



## Calcul de la stabilité de pente

### Données d'entrée

#### Projet

Date : 28.10.2015

#### Paramètres

(saisie pour l'étude actuelle)

#### Calcul de la stabilité

Calcul du séisme : Standard

Méthode de vérification : coefficients de sécurité

Coefficients de sécurité		
Situation de calcul permanente		
Coefficient de sécurité :	$SF_s =$	1,50 [-]


#### Interface

Num.	Placement de l'interface	Coordonnées des points de l'interface [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-20,00	115,32	0,00	115,32	7,89	115,20
		11,54	116,85	17,20	117,99	17,25	118,00
		17,25	119,00	19,00	119,00	20,00	122,98
		21,50	122,98	26,50	122,98	29,80	124,92
		32,39	125,92	36,16	127,92	38,69	128,51
		41,22	128,69	50,00	128,75	70,00	128,75
2		17,20	117,99	21,50	117,90	21,50	120,02
		21,50	122,98				
3		21,50	120,02	36,18	120,75	53,99	121,70
		70,00	122,34				
4		-20,00	105,06	-3,99	104,21	24,73	103,26
		49,75	104,63	70,00	105,48		




#### Paramètres des sols - état de contraintes effectif

Num.	Nom	Echantillon	$\Phi_{ef}$ [°]	$C_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Soil No. 1		21,00	12,00	20,00
2	Soil No. 2		26,50	16,00	18,00



Num.	Nom	Echantillon	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
3	Soil No. 3		40,00	50,00	19,00

### Paramètres des sols - soulèvement hydraulique

Num.	Nom	Echantillon	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
1	Soil No. 1		22,00		
2	Soil No. 2		18,00		
3	Soil No. 3		22,00		

### Paramètres des sols

#### Soil No. 1

Poids volumique :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
 Etat de contraintes : effective  
 Angle de frottement interne :  $\varphi_{ef} = 21,00^\circ$   
 Cohésion du sol :  $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$   
 Poids volumique du sol saturé :  $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

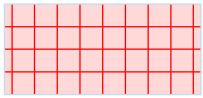
#### Soil No. 2

Poids volumique :  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$   
 Etat de contraintes : effective  
 Angle de frottement interne :  $\varphi_{ef} = 26,50^\circ$   
 Cohésion du sol :  $c_{ef} = 16,00 \text{ kPa}$   
 Poids volumique du sol saturé :  $\gamma_{sat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

#### Soil No. 3

Poids volumique :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Etat de contraintes : effective  
 Angle de frottement interne :  $\varphi_{ef} = 40,00^\circ$   
 Cohésion du sol :  $c_{ef} = 50,00 \text{ kPa}$   
 Poids volumique du sol saturé :  $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

### Corps rigides

Num.	Nom	Echantillon	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Rigid body No. 1		25,00



## Assignation et surfaces

Num.	Placement de la surface	Coordonnées des points de la surface [m]				Assignée sol
		x	z	x	z	
1		36,18	120,75	53,99	121,70	Soil No. 1 
		70,00	122,34	70,00	128,75	
		50,00	128,75	41,22	128,69	
		38,69	128,51	36,16	127,92	
		32,39	125,92	29,80	124,92	
		26,50	122,98	21,50	122,98	
		21,50	120,02			
2		21,50	117,90	21,50	120,02	Rigid body No. 1 
		21,50	122,98	20,00	122,98	
		19,00	119,00	17,25	119,00	
		17,25	118,00	17,20	117,99	
3		-3,99	104,21	24,73	103,26	Soil No. 2 
		49,75	104,63	70,00	105,48	
		70,00	122,34	53,99	121,70	
		36,18	120,75	21,50	120,02	
		21,50	117,90	17,20	117,99	
		11,54	116,85	7,89	115,20	
		0,00	115,32	-20,00	115,32	
4		49,75	104,63	24,73	103,26	Soil No. 3 
		-3,99	104,21	-20,00	105,06	
		-20,00	93,26	70,00	93,26	
		70,00	105,48			

## Surcharge

Num.	Type	Application	Placement z [m]	Origine x [m]	Long. l [m]	Larg. b [m]	Inclin. $\alpha$ [°]	Intensité	
								q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub> unité
1	bande	constante	sur la surface	x = 22,40	l = 3,50		0,00	12,00	kN/m <sup>2</sup>

## Identification des surcharges

Num.	Nom
1	Surcharge No. 1

## Eau

Type : Pas d'eau

## Fissure de traction

La fissure de traction n'est pas saisie.

