



Calcul de la culée de pont

Données d'entrée

Projet

Date : 28.10.2015

Paramètres

(saisie pour l'étude actuelle)

Matériaux et normes

Culée de pont : 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

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	[-]

Géométrie de la structure

Num.	Ordonnée X [m]	Profondeur Z [m]
1	0,00	1,50
2	0,00	2,50
3	-1,00	4,00
4	-1,00	8,50
5	1,00	8,90
6	1,00	9,90
7	-3,80	9,90
8	-3,80	8,90
9	-1,80	8,50
10	-1,80	1,50
11	-0,80	1,50

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

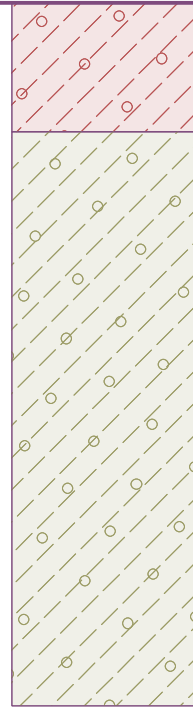
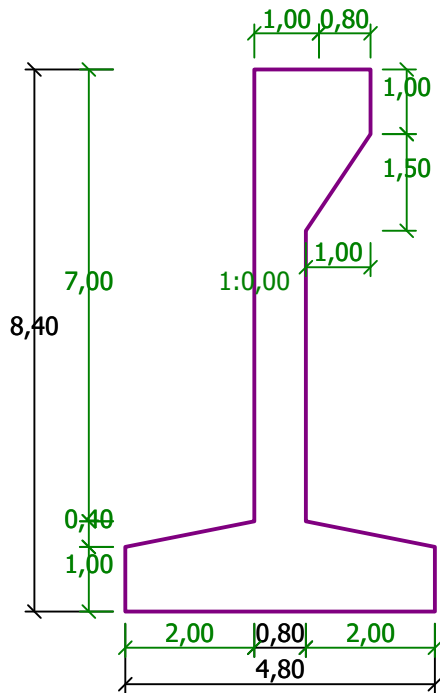
Surface de la coupure du mur = 13,27 m².

Long. de la culée de pont = 5,00 m

Long. de la fondation de la culée = 5,40 m

Nom : Coupe géom.

