

EXERCICE III spé: APOLLO (5pts)



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.

1- les besoins de l'équipage pour la mission complète de 3 personnes pour 14 jours :

Document 1 : module de commande

- Volume de l'espace pressurisé 6,5 m³
- Puissance électrique moyenne de 1,70 kW
- Besoin de l'équipage : 0,82 kg de O₂/jour/personne
4,0 kg d'eau /jour/personne

On peut déjà calculer les besoins de l'équipage pour la mission complète de 3 personnes pour 14 jours :

Dioxygène O_2 : $0,82 \times 3 \times 14 = 34,4 \text{ kg}$

Eau H_2O : $4,0 \times 3 \times 14 = 168 \text{ kg}$

2-énergie électrique

Consommation : Puissance électrique moyenne de 1,70 kW

La puissance consommée par le vaisseau Apollo est de 1,70 kW.

L'énergie et la puissance sont liées par la relation $E = P \cdot \Delta t$.

Pour 14 jours, l'énergie nécessaire à l'alimentation du vaisseau est donc de :

$1,70 \times (24 \times 14) = 5,71 \times 10^2 \text{ kW.h}$ ($= 5,71 \times 10^2 \times 1000 \times 3600 = 2,06 \times 10^9 \text{ J}$)

Ces besoins doivent être couverts par le fonctionnement des piles à combustible.

Production :

3 piles à combustible, pouvant fournir chacune une puissance électrique de 1,4 kW

Trois piles à combustible fournissent chacune une puissance électrique de 1,4 kW.

Chaque pile peut fournir, en 14 jours, une énergie de $1,4 \times (24 \times 14) = 4,7 \times 10^2 \text{ kW.h}$

Pour les trois piles, l'énergie produite est donc de $14,1 \times 10^2 \text{ kW.h}$ ($= 5,08 \times 10^9 \text{ J}$)

Conclusion :

$14,1 \times 10^2 \text{ kW.h} > 5,71 \times 10^2 \text{ kW.h}$: le système électrique est largement dimensionné mais cette énergie ne sera disponible que si les réserves en H_2 et O_2 sont suffisantes pour assurer le fonctionnement des piles pendant toute la durée du séjour.

3- réserve d'hydrogène

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

On peut déterminer la quantité d'H₂ nécessaire aux besoins électriques :

21 mol → 1,0 kW.h

$$n_{\text{H}_2} \rightarrow 5,71 \times 10^2 \text{ kW.h}$$

$$n_{\text{H}_2} = 21 \times 5,71 \times 10^2 = \mathbf{1,2 \times 10^4 \text{ mol}}$$

Soit une masse de H₂ = n_{H₂} × M(H₂)

$$m_{\text{H}_2} = 1,2 \times 10^4 \times 2,0 = 2,4 \times 10^4 \text{ g} = \mathbf{24 \text{ kg}}$$

Stock de H₂ :

Deux réservoirs de H₂ ; chacun peut contenir 12,8 kg de dihydrogène.

Ainsi on dispose de 25,6 kg de H₂.

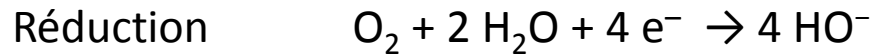
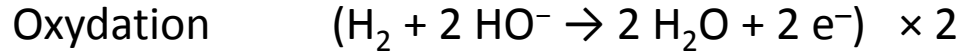
Conclusion :

Le stock de dihydrogène est suffisant.

4- réserve d'oxygène

Consommation :

- par les piles à combustible



Bilan de la pile à combustible : $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

Comme calculé précédemment, on consomme **$1,2 \times 10^4$ mol de H_2** .

D'après l'équation, on consomme alors $n_{\text{O}_2} = n_{\text{H}_2}/2$

$$n_{\text{O}_2} = \mathbf{0,6 \times 10^4 \text{ mol}}$$

Soit une masse de $\text{O}_2 = n_{\text{O}_2} \times M(\text{O}_2)$

$$m_{\text{O}_2} = 0,6 \times 10^4 \times 32,0 = 1,92 \times 10^5 \text{ g} = \mathbf{192 \text{ kg}}$$

- par les astronautes

0,82 kg de O_2 /jour/personne donc pour 3 personnes pendant 14 jours :

Consommation de dioxygène O_2 : $0,82 \times 3 \times 14 = \mathbf{34,4 \text{ kg}}$

Total consommation = $192 + 34,4 = \mathbf{226 \text{ kg}}$

Stock de O_2 :

Deux réservoirs de dioxygène ; chacun peut contenir 147 kg de dioxygène.

Ainsi on dispose de **294 kg** de O_2 .

Conclusion :

Le stock de dioxygène suffit à assurer la production électrique et à assurer la respiration des astronautes.

5- réserve d'eau

Production d'eau :

L'eau est produite par les piles et dépend de la quantité de réactifs qu'elles consomment. D'après l'équation de fonctionnement de la pile, la quantité d'eau produite est égale à celle de dihydrogène consommée : $n_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{H}_2} = 1,2 \times 10^4 \text{ mol}$

Soit une masse d'eau = $n_{\text{H}_2\text{O}} \times M(\text{H}_2\text{O}) = 1,2 \times 10^4 \times 18,0 = 2,16 \times 10^5 \text{ g} = \mathbf{2,2 \times 10^2 \text{ kg}}$

Consommation :

4,0 kg d'eau /jour/personne donc pour 3 personnes pendant 14 jours :

Consommation d'eau H_2O : $4,0 \times 3 \times 14 = \mathbf{168 \text{ kg}}$

Conclusion :

La quantité d'eau produite (216 kg) est très suffisante pour la vie à bord (168 kg).

Conclusion

Les ressources embarquées en O_2 et H_2 sont supérieures aux besoins de la mission et peuvent pallier un prolongement imprévu du séjour en orbite.

