

LE SCOOTER HYBRIDE

I. TRANSFERTS ET CONVERSIONS ENERGETIQUES

1. Fonctionnement général

1.1. D'après le document 1 :

Dans le cas A, les 2 moteurs fonctionnent ensemble : correspond à l'« hybrid power »

Dans le cas B, le moteur thermique fournit de l'énergie à la fois à la roue et au moteur électrique : correspond à l'« hybrid charge »

Dans le cas C, seul le moteur électrique fonctionne : correspond au « mode electric »

Dans le cas D, on recharge la batterie : correspond à la phase « freinage et décélération »

Situation	Hybrid charge	Hybrid power	Freinage et décélération	Mode électrique
Schéma correspondant	B	A	D	C

1.2. Dans le « mode électrique » la formulation « zéro émission » signifie que le moteur thermique ne fonctionne pas, il n'y a donc pas de rejet de gaz dans l'atmosphère de la part du scooter. Seul le moteur électrique fonctionne

2. Fonctionnement en mode thermique seul

2.1.

$$E_v = \frac{32,6 \times 10^6}{3600} = 9,06 \times 10^3 \text{ Wh.L}^{-1}$$

2.2. Le document 4 représente la chaîne énergétique simplifiée du scooter à moteur thermique.

2.2.1. L'énergie correspond la flèche vide du document 4 est l'énergie mécanique

2.2.2. En utilisant le document 4, déterminer la valeur du rendement h du scooter fonctionnant en mode thermique. Montrer que le résultat est en accord avec le document 3.

$$E_{\text{utile}} = E_{\text{absorbée}} - E_{\text{perdue}} = 36 - 24 = 12 \text{ kWh}$$

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{absorbée}}} = \frac{12}{36} = 0,33 \text{ soit } 33 \%$$

D'après le document 3, pour un véhicule utilisant de l'essence, le rendement doit être compris entre 30 et 35 %. Dans le résultat précédent est en accord avec le tableau.

2.2.3. La pression mesurée est une pression relative car le manomètre indique une valeur de 0 bar alors qu'il se trouve à la pression atmosphérique. (une valeur de 1 bar devrait être indiquée)

2.3.

Pour 10 L, on a une autonomie de 250 km

Pour 12 L, on a une autonomie de d km

$$d = \frac{12 \times 250}{10} = 300 \text{ km}$$

Avec un réservoir de 12 L, le scooter a une autonomie de 300 km.

3. Fonctionnement en mode hybride

3.1. La flèche n°1 correspond à un transfert d'énergie électrique et la flèche n°2 correspond à un transfert d'énergie mécanique.

3.2. La flèche n° 3 du document 7 indique un transfert d'énergie électrique de la prise de courant du secteur vers la batterie du scooter. Cela correspond à la charge de la batterie.

3.3. Pour 1,7 L, on a une autonomie de 100 km
Pour 12 L, on a une autonomie de d km

$$d = \frac{12 \times 100}{1,7} = 706 \text{ km}$$

Avec un réservoir de 12 L, le scooter a une autonomie de 706 km.

Avec un cycle 2/3 hybride 1/3 électrique, l'autonomie est beaucoup plus grande que l'autonomie avec moteur thermique. Cette autonomie est 2,3 fois plus grande.

4. Rendement du moteur électrique

4.1. A partir de ces données, déterminer le rendement η du moteur.

$$P_{\text{elec}} = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos(\varphi) = \sqrt{3} \times 54 \times 34 \times 0,95 = 3021 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{P_{\text{méca}}}{P_{\text{elec}}} = \frac{2,6 \times 10^3}{3,021 \times 10^3} = 0,86 \text{ soit } 86 \%$$

4.2. Pour le moteur thermique, on avait trouvé 33 %, le moteur électrique a donc un meilleur rendement que le moteur thermique.

II. TRANSFORMATION CHIMIQUE ET TRANSFERT THERMIQUE

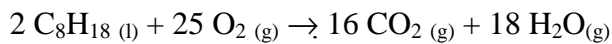
1. Essence et précaution

1.1. Le choix d'assimiler l'essence à de l'octane est compatible avec les données fournies dans la rubrique « 3. COMPOSITION / INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS » de la fiche de données de sécurité car, d'après ce document, l'essence est constituée principalement d'hydrocarbures de C4 à C12. Ce qui est le cas pour l'octane, qui est constitué de 8 atomes de carbone C8.

