

maître d'ouvrage

Voies navigables de France

Direction Territoriale du Nord-Pas de Calais



---

## Canal d'Aire et de Neufossé

Réfection des digues du canal d'Aire et de Neufossé

N° pièce

**004**

## PROJET

Maître d'oeuvre

INGEROP

5 rue Baudouin IX - Activotel 1  
BP10020  
59651 Villeneuve d'Ascq Cedex  
tél. : 03.20.59.15.50



**Dimensionnement  
des solutions -  
LOT 1**

**Echelle : -**

**Décembre 2017**

**Indice C**

Conducteur d'opération

V.N.F.

Service Maîtrise d'Ouvrage - COP2  
37 rue du Plat - BP 725  
59034 LILLE CEDEX  
Tel 03 20 17 19 62 Fax 03 20 17 04 31

Parc d'activités du Mélantois

50 rue des Sorbiers

CS 20541 – 59815 LESQUIN CEDEX

☎ : 03.20.14.99.40 / 📠 : 03.20.13.84.32

💻 : [conception.lille@fondasol.fr](mailto:conception.lille@fondasol.fr)



Réfection de digues sur le canal d'Aire et  
Neufossé



Etude géotechnique G2 PRO

Phase PRO

LOT I

# Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

| Rév. | Date       | Nb pages | Modifications                     | Rédacteur  | Contrôleur   |
|------|------------|----------|-----------------------------------|--|--|
|      |            |          |                                   | Nom, Visa  | Nom, Visa  |
|      | 07/01/2015 | 54       | Première diffusion                | P. AUBRION   | L. PECOU   |
| A    | 12/01/2015 | 54       | Prise en compte remarques INGEROP | P. AUBRION   | L. PECOU   |
| B    | 29/08/2017 | 62       | MAJ PRO suivant remarques VNF     | P. AUBRION   | L. PECOU   |
| C    | 15/12/2017 | 70       | MAJ                               | P. AUBRION  | L. PECOU  |
| D    |            |          |                                   |  |  |

| REV  | 1 <sup>ère</sup> éd. | A | B | C | D | REV  | 1 <sup>ère</sup> éd. | A | B | C | D |
|------|----------------------|---|---|---|---|------|----------------------|---|---|---|---|
| PAGE |                      |   |   |   |   | PAGE |                      |   |   |   |   |
| 1    | X                    |   | X | X |   | 41   | X                    |   | X | X |   |
| 2    | X                    |   | X | X |   | 42   | X                    |   | X | X |   |
| 3    | X                    |   | X | X |   | 43   | X                    |   | X | X |   |
| 4    | X                    |   | X | X |   | 44   | X                    |   | X | X |   |
| 5    | X                    |   | X | X |   | 45   | X                    |   | X | X |   |
| 6    | X                    | X | X | X |   | 46   | X                    |   | X | X |   |
| 7    | X                    |   | X | X |   | 47   | X                    |   | X | X |   |
| 8    | X                    |   | X | X |   | 48   | X                    |   | X | X |   |
| 9    | X                    | X | X | X |   | 49   | X                    |   | X | X |   |
| 10   | X                    |   | X | X |   | 50   | X                    |   | X | X |   |
| 11   | X                    |   | X | X |   | 51   | X                    |   | X | X |   |
| 12   | X                    |   | X | X |   | 52   | X                    |   | X | X |   |
| 13   | X                    |   | X | X |   | 53   | X                    |   | X | X |   |
| 14   | X                    |   | X | X |   | 54   | X                    |   | X | X |   |
| 15   | X                    |   | X | X |   | 55   |                      |   | X | X |   |
| 16   | X                    | X | X | X |   | 56   |                      |   | X | X |   |
| 17   | X                    |   | X | X |   | 57   |                      |   | X | X |   |
| 18   | X                    |   | X | X |   | 58   |                      |   | X | X |   |
| 19   | X                    |   | X | X |   | 59   |                      |   | X | X |   |
| 20   | X                    |   | X | X |   | 60   |                      |   | X | X |   |
| 21   | X                    |   | X | X |   | 61   |                      |   | X | X |   |
| 22   | X                    |   | X | X |   | 62   |                      |   | X | X |   |
| 23   | X                    |   | X | X |   | 63   |                      |   |   | X |   |
| 24   | X                    |   | X | X |   | 64   |                      |   |   | X |   |
| 25   | X                    |   | X | X |   | 65   |                      |   |   | X |   |
| 26   | X                    |   | X | X |   | 66   |                      |   |   | X |   |
| 27   | X                    |   | X | X |   | 67   |                      |   |   | X |   |
| 28   | X                    |   | X | X |   | 68   |                      |   |   | X |   |
| 29   | X                    |   | X | X |   | 69   |                      |   |   | X |   |
| 30   | X                    |   | X | X |   | 70   |                      |   |   | X |   |
| 31   | X                    |   | X | X |   | 71   |                      |   |   |   |   |
| 32   | X                    |   | X | X |   | 72   |                      |   |   |   |   |
| 33   | X                    |   | X | X |   | 73   |                      |   |   |   |   |
| 34   | X                    |   | X | X |   | 74   |                      |   |   |   |   |
| 35   | X                    |   | X | X |   | 75   |                      |   |   |   |   |
| 36   | X                    |   | X | X |   | 76   |                      |   |   |   |   |
| 37   | X                    |   | X | X |   | 77   |                      |   |   |   |   |
| 38   | X                    |   | X | X |   | 78   |                      |   |   |   |   |
| 39   | X                    |   | X | X |   | 79   |                      |   |   |   |   |
| 40   | X                    |   | X | X |   | 80   |                      |   |   |   |   |

| REV<br>PAGE |  | A | B | C |  | REV<br>PAGE |  | A | B | C |  |
|-------------|--|---|---|---|--|-------------|--|---|---|---|--|
| 81          |  |   |   |   |  | 121         |  |   |   |   |  |
| 82          |  |   |   |   |  | 122         |  |   |   |   |  |
| 83          |  |   |   |   |  | 123         |  |   |   |   |  |
| 84          |  |   |   |   |  | 124         |  |   |   |   |  |
| 85          |  |   |   |   |  | 125         |  |   |   |   |  |
| 86          |  |   |   |   |  | 126         |  |   |   |   |  |
| 87          |  |   |   |   |  | 127         |  |   |   |   |  |
| 88          |  |   |   |   |  | 128         |  |   |   |   |  |
| 89          |  |   |   |   |  | 129         |  |   |   |   |  |
| 90          |  |   |   |   |  | 130         |  |   |   |   |  |
| 91          |  |   |   |   |  | 131         |  |   |   |   |  |
| 92          |  |   |   |   |  | 132         |  |   |   |   |  |
| 93          |  |   |   |   |  | 133         |  |   |   |   |  |
| 94          |  |   |   |   |  | 134         |  |   |   |   |  |
| 95          |  |   |   |   |  | 135         |  |   |   |   |  |
| 96          |  |   |   |   |  | 136         |  |   |   |   |  |
| 97          |  |   |   |   |  | 137         |  |   |   |   |  |
| 98          |  |   |   |   |  | 138         |  |   |   |   |  |
| 99          |  |   |   |   |  | 139         |  |   |   |   |  |
| 100         |  |   |   |   |  | 140         |  |   |   |   |  |
| 101         |  |   |   |   |  | 141         |  |   |   |   |  |
| 102         |  |   |   |   |  | 142         |  |   |   |   |  |
| 103         |  |   |   |   |  | 143         |  |   |   |   |  |
| 104         |  |   |   |   |  | 144         |  |   |   |   |  |
| 105         |  |   |   |   |  | 145         |  |   |   |   |  |
| 106         |  |   |   |   |  | 146         |  |   |   |   |  |
| 107         |  |   |   |   |  | 147         |  |   |   |   |  |
| 108         |  |   |   |   |  | 148         |  |   |   |   |  |
| 109         |  |   |   |   |  | 149         |  |   |   |   |  |
| 110         |  |   |   |   |  | 150         |  |   |   |   |  |
| 111         |  |   |   |   |  | 151         |  |   |   |   |  |
| 112         |  |   |   |   |  | 152         |  |   |   |   |  |
| 113         |  |   |   |   |  | 153         |  |   |   |   |  |
| 114         |  |   |   |   |  | 154         |  |   |   |   |  |
| 115         |  |   |   |   |  | 155         |  |   |   |   |  |
| 116         |  |   |   |   |  | 156         |  |   |   |   |  |
| 117         |  |   |   |   |  | 157         |  |   |   |   |  |
| 118         |  |   |   |   |  | 158         |  |   |   |   |  |
| 119         |  |   |   |   |  | 159         |  |   |   |   |  |
| 120         |  |   |   |   |  | 160         |  |   |   |   |  |



## Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Présentation de notre mission</b>   | <b>5</b>  |
| 1.1. Mission selon la norme NF P 94-500   | 5         |
| 1.2. Données d'entrée   | 6         |
| 1.3. Documents de référence   | 7         |
| <b>2. Rappel du projet de l'environnement géotechnique</b>                            | <b>8</b>  |
| 2.1. Situation, topographie du site et description générale du projet                 | 8         |
| 2.2. Contexte géotechnique  | 9         |
| 2.3. Hydrogéologie  | 10        |
| 2.4. Zonage sismique  | 10        |
| 2.5. Allotissement  | 10        |
| <b>3. Renforcements de berges envisagés</b>   | <b>11</b> |
| 3.1. Solution ENR : Suppression des défenses actuelles et mise en place d'enrochement | 11        |
| 3.2. Principe de la solution AME : Amélioration des berges existantes par enrochement | 12        |
| <b>4. Vérification de la stabilité des solutions</b>                                  | <b>13</b> |
| 4.1. Hypothèses de calcul   | 13        |
| 4.2. Résultats des calculs  | 14        |
| <b>5. Conclusion</b>  | <b>15</b> |
| <b>Conditions Générales</b>   | <b>16</b> |
| <b>Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>  | <b>18</b> |
| <b>Classification des missions d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>      | <b>19</b> |
| <b>ANNEXES</b>  | <b>20</b> |
| <b>1. Calculs de stabilité générale – solution ENR</b>                                | <b>21</b> |
| <b>2. Calculs de stabilité générale – solution AME</b>                                | <b>41</b> |

## I. Présentation de notre mission

Dans le cadre du marché de maîtrise d'œuvre confié par Voies Navigables de France (VNF) à la société INGEROP, sur les canaux d'Aire et de Neufossé, pour la réfection de digues entre Béthune et Aire sur la Lys, le service conception géotechnique de Fondasol s'est vu confier, par INGEROP, l'établissement d'une synthèse géotechnique sur le linéaire étudié et de participer aux choix et aux dimensionnements des confortements des berges.

Cette mission géotechnique a été confiée à FONDASOL, service Conception Géotechnique de Lille, suite à l'acceptation de notre devis référencé DE.ML.12.01.014 – B en date du 7 février 2012 et par votre contrat de sous-traitance en date du 25 juin 2012 et reçu le 17 juillet 2012.

### I.1. Mission selon la norme NF P 94-500

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une mission G2 PRO selon la norme NF P 94-500 en phase d'étude PRO du projet.

Les objectifs de notre rapport sont de développer les points suivants :

- Analyser les résultats des sondages géotechniques existants de la société Abrotec fournis par VNF maître d'ouvrage (60 sondages pressiométriques, 60 sondages carottés et les 117 pénétromètres dynamiques) ;
- Analyser les résultats des sondages géotechniques complémentaires de la société Hydrogéotechnique fournis par VNF maître d'ouvrage (11 sondages pressiométriques, 10 sondages carottés et 16 essais de pénétration statique) ;
- Reprise de la synthèse géotechnique établie sur le linéaire étudié ;
- Définir les hypothèses géotechniques et les contraintes géotechniques majeures du projet, et ce sur la base des données géotechniques fournies ;
- Participer aux choix techniques de confortement ;
- Participer aux calculs de stabilité de berges ;
- Définir et repérer d'éventuels sondages et essais géotechniques complémentaires nécessaires, à la charge de VNF maître d'ouvrage.

## I.2. Données d'entrée

Pour mener à bien cette mission, nous avons disposé des documents de référence suivants :

- Etude diagnostique phase 1 sur les digues à forte criticité (niveau 3) : ROYAL HASKONING, Rapport n° 8F187001, Mai 2010
- Etude diagnostique phase 2 sur les digues à forte criticité (niveau 3) : *Proposition de scénarios de confortement des digues*, ROYAL HASKONING, Rapport n° 8F187002, Février 2011
- Etude diagnostique phase 1 sur les digues à très forte criticité (niveau 4) : Etat des lieux, GINGER CEBTP Dossier n°NBE3.82106d, Mars 2009
- Etude diagnostique phase 2 sur les digues à très forte criticité (niveau 4) : *Proposition de scénarios de confortement des digues*, GINGER CEBTP Dossier N° NBE3.82106-2, Mai 2010
- Rapport des investigations géotechniques, Abrotec Dossier n° PA11 6275.2 (Volume 1, 2 et 3), 30 septembre 2011
- Note d'hypothèses générales – Etude préliminaires, Ingérop version D, Juin 2012
- CETMEF, juin 2010 « Dignes et berges des voies navigables, retour d'expériences sur les désordres et les réparations »
- Compte rendu factuel de sondages et essais HYDROGEOTECHNIQUE dossier n°C14 33 040-A, Mai 2014 et n°C14 33 040-B, Octobre 2014
- Note d'hypothèses géotechniques en phase AVP, Fondasol rapport FML 12.004 – Pièce 001 – 1<sup>ère</sup> édition
- Note de diagnostic géotechnique sur la faisabilité des réfections de berge en phase AVP, Fondasol rapport FML 12.004 – Pièce 002 – 1<sup>ère</sup> édition
- Profils en travers type INGEROP lot1 et 2 avec repérage sur vues en plan
- Note d'hypothèses géotechniques en phase PRO, Fondasol rapport FML 12.004 – Pièce 003 – Indice A
- Note de diagnostic géotechnique sur la faisabilité des réfections de berge en phase PRO, Fondasol rapport FML 12.004 – Pièce 004 – Indice A

### I.3. Documents de référence

La conception et les calculs justificatifs des ouvrages géotechniques sont menés d'après les suivantes :

Norme Française (NF) EN 94-251, juillet 2005, Partie I, Eurocode 7 : Calcul géotechnique

Fondations et ouvrages en terre, Gérard Philipponnat et Bertrand Hubert

ROSA 2000 édition n°1 - © METL / CETMEF.

## 2. Rappel du projet de l'environnement géotechnique

### 2.1. Situation, topographie du site et description générale du projet

Des dégradations de berges le long des canaux d'Aire (PK 71.349 à 92.300) et de Neufossé (PK 93.190 à 95.490) ont été observées par VNF et nécessitent des réparations.



*Situation de la zone d'étude*

Les berges étudiées sont protégées sur la quasi-totalité du linéaire par des perrés de type Sensée ou des perrés inclinés en béton. Ces protections de berge peuvent être, par endroit, consolidées par des enrochements en pieds de perré ou, dans quelques zones, remplacées par des palplanches.

