

**Examen Final** : ER50 – P2019.  
**Durée** : 1H30mn.  
**Documents** : Non autorisés.

**QCM– répondre directement sur la copie en entourant la bonne réponse**

**Barème : réponse juste (+0,5 pts); réponse fausse (-0,25pts) ; pas de réponse (0 pts)**

<u>Nom</u>	<u>Prénom</u>	<u>Signature</u>

**PARTIE 1 : SURETE DE FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES H2-PAC – certaines questions admettent plusieurs bonnes réponses possibles**

	Questions	Réponses
1	En sûreté de fonctionnement la disponibilité intrinsèque s'exprime en :	A. Unité de temps B. L'inverse de l'unité de temps C. La moyenne de l'unité de temps D. Aucune unité
2	En sûreté de fonctionnement Le MTBF est :	A. Le temps moyen de bon fonctionnement B. « mean time between failures » C. Le temps moyen de réparation D. «mean time to failure»
3	En sûreté de fonctionnement le MTTR est :	A. Le temps moyen de bon fonctionnement B. «mean time to repair» C. Le temps moyen de réparation D. « mean time to failure »
4	La fiabilité d'un système constitué de 2 éléments en redondance active est : Sachant que R(t) est la fiabilité de chaque composant.	A. $R_s(t) = 2 * R(t)$ B. $R_s(t) = 1 - (1 - R(t)) * (1 - R(t))$ C. $R_s(t) = 1 - 2 * R(t)$ D. $R_s(t) = 2 * R(t) - R(t)^2$
5	Si la fiabilité d'un composant est exprimée par une loi exponentielle $R(t) = \exp(-\lambda * t)$ alors :	A. Le taux de défaillance est croissant B. Le taux de défaillance est décroissant C. Le taux de défaillance est constant D. Le taux de défaillance est nul
6	La disponibilité asymptotique d'un système est :	A. $MTTR / (MTBF + MTTR)$ B. $MTBF / (MTBF + MTTR)$ C. $1 / (1 + MTTR / MTBF)$ D. $1 / (1 + \lambda / \mu)$
7	La densité de probabilité de défaillance f(t) s'exprime par :	A. $dF(t)/dt$ B. $dR(t)/dt$ C. $-dR(t)/dt$ D. $f(t)/R(t)$
8	La fiabilité d'un dispositif qui se compose de 4 composants connectés en série dont les fiabilités après 1000 h sont respectivement de $R_a=0,98$ ; $R_b=0,9$ ; $R_c=0,95$ et $R_d=0,6$ est :	A. $R_s(1000) = 0.40273$ B. $R_s(1000) = 0.94589$ C. $R_s(1000) = 0.65636$ D. $R_s(1000) = 0.50274$
9	La loi de Weibull est une loi statistique qui s'exprime par l'équation suivante	A. $R_s(t) = \exp(-\lambda * t)$ B. $R_s(t) = \exp(-[(t-\gamma)/\eta]^\beta)$ C. $R_s(t) = \exp(-2 * t^2)$ D. $R_s(t) = 2 * \eta * \ln(t^2/\beta)$
10	Pour représenter la redondance active totale dans les arbres de défaillances on utilise la porte logique	A. OU B. OU exclusive C. ET D. ET avec condition

