



**Montpellier  
Méditerranée  
Métropole**



## **Aménagements sur le Rieumassel – Commune de Grabels – Action 7.4 du PAPI**

### **Conformité du barrage de l'arbre blanc à l'arrêté technique barrages du 6 août 2018**



**Rapport n°A110808/version C– octobre 2021**

Projet suivi par Lise MOUCHE – 06 10 79 24 92 – [lise.mouche@anteagroup.com](mailto:lise.mouche@anteagroup.com)

## Fiche signalétique

### Aménagements sur le Rieumassel – Commune de Grabels – Action 7.4 du PAPI

Conformité du barrage de l'arbre blanc à l'arrêté technique barrages du 6 août 2018

CLIENT	SITE
Montpellier Méditerranée Métropole	Grabels
50, place Zeus CS 39556 34961 MONTPELLIER Cedex 2	
Vivien NGUYEN VAN Chargé de mission GEMAPI Tél 04.67.13.97.11 / 06.12.75.37.79 Mail v.nguyenvan@montpellier3m.fr	

### RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet	Lise MOUCHE
Interlocuteur commercial	Lise MOUCHE / Nicolas DU BOISBERRANGER
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation d'Aubagne 04.42.08.70.70 secretariat.marseille-fr@anteagroup.com
Rapport n°	110808 A
Version n°	version C
Votre commande et date	
Projet n°	LROP180077

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	ARRIGHI Claire Emilie Cazes	Ingénieure de projets	octobre 2021	
Approbation	MOUCHE Lise	Supérieur / Sachant	octobre 2021	

## Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
<b>A</b>	Mai 2021			Version initiale
<b>B</b>	Mai 2021			Intégration de l'étude sismique
<b>C</b>	octobre 2021			Reprise suite aux remarques des services instructeurs du 21 juillet 2021

# Sommaire

1. Contexte et présentation .....	7
1.1. Contexte .....	7
1.2. Description du barrage de l'arbre blanc.....	8
1.2.1. Présentation générale de l'ouvrage .....	8
1.2.2. Hauteur, volume et classe.....	9
1.2.3. Constitution.....	9
2. Justifications des niveaux caractéristiques du barrage .....	11
2.1. Situation de crues de référence .....	11
2.2. Justification de la revanche au vent .....	12
2.2.1. Données d'entrée.....	12
2.2.2. Méthode d'estimation de la revanche .....	12
2.2.3. Résultats.....	14
3. Stabilité de l'ouvrage .....	15
3.1. Objectifs et nature de la mission Antea Group .....	15
3.2. Méthodologie générale .....	15
3.2.1. Définition des hypothèses.....	15
3.2.2. Profil d'étude .....	15
3.2.3. Situations de Projet « hydrauliques » .....	18
3.2.4. Régime de crue du Rieumassel, mode de calcul et logiciels associés .....	18
3.2.5. Sollicitations sismiques .....	18
3.2.6. Structuration générale des résultats.....	18
3.3. Profils, situations de projet et méthodes de calcul.....	19
3.3.1. Profil de calcul .....	19
3.3.2. Situations de projet.....	19
3.3.3. Crue de référence .....	20
3.3.4. Méthodes de calcul .....	20
3.3.5. Coefficients partiels .....	21
3.4. Hypothèses .....	21
3.4.1. Surcharge d'entretien .....	21
3.4.2. Perméabilités et caractéristiques mécaniques des sols.....	21
3.4.3. Conditions aux limites hydrauliques .....	22
3.4.4. Sollicitations sismiques / liquéfaction .....	22
3.4.5. Formation et poussée de la glace .....	23
3.5. Résultats .....	23



---

3.5.1.	Stabilité au grand glissement .....	23
3.5.2.	Stabilité hydraulique .....	24
3.5.3.	Tassement sous le barrage en situation normale d'exploitation .....	24
3.5.4.	Stabilité au soulèvement.....	24
3.5.5.	Stabilité au glissement .....	25
3.5.6.	Conclusions .....	25
3.6.	Justification du déversoir, résistance à l'érosion externe .....	26
3.6.1.	Dimensionnement du déversoir et du coursier .....	27
3.6.2.	Dimensionnement du bassin de dissipation .....	27

## Table des figures

Figure 1 : Localisation du barrage de l'Arbre Blanc sur fond cartographique SCAN25 .....	7
Figure 2 : Vue en plan du barrage (sans échelle) .....	8
Figure 3 : Profil type de l'ouvrage envisagé hors déversoir .....	10
Figure 4 : Localisation du profil de calcul – Vue en plan .....	16
Figure 5 : Localisation du profil de calcul – Coupe .....	17
Figure 6 : Profil de calcul étudié .....	19
Figure 7 : Coupe type du déversoir, du coursier en gradins et du bassin de dissipation .....	26
Figure 8 : Ligne d'eau sur le déversoir, le coursier et le bassin de dissipation pour une crue extrême .....	28

## Table des tableaux

Tableau 1 : Situations de crue de référence .....	11
Tableau 2 : Données d'entrée .....	12
Tableau 3 : Coefficient de majoration sur le vent (source : Guide CFBR) .....	13
Tableau 4 : Valeurs du déferlement relatif $R/H_d$ sur un parement lisse (source : Guide CFBR) .....	14
Tableau 5 : Application de la méthode de calcul de la revanche au vent selon guide CFBR .....	14
Tableau 6 : Situation hydrauliques considérées dans le cadre des calculs de stabilité .....	20
Tableau 7 : Coefficients partiels et de modèle selon l'approche réglementaire CFBR .....	21
Tableau 8 : Hypothèses de sols retenues .....	22
Tableau 9 : Conditions aux limites du modèle en régime transitoire .....	22
Tableau 10 : Stabilité au grand glissement - Résultats .....	23
Tableau 11 : Stabilité hydraulique – Résultats .....	24
Tableau 12 : Dimensionnement hydraulique du coursier .....	27
Tableau 13 : Dimensionnement hydraulique du bassin de dissipation .....	28

## Table des annexes

Annexe I :	Limnigrammes
Annexe II :	Résultats SEEP en transitoire
Annexe III :	Données et résultats graphiques TALREN
Annexe IV :	Données et résultats graphiques du calcul de tassement (TASSELDO)

# 1. Contexte et présentation

## 1.1. Contexte

Suite aux importantes inondations connues en octobre 2014 sur la commune de Grabels (dont l'occurrence est estimée supérieure à 100 ans), Montpellier Méditerranée Métropole a lancé un programme d'aménagement visant à atteindre un niveau de protection correspondant à une crue de période de retour 30 à 100 ans selon les secteurs. Ce programme d'aménagement a été retenu à l'issu d'une analyse coût / bénéfice et inscrit dans l'avenant 2 du PAPI du Lez.

Les travaux retenus pour répondre à ces objectifs de protection contre les inondations sont les suivants :

- Agrandissement du bassin G de façon à porter son volume à 160 000 m<sup>3</sup>. Le volume actuel de la retenue est de 27 500 m<sup>3</sup>.
- Suppression de 6 goulets d'étranglement identifiés sur le Rieumassel en aval du bassin G, entre la confluence avec le Redonnel à l'amont et le pont des écoles à l'aval,
- Construction d'un merlon à la confluence entre le Rieumassel et le Redonnel pour réduire les inondations du quartier du plein soleil,
- Reprise du pont des écoles (élargissement de + 8 m).

Dans le cadre du premier item, la reconstruction du barrage de l'Arbre Blanc est donc nécessaire. Cet ouvrage, de classe C, est localisé au nord de la commune de Grabels.

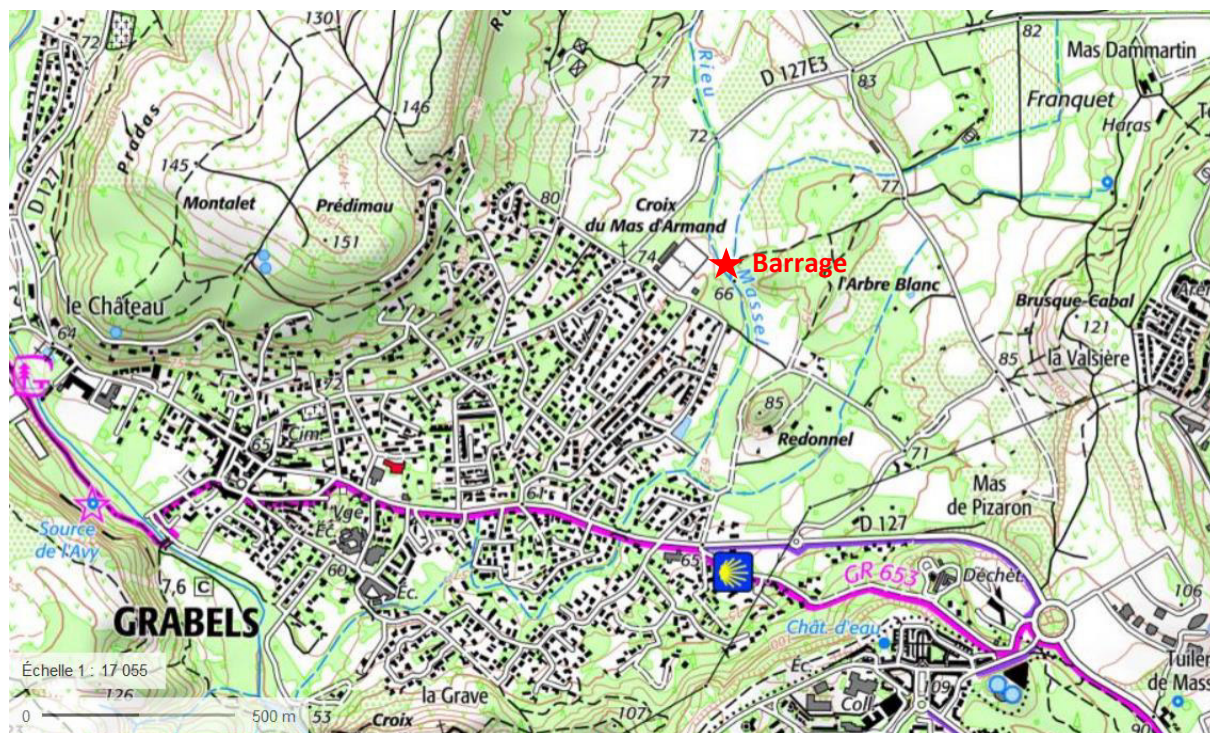


Figure 1 : Localisation du barrage de l'Arbre Blanc sur fond cartographique SCAN25

Ce rapport, annexé au rapport d'AVP, vient compléter et justifier le dimensionnement du barrage de classe C. Il vise à démontrer la conformité du barrage aux prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages de l'arrêté du 6 août 2018, en particulier :

- La justification des niveaux caractéristiques, intégrant notamment le calcul de la revanche au vent,
- La justification de la stabilité du barrage pour les différentes situations requises.

Le barrage actuel étant intégralement reconstruit, le projet se place dans la configuration d'un barrage « créé » et les justifications sont donc présentées en référence aux annexes I et II de l'arrêté du 6 août 2018.

## 1.2. Description du barrage de l'arbre blanc

### 1.2.1. Présentation générale de l'ouvrage

Le barrage de l'Arbre Blanc sera un barrage en remblai, muni d'un dalot de fuite et d'un déversoir de sécurité en gradins.

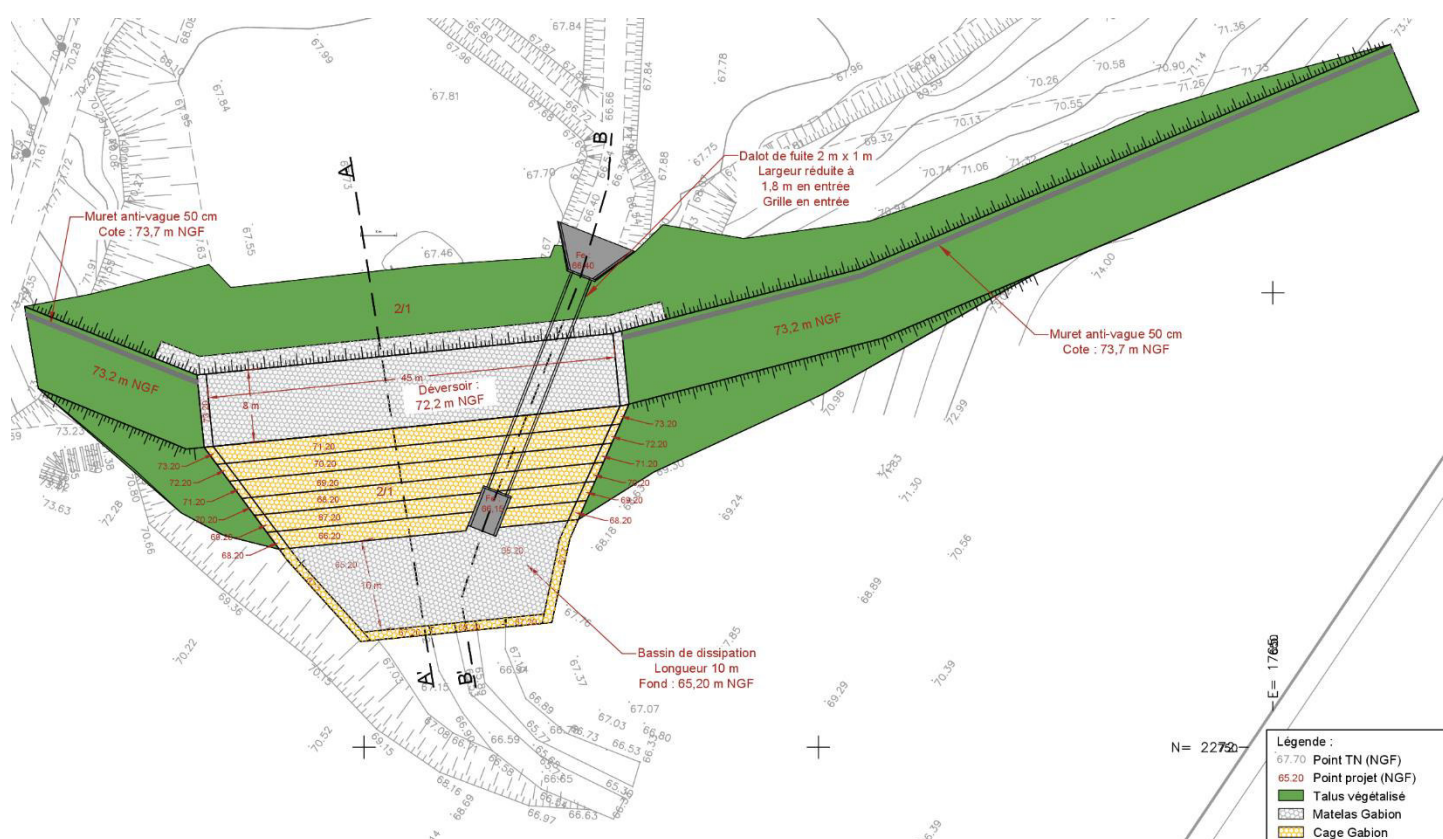


Figure 2 : Vue en plan du barrage (sans échelle)



### 1.2.2. Hauteur, volume et classe

Le barrage existant va être démoli et entièrement reconstruit dans l'objectif d'en augmenter sa capacité.

L'aménagement hydraulique qui sera créé présentera les caractéristiques suivantes :

- Hauteur du barrage : 5,7 m
- Volume stocké :

	Niveau mNGF	Volume stocké
Fond de bassin :	67,5 m NGF	-
Q100	71,95 m NGF	128 300 m <sup>3</sup>
Retenue normale - Déversoir ;	72,2 m NGF	160 000 m <sup>3</sup>
NPHE (Q1000) :	72,64 m NGF	213 350 m <sup>3</sup>
Crête :	73,20 m NGF	306 400 m <sup>3</sup>

Au titre de l'arrêté du 17 mars 2017 précisant les modalités de détermination de la hauteur et du volume des barrages, pour un barrage conçu pour que la retenue ne soit qu'exceptionnellement remplie à l'occasion de crues importantes, le volume à prendre en compte est celui associé à un niveau de remplissage atteignant la cote correspondant au niveau de protection, c'est-à-dire la cote en dessous de laquelle les enjeux aval sont protégés au niveau de protection vis-à-vis d'une crue calculée à partir de la capacité des pertuis, du laminage par la retenue et du débit non dommageable à l'aval.

**Le niveau de protection retenu étant celui de la retenue normale, le volume « réglementaire » du barrage est donc de 160 000 m<sup>3</sup>.**

**Le barrage de l'Arbre blanc présente les caractéristiques de la classe C (b) :**

- i)  $H > 2$  ;
- ii)  $V > 0,05$  ;
- iii) Il existe une ou plusieurs habitations à l'aval du barrage, jusqu'à une distance par rapport à celui-ci de 400 mètres.

### 1.2.3. Constitution

Le barrage sera en remblai zoné, composé des éléments suivants :

- Noyau argileux étanche en zone centrale avec une clé d'étanchéité encastrée dans le substratum calcaire, pour assurer la fonction d'étanchéité de l'ouvrage ;
- Recharges à l'amont et à l'aval en matériaux plus grossiers ;
- Couches respectant les conditions de filtre entre le noyau argileux et les recharges, et entre le remblai d'apport et le terrain naturel ;
- Drain filtre mis en place à l'aval pour l'évacuation des eaux ;
- Protection du parement amont vis-à-vis de l'érosion externe (effet de vagues notamment), par un matelas Réno.

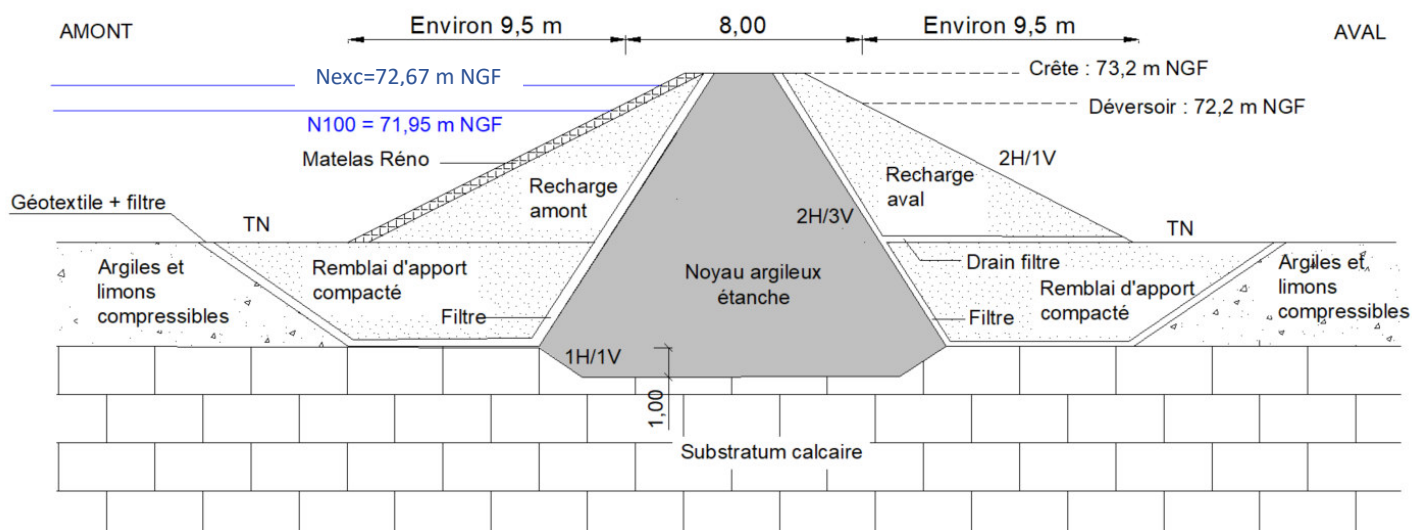


Figure 3 : Profil type de l'ouvrage envisagé hors déversoir

Le profil type du barrage prévoit :

- des pentes amont et aval de 2H pour 1V,
- une clé d'étanchéité d'une largeur minimale de 3 m à la base, des pentes de l'ordre de 1H pour 1V, et une profondeur moyenne de 1 m par rapport au toit du substratum,
- un ouvrage de fuite constitué d'un dalot unique afin de minimiser le risque d'embâcle ( $L=1,8 \text{ m}$  x  $H=1 \text{ m}$ ).