Les secteurs étudiés ont été reconnus dans des études préalables de diagnostic réalisées par les sociétés Ginger CEBTP et Royal Haskoning. Une synthèse de ces études, présentée par Ingerop, identifie le positionnement de ces secteurs et les dégradations qui y ont été observées (voir Note d'hypothèse générales – Etudes préliminaires, Ingérop).

## 2.2. Contexte géotechnique

### 2.2.1. Description lithologique et géomécanique

La note d'hypothèses géotechniques, rapport Fondasol FML 12.004 – Pièce 003 – Indice C, révèle la présence de 5 formations géologiques principales (présentant des caractéristiques mécaniques similaires).

Nous avons proposé de retenir les caractéristiques mécaniques suivantes pour ces formations :

| Nature du terrain                        | $\gamma_h$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | $PI^*$<br>(MPa) | $E_m$<br>(MPa) | $\alpha$<br>(-) | $\varphi'$<br>(°) | $c'$<br>(kPa) |
|--|------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|---------------|
| Remblais                                 | 18                                 | 0.3             | 1.5-3          | 1               | 25                | 0             |
| Argiles                                  | 18                                 | 0.3             | 2-3.6          | 2/3             | 20                | 5             |
| Argiles sableuses à<br>sables argileux   | 18                                 | 0.3             | 2.5            | 1/2             | 28                | 5             |
| Sables                                   | 20                                 | 0.5-2.5         | 4.6-35         | 1/3             | 30                | 0             |
| Sables graveleux aux<br>graves sableuses | 20                                 | 2.2             | 19             | 1/4             | 32                | 0             |

### 2.2.2. Profils géotechniques

Le long du linéaire de projet étudié, nous avons déterminé 7 sections de canal ayant des profils géotechniques relativement homogènes.

On trouvera en annexe I du rapport Fondasol FML 12.004 – Pièce 003 – Indice C, une fiche d'analyse synthétique des données par zone repérée. Ces fiches présentent :

- les lithologies simplifiées des sondages du secteur,
- les caractéristiques pressiométriques mesurées,
- les contextes géologiques reconnus (correspondant plus ou moins au contexte observé sur les cartes géologiques),
- les points kilométriques approchés du repérage des sondages,
- les essais réalisés en laboratoire,
- les hypothèses géotechniques retenues pour les calculs de stabilité.

Ces sections ont été repérées dans le rapport Fondasol FML 12.004 – Pièce 003 – Indice B.

## 2.3. Hydrogéologie

Le niveau normal de navigation (N.N.N.) est considéré à la cote 19.52 NGF.

Nous rappelons que la connaissance des circulations d'eau dans les berges est importante pour identifier les risques d'instabilité pouvant être générés par des valeurs élevées de gradients hydrauliques et, si ce dernier est élevé, de la possibilité d'apparition de phénomènes d'érosion régressive appelés renard.

## 2.4. Zonage sismique

Le projet prévoit une réfection des berges avec pour objectif la remise en état de l'existant et non la réalisation de nouvelles digues sur l'ensemble du linéaire. Ainsi la composition générale des digues ne sera pas modifiée. Nous ne prendrons donc pas en compte les efforts dus aux sollicitations sismiques impliquant les caractéristiques des corps de digue.

## 2.5. Allotissement

L'allotissement proposé par la société INGEROP, maître d'œuvre du projet, consiste pour le lot I (présent document) en :

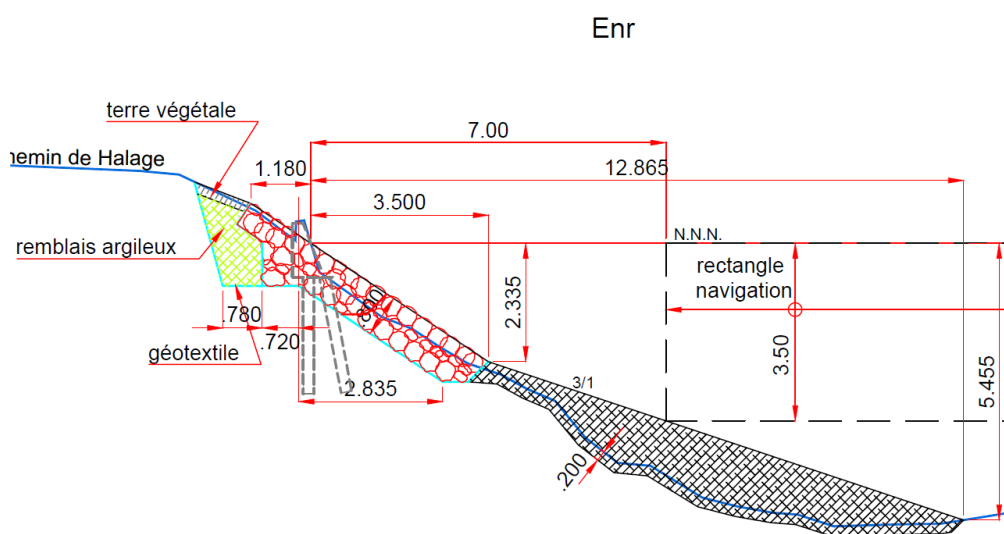
- solution d'amélioration de l'existant par mise en place d'enrochement des berges notée ci-après AME,
- solution de réfection complète de la berge par enrochements notée ci-après ENR.

Nous étudierons la faisabilité de ces solutions dans le présent rapport.

### 3. Renforcements de berges envisagés

#### 3.1. Solution ENR : Suppression des défenses actuelles et mise en place d'enrochement

Cette solution consiste à reprendre intégralement la berge en supprimant les perrés, en reprenant le talus actuel sous eau et en disposant un masque en enrochement sur la berge reprofilée. Suivant les indications de VNF, le but de cet aménagement est de constituer une protection contre le batillage, en sus de revenir à un profil stable dans le temps.



*Coupe de principe d'un enrochement de la berge*

#### Remarques :

Ces travaux s'effectueront nécessairement sous eau et nécessiteront d'importants terrassements.

Suivant les retours d'expérience de VNF, la pente des enrochements a été prise à 3H pour 2V.

Etant donné qu'aucun phénomène de d'instabilité générale des berges n'a été mise à jour, les enrochements constituent uniquement une protection contre le batillage, ils n'ont donc pas été descendus jusqu'au lit du canal.

Dans certains cas, le canal a été affouillé, à l'extérieur du rectangle de navigation, ou sous ce dernier (cas ci-dessus). Dans ce cas, compte tenu du choix de rehausser la clé d'ancrage des enrochements afin de limiter leur volume, il est nécessaire de rétablir un talus sous fluvial stable.

On propose de réaliser ce talus avec des sols en place extraits de zones excédentaires (hors sédiments vaseux), suivant une pente 3H pour 1V.



La pose d'un filtre géotextile est obligatoire afin de retenir les sols fins.

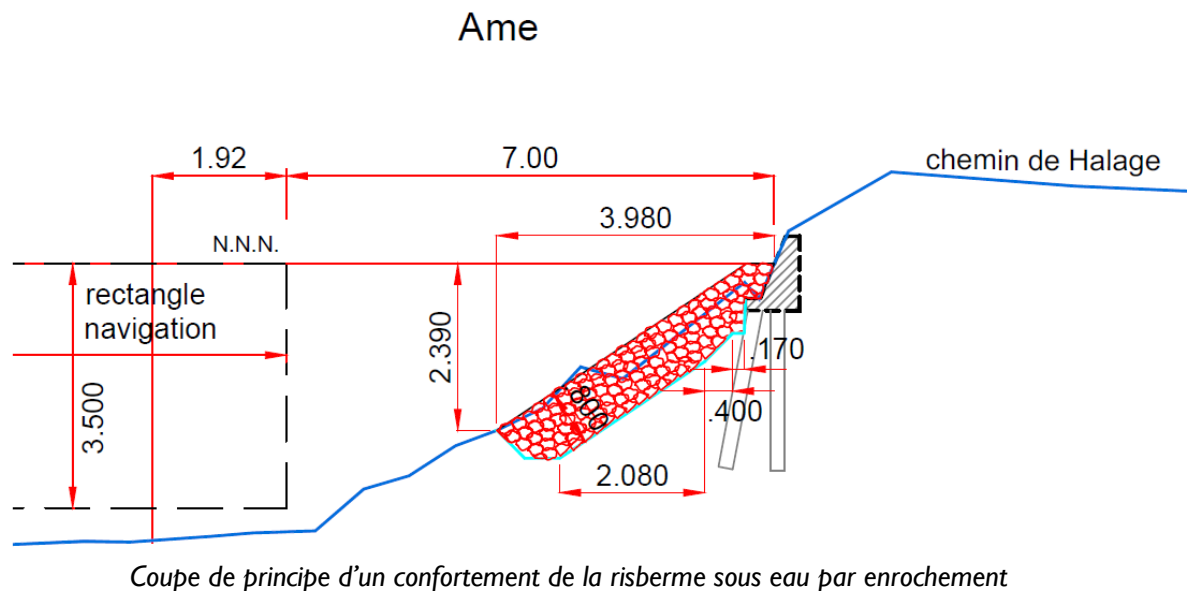
L'enrochement doit se faire bloc par bloc de bas en haut.

Un remblaiement en matériau tout venant couronnera le masque d'enrochement en crête de berge.

### 3.2. Principe de la solution AME : Amélioration des berges existantes par enrochement

Cette solution s'applique pour les tronçons dont le perré est en bon état et ne présente pas d'affouillement en partie basse.

Cette solution consiste à reprendre le talus sous eau et à disposer un masque en enrochement sur la berge reprofilée.



#### Remarques :

Voir point 3.1.

## 4. Vérification de la stabilité des solutions

### 4.1. Hypothèses de calcul

#### 4.1.1. Actions géotechniques

Les maquettes géotechniques prises en compte en fonction des tronçons étudiés sont données dans le document FML.I2.004 – Pièce 003 – Indice C.

#### 4.1.2. Surcharges travaux et/ou de voirie

Les surcharges de travaux (circulation d'engins ou stockages légers) ainsi que les surcharges d'exploitation seront représentées par une surcharge globale forfaitaire.

En première approche, nous faisons l'hypothèse d'une circulation de véhicules légers en crête de berge, nécessaire à la surveillance et à l'entretien des berges.

Pour cela, nous modélisons une surcharge répartie de 5 kPa sur une largeur de 3 m sur les berges (correspondant au chemin de halage).

Cette surcharge sera à redéfinir en phase Exécution.

#### 4.1.3. Niveau d'eau

En première approche, nous faisons l'hypothèse d'un niveau d'eau à la cote altimétrique +19.52 mNGF (N.N.N.) au niveau du canal et au droit des berges (hypothèse).

#### 4.1.4. Principes de calcul

On examine la stabilité vis-à-vis d'un glissement circulaire du talus vis-à-vis des cercles de rupture passant en pied de talus

Les calculs sont effectués suivant la méthode des tranches de Bishop à l'aide du logiciel TALREN v5.2.5.

Nous avons considéré l'approche de calcul 3, en utilisant l'ensemble des facteurs partiels A2 (sur les actions géotechniques) « + » M2 « + » R3) pour le cas d'un ouvrage dit « non sensible ».

Suivant cette approche de calcul, le coefficient de sécurité recherché est 1.00.

#### 4.1.5. Hypothèses géométriques

A partir des coupes fournies par Ingérop, nous avons défini une géométrie représentative afin de mener nos calculs, pour chaque type de solution, sur chaque profil géotechnique.

Conformément aux coupes nous ayant été fournies, nous considérons un chenal de navigation de 3.5 m de profondeur.

Nous avons étudiée la solution ENR pour les profils géotechniques 1, 2 et 6 et la solution AME pour les profils géotechnique 2, 3, 4, 5, 6, 7.1 et 7.2.

#### 4.2. Résultats des calculs

Conformément aux coupes qui nous ont été communiquées, l'épaisseur de la protection en enrochement sera de l'ordre de 80 cm d'épaisseur avec une pente sous eau de 3H/2V.

Le détail des calculs est donné en annexe 1 pour la solution ENR et en annexe 2 pour la solution AME.

La stabilité des profils est vérifiée pour l'ensemble des profils étudiés, à l'exception de 2 coupes de calculs de la solution AME pour le profil géotechnique 5 (PK 87350 à PK 87375) et pour le profil 7.1 (PK 91524 à PK 91914).

Pour ces coupes, les coefficients de sécurité sont respectivement de 0.95 et 0.92, au lieu de 1.00 recherché. Les cercles de rupture englobent très largement le corps de digue.

Etant entendu que ces dernières ne présentent pas de problèmes de stabilité générale, on en déduit que les caractéristiques de cisaillement retenues sont ponctuellement pessimistes.

De ce fait, les coefficients obtenus sont admissibles ponctuellement pour les coupes en question.

## 5. Conclusion

La présente note conclut l'étude des solutions de réfection de berges envisagées dans le cadre d'une étude géotechnique G2 PRO, qui nous a été confiée par INGEROP dans le cadre de la réfection des berges sur les canaux d'Aire et de Neufossé (62).

Les calculs et les valeurs dimensionnelles données dans la présente note ne constituent pas une étude géotechnique d'exécution.

Nous rappelons que la présente étude est indissociable de la note d'hypothèses géotechniques, à savoir le rapport Fondasol n°FML.12.004 – Pièce 003 – Indice C.

FONDASOL reste à la disposition de la société INGEROP pour tout renseignement concernant le présent document.

**P. AUBRION**

## 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

## 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, 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 DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles 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.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

## 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

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'investigations 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 ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

## 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

## 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

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

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'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, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutages nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les mises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

## 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend 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. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

## 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. 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. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

## 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

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. 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 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.

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 missions 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. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

## 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

## 12. Modifications du contenu de la mission 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 de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

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

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. 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.

## 14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés 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 celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance 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. Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. 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 de retard sera exigible sans qu'un rappel 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, une indemnité fixée à 15% du montant en principal TTC de la créance avec un minimum de 150 euros et ce, à titre de dommages et intérêts conventionnels et forfaitaires. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

## 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

## 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

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. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission 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 de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

### Assurance décennale obligatoire

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 L.241-I du Code des assurances. Ce contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour 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€. 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. 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 surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. A 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).

### Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel 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.