1.2. Le manipulateur doit effectuer le prélèvement d'essence sous une hotte aspirante car d'après la mention danger H304, il peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires.

1.3. Le manipulateur doit être équipé de gants, de lunettes de protection et d'une blouse.

2. Pouvoir calorifique de l'essence



$$2.1. \Delta U_{\text{eau}} = m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i) = 300 \times 10^{-3} \times 4,18 \cdot 10^3 \times (63 - 20) = 5,39 \times 10^4 \text{ J}$$

2.2. On suppose que l'énergie libérée par la combustion de l'essence est égale à la variation d'énergie interne de l'eau donc $\Delta U_{\text{eau}} = \Delta U_{\text{essence}}$ Cela correspond à l'énergie libérée par 1,5 g d'essence.

$$PC_{\text{essence}} = \frac{\Delta U_{\text{essence}}}{m_e} = \frac{5,39 \times 10^4}{1,5 \times 10^{-3}} = 3,6 \times 10^7 \text{ J.kg}^{-1} = 36 \text{ MJ.kg}^{-1}$$

2.3. Il existe un écart avec la valeur expérimentale car toute l'énergie libérée par la combustion de l'essence n'est fournie à l'eau. Mais une partie de cette énergie est transmise à l'air, la coupelle ...

3. Rejet de dioxyde de carbone

$$3.1. m_e = \rho \times V = 0,760 \times 1,7 = 1,29 \text{ kg}$$

3.2.

$$n_e = \frac{m_e}{M_e} = \frac{1,29 \times 10^3}{114} = 11,3 \text{ mol}$$

3.3. En déduire la quantité de dioxyde de carbone produite, noté n_{CO_2} , pour un trajet de 100 km.

$$\frac{n_{\text{C}_4\text{H}_{10}}}{2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{16}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 8n_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 8 \times 11,3 = 90,4 \text{ mol}$$

3.4. Montrer que la masse de dioxyde de carbone m_{CO_2} produite pour un trajet de 100 km est de 4,0 kg.

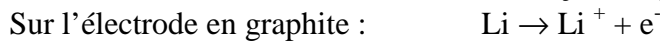
$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M_{\text{CO}_2} = 90,4 \times 44 = 3977,6 \text{ g} = 4 \text{ kg}$$

3.5. Le document 8 indique que la quantité de dioxyde de carbone émis est de 40 g par km soit 4000 g, donc 40 kg pour 100 km. La valeur calculée est donc bien compatible avec la valeur indiquée par le document.

III. TRANSFORMATION CHIMIQUE ET TRANSFERT ELECTRIQUE

1. Fonctionnement en générateur d'un accumulateur lithium-ion

Les réactions aux électrodes sont modélisées de façon simplifiée par les équations chimiques ci-après :



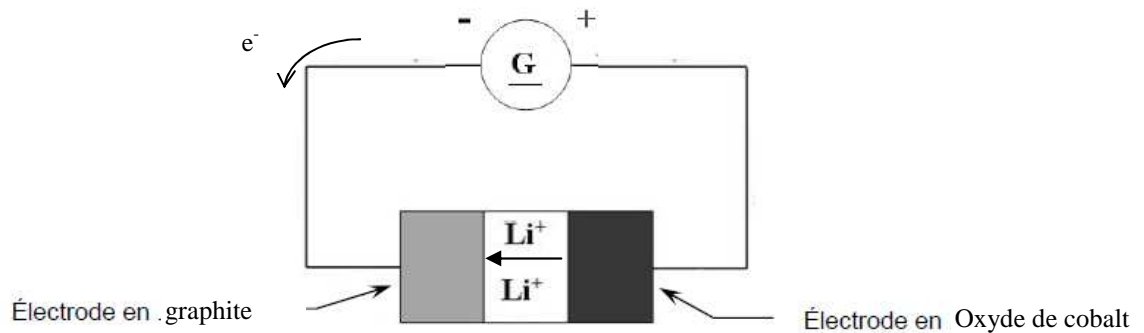
1.1. Dans les fils, les électrons sont responsables du passage du courant et dans l'accumulateurs (électrolyte), ce sont les ions Li^+ qui sont responsables du passage du courant.

