

BACCALAURÉAT BLANC

Session 2016

PHYSIQUE - CHIMIE

Spécialité

DUREE DE L'ÉPREUVE : 3h 30 – COEFFICIENT : 6

L'usage des calculatrices est autorisé

Le candidat doit traiter les trois exercices, qui sont indépendants les uns des autres :

- | | |
|--|-----------------|
| EX 1 : L'étrange pays de Mr Tompkins. | 9 points |
| Ex 2 : Rehaussement de l'ISS. | 6 points |
| Ex 3 : En voyage pour un tour en méditerranée ! | 5 points |

Exercice 1 : L'étrange pays de Mr Tompkins. 9 pts



1. Une histoire de temps.

Dans une ville étrange, M. Tompkins fait une promenade à vélo avec un ami. Il passe devant la gare et vérifie que sa montre indique la même heure que l'horloge : dix-heures. Il poursuit son chemin et arrive alors devant la poste...

M. Tompkins regarda l'horloge de la poste, qui marquait dix heures et quarante cinq minutes.

– "Eh bien" remarqua-t-il "cela nous a tout de même pris trois quarts d'heure."

– "Et avez-vous senti passer ces trois quarts d'heure ?" demanda son compagnon.

M. Tompkins dut convenir qu'elle lui avait semblé ne durer que quelques minutes. De plus, en regardant sa montre-bracelet, il vit qu'elle ne marquait que dix heures dix !

– "Oh ! dit-il, l'horloge de la poste avance."

– "Bien sûr, ou bien votre montre retarde, précisément parce que nous allons trop vite."

Alors M. Tompkins mit sa montre à l'heure de la poste et attendit dix minutes pour s'assurer qu'elle marchait bien. La montre ne retardait pas.

D'après G. Gamow, Mr Tompkins in Paperback (1967).

1.1. Quel est le référentiel propre pour la mesure de la durée de la course à vélo ? Expliquer.

1.2. À partir du texte, estimer les durées de la course à vélo :

1.2. a. mesurée par la montre de M. Tompkins,

1.2. b. mesurée par les horloges de la ville (qui sont synchronisées).

1.3. Donner la relation littérale entre la durée propre ΔT_p mesurée dans le référentiel propre et la durée mesurée dans l'autre référentiel ΔT_m . On rappelle l'expression du coefficient de dilatation des durées :

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$$

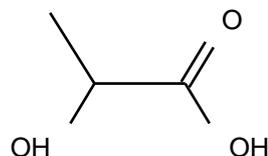
1.4. Dans la ville étrange, la vitesse de la lumière n'a pas sa valeur habituelle. Trouver cette valeur en supposant que le vélo roulait à 20,0 km/h. Donner le résultat avec 3 chiffres significatifs.

Donnée : vitesse de la lumière $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

2. Les jambes lourdes.

M. Tompkins en faisant sa promenade à vélo a un peu forcé, il interpelle son ami :
« Mes jambes sont chargés d'acide lactique. »

La formule topologique de l'acide lactique est la suivante



2.1. Déterminer la formule développée de cette molécule.

2.2. Entourer sur la représentation précédente les groupes caractéristiques présents dans la molécule et les nommer.

2.3. Cette molécule possède-t-elle un ou des atomes de carbone asymétriques ?

Si oui, indiquer leur(s) présence(s) en le (les) repérant par un astérisque *.

2.4. Donner les représentations de Cram des deux énantiomères de l'acide lactique.

2.5. Parmi les spectres IR proposés dans le document 1 (page 5), choisir en justifiant celui correspondant à l'acide lactique. On s'aidera du tableau de bande d'absorption.

Donnée : bandes d'absorption en spectroscopie IR

Liaison	C–C	C=O	O–H (acide carboxylique)	C–H	O–H (alcool)
Nombre d'onde (cm^{-1})	1000 - 1250	1700 - 1800	2500 - 3200	2800 - 3000	3200 - 3700

2.6. Prévoir, en justifiant la réponse, le nombre de signaux présents dans le spectre RMN de l'acide lactique ainsi que leur multiplicité.

3. Rencontre avec un pêcheur.

M. Tomkins en longeant le canal tombe nez à nez avec un pêcheur. Le pêcheur lance le plomb dans le canal. Lors du passage du plomb à la verticale du pêcheur, le plomb est à une attitude $h = 6,00$ m et possède une vitesse \vec{v}_H faisant un angle α avec l'horizontale.