## 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

## 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

Juillet 2014

## Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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  |
|--|-----------------------------------|---|--|--|---|--|
| <b>Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)</b>           |                                   | <b>Etude géotechnique préalable (G1)<br/>Phase Etude de Site (ES)</b>                                     |  | Spécificités géotechniques du site   | Première identification des risques présentés par le site   | Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique   |
|  | Etude préliminaire, Esquisse, APS | <b>Etudes géotechnique préalable (G1)<br/>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>              |  | 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  |
| <b>Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)</b>       | APD/AVP                           | <b>Etude géotechnique de conception (G2)<br/>Phase Avant-projet (AVP)</b>                                 |  | 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                               | <b>Etudes géotechniques de conception (G2)<br/>Phase Projet (PRO)</b>                                     |  | Conception et justifications du projet   |   | Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)  |
|  | DCE/ACT                           | <b>Etude géotechnique de conception (G2)<br/>Phase DCE/ACT</b>  |  | Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux      |   |  |
| <b>Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)</b> |                                   | A la charge de l'entreprise   | A la charge du maître d'ouvrage  |  |   |  |
|  | EXE/VISA                          | <b>Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3)<br/>Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)</b> | <b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)<br/>Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)</b> | Etude 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                           | <b>Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)</b>    | <b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)<br/>Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)</b> | 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 |
| <b>A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant</b>  | Diagnostic                        | <b>Diagnostic géotechnique (G5)</b>   |  | 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

## Classification des missions d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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 PREALABLE (G1)

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

#### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

### 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 avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

#### Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

#### Phase DCE / ACT

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

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

### 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 avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).

- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

#### **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).

FEVRIER 2014



## Annexes



## I. Calculs de stabilité générale – solution ENR

# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004  
Titre du calcul : ENR RG - Lot 1 - P1 - cas 1  
Lieu : PK73550 à 73900  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
γw : 10.0

Couches de sol

|   | Nom                     | Couleur | γ    | φ     | c   | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|-------------------------|---------|------|-------|-----|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Sols en place remblayés |         | 18,0 | 25,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argiles sableuses       |         | 18,0 | 28,00 | 5,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement             |         | 20,0 | 40,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Remblais                |         | 18,0 | 25,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 5 | Sables                  |         | 18,0 | 30,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

Couches de sol (cont.)

|   | Nom                     | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|-------------------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Sols en place remblayés |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argiles sableuses       |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement             |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Remblais                |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 5 | Sables                  |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

Points

|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| 1  | -10,000 | 20,500 | 8  | -10,000 | 19,500 | 9  | 9,500  | 19,500 | 10 | 9,750  | 18,500 | 15 | 9,200  | 20,500 | 16 | 10,800 | 18,500 |
| 22 | -10,000 | 15,000 | 24 | 50,000  | 15,000 | 27 | 50,000 | 16,000 | 31 | 10,000 | 20,500 | 37 | 14,950 | 17,200 | 40 | 20,850 | 16,000 |
| 41 | 11,520  | 18,500 | 43 | 14,000  | 17,000 | 44 | 14,566 | 17,000 | 45 | 10,800 | 19,500 | 46 | 10,293 | 19,848 | 48 | 10,533 | 20,145 |

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       | 15      | 7  | 8       | 9       | 9  | 15      | 9       | 10 | 9       | 10      | 11 | 10      | 16      | 47 | 37      | 40      | 48 | 40      | 27      |
| 49 | 22      | 24      | 50 | 15      | 31      | 51 | 41      | 16      | 54 | 43      | 44      | 55 | 44      | 37      | 56 | 41      | 43      | 57 | 16      | 45      |
| 58 | 45      | 46      | 59 | 46      | 48      | 60 | 48      | 31      | 61 | 48      | 37      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 7,000    | 20,500   | 5,0      | 10,000   | 20,500   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:23:13  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RG - Lot 1 - P1 - cas 1

# Données de la phase 1

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

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent         |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent         |
|----|---------|---------|-------------------------|----|---------|---------|-------------------|----|---------|---------|-------------------------|
| 1  | 1       | 15      | Sols en place remblayés | 7  | 8       | 9       | Argiles sableuses | 9  | 15      | 9       | Sols en place remblayés |
| 10 | 9       | 10      | Argiles sableuses       | 11 | 10      | 16      | Argiles sableuses | 47 | 37      | 40      | Argiles sableuses       |
| 48 | 40      | 27      | Argiles sableuses       | 49 | 22      | 24      | Sables            | 50 | 15      | 31      | Remblais                |
| 51 | 41      | 16      | Argiles sableuses       | 54 | 43      | 44      | Argiles sableuses | 55 | 44      | 37      | Argiles sableuses       |
| 56 | 41      | 43      | Argiles sableuses       | 57 | 16      | 45      | Remblais          | 58 | 45      | 46      | Remblais                |
| 59 | 46      | 48      | Enrochement             | 60 | 48      | 31      | Remblais          | 61 | 48      | 37      | Enrochement             |

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1  
Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X     | Y      |   | X      | Y      | X | Y | X | Y |
|---|-------|--------|---|--------|--------|---|---|---|---|
| 1 | 0,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:23:13  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RG - Lot 1 - P1 - cas 1

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - Approche 3

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,400       |
| $\Gamma_Q$     | 1,300       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 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       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,400       | $\Gamma_{a,clou}$      | 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 automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 21,861; Y= 14,500

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement  
et  
Passage imposé dans Sols en place remblayés

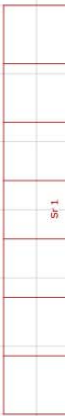
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1577

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 416; X0= 14,60; Y0= 23,60; R= 6,64

| Sol n°                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 18,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 | 18,00 |
| $\varphi$ (°)                   | 25,00 | 28,00 | 40,00 | 25,00 | 30,00 |
| c (kPa)                         | 0,00  | 5,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| $\Delta c$ (kPa/m)              | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Service / Situation : Situation



|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1 | Sols en place remblayés |
| 2 | Argiles sableuses       |
| 3 | Enrochement             |
| 4 | Remblais                |
| 5 | Sables                  |

Méthode de calcul : Bishop  
Jeu de coefficients de sécurité : EC7 - Approche 3  
**Fmin = 1,1577**

# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004

Titre du calcul : ENR RG - Lot 1 - P1 cas 2

Lieu : PK73210 à 73290

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

|   | Nom               | Couleur | γ    | φ     | c   | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|-------------------|---------|------|-------|-----|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Remblais          |         | 18,0 | 25,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argiles sableuses |         | 18,0 | 28,00 | 5,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement       |         | 20,0 | 40,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Remblai argileux  |         | 18,0 | 25,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 5 | Sables            |         | 18,0 | 30,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

Couches de sol (cont.)

|   | Nom               | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|-------------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Remblais          |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argiles sableuses |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement       |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Remblai argileux  |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 5 | Sables            |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

Points

|    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |
|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| 1  | 0,000  | 21,710 | 2  | 0,000  | 19,300 | 3  | 0,000  | 15,000 | 4  | 23,080 | 20,800 | 5  | 23,450 | 20,650 | 6  | 24,370 | 20,300 |
| 7  | 24,130 | 19,900 | 8  | 24,850 | 19,500 | 9  | 23,840 | 19,300 | 10 | 24,060 | 18,500 | 11 | 24,850 | 18,500 | 12 | 25,570 | 18,500 |
| 13 | 27,980 | 16,950 | 14 | 28,850 | 16,950 | 15 | 29,070 | 17,160 | 16 | 38,420 | 14,100 | 17 | 50,000 | 14,100 | 18 | 30,644 | 16,201 |
| 19 | 31,500 | 15,000 | 20 | 33,500 | 14,500 | 21 | 35,679 | 14,000 | 24 | 20,802 | 20,890 |    |        |        |    |        |        |

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  | 4       | 5       | 3  | 5       | 6       | 4  | 6       | 7       | 5  | 7       | 8       | 6  | 8       | 11      | 7  | 11      | 12      | 8  | 12      | 13      |
| 9  | 13      | 14      | 10 | 14      | 15      | 11 | 6       | 15      | 12 | 15      | 16      | 13 | 16      | 17      | 14 | 5       | 9       | 15 | 9       | 10      |
| 16 | 10      | 11      | 17 | 2       | 9       | 18 | 14      | 18      | 19 | 18      | 19      | 20 | 19      | 20      | 21 | 20      | 21      | 22 | 21      | 16      |
| 23 | 3       | 19      | 25 | 24      | 1       | 26 | 24      | 4       |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

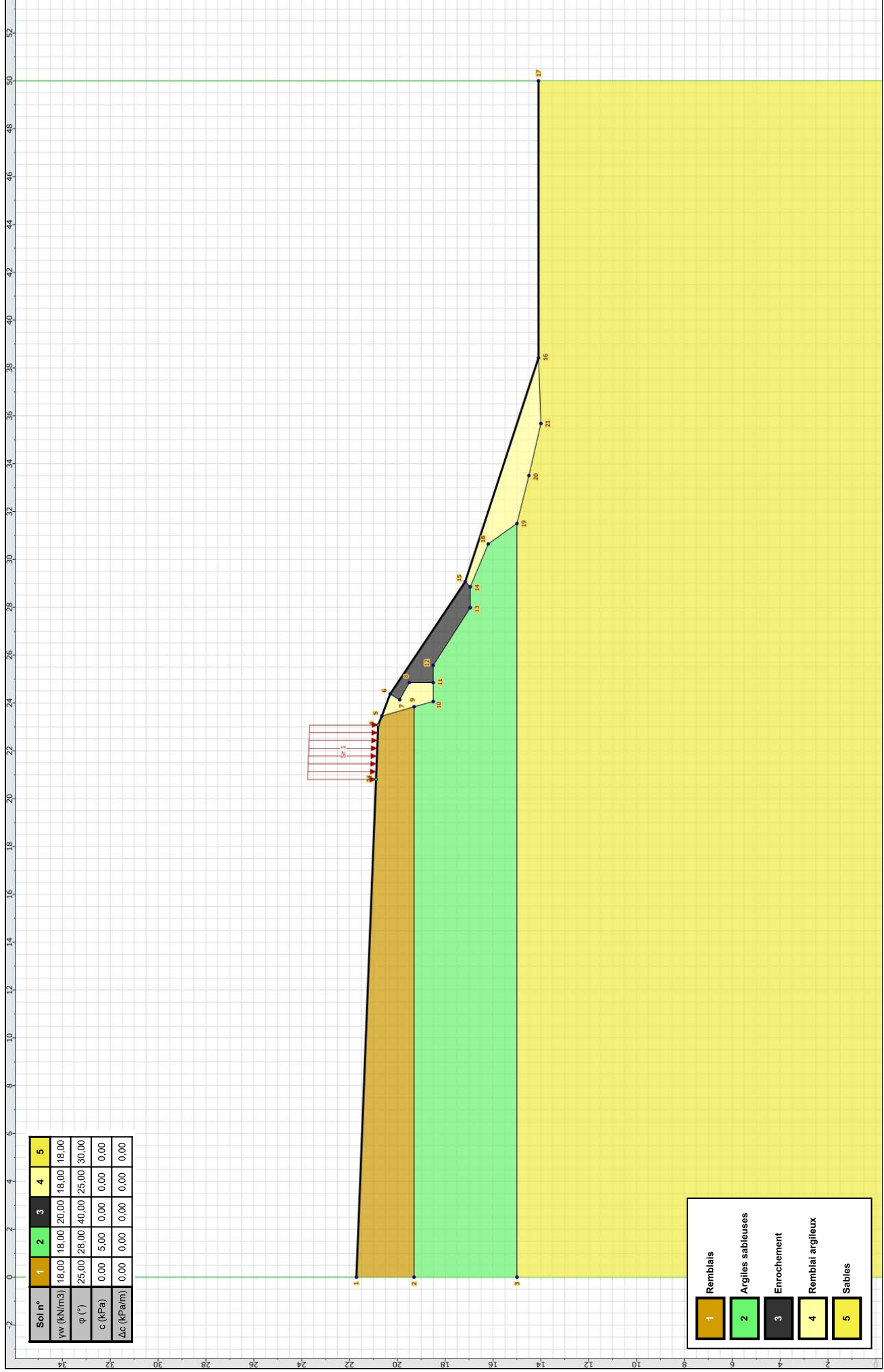
Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 20,802   | 20,890   | 5,0      | 23,080   | 20,800   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:32:40  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RG - Lot 1 - P1 cas 2





# Données de la phase 1

Nom de la phase : Service

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |
|----|---------|---------|-------------------|----|---------|---------|-------------------|----|---------|---------|-------------------|
| 2  | 4       | 5       | Remblais          | 3  | 5       | 6       | Remblai argileux  | 4  | 6       | 7       | Enrochement       |
| 5  | 7       | 8       | Remblai argileux  | 6  | 8       | 11      | Enrochement       | 7  | 11      | 12      | Argiles sableuses |
| 8  | 12      | 13      | Argiles sableuses | 9  | 13      | 14      | Argiles sableuses | 10 | 14      | 15      | Remblai argileux  |
| 11 | 6       | 15      | Enrochement       | 12 | 15      | 16      | Remblai argileux  | 13 | 16      | 17      | Sables            |
| 14 | 5       | 9       | Remblais          | 15 | 9       | 10      | Argiles sableuses | 16 | 10      | 11      | Argiles sableuses |
| 17 | 2       | 9       | Argiles sableuses | 18 | 14      | 18      | Argiles sableuses | 19 | 18      | 19      | Argiles sableuses |
| 20 | 19      | 20      | Sables            | 21 | 20      | 21      | Sables            | 22 | 21      | 16      | Sables            |
| 23 | 3       | 19      | Sables            | 25 | 24      | 1       | Remblais          | 26 | 24      | 4       | Remblais          |

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

|   | X     | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|-------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | 0,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X     | Y      |   | X      | Y      | X | Y | X | Y | X | Y |
|---|-------|--------|---|--------|--------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |   |   |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:32:41  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RG - Lot 1 - P1 cas 2

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - Approche 3

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,400       |
| $\Gamma_Q$     | 1,300       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 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       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,400       | $\Gamma_{a,clou}$      | 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 automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 31,500; Y= 14,500