**PARTIE 2 : COGENERATION PAC - chaque question n'admet qu'une seule bonne réponse**

- 1) En France, la consommation d'énergie commerciale en Tonne Equivalent Pétrole (TEP) est de :
  - A. 4,3 TEP/hab
  - B. 8,2 TEP/hab
  - C. 11 TEP/hab
- 2) Le PCI est le Pouvoir Calorifique Inférieur du combustible. Il indique la quantité de chaleur qu'il va libérer lors de la combustion par unité de volume ou de masse.  
Pour le dihydrogène, le PCI massique vaut :
  - A. 20 kWh/kg
  - B. 33 kWh/kg
  - C. 87 kWh/kg
- 3) Envoyer 1 email avec un fichier attaché de 1 Mo génère :
  - A. 8 g CO<sub>2</sub>
  - B. 12 g CO<sub>2</sub>
  - C. 19 g CO<sub>2</sub>
- 4) Par rapport à une chaudière à gaz standard, quelle est l'économie en énergie primaire réalisée par une pile à combustible :
  - A. 25 %
  - B. 47 %
  - C. 65 %
- 5) Un cogénérateur de type Ericsson peut fonctionner selon un cycle :
  - A. Brayton
  - B. Joule-Brayton
  - C. Lenoir-Brayton
- 6) Les rendements électriques des meilleures piles à combustible sont :
  - A. 40 %
  - B. 50%
  - C. 60 %
- 7) L'intégration de la micro-cogénération dans le bâtiment permet de :
  - A. Diminuer la pointe électrique locale
  - B. Baisser les coûts de production de chaleur
  - C. Augmenter la durée de vie des systèmes de production d'énergie
- 8) Le cœur d'une pile permet l'oxydation de l'hydrogène avec :
  - A. l'oxygène
  - B. le dioxyde de carbone
  - C. le méthane
- 9) Pour la cogénération, les meilleures piles sont de type :
  - A. SOFC
  - B. PEMFC
  - C. DMFC
- 10) La cogénération par PAC présente un coût moyen compris entre :
  - A. 4 à 6 kEuros/kW
  - B. 20 à 40 kEuros/kW
  - C. 100 à 120 kEuros/kW

**PARTIE 3 : REFROIDISSEMENT DES MACHINES ÉLECTRIQUES A L'AIDE DE L'HYDROGÈNE – certaines questions admettent plusieurs bonnes réponses possibles**

1. **Que refroidit l'hydrogène des alternateurs de grande puissance ?**
  - A) Barres stator.
  - B) Bobinage rotor.
  - C) Circuit magnétique et bobinage rotor.
2. **Où est injecté la gaz neutre dans l'alternateur lors des phases de balayage?**
  - A) Dans la rampe supérieure.
  - B) Dans la rampe inférieure.
  - C) Dans la rampe supérieure ou inférieure suivant le gaz neutre.
3. **Quelle est la limite de la norme CEI pour la consommation journalière d'hydrogène d'un alternateur ?**
  - A) 18 m<sup>3</sup>.
  - B) 18 Nm<sup>3</sup>.
  - C) définie selon la pression d'hydrogène.
4. **Comment calcule-t-on des Nm<sup>3</sup> de gaz**
  - A) Volume occupé par le gaz à la pression atmosphérique et à une température de 0°C.
  - B) Volume occupé par le gaz à la pression atmosphérique et à une température de 20°C.
  - C) Volume occupé par le gaz à la pression atmosphérique et à une température de 25°C.
5. **Comment calcule-t-on les Nm<sup>3</sup> de fuite d'hydrogène à partir du résultat de l'essai d'étanchéité en air ?**
  - A) En multipliant par le rapport des masses volumiques.
  - B) En multipliant par le carré du rapport des masses volumiques.
  - C) En multipliant par la racine carrée du rapport des masses volumiques.
6. **Quels sont les inconvénients actuels d'un circuit simple d'étanchéité hydrogène ?**
  - A) Consommation élevée d'hydrogène.
  - B) Introduction d'humidité.
  - C) Baisse de la pureté d'hydrogène.
  - D) Augmentation de la pureté d'hydrogène.
7. **Quels sont les avantages actuels d'un triple circuit d'étanchéité hydrogène ?**
  - A) Coût moins élevé.
  - B) Respect de la limite de consommation pour les alternateurs opérant à pression élevée d'hydrogène.
  - C) Pas de pollution de l'hydrogène.
8. **Quels sont les paramètres qui définissent la quantité d'hydrogène dissoute dans l'huile étanchéité ?**
  - A) La température de l'huile.
  - B) La pression d'hydrogène.
  - C) Le débit d'huile en contact avec l'hydrogène.
  - D) Le taux de solubilité de l'hydrogène dans l'huile.
9. **Pour quelle(s) circonstance(s) de l'hydrogène s'introduit-il dans le circuit eau stator ?**
  - A) En permanence.
  - B) Uniquement en cas de fuite.
  - C) Uniquement si le circuit eau stator est à l'arrêt.
10. **Un alternateur a un volume utile de 100 m<sup>3</sup>.**  
**Lors de l'essai d'étanchéité en air la perte de pression absolue était de 10 mbar par 24 heures.**  
**En fonctionnement sous hydrogène sa consommation journalière est de 8,73 Nm<sup>3</sup>.**  
**Le débit journalier d'H<sub>2</sub> relevé par le compteur à gaz du circuit eau stator est de 500 litres.**  
**2 analyseurs de gaz sont en service, chacun avec un débit d'hydrogène de 150 ml/min.**  
**Quelle est la consommation journalière d'hydrogène par le circuit huile étanchéité ?**  
**Nota : Pour le facteur de conversion des fuites en air on prendra 3,8.**
  - A) 3 Nm<sup>3</sup>.
  - B) 4 Nm<sup>3</sup>.
  - C) 5 Nm<sup>3</sup>.