## Séisme

Le séisme n'est pas considéré.

## Paramètres du calcul de la phase

Situation de calcul : permanente

## Résultats (Phase de construction 1)

### Calcul 1 (phase 1)

### Surface de glissement circulaire



**Paramètres de la surface de glissement**

Centre :	x =	11,89 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-5,91 [°]
	z =	153,34 [m]		$\alpha_2 =$	49,96 [°]
Rayon :	R =	38,32 [m]			

Surface de glissement après l'optimisation.

**Vérification de la stabilité de pente (Bishop)**

Sommation des forces actives :  $F_a = 945,71$  kN/m

Sommation des forces passives :  $F_p = 1703,57$  kN/m

Moment de glissement :  $M_a = 36239,76$  kNm/m

Moment résistant :  $M_p = 65280,65$  kNm/m

Coefficient de sécurité = 1,80 > 1,50

**Stabilité de pente ADMISSIBLE**

**Calcul 2 (phase 1)**

**Surface de glissement polygonale**

**Coordonnées des points de la surface de glissement [m]**

x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
7,93	115,22	16,78	114,74	22,30	117,12	29,47	120,47	34,50	122,71
41,87	128,69								

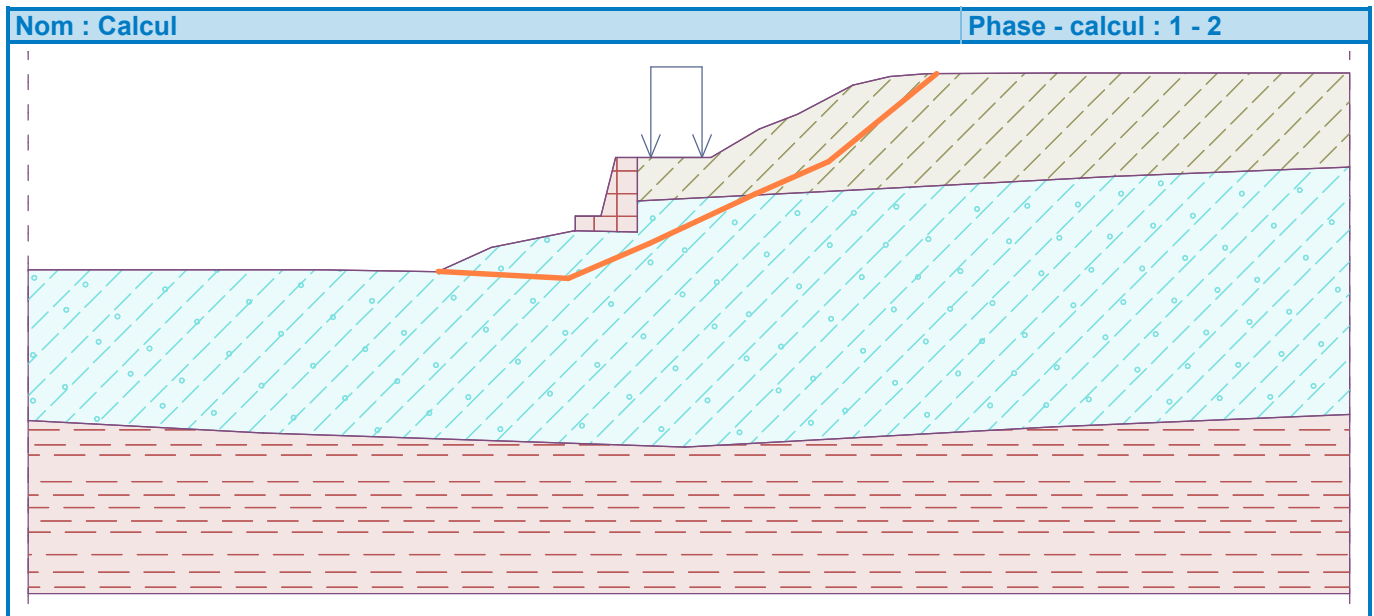
Surface de glissement après l'optimisation.

