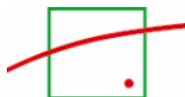


Etude de prédimensionnement d'un dispositif d'amarrage



Rapport d'étude

Novembre 2011



Sommaire :

1.	OBJET DE LA MISSION.....	4
2.	PRESENTATION DU DISPOSITIF D'AMARRAGE.....	4
3.	HYPOTHESES DE CALCUL.....	6
3.1.	<i>Caractéristiques du sol.....</i>	6
3.2.	<i>Caractéristiques du bateau</i>	6
3.3.	<i>Sollicitations appliquées au bateau.....</i>	6
3.3.1.	Action du courant.....	7
3.3.2.	Action du vent.....	8
3.3.3.	Action du batillage	9
3.3.4.	Valeurs numériques prises en compte pour le calcul des actions	9
4.	DIMENSIONNEMENT DES MASSIFS SUPPORTS DE BOLLARD	11
4.1.	<i>Effort résultant sur le bollard d'amarrage.....</i>	11
4.1.1.	Valeurs numériques des sollicitations appliquées aux bateaux	11
4.1.2.	Valeur numérique de l'effort résultant sur le bollard d'amarrage	11
4.2.	<i>Vérification de la stabilité de l'ouvrage au droit du massif support de bollard</i>	12
4.2.1.	Mur poids	14
4.2.2.	Quai en palplanches	16
4.2.3.	Tube métallique.....	17
4.2.4.	Massif d'amarrage en béton	19
5.	DETERMINATION DU POIDS ET DE LA LONGUEUR DE LA CHAÎNE D'ANCRE	23
5.1.	<i>Poids de l'ancre</i>	23
5.1.1.	Généralités.....	23
5.1.2.	Dimensionnement d'une ancre	23
5.2.	<i>Longueur de la chaîne d'ancre</i>	23
5.2.1.	Généralités.....	23
5.2.2.	Dimensionnement de la ligne de mouillage.....	24
5.2.3.	Dimensionnement de la chaîne.....	24
5.2.4.	Resistance de la chaîne.....	25
6.	DIMENSIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE L'ÉCOIRE FLOTTANTE	27
6.1.	<i>Efforts appliqués à l'écoire</i>	27
6.1.1.	Valeurs numériques des sollicitations appliquées aux bateaux	27
6.1.2.	Valeur numérique de l'effort résultant sur l'écoire	27
6.2.	<i>Dimensions de l'écoire.....</i>	28
6.2.1.	Dans le cas du bateau Freycinet	28
6.2.2.	Dans le cas du "petit" bateau	29
6.3.	<i>Modélisation de l'écoire sous Advance structure.....</i>	30
6.4.	<i>Conclusion.....</i>	30
7.	JUSTIFICATION DU DIMENSIONNEMENT DU FLOTTEUR.....	31
7.1.	<i>Cas du bateau Freycinet.....</i>	31
7.2.	<i>Cas du bateau "petit" bateau</i>	32
7.3.	<i>Conclusion.....</i>	33

Annexes : tous les calculs réalisés sont fournis en annexes au rapport

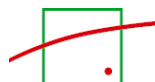


Table des illustrations :

Figures :

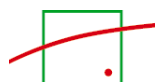
FIGURE 1 : PRINCIPE DU DISPOSITIF D'AMARRAGE	4
FIGURE 2 : ACTION DU VENT SUR LE NAVIRE	7
FIGURE 3 : ACTION DU VENT SUR LE NAVIRE	8
FIGURE 4 : ACTION DU BATILLAGE SUR LE NAVIRE	9
FIGURE 5 : COUPE TYPE DE L'OUVRAGE MUR POIDS.....	12
FIGURE 6 : COUPE TYPE DE L'OUVRAGE QUAI PALPLANCHES.....	13
FIGURE 7 : COUPE TYPE DE L'OUVRAGE PIEU METALLIQUE.....	13
FIGURE 8 : COUPE TYPE AU DROIT D'UNE BERGE NATURELLE.....	14
FIGURE 9 : RECOMMANDATION POUR LE DIMENSIONNEMENT D'UNE LIGNE DE MOUILLAGE	24
FIGURE 10 : MODELISATION DE L'ECOIRE POUR BATEAU FREYCINET	29
FIGURE 11 : MODELISATION DE L'ECOIRE POUR "PETIT" BATEAU	30

Tableaux :

TABEAU 1 : VALEUR NUMERIQUE DES EFFORTS APPLIQUES AU BATEAU	11
TABEAU 2 : VALEUR NUMERIQUE DE L'EFFORT RESULTANT SUR L'AMARRAGE.....	12
TABEAU 3 : RESULTAT DE LA VERIFICATION DANS LE CAS DE L'ELU	15
TABEAU 4 : RESISTANCE DE LA CHAINE EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT ET DE LA LONGUEUR DU BATEAU	25
TABEAU 5 : CARACTERISTIQUES MECANQUES DES CHAINES SUIVANT LEUR QUALITE.....	25
TABEAU 6 : FORCE DE RUPTURE DES CHAINES SUIVANT LEUR DIAMETRE NOMINAL.....	26
TABEAU 7 : VALEUR NUMERIQUE DES EFFORTS APPLIQUES AU BATEAU	27
TABEAU 8 : VALEUR NUMERIQUE DE L'EFFORT RESULTANT SUR LE BATEAU.....	27
TABEAU 9 : VALEUR NUMERIQUE DE L'EFFORT RESULTANT SUR L'ECOIRE.....	28

Photos

PHOTOS 1 ET 2 : DISPOSITIF D'AMARRAGE.....	5
--	---



1. OBJET DE LA MISSION

Le cabinet XY Architecture souhaite pouvoir proposer une alternative aux ducs d'Albe pour réaliser l'amarrage de bateaux de gabarit Freycinet et inférieur.

Ainsi, nous avons été missionné pour réaliser le prédimensionnement :

- ⇒ des massifs supports des bollards disposés à quai ;
- ⇒ de la chaîne d'ancre du bateau ;
- ⇒ de la structure métallique de l'écoire flottante.

2. PRESENTATION DU DISPOSITIF D'AMARRAGE

Le dispositif d'amarrage tel qu'il a été conçu repose sur un système d'écoire flottante pour tenir le bateau à distance de la berge. Le bateau vient prendre appui sur un flotteur fixé sur une structure métallique. En temps de crue, le dispositif flottant suit les mouvements du plan d'eau et le bateau est tenu en complément par son ancre.

L'amarrage du bateau est assuré par des bollards sur massif béton disposés sur le quai.

L'accès au bateau se fait par une passerelle mis en œuvre sur le système flottant.

Le principe est illustré sur la figure et les photos suivantes.

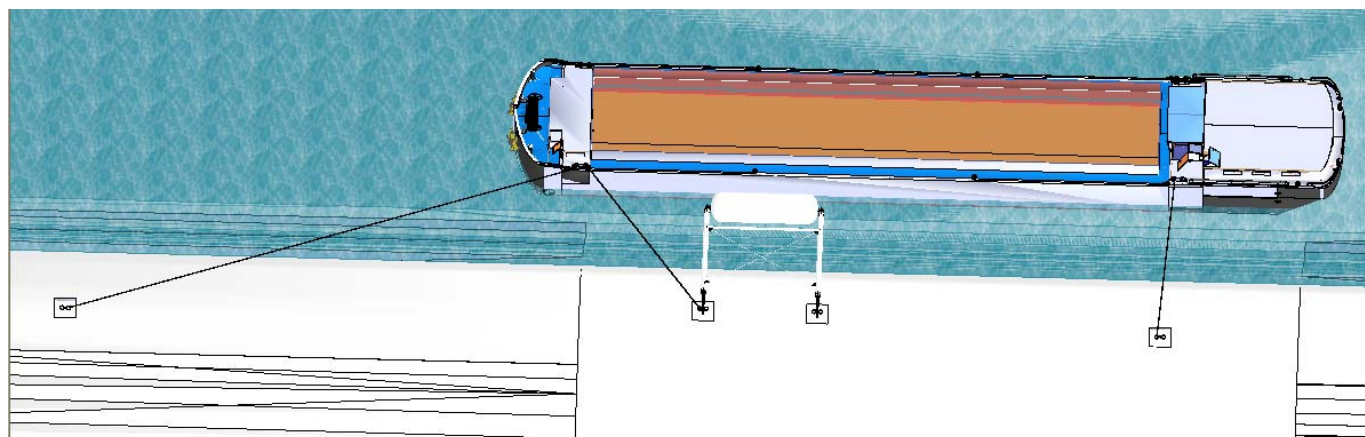


Figure 1 : Principe du dispositif d'amarrage



Photos 1 et 2 : Dispositif d'amarrage

Le dispositif doit permettre le maintien des bateaux à une distance d'environ 6 m de la berge.

3. HYPOTHESES DE CALCUL

3.1. Caractéristiques du sol

Nous avons considéré des hypothèses de sols pour l'étude.

Les valeurs prises en compte sont conformes à celles indiquées dans le fascicule « Valeurs représentatives des propriétés de base des matériaux » de ROSA 2000.

Nous retenons pour le dimensionnement des massifs supports des bollards disposés à quai, les caractéristiques de sol suivantes :

	Epaisseur	E_M (MPa)	γ (T/m ³)	γ' (T/m ³)	ϕ' (°)	C' (T/m ²)
Couche 1	3 m	2	1.8	0.8	25	0
Couche 2	3 m	8	1.8	0.8	30	0
Couche 3	6 m	100	1.8	0.8	35	10

3.2. Caractéristiques du bateau

Le dispositif d'amarrage a été étudié pour deux gabarits de bateau :

⇒ Un bateau Freycinet :

- longueur 38,50 m,
- largeur 5,05 m,
- tirant d'eau 1,50 m,
- franc bord 2,00 m
- tonnage 180 Tonnes

⇒ Un bateau de dimensions :

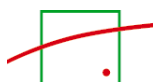
- longueur 22 m,
- largeur 4 m,
- tirant d'eau 1,25 m,
- franc bord 2,00 m
- tonnage 80 Tonnes.

Ce bateau est dénommé "petit" bateau dans la suite du rapport

3.3. Sollicitations appliquées au bateau

Trois types de sollicitations sur le bateau ont été considérés :

- ⇒ Action du courant ;
- ⇒ Action du vent ;



⇒ Action du batillage.

3.3.1. Action du courant

L'action du courant sur le navire génère des forces de pression sur ce dernier.

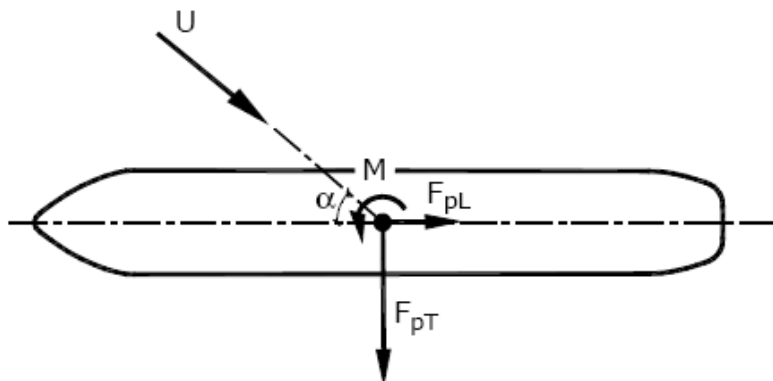


Figure 2 : Action du vent sur le navire

où : U = la vitesse du courant égale à une profondeur égale à la moitié du tirant d'eau du navire ;

α = l'angle entre la direction du courant et l'axe du navire ;

F_{pT} = la composante de la force transversale au navire ;

F_{pL} = la composante de la force longitudinale au navire ;

M = le moment résultant au centre de gravité du navire.

Ces forces de pression sont déterminées par les formules ci-après :

- $F_{pT} = (\rho_w / 2) \cdot C_T \cdot U^2 \cdot A_L \cdot \sin(\alpha)$
- $F_{pL} = (\rho_w / 2) \cdot C_L \cdot U^2 \cdot A_T \cdot \cos(\alpha)$

avec : ρ_w = la masse volumique de l'eau ;

A_L = la surface du maître-couple longitudinal du navire (projection transversale, c'est-à-dire sur un plan longitudinal) : "la section immergée la plus grande" ;

A_T = la surface du maître-couple transversal du navire (projection longitudinale, c'est-à-dire sur un plan transversal) : "la section immergée la plus petite" ;

C_T = le coefficient adimensionnel de forme transversale, variant entre 1 pour une grande profondeur d'eau à 7 pour une profondeur d'eau \approx tirant d'eau du navire ;

C_L = le coefficient adimensionnel de forme longitudinale, variant entre 0,2 et 0,6 selon les formes géométriques du navire.

3.3.2. Action du vent

L'action du vent sur le navire génère des forces de pression sur ce dernier.

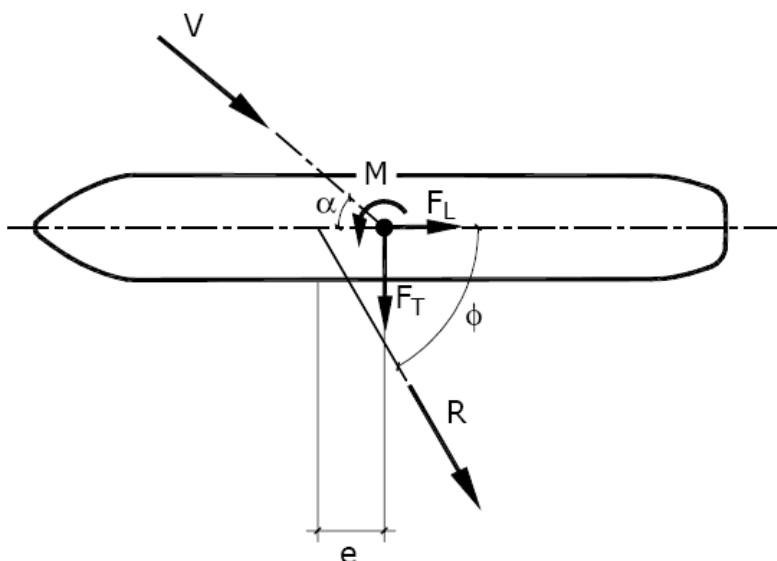


Figure 3 : Action du vent sur le navire

où : V = la vitesse du vent au centre de poussée du navire (vitesse moyenne sur 1 mn environ pour $L > 25$ m, et sur 15 s environ pour $L < 25$ m ;

α = l'angle entre la direction du vent et l'axe du navire ;

F_T = la composante de la force transversale au navire ;

F_L = la composante de la force longitudinale au navire ;

R = la résultante de l'effort dû au vent, inclinée de ϕ sur l'axe longitudinal ;

M = le moment de R réduit à l'axe vertical passant par le centre de gravité.

Ces forces de pression sont déterminées par les formules ci-après :

- $R = (\rho_{\text{air}} / 2) \cdot C_V \cdot V^2 \cdot (A_T \cdot \cos^2(\alpha) + A_L \cdot \sin^2(\alpha))$
- $\phi = \arctan (\tan(\alpha) \cdot A_L / A_T)$
- $F_T = R \cdot \sin (\phi)$
- $F_L = R \cdot \cos (\phi)$

avec : ρ_{air} = la masse volumique de l'air ;

A_L = la surface projetée du navire exposée au vent de travers ("grande surface") ;

A_T = la surface projetée du navire exposée au vent de bout ("petite surface") ;

C_V = le coefficient de forme issu d'essais en soufflerie, compris entre 1,0 et 1,3 ;

C_L = le coefficient adimensionnel de forme longitudinale, variant entre 0,2 et 0,6 selon les formes géométriques du navire,.

3.3.3. Action du batillage

L'action du batillage sur le navire génère des forces de dérive sur ce dernier.

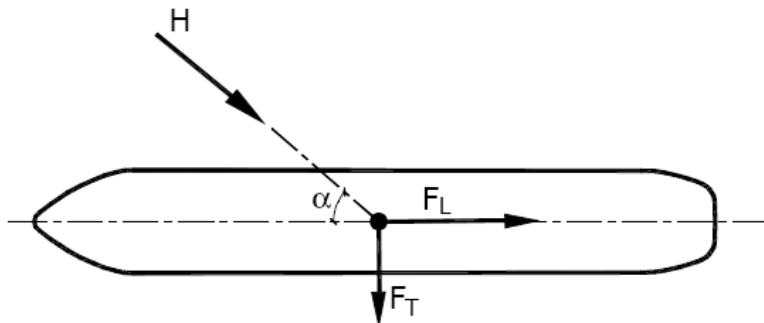


Figure 4 : Action du batillage sur le navire

où : H = la hauteur de la houle incidente de batillage ;

α = l'angle entre la direction de propagation de la houle et l'axe du bateau ;

F_T = la composante de la force transversale au navire ;

F_L = la composante de la force longitudinale au navire.

L'ordre de grandeur de ces forces de dérive est déterminé par les formules ci-après :

$$\begin{aligned} F_T &= \rho_w \cdot g \cdot C_f \cdot C_D \cdot H^2 \cdot D \cdot \sin(\alpha) \\ F_L &= \rho_w \cdot g \cdot C_f \cdot C_D \cdot H^2 \cdot D \cdot \cos(\alpha) \end{aligned}$$

avec : ρ_w = la masse volumique de l'eau ;

D = la longueur projetée du navire perpendiculairement à la direction de propagation de la houle, qui peut être approchée par $L_{pp} \cdot \sin \alpha + B \cdot \cos \alpha$,

C_f = un coefficient adimensionnel de flottaison, dépendant du rapport entre la longueur d'onde de la houle (L) et le tirant d'eau du navire (t_0), variant entre 0,0 pour $2\pi \cdot t_0/L = 0,2$, et 0,064 pour $2\pi \cdot t_0/L = 1,5$,

C_d = un coefficient adimensionnel de profondeur relative, dépendant du rapport entre la longueur d'onde de la houle (L) et la hauteur d'eau (h), variant entre 1,1 pour $4\pi \cdot h/L = 6$ et 2,0 pour $4\pi \cdot h/L = 0$,

3.3.4. Valeurs numériques prises en compte pour le calcul des actions

Afin de déterminer la valeur des sollicitations, nous nous sommes placés dans le cas le plus défavorable et avons considéré les hypothèses suivantes :

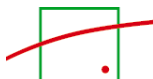
- Action du courant

$$\Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

$$\Rightarrow U = 2 \text{ m/s (niveau de crue)}$$

$$\Rightarrow C_T = 6$$

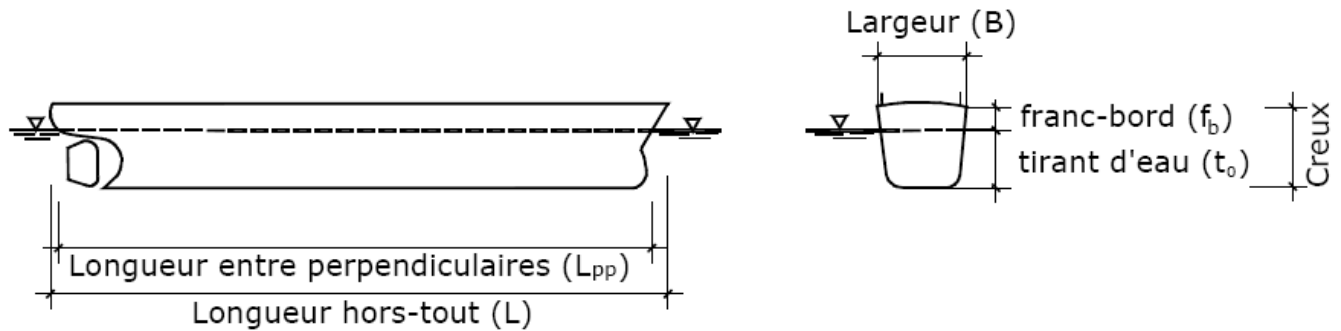
$$\Rightarrow C_L = 0,6$$



⇒ A_L = longueur entre perpendiculaire x tirant d'eau

⇒ A_T = largeur du navire x tirant d'eau

▸ avec tirant d'eau = 1,5 m pour le Freycinet ; 1,25 m pour le "petit" bateau



- Action du vent

⇒ $\alpha = 90^\circ$

⇒ $V = 149,1 \text{ km/h}$ (i.e. $41,42 \text{ m/s}$)

⇒ A_L = longueur entre perpendiculaire x (franc bord + hauteur moyenne des superstructures au dessus du pont du navire vu de profil)

⇒ A_T = largeur du navire x (franc bord + hauteur moyenne des superstructures au dessus du pont du navire vu de devant)

avec : franc bord = 2 m pour le Freycinet et l'autre bateau ; hauteur moyenne des superstructures négligeables

⇒ $C_V = 1,3$

⇒ $\rho_{\text{air}} = 1,225 \text{ kg/m}^3$

- Action du batillage

⇒ $\alpha = 30^\circ$

⇒ $H = 0,3 \text{ m}$

⇒ $C_f = 0,064$

⇒ $C_d = 2$

4. DIMENSIONNEMENT DES MASSIFS SUPPORTS DE BOLLARD

Le dimensionnement des massifs supports de bollard dépend de l'ouvrage au droit duquel ceux-ci se trouvent.

Ainsi, nous avons considéré un massif support de 1 à 2 m³ dans le cas de 3 ouvrages (mur poids, quai palplanches, pieu métallique battu) et vérifié la stabilité de l'ensemble dans chacun de ces cas.

4.1. Effort résultant sur le bollard d'amarrage

L'effort appliqué sur l'amarrage correspond à la résultante de l'action longitudinale (F_L) du courant, de l'action du vent et de l'effet du batillage appliqué au bateau. Toutes ces actions sont explicitées au paragraphe 3.3.

4.1.1. Valeurs numériques des sollicitations appliquées aux bateaux

Les valeurs numériques des 3 efforts appliqués aux bateaux se trouvent dans le tableau ci-dessous :

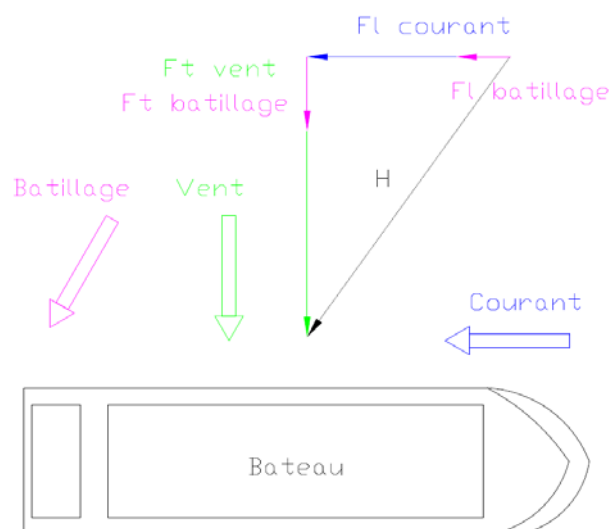
	Courant	Vent	Batillage
Bateau Freycinet (l = 38,5 m ; L = 5,50 m ; tirant d'eau = 1,5 m)	F_T en (kN) = 0 F_L en (kN) = 9,090	F_T en (kN) = 105,187 F_L en (kN) = 0	F_T en (kN) = 1,335 F_L en (kN) = 2,312
"Petit" Bateau (l = 22 m ; L = 4 m ; tirant d'eau = 1,25 m)	F_T en (kN) = 0 F_L en (kN) = 6,000	F_T en (kN) = 60,107 F_L en (kN) = 0	F_T en (kN) = 0,817 F_L en (kN) = 1,416

Tableau 1 : Valeur numérique des efforts appliqués au bateau

4.1.2. Valeur numérique de l'effort résultant sur le bollard d'amarrage

L'effort résultant par massif d'amarrage vaut :

$$H = \sqrt{(F_{T \text{ vent}} + F_{T \text{ batillage}})^2 + \left(\frac{F_{L \text{ courant}} + F_{L \text{ batillage}}}{N}\right)^2}$$



où N correspond au nombre d'ouvrage reprenant les efforts (i.e. 2 dans le cas

présent).

La valeur numérique de l'effort résultant sur l'amarrage est présentée dans le tableau ci-dessous :

	Bateau Freycinet	"Petit" Bateau
Effort résultant sur amarrage	H en (kN) = 54,468	H en (kN) = 31,352
Soit un effort d'amarrage en considérant l'implantation de bollards tous les 20 ml environ (ouvrage avec poutre de couronnement continue) :	H en (kN/ml) = 3,000	H en (kN/ml) = 2,000

Tableau 2 : Valeur numérique de l'effort résultant sur l'amarrage

4.2. Vérification de la stabilité de l'ouvrage au droit du massif support de bollard

Trois ouvrages et une berge de type naturelle, présentés au travers des coupes type ci-après, ont été considérés :

⇒ un mur poids ;

Coupe type mur poids

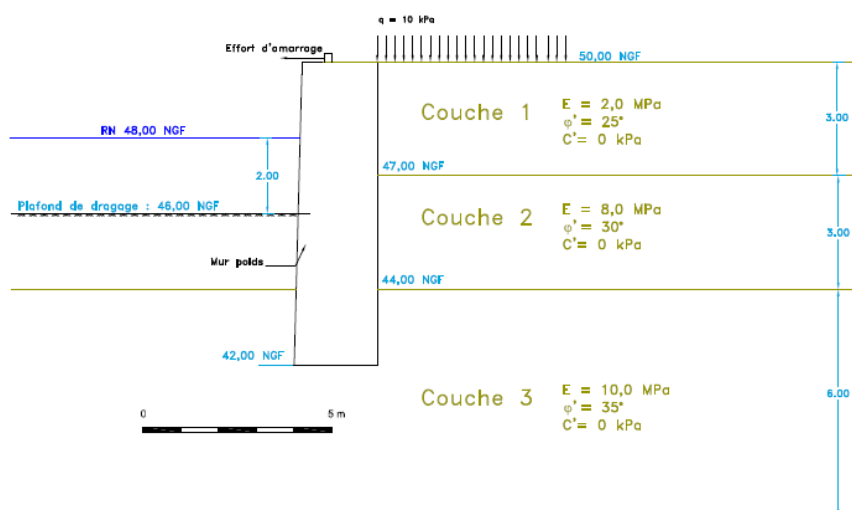


Figure 5 : Coupe type de l'ouvrage mur poids

⇒ un quai en palplanches ;

Coupe type quai palplanches

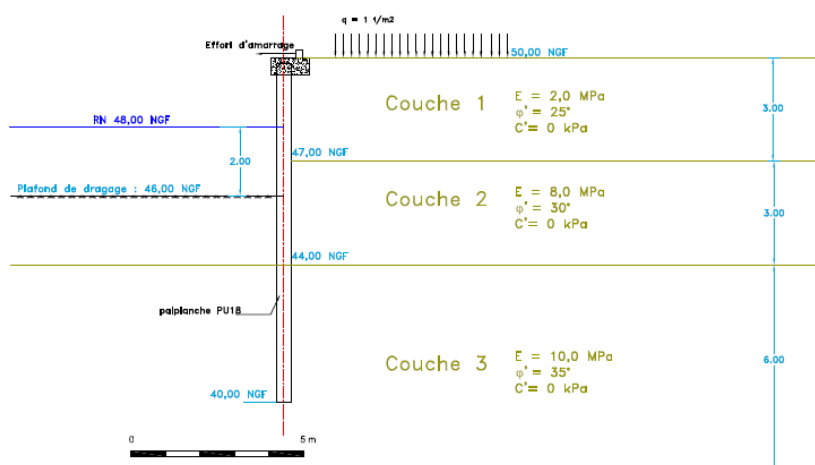


Figure 6 : Coupe type de l'ouvrage quai palplanches

⇒ un tube métallique battu dans la berge

Coupe type pieu métallique

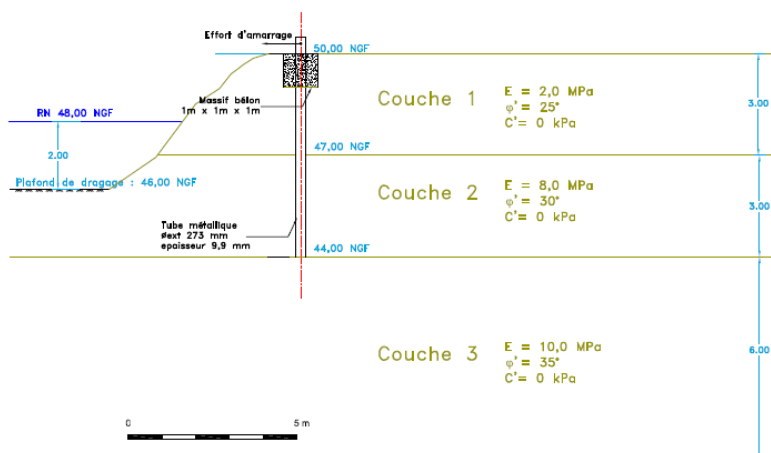


Figure 7 : Coupe type de l'ouvrage pieu métallique

⇒ amarrage sur massif béton au droit d'une berge naturelle

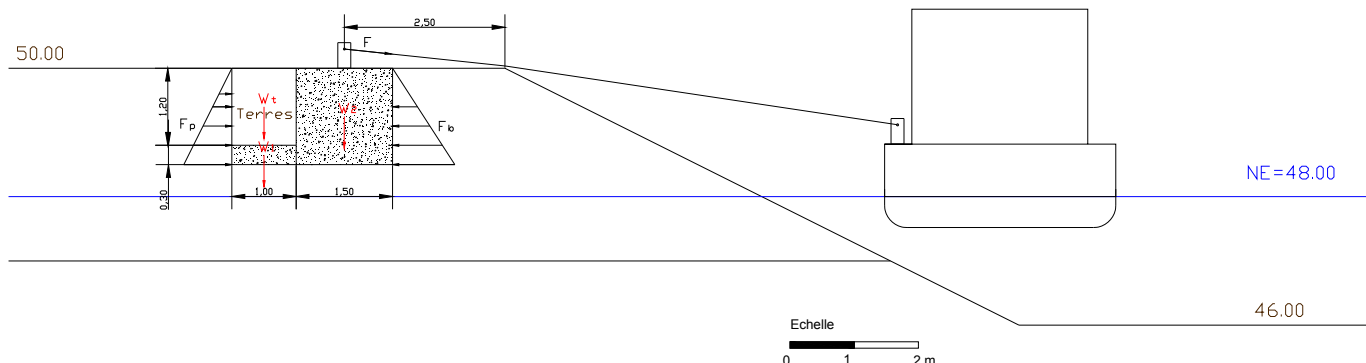


Figure 8 : Coupe type au droit d'une berge naturelle

4.2.1. Mur poids

4.2.1.1. Vérifications à effectuer

Les vérifications à effectuer sont la stabilité au renversement, la stabilité au glissement plan et la condition de non poinçonnement du sol de fondation. La stabilité au glissement plan est vérifiée dans la mesure où le coefficient de butée des terres est supérieur au coefficient de poussée des terres. Les états-limites suivants sont vérifiés :

- ELS qp : Etat-Limite de Service Quasi-Permanent
- ELS rare : Etat-Limite de Service Rare
- ELU Fond : Etat-Limite Ultime Fondamental

4.2.1.2. Principe des justifications

Il s'agit d'effectuer les vérifications du non-basculement.

Dans le cas d'un sol et d'une semelle infiniment rigide, la justification du non-basculement du mur autour de son arrête aval O consiste à montrer que le moment stabilisateur MS/O est très supérieur au moment de renversement MR/O :

$$MS/A \geq \gamma_d MR/A$$

A l'état limite de service (ELS), le coefficient γ_d vaut 1.5.

A l'état limite ultime fondamental (ELU Fond), le coefficient γ_d vaut 1.2.

4.2.1.3. Vérification dans le cas de l'ELU Fond

La vérification a été effectuée à l'aide d'un logiciel de calcul de stabilité des ouvrages poids du CETMEF. Les tableaux ci-dessous présentent les principaux

résultats. Le détail des calculs est fourni en annexe au rapport.

Combinaisons :

La première colonne définit les combinaisons des différentes actions.

Signification du code couleur :

La stabilité est vérifiée lorsque tous les facteurs de dimensionnement Γ sont supérieurs ou égaux à 1 (ils apparaissent alors sur fond vert dans le tableau), lorsqu'un facteur de dimensionnement est inférieur à 1 il y a une instabilité pour une combinaison dans l'état limite vérifié, le facteur apparaît sur fond rouge.

combinaison	effort horizontal total calculé (kN)	résistance au glissement calculée (kN)	coefficient de modèle gd	Γ glissement	Proportion de semelle comprimée	Valeur mini	Γ décompression
1	45,0	217,4	1,1	4,390	100%	10%	10,000
2	36,3	170,2	1,1	4,268	78%	10%	7,828
3	50,3	234,1	1,1	4,235	93%	10%	9,342
4	41,5	185,3	1,1	4,058	64%	10%	6,393

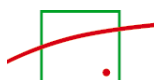
combinaison	q_{ref} calculé (kPa)	q_{ud} (avec pondération sur les paramètres de sol) (kPa)	q_{ud} (avec pondération de la résistance calculée) (kPa)	coefficient de modèle (pond. Sur param de sol gm)	coefficient de modèle (pond sur résistance gR)	Γ pondération sur les paramètres du sol	Γ pondération sur la résistance calculée
1	177,10	746,99	978,31	1,2	1,4	3,515	3,946
2	190,31	713,49	928,61	1,2	1,4	3,124	3,485
3	222,59	729,16	953,16	1,2	1,4	2,730	3,059
4	260,75	683,10	885,17	1,2	1,4	2,183	2,425

combinaison	q_{ud} pressiométrique (kPa)	coefficient de modèle	Γ poinçonnement
1	5481,21	1,40	22,106
2	5421,44	1,40	20,348
3	5436,31	1,40	17,445
4	5372,19	1,40	14,716

Tableau 3 : Résultat de la vérification dans le cas de l'ELU

4.2.1.4. Conclusion

Les vérifications menées sous l'hypothèse des cas de charge retenus montrent que l'ouvrage est stable (les feuilles de calculs sont fournies en annexe).



4.2.2. Quai en palplanches

Les vérifications de dimensionnement sont réalisées à l'aide du logiciel RIDO v4. La distribution des pressions et les efforts en résultant sont déterminés en considérant un comportement élasto-plastique des sols.

4.2.2.1. Vérification à effectuer

La vérification à effectuer concerne les contraintes et efforts admissibles :

$$\sigma_{adm} = 2/3 \sigma_e$$

4.2.2.2. Caractéristiques de l'ouvrage

Palplanche PU18 de 10m, acier S240

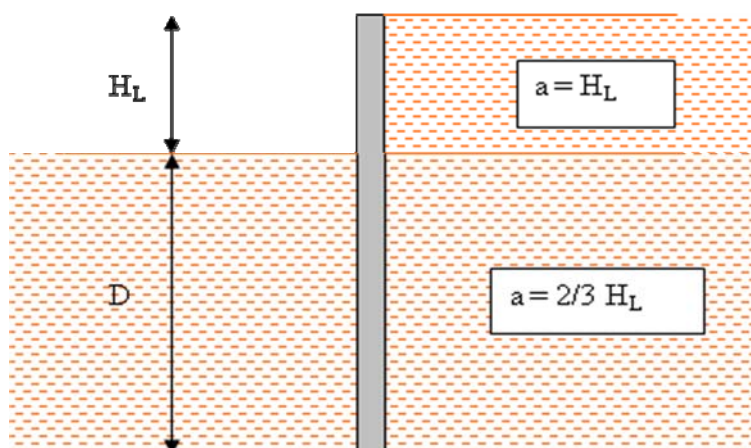
Mouillage de 2,00 m sous la retenue normale

4.2.2.3. Méthode de calcul

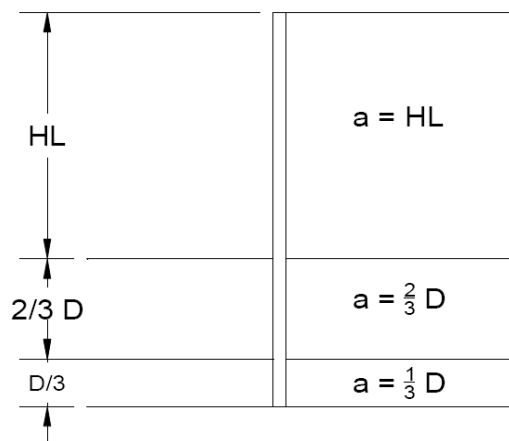
Les poussées actives et passives limites seront calculées en prenant pour inclinaison :

- pour le rideau : $\delta/\varphi = 0$ et $\delta/\varphi = -2/3$
- module de réaction (selon recommandations de LCPC 1985)

cas où $D \geq H_L$



cas où $D \leq H_L$

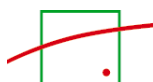


$$\frac{1}{K_h} = \frac{1}{E} x \left(\frac{\alpha \cdot a}{2} + 0.133 \cdot (9 \cdot a)^\alpha \right) \quad (\text{t,m})$$

4.2.2.4. Description des phases de calcul

Les calculs sont menés en 4 phases :

- ✓ Phase n°1 : quai sans surcharge



- ✓ Phase n°2 : application d'une surcharge de 1T/m^2 sur le quai
- ✓ Phase n°3 : surcharges et effort d'amarrage du bateau
- ✓ Phase n°4 : surcharges, effort d'amarrage du bateau et prise en compte d'une surcharge hydraulique de 50 cm à l'arrière du rideau

4.2.2.5. Valeurs admissibles

Les valeurs admissibles sont les suivantes :

Moment dans la palplanche PU 18	
$Mt_{adm} = 28,80 \text{ T.m/ml}$	
Rapport pression mobilisée / butée mobilisable :	
$b/b' = 0,5$	

4.2.2.6. Résultats par cas de charge

Les résultats par phase de calculs sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

- Dans le cas de la péniche Freycinet :

Résultats	Déformation maximum (mm)	Moment max (T.m/ml)	Rapport b/b'
Phase 1	36,5	15,6	0,167
Phase 2	43,2	18,2	0,182
Phase 3	48,1	19,9	0,189
Phase 4	55,0	22,6	0,214

- Dans le cas du "petit" bateau :

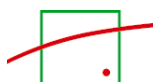
Résultats	Déformation maximum (mm)	Moment max (T.m/ml)	Rapport b/b'
Phase 1	36,5	15,6	0,167
Phase 2	43,2	18,2	0,182
Phase 3	46,5	19,3	0,186
Phase 4	53,3	21,97	0,210

4.2.2.7. Conclusion

La vérification menée sous l'hypothèse des cas de charge retenus montre que les éléments internes supportent les charges induites par l'effort d'amarrage.

4.2.3. Tube métallique

Les vérifications de dimensionnement sont réalisées à l'aide du logiciel RIDO v4. La distribution des pressions et les efforts en résultant sont déterminés en considérant un comportement élasto-plastique des sols.