Le système étudié est le plomb. Le mouvement du plomb, objet sphérique, s'effectue dans un champ de pesanteur uniforme. Dans cette phase du mouvement, la tension du fil sera négligée par rapport aux autres forces.

On se propose, de déterminer la vitesse du plomb lors de son arrivée au sol. Les frottements de l'air sur le plomb ainsi que la poussée d'Archimède sur le plomb seront négligés dans cette étude. Le champ de pesanteur \vec{g} est parallèle à l'axe Oz , La situation est représentée sur la figure page suivante:

Données :

Intensité de pesanteur

$$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

Masse du plomb

$$m = 1,50 \times 10^{-1} \text{ kg}$$

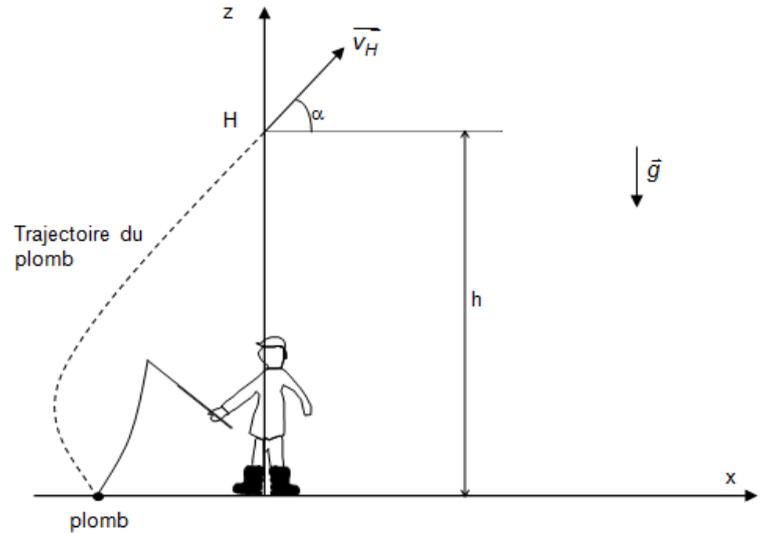
Volume du plomb

$$V = 1,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Vitesse initiale $v_H = 44,4 \text{ m.s}^{-1}$

Inclinaison $\alpha = 50,0^\circ$

Hauteur du projectile au moment du lancer $h = 6,00 \text{ m}$

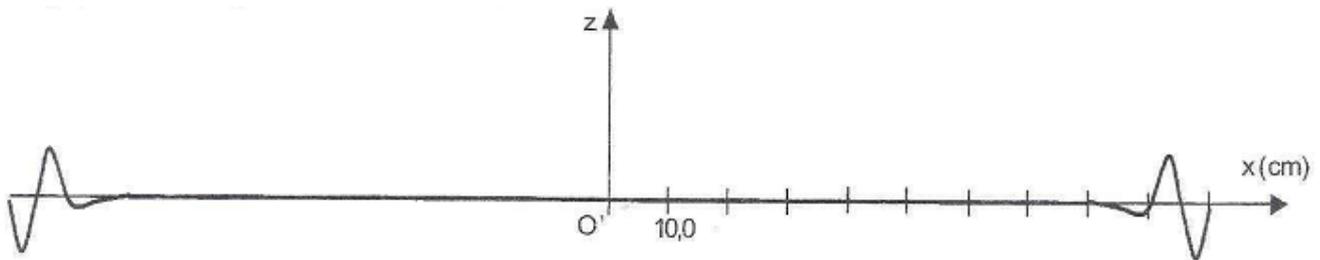


3.1. En considérant que l'énergie mécanique se conserve, déterminer la vitesse du plomb lorsqu'il arrive au sol.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

La démarche suivie est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

3.2. En situation de pêche, le plomb arrive dans l'eau au point O' à l'issue du lancer. La date de l'impact est notée $t_0 = 0 \text{ s}$. On observe alors un phénomène se propageant à la surface de l'eau dont une vue en coupe, à une date t , est donnée ci-dessous :



3.2 a. Donner la définition d'une onde mécanique progressive.