Nombre de tranches : 100

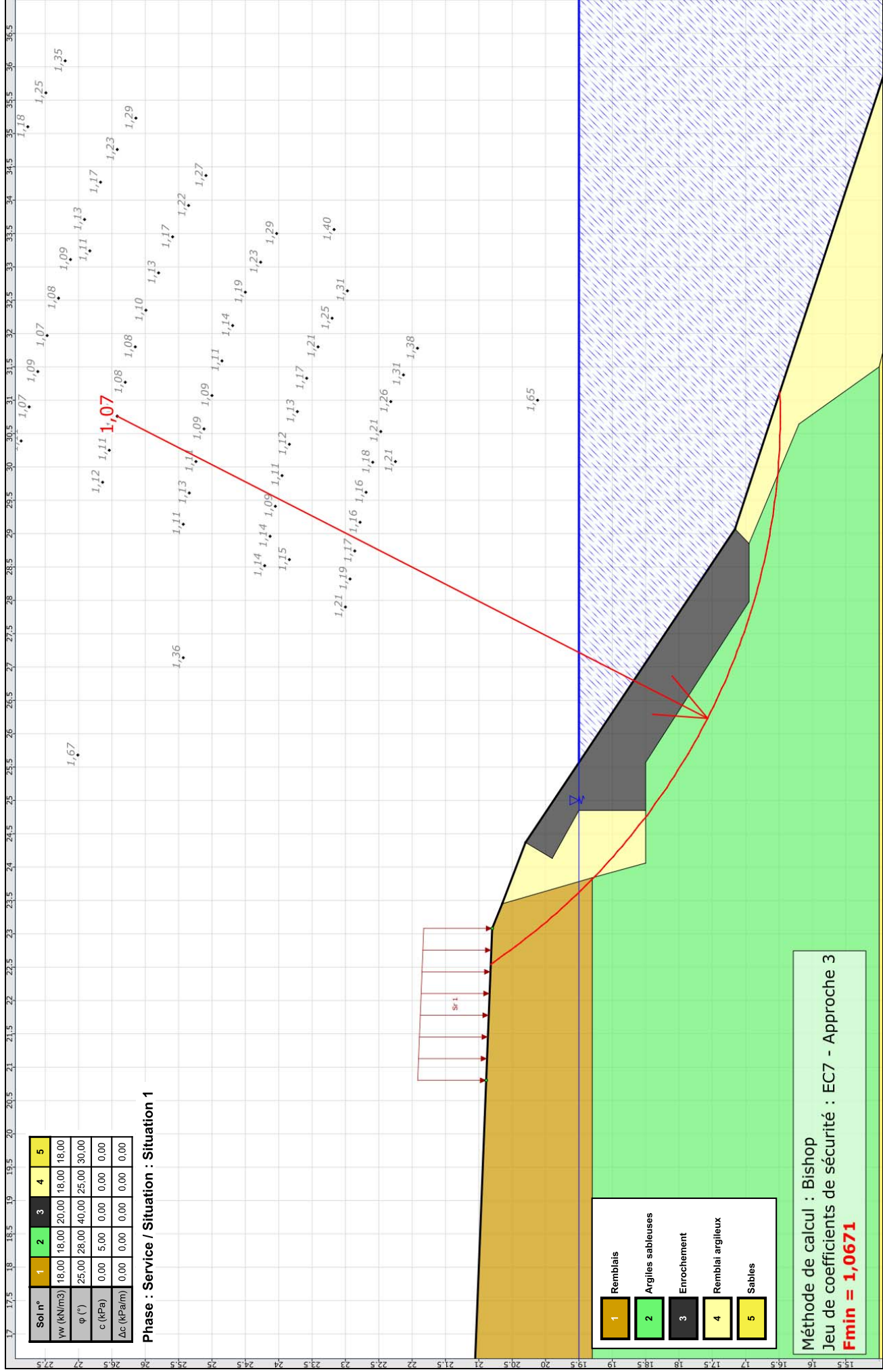
Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement  
et  
Passage imposé dans Remblais

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0671

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 690; X0= 30,76; Y0= 26,42; R= 9,94



# Données de la situation 2

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation 3

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - Approche 3

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,400       |
| $\Gamma_Q$     | 1,300       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 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       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,400       | $\Gamma_{a,clou}$      | 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 automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Abscisse émergence limite aval : 39,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 40,500; Y= 13,500

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0903

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 382; X0= 34,56; Y0= 30,23; R= 16,75

| Sol n°                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 18,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 | 18,00 |
| $\varphi$ (°)                   | 25,00 | 28,00 | 40,00 | 25,00 | 30,00 |
| c (kPa)                         | 0,00  | 5,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| $\Delta c$ (kPa/m)              | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Service / Situation : Situation 3



|   |                   |
|---|-------------------|
| 1 | Remblais          |
| 2 | Argiles sableuses |
| 3 | Enrochement       |
| 4 | Remblai argileux  |
| 5 | Sables            |

Méthode de calcul : Bishop  
Jeu de coefficients de sécurité : EC7 - Approche 3  
**Fmin = 1,0903**

# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004  
Titre du calcul : ENR RG - Lot 1 - P2  
Lieu : PK 79397 à 79425  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
γw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom                 | Couleur | γ    | φ     | c    | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|---------------------|---------|------|-------|------|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Remblais            |         | 18,0 | 25,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argile des Flandres |         | 18,0 | 20,00 | 5,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement         |         | 20,0 | 40,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Argile des Flandres |         | 18,0 | 20,00 | 10,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                 | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|---------------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Remblais            |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argile des Flandres |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement         |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Argile des Flandres |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

## Points

|    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |
|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|
| 1  | -10,000 | 20,500 | 2  | 10,000 | 20,500 | 6  | -10,000 | 19,000 | 16 | 10,680 | 20,365 | 22 | -10,000 | 11,000 | 23 | 50,000 | 11,000 |
| 29 | 22,360  | 16,000 | 30 | 50,000 | 16,000 | 31 | 13,860  | 18,160 | 32 | 13,695 | 17,867 | 33 | 13,224  | 17,868 | 34 | 11,598 | 19,000 |
| 35 | 10,933  | 19,000 | 36 | 10,933 | 19,648 | 37 | 10,474  | 20,000 |    |        |        |    |         |        |    |        |        |

## 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       | 16      | 29 | 22      | 23      | 40 | 29      | 30      | 41 | 16      | 31      | 42 | 31      | 32      | 43 | 32      | 33      | 44 | 33      | 34      |
| 45 | 34      | 35      | 46 | 35      | 36      | 47 | 36      | 37      | 48 | 37      | 16      | 49 | 2       | 1       | 50 | 6       | 35      | 51 | 31      | 29      |

## Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 7,000    | 20,500   | 5,0      | 10,000   | 20,500   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:34:36  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RG - Lot 1 - P2



# Données de la phase 1

Nom de la phase : Service

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent     |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent     |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent     |
|----|---------|---------|---------------------|----|---------|---------|---------------------|----|---------|---------|---------------------|
| 2  | 2       | 16      | Remblais            | 29 | 22      | 23      | Argile des Flandres | 40 | 29      | 30      | Argile des Flandres |
| 41 | 16      | 31      | Enrochement         | 42 | 31      | 32      | Argile des Flandres | 43 | 32      | 33      | Argile des Flandres |
| 44 | 33      | 34      | Argile des Flandres | 45 | 34      | 35      | Argile des Flandres | 46 | 35      | 36      | Enrochement         |
| 47 | 36      | 37      | Remblais            | 48 | 37      | 16      | Enrochement         | 49 | 2       | 1       | Remblais            |
| 50 | 6       | 35      | Argile des Flandres | 51 | 31      | 29      | Argile des Flandres |    |         |         |                     |

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X     | Y      |   | X      | Y      | X | Y | X | Y |
|---|-------|--------|---|--------|--------|---|---|---|---|
| 1 | 0,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:34:36  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RG - Lot 1 - P2

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Sans coefficient

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 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       | $\Gamma_{s3}$        | 1,000       |

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Abscisse émergence limite aval : 10,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 14,305; Y= 17,654

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

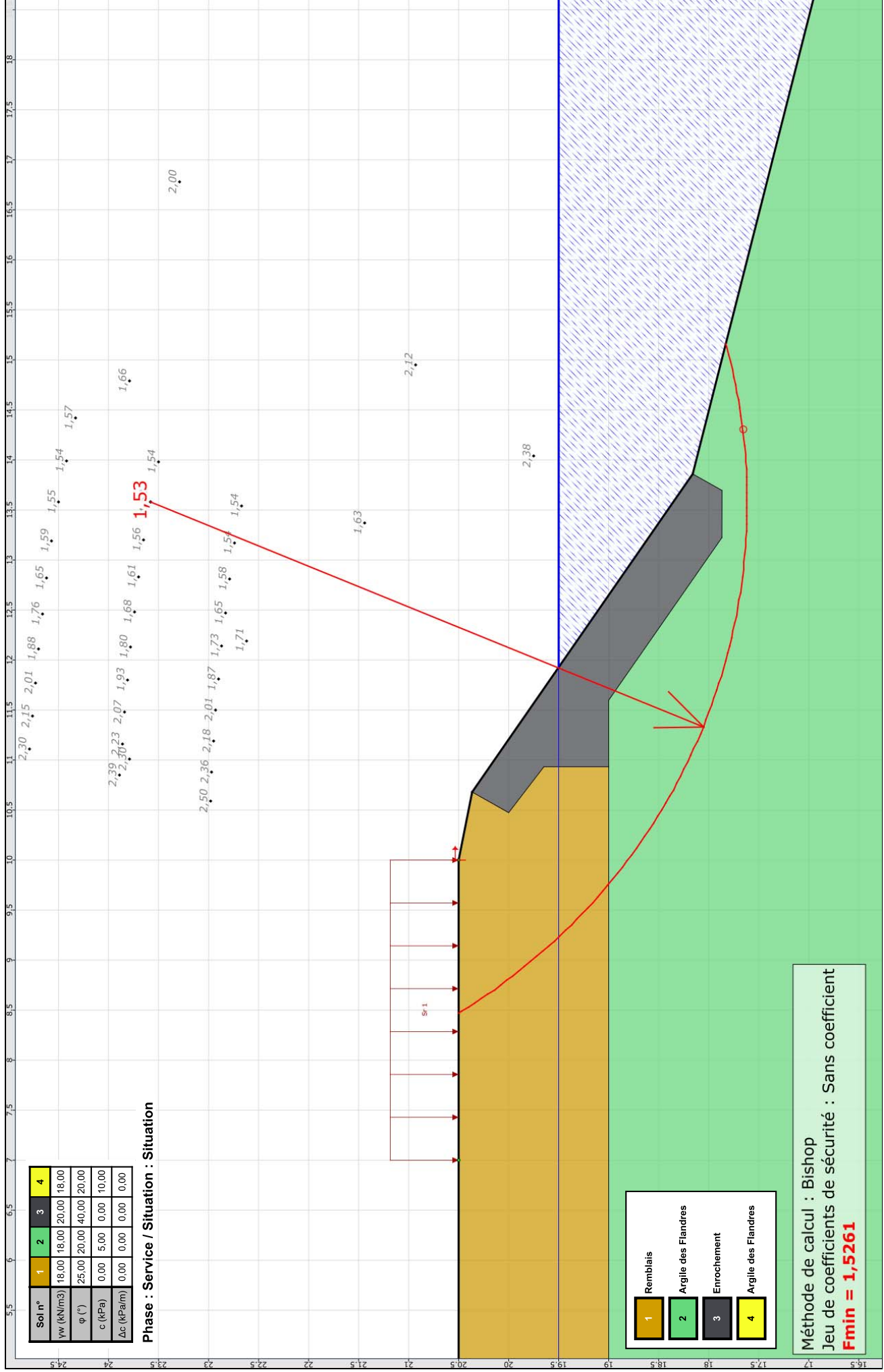
Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,5261

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 447; X0= 13,58; Y0= 23,58; R= 5,97





# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004  
Titre du calcul : ENR RG - Lot 1 - P6  
Lieu : PK 90690 à 90720  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
γw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom               | Couleur | γ    | φ     | c   | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|-------------------|---------|------|-------|-----|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Remblais          |         | 18,0 | 25,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argiles sableuses |         | 18,0 | 28,00 | 5,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement       |         | 20,0 | 40,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Sables            |         | 18,0 | 30,00 | 0,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom               | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|-------------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Remblais          |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argiles sableuses |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement       |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Sables            |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

## Points

|    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |
|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|
| 1  | -10,000 | 20,500 | 5  | 22,215 | 15,369 | 6  | -10,000 | 19,000 | 10 | 11,500 | 19,000 | 15 | 11,102 | 19,000 | 22 | -10,000 | 13,500 |
| 23 | 50,000  | 13,500 | 24 | 14,500 | 17,170 | 25 | 11,772  | 19,500 | 26 | 18,000 | 16,000 | 27 | 14,285 | 16,902 | 28 | 14,000  | 16,906 |
| 29 | 14,540  | 16,894 | 30 | 16,941 | 16,000 | 31 | 10,842  | 20,108 | 32 | 9,869  | 20,500 | 33 | 11,102 | 19,500 | 34 | 10,609  | 19,795 |
| 35 | 50,000  | 15,400 |    |        |        |    |         |        |    |        |        |    |        |        |    |         |        |

## Segments

|    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |    | Point 1 | Point 2 |
|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|
| 29 | 22      | 23      | 33 | 25      | 24      | 34 | 24      | 26      | 35 | 26      | 5       | 36 | 24      | 27      | 37 | 27      | 28      | 38 | 28      | 10      |
| 39 | 27      | 29      | 40 | 29      | 30      | 41 | 30      | 26      | 42 | 25      | 31      | 43 | 31      | 32      | 44 | 32      | 1       | 45 | 10      | 15      |
| 46 | 15      | 33      | 47 | 33      | 34      | 48 | 34      | 31      | 49 | 6       | 15      | 50 | 5       | 35      |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 6,869    | 20,500   | 5,0      | 9,869    | 20,500   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:44:25  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RG - Lot 1 - P6

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Service

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |
|----|---------|---------|-------------------|----|---------|---------|-------------------|----|---------|---------|-------------------|
| 29 | 22      | 23      | Sables            | 33 | 25      | 24      | Enrochement       | 34 | 24      | 26      | Remblais          |
| 35 | 26      | 5       | Argiles sableuses | 36 | 24      | 27      | Remblais          | 37 | 27      | 28      | Argiles sableuses |
| 38 | 28      | 10      | Argiles sableuses | 39 | 27      | 29      | Argiles sableuses | 40 | 29      | 30      | Argiles sableuses |
| 41 | 30      | 26      | Argiles sableuses | 42 | 25      | 31      | Enrochement       | 43 | 31      | 32      | Remblais          |
| 44 | 32      | 1       | Remblais          | 45 | 10      | 15      | Argiles sableuses | 46 | 15      | 33      | Enrochement       |
| 47 | 33      | 34      | Remblais          | 48 | 34      | 31      | Enrochement       | 49 | 6       | 15      | Argiles sableuses |
| 50 | 5       | 35      | Argiles sableuses |    |         |         |                   |    |         |         |                   |

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X       | Y      |   | X      | Y      | X | Y | X | Y |
|---|---------|--------|---|--------|--------|---|---|---|---|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:44:26  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RG - Lot 1 - P6

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - Approche 3

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,400       |
| $\Gamma_Q$     | 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       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,400       | $\Gamma_{a,clou}$      | 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 automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 16,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 17,099; Y= 15,500

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage imposé dans Argiles sableuses

