

ENTRETIEN D'UN GAZON

PARTIE A - Etude mécanique du robot tondeuse

A.1. Étude du robot tondeuse sur terrain plat

A.1.1 Étude énergétique

A.1.1.a Valeurs de la tension, U_{bat} , délivrée par la batterie, la charge totale, Q_{bat} , et l'énergie stockée dans la batterie, E_{bat} .

$$\begin{aligned} U_{bat} &= 18 \text{ V} \\ Q_{bat} &= 3,2 \text{ A.h} \\ E_{bat} &= 57,6 \text{ W.h} \end{aligned}$$

A.1.1.b Cohérence de la valeur de E_{bat} avec celles de U_{bat} et de Q_{bat} .

D'après l'unité de l'énergie E_{bat} , la relation entre les trois grandeurs est la suivante :

$$E_{bat} = U_{bat} \times Q_{bat}$$

En effet le produit des volts (V) par des ampères (A) donne bien des watts (W) :
[V][A.h]=[W.h]

$$E_{bat} = U_{bat} \times Q_{bat} = 18 \times 3,2 = 57,6 \text{ Wh}$$

La valeur de E_{bat} est donc cohérente avec celles de Q_{bat} et U_{bat} .

A.1.1.c Expression littérale et calcul de l'énergie, E_{coupe}

On a la relation :

$$E_{coupe} = P_{coupe} \times \Delta t = 30,0 \times 1 = 30,0 \text{ W.h}$$

A.1.1.d Calcul de l'énergie, $E_{2 \text{ roues}}$.

On a la relation :

$$E_{2 \text{ roues}} = 2 \times P_{1 \text{ roue}} \times \Delta t = 2 \times 6,50 \times 1 = 13,0 \text{ W.h}$$

A.1.1.e Calcul de l'énergie restant dans la batterie pour retrouver la station de charge.

On a la relation :

$$E_{restant} = E_{bat} - E_{coupe} - E_{2 \text{ roues}} = 57,6 - 30 - 13 = 14,6 \text{ W.h}$$

A.1.1.f Calcul de la durée maximale de la phase de retour du robot à sa station de charge.

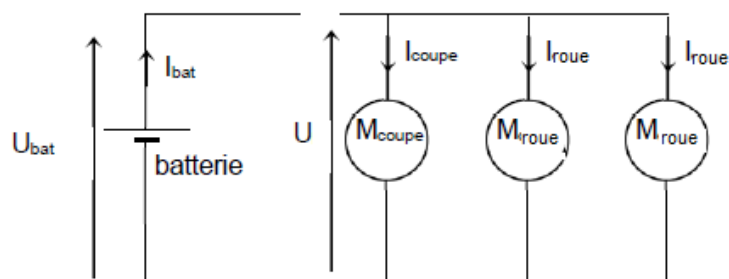
On a la relation :

$$E_{restant} = P_{2 \text{ roues}} \times \Delta t \quad \text{donc} \quad \Delta t = \frac{E_{restant}}{P_{2 \text{ roues}}} = \frac{14,6}{13,0} = 1,12 \text{ h}$$

Il a donc une grande autonomie pour retourner à sa station de charge.

A.1.2 Étude des intensités demandées à la batterie.

A.1.2.a Document réponse DR1



A.1.2.b Expression littérale et calcul du courant, I_{coupe} .

On a la relation :

$$P_{coupe} = U_{bat} \times I_{coupe} \quad \text{donc} \quad I_{coupe} = \frac{P_{coupe}}{U_{bat}} = \frac{30,0}{18,0} = 1,67 \text{ A}$$

A.1.2.c Détermination de l'intensité I_{2roues} .

On a la relation :

$$P_{2roues} = U_{bat} \times I_{2roues} \quad \text{donc} \quad I_{2roues} = \frac{P_{2roues}}{U_{bat}} = \frac{13,0}{18,0} = 0,72 \text{ A}$$

A.1.2.d Calcul de l'intensité du courant fourni par la batterie lorsque le robot tond.

D'après la loi des nœuds, on a la relation :

$$I_{bat} = I_{coupe} + I_{2roues} = 1,67 + 0,72 = 2,39 \text{ A}$$

A.1.3 Étude des forces en action sur le robot

A.1.3.a Calcul de la puissance de sortie, $P_{S\ 2roues}$, sur l'ensemble des 2 roues.