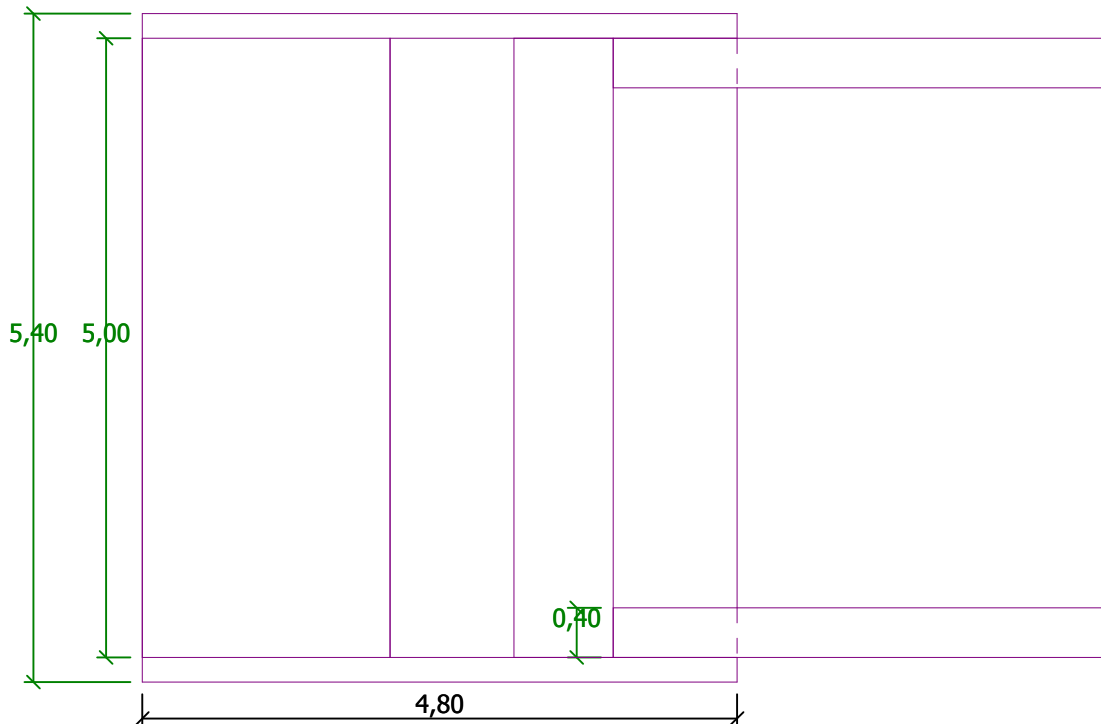
Phase - calcul : 1 - 0



Géométrie du plan

Nom : Plan géom.

Phase - calcul : 1 - 0



Murs en aile de la culée - suspendue symétrique

Epaisseur du mur en aile	= 0,40 m
Long. du mur en aile derrière le mur de front	= 4,00 m
Hauteur du mur en aile	= 4,00 m
Distance entre la coupe du mur en aile et le mur de front	= 2,00 m
Profondeur de la coupe du mur en aile	= 4,00 m



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 $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

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 : $c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$

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 : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Etat de contraintes : effective

Angle de frottement interne : $\varphi_{ef} = 26,00^\circ$

Cohésion du sol : $c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$

Angle de frot. structure-sol : $\delta = 15,00^\circ$



Sol : pulvérulent

Poids volumique du sol saturé : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Cas de charge, charge provenant du pont

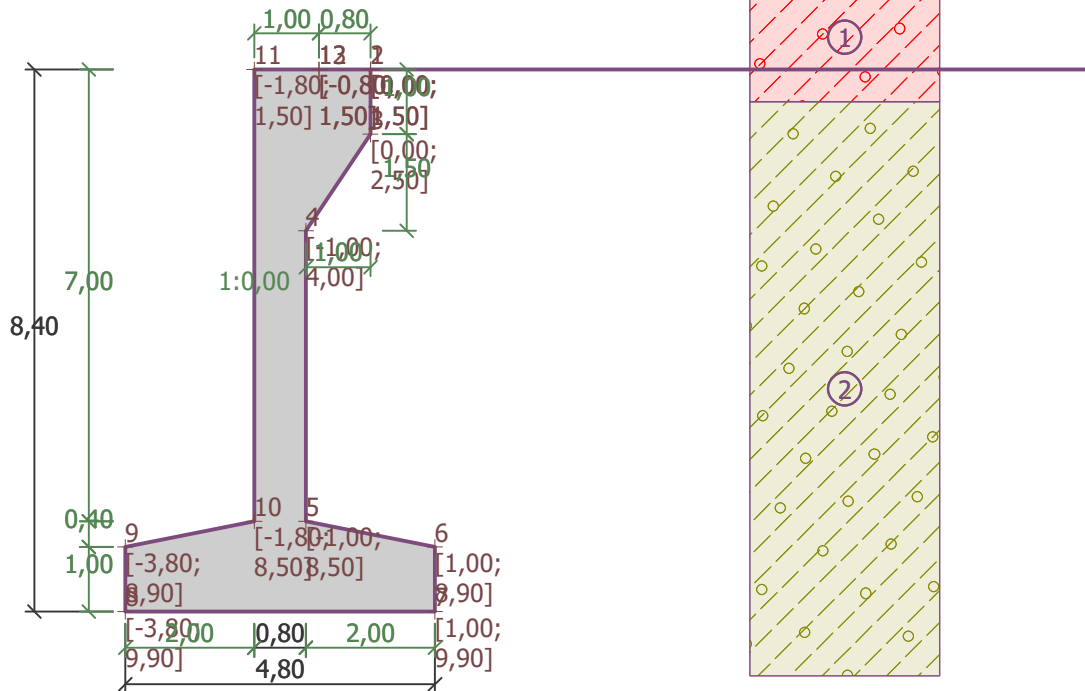
Type du cas de charge : état en construction.