Après déconstruction de la digue existante, la solution retenue en termes d'exécution, et la plus sûre en termes de résultats, est la substitution des matériaux compressibles identifiés en sous-sol par des matériaux d'apport : les terrains compressibles seront à purger jusqu'au toit du substratum calcaire. Dans la pratique, les terrassements seront adaptés en fonction du niveau d'altération des bancs calcaires.

## 2. Justifications des niveaux caractéristiques du barrage

### 2.1. Situation de crues de référence

Au titre de l'arrêté technique barrage du 6 août 2018, plusieurs situations de crue doivent être étudiées :

- **Situation normale d'exploitation :**

Elle est définie par l'Annexe 1 / chapitre II. Selon l'item 8, « pour les barrages dont la fonction principale est l'écrêtement des crues, et à ce titre constitutifs ou partie prenante à un aménagement hydraulique au sens de l'article R. 562-18 du code de l'environnement, les situations normales d'exploitation sont déterminées de manière à couvrir tous les niveaux possibles de remplissage, y compris celui correspondant au niveau de protection de l'aménagement hydraulique (au sens de l'article R. 214-119-1 du code de l'environnement), la crue maximale pouvant être stockée étant déterminée en tenant compte de la capacité du pertuis de fond et du laminage par la retenue. »

Le niveau de retenue normale est fixé à la cote du déversoir de façon à couvrir tous les niveaux possibles de remplissage. La situation normale correspond donc à un niveau d'eau de 72,20 m NGF en prenant en compte le laminage par la retenue et la débitance de l'ouvrage de fuite en fonctionnement normal (sans embâcle).

- **Situation lors de crues exceptionnelles :**

Elle est définie par l'Annexe 1 / chapitre III. Selon l'item 11, la période de retour de la crue exceptionnelle correspondant à la cote des PHE est supérieure ou égale à 1000 ans pour un barrage en remblai de classe C.

Pour une crue de période de retour 1000 ans, le niveau atteint est de 72,64 m NGF en prenant en compte le laminage par la retenue et la débitance de l'ouvrage de fuite en fonctionnement normal (sans embâcle).

- **Situation extrême de crue :**

Elle est définie par l'Annexe 2 / chapitre VIII. Selon l'item 34, la cote de danger n'est pas atteinte, chaque année, avec une probabilité supérieure ou égale à  $10^{-4}$  pour un barrage de classe C.

Pour une crue de période de retour 10 000 ans, le niveau atteint est de 72,94 m NGF en prenant en compte le laminage par la retenue et la débitance de l'ouvrage de fuite en fonctionnement normal (sans embâcle).

Le tableau ci-dessous récapitule les situations de crue de référence pour le barrage de Grabels, barrage en remblai de classe C.

Situation	Période de retour de l'événement	Niveau dans la retenue
Situation normale d'exploitation	Env. 170 ans	72,20 m NGF
Situation lors de crues exceptionnelles	1 000 ans	72,64 m NGF
Situation extrême de crue	10 000 ans	72,94 m NGF

Tableau 1 : Situations de crue de référence



## 2.2. Justification de la revanche au vent

Le présent paragraphe justifie la revanche au vent du barrage selon les dispositions de l'item 27 de l'annexe I.

La revanche doit permettre de contenir les niveaux d'eau attendus dans la plus défavorable des deux situations suivantes :

- un vent de période de retour 50 ans soufflant sur une retenue à la cote des PHE ;
- un vent de période de retour 1 000 ans soufflant sur une retenue à la cote de retenue normale RN.

Le calcul des effets du vent est réalisé selon le document du CFBR « Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai – Annexe 6 : Détermination des sollicitations dues au vent, aux courants naturels et aux bateaux ».

### 2.2.1. Données d'entrée

Le tableau ci-dessous précise les données d'entrée nécessaire au calcul de l'effet du vent.

	Niveau d'eau dans la retenue (m NGF)	Valeur du vent (m/s)	Longueur du fetch (m)	Nature du talus amont
<b>Cas 1 : PHE + vent 50 ans</b>	72,64	26	450	Pente 2H/1V Talus rugueux (gabions)
<b>Cas 2 : RN + vent 1000 ans</b>	72,20	31,2	350	

Tableau 2 : Données d'entrée

La valeur de vent retenue a été définie par application de la norme NF en 1991-1-4. Selon cette norme, le vent de période de retour 50 ans dans le département de l'Hérault est de 26 m/s.

Conformément au guide CFBR, la valeur retenue pour une période de retour de 1000 ans est prise égale à 1,2 fois celle pour 50 ans, soit 31,2 m/s.

### 2.2.2. Méthode d'estimation de la revanche

On estime ici la hauteur de vague significative, c'est-à-dire la hauteur moyenne du tiers supérieur de toutes les vagues du spectre. Dans le cas de conditions d'eau profonde, il est proposé d'utiliser la formule de Smith et al. (1991) :

$$H_s = 0.00048 * \hat{U}_a * \sqrt{F}$$

Avec :

- $H_s$  : la hauteur spécifique des vagues en m
- $F$  : la longueur du Fetch de la retenue en m
- $\hat{U}_a$  : la vitesse efficace ajustée du vent à 10 m du sol en m/s, soit :

$$\hat{U}_a = U_a * \cos \theta$$

Avec  $\theta$  l'angle entre la direction du vent et des vagues et :

$$U_a = U * \sqrt{0.75 + 0.067 * U}$$

U étant la vitesse moyenne du vent à 10 m du sol au-dessus de la surface de l'eau pour une période de retour donnée. N'ayant pas d'information sur la direction des vents, on considère ici que :

$$\hat{U}_a = U_a$$

La formule de Smith et al. (1911) fait intervenir le vent à la surface de l'eau. Les données de vent provenant de stations terrestres, une correction est établie par un coefficient de majoration (Saville et al. 1962).

	F = 100 m	F = 500 m	F = 1000 m
Correction de majoration	1,01	1,06	1,1

Tableau 3 : Coefficient de majoration sur le vent (source : Guide CFBR)

Dans le cadre du projet, le coefficient de majoration est calculé pour le fetch mesuré pour les différents niveaux caractéristiques de la retenue par interpolation linéaire entre les valeurs fournies par le tableau ci-dessus.

Une seconde correction est à apporter à cette formule pour obtenir la hauteur de vague maximale compte tenu de la longueur du fetch. Pour cela, il est nécessaire d'estimer la durée minimale du vent ( $t_{min}$ ) nécessaire à la formation des vagues. Elle correspond à la durée à partir de laquelle les hauteurs des vagues sont limitées du fait de la longueur du fetch.

Ainsi, on a :

$$t_{min} = \frac{27 * F^{0.72}}{\hat{U}_a^{0.44}}$$

$$\frac{U_{t_{min}}}{U_{3600}} = 1.277 + 0.296 * \tanh(0.9 * \log \frac{45}{t_{min}})$$

Cette dernière formule étant valable pour  $t_{min} < 3600$  s.

Un calcul itératif permet de déterminer  $U_a$  correspondant à la donnée du vent mesurée au sol, puis la hauteur de vague significative  $H_s$ .

La hauteur de vague de projet est estimée par rapport à la vague significative. Le parement aval du barrage étant enherbé ou protégé, on peut tolérer que 5 % des vagues atteignent la crête et donc retenir :

$$H_d = 1,25 H_s$$

On calcule ensuite la hauteur de déferlement (Run-up), notée R, qui est la différence de hauteur verticale entre le niveau maximal atteint par le déferlement de la vague sur le talus et le niveau du

plan d'eau. Le déferlement relatif de la vague ( $R/H_d$ ) est fonction de la pente du talus et de la valeur de  $H_d/L$ ,  $L$  étant la longueur d'onde des vagues.

$$L = 1,56 T^2 \quad \text{et} \quad T = 0,0716.F^{0.28}.U_a^{0.44}$$

Pente du talus amont	1/3	1/2,5	1/2
<b>Hd/L = 0,1</b>	1,15	1,4	1,9
<b>Hd/L = 0,08</b>	1,37	1,64	2,0
<b>Hd/L = 0,07</b>	1,49	1,73	2,0

**Tableau 4 : Valeurs du déferlement relatif  $R/H_d$  sur un parement lisse (source : Guide CFBR)**

Nota : les valeurs retenues dans le cadre du projet sont obtenues par interpolation linéaire des données présentées dans le tableau ci-dessus.

Une correction peut être apportée dans le cas d'un parement amont rugueux, à savoir appliquer un coefficient de 0,6 sur la valeur retenue pour un parement lisse.

Enfin, le guide CFBR préconise l'application d'un coefficient de 1,4 dans le cas d'une pente de talus de 1V/2H.

### 2.2.3. Résultats

Le tableau ci-dessous présentent les résultats obtenus en détaillant les différentes étapes du calcul.

	Ua (suite à calcul itératif) (m/s)	Hs	Hd	Hd/L	R pour parement rugueux	Revanche finale	Niveau maximum à considérer
<b>Cas 1 : PHE + vent 50 ans</b>	48,4	0,49	0,62	0,083	0,73	1,03	73,67
<b>Cas 2 : RN + vent 1000 ans</b>	62,7	0,56	0,70	0,087	0,83	1,16	73,36

**Tableau 5 : Application de la méthode de calcul de la revanche au vent selon guide CFBR**

L'application de la méthode de calcul de la revanche au vent selon le guide CFBR conduit à retenir la situation la plus préjudiciable, soit le cas n°1 (vent de période de retour 50 ans soufflant un niveau PHE), se traduisant par un niveau maximum des vagues à 73,67 m NGF.

**La crête du barrage étant établie à la cote 73,20 m NGF, un muret anti-vague de 50 cm est prévue en crête de barrage, permettant d'assurer une revanche jusqu'à la cote 73,70 m NGF.**

## 3. Stabilité de l'ouvrage

### 3.1. Objectifs et nature de la mission Antea Group

Dans le cadre des aménagements de protection contre les inondations du Rieumassel à Grabels, la présente note a pour objectif de préciser la stabilité du nouveau barrage à construire dans les différentes situations de projet.

Ce chapitre correspond à une mission type G2-AVP au sens des missions géotechniques normalisées (NFP 94-500 de novembre 2013).

Les points suivants sont traités :

- tassement sous le barrage en situation d'exploitation ;
- stabilité au glissement des talus ;
- stabilité hydraulique à partir de la valeur du gradient hydraulique critique en pied aval du barrage ;
- stabilité au soulèvement du noyau argileux ;
- stabilité au glissement de la fondation.

### 3.2. Méthodologie générale

Elle est basée sur la réalisation de calculs de stabilité au droit d'un profil caractéristique du nouveau barrage, dont l'objectif principal est de préciser le risque de glissement et ses conséquences.

#### 3.2.1. Définition des hypothèses

La première étape consiste à fixer les paramètres géotechniques et de perméabilité des sols au regard des documents AVP et des caractéristiques des matériaux à mettre en place.

**Cette étape est basée sur l'analyse géotechnique réalisée dans le rapport d'AVP du projet.**

#### 3.2.2. Profil d'étude

La problématique du risque de glissement est appréhendée à partir du profil le plus critique vis-à-vis des conditions de stabilité, là où le barrage est le plus haut (voir figures suivantes).

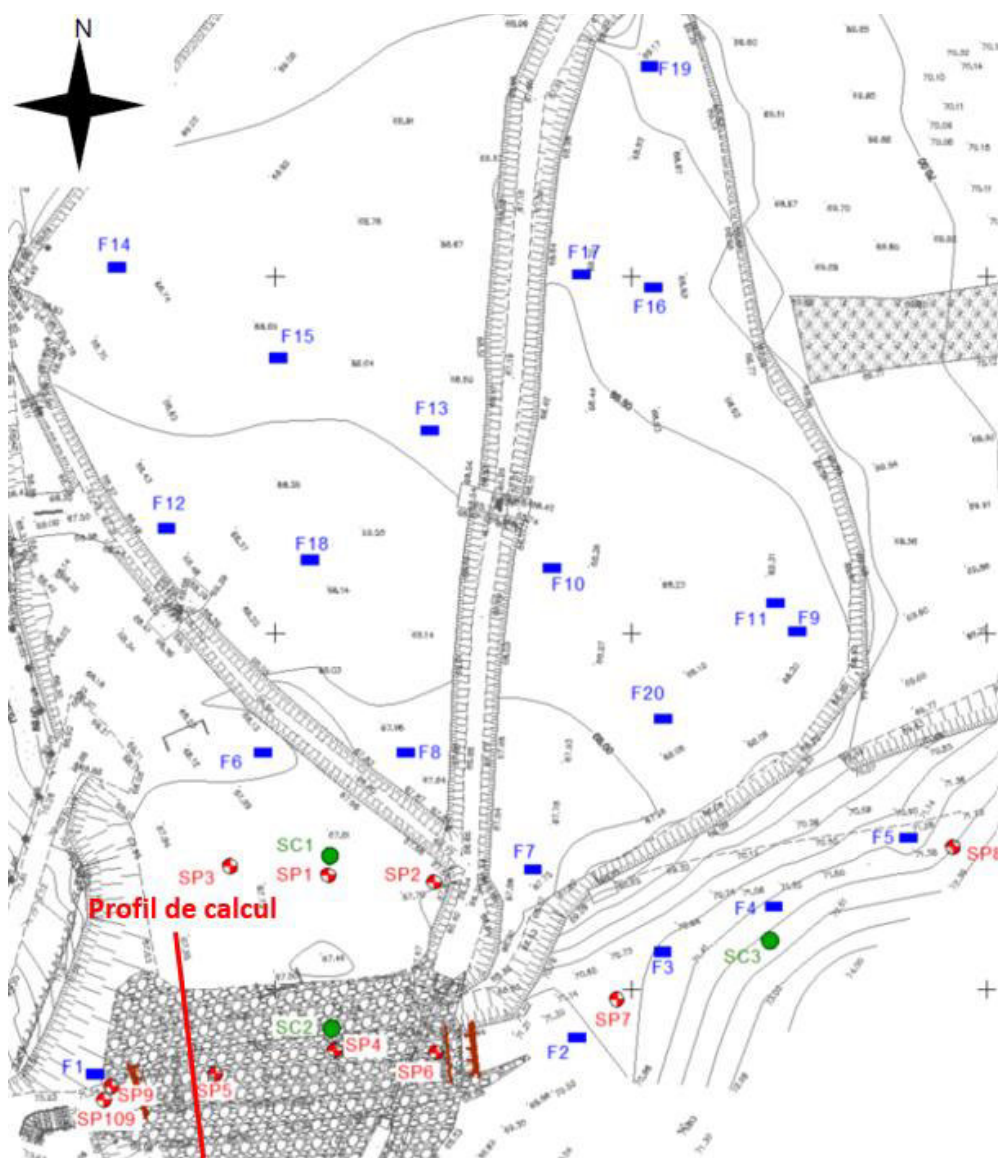


Figure 4 : Localisation du profil de calcul – Vue en plan

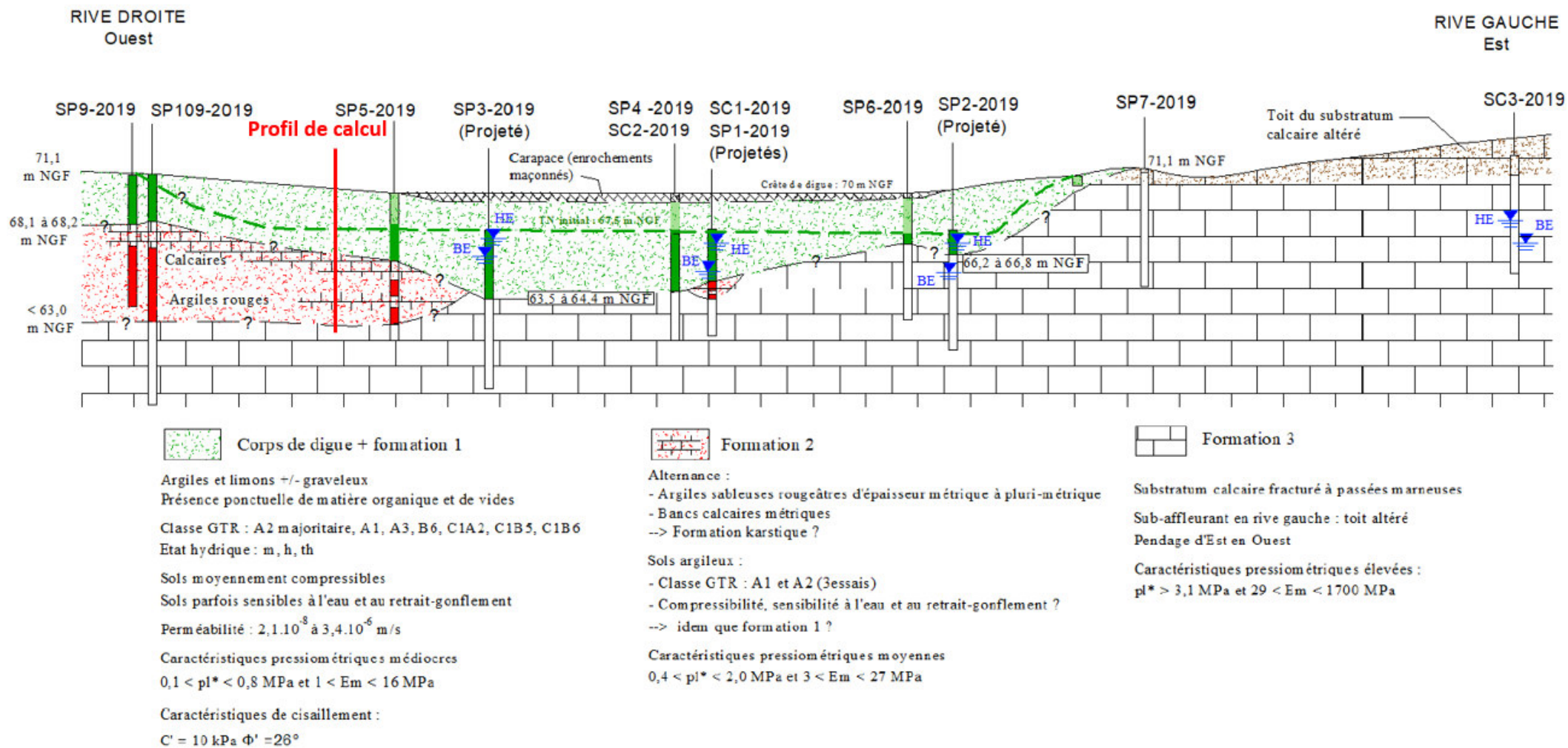


Figure 5 : Localisation du profil de calcul – Coupe



Le modèle fournit, via le cercle de rupture le plus critique (en rouge dans les annexes TALREN), la géométrie résultante après un éventuel glissement, permettant notamment de visualiser si la totalité de la largeur du barrage est impactée.

