

**2E102 - Source d'énergie électrique et capteurs**

ER1 - 1 HEURE - le 08/10/2015

Sans document ni calculatrice

N° étudiant : .....

Prénom : .....

Nom : .....

*Le principe de notation associé à ce QCM consiste à attribuer deux points à une réponse juste et à soustraire un point pour une réponse fausse. L'absence de réponse se traduit par zéro. Une seule réponse par question. Certaines réponses peuvent dépendre des questions précédentes, elles sont alors regroupées par exercice et portent le même numéro. La note totale est sur 75 points ramenée ensuite sur 15.*

**Exercice 1 (13 points) :**

Dans une centrale nucléaire,

1.a. La source primaire d'énergie est :

- ☐ le pétrole
- ☐ la chaleur
- ☒ l'uranium

1.b. L'énergie utile est :

- ☐ thermique
- ☒ électrique
- ☐ mécanique

1.c. L'énergie non utilisée est sous forme :

- ☒ thermique
- ☐ électrique
- ☐ mécanique

1.d. L'élément qui produit de l'électricité est :

- ☒ un turbo-alternateur
- ☐ un aérogénérateur
- ☐ une jonction p-n entre deux semi-conducteurs

1.e. Le rendement typique est :

- ☐ 15%
- ☒ 35%
- ☐ 85%

1.f. En quelques mots, discutez des avantages et des inconvénients de l'utilisation des centrales nucléaires dans le mix énergétique français.

Avantages : Durée de vie, GES, Ressources ± abondantes, prix du kWh, disponibilité .....

.....

Inconvénients : Investissement initial, durée de construction, déchets nucléaires, non renouvelable, .....

Accidents, contexte nucléaire/atomique .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Exercice 2 (23 points) :**

Dans une centrale solaire photovoltaïque,

2.a. La source primaire d'énergie est :

2

- ☒ la lumière du soleil  
☐ la chaleur du soleil  
☐ le vent

2.b. L'énergie utile est :

2

- ☐ thermique  
☒ électrique  
☐ mécanique

2.c. L'élément qui produit de l'électricité est :

2

- ☐ un turbo-alternateur  
☐ un aérogénérateur  
☒ une jonction p-n entre deux semi-conducteurs

2.d. Le rendement typique d'un module photovoltaïque est :

2

- ☒ 15%  
☐ 35%  
☐ 85%

2.e. En quelques mots, discutez des avantages et des inconvénients de l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque dans le mix énergétique français.

Avantages : énergie "gratuite", renouvelable, GES, prometteuses, zones non raccordées au réseau.....

Prise de conscience des utilisateurs.....

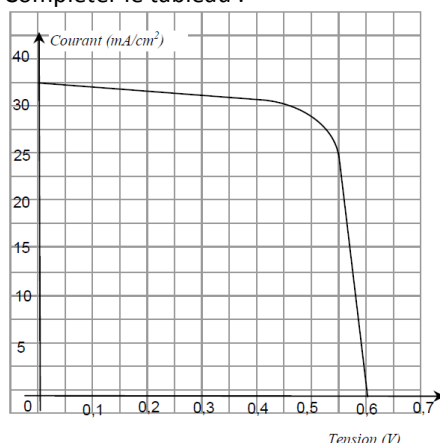
3

Inconvénients : Prix du kWh, surfaces occupées, intermittence, production décentralisée/individualisée .....

2.f. Pour une cellule photovoltaïque, la caractéristique courant-tension est représentée sur la figure 1.

Compléter le tableau :

4



| Cellule PV                | unité | 1 cm <sup>2</sup> | Cellule de 10 cm <sup>2</sup> | 18 cellules en série |
|---------------------------|-------|-------------------|-------------------------------|----------------------|
| Courant de court-circuit  | mA    | 35                | 350                           | 350                  |
| Tension de circuit-ouvert | V     | 0.6               | 0.6                           | 10.8                 |
| Puissance nominale        | mW    | 14                | 140                           | 2 520                |
| Rendement                 | %     | 14                | 14                            | 14                   |

Figure 1 : I(V) d'une cellule photovoltaïque

ER1 - 1 HEURE - le 08/10/2015

Sans document ni calculatrice

N° étudiant : .....

