SIC 2015
Corrigé

Question 1 Après avoir écrit la forme littérale, estimer numériquement l'énergie cinétique maximale du chariot chargé et non chargé (1,62 x 2,5).

Pour tout solide en translation : $E_c = \frac{1}{2} m V^2$

Chariot chargé : $m = 15000 kg \quad \rightarrow E_c = \frac{1}{2} \times 15\,000 \times 2,5^2 = 18\,750\, J$

Chariot non chargé : $m = 15000 - 4200 = 10800 kg \quad \rightarrow E_c = \frac{1}{2} \times 10800 \times 2,5^2 = 13500\, J$

Question 2 Après avoir écrit la forme littérale, estimer la variation maximale de l'énergie potentielle de gravité du chariot.

$\Delta E_p = m\, g \left(h_{max} - h_{min} \right) = 6000 \times 10 \times 6 = 36\, 10^4 \, J$

Question 3 Pour les déplacements à vitesse constante, estimer, en kJ, la consommation de traction sur un cycle.

Le document ressource 2 indique deux intervalles de temps à la vitesse de 1,6 m/s, l'un en charge et l'autre non, et deux à 0,5 m/s, en relevant la puissance correspondante sur la figure 4 du sujet, on en déduit :
Consommation énergétique de traction $= 1500 \times (55 + 45) + 4000 \times 80 + 3000 \times 90 = 740\, kJ$

Question 4 A partir des résultats précédents, estimer la consommation énergétique totale du cycle standard sans dispositif de récupération d'énergie. En déduire la puissance moyenne consommée.
Si on néglige la consommation durant la phase de décélération, la consommation totale correspond à la somme des énergies calculées :
Consommation totale=360 + 740 = 1100 kJ

La durée du cycle étant de 360s, la puissance moyenne est de :
Puissance moyenne = $\frac{1100}{360} = 3{,}05$ kW

Question 5 Quelles sont les énergies susceptibles d'être récupérées ?

On peut récupérer l'énergie de descente de l'outil et celle de freinage du chariot.

Question 6 Après avoir calculé la puissance moyenne délivrable par la batterie sur 8 heures, proposer une stratégie énergétique : récupération ou non de l'énergie, sur la fonction traction et ou levage ?

La batterie ne devant pas être déchargée à plus de 80%, la puissance délivrable sur 8 heures est :
Puissance moyenne délivrable = $\frac{620 \times 72 \times 0{,}8}{8} = \frac{620 \times 72}{8} = 4{,}464$ kW

Comme le taux d'utilisation du chariot est de 80% sur les huit heures, la puissance moyenne délivrable pour une utilisation à 80% est :
Puissance moyenne délivrable (80%) = 4,464 * 0,8 = 5,58 kW

L'énergie de la batterie utilisable est :
Energie utilisable (taux de décharge de 80%) = $620 \times 72 \times 0{,}8 \times 3600 = 128\,563$ kJ

La durée d'un cycle standard étant de 360s et le taux d'utilisation du chariot de 80%, le nombre de cycles sur huit heures est : $\frac{8*3600*0,8}{360}=64$, l'énergie nécessaire est donc de 64 000 kJ (d'après Q4).

L'énergie de la batterie est donc 2 fois supérieure à celle nécessaire.

Question 7 Le constructeur a décidé de récupérer l'énergie de freinage. Commenter cette décision.

La récupération de l'énergie est inutile.

Question 8 Déterminer les coordonnées X_G et Y_G du centre de gravité G de (E) dans ($I_3, \vec{x}, \vec{y}$) en fonction de M, m1, m2, X1, X2, y1, y2 et y(t).

$$\overrightarrow{I_3G}=\frac{m_1\overrightarrow{I_3G_1}+m_2\overrightarrow{I_3G_2}}{M}$$

$$\left|\begin{array}{l} x_G=\dfrac{m_1x_1+m_2x_2}{M} \\ y_G=\dfrac{m_1y_1+m_2\left(y(t)+y_2\right)}{M}\end{array}\right.$$

Question 9 En déduire l'expression du vecteur accélération de G par rapport à (0), $\overrightarrow{\gamma_{G/0}}$, dans la base () .

$$\overrightarrow{\gamma_{G/0}}=\frac{d^2\overrightarrow{OG}}{dt^2}=\frac{d^2\overrightarrow{OI_3}}{dt^2}+\frac{d^2\overrightarrow{I_3G}}{dt^2}=\ddot{x}(t)\vec{x}+\frac{m_2}{M}\ddot{y}(t)\vec{y}$$

Question 10 En appliquant le modèle de Coulomb et le principe fondamental de la dynamique sur (E) en résultante sur $\vec{x}$, déterminer une relation entre M, y, f et Y_4.

Bilan des actions mécaniques sur le chariot :

- le poids suivant $\vec{y}$
- l'action du sol en I3 suivant $\vec{y}$
- l'action du sol en I4 avec frottements

En résultante sur $\vec{x}$, l'équation de la dynamique s'écrit :

$$\left.\begin{array}{l} X_4=M\gamma \\ Y_4=f\,X_4\end{array}\right\}\quad M\gamma=\frac{Y_4}{f}$$

Question 11 Ecrire l'équation du principe fondamental de la dynamique sur (E), en moment et en I_3.

$$\overrightarrow{I_3G}\wedge(-Mg)\vec{z}+\overrightarrow{I_3I_4}\wedge\left(X_4\vec{x}+Y_4\vec{y}\right)=\overrightarrow{\delta_{I_3,E/0}}$$

Question 12 En déduire l'expression de l'accélération maximale lors de cette phase de freinage en marche arrière.