Coupe géologique et assignation des sols

Num.	Couche [m]	Sol assigné	Echantillon
1	2,00	Soil No. 2	
2	-	Soil No. 1	

Nom : Profil et assignation

Phase - calcul : 1 - 0



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 non prise en compte.

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 (Phase de construction 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	-3,33	305,21	2,51	1,000
Poids- coin de sol	0,00	-2,27	47,80	3,47	1,000
Pression active	142,05	-2,31	176,86	3,93	1,000

Vérification de la culée de pont

Vérification de la résistance au glissement non effectuée.

Vérification de la résistance au renversement

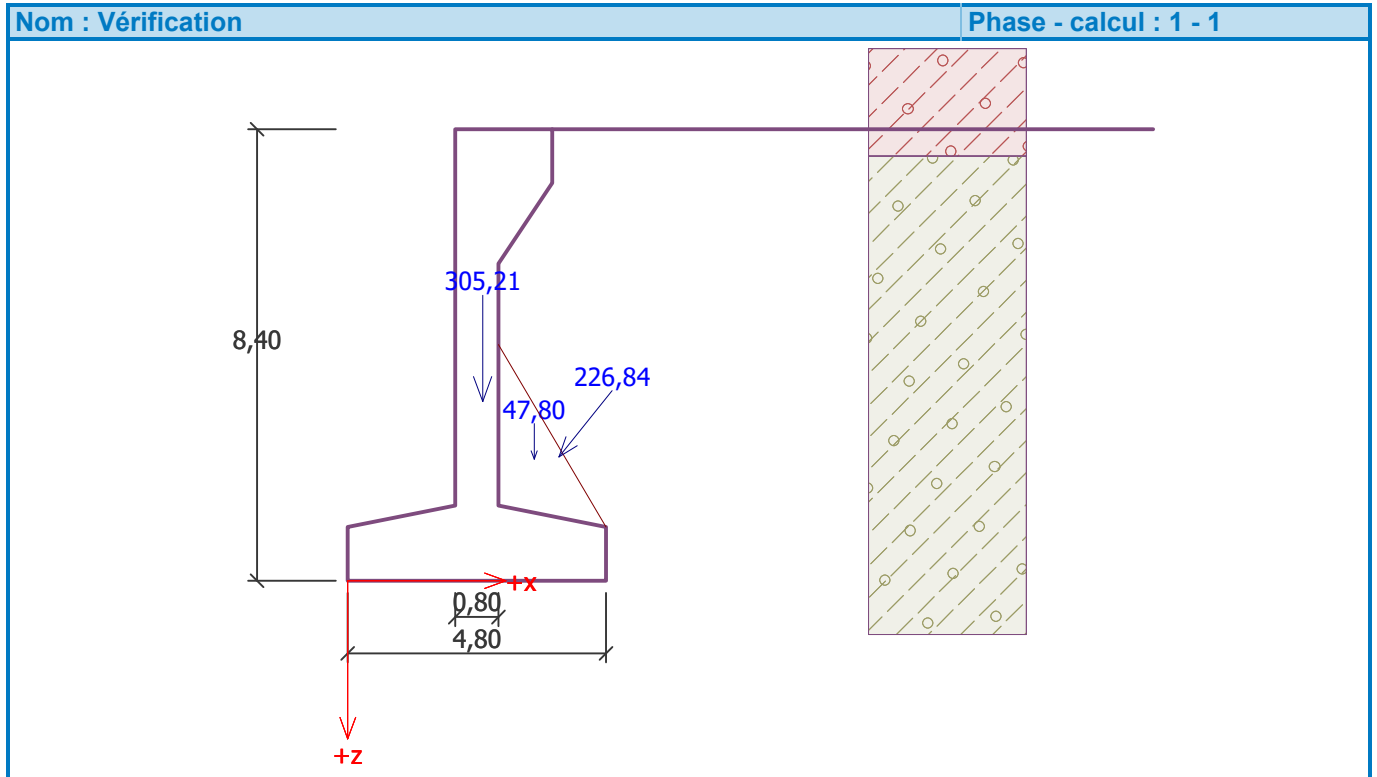
Moment résistant $M_{res} = 1506,03$ kNm/m

