

Ingénierie, innovation et développement durable

Éléments de correction

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION

Mur de piscine amovible



Partie A. Choix de l'actionneur du mur amovible

Question 26. Par la méthode de votre choix, **estimer** la course minimale du vérin C_{min} assurant le passage de la position verticale à la position horizontale du mur amovible.

La course minimale est : $C_{min} = \sqrt{(545+800)^2 + 800^2} - 545 \approx 1020 \text{ mm}$

Question 27. **Conclure** sur le respect de l'exigence d'encombrement relative au mur amovible pliable pour le bassin de 33 m.

L'exigence d'encombrement ne sera pas respectée, car l'encombrement du vérin sera supérieur à $2C_{min} > 2\text{m}$ or l'exigence impose dans le plan (\vec{y}_0, \vec{z}_0) de rester dans un rectangle de dimensions : 2 m (Hauteur) et 1,5 m (Largeur).

Question 28. En étudiant l'équilibre du mur, **écrire** la relation entre le volume d'eau contenue dans le ballast $V_{eau-bal}$, la masse du mur M_{mur} , son volume immergé V_{im} et la masse volumique de l'eau.

Le théorème de la résultante statique appliqué au mur en projection sur \vec{z}_0 donne la relation scalaire suivante : $\rho_{eau} V_{im} g - (M_{mur} + \rho_{eau} V_{eau-bal}) g = 0$.

$$\rho_{eau} V_{im} - (M_{mur} + \rho_{eau} V_{eau-bal}) = 0$$

$$\rho_{eau} V_{im} = M_{mur} + \rho_{eau} V_{eau-bal}$$

Question 29. **Expliquer** qualitativement ce qu'il se passe quand on remplace progressivement l'eau contenue dans le ballast par de l'air.

En remplaçant l'eau par l'air dans le ballast, alors $\rho_{eau} V_{im} > M_{mur} + \rho_{eau} V_{eau-bal}$ donc le mur remonte.

Si on augmente la quantité d'eau dans le ballast alors le mur descend.

Question 30. À partir des informations données et des exigences du **DT2 - Diagramme d'exigences bassin 33 m**, compléter le tableau du document réponse **DRS1** et justifier le choix d'un motoréducteur pour la motorisation du mur pliable du bassin de 33 m.

	Exigence 5.1.2 : La longueur du bassin doit pouvoir être modifiée avec et sans eau	Exigence 5.3.1 : L'encombrement de l'actionneur doit être limité à un parallélépipède de hauteur $H = 2 \text{ m}$, de largeur $L = 1,5 \text{ m}$ et de profondeur $P = 1,5 \text{ m}$
Actionneur type ballast	Non	Oui
Actionneur type vérin hydraulique	Oui	Non
Actionneur type moteur électrique et réducteur à engrenages	Oui	Oui

Seul l'actionneur type moteur électrique et réducteur à engrenages permet de répondre à ces deux exigences ce qui justifie ce choix.

Partie B. Choix du moteur et implantation du motoréducteur

Question 31. **Relever** la valeur maximale du couple. **Préciser** à quelle position du mur correspond ce couple maxi.

La valeur maximale du couple maximal est : $C_{max} = 62 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Ce couple maxi correspond à la position horizontale (abaissée) du mur.

Question 32. La mise en mouvement du mur est réalisée par deux motoréducteurs identiques. Chaque réducteur a un rendement de 38% et une réduction de 11467, **calculer** la puissance nécessaire du moteur pour entraîner le mur pliable.

Détermination de la puissance maxi pour déplacer le mur :

$$P_{\max} = C_{\max} \omega_{1/0\max} = 62 \cdot 10^3 \cdot 0,124 \cdot \frac{2\pi}{60} = 805 \text{ W}$$

La puissance maxi pour chaque moteur : $P_{\text{mot max}} = \frac{1}{2} P_{\max} \frac{1}{0,38} \approx 1,06 \text{ kW}$

Question 33. **Choisir** un moteur frein dans le document **DTS2** permettant de minimiser la masse.

Il faut : $P_{\text{mot max}} = 1,06 \text{ kW}$ et $\omega_{\text{mot max}} = 11467$ $\omega_{1/0\max} = 1422 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$

Pour minimiser la masse du moteur frein on choisit dans le document DTS2 le moteur LS 90 SL et le frein FFB2.

Question 34. Pour chaque montage, **écrire** la relation scalaire issue du théorème du moment statique en O en projection sur \vec{x}_0 traduisant l'équilibre de l'ensemble Σ .

Le théorème du moment statique en O appliqué l'ensemble Σ en projection sur \vec{x}_0 donne la relation scalaire suivante :

Pour le montage 1 : $C - L_1 \cdot Z_1 = 0$ soit $L_1 \cdot Z_1 = C$

Pour le montage 2 : $C + L_1 \cdot Z_2 = 0$ soit $L_1 \cdot Z_2 = -C$

Question 35. En justifiant votre réponse, **préciser** le sens du vecteur $\overrightarrow{R_{\text{bâti2} \rightarrow \text{SC}}}$ pour minimiser le risque d'arrachement des chevilles. **En déduire** le signe de Z_i et le montage à utiliser.