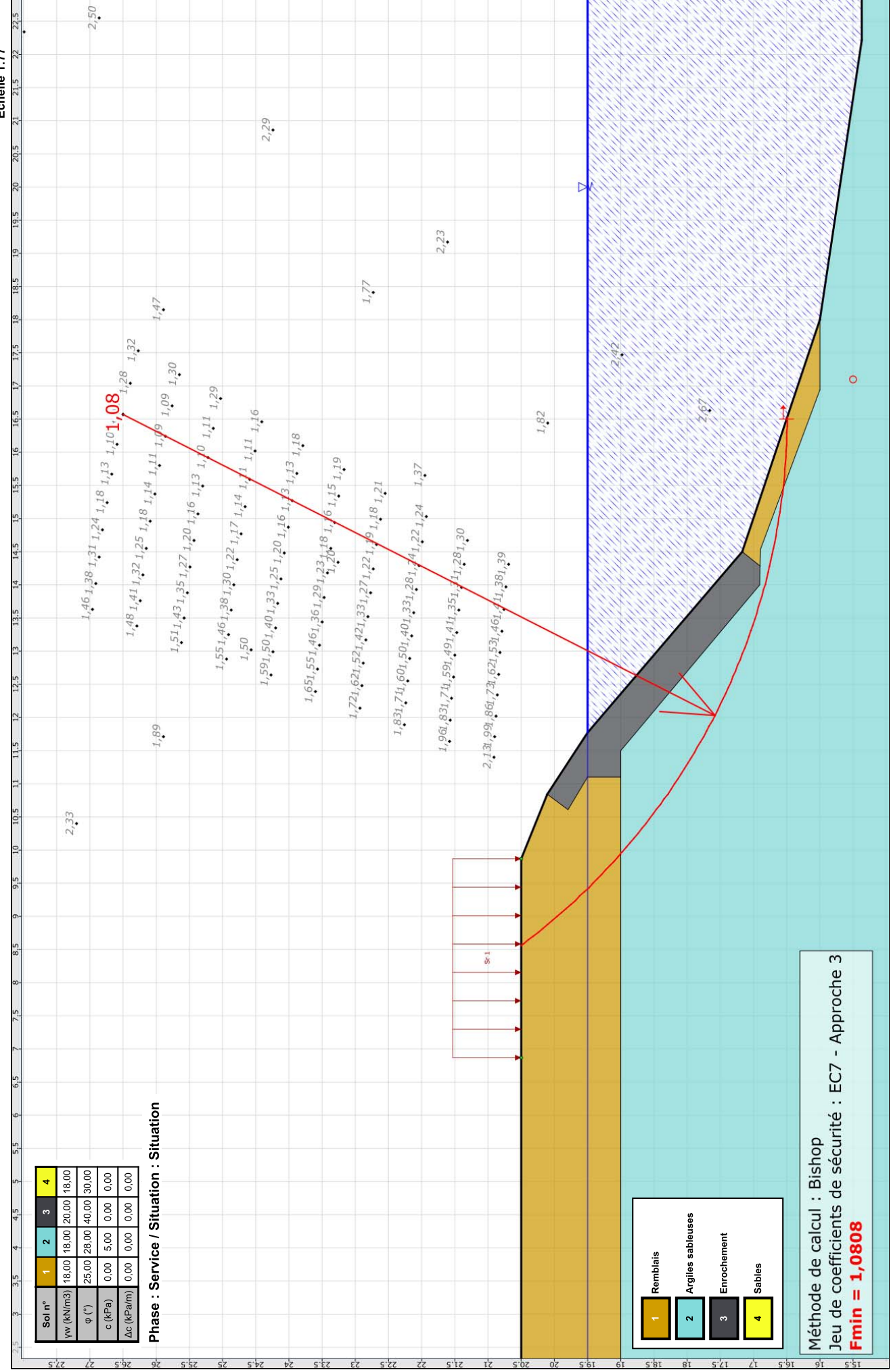
## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0808

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 467; X0= 16,57; Y0= 26,50; R= 10,01

| Sol n°     | 1     | 2     | 3     | 4     |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| γw (kN/m³) | 18,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 |
| φ (°)      | 25,00 | 28,00 | 40,00 | 30,00 |
| c (kPa)    | 0,00  | 5,00  | 0,00  | 0,00  |
| Δc (kPa/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Service / Situation : Situation



## 2. Calculs de stabilité générale – solution AME

# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004

Titre du calcul : AME RD - Lot 1 - P2

Lieu : PK 79397 à 79425

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

yw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom                 | Couleur | $\gamma$ | $\phi$ | c    | $\Delta c$ | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|---------------------|---------|----------|--------|------|------------|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Remblais            |         | 18,0     | 25,00  | 0,0  | 0,0        | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argile des Flandres |         | 18,0     | 20,00  | 5,0  | 0,0        | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement         |         | 20,0     | 40,00  | 0,0  | 0,0        | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Argile des Flandres |         | 18,0     | 20,00  | 10,0 | 0,0        | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 5 | Perré               |         | 25,0     | 45,00  | 45,0 | 0,0        | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                 | Couleur | $\Gamma\gamma$ | $\Gamma c$ | $\Gamma \tan(\phi)$ | Type de cohésion | Courbe   |
|---|---------------------|---------|----------------|------------|---------------------|------------------|----------|
| 1 | Remblais            |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argile des Flandres |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement         |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire |
| 4 | Argile des Flandres |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire |
| 5 | Perré               |         | -              | -          | -                   | Effective        | Linéaire |

## Points

|    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |
|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|
| 1  | -10,000 | 21,000 | 2  | 10,000 | 21,000 | 6  | -10,000 | 19,500 | 7  | 11,000 | 19,500 | 9  | 11,500 | 19,000 | 13 | 8,000   | 21,000 |
| 15 | 11,000  | 19,000 | 16 | 11,000 | 20,300 | 17 | 11,100  | 20,300 | 18 | 11,500 | 18,300 | 21 | 11,346 | 19,500 | 22 | -10,000 | 11,000 |
| 23 | 50,000  | 11,000 | 24 | 14,260 | 17,820 | 25 | 11,796  | 19,500 | 26 | 12,703 | 18,167 | 27 | 13,250 | 17,500 | 28 | 14,059  | 17,500 |
| 29 | 21,850  | 16,000 | 30 | 50,000 | 16,000 |    |         |        |    |        |        |    |        |        |    |         |        |

## 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       | 13      | 2  | 2       | 16      | 5  | 6       | 7       | 6  | 13      | 2       | 10 | 9       | 18      | 15 | 15      | 9       | 16 | 16      | 17      |
| 26 | 21      | 9       | 27 | 21      | 17      | 29 | 22      | 23      | 30 | 16      | 7       | 31 | 15      | 7       | 33 | 21      | 25      | 34 | 25      | 24      |
| 35 | 18      | 26      | 36 | 26      | 27      | 37 | 27      | 28      | 38 | 28      | 24      | 39 | 29      | 24      | 40 | 29      | 30      |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 7,000    | 21,000   | 5,0      | 10,000   | 21,000   | 5,0      | 90,00           |



Echelle 1:255



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 16:34:10  
Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : AME RD - Lot 1 - P2



# Données de la phase 1

Nom de la phase : Service

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

## Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent     |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent     |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent     |
|----|---------|---------|---------------------|----|---------|---------|---------------------|----|---------|---------|---------------------|
| 1  | 1       | 13      | Remblais            | 2  | 2       | 16      | Remblais            | 5  | 6       | 7       | Argile des Flandres |
| 6  | 13      | 2       | Remblais            | 10 | 9       | 18      | Enrochement         | 15 | 15      | 9       | Argile des Flandres |
| 16 | 16      | 17      | Perré               | 26 | 21      | 9       | Perré               | 27 | 21      | 17      | Perré               |
| 29 | 22      | 23      | Argile des Flandres | 30 | 16      | 7       | Perré               | 31 | 15      | 7       | Perré               |
| 33 | 21      | 25      | Enrochement         | 34 | 25      | 24      | Enrochement         | 35 | 18      | 26      | Argile des Flandres |
| 36 | 26      | 27      | Argile des Flandres | 37 | 27      | 28      | Argile des Flandres | 38 | 28      | 24      | Argile des Flandres |
| 39 | 29      | 24      | Argile des Flandres | 40 | 29      | 30      | Argile des Flandres |    |         |         |                     |

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

## Toit de la nappe

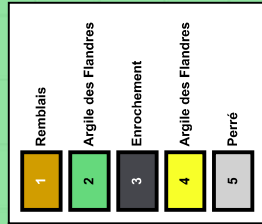
|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle |  | X | Y | Angle |  | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|--|---|---|-------|--|---|---|-------|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |  |   |   |       |  |   |   |       |

## Nappe extérieure

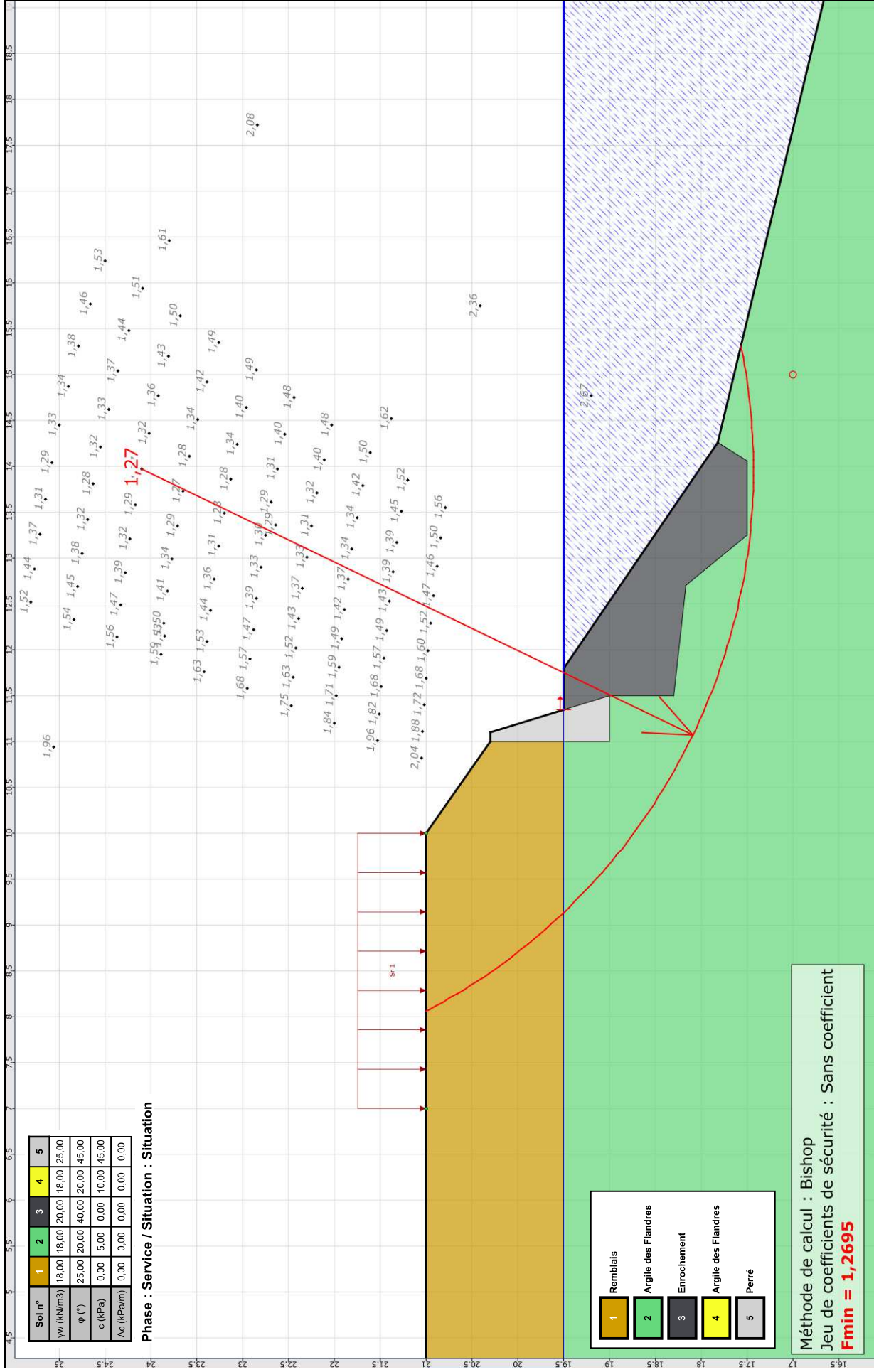
|   | X     | Y      |   | X      | Y      |  | X | Y |  | X | Y |
|---|-------|--------|---|--------|--------|--|---|---|--|---|---|
| 1 | 0,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |  |   |   |  |   |   |

| Sol n°                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 18,00 | 18,00 | 20,00 | 18,00 | 25,00 |
| $\varphi$ (°)                   | 25,00 | 20,00 | 40,00 | 20,00 | 45,00 |
| $c$ (kPa)                       | 0,00  | 5,00  | 0,00  | 10,00 | 45,00 |
| $\Delta c$ (kPa/mm)             | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Service / Situation : Situation



Méthode de calcul : Bishop  
Jeu de coefficients de sécurité : Sans coefficient  
**Fmin = 1,2695**



# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004  
Titre du calcul : AME RD - Lot 1 - P3  
Lieu : PK 79397 à 79425  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
γw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom                      | Couleur | γ    | φ     | c    | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|--------------------------|---------|------|-------|------|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Remblais                 |         | 18,0 | 25,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argile sableuses         |         | 18,0 | 28,00 | 5,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement              |         | 20,0 | 40,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Sables                   |         | 18,0 | 30,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 5 | Perré                    |         | 25,0 | 45,00 | 45,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 6 | Sols en place reprofilés |         | 18,0 | 25,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                      | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|--------------------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Remblais                 |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argile sableuses         |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement              |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Sables                   |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 5 | Perré                    |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 6 | Sols en place reprofilés |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

## Points

|    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |
|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|
| 1  | -10,000 | 21,000 | 2  | 10,000 | 21,000 | 6  | -10,000 | 19,500 | 7  | 11,000 | 19,500 | 9  | 11,500  | 19,000 | 13 | 8,000  | 21,000 |
| 15 | 11,000  | 19,000 | 16 | 11,000 | 20,300 | 17 | 11,100  | 20,300 | 21 | 11,346 | 19,500 | 22 | -10,000 | 14,500 | 23 | 50,000 | 14,500 |
| 24 | 14,260  | 17,820 | 25 | 11,796 | 19,500 | 30 | 50,000  | 16,000 | 31 | 15,650 | 16,900 | 32 | 15,294  | 16,608 | 33 | 14,692 | 16,593 |
| 34 | 11,500  | 18,698 | 35 | 14,768 | 16,244 | 36 | 16,829  | 16,184 | 37 | 19,850 | 16,000 | 38 | 21,000  | 3,500  |    |        |        |

## 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       | 13      | 2  | 2       | 16      | 5  | 6       | 7       | 6  | 13      | 2       | 15 | 15      | 9       | 16 | 16      | 17      | 26 | 21      | 9       |
| 27 | 21      | 17      | 29 | 22      | 23      | 30 | 16      | 7       | 31 | 15      | 7       | 33 | 21      | 25      | 34 | 25      | 24      | 41 | 31      | 24      |
| 42 | 31      | 32      | 43 | 32      | 33      | 45 | 34      | 33      | 46 | 34      | 35      | 47 | 35      | 36      | 48 | 9       | 34      | 49 | 37      | 36      |
| 50 | 31      | 37      | 51 | 37      | 30      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 7,000    | 21,000   | 5,0      | 10,000   | 21,000   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 16:46:45  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P3

