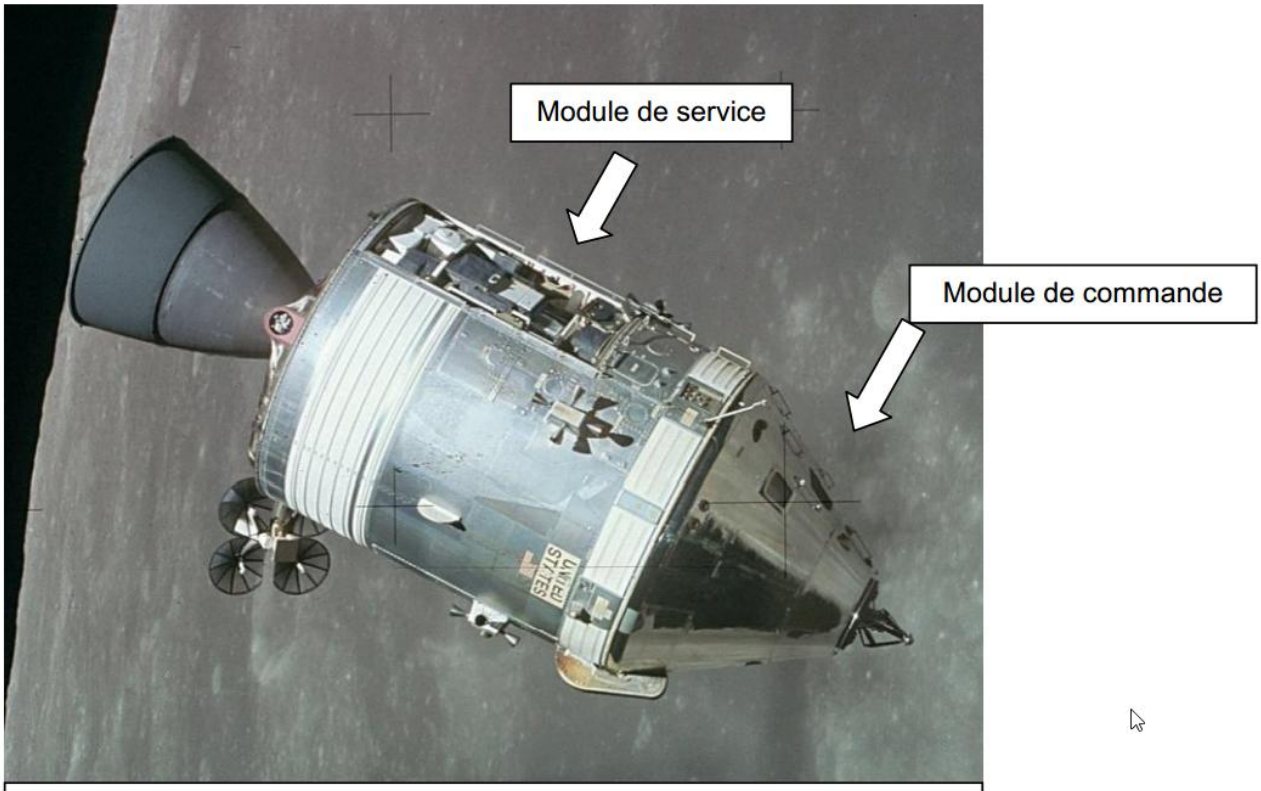
EXERCICE III. MISSION APOLLO (5 points)



Le vaisseau Apollo en orbite lunaire le 2 août 1971. *D'après Wikipédia.*

Question :

Vérifier que le système de production électrique et les réservoirs attenants sont correctement proportionnés pour permettre le bon déroulement d'une mission de 14 jours comprenant un équipage de 3 astronautes.

Remarques :
L'analyse des données, la démarche suivie et l'analyse critique du résultat sont évaluées et nécessitent d'être correctement présentées.
Le candidat notera sur sa copie toutes ses pistes de recherche, même si elles n'ont pas abouti.

Document 1 : Le module de commande.

La structure :

Le module de commande est la partie du vaisseau Apollo dans laquelle les trois astronautes séjournent durant la mission. Pesant 6,5 tonnes et de forme conique, sa structure externe comporte une double paroi : une enceinte constituée de tôles et nid d'abeille à base d'aluminium qui renferme la partie pressurisée et un bouclier thermique qui recouvre la première paroi. L'épaisseur de ce bouclier thermique varie selon la partie concernée en fonction de son exposition à la chaleur durant la rentrée atmosphérique : le vaisseau rentrant dans l'atmosphère la pointe du cône tournée vers l'arrière, c'est la base qui est la plus exposée et qui bénéficie donc du bouclier le plus épais. Le bouclier thermique est réalisé avec une résine insérée dans un nid d'abeille en acier.
L'espace pressurisé représente un volume de 6,5 m^3. Les astronautes sont installés sur trois couchettes placées côte à côte et parallèles au fond du cône : elles sont suspendues à des poutrelles dotées de systèmes d'amortissement partant du plancher et du plafond (la pointe du cône). Les couchettes sont constituées d'un cadre métallique sur lequel a été tendue une toile ignifugée.

Les besoins électriques :

Le vaisseau Apollo nécessite une puissance électrique moyenne de 1,70 kW pour alimenter l'ensemble des systèmes électriques.