4.2.3.1. Vérification à effectuer

La vérification à effectuer concerne les contraintes et efforts admissibles :

$$\sigma_{adm} = 2/3 \sigma_e$$

4.2.3.2. Caractéristiques de l'ouvrage

Tube métallique de $\Phi_{ext} = 273$ mm et d'épaisseur $e = 9,9$ mm

Mouillage de 2,00 m sous la retenue normale

4.2.3.3. Description des phases de calcul

Les calculs sont menés en 3 phases :

- ✓ Phase n°1 : effort d'amarrage du bateau
- ✓ Phase n°2 : effort d'amarrage du bateau majoré de 1,5
- ✓ Phase n°3 : effort d'amarrage du bateau majoré de 1,5 et prise en compte d'une surcharge hydraulique de 50 cm dans la berge

4.2.3.4. Valeurs admissibles

Les valeurs admissibles sont les suivantes :

Contrainte élastique	
$\sigma_{adm} =$ 157 MPa	
Rapport pression mobilisée / butée mobilisable :	
$b/b' =$ 0,5	

4.2.3.5. Résultats par cas de charge

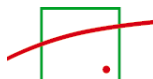
Les résultats par phase de calculs sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

- Dans le cas de la péniche Freycinet :

Résultats	Déformation maximum (mm)	Moment max (T.m/ml)	σ max (MPa/ml)	Rapport b/b'
Phase 1	2,34	0,32	6,17	0,061
Phase 2	3,73	0,51	9,83	0,063
Phase 3	3,89	0,49	9,44	0,065

- Dans le cas du "petit" bateau :

Résultats	Déformation maximum (mm)	Moment max (T.m/ml)	σ max (MPa/ml)	Rapport b/b'
Phase 1	1,48	0,21	4,05	0,060
Phase 2	2,34	0,32	6,17	0,061
Phase 3	2,49	0,31	5,97	0,063



4.2.3.6. Conclusion

La vérification menée sous l'hypothèse des cas de charge retenus montre que les éléments internes supportent les charges induites par l'effort d'amarrage.

4.2.4. Massif d'amarrage en béton

4.2.4.1. Géométrie du massif

Dans le cadre de cette justification, plusieurs géométries du massif ont été modélisées jusqu'à obtention de la stabilité sous l'action des différents efforts. Nous avons retenu la configuration suivante :

- Massif BA cubique de côté 1.50 m.
- Semelle BA liaisonnée par ferrailage au massif de dimensions : longueur en coupe 1,00 m, hauteur de semelle 0.30 m, largeur 1.50 m

4.2.4.2. Principe des justifications

Il s'agit d'effectuer les vérifications du non-basculement et du non glissement.

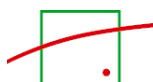
Dans le cas d'un sol et d'une semelle infiniment rigide, la justification du non-basculement du mur autour de son arrête aval O consiste à montrer que le moment stabilisateur MS/O est très supérieur au moment de renversement MR/O :

$$MS/A \geq \gamma_d MR/A$$

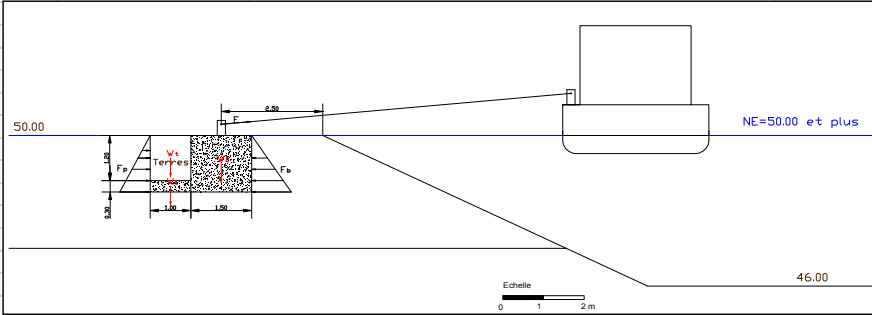
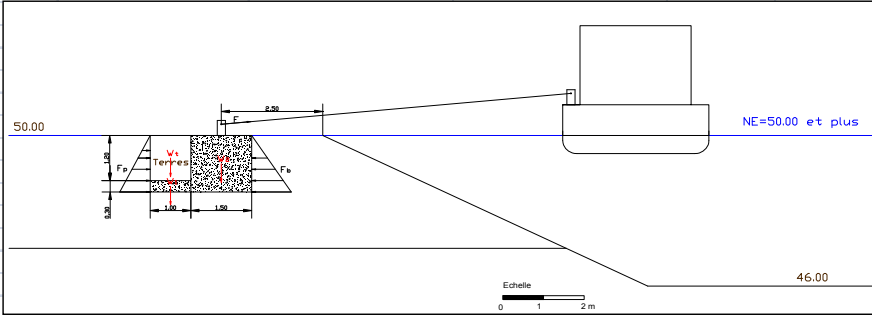
A l'état limite de service (ELS), le coefficient γ_d vaut 1.5.

A l'état limite ultime (ELU), le coefficient γ_d vaut 1.2.

4.2.4.3. Vérification dans le cas d'un niveau d'eau normal



4.2.4.4. Vérification dans le cas d'un niveau de crue (massif immergé)

1. Caractéristiques du massif d'amarrage			
Longueur (m)	1,50		
Largeur (m)	1,50		
Hauteur (m)	1,50		
Poids volumique du béton (kN/m3)	25,00		
Poids volumique déjàugé (kN/m3)	15,00		
2. Niveau d'eau (cotes NGF)			
Retenue Normale Pratiquée	48,00		
Niveau de crue centennale	50,00		
Niveau d'eau retenu	50,00		
3. Caractéristiques des terres			
Poids volumique humide (kN/m³)	18		
Poids volumique saturé (kN/m³)	21		
Poids volumique eau (kN/m³)	10		
Poids volumique déjàugé (kN/m³)	11		
4. Poids du béton			
i) massif			
Arase supérieure du massif (cotes NGF)	50,00	$\varphi' = 25^\circ$	0,406
Arase inférieure du massif (cotes NGF)	48,50	$\varphi' = 30^\circ$	0,333
Poids du massif au mètre linéaire (kN.ml)	33,75	$\varphi' = 35^\circ$	0,271
ii) semelle			
longueur semelle :	1,00		
hauteur semelle :	0,30		
Poids de la semelle au mètre linéaire (kN.ml)	4,50		
5. Poids des terres sur semelle			
longueur terres sur semelle :	1,00		
largeur terres sur semelle	1,20		
Poids des terres sur la semelle (kN.ml) :	13,20		
6. Coefficient de poussée et de butée des terres			
Angle de frottement interne à long terme (°) =	25,00		
Ka =	0,406		
Kp =	2,464		

	Contraintes verticales			Contraintes horizontales
	contrainte totale (kPa)	pression intersticielle (kPa)	contrainte effective (kPa)	contrainte effective (kPa) * Ka
A Z = arase supérieure du massif	0,00	0	0,00	0
A Z = arase inférieure du massif	31,5	15,00	16,5	6,70
	Contraintes verticales			Contraintes horizontales
	contrainte totale (kPa)	pression intersticielle (kPa)	contrainte effective (kPa)	contrainte effective (kPa) * Kp
A Z = arase supérieure du massif	0,00	0	0,00	0
A Z = arase inférieure du massif	31,5	15,00	16,5	40,66
7. Efforts et moments				
Direction des charges	Nature des charges	charges en kN	Bras de levier	Moment / extrem aval (kN.m/ml)
Charges verticales	Massif	33,75	0,75	-25,31
	Semelle	4,50	2,00	-9,00
	Terres	13,20	2,00	-26,40
	Total vertical	51,45		
Charges horizontales				
	Amarrage	36,67	1,50	55,00
Force de poussée	F1	0,00	1,50	0,00
	F2	0,00	0,75	0,00
	F3	5,02	0,50	2,51
	Force de butée	F4	0,00	1,50
F5		0,00	0,75	0,00
F6		-30,49	0,50	-15,25
Total horizontal		11,20		
Vérification de la stabilité au renversement				
Il faut : $F = (\text{Moment } F_{\text{rés}} / \text{Moment } F_{\text{mot}}) > 1,5$		F = 1,3207		
Somme des moments moteurs (kN.m) = 57,51		condition non vérifiée		
Somme des moments résistants (kN.m) = -75,96		Le coefficient de sécurité est inférieur à 1,5. Néanmoins pour un niveau de crue, la valeur du coefficient de sécurité supérieure à 1,2 est acceptable.		
Vérification de la stabilité au glissement plan				
Angle de frottement du sol de fondation : ϕ' (°) 25				
Il faut : $F = (R_v \times \tan(\phi') / R_H) > 1,5$		F = 2,1423		
R _v (kN) = 51,45		condition vérifiée		
R _H (kN) = 11,20				

5. DETERMINATION DU POIDS ET DE LA LONGUEUR DE LA CHAÎNE D'ANCRE

L'ancre du bateau doit permettre de maintenir le bateau pour empêcher qu'il ne se retrouve sur le quai au moment de la décrue.

Il s'agit donc de définir le poids et la longueur de la chaîne d'ancre pour les deux types de bateau.

La réglementation actuelle concernant les ancres et ligne de mouillage indique seulement que : *"Tous les bateaux, compte tenu de leur catégorie de conception et de leurs caractéristiques, doivent être pourvus d'un ou de plusieurs points d'ancrage ou d'autres moyens capables d'accepter en toute sécurité des charges d'ancrage d'amarrage et de remorquage"* (décret 96-611, annexe1, art.3.9).

5.1. Poids de l'ancre

5.1.1. Généralités

L'ancre, une fois fixée au fond de l'eau, sert à immobiliser et retenir le bateau.

Sur un fond mou, l'ancre pénètre la surface de ce dernier, ce qui crée une résistance en raison de l'aspiration due à la forme de l'ancre et à sa surface enfouie.

Sur un fond rocheux, l'ancre ne peut pas s'enfouir mais s'accroche sur des saillies.

5.1.2. Dimensionnement d'une ancre

Les ancres modernes ont une résistance multipliant entre 10 et 200 le poids de l'ancre.

Le rapport entre la masse de l'ancre et la masse de l'objet à ancrer varie suivant le type et la longueur du bateau.

Dans le cas de péniches, on considère que ce rapport doit être de l'ordre de 1‰.

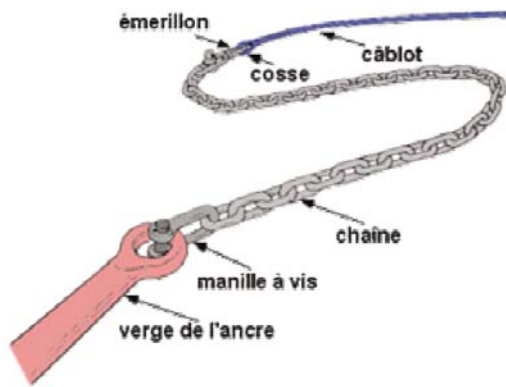
Ainsi, pour une péniche de 180 tonnes, le poids de l'ancre serait de 180 kilos. Pour une péniche de 80 tonnes, ce poids serait de 80 kilos.

5.2. Longueur de la chaîne d'ancre

5.2.1. Généralités

L'ancre est rattachée au bateau par une ligne de mouillage, constituée de chaîne côté ancre, puis d'un filin (le câblot) côté bateau :





En choisissant les différents éléments qui vont former le mouillage, il ne faut pas perdre de vue que la résistance de ce dernier correspond à la force du plus faible des éléments qui le composent.

Le poids de la chaîne est important pour la tenue de l'ancre. Il aide l'ancre à se trouver à plat sur le fond en abaissant l'angle de tir et favorise son positionnement pour pénétrer ou s'accrocher au sol.

Les critères d'un mouillage sont les suivants :

- ⇒ angle de tir : affecte la tenue dans le sol ;
- ⇒ poids : affecte le positionnement de l'ancre et son accrochage ;
- ⇒ élasticité : affecte la tenue de l'ancre.

5.2.2. Dimensionnement de la ligne de mouillage

Il est recommandé d'avoir un rapport entre la longueur de la ligne de mouillage et la distance entre le pont du bateau et le fond d'un minimum de 5 pour 1.

Cette valeur détermine l'angle de tir, élément primordial pour la bonne tenue de l'ancre dans le sol.

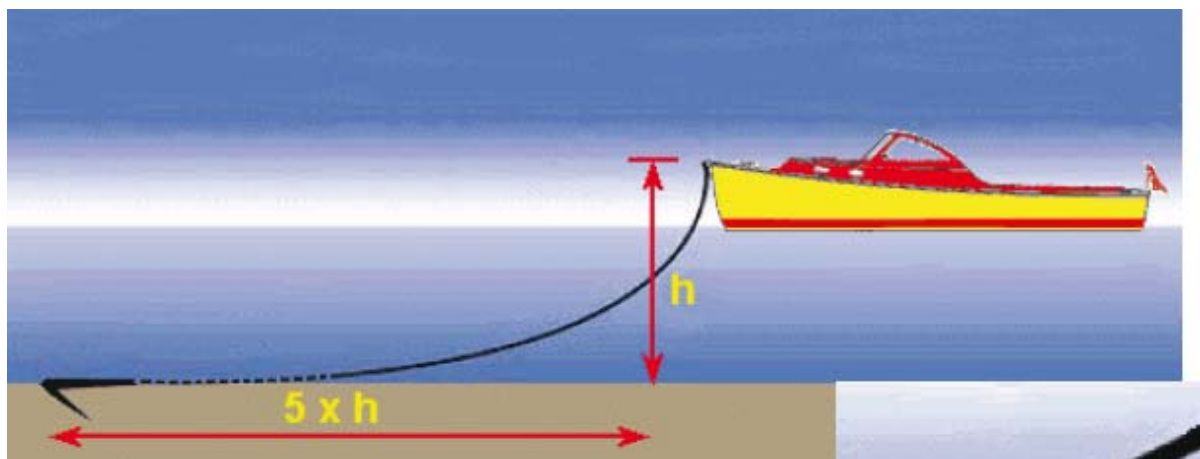


Figure 9 : Recommandation pour le dimensionnement d'une ligne de mouillage

5.2.3. Dimensionnement de la chaîne

Pour un navire de croisière, le mouillage principal ou "mouillage de service" doit au

moins résister à un vent soufflant jusqu'à 60 nœuds (i.e. 111 km/h).

Le tableau ci-après présente, la résistance de la chaîne en kg en fonction de la vitesse du vent et de la longueur du bateau.

Par exemple la chaîne d'un bateau de 11 m de long doit pouvoir résister à 1633 kg en cas de vent fort.

Vitesse du vent	Longueur du bateau / force en Kg							
	6m	8m	9m	11m*	12m	15m	18m	21m
15 nds	41	57	79	102	136	181	227	306
30 nds	163	222	318	408	544	726	907	1,225
42 nds	327	445	635	816	1.089	1.452	1.814	2.449
60 nds	653	889	1.270	1.633	2.177	2.903	3.629	4.899

Tableau 4 : Résistance de la chaîne en fonction de la vitesse du vent et de la longueur du bateau

5.2.4. Resistance de la chaîne

Les chaînes de charge sont classées selon leur qualité, désignées L, M, P, S et T, qui correspond notamment à des niveaux déterminés de contrainte minimale de rupture et d'allongement total minimal à la rupture (cf. tableau ci-dessous).

Qualité	L	M	P	S	T
Contrainte minimale de rupture (N/mm ²)	320	400	500	630	800
Contrainte maximale d'utilisation (N/mm ²)	64	80	100	126	160
Contrainte d'épreuve (N/mm ²)	160	200	250	315	400
Coefficient d'utilisation minimal	5	5	5	5	5
Allongement total minimal à la rupture des chaînes calibrées (%)	25	20	16	12,5	10
Allongement total minimal à la rupture des chaînes non calibrées (%)	25	20	18	16	15

Tableau 5 : Caractéristiques mécaniques des chaînes suivant leur qualité

Les échantillons de chaîne à l'état fini doivent avoir une force de rupture (i.e. une résistance à la rupture) au moins égale à celle figurant dans le tableau ci-après pour le diamètre nominal de la chaîne concernée.

<i>d</i>	Force de rupture minimale kN				
	L	M	P	S	T
5	12,67	15,68	19,60	24,70	31,36
6	18,08	22,60	28,25	35,60	45,20
7	24,61	30,76	38,45	48,45	61,52
8	32,16	40,20	50,25	63,32	80,40
10	50,24	62,80	78,50	98,91	125,60
12	72,32	90,40	113,00	142,38	180,80
14	98,56	123,20	154,00	194,04	246,40
16	128,64	160,80	201,00	253,26	321,60
18	162,88	203,60	254,50	320,67	407,20
20	200,32	250,40	313,00	394,38	500,80
22	243,20	304,00	380,00	478,80	608,00
24	289,28	361,60	452,00	569,52	723,20
26	339,84	424,80	513,00	669,06	849,60
30	452,48	565,60	707,00	890,82	1131,20

Tableau 6 : Force de rupture des chaînes suivant leur diamètre nominal

La charge maximale d'utilisation correspond en général à la moitié de la résistance à la rupture.

Diamètre de la chaîne pour le « Petit bateau » :

Selon le tableau 4, la chaîne d'un bateau de longueur 21 m doit pouvoir résister à un effort de 4 899 kg soit 4,9 T = 49 kN. Le calcul de l'effort du au vent sur le « petit bateau » donne environ 60 kN.

Le diamètre nominal de la chaîne sera donc de 10 à 12 mm.

Diamètre de la chaîne pour le Freycinet :

L'ordre de grandeur de l'effort du au vent sur le Freycinet est 105 kN. Le diamètre nominal de la chaîne sera donc de 16 à 18 mm.

6. DIMENSIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE L'ÉCOIRE FLOTTANTE

Les vérifications de dimensionnement de la structure (éléments métalliques : barres et contreventement) de l'écoire flottante ont été réalisées par le biais du logiciel Advance Design 2011.

Deux écoires de dimensions différentes ont été modélisées. La première correspondant à celle utilisée pour la péniche Freycinet. La deuxième correspondant à celle utilisée pour le "petit" bateau.

6.1. Efforts appliqués à l'écoire

Les efforts appliqués à l'écoire sont les suivants :

Les sollicitations suivantes sont considérées :

- ⇒ poids propre de l'écoire hors flotteurs :
 - 410 kg dans le cas de l'écoire pour la péniche Freycinet,
 - 320 kg dans le cas de l'écoire pour le "petit" bateau ;
- ⇒ poids du flotteur (cf. dimensionnement du flotteur § 7) :
 - 1 600 kg dans le cas de l'écoire pour la péniche Freycinet,
 - 660 kg dans le cas de l'écoire pour le "petit" bateau ;
- ⇒ résultante des 3 actions appliquées au bateau (courant, vent, batillage) explicitées au paragraphe 3.3.

6.1.1. Valeurs numériques des sollicitations appliquées aux bateaux

Les valeurs numériques des 3 efforts appliqués aux bateaux se trouvent dans le tableau ci-dessous :

	Courant	Vent	Batillage
Bateau Freycinet (l = 38,5 m ; L = 5,50 m ; tirant d'eau = 1,5 m)	F_T en (kN) = 0 F_L en (kN) = 9,090	F_T en (kN) = 105,187 F_L en (kN) = 0	F_T en (kN) = 1,335 F_L en (kN) = 2,312
"Petit" Bateau (l = 22 m ; L = 4 m ; tirant d'eau = 1,25 m)	F_T en (kN) = 0 F_L en (kN) = 6,000	F_T en (kN) = 60,107 F_L en (kN) = 0	F_T en (kN) = 0,817 F_L en (kN) = 1,416

Tableau 7 : Valeur numérique des efforts appliqués au bateau

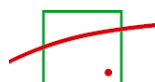
Ce qui donne les valeurs d'effort résultant suivantes :

	Résultante
Bateau Freycinet (l = 38,5 m ; L = 5,50 m ; tirant d'eau = 1,5 m)	F_T en (kN) = 106,521 F_L en (kN) = 11,402
"Petit" Bateau (l = 22 m ; L = 4 m ; tirant d'eau = 1,25 m)	F_T en (kN) = 60,924 F_L en (kN) = 7,416

Tableau 8 : Valeur numérique de l'effort résultant sur le bateau

6.1.2. Valeur numérique de l'effort résultant sur l'écoire

La valeur numérique de l'effort résultant sur l'écoire est présenté dans le tableau ci-



dessous :

	Bateau Freycinet longueur (m) : 38,5	"Petit" Bateau longueur (m) : 22
Effort résultant sur bateau	F_T en (N/ml) = 2 767 F_L en (N/ml) = 296	F_T en (N/ml) = 2 769 F_L en (N/ml) = 337
Effort résultant sur écoire (*)	F_T en (N) = 15 217 F_L en (N) = 1 629	F_T en (N) = 9 692 F_L en (N) = 1 180

(*) Longueur écoire = 5,5 m pour le Freycinet et 3,5 pour le « petit bateau »

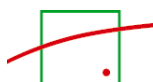
Tableau 9 : Valeur numérique de l'effort résultant sur l'écoire

6.2. Dimensions de l'écoire

6.2.1. Dans le cas du bateau Freycinet

Les éléments composant la structure de l'écoire pour le bateau Freycinet sont des tubes en acier S355 ayant les dimensions suivantes :

- ⇒ 2 tubes longitudinaux : $\Phi_{\text{ext}} = 114$ mm ; épaisseur = 5,1 mm ; longueur = 6 m ;
- ⇒ 1 tube transversal : $\Phi_{\text{ext}} = 101$ mm ; épaisseur = 5,6 mm ; longueur = 5,5 m ;
- ⇒ 2 tubes transversaux : $\Phi_{\text{ext}} = 80$ mm ; épaisseur = 4,5 mm ; longueur = 5,5 m ;
- ⇒ 2 tubes pour la croix de St André : $\Phi_{\text{ext}} = 60$ mm ; épaisseur = 5 mm ; longueur = 6,26 m ;



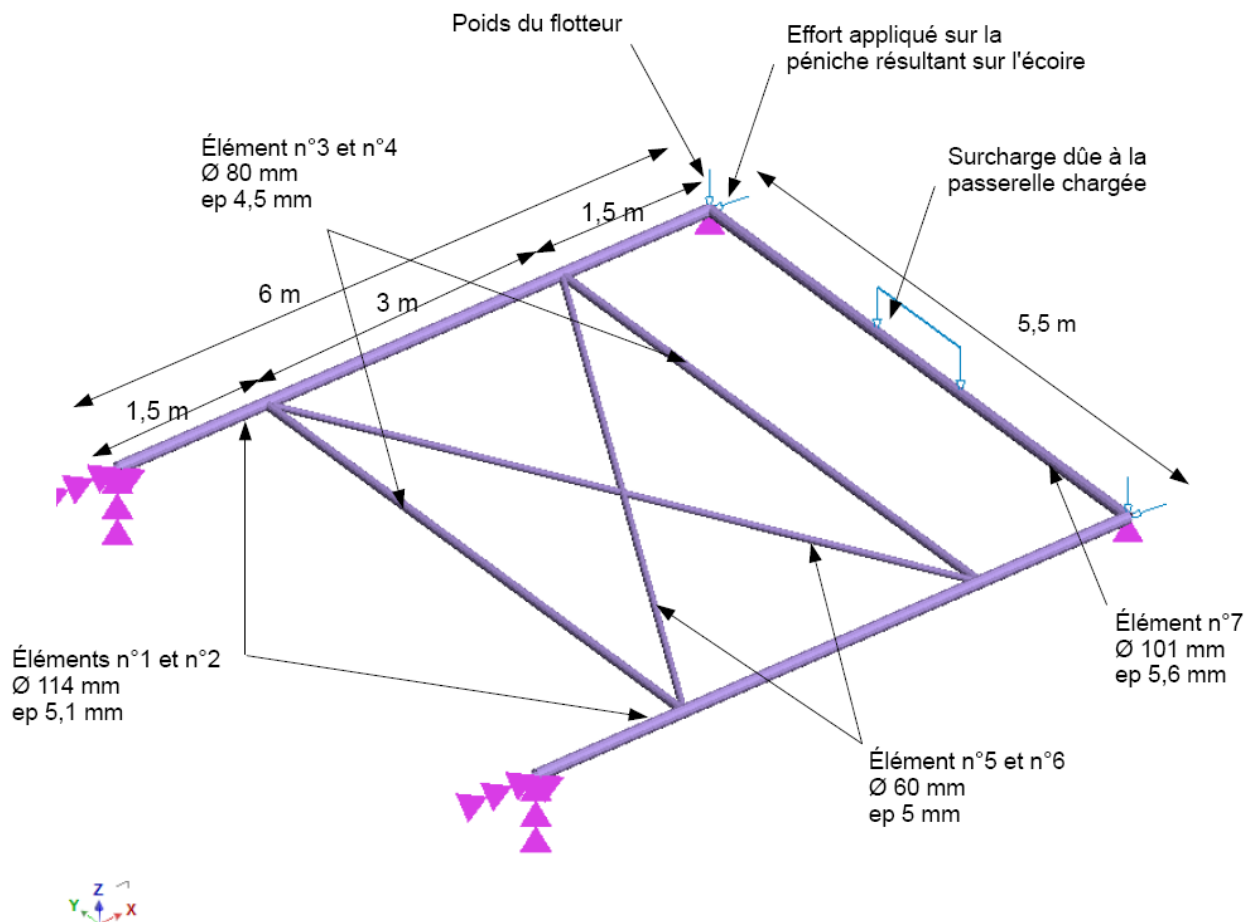


Figure 10 : Modélisation de l'écoire pour bateau Freycinet

6.2.2. Dans le cas du "petit" bateau

Les éléments composant la structure de l'écoire pour le "petit" bateau sont des tubes en acier S355 ayant les dimensions suivantes :

- ⇒ 2 tubes longitudinaux : $\Phi_{\text{ext}} = 101 \text{ mm}$; épaisseur = 5,6 mm ; longueur = 6 m ;
- ⇒ 1 tube transversal : $\Phi_{\text{ext}} = 89 \text{ mm}$; épaisseur = 5,6 mm ; longueur = 3,5 m ;
- ⇒ 2 tubes transversaux : $\Phi_{\text{ext}} = 80 \text{ mm}$; épaisseur = 4,5 mm ; longueur = 3,5 m ;
- ⇒ 2 tubes pour la croix de St André : $\Phi_{\text{ext}} = 60 \text{ mm}$; épaisseur = 5 mm ; longueur = 4,61 m.

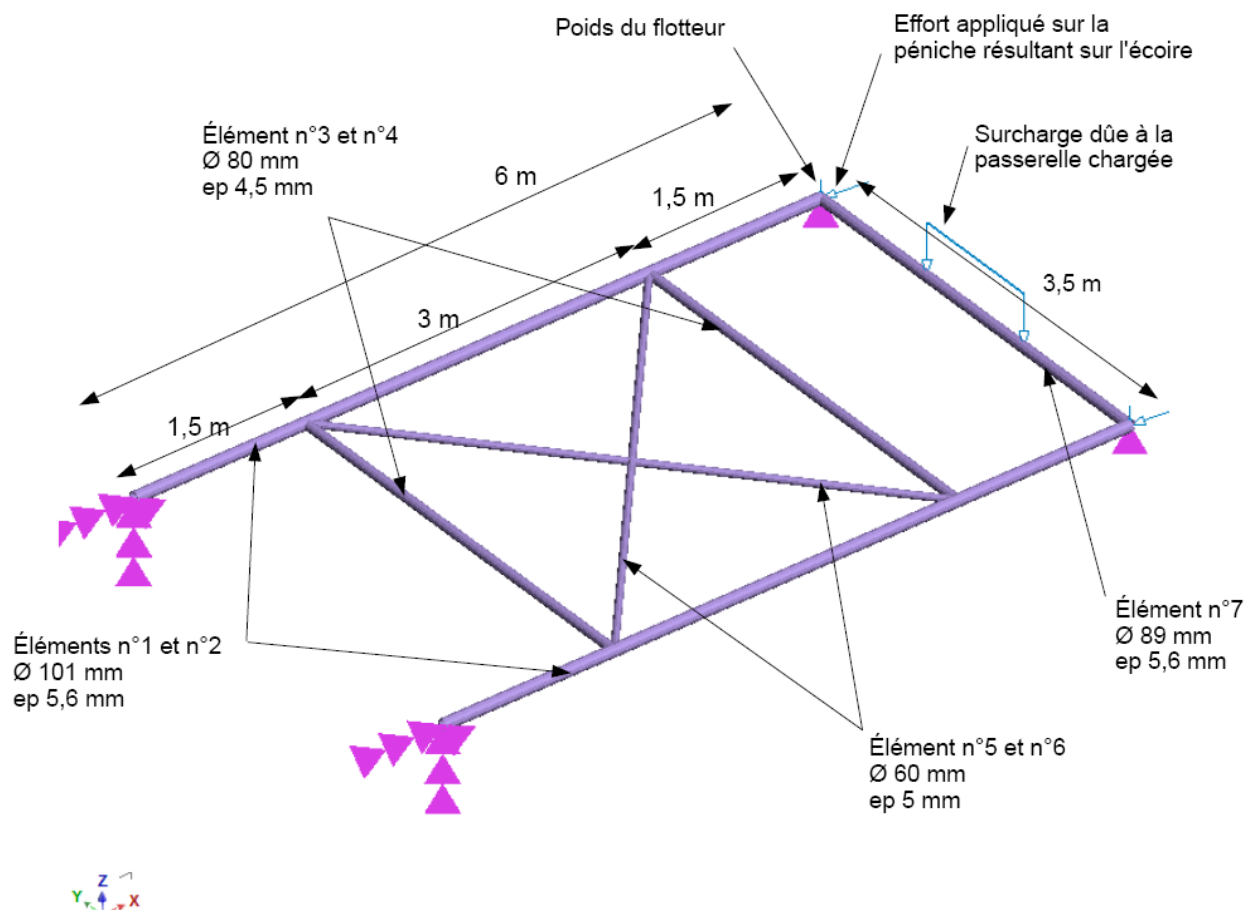


Figure 11 : Modélisation de l'écoire pour "petit" bateau

6.3. Modélisation de l'écoire sous Advance structure

Les résultats de la modélisation de l'écoire réalisée par le biais du logiciel Advance Design 2011 figurent en annexe.

Les éléments suivants ont été vérifiés :

- ⇒ déplacement de la structure,
- ⇒ contrainte dans la structure,
- ⇒ flèche maximum pour chaque élément constituant la structure,
- ⇒ résistance des sections pour chaque élément constituant la structure,
- ⇒ stabilité de chaque élément constituant la structure.

6.4. Conclusion

Dans chacun des cas considérés (bateau Freycinet, "petit" bateau), les vérifications menées sont satisfaisantes.

7. JUSTIFICATION DU DIMENSIONNEMENT DU FLOTTEUR

Le flotteur de l'écoire doit avoir un diamètre suffisant pour que son axe ne baigne pas dans l'eau lorsque la passerelle d'accès est chargée au maximum.

7.1. Cas du bateau Freycinet

Nous avons considéré un flotteur constitué d'une cuve métallique cylindrique en acier de longueur 5,5 m et d'épaisseur 6 mm.

Conformément à ce qui avait été acté lors de la réunion du 3 novembre, nous avons considéré que le flotteur dans le cas du bateau Freycinet avait un diamètre de 2 m.

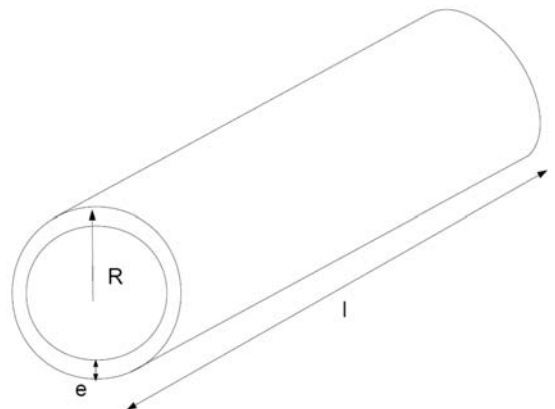
Le flotteur reprend le poids des différents éléments :

- ⇒ poids de l'écoire (hors flotteur) : 410 kg ;
- ⇒ poids de la passerelle d'accès en charge maximum : 1000 kg ;
- ⇒ poids propre.

Compte tenu du fait que l'écoire est fixée sur le quai, nous avons considéré que le flotteur ne reprenait que la moitié du poids de l'écoire et la moitié du poids de la passerelle d'accès chargée.

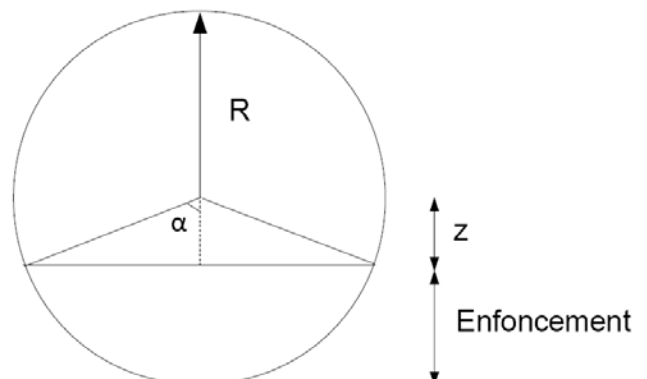
Le poids propre du flotteur est défini de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{flotteur}} &= \rho_{\text{acier}} * V * g \\
 &= \rho_{\text{acier}} * l * (\pi R^2 - \pi (R - e)^2) * g \\
 &= \rho_{\text{acier}} * l * (2\pi R e - \pi e^2) * g
 \end{aligned}$$



Pour un enfoncement du flotteur dans l'eau compris entre 0 et R, la poussée d'Archimède exercée sur le flotteur est définie de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
 \text{Poussée d'Archimède} &= \rho_{\text{eau}} * V_{\text{eau déplacé}} * g \\
 &= \rho_{\text{eau}} * l * (\pi R^2 * \frac{2\alpha}{360} - \frac{1}{2} * (z * z * \sin(\alpha))) * g \\
 &= \rho_{\text{eau}} * l * (\pi R^2 * \frac{2\alpha}{360} - R^2 * (\cos(\alpha))^2 * \sin(\alpha)) * g
 \end{aligned}$$



L'équation d'équilibre des forces s'écrit :

$$P_{\text{poussée d'Archimède}} = \frac{1}{2} * P_{\text{écoire}} + \frac{1}{2} * P_{\text{passerelle chargée}} + P_{\text{flotteur}}$$

ce qui donne dans le cas présent :

$$\begin{aligned} 1000 * 5,5 * \left(\pi * 1^2 * \frac{2\alpha}{360} - \frac{1^2 * \cos(\alpha))^2 * \sin(\alpha)}{2} \right) * g \\ = \left(\frac{1}{2} * 410 + \frac{1}{2} * 1000 + 7850 * 5,5 * (2\pi * 1 * 0,006 - \pi * 0,006^2) \right) * g \end{aligned}$$

soit $\alpha = 44,63^\circ$, correspondant à un enfoncement de 0,288 m.

Ainsi, un flotteur constitué d'une cuve métallique cylindrique en acier de longueur 5,5 m, d'épaisseur 6 mm et ayant un diamètre de 2 m s'enfoncera de 0,288 m dans le cas de l'écoire pour bateau Freycinet associée à une passerelle d'accès en charge maximum.

7.2. Cas du bateau "petit" bateau

Nous avons considéré un flotteur constitué d'une cuve métallique cylindrique en acier de longueur 3,5 m et d'épaisseur 6 mm.

Conformément à ce qui avait été acté lors de la réunion du 3 novembre, nous avons considéré que le flotteur dans le cas du "petit" bateau avait un diamètre de 1,50 m.

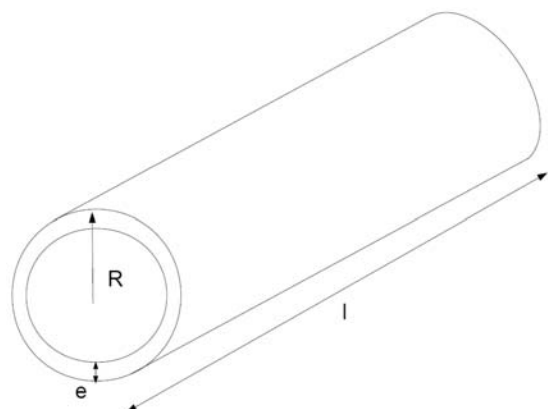
Le flotteur reprend le poids des différents éléments :

- ⇒ poids de l'écoire (hors flotteurs) : 320 kg ;
- ⇒ poids de la passerelle d'accès en charge maximum : 1000 kg ;
- ⇒ poids propre.

Compte tenu du fait que l'écoire est fixée sur le quai, nous avons considéré que le flotteur ne reprenait que la moitié du poids de l'écoire et la moitié du poids de la passerelle d'accès chargée.

Le poids propre du flotteur est défini de la manière suivante :

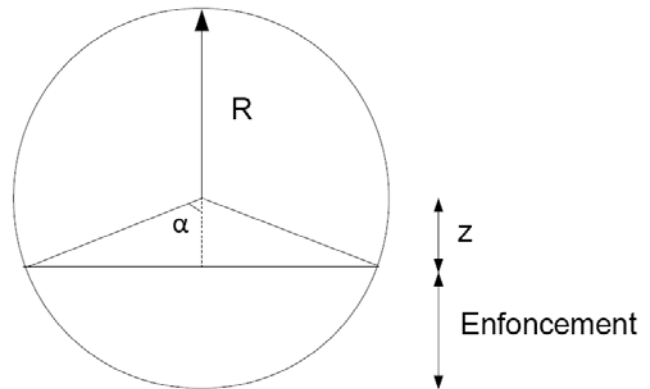
$$\begin{aligned} P_{\text{flotteur}} &= \rho_{\text{acier}} * V * g \\ &= \rho_{\text{acier}} * l * (\pi R^2 - \pi (R - e)^2) * g \\ &= \rho_{\text{acier}} * l * (2\pi R e - \pi e^2) * g \end{aligned}$$



Pour un enfoncement du flotteur dans l'eau compris entre 0 et R, la poussée d'Archimède

exercée sur le flotteur est définie de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
 \text{Poussée d'Archimède} &= \rho_{\text{eau}} * V_{\text{eau déplacé}} * g \\
 &= \rho_{\text{eau}} * l * \left(\pi R^2 * \frac{2\alpha}{360} - 2 * \frac{1}{2} (z * z * \sin(\alpha)) \right) * g \\
 &= \rho_{\text{eau}} * l * \left(\pi R^2 * \frac{2\alpha}{360} - R^2 * (\cos(\alpha))^2 * \sin(\alpha) \right) * g
 \end{aligned}$$



L'équation d'équilibre des forces s'écrit :

$$\text{Poussée d'Archimède} = \frac{1}{2} * P_{\text{écotre}} + \frac{1}{2} * P_{\text{passerelle chargée}} + P_{\text{flotteur}}$$

ce qui donne dans le cas présent :

$$\begin{aligned}
 1000 * 3,5 * \left(\pi * 0,75^2 * \frac{2\alpha}{360} - 0,75^2 * \cos(\alpha)^2 * \sin(\alpha) \right) * g \\
 = \left(\frac{1}{2} * 360 + \frac{1}{2} * 1000 + 7850 * 3,5 * (2\pi * 0,75 * 0,006 - \pi * 0,006^2) \right) * g
 \end{aligned}$$

soit $\alpha = 56,73^\circ$, correspondant à un enfoncement de 0,339 m.

Ainsi, un flotteur constitué d'une cuve métallique cylindrique en acier de longueur 3,5 m, d'épaisseur 6 mm et ayant un diamètre de 1,50 m s'enfoncera de 0,339 m dans le cas de l'écoire pour bateau "petit" bateau associée à une passerelle d'accès en charge maximum.

7.3. Conclusion

Les diamètres des flotteurs actés lors de la réunion du 3 novembre pourraient être diminués.

Par exemple un flotteur de diamètre 1 m aurait un enfoncement de :

- ⇒ 0,326 m (i.e. 2/3 du rayon) dans le cas de l'écoire pour bateau Freycinet ;
- ⇒ 0,413 m (i.e. 3/4 du rayon) dans le cas de l'écoire pour "petit" bateau.