### **3.2.3. Situations de Projet « hydrauliques »**

Les règles les plus récentes relatives à la sécurité des barrages sont données par l'arrêté du 6 août 2018.

Les situations de projet « hydrauliques » à prendre en compte sont : cas rare de crue, , cas exceptionnel, cas extrême et décrue (vidange rapide).

### **3.2.4. Régime de crue du Rieumassel, mode de calcul et logiciels associés**

Compte tenu du régime de crue du Rieumassel (crues « éclairs »), les calculs en crue/décru sont réalisés en régime transitoire avec le logiciel SEEP. Ces calculs permettent de préciser les conditions de saturation du corps de barrage à tout moment de l'épisode de crue. Les lignes de saturation sont ensuite introduites dans TALREN v5, qui permet d'étudier les glissements possibles.

### **3.2.5. Sollicitations sismiques**

Les sollicitations sismiques seront incluses dans le calcul de stabilité générale au glissement, conformément à l'arrêté du 6 Août 2018, article 37.

### **3.2.6. Structuration générale des résultats**

Seuls les résultats synthétiques seront fournis et commentés dans ce rapport. Les détails des calculs sont fournis en annexe.

- les limnigrammes de crue -> Annexe I;
- les résultats SEEP en transitoire -> Annexe II;
- les données et résultats graphiques TALREN : géométrie, caractéristiques de sols... / résultat -> Annexe III ;
- les calculs de tassement en situation normale d'exploitation -> Annexe IV.



### 3.3. Profils, situations de projet et méthodes de calcul

#### 3.3.1. Profil de calcul

Le profil de calcul est illustré par la figure suivante.

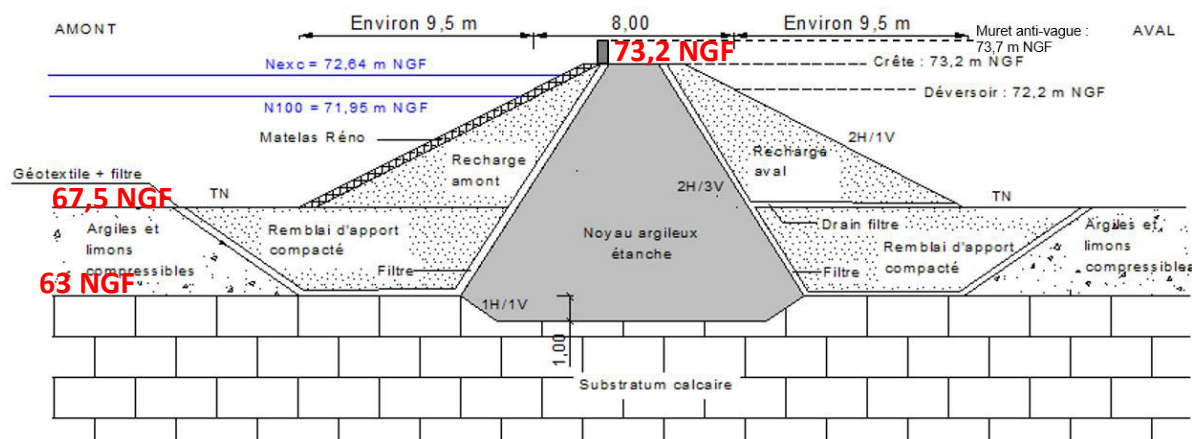


Figure 6 : Profil de calcul étudié

Notons la mise en place d'un drain filtre sous la recharge aval. L'objectif est de contrôler les infiltrations à travers le remblai. Pour un petit barrage, les recommandations CEMAGREF (Petits barrages – Recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi, 2002) sont de réaliser un filtre de 20 cm d'épaisseur minimale dans un matériau granuleux uniforme respectant les critères granulométriques indiqués au chapitre IV, § « Filtres et drains ».

#### 3.3.2. Situations de projet

Les cas de calcul fixés par les recommandations CFBR et l'arrêté du 6 août 2018 sont :

- Situation normale d'exploitation ;
- Cas rare de crue ;
- Cas exceptionnel de crue ;
- Cas extrême de crue ;
- Vidange rapide ;
- Situation extrême sismique.

Le cas de vidange rapide (depuis le niveau RN : 72.20 NGF, depuis le NPHE : 72.64 NGF et depuis le niveau Q10000a cote de danger : 72.94 NGF) est couvert par l'étude de la décrue respectivement en situation rare de crue, en situation exceptionnelle de crue et en situation extrême. Selon l'ATB art.12, le barrage n'est pas réputé subir un séisme dans une situation de crue (rare ou extrême).

Situations	Plan d'eau	Niveau de nappe max
Situation normale d'exploitation	Niveau permanent	Pertuis de fond : 66.40 NGF
Crue / décrue (Situation Rare de Crue)	Pic de crue	RN : 72.64 NGF
Crue / décrue (Situation Rare de Crue)	Décrue vidange rapide	
Crue / décrue (Situation Exceptionnelle de Crue)	Pic de crue	NPHE : 72.64 NGF
Crue / décrue (Situation Exceptionnelle de Crue)	Décrue vidange rapide	
Crue / décrue (Situation Extrême)	Pic de crue	Q10000 : 72.94 NGF
Crue / décrue (Situation Extrême)	Décrue vidange rapide	
Sismique (Situation Extrême)	Niveau permanent	66.45 NGF au droit du barrage 67.50 NGF hors barrage

**Tableau 6 : Situation hydrauliques considérées dans le cadre des calculs de stabilité**

Pour chaque situation ont été utilisés les limnigrammes fournis en Annexe I.

### 3.3.3. Crue de référence

Les limnigrammes retenus pour modéliser la saturation du corps de digue pendant un épisode de crue sont issus de la modélisation hydraulique réalisée pour les besoins de l'étude. Le limnigramme atteignant le NPHE (72.64 NGF) correspond au passage d'une crue du Rieumassel de débit de pointe 73 m<sup>3</sup>/s, évènement de période de retour théorique 1000 ans. Le limnigramme à 73.2 NGF correspond au passage d'une crue du Rieumassel de débit de pointe 101 m<sup>3</sup>/s, évènement de période de retour théorique 10 000 ans.

Ces crues ont une durée de 8 h : 3 h de montée / 3 h au pic / 2 h de décrue.

### 3.3.4. Méthodes de calcul

Pour les cas de calcul en crue/décrue, deux étapes de calculs sont nécessaires :

- modélisation des écoulements souterrains à l'aide du logiciel SEEP/W (Géostudio 2019) selon les limnigrammes de crue fournis ;
- importation sous le logiciel TALREN des écoulements souterrains obtenus sous SEEP pour étudier la stabilité des talus.

Le logiciel SEEP/W est un logiciel 2D aux éléments finis. Il analyse les écoulements souterrains et la dissipation des pressions interstitielles dans des matériaux poreux (saturés et insaturés) tels que les sols ou les roches. Les analyses sont réalisées en régime permanent ou en régime transitoire. **Compte tenu du régime de crue du Rieumassel, les calculs ont été menés en transitoire.** Dans les cas de vidange rapide, par exemple, ce sont bien les niveaux d'eau calculés par SEEP au sein de l'ouvrage qui sont ré-introduits dans TALREN. Le logiciel SEEP fournit également les gradients verticaux maximums (localisation et intensité).

Le logiciel TALREN repose sur une schématisation bidimensionnelle du problème. La méthode de Bishop modifiée a été utilisée pour les ruptures de type circulaire. Elle permet d'analyser la stabilité

des talus à la rupture, le long des surfaces de glissement potentielles. Dans le logiciel, le glissement est par défaut recherché de la gauche vers la droite. Aussi la coupe de calcul est-elle retournée pour les cas de décrue, dans lesquels les cercles recherchés se situent du côté amont.

Enfin, les estimations des tassements sous le barrage en situation normale d'exploitation ont été réalisées selon la méthode élastique 3D, à l'aide du module Tasseldo de FoXta, logiciel basé sur des formulations analytiques. La méthode de calcul est basée sur la variation de la contrainte verticale et du tassement vertical dans un massif élastique, homogène et isotrope, soumis à des charges rectangulaires uniformes à la surface du sol.

### 3.3.5. Coefficients partiels

*Cf. Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblai – CFBR, octobre 2015.*

Les résultats sont donnés avec les règles actuelles du CFBR (Comité Français des Barrages Réservoirs), c'est dire avec des jeux de coefficients pondérateurs variables selon les situations de projet. **Dans ce mode de calcul réglementaire pour les barrages, le coefficient de sécurité objectif est de 1 dans tous les cas de figure.**

Selon les règles CFBR, les coefficients partiels et de modèle – ELU stabilité d'ensemble (glissement), sont :

Situation	Coefficient partiel $\gamma_m$ sur $C'$ et $\varphi'$	Coefficient partiel $\gamma_m$ sur le poids volumique	Coefficient de modèle $\gamma_d$
Rare de crue	1,2	1	1,2
Exceptionnelle de crue	1,1	1	1,2
Extrême de crue / sismique	1	1	1,1

Tableau 7 : Coefficients partiels et de modèle selon l'approche réglementaire CFBR

## 3.4. Hypothèses

### 3.4.1. Surcharge d'entretien

Il a été considéré une surcharge d'entretien uniforme de 10 kPa sur toute la largeur de la piste de crête (prise égale à la largeur du noyau argileux).

### 3.4.2. Perméabilités et caractéristiques mécaniques des sols

Les caractéristiques des sols en place (argiles et limons compressibles) sont basées sur la synthèse géotechnique effectuée en AVP.

En revanche, les remblais, le noyau argileux ainsi que le drain filtre et le filtre sont des matériaux d'apport. Les valeurs de perméabilité et de caractéristiques mécaniques ci-dessous seront à considérer comme un objectif minimal pour ces matériaux lors de la construction.

Les hypothèses de sols retenues sont récapitulées dans le tableau suivant :

Matériau	Poids volumique $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Module pressiométrique $E_m$ (MPa)	Caractéristiques de cisaillement		Perméabilité		Coefficient d'anisotropie $K_h/K_v$ (-)
			Cohésion $c'$ (kPa)	Angle de frottement $\phi'$ (°)	Verticale $K_v$ (m/s)	Horizontale $K_h$ (m/s)	
Remblai d'apport (recharge)	19	***	0	35	$1.10^{-5}$	$2.10^{-5}$	2
Remblai d'apport compacté	19	***	2	35	$1.10^{-6}$	$2.10^{-6}$	2
Noyau argileux	19	***	10	25	$5.10^{-8}$	$1.10^{-7}$	2
Drain filtre	*	***	*	*	$1.10^{-2}$	$2.10^{-2}$	2
Filtre	*	***	*	*	$1.10^{-7}$	$2.10^{-7}$	2
Argiles et limons compressibles	19	3	10	26	$2.10^{-8}$	$4.10^{-8}$	2
Substratum calcaire	*	200	*	*	$1.10^{-12**}$	$1.10^{-12**}$	1

**Tableau 8 : Hypothèses de sols retenues**

\*Non requis dans l'analyse de stabilité par Talren

\*\*Substratum imperméable

\*\*\* Non requis pour le calcul de tassement

Le calcul du tassement nécessite d'utiliser le module œdométrique des sols ; celui-ci est donné par la formule de Combarieu :  $E_{oed} = k.E_m/\alpha$ . Pour le substratum calcaire,  $E_{oed} = 2*200/(1/3) = 1200$  MPa.

### 3.4.3. Conditions aux limites hydrauliques

Les conditions aux limites sont les suivantes :

Cas de calcul	Conditions aux limites rivière avant crue	Niveau rivière au pic de crue	Conditions aux limites rivière décrue (niveau en fin de crue)
Situation rare de crue	66.4 NGF (statique)	72.20 NGF (statique)	Jusqu'à 66.4 NGF
Situation exceptionnelle de crue	66.4 NGF (statique)	72.64 NGF (statique)	Jusqu'à 66.4 NGF
Situation extrême de crue	66.4 NGF (statique)	72.94 NGF	Jusqu'à 66.4 NGF

**Tableau 9 : Conditions aux limites du modèle en régime transitoire**

### 3.4.4. Sollicitations sismiques / liquéfaction

Un barrage de classe C créé en zone de sismicité 2 doit être justifié vis-à-vis de l'action sismique.

Conformément à l'article 37 de l'Arrêté Technique Barrage, les sollicitations sismiques sont incluses dans la vérification de la stabilité au glissement.

Les paramètres utilisés sont donnés ci-après :

- Accélération horizontale :  $a_h = 0.9$  (donné dans l'arrêté) ;
- Accélération verticale :  $a_v = 0.8$  (donné dans l'arrêté) ;
- Paramètre de sol :  $S = 1$  (sol de classe A) ;
- Coefficient d'amplification topographique :  $S_T = 1$  (paragraphe 5.2.1.2 des recommandations CFBR pour les barrages en zones sismiques) ;
- $r = 2$  (talus en remblais).

Ainsi, les coefficients sismiques suivants seront retenus dans le calcul :

$$k_h = \frac{a_h}{9.81} \times S \times \frac{S_T}{r} = \frac{0.9}{9.81} \times 1 \times \frac{1}{2} = 0,046$$

$$k_v = \frac{a_v}{9.81} \times S \times \frac{S_T}{r} = \frac{0.8}{9.81} \times 1 \times \frac{1}{2} = 0,041$$

### 3.4.5. Formation et poussée de la glace

Etant donnée la localisation du site en zone méditerranéenne et à une altimétrie moyenne de 68 m NGF, l'ouvrage n'est pas sujet à un risque de formation et poussée de la glace.

## 3.5. Résultats

### 3.5.1. Stabilité au grand glissement

Avec une décomposition des résultats SEEP en pas de temps successifs intermédiaires (fin de crue, fin de pic de crue, milieu de décrue, fin de décrue...), c'est le cas « milieu de décrue » qui apparaît le plus pénalisant et qui a été utilisé pour les calculs TALREN en vidange rapide.

Pour une bonne visualisation des résultats, ces derniers sont présentés dans des tableaux, avec mention systématique des coefficients objectifs pour chaque cas de calcul.

Cas de calcul		Facteur de sécurité		Stabilité au grand glissement
		Objectif	Résultat	
Situation normale d'exploitation	Glissement talus aval	1	1,05	OK
	Glissement talus amont		1,05	
Situation Rare de Crue	Crue – Glissement talus aval		1,12	
	Décrue – Glissement talus amont		1,13	
Situation exceptionnelle de Crue	Crue – Glissement talus aval		1,22	
	Décrue – Glissement talus amont		1,18	
Situation Extrême	Crue – Glissement talus aval		1,46	
	Décrue – Glissement talus amont		1,41	
	Séisme		1,27	

**Tableau 10 : Stabilité au grand glissement – Résultats**

### 3.5.2. Stabilité hydraulique

La vérification de la stabilité hydraulique est basée sur la valeur du gradient hydraulique critique (*icr*) au niveau du pied aval de la digue. Celui-ci a été défini par Lane (1935) en fonction du type de matériaux. Pour les remblais d'apport du barrage (sables moyens), le gradient limite critique est fixé à 0,20.

En raison de la mise en place d'un drain filtre en pied de talus, l'existence un gradient hydraulique très faible en pied de talus est vérifiée.

Cas de calcul	Gradient hydraulique max en pied de talus	Stabilité hydraulique
Crue (Situation Rare de Crue)	0,02	OK
Décrue (Situation Rare de Crue)	0,01	
Crue (Situation Exceptionnelle de Crue)	0,01	
Décrue (Situation Exceptionnelle de Crue)	0,02	
Crue (Situation Extrême)	0,02	
Décrue (Situation Extrême)	0,01	

**Tableau 11 : Stabilité hydraulique – Résultats**

### 3.5.3. Tassement sous le barrage en situation normale d'exploitation

Sous chargement statique, les tassements sont inférieurs au centimètre sous le barrage (tassement maximal de l'ordre de quelques millimètres).

### 3.5.4. Stabilité au soulèvement

La stabilité du bassin au soulèvement (UPL) est réalisée selon les spécifications de la norme NF P 94-282. On vérifie que :

$$G_{dst;d} \leq G_{stb;d}$$

Où :

$G_{dst;d}$  : actions verticales permanentes déstabilisatrices,

$G_{stb;d}$  : actions verticales permanentes stabilisatrices.

Les facteurs de sécurité pour l'état d'équilibre UPL sont les suivants :

- 0,9 pour les actions stabilisatrices,
- 1,0 pour les actions déstabilisatrices.

En pratique, on vérifie que la poussée hydrostatique sous la base du noyau argileux reste inférieure au poids du noyau, pondéré par 0,9.

La situation la plus défavorable correspond à la fin de la situation extrême :

- la poussée hydrostatique varie entre 100 kPa et 67 kPa le long de la base du noyau argileux. La valeur moyenne est  $G_{dst;d} = 84$  kPa ;

- le poids du noyau (forme trapézoïdale de 5 m de petit côté, 20,6 m de grand côté et 11,2 m de hauteur, presque entièrement saturé, assimilée à un rectangle de 20,6 m \* 6,9 m) est de l'ordre de  $19 * 6,9 = 131$  kPa.  
On en déduit :  $G_{stb;d} = 0,9 * 131 = 118$  kPa.

L'inégalité suivante est vérifiée :  $G_{dst;d} \leq G_{stb;d}$  et la stabilité au soulèvement est donc justifiée.

### 3.5.5. Stabilité au glissement

Il est à vérifier que :

$$H_d \leq \frac{V_d \tan \varphi'}{\gamma_{g1}} + \frac{c' A'}{\gamma_{g2}}$$

Où :

$H_d$  et  $V_d$  : composantes horizontale et verticale de l'effort appliqué à la fondation,  
 $A'$  : surface comprimée de la fondation,  
 $\varphi'$  et  $c'$  : angle de frottement interne et cohésion du sol support,  
 $\gamma_{g1}$  et  $\gamma_{g2}$  : coefficients de sécurité partiel relatifs à  $\varphi'$  et  $c'$  ( $\gamma_{g1} = 1,1$  et  $\gamma_{g2} = 1,1$  sous la combinaison ELU fondamentale).

Au niveau du TN, l'effort appliqué à la fondation en temps de crue (cas extrême) est le suivant :

- Effort horizontal : poussée des terres maximale sur le noyau (au centre du noyau)

$$H_d = \int_0^h \sigma_h z \, dz = (K_a \gamma' + \gamma_w) \frac{h^2}{2} = \left( \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \gamma' + \gamma_w \right) \frac{h^2}{2}$$

Avec  $\varphi = 35^\circ$ ,  $h = 5,7$  m,  $\gamma' = 19$  kN/m<sup>3</sup> et  $\gamma_w = 10$  kN/m<sup>3</sup>  
 $H_d = 202$  kN/ml

- Effort vertical : il s'agit du poids du noyau au niveau du TN (forme trapézoïdale de  $b = 5$  m de petit côté,  $B = 12,6$  m de grand côté et  $h = 5,7$  m de hauteur)

$$V_d = \gamma_h \frac{(B+b)h}{2} = 953 \text{ kN/ml}$$

La surface comprimée est prise égale à la largeur du noyau  $A' = 12,6$  m.

Il vient :  $H_d = 202$  kN/ml  $\leq 630$  kN/ml donc la stabilité au glissement est justifiée.

### 3.5.6. Conclusions

La problématique du risque de glissement a été appréhendée à partir du profil le plus critique vis-à-vis des conditions de stabilité, là où le barrage est le plus haut (Ouest).

Les conditions de stabilité sont réputées suffisantes en situation de séisme et dans les cas de crue étudiées : cas rare de crue (RN : 72.20 NGF), cas exceptionnel de crue (NPHE : 72.64 NGF) et cas extrême de crue (cote de danger : 72.94 NGF), en phase de crue et en phase de décrue, sur la base des limnigrammes fournis en annexe.