**Vérification de la stabilité de pente (Sarma)**

Coefficient de sécurité = 1,76 > 1,50

**Stabilité de pente ADMISSIBLE**

Certaines tranches coupent le corps rigide. Les résultats peuvent être surestimés.





## Données d'entrée (Phase de construction 2)

### Déblai

Num.	Placement du déblai	Coordonnées des points du déblai [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		41,00	128,67	41,50	127,50	53,00	127,50
		54,00	128,75				

### Assignation et surfaces

Num.	Placement de la surface	Coordonnées des points de la surface [m]				Assignée sol
		x	z	x	z	
1		36,18	120,75	53,99	121,70	Soil No. 1 
		70,00	122,34	70,00	128,75	
		54,00	128,75	53,00	127,50	
		41,50	127,50	41,00	128,67	
		38,69	128,51	36,16	127,92	
		32,39	125,92	29,80	124,92	
		26,50	122,98	21,50	122,98	
21,50	120,02					
2		21,50	117,90	21,50	120,02	Rigid body No. 1 
		21,50	122,98	20,00	122,98	
		19,00	119,00	17,25	119,00	
		17,25	118,00	17,20	117,99	
3		-3,99	104,21	24,73	103,26	Soil No. 2 
		49,75	104,63	70,00	105,48	
		70,00	122,34	53,99	121,70	
		36,18	120,75	21,50	120,02	
		21,50	117,90	17,20	117,99	
		11,54	116,85	7,89	115,20	
		0,00	115,32	-20,00	115,32	
-20,00	105,06					
4		49,75	104,63	24,73	103,26	Soil No. 3 
		-3,99	104,21	-20,00	105,06	
		-20,00	93,26	70,00	93,26	
		70,00	105,48			

### Surcharge

Num.	Surcharge		Type	Application	Placemen z [m]	Origine x [m]	Long. l [m]	Larg. b [m]	Inclin. $\alpha$ [°]	Intensité		
	nouv.	modif.								q, q1, f, F	q2	unité
1	Non	Non	bande	constante	sur la surface	x = 22,40	l = 3,50		0,00	12,00		kN/m <sup>2</sup>
2	Oui		bande	constante	sur la surface	x = 42,00	l = 10,00		0,00	160,00		kN/m <sup>2</sup>

### Identification des surcharges

Num.	Nom
1	Surcharge No. 1



Num.	Nom
2	Surcharge No. 2

## Eau

Type : Pas d'eau

## Fissure de traction

La fissure de traction n'est pas saisie.

## Séisme

Le séisme n'est pas considéré.

## Paramètres du calcul de la phase

Situation de calcul : permanente

## Résultats (Phase de construction 2)

### Calcul 1 (phase 2)

#### Surface de glissement circulaire

Paramètres de la surface de glissement							
Centre :	x =	14,56	[m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-7,57	[°]
	z =	166,63	[m]		$\alpha_2 =$	41,04	[°]
Rayon :	R =	51,88	[m]				
Calcul sans l'optimisation de la surface de glissement.							

#### Vérification de la stabilité de pente (toutes méthodes)

Bishop : FS = 1,61 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Fellenius / Petterson : FS = 1,55 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Spencer : FS = 1,62 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Janbu : FS = 1,62 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Morgenstern-Price : FS = 1,62 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Shahunyants : FS = 1,55 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 ITFM : FS = 1,63 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 ITFM solution explicite : FS = 1,68 > 1,50 **ADMISSIBLE**

### Calcul 2 (phase 2)

#### Surface de glissement polygonale

Coordonnées des points de la surface de glissement [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
13,25	117,19	17,12	116,28	22,53	117,39	28,39	118,29	32,99	120,29
36,90	121,86	42,30	123,65	46,85	127,50				
Calcul sans l'optimisation de la surface de glissement.									

