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent                           |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent                           |    | Point 1 | Point 2 | Sol            |
|----|---------|---------|---|----|---------|---------|---|----|---------|---------|----------------|
| 1  | 8       | 7       | [F3sain] Substratum sain                  | 2  | 7       | 6       | [F3sain] Substratum sain                  | 5  | 6       | 5       | [F3alt] Sub    |
| 6  | 5       | 4       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 10 | 3       | 2       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 11 | 2       | 9       | [F5] Remb      |
| 12 | 9       | 1       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 13 | 1       | 26      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14 | 26      | 6       | [F3sain]       |
| 16 | 11      | 10      | [M2] Enrochement                          | 28 | 11      | 12      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 29 | 12      | 13      | [F2] Alluv     |
| 30 | 13      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 31 | 17      | 19      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 32 | 19      | 31      | [F2] Alluv     |
| 36 | 4       | 33      | [F5] Remblais pied autoroutier            | 37 | 3       | 33      | [F5] Remblais pied autoroutier            | 39 | 31      | 29      | [F2] Alluv     |
| 41 | 27      | 28      | [F3sain] Substratum sain                  | 42 | 5       | 26      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 45 | 38      | 26      | [F3sain]       |
| 46 | 38      | 27      | [F3sain] Substratum sain                  | 50 | 1       | 40      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 51 | 11      | 40      | [F2] Alluv     |
| 52 | 10      | 39      | [M2] Enrochement                          | 53 | 39      | 40      | [M2] Enrochement                          | 54 | 10      | 41      | [M1] Remblai d |
| 55 | 41      | 3       | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 56 | 41      | 42      | [M7] Carapace blocs bétonnés              | 57 | 42      | 43      | [M7] Cara      |
| 59 | 43      | 45      | [M7] Carapace blocs bétonnés              | 60 | 19      | 45      | [M7] Carapace blocs bétonnés              | 63 | 7       | 46      | [F4] Re        |
| 64 | 46      | 5       | [F4] Remblai terre-armée                  |    |         |         |   |    |         |         |                |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance  
Autoroute A8 + Circulation autoroutière 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -50,000 | 15,900 | 0,00  | 2 | 50,000 | 15,900 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y    |   | X     | Y    | X | Y | X | Y |
|---|--------|------|---|-------|------|---|---|---|---|
| 1 | -50,00 | 0,00 | 2 | 50,00 | 0,00 |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide - enracinement

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -3,987; Y= 22,100

Point droit : X= 1,100; Y= 22,100

Nombre de découpages : 18

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 8,237; Y= 17,342

Point droit : X= 22,000; Y= 15,900

Nombre de découpages : 30

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

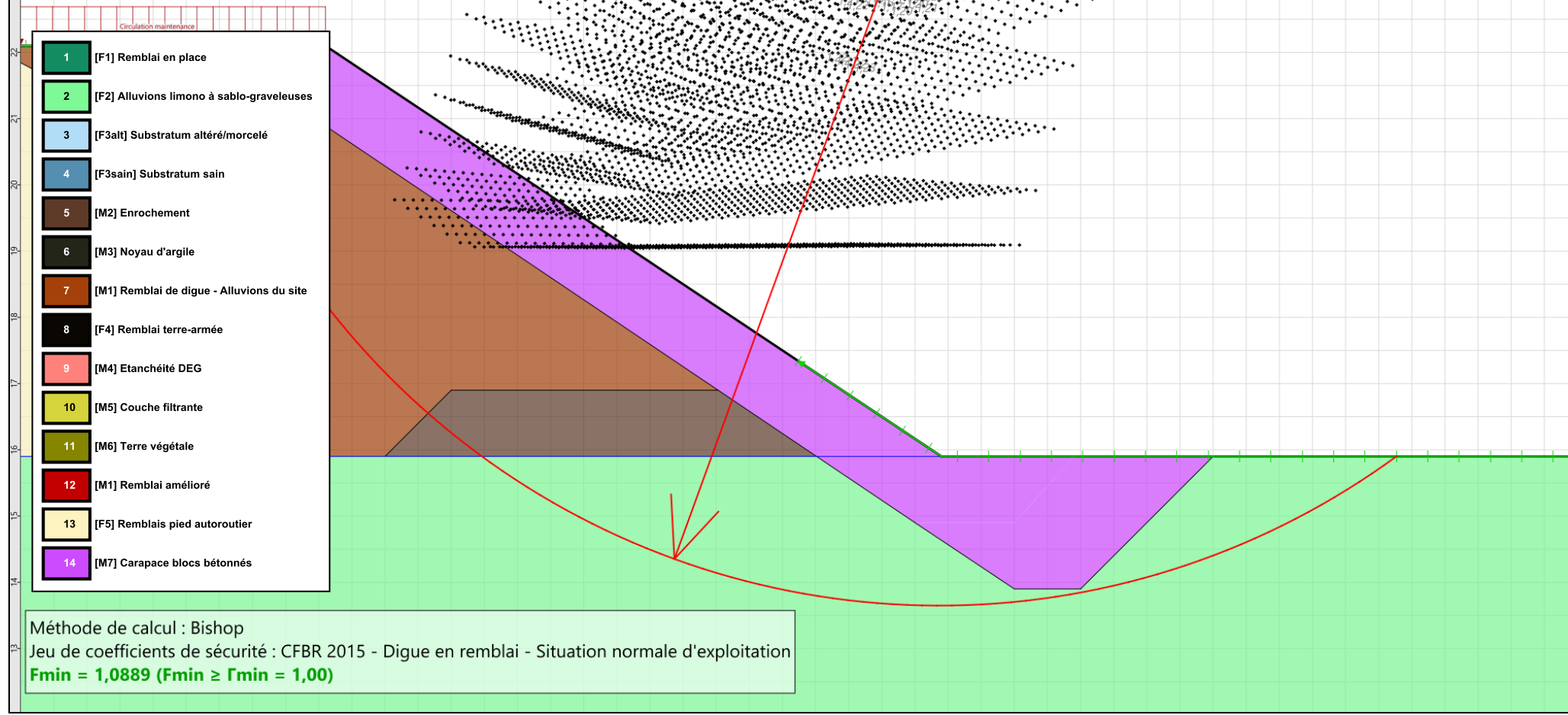
### Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0889