Prénom : .....

Nom : .....

2.g. Lorsque l'éclairement est divisé par deux :

2

- ☒ le courant de court-circuit est divisé par deux
- ☐ la tension de circuit-ouvert est divisée par deux
- ☐ le rendement est divisé par deux

2.h. Lorsque la température augmente :

2

- ☐ le courant de court-circuit diminue
- ☒ la tension de circuit-ouvert diminue
- ☐ le rendement augmente

2.i. Par définition, le facteur de charge d'une installation photovoltaïque est :

2

- ☐ le rapport entre la puissance maximale produite par la cellule photovoltaïque et la puissance maximale qu'aurait produit un générateur électrique équivalent idéal.
- ☒ le rapport entre l'énergie effectivement produite et l'énergie qu'aurait produit l'installation si elle avait fonctionné à sa puissance nominale pendant la même durée.
- ☐ le rapport entre l'énergie électrique produite et l'énergie lumineuse consommée.

2.j. Le facteur de charge typique d'une installation photovoltaïque est :

2

- ☐ 95%
- ☐ 50%
- ☒ 15%

**Exercice 3 (23 points) :**

3.a. Notons  $\rho$  la densité de l'air ( $1,22 \text{ kg/m}^3$ ) et  $D$  le diamètre du rotor d'une éolienne (en m). La puissance du vent arrivant à une vitesse  $v$  (en m/s) en amont de l'éolienne est :

2

- ☒  $\frac{1}{2} \rho \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 v^3$
- ☐  $\frac{1}{2} \rho \pi \left(\frac{D}{2}\right)^3 v^2$
- ☐  $\frac{16}{27} \times \frac{1}{2} \rho \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 v^3$

3.b. D'après la limite de Betz, le rendement maximum d'une éolienne est :

2

- ☐ 100%
- ☒ 59%
- ☐ 5%

3.c. Par définition, le coefficient de performance d'une éolienne est :

2

- ☐ le rapport entre l'énergie électrique effectivement produite et l'énergie qu'aurait produit l'éolienne en fonctionnement nominal, pendant la même durée.
- ☐ le coefficient donné par la limite de Betz.
- ☒ le rapport entre la puissance électrique produite et la puissance du vent disponible en amont de l'éolienne, pour une vitesse de vent donnée.

On considère un vent qui souffle pendant 24 heures suivant le chronogramme ci-dessous :

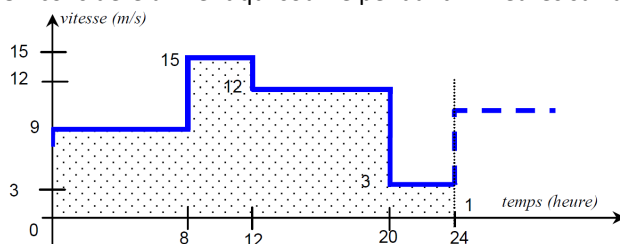


Figure 2 : Chronogramme du vent représenté sur une journée

3.d. La vitesse moyenne du vent pour cette journée est :

- ☐ 9 m/s  
☒ 10 m/s  $1/24 \cdot (9 \times 8 + 15 \times 4 + 12 \times 8 + 3 \times 4)$   
☐ 12 m/s

3.e. Imaginons que le vent souffle de manière régulière à une vitesse moyenne de 10 m/s, toute la journée. L'énergie du vent disponible sur 1m<sup>2</sup> de surface est :

- ☒ 14 640 Wh  
☐ 12 000 Wh  $1/2 \cdot 1.22 \cdot 1 \cdot (10)^3 \cdot 24$   
☐ 8 675 Wh

3.f. En tenant compte de la limite de Betz, l'énergie maximum théoriquement récupérable par jour, dans les conditions de la question 3.e. est :

- ☐ 14 640 Wh  
☐ 12 000 Wh  $59\% \text{ de } 3.e.$   
☒ 8 675 Wh

3.g. L'éolienne produit effectivement 3 660 Wh par jour, dans les conditions de la question 3.e. Son coefficient de performance est :

