



Calcul du mur de soutènement en T

Données d'entrée

Projet

Date : 28.10.2015

Paramètres

(saisie pour l'étude actuelle)

Matériaux et normes

Structures en béton : EN 1992-1-1 (EC2)

Coefficients EN 1992-1-1 : standard

Calcul des murs

Calcul de la pression active : Théorie de Coulomb (norme CSN 730037)

Calcul de la pression passive : Théorie de Caquot-Kerisel

Calcul du séisme : Mononobe-Okabe

Forme du coin de sol : calculer comme incliné

Bêche : considérer la bêche comme la base de fondation inclinée

Excentricité admissible : 0,333

Méthode de vérification : coefficients de sécurité

Coefficients de sécurité			
Situation de calcul permanente			
Coefficient de sécurité au renversement :	$SF_o =$	1,50	[-]
Coefficient de sécurité au glissement :	$SF_s =$	1,50	[-]
Coefficient de sécurité de la capacité portante du sol de fondation :	$SF_b =$	1,00	[-]

Matériau de la structure

Poids volumique $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Le calcul des structures en béton a été effectué selon la norme EN 1992-1-1 (EC2).

Béton : C 20/25

Résistance cylindrique à la compression $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Résistance à la traction $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Acier longitudinal : B500

Limite d'élasticité $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Géométrie de la structure

Num.	Ordonnée X [m]	Profondeur Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,00
3	2,50	5,00
4	2,50	5,60
5	2,50	5,80
6	2,00	5,80
7	2,00	5,60
8	-1,60	5,60
9	-1,60	5,00
10	-0,60	5,00
11	-0,20	0,00

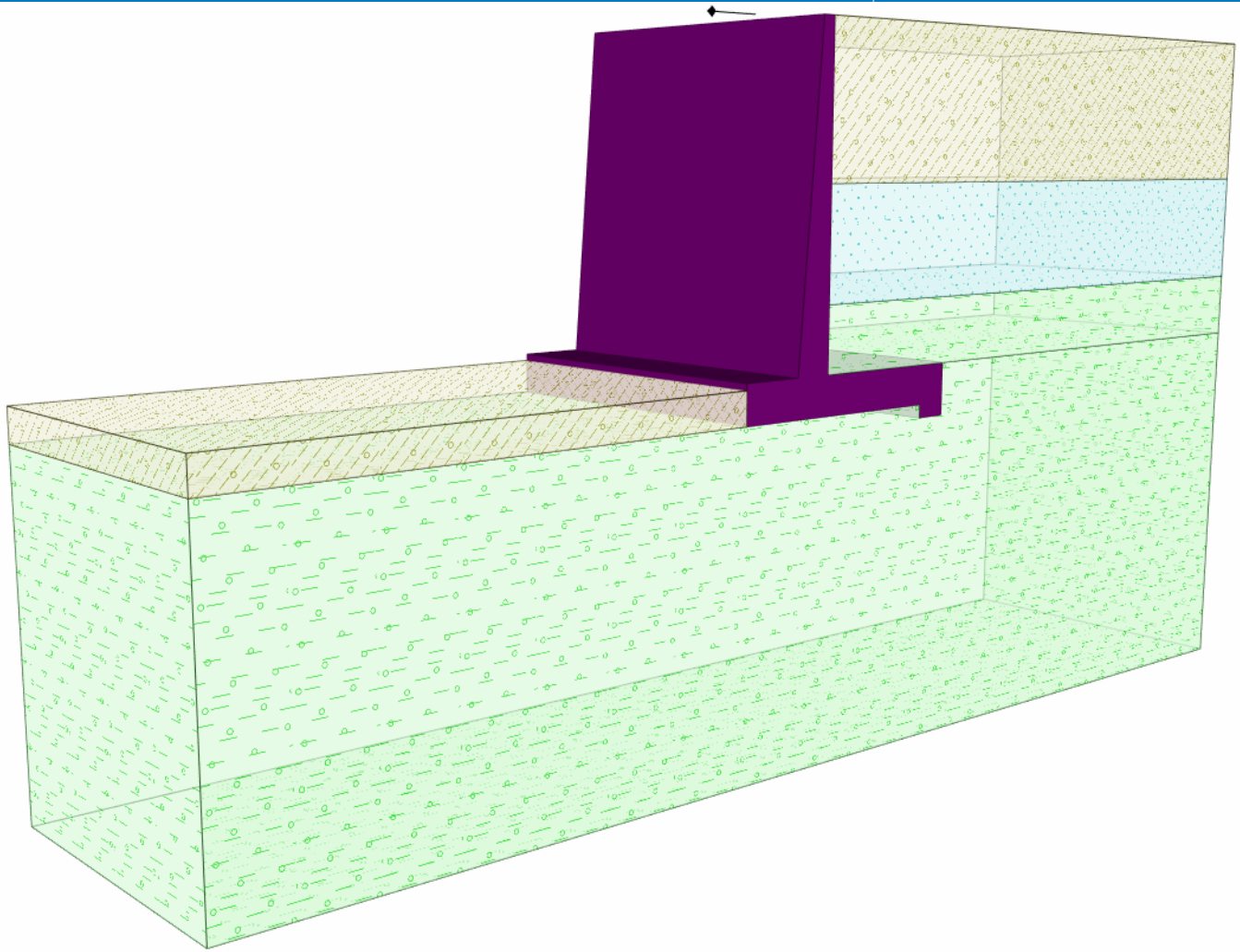
L'origine [0,0] se trouve dans le coin supérieur droit du mur.

