

MEDIAN**Automne 2007****Durée de l'épreuve : 2 heures**

- Il est conseillé aux candidats de prendre connaissance de la totalité du texte du sujet avant de répondre à toute question.
- Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question.
- On accordera la plus grande attention à la clarté de la rédaction, à la présentation, aux schémas et à la présence d'unité de mesure. Les résultats seront encadrés.

L'exercice et le problème sont indépendants
Documentation : Une feuille A4 recto/verso est autorisée

Exercice : Intégration des piles à combustible dans un véhicule

Une pile à combustible PEMFC est formée d'un stack (empilement de cellules en série). Une cellule produit dans les conditions réversibles une tension (théorique) de 1.25V et de 0.9V (en tenant compte des pertes).

Une voiturette à usage urbain est dotée d'une PEMFC qui nécessite une consommation de 1 kg d'hydrogène pour une autonomie de 1h30mn.

1. Dimensionner le stack de la pile sachant que la tension nécessaire pour le démarrage est de 12 V.
2. Estimer ces pertes de tension.
3. Calculer la puissance électrique fournie au véhicule (P_{elec}). Sachant que le courant débité par la pile est $I = Q.n.F$. Avec Q : le flux molaire (mole/s), F : Cte de Faraday =96500 C/mole et n : nombre d'électrons associés à la réaction d'oxydation de l'hydrogène.

On donne les pouvoirs calorifiques inférieurs et supérieurs de l'hydrogène : PCI=242670 J/mole, PCS=287740 J/mole. La puissance injectée (P_{inj}) dans la cellule est alors le produit du flux molaire par son pouvoir calorifique.

4. Calculer l'énergie produite lors de la combustion de 1 kg d'hydrogène en faisant l'hypothèse que l'eau produite par la réaction est condensée.
- 5 Le rendement électrique met en rapport deux puissances, la puissance électrique générée par la pile et la puissance injectée sous forme de combustible.
Calculer le rendement électrique de cette pile à combustible.

Problème : Choix technico-économique pour le chauffage et l'eau chaude d'une maison

Une maison de 120m² et de quatre habitants utilise le fuel pour le chauffage et l'eau chaude à raison de 2000L/an. Le chauffage de l'eau représente $\frac{1}{4}$ de cette énergie.

- 1) Sachant que le fuel a une énergie volumique de 9.9kWh/L et que le prix du fuel est de 75c€/L, calculer l'énergie utilisée pendant une année pour le chauffage et l'eau chaude ainsi que le coût annuel de l'utilisation de cette énergie.
- 2) Ce foyer ne dispose pas du gaz de ville, ainsi pour la gazinière, les habitants utilisent des bouteilles butanes à raison d'une bouteille de 13 kg par mois. Sachant que l'énergie massique du gaz butane est de 14 kWh/kg et que le prix d'une bouteille est de 25€, calculer l'énergie utilisée pour la gazinière et son coût durant une année.

Un agent commercial GDF propose à cette famille le raccordement au gaz de ville pour le chauffage, l'eau chaude et la gazinière. Sachant que :

- ✚ Les frais de raccordement au réseau GDF sont de 300 € ; ce prix est assuré à condition que la maison soit chauffée au gaz de ville. La modification de la chaudière fuel en gaz implique la modification du brûleur uniquement, ce changement coûte 2000 € (main d'œuvre comprise).
- ✚ Les frais d'installation gaz à l'intérieur de la maison sont de 140€ ;
- ✚ Ce foyer devra dorénavant payer un abonnement annuel de 125€ TTC pour accéder à cette énergie.

3) En fonction des consommations de cette famille, quelle serait la facture annuelle de chauffage, eau chaude et de gazinière pendant une année s'ils utilisent le gaz de ville, sachant que ce dernier coûte 4.66c€/kWh.

4) Calculer :

- a. l'économie annuelle réalisée **uniquement** pour la gazinière.
- b. l'économie annuelle réalisée **uniquement** pour le chauffage et l'eau chaude.
- c. l'économie **globale** annuelle si on opte pour le gaz de ville.
- d. les frais d'investissement pour le passage au gaz de ville.

L'état propose une aide pour l'utilisation du gaz de ville sous forme d'un crédit d'un montant maximum de 3000€ avec un TEG fixe annuel de 1,99%. (TEG : Taux Effectif Global)

5) Ce couple envisage d'utiliser ce prêt pour couvrir les frais d'investissement pour le passage au gaz sur une durée de 1 an ;

- a. Calculer les mensualités à payer.
- b. Calculer le coût total du crédit et en déduire le coût total des intérêts.
- c. En prenant en compte le coût du crédit, en combien de temps les frais d'investissement pour le passage au gaz de ville sont amortis ?

Solutions alternatives :

Supposons que le crédit d'impôt représente une aide de l'état octroyée au moment de l'achat du matériel.

6) Une solution alternative consiste à utiliser la géothermie pour le chauffage et l'eau chaude, cette installation coûte 14 000€ en matériels + 6 000€ d'installation et de mise en marche. Pour cette solution il y a une possibilité de prendre un crédit de 5% TEG fixe annuel sur 5 ans.

Sachant que l'état offre un crédit d'impôt (sous forme d'une réduction nette d'impôt) de 50 % sur ce matériel et que la consommation annuelle pour le chauffage et l'eau chaude coûte environ 500 €, calculer le temps d'amortissement de cette solution.

7) Une autre solution consiste à utiliser une cheminée à bois pour le chauffage. Cette dernière utiliserait environ 13 stères de bois par an au prix de 40€ la stère. Cette installation coûte 4 000 € en matériels et 1000€ en installation et mise en marche. Pour cette solution il y a une possibilité de prendre un crédit de 5% TEG fixe annuel sur 1 an.

Sachant que l'état offre un crédit d'impôt de 40% sur ce matériel, calculer le temps d'amortissement de cette solution.

8) Conclure.