#### Vérification de la stabilité de pente (toutes méthodes)

Sarma : FS = 1,54 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Spencer : FS = 1,57 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Janbu : FS = 1,51 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Morgenstern-Price : FS = 1,54 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Shahunyants : FS = 1,49 < 1,50 **NON ADMISSIBLE**  
 ITFM : FS = 1,63 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 ITFM solution explicite : FS = 1,68 > 1,50 **ADMISSIBLE**

Certaines tranches coupent le corps rigide. Les résultats peuvent être surestimés.

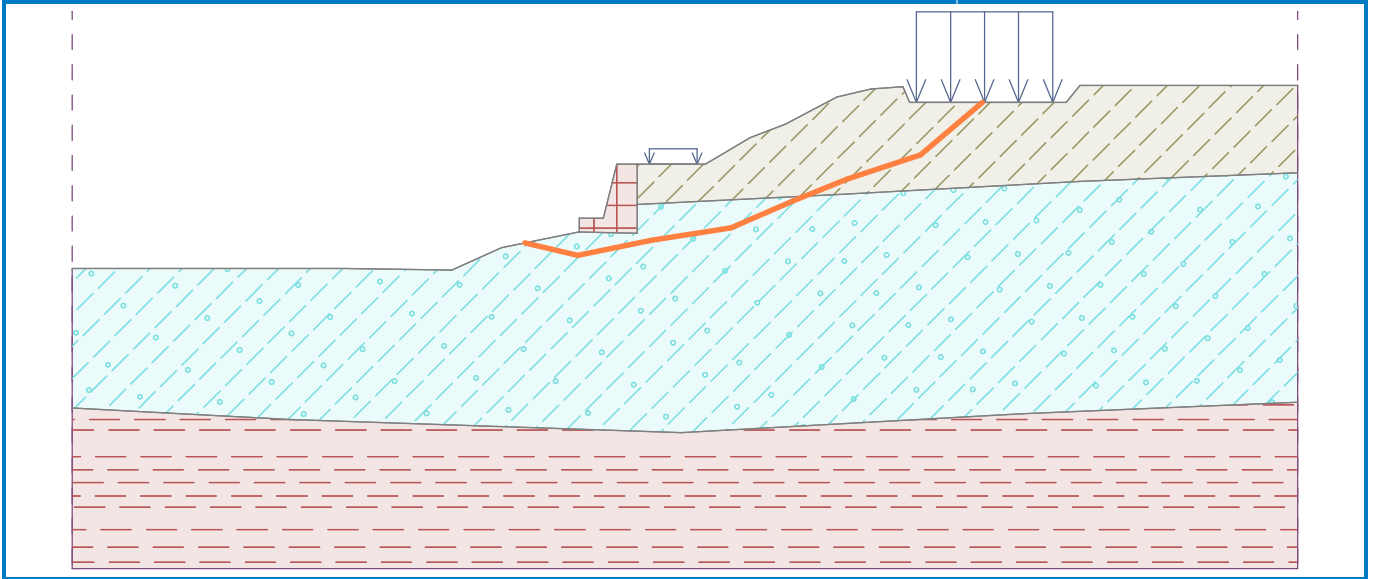
Les plans de rupture sont très aigus. Les résultats peuvent être surestimés.

Les plans de rupture sont très aigus. Les résultats peuvent être surestimés.



