

Niveau 3^e Thème électricité-(Energie, Puissance, loi d'Ohm)



La mission Mars 2020 embarque pour la première fois un engin destiné à voler sur une autre planète que la Terre.

L'hélicoptère Ingenuity est équipé d'un système de double rotor tournant en sens inverse l'un de l'autre pour pouvoir décoller dans la fine atmosphère martienne.

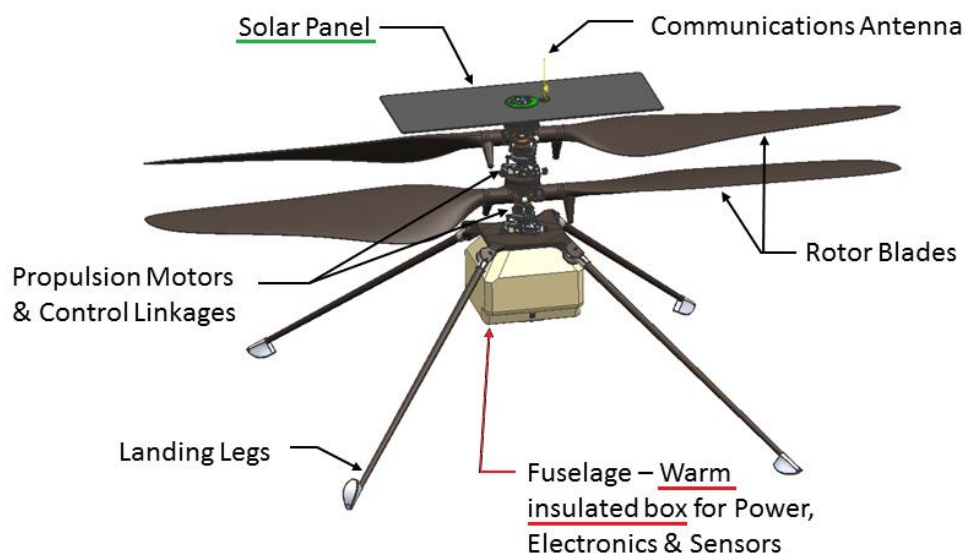
Son moteur déploie une puissance moyenne de 350 W pour pouvoir faire tourner les pâles du rotor à 2400 tr/min.

La batterie est constituée de 6 cellules Lithium-ion dont l'ensemble, chargé au maximum peut fournir 40 Wh.

1. Calculez le temps de vol maximum possible en épuisant totalement la batterie.

$$E = P \times t \quad \text{donc } t = E/P = 40 / 350 = 0.114 \text{ h} = 6 \text{ min } 51 \text{ s}$$

Ce temps n'est hélas que théorique car la batterie doit aussi servir à alimenter les instruments (senseurs, altimètre, caméras, ordinateur de bord) ainsi qu'à réchauffer les composants électronique (**en rouge**, la « warm box ») : les nuits martiennes sont fraîches et peuvent atteindre - 130°C.



Ingenuity ne va donc effectuer que des vols courts (seulement 90s).

2. Calculez l'énergie dépensée pendant ce vol et déduisez en l'énergie restante allouée au chauffage et fonctionnement des instruments.

$$E = P \times t = 350 \times 90 = 31500 \text{ Ws} = 31500 / 3600 = 8,75 \text{ Wh}$$

Il reste donc $40 - 8.75 = 31.25 \text{ Wh}$ disponibles.

3. Les instruments consomment 5 Wh en une journée. Quelle énergie reste disponible pour le chauffage après une journée de fonctionnement. Déduisez en la puissance que peut fournir la résistance chauffante en un jour.

Il reste donc $32.25 - 5 = 27.25 \text{ Wh}$ pour la résistance.

En une journée (24h), celle-ci pourra donc fournir une puissance de $P = E/t = 27.25 / 24 = 1.13 \text{ W}$

4. Les cellules de la batterie sont branchées en série et chacune peut fournir une tension maximum de 4.5 V ainsi qu'une intensité maximum de 25 A. Calculez alors la puissance électrique maximum que la batterie peut fournir.

$$U = 6 \times 4.5 = 27 \text{ V}$$

$$P = U \times I = 27 \times 25 = 675 \text{ W}$$

5. Calculez la tension qui alimente la résistance puis la valeur de cette résistance sachant qu'une intensité de 0.5 A la traverse.

$$P = U \times I \text{ soit } 1.13 = U \times 0.5$$

$$\text{Donc } U = 1.13 / 0.5 = 2.26 \text{ V}$$

$$U = R \times I$$

$$\text{Donc } R = U / I = 2.26 / 0.5 = 4.52 \Omega$$

La recharge de la batterie s'effectue via le panneau solaire (en vert) placé au-dessus des hélices. Celui-ci fournit une puissance de seulement 5W en moyenne (Mars est à 50 millions de km de plus du Soleil que la Terre : l'efficacité est donc moindre)

6. Calculez le temps nécessaire pour recharger totalement la batterie et expliquez pourquoi un seul vol par jour est prévu. Un sol (jour martien) dure 24h 40 min dont la moitié de nuit.

$$t = E/P = 40 / 5 = 8 \text{ h}$$

En 12h20 de lumière, 2 charges ne sont pas possible.