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Service

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent          |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent          |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent          |
|----|---------|---------|--------------------------|----|---------|---------|--------------------------|----|---------|---------|--------------------------|
| 1  | 1       | 13      | Remblais                 | 2  | 2       | 16      | Remblais                 | 5  | 6       | 7       | Argile sableuses         |
| 6  | 13      | 2       | Remblais                 | 15 | 15      | 9       | Argile sableuses         | 16 | 16      | 17      | Perré                    |
| 26 | 21      | 9       | Perré                    | 27 | 21      | 17      | Perré                    | 29 | 22      | 23      | Sables                   |
| 30 | 16      | 7       | Perré                    | 31 | 15      | 7       | Perré                    | 33 | 21      | 25      | Enrochement              |
| 34 | 25      | 24      | Enrochement              | 41 | 31      | 24      | Enrochement              | 42 | 31      | 32      | Sols en place reprofilés |
| 43 | 32      | 33      | Sols en place reprofilés | 45 | 34      | 33      | Sols en place reprofilés | 46 | 34      | 35      | Argile sableuses         |
| 47 | 35      | 36      | Argile sableuses         | 48 | 9       | 34      | Enrochement              | 49 | 37      | 36      | Argile sableuses         |
| 50 | 31      | 37      | Sols en place reprofilés | 51 | 37      | 30      | Argile sableuses         |    |         |         |                          |

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X       | Y      |   | X      | Y      | X | Y | X | Y |
|---|---------|--------|---|--------|--------|---|---|---|---|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 16:46:46  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P3

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Sans coefficient

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 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       | $\Gamma_{s3}$        | 1,000       |

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Abscisse émergence limite aval : 11,346

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,000; Y= 17,000

Nombre de tranches : 100

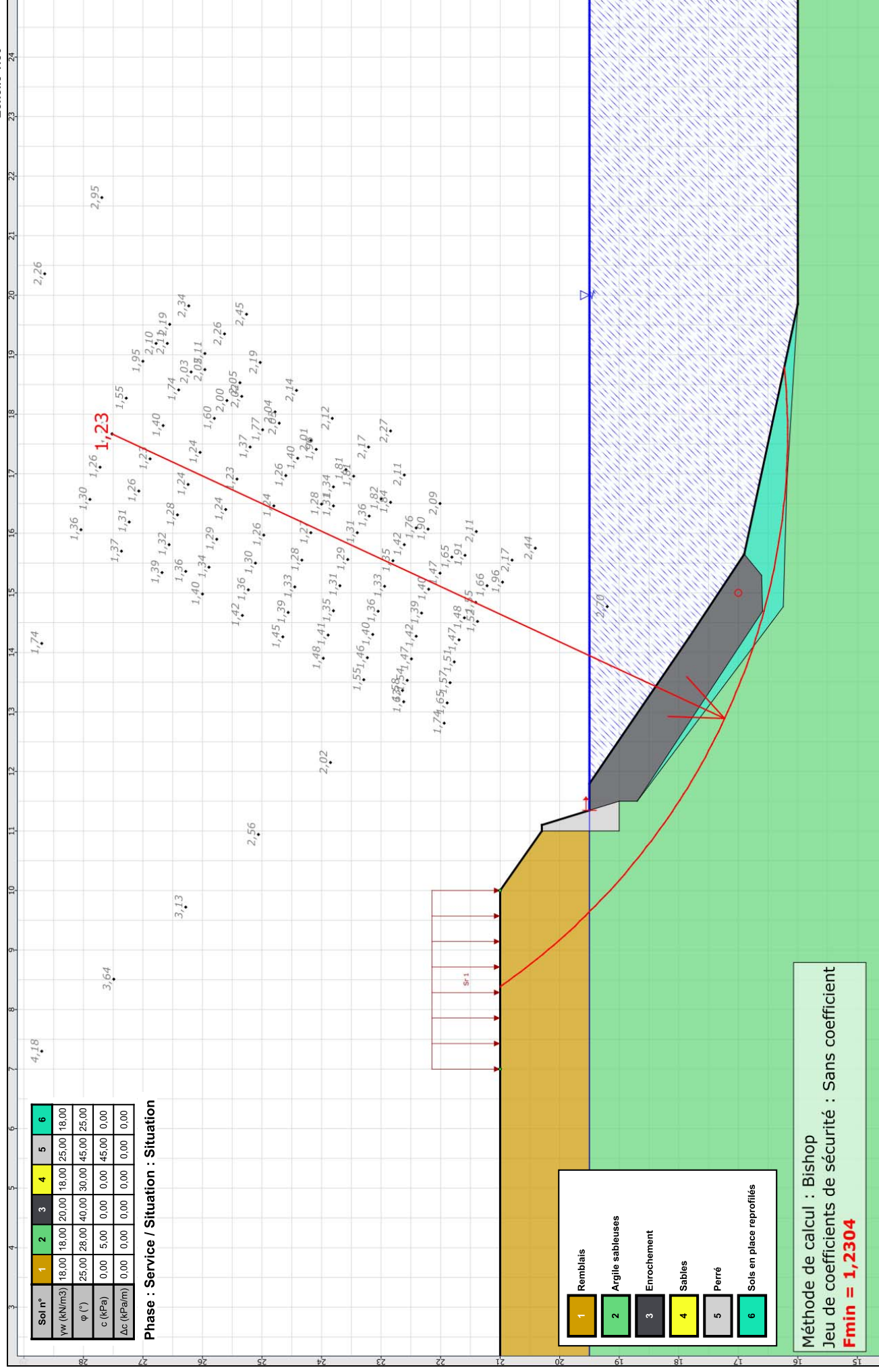
Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2304

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 522; X0= 17,67; Y0= 27,52; R= 11,35



# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004  
Titre du calcul : AME RD - Lot 1 - P4  
Lieu : PK 84670 à 84725  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
γw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom                      | Couleur | γ    | φ     | c    | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|--------------------------|---------|------|-------|------|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Sols en place reprofilés |         | 18,0 | 25,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argiles sableuses 2      |         | 18,0 | 28,00 | 5,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement              |         | 20,0 | 40,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Perré                    |         | 25,0 | 45,00 | 50,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 5 | Sables                   |         | 18,0 | 30,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 6 | Argiles sableuses 1      |         | 18,0 | 20,00 | 5,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                      | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|--------------------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Sols en place reprofilés |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argiles sableuses 2      |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement              |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Perré                    |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 5 | Sables                   |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 6 | Argiles sableuses 1      |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

## Points

|    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |
|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| 1  | -10,000 | 21,000 | 2  | 10,000 | 21,000 | 5  | 50,000  | 15,800 | 6  | -10,000 | 19,500 | 7  | 11,000 | 19,500 | 9  | 11,500 | 19,000 |
| 13 | 8,000   | 21,000 | 15 | 11,000 | 19,000 | 16 | 11,000  | 20,300 | 17 | 11,100  | 20,300 | 18 | 11,500 | 18,500 | 21 | 11,346 | 19,500 |
| 22 | -10,000 | 13,500 | 23 | 50,000 | 13,500 | 24 | -10,000 | 16,500 | 26 | 14,524  | 16,500 | 27 | 15,650 | 16,900 | 28 | 18,950 | 15,800 |
| 29 | 11,755  | 19,500 | 31 | 15,331 | 16,500 | 32 | 16,197  | 15,695 |    |         |        |    |        |        |    |        |        |

## 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       | 13      | 2  | 2       | 16      | 5  | 6       | 7       | 6  | 13      | 2       | 10 | 9       | 18      | 15 | 15      | 9       | 16 | 16      | 17      |
| 26 | 21      | 9       | 27 | 21      | 17      | 29 | 22      | 23      | 30 | 16      | 7       | 31 | 15      | 7       | 33 | 24      | 26      | 35 | 21      | 29      |
| 36 | 29      | 27      | 37 | 27      | 28      | 38 | 28      | 5       | 40 | 26      | 18      | 41 | 27      | 31      | 42 | 31      | 26      | 43 | 31      | 32      |
| 44 | 32      | 28      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 7,000    | 21,000   | 5,0      | 10,000   | 21,000   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 16:49:17  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P4



# Données de la phase 1

Nom de la phase : Service

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent          |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent          |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent     |
|----|---------|---------|--------------------------|----|---------|---------|--------------------------|----|---------|---------|---------------------|
| 1  | 1       | 13      | Sols en place reprofilés | 2  | 2       | 16      | Sols en place reprofilés | 5  | 6       | 7       | Argiles sableuses 1 |
| 6  | 13      | 2       | Sols en place reprofilés | 10 | 9       | 18      | Argiles sableuses 1      | 15 | 15      | 9       | Argiles sableuses 1 |
| 16 | 16      | 17      | Perré                    | 26 | 21      | 9       | Perré                    | 27 | 21      | 17      | Perré               |
| 29 | 22      | 23      | Sables                   | 30 | 16      | 7       | Perré                    | 31 | 15      | 7       | Perré               |
| 33 | 24      | 26      | Argiles sableuses 2      | 35 | 21      | 29      | Enrochement              | 36 | 29      | 27      | Enrochement         |
| 37 | 27      | 28      | Sols en place reprofilés | 38 | 28      | 5       | Argiles sableuses 2      | 40 | 26      | 18      | Argiles sableuses 1 |
| 41 | 27      | 31      | Sols en place reprofilés | 42 | 31      | 26      | Argiles sableuses 2      | 43 | 31      | 32      | Argiles sableuses 2 |
| 44 | 32      | 28      | Argiles sableuses 2      |    |         |         |                          |    |         |         |                     |

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X       | Y      |   | X      | Y      | X | Y | X | Y |
|---|---------|--------|---|--------|--------|---|---|---|---|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 16:49:18  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P4



# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Sans coefficient

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 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       | $\Gamma_{s3}$        | 1,000       |

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 18,350

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 21,382; Y= 15,120

Nombre de tranches : 100

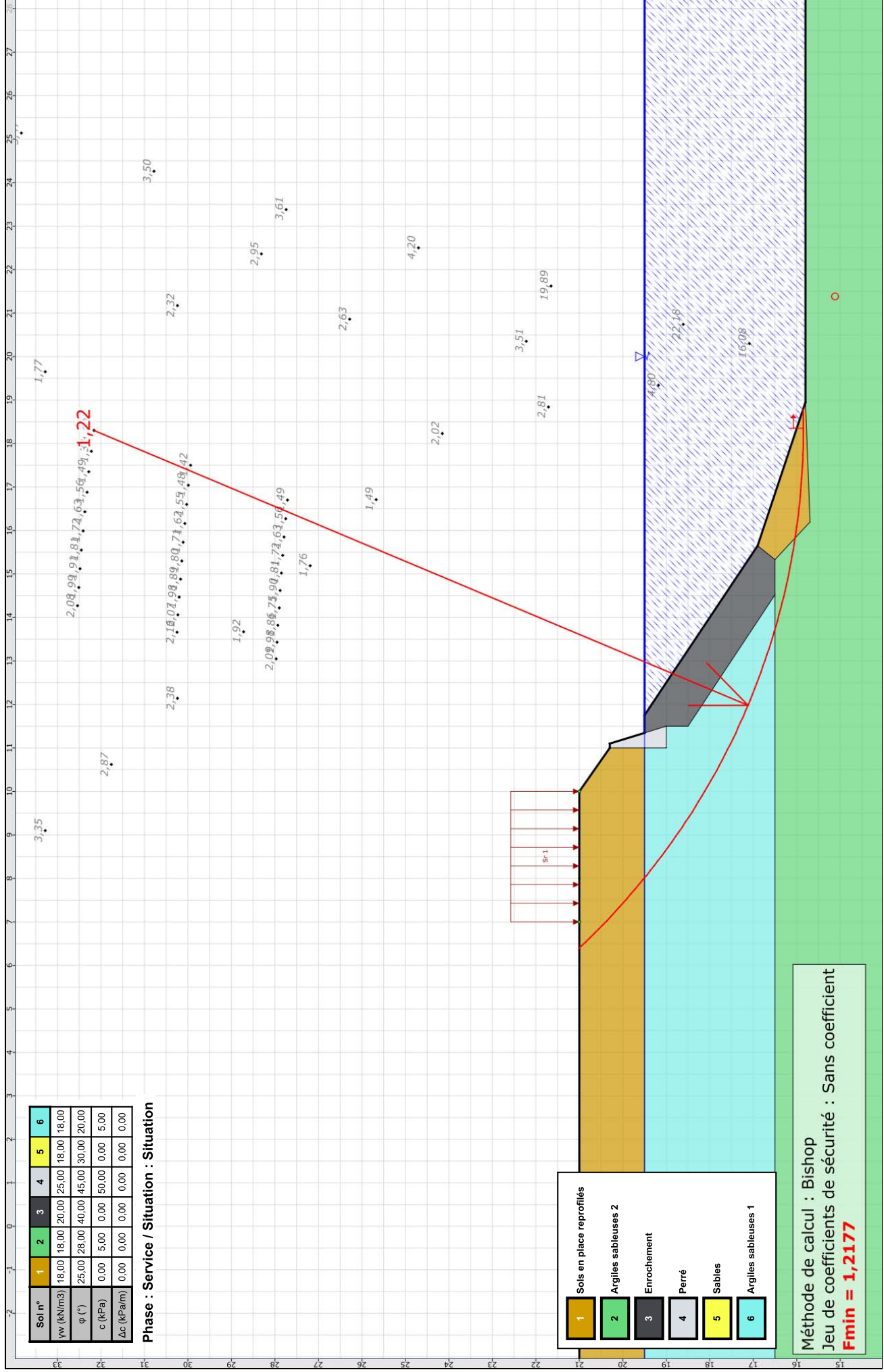
Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2177

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 249; X0= 18,30; Y0= 32,16; R= 16,31



# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004  
Titre du calcul : AME RD - Lot 1 - P5  
Lieu : PK 87350 à 87375  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
γw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom         | Couleur | γ    | φ     | c    | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|-------------|---------|------|-------|------|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Remblais    |         | 18,0 | 25,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argiles     |         | 18,0 | 20,00 | 5,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement |         | 20,0 | 40,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Perré       |         | 25,0 | 45,00 | 50,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 5 | Sables      |         | 18,0 | 30,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom         | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|-------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Remblais    |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argiles     |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Perré       |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 5 | Sables      |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

## Points

|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| 1  | -10,000 | 21,000 | 2  | 10,000  | 21,000 | 5  | 50,000 | 15,500 | 6  | -10,000 | 19,500 | 7  | 11,000 | 19,500 | 9  | 11,500 | 19,000 |
| 10 | 13,368  | 17,252 | 13 | 8,000   | 21,000 | 15 | 11,000 | 19,000 | 16 | 11,000  | 20,300 | 17 | 11,100 | 20,300 | 18 | 11,663 | 17,581 |
| 21 | 11,346  | 19,500 | 22 | -10,000 | 14,500 | 23 | 50,000 | 14,500 | 24 | 16,110  | 16,600 | 25 | 11,772 | 19,500 | 26 | 17,814 | 15,597 |
| 27 | 15,785  | 16,276 | 28 | 15,197  | 16,276 |    |        |        |    |         |        |    |        |        |    |        |        |