Nom : Calcul

Phase - calcul : 2 - 2



### Données d'entrée (Phase de construction 3)

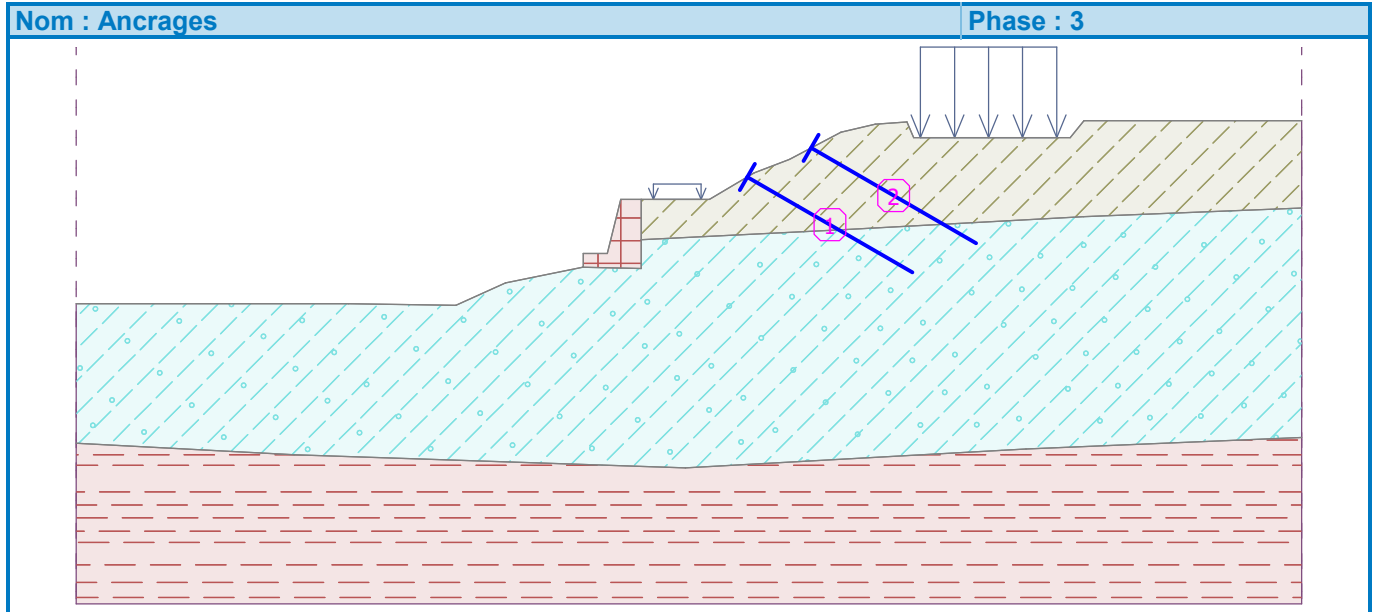
#### Assignation et surfaces

Num.	Placement de la surface	Coordonnées des points de la surface [m]				Assignée sol
		x	z	x	z	
1		36,18	120,75	53,99	121,70	Soil No. 1 
		70,00	122,34	70,00	128,75	
		54,00	128,75	53,00	127,50	
		41,50	127,50	41,00	128,67	
		38,69	128,51	36,16	127,92	
		32,39	125,92	29,80	124,92	
		26,50	122,98	21,50	122,98	
2		21,50	117,90	21,50	120,02	Rigid body No. 1 
		21,50	122,98	20,00	122,98	
		19,00	119,00	17,25	119,00	
		17,25	118,00	17,20	117,99	
3		-3,99	104,21	24,73	103,26	Soil No. 2 
		49,75	104,63	70,00	105,48	
		70,00	122,34	53,99	121,70	
		36,18	120,75	21,50	120,02	
		21,50	117,90	17,20	117,99	
		11,54	116,85	7,89	115,20	
		0,00	115,32	-20,00	115,32	
4		-20,00	105,06			Soil No. 3 
		49,75	104,63	24,73	103,26	
		-3,99	104,21	-20,00	105,06	
		-20,00	93,26	70,00	93,26	
		70,00	105,48			



### Ancrages

Num.	Ancrage		Origine		Long. et inclin. / coordonnées		Dist. d'ancrages b [m]	diamètre/surface d [mm] / A [mm <sup>2</sup> ]	Module d'élast. E [MPa]	Effort trac. limit. F <sub>c</sub> [kN]	Agit en compression	Force F [kN]
	nouv.	en tens.	x [m]	z [m]	l [m] / x [m]	α [°] / z [m]						
1	Oui		29,29	124,62	l = 14,00	α = 30,00	1,00	d =			Non	200,00
2	Oui		33,97	126,76	l = 14,00	α = 30,00	1,00	d =			Non	200,00