Concernant la décrue, l'utilisation des limnigrammes dans le logiciel SEEP révèle que le cas « milieu de décrue » est le plus pénalisant, c'est pourquoi il a été retenu pour les calculs TALREN en vidange rapide.



Les valeurs de perméabilité et de caractéristiques mécaniques prises en compte dans les calculs de stabilité pour les matériaux d'apport seront à considérer comme un objectif minimal lors de la construction.

Les recharges sont a priori les premiers ouvrages susceptibles d'être dégradés.

Ces parties d'ouvrages doivent donc être inspectées avec soin à chaque phénomène de crue, et outre les éventuelles réparations après dégradations, il est recommandé de mener des actions de renforcements préventives, qui pourraient être étalées dans le temps.

Quels que soient les raffinements mis en œuvre pour simuler des configurations types, il est impossible de représenter les hétérogénéités à l'échelle locale, qu'elles soient pré-existantes ou d'exécution. **On gardera donc à l'esprit une certaine humilité par rapport aux modélisations et résultats présentés.** Dans ce cadre, un suivi d'exécution devra permettre de valider les hypothèses retenues et de s'assurer que les éventuelles hétérogénéités ont été traitées. Il sera procédé aux points de contrôle suivants :

- Vérification de la qualité des matériaux mis en œuvre ;
- Réception de fond de fouille : si des matériaux de faible compacité sont identifiés en fond de fouille, il pourra être nécessaire de les substituer par des matériaux d'apport. Dans l'éventualité où un karst serait identifié, un traitement sera à prévoir.

### 3.6. Justification du déversoir, résistance à l'érosion externe

Le paragraphe suivant a pour objectif de justifier le dimensionnement du déversoir, du coursier sur le talus aval et du bassin de dissipation en pied aval de barrage vis-à-vis de l'érosion externe.

La figure ci-dessous présente une coupe type de l'ouvrage de surverse, dimensionné par Maccaferri.

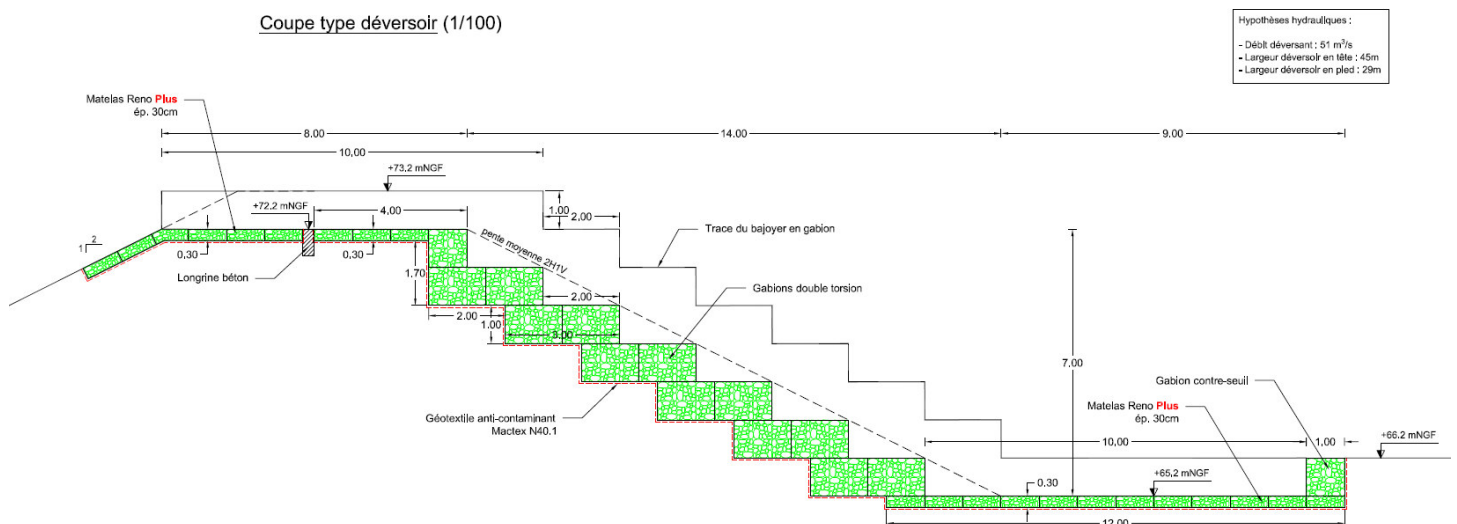


Figure 7 : Coupe type du déversoir, du coursier en gradins et du bassin de dissipation

### 3.6.1. Dimensionnement du déversoir et du coursier

Le déversoir et le coursier aval ont été dimensionné pour un débit correspondant au passage d'une crue extrême (crue 10 000 ans).

Le coursier présentera une géométrie en gradin, permettant de dissiper l'énergie de marche en marche.

Le dimensionnement hydraulique du coursier est précisé ci-dessous pour un débit correspondant au niveau de danger (crue extrême) :

#### *Caractéristiques géométriques et hydrauliques*

Largeur de la crête	45.00 m
Largeur en pied	29.00 m
Hauteur de la 1ère marche	1.00 m
Hauteur totale	7.00 m
Pente moyenne (x/y)	2.000

Débit	51.00 m <sup>3</sup> /s
Coefficient de seuil	0.385
Pourcentage de dissipation $\Delta H$	80%

#### *Caractéristiques hydrauliques à l'amont*

Hauteur sur la crête	0.76 m
Hauteur critique amont	0.51 m
Vitesse critique amont	2.23 m/s
Charge spécifique amont ( $H_{sam}$ )	0.76 m
Débit spécifique amont	1.13 m <sup>3</sup> /s/ml

<b>Longueur mini de la 1ère marche</b>	<b>1.01m</b>
--	--------------

**Tableau 12 : Dimensionnement hydraulique du coursier**

La longueur des marches du coursier (2 m de long) est donc adaptée pour et permet un écoulement « de marche en marche » favorisant la dissipation d'énergie. Les bajoyers présenteront une hauteur minimale de 1 m en tout point, permettant de contenir la hauteur d'eau ( $h_{max} = 0,76m$ ).

### 3.6.2. Dimensionnement du bassin de dissipation

Le bassin de dissipation positionné en pied de déversoir présente une longueur de 10 mètres dans le sens de l'écoulement. Il a été dimensionné pour permettre la formation du ressaut dans le bassin.

Le tableau ci-dessous présente en effet les calculs réalisés pour évaluer la longueur du ressaut : ceux-ci montrent que la longueur du bassin est supérieure à la longueur du ressaut pour une crue extrême (période de retour 10 000 ans).

**Caractéristiques hydrauliques à l'aval**

Hauteur critique aval	0.68 m
Vitesse critique aval	2.58 m/s
Charge spécifique aval ( $H_{sav}$ )	1.02 m
Charge totale ( $H_t$ )	8.02 m
Débit spécifique	1.76 m <sup>3</sup> /s/ml
Charge résiduelle à l'aval $H_r = H_{sav} (1 - \Delta H)$	1.60 m
Tirant d'eau en pied de déversoir	0.355 m
Vitesse en pied de déversoir	4.95 m/s
Nb de Froude	2.7
Hauteur conjuguée	1.17 m
Longueur du ressaut	5.60

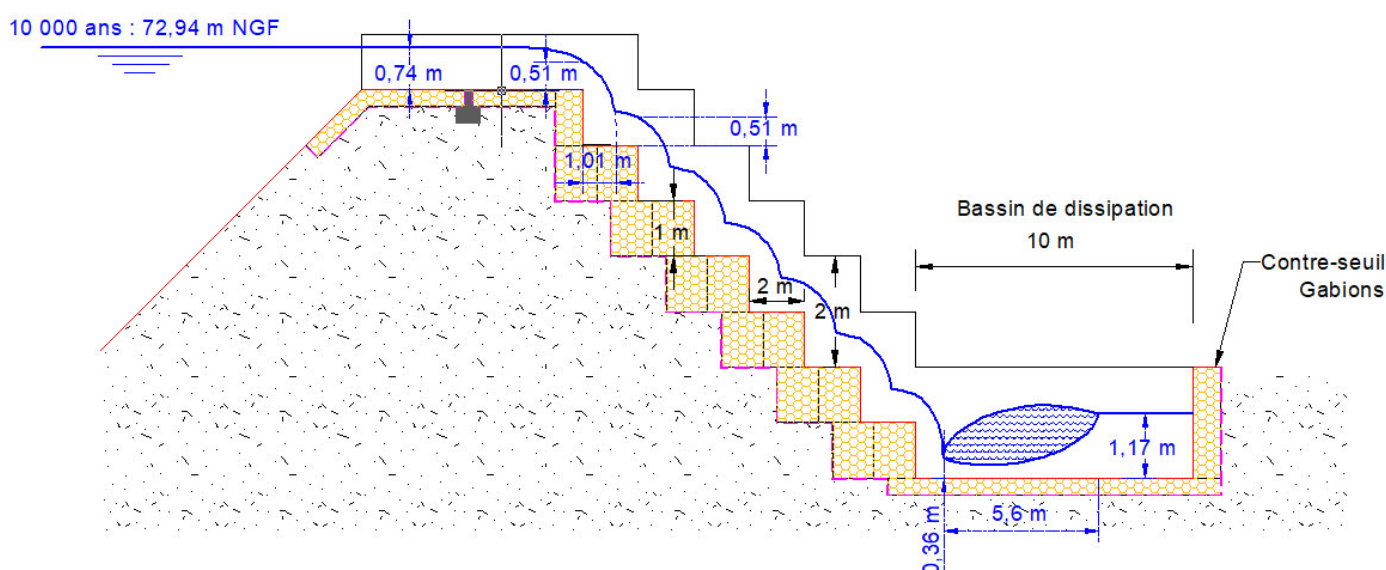
<b>Longueur minimum du bassin</b>	<b>7.50m</b>
-----------------------------------	--------------

**Tableau 13 : Dimensionnement hydraulique du bassin de dissipation**

Par ailleurs, une contre-bêche de 1 m permet de caler le ressaut dans le bassin et d'assurer la dissipation de l'énergie avant retour dans le cours d'eau. Les enrochements actuellement présents dans le cours d'eau seront conservés et feront une transition jusqu'au au cours d'eau naturel.

Le bassin de dissipation sera protégé en fond par un matelas Reno (type Matelas Reno Plus de 30 cm d'épaisseur ou Matelas Reno standard de 50 cm), permettant d'assurer une résistance vis-à-vis des forces érosives y compris pour une crue extrême.

La figure ci-dessous présente la ligne d'eau calculée sur le déversoir, le coursier et le bassin de dissipation pour une crue extrême.



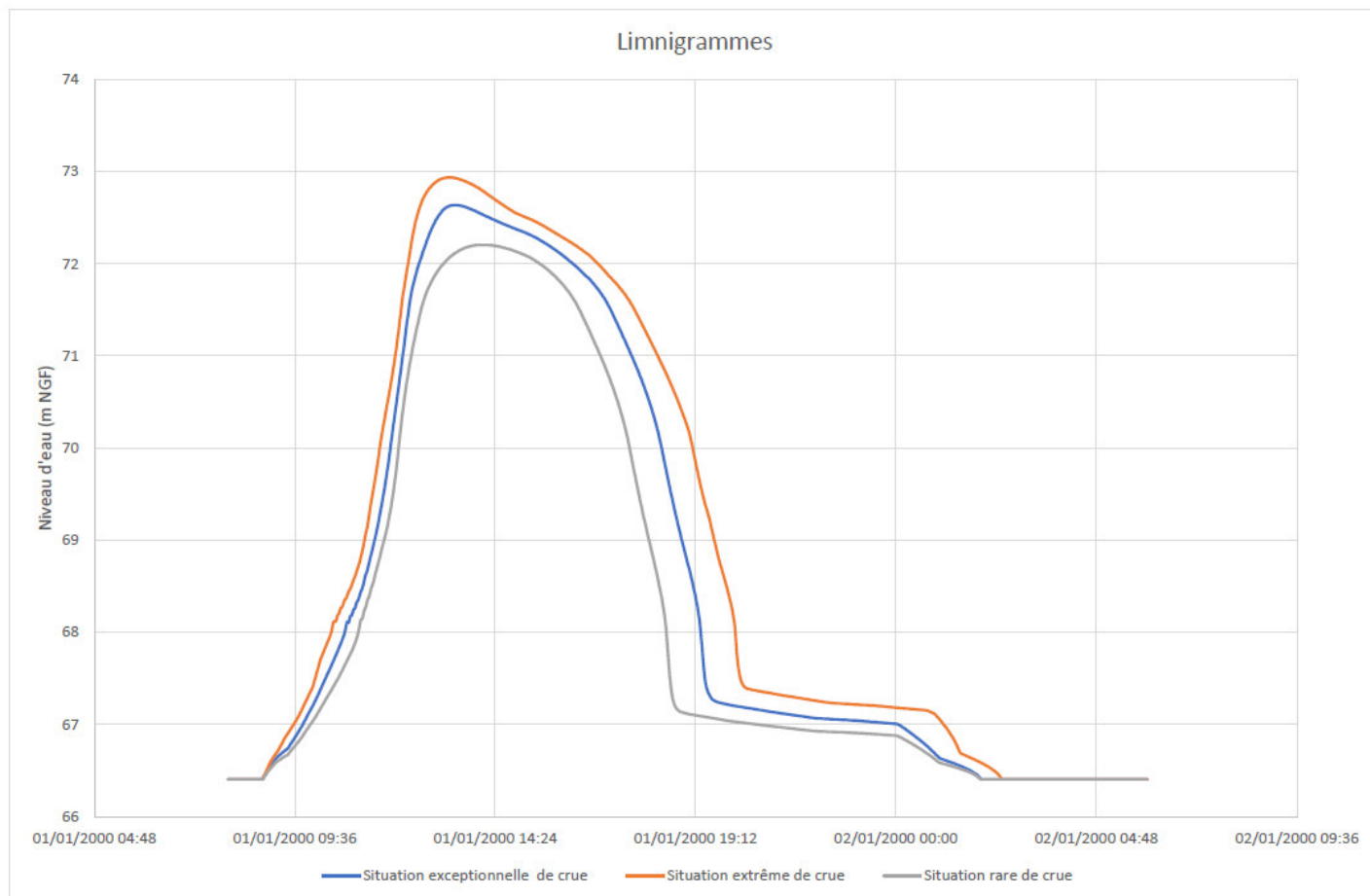
**Figure 8 : Ligne d'eau sur le déversoir, le coursier et le bassin de dissipation pour une crue extrême**



# ANNEXES

- Annexe I : Limnigrammes
- Annexe II : Résultats SEEP en transitoire
- Annexe III : Données et résultats graphiques TALREN
- Annexe IV : Données et résultats graphiques du calcul de tassement (TASSELDO)

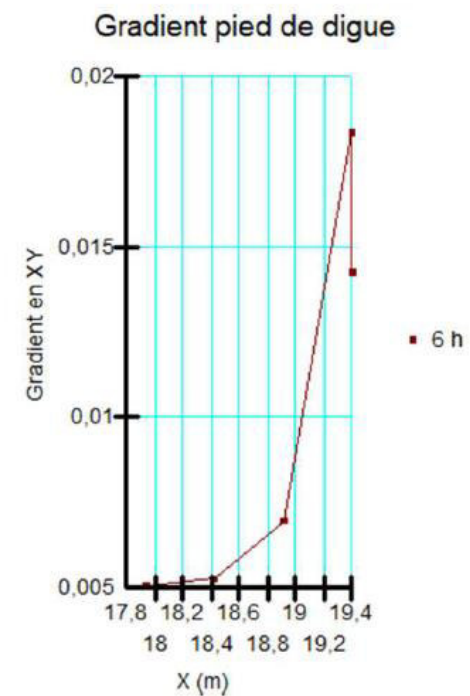
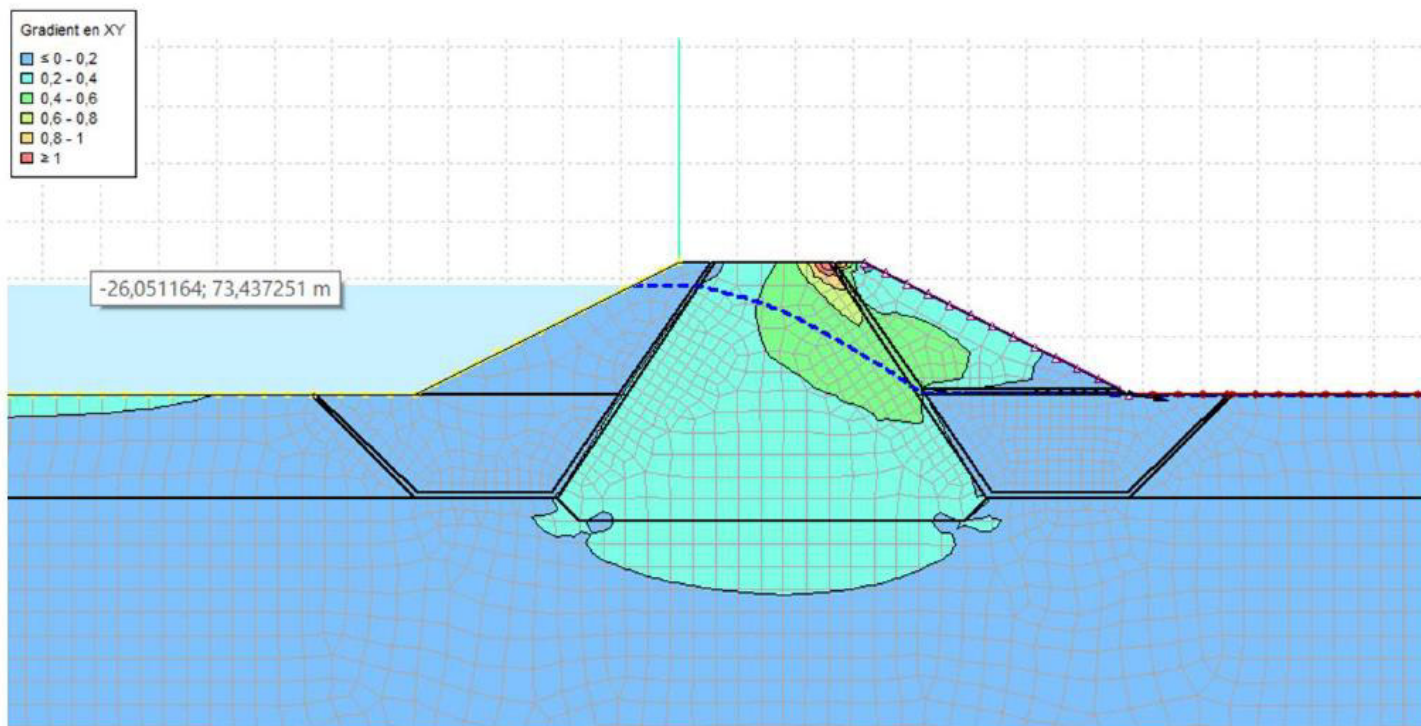
## Annexe I : Limnigrammes