ANNEXE 1 : LISTING RIDO DE LA MODELISATION DU QUAI EN PALPLANCHES DANS LE CAS DE LA PENICHE FREYCINET



***** FICHER DE DONNEES : Rideau quai.RIO

```
PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet      *60L *
: 50
1 ... 50
: 40 8117
2 ... 40 8117
: 50
3 ... 50
* COUPE DU QUAI
* SOL 1
: 47 1.8 0.8 0 0 0 0 25 0 -2/3 181
4 ... 47 1.8 0.8 0.4058585 0.5773817 3.571848 0 25 0 -0.6666667 181
* SOL 2
: 46 1.8 0.8 0 0 0 0 30 0 -2/3 723
5 ... 46 1.8 0.8 0.3333333 0.5 4.94971 0 30 0 -0.6666667 723
: 44 1.8 0.8 0 0 0 0 30 0 -2/3 965
6 ... 44 1.8 0.8 0.3333333 0.5 4.94971 0 30 0 -0.6666667 965
* SOL 3
: 38 1.8 0.8 0 0 0 1 35 0 -2/3 12066
7 ... 38 1.8 0.8 0.2709901 0.4264236 7.156802 1 35 0 -0.6666667 12066
* NAPPE PHREATIQUE
: 48 0.5
8 ... 48 0.5
* EXCAVATION
: EXC(2) 46
9 ... EXC(2) 46
: CAL(1)
10 ... CAL(1)
* SURCHARGES SUR QUAI
: SUB(1) 50 1.5 6.5 1
11 ... SUB(1) 50 1.5 6.5 1
: CAL(1)
12 ... CAL(1)
* EFFORT D'AMARRAGE
: FMC 50 0.30
13 ... FMC 50 0.3
: CAL(1)
14 ... CAL(1)
* SURCHARGE HYDRAULIQUE DE 0.5
: EAU(1) 48+0.5
15 ... EAU(1) 48.5
: CAL(1)
16 ... CAL(1)
: FIN
17 ... FIN
: BIL
18 ... BIL
: STOP
19 ... STOP
```

** DONNEES DE BASE **

* SURCHARGES DE BOUSSINESQ LIEES A L'ETAT DU SOL

*** DESCRIPTION DU RIDEAU :

SECTION NO 1 DE 50.000 m A 40.000 m :

PRODUIT D'INERTIE EI

RIGIDITE CYLINDRIQUE

8117. T.m2/m

0. T/m3

*** DESCRIPTION DU SOL :

* COUPE DU QUAI

* SOL 1

COUCHE No 1 DE 50.000 m A 47.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE

GH = 1.800 T/m3

POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE

GD = 0.800 T/m3

COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE

KA = 0.406

COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS

K0 = 0.577

COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE

KP = 3.572

COHESION

C = 0.000 T/m2

ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE

PHI = 25.000 DEGRES

EN POUSSEE DELTA/PHI

= 0.000

EN BUTEE DELTA/PHI

= -0.667

COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)

= 181.000 T/m3

GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION

= 0.000 l/m

* SOL 2

COUCHE No 2 DE 47.000 m A 46.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE

GH = 1.800 T/m3

POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE

GD = 0.800 T/m3

COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE

KA = 0.333

COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS

K0 = 0.500

COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE

KP = 4.950

COHESION

C = 0.000 T/m2

ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE

PHI = 30.000 DEGRES

EN POUSSEE DELTA/PHI

= 0.000

EN BUTEE DELTA/PHI

= -0.667

COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)

= 723.000 T/m3

GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION

= 0.000 l/m

COUCHE No 3 DE 46.000 m A 44.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE	GH =	1.800 T/m3
POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE	GD =	0.800 T/m3
COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE	KA =	0.333
COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS	K0 =	0.500
COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE	KP =	4.950
COHESION	C =	0.000 T/m2
ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE	PHI =	30.000 DEGRES
EN POUSSEE DELTA/PHI	=	0.000
EN BUTEE DELTA/PHI	=	-0.667
COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)	=	965.000 T/m3
GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION	=	0.000 1/m

* SOL 3

COUCHE No 4 DE 44.000 m A 38.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE	GH =	1.800 T/m3
POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE	GD =	0.800 T/m3
COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE	KA =	0.271
COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS	K0 =	0.426
COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE	KP =	7.157
COHESION	C =	1.000 T/m2
ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE	PHI =	35.000 DEGRES
EN POUSSEE DELTA/PHI	=	0.000
EN BUTEE DELTA/PHI	=	-0.667
COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)	=	12066.000 T/m3
GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION	=	0.000 1/m

* NAPPE PHREATIQUE

** R I D O 4.11 (C) R.F.L **	PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet	** PAGE 3 **
=====	=====	=====
** B.I.E.F. **		** 08/11/11 **
=====		=====

** PHASE No 1 **

* EXCAVATION

* EXCAVATION DANS LE SOL 2	NIVEAU = 46.000 m
----------------------------	-------------------

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 1															
R I D E A U						S O L 1			S O L 2			BUTONS/ TIRANTS			
						EXCAVATION: 50.00 m			EXCAVATION: 46.00 m						
						NAPPE D'EAU: 48.00 m			NAPPE D'EAU: 48.00 m						
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2			SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2						
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	36.483	-6.586	0.00	0.00		1	0.00		181	0					
46.000	10.891	-5.666	7.08	4.68		1	1.73		723	0					
44.000	2.097	-2.767	15.64	2.92		1	2.27		965	2	2.82		965		
						1	0.80		12066	3	19.32		12066		
40.000	0.124	0.171	0.00	0.00		2	2.77		12066	2	3.54		12066		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 36.48 mm						CODIFICATION			-1 = DECOLLEMENT						
MOMENT MAXIMUM = 15.64 m.T/m						DE L'ETAT			0 = EXCAVATION						
						DU SOL			1 = POUSSEE						
									2 = ELASTIQUE						
									3 = BUTEE						

(4 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

0.00 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.057 = (21.90 T/m)/(382.25 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.167 = (21.90 T/m)/(131.00 T/m) SANS INTERET

** R I D O 4.11 (C) R.F.L ** PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet ** PAGE 5 **
=====

** B.I.E.F. ** ** 08/11/11 **
=====

** PHASE No 2 **

* SURCHARGES SUR QUAI

* SUPPRESSION SURCHARGES BOUSSINESQ SUR SOL 1

* ADDITION SURCHARGE BOUSSINESQ SUR SOL 1
NIV. = 50.000 m A = 1.500 m B = 6.500 m Q = 1.000 T/m2

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 2															
R I D E A U						S O L 1				S O L 2				BUTONS/ TIRANTS	
						EXCAVATION: 50.00 m				EXCAVATION: 46.00 m					
						NAPPE D'EAU: 48.00 m				NAPPE D'EAU: 48.00 m					
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2				SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2					
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	43.225	-7.798	0.00	0.00		1	0.00		181	0					
46.000	12.961	-6.687	8.35	5.34		1	1.85	0.12	723	0					
44.000	2.551	-3.306	18.20	3.27		1	2.33	0.07	965	2	3.26		965		
						1	0.86	0.05	12066	3	19.32		12066		
40.000	0.124	0.206	0.00	0.00		2	2.80	0.03	12066	2	3.54		12066		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 43.23 mm						CODIFICATION				-1 = DECOLLEMENT					
						DE L'ETAT				0 = EXCAVATION					
						DU SOL				1 = POUSSEE					
										2 = ELASTIQUE					
										3 = BUTEE					

(4 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

1.01 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.060 = (23.79 T/m)/(395.03 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.182 = (23.79 T/m)/(131.00 T/m) SANS INTERET

** R I D O 4.11 (C) R.F.L ** PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet ** PAGE 7 **
=====

** B.I.E.F. ** ** 08/11/11 **
=====

** PHASE No 3 **
=====

* EFFORT D'AMARRAGE

* CHARGEMENT CONCENTRE A 50.000 m : FORCE = 0.300 T/m COUPLE = 0.000 m.T/m
LIAISON ELASTIQUE -> SANS

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 3															
R I D E A U						S O L 1				S O L 2				BUTONS/ TIRANTS	
						EXCAVATION: 50.00 m				EXCAVATION: 46.00 m					
						NAPPE D'EAU: 48.00 m				NAPPE D'EAU: 48.00 m					
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2				SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2					
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	48.059	-8.782	0.00	0.00		0				0					
50.000	48.059	-8.782	0.00	0.30		1	0.00		181	0					
46.000	14.250	-7.376	9.55	5.64		1	1.85	0.12	723	0					
44.000	2.806	-3.629	19.89	3.29		1	2.33	0.07	965	2	3.51		965		
						1	0.86	0.05	12066	3	19.32		12066		
40.000	0.125	0.229	0.00	0.00		2	2.79	0.03	12066	2	3.56		12066		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 48.06 mm						CODIFICATION				-1 = DECOLLEMENT					
MOMENT MAXIMUM = 19.89 m.T/m						DE L'ETAT				: 0 = EXCAVATION					
						DU SOL				: 1 = POUSSEE					
										: 2 = ELASTIQUE					
										: 3 = BUTEE					
(4 IT.)															

(4 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

1.01 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.062 = (24.41 T/m)/(395.03 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.189 = (24.71 T/m)/(131.00 T/m) SANS INTERET

** R I D O 4.11 (C) R.F.L ** PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet ** PAGE 9 **
=====

** B.I.E.F. ** ** 08/11/11 **
=====

** PHASE No 4 **

* SURCHARGE HYDRAULIQUE DE 0.5

* DEPLACEMENT DE LA NAPPE PHREATIQUE DANS LE SOL 1 NIVEAU = 48.500 m

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 4															
R I D E A U						S O L 1			S O L 2			BUTONS/ TIRANTS			
						EXCAVATION: 50.00 m			EXCAVATION: 46.00 m						
						NAPPE D'EAU: 48.50 m			NAPPE D'EAU: 48.00 m						
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2			SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2						
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	55.038	-9.928	0.00	0.00		0				0					
50.000	55.038	-9.928	0.00	0.30		1	0.00		181	0					
46.000	16.686	-8.451	10.32	6.34	0.50	1	1.68	0.12	723	0					
44.000	3.425	-4.291	22.56	4.22	0.50	1	2.17	0.07	965	2	4.11			965	
					0.50	1	0.72	0.05	12066	3	19.32			12066	
40.000	0.130	0.267	0.00	0.00	0.50	2	2.52	0.03	12066	2	3.61			12066	
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 55.04 mm						CODIFICATION			-1 = DECOLLEMENT						
									0 = EXCAVATION						
MOMENT MAXIMUM = 22.56 m.T/m						DE L'ETAT			1 = POUSSEE						
						DU SOL			2 = ELASTIQUE						
									3 = BUTEE						

(4 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

1.01 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.063 = (23.44 T/m)/(371.06 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.213 = (27.87 T/m)/(131.00 T/m) SANS INTERET

*** CALCUL TERMINE

*** DEPLACEMENT MAXIMUM EN PHASE No 4 = 55.038 mm EN PHASE FINALE No 4 = 55.038 mm

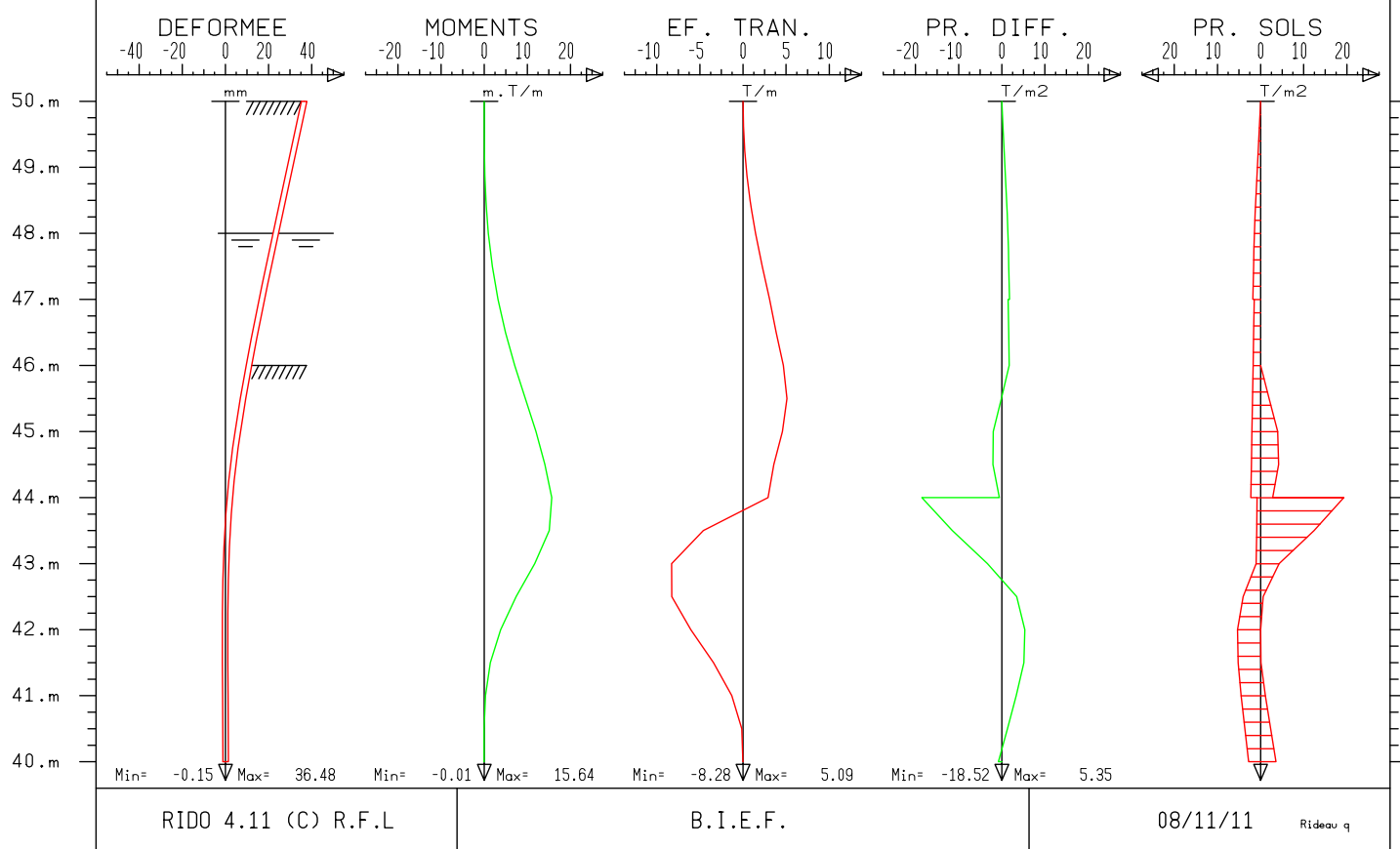
*** MOMENT MAXIMUM EN PHASE No 4 = 22.562 m.T/m EN PHASE FINALE No 4 = 22.562 m.T/m

* COURBES ENVELOPPES DE LA PHASE 1 A LA PHASE 4 *

NIVEAU	E.TRAN MINI	E.TRAN MAXI	NIVEAU	MOMENT MINI	MOMENT MAXI
50.000	0.00	0.30	50.000	0.00	0.00
49.625	0.00	0.37	49.625	0.00	0.12
49.250	0.00	0.57	49.250	0.00	0.29
48.875	0.00	0.90	48.875	0.00	0.57
48.500	0.00	1.34	48.500	0.00	0.98
48.347	0.00	1.55	48.347	0.00	1.20
48.000	0.00	2.16	48.000	0.00	1.84
47.500	0.00	3.18	47.500	0.00	3.17
47.000	0.00	4.28	47.000	0.00	5.03
46.500	0.00	5.28	46.500	0.00	7.42
46.000	0.00	6.34	46.000	0.00	10.32
45.500	0.00	6.97	45.500	0.00	13.68
45.000	0.00	6.66	45.000	0.00	17.13
44.500	0.00	5.43	44.500	0.00	20.19
44.000	0.00	4.22	44.000	0.00	22.56
43.500	-5.22	0.00	43.500	0.00	22.36
43.000	-11.38	0.00	43.000	0.00	17.96
42.500	-11.90	0.00	42.500	0.00	11.94
42.000	-9.23	0.00	42.000	0.00	6.59
41.500	-5.78	0.00	41.500	0.00	2.84
41.000	-2.60	0.00	41.000	0.00	0.77
40.500	-0.51	0.00	40.500	-0.01	0.06
40.000	0.00	0.00	40.000	0.00	0.00
m	T/m	T/m	m	m.T/m	m.T/m

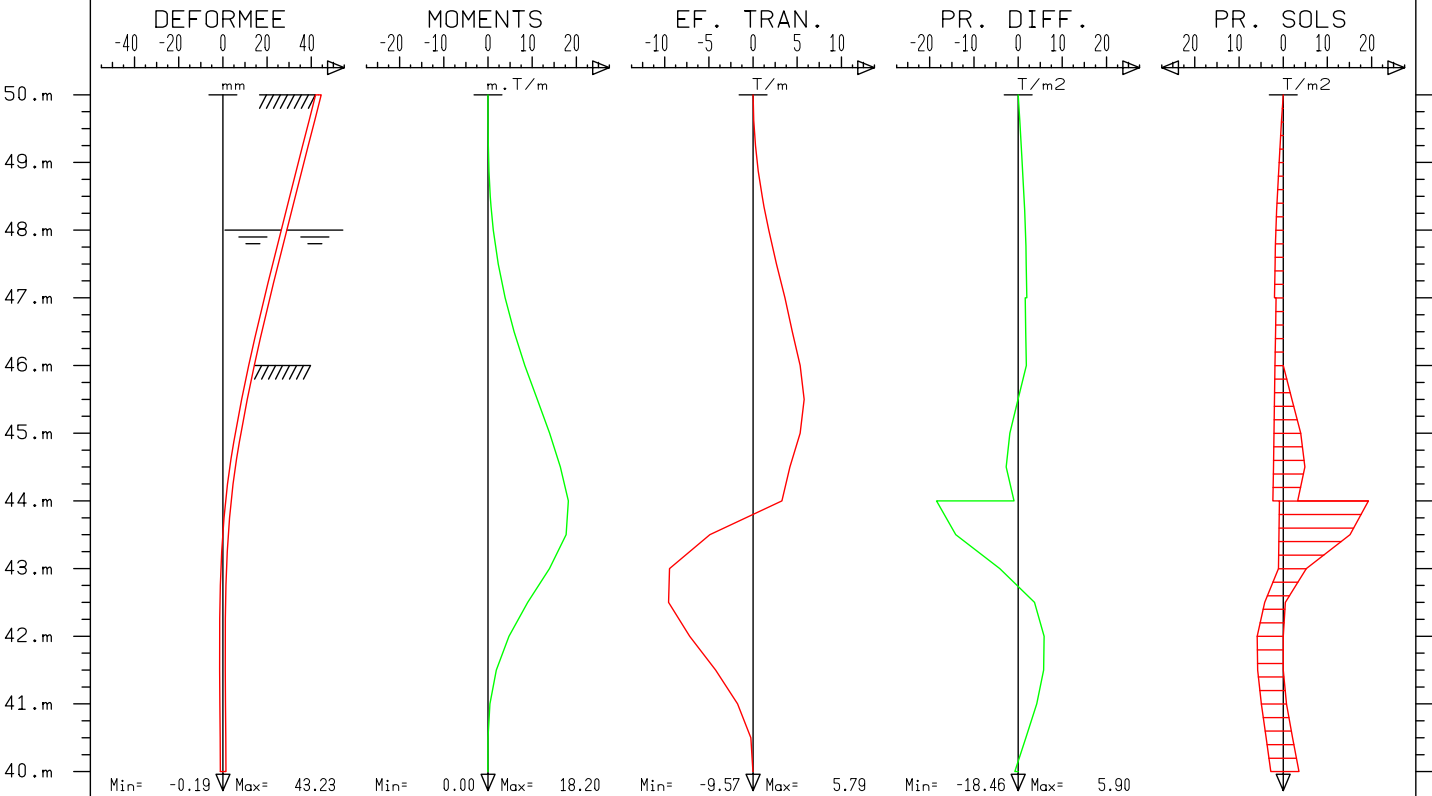
PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet

GRAPHES DE LA PHASE No 1



PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet

GRAPHES DE LA PHASE No 2



RIDO 4.11 (C) R.F.L

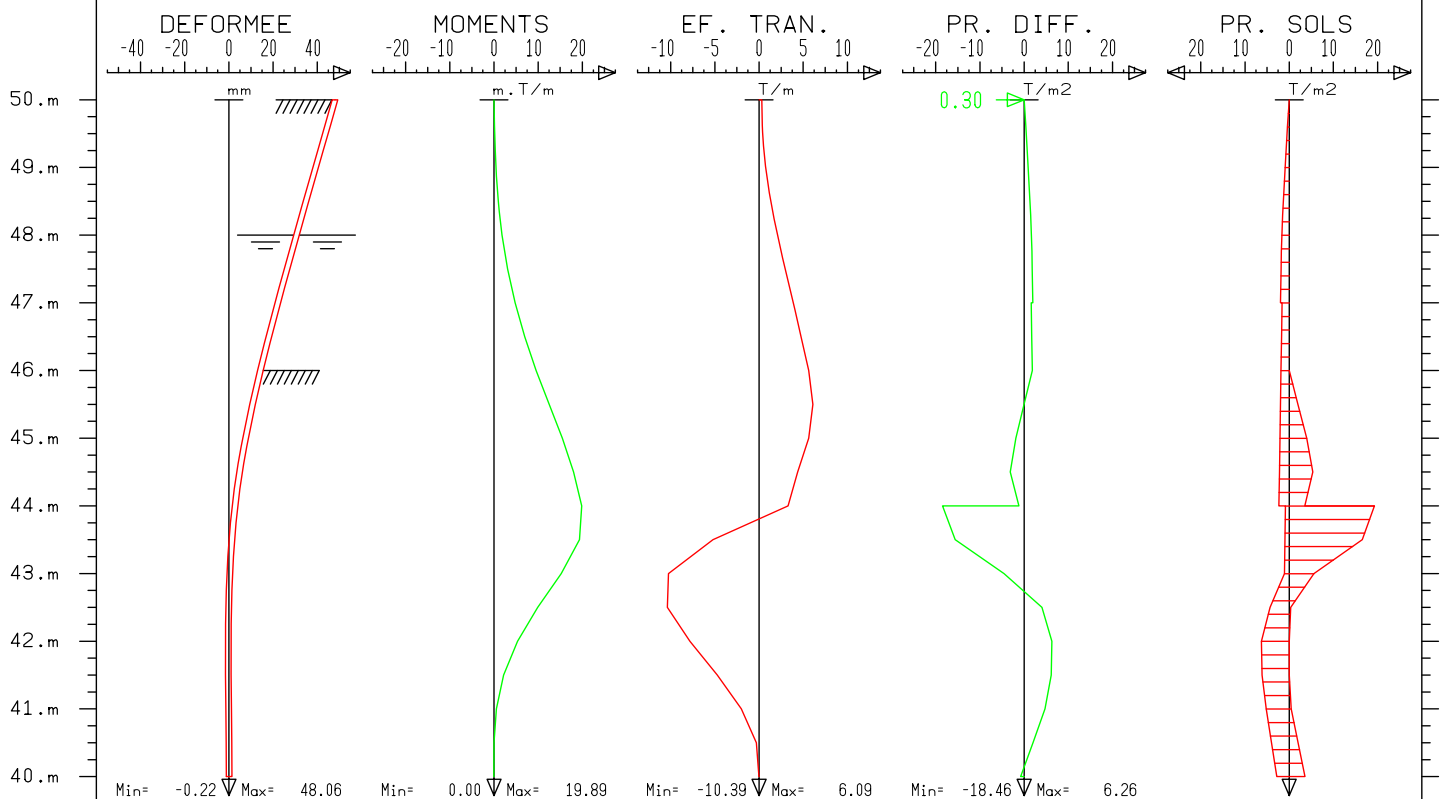
B.I.E.F.

08/11/11

Rideau q

PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet

GRAPHES DE LA PHASE No 3



RIDO 4.11 (C) R.F.L

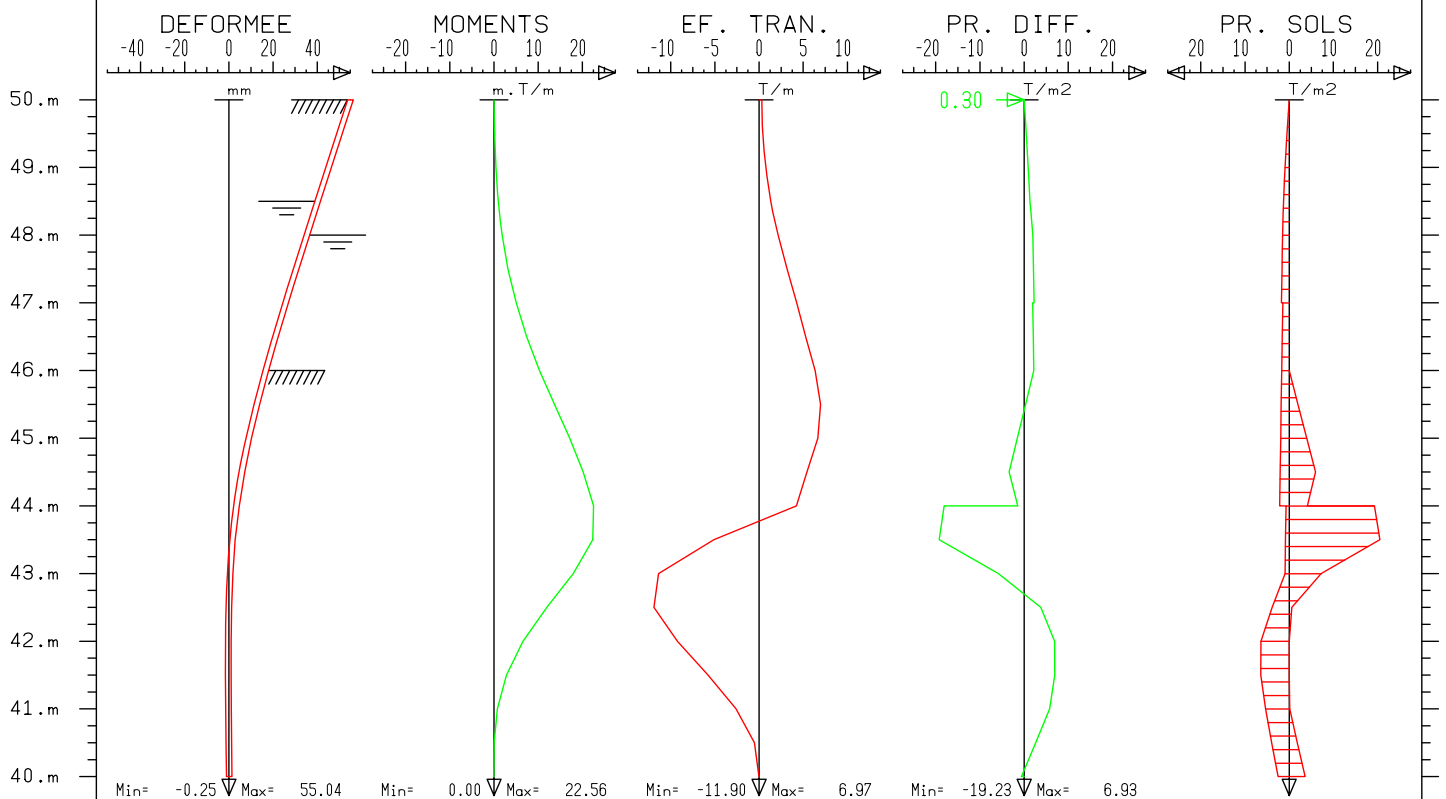
B.I.E.F.

08/11/11

Rideau q

PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet

GRAPHES DE LA PHASE No 4



RIDO 4.11 (C) R.F.L

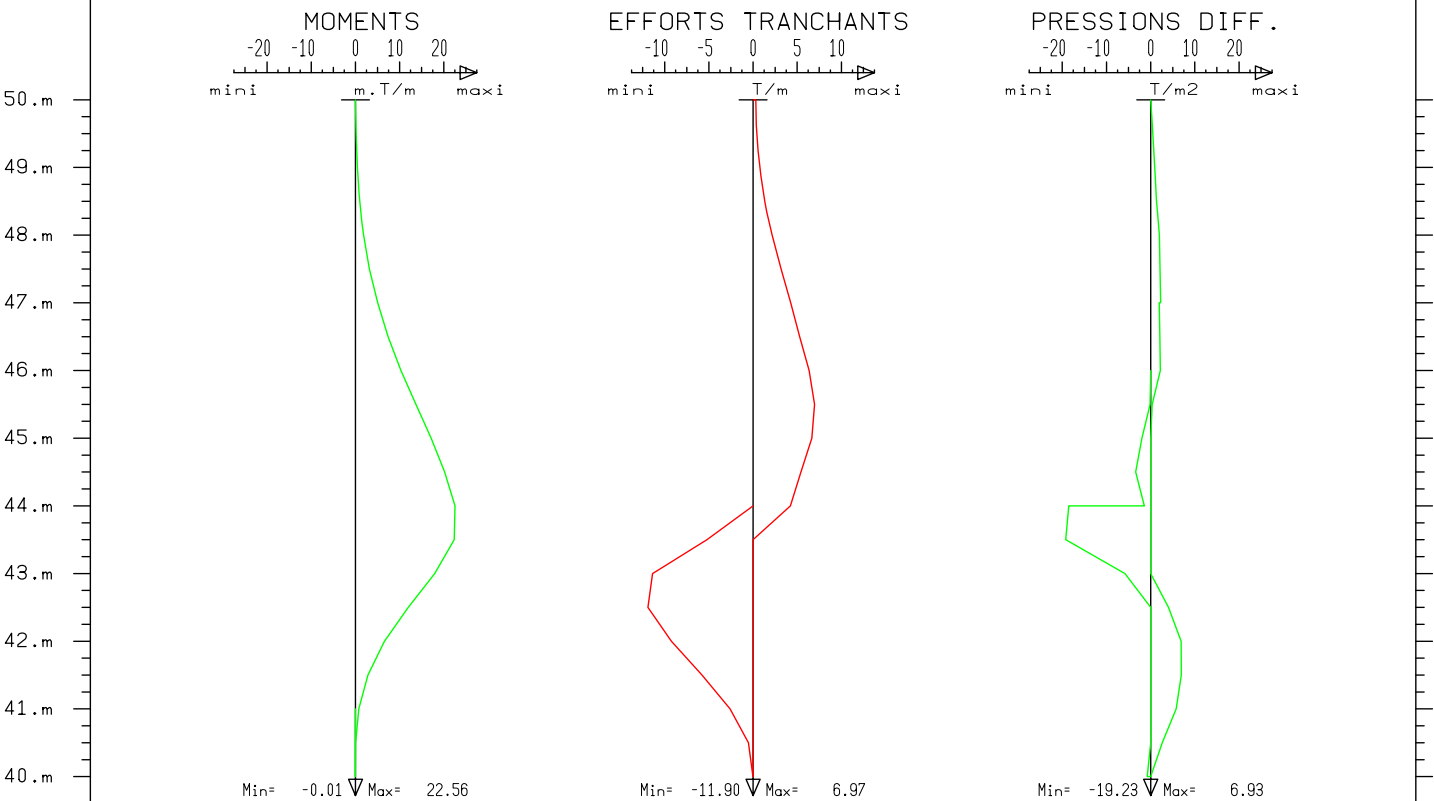
B.I.E.F.

08/11/11

Rideau q

PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - peniche Freycinet

ENVELOPPES DE LA PHASE 1 A LA PHASE 4



RIDO 4.11 (C) R.F.L

B.I.E.F.

08/11/11

Rideau q

ANNEXE 2 : LISTING RIDO DE LA MODELISATION DU QUAI EN PALPLANCHES DANS LE CAS DU "PETIT" BATEAU



***** FICHER DE DONNEES : Rideau quai.RIO

```
PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau          *60L *
: 50
1 ... 50
: 40 8117
2 ... 40 8117
: 50
3 ... 50
* COUPE DU QUAI
* SOL 1
: 47 1.8 0.8 0 0 0 0 25 0 -2/3 181
4 ... 47 1.8 0.8 0.4058585 0.5773817 3.571848 0 25 0 -0.6666667 181
* SOL 2
: 46 1.8 0.8 0 0 0 0 30 0 -2/3 723
5 ... 46 1.8 0.8 0.3333333 0.5 4.94971 0 30 0 -0.6666667 723
: 44 1.8 0.8 0 0 0 0 30 0 -2/3 965
6 ... 44 1.8 0.8 0.3333333 0.5 4.94971 0 30 0 -0.6666667 965
* SOL 3
: 38 1.8 0.8 0 0 0 1 35 0 -2/3 12066
7 ... 38 1.8 0.8 0.2709901 0.4264236 7.156802 1 35 0 -0.6666667 12066
* NAPPE PHREATIQUE
: 48 0.5
8 ... 48 0.5
* EXCAVATION
: EXC(2) 46
9 ... EXC(2) 46
: CAL(1)
10 ... CAL(1)
* SURCHARGES SUR QUAI
: SUB(1) 50 1.5 6.5 1
11 ... SUB(1) 50 1.5 6.5 1
: CAL(1)
12 ... CAL(1)
* EFFORT D'AMARRAGE
: FMC 50 0.20
13 ... FMC 50 0.2
: CAL(1)
14 ... CAL(1)
* SURCHARGE HYDRAULIQUE DE 0.5
: EAU(1) 48+0.5
15 ... EAU(1) 48.5
: CAL(1)
16 ... CAL(1)
: FIN
17 ... FIN
: BIL
18 ... BIL
: STOP
19 ... STOP
```

** DONNEES DE BASE **

* SURCHARGES DE BOUSSINESQ LIEES A L'ETAT DU SOL

*** DESCRIPTION DU RIDEAU :

SECTION NO 1 DE 50.000 m A 40.000 m :

PRODUIT D'INERTIE EI

RIGIDITE CYLINDRIQUE

8117. T.m2/m

0. T/m3

*** DESCRIPTION DU SOL :

* COUPE DU QUAI

* SOL 1

COUCHE No 1 DE 50.000 m A 47.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE

GH =

1.800 T/m3

POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE

GD =

0.800 T/m3

COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE

KA =

0.406

COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS

K0 =

0.577

COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE

KP =

3.572

COHESION

C =

0.000 T/m2

ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE

PHI =

25.000 DEGRES

EN POUSSEE DELTA/PHI

=

0.000

EN BUTEE DELTA/PHI

=

-0.667

COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)

=

181.000 T/m3

GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION

=

0.000 l/m

* SOL 2

COUCHE No 2 DE 47.000 m A 46.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE

GH =

1.800 T/m3

POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE

GD =

0.800 T/m3

COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE

KA =

0.333

COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS

K0 =

0.500

COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE

KP =

4.950

COHESION

C =

0.000 T/m2

ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE

PHI =

30.000 DEGRES

EN POUSSEE DELTA/PHI

=

0.000

EN BUTEE DELTA/PHI

=

-0.667

COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)

=

723.000 T/m3

GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION

=

0.000 l/m

COUCHE No 3 DE 46.000 m A 44.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE	GH	=	1.800 T/m3
POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE	GD	=	0.800 T/m3
COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE	KA	=	0.333
COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS	K0	=	0.500
COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE	KP	=	4.950
COHESION	C	=	0.000 T/m2
ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE	PHI	=	30.000 DEGRES
EN POUSSEE DELTA/PHI		=	0.000
EN BUTEE DELTA/PHI		=	-0.667
COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)		=	965.000 T/m3
GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION		=	0.000 l/m

* SOL 3

COUCHE No 4 DE 44.000 m A 38.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE	GH	=	1.800 T/m3
POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE	GD	=	0.800 T/m3
COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE	KA	=	0.271
COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS	K0	=	0.426
COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE	KP	=	7.157
COHESION	C	=	1.000 T/m2
ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE	PHI	=	35.000 DEGRES
EN POUSSEE DELTA/PHI		=	0.000
EN BUTEE DELTA/PHI		=	-0.667
COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)		=	12066.000 T/m3
GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION		=	0.000 l/m

* NAPPE PHREATIQUE

** R I D O 4.11 (C) R.F.L **	PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau	** PAGE 3 **
=====		
** B.I.E.F. **		** 08/11/11 **
=====		

** PHASE No 1 **

* EXCAVATION

* EXCAVATION DANS LE SOL 2	NIVEAU = 46.000 m
----------------------------	-------------------

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 1															
R I D E A U						S O L 1			S O L 2			BUTONS/ TIRANTS			
						EXCAVATION: 50.00 m			EXCAVATION: 46.00 m						
						NAPPE D'EAU: 48.00 m			NAPPE D'EAU: 48.00 m						
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2			SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2						
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	36.483	-6.586	0.00	0.00		1	0.00		181	0					
46.000	10.891	-5.666	7.08	4.68		1	1.73		723	0					
44.000	2.097	-2.767	15.64	2.92		1	2.27		965	2	2.82		965		
						1	0.80		12066	3	19.32		12066		
40.000	0.124	0.171	0.00	0.00		2	2.77		12066	2	3.54		12066		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 36.48 mm						CODIFICATION			-1 = DECOLLEMENT						
MOMENT MAXIMUM = 15.64 m.T/m						DE L'ETAT			0 = EXCAVATION						
						DU SOL			1 = POUSSEE						
									2 = ELASTIQUE						
									3 = BUTEE						

(4 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

0.00 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.057 = (21.90 T/m)/(382.25 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.167 = (21.90 T/m)/(131.00 T/m) SANS INTERET

** R I D O 4.11 (C) R.F.L ** PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau ** PAGE 5 **
=====

** B.I.E.F. ** ** 08/11/11 **
=====

** PHASE No 2 **

* SURCHARGES SUR QUAI

* SUPPRESSION SURCHARGES BOUSSINESQ SUR SOL 1

* ADDITION SURCHARGE BOUSSINESQ SUR SOL 1
NIV. = 50.000 m A = 1.500 m B = 6.500 m Q = 1.000 T/m2

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 2															
R I D E A U						S O L 1			S O L 2			BUTONS/ TIRANTS			
						EXCAVATION: 50.00 m			EXCAVATION: 46.00 m						
						NAPPE D'EAU: 48.00 m			NAPPE D'EAU: 48.00 m						
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2			SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2						
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	43.225	-7.798	0.00	0.00		1	0.00		181	0					
46.000	12.961	-6.687	8.35	5.34		1	1.85	0.12	723	0					
44.000	2.551	-3.306	18.20	3.27		1	2.33	0.07	965	2	3.26		965		
						1	0.86	0.05	12066	3	19.32		12066		
40.000	0.124	0.206	0.00	0.00		2	2.80	0.03	12066	2	3.54		12066		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 43.23 mm						CODIFICATION			-1 = DECOLLEMENT						
						DE L'ETAT			0 = EXCAVATION						
MOMENT MAXIMUM = 18.20 m.T/m						DU SOL			1 = POUSSEE						
									2 = ELASTIQUE						
									3 = BUTEE						

(4 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

1.01 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.060 = (23.79 T/m)/(395.03 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.182 = (23.79 T/m)/(131.00 T/m) SANS INTERET

** R I D O 4.11 (C) R.F.L ** PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau ** PAGE 7 **
=====

** B.I.E.F. ** ** 08/11/11 **
=====

** PHASE No 3 **

* EFFORT D'AMARRAGE

* CHARGEMENT CONCENTRE A 50.000 m : FORCE = 0.200 T/m COUPLE = 0.000 m.T/m
LIAISON ELASTIQUE -> SANS

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 3															
R I D E A U						S O L 1			S O L 2			BUTONS/ TIRANTS			
						EXCAVATION: 50.00 m			EXCAVATION: 46.00 m						
						NAPPE D'EAU: 48.00 m			NAPPE D'EAU: 48.00 m						
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2			SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2						
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	46.448	-8.454	0.00	0.00		0				0					
50.000	46.448	-8.454	0.00	0.20		1	0.00		181	0					
46.000	13.820	-7.147	9.15	5.54		1	1.85	0.12	723	0					
44.000	2.721	-3.522	19.33	3.29		1	2.33	0.07	965	2	3.43			965	
						1	0.86	0.05	12066	3	19.32			12066	
40.000	0.125	0.221	0.00	0.00		2	2.79	0.03	12066	2	3.55			12066	
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 46.45 mm						CODIFICATION			-1 = DECOLLEMENT						
									0 = EXCAVATION						
MOMENT MAXIMUM = 19.33 m.T/m						DE L'ETAT			1 = POUSSEE						
						DU SOL			2 = ELASTIQUE						
									3 = BUTEE						

(4 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

1.01 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.061 = (24.20 T/m)/(395.03 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.186 = (24.40 T/m)/(131.00 T/m) SANS INTERET

** R I D O 4.11 (C) R.F.L **	PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau	** PAGE 9 **
=====		
** B.I.E.F. **		** 08/11/11 **
=====		

** PHASE No 4 **

* SURCHARGE HYDRAULIQUE DE 0.5

* DEPLACEMENT DE LA NAPPE PHREATIQUE DANS LE SOL 1 NIVEAU = 48.500 m

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 4															
R I D E A U						S O L 1				S O L 2				BUTONS/ TIRANTS	
						EXCAVATION: 50.00 m				EXCAVATION: 46.00 m					
						NAPPE D'EAU: 48.50 m				NAPPE D'EAU: 48.00 m					
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2				SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2					
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	53.303	-9.582	0.00	0.00		0				0					
50.000	53.303	-9.582	0.00	0.20		1	0.00		181	0					
46.000	16.203	-8.204	9.92	6.24	0.50	1	1.68	0.12	723	0					
44.000	3.323	-4.167	21.97	4.14	0.50	1	2.17	0.07	965	2	4.01			965	
					0.50	1	0.72	0.05	12066	3	19.32			12066	
40.000	0.130	0.258	0.00	0.00	0.50	2	2.51	0.03	12066	2	3.62			12066	
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 53.30 mm						CODIFICATION				-1 = DECOLLEMENT					
										0 = EXCAVATION					
MOMENT MAXIMUM = 21.97 m.T/m						DE L'ETAT				1 = POUSSEE					
						DU SOL				2 = ELASTIQUE					
										3 = BUTEE					
(4 IT.)															