### Surcharge

Num.	Surcharge		Type	Application	Placemen z [m]	Origine x [m]	Long. l [m]	Larg. b [m]	Inclin. α [°]	Intensité		
	nouv.	modif.								q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	unité
1	Non	Non	bande	constante	sur la surface	x = 22,40	l = 3,50		0,00	12,00		kN/m <sup>2</sup>
2	Non	Non	bande	constante	sur la surface	x = 42,00	l = 10,00		0,00	160,00		kN/m <sup>2</sup>

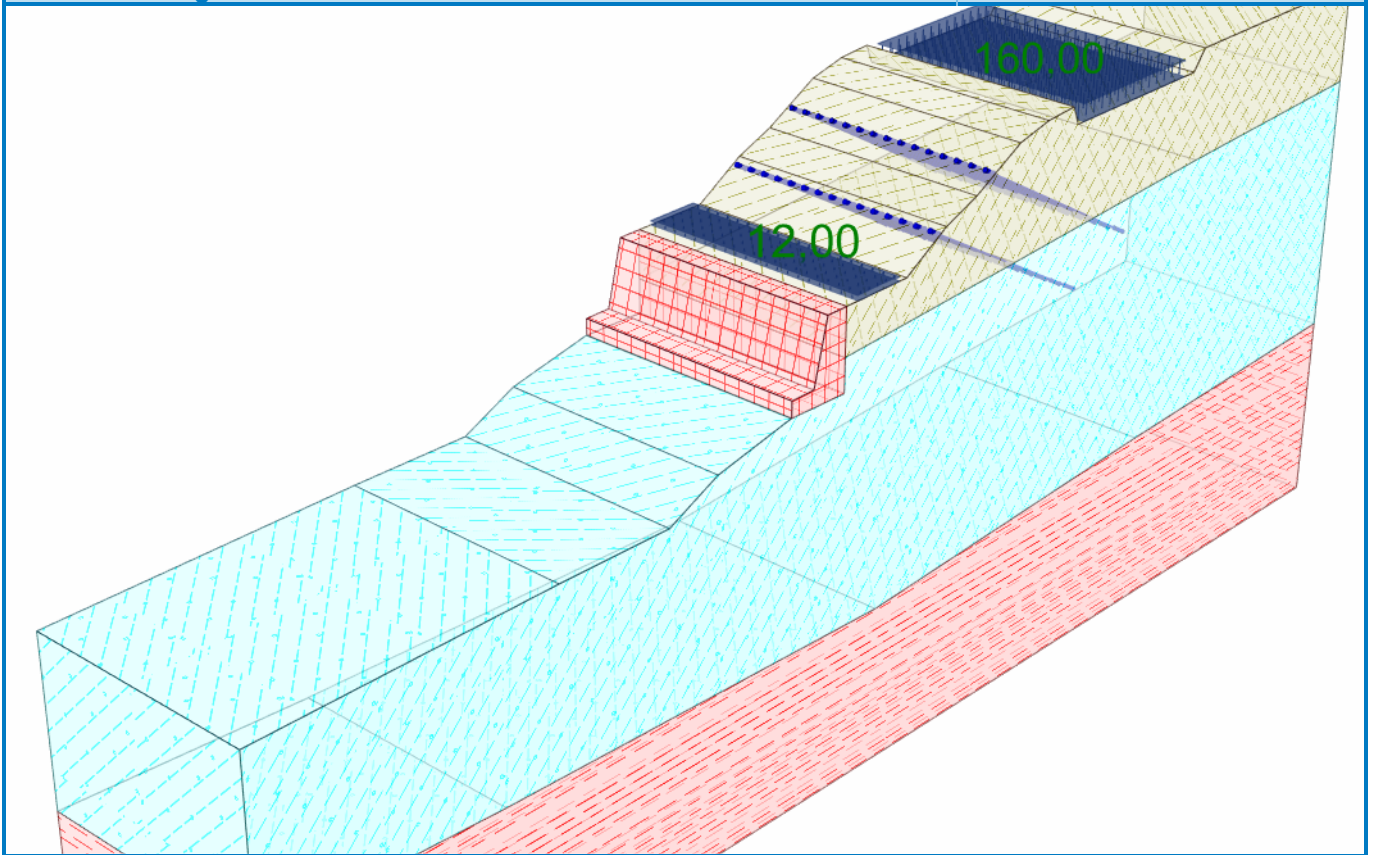
### Identification des surcharges

Num.	Nom
1	Surcharge No. 1
2	Surcharge No. 2



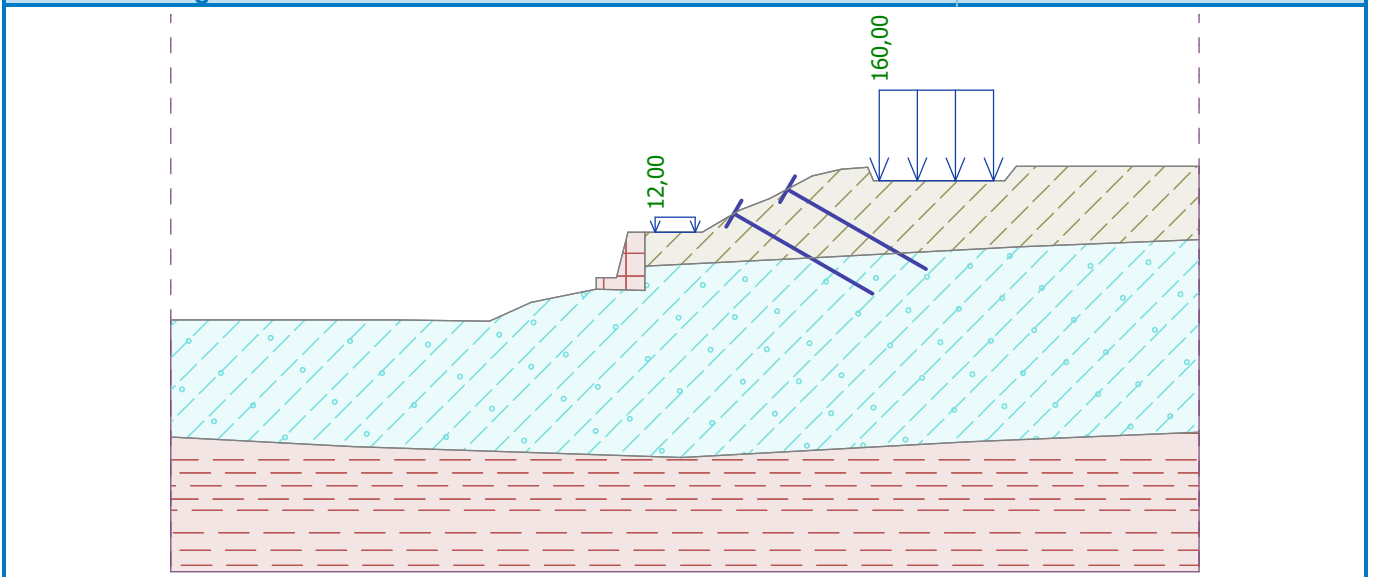
Nom : Surcharge

Phase : 3



Nom : Surcharge

Phase : 3



### Eau

Type : Pas d'eau

### Fissure de traction

La fissure de traction n'est pas saisie.

### Séisme

Le séisme n'est pas considéré.