Surface de la coupure du mur = 4,56 m².



Nom : Géométrie

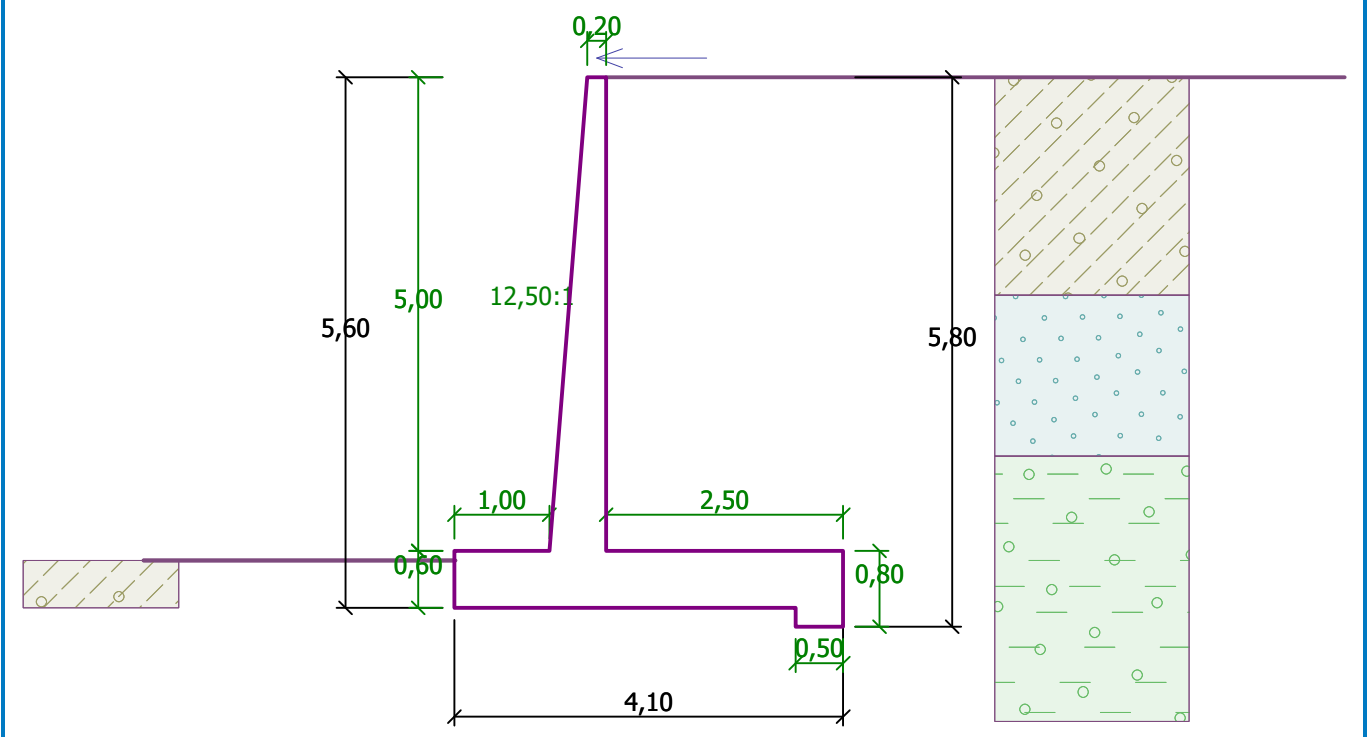
Phase - calcul : 1 - 0





Nom : Géométrie

Phase - calcul : 1 - 0



Paramètres de base des sols

Num.	Nom	Echantillon	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Soil No. 1		29,00	10,00	19,00	9,00	15,00
2	Soil No. 2		31,50	0,00	17,50	7,50	15,00
3	Soil No. 3		27,00	10,00	19,50	9,50	15,00

Pour calculer la pression au repos, on suppose que tous les sols sont pulvérulents.