## 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       | 13      | 2  | 2       | 16      | 5  | 6       | 7       | 6  | 13      | 2       | 10 | 9       | 18      | 15 | 15      | 9       | 16 | 16      | 17      |
| 19 | 18      | 10      | 26 | 21      | 9       | 27 | 21      | 17      | 29 | 22      | 23      | 30 | 16      | 7       | 31 | 15      | 7       | 32 | 21      | 25      |
| 33 | 25      | 24      | 34 | 24      | 26      | 35 | 26      | 5       | 36 | 24      | 27      | 37 | 27      | 28      | 38 | 28      | 10      |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 6,000    | 21,000   | 5,0      | 9,000    | 21,000   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 16:53:28  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P5

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Service

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent |
|----|---------|---------|-----------------|----|---------|---------|-----------------|----|---------|---------|-----------------|
| 1  | 1       | 13      | Remblais        | 2  | 2       | 16      | Remblais        | 5  | 6       | 7       | Argiles         |
| 6  | 13      | 2       | Remblais        | 10 | 9       | 18      | Argiles         | 15 | 15      | 9       | Argiles         |
| 16 | 16      | 17      | Perré           | 19 | 18      | 10      | Argiles         | 26 | 21      | 9       | Perré           |
| 27 | 21      | 17      | Perré           | 29 | 22      | 23      | Sables          | 30 | 16      | 7       | Perré           |
| 31 | 15      | 7       | Perré           | 32 | 21      | 25      | Enrochement     | 33 | 25      | 24      | Enrochement     |
| 34 | 24      | 26      | Argiles         | 35 | 26      | 5       | Argiles         | 36 | 24      | 27      | Argiles         |
| 37 | 27      | 28      | Argiles         | 38 | 28      | 10      | Argiles         |    |         |         |                 |

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X       | Y      |   | X      | Y     | X | Y | X | Y |
|---|---------|--------|---|--------|-------|---|---|---|---|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 0,000 |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 16:53:29  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P5

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - Approche 3

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,400       |
| $\Gamma_Q$     | 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       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,400       | $\Gamma_{a,clou}$      | 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 automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 11,687

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 17,099; Y= 15,500

Nombre de tranches : 100

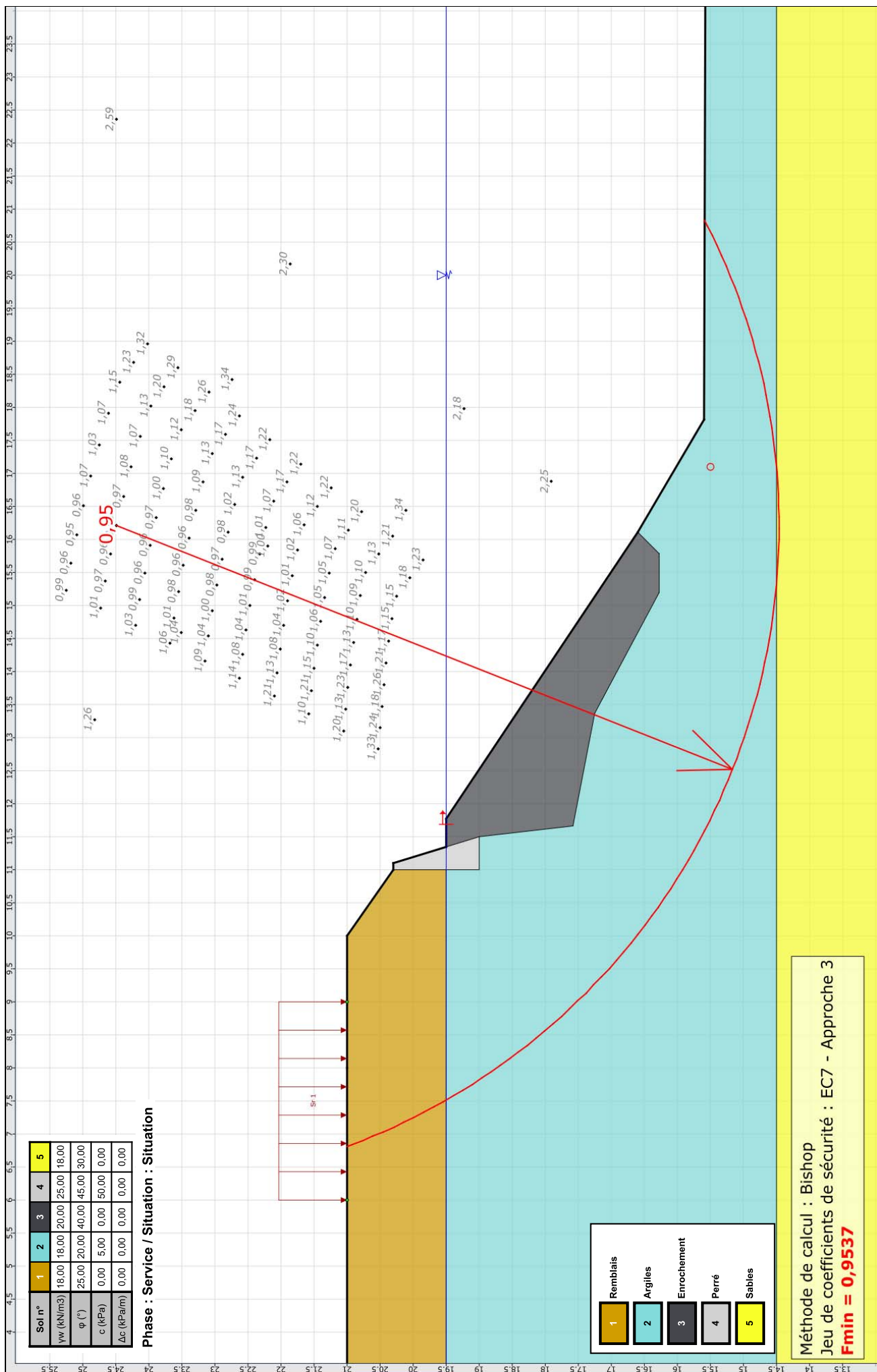
Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement  
et  
Passage imposé dans Sables

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9537

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 434; X0= 16,21; Y0= 24,49; R= 10,03



# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004  
Titre du calcul : AME RD - Lot 1 - P6  
Lieu : PK 91275 à 91524  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
γw : 10.0

## Couches de sol

|   | Nom               | Couleur | γ    | φ     | c    | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|-------------------|---------|------|-------|------|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Remblais          |         | 18,0 | 25,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argiles sableuses |         | 18,0 | 28,00 | 5,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement       |         | 20,0 | 40,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Perré             |         | 25,0 | 45,00 | 50,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 5 | Sables            |         | 18,0 | 30,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom               | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|-------------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Remblais          |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argiles sableuses |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement       |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Perré             |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 5 | Sables            |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

## Points

|    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |
|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| 1  | -10,000 | 21,000 | 2  | 10,000  | 21,000 | 5  | 50,000 | 15,500 | 6  | -10,000 | 19,500 | 7  | 11,000 | 19,500 | 9  | 11,500 | 19,000 |
| 10 | 11,792  | 18,663 | 13 | 8,000   | 21,000 | 15 | 11,000 | 19,000 | 16 | 11,000  | 20,300 | 17 | 11,100 | 20,300 | 18 | 11,536 | 18,683 |
| 21 | 11,346  | 19,500 | 22 | -10,000 | 13,500 | 23 | 50,000 | 13,500 | 24 | 15,650  | 16,900 | 25 | 11,772 | 19,500 | 26 | 20,580 | 15,300 |
| 27 | 15,278  | 16,664 | 28 | 14,823  | 16,662 | 29 | 16,222 | 16,213 | 30 | 16,766  | 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       | 13      | 2  | 2       | 16      | 5  | 6       | 7       | 6  | 13      | 2       | 10 | 9       | 18      | 15 | 15      | 9       | 16 | 16      | 17      |
| 19 | 18      | 10      | 26 | 21      | 9       | 27 | 21      | 17      | 29 | 22      | 23      | 30 | 16      | 7       | 31 | 15      | 7       | 32 | 21      | 25      |
| 33 | 25      | 24      | 34 | 24      | 26      | 35 | 26      | 5       | 36 | 24      | 27      | 37 | 27      | 28      | 38 | 28      | 10      | 39 | 27      | 29      |
| 40 | 29      | 30      | 41 | 30      | 26      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 7,000    | 21,000   | 5,0      | 10,000   | 21,000   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 16:57:22  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P6

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Service

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent   |
|----|---------|---------|-------------------|----|---------|---------|-------------------|----|---------|---------|-------------------|
| 1  | 1       | 13      | Remblais          | 2  | 2       | 16      | Remblais          | 5  | 6       | 7       | Argiles sableuses |
| 6  | 13      | 2       | Remblais          | 10 | 9       | 18      | Argiles sableuses | 15 | 15      | 9       | Argiles sableuses |
| 16 | 16      | 17      | Perré             | 19 | 18      | 10      | Argiles sableuses | 26 | 21      | 9       | Perré             |
| 27 | 21      | 17      | Perré             | 29 | 22      | 23      | Sables            | 30 | 16      | 7       | Perré             |
| 31 | 15      | 7       | Perré             | 32 | 21      | 25      | Enrochement       | 33 | 25      | 24      | Enrochement       |
| 34 | 24      | 26      | Remblais          | 35 | 26      | 5       | Argiles sableuses | 36 | 24      | 27      | Remblais          |
| 37 | 27      | 28      | Argiles sableuses | 38 | 28      | 10      | Argiles sableuses | 39 | 27      | 29      | Argiles sableuses |
| 40 | 29      | 30      | Argiles sableuses | 41 | 30      | 26      | Argiles sableuses |    |         |         |                   |

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X       | Y      |   | X      | Y      | X | Y | X | Y |
|---|---------|--------|---|--------|--------|---|---|---|---|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 16:57:23  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P6



# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - Approche 3

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,400       |
| $\Gamma_Q$     | 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       |
| $\Gamma_{pl}$  | 1,400       | $\Gamma_{a,clou}$      | 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 automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 11,772

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 17,099; Y= 15,500

Nombre de tranches : 100

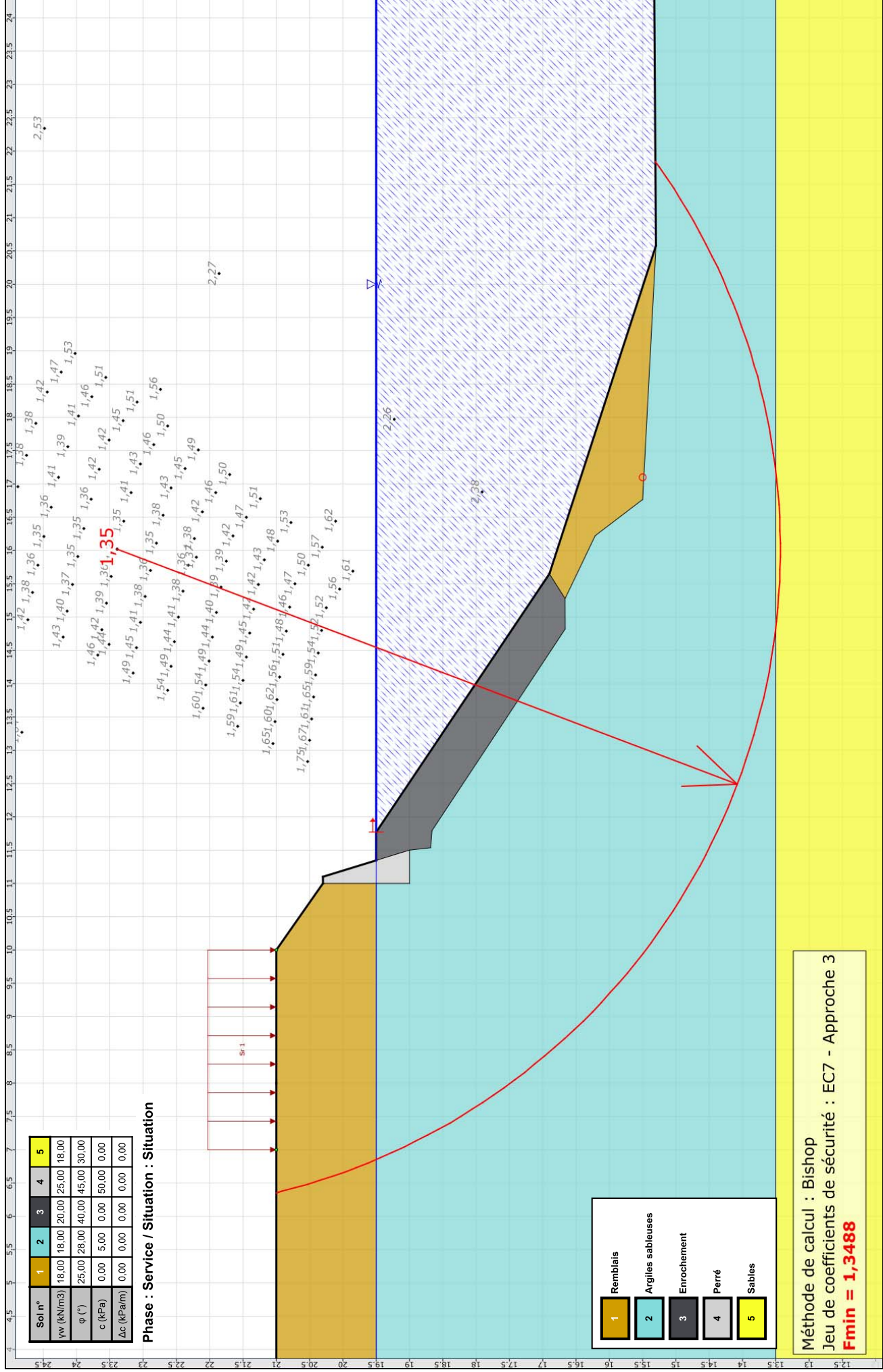
Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement  
et  
Passage imposé dans Sables

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3488

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 295; X0= 16,02; Y0= 23,39; R= 9,96



# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004  
Titre du calcul : AME RD - Lot 1 - P7.1  
Lieu : PK 91524 à 91914  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
γw : 10.0  
Couches de sol

|   | Nom                       | Couleur | γ    | φ     | c    | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|---------------------------|---------|------|-------|------|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Remblais                  |         | 18,0 | 25,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argiles sableuses         |         | 18,0 | 28,00 | 5,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Enrochement               |         | 20,0 | 40,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Perré                     |         | 25,0 | 45,00 | 50,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 5 | Graves sableuses à sables |         | 18,0 | 35,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 6 | Argiles                   |         | 18,0 | 20,00 | 5,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 7 | Sables                    |         | 18,0 | 30,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                       | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|---------------------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Remblais                  |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argiles sableuses         |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Enrochement               |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Perré                     |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 5 | Graves sableuses à sables |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 6 | Argiles                   |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 7 | Sables                    |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