Moment de renversement $M_{ovr} = 303,20$ kNm/m

Coefficient de sécurité= 4,97 > 1,50

Résistance du mur au renversement ADMISSIBLE

Vérification globale - CULÉE ADMISSIBLE



Capac. port. du sol de fondation (Phase de construction 1)

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	-25,32	490,63	131,52	0,000	102,21

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	-25,32	490,63	131,52

Vérification de la capacité portante du sol de fondation

Vérification de l'excentricité

Excentricité max. de l'effort normal $e = 0,000$
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 $\sigma = 102,21$ kPa
Capac. port. du sol de fondation $R_d = 240,00$ kPa

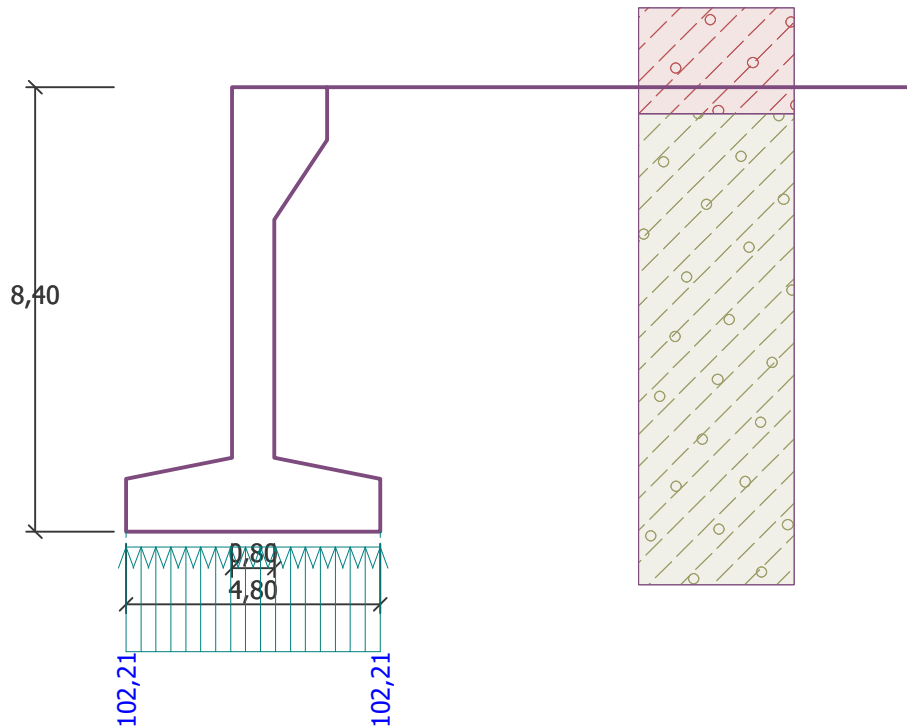
Coefficient de sécurité= 2,35 > 1,00

Capac. port. du sol de fondation ADMISSIBLE

Vérification globale- capacité portante du sol de fondation ADMISSIBLE

Nom : Capacité portante

Phase - calcul : 1 - -1



Dimensionnement n° 1 (Phase de construction 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	-4,11	169,05	0,60	1,000
Pression active	73,01	-1,75	19,56	0,80	1,000

Dimensionnement du voile de la culée - données d'entrée:

Conception du joint en béton armé; larg. partielle 1 m

Diamètre = 25,0 mm
Nb de barres = 12
Enrobage de la barre = 30,0 mm

Forces internes : M = 86,44 kNm/m; N = -188,61 kN/m; V = 73,01 kN/m
Hauteur de la section h = 0,80 m

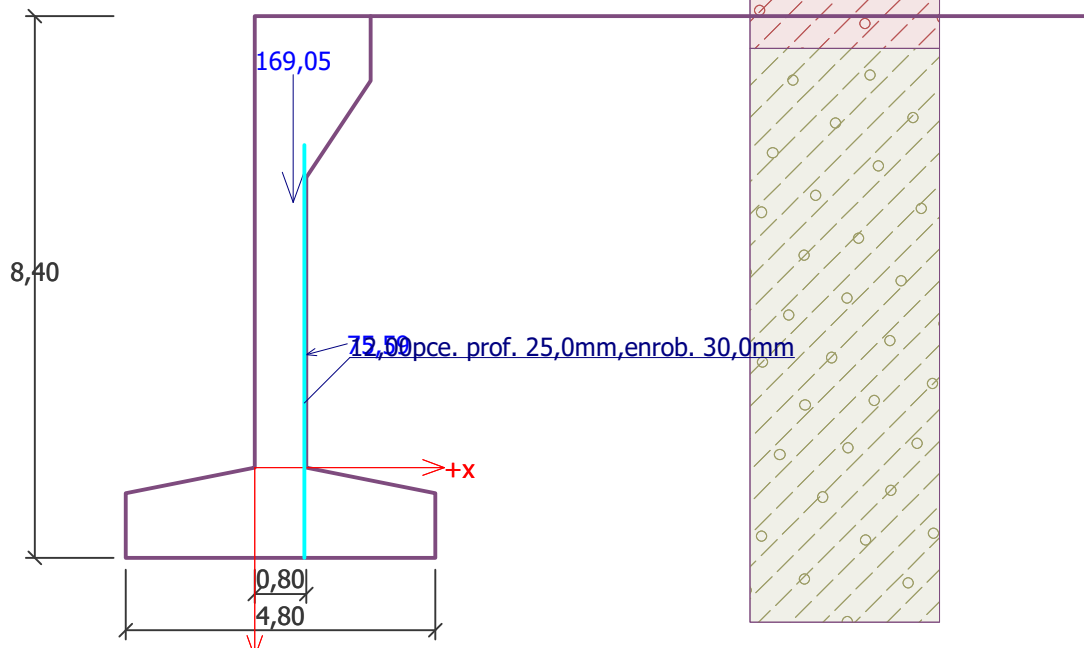
Dimensionnement du voile de la culée - résultats:

Pourcentage d'armature $\rho = 0,74 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$
Situation de l'axe neutre $x = 0,53 \text{ m}$
Force motrice limite ultime $V_{Rd} = 365,58 \text{ kN/m} > 73,01 \text{ kN/m} = V_{Ed}$
Force de compression limite ultime $N_{Rd} = 3753,12 \text{ kN/m} > 188,61 \text{ kN/m} = N_{Ed}$
Moment limite ultime $M_{Rd} = 1720,15 \text{ kNm/m} > 86,44 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Section ADMISSIBLE.

Nom : Dimensionnement

Phase - calcul : 1 - 1



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		-1,80	-4,00	-1,00	-4,00	0,00	-2,50
		0,00	-2,00	0,00	-1,50		



Num.	Placement de l'interface	Coordonnées des points de l'interface [m]					
		x	z	x	z	x	z
2		-24,75	-9,90	-3,80	-9,90	-3,80	-8,90
		-1,80	-8,50	-1,80	-4,00	-1,80	-1,50
		-0,80	-1,50	0,00	-1,50	29,70	-1,50
3		0,00	-2,00	29,70	-2,00		
4		-1,00	-4,00	-1,00	-8,50	1,00	-8,90
5		-3,80	-9,90	1,00	-9,90	1,00	-8,90
		29,70	-8,90				