(4 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

1.01 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.063 = (23.21 T/m)/(371.06 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.210 = (27.54 T/m)/(131.00 T/m) SANS INTERET

*** CALCUL TERMINE

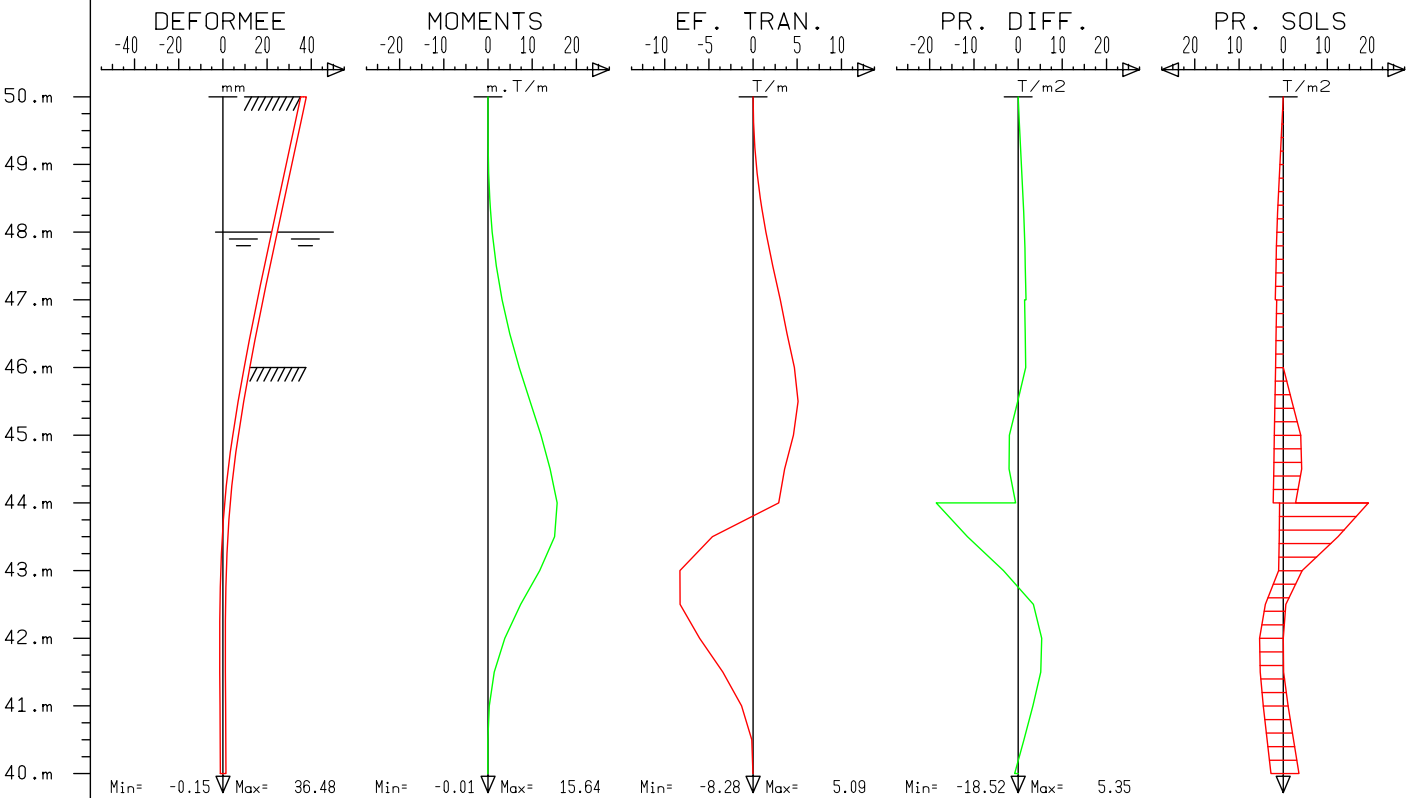
*** DEPLACEMENT MAXIMUM EN PHASE No 4 = 53.303 mm EN PHASE FINALE No 4 = 53.303 mm
*** MOMENT MAXIMUM EN PHASE No 4 = 21.966 m.T/m EN PHASE FINALE No 4 = 21.966 m.T/m

* COURBES ENVELOPPES DE LA PHASE 1 A LA PHASE 4 *

NIVEAU	E.TRAN MINI	E.TRAN MAXI	NIVEAU	MOMENT MINI	MOMENT MAXI
50.000	0.00	0.20	50.000	0.00	0.00
49.625	0.00	0.27	49.625	0.00	0.08
49.250	0.00	0.47	49.250	0.00	0.22
48.875	0.00	0.80	48.875	0.00	0.45
48.500	0.00	1.24	48.500	0.00	0.83
48.347	0.00	1.45	48.347	0.00	1.04
48.000	0.00	2.06	48.000	0.00	1.64
47.500	0.00	3.08	47.500	0.00	2.92
47.000	0.00	4.18	47.000	0.00	4.73
46.500	0.00	5.18	46.500	0.00	7.07
46.000	0.00	6.24	46.000	0.00	9.92
45.500	0.00	6.87	45.500	0.00	13.23
45.000	0.00	6.56	45.000	0.00	16.63
44.500	0.00	5.33	44.500	0.00	19.64
44.000	0.00	4.14	44.000	0.00	21.97
43.500	-5.11	0.00	43.500	0.00	21.75
43.000	-11.10	0.00	43.000	0.00	17.45
42.500	-11.59	0.00	42.500	0.00	11.58
42.000	-8.98	0.00	42.000	0.00	6.37
41.500	-5.59	0.00	41.500	0.00	2.73
41.000	-2.50	0.00	41.000	0.00	0.74
40.500	-0.48	0.00	40.500	-0.01	0.05
40.000	0.00	0.00	40.000	0.00	0.00
m	T/m	T/m	m	m.T/m	m.T/m

PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau

GRAPHES DE LA PHASE N° 1



RIDO 4.11 (C) R.F.L

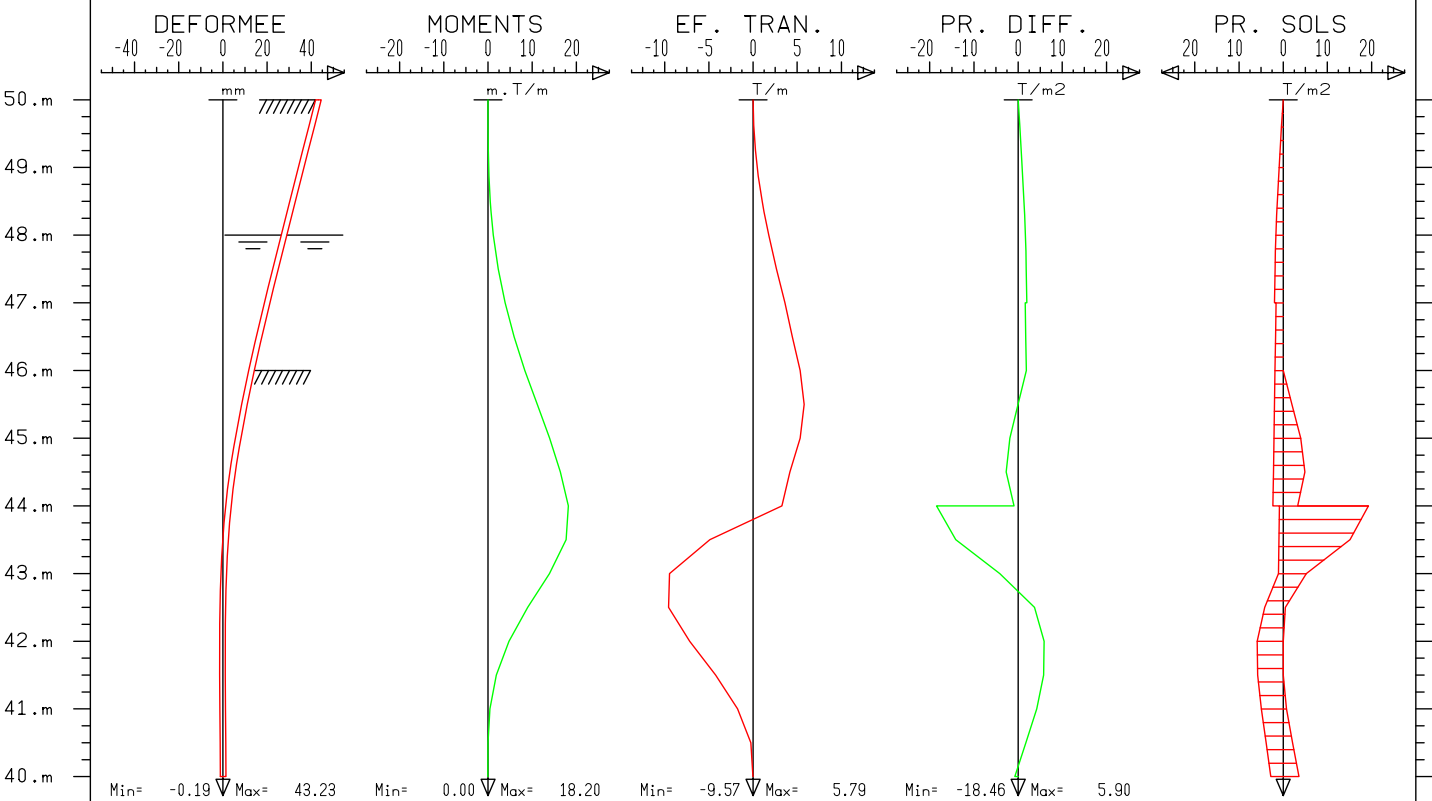
B.I.E.F.

08/11/11

Rideau q

PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau

GRAPHES DE LA PHASE No 2



RIDO 4.11 (C) R.F.L

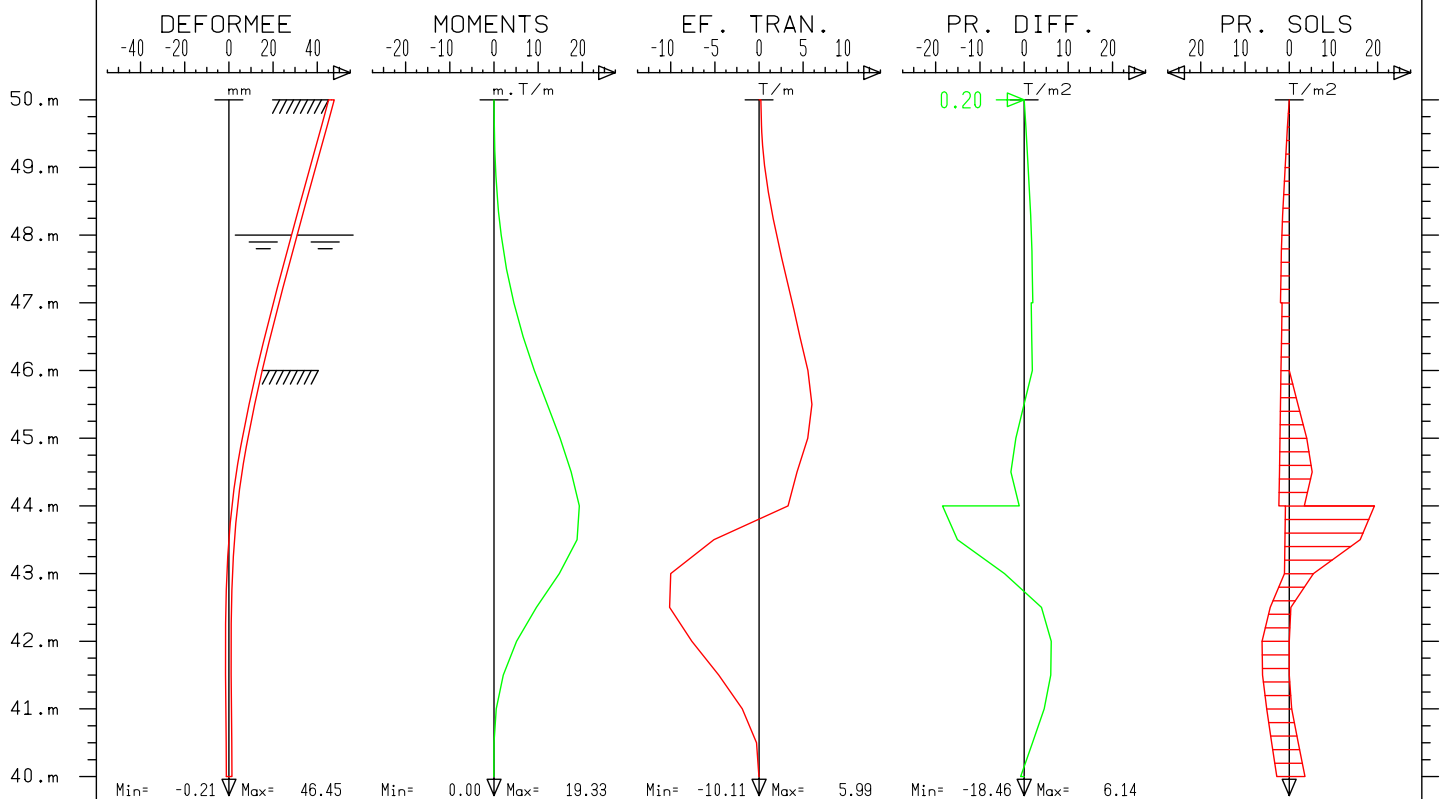
B.I.E.F.

08/11/11

Rideau q

PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau

GRAPHES DE LA PHASE N° 3



RIDO 4.11 (C) R.F.L

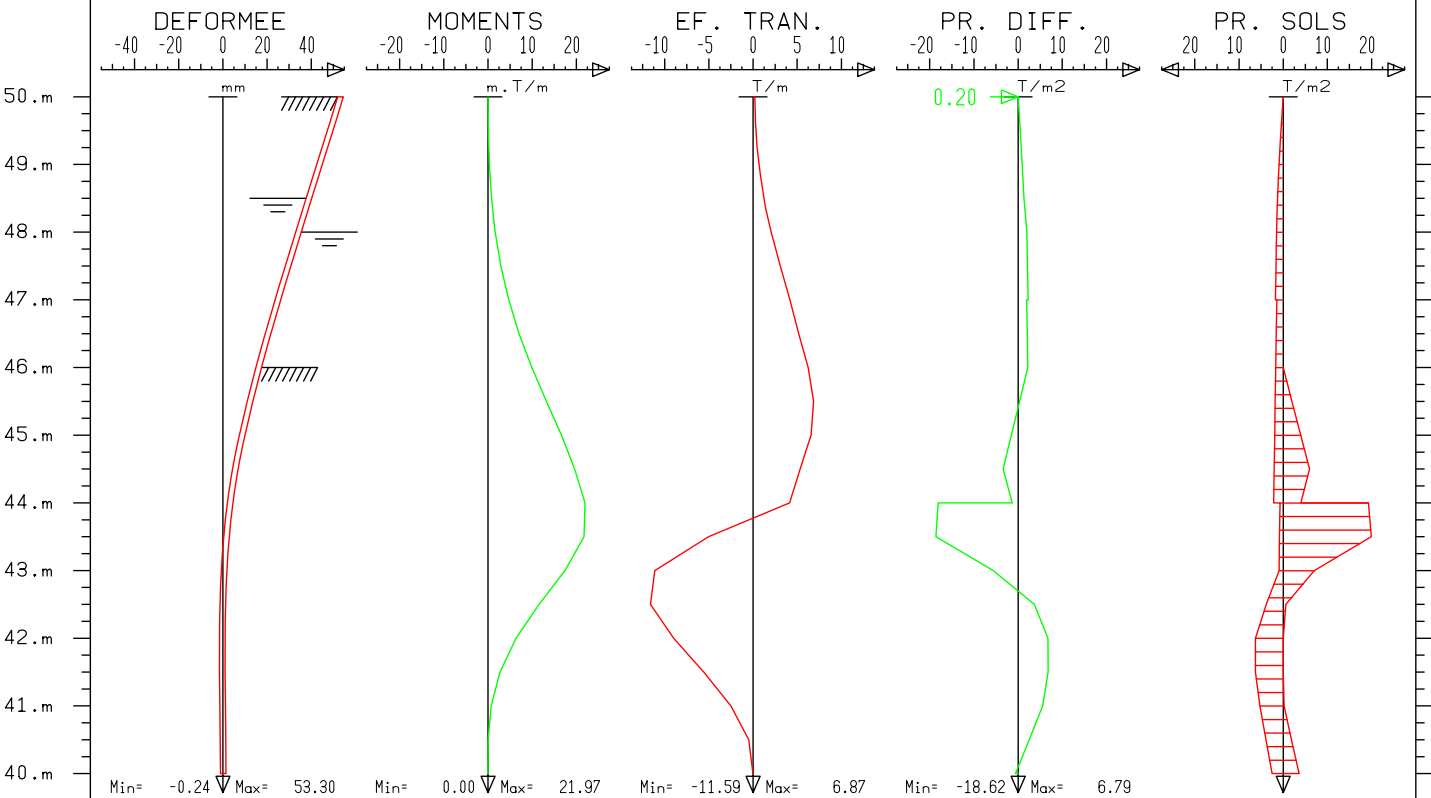
B.I.E.F.

08/11/11

Rideau q

PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau

GRAPHES DE LA PHASE No 4



RIDO 4.11 (C) R.F.L

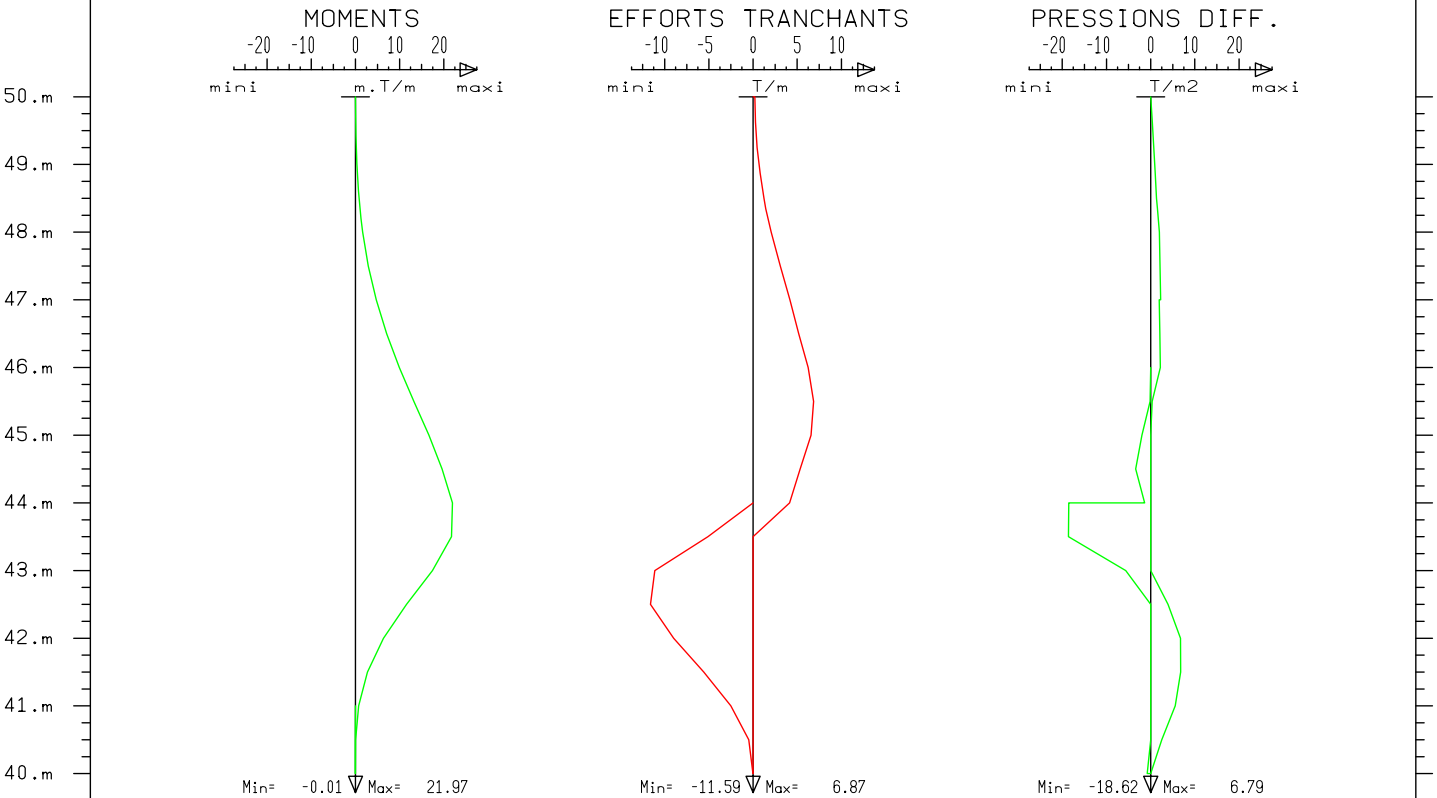
B.I.E.F.

08/11/11

Rideau q

PREDIM AMARRAGE - quai palplanches - petit bateau

ENVELOPPES DE LA PHASE 1 A LA PHASE 4



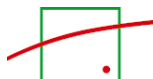
RIDO 4.11 (C) R.F.L

B.I.E.F.

08/11/11

Rideau q

ANNEXE 3 : LISTING RIDO DE LA MODELISATION DU TUBE DANS LE CAS DE LA PENICHE FREYCINET



***** FICHER DE DONNEES : Tube quai.RIO

```
PREDIM AMARRAGE - tube - peniche Freycinet          *60L *
: 50
1 ... 50
: 44 1489
2 ... 44 1489
: 50
3 ... 50
* COUPE DU QUAI
* SOL 1
: 47 1.8 0.8 0 0 0 0 25 0 -2/3 241
4 ... 47 1.8 0.8 0.4058585 0.5773817 3.571848 0 25 0 -0.6666667 241
* SOL 2
: 44 1.8 0.8 0 0 0 0 30 0 -2/3 965
5 ... 44 1.8 0.8 0.3333333 0.5 4.94971 0 30 0 -0.6666667 965
* SOL 3
: 38 1.8 0.8 0 0 0 10 35 0 -2/3 12066
6 ... 38 1.8 0.8 0.2709901 0.4264236 7.156802 10 35 0 -0.6666667 12066
* NAPPE PHREATIQUE
: 48 0.5
7 ... 48 0.5
* EFFORT D'AMARRAGE
: COE 50 44 0.273 2
8 ... COE 50 44 0.273 2
: FMC 50 0.30
9 ... FMC 50 0.3
: CAL(1)
10 ... CAL(1)
*EFFORT D'AMARRAGE ELS
: FMC 50 0
11 ... FMC 50 0
: FMC 50 0.45
12 ... FMC 50 0.45
: CAL(1)
13 ... CAL(1)
* SURCHARGE HYDRAULIQUE DE 0.5
: EAU(1) 48+0.5
14 ... EAU(1) 48.5
: CAL(1)
15 ... CAL(1)
: FIN
16 ... FIN
: BIL
17 ... BIL
: STOP
18 ... STOP
```

** DONNEES DE BASE **

* SURCHARGES DE BOUSSINESQ LIEES A L'ETAT DU SOL

*** DESCRIPTION DU RIDEAU :

SECTION NO 1 DE 50.000 m A 44.000 m :

PRODUIT D'INERTIE EI

RIGIDITE CYLINDRIQUE

1489. T.m2/m

0. T/m3

*** DESCRIPTION DU SOL :

* COUPE DU QUAI

* SOL 1

COUCHE No 1 DE 50.000 m A 47.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE GH = 1.800 T/m3

POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE GD = 0.800 T/m3

COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE KA = 0.406

COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS K0 = 0.577

COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE KP = 3.572

COHESION C = 0.000 T/m2

ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE PHI = 25.000 DEGRES

EN POUSSEE DELTA/PHI = 0.000

EN BUTEE DELTA/PHI = -0.667

COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0) = 241.000 T/m3

GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION = 0.000 l/m

* SOL 2

COUCHE No 2 DE 47.000 m A 44.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE GH = 1.800 T/m3

POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE GD = 0.800 T/m3

COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE KA = 0.333

COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS K0 = 0.500

COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE KP = 4.950

COHESION C = 0.000 T/m2

ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE PHI = 30.000 DEGRES

EN POUSSEE DELTA/PHI = 0.000

EN BUTEE DELTA/PHI = -0.667

COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0) = 965.000 T/m3

GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION = 0.000 l/m

* SOL 3

COUCHE No 3 DE 44.000 m A 38.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE	GH =	1.800 T/m3
POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE	GD =	0.800 T/m3
COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE	KA =	0.271
COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS	K0 =	0.426
COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE	KP =	7.157
COHESION	C =	10.000 T/m2
ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE	PHI =	35.000 DEGRES
EN POUSSEE DELTA/PHI	=	0.000
EN BUTEE DELTA/PHI	=	-0.667
COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)	=	12066.000 T/m3
GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION	=	0.000 1/m

* NAPPE PHREATIQUE

** R I D O 4.11 (C) R.F.L ** PREDIM AMARRAGE - tube - peniche Freycinet ** PAGE 3 **
=====

** B.I.E.F. ** ** 08/11/11 **
=====

** PHASE No 1 **

* EFFORT D'AMARRAGE

* DE 50.000 m A 44.000 m COEFFICIENT AFFECTE AUX PRESSIONS = 0.273
COEFF. SUPPLEMENTAIRE SUR LA BUTEE = 2.000

* CHARGEMENT CONCENTRE A 50.000 m : FORCE = 0.300 T/m COUPLE = 0.000 m.T/m
LIAISON ELASTIQUE -> SANS

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 1															
R I D E A U						S O L 1				S O L 2				BUTONS/ TIRANTS	
						EXCAVATION: 50.00 m				EXCAVATION: 50.00 m					
						NAPPE D'EAU: 48.00 m				NAPPE D'EAU: 48.00 m					
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2				SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2					
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	2.338	-0.880	0.00	0.00		0				0					
50.000	2.338	-0.880	0.00	0.30		1	0.00		66	3	0.00		66		
48.000	0.794	-0.591	0.32	0.01		2	0.52		66	2	0.62		66		
44.000	-0.259	-0.116	0.00	0.00		2	1.00		263	2	0.86		263		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 2.34 mm						CODIFICATION				-1 = DECOLLEMENT					
						DE L'ETAT				0 = EXCAVATION					
						DU SOL				1 = POUSSEE					
										2 = ELASTIQUE					
										3 = BUTEE					

(3 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

0.00 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.056 = (3.37 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.061 = (3.67 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

** PHASE No 2 **

*EFFORT D'AMARRAGE ELS

* CHARGEMENT CONCENTRE A 50.000 m : FORCE = 0.000 T/m COUPLE = 0.000 m.T/m

LIAISON ELASTIQUE -> SANS

* CHARGEMENT CONCENTRE A 50.000 m : FORCE = 0.450 T/m COUPLE = 0.000 m.T/m

LIAISON ELASTIQUE -> SANS

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 2															
R I D E A U						S O L 1				S O L 2				BUTONS/ TIRANTS	
						EXCAVATION: 50.00 m				EXCAVATION: 50.00 m					
						NAPPE D'EAU: 48.00 m				NAPPE D'EAU: 48.00 m					
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2				SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2					
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	3.725	-1.384	0.00	0.00		0				0					
50.000	3.725	-1.384	0.00	0.45		1	0.00		66	3	0.00		66		
48.000	1.285	-0.943	0.51	0.03		2	0.48		66	2	0.65		66		
44.000	-0.418	-0.192	0.00	0.00		2	1.04		263	2	0.82		263		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 3.73 mm						CODIFICATION				-1 = DECOLLEMENT					
						DE L'ETAT				0 = EXCAVATION					
						DU SOL				1 = POUSSEE					
										2 = ELASTIQUE					
										3 = BUTEE					
MOMENT MAXIMUM = 0.51 m.T/m															

(3 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

0.00 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.055 = (3.33 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.063 = (3.78 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

** R I D O 4.11 (C) R.F.L ** PREDIM AMARRAGE - tube - peniche Freycinet ** PAGE 7 **
=====

** B.I.E.F. ** ** 08/11/11 **
=====

** PHASE No 3 **

* SURCHARGE HYDRAULIQUE DE 0.5

* DEPLACEMENT DE LA NAPPE PHREATIQUE DANS LE SOL 1 NIVEAU = 48.500 m

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 3															
R I D E A U						S O L 1			S O L 2			BUTONS/ TIRANTS			
						EXCAVATION: 50.00 m			EXCAVATION: 50.00 m						
						NAPPE D'EAU: 48.50 m			NAPPE D'EAU: 48.00 m						
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2			SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2						
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	3.892	-1.378	0.00	0.00		0				0					
50.000	3.892	-1.378	0.00	0.45		1	0.00		66	3	0.00		66		
48.000	1.461	-0.944	0.49	0.02	0.14	2	0.39		66	2	0.66		66		
44.000	-0.299	-0.208	0.00	0.00	0.14	2	0.94		263	2	0.85		263		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 3.89 mm						CODIFICATION			-1 = DECOLLEMENT						
						DE L'ETAT			0 = EXCAVATION						
						DU SOL			1 = POUSSEE						
									2 = ELASTIQUE						
									3 = BUTEE						

(3 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

0.00 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.053 = (2.90 T/m)/(54.95 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.065 = (3.93 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

*** CALCUL TERMINE

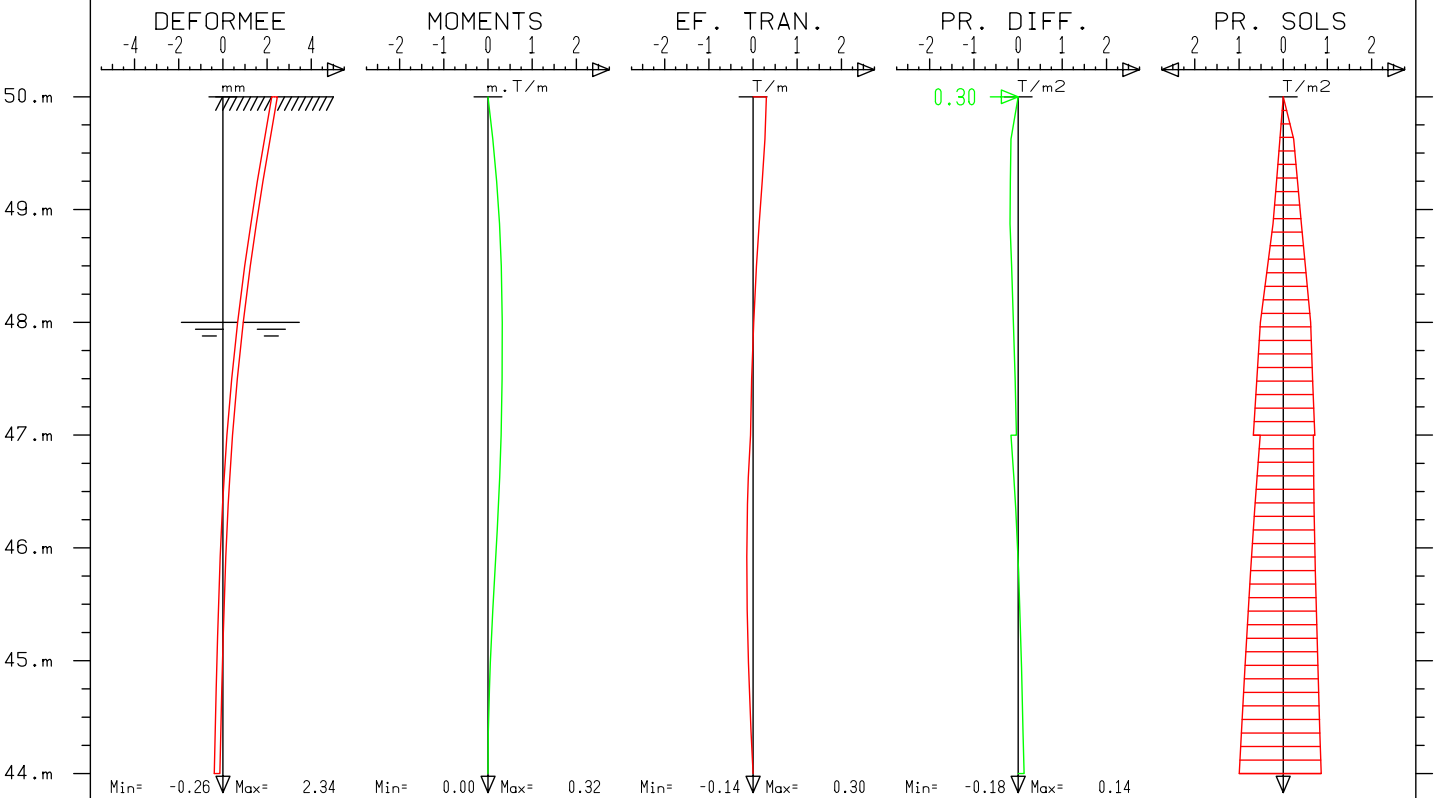
*** DEPLACEMENT MAXIMUM	EN PHASE No 3 =	3.892 mm	EN PHASE FINALE No 3 =	3.892 mm
*** MOMENT MAXIMUM	EN PHASE No 2 =	0.505 m.T/m	EN PHASE FINALE No 3 =	0.487 m.T/m

* COURBES ENVELOPPES DE LA PHASE 1 A LA PHASE 3 *

NIVEAU	E.TRAN MINI	E.TRAN MAXI	NIVEAU	MOMENT MINI	MOMENT MAXI
50.000	0.00	0.45	50.000	0.00	0.00
49.625	0.00	0.40	49.625	0.00	0.16
49.250	0.00	0.31	49.250	0.00	0.30
48.875	0.00	0.22	48.875	0.00	0.40
48.500	0.00	0.13	48.500	0.00	0.47
48.000	0.00	0.03	48.000	0.00	0.51
47.500	-0.04	0.00	47.500	0.00	0.50
47.000	-0.08	0.00	47.000	0.00	0.47
46.625	-0.16	0.00	46.625	0.00	0.42
46.250	-0.21	0.00	46.250	0.00	0.35
45.875	-0.22	0.00	45.875	0.00	0.27
45.500	-0.21	0.00	45.500	0.00	0.19
45.125	-0.18	0.00	45.125	0.00	0.12
44.750	-0.14	0.00	44.750	0.00	0.06
44.375	-0.08	0.00	44.375	0.00	0.01
44.000	0.00	0.00	44.000	0.00	0.00
m	T/m	T/m	m	m.T/m	m.T/m

PREDIM AMARRAGE - tube - peniche Freycinet

GRAPHES DE LA PHASE No 1



RIDO 4.11 (C) R.F.L

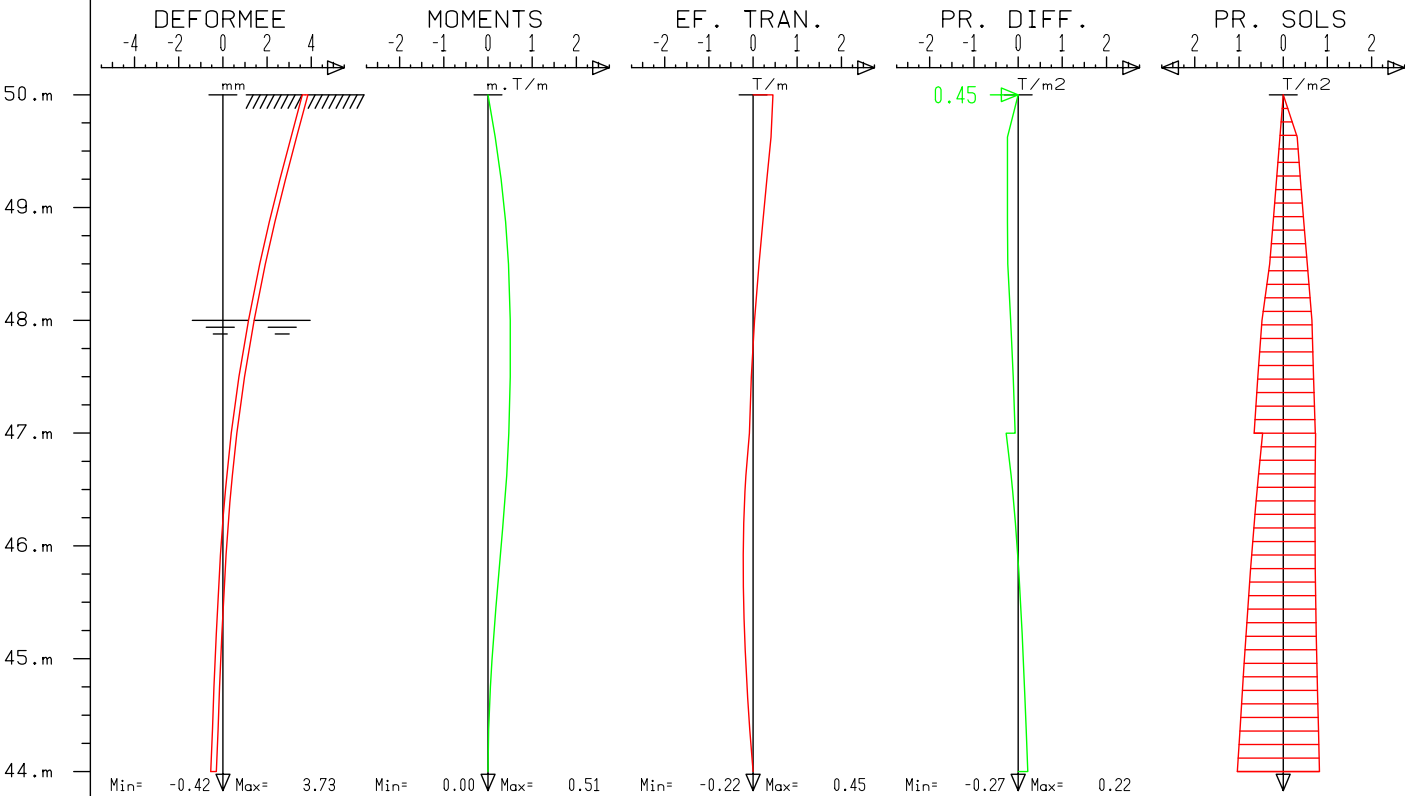
B.I.E.F.