Paramètres des sols

Soil No. 1

Poids volumique : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Etat de contraintes : effective
 Angle de frottement interne : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$
 Cohésion du sol : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
 Angle de frot. structure-sol : $\delta = 15,00^\circ$
 Sol : pulvérulent
 Poids volumique du sol saturé : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Soil No. 2

Poids volumique : $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$
 Etat de contraintes : effective
 Angle de frottement interne : $\varphi_{ef} = 31,50^\circ$
 Cohésion du sol : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Angle de frot. structure-sol : $\delta = 15,00^\circ$
 Sol : pulvérulent
 Poids volumique du sol saturé : $\gamma_{sat} = 17,50 \text{ kN/m}^3$



Soil No. 3

Poids volumique : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
 Etat de contraintes : effective
 Angle de frottement interne : $\varphi_{ef} = 27,00^\circ$
 Cohésion du sol : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
 Angle de frot. structure-sol : $\delta = 15,00^\circ$
 Sol : pulvérulent
 Poids volumique du sol saturé : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Coupe géologique et assignation des sols

Num.	Couche [m]	Sol assigné	Echantillon
1	2,30	Soil No. 1	
2	1,70	Soil No. 2	
3	-	Soil No. 3	

Fondation

Type de fondation : sol- profil géologique

Profil du terrain

Le terrain derrière la structure est plan.

Effet de l'eau

La nappe phréatique est en dessous de la structure.

Pression à l'avant de la structure

Pression à l'avant de la structure: neutre

Sol en aval de la structure - Soil No. 1

Hauteur du sol devant le mur $h = 0,50 \text{ m}$

Le terrain devant la structure est plan.

Forces saisies appliquées à la structure

Numéro	Force		Nom	Applic.	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
	nouveau	modif.							
1	Oui		Force No. 1	constante	-30,00	0,00	0,00	-0,10	-0,20

Paramètres du calcul de la phase

Situation de calcul : permanente

Le mur peut se déplacer, la charge de la pression active est prise en compte dans le calcul.

Vérification n° 1

Somme des forces appliquées à la structure

Nom	F_{hor} [kN/m]	Point d'application z [m]	F_{vert} [kN/m]	Point d'application x [m]	Partiel coefficient
Poids- mur	0,00	-1,34	104,88	1,80	1,000
Pression à l'avant	-1,22	-0,17	0,00	0,00	1,000
Poids- coin de sol	0,00	-2,00	99,17	2,44	1,000
Pression active	84,30	-1,65	118,67	3,26	1,000
Force No. 1	30,00	-5,80	0,00	1,50	1,000



Vérification du mur entier

Vérification de la résistance au renversement

Moment résistant $M_{res} = 817,56 \text{ kNm/m}$
Moment de renversement $M_{ovr} = 313,07 \text{ kNm/m}$