1.2. D'après l'équation à l'électrode de graphite, il s'agit d'une oxydation. Donc cette électrode correspond au pôle négatif de l'accumulateur. Donc électrode de gauche sur le schéma « utilisation de l'accumulateur en générateur ».

2. Fonctionnement en récepteur d'un accumulateur lithium-ion

Annexe 2 : réponses aux questions 2.1. 2.2. 2.3. et 2.4. de la partie III.

Fonctionnement en récepteur de l'accumulateur lithium-ion



3. La batterie lithium-ion d'un point de vue énergétique

3.1. Ce sont des accumulateurs qui ont une plus grande énergie massique et volumique. Donc pour une même quantité d'électricité stockée, ils sont moins lourds et moins volumineux qu'un accumulateur au plomb.

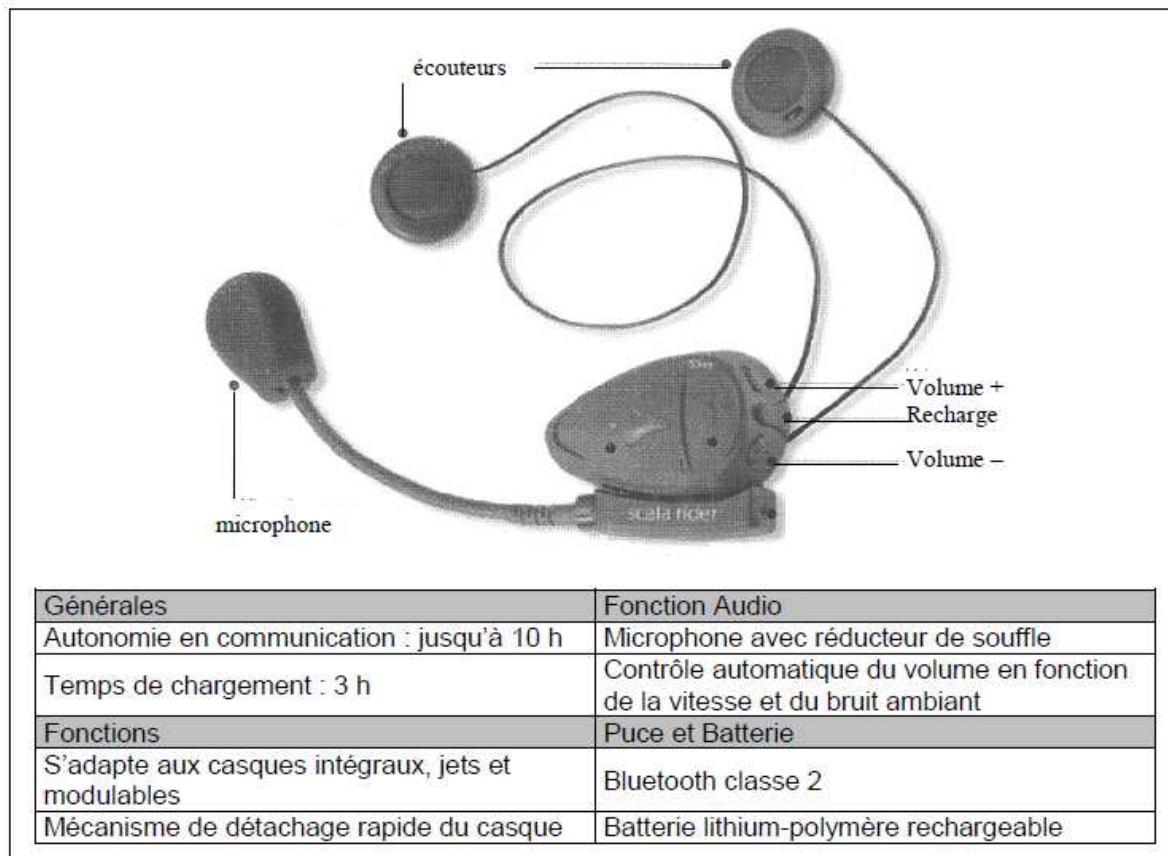
3.2. La batterie Lithium-ion d'un scooter hybride a une masse de 26 kg et peut stocker au maximum une énergie égale à 4 kWh. Donc énergie massique $= \frac{4000}{26} = 154 \text{ Wh.kg}^{-1}$. Cela est conforme au document qui indique une valeur comprise entre 90 et 180 Wh.kg^{-1} .

