EXERCICE 4 (6 points)

(physique-chimie)

Métier « avitailleur avion »

Un avitailleur avion est un agent de piste spécialisé travaillant en tant que prestataire pour le compte d'un groupe pétrolier. Il travaille directement au niveau du tarmac des aéroports pour remplir les réservoirs de kérosène des avions avant un vol programmé.

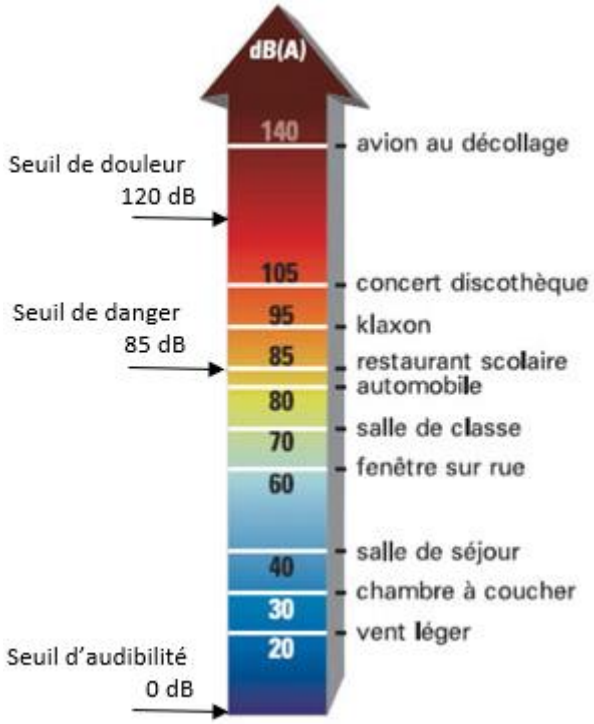
D'après www.aerocontact.com

Sécurité des avitailleurs

L'intensité acoustique notée I (en W·m^{-2}), caractérise l'intensité du signal perçu par l'oreille. On calcule le niveau sonore L (en décibel dB) à partir de l'intensité acoustique I par la relation :

$$L = 10 \times \log \frac{I}{I_0}$$

On rappelle que $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}$ W·m^{-2} (intensité acoustique minimale de référence)



Échelle de niveau sonore

D'après http://www.var.gouv.fr/qu-est-ce-que-le-bruit-a1044.html

Un avion peut produit un son dont l'intensité acoustique est 5,01 x 10^{-4} W·m^{-2} à 20 mètres de l'appareil.

1. Déterminer si l'avitailleur, qui se trouve à 20 m de l'avion, est immédiatement en danger.
2. Proposer une solution que peut mettre en place la direction de l'aéroport pour protéger son agent.

On considère que l'ouïe est en danger à partir d'un niveau sonore de **80 décibels** durant une journée de travail de **8 heures**.
D'après https://www.inrs.fr/risques/bruit/ce-qu-il-faut-retenir.html

Un technicien spécialisé dans les mesures acoustiques équipe un avitailleur d'un mini-sonomètre (placé près de son oreille) afin de réaliser des mesures au cours de sa journée de travail. Il recueille une série de mesures du niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{8\text{h}}$ dont voici un extrait :

Mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L_{8\text{h}}$ (en dB)	79,1	80,2	79,5	79,7	80,1	81,0	78,9	78,2	79,1	79,6

3. Déterminer la valeur moyenne du niveau sonore notée $\overline{L_{8\text{h}}}$.

4. Déterminer l'écart-type expérimental σ_{n-1} (aussi noté Sx) lié à la mesure de $L_{8\text{h}}$.

   On rappelle que si un opérateur calcule la valeur moyenne de n mesures effectuées dans les mêmes conditions, l'incertitude-type de cette valeur moyenne est donnée par l'expression suivante :

$$u(\overline{L_{8\text{h}}}) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

   où σ_{n-1} représente l'écart-type expérimental.

5. En déduire la valeur de l'incertitude-type par une approche statistique (type A) sur la valeur moyenne $\overline{L_{8\text{h}}}$.

6. Comparer la valeur moyenne mesurée $\overline{L_{8\text{h}}}$ avec la valeur seuil de 80 dB. Déterminer l'écart entre ces deux valeurs en nombre d'incertitudes-types. Conclure quant au risque couru par les avitailleurs au cours d'une journée de travail.

Les avions à moteur électrique

Les moteurs électriques étant moins bruyants que les moteurs thermiques, on peut s'interroger quant à l'intérêt de commercialiser des avions électriques.

Il n'existe que très peu d'avions de transport qui utilisent des batteries et des moteurs électriques. Des sociétés essayent cependant de développer ce type de technologie mais on dispose de peu d'informations sur ces batteries.