## Annexe II : Résultats SEEP en transitoire

## Résultats

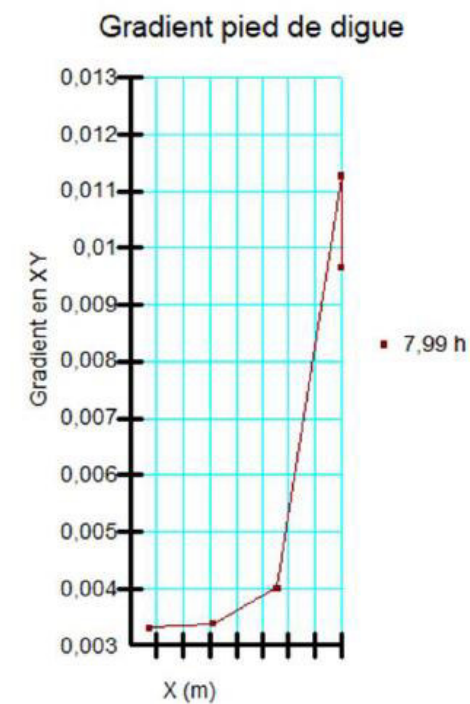
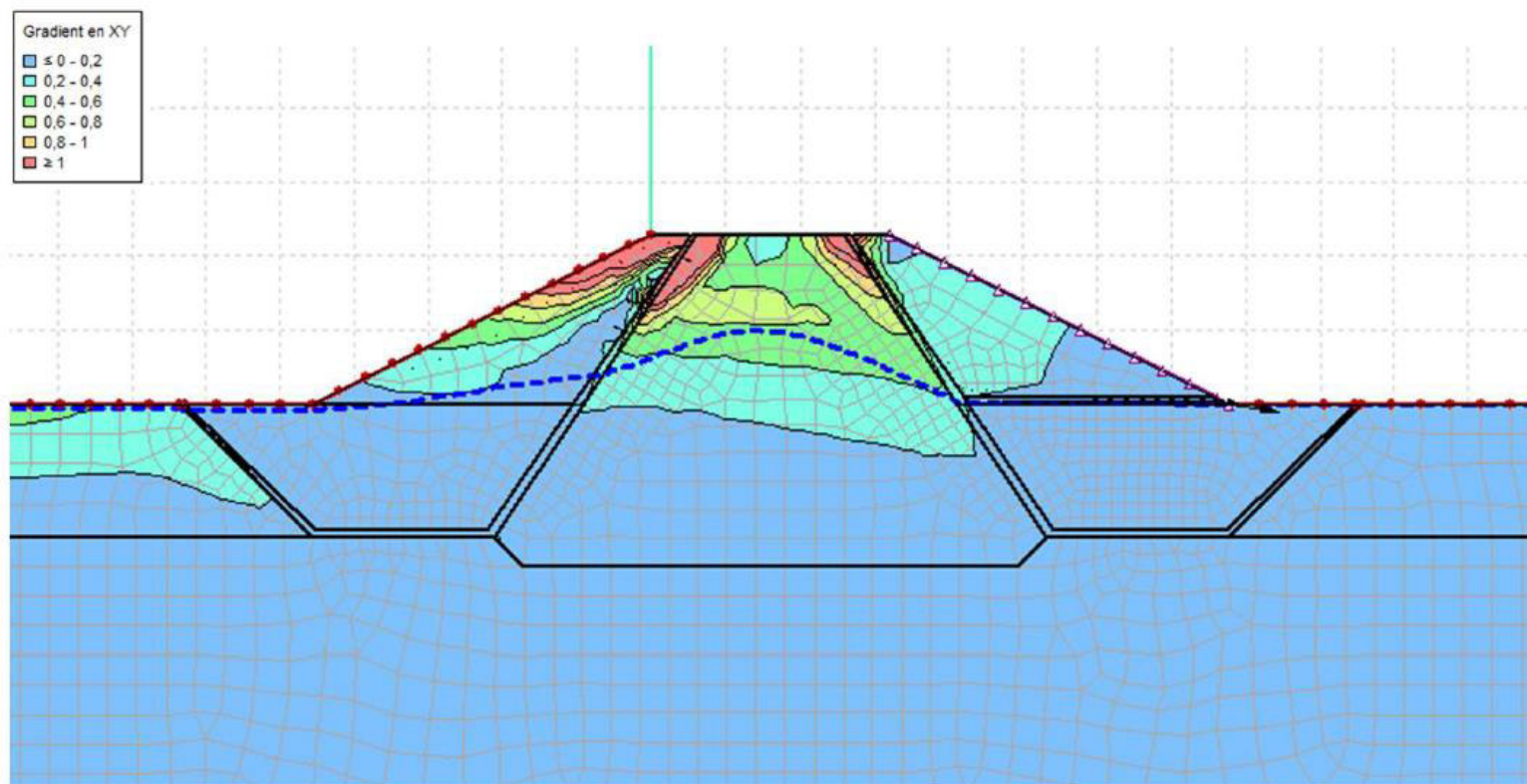
Cas rare de crue - crue





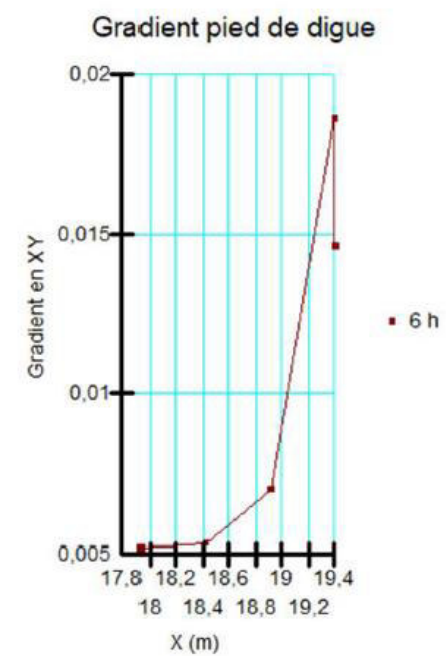
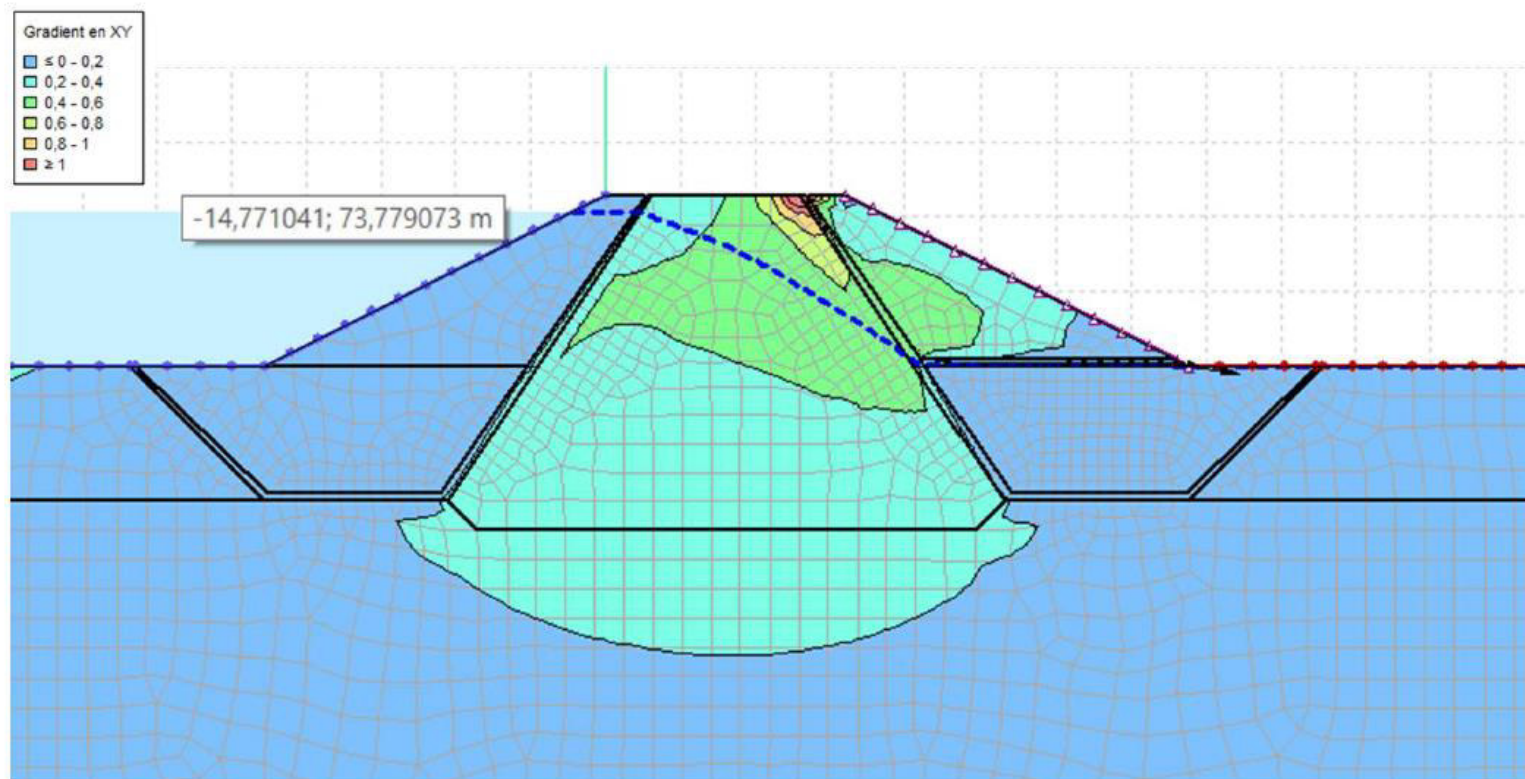
## Résultats

Cas rare de crue – milieu de décrue



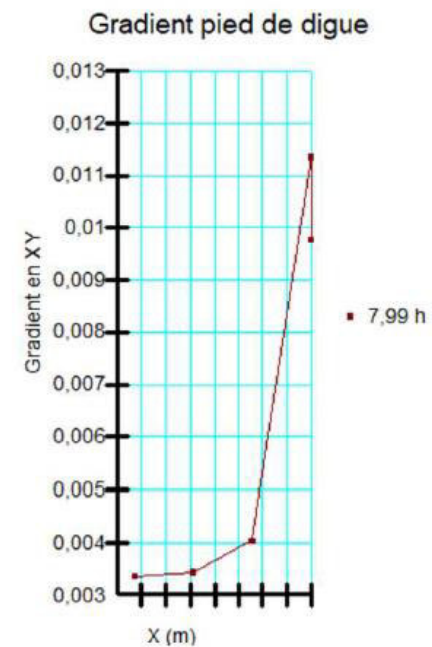
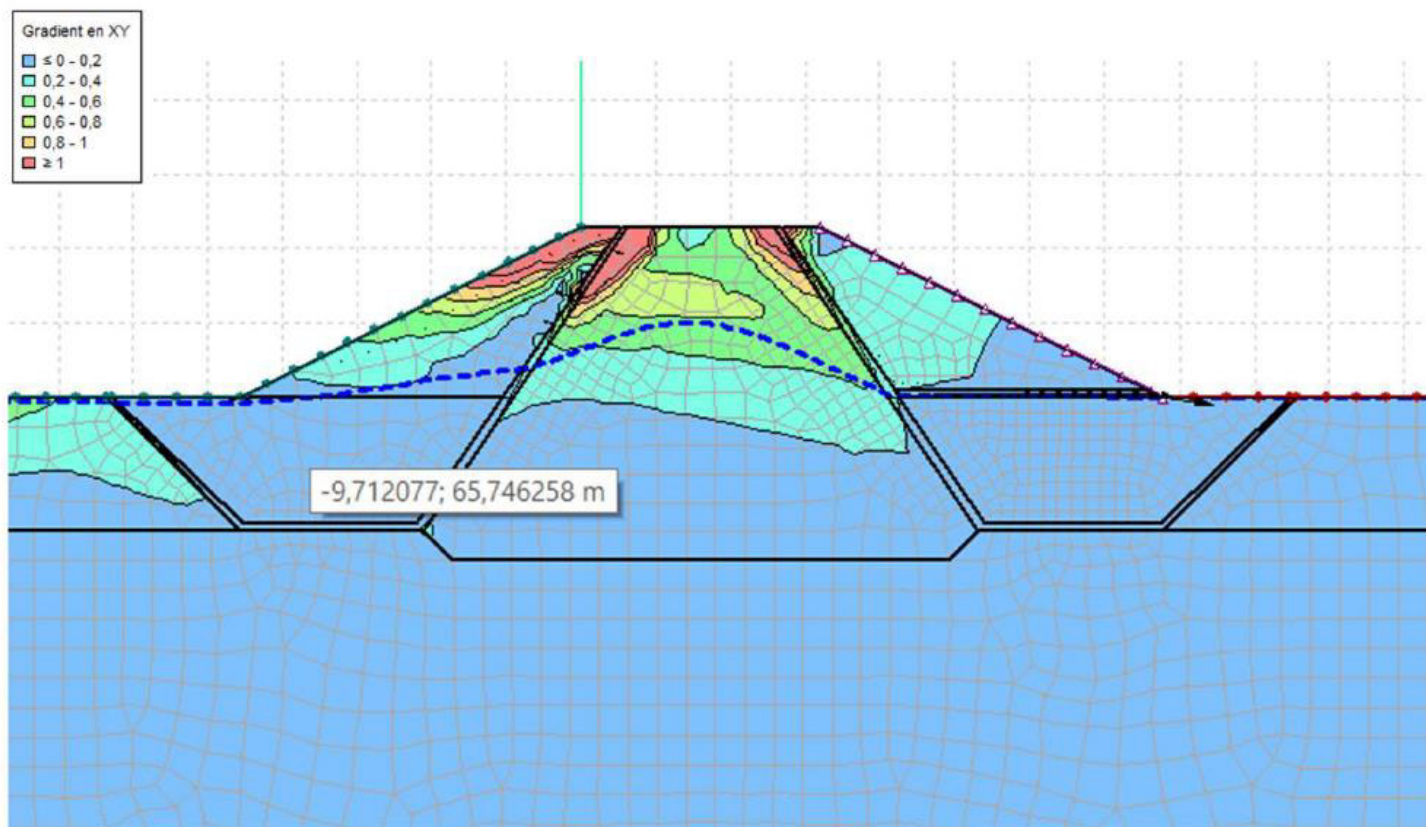
## Résultats

### Cas exceptionnel de crue - crue



## Résultats

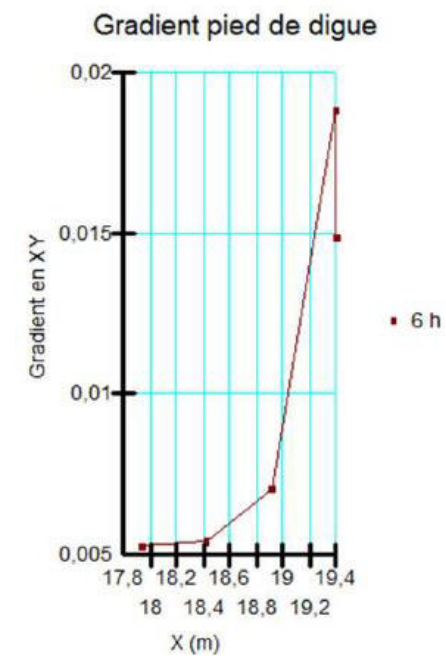
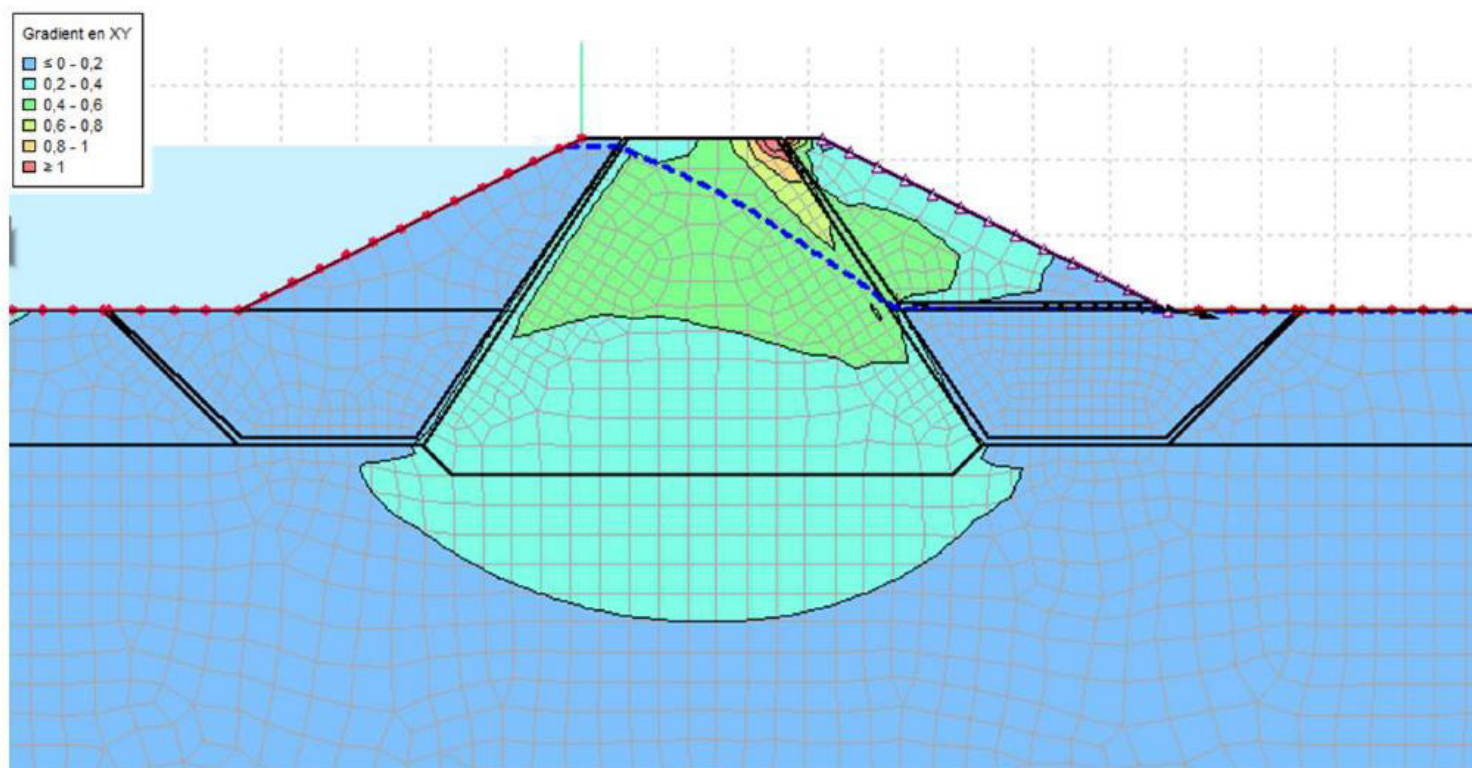
Cas exceptionnel de crue – milieu de décrue