Coefficient de sécurité = $2,61 > 1,50$

Résistance du mur au renversement ADMISSIBLE

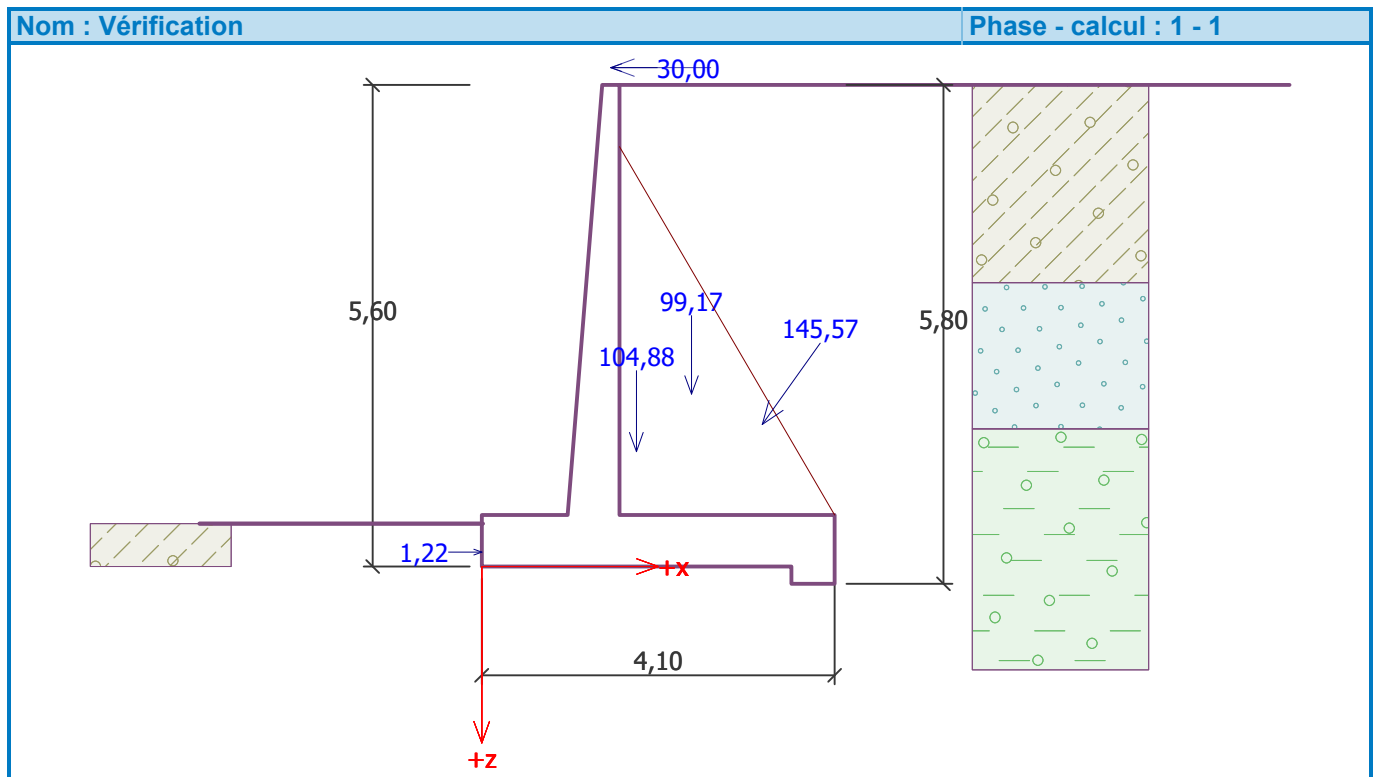
Vérification de la résistance au glissement

Force horizontale résistante $H_{res} = 197,82 \text{ kN/m}$
Force horizontale sollicitante $H_{act} = 97,21 \text{ kN/m}$

Coefficient de sécurité = $2,03 > 1,50$

Résistance du mur au glissement ADMISSIBLE

Vérification globale - MUR ADMISSIBLE



Capac. port. du sol de fondation

Forces appliquées au centre de la base de la fondation

Num.	Moment [kNm/m]	Effort normal [kN/m]	Force mot. [kN/m]	Excentricité [-]	Contrainte [kPa]
1	168,39	327,85	96,96	0,125	106,53

Forces standards appliquées au centre de la base de fondation (calcul du tassement)

Num.	Moment [kNm/m]	Effort normal [kN/m]	Force mot. [kN/m]
1	168,39	327,85	96,96

Vérification de la capacité portante du sol de fondation

Vérification de l'excentricité

Excentricité max. de l'effort normal $e = 0,125$
Excentricité maximale permise $e_{alw} = 0,333$