08/11/11

Tube qua

PREDIM AMARRAGE - tube - peniche Freycinet

GRAPHES DE LA PHASE No 2



RIDO 4.11 (C) R.F.L

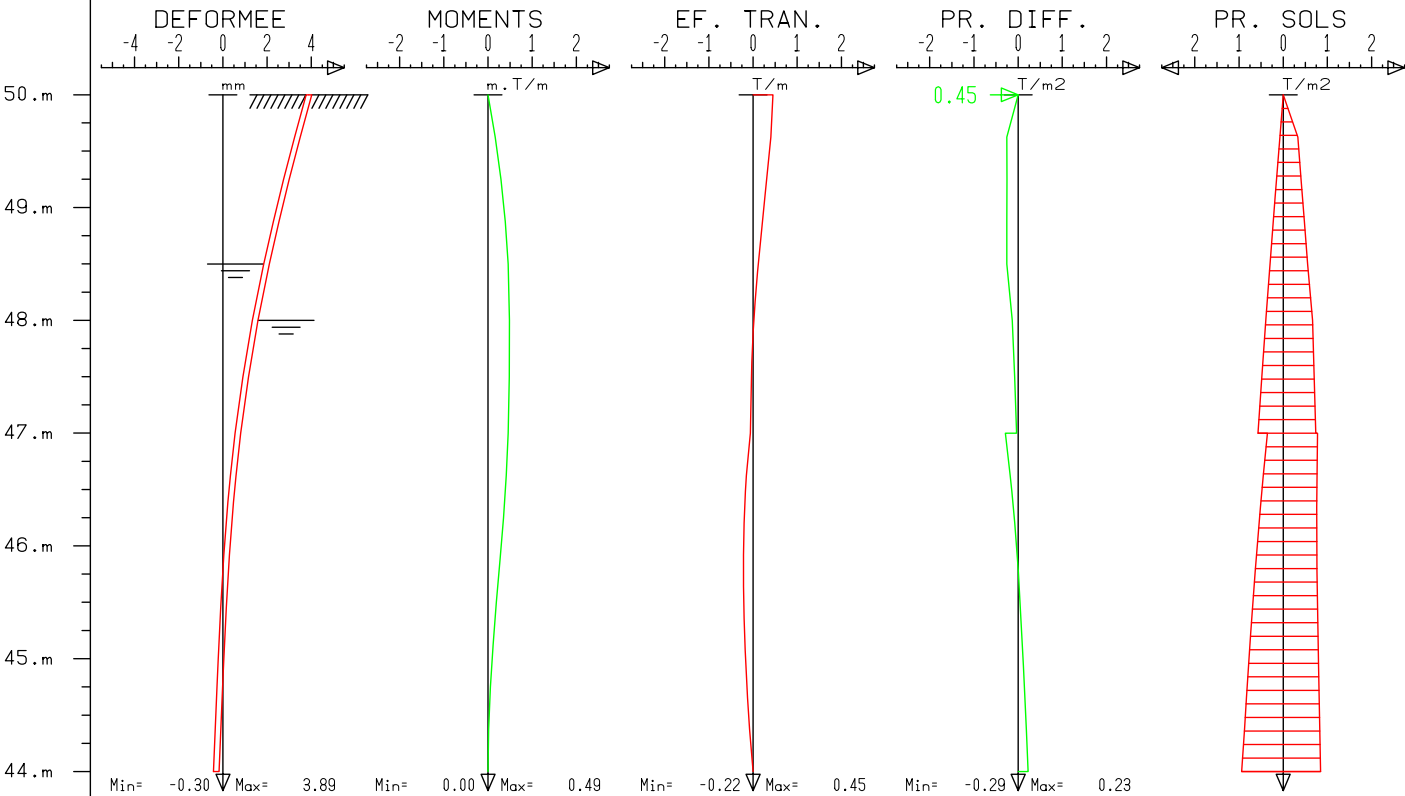
B.I.E.F.

08/11/11

Tube qua

PREDIM AMARRAGE - tube - peniche Freycinet

GRAPHES DE LA PHASE No 3



RIDO 4.11 (C) R.F.L

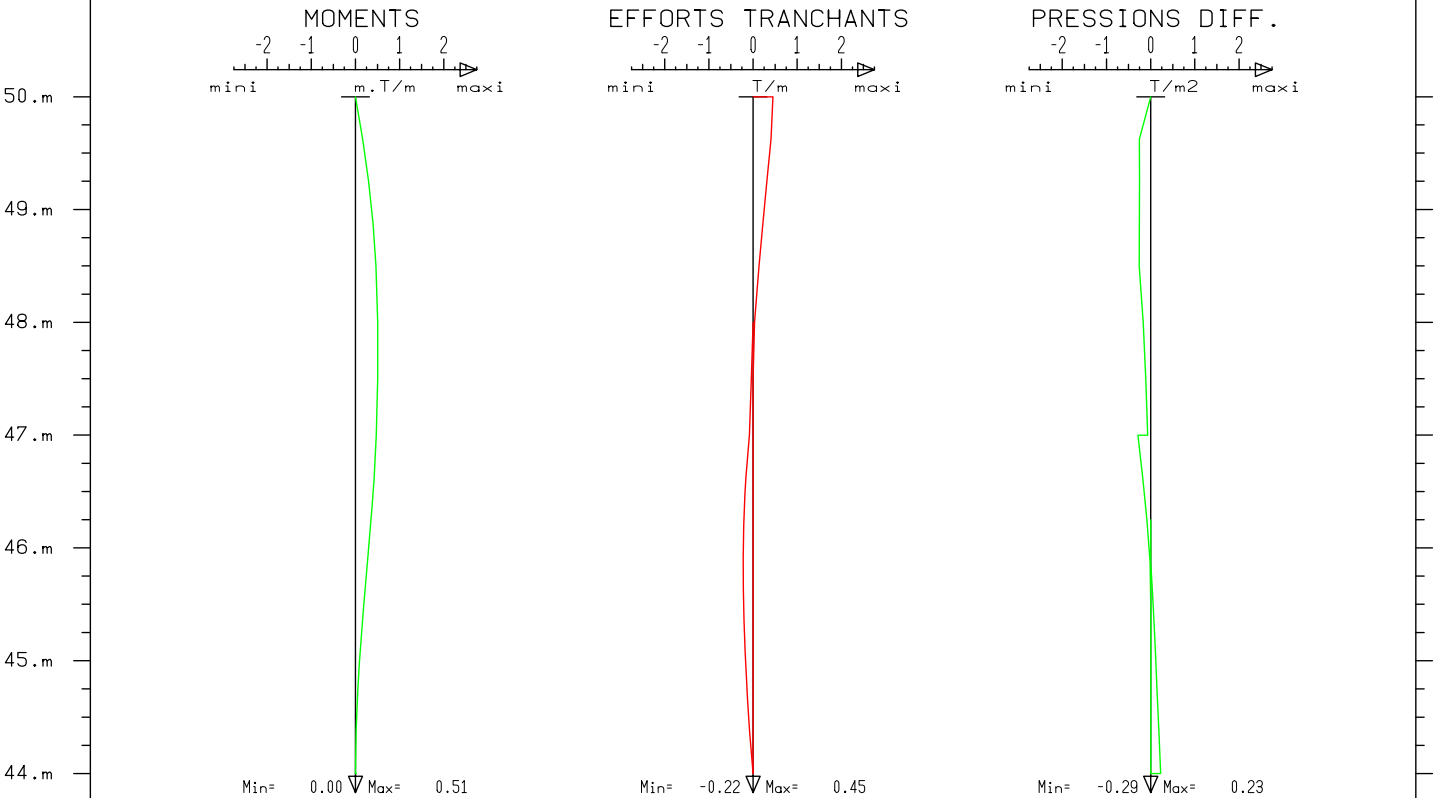
B.I.E.F.

08/11/11

Tube qua

PREDIM AMARRAGE - tube - peniche Freycinet

ENVELOPPES DE LA PHASE 1 A LA PHASE 3



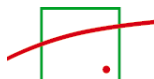
RIDO 4.11 (C) R.F.L

B.I.E.F.

08/11/11

Tube qua

ANNEXE 4 : LISTING RIDO DE LA MODELISATION DU TUBE DANS LE CAS DU "PETIT" BATEAU



***** FICHER DE DONNEES : Tube quai.RIO

```
PREDIM AMARRAGE - tube - petit bateau          *60L *
: 50
1 ... 50
: 44 1489
2 ... 44 1489
: 50
3 ... 50
* COUPE DU QUAI
* SOL 1
: 47 1.8 0.8 0 0 0 0 25 0 -2/3 241
4 ... 47 1.8 0.8 0.4058585 0.5773817 3.571848 0 25 0 -0.6666667 241
* SOL 2
: 44 1.8 0.8 0 0 0 0 30 0 -2/3 965
5 ... 44 1.8 0.8 0.3333333 0.5 4.94971 0 30 0 -0.6666667 965
* SOL 3
: 38 1.8 0.8 0 0 0 10 35 0 -2/3 12066
6 ... 38 1.8 0.8 0.2709901 0.4264236 7.156802 10 35 0 -0.6666667 12066
* NAPPE PHREATIQUE
: 48 0.5
7 ... 48 0.5
* EFFORT D'AMARRAGE
: COE 50 44 0.273 2
8 ... COE 50 44 0.273 2
: FMC 50 0.20
9 ... FMC 50 0.2
: CAL(1)
10 ... CAL(1)
*EFFORT D'AMARRAGE ELS
: FMC 50 0
11 ... FMC 50 0
: FMC 50 0.3
12 ... FMC 50 0.3
: CAL(1)
13 ... CAL(1)
* SURCHARGE HYDRAULIQUE DE 0.5
: EAU(1) 48+0.5
14 ... EAU(1) 48.5
: CAL(1)
15 ... CAL(1)
: FIN
16 ... FIN
: BIL
17 ... BIL
: STOP
18 ... STOP
```

** DONNEES DE BASE **

* SURCHARGES DE BOUSSINESQ LIEES A L'ETAT DU SOL

*** DESCRIPTION DU RIDEAU :

SECTION NO	1 DE	50.000 m	A	44.000 m	:	PRODUIT D'INERTIE EI	RIGIDITE CYLINDRIQUE
						1489. T.m2/m	0. T/m3

*** DESCRIPTION DU SOL :

* COUPE DU QUAI
* SOL 1

COUCHE No 1 DE 50.000 m A 47.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE	GH =	1.800 T/m3
POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE	GD =	0.800 T/m3
COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE	KA =	0.406
COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS	K0 =	0.577
COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE	KP =	3.572
COHESION	C =	0.000 T/m2
ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE	PHI =	25.000 DEGRES
EN POUSSEE DELTA/PHI	=	0.000
EN BUTEE DELTA/PHI	=	-0.667
COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)	=	241.000 T/m3
GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION	=	0.000 l/m

* SOL 2

COUCHE No 2 DE 47.000 m A 44.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE	GH =	1.800 T/m3
POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE	GD =	0.800 T/m3
COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE	KA =	0.333
COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS	K0 =	0.500
COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE	KP =	4.950
COHESION	C =	0.000 T/m2
ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE	PHI =	30.000 DEGRES
EN POUSSEE DELTA/PHI	=	0.000
EN BUTEE DELTA/PHI	=	-0.667
COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)	=	965.000 T/m3
GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION	=	0.000 l/m

* SOL 3

COUCHE No 3 DE 44.000 m A 38.000 m :

POIDS VOLUMIQUE DU SOL HUMIDE	GH =	1.800 T/m3
POIDS VOLUMIQUE DU SOL DEJAUGE	GD =	0.800 T/m3
COEFF. DE POUSSEE HORIZONTALE	KA =	0.271
COEFF. DE POUSSEE HOR. AU REPOS	K0 =	0.426
COEFF. DE BUTEE HORIZONTALE	KP =	7.157
COHESION	C =	10.000 T/m2
ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE	PHI =	35.000 DEGRES
EN POUSSEE DELTA/PHI	=	0.000
EN BUTEE DELTA/PHI	=	-0.667
COEFF. DE REACTION ELASTIQUE (A P=0)	=	12066.000 T/m3
GAIN DE CE COEFF. A LA PRESSION	=	0.000 1/m

* NAPPE PHREATIQUE

** R I D O 4.11 (C) R.F.L ** PREDIM AMARRAGE - tube - petit bateau ** PAGE 3 **
=====

** B.I.E.F. ** ** 08/11/11 **
=====

** PHASE No 1 **

* EFFORT D'AMARRAGE

* DE 50.000 m A 44.000 m COEFFICIENT AFFECTE AUX PRESSIONS = 0.273
COEFF. SUPPLEMENTAIRE SUR LA BUTEE = 2.000

* CHARGEMENT CONCENTRE A 50.000 m : FORCE = 0.200 T/m COUPLE = 0.000 m.T/m
LIAISON ELASTIQUE -> SANS

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 1											
R I D E A U						S O L 1			S O L 2		
						EXCAVATION: 50.00 m			EXCAVATION: 50.00 m		
						NAPPE D'EAU: 48.00 m			NAPPE D'EAU: 48.00 m		
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2			SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2		
									BUTONS/TIRANTS		
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT PRES.	SURCH.	ELAST.
50.000	1.480	-0.562	0.00	0.00		0			0		
50.000	1.480	-0.562	0.00	0.20		1	0.00	66	3	0.00	66
48.000	0.498	-0.374	0.21	0.01		2	0.53	66	2	0.60	66
44.000	-0.163	-0.072	0.00	0.00		2	0.97	263	2	0.89	263
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2	T/m2	T/m2	T/m3	T/m2	T/m2	T/m3
DEPLACEMENT MAXIMUM = 1.48 mm						CODIFICATION			-1 = DECOLLEMENT		
MOMENT MAXIMUM = 0.21 m.T/m						DE L'ETAT			0 = EXCAVATION		
						DU SOL			1 = POUSSEE		
									2 = ELASTIQUE		
									3 = BUTEE		

(3 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

0.00 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.056 = (3.40 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.060 = (3.60 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

** R I D O 4.11 (C) R.F.L ** PREDIM AMARRAGE - tube - petit bateau ** PAGE 5 **
=====

** B.I.E.F. ** ** 08/11/11 **
=====

** PHASE No 2 **

*EFFORT D'AMARRAGE ELS

* CHARGEMENT CONCENTRE A 50.000 m : FORCE = 0.000 T/m COUPLE = 0.000 m.T/m
LIAISON ELASTIQUE -> SANS

* CHARGEMENT CONCENTRE A 50.000 m : FORCE = 0.300 T/m COUPLE = 0.000 m.T/m
LIAISON ELASTIQUE -> SANS

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 2											
R I D E A U						S O L 1			S O L 2		
						EXCAVATION: 50.00 m			EXCAVATION: 50.00 m		
						NAPPE D'EAU: 48.00 m			NAPPE D'EAU: 48.00 m		
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2			SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2		
									BUTONS/TIRANTS		
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT PRES.	SURCH.	ELAST.
50.000	2.338	-0.880	0.00	0.00		0			0		
50.000	2.338	-0.880	0.00	0.30		1	0.00	66	3	0.00	66
48.000	0.794	-0.591	0.32	0.01		2	0.52	66	2	0.62	66
44.000	-0.259	-0.116	0.00	0.00		2	1.00	263	2	0.86	263
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2	T/m2	T/m2	T/m3	T/m2	T/m2	T/m3
DEPLACEMENT MAXIMUM = 2.34 mm						CODIFICATION			-1 = DECOLLEMENT		
MOMENT MAXIMUM = 0.32 m.T/m						DE L'ETAT			0 = EXCAVATION		
						DU SOL			1 = POUSSEE		
									2 = ELASTIQUE		
									3 = BUTEE		

(3 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

0.00 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.056 = (3.37 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.061 = (3.67 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

** R I D O 4.11 (C) R.F.L **	PREDIM AMARRAGE - tube - petit bateau	** PAGE 7 **
=====	=====	=====
** B.I.E.F. **		** 08/11/11 **
-----		-----

** PHASE No 3 **

* SURCHARGE HYDRAULIQUE DE 0.5

* DEPLACEMENT DE LA NAPPE PHREATIQUE DANS LE SOL 1 NIVEAU = 48.500 m

*** SORTIE REDUITE ***

PHASE 3															
R I D E A U						S O L 1				S O L 2				BUTONS/ TIRANTS	
						EXCAVATION: 50.00 m				EXCAVATION: 50.00 m					
						NAPPE D'EAU: 48.50 m				NAPPE D'EAU: 48.00 m					
						SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2				SURC. CAQUOT: 0.00 T/m2					
NIVEAU	DEPLAC.	ROTATION	MOMENT	EF.TR.	CH.REP.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	ETAT	PRES.	SURCH.	ELAST.	NO	CHARGE
50.000	2.490	-0.870	0.00	0.00		0				0					
50.000	2.490	-0.870	0.00	0.30		1	0.00		66	3	0.00		66		
48.000	0.964	-0.588	0.31	0.00	0.14	2	0.43		66	2	0.63		66		
44.000	-0.138	-0.131	0.00	0.00	0.14	2	0.90		263	2	0.89		263		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3		T
DEPLACEMENT MAXIMUM = 2.49 mm						CODIFICATION				-1 = DECOLLEMENT					
						DE L'ETAT				0 = EXCAVATION					
						DU SOL				1 = POUSSEE					
										2 = ELASTIQUE					
										3 = BUTEE					

(3 IT.)

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 1 =

0.00 T/m

EFFET HORIZONTAL CUMULE DES SURCHARGES SUR LE SOL 2 =

0.00 T/m

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 1 = 0.053 = (2.93 T/m)/(54.95 T/m) SANS INTERET

RAPPORT (PRESSION MOBILISEE)/(BUTEE MOBILISABLE) POUR LE SOL 2 = 0.063 = (3.81 T/m)/(60.22 T/m) SANS INTERET

*** CALCUL TERMINE

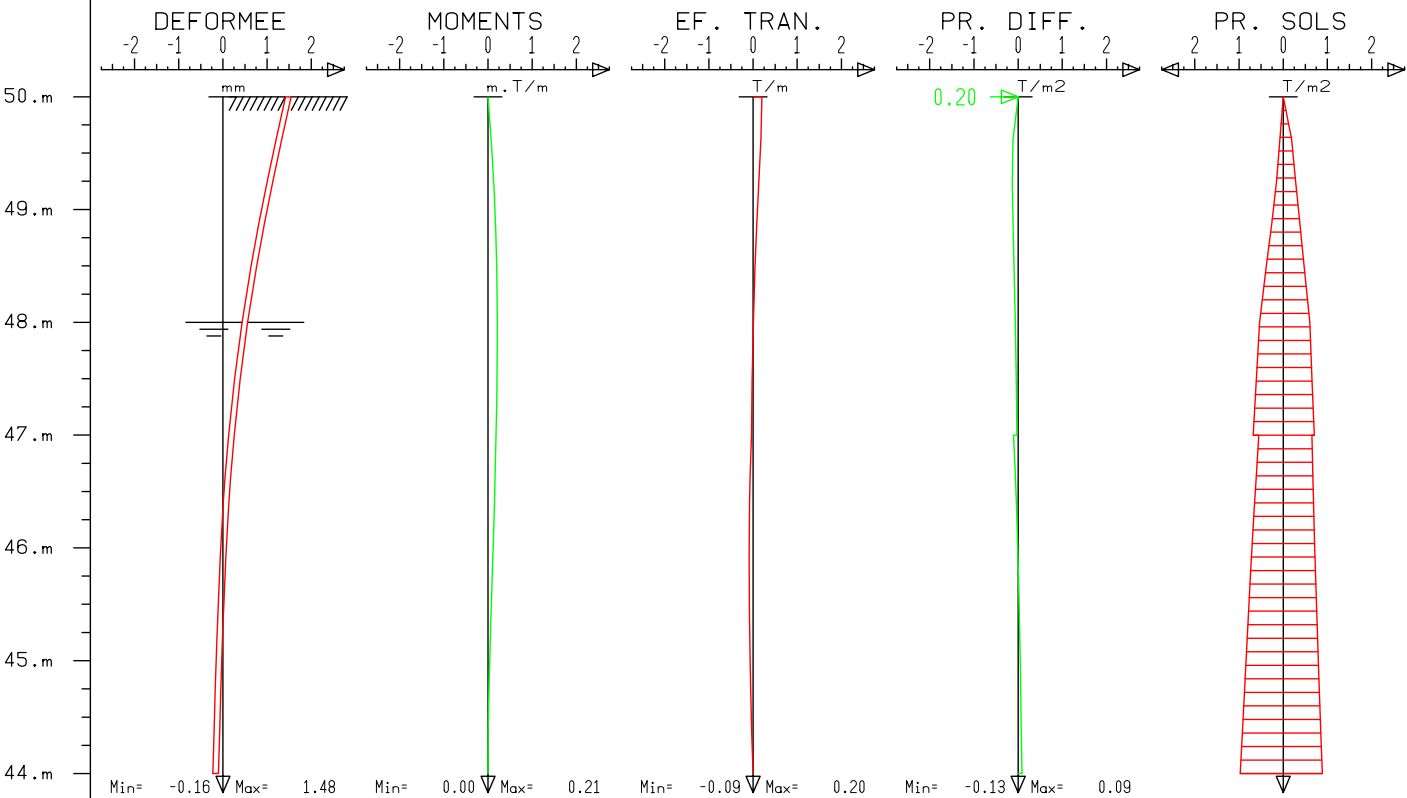
*** DEPLACEMENT MAXIMUM	EN PHASE No 3 =	2.490 mm	EN PHASE FINALE No 3 =	2.490 mm
*** MOMENT MAXIMUM	EN PHASE No 2 =	0.324 m.T/m	EN PHASE FINALE No 3 =	0.306 m.T/m

* COURBES ENVELOPPES DE LA PHASE 1 A LA PHASE 3 *

NIVEAU	E.TRAN MINI	E.TRAN MAXI	NIVEAU	MOMENT MINI	MOMENT MAXI
50.000	0.00	0.30	50.000	0.00	0.00
49.625	0.00	0.27	49.625	0.00	0.11
49.250	0.00	0.21	49.250	0.00	0.20
48.875	0.00	0.14	48.875	0.00	0.26
48.500	0.00	0.08	48.500	0.00	0.30
48.000	0.00	0.01	48.000	0.00	0.32
47.500	-0.03	0.00	47.500	0.00	0.32
47.000	-0.06	0.00	47.000	0.00	0.30
46.625	-0.11	0.00	46.625	0.00	0.27
46.250	-0.13	0.00	46.250	0.00	0.22
45.875	-0.14	0.00	45.875	0.00	0.17
45.500	-0.13	0.00	45.500	0.00	0.12
45.125	-0.11	0.00	45.125	0.00	0.07
44.750	-0.09	0.00	44.750	0.00	0.03
44.375	-0.05	0.00	44.375	0.00	0.01
44.000	0.00	0.00	44.000	0.00	0.00
m	T/m	T/m	m	m.T/m	m.T/m

PREDIM AMARRAGE - tube - petit bateau

GRAPHES DE LA PHASE No 1



RIDO 4.11 (C) R.F.L

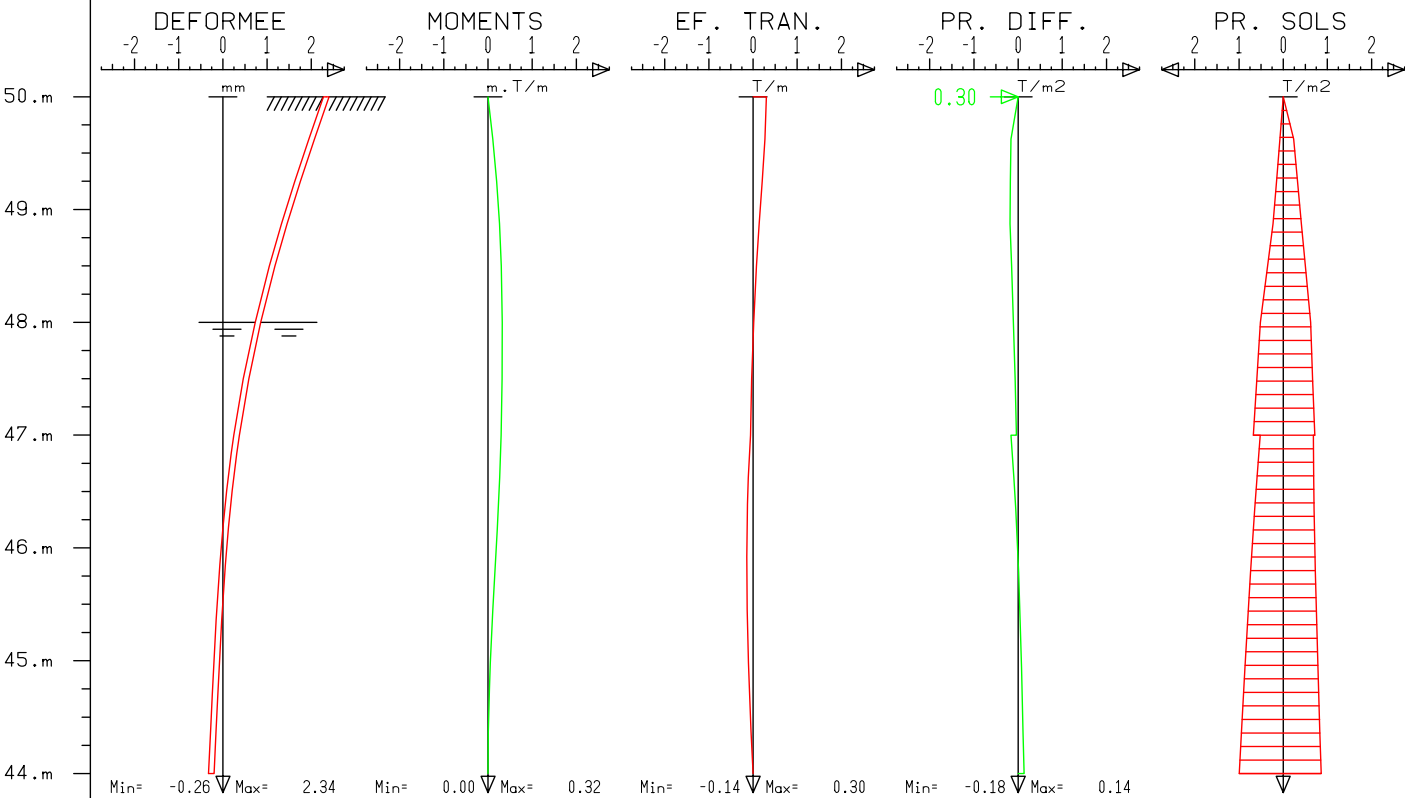
B.I.E.F.

08/11/11

Tube qua

PREDIM AMARRAGE - tube - petit bateau

GRAPHES DE LA PHASE No 2



RIDO 4.11 (C) R.F.L

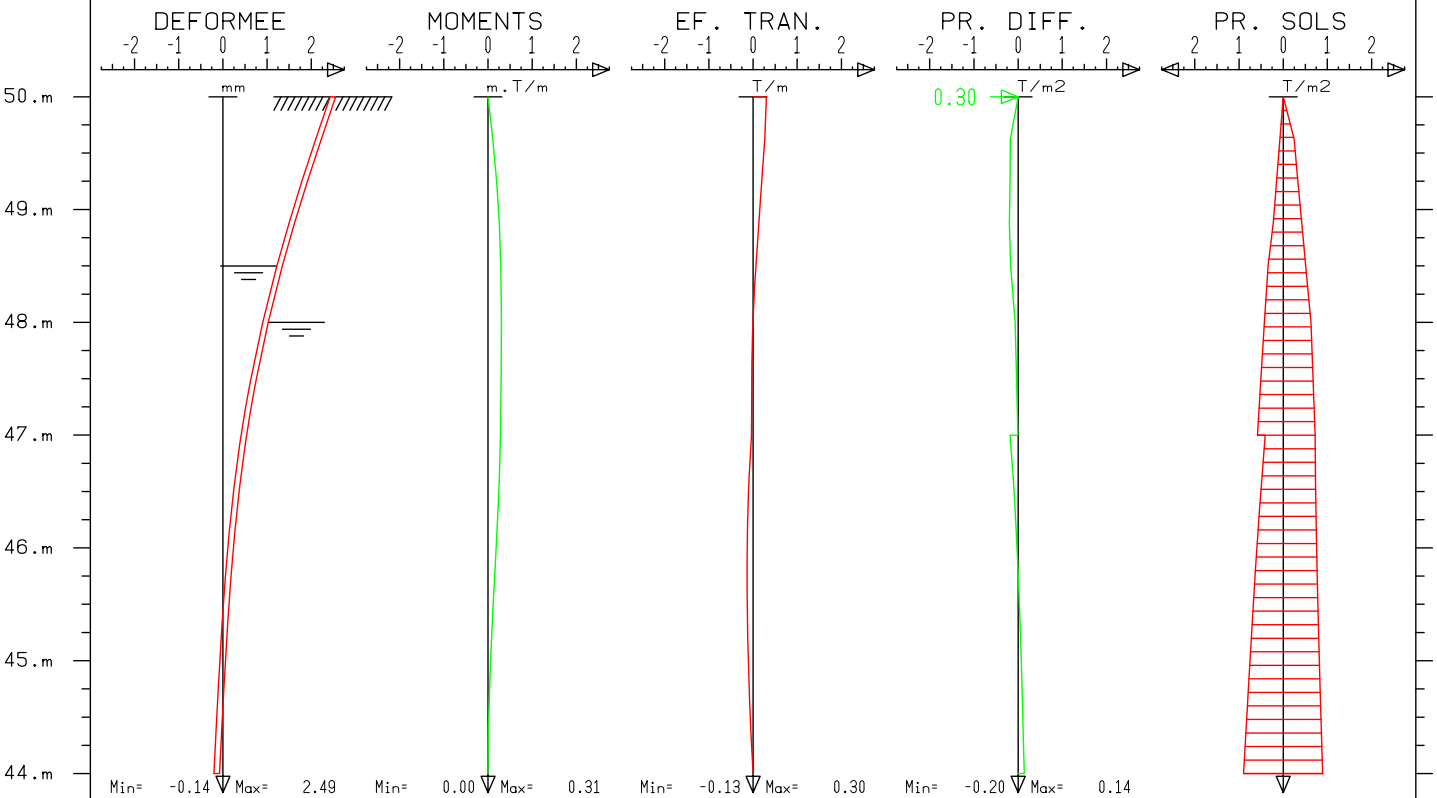
B.I.E.F.

08/11/11

Tube qua

PREDIM AMARRAGE - tube - petit bateau

GRAPHES DE LA PHASE No 3



RIDO 4.11 (C) R.F.L

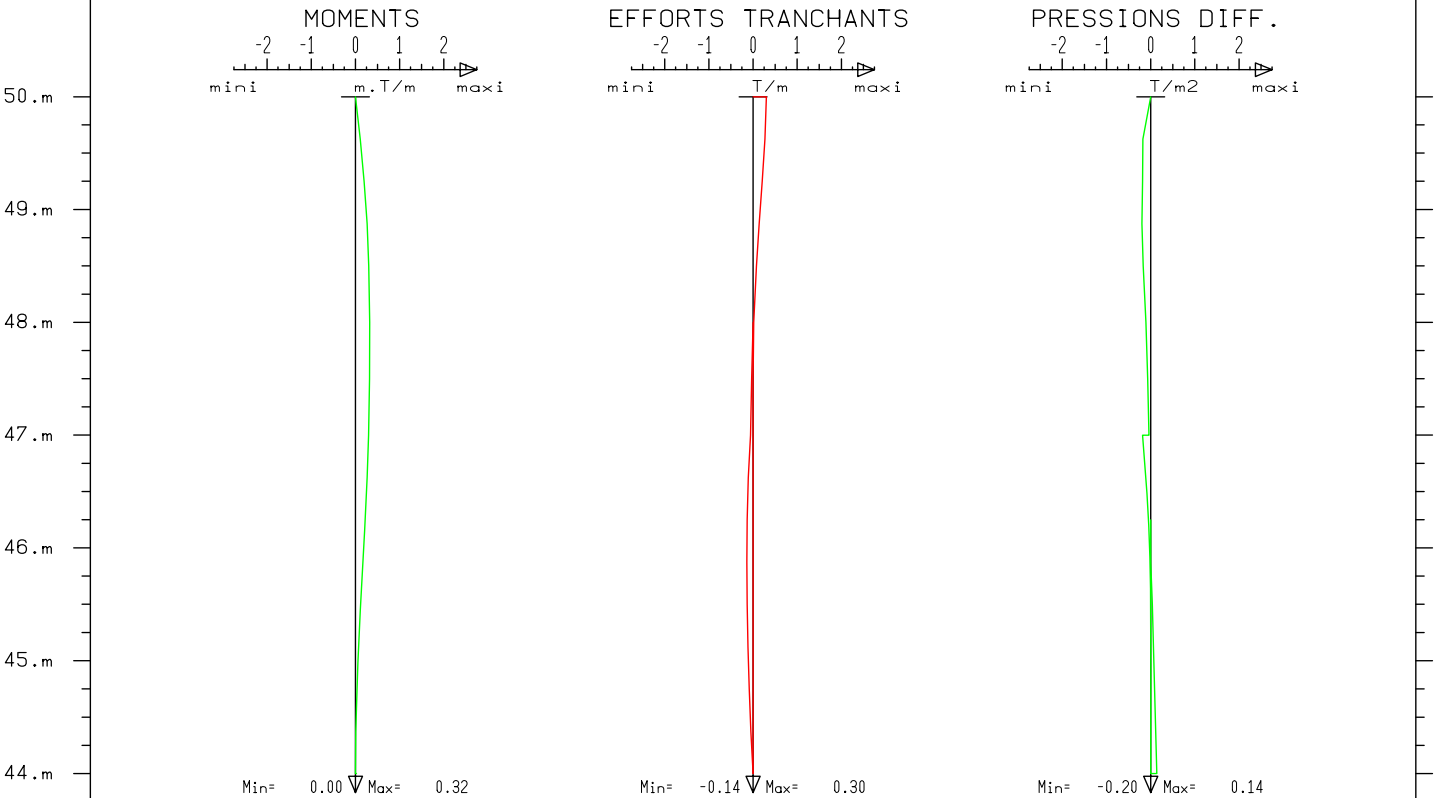
B.I.E.F.

08/11/11

Tube qua

PREDIM AMARRAGE - tube - petit bateau

ENVELOPPES DE LA PHASE 1 A LA PHASE 3



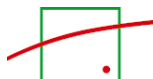
RIDO 4.11 (C) R.F.L

B.I.E.F.

08/11/11

Tube qua

ANNEXE 5 : RESULTATS DE LA MODELISATION SOUS ADVANCE DESIGN DANS LE CAS DE L'ECOIRE POUR PENICHE FREYCINET A L'HORIZONTAL



Sommaire :

Table of contents will be inserted here on update.