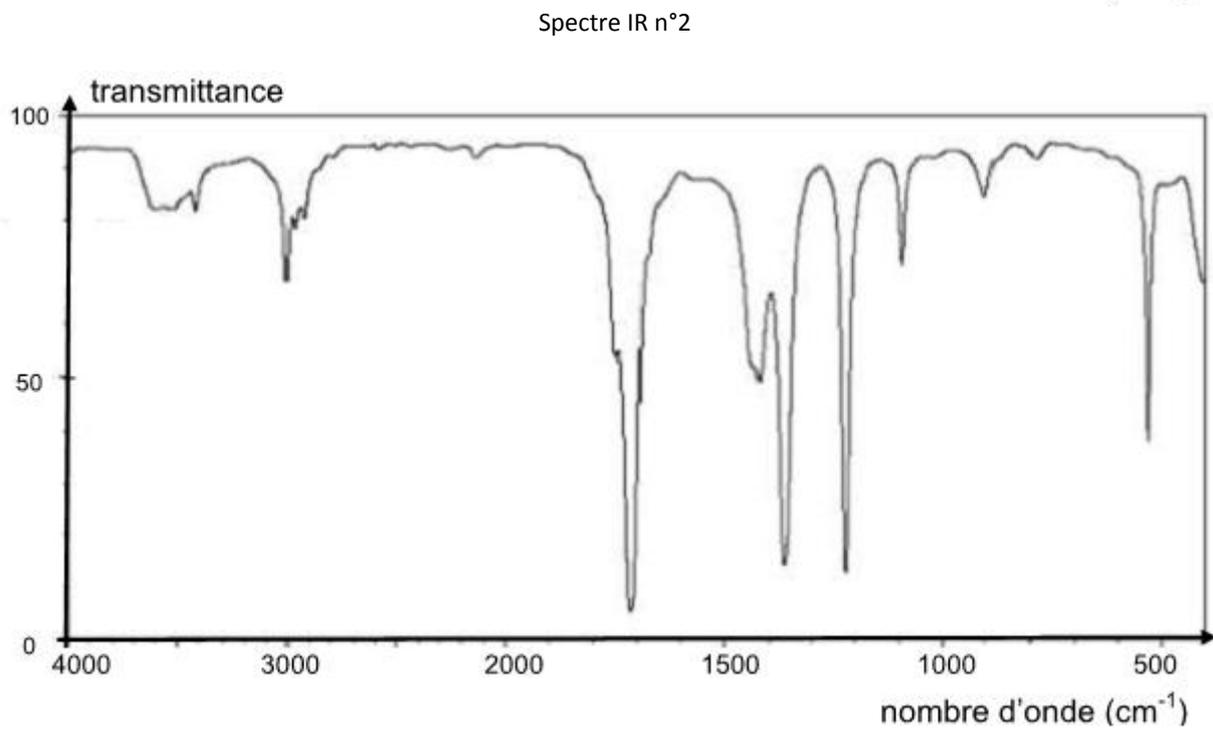
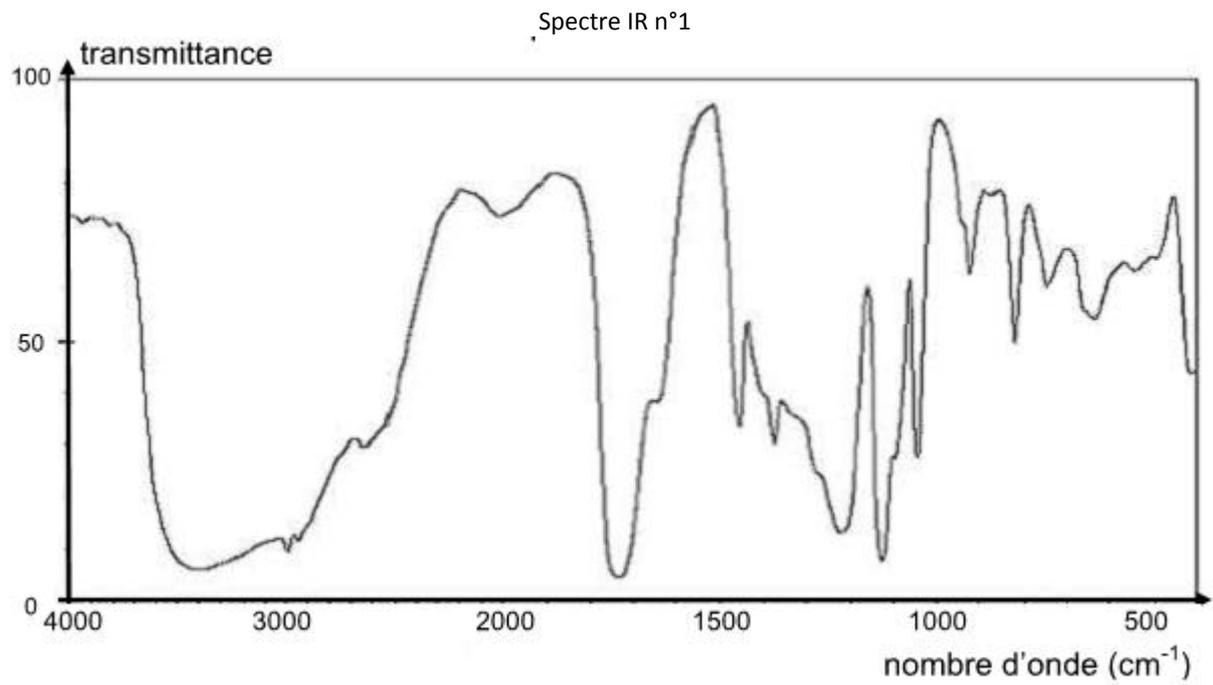
3.2.b. L'onde se propageant à la surface de l'eau est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier votre réponse.