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{S\ 2roues}}{P_{2roues}} \quad \text{donc} \quad P_{S\ 2roues} = \eta \times P_{2roues} = 0,9 \times 13,0 = 11,7 \text{ W}$$

A.1.3.b Calcul de la force d'entraînement du robot tondeuse, $F_{tondeuse}$.

On a la relation :

$$P_{S\ 2roues} = F_{tondeuse} \times v \quad \text{donc} \quad F_{tondeuse} = \frac{P_{S\ 2roues}}{v} = \frac{11,7}{0,42} = 28 \text{ N}$$

A.1.3.c Document réponse DR2

Le robot tondeuse se déplace linéairement sur un terrain horizontal à la vitesse constante. Donc le mouvement du robot tondeuse rectiligne uniforme, les forces se compensent. Donc, on a les relations suivantes :

$$P = N \quad \text{et} \quad F_{tondeuse} = f$$

D'après les caractéristiques techniques du robot, sa masse est de 11,8 kg. Donc la valeur de son poids est de :

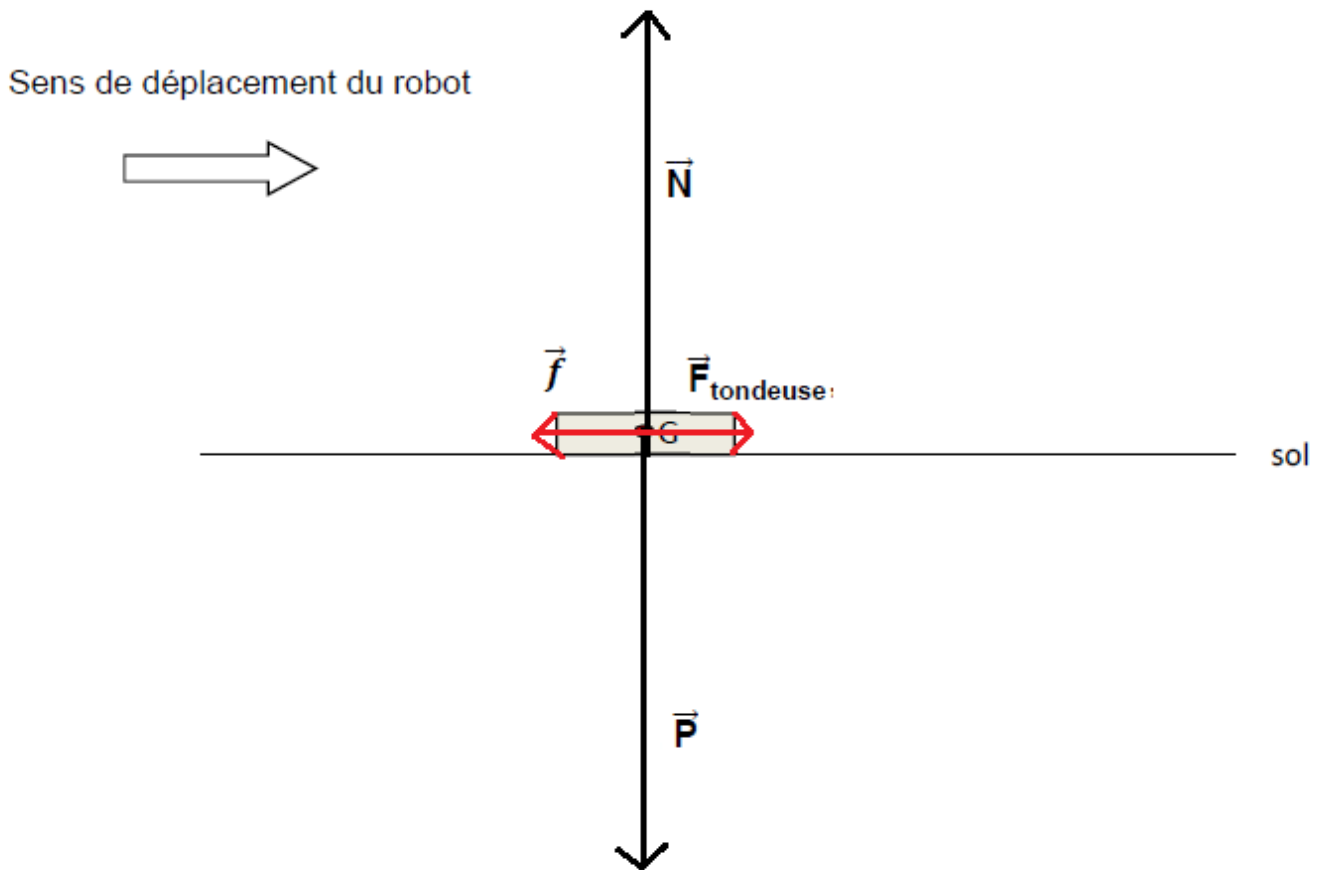
$$P = m \times g = 11,8 \times 9,81 = 116 \text{ N}$$