Données Géométriques

Caractéristiques principales du modèle	
Espace de travail	Spatial
Rigidité en flexion	Oui
Nombre de noeuds	79
Nombre de filaires	7
Nombre de surfaciques	0
Nombre d'appuis ponctuels	2
Nombre d'appuis linéaires	1
Nombre d'appuis surfacique	0
Nombre de cas de charges	2
Nombre de combinaisons	4

Géométrie du modèle			
Plus grandes dimensions de la structure	X = 6.00 m	Y = 5.50 m	Z = 0.00 m
Centre de gravité	X = 3.53 m	Y = 2.75 m	Z = 0.00 m
Poids total	0.41 T		

Description du système						
N°	Nom	Poids Propre	Température	Coef. de comportement X	Coef. de comportement Y	Coef. de comportement Z
1	0 - Structure	OUI	NON	-	-	-

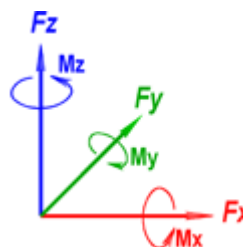
Contenu du système: Structure	
Type d'éléments	Liste des éléments
Filaire	1-7;
Appui	1-2;

Description des repères					
N°	Nom	Type	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	Global cartésien	Cartésien	0.000	0.000	0.000

Données de chargement**Conventions utilisées :**

- I. Attention, les résultantes par cas de charge sont exprimées exclusivement dans le repère global cartésien
 II. La convention des signes utilisés est la suivante :

- Fx: effort suivant x
- Fy: effort suivant y
- Fz: effort suivant z
- Mx: Moment de torsion autour de l'axe x
- My: Moment de flexion autour de l'axe y
- Mz: Moment de flexion autour de l'axe z

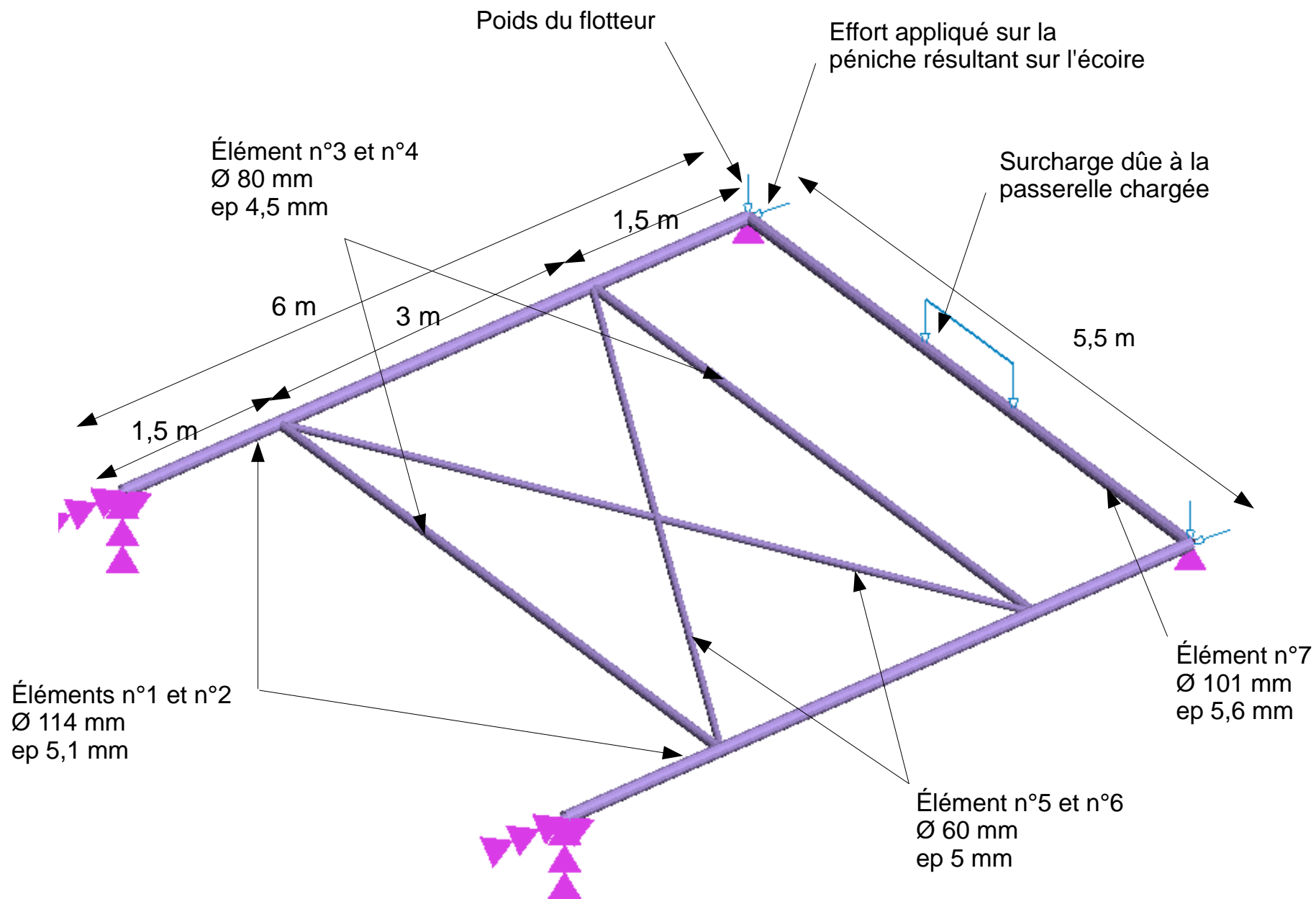


Liste des familles		
N°	Désignation	Liste des cas de charges
1	Charges Permanentes	1
2	Exploitations	2

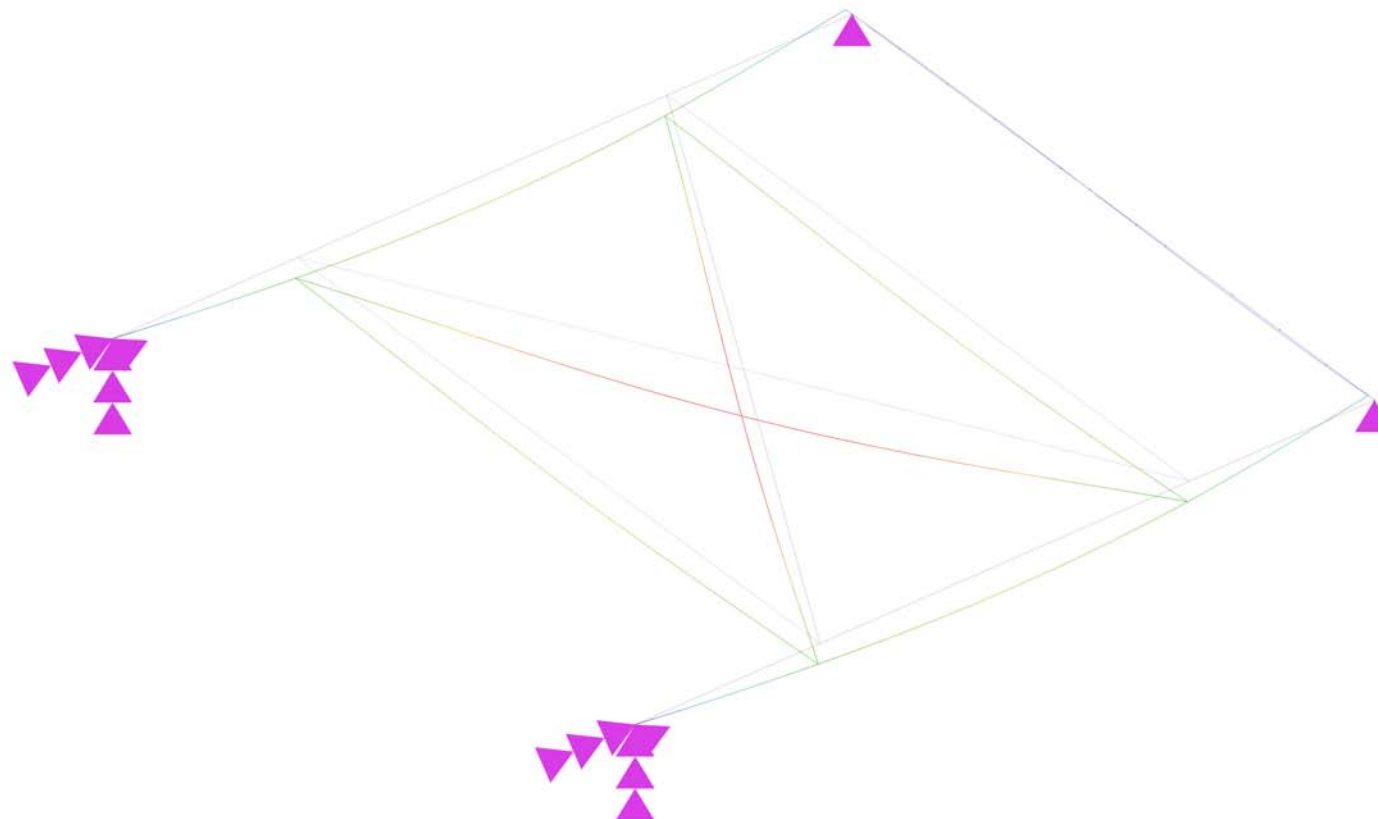
Liste des cas de charges statiques		
N°	Cas de charge	Résultante des charges (repère global)

Note N°:

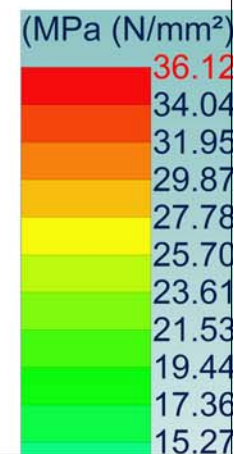
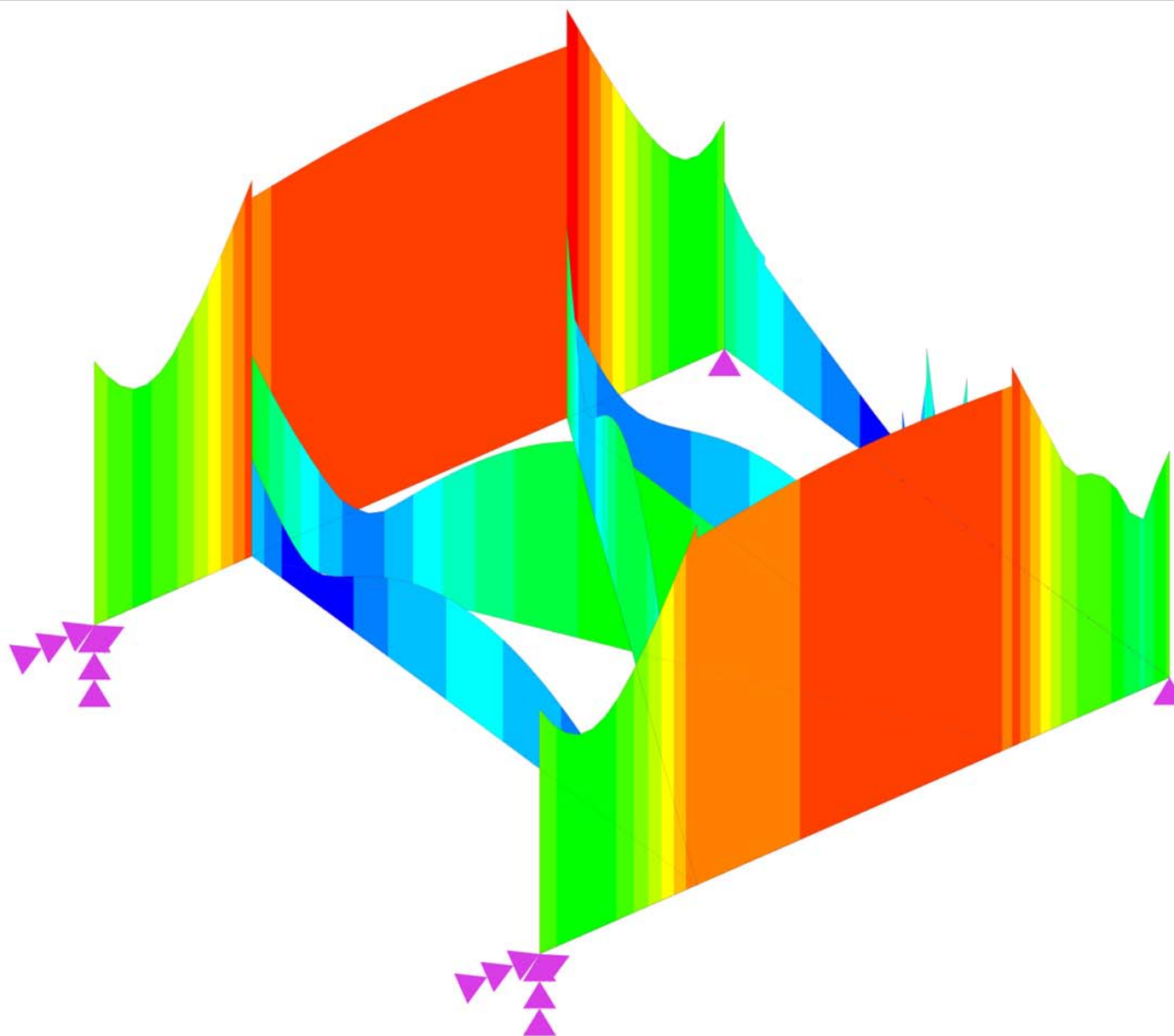
		Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Mz (kN*m)
1	G	0.00	0.00	-4.06	-11.17	-14.32	0.00
2	Q	-15.22	1.60	-26.00	-71.50	-155.99	-32.26



Déplacements
Analyse : 101 (1x[3 G]+1x[2 Q])
Filaire : D
Axes locaux



Contraintes
Analyse : 101 (1x[3 G]+1x[2 Q])
Filaire : Sv
Axes locaux



Fiche de profilé - Filaire n°1 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D11.4/0.51
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 17.4481 $S_y = 3.28588$ $S_z = 3.28588$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 518.44$ $I_y = 259.22$ $I_z = 259.22$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 45.48$ $W_{elysup} = 45.48$ $W_{elzinf} = 45.48$ $W_{elzsup} = 45.48$ $W_{ply} = 60.53$ $W_{plz} = 60.53$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 639 < L / 500$ (78 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 7.44 < 619.41$ kN ()
Cisaillement	Cas n°101
suivant y	$T_y < V_{ply} : 0.80 < 67.35$ kN ()
Cisaillement	Cas n°101
suivant z	$T_z < V_{plz} : 0.84 < 67.35$ kN ()
Flexion	Cas n°101
composée déviée	$M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.06 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101
	$M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.02 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.075$ $\lambda_{Fz} = 2.037$ $L_{fy} = 12.00$ m $L_{fz} = 6.00$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.276$ $\lambda_{Ds} = 0.276$ $L_{di} = 6.00$ m $L_{ds} = 6.00$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.13$ $C2=0.45$ $X_y=0.19$ $X_z=0.05$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.15$ $k_{yz}=0.64$ $k_{zy}=0.92$ $k_{zz}=1.07$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=282.63$ kN*m $M_{bRd}=21.49$ kN*m $N_{crT}=141075.80$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.14457 < 1$ (14 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.30752 < 1$ (31 %)

Fiche de profilé - Filaire n°2 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D11.4/0.51
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 17.4481 $S_y = 3.28588$ $S_z = 3.28588$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 518.44$ $I_y = 259.22$ $I_z = 259.22$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 45.48$ $W_{elysup} = 45.48$ $W_{elzinf} = 45.48$ $W_{elzsup} = 45.48$ $W_{ply} = 60.53$ $W_{plz} = 60.53$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 639 < L / 500$ (78 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 9.10 < 619.41$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.81 < 67.35$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.84 < 67.35$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.06 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t \cdot (F_y / 3^{1/2} / gM0) : 0.02 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.075$ $\lambda_{Fz} = 2.037$ $L_{fy} = 12.00$ m $L_{fz} = 6.00$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.276$ $\lambda_{Ds} = 0.276$ $L_{di} = 6.00$ m $L_{ds} = 6.00$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.13$ $C2=0.45$ $X_y=0.19$ $X_z=0.05$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.19$ $k_{yz}=0.65$ $k_{zy}=1.02$ $k_{zz}=1.09$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=282.63$ kN*m $M_{bRd}=21.49$ kN*m $N_{crT}=141075.80$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.15357 < 1$ (15 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.35110 < 1$ (35 %)

Fiche de profilé - Filaire n°3 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D8/0.45
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 10.6736 $S_y = 2.01554$ $S_z = 2.01554$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 152.65$ $I_y = 76.32$ $I_z = 76.32$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 19.08$ $W_{elysup} = 19.08$ $W_{elzinf} = 19.08$ $W_{elzsup} = 19.08$ $W_{ply} = 25.68$ $W_{plz} = 25.68$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 1982 < L / 500$ (25 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 0.47 < 378.91$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.02 < 41.31$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.23 < 41.31$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.02 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t \cdot (F_y / 3^{1/2}) / gM0$: non effectué ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 2.793$ $\lambda_{Fz} = 2.735$ $L_{fy} = 5.71$ m $L_{fz} = 5.59$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.323$ $\lambda_{Ds} = 0.323$ $L_{di} = 5.50$ m $L_{ds} = 5.50$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.09$ $C2=0.28$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.47$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.79$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=87.23$ kN*m $M_{bRd}=9.12$ kN*m $N_{crT}=86261.64$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.01977 < 1$ (2 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.01249 < 1$ (1 %)

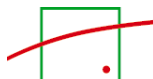
Fiche de profilé - Filaire n°4 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D8/0.45
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 10.6736 $S_y = 2.01554$ $S_z = 2.01554$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 152.65$ $I_y = 76.32$ $I_z = 76.32$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 19.08$ $W_{elysup} = 19.08$ $W_{elzinf} = 19.08$ $W_{elzsup} = 19.08$ $W_{ply} = 25.68$ $W_{plz} = 25.68$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 1927 < L / 500$ (26 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 0.47 < 378.91$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.04 < 41.31$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.23 < 41.31$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.02 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t \cdot (F_y / 3^{1/2}) / gM0$: non effectué ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 2.984$ $\lambda_{Fz} = 2.819$ $L_{fy} = 6.10$ m $L_{fz} = 5.76$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.323$ $\lambda_{Ds} = 0.323$ $L_{di} = 5.50$ m $L_{ds} = 5.50$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.09$ $C2=0.28$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.47$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.79$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=87.18$ kN*m $M_{bRd}=9.12$ kN*m $N_{crT}=86261.64$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02263 < 1$ (2 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02066 < 1$ (2 %))

Fiche de profilé - Filaire n°5 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D6/0.5
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 8.63938 $S_y = 1.64677$ $S_z = 1.64677$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 65.88$ $I_y = 32.94$ $I_z = 32.94$
Modules(cm ³)	Welyinf = 10.98 Welysup = 10.98 Welzinf = 10.98 Welzsup = 10.98 Wply = 15.17 Wplz = 15.17
Matériau	E = 210000.00 MPa $Nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 780 < L / 500$ (64 %)
3) Résistance des sections	
Traction Compression	Cas n°101 $F_x < N_{pl} : 0.76 < 306.70$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.02 < 33.75$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.21 < 33.75$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.03 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.01 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.513$ $\lambda_{Fz} = 4.256$ $L_{fy} = 6.73$ m $L_{fz} = 6.35$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.403$ $\lambda_{Ds} = 0.403$ $L_{di} = 6.26$ m $L_{ds} = 6.26$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.09$ $C2=0.29$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=0.99$ $k_{yz}=0.58$ $k_{zy}=0.59$ $k_{zz}=0.96$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=33.10$ kN*m $M_{bRd}=5.38$ kN*m $N_{crT}=69796.86$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.03657 < 1$ (4 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02837 < 1$ (3 %))

Fiche de profilé - Filaire n°6 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D6/0.5
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 8.63938 $S_y = 1.64677$ $S_z = 1.64677$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 65.88$ $I_y = 32.94$ $I_z = 32.94$
Modules(cm ³)	Welyinf = 10.98 Welysup = 10.98 Welzinf = 10.98 Welzsup = 10.98 Wply = 15.17 Wplz = 15.17
Matériau	E = 210000.00 MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 780 < L / 500$ (64 %)
3) Résistance des sections	
Traction Compression	Cas n°101 $F_x < N_{pl} : 1.84 < 306.70$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.02 < 33.75$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.21 < 33.75$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.03 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.01 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.298$ $\lambda_{Fz} = 4.256$ $L_{fy} = 6.41$ m $L_{fz} = 6.35$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.403$ $\lambda_{Ds} = 0.403$ $L_{di} = 6.26$ m $L_{ds} = 6.26$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.09$ $C2=0.29$ $X_y=0.05$ $X_z=0.05$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.04$ $k_{yz}=0.60$ $k_{zy}=0.67$ $k_{zz}=0.95$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=33.10$ kN*m $M_{bRd}=5.38$ kN*m $N_{crT}=69796.86$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.15740 < 1$ (16 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.15196 < 1$ (15 %))

Fiche de profilé - Filaire n°7 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D10.1/0.56
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 16.7836 $S_y = 3.16866$ $S_z = 3.16866$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 383.19$ $I_y = 191.60$ $I_z = 191.60$
Modules(cm ³)	Welyinf = 37.94 Welysup = 37.94 Welzinf = 37.94 Welzsup = 37.94 Wply = 51.03 Wplz = 51.03
Matériau	E = 210000.00 MPa $Nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 9798 < L / 500$ (5 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 0.00 < 595.82$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.17 < 64.94$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 2.30 < 64.94$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.03 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{1/2}) / gM0$: non effectué ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.900$ $\lambda_{Fz} = 4.592$ $L_{fy} = 12.65$ m $L_{fz} = 11.85$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.186$ $\lambda_{Ds} = 0.186$ $L_{di} = 5.50$ m $L_{ds} = 5.50$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=2.60$ $C2=1.55$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.47$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.79$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=524.05$ kN*m $M_{bRd}=18.11$ kN*m $N_{crT}=135691.03$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02808 < 1$ (3 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02978 < 1$ (3 %))

**ANNEXE 6 : RESULTATS DE LA
MODELISATION SOUS ADVANCE DESIGN
DANS LE CAS DE L'ECOIRE POUR PENICHE
FREYCINET A 30°**



		Tel : Fax:				Tel : Fax:	
Maître d'ouvrage		Maître d'oeuvre		Bureau de contrôle		Entreprise générale	
Tel : Fax:		Tel : Fax:		Tel : Fax:		Tel : Fax:	Tel : Fax:

11.51_PREDIM-AMARRAGE

ecuire pour Freycinet à 30°

Note éditée le 07/11/2011 à 12:42
Fichier :ecoire 30° Freycinet_ndc25.rtf

[illegible]

Sommaire :

Table of contents will be inserted here on update.

Données Géométriques

Caractéristiques principales du modèle	
Espace de travail	Spatial
Rigidité en flexion	Oui
Nombre de noeuds	79
Nombre de filaires	7
Nombre de surfaciques	0
Nombre d'appuis ponctuels	2
Nombre d'appuis linéaires	1
Nombre d'appuis surfacique	0
Nombre de cas de charges	2
Nombre de combinaisons	4

Géométrie du modèle			
Plus grandes dimensions de la structure	X = 5.20 m	Y = 5.50 m	Z = 3.00 m
Centre de gravité	X = 3.05 m	Y = 2.75 m	Z = 1.76 m
Poids total	0.41 T		

Description du système						
N°	Nom	Poids Propre	Température	Coef. de comportement X	Coef. de comportement Y	Coef. de comportement Z
1	0 - Structure	OUI	NON	-	-	-

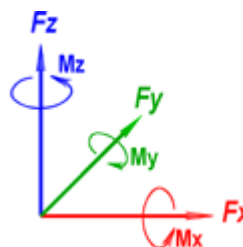
Contenu du système: Structure	
Type d'éléments	Liste des éléments
Filaire	1-7;
Appui	1-2;

Description des repères					
N°	Nom	Type	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	Global cartésien	Cartésien	0.000	0.000	0.000

Données de chargement**Conventions utilisées :**

- I. Attention, les résultantes par cas de charge sont exprimées exclusivement dans le repère global cartésien
 II. La convention des signes utilisés est la suivante :

- Fx: effort suivant x
- Fy: effort suivant y
- Fz: effort suivant z
- Mx: Moment de torsion autour de l'axe x
- My: Moment de flexion autour de l'axe y
- Mz: Moment de flexion autour de l'axe z



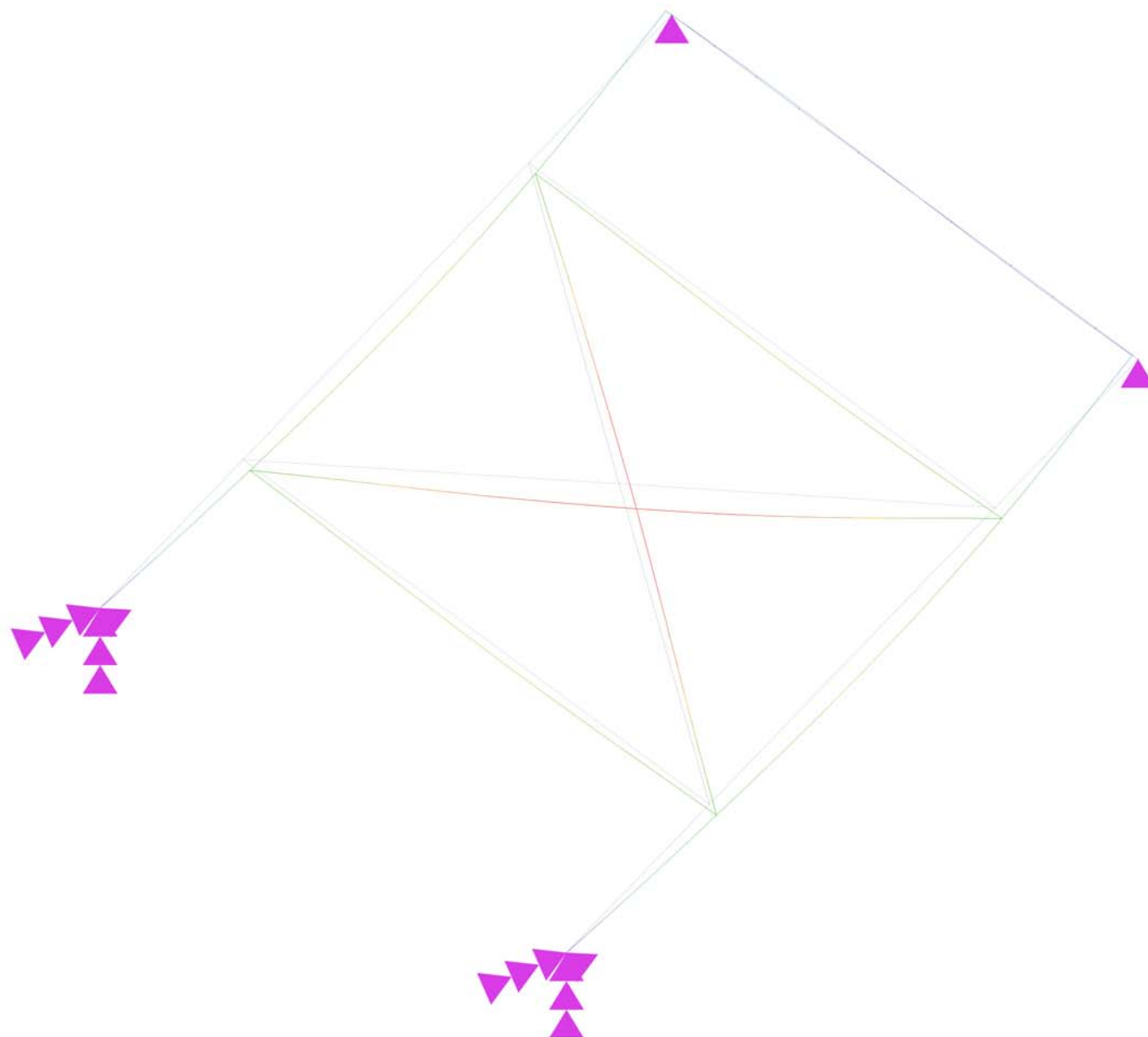
Liste des familles		
N°	Désignation	Liste des cas de charges
1	Charges Permanentes	1
2	Exploitations	2

Liste des cas de charges statiques		
N°	Cas de charge	Résultante des charges (repère global)

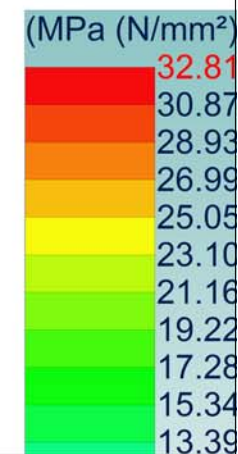
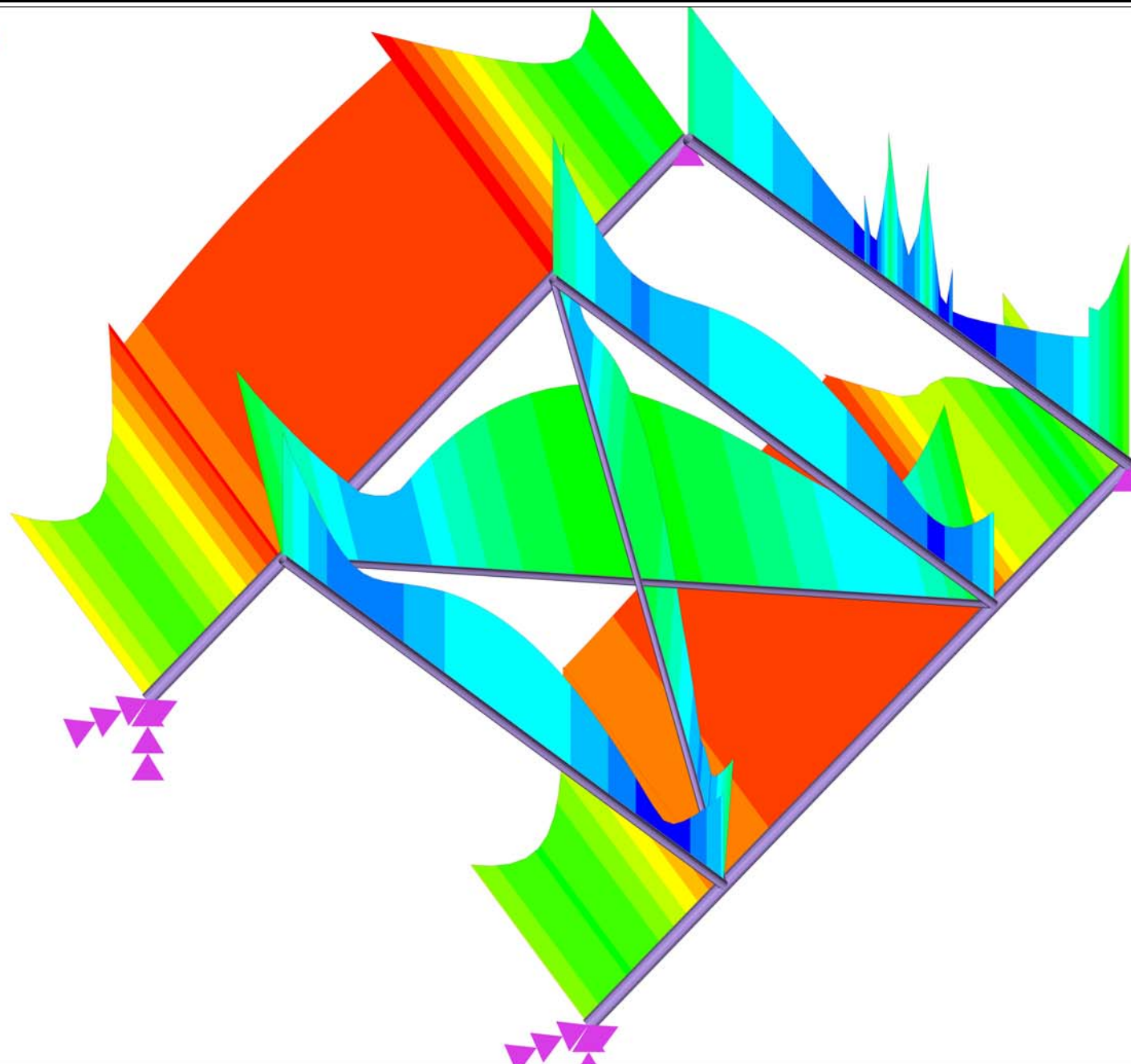
Note N°:

		Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Mz (kN*m)
1	G	0.00	0.00	-4.06	-11.17	-12.40	0.00
2	Q	-15.22	1.60	-26.00	-66.70	-180.75	-33.54

Déplacements
Analyse : 101 (1x[3 G]+1x[2 Q])
Filaire : D
Axes locaux



Contraintes
Analyse : 101 (1x[3 G]+1x[2 Q])
Filaire : Sv
Axes locaux



Fiche de profilé - Filaire n°1 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D11.4/0.51
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 17.4481 $S_y = 3.28588$ $S_z = 3.28588$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 518.44$ $I_y = 259.22$ $I_z = 259.22$
Modules(cm ³)	Welyinf = 45.48 Welysup = 45.48 Welzinf = 45.48 Welzsup = 45.48 Wply = 60.53 Wplz = 60.53
Matériau	E = 210000.00 MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 732 < L / 500$ (68 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 8.29 < 619.41$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.84 < 67.35$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.74 < 67.35$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.05 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.02 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.075$ $\lambda_{Fz} = 2.037$ $L_{fy} = 12.00$ m $L_{fz} = 6.00$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.278$ $\lambda_{Ds} = 0.278$ $L_{di} = 6.00$ m $L_{ds} = 6.00$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.12$ $C2=0.28$ $X_y=0.19$ $X_z=0.05$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.19$ $k_{yz}=0.65$ $k_{zy}=0.99$ $k_{zz}=1.08$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=279.01$ kN*m $M_{bRd}=21.49$ kN*m $N_{crT}=141075.80$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.14370 < 1$ (14 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.32643 < 1$ (33 %))

Fiche de profilé - Filaire n°2 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D11.4/0.51
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 17.4481 $S_y = 3.28588$ $S_z = 3.28588$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 518.44$ $I_y = 259.22$ $I_z = 259.22$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 45.48$ $W_{elysup} = 45.48$ $W_{elzinf} = 45.48$ $W_{elzsup} = 45.48$ $W_{ply} = 60.53$ $W_{plz} = 60.53$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $Nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 743 < L / 500$ (67 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 10.69 < 619.41$ kN ()
Cisaillement	Cas n°101
suivant y	$T_y < V_{ply} : 0.87 < 67.35$ kN ()
Cisaillement	Cas n°101
suivant z	$T_z < V_{plz} : 0.72 < 67.35$ kN ()
Flexion	Cas n°101
composée déviée	$M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.05 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101
	$M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.02 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.075$ $\lambda_{Fz} = 2.037$ $L_{fy} = 12.00$ m $L_{fz} = 6.00$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.278$ $\lambda_{Ds} = 0.278$ $L_{di} = 6.00$ m $L_{ds} = 6.00$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.12$ $C2=0.28$ $X_y=0.19$ $X_z=0.05$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.25$ $k_{yz}=0.65$ $k_{zy}=1.17$ $k_{zz}=1.10$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=279.02$ kN*m $M_{bRd}=21.49$ kN*m $N_{crT}=141075.80$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.16218 < 1$ (16 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.39821 < 1$ (40 %)

Fiche de profilé - Filaire n°3 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D8/0.45
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 10.6736 $S_y = 2.01554$ $S_z = 2.01554$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 152.65$ $I_y = 76.32$ $I_z = 76.32$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 19.08$ $W_{elysup} = 19.08$ $W_{elzinf} = 19.08$ $W_{elzsup} = 19.08$ $W_{ply} = 25.68$ $W_{plz} = 25.68$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 2255 < L / 500$ (22 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 0.64 < 378.91$ kN ()
Cisaillement	Cas n°101
suivant y	$T_y < V_{ply} : 0.02 < 41.31$ kN ()
Cisaillement	Cas n°101
suivant z	$T_z < V_{plz} : 0.23 < 41.31$ kN ()
Flexion	Cas n°101
composée déviée	$M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.02 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101
	$M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.00 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 2.738$ $\lambda_{Fz} = 2.761$ $L_{fy} = 5.59$ m $L_{fz} = 5.64$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.280$ $\lambda_{Ds} = 0.280$ $L_{di} = 5.50$ m $L_{ds} = 5.50$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.44$ $C2=1.00$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.47$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.79$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=116.00$ kN*m $M_{bRd}=9.12$ kN*m $N_{crT}=86261.64$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + D M_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + D M_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02514 < 1$ (3 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + D M_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + D M_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.01991 < 1$ (2 %)

Fiche de profilé - Filaire n°4 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D8/0.45
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 10.6736 $S_y = 2.01554$ $S_z = 2.01554$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 152.65$ $I_y = 76.32$ $I_z = 76.32$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 19.08$ $W_{elysup} = 19.08$ $W_{elzinf} = 19.08$ $W_{elzsup} = 19.08$ $W_{ply} = 25.68$ $W_{plz} = 25.68$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 2134 < L / 500$ (23 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 0.38 < 378.91$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.04 < 41.31$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.24 < 41.31$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.02 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.00 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 2.827$ $\lambda_{Fz} = 2.895$ $L_{fy} = 5.78$ m $L_{fz} = 5.91$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.283$ $\lambda_{Ds} = 0.283$ $L_{di} = 5.50$ m $L_{ds} = 5.50$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.42$ $C2=0.95$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.47$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.79$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=113.84$ kN*m $M_{bRd}=9.12$ kN*m $N_{crT}=86261.64$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02810 < 1$ (3 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02473 < 1$ (2 %)

Fiche de profilé - Filaire n°5 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D6/0.5
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 8.63938 $S_y = 1.64677$ $S_z = 1.64677$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 65.88$ $I_y = 32.94$ $I_z = 32.94$
Modules(cm ³)	Welyinf = 10.98 Welysup = 10.98 Welzinf = 10.98 Welzsup = 10.98 Wply = 15.17 Wplz = 15.17
Matériau	E = 210000.00 MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 1002 < L / 500$ (50 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 0.78 < 306.70$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.04 < 33.75$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.18 < 33.75$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.03 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.01 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.404$ $\lambda_{Fz} = 4.284$ $L_{fy} = 6.57$ m $L_{fz} = 6.39$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.355$ $\lambda_{Ds} = 0.355$ $L_{di} = 6.26$ m $L_{ds} = 6.26$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.41$ $C2=1.04$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=0.99$ $k_{yz}=0.59$ $k_{zy}=0.59$ $k_{zz}=0.99$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=42.78$ kN*m $M_{bRd}=5.38$ kN*m $N_{crT}=69796.86$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.03315 < 1$ (3 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.03045 < 1$ (3 %))

Fiche de profilé - Filaire n°6 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D6/0.5
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 8.63938 $S_y = 1.64677$ $S_z = 1.64677$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 65.88$ $I_y = 32.94$ $I_z = 32.94$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 10.98$ $W_{elysup} = 10.98$ $W_{elzinf} = 10.98$ $W_{elzsup} = 10.98$ $W_{ply} = 15.17$ $W_{plz} = 15.17$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 1003 < L / 500$ (50 %)
3) Résistance des sections	
Traction Compression	Cas n°101 $F_x < N_{pl} : 2.06 < 306.70$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.06 < 33.75$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.18 < 33.75$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.03 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.01 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.255$ $\lambda_{Fz} = 4.284$ $L_{fy} = 6.35$ m $L_{fz} = 6.39$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.348$ $\lambda_{Ds} = 0.348$ $L_{di} = 6.26$ m $L_{ds} = 6.26$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.46$ $C2=1.03$ $X_y=0.05$ $X_z=0.05$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.04$ $k_{yz}=0.64$ $k_{zy}=0.66$ $k_{zz}=1.01$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=44.57$ kN*m $M_{bRd}=5.38$ kN*m $N_{crT}=69796.86$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.16816 < 1$ (17 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.15850 < 1$ (16 %)

Fiche de profilé - Filaire n°7 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D10.1/0.56
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 16.7836 $S_y = 3.16866$ $S_z = 3.16866$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 383.19$ $I_y = 191.60$ $I_z = 191.60$
Modules(cm ³)	Welyinf = 37.94 Welysup = 37.94 Welzinf = 37.94 Welzsup = 37.94 Wply = 51.03 Wplz = 51.03
Matériau	E = 210000.00 MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 7932 < L / 500$ (6 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 0.04 < 595.82$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.15 < 64.94$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 2.30 < 64.94$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.03 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.00 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.614$ $\lambda_{Fz} = 4.786$ $L_{fy} = 11.91$ m $L_{fz} = 12.36$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.216$ $\lambda_{Ds} = 0.216$ $L_{di} = 5.50$ m $L_{ds} = 5.50$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.93$ $C2=0.80$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.47$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.79$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=388.99$ kN*m $M_{bRd}=18.11$ kN*m $N_{crT}=135691.03$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.04087 < 1$ (4 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.03523 < 1$ (4 %))

ANNEXE 7 : RESULTATS DE LA MODELISATION SOUS ADVANCE DESIGN DANS LE CAS DE L'ECOIRE POUR "PETIT" BATEAU



Sommaire :

Table of contents will be inserted here on update.