3.2.c. L'onde considérée est-elle périodique ? Justifier votre réponse,

3.2.d. L'onde atteint une feuille située en $x_1 = 2,00 \cdot 10^{-1} \text{ m}$ à la date $t_1 = 2,00 \text{ s}$. Afin de simplifier l'exercice, la feuille est considérée comme ponctuelle. Déterminer la célérité de l'onde considérée.

3.2.e. À partir du schéma de coupe donné précédemment, déterminer la date t' à laquelle la feuille sera à nouveau immobile à la surface de l'eau ?

Document 1 : Spectres IR



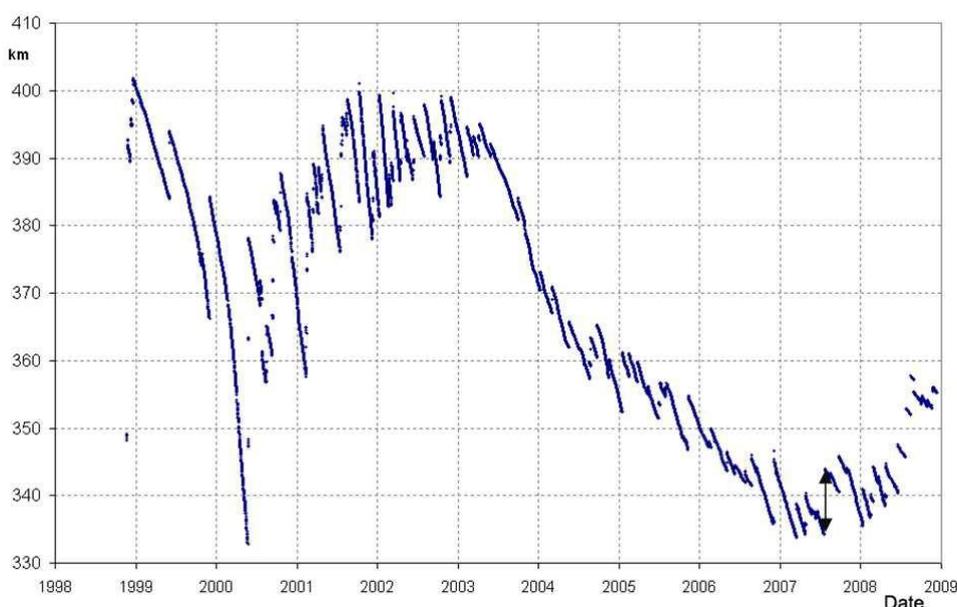
Exercice 2 : Rehaussement de l'ISS (International Space Station) 6 pts

La station spatiale internationale (ISS) est un laboratoire scientifique international qui gravite autour de la Terre sur une orbite elliptique à des altitudes allant de 330 km à 410 km. Sa construction a débuté en 1998 et elle est toujours, à ce jour, en développement. Seize pays participent au projet ISS et le financent.

La station, d'une masse actuelle de 419 tonnes et de 110 mètres de longueur pour 74 mètres de largeur, avec un espace habitable équivalent à un Boeing 747, est en permanence occupée par un équipage de six astronautes, effectuant des rotations allant de trois à six mois.