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 4632; X0= 10,36; Y0= 25,35; R= 11,70

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00  | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 20,00 | 18,00 | 22,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 45,00  | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 30,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 30,00 | 40,00 | 40,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 20,00 | 100,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 50,00 | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 10,00 | 30,00 | 25,00 |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide - enracinement / Situation : Situation normale d'exploitation



# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe B - Talus amont - CT2

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe B = Profil A8 Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

yw : 10.0

## Couches de sol

|    | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c     | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ksxB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|----|---|---------|----------|--------|-------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 20,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 45,00  | 100,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | 20,0     | 25,00  | 10,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 8  | [F4] Remblai terre-armée                  |         | 18,0     | 30,00  | 50,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | 18,0     | 33,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | 16,0     | 20,00  | 10,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 12 | [M1] Remblai amélioré                     |         | 20,0     | 30,00  | 10,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 13 | [F5] Remblais pied autoroutier            |         | 18,0     | 40,00  | 30,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 14 | [M7] Carapace blocs bétonnés              |         | 22,0     | 40,00  | 25,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|    | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|----|---|---------|----------------|------------|--------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8  | [F4] Remblai terre-armée                  |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 5,00E-03 | 5,00E-03 |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 12 | [M1] Remblai amélioré                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 13 | [F5] Remblais pied autoroutier            |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 14 | [M7] Carapace blocs bétonnés              |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-06 | 1,00E-06 |

## Points

|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| 1  | 0,000   | 15,900 | 2  | 0,000   | 20,000 | 3  | -3,987 | 22,100 | 4  | -5,700 | 23,000 | 5  | -7,000 | 23,000 |
| 7  | -37,000 | 29,500 | 8  | -50,000 | 59,500 | 9  | 0,000  | 16,400 | 10 | 9,580  | 16,400 | 11 | 10,580 | 15,900 |
| 19 | 14,500  | 15,900 | 26 | -6,000  | 15,900 | 27 | 0,000  | 0,000  | 28 | 50,000 | 0,000  | 29 | 50,000 | 15,900 |
| 31 | 21,580  | 15,900 | 33 | -4,552  | 22,400 | 34 | 2,000  | -5,000 | 35 | 50,000 | -5,000 | 37 | 50,000 | 10,000 |
| 38 | -3,774  | 10,000 | 40 | 2,000   | 15,900 | 41 | -1,820 | 22,100 | 42 | -0,700 | 22,100 | 43 | 11,700 | 15,900 |
| 44 | 20,700  | 12,800 | 45 | 21,580  | 12,800 | 46 | 21,580 | 12,300 | 47 | 20,580 | 12,300 | 48 | 14,380 | 15,400 |
| 49 | 11,580  | 15,400 | 50 | -0,590  | 22,100 | 51 | 11,720 | 15,950 | 52 | 14,520 | 15,950 | 53 | 20,720 | 12,850 |
| 54 | 21,580  | 12,850 | 55 | 14,620  | 15,900 | 56 | -7,000 | 29,500 |    |        |        |    |        |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    |
|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|
| 1  | 8       | 7       | 2  | 7       | 6       | 5  | 6       | 5       | 6  | 5       | 4       | 10 | 3       | 2       | 11 | 2       | 9       | 12 |
| 13 | 1       | 26      | 14 | 26      | 6       | 16 | 11      | 10      | 36 | 4       | 33      | 37 | 3       | 33      | 39 | 31      | 29      | 41 |
| 42 | 5       | 26      | 45 | 38      | 26      | 46 | 38      | 27      | 47 | 38      | 37      | 48 | 27      | 34      | 49 | 34      | 35      | 50 |
| 51 | 11      | 40      | 54 | 10      | 41      | 55 | 41      | 3       | 56 | 41      | 42      | 57 | 42      | 43      | 58 | 43      | 19      | 59 |
| 60 | 44      | 45      | 61 | 45      | 46      | 62 | 46      | 47      | 63 | 47      | 48      | 64 | 48      | 49      | 65 | 49      | 11      | 66 |
| 67 | 54      | 53      | 68 | 53      | 55      | 70 | 55      | 31      | 71 | 55      | 52      | 72 | 52      | 51      | 73 | 51      | 50      | 74 |
| 75 | 9       | 10      | 76 | 7       | 56      | 77 | 56      | 5       |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |



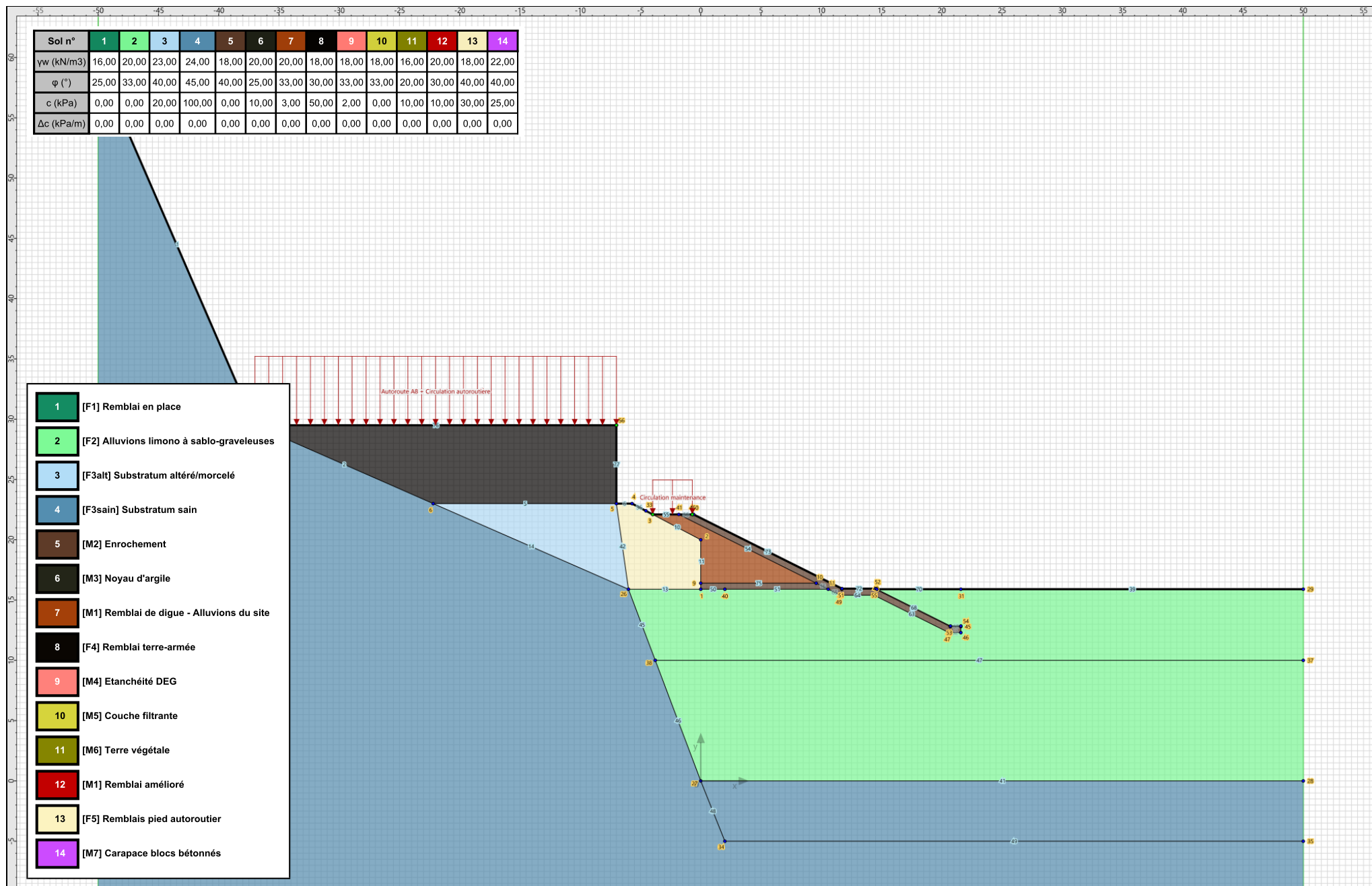
Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 12 juil. 2023 09:48:10  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : Digue Carimaï - Coupe B - Talus amont - CT2

# Données du projet

## Surcharges réparties

|   | Nom                                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance                 | -3,987   | 22,100   | 10,0     | -0,700   | 22,100   | 10,0     | 90,00           |
| 2 | Autoroute A8 + Circulation autoroutière | -37,000  | 29,500   | 20,0     | -7,000   | 29,500   | 20,0     | 90,00           |



# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide - géométrie initiale

## 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  | 8       | 7       | [F3sain] Substratum sain                  | 2  | 7       | 6       | [F3sain] Substratum sain                  | 5  | 6       | 5       | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |
| 6  | 5       | 4       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 10 | 3       | 2       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 11 | 2       | 9       | [F5] Remblais pied autoroutier            |
| 12 | 9       | 1       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 13 | 1       | 26      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14 | 26      | 6       | [F3sain] Substratum sain                  |
| 36 | 4       | 33      | [F5] Remblais pied autoroutier            | 37 | 3       | 33      | [F5] Remblais pied autoroutier            | 39 | 31      | 29      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 41 | 27      | 28      | [F3sain] Substratum sain                  | 42 | 5       | 26      | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         | 45 | 38      | 26      | [F3sain] Substratum sain                  |
| 46 | 38      | 27      | [F3sain] Substratum sain                  | 50 | 1       | 40      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 51 | 11      | 40      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 54 | 10      | 41      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 55 | 41      | 3       | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 56 | 41      | 42      | [M2] Enrochement                          |
| 57 | 42      | 43      | [M2] Enrochement                          | 58 | 43      | 19      | [M2] Enrochement                          | 59 | 19      | 44      | [M2] Enrochement                          |
| 60 | 44      | 45      | [M2] Enrochement                          | 61 | 45      | 46      | [M2] Enrochement                          | 62 | 46      | 47      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 63 | 47      | 48      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 64 | 48      | 49      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 65 | 49      | 11      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 66 | 45      | 54      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 67 | 54      | 53      | [M4] Etanchéité DEG                       | 68 | 53      | 55      | [M4] Etanchéité DEG                       |
| 70 | 55      | 31      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 71 | 55      | 52      | [M4] Etanchéité DEG                       | 72 | 52      | 51      | [M4] Etanchéité DEG                       |
| 73 | 51      | 50      | [M4] Etanchéité DEG                       | 74 | 50      | 42      | [M4] Etanchéité DEG                       | 75 | 9       | 10      | [M2] Enrochement                          |
| 76 | 7       | 56      | [F4] Remblai terre-armée                  | 77 | 56      | 5       | [F4] Remblai terre-armée                  |    |         |         |   |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance  
Autoroute A8 + Circulation autoroutière

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -50,000 | 15,900 | 0,00  | 2 | 50,000 | 15,900 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y    | X | Y     | X    | Y | X | Y |
|---|--------|------|---|-------|------|---|---|---|
| 1 | -50,00 | 0,00 | 2 | 50,00 | 0,00 |   |   |   |



Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 12 juil. 2023 09:48:10  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : Digue Carimaï - Coupe B - Talus amont - CT2

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide - géométrie initiale

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -3,987; Y= 22,100

Point droit : X= -0,590; Y= 22,100

Nombre de découpages : 18

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 8,839; Y= 17,389

Point droit : X= 28,000; Y= 15,900

Nombre de découpages : 40

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

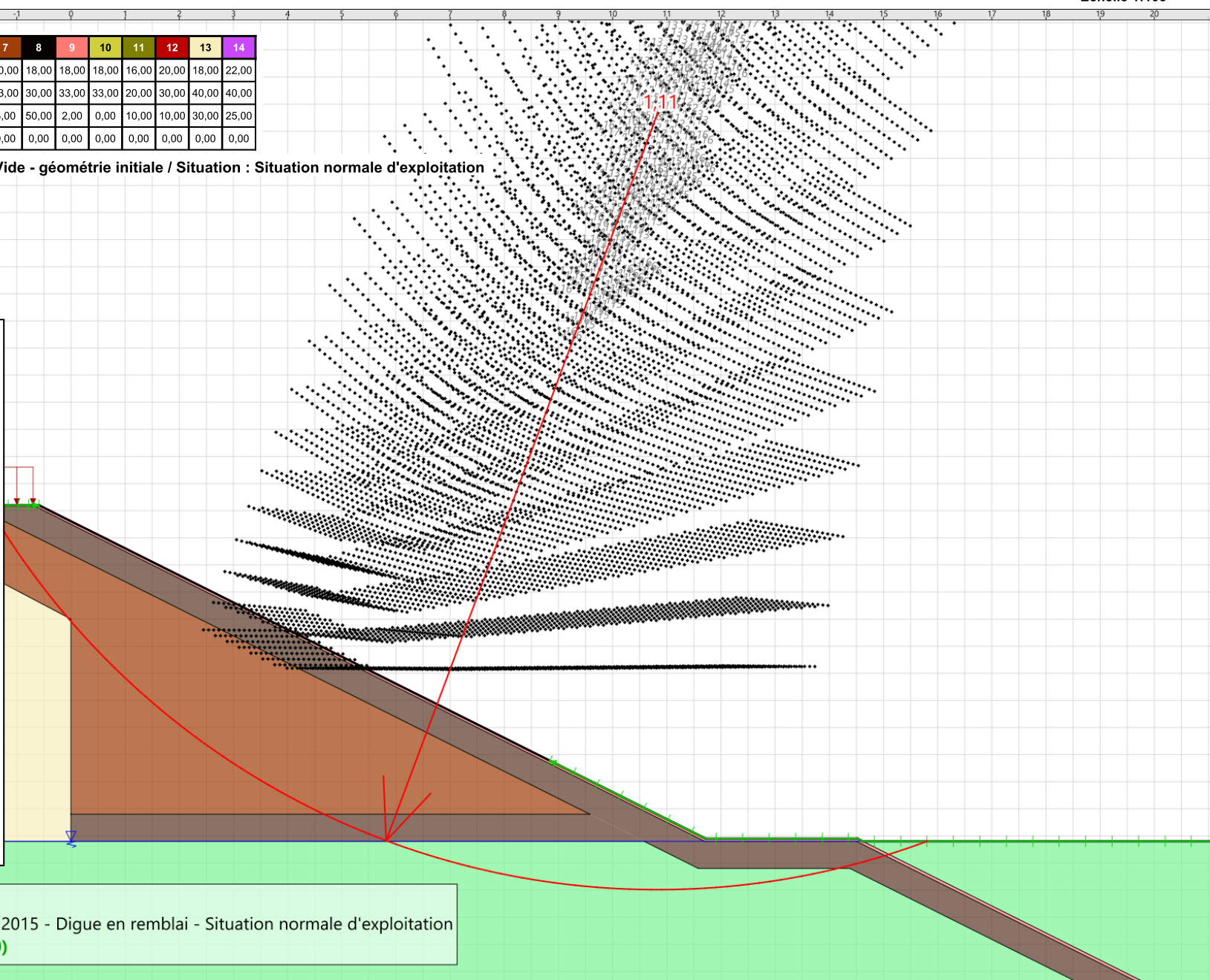
Coefficient de sécurité minimal : 1,1088