Données Géométriques

Caractéristiques principales du modèle	
Espace de travail	Spatial
Rigidité en flexion	Oui
Nombre de noeuds	59
Nombre de filaires	7
Nombre de surfaciques	0
Nombre d'appuis ponctuels	2
Nombre d'appuis linéaires	1
Nombre d'appuis surfacique	0
Nombre de cas de charges	2
Nombre de combinaisons	4

Géométrie du modèle			
Plus grandes dimensions de la structure	X = 6.00 m	Y = 3.50 m	Z = 0.00 m
Centre de gravité	X = 3.38 m	Y = 1.75 m	Z = 0.00 m
Poids total	0.32 T		

Description du système						
N°	Nom	Poids Propre	Température	Coef. de comportement X	Coef. de comportement Y	Coef. de comportement Z
1	0 - Structure	OUI	NON	-	-	-

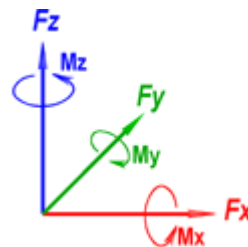
Contenu du système: Structure	
Type d'éléments	Liste des éléments
Filaire	1-7;
Appui	1-2;

Description des repères					
N°	Nom	Type	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	Global cartésien	Cartésien	0.000	0.000	0.000

Données de chargement**Conventions utilisées :**

- I. Attention, les résultantes par cas de charge sont exprimées exclusivement dans le repère global cartésien
 II. La convention des signes utilisés est la suivante :

- Fx: effort suivant x
- Fy: effort suivant y
- Fz: effort suivant z
- Mx: Moment de torsion autour de l'axe x
- My: Moment de flexion autour de l'axe y
- Mz: Moment de flexion autour de l'axe z

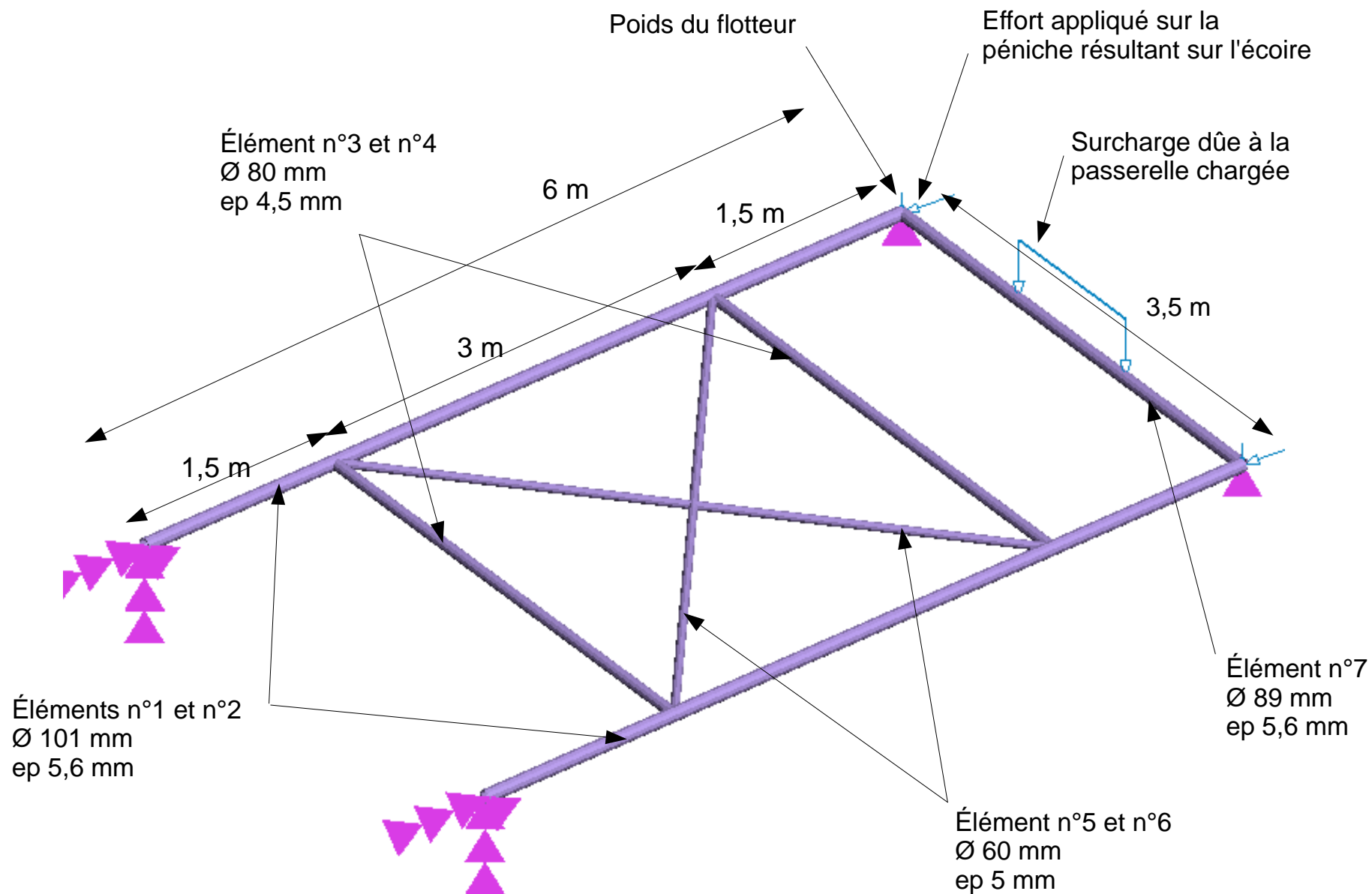


Liste des familles		
N°	Désignation	Liste des cas de charges
1	Charges Permanentes	1
2	Exploitations	2

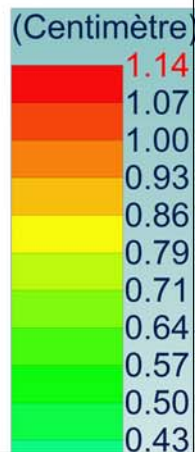
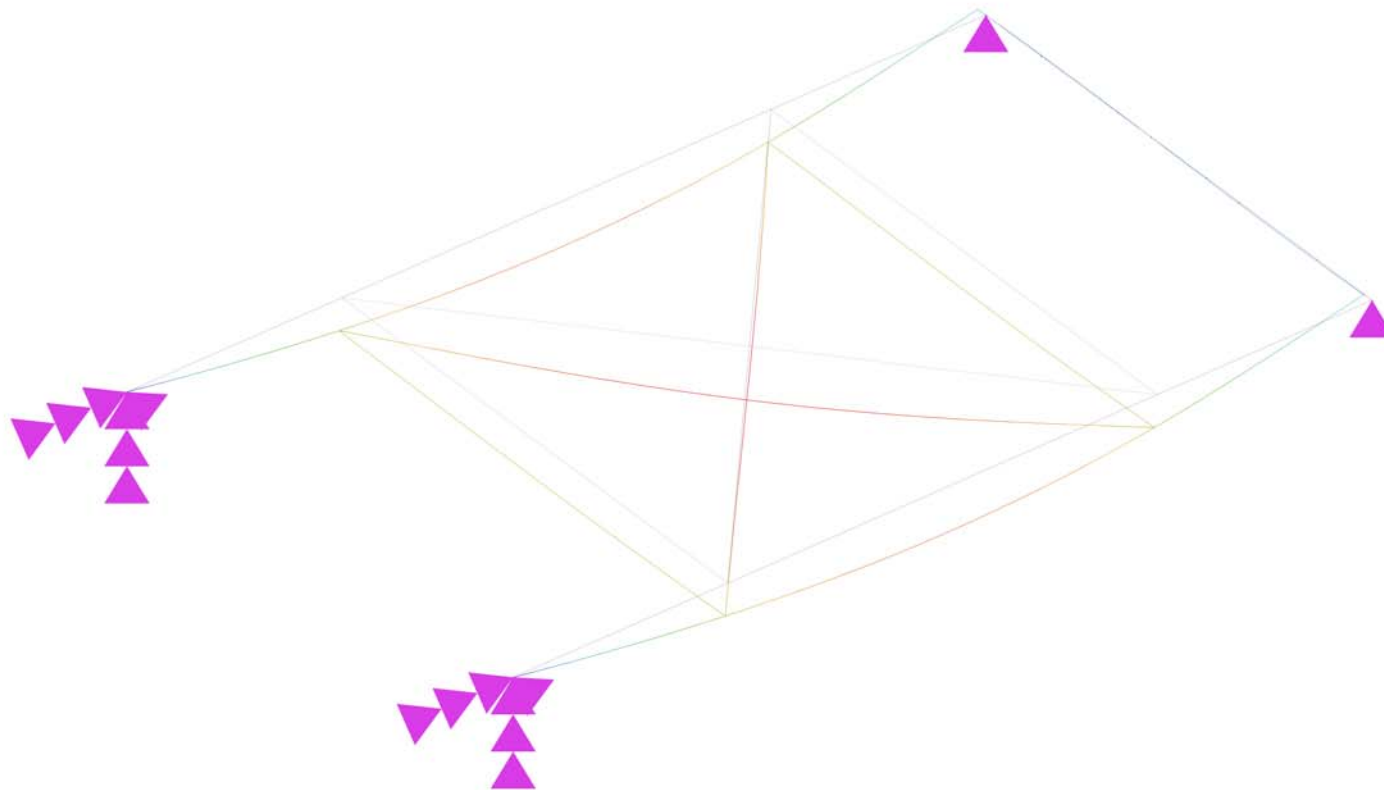
Liste des cas de charges statiques		
N°	Cas de charge	Résultante des charges (repère global)

Note N°:

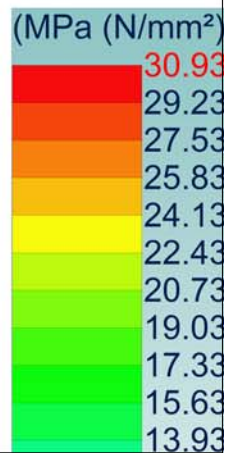
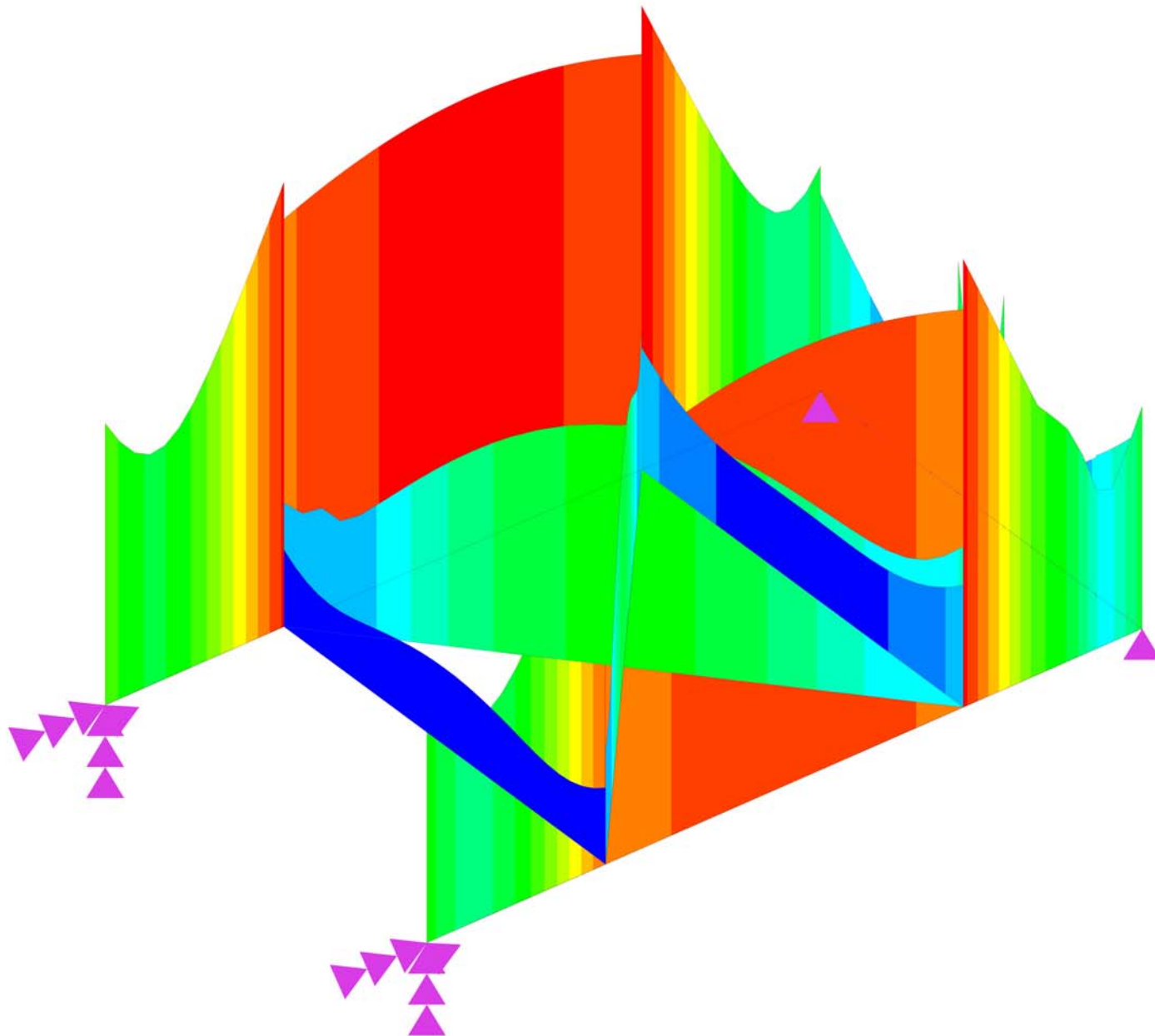
		Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Mz (kN*m)
1	G	0.00	0.00	-3.14	-5.49	-10.59	0.00
2	Q	-9.96	1.18	-16.64	-29.12	-99.83	-10.35



Déplacements
Analyse : 101 (1x[3 G]+1x[2 Q])
Filaire : D
Axes locaux



Contraintes
Analyse : 101 (1x[3 G]+1x[2 Q])
Filaire : Sv
Axes locaux



Fiche de profilé - Filaire n°1 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D10.1/0.56
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 16.7836 $S_y = 3.16866$ $S_z = 3.16866$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 383.19$ $I_y = 191.60$ $I_z = 191.60$
Modules(cm ³)	Welyinf = 37.94 Welysup = 37.94 Welzinf = 37.94 Welzsup = 37.94 Wply = 51.03 Wplz = 51.03
Matériau	E = 210000.00 MPa Nu = 0.3
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 607 < L / 500$ (82 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 4.77 < 595.82$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.59 < 64.94$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.68 < 64.94$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.06 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.01 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.648$ $\lambda_{Fz} = 2.324$ $L_{fy} = 12.00$ m $L_{fz} = 6.00$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.294$ $\lambda_{Ds} = 0.294$ $L_{di} = 6.00$ m $L_{ds} = 6.00$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.13$ $C2=0.45$ $X_y=0.15$ $X_z=0.04$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.12$ $k_{yz}=0.63$ $k_{zy}=0.86$ $k_{zz}=1.06$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=208.88$ kN*m $M_{bRd}=18.11$ kN*m $N_{crT}=135670.13$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.12597 < 1$ (13 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.26362 < 1$ (26 %)

Fiche de profilé - Filaire n°2 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D10.1/0.56
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 16.7836 $S_y = 3.16866$ $S_z = 3.16866$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 383.19$ $I_y = 191.60$ $I_z = 191.60$
Modules(cm ³)	Welyinf = 37.94 Welysup = 37.94 Welzinf = 37.94 Welzsup = 37.94 Wply = 51.03 Wplz = 51.03
Matériau	E = 210000.00 MPa $Nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G]+1x[2 Q]$ $L / 607 < L / 500$ (82 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 6.71 < 595.82$ kN ()
Cisaillement	Cas n°101
suivant y	$T_y < V_{ply} : 0.59 < 64.94$ kN ()
Cisaillement	Cas n°101
suivant z	$T_z < V_{plz} : 0.68 < 64.94$ kN ()
Flexion	Cas n°101
composée déviée	$M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.06 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101
	$M_x < W_t \cdot (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.01 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 4.648$ $\lambda_{Fz} = 2.324$ $L_{fy} = 12.00$ m $L_{fz} = 6.00$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.294$ $\lambda_{Ds} = 0.294$ $L_{di} = 6.00$ m $L_{ds} = 6.00$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G]+1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.13$ $C2=0.45$ $X_y=0.15$ $X_z=0.04$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.18$ $k_{yz}=0.64$ $k_{zy}=1.02$ $k_{zz}=1.08$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=208.88$ kN*m $M_{bRd}=18.11$ kN*m $N_{crT}=135670.13$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.14519 < 1$ (15 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.34058 < 1$ (34 %)

Fiche de profilé - Filaire n°3 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D8/0.45
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 10.6736 $S_y = 2.01554$ $S_z = 2.01554$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 152.65$ $I_y = 76.32$ $I_z = 76.32$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 19.08$ $W_{elysup} = 19.08$ $W_{elzinf} = 19.08$ $W_{elzsup} = 19.08$ $W_{ply} = 25.68$ $W_{plz} = 25.68$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $Nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 5390 < L / 500$ (9 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 0.55 < 378.91$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.04 < 41.31$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.14 < 41.31$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.01 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t \cdot (F_y / 3^{1/2}) / gM0$: non effectué ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 1.815$ $\lambda_{Fz} = 1.770$ $L_{fy} = 3.71$ m $L_{fz} = 3.62$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.259$ $\lambda_{Ds} = 0.259$ $L_{di} = 3.50$ m $L_{ds} = 3.50$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.08$ $C2=0.25$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.47$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.79$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=136.12$ kN*m $M_{bRd}=9.12$ kN*m $N_{crT}=86338.21$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.01140 < 1$ (1 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.00803 < 1$ (1 %)

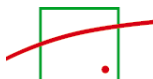
Fiche de profilé - Filaire n°4 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D8/0.45
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 10.6736 $S_y = 2.01554$ $S_z = 2.01554$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 152.65$ $I_y = 76.32$ $I_z = 76.32$
Modules(cm ³)	$W_{elyinf} = 19.08$ $W_{elysup} = 19.08$ $W_{elzinf} = 19.08$ $W_{elzsup} = 19.08$ $W_{ply} = 25.68$ $W_{plz} = 25.68$
Matériau	$E = 210000.00$ MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 5215 < L / 500$ (10 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 0.55 < 378.91$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.08 < 41.31$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.14 < 41.31$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.02 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t \cdot (F_y / 3^{1/2}) / gM0$: non effectué ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 1.958$ $\lambda_{Fz} = 1.880$ $L_{fy} = 4.00$ m $L_{fz} = 3.84$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.259$ $\lambda_{Ds} = 0.259$ $L_{di} = 3.50$ m $L_{ds} = 3.50$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.08$ $C2=0.25$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.47$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.79$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=136.02$ kN*m $M_{bRd}=9.12$ kN*m $N_{crT}=86338.21$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.01255 < 1$ (1 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.01580 < 1$ (2 %)

Fiche de profilé - Filaire n°5 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D6/0.5
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 8.63938 $S_y = 1.64677$ $S_z = 1.64677$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 65.88$ $I_y = 32.94$ $I_z = 32.94$
Modules(cm ³)	Welyinf = 10.98 Welysup = 10.98 Welzinf = 10.98 Welzsup = 10.98 Wply = 15.17 Wplz = 15.17
Matériau	E = 210000.00 MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 1076 < L / 500$ (46 %)
3) Résistance des sections	
Traction Compression	Cas n°101 $F_x < N_{pl} : 0.34 < 306.70$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.02 < 33.75$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.15 < 33.75$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.03 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.01 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 3.152$ $\lambda_{Fz} = 3.176$ $L_{fy} = 4.70$ m $L_{fz} = 4.74$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.348$ $\lambda_{Ds} = 0.348$ $L_{di} = 4.61$ m $L_{ds} = 4.61$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.07$ $C2=0.24$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.59$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.99$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=44.44$ kN*m $M_{bRd}=5.38$ kN*m $N_{crT}=69811.47$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02803 < 1$ (3 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.01822 < 1$ (2 %)

Fiche de profilé - Filaire n°6 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D6/0.5
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 8.63938 $S_y = 1.64677$ $S_z = 1.64677$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 65.88$ $I_y = 32.94$ $I_z = 32.94$
Modules(cm ³)	Welyinf = 10.98 Welysup = 10.98 Welzinf = 10.98 Welzsup = 10.98 Wply = 15.17 Wplz = 15.17
Matériau	E = 210000.00 MPa $\nu = 0.3$
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 1076 < L / 500$ (46 %)
3) Résistance des sections	
Traction	Cas n°101
Compression	$F_x < N_{pl} : 1.79 < 306.70$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.03 < 33.75$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 0.15 < 33.75$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.03 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t * (F_y / 3^{(1/2)} / gM0) : 0.01 < 1$ ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 3.177$ $\lambda_{Fz} = 3.176$ $L_{fy} = 4.74$ m $L_{fz} = 4.74$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.348$ $\lambda_{Ds} = 0.348$ $L_{di} = 4.61$ m $L_{ds} = 4.61$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.07$ $C2=0.24$ $X_y=0.09$ $X_z=0.09$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.03$ $k_{yz}=0.60$ $k_{zy}=0.64$ $k_{zz}=0.98$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=44.44$ kN*m $M_{bRd}=5.38$ kN*m $N_{crT}=69811.47$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.09605 < 1$ (10 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.08632 < 1$ (9 %)

Fiche de profilé - Filaire n°7 (Label Filaire)	
1) Section	
Profilé	D8.9/0.56
Dimensions(cm)	$h = 0.00$ $b = 0.00$ $tw = 0.00$ $tf = 0.00$
Sections(cm ²)	Aire = 14.6725 $S_y = 2.77596$ $S_z = 2.77596$
Inerties(cm ⁴)	$I_t = 256.29$ $I_y = 128.14$ $I_z = 128.14$
Modules(cm ³)	Welyinf = 28.80 Welysup = 28.80 Welzinf = 28.80 Welzsup = 28.80 Wply = 39.01 Wplz = 39.01
Matériau	E = 210000.00 MPa Nu = 0.3
Nuance	$f_y = 355.00$ MPa
2) Flèches	
1er critère	Cas n° 101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $L / 10000 < L / 500$ (4 %)
3) Résistance des sections	
Traction Compression	Cas n°101 $F_x < N_{pl} : 0.00 < 520.87$ kN ()
Cisaillement suivant y	Cas n°101 $T_y < V_{ply} : 0.21 < 56.90$ kN ()
Cisaillement suivant z	Cas n°101 $T_z < V_{plz} : 2.30 < 56.90$ kN ()
Flexion composée déviée	Cas n°101 $M_{Ed} / M_{c,Rd} < 1$ (6.12) : $0.03 < 1$ ()
Torsion	Cas n°101 $M_x < W_t \cdot (F_y / 3^{1/2}) / gM0$: non effectué ()
4) Stabilité des éléments	
Longueurs de flambement	$\lambda_{Fy} = 3.744$ $\lambda_{Fz} = 3.437$ $L_{fy} = 8.45$ m $L_{fz} = 7.76$ m
Longueurs de déversement	$\lambda_{Di} = 0.246$ $\lambda_{Ds} = 0.246$ $L_{di} = 3.50$ m $L_{ds} = 3.50$ m
Vérification	Cas n°101 : $1x[3 G] + 1x[2 Q]$ $k=1.00$ $k_w=1.00$ $C1=1.08$ $C2=0.27$ $X_y=1.00$ $X_z=1.00$ $X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00$ $k_{yz}=0.47$ $k_{zy}=0.60$ $k_{zz}=0.79$ $z_g=0.00$ m $M_{cr}=229.53$ kN*m $M_{bRd}=13.85$ kN*m $N_{crT}=118724.45$ kN $N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.01939 < 1$ (2 %) $(N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) /$ $(X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.02497 < 1$ (2 %))

ANNEXE 8 : VERIFICATION DE LA STABILITE DU QUAI POIDS



Ce programme, élaboré sous Calc d'Open Office, permet de vérifier le dimensionnement d'un quai en caissons. Il a été réalisé par le Département Ports Maritimes et Voies Navigables (DPMVN) du Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales (CETMEF), organisme du Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer. Cetmef, janvier 2007

Le Cetmef ne peut en aucun cas être tenu responsable à l'égard de l'utilisateur de tous dommages, réclamations ou pertes découlant de l'utilisation de cet utilitaire.

Cette feuille de calculs utilise des macros, pour qu'elle fonctionne il est nécessaire d'avoir accepté l'activation des macros lors de l'ouverture de la feuille, si cela n'a pas été fait veuillez rouvrir la feuille de calcul. Si le niveau de sécurité élevé ou très élevé est activé, la feuille de calcul peut ne pas fonctionner, le niveau de sécurité moyen doit être activé dans les options d'Open-Office.

Ce logiciel permet, en introduisant les paramètres du sol (angle de frottement interne φ , cohésion c , ratio frottement sol-caisson/ φ), les niveaux d'eau et les surcharges sur terre-plein ; de calculer les efforts de poussée du sol sur un caisson, la résultante des différentes actions appliquées et le moment résultant des différentes actions appliquées à l'ouvrage. Le logiciel permet d'introduire les différents coefficients partiels décrits dans ROSA 2000 et de calculer un certain nombre de facteurs de dimensionnement (Γ).

Le format de calcul utilisé est celui des Recommandations pour le calcul aux états-limites des Ouvrages en Sites Aquatiques (ROSA 2000) écrites et diffusées par le CETMEF. Ce logiciel se base sur les éléments de ROSA 2000, il ne permet de vérifier qu'un nombre limité d'états-limites pouvant concerner les quais en caissons. ROSA 2000 formant un tout, il est fortement conseillé de lire l'ensemble des éléments de ROSA 2000 avant de l'utiliser ; notamment le contenu de la série "Dispositions communes" pour comprendre la démarche et le vocabulaire liés à l'utilisation des méthodes semi-probabilistes. Dans le texte qui suit les références au contenu de ROSA 2000 sont signalées [en bleu](#).

Le logiciel est composé de 6 feuilles de calcul :

- La présente feuille (*Introduction*) qui présente le logiciel, les méthodes de calcul et les différents paramètres introduits
- La feuille *données* dans laquelle l'utilisateur doit introduire les données du problème (description du caisson, description du sol, valeurs des actions, valeurs des coefficients partiels...)
- La feuille *ELU fond* dans laquelle l'utilisateur introduit les combinaisons qu'il souhaite tester pour les combinaisons types ELU fondamentale et obtient les résultats pour chaque combinaison après lancement des calculs
- La feuille *ELS rare* dans laquelle l'utilisateur introduit les combinaisons qu'il souhaite tester pour les combinaisons types ELS rare et obtient les résultats pour chaque combinaison après lancement des calculs
- La feuille *ELS qp* dans laquelle l'utilisateur introduit les combinaisons qu'il souhaite tester pour les combinaisons type ELS quasi permanent et obtient les résultats pour chaque combinaison après lancement des calculs
- La feuille *dessin* présente le diagramme des pressions horizontales sur l'ouvrage obtenues dans le dernier calcul effectué

Vérifications effectuées

A partir des résultats des calculs des résultantes des différentes actions, le logiciel permet de vérifier les éléments suivants :

Remarque : Les états limites à vérifier pour un ouvrage poids sont décrits dans le [chapitre 6 du fascicule "Quais-poids" de la série "Ouvrage"](#)

A l'ELU fondamentale

- Le non glissement de l'ouvrage
- La décompression du sol de fondation (couverture simultanée du problème de renversement)
- La capacité portante du sol de fondation

A l'ELS rare

- La décompression du sol de fondation
- La capacité portante du sol de fondation

A l'ELS quasi-permanent

- La décompression du sol de fondation

Attention le logiciel ne permet pas de vérifier l'ensemble des états limites concernant les quais poids :

Ne sont pas traités :

- Les états-limites de glissement et de décompression entre blocs pour les quais poids types quai en blocs
- L'état-limite de résistance interne de la structure (par exemple la résistance en flexion et en cisaillement des voiles en béton armé de la structure) à l'ELU fondamental et à l'ELS rare
- L'état-limite de déplacement de la poutre de couronnement à l'ELS rare
- Les états-limites de tassement absolu et de tassement différentiel à l'ELS quasi permanent
- L'instabilité globale (grand glissement) et les instabilités hydrauliques (ELU fondamental pour la plupart)
- Les combinaisons types ELU accidentelles pour lesquelles il est nécessaire de vérifier les états limites-suivants : glissement plan, décompression du sol de fondation, poinçonnement du sol de fondation, glissement et décompression des blocs, résistance du béton armé, le grand glissement et les instabilités hydrauliques

DONNEES

Pour guider l'utilisateur un code de couleur est donné pour différencier les cases à remplir, des cases remplies automatiquement et des cases à remplir si nécessaire

Code de couleur des cellules
Cellule à ne pas remplir (indication ou calcul automatique)
Cellule à remplir
Cellule avec calcul automatique mais à remplir si nécessaire
Attention une fois remplie manuellement le calcul automatique ne se fait plus

Tableau "Description géométrique de l'ouvrage"

Description géométrique de l'ouvrage		
Cote du terre plein (haut du caisson)	7	CM
Cote du pied du caisson	0	CM
Largeur en haut du caisson	3	m
Largeur en bas du caisson	5	m
Cote de dragage (valeur caractéristique)	1	CM
Cote de dragage (valeur de calcul)	0	CM
Longueur du quai	400	m
Densité moyenne du caisson (béton+remplissage)	19.75	kN/m³

Ce tableau permet d'introduire les dimensions de l'ouvrage, les cotes et la densité de l'ouvrage

Dans le cadre de l'utilisation de ce logiciel toutes les cotes demandées doivent être introduites en cote marine (CM). **Attention ne pas confondre Cote Marine (CM) et centimètre (cm)**

Il est possible d'avoir un ouvrage ne faisant pas la même largeur en haut et en bas dans ce cas le fruit se trouve toujours du côté du bassin, **la paroi coté terre-plein est toujours considérée comme étant verticale**, le centre de gravité est calculé à partir de la forme trapézoïdale de l'ouvrage

Deux cotes de dragage sont demandées : une cote caractéristique (utilisée pour les ELS) et une cote de calcul (utilisée pour les ELU).

Attention l'effet de la butée du sol en avant de l'ouvrage est négligée, l'épaisseur de sol en avant de l'ouvrage est uniquement utilisée pour le calcul de la capacité portante des fondations

La longueur de l'ouvrage est demandée pour le calcul de la capacité portante de l'ouvrage (coefficient de forme)

La densité moyenne de l'ouvrage peut être calculée en utilisant le tableau de calcul rapide (voir tableau suivant) ou peut être introduite manuellement

Tableau "Calcul rapide de la densité moyenne de l'ouvrage (à partir d'une vue en coupe), valeur non déjaugée, tranche de 1m"

Calcul rapide de la densité moyenne de l'ouvrage (à partir d'une vue en coupe), valeur non déjaugée, tranche de 1m		
Surface occupée par les parties en béton	7	m²
densité du béton	25	kN/m³
Surface occupée par le remblai	21	m²
densité du remblai	18	kN/m³
Surface occupée par d'autres matériaux	0	m²
densité des matériaux	0	kN/m³
surface totale	28	m²
Poids total	553	kN
Densité moyenne	19.750	kN/m³

Ce tableau permet de calculer rapidement la densité moyenne de l'ouvrage en se basant sur les aires des différents matériaux sur la vue en coupe de l'ouvrage et la densité des différents matériaux

Attention : si l'aire totale des matériaux décrits diffère de celle de l'ouvrage (calculée en se basant sur sa hauteur et sa largeur en bas et en haut), la case densité moyenne s'affiche en rouge avec l'expression "à remplir". Tant que la densité moyenne n'a pas été correctement modifiée ou introduite manuellement dans le premier tableau les calculs ne peuvent pas être lancés

Tableau "Description des niveaux d'eau"

Description des niveaux d'eau							
Niveaux caractéristiques (NW _r)	MB	MH		Niveaux fréquents (NW _f)	MB	MH	
Niveau caractéristique dans le terre-plein	3.5	6	CM	Niveau fréquent dans le terre-plein	3.5	6	CM
Niveau caractéristique dans le bassin	1	5	CM	Niveau fréquent dans le bassin	1	5	CM
Niveaux de calcul (NW _c)				Niveaux quasi-permanents (NW _{qp})			
Niveau de calcul dans le terre-plein	3.5	6	CM	Niveau quasi-permanent dans le terre-plein	3.5	6	CM
niveau de calcul dans le bassin	1	5	CM	Niveau quasi-permanent dans le bassin	1	5	CM
Répartition de la pression sous l'ouvrage	linéaire						

Ce tableau permet d'introduire les différents niveaux d'eau dans le terre plein et dans le bassin à marée haute et à marée basse

Dans ROSA 2000, la sécurité est prise sur les niveaux d'eau, il n'y a pas de coefficient partiel sur l'effet des pressions d'eau dans la suite des calculs. Les différentes valeurs des niveaux d'eau doivent être sélectionnées en se basant sur le contenu du fascicule "Action quasi-statique de l'eau" de la série "Actions" de ROSA 2000

Ce logiciel utilise les niveaux d'eau de la façon suivante

A l'ELU fondamental : niveau de calcul lorsque l'action de l'eau est l'action variable principale, niveau caractéristique lorsque l'eau est l'action d'accompagnement

A l'ELS rare : niveau caractéristique lorsque l'action de l'eau est l'action variable principale, niveau fréquent lorsque l'eau est l'action d'accompagnement

A l'ELS quasi-permanent : niveau quasi-permanent dans tous les cas

Le menu déroulant répartition de la pression d'eau sous l'ouvrage permet de sélectionner cette répartition

Linéaire : pression variant linéairement sous l'ouvrage entre la pression côté bassin et la pression côté terre-plein

Constante terre-plein : la pression sous l'ouvrage est égale à la pression en pied d'ouvrage côté terre-plein

Constante bassin : la pression sous l'ouvrage est égale à la pression en pied d'ouvrage côté bassin

Tableau "Description du sol retenu"

Description du sol retenu										
Pondération sur la poussée du sol ELU fond			1.2							
numéro de couche (de haut en bas)	épaisseur (m)	densité humide (kN/m³)	densité saturé (kN/m³)	φ' (deg)	c' (kPa)	δ/φ'	K _a	K _{a1}	K _{a2}	C
1	2	16	18	25	10	0	0.4059	0.41	0	12.74
2	2	16	18	25	10	0	0.4059	0.41	0	12.74
3	2	16	18	25	10	0	0.4059	0.41	0	12.74
4	2	16	18	25	10	0	0.4059	0.41	0	12.74
5	2	16	18	25	10	0	0.4059	0.41	0	12.74

Ce tableau permet d'introduire les paramètres du sol côté poussée.

Les couches sont numérotées de 1 à 5 de haut en bas

La ligne pondération sur la poussée du sol ELU fondamental correspond au coefficient partiel mis sur la coefficient de poussée dans le cadre des calculs à l'ELU fondamental (approche de pondération n°2 voir 7.3.2 dans le fascicule "actions du terrain" de la série "actions")

Dans la plupart des murs de soutènement, la poussée à un effet défavorable vis à vis du renversement la valeur du coefficient est alors de 1.2, si l'utilisateur considère que la poussée est favorable il devra introduire un coefficient de 0.83 (voir même référence que paragraphe précédent)

Les paramètres (valeurs caractéristiques) à introduire pour chaque couche sont :

L'épaisseur de la couche

La densité humide du sol (valeur non déjaugée)

La densité saturée du sol (valeur non déjaugée)

L'angle de frottement interne du sol (φ')

La cohésion drainée du sol (c')

Le rapport frottement sur le mur/frottement interne du sol (δ/φ')

Si le rapport δ/φ' est non nul, ROSA 2000 conseille de recourir aux tables de Caquot-Kérisel pour déterminer la valeur de Ka

Les paramètres automatiquement calculés dans ce tableau sont :
Le coefficient de poussée K_a si $\delta/\varphi=0$ $K_a=\tan^2(\pi/4-\varphi/2)$
La composante horizontale de la poussée $K_{ah}=\cos(\delta)*K_a$
La composante verticale de la poussée $K_{av}=\sin(\delta)*K_a$
Le terme de cohésion $C=2c\sqrt{K_a}$

Attention : si l'épaisseur totale des différentes couches de sol est inférieure à la hauteur de l'ouvrage un message d'avertissement apparaît, il n'est pas possible de lancer le calcul

Attention : si la valeur de δ/φ est non nulle un message apparaît dans la colonne K_a , il faut introduire manuellement K_a , le calcul ne peut pas être lancé

Tableau "Description du sol de fondation"

Description du sol de fondation						Description du sol de fondation par essais pressiométriques		
Angle de frottement interne φ'	30	deg	Frottement sol/caisson (pourcentage de φ')	100.00%	Coef part sur angle frottement caisson/sol	1	pl	2000
Cohésion c'	0	kPa	Adhérence sol/caisson (pourcentage de c')	100.00%	Coef part sur l'adhérence sol-caisson	1	p_a	1
Densité	20	kN/m3	Coefficient sur la portance calculée (ELU fond)	1.4	frottement sol-caisson pondéré	30.00	D_s	1
Pondération de c' et de $\tan(\varphi')$ pour le calcul de portance	1.2	-	Coefficient sur la portance calculée (ELS rare)	3	Adhérence sol caisson pondérée	0.00	type et classe de sol	Argiles et limons mous A, craie molles A

Ce tableau permet d'introduire les caractéristiques du sol en dessous de l'ouvrage ainsi que les coefficients partiels utilisés pour le calcul de la portance

Les paramètres à introduire sont :

- L'angle de frottement interne du sol (φ') qui est utilisé pour la calcul de la résistance au glissement et de la capacité portante
- La cohésion du sol (c') utilisé pour les mêmes calculs que l'angle de frottement interne
- La densité du sol utilisé pour le calcul de capacité portante
- La pondération sur c' et $\tan(\varphi')$ dans le cadre du calcul de la capacité portante avec les valeurs de calcul des paramètres de sol, dans le cadre de l'approche de pondération à la source des paramètres de sol (approche n°1) (voir 3.3.1 dans le fascicule "Valeurs représentatives des propriétés de base des matériaux" dans la série "Dispositions communes")
- Deux paramètres pour le calcul du frottement et de l'adhérence à l'interface sol caisson pour le calcul de la résistance au glissement, exprimés en pourcentage de l'angle de frottement interne et de la cohésion (voir 2.4.4 dans le fascicule "Paramètres d'interaction sol-structure" dans la série "Disposition communes")
- Deux coefficients pour pondérer la portance calculée à partir des valeurs caractéristiques du sol à l'ELU fondamental et à l'ELS rare (voir 4.4 dans le fascicule "Valeurs représentatives des résistances" de la série "dispositions communes")
- Deux coefficients pour pondérer les paramètres de sol dans le cadre du calcul de la stabilité au glissement de l'ouvrage (voir 3.2.4.1 dans le fascicule "Paramètres d'interaction sol-structure" de la série "disposition communes")

Tableau "description des charges appliquées sur l'ouvrage"

Description des charges appliquées sur l'ouvrage			γ_{action}	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Surcharge répartie sur terre plein	5	kPa	1.3	0.77	0.6	0.4
Surcharge répartie sur le caisson	30	kPa	1.3	0.77	0.6	0.4
Surcharge linéique sur terre plein	40	kN/ml	1.3	0.77	0.6	0.4
Position de la surcharge par rapport à l'arrière du caisson	1	m				
Surcharge linéique sur le caisson	50	kN/ml	1.3	0.77	0.6	0.4
Position de la surcharge linéique sur le caisson	3	m				
Charge linéique verticale de l'outillage	80	kN/ml	1.35	0.77	0.65	0.5
Charge linéique horizontale de l'outillage	40	kN/ml				
Position du rail (distance horizontale/pied du caisson)	2	m				
Effort linéique horizontal d'amarrage	10	kN/ml	1.5	0.66	0.2	0
Moment linéique apporté par les bollards (moment au pied des bollards)	5	kN.m/ml				

Ce tableau permet d'introduire les valeurs caractéristiques des différentes actions d'exploitation appliquées sur l'ouvrage ainsi que les coefficients partiels permettant de calculer les différentes valeurs utilisées dans le cadre des calculs (les valeurs des différents coefficients partiels sur les actions peuvent être trouvés dans [les fascicules de la série "Actions"](#))

Le schéma présente les différentes charges, le sens des flèches correspond à la valeur positive introduite dans le tableau.

