

ER1 - 1 HEURE - le 19/10/2017

Sans document ni calculatrice

N° étudiant : .....

Prénom : .....

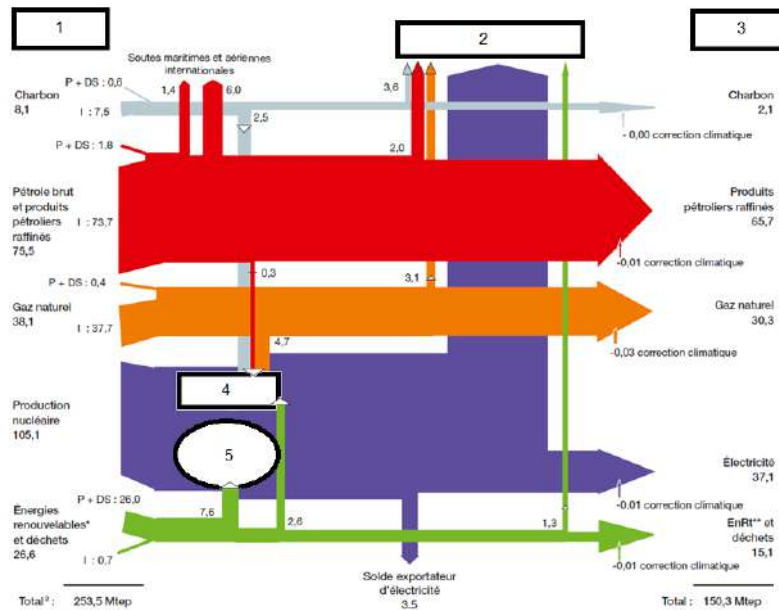
Nom : .....

Le principe de notation associé à la partie QCM consiste à attribuer deux points à une réponse juste et à soustraire 0,5 point pour une réponse fausse. L'absence de réponse se traduit par zéro. Une seule réponse par question.

Les valeurs numériques des applications ont été arrondies pour faciliter les calculs.

**Exercice 1 : Généralités (20 points)**

L'énergie en France.



a. Relier le mot au numéro de l'encadré dans lequel il doit apparaître :

- |   |                          |                          |              |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pertes       |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Ressources   |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Consommation |

b. L'encadré 1 correspond à une :

- ☒ énergie primaire  
☐ énergie finale  
☐ énergie perdue

c. L'encadré 2 correspond à une :

- ☐ énergie primaire  
☐ énergie finale  
☒ énergie perdue

d. Que doit-on mettre dans l'encadré 4 ? :

- ☐ Centrales nucléaires  
☒ Centrales thermiques classiques  
☐ Centrales hydrauliques, éoliennes, photovoltaïques

e. Que représente la flèche de 7,6 Mtep de l'encadré 5 ?

- ☐ les centrale éoliennes et photovoltaïques  
☐ les centrales au biogaz  
☒ les centrales hydrauliques

f. Quelle est la taille de la grosse flèche arrivant vers l'encadré 2 ? :

- ☐ 54,8 Mtep  
☐ 105,1 Mtep  
☒ 82,2 Mtep

g. Quelle est l'unité utilisée dans ce diagramme ? Expliquer ce qu'elle représente. Connaissez-vous d'autres unités équivalentes ?

L'unité utilisée est Mtep. Une tep représente l'énergie libérée par la combustion d'une tonne de pétrole (tonne équivalent pétrole) et M pour méga, soit un million. ....

h. Quelle part représente l'électricité dans l'énergie totale utilisée en France ? :

- ☒ 25%  
☐ 50%  
☐ 75%

i. Quelle part représente le nucléaire dans la production d'électricité en France ? :

- ☐ 33%  
☐ 55%  
☒ 75%

j. Quelle quantité d'électricité a été consommée en France en 2016 ? :

- ☐ 531 MWh  
☐ 531 GWh  
☒ 531 TWh

### Exercice 2 : Installation photovoltaïque (25 points)

Une installation photovoltaïque est constituée de 16 modules photovoltaïques, d'un sectionneur et d'un onduleur.

a. L'onduleur permet :