L'échelle utilisée est de 1 cm pour 20 N. Le vecteur poids sera donc représenté par une flèche de longueur 5,8 cm.

La valeur de la réaction normale N au sol est égale à la valeur P donc sa valeur sera de 116 N et sera représenté par un vecteur de longueur 5,8 cm.

La valeur de la force d'entraînement du robot tondeuse est de 28 N. Cette force sera représentée par un vecteur, en tenant compte de l'échelle précédente, de longueur 1,4 cm.

La valeur des forces de frottements résistants f est égale à la valeur de $F_{tondeuse}$. Donc sa valeur sera de 28 N et sera représenté par un vecteur de 1,4 cm.



A.2. Étude du robot tondeuse sur terrain incliné

A.2.1 Mesure de la composante du poids

La longueur de la composante du poids P_x est de 1,9 cm. Donc, d'après l'échelle, sa valeur est de 38 N.

A.2.2 Relation entre $F_{tondeuse}$, f et P_x .

Le mouvement étant toujours rectiligne uniforme, les trois forces se compensent donc on a la relation :

$$F_{tondeuse} = f + P$$

A.2.3 Calcul de la valeur de la force d'entraînement.

D'après la relation précédente, on a :

$$F_{tondeuse} = f + P_x = 28 + 38 = 66 \text{ N}$$

A.2.4 D'après la question A.1.1.a, la batterie chargée possède une énergie $E_{bat} = 57,6 \text{ W.h}$. Or, dans cette situation, une énergie de 61,4 W.h est nécessaire. Donc le robot ne peut donc pas tondre pendant 1h sur le terrain en pente à 20° puis retourner à sa base.

PARTIE B - Autonomie du robot tondeuse

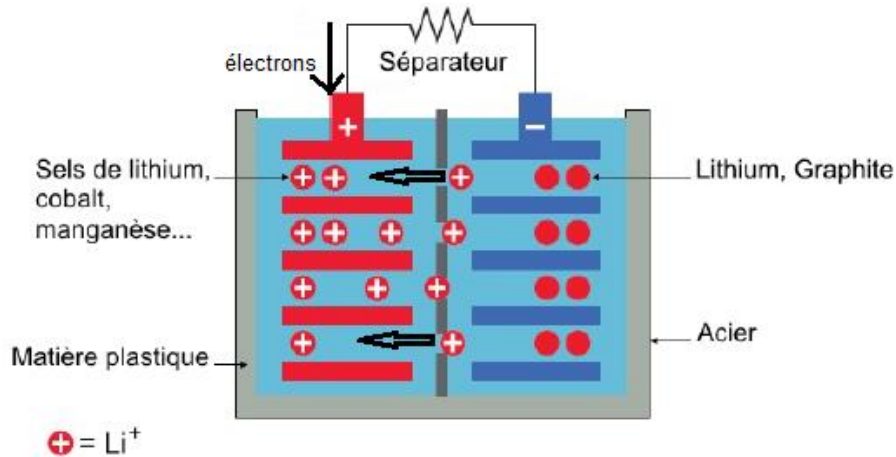
B.1. Étude de la batterie

B.1.1 Étude chimique de la batterie

B.1.1.a Les porteurs de charge responsables du passage du courant dans l'électrolyte sont les ions lithium Li^+ .

B.1.1.b les porteurs de charge responsables du passage du courant dans les fils du circuit électrique sont les électrons.