Durant la première décennie des années 2000, le ravitaillement et la relève de l'ISS était effectués essentiellement par les navettes de la NASA. Depuis l'arrêt de leur exploitation, des fusées « cargo » ont pris le relais : principalement le cargo « Progress » russe lancé par une fusée Soyouz, mais aussi le cargo « ATV » européen lancé par la fusée Ariane, ou encore le cargo « HTV » japonais lancé par la fusée H-II/B. Ces modules cargo doivent non seulement permettre de monter des vivres, du matériel de maintenance et du matériel scientifique, mais doivent aussi parfois rehausser l'orbite de la station spatiale régulièrement dégradée par la traînée atmosphérique. A cette altitude, la densité des gaz est en effet très faible mais suffisante pour faire perdre un peu d'énergie à la station et celle-ci descend de 50 à 100 mètres par jour. Il faut donc régulièrement qu'un vaisseau muni de moteurs s'arrime à la station et la remonte sur son orbite initiale. Si cela n'est pas fait, la station risque de rentrer dans les couches plus denses de l'atmosphère et, vu sa très grande vitesse (plusieurs km/s), de se désintégrer sous l'effet de la chaleur.

Le graphique suivant montre les changements d'altitude moyenne de la station de 1998 à 2009 : on peut constater que son altitude a été rehaussée un grand nombre de fois.



Source : [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Internationale_Raumstation_Bahn%C3%B6he_\(french\).png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Internationale_Raumstation_Bahn%C3%B6he_(french).png)

On se propose dans cet exercice d'étudier l'un des rehaussements de l'ISS effectué par le cargo Progress.

1. Orbite de l'ISS.

Avant le rehaussement, l'orbite de l'ISS avait pour altitude $z=334$ km. Nous considérerons cette orbite comme circulaire.

Données :

- Masse de la Terre : $M_T = 5,974 \times 10^{24}$ kg
- Rayon de la Terre : $R_T = 6371$ km
- $G = 6,674 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

- 1.1. On note M_{ISS} la masse de l'ISS. Donner l'expression de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur la station internationale.
- 1.2. Par application de la deuxième loi de Newton, montrer que la vitesse v de l'ISS est constante.
- 1.3. Exprimer v en fonction de G , M_T , R_T et z en précisant les différentes étapes du raisonnement.
- 1.4. Calculer la vitesse v et vérifier qu'on trouve une valeur correspondant à 27 760 km/h.
- 1.5. Définir la période de révolution T de l'ISS.
- 1.6. Exprimer cette période en fonction de la vitesse v et de la distance R_T+z .
- 1.7. Combien de révolutions autour de la Terre l'ISS fait-elle en 24 heures ?

2. Rehaussement de l'orbite de l'ISS.

Une fois amarré à la station, le vaisseau Progress doit la remonter jusqu'à l'altitude de 372 km.

Pour cela, il doit augmenter la vitesse de la station sur son orbite de $22 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Le vaisseau Progress pèse 7,1 tonnes, dont 3,8 tonnes d'ergols destinés en partie à cette opération de rehaussement. Son moteur éjecte les gaz provenant de la combustion des ergols à la vitesse, constante par rapport à la station, de $3,3 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

La station orbitale, avec le vaisseau Progress amarré, pèse 426 tonnes. Une fois en orbite, on peut considérer le système « ISS + Progress + gaz éjectés » comme isolé.

Le vaisseau est arrimé de façon à ce que les gaz soient éjectés en sens inverse du mouvement effectué par le système formé par le vaisseau et la station.

- 2.1. Schématiser la situation en indiquant sur le schéma le sens de déplacement de l'ISS et le sens dans lequel les gaz sont éjectés.
- 2.2. Que peut-on dire de la quantité de mouvement d'un système mécanique isolé ?
- 2.3. Expliquer qualitativement pourquoi l'éjection des gaz permettra d'augmenter la vitesse de la station.
- 2.4. Calculer de combien la quantité de mouvement de la station doit augmenter pour que sa vitesse augmente de $22 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 2.5. Trouver la masse de gaz que le vaisseau doit éjecter pour amener la station à l'altitude de 372 km. Les réserves en ergols du vaisseau sont-elles suffisantes pour effectuer la manœuvre ?

Exercice 3 : En voyage pour un tour en méditerranée ! 5pts

Chaque jour découvrir une nouvelle escale, goûter au plaisir d'une grande table.

« Je dois embarquer à Marseille à bord du bateau Le Zénith et me laisser au fil des escales avec des excursions organisées ... pour profiter de mes vacances à mon rythme. »



Le seul problème :

Le moteur auxiliaire, indispensable pour les manœuvres lors de l'entrée et de la sortie du port, me permet-il de faire toutes les escales prévues ?

Les documents mis à disposition.

Document 1 : les escales lors de mon voyage.