« Pour augmenter sensiblement l'autonomie des véhicules électriques, à moins de réduire considérablement leur poids, il n'existe que deux solutions : soit augmenter le nombre de cellules, soit faire appel à une autre technologie. Or le poids des batteries lithium-ion (Li-ion) est un facteur limitant : leur densité massique s'élève à environ 150 Wh/kg. Cela explique que le pack batteries d'une Renault Zoé 2e génération, d'une capacité de 52 kWh, s'élève à 326 kilos [...] ». La recherche s'orienterait vers de nouvelles batteries Li-S (lithium soufre) qui conviendraient mieux à l'aviation.

D'après *https://www.revolution-energetique.com/avec-la-batterie-lithium-soufre-lavion-electrique-nest-plus-une-utopie/*

7. Vérifier, à l'aide d'un calcul, que l'énergie disponible dans la batterie d'une Renault Zoé vaut effectivement 52 kWh. Commenter votre résultat.

Aujourd'hui, l'avenir de l'aviation est peut-être dans l'avion à hydrogène :

« Développé par ZeroAvia, une jeune startup basée à Londres et en Californie, le Piper M vient de réaliser avec succès son tout premier vol. Une nouvelle étape vers l'exploitation commerciale d'avions à hydrogène […]. Son premier vol d'essai a été réalisé avec un Piper M de six places équipé d'une pile à combustible. »

D'après https://www.h2-mobile.fr/

Une pile à combustible est un générateur électrochimique d'énergie permettant de transformer l'énergie chimique d'un combustible (hydrogène, hydrocarbures, alcools,...) en énergie électrique. La pile à hydrogène est une pile à combustible utilisant le dihydrogène et le dioxygène.

Données :

- Masses molaires atomiques :

Élément	H	O
M (g/mol)	1,00	16,0

- Le pouvoir calorifique PC (exprimé en J·kg^{-1}) est l'énergie thermique que peut fournir la combustion complète de 1 kg de combustible. Il se calcule grâce à la relation

$$PC = \frac{E}{m}$$

avec E l'énergie thermique (en J) et m la masse de combustible (en kg).

- Pouvoir calorifique du dihydrogène : 142 MJ·kg^{-1}

8. En considérant que le réservoir du Piper M, pour son premier vol, contenait 7,0 kg de dihydrogène, déterminer l'énergie fournie par le carburant s'il est totalement consommé.

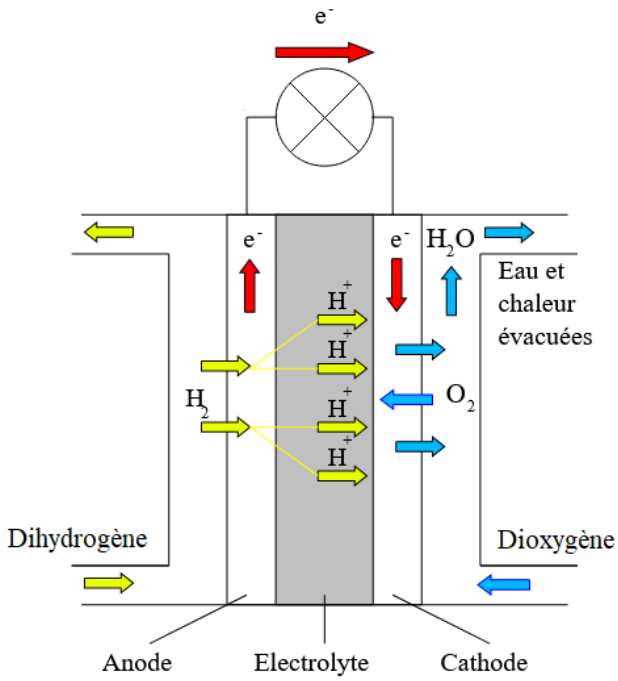


Schéma d'une pile à combustible

Pour cette pile, les équations des réactions électrochimiques aux électrodes s'écrivent respectivement :

- à l'anode : $H_2(g) \rightarrow 2\ H^+(aq) + 2\ e^-$
- à la cathode : $O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O(l)$

9. Indiquer en justifiant :

si, dans cette pile, le dihydrogène est un oxydant ou un réducteur ;

si, dans cette pile, le dioxygène est un oxydant ou un réducteur.

10. Indiquer quelle équation de réaction électrochimique correspond à une oxydation et quelle équation correspond à une réduction. Justifier.

11. Écrire l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile à combustible.

12. Déterminer la masse d'eau $m(H_2O)$ rejetée par l'avion si les 7,0 kg de dihydrogène contenus initialement dans le réservoir sont entièrement consommés. Commenter ce résultat.