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 6674; X0= 10,83; Y0= 29,33; R= 14,32

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00  | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 20,00 | 18,00 | 22,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 45,00  | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 30,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 30,00 | 40,00 | 40,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 20,00 | 100,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 50,00 | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 10,00 | 30,00 | 25,00 |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide - géométrie initiale / Situation : Situation normale d'exploitation

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [F4] Remblai terre-armée
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M1] Remblai amélioré
- 13 [F5] Remblais pied autoroutier
- 14 [M7] Carapace blocs bétonnés



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,1088 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**

# Données du projet

Numéro d'affaire : PR.06GT.21.0055-GPCO

Titre du calcul : Digue Carimaï - Coupe B - Talus amont - CT3

Lieu : Le Cannet

Commentaires : Coupe B = Profil A8 Perméabilité : valeurs max pour RB et ALL Nature des alluvions : sableuse (0;33)

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

yw : 10.0

## Couches de sol

|    | Nom                                       | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c     | $\Delta c$ | qs,clou | pmax | ksxB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|----|---|---------|----------|--------|-------|------------|---------|------|------|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | 16,0     | 25,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | 20,0     | 33,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | 23,0     | 40,00  | 20,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | 24,0     | 45,00  | 100,0 | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | 18,0     | 40,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | 20,0     | 25,00  | 10,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | 20,0     | 33,00  | 3,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 8  | [F4] Remblai terre-armée                  |         | 18,0     | 30,00  | 50,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | 18,0     | 33,00  | 2,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | 18,0     | 33,00  | 0,0   | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | 16,0     | 20,00  | 10,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 12 | [M1] Remblai amélioré                     |         | 20,0     | 30,00  | 10,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 13 | [F5] Remblais pied autoroutier            |         | 18,0     | 40,00  | 30,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |
| 14 | [M7] Carapace blocs bétonnés              |         | 22,0     | 40,00  | 25,0  | 0,0        | -       | -    | -    | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|    | Nom                                       | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   | Écoulement dans le sol | kh       | kv       |
|----|---|---------|----------------|------------|--------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|
| 1  | [F1] Remblai en place                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| 2  | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-03 | 1,00E-04 |
| 3  | [F3alt] Substratum altéré/morcelé         |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 4  | [F3sain] Substratum sain                  |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 5  | [M2] Enrochement                          |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-02 | 1,00E-02 |
| 6  | [M3] Noyau d'argile                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| 7  | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 8  | [F4] Remblai terre-armée                  |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 9  | [M4] Etanchéité DEG                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| 10 | [M5] Couche filtrante                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 5,00E-03 | 5,00E-03 |
| 11 | [M6] Terre végétale                       |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-05 | 1,00E-05 |
| 12 | [M1] Remblai amélioré                     |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 13 | [F5] Remblais pied autoroutier            |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-04 | 1,00E-04 |
| 14 | [M7] Carapace blocs bétonnés              |         | -              | -          | -                  | Effective        | Linéaire | Oui                    | 1,00E-06 | 1,00E-06 |

## Points

|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| 1  | 0,000   | 15,900 | 2  | 0,000   | 20,000 | 3  | -3,987 | 22,100 | 4  | -5,700 | 23,000 | 5  | -7,000 | 23,000 |
| 7  | -37,000 | 29,500 | 8  | -50,000 | 59,500 | 9  | 0,000  | 16,400 | 10 | 7,910  | 16,400 | 11 | 8,910  | 15,900 |
| 13 | 12,820  | 13,400 | 14 | 13,030  | 13,900 | 15 | 12,030 | 14,900 | 16 | 16,030 | 13,900 | 17 | 16,240 | 13,400 |
| 19 | 18,740  | 15,900 | 20 | 12,270  | 15,900 | 21 | 12,340 | 16,200 | 22 | -0,130 | 22,100 | 23 | -0,060 | 22,400 |
| 25 | -3,487  | 22,100 | 26 | -6,000  | 15,900 | 27 | 0,000  | 0,000  | 28 | 50,000 | 0,000  | 29 | 50,000 | 15,900 |
| 32 | 18,740  | 16,200 | 33 | -4,552  | 22,400 | 34 | 2,000  | -5,000 | 35 | 50,000 | -5,000 | 37 | 50,000 | 10,000 |
| 39 | -7,000  | 29,500 |    |         |        |    |        |        |    |        |        |    |        |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|
| 1  | 8       | 7       | 2  | 7       | 6       | 5  | 6       | 5       | 6  | 5       | 4       | 10 | 3       | 2       | 11 | 2       | 9       | 12 | 9       | 1       |
| 13 | 1       | 26      | 14 | 26      | 6       | 15 | 1       | 11      | 16 | 11      | 10      | 17 | 10      | 9       | 18 | 10      | 25      | 19 | 25      | 3       |
| 20 | 25      | 24      | 21 | 24      | 22      | 22 | 22      | 20      | 23 | 20      | 18      | 24 | 18      | 16      | 25 | 16      | 14      | 26 | 14      | 15      |
| 27 | 15      | 24      | 28 | 11      | 12      | 29 | 12      | 13      | 30 | 13      | 17      | 31 | 17      | 19      | 32 | 19      | 31      | 33 | 31      | 32      |
| 34 | 32      | 21      | 35 | 21      | 23      | 36 | 4       | 33      | 37 | 3       | 33      | 38 | 23      | 33      | 39 | 31      | 29      | 41 | 27      | 28      |
| 42 | 5       | 26      | 43 | 18      | 19      | 45 | 38      | 26      | 46 | 38      | 27      | 47 | 38      | 37      | 48 | 27      | 34      | 49 | 34      | 35      |
| 50 | 7       | 39      | 51 | 39      | 5       |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |



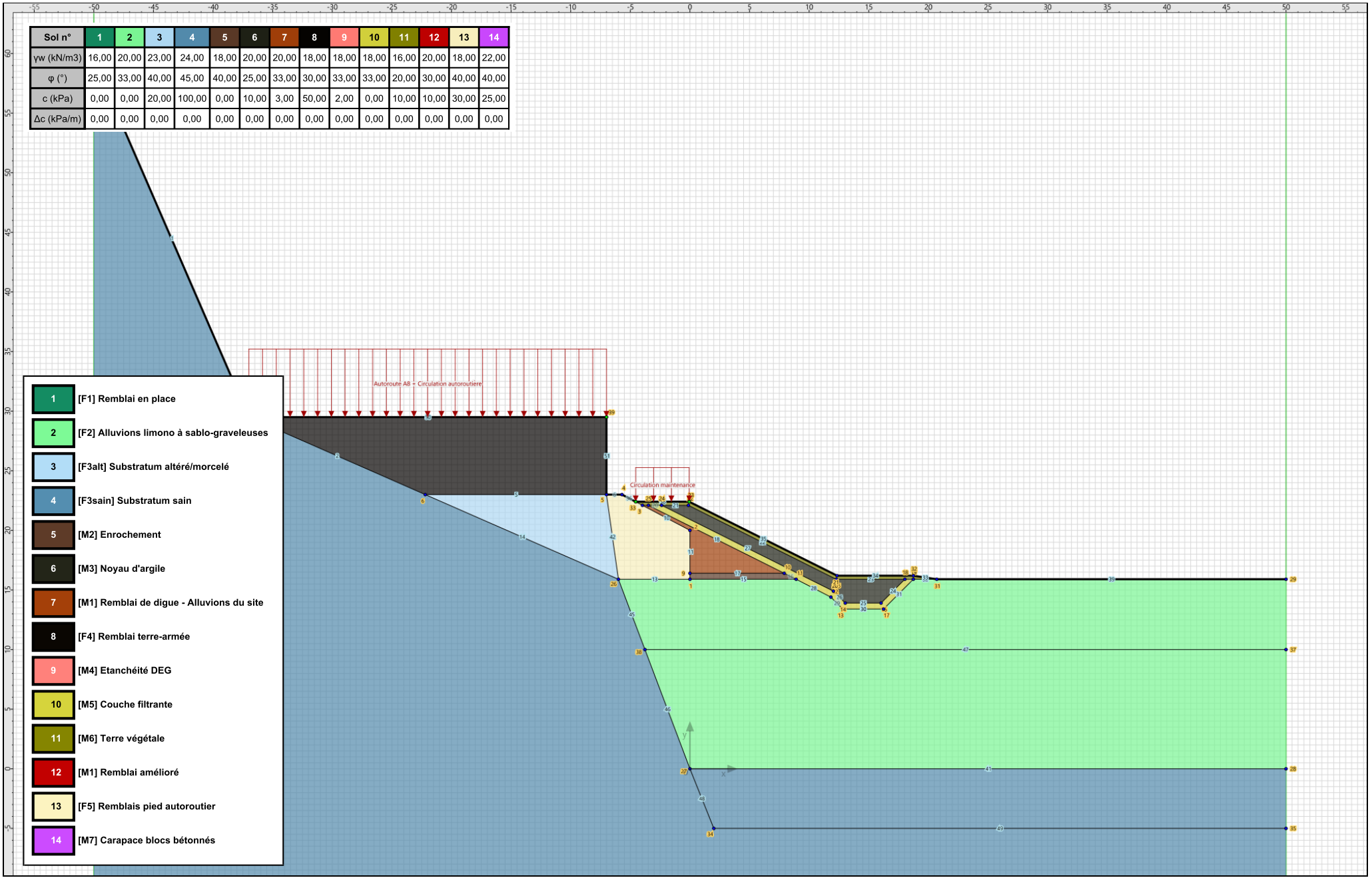
Talren v6  
v6.0.15

Imprimé le : 12 juil. 2023 09:49:13  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : Digue Carimaï - Coupe B - Talus amont - CT3