Les besoins de l'équipage sont les suivants :

0,82 kg de dioxygène par jour et par personne.
4,0 kg d'eau par jour et par personne.

D'après Wikipédia et le site de la NASA

Document 2 : Le module de service.

Le module de service est un cylindre d'aluminium non pressurisé de 5 m de long et 3,9 m de diamètre, pesant 24 tonnes. Il est accouplé à la base du module de commande et la longue tuyère du moteur-fusée principal de 9 tonnes de poussée en dépasse de 2,5 m. Le module contient trois piles à combustible qui fournissent la puissance électrique et en sous-produit l'eau, ainsi que les réservoirs de dihydrogène et de dioxygène qui les alimentent (système de stockage cryogénique CSS). Le dioxygène est également utilisé pour renouveler l'atmosphère de la cabine. (…) Le module de service contient aussi les radiateurs qui dissipent l'excédent de chaleur du système électrique et qui régulent la température de la cabine. (…)

Le système de production électrique est composé de trois piles à combustible indépendantes, pouvant fournir chacune une puissance électrique nominale de 1,4 kW à une tension de 27 V.

Le système de production électrique consomme 21 moles de dihydrogène pour produire 1,0 kW pendant une heure.

D'après Wikipédia et le site de la NASA

Document 3 : Les piles à combustible alcalines (AFC).

Les piles à combustible alcalines (ou AFC, de l'appellation anglaise « Alkaline Fuel Cell ») sont une des techniques de piles à combustible les plus développées. C'est aussi une technique qui fut employée lors des expéditions lunaires (Gemini, Apollo…).

Les AFC consomment du dihydrogène et du dioxygène pur en produisant de l'eau potable, de la chaleur et de l'électricité. Elles sont parmi les piles à combustible les plus efficaces.

La pile à combustible produit de l'énergie grâce à une réaction d'oxydo-réduction entre le dihydrogène et le dioxygène.

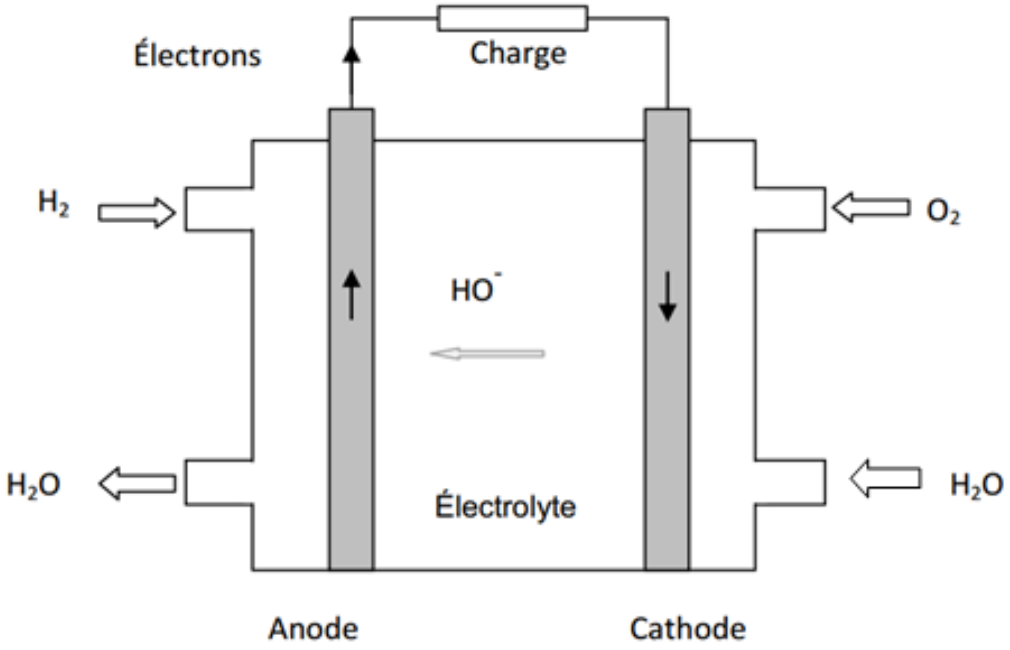
À l'anode, le dihydrogène est oxydé selon la demi-équation :

$$H_2 + 2\ HO^- \rightarrow 2\ H_2O + 2\ e^-$$

Les électrons produits transitent par un circuit électrique externe à la pile jusqu'à la cathode, où ils réduisent le dioxygène selon la demi-équation :

$$O_2 + 2\ H_2O + 4\ e^- \rightarrow 4\ HO^-$$

Masses molaires atomiques : $M(O)$ = 16,0 g.mol^{-1} ; $M(H)$ = 1,0 g.mol^{-1}.



Document 4 : Le système de stockage cryogénique CSS.

Le système de stockage cryogénique (CSS) du vaisseau Apollo a été conçu pour fournir les réactifs des piles à combustible ainsi que le dioxygène nécessaire pour la respiration des trois hommes d'équipage.
Les deux réservoirs de dioxygène ont la forme de sphères de 66 cm de diamètre. Ils sont fabriqués dans un alliage de nickel et d'acier. Chacun peut contenir 147 kg de dioxygène.
Les deux réservoirs de dihydrogène sont faits de titane et mesurent environ 81 cm de diamètre. Chacun peut contenir 12,8 kg de dihydrogène.

D'après le site de la NASA