- ☒ 0,25  
☐ 0,33  $4 \cdot 3\,660 = 14\,640 \text{ Wh}$   
☐ 0,5

3.h. Imaginons que le vent souffle de manière régulière à vitesse constante pendant 12 heures et ne souffle pas le reste de la journée. Sa vitesse moyenne est de 10 m/s. L'énergie du vent sur 1m<sup>2</sup> de surface est :

- ☐ 4 880 Wh  
☐ 34 702 Wh  $1/2 \cdot 1.22 \cdot 1 \cdot (20)^3 \cdot 12$   
☒ 58 560 Wh

3.i. En tenant compte de la limite de Betz, l'énergie maximum théoriquement récupérable par jour, dans les conditions de la question 3.h. est environ :

- ☐ 4 880 Wh  
☒ 34 702 Wh  $59\% \text{ de } 3.h.$   
☐ 58 560 Wh

3.j. Pour le profil de vent représenté sur la figure 2, en tenant compte de la limite de Betz, l'énergie maximum récupérable par jour sur 1m<sup>2</sup> de surface est :

- ☐ 5 330 Wh  
☒ 12 024 Wh  $\text{Doit être compris entre } 8\,675 \text{ Wh de } 3.f. \text{ et } 34\,702 \text{ Wh de } 3.i.$   
☐ 41 010 Wh

3.k. L'énergie électrique réellement produite par m<sup>2</sup> de surface de rotor, est de 2 900 Wh, par jour, dans les conditions de la question 3.j. Le facteur de charge de cette installation éolienne est :

- ☐ 30%  
☐ 50%  $2\,900/3\,600$   
☒ 80%

3.l. Commentez ce dernier résultat.

Le facteur de charge typique d'une installation éolienne est de 25%.

Ici, la distribution de vent est très forte, la plupart du temps le vent souffle à plus de 10 m/s.

## 2E102 - Source d'énergie électrique et capteurs

ER1 - 1 HEURE - le 08/10/2015

Sans document ni calculatrice

N° étudiant : .....

Prénom : .....

Nom : .....

### Exercice 4 (17 points) :

Une batterie d'accumulateurs est réalisée par l'assemblage en série de 20 monoblocs.

Un monobloc est un élément d'accumulateur de masse 12,7 kg. Il présente une tension de 6V à ses bornes et une capacité de 100 Ah. La charge complète des batteries dure typiquement 5h30. On estime qu'en fonctionnement nominal, la batterie peut se décharger en 30 minutes environ. La durée de vie de la batterie correspond à 1 500 cycles de charges et de décharges.

Cette batterie d'accumulateurs fournit l'énergie électrique à un moteur qui propulse un véhicule électrique. En fonctionnement nominal, le moteur absorbe un courant continu de 180 A.

4.a. Le courant total que pourrait débiter un monobloc pendant une heure est :

- ☒ 100 A  
☐ 2 000 A  
☐ 12 000 A

2

4.b. Le courant total que pourrait débiter cette batterie pendant une heure est :

- ☒ 100 A  
☐ 2 000 A  
☐ 12 000 A

2

4.c. La tension aux bornes de cette batterie est :

- ☐ 6 V  
☒ 120 V  
☐ 100 V

2

4.d. L'énergie totale dont dispose cette batterie est :

- ☐ 100 Wh  
☐ 120 Wh  
☒ 12 000 Wh
- 100 x 120

2

4.e. La puissance à laquelle le moteur débite est :

- ☒ 21 600 W  
☐ 1 080 W  
☐ 2 000 W
- 180 x 120

2

4.f. Le temps au bout duquel la batterie sera complètement déchargée est :

- ☐ 5 heures et 30 minutes  
☒ 33 minutes  
☐ 1 heure
- 60 x 12 000 / 21 600

2

4.g. Le nombre maximal de cycles de charges et de décharges possible par jour est :

- ☐ 12  
☐ 48  
☒ 4
- 24 / (5.5 + 0.5)

2

4.h. Le nombre de jours correspondant à la durée de vie de la batterie est :

- ☐ 1  
☒ 375  
☐ 1 500
- 1 500 / 4

2

4.i. Est-il raisonnable de faire fonctionner la batterie selon ce cycle ?

1

Non, il ne faut pas vider complètement une batterie.....

.....