Excentricité de l'effort normal ADMISSIBLE

Vérification de la capacité portante de la base de la fondation

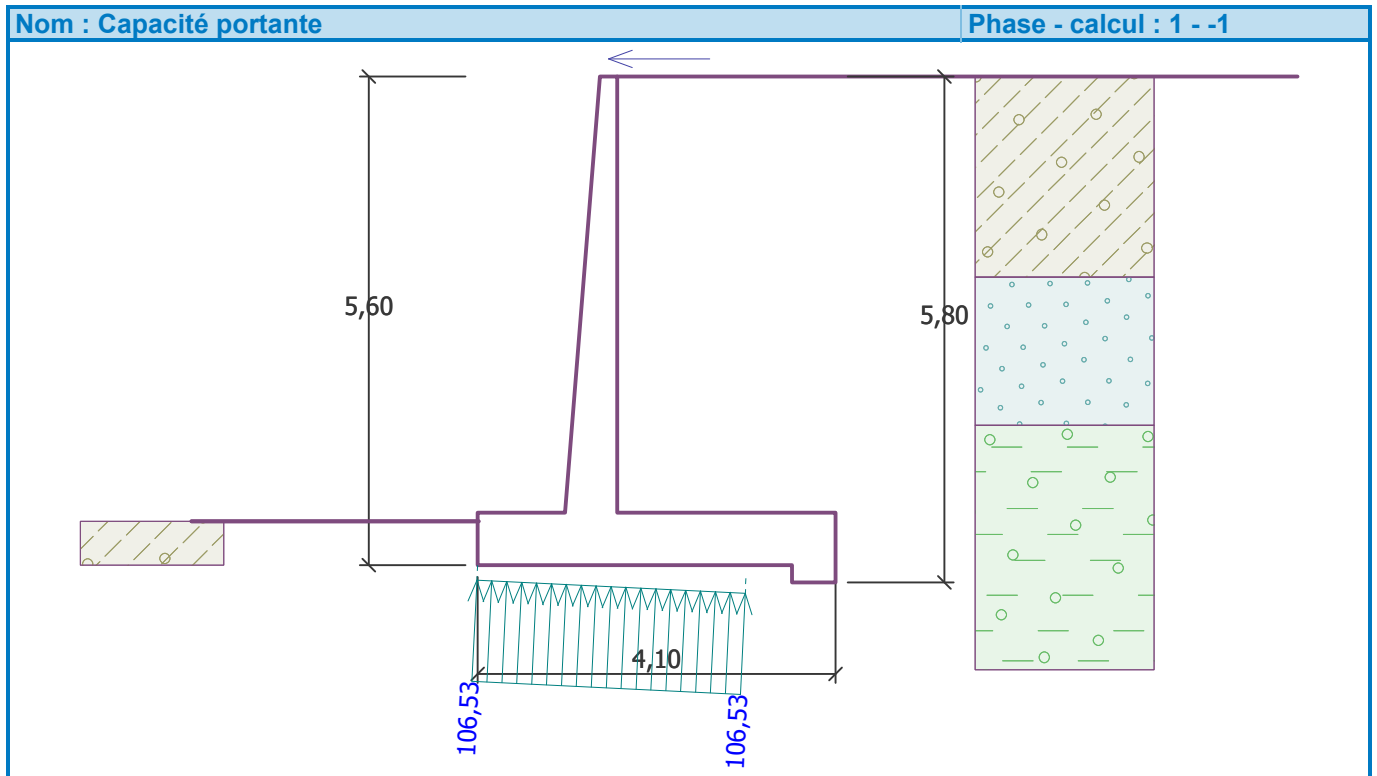
Contrainte maximale à la base de la fondation $\sigma = 106,53 \text{ kPa}$

Capac. port. du sol de fondation $R_d = 180,00 \text{ kPa}$

Coefficient de sécurité = $1,69 > 1,00$

Capac. port. du sol de fondation ADMISSIBLE

Vérification globale- capacité portante du sol de fondation ADMISSIBLE



Dimensionnement n° 1

Somme des forces appliquées à la structure

Nom	F_{hor} [kN/m]	Point d'application z [m]	F_{vert} [kN/m]	Point d'application x [m]	Partiel coefficient
Poids- mur	0,00	-2,08	45,98	0,38	1,000
Pression au repos	118,80	-1,65	0,00	0,60	1,000
Force No. 1	30,00	-5,20	0,00	0,50	1,000