IV. COMMUNICATION ET ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Le pilote du scooter possède un casque équipé d'un système de communication bluetooth avec son passager.

Document 13

Extrait de la notice du kit de communication du pilote du scooter



Document 14

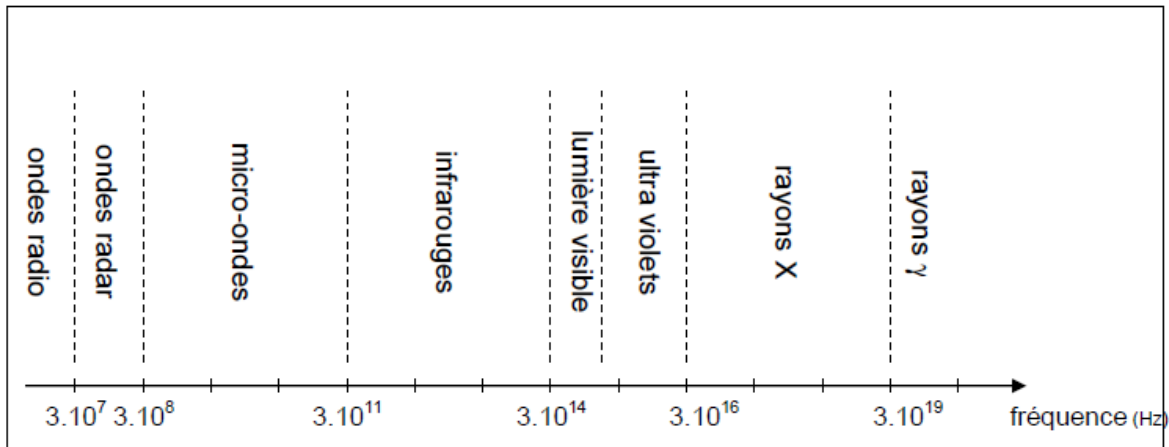
Descriptif de la technologie bluetooth

Bluetooth est une technologie réseau personnel de communication sans fil, mise au point par Ericsson en 1994. Elle permet à des appareils de communiquer entre eux sur de faibles distances. Le système bluetooth utilise des ondes électromagnétiques de fréquence 2,4 GHz.

Les appareils communiquant par bluetooth ne nécessitent pas de ligne de vue directe pour communiquer, contrairement à ceux qui utilisent une liaison infrarouge.

La portée des appareils bluetooth dépend essentiellement de la puissance de l'émission. Il existe 3 classes d'appareils bluetooth :

classe	puissance	portée
1	100 mW	100 m
2	2,5 mW	10 à 20 m
3	1 mW	Quelques mètres



Donnée : célérité des ondes électromagnétiques dans l'air : $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

1. Une onde électromagnétique est composée d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui se propagent à la vitesse de la lumière. Ces deux champs :

Les deux champs sont :

- sont périodiques dans le temps et dans l'espace
- sont perpendiculaires l'un à l'autre et à la direction de propagation
- ont des amplitudes en rapport constant
- ont la même fréquence et la même longueur d'onde

2. La fréquence de la technologie bluetooth est de 2,4 GHz soit $2,4 \times 10^9$ Hz donc ces ondes appartiennent au domaine des micro-ondes.

3. La technologie bluetooth dans la communication entre le pilote et son passager n'oblige pas les deux personnes à se trouver face à face contrairement à une liaison infrarouge.

4. Le kit de communication est de classe et cela permet une portée de 10 à 20 m. Ce qui est largement suffisant pour la communication entre le pilote et son passager. On peut même choisir la classe 3 qui permet une communication de quelques mètres.

5.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 0,125 \text{ m}$$

$$\text{donc } L = \frac{\lambda}{4} = \frac{0,125}{4} = 0,031 \text{ m} = 3,1 \text{ cm}$$

Cette longueur, pour l'antenne quart d'onde, de 3,1 cm est tout à fait acceptable pour ce kit de communication.