Pour minimiser le risque d'arrachement, il faut que les profilés en U (bâti2) soient soumis à de la compression donc il faut que $\overrightarrow{R_{\text{SC} \rightarrow \text{bâti2}}}$ soit suivant $(+\vec{x}_0)$.

Or $\overrightarrow{R_{\text{bâti2} \rightarrow \text{SC}}} = -\overrightarrow{R_{\text{SC} \rightarrow \text{bâti2}}}$ donc le sens du vecteur $\overrightarrow{R_{\text{bâti2} \rightarrow \text{SC}}}$ doit être suivant $(-\vec{x}_0)$.

Alors il faut $Z_i < 0$ donc il faut utiliser le montage 2.

Partie C. Solution technologique pour transmettre le couple et choix de matériau

Question 36. Sans calcul, **préciser** rapidement en quoi le clavetage affaiblit la résistance de l'arbre de transmission lors de la transmission du couple.

La rainure effectuée dans l'arbre de transmission affaiblit la résistance de l'arbre de transmission, car elle diminue la section de l'arbre et surtout engendre une concentration de contraintes.

Question 37. En utilisant le document **DTS3**, **relever** les valeurs des dimensions transversales de la clavette (h et b).

Avec $d_1 = 210 \text{ mm}$ on relève : $h = 28 \text{ mm}$ et $b = 50 \text{ mm}$.

Question 38. Si $h \ll d_1$ alors on peut écrire : $F = \frac{2C}{d_1}$. **Déterminer** la valeur numérique de l'effort maximal sur la clavette F permettant de transmettre le couple maximal.

Sachant que $h \ll d_1$ alors la valeur de l'effort maximal sur la clavette est :

$$F = \frac{2C}{d_1} = \frac{2 \cdot 33}{0,21} = 314,3 \text{ kN}$$

Question 39. Pour chaque critère (pression de matage et résistance au cisaillement), **déterminer** la valeur numérique de la longueur minimale de la clavette L_{\min} . **Conclure** sur le critère le plus prépondérant pour le dimensionnement de la clavette.

Critère de la pression de matage :

$$\frac{2F}{h \cdot L} \leq p_{adm} \quad \text{soit } L \geq \frac{2F}{h \cdot p_{adm}}$$

A.N. :

$$L_{min} = \frac{2 \cdot 314,3 \cdot 10^3}{28 \cdot 40} \approx 561,2 \text{ mm}$$

Critère de la contrainte de cisaillement :

$$\frac{F}{b \cdot L} \leq R_{pg} \quad \text{soit } L \geq \frac{F}{b \cdot R_{pg}}$$

A.N. :

$$L_{min} = \frac{314,3 \cdot 10^3}{50 \cdot 50} \approx 125,7 \text{ mm}$$

On constate que la longueur minimale de la clavette est plus importante avec le critère de la pression de matage donc ce critère est le plus prépondérant pour le dimensionnement de la clavette.

Question 40. En utilisant le document **DTS3**, préciser le nombre de clavettes identiques qu'il faudra installer et donner ses dimensions (h, b et l).

Pour une clavette : h=28 mm et b=50 mm le document DTS3 précise que les longueurs possibles sont : $l \in [140;160;180;200;220;250;280;320;360;400]$ mm . Donc il faudra utiliser 2 clavettes identiques.

La longueur d'une clavette est :

$$l_{min} = b + \frac{L_{min}}{2} = 50 + \frac{561,2}{2} \approx 330,6 \text{ mm}$$

Donc les dimensions de la clavette sont : h = 28 mm, b = 50 mm et l = 360 mm

Question 41. **Expliciter** la désignation de l'acier X2CrNiMo 17-12-2, en précisant en particulier le pourcentage des principaux éléments d'alliage. En utilisant le document **DTS4**, **justifier** que ce matériau est un acier inoxydable.

Désignation de X2CrNiMo 17-12-2 :

Acier fortement allié contenant 0,02% de Carbone, 17% de chrome, 12% de Nickel et 2% de Molybdène.

Ce matériau est un acier inoxydable, car son pourcentage de Chrome est supérieur à 10,5.

Question 42. À partir des informations données dans le **DTS4**, **préciser** en quoi le choix de ce matériau est pertinent pour la réalisation de la structure du mur amovible pliable.

Comme indiqué dans le DTS4, l'acier inoxydable X2CrNiMo 17-12-2 se soude facilement, il a une excellente résistance à la corrosion donc le choix de ce matériau correspond aux contraintes imposées pour le mur amovible (structure mécano soudée évoluant dans l'eau d'une piscine).