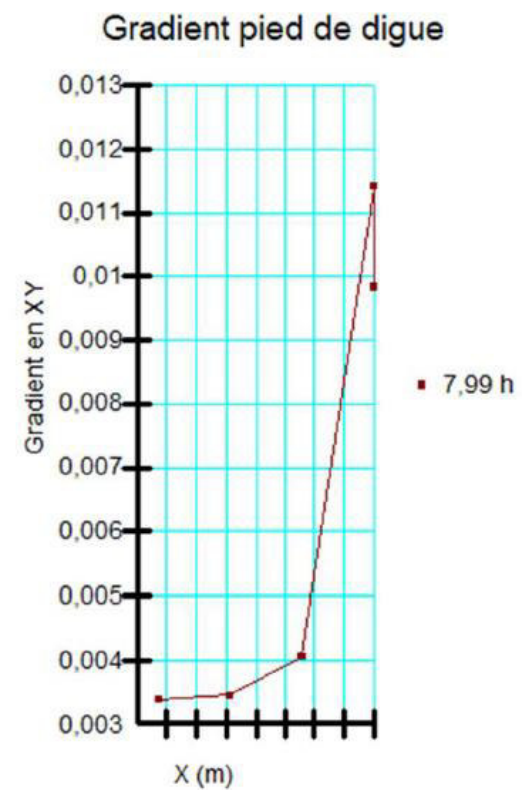
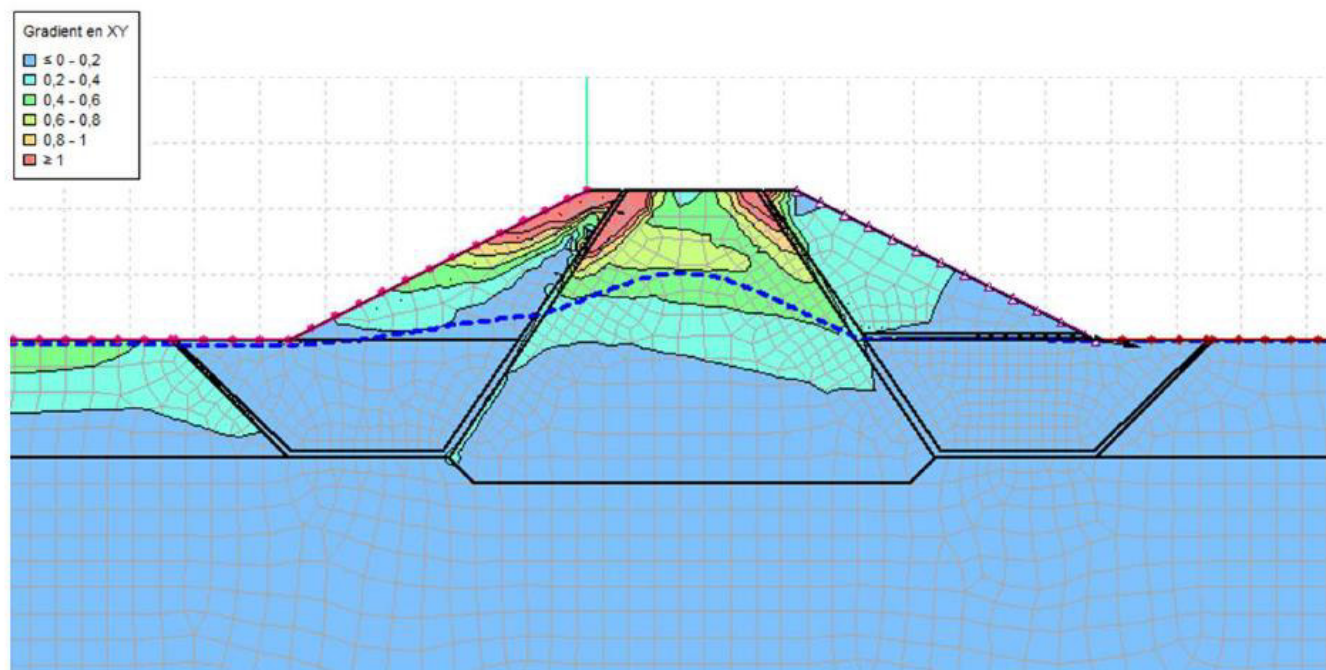
## Résultats

### Cas extrême de crue - crue



## Résultats

Cas extrême de crue – milieu de décrue



## Annexe III : **Données et résultats graphiques TALREN**

# Données du projet

Numéro d'affaire : 0  
Titre du calcul : Grabels  
Lieu : N/A  
Commentaires : N/A  
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3  
yw : 10.0  
Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblai d'apport		19,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Remblai d'apport compacté		19,0	35,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Argiles et limons compressibles		19,0	26,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Noyau argileux		19,0	25,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
5	Drain		19,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

## Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblai d'apport		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Remblai d'apport compacté		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Argiles et limons compressibles		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Noyau argileux		-	-	-	Effective	Linéaire
5	Drain		-	-	-	Effective	Linéaire

## Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	-15,900	67,500	2	-11,400	63,000	3	-11,400	67,500	4	-5,300	63,000	5	-4,300	62,000	6	-2,300	67,500
7	0,000	73,200	8	1,500	73,200	9	6,500	73,200	10	8,000	73,200	11	10,300	67,500	12	12,300	62,000
13	13,300	63,000	14	19,400	67,500	15	19,400	63,000	16	23,900	67,500	17	60,000	67,500	18	60,000	63,000
19	-50,000	67,500	20	-50,000	63,000	21	-50,000	40,000	22	60,000	40,000	23	-5,000	63,500			

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

## Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charges engin d'entretien	1,500	73,200	10,0	6,500	73,200	10,0	90,00

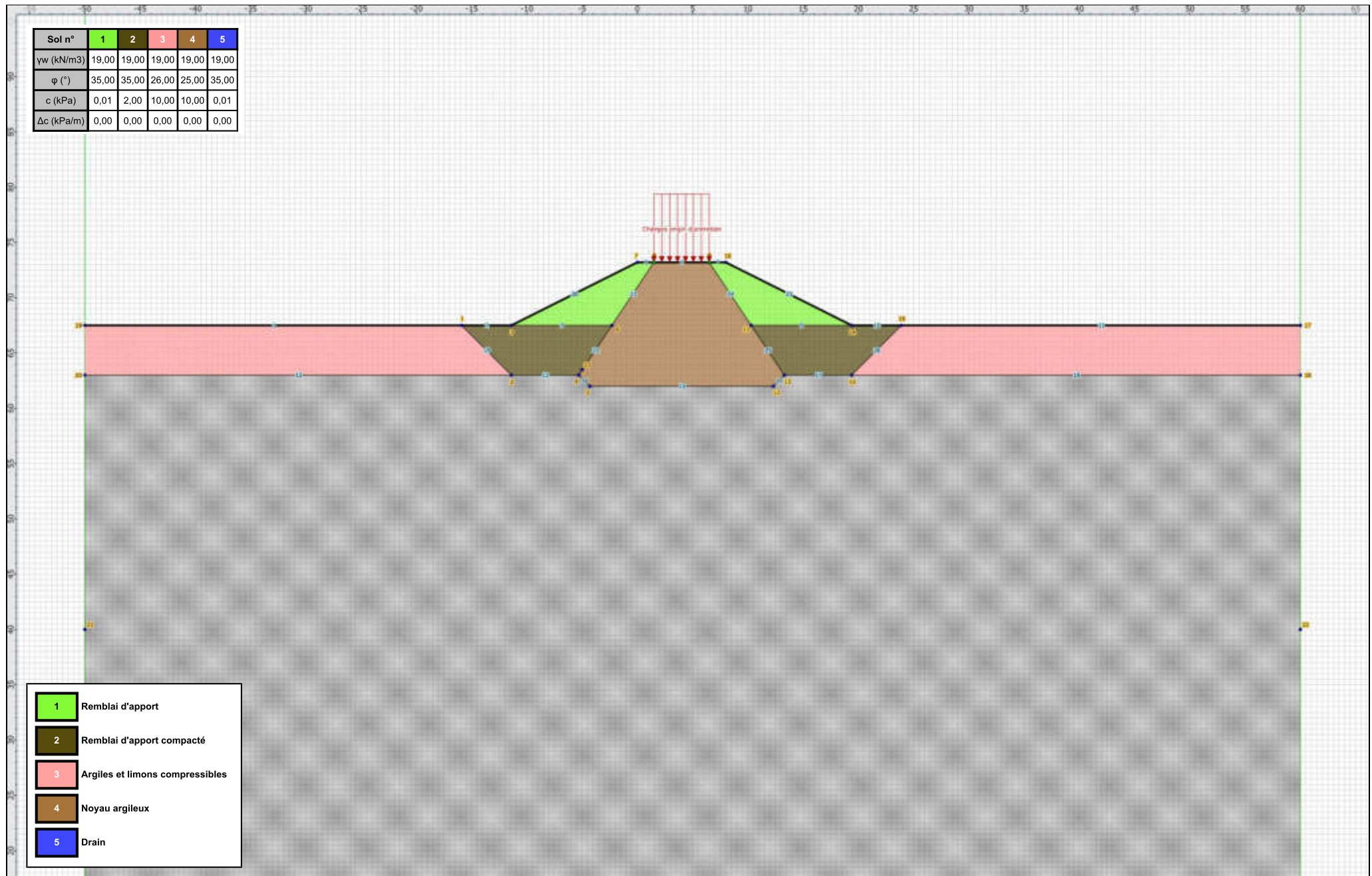


Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:31:22  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels



Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



# Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase normale d'exploitation

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	19	1	Argiles et limons compressibles	2	1	3	Remblai d'apport compacté	3	3	6	Remblai d'apport compacté
5	7	8	Remblai d'apport	6	8	9	Noyau argileux	7	9	10	Remblai d'apport
9	11	14	Remblai d'apport compacté	10	14	16	Remblai d'apport compacté	11	16	17	Argiles et limons compressibles
12	20	2	-	13	2	4	-	14	4	5	-
15	5	12	-	16	12	13	-	17	13	15	-
18	15	18	-	19	1	2	Argiles et limons compressibles	20	3	7	Remblai d'apport
21	8	6	Noyau argileux	22	6	4	Noyau argileux	23	10	14	Remblai d'apport
24	9	11	Noyau argileux	25	11	13	Noyau argileux	26	15	16	Argiles et limons compressibles

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charges engin d'entretien

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle
1	-50,000	66,400	0,00	2	1,123	66,400	0,00	3	4,000	66,400	0,00	4	10,570	66,400	0,00	5	60,000	66,400	0,00

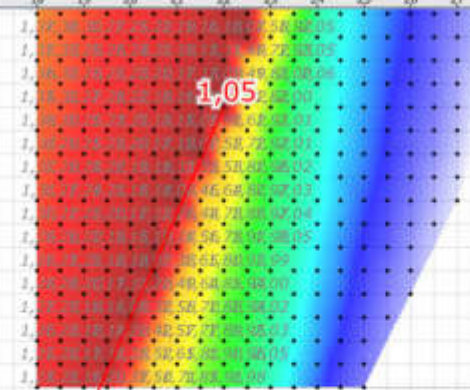


Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:31:23  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels

Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase normale d'exploitation / Situation : Manuel



- 1 Remblai d'apport
- 2 Remblai d'apport compacté
- 3 Argiles et limons compressibles
- 4 Noyau argileux
- 5 Drain

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Phase normale d'exploitation  
**Fmin = 1,0528**

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase normale d'exploitation

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	19	1	Argiles et limons compressibles	2	1	3	Remblai d'apport compacté	3	3	6	Remblai d'apport compacté
5	7	8	Remblai d'apport	6	8	9	Noyau argileux	7	9	10	Remblai d'apport
9	11	14	Remblai d'apport compacté	10	14	16	Remblai d'apport compacté	11	16	17	Argiles et limons compressibles
12	20	2	-	13	2	4	-	14	4	5	-
15	5	12	-	16	12	13	-	17	13	15	-
18	15	18	-	19	1	2	Argiles et limons compressibles	20	3	7	Remblai d'apport
21	8	6	Noyau argileux	22	6	4	Noyau argileux	23	10	14	Remblai d'apport
24	9	11	Noyau argileux	25	11	13	Noyau argileux	26	15	16	Argiles et limons compressibles

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charges engin d'entretien

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle				
1	-60,000	66,400	0,00	2	-10,570	66,400	0,00	3	-4,000	66,400	0,00	4	-1,123	66,400	0,00	5	50,000	66,400	0,00



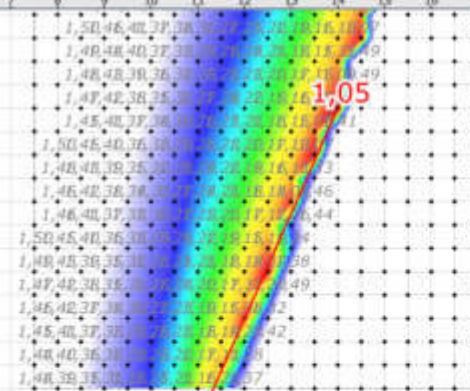
Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:32:38  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels



Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase normale d'exploitation / Situation : Manuel



- 1 Remblai d'apport
- 2 Remblai d'apport compacté
- 3 Argiles et limons compressibles
- 4 Noyau argileux
- 5 Drain

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Phase normale d'exploitation

**Fmin = 1,0528**



**Talren v5**  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:32:39  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Grabels

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Cas rare de crue

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	19	1	Argiles et limons compressibles	2	1	3	Remblai d'apport compacté	3	3	6	Remblai d'apport compacté
5	7	8	Remblai d'apport	6	8	9	Noyau argileux	7	9	10	Remblai d'apport
9	11	14	Remblai d'apport compacté	10	14	16	Remblai d'apport compacté	11	16	17	Argiles et limons compressibles
12	20	2	-	13	2	4	-	14	4	5	-
15	5	12	-	16	12	13	-	17	13	15	-
18	15	18	-	19	1	2	Argiles et limons compressibles	20	3	7	Remblai d'apport
21	8	6	Noyau argileux	22	6	4	Noyau argileux	23	10	14	Remblai d'apport
24	9	11	Noyau argileux	25	11	13	Noyau argileux	26	15	16	Argiles et limons compressibles

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charges engin d'entretien

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle
1	-50,000	72,200	0,00	2	0,822	72,200	0,00	3	0,833	72,200	0,00	4	1,833	72,000	0,00
6	3,760	71,350	0,00	7	4,650	71,000	0,00	8	8,250	69,000	0,00	9	10,110	67,770	0,00
11	60,000	67,500	0,00												



Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:33:13  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels



Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Cas rare de crue / Situation : Manuel

1,39	1,37	1,39	1,32	1,25	1,17	1,40	1,57	1,84	2,00
1,37	1,36	1,37	1,30	1,23	1,12	1,52	1,73	1,86	2,04
1,35	1,34	1,35	1,29	1,20	1,30	1,54	1,74	1,89	2,09
1,34	1,33	1,34	1,27	1,16	1,41	1,61	1,77	1,93	2,16
1,32	1,32	1,32	1,25	1,26	1,44	1,66	1,80	1,98	2,22
1,31	1,31	1,31	1,22	1,25	1,50	1,70	1,83	2,05	
1,30	1,30	1,30	1,23	1,34	1,56	1,73	1,90	2,12	

1	Remblai d'apport
2	Remblai d'apport compacté
3	Argiles et limons compressibles
4	Noyau argileux
5	Drain

Méthode de calcul : Bishop  
Jeu de coefficients de sécurité : Cas rare de crue  
**Fmin = 1,1168**

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Cas rare de crue - décrue

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	19	1	Argiles et limons compressibles	2	1	3	Remblai d'apport compacté	3	3	6	Remblai d'apport compacté
5	7	8	Remblai d'apport	6	8	9	Noyau argileux	7	9	10	Remblai d'apport
9	11	14	Remblai d'apport compacté	10	14	16	Remblai d'apport compacté	11	16	17	Argiles et limons compressibles
12	20	2	-	13	2	4	-	14	4	5	-
15	5	12	-	16	12	13	-	17	13	15	-
18	15	18	-	19	1	2	Argiles et limons compressibles	20	3	7	Remblai d'apport
21	8	6	Noyau argileux	22	6	4	Noyau argileux	23	10	14	Remblai d'apport
24	9	11	Noyau argileux	25	11	13	Noyau argileux	26	15	16	Argiles et limons compressibles

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charges engin d'entretien

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle
1	-60,000	67,500	0,00	2	-10,600	67,500	0,00	3	-10,200	67,630	0,00	4	-9,000	68,200	0,00	5	-6,000	69,500	0,00
6	-5,000	69,800	0,00	7	-4,500	69,900	0,00	8	-4,000	69,950	0,00	9	-3,500	70,000	0,00	10	-2,900	69,850	0,00
11	-1,000	69,400	0,00	12	0,000	69,000	0,00	13	1,000	68,700	0,00	14	1,600	68,500	0,00	15	2,000	68,400	0,00
16	3,500	68,207	0,00	17	8,800	67,500	0,00	18	10,000	67,400	0,00	19	11,000	67,350	0,00	20	11,500	67,300	0,00
21	22,000	67,300	0,00	22	50,000	67,300	0,00												

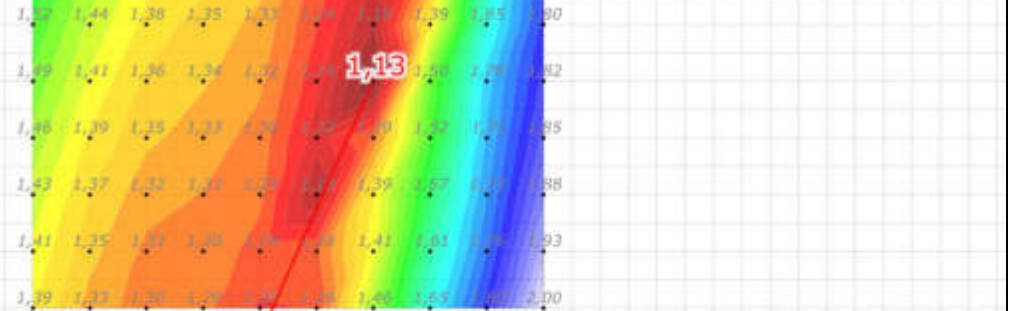


Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:33:44  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels

Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Cas rare de crue - décrue / Situation : Manuel



- 1 Remblai d'apport
- 2 Remblai d'apport compacté
- 3 Argiles et limons compressibles
- 4 Noyau argileux
- 5 Drain

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Cas rare de crue  
**Fmin = 1,1299**

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Cas exceptionnel de crue  
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	19	1	Argiles et limons compressibles	2	1	3	Remblai d'apport compacté	3	3	6	Remblai d'apport compacté
5	7	8	Remblai d'apport	6	8	9	Noyau argileux	7	9	10	Remblai d'apport
9	11	14	Remblai d'apport compacté	10	14	16	Remblai d'apport compacté	11	16	17	Argiles et limons compressibles
12	20	2	-	13	2	4	-	14	4	5	-
15	5	12	-	16	12	13	-	17	13	15	-
18	15	18	-	19	1	2	Argiles et limons compressibles	20	3	7	Remblai d'apport
21	8	6	Noyau argileux	22	6	4	Noyau argileux	23	10	14	Remblai d'apport
24	9	11	Noyau argileux	25	11	13	Noyau argileux	26	15	16	Argiles et limons compressibles

Liste des éléments activés  
Surcharges réparties : Charges engin d'entretien  
Conditions hydrauliques : Nappe phréatique  
Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle
1	-50,000	72,640	0,00	2	1,000	72,640	0,00	3	2,500	72,100	0,00	4	3,500	71,730	0,00	5	4,000	71,570	0,00
6	5,000	71,200	0,00	7	6,250	70,500	0,00	8	7,500	69,540	0,00	9	10,400	67,600	0,00	10	10,600	67,510	0,00
11	60,000	67,510	0,00																

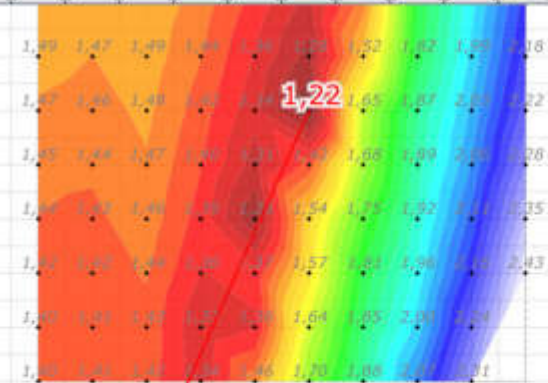


Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:34:16  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels

Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Cas exceptionnel de crue / Situation : Manuel