Vérification de la voile de mur

Armature et dimensions de la section

Diamètre = 20,0 mm

Nombre de barres = 14

Enrobage de l'armature = 30,0 mm

Larg. section = 1,00 m

Haut. section = 0,60 m

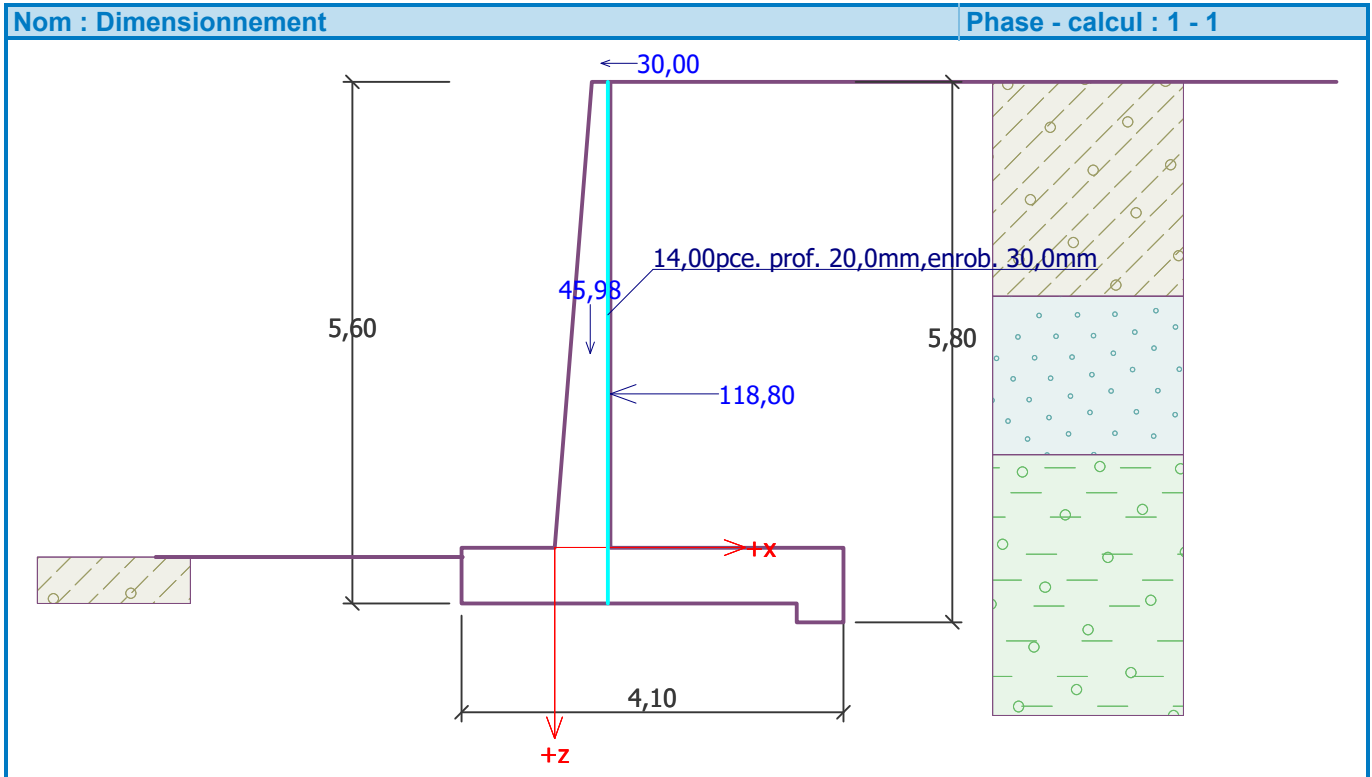
Pourcentage d'armature $\rho = 0,79 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$

Situation de l'axe neutre $x = 0,18 \text{ m} < 0,35 \text{ m} = x_{max}$

Force motrice limite ultime $V_{Rd} = 268,85 \text{ kN} > 148,80 \text{ kN} = V_{Ed}$

Moment limite ultime $M_{Rd} = 933,56 \text{ kNm} > 348,11 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Section ADMISSIBLE.



Dimensionnement n° 2

Somme des forces appliquées à la structure

Nom	F_{hor} [kN/m]	Point d'application z [m]	F_{vert} [kN/m]	Point d'application x [m]	Partiel coefficient
Poids- mur	0,00	-1,34	104,88	1,80	1,000
Pression à l'avant	-1,22	-0,17	0,00	0,00	1,000
Poids- coin de sol	0,00	-2,00	99,17	2,44	1,000
Pression active	84,30	-1,65	118,67	3,26	1,000
Force No. 1	30,00	-5,80	0,00	1,50	1,000

Vérification du patin de mur

Armature et dimensions de la section

Diamètre = 16,0 mm

Nombre de barres = 6

Enrobage de l'armature = 30,0 mm

Larg. section = 1,00 m

Haut. section = 0,60 m

Pourcentage d'armature $\rho = 0,21 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$

Situation de l'axe neutre $x = 0,05 m < 0,35 m = x_{max}$

Force motrice limite ultime $V_{Rd} = 177,46 kN > 111,61 kN = V_{Ed}$

Moment limite ultime $M_{Rd} = 284,46 kNm > 58,25 kNm = M_{Ed}$

Section ADMISSIBLE.