# Données du projet

## Surcharges réparties

|   | Nom                                     | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Circulation maintenance                 | -4,552   | 22,400   | 10,0     | -0,060   | 22,400   | 10,0     | 90,00           |
| 2 | Autoroute A8 + Circulation autoroutière | -37,000  | 29,500   | 20,0     | -7,000   | 29,500   | 20,0     | 90,00           |



# Données de la phase 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

## 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  | 8       | 7       | [F3sain] Substratum sain                  | 2  | 7       | 6       | [F3sain] Substratum sain                  | 5  | 6       | 5       | [F3sain] Substratum sain                  |
| 6  | 5       | 4       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 10 | 3       | 2       | [F5] Remblais pied autoroutier            | 11 | 2       | 9       | [M1] Remblai de digue                     |
| 12 | 9       | 1       | [M2] Enrochement                          | 13 | 1       | 26      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 14 | 26      | 6       | [F3sain] Substratum sain                  |
| 15 | 1       | 11      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 16 | 11      | 10      | [M2] Enrochement                          | 17 | 10      | 9       | [M2] Enrochement                          |
| 18 | 10      | 25      | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 19 | 25      | 3       | [M1] Remblai de digue - Alluvions du site | 20 | 25      | 24      | [M5] Couche filtrante                     |
| 21 | 24      | 22      | [M3] Noyau d'argile                       | 22 | 22      | 20      | [M3] Noyau d'argile                       | 23 | 20      | 18      | [M3] Noyau d'argile                       |
| 24 | 18      | 16      | [M5] Couche filtrante                     | 25 | 16      | 14      | [M5] Couche filtrante                     | 26 | 14      | 15      | [M5] Couche filtrante                     |
| 27 | 15      | 24      | [M5] Couche filtrante                     | 28 | 11      | 12      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 29 | 12      | 13      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 30 | 13      | 17      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 31 | 17      | 19      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 32 | 19      | 31      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses |
| 33 | 31      | 32      | [M6] Terre végétale                       | 34 | 32      | 21      | [M6] Terre végétale                       | 35 | 21      | 23      | [M6] Terre végétale                       |
| 36 | 4       | 33      | [F5] Remblais pied autoroutier            | 37 | 3       | 33      | [F5] Remblais pied autoroutier            | 38 | 23      | 33      | [M6] Terre végétale                       |
| 39 | 31      | 29      | [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses | 41 | 27      | 28      | [F3sain] Substratum sain                  | 42 | 5       | 26      | [F3sain] Substratum sain                  |
| 43 | 18      | 19      | [M5] Couche filtrante                     | 45 | 38      | 26      | [F3sain] Substratum sain                  | 46 | 38      | 27      | [F3sain] Substratum sain                  |
| 50 | 7       | 39      | [F4] Remblai terre-armée                  | 51 | 39      | 5       | [F4] Remblai terre-armée                  |    |         |         |   |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Circulation maintenance  
Autoroute A8 + Circulation autoroutière

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -50,000 | 15,900 | 0,00  | 2 | 50,000 | 15,900 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |

## Fond de la nappe

|   | X      | Y    |   | X     | Y    | X | Y | X | Y |
|---|--------|------|---|-------|------|---|---|---|---|
| 1 | -50,00 | 0,00 | 2 | 50,00 | 0,00 |   |   |   |   |

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Exploitation et maintenance - Vide

Nom de la situation : Situation normale d'exploitation

Méthode de calcul : Bishop

Option de prise en compte du sol : Calcul par tranches

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

| Nom            | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                    | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                      | Coefficient | Nom                  | Coefficient |
|----------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| $\Gamma_{min}$ | 1,000       | $\Gamma_{s1}$          | 1,000       | $\Gamma_{s'1}$         | 1,000       | $\Gamma_{tan\phi}$       | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,000       |
| $\Gamma_Q$     | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,clou,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,ab}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,tirant,es}$ | 1,000       | $\Gamma_{qsl,bande}$ | 1,000       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,000       | $\Gamma_{a,clou}$      | 1,000       | $\Gamma_{a,tirant}$    | 1,000       | $\Gamma_{a,bande}$       | 1,000       | $\Gamma_{buton}$         | 1,000       | $\Gamma_{s3}$        | 1,200       |