- 1 Remblai d'apport
- 2 Remblai d'apport compacté
- 3 Argiles et limons compressibles
- 4 Noyau argileux
- 5 Drain

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Cas exceptionnel de crue  
**Fmin = 1,2178**



# Données de la phase 1

Nom de la phase : Cas exceptionnel de crue

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	19	1	Argiles et limons compressibles	2	1	3	Remblai d'apport compacté	3	3	6	Remblai d'apport compacté
5	7	8	Remblai d'apport	6	8	9	Noyau argileux	7	9	10	Remblai d'apport
9	11	14	Remblai d'apport compacté	10	14	16	Remblai d'apport compacté	11	16	17	Argiles et limons compressibles
12	20	2	-	13	2	4	-	14	4	5	-
15	5	12	-	16	12	13	-	17	13	15	-
18	15	18	-	19	1	2	Argiles et limons compressibles	20	3	7	Remblai d'apport
21	8	6	Noyau argileux	22	6	4	Noyau argileux	23	10	14	Remblai d'apport
24	9	11	Noyau argileux	25	11	13	Noyau argileux	26	15	16	Argiles et limons compressibles

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charges engin d'entretien

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle
1	-60,000	67,360	0,00	2	-12,500	67,320	0,00	3	-11,000	67,340	0,00	4	-10,140	67,620	0,00	5	-7,365	69,000	0,00
6	-6,000	69,500	0,00	7	-4,765	69,773	0,00	8	-4,000	69,900	0,00	9	-3,500	70,000	0,00	10	-3,000	70,000	0,00
11	-2,115	69,824	0,00	12	0,000	69,000	0,00	13	2,000	68,480	0,00	14	5,000	68,000	0,00	15	7,000	67,750	0,00
16	9,000	67,500	0,00	17	10,000	67,400	0,00	18	11,000	67,340	0,00	19	12,500	67,320	0,00	20	50,000	67,360	0,00



Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:34:49  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels



Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Cas exceptionnel de crue / Situation : Manuel

- 1 Remblai d'apport
- 2 Remblai d'apport compacté
- 3 Argiles et limons compressibles
- 4 Noyau argileux
- 5 Drain

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Cas exceptionnel de crue

**Fmin = 1,1784**

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Cas extrême de crue  
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	19	1	Argiles et limons compressibles	2	1	3	Remblai d'apport compacté	3	3	6	Remblai d'apport compacté
5	7	8	Remblai d'apport	6	8	9	Noyau argileux	7	9	10	Remblai d'apport
9	11	14	Remblai d'apport compacté	10	14	16	Remblai d'apport compacté	11	16	17	Argiles et limons compressibles
12	20	2	-	13	2	4	-	14	4	5	-
15	5	12	-	16	12	13	-	17	13	15	-
18	15	18	-	19	1	2	Argiles et limons compressibles	20	3	7	Remblai d'apport
21	8	6	Noyau argileux	22	6	4	Noyau argileux	23	10	14	Remblai d'apport
24	9	11	Noyau argileux	25	11	13	Noyau argileux	26	15	16	Argiles et limons compressibles

Liste des éléments activés  
Surcharges réparties : Charges engin d'entretien  
Conditions hydrauliques : Nappe phréatique  
Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle
1	-50,000	72,940	0,00	2	1,120	72,940	0,00	3	2,500	72,360	0,00	4	3,500	71,930	0,00	5	4,000	71,710	0,00
6	5,000	71,160	0,00	7	6,500	70,230	0,00	8	7,500	69,540	0,00	9	10,400	67,600	0,00	10	10,600	67,510	0,00
11	60,000	67,510	0,00																

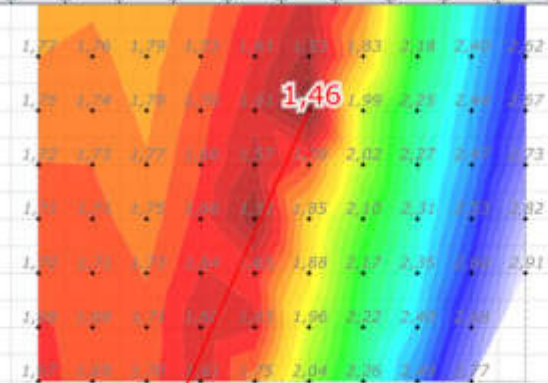


Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:35:17  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels

Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Cas extrême de crue / Situation : Manuel



1	Remblai d'apport
2	Remblai d'apport compacté
3	Argiles et limons compressibles
4	Noyau argileux
5	Drain

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Cas extrême de crue

**Fmin = 1,4622**

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Cas exceptionnel de crue

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	19	1	Argiles et limons compressibles	2	1	3	Remblai d'apport compacté	3	3	6	Remblai d'apport compacté
5	7	8	Remblai d'apport	6	8	9	Noyau argileux	7	9	10	Remblai d'apport
9	11	14	Remblai d'apport compacté	10	14	16	Remblai d'apport compacté	11	16	17	Argiles et limons compressibles
12	20	2	-	13	2	4	-	14	4	5	-
15	5	12	-	16	12	13	-	17	13	15	-
18	15	18	-	19	1	2	Argiles et limons compressibles	20	3	7	Remblai d'apport
21	8	6	Noyau argileux	22	6	4	Noyau argileux	23	10	14	Remblai d'apport
24	9	11	Noyau argileux	25	11	13	Noyau argileux	26	15	16	Argiles et limons compressibles

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charges engin d'entretien

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle		X	Y	Angle
1	-60,000	67,520	0,00	2	-12,500	67,520	0,00	3	-11,000	67,520	0,00	4	-10,300	67,570	0,00	5	-7,500	68,900	0,00
6	-6,000	69,500	0,00	7	-5,000	69,860	0,00	8	-4,000	70,000	0,00	9	-3,500	70,100	0,00	10	-3,000	70,000	0,00
11	-2,500	69,930	0,00	12	0,000	69,100	0,00	13	2,000	68,440	0,00	14	5,000	68,000	0,00	15	7,000	67,750	0,00
16	9,000	67,500	0,00	17	10,000	67,400	0,00	18	11,000	67,340	0,00	19	12,500	67,320	0,00	20	50,000	67,360	0,00



Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:35:48  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels



Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Cas exceptionnel de crue / Situation : Manuel

- 1 Remblai d'apport
- 2 Remblai d'apport compacté
- 3 Argiles et limons compressibles
- 4 Noyau argileux
- 5 Drain

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité : Cas rare de crue

**Fmin = 1,4148**



**Talren v5**  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:35:48  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Grabels

# Données de la phase 3

Nom de la phase : Séisme

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	19	1	Argiles et limons compressibles	2	1	3	Remblai d'apport compacté	3	3	6	Remblai d'apport compacté
5	7	8	Remblai d'apport	6	8	9	Noyau argileux	7	9	10	Remblai d'apport
9	11	14	Remblai d'apport compacté	10	14	16	Remblai d'apport compacté	11	16	17	Argiles et limons compressibles
12	20	2	-	13	2	4	-	14	4	5	-
15	5	12	-	16	12	13	-	17	13	15	-
18	15	18	-	19	1	2	Argiles et limons compressibles	20	3	7	Remblai d'apport
21	8	6	Noyau argileux	22	6	4	Noyau argileux	23	10	14	Remblai d'apport
24	9	11	Noyau argileux	25	11	13	Noyau argileux	26	15	16	Argiles et limons compressibles

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charges engin d'entretien

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-50,000	67,500	0,00	2	60,000	67,500	0,00									



Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 8 oct. 2021 18:37:00  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : Grabels



Sol n°	1	2	3	4	5
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	35,00	35,00	26,00	25,00	35,00
c (kPa)	0,01	2,00	10,00	10,00	0,01
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Séisme / Situation : Manuel

1,62,571,511,451,372,342,422,552,752,95  
 1,608,551,491,421,332,322,432,602,782,06  
 1,581,531,471,21,27,322,452,622,822,12  
 1,561,501,441,352,232,342,432,652,902,16  
 1,541,481,401,322,231,352,512,682,95  
 1,511,451,372,161,252,382,522,752,00  
 1,491,421,342,162,272,402,562,792,05

- 1 Remblai d'apport
- 2 Remblai d'apport compacté
- 3 Argiles et limons compressibles
- 4 Noyau argileux
- 5 Drain

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Situation extrême de crue  
**Fmin = 1,2679**

Annexe IV : **Données et résultats graphiques du calcul de tassement (TASSELDO)**

# Données

Titre du projet : a

Numéro d'affaire : 0

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Grabels

Mode de définition : Par couches de sol

Tassement : Tassement 3D

Toit de la première couche (m) : 63,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	Pente-x	Pente-y	n
1	Couche 1		40,00	0,00	0,00	10

Contrainte verticale effective appliquée au toit de la première couche  $\sigma v0'$  (kPa) : 0,00

Cote de la nappe  $Zw$  (m) : 66,40

Poids volumique de l'eau  $\gamma w$  (kN/m3) : 10,00

Comportement des couches

N°	Nom	Loi de comportement	$\gamma$	Esol	$\nu$	EM	Type de sol	k0	$C\alpha/(1+e0)$	$\epsilon 0$	t0 (jour)	Cs/(1+e0)	tc
1	Couche 1	Élastique linéaire	20,0	1,20E06	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-

## Chargement extérieur - Rectangle (1/6)

N°	Q	Z	X	Y	B	L	$\theta$
1	213,00	63,00	0,00	0,00	8,00	60,00	0,0
2	92,35	63,00	-11,40	0,00	1,14	6,00	0,0
3	92,35	63,00	-11,40	6,00	1,14	6,00	0,0
4	92,35	63,00	-11,40	12,00	1,14	6,00	0,0
5	92,35	63,00	-11,40	18,00	1,14	6,00	0,0
6	92,35	63,00	-11,40	24,00	1,14	6,00	0,0
7	92,35	63,00	-11,40	30,00	1,14	6,00	0,0
8	92,35	63,00	-11,40	36,00	1,14	6,00	0,0
9	92,35	63,00	-11,40	42,00	1,14	6,00	0,0
10	92,35	63,00	-11,40	48,00	1,14	6,00	0,0
11	92,35	63,00	-11,40	54,00	1,14	6,00	0,0
12	105,05	63,00	-10,26	0,00	1,14	6,00	0,0
13	105,05	63,00	-10,26	6,00	1,14	6,00	0,0
14	105,05	63,00	-10,26	12,00	1,14	6,00	0,0
15	105,05	63,00	-10,26	18,00	1,14	6,00	0,0
16	105,05	63,00	-10,26	24,00	1,14	6,00	0,0
17	105,05	63,00	-10,26	30,00	1,14	6,00	0,0
18	105,05	63,00	-10,26	36,00	1,14	6,00	0,0
19	105,05	63,00	-10,26	42,00	1,14	6,00	0,0
20	105,05	63,00	-10,26	48,00	1,14	6,00	0,0
21	105,05	63,00	-10,26	54,00	1,14	6,00	0,0
22	117,75	63,00	-9,12	0,00	1,14	6,00	0,0
23	117,75	63,00	-9,12	6,00	1,14	6,00	0,0
24	117,75	63,00	-9,12	12,00	1,14	6,00	0,0
25	117,75	63,00	-9,12	18,00	1,14	6,00	0,0
26	117,75	63,00	-9,12	24,00	1,14	6,00	0,0
27	117,75	63,00	-9,12	30,00	1,14	6,00	0,0
28	117,75	63,00	-9,12	36,00	1,14	6,00	0,0
29	117,75	63,00	-9,12	42,00	1,14	6,00	0,0
30	117,75	63,00	-9,12	48,00	1,14	6,00	0,0
31	117,75	63,00	-9,12	54,00	1,14	6,00	0,0
32	130,45	63,00	-7,98	0,00	1,14	6,00	0,0
33	130,45	63,00	-7,98	6,00	1,14	6,00	0,0
34	130,45	63,00	-7,98	12,00	1,14	6,00	0,0
35	130,45	63,00	-7,98	18,00	1,14	6,00	0,0
36	130,45	63,00	-7,98	24,00	1,14	6,00	0,0
37	130,45	63,00	-7,98	30,00	1,14	6,00	0,0
38	130,45	63,00	-7,98	36,00	1,14	6,00	0,0



FoXta v4  
v4.1.3

Imprimé le : 11/10/2021 - 11:48:27  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : a  
Module : Tasseldo (Tassement 1/1)  
Titre du calcul : Grabels

# Données

## Chargement extérieur - Rectangle (2/6)

N°	Q	Z	X	Y	B	L	θ
39	130,45	63,00	-7,98	42,00	1,14	6,00	0,0
40	130,45	63,00	-7,98	48,00	1,14	6,00	0,0
41	130,45	63,00	-7,98	54,00	1,14	6,00	0,0
42	143,15	63,00	-6,84	0,00	1,14	6,00	0,0
43	143,15	63,00	-6,84	6,00	1,14	6,00	0,0
44	143,15	63,00	-6,84	12,00	1,14	6,00	0,0
45	143,15	63,00	-6,84	18,00	1,14	6,00	0,0
46	143,15	63,00	-6,84	24,00	1,14	6,00	0,0
47	143,15	63,00	-6,84	30,00	1,14	6,00	0,0
48	143,15	63,00	-6,84	36,00	1,14	6,00	0,0
49	143,15	63,00	-6,84	42,00	1,14	6,00	0,0
50	143,15	63,00	-6,84	48,00	1,14	6,00	0,0
51	143,15	63,00	-6,84	54,00	1,14	6,00	0,0
52	155,85	63,00	-5,70	0,00	1,14	6,00	0,0
53	155,85	63,00	-5,70	6,00	1,14	6,00	0,0
54	155,85	63,00	-5,70	12,00	1,14	6,00	0,0
55	155,85	63,00	-5,70	18,00	1,14	6,00	0,0
56	155,85	63,00	-5,70	24,00	1,14	6,00	0,0
57	155,85	63,00	-5,70	30,00	1,14	6,00	0,0
58	155,85	63,00	-5,70	36,00	1,14	6,00	0,0
59	155,85	63,00	-5,70	42,00	1,14	6,00	0,0
60	155,85	63,00	-5,70	48,00	1,14	6,00	0,0
61	155,85	63,00	-5,70	54,00	1,14	6,00	0,0
62	168,55	63,00	-4,56	0,00	1,14	6,00	0,0
63	168,55	63,00	-4,56	6,00	1,14	6,00	0,0
64	168,55	63,00	-4,56	12,00	1,14	6,00	0,0
65	168,55	63,00	-4,56	18,00	1,14	6,00	0,0
66	168,55	63,00	-4,56	24,00	1,14	6,00	0,0
67	168,55	63,00	-4,56	30,00	1,14	6,00	0,0
68	168,55	63,00	-4,56	36,00	1,14	6,00	0,0
69	168,55	63,00	-4,56	42,00	1,14	6,00	0,0
70	168,55	63,00	-4,56	48,00	1,14	6,00	0,0
71	168,55	63,00	-4,56	54,00	1,14	6,00	0,0
72	181,25	63,00	-3,42	0,00	1,14	6,00	0,0
73	181,25	63,00	-3,42	6,00	1,14	6,00	0,0
74	181,25	63,00	-3,42	12,00	1,14	6,00	0,0
75	181,25	63,00	-3,42	18,00	1,14	6,00	0,0
76	181,25	63,00	-3,42	24,00	1,14	6,00	0,0

## Chargement extérieur - Rectangle (3/6)

N°	Q	Z	X	Y	B	L	θ
77	181,25	63,00	-3,42	30,00	1,14	6,00	0,0
78	181,25	63,00	-3,42	36,00	1,14	6,00	0,0
79	181,25	63,00	-3,42	42,00	1,14	6,00	0,0
80	181,25	63,00	-3,42	48,00	1,14	6,00	0,0
81	181,25	63,00	-3,42	54,00	1,14	6,00	0,0
82	193,95	63,00	-2,28	0,00	1,14	6,00	0,0
83	193,95	63,00	-2,28	6,00	1,14	6,00	0,0
84	193,95	63,00	-2,28	12,00	1,14	6,00	0,0
85	193,95	63,00	-2,28	18,00	1,14	6,00	0,0
86	193,95	63,00	-2,28	24,00	1,14	6,00	0,0
87	193,95	63,00	-2,28	30,00	1,14	6,00	0,0
88	193,95	63,00	-2,28	36,00	1,14	6,00	0,0
89	193,95	63,00	-2,28	42,00	1,14	6,00	0,0
90	193,95	63,00	-2,28	48,00	1,14	6,00	0,0
91	193,95	63,00	-2,28	54,00	1,14	6,00	0,0
92	206,65	63,00	-1,14	0,00	1,14	6,00	0,0
93	206,65	63,00	-1,14	6,00	1,14	6,00	0,0
94	206,65	63,00	-1,14	12,00	1,14	6,00	0,0
95	206,65	63,00	-1,14	18,00	1,14	6,00	0,0
96	206,65	63,00	-1,14	24,00	1,14	6,00	0,0
97	206,65	63,00	-1,14	30,00	1,14	6,00	0,0
98	206,65	63,00	-1,14	36,00	1,14	6,00	0,0
99	206,65	63,00	-1,14	42,00	1,14	6,00	0,0
100	206,65	63,00	-1,14	48,00	1,14	6,00	0,0
101	206,65	63,00	-1,14	54,00	1,14	6,00	0,0
102	206,65	63,00	8,00	0,00	1,14	6,00	0,0
103	206,65	63,00	8,00	6,00	1,14	6,00	0,0
104	206,65	63,00	8,00	12,00	1,14	6,00	0,0
105	206,65	63,00	8,00	18,00	1,14	6,00	0,0
106	206,65	63,00	8,00	24,00	1,14	6,00	0,0
107	206,65	63,00	8,00	30,00	1,14	6,00	0,0
108	206,65	63,00	8,00	36,00	1,14	6,00	0,0
109	206,65	63,00	8,00	42,00	1,14	6,00	0,0
110	206,65	63,00	8,00	48,00	1,14	6,00	0,0
111	206,65	63,00	8,00	54,00	1,14	6,00	0,0
112	193,95	63,00	9,14	0,00	1,14	6,00	0,0
113	193,95	63,00	9,14	6,00	1,14	6,00	0,0
114	193,95	63,00	9,14	12,00	1,14	6,00	0,0



**FoXta v4**  
v4.1.3

Imprimé le : 11/10/2021 - 11:48:28  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : a  
Module : Tasseldo (Tassement 1/1)  
Titre du calcul : Grabels