On en déduit la relation :

$$\overrightarrow{I_3G}\wedge(-Mg)\vec{z}+\overrightarrow{I_3I_4}\wedge\left(X_4\vec{x}+Y_4\vec{y}\right)=\overrightarrow{\delta_{I_3,E/0}}$$

$$\vec{\sigma}_{(G,E/0)}=\vec{0}$$

$$\vec{\delta}_{(G,E/0)}=\vec{0}$$

$$\overrightarrow{\delta_{I_3,E/0}}=\vec{\delta}_{(G,E/0)}+\overrightarrow{I_3G}\wedge M\cdot\gamma(t)\vec{x}=\left(x_G\vec{x}+y_G\vec{y}\right)\wedge M\cdot\gamma(t)\vec{x}=-M\cdot y_G\,\gamma(t)\vec{x}$$

On en déduit la relation en projection sur :

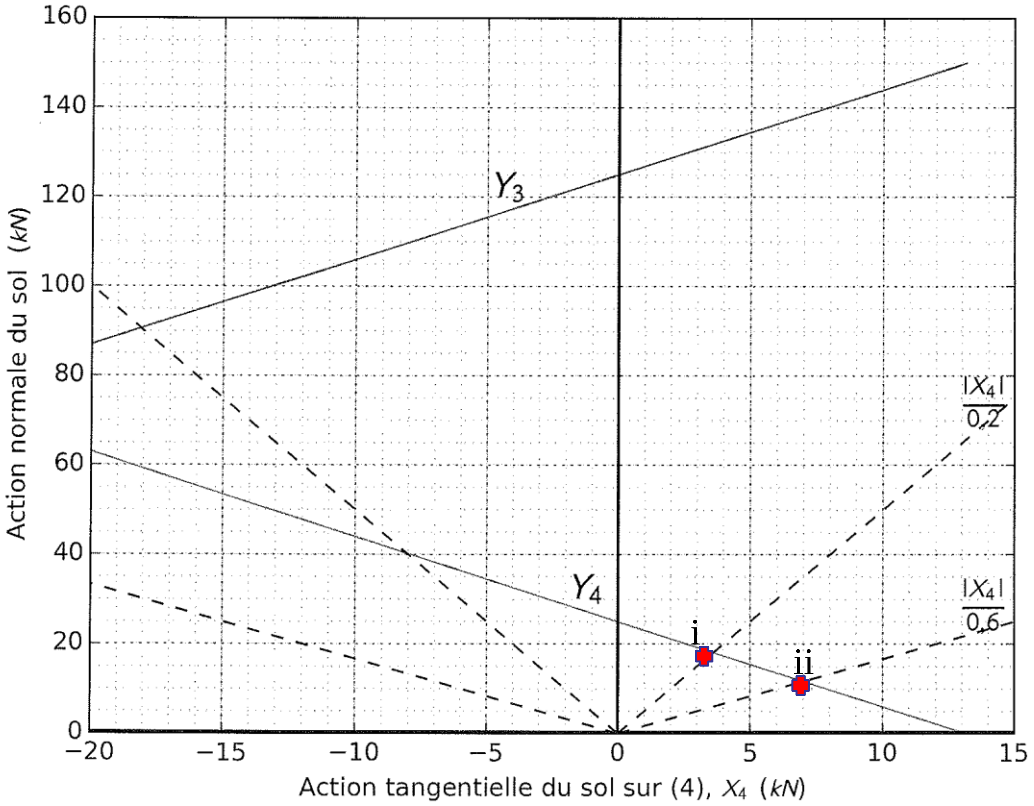
$$-Mg\,x_G+L\,Y_4=-M\cdot y_G\,\gamma(t)$$

En reprenant le résultat de la question 10, on obtient :

$$-Mg\,x_G + L\,M\,f \cdot \gamma(t) = -M \cdot y_G\,\gamma(t)$$

$$\gamma(t) = \frac{g\,x_G}{y_G + Lf}$$

Question 13 Repérer sur le document réponse le point de fonctionnement correspondant a la limite de glissement pour (i) un coefficient d'adhérence de 0,2 ; (ii) un coefficient d'adhérence de 0,6.



Question 14 En déduire la décélération minimale, notée γm, assurée indépendamment de la qualité de l'adhérence.

$$X_4\text{ mini} = 3{,}5\text{ kN}$$

$$\gamma = \frac{X_4}{M} = \frac{3{,}5\,10^3}{15\,000} = 0{,}23\text{ m/s}^2$$

Question 15 En déduire |'expression de la distance maximale de freinage dm en fonction de la vitesse de translation initiale V et de la décélération γm. Vous préciserez les hypothèses faites.

On considère que la décélération est uniforme soit $\gamma_m = \text{constante}$

A t=0, $v(t) = V$

On a alors pendant la décélération :

$v(t) = \gamma_m t + V$

$x(t) = \gamma_m \frac{t^2}{2} + V t + x(0)$

A la fin de la décélération, $v(t) = 0\,m/s$, la durée de décélération est donc $t = -\frac{V}{\gamma_m}$.

D'où $d_m = \frac{1}{2}\gamma_m \frac{V^2}{{\gamma_m}^2} - \frac{V^2}{\gamma_m} = -\frac{V^2}{2\gamma_m}$

Question 16 Préciser comment dm permet de régler les scrutateurs et ainsi d'assurer l'exigence de sécurité.

La zone de sécurité associée aux scrutateurs dépend de la vitesse de déplacement du chariot. La dimension de la zone de sécurité réglée est liée à la distance de freinage du chariotdans les cas les plus défavorables soit la distance dm.