B.1.1.c Sens de déplacement de tous les porteurs de charge lors de la décharge de la batterie



B.1.1.d Demi-équations électroniques lors de la décharge de la batterie :



B.1.1.e La réaction qui a lieu sur l'électrode du pôle - lors de la décharge est oxydation.

B.1.2 Étude des caractéristiques techniques de la batterie

B.1.2.a Encadrement de la masse de la batterie Li-Ion.

D'après le document 2, une batterie Li-Ion a une énergie massique comprise entre 90 et 110 W.h.kg^{-1} . Donc $E_{m \max} = 110 \text{ W.h.kg}^{-1}$ et $E_{m \min} = 90 \text{ W.h.kg}^{-1}$

On a les relations :

$$E_{m \max} = \frac{E}{m} \quad \text{donc} \quad m = \frac{E}{E_{m \max}} = \frac{57,6}{110} = 0,52 \text{ kg}$$

$$E_{m \min} = \frac{E}{m} \quad \text{donc} \quad m = \frac{E}{E_{m \min}} = \frac{57,6}{90} = 0,64 \text{ kg}$$

Donc la masse de la batterie est comprise entre 0,52 et 0,64 kg.

$$0,52 \text{ kg} \leq m \leq 0,64 \text{ kg}$$

B.1.2.b D'après le document 2, les batteries Ni-MH ont une énergie massique plus faible que celle des batteries Li-Ion. Donc la masse des batteries Ni-MH sera plus grande que celle des batteries Li-Ion. En effet, d'après la question précédente, la masse est inversement proportionnelle à l'énergie massique. Donc, lorsque la valeur de l'énergie massique diminue, la masse des batteries augmente. On ne pourra donc pas tondre aussi longtemps avec des batteries Ni-MH qu'avec des batteries Li-Ion.

B.1.2.c Les batteries Ni-MH ont été remplacées par des batteries Li-Ion car :

- elles sont plus puissantes que les batteries Ni-MH

- elles n'ont pas d'effet mémoire contrairement au batterie Ni-MH et gagne donc en longévité.

- elles ont une énergie volumique plus grande que les batteries Ni-MH.

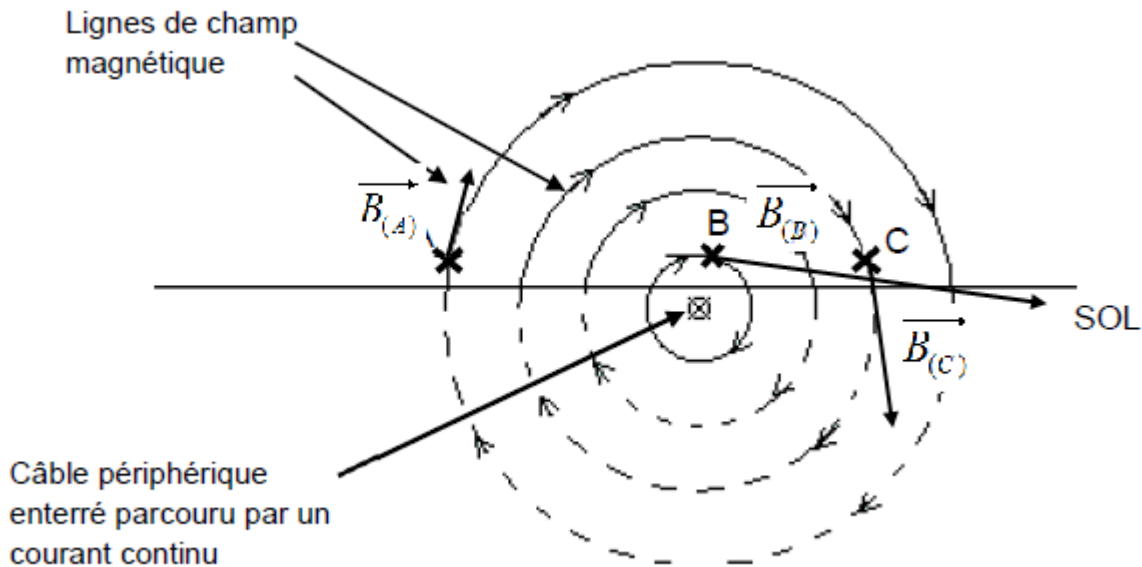
B.2. Délimitation de la zone de tonte

B.2.1 Étude des signaux émis par la station de charge.