# Données

## Chargement extérieur - Rectangle (4/6)

N°	Q	Z	X	Y	B	L	θ
115	193,95	63,00	9,14	18,00	1,14	6,00	0,0
116	193,95	63,00	9,14	24,00	1,14	6,00	0,0
117	193,95	63,00	9,14	30,00	1,14	6,00	0,0
118	193,95	63,00	9,14	36,00	1,14	6,00	0,0
119	193,95	63,00	9,14	42,00	1,14	6,00	0,0
120	193,95	63,00	9,14	48,00	1,14	6,00	0,0
121	193,95	63,00	9,14	54,00	1,14	6,00	0,0
122	181,25	63,00	10,28	0,00	1,14	6,00	0,0
123	181,25	63,00	10,28	6,00	1,14	6,00	0,0
124	181,25	63,00	10,28	12,00	1,14	6,00	0,0
125	181,25	63,00	10,28	18,00	1,14	6,00	0,0
126	181,25	63,00	10,28	24,00	1,14	6,00	0,0
127	181,25	63,00	10,28	30,00	1,14	6,00	0,0
128	181,25	63,00	10,28	36,00	1,14	6,00	0,0
129	181,25	63,00	10,28	42,00	1,14	6,00	0,0
130	181,25	63,00	10,28	48,00	1,14	6,00	0,0
131	181,25	63,00	10,28	54,00	1,14	6,00	0,0
132	168,55	63,00	11,42	0,00	1,14	6,00	0,0
133	168,55	63,00	11,42	6,00	1,14	6,00	0,0
134	168,55	63,00	11,42	12,00	1,14	6,00	0,0
135	168,55	63,00	11,42	18,00	1,14	6,00	0,0
136	168,55	63,00	11,42	24,00	1,14	6,00	0,0
137	168,55	63,00	11,42	30,00	1,14	6,00	0,0
138	168,55	63,00	11,42	36,00	1,14	6,00	0,0
139	168,55	63,00	11,42	42,00	1,14	6,00	0,0
140	168,55	63,00	11,42	48,00	1,14	6,00	0,0
141	168,55	63,00	11,42	54,00	1,14	6,00	0,0
142	155,85	63,00	12,56	0,00	1,14	6,00	0,0
143	155,85	63,00	12,56	6,00	1,14	6,00	0,0
144	155,85	63,00	12,56	12,00	1,14	6,00	0,0
145	155,85	63,00	12,56	18,00	1,14	6,00	0,0
146	155,85	63,00	12,56	24,00	1,14	6,00	0,0
147	155,85	63,00	12,56	30,00	1,14	6,00	0,0
148	155,85	63,00	12,56	36,00	1,14	6,00	0,0
149	155,85	63,00	12,56	42,00	1,14	6,00	0,0
150	155,85	63,00	12,56	48,00	1,14	6,00	0,0
151	155,85	63,00	12,56	54,00	1,14	6,00	0,0
152	143,15	63,00	13,70	0,00	1,14	6,00	0,0

## Chargement extérieur - Rectangle (5/6)

N°	Q	Z	X	Y	B	L	θ
153	143,15	63,00	13,70	6,00	1,14	6,00	0,0
154	143,15	63,00	13,70	12,00	1,14	6,00	0,0
155	143,15	63,00	13,70	18,00	1,14	6,00	0,0
156	143,15	63,00	13,70	24,00	1,14	6,00	0,0
157	143,15	63,00	13,70	30,00	1,14	6,00	0,0
158	143,15	63,00	13,70	36,00	1,14	6,00	0,0
159	143,15	63,00	13,70	42,00	1,14	6,00	0,0
160	143,15	63,00	13,70	48,00	1,14	6,00	0,0
161	143,15	63,00	13,70	54,00	1,14	6,00	0,0
162	130,45	63,00	14,84	0,00	1,14	6,00	0,0
163	130,45	63,00	14,84	6,00	1,14	6,00	0,0
164	130,45	63,00	14,84	12,00	1,14	6,00	0,0
165	130,45	63,00	14,84	18,00	1,14	6,00	0,0
166	130,45	63,00	14,84	24,00	1,14	6,00	0,0
167	130,45	63,00	14,84	30,00	1,14	6,00	0,0
168	130,45	63,00	14,84	36,00	1,14	6,00	0,0
169	130,45	63,00	14,84	42,00	1,14	6,00	0,0
170	130,45	63,00	14,84	48,00	1,14	6,00	0,0
171	130,45	63,00	14,84	54,00	1,14	6,00	0,0
172	117,75	63,00	15,98	0,00	1,14	6,00	0,0
173	117,75	63,00	15,98	6,00	1,14	6,00	0,0
174	117,75	63,00	15,98	12,00	1,14	6,00	0,0
175	117,75	63,00	15,98	18,00	1,14	6,00	0,0
176	117,75	63,00	15,98	24,00	1,14	6,00	0,0
177	117,75	63,00	15,98	30,00	1,14	6,00	0,0
178	117,75	63,00	15,98	36,00	1,14	6,00	0,0
179	117,75	63,00	15,98	42,00	1,14	6,00	0,0
180	117,75	63,00	15,98	48,00	1,14	6,00	0,0
181	117,75	63,00	15,98	54,00	1,14	6,00	0,0
182	105,05	63,00	17,12	0,00	1,14	6,00	0,0
183	105,05	63,00	17,12	6,00	1,14	6,00	0,0
184	105,05	63,00	17,12	12,00	1,14	6,00	0,0
185	105,05	63,00	17,12	18,00	1,14	6,00	0,0
186	105,05	63,00	17,12	24,00	1,14	6,00	0,0
187	105,05	63,00	17,12	30,00	1,14	6,00	0,0
188	105,05	63,00	17,12	36,00	1,14	6,00	0,0
189	105,05	63,00	17,12	42,00	1,14	6,00	0,0
190	105,05	63,00	17,12	48,00	1,14	6,00	0,0



**FoXta v4**  
v4.1.3

Imprimé le : 11/10/2021 - 11:48:28  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : a  
Module : Tasseldo (Tassement 1/1)  
Titre du calcul : Grabels



# Données

## Chargement extérieur - Rectangle (6/6)

N°	Q	Z	X	Y	B	L	θ
191	105,05	63,00	17,12	54,00	1,14	6,00	0,0
192	92,35	63,00	18,26	0,00	1,14	6,00	0,0
193	92,35	63,00	18,26	6,00	1,14	6,00	0,0
194	92,35	63,00	18,26	12,00	1,14	6,00	0,0
195	92,35	63,00	18,26	18,00	1,14	6,00	0,0
196	92,35	63,00	18,26	24,00	1,14	6,00	0,0
197	92,35	63,00	18,26	30,00	1,14	6,00	0,0
198	92,35	63,00	18,26	36,00	1,14	6,00	0,0
199	92,35	63,00	18,26	42,00	1,14	6,00	0,0
200	92,35	63,00	18,26	48,00	1,14	6,00	0,0
201	92,35	63,00	18,26	54,00	1,14	6,00	0,0

Prise en compte de la consolidation : Non

## Table des points de calcul (1/4)

N°	Xp	Yp	Zp	Groupe
1	-13,00	-1,00	63,00	1
2	-13,00	4,64	63,00	1
3	-13,00	10,27	63,00	1
4	-13,00	15,91	63,00	1
5	-13,00	21,55	63,00	1
6	-13,00	27,18	63,00	1
7	-13,00	32,82	63,00	1
8	-13,00	38,45	63,00	1
9	-13,00	44,09	63,00	1
10	-13,00	49,73	63,00	1
11	-13,00	55,36	63,00	1
12	-13,00	61,00	63,00	1
13	-10,00	-1,00	63,00	1
14	-10,00	4,64	63,00	1
15	-10,00	10,27	63,00	1
16	-10,00	15,91	63,00	1
17	-10,00	21,55	63,00	1
18	-10,00	27,18	63,00	1
19	-10,00	32,82	63,00	1
20	-10,00	38,45	63,00	1
21	-10,00	44,09	63,00	1
22	-10,00	49,73	63,00	1
23	-10,00	55,36	63,00	1
24	-10,00	61,00	63,00	1
25	-7,00	-1,00	63,00	1
26	-7,00	4,64	63,00	1
27	-7,00	10,27	63,00	1
28	-7,00	15,91	63,00	1
29	-7,00	21,55	63,00	1
30	-7,00	27,18	63,00	1
31	-7,00	32,82	63,00	1
32	-7,00	38,45	63,00	1
33	-7,00	44,09	63,00	1
34	-7,00	49,73	63,00	1
35	-7,00	55,36	63,00	1
36	-7,00	61,00	63,00	1
37	-4,00	-1,00	63,00	1
38	-4,00	4,64	63,00	1



FoXta v4  
v4.1.3

Imprimé le : 11/10/2021 - 11:48:29  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : a  
Module : Tasseldo (Tassement 1/1)  
Titre du calcul : Grabels

# Données

Table des points de calcul (2/4)

N°	Xp	Yp	Zp	Groupe
39	-4,00	10,27	63,00	1
40	-4,00	15,91	63,00	1
41	-4,00	21,55	63,00	1
42	-4,00	27,18	63,00	1
43	-4,00	32,82	63,00	1
44	-4,00	38,45	63,00	1
45	-4,00	44,09	63,00	1
46	-4,00	49,73	63,00	1
47	-4,00	55,36	63,00	1
48	-4,00	61,00	63,00	1
49	-1,00	-1,00	63,00	1
50	-1,00	4,64	63,00	1
51	-1,00	10,27	63,00	1
52	-1,00	15,91	63,00	1
53	-1,00	21,55	63,00	1
54	-1,00	27,18	63,00	1
55	-1,00	32,82	63,00	1
56	-1,00	38,45	63,00	1
57	-1,00	44,09	63,00	1
58	-1,00	49,73	63,00	1
59	-1,00	55,36	63,00	1
60	-1,00	61,00	63,00	1
61	2,00	-1,00	63,00	1
62	2,00	4,64	63,00	1
63	2,00	10,27	63,00	1
64	2,00	15,91	63,00	1
65	2,00	21,55	63,00	1
66	2,00	27,18	63,00	1
67	2,00	32,82	63,00	1
68	2,00	38,45	63,00	1
69	2,00	44,09	63,00	1
70	2,00	49,73	63,00	1
71	2,00	55,36	63,00	1
72	2,00	61,00	63,00	1
73	5,00	-1,00	63,00	1
74	5,00	4,64	63,00	1
75	5,00	10,27	63,00	1
76	5,00	15,91	63,00	1

Table des points de calcul (3/4)

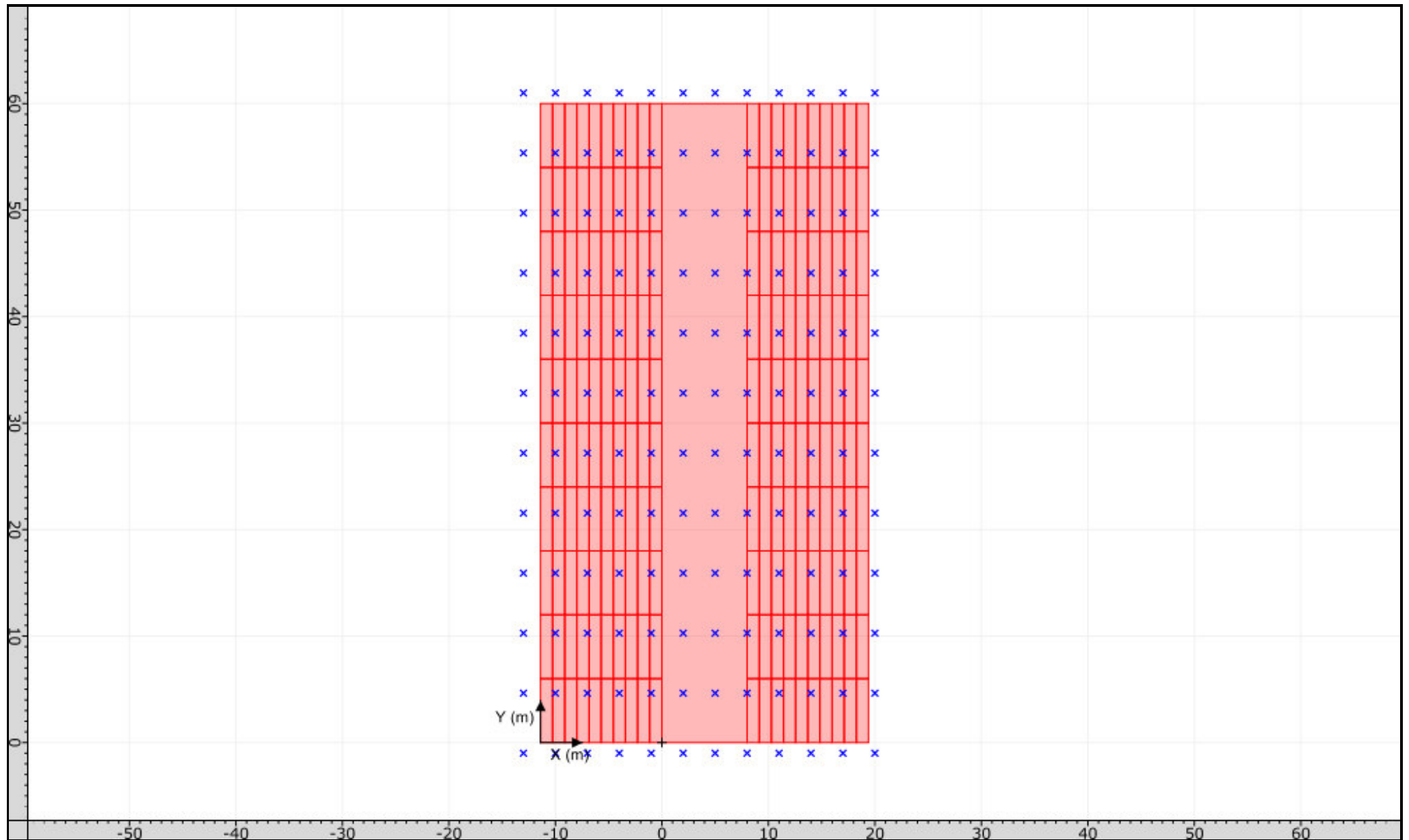
N°	Xp	Yp	Zp	Groupe
77	5,00	21,55	63,00	1
78	5,00	27,18	63,00	1
79	5,00	32,82	63,00	1
80	5,00	38,45	63,00	1
81	5,00	44,09	63,00	1
82	5,00	49,73	63,00	1
83	5,00	55,36	63,00	1
84	5,00	61,00	63,00	1
85	8,00	-1,00	63,00	1
86	8,00	4,64	63,00	1
87	8,00	10,27	63,00	1
88	8,00	15,91	63,00	1
89	8,00	21,55	63,00	1
90	8,00	27,18	63,00	1
91	8,00	32,82	63,00	1
92	8,00	38,45	63,00	1
93	8,00	44,09	63,00	1
94	8,00	49,73	63,00	1
95	8,00	55,36	63,00	1
96	8,00	61,00	63,00	1
97	11,00	-1,00	63,00	1
98	11,00	4,64	63,00	1
99	11,00	10,27	63,00	1
100	11,00	15,91	63,00	1
101	11,00	21,55	63,00	1
102	11,00	27,18	63,00	1
103	11,00	32,82	63,00	1
104	11,00	38,45	63,00	1
105	11,00	44,09	63,00	1
106	11,00	49,73	63,00	1
107	11,00	55,36	63,00	1
108	11,00	61,00	63,00	1
109	14,00	-1,00	63,00	1
110	14,00	4,64	63,00	1
111	14,00	10,27	63,00	1
112	14,00	15,91	63,00	1
113	14,00	21,55	63,00	1
114	14,00	27,18	63,00	1

# Données

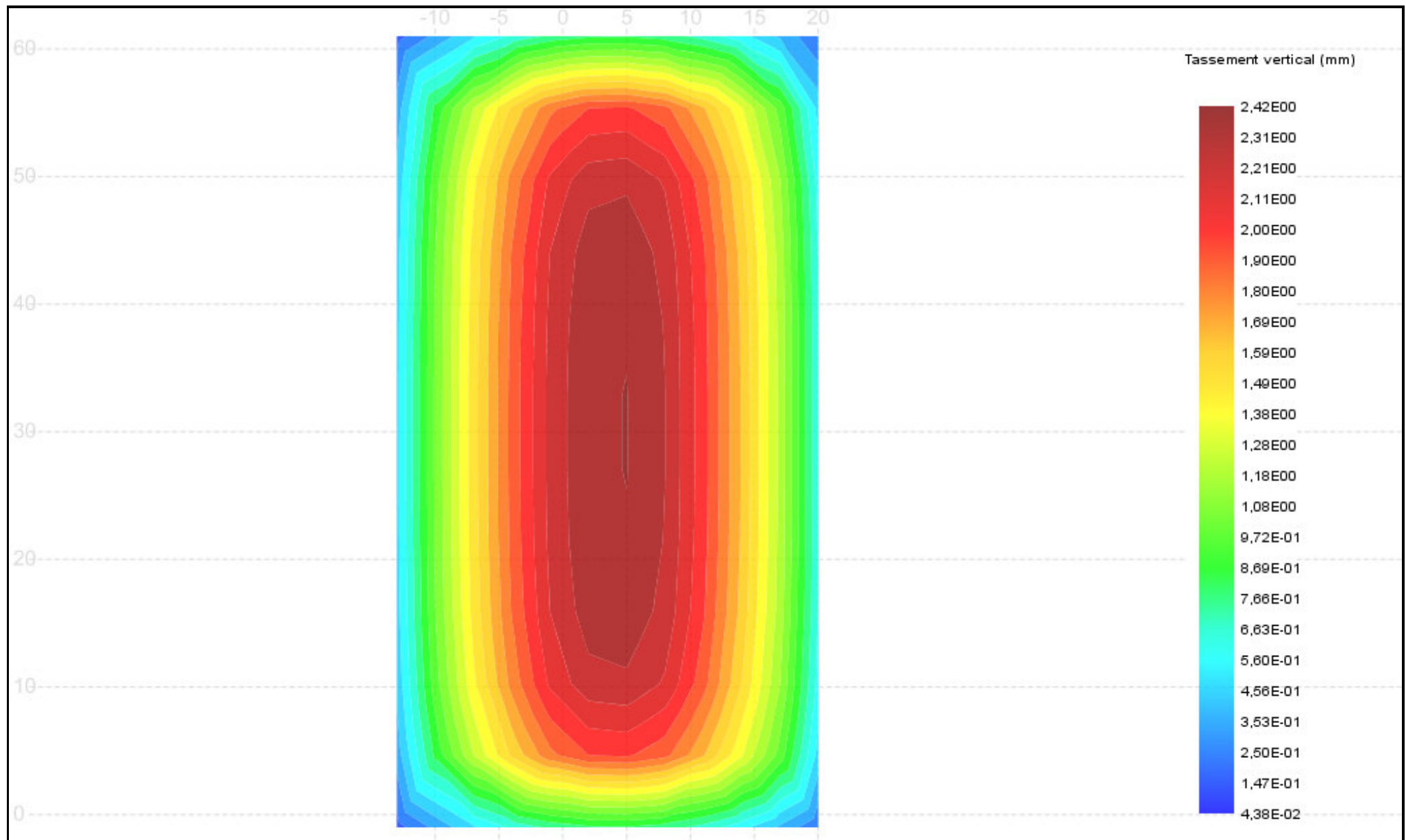
Table des points de calcul (4/4)

N°	Xp	Yp	Zp	Groupe
115	14,00	32,82	63,00	1
116	14,00	38,45	63,00	1
117	14,00	44,09	63,00	1
118	14,00	49,73	63,00	1
119	14,00	55,36	63,00	1
120	14,00	61,00	63,00	1
121	17,00	-1,00	63,00	1
122	17,00	4,64	63,00	1
123	17,00	10,27	63,00	1
124	17,00	15,91	63,00	1
125	17,00	21,55	63,00	1
126	17,00	27,18	63,00	1
127	17,00	32,82	63,00	1
128	17,00	38,45	63,00	1
129	17,00	44,09	63,00	1
130	17,00	49,73	63,00	1
131	17,00	55,36	63,00	1
132	17,00	61,00	63,00	1
133	20,00	-1,00	63,00	1
134	20,00	4,64	63,00	1
135	20,00	10,27	63,00	1
136	20,00	15,91	63,00	1
137	20,00	21,55	63,00	1
138	20,00	27,18	63,00	1
139	20,00	32,82	63,00	1
140	20,00	38,45	63,00	1
141	20,00	44,09	63,00	1
142	20,00	49,73	63,00	1
143	20,00	55,36	63,00	1
144	20,00	61,00	63,00	1

# Onglet "Calcul"



# Isovaleurs / Z=63,00 m / Tassement vertical (mm)





## Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>