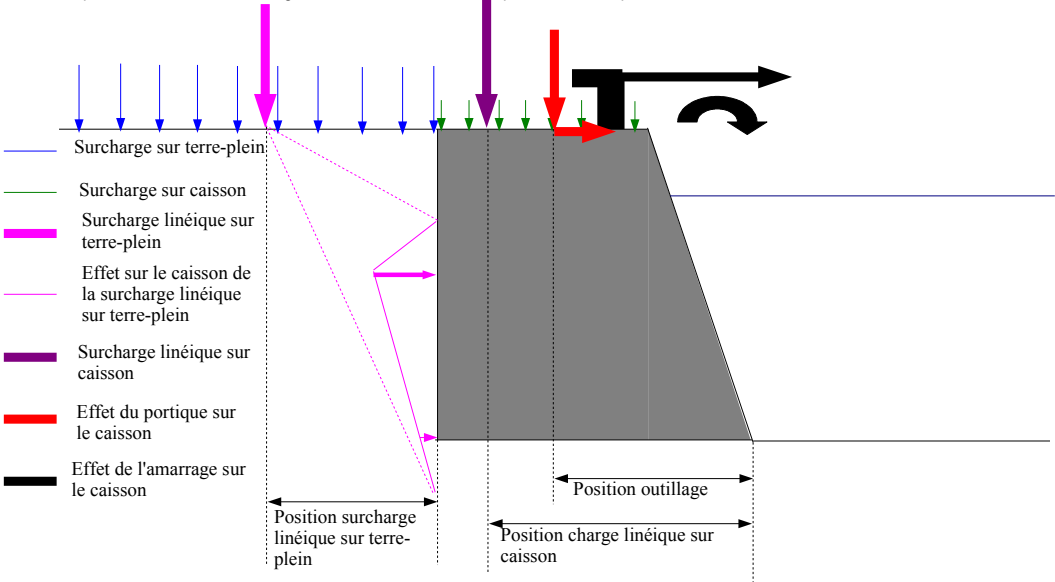


Tableau "Coefficients de modèle"

Coefficients de modèle	ELU fond	ELS Rare	ELS quasi-permanent
Stabilité vis-à-vis du glissement	1,1	-	-
décompression de la fondation	10%	75%	90%
poinçonnement de la fondation (pondération sur les paramètres de sol)	1,2	-	-
poinçonnement de la fondation (pondération sur la résistance calculée)	1,4	1	-

Les différents coefficients de modèle à utiliser ainsi que les proportions de semelle de fondation devant rester comprimées sont introduites, ces éléments peuvent être trouvés dans le [chapitre 7.2 du fascicule "Quais Poids" de la série "Ouvrage"](#)

ELU FOND, ELS RARE ET ELS QP

Ces trois feuilles de calcul fonctionnent selon le même principe :

- Introduction du caractère favorable ou non des différentes actions, choix des conditions de marée, choix du caractère principale ou accompagnement des différentes actions variables
- Remplissage automatique d'un tableau avec les coefficients partiels et les niveaux d'eau en fonction des choix effectués précédemment
- Lancement des calculs par clic sur un bouton
- Lecture des facteurs de dimensionnement

Le choix des différents paramètres se fait à l'aide de menus déroulants :

Les choix réalisés dans ce tableau doivent être faits en fonction des situations de calculs, des cas de charges et des différentes combinaisons envisagées par le projeteur. Afin de limiter le nombre de combinaisons à vérifier il est nécessaire d'établir une image claire de l'utilisation de l'ouvrage (description des situations et des cas de charges) et de tenir compte de son mode de fonctionnement. [Voir notamment 4.2.1, 4.2.2 et 5.2.5 dans le fascicule "Présentation d'ensemble" de la série dispositions communes pour la définition des situations de projet, des cas de charge et des combinaisons d'actions.](#)

Pour le poids propre l'aspect favorable ou défavorable du poids propre du caisson et de son contenu peut être pris en compte, dans la terminologie de cette feuille de calculs, on considère que le poids propre est favorable par rapport au états-limites de glissement et de renversement (minoration du poids si favorable, majoration si défavorable)

Pour le niveau d'eau deux choix doivent être réalisés : les conditions de marée et le caractère principale ou accompagnement de l'action

Pour les autres actions variables trois choix sont possibles : action variable principale, action variable d'accompagnement ou action absente

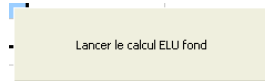
Le tableau en-dessous de celui où sont effectués les choix se remplit automatiquement en fonction des choix et des coefficients partiels introduits dans les différents tableaux de la feuille "données"

Remarque : si l'utilisateur le souhaite, il est possible d'introduire manuellement les coefficients, **cependant dans ce cas le tableau ne se remplira plus automatiquement aux utilisations suivantes**

Le nombre de combinaisons à vérifier peut être choisi

Le lancement de la vérification des combinaisons s'effectue en cliquant sur le bouton, l'utilisateur a la possibilité de choisir le nombre de combinaisons à étudier

Par exemple pour lancer la vérification des combinaisons ELU fondamentales



Le tableaux de résultats des calculs

Résultats de la vérification

combinaison	effort horizontal total calculé	résistance au glissement calculée	coefficient de modèle γ_d	Γ glissement	Proportion de semelle comprimée	Valeur mini	Γ décompression	q_{ad} calculé	q_{ad} (avec pondération sur les paramètres de sol)	q_{ad} (avec pondération de la résistance calculée)	coefficient de modèle (pond. Sur param de sol γ_m)	coefficient de modèle (pond sur résistance γ_R)	Γ pondération sur les paramètres de sol	Γ pondération sur la résistance calculée	q_{ad} pressiométrique	coefficient de modèle	Γ poinçonnement
1	150.6	318.2	1.2	1.761	100%	10%	10.000	110.77	89.14	126.94	1	1	0.806	1.146	567.28	1.00	5.121
2	103.8	128.6	1.2	1.033	100%	10%	10.000	46.70	35.38	50.38	1	1	0.768	1.079	302.03	1.00	6.468
3	116.7	128.6	1.2	0.918	100%	10%	10.000	49.94	25.03	35.65	1	1	0.501	0.714	245.46	1.00	4.915
4	120.9	157.5	1.2	1.086	100%	10%	10.000	58.59	40.09	57.09	1	1	0.684	0.974	326.87	1.00	5.579
5	165.6	370.2	1.2	1.863	100%	10%	10.000	130.62	94.77	134.96	1	1	0.725	1.033	593.45	1.00	4.543
6	207.7	366.2	1.2	1.469	100%	10%	10.000	174.12	70.61	100.55	1	1	0.406	0.577	479.41	1.00	2.753
7	113.7	261.9	1.2	1.920	-100%	10%	10.000	91.41	97.73	139.18	1	1	1.069	1.523	607.15	1.00	6.642
8	118.8	253.3	1.2	1.777	100%	10%	10.000	90.81	90.05	128.24	1	1	0.992	1.412	571.56	1.00	6.294
9	-	-	1.2	-	-	10%	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1.00	-
10	-	-	1.2	-	-	10%	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1.00	-
(Négatif-moment de renversement du bassin vers le terre-plein, vérifier les paramètres)																	
En cas de renversement le calcul de la portion de semelle comprimée, et de la portance ne peuvent pas être réalisés																	

Le tableau de résultats pour l'ELU fondamental a été donné à titre d'exemple

Ce tableau se remplit automatiquement :

Les valeurs des coefficients de modèle sont récupérées dans la feuille données

Les valeurs des efforts calculés et des résistances sont obtenues à partir des calculs effectués dans le cadre de chaque combinaison

Les facteurs de dimensionnement (force résistance/(γ_d *force calculée) ou portion de semelle devant rester comprimée/portion comprimée calculée) sont calculés automatiquement à partir des éléments précédemment indiqués

La stabilité est vérifiée lorsque tous les facteurs de dimensionnement Γ sont supérieurs ou égaux à 1 (ils apparaissent alors sur fond vert dans le tableau), lorsqu'un facteur de dimensionnement est inférieur à 1 il y a une instabilité pour une combinaison dans l'état limite vérifié, le facteur apparaît sur fond rouge.

METHODES DE CALCUL

Conventions de signe

- Les profondeurs sont croissantes vers le bas, sur le graphique la profondeur (z) nulle est fixée à la cote du terre plein
- Les efforts horizontaux et pressions dirigés du terre-plein vers le bassin sont comptés positivement
- Les moments entraînant un basculement du haut du caisson du terre-plein vers le bassin sont comptés positivement
- Les efforts verticaux dirigés vers le bas sont comptés positivement

Unités utilisées

- Tous les calculs sont effectués en considérant une tranche d'ouvrage d'1 m de long
- Les distances sont mesurées en mètre
- Les efforts sont calculés en kN
- Les pression sont exprimées en kN/m² (kPa)
- Les densités de sol sont exprimées en kN/m³

Calcul de l'action du sol

- La plupart des quais en caisson étant remblayés avec des matériaux perméables, l'ensemble des calculs est réalisé en considérant seulement la situation à long terme, cependant dans le cas où l'ouvrage doit être réalisé dans des sols peu perméables et/ou cohérents il appartient à l'utilisateur d'envisager un calcul court terme avec les moyens et méthodes appropriés.
- La contrainte verticale totale (σ_v) dans le massif soutenu est calculée en considérant la charge répartie en surface de terre-plein, la densité humide du sol au-dessus de la nappe et la densité saturée du sol en-dessous de la nappe
- La pression d'eau (u) est calculée de part et d'autre de l'ouvrage en considérant qu'il n'y a pas d'écoulement (pression hydrostatique)
- La contrainte verticale effective (σ'_v) est calculée en retranchant la pression d'eau de la contrainte verticale totale ($\sigma'_v = \sigma_v - u$)
- La contrainte horizontale effective est calculée en multipliant la contrainte verticale effective par la composante horizontale du coefficient de poussée et en retranchant le terme de cohésion ($\sigma'_h = \sigma'_v * K_{ah} - C$)
- La contrainte horizontale supplémentaire liée à la charge linéique sur le terre-plein est calculée par la méthode simplifiée de Boussinesq-Graux (3.4.2.2 dans le fascicule "Actions du terrain" de la série "Actions")
- La contrainte horizontale totale σ_h est la somme de la contrainte horizontale effective de la pression intersticielle et de la contrainte horizontale supplémentaire générée par la charge linéique sur terre-plein

Le calcul de l'action du sol est réalisé en découpant le terrain soutenu en 100 tranches horizontales et en calculant les différentes contraintes au niveau de chaque tranche.

La valeur de calcul de la poussée à l'ELU fondamental est obtenue en pondérant le coefficient de poussée K_a (obtenu avec les valeurs caractéristiques des paramètres de sol) par 1.2, dans les autres cas, la valeur de K_a obtenue avec les valeurs caractéristiques des paramètres de sol est utilisée

Calcul de la stabilité au glissement

La résistance au glissement est calculée à partir de la valeur de calcul des efforts verticaux sur l'ouvrage (valeurs pondérées du poids propre à l'ELU, des descentes de charges des différentes actions sur l'ouvrage, de la pression de l'eau sous l'ouvrage, des frottements terrains soutenu/ouvrage)

La résultante des efforts verticaux est calculée est multipliée par la valeur de calcul du frottement structure/sol, l'effet d'adhérence liée à la cohésion du sol portant est ajouté sur la surface de fondation comprimée.

On rappellera que la butée du sol en avant de l'ouvrage est négligée par sécurité dans l'ensemble des calculs et plus particulièrement pour la stabilité de l'ouvrage au glissement.

Calcul de décompression du sol de fondation

La portion de sol comprimée sous l'ouvrage est calculée avec la méthode de Navier comme préconisé par ROSA 2000 ([7.2.1 fascicule "Quai Poids" dans la série "Ouvrages"](#))

Calcul de la portance de la fondation

La contrainte de référence (q_{ref}) est calculée selon la méthode de Meyerhof ([6.1.3 fascicule "Quais poids" série "ouvrages"](#))

La capacité portante du sol est calculée à partir des paramètres de sol (méthode basée sur les essais en laboratoire ([4.2.2 fascicule "Valeurs représentatives des résistances" dans la série "dispositions communes"](#)), les paramètres N_c , N_q , N_γ , s_c , s_q , s_γ ... sont calculés avec les formules de la NF EN 1997-1.

A l'ELU fondamental la valeur de calcul de la capacité portante du sol est obtenue de deux façons : en pondérant les paramètres de sol (ϕ' et c') ou bien en pondérant la valeur de la capacité portante obtenue avec les valeurs caractéristiques des paramètres de sol.

Il est également possible de calculer la capacité portante de la fondation à partir des résultats des essais pressiométriques p_l , p_o , D_e , la méthode de calcul est basée sur le contenu de ROSA 2000 ([4.2.1 fascicule "Valeurs représentatives des résistances" dans la série "dispositions communes"](#))

Description géométrique de l'ouvrage		
Cote du terre plein (haut du caisson)	8	CM
Cote du pied du caisson	0	CM
Largeur en haut du caisson	2	m
Largeur en bas du caisson	2,2	m
Cote de dragage (valeur caractéristique)	4	CM
Cote de dragage (valeur de calcul)	4	CM
Longueur du quai	200	m
Densité moyenne du caisson (béton+remplissage)	25.00	kN/m³

Calcul rapide de la densité moyenne de l'ouvrage (à partir d'une vue en coupe), valeur non déjaugée, tranche de 1m		
Surface occupée par les parties en béton	16,8	m²
densité du béton	25	kN/m³
Surface occupée par le remblai	0	m²
densité du remblai	0	kN/m³
Surface occupée par d'autres matériaux	0	m²
densité des matériaux	0	kN/m³
surface totale	16,8	m²
Poids total	420	kN
Densité moyenne	25,000	kN/m³

Code de couleur des cellules
Cellule à ne pas remplir (indication ou calcul automatique)
Cellule à remplir
Cellule avec calcul automatique mais à remplir si nécessaire
Attention une fois remplie manuellement le calcul automatique ne se fait plus

Description des niveaux d'eau							
Niveaux caractéristiques (NW _c)	MB	MH		Niveaux fréquents (NW _f)	MB	MH	
Niveau caractéristique dans le terre-plein	5	7,5	CM	Niveau fréquent dans le terre-plein	5	7,5	CM
Niveau caractéristique dans le bassin	4	7	CM	Niveau fréquent dans le bassin	4	7	CM
Niveaux de calcul (NW _c)				Niveaux quasi-permanents (NW _{qp})			
Niveau de calcul dans le terre-plein	5	7,5	CM	Niveau quasi-permanent dans le terre-plein	5	7,5	CM
niveau de calcul dans le bassin	4	7	CM	Niveau quasi-permanent dans le bassin	4	7	CM
Répartition de la pression sous l'ouvrage							

Description du sol retenu										
Pondération sur la poussée du sol ELU fond		1,2								
numéro de couche (de haut en bas)	épaisseur (m)	densité humide (kN/m³)	densité saturé (kN/m³)	φ' (deg)	c' (kPa)	δ/φ'	K _a	K _{ah}	K _{av}	C
1	3	18	21	25	0	0	0,4059	0,41	0	0
2	3	18	21	30	0	0	0,3333	0,33	0	0
3	6	18	21	35	10	0	0,2710	0,27	0	10,41
4							1,0000	1	0	0
5							1,0000	1	0	0

Description du sol de fondation							Description du sol de fondation par essais pressiométriques			
Angle de frottement interne ϕ'	35	deg		Frottement sol/caisson (pourcentage de ϕ')	100,00%	Coef part sur angle frottement caisson/sol	1	pl	10000	kPa
Cohésion c'	10	kPa		Adhérence sol/caisson (pourcentage de c')	100,00%	Coef part sur l'adhérence sol-caisson	1	P_o	1	kPa
Densité	18	kN/m ³		Coefficient sur la portance calculée (ELU fond)	1,4	frottement sol-caisson pondéré	35,00	D_e	1	m
Pondération de c' et de $\tan(\phi')$ pour le calcul de portance	1,2	-		Coefficient sur la portance calculée (ELS rare)	3	Adhérence sol caisson pondérée	10,00	type et classe de sol		

Description des charges appliquées sur l'ouvrage			γ _{action}	Ψ ₀	Ψ _i	Ψ _z
Surcharge répartie sur terre plein	10	kPa	1,3	0,77	0,6	0,4
Surcharge répartie sur le caisson	10	kPa	1,3	0,77	0,6	0,4
Surcharge linéique sur terre plein	0	kN/ml	1,3	0,77	0,6	0,4
Position de la surcharge par rapport à l'arrière du caisson	0	m				
Surcharge linéique sur le caisson	0	kN/ml	1,3	0,77	0,6	0,4
Position de la surcharge linéique sur le caisson	1	m				
Charge linéique verticale de l'outillage	0	kN/ml	1,35	0,77	0,65	0,5
Charge linéique horizontale de l'outillage	0	kN/ml				
Position du rail (distance horizontale/pied du caisson)	1	m				
Effort linéique horizontal d'amarrage	3,5	kN/ml	1,5	0,66	0,2	0
Moment linéique apporté par les bollards (moment au pied des bollards)	0	kN.m/ml				

Coefficients de modèle	ELU fond	ELS Rare	ELS quasi-permanent
Stabilité vis-à-vis du glissement	1,1	-	-
décompression de la fondation	10%	75%	90%
poinçonnement de la fondation (pondération sur les paramètres de sol)	1,2	-	-
poinçonnement de la fondation (pondération sur la résistance calculée)	1,4	1	-

Valeur différente de celle proposée par ROSA 2000 (valeur par défaut)

Imprimer cette page

Nom du dossier	11.51_PREDIM-AMARRAGE
Auteur	SLD
Service	
Commentaires	version c

L'utilisateur est invité à lire le contenu de la feuille d'introduction et à s'assurer que les hypothèses de calcul sont compatibles avec le cas étudié

	Combinaison	Poids propre	Niveau d'eau	Pression de l'eau	Charge répartie sur terre-plein	Charge répartie sur caisson	Charge linéique sur terre-plein	Charge linéique sur caisson	Outillage sur rail	amarrage
Combinaison choix du caractère des différentes actions	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
	9									
	10									

	combinaison	coef part	niveau d'eau (cotes CM)		charge répartie sur terre-plein (coef)	charge répartie sur caisson (coef)	charge linéique sur terre-plein (coef)	charge linéique sur caisson (coef)	outillage sur rail (coef)	amarrage (coef)
			Côté tp	Côté bassin						
Valeurs des coefficients partiels ou du niveau d'eau	1	0,9	5	4						
	2	0,9	7,5	7						
	3	0,9	5	4	1,30	1,30				1,50
	4	0,9	7,5	7	1,30	1,30				1,50
	5	0,9	5	4						
	6	0,9	5	4						
	7	0,9	5	4						
	8	0,9	5	4						
	9	0,9	5	4						
	10	0,9	5	4						

Nom du dossier	11.51_PREDIM-AMARRAGE
Auteur	SLD
Service	
Commentaires	version c

Effectuer la vérification jusqu'à la combinaison n°

Lancer le calcul ELU fond

Données correctes

Voir le graphique pour la combinaison n°

Visualiser

Imprimer cette page

L'utilisateur est invité à lire le contenu de la feuille d'introduction et à s'assurer que les hypothèses de calcul sont compatibles avec le cas étudié

Résultats de la vérification

combinaison	effort horizontal total calculé (kN)	résistance au glissement calculée (kN)	coefficient de modèle γ_d	Γ glissement	Proportion de semelle comprimée	Valeur mini	Γ décompression	q_{rel} calculé (kPa)	q_{ud} (avec pondération sur les paramètres de sol) (kPa)	q_{us} (avec pondération de la résistance calculée) (kPa)	coefficient de modèle (pond. Sur param de sol γ_m)	coefficient de modèle (pond sur résistance γ_R)	Γ pondération sur les paramètres de sol	Γ pondération sur la résistance calculée	q_{us} pressiométrique (kPa)	coefficient de modèle	Γ poinçonnement
1	45,0	217,4	1,1	4,390	100%	10%	10,000	177,10	746,99	978,31	1,2	1,4	3,515	3,946	5481,21	1,40	22,106
2	36,3	170,2	1,1	4,268	78%	10%	7,828	190,31	713,49	928,61	1,2	1,4	3,124	3,485	5421,44	1,40	20,348
3	50,3	234,1	1,1	4,235	93%	10%	9,342	222,59	729,16	953,16	1,2	1,4	2,730	3,059	5436,31	1,40	17,445
4	41,5	185,3	1,1	4,058	64%	10%	6,393	260,75	683,10	885,17	1,2	1,4	2,183	2,425	5372,19	1,40	14,716
5	-	-	1,1	-	-	10%	-	-	-	-	1,2	1,4	-	-	-	1,40	-
6	-	-	1,1	-	-	10%	-	-	-	-	1,2	1,4	-	-	-	1,40	-
7	-	-	1,1	-	-	10%	-	-	-	-	1,2	1,4	-	-	-	1,40	-
8	-	-	1,1	-	-	10%	-	-	-	-	1,2	1,4	-	-	-	1,40	-
9	-	-	1,1	-	-	10%	-	-	-	-	1,2	1,4	-	-	-	1,40	-
10	-	-	1,1	-	-	10%	-	-	-	-	1,2	1,4	-	-	-	1,40	-

(Négatif=moment de renversement du bassin vers le terre-plein, vérifier les paramètres)

En cas de renversement le calcul de la portion de semelle comprimée, et de la portance ne peuvent pas être réalisés

	Combinaison	Niveau d'eau	Pression de l'eau	Charge répartie sur terre-plein	Charge répartie sur caisson	Charge linéique sur terre-plein	Charge linéique sur caisson	Outillage sur rail	amarrage
Combinaisons, choix du caractère des différents actions	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								

		Poids propre (pour mémoire)	niveau d'eau (cotes CM)		charge répartie sur terre-plein (coef)	charge répartie sur caisson (coef)	charge linéique sur terre-plein (coef)	charge linéique sur caisson (coef)	outillage sur rail (coef)	amarrage (coef)
			Côté tp	Côté bassin						
Valeurs des coefficients partiels ou des niveaux d'eau	1	1	5	4						
	2	1	7,5	7						
	3	1	5	4	1,00	1,00				1,00
	4	1	7,5	7	1,00	1,00				1,00
	5	1	5	4						
	6	1	5	4						
	7	1	5	4						
	8	1	5	4						
	9	1	5	4						
	10	1	5	4						

Nom du dossier	11.51_PREDIM-AMARRAGE
Auteur	SLD
Service	
Commentaires	version c

Effectuer les vérification jusqu'à la combinaison n°

Lancer le calcul ELS rare

Données correctes

Voir le graphique pour la combinaison n°

Visualiser

Résultats de la vérification

Combinaison	Portion de semelle comprimée	Valeur mini	Γ décompression	q _{ref} calculé (kPa)	q _{ud} calculé (kPa)	Coef modèle (γ _e)	Γ poinçonnement	q _{ud} pressiométrique (kPa)	coefficient de modèle	Γ poinçonnement
1	100%	75%	1.333	192.22	477.02	1,00	2.482	2688,28	1,00	13.99
2	91%	75%	1.212	195.34	471.46	1,00	2.414	2694,78	1,00	13.80
3	100%	75%	1.333	220.21	473.98	1,00	2.152	2675,48	1,00	12.15
4	82%	75%	1.100	231.83	458.80	1,00	1.979	2678,73	1,00	11.55
5	-	75%	-	-	-	1,00	-	-	1,00	-
6	-	75%	-	-	-	1,00	-	-	1,00	-
7	-	75%	-	-	-	1,00	-	-	1,00	-
8	-	75%	-	-	-	1,00	-	-	1,00	-
9	-	75%	-	-	-	1,00	-	-	1,00	-
10	-	75%	-	-	-	1,00	-	-	1,00	-

(Négatif=moment de renversement du bassin vers le terre-plein, vérifier les paramètres)

Imprimer cette page

L'utilisateur est invité à lire le contenu de la feuille d'introduction et à s'assurer que les hypothèses de calcul sont compatibles avec le cas étudié

	combinaison	Niveau d'eau	Charge répartie sur terre-plein	Charge répartie sur caisson	Charge linéique sur terre-plein	Charge linéique sur caisson	Outillage sur rail	amarrage
Combinaisons, choix du caractère des différents actions	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							

	Combinaison	Poids propre (coef pour mémoire)	Niveau d'eau (Cotes CM)		charge répartie sur terre-plein (coef)	charge répartie sur caisson (coef)	charge linéique sur terre-plein (coef)	charge linéique sur caisson (coef)	outillage sur rail (coef)	amarrage (coef)
			Côté terre plein	Côté bassin						
Valeurs des coefficients partiels ou des niveaux d'eau	1	1	5	4						
	2	1	7,5	7						
	3	1	5	4	0,40	0,40				
	4	1	7,5	7	0,40	0,40				
	5	1	7,5	7						
	6	1	7,5	7						
	7	1	7,5	7						
	8	1	7,5	7						
	9	1	7,5	7						
	10	1	7,5	7						

Effectuer la vérification jusqu'à la combinaison n°

Lancer le calcul à l'ELS quasi-permanent

Données correctes

L'utilisateur est invité à lire le contenu de la feuille d'introduction et à s'assurer que les hypothèses de calcul sont compatibles avec le cas étudié

Résultats de la vérification

Combinaison	Portion de semelle comprimée	Valeur mini	Γ décompression
1	100%	90%	1,111
2	91%	90%	1,010
3	100%	90%	1,111
4	93%	90%	1,034
5	-	90%	-
6	-	90%	-
7	-	90%	-
8	-	90%	-
9	-	90%	-
10	-	90%	-

(Négatif=moment de renversement du bassin vers le terre-plein, vérifier les paramètres)

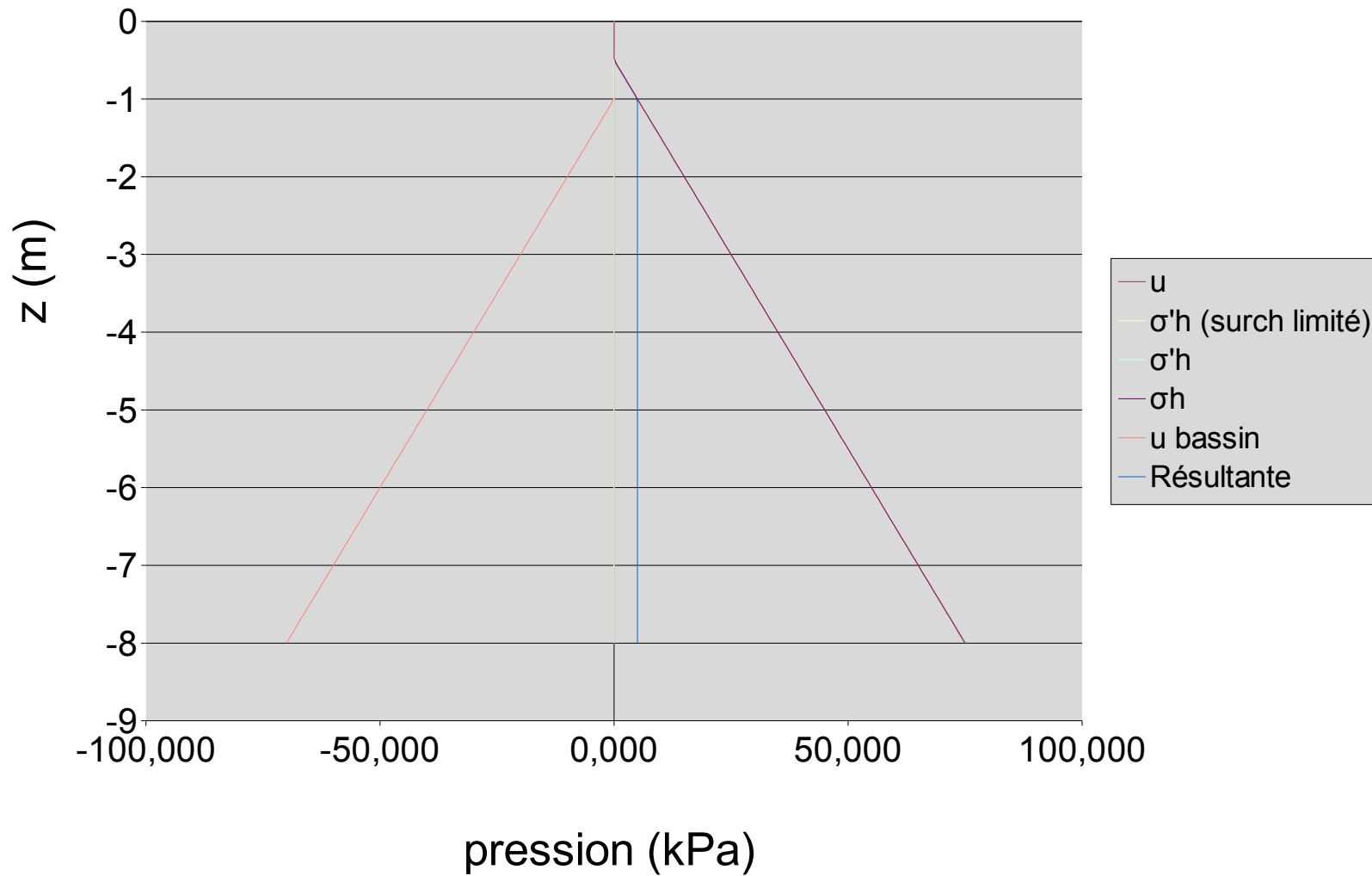
Voir le graphique pour la combinaison n°

Visualiser

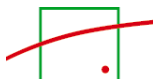
Nom du dossier	11.51_PREDIM-AMARRAGE
Auteur	SLD
Service	
Commentaires	version c

Imprimer cette page

Pressions horizontales sur le caisson



ANNEXE 9 : VERIFICATION DE LA STABILITE DU MASSIF D'AMARRAGE EN BETON AU DROIT D'UNE BERGE NATURELLE



Vérification de la stabilité pour la retenue normale pratiquée

1. Caractéristique du massif d'amarrage

Longueur (m)	1,50
Largeur (m)	1,50
Hauteur (m)	1,50
Poids volumique du béton (kN/m3)	25,00
Poids volumique déjaugé (kN/m3)	15,00

2. Niveau d'eau (cotes NGF)

Retenue Normale Pratiquée	48,00
Niveau de crue	50,00
Niveau d'eau retenu	48,00

3. Caractéristiques des terres

Poids volumique humide (kN/m³)	18
Poids volumique saturé (kN/m³)	21
Poids volumique eau (kN/m³)	10
Poids volumique déjaugé (kN/m³)	11

4. Poids du béton

i) massif

Arase supérieure du massif (cotes NGF)	50,00
Arase inférieure du massif (cotes NGF)	48,50
Poids du massif au mètre linéaire (kN.ml)	56,25

ii) semelle

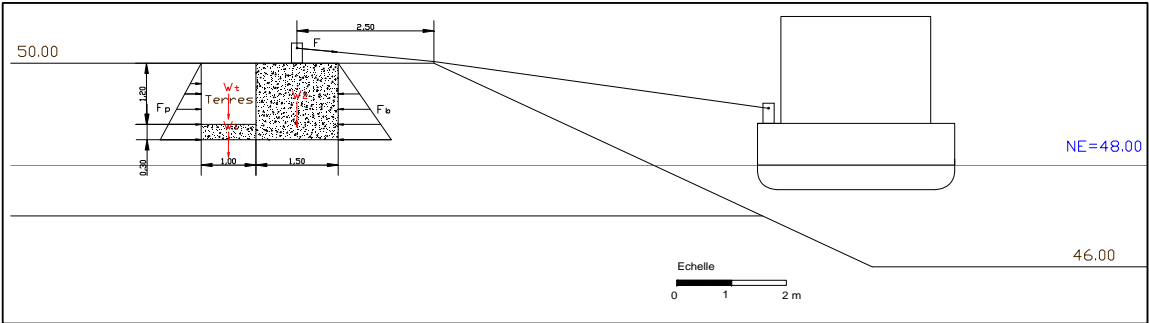
longueur semelle :	1,00
hauteur semelle :	0,30
Poids de la semelle au mètre linéaire (kN.ml)	7,50

5. Poids des terres sur semelle

longueur terres sur semelle :	1,00
largeur terres sur semelle	1,20
Poids des terres sur la semelle (kN.ml) :	21,60

6. Coefficient de poussée et de butée des terres

Angle de frottement interne à long terme (°) =	25,00
Ka =	0,406
Kp =	2,464



$$Ka = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$Kp = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)$$

Ka

Kp

φ' = 25°
φ' = 30°
φ' = 35°

0,406	2,464
0,333	3,000
0,271	3,690

Vérification de la stabilité pour la retenue normale pratiquée

	Contraintes verticales			Contraintes horizontales
	contrainte totale (kPa)	pression intersticielle (kPa)	contrainte effective (kPa)	contrainte effective (kPa) * Ka
A Z = arase supérieure du massif	0 : le niveau d'eau est sous le massif	0	0 : le niveau d'eau est sous le massif	0
A Z = arase inférieure du massif	27	0,00	27	10,96

	Contraintes verticales			Contraintes horizontales
	contrainte totale (kPa)	pression intersticielle (kPa)	contrainte effective (kPa)	contrainte effective (kPa) * Kp
A Z = arase supérieure du massif	0 : le niveau d'eau est sous le massif	0	0 : le niveau d'eau est sous le massif	0
A Z = arase inférieure du massif	27	0,00	27	66,53

7. Efforts et moments

Direction des charges	Nature des charges	charges en kN	Bras de levier	Moment / extrem aval (kN.m/ml)
Charges verticales	Massif	56,25	0,75	-42,19
	Semelle	7,50	2,00	-15,00
	Terres	21,60	2,00	-43,20
	Total vertical	85,35		
Charges horizontales				
	Amarrage	36,67	1,50	55,00
Force de poussée	F1	8,22	0,50	4,11
	F2	0	0	0,00
	F3	0	0	0,00
Force de butée	F4	-49,90	0,50	-24,95
	F5	0	0	0,00
	F6	0	0	0,00
	Total horizontal	-5,01		

Vérification de la stabilité au renversement

Il faut : $F = (\text{Moment } F_{\text{rés}} / \text{Moment } F_{\text{mot}}) > 1,5$

Somme des moments moteurs (kN.m) = 59,11

Somme des moments résistants (kN.m) = -125,34

$$F = 2,1204$$

condition vérifiée

Vérification de la stabilité au glissement plan

Angle de frottement du sol de fondation : $\phi' (^{\circ}) = 25$

Il faut : $F = (R_v \times \tan(\phi') / R_H) > 1,5$

$$R_v (\text{kN}) = 85,35$$

$$R_H (\text{kN}) = 5,01$$

$$F = 7,9474$$

condition vérifiée

Vérification de la stabilité pour un niveau de crue (massif immergé)

1. Caractéristiques du massif d'amarrage

Longueur (m)	1,50
Largeur (m)	1,50
Hauteur (m)	1,50
Poids volumique du béton (kN/m3)	25,00
Poids volumique déjaugé (kN/m3)	15,00

2. Niveau d'eau (cotes NGF)

Retenue Normale Pratiquée	48,00
Niveau de crue centennale	50,00
Niveau d'eau retenu	50,00

3. Caractéristiques des terres

Poids volumique humide (kN/m³)	18
Poids volumique saturé (kN/m³)	21
Poids volumique eau (kN/m³)	10
Poids volumique déjaugé (kN/m³)	11

4. Poids du béton

i) massif

Arase supérieure du massif (cotes NGF)	50,00
Arase inférieure du massif (cotes NGF)	48,50
Poids du massif au mètre linéaire (kN.ml)	33,75

ii) semelle

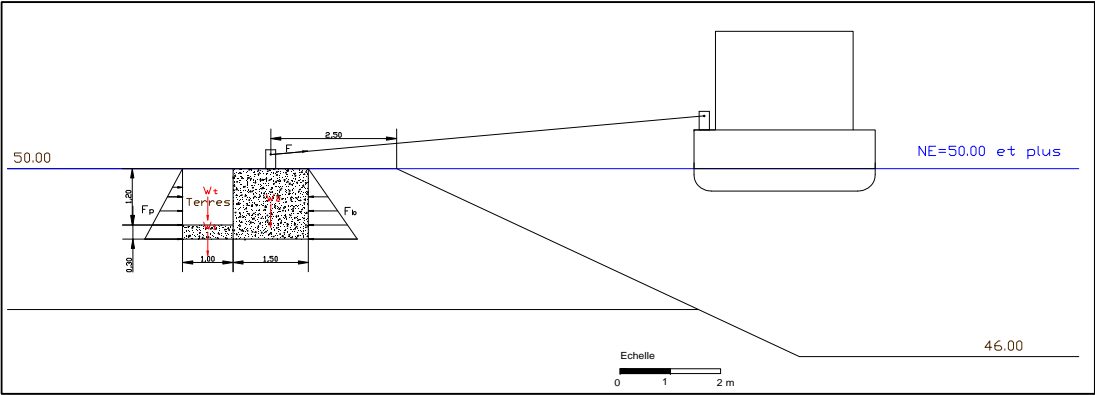
longueur semelle :	1,00
hauteur semelle :	0,30
Poids de la semelle au mètre linéaire (kN.ml)	4,50

5. Poids des terres sur semelle

longueur terres sur semelle :	1,00
largeur terres sur semelle	1,20
Poids des terres sur la semelle (kN.ml) :	13,20

6. Coefficient de poussée et de butée des terres

Angle de frottement interne à long terme (°) =	25,00
Ka =	0,406
Kp =	2,464



$$Ka = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$$

$$Kp = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$$

Ka

Kp

$\varphi' = 25^\circ$
$\varphi' = 30^\circ$
$\varphi' = 35^\circ$

0,406	2,464
0,333	3,000
0,271	3,690

Vérification de la stabilité pour un niveau de crue (massif immergé)

	Contraintes verticales			Contraintes horizontales
	contrainte totale (kPa)	pression intersticielle (kPa)	contrainte effective (kPa)	contrainte effective (kPa) * Ka
A Z = arase supérieure du massif	0,00	0	0,00	0
A Z = arase inférieure du massif	31,5	15,00	16,5	6,70

	Contraintes verticales			Contraintes horizontales
	contrainte totale (kPa)	pression intersticielle (kPa)	contrainte effective (kPa)	contrainte effective (kPa) * Kp
A Z = arase supérieure du massif	0,00	0	0,00	0
A Z = arase inférieure du massif	31,5	15,00	16,5	40,66

7. Efforts et moments

Direction des charges	Nature des charges	charges en kN	Bras de levier	Moment / extrem aval (kN.m/ml)
Charges verticales	Massif	33,75	0,75	-25,31
	Semelle	4,50	2,00	-9,00
	Terres	13,20	2,00	-26,40
	Total vertical	51,45		
Charges horizontales				
	Amarrage	36,67	1,50	55,00
Force de poussée	F1	0,00	1,50	0,00
	F2	0,00	0,75	0,00
	F3	5,02	0,50	2,51
Force de butée	F4	0,00	1,50	0,00
	F5	0,00	0,75	0,00
	F6	-30,49	0,50	-15,25
	Total horizontal	11,20		

Vérification de la stabilité au renversement

Il faut : $F = (\text{Moment } F_{\text{rés}} / \text{Moment } F_{\text{mol}}) > 1,5$

Somme des moments moteurs (kN.m) = 57,51

Somme des moments résistants (kN.m) = -75,96

$$F = 1,3207$$

condition non vérifiée

Le coefficient de sécurité est inférieur à 1,5. Néanmoins pour un niveau de crue, la valeur du coefficient de sécurité supérieure à 1,2 est acceptable.

Vérification de la stabilité au glissement plan

Angle de frottement du sol de fondation : ϕ' (°) 25

Il faut : $F = (R_v \times \tan(\phi') / R_H) > 1,5$

R_v (kN) = 51,45

R_H (kN) = 11,20

$$F = 2,1423$$

condition vérifiée