Dimensionnement n° 3

Somme des forces appliquées à la structure

Nom	F_{hor} [kN/m]	Point d'application z [m]	F_{vert} [kN/m]	Point d'application x [m]	Partiel coefficient
Poids- mur	0,00	-0,30	34,50	2,85	1,000



Nom	F _{hor} [kN/m]	Point d'application z [m]	F _{vert} [kN/m]	Point d'application x [m]	Partiel coefficient
Poids- coin de sol	0,00	-2,00	99,17	2,44	1,000
Pression active	84,30	-1,65	118,67	3,26	1,000
Contrainte de contact	0,00	0,00	-141,27	2,58	1,000

Vérification du talon de mur

Armature et dimensions de la section

Diamètre = 16,0 mm

Nombre de barres = 6

Enrobage de l'armature = 30,0 mm

Larg. section = 1,00 m

Haut. section = 0,60 m

Pourcentage d'armature $\rho = 0,21 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$

Situation de l'axe neutre $x = 0,05 \text{ m} < 0,35 \text{ m} = x_{max}$

Force motrice limite ultime $V_{Rd} = 177,46 \text{ kN} > 111,07 \text{ kN} = V_{Ed}$

Moment limite ultime $M_{Rd} = 284,46 \text{ kNm} > 185,25 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Section ADMISSIBLE.

Dimensionnement n° 4

Somme des forces appliquées à la structure

Nom	F _{hor} [kN/m]	Point d'application z [m]	F _{vert} [kN/m]	Point d'application x [m]	Partiel coefficient
Poids- mur	0,00	-0,05	0,47	0,11	1,000
Pression au repos	0,05	-0,03	0,00	0,21	1,000
Force No. 1	30,00	-0,30	0,00	0,11	1,000

Vérification du joint 0,10 m du mur à partir de la tête du mur

Armature et dimensions de la section

Diamètre = 16,0 mm

Nombre de barres = 6

Enrobage de l'armature = 30,0 mm

Larg. section = 1,00 m

Haut. section = 0,21 m

Pourcentage d'armature $\rho = 0,71 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$

Situation de l'axe neutre $x = 0,05 \text{ m} < 0,10 \text{ m} = x_{max}$

Force motrice limite ultime $V_{Rd} = 98,78 \text{ kN} > 30,05 \text{ kN} = V_{Ed}$

Moment limite ultime $M_{Rd} = 78,85 \text{ kNm} > 9,00 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Section ADMISSIBLE.

Calcul de la stabilité de pente

Données d'entrée

Projet

Paramètres

(saisie pour l'étude actuelle)

Calcul de la stabilité

Calcul du séisme : Standard

Méthode de vérification : calcul selon EN1997

Approche de calcul : 2 - réduction de la charge et de la résistance



Coefficient de réduction de la charge (F)

Situation de calcul permanente

		Défavorables	Favorables
Charge permanente :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Charge variable :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Action de l'eau :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Coefficient de réduction de la résistance (R)

Situation de calcul permanente


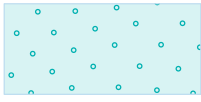
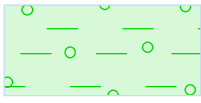
Coefficient de réduction de la résist. sur la surface de glissem. :	$\gamma_{Rs} =$	1,10 [-]
---	-----------------	----------

Interface


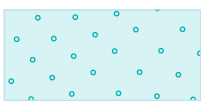
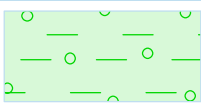
Num.	Placement de l'interface	Coordonnées des points de l'interface [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	100,00	0,00	97,70	17,40	97,70
2		-14,50	94,90	-1,60	94,90	-1,60	95,00
		-0,60	95,00	-0,20	100,00	0,00	100,00
		17,40	100,00				
3		0,00	97,70	0,00	96,00	17,40	96,00
4		0,00	96,00	0,00	95,00	2,50	95,00
5		-1,60	94,40	2,00	94,40	2,00	94,20
		2,50	94,20	2,50	94,40	2,50	95,00
		17,40	95,00				
6		-14,50	94,40	-1,60	94,40	-1,60	94,90



Paramètres des sols - état de contraintes effectif

Num.	Nom	Echantillon	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Soil No. 1		29,00	10,00	19,00
2	Soil No. 2		31,50	0,00	17,50
3	Soil No. 3		27,00	10,00	19,50

Paramètres des sols - soulèvement hydraulique

Num.	Nom	Echantillon	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Soil No. 1		19,00		
2	Soil No. 2		17,50		
3	Soil No. 3		19,50		

Paramètres des sols

Soil No. 1

Poids volumique : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Etat de contraintes : effective
 Angle de frottement interne : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$
 Cohésion du sol : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
 Poids volumique du sol saturé : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Soil No. 2

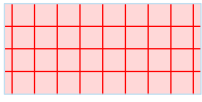
Poids volumique : $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$
 Etat de contraintes : effective
 Angle de frottement interne : $\varphi_{ef} = 31,50^\circ$
 Cohésion du sol : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Poids volumique du sol saturé : $\gamma_{sat} = 17,50 \text{ kN/m}^3$