## Points

|    | X       | Y      |    | X      | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X       | Y      |    | X      | Y      |
|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|
| 1  | -10,000 | 21,000 | 2  | 10,000 | 21,000 | 4  | 18,350  | 16,000 | 5  | 23,000  | 15,500 | 6  | -10,000 | 19,500 | 7  | 11,000 | 19,500 |
| 9  | 11,500  | 19,000 | 10 | 12,173 | 18,500 | 13 | 8,000   | 21,000 | 15 | 11,000  | 19,000 | 16 | 11,000  | 20,300 | 17 | 11,100 | 20,300 |
| 18 | 11,500  | 18,500 | 21 | 11,346 | 19,500 | 25 | -10,000 | 17,000 | 26 | 14,294  | 17,000 | 27 | 12,000  | 19,500 | 28 | 15,750 | 16,830 |
| 29 | 50,000  | 15,500 | 30 | 15,387 | 16,500 | 31 | 15,000  | 16,500 | 32 | -10,000 | 15,000 | 33 | 50,000  | 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       | 13      | 2  | 2       | 16      | 4  | 4       | 5       | 5  | 6       | 7       | 6  | 13      | 2       | 10 | 9       | 18      | 15 | 15      | 9       |
| 16 | 16      | 17      | 26 | 21      | 9       | 27 | 21      | 17      | 30 | 16      | 7       | 31 | 15      | 7       | 32 | 18      | 10      | 33 | 25      | 26      |
| 34 | 21      | 27      | 35 | 27      | 28      | 36 | 5       | 29      | 37 | 28      | 4       | 38 | 28      | 30      | 39 | 30      | 31      | 41 | 10      | 26      |
| 42 | 31      | 26      | 43 | 32      | 33      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom  | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr 1 | 6,000    | 21,000   | 5,0      | 9,000    | 21,000   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:08:47  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P7.1

# Données de la phase 1

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

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent           |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent           |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent           |
|----|---------|---------|---------------------------|----|---------|---------|---------------------------|----|---------|---------|---------------------------|
| 1  | 1       | 13      | Remblais                  | 2  | 2       | 16      | Remblais                  | 4  | 4       | 5       | Graves sableuses à sables |
| 5  | 6       | 7       | Argiles sableuses         | 6  | 13      | 2       | Remblais                  | 10 | 9       | 18      | Enrochement               |
| 15 | 15      | 9       | Argiles sableuses         | 16 | 16      | 17      | Perré                     | 26 | 21      | 9       | Perré                     |
| 27 | 21      | 17      | Perré                     | 30 | 16      | 7       | Remblais                  | 31 | 15      | 7       | Perré                     |
| 32 | 18      | 10      | Argiles sableuses         | 33 | 25      | 26      | Graves sableuses à sables | 34 | 21      | 27      | Enrochement               |
| 35 | 27      | 28      | Enrochement               | 36 | 5       | 29      | Graves sableuses à sables | 37 | 28      | 4       | Graves sableuses à sables |
| 38 | 28      | 30      | Graves sableuses à sables | 39 | 30      | 31      | Graves sableuses à sables | 41 | 10      | 26      | Argiles sableuses         |
| 42 | 31      | 26      | Graves sableuses à sables |    |         |         |                           |    |         |         |                           |

Liste des éléments activés  
Surcharges réparties : Sr 1  
Conditions hydrauliques : Nappe phréatique  
Toit de la nappe

|   | X       | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|---------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X       | Y      |   | X      | Y      | X | Y | X | Y |
|---|---------|--------|---|--------|--------|---|---|---|---|
| 1 | -10,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:08:48  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : AME RD - Lot 1 - P7.1

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - Approche 3

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,400       |
| $\Gamma_Q$     | 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 automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 16,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 16,500; Y= 16,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Enrochement

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9234

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 500; X0= 17,60; Y0= 27,56; R= 11,61

| Sol n°                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 18,00 | 18,00 | 20,00 | 25,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 |
| $\varphi$ (°)                   | 25,00 | 28,00 | 40,00 | 45,00 | 35,00 | 20,00 | 30,00 |
| c (kPa)                         | 0,00  | 5,00  | 0,00  | 50,00 | 0,00  | 5,00  | 0,00  |
| $\Delta c$ (kPa/m)              | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

Phase : Service / Situation : Situation



|   |                           |
|---|---------------------------|
| 1 | Remblais                  |
| 2 | Argiles sableuses         |
| 3 | Enrochement               |
| 4 | Perré                     |
| 5 | Graves sableuses à sables |
| 6 | Argiles                   |
| 7 | Sables                    |

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : EC7 - Approche 3  
**Fmin = 0,9234**



# Données du projet

Numéro d'affaire : FML 12.004  
Titre du calcul : ENR RD - Lot 2 - P7.2  
Lieu : Pk 93525 à 93575  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
γw : 10.0  
Couches de sol

|   | Nom                | Couleur | γ    | φ     | c    | Δc  | qs clous | pl | KsB | Anisotropie | Favorable | Coefficients de sécurité spécifiques |
|---|--------------------|---------|------|-------|------|-----|----------|----|-----|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Remblais           |         | 18,0 | 45,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 2 | Argiles sableuses  |         | 18,0 | 28,00 | 5,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 3 | Graves sableuses   |         | 18,0 | 30,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 4 | Sables             |         | 18,0 | 30,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 5 | Enrochement        |         | 20,0 | 40,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 6 | Remblais graveleux |         | 18,0 | 35,00 | 0,0  | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |
| 7 | Perré              |         | 25,0 | 45,00 | 45,0 | 0,0 | -        | -  | -   | Non         | Non       | Non                                  |

## Couches de sol (cont.)

|   | Nom                | Couleur | Γγ | Γc | Γtan(φ) | Type de cohésion | Courbe   |
|---|--------------------|---------|----|----|---------|------------------|----------|
| 1 | Remblais           |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 2 | Argiles sableuses  |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 3 | Graves sableuses   |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 4 | Sables             |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 5 | Enrochement        |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 6 | Remblais graveleux |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |
| 7 | Perré              |         | -  | -  | -       | Effective        | Linéaire |

## Points

|    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |    | X      | Y      |
|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| 1  | 0,000  | 20,500 | 2  | 0,000  | 19,000 | 3  | 0,000  | 17,000 | 4  | 0,000  | 14,500 | 5  | 21,800 | 20,500 | 6  | 22,820 | 19,900 |
| 7  | 23,000 | 19,900 | 8  | 22,730 | 19,000 | 9  | 22,710 | 18,800 | 10 | 23,110 | 19,500 | 11 | 23,510 | 19,500 | 12 | 23,230 | 19,000 |
| 13 | 23,500 | 19,000 | 14 | 23,500 | 18,800 | 15 | 23,290 | 18,800 | 16 | 23,350 | 18,550 | 17 | 23,520 | 18,550 | 18 | 23,810 | 17,000 |
| 19 | 25,094 | 15,922 | 20 | 27,776 | 15,674 | 21 | 26,370 | 16,640 | 22 | 27,000 | 16,640 | 23 | 27,410 | 16,900 | 24 | 30,090 | 16,000 |
| 25 | 50,000 | 16,000 | 26 | 50,000 | 14,500 | 27 | 18,000 | 20,500 | 30 | 29,685 | 15,184 | 33 | 28,379 | 15,159 |    |        |        |

## 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  | 5       | 6       | 3  | 6       | 7       | 4  | 7       | 10      | 5  | 10      | 11      | 6  | 6       | 8       | 7  | 8       | 9       | 8  | 9       | 15      |
| 9  | 10      | 12      | 10 | 12      | 13      | 11 | 13      | 14      | 12 | 14      | 15      | 13 | 15      | 16      | 14 | 16      | 18      | 15 | 18      | 19      |
| 16 | 11      | 23      | 17 | 16      | 17      | 18 | 17      | 21      | 19 | 21      | 22      | 20 | 22      | 23      | 21 | 19      | 20      | 23 | 23      | 24      |
| 24 | 24      | 25      | 25 | 2       | 8       | 26 | 3       | 18      | 27 | 4       | 26      | 28 | 1       | 27      | 29 | 5       | 27      | 30 | 12      | 15      |
| 33 | 30      | 24      | 35 | 33      | 30      | 36 | 33      | 20      |    |         |         |    |         |         |    |         |         |    |         |         |

## Surcharges réparties

|   | Nom | X gauche | Y gauche | q gauche | X droite | Y droite | q droite | Ang/horizontale |
|---|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 1 | Sr1 | 18,800   | 20,500   | 5,0      | 21,800   | 20,500   | 5,0      | 90,00           |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:19:08  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RD - Lot 2 - P7.2

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Service

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

|    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent    |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent    |    | Point 1 | Point 2 | Sol sous-jacent    |
|----|---------|---------|--------------------|----|---------|---------|--------------------|----|---------|---------|--------------------|
| 2  | 5       | 6       | Remblais           | 3  | 6       | 7       | Perré              | 4  | 7       | 10      | Perré              |
| 5  | 10      | 11      | Enrochement        | 6  | 6       | 8       | Perré              | 7  | 8       | 9       | Perré              |
| 8  | 9       | 15      | Argiles sableuses  | 9  | 10      | 12      | Perré              | 10 | 12      | 13      | Perré              |
| 11 | 13      | 14      | Enrochement        | 12 | 14      | 15      | Enrochement        | 13 | 15      | 16      | Argiles sableuses  |
| 14 | 16      | 18      | Argiles sableuses  | 15 | 18      | 19      | Graves sableuses   | 16 | 11      | 23      | Enrochement        |
| 17 | 16      | 17      | Remblais graveleux | 18 | 17      | 21      | Remblais graveleux | 19 | 21      | 22      | Remblais graveleux |
| 20 | 22      | 23      | Remblais graveleux | 21 | 19      | 20      | Graves sableuses   | 23 | 23      | 24      | Remblais graveleux |
| 24 | 24      | 25      | Graves sableuses   | 25 | 2       | 8       | Argiles sableuses  | 26 | 3       | 18      | Graves sableuses   |
| 27 | 4       | 26      | Sables             | 28 | 1       | 27      | Remblais           | 29 | 5       | 27      | Remblais           |
| 33 | 30      | 24      | Graves sableuses   | 35 | 33      | 30      | Graves sableuses   | 36 | 33      | 20      | Graves sableuses   |

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr1

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

|   | X     | Y      | Angle |   | X      | Y      | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle | X | Y | Angle |
|---|-------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | 0,000 | 19,500 | 0,00  | 2 | 50,000 | 19,500 | 0,00  |   |   |       |   |   |       |   |   |       |

Nappe extérieure

|   | X     | Y      |   | X      | Y      | X | Y | X | Y | X | Y |
|---|-------|--------|---|--------|--------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,000 | 19,500 | 2 | 50,000 | 19,500 |   |   |   |   |   |   |



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 15 déc. 2017 17:19:09  
Calcul réalisé par : FONDASOL  
Projet : ENR RD - Lot 2 - P7.2



# Données de la situation 1

Nom de la phase : Service

Nom de la situation : Situation 1

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : EC7 - Approche 3

## 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       | $\Gamma_{\phi}$          | 1,250       | $\Gamma_{c'}$            | 1,250       | $\Gamma_{cu}$        | 1,400       |
| $\Gamma_Q$     | 1,300       | $\Gamma_{qsl,clou,ab}$ | 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 automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,500

Abscisse émergence limite aval : 29,125

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 31,190; Y= 15,672

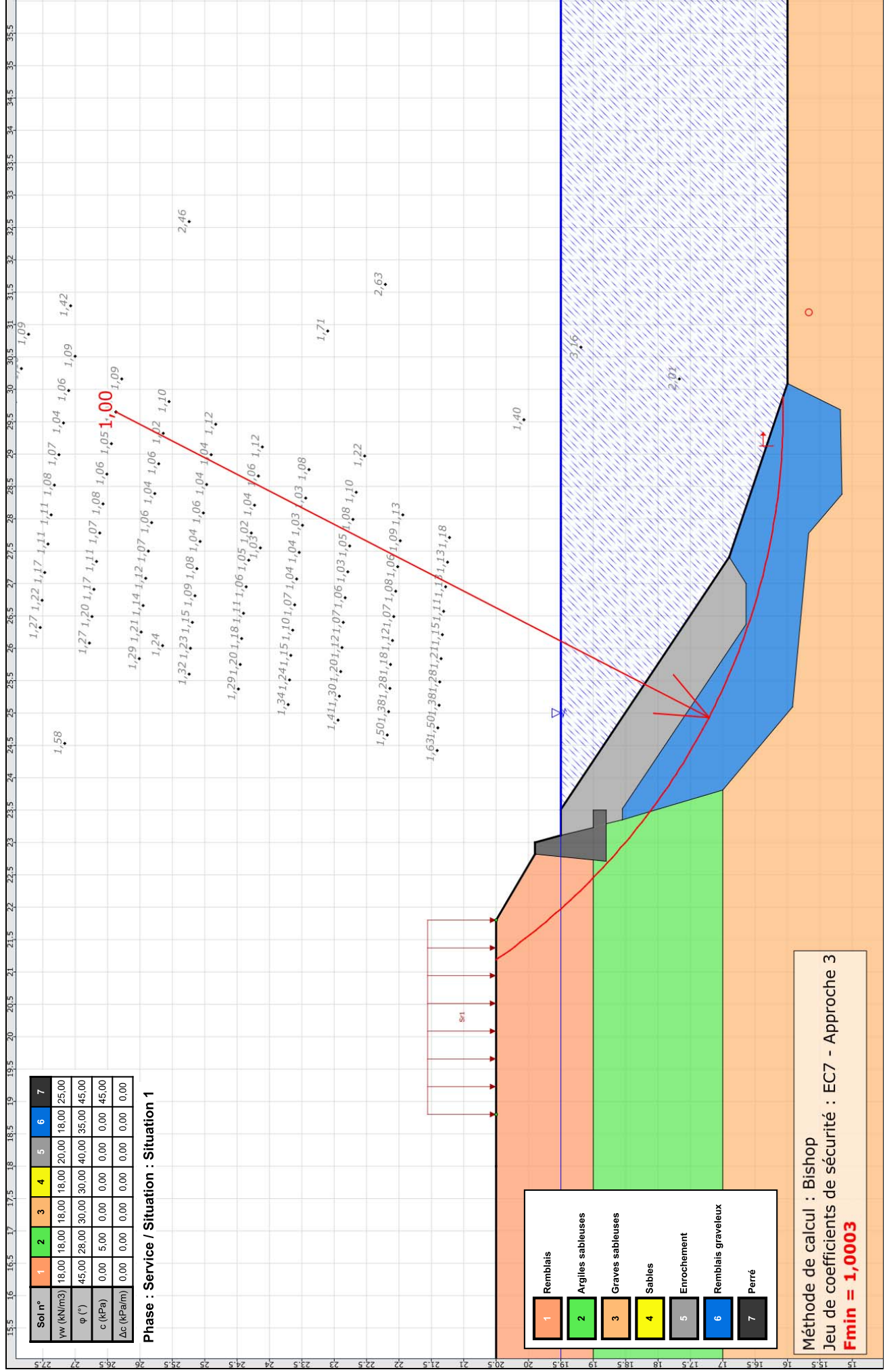
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0003

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 393; X0= 29,65; Y0= 26,37; R= 10,30





**fondasol**

TERRITOIRE(S) D'EXIGENCE

[www.fondasol.fr](http://www.fondasol.fr)