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle avec intervalles

### Intervalle d'entrée

Point gauche : X= -7,000; Y= 23,000

Point droit : X= 2,500; Y= 21,120

Nombre de découpages : 18

### Intervalle de sortie

Point gauche : X= 8,740; Y= 18,000

Point droit : X= 29,000; Y= 15,900

Nombre de découpages : 30

Nombre de tranches : 100

Écarter les surfaces de peau : Non

Prise en compte du séisme : Non

Efforts en tête des clous : Non

Analyse de XQ : Non

### Résultats

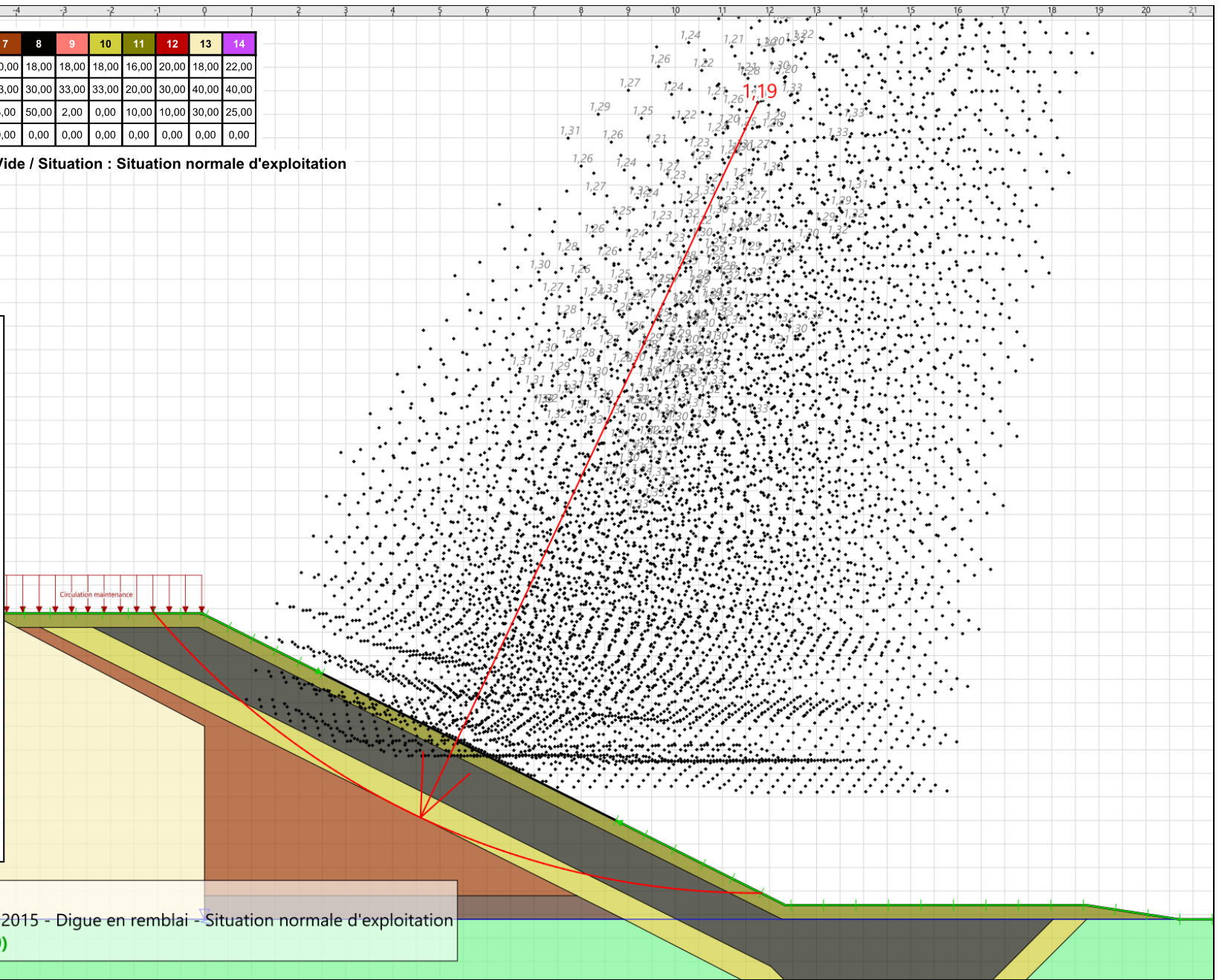
Coefficient de sécurité minimal : 1,1879

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 3439; X0= 11,75; Y0= 33,25; R= 16,80

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m3) | 16,00 | 20,00 | 23,00 | 24,00  | 18,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 16,00 | 20,00 | 18,00 | 22,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 33,00 | 40,00 | 45,00  | 40,00 | 25,00 | 33,00 | 30,00 | 33,00 | 33,00 | 20,00 | 30,00 | 40,00 | 40,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 0,00  | 20,00 | 100,00 | 0,00  | 10,00 | 3,00  | 50,00 | 2,00  | 0,00  | 10,00 | 10,00 | 30,00 | 25,00 |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Exploitation et maintenance - Vide / Situation : Situation normale d'exploitation

- 1 [F1] Remblai en place
- 2 [F2] Alluvions limono à sablo-graveleuses
- 3 [F3alt] Substratum altéré/morcelé
- 4 [F3sain] Substratum sain
- 5 [M2] Enrochement
- 6 [M3] Noyau d'argile
- 7 [M1] Remblai de digue - Alluvions du site
- 8 [F4] Remblai terre-armée
- 9 [M4] Etanchéité DEG
- 10 [M5] Couche filtrante
- 11 [M6] Terre végétale
- 12 [M1] Remblai amélioré
- 13 [F5] Remblais pied autoroutier
- 14 [M7] Carapace blocs bétonnés



Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR 2015 - Digue en remblai - Situation normale d'exploitation  
**Fmin = 1,1879 (Fmin ≥ Fmin = 1,00)**



[www.groupefondasol.com](http://www.groupefondasol.com)

**FONDASOL NICE**

19 Chemin des Travaux  
06800 – CAGNES SUR MER

☎ 04.93.14.12.88

📠 04.93.14.12.90

✉ nice@fondasol.fr