B.2.1.a Tous les circuits parcourus par un courant créent un champ magnétique. Le câble périphérique étant parcouru par un courant, il existe un champ magnétique à proximité de ce câble.

B.2.1.b Document réponse DR4.

En tenant compte de l'échelle donnée, les différents vecteurs $B_{(A)}$, $B_{(B)}$ et $B_{(C)}$ seront représentés respectivement par une flèche de longueur 1 cm, 5 cm et 2 cm.



B.2.1. c Le T dans mT signifie tesla.

B.2.2 Capture des signaux émis par la station de charge.

B.2.2.a D'après la représentation graphique du document ressource du technicien, la tension, u , du capteur est positive en A (au-dessus de l'axe des x), nulle en B (sur l'axe des x), négative en C (en-dessous de l'axe des x).

B.2.2.b La pose du câble suivant le schéma a) risque d'immobiliser le robot à proximité du massif des plantes est à éviter car la valeur du champ magnétique peut être nulle à l'endroit où se croisent les câbles. Le robot ne détectant plus de champ magnétique va s'immobiliser.

PARTIE C - Entretien de la pelouse

C.1. Traitement contre la mousse

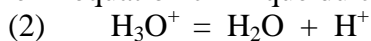
C.1.1 Le pH d'une solution aqueuse est lié à la concentration de l'ion oxonium H_3O^+ .

C.1.2 Les ions carbonate CO_3^{2-} correspondent à la forme basique de ce couple.

C.1.3 Demi-équation chimique du couple HCO_3^- / CO_3^{2-} .

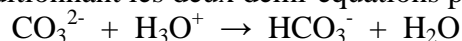


C.1.4 Demi-équation chimique du couple H_3O^+ / H_2O .



C.1.5 Bilan de la réaction du carbonate de calcium avec les ions oxonium.

En additionnant les deux demi-équations précédentes, on obtient :



C.1.6 D'après les équations-bilan, les ions carbonate réagissent avec les ions oxonium pour former des ions hydrogencarbonate. Ces ions hydrogencarbonate réagissent ensuite avec les ions oxonium. Donc ces deux réactions ont pour effet de diminuer la concentration en ions oxonium et donc de diminuer l'acidité du sol.

C.2. Récupération de l'eau de pluie

C.2.1 Conversion du débit volumique.

On a la relation :

$$D_V = \frac{V}{t} = \frac{50 \times 10^{-3}}{60} = 8,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

C.2.2. Calcul de la vitesse, v_2 , de sortie de l'eau.

On a la relation :

$$D_V = v_2 \times S \quad \text{donc} \quad v_2 = \frac{D_V}{S} = \frac{8,3 \times 10^{-4}}{1,33 \times 10^{-4}} = 6,24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

C.2.3 Expression de la pression P_1 à l'entrée de la pompe.

D'après le principe de l'hydrostatique, on a la relation :

$$P_1 = P_3 + \rho_{\text{eau}} \times g \times h$$

- P_1 et P_3 en pascal
- ρ_{eau} en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- g en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
- h en m

C.2.4 Calcul de la pression P_1

On a la relation :

$$P_1 = P_3 + \rho_{\text{eau}} \times g \times h = 1 \times 10^5 + 1000 \times 9,81 \times 2 = 1,20 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,20 \text{ bar}$$

C.2.5 Calcul de la puissance utile de la pompe.

D'après la relation donnée dans l'énoncé, on a :

$$\frac{P_u}{D_V} = \rho \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + \rho \times g \times (z_2 - z_1) + P_2 - P_1 \quad \text{donc}$$

$$P_u = D_V \times \left(\rho \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + \rho \times g \times (z_2 - z_1) + P_2 - P_1 \right)$$

$$P_u = 8,3 \times 10^{-4} \times \left(1000 \times \frac{6,3^2 - 0,87^2}{2} + 1000 \times 9,81 \times (0 - -2,5) + 1 \times 10^5 - 1,2 \times 10^5 \right) = 20 \text{ W}$$

Donc une pompe de puissance utile 20 W serait dimensionnée pour remonter l'eau de la cuve.