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	8,00	19,00
2	Soil No. 2		26,00	5,00	19,00

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		19,00		

Paramètres des sols

Soil No. 1

Poids volumique : $\gamma = 19,00$ kN/m³
 Etat de contraintes : effective
 Angle de frottement interne : $\phi_{ef} = 29,00$ °
 Cohésion du sol : $C_{ef} = 8,00$ kPa
 Poids volumique du sol saturé : $\gamma_{sat} = 19,00$ kN/m³

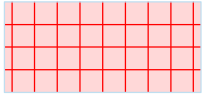
Soil No. 2

Poids volumique : $\gamma = 19,00$ kN/m³
 Etat de contraintes : effective
 Angle de frottement interne : $\phi_{ef} = 26,00$ °
 Cohésion du sol : $C_{ef} = 5,00$ kPa

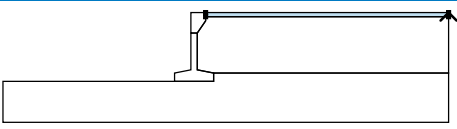

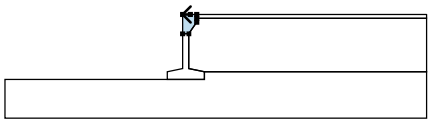
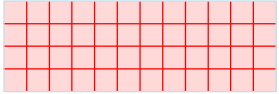
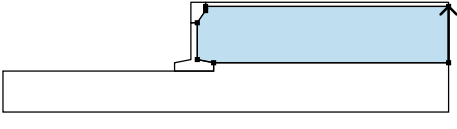

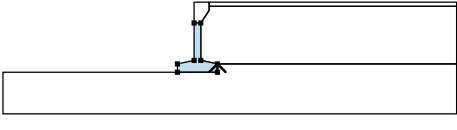

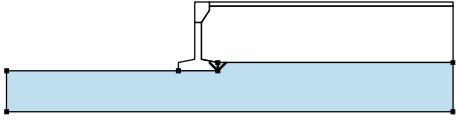



Poids volumique du sol saturé : $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Corps rigides

Num.	Nom	Echantillon	γ [kN/m ³]
1	Matériau du mur		25,00

Assignation et surfaces

Num.	Placement de la surface	Coordonnées des points de la surface [m]				Assignée sol
		x	z	x	z	
1		29,70	-2,00	29,70	-1,50	Soil No. 2 
		0,00	-1,50	0,00	-2,00	
2		-0,80	-1,50	-1,80	-1,50	Matériau du mur 
		-1,80	-4,00	-1,00	-4,00	
		0,00	-2,50	0,00	-2,00	
		0,00	-1,50			
3		29,70	-8,90	29,70	-2,00	Soil No. 1 
		0,00	-2,00	0,00	-2,50	
		-1,00	-4,00	-1,00	-8,50	
		1,00	-8,90			
4		1,00	-9,90	1,00	-8,90	Matériau du mur 
		-1,00	-8,50	-1,00	-4,00	
		-1,80	-4,00	-1,80	-8,50	
		-3,80	-8,90	-3,80	-9,90	
5		1,00	-8,90	1,00	-9,90	Soil No. 1 
		-3,80	-9,90	-24,75	-9,90	
		-24,75	-14,90	29,70	-14,90	
		29,70	-8,90			

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 =	-3,69 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-28,56 [°]
	z =	-1,02 [m]		$\alpha_2 =$	87,28 [°]
Rayon :	R =	10,11 [m]	Surface de glissement après l'optimisation.		

Vérification de la stabilité de pente (Bishop)

Sommation des forces actives : $F_a = 698,90$ kN/m

Sommation des forces passives : $F_p = 936,07$ kN/m

Moment de glissement : $M_a = 7065,84$ kNm/m

Moment résistant : $M_p = 8603,34$ kNm/m

Utilisation : 82,1 %

Stabilité de pente ADMISSIBLE

Données d'entrée (Phase de construction 2)

Cas de charge, charge provenant du pont

Type du cas de charge : état en service.