**PARTIE 4 : PROJETS – certaines questions admettent plusieurs bonnes réponses possibles**

1. **Lors de l'électrolyse de l'eau, à partir de quelle tension observe-t-on une production d'H<sub>2</sub> et d'O<sub>2</sub>?**
  - A. 1,23V
  - B. 2,1V
  - C. 1,48V
  - D. 3,6V
  
2. **Pourquoi certaines piles sont réversibles en électrolyseur ?**
  - A. Car la cellule est petite, la membrane s'assèche donc moins rapidement
  - B. Car il y a de la membrane contient de la platine des deux cotés
  - C. Car il y a du carbone des deux cotés
  - D. Une pile réversible est toujours de couleur bleu pour des raisons de sécurité
  
3. **Que signifie GMC ?**
  - A. Groupe Moto-Compresseur
  - B. Générateur Multi-Couple
  - C. Gas Motion Compressor
  - D. Gestion de Membranes Carboniques
  
4. **Pourquoi doit-on réguler le GMC ?**
  - A. pour éviter l'assèchement ou noyage de la PaC
  - B. pour noyer la PaC
  - C. pour empêcher la formation d'eau dans la membrane
  - D. pour éviter les courts-circuits
  
5. **Qu'est-ce qu'un système mCHP ?**
  - A. Un système de tri-génération
  - B. Un système " micro Combined Heat and Power "
  - C. Un système de cogénération
  - D. Un système de cogénération de forte puissance
  
6. **La micro-cogénération traite des cas de charge thermique à l'échelle de :**
  - A. Une habitation moyenne
  - B. Un quartier
  - C. Une ville
  - D. Les trois
  
7. **Quels sont les principaux défauts liés à la Pile à Combustible ?**
  - A. Noyage et assèchement aux électrodes
  - B. Noyages aux niveaux des canaux de diffusions
  - C. Assèchement de la membrane
  - D. Fuite de la membrane
  
8. **Quels sont les différentes méthodes de diagnostics ?**
  - A. Courbe de polarisation
  - B. Spectre d'impédance
  - C. Spectre de singularité
  - D. Méthode dynamique

- 9. L'Analyse Harmonique est normalement utilisée dans le diagnostic des PàC pour détecter le problème suivant:**
- A. Assèchement
  - B. Corrosion
  - C. Hydratation
  - D. Supertension
- 10. Comment évolue le courant dans une cellule trop sèche par rapport à une cellule normale ?**
- A. Il augmente
  - B. Il baisse
  - C. Il reste identique
  - D. La réponse d