Soil No. 3

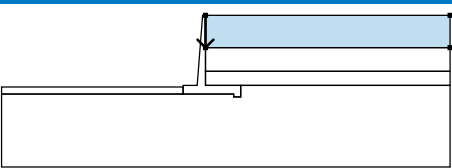
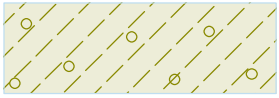
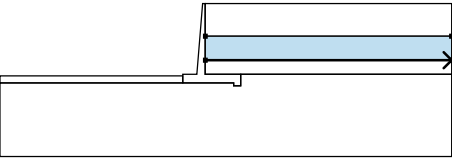
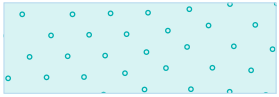
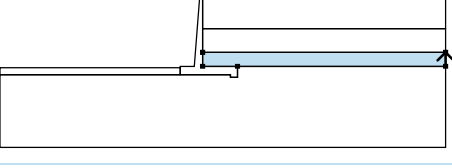
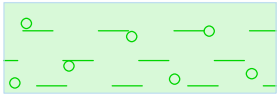
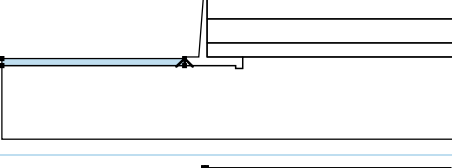

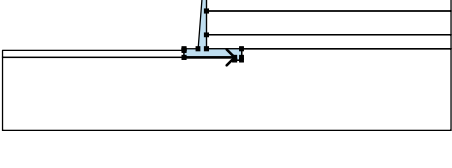
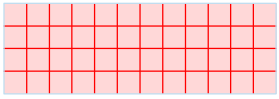
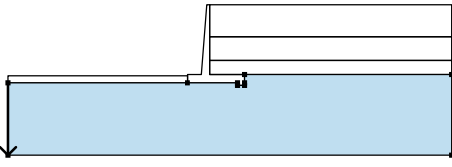
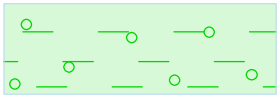
Poids volumique : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
 Etat de contraintes : effective
 Angle de frottement interne : $\varphi_{ef} = 27,00^\circ$
 Cohésion du sol : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
 Poids volumique du sol saturé : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$



Corps rigides

Num.	Nom	Echantillon	γ [kN/m ³]
1	Matériau du mur		23,00

Assignation et surfaces

Num.	Placement de la surface	Coordonnées des points de la surface [m]				Assignée sol
		x	z	x	z	
1		0,00	100,00	0,00	97,70	Soil No. 1 
		17,40	97,70	17,40	100,00	
2		0,00	96,00	17,40	96,00	Soil No. 2 
		17,40	97,70	0,00	97,70	
3		17,40	95,00	17,40	96,00	Soil No. 3 
		0,00	96,00	0,00	95,00	
		2,50	95,00			
4		-1,60	94,40	-1,60	94,90	Soil No. 1 
		-14,50	94,90	-14,50	94,40	
5		-1,60	94,40	2,00	94,40	Matériau du mur 
		2,00	94,20	2,50	94,20	
		2,50	94,40	2,50	95,00	
		0,00	95,00	0,00	96,00	
		0,00	97,70	0,00	100,00	
		-0,20	100,00	-0,60	95,00	
		-1,60	95,00	-1,60	94,90	
6		-14,50	94,40	-14,50	89,20	Soil No. 3 
		17,40	89,20	17,40	95,00	
		2,50	95,00	2,50	94,40	
		2,50	94,20	2,00	94,20	
		2,00	94,40	-1,60	94,40	

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

Surface de glissement circulaire

Paramètres de la surface de glissement						
Centre :	x =	-1,46	[m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-38,83 [°]
	z =	101,07	[m]		$\alpha_2 =$	82,24 [°]
Rayon :	R =	7,92	[m]			
Surface de glissement après l'optimisation.						

Vérification de la stabilité de pente (Bishop)

Sommation des forces actives : $F_a = 356,11$ kN/m

Sommation des forces passives : $F_p = 636,99$ kN/m

Moment de glissement : $M_a = 2820,37$ kNm/m

Moment résistant : $M_p = 4586,36$ kNm/m

Utilisation : 61,5 %

Stabilité de pente ADMISSIBLE