Forces dues au pont

Force verticale $F_s = 2000,00$ kN

Force horizontale $F_v = 0,00$ kN

Placement $a_1 = 0,30$ m

Hauteur $v = 0,00$ m



Forces dues à la dalle de transition

Force verticale $F_s = 120,00$ kN

Force horizontale $F_v = -50,00$ kN

Placement $a_2 = 0,20$ m

Coupe géologique et assignation des sols

Num.	Couche [m]	Sol assigné	Echantillon
1	2,00	Soil No. 2	
2	-	Soil No. 1	

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 non prise en compte.

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 (Phase de construction 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	-3,81	332,81	2,58	1,000
Poids- coin de sol	0,00	-2,27	47,80	3,47	1,000
Pression active	194,24	-2,63	231,17	3,89	1,000
Murs en aile de la culée	0,00	-8,00	54,28	5,50	1,000
Réaction du pont	0,00	-8,40	400,00	2,30	1,000
Réaction de la dalle de transition	10,00	-9,90	24,00	3,60	1,000

Vérification de la culée de pont

Vérification de la résistance au renversement

Moment résistant $M_{res} = 2991,40$ kNm/m

Moment de renversement $M_{ovr} = 564,32$ kNm/m

Coefficient de sécurité = $5,30 > 1,50$

Résistance du mur au renversement ADMISSIBLE

Vérification de la résistance au glissement

Force horizontale résistante $H_{res} = 597,87$ kN/m

Force horizontale sollicitante $H_{act} = 189,11$ kN/m

Coefficient de sécurité = $3,16 > 1,50$

Résistance du mur au glissement ADMISSIBLE

Vérification globale - CULÉE ADMISSIBLE

Capac. port. du sol de fondation (Phase de construction 2)

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	-4,71	1009,32	189,11	0,000	210,27

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	-4,71	1009,32	189,11

Vérification de la capacité portante du sol de fondation

Vérification de l'excentricité

Excentricité max. de l'effort normal $e = 0,000$

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 $\sigma = 210,27$ kPa

Capac. port. du sol de fondation $R_d = 240,00$ kPa

Coefficient de sécurité = $1,14 > 1,00$

Capac. port. du sol de fondation ADMISSIBLE

Vérification globale- capacité portante du sol de fondation ADMISSIBLE



Dimensionnement n° 1 (Phase de construction 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	-4,62	196,65	0,71	1,000
Pression active	111,45	-2,15	29,86	0,85	1,000
Murs en aile de la culée	0,00	-6,60	54,28	3,50	1,000
Réaction du pont	0,00	-7,00	400,00	0,30	1,000
Réaction de la dalle de transition	10,00	-8,50	24,00	1,60	1,000

Dimensionnement du voile de la culée - données d'entrée:

Conception du joint en béton armé; larg. partielle 1 m

Diamètre = 25,0 mm
Nb de barres = 12
Enrobage de la barre = 30,0 mm

Forces internes : $M = 93,38$ kNm/m; $N = -704,79$ kN/m; $V = 121,45$ kN/m
Hauteur de la section $h = 0,80$ m

Dimensionnement du voile de la culée - résultats:

Pourcentage d'armature $\rho = 0,74$ % > $0,13$ % = ρ_{min}
Situation de l'axe neutre $x = 0,71$ m
Force motrice limite ultime $V_{Rd} = 443,01$ kN/m > $121,45$ kN/m = V_{Ed}
Force de compression limite ultime $N_{Rd} = 7323,60$ kN/m > $704,79$ kN/m = N_{Ed}
Moment limite ultime $M_{Rd} = 970,31$ kNm/m > $93,38$ kNm/m = M_{Ed}

Section ADMISSIBLE.