### Paramètres du calcul de la phase

Situation de calcul : permanente

### Résultats (Phase de construction 3)

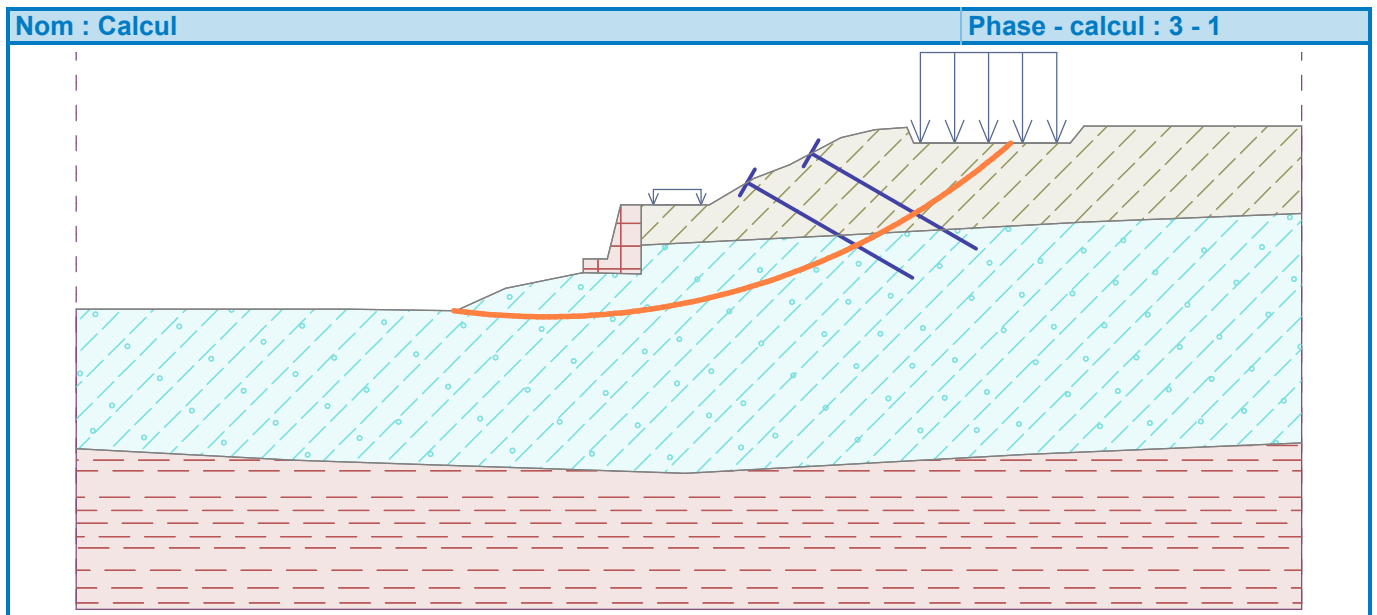
#### Calcul 1 (phase 3)

#### Surface de glissement circulaire

Paramètres de la surface de glissement							
Centre :	x =	14,56	[m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-7,57	[°]
	z =	166,63	[m]		$\alpha_2 =$	41,04	[°]
Rayon :	R =	51,88	[m]				
Calcul sans l'optimisation de la surface de glissement.							

#### Vérification de la stabilité de pente (toutes méthodes)

Bishop : FS = 1,79 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Fellenius / Petterson : FS = 1,74 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Spencer : FS = 1,90 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Janbu : FS = 1,90 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Morgenstern-Price : FS = 1,90 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Shahunyanants : FS = 1,84 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 ITFM : FS = 1,99 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 ITFM solution explicite : FS = 1,91 > 1,50 **ADMISSIBLE**



#### Calcul 2 (phase 3)

#### Surface de glissement polygonale

Coordonnées des points de la surface de glissement [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
13,25	117,19	17,12	116,28	22,53	117,39	28,39	118,29	32,99	120,29
36,90	121,86	42,30	123,65	46,85	127,50				
Calcul sans l'optimisation de la surface de glissement.									

#### Vérification de la stabilité de pente (toutes méthodes)

Sarma : FS = 1,94 > 1,50 **ADMISSIBLE** Certaines tranches coupent le corps rigide. Les résultats peuvent être surestimés.  
 Spencer : FS = 1,93 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Janbu : FS = 1,95 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Morgenstern-Price : FS = 1,91 > 1,50 **ADMISSIBLE**  
 Shahunyanants : FS = 1,91 > 1,50 **ADMISSIBLE**



ITFM : FS = 2,11 > 1,50 **ADMISSIBLE** Les plans de rupture sont très aigus. Les résultats peuvent être surestimés.

ITFM solution explicite : FS = 1,98 > 1,50 **ADMISSIBLE** Les plans de rupture sont très aigus. Les résultats peuvent être surestimés.