Les entrées dans un port se font avec le moteur électrique. En moyenne, il faut compter 45 minutes de manœuvres pour arriver à mouiller son bateau.

Document 2 : votre bateau.

Votre bateau est le premier voilier au monde alimenté par l'hydrogène.

Utiliser dans le bassin Méditerranéen un voilier dont le moteur auxiliaire sera sans rejet direct de gaz carbonique, tel est le défi du projet "Zéro CO2". Le voilier de 12m est équipé d'un moteur électrique alimenté par une pile à combustible, à hydrogène développée par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives- Institut Liten Grenoble.



Document 3 : Gestion énergétique à bord du voilier

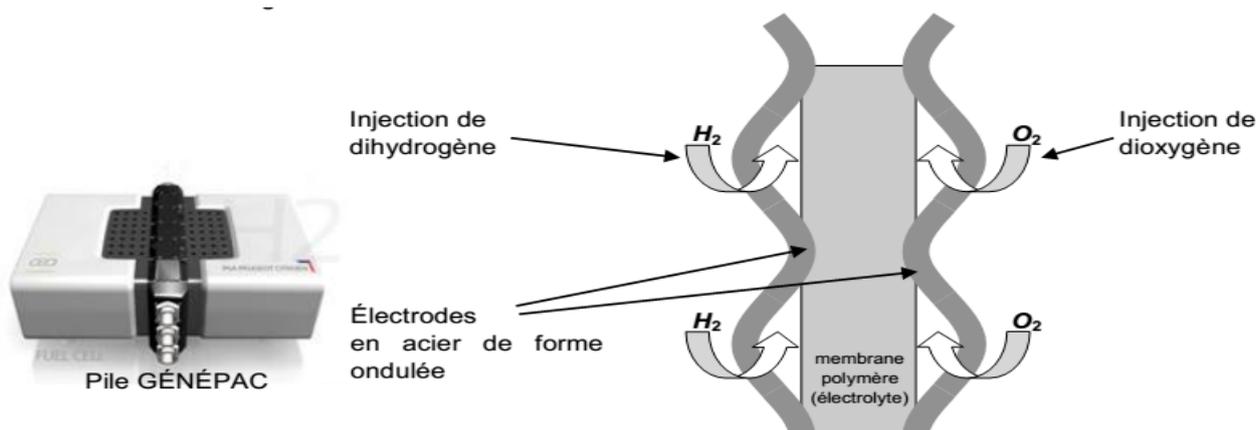
Stockage hydrogène

- Caractéristiques des conteneurs : 3 bouteilles de 150 L, Type III, (Carbon full Wrap / metallic liner)
- Pression de service : 350 bars
- Masse d'hydrogène (H_2) stockée: 10 kg
- Energie totale stockée : 350 kWh

D'après : DossierdepresseZéroCO2SalonNautique.pdf

Document 4 : Caractéristique de la pile.

- Le principe de la pile à combustible est le suivant : une réaction électrochimique contrôlée, entre du dihydrogène et le dioxygène de l'air, produit simultanément de l'électricité, de l'eau et de la chaleur.
- Cette réaction s'opère au sein d'une cellule élémentaire composée de deux électrodes, de forme ondulée, séparées par un électrolyte.



- L'électrolyte est constitué d'une membrane polymère échangeuse de protons H^+ .
- Cette pile est un empilement de 150 cellules élémentaires identiques placées en série.
- Dans certaines conditions d'utilisation, on peut considérer que le courant circulant dans les cellules élémentaires est constant, d'intensité $I = 100 \text{ A}$.

Document 5 : Quantité d'électricité fournie par une pile et durée de fonctionnement

- La quantité d'électricité fournie par la pile pendant le temps Δt est :

$$Q = I \times \Delta t$$

avec Q la charge qui s'est déplacée dans le circuit en coulomb (C), I l'intensité du courant fourni par la pile (A), Δt : la durée (s).

- Cette quantité d'électricité correspond au déplacement d'un nombre de moles d'électrons :

$$n(e^-) = Q / F$$

avec Q la charge qui s'est déplacée dans le circuit en coulomb (C) et F le faraday, charge transportée par une mole d'électrons : $1F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

Document 6 : Données générales :

- Masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1,00 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$
- Couples d'oxydoréduction mis en jeu dans la réaction : $\text{H}^+_{(\text{aq})}/\text{H}_{2(\text{g})}$ et $\text{O}_{2(\text{g})}/\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$.