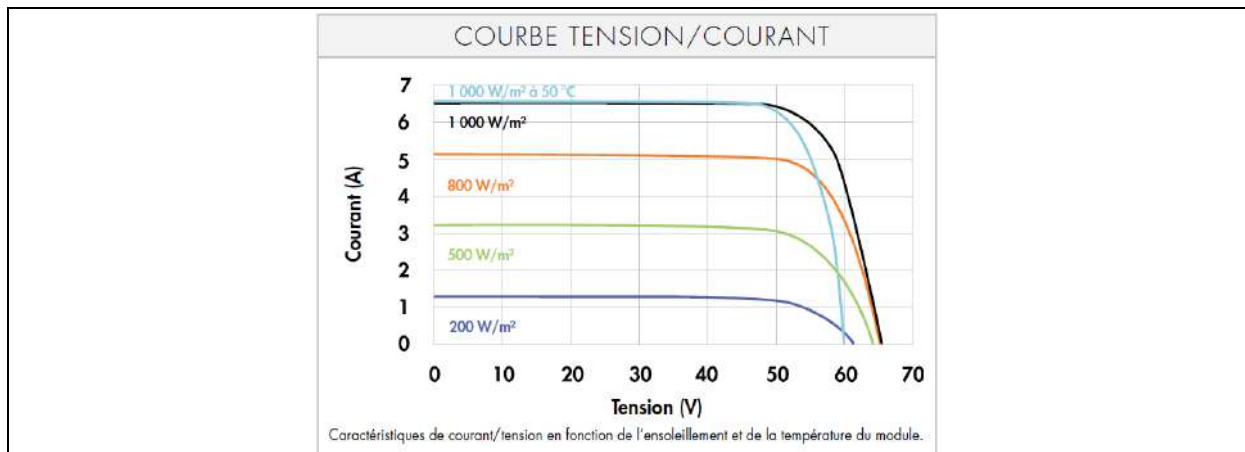
- ☐ de convertir le signal triphasé en sortie de l'installation en un signal de tension plus élevée pour être ensuite envoyé sur les lignes hautes tensions du réseau électrique  
☒ de convertir le signal continu en sortie de l'installation en un signal alternatif pour être ensuite envoyé sur les lignes hautes tensions du réseau électrique ou consommé localement  
☐ de convertir le signal continu en sortie de l'installation en un signal continu dont la tension est adaptée aux batteries de stockage

b. Quel est le rôle du sectionneur ?

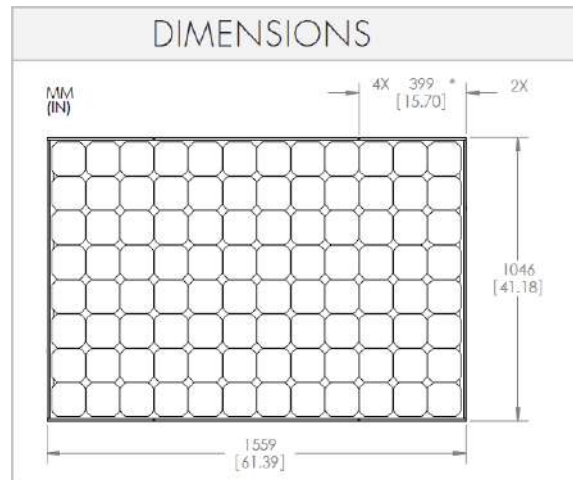
Le rôle du sectionneur est d'isoler l'installation photovoltaïque de tout le reste (installation domestique et réseau) en cas de problème électrique. ....

Les caractéristiques électriques des modules photovoltaïques utilisés sont détaillées en page 3.

c. Tracer les caractéristiques courant-tension et puissance-tension de ce module photovoltaïque et indiquer les points importants.



SUNPOWER®		
CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES		
Valeurs dans des conditions de test standard : ensoleillement de 1 000 W/m <sup>2</sup> , AM 1,5 et température de cellule de 25 °C		
Puissance nominale (+5/-0 %)	P <sub>nom</sub>	333 W
Rendement (cellule)	η	22,9 %
Tension à puissance maximale	V <sub>mpp</sub>	54,7 V
Courant à puissance maximale	I <sub>mpp</sub>	6,09 A
Tension en circuit ouvert	V <sub>oc</sub>	65,3 V
Courant de court-circuit	I <sub>sc</sub>	6,46 A
Tension maximale du système	IEC	1 000 V
Coefficients de température	Puissance (P)	- 0,38 %/K
	Tension (V <sub>oc</sub> )	- 176,6 mV/K
	Courant (I <sub>sc</sub> )	3,5 mA/K



d. Le rendement du module photovoltaïque est :

- ☐ 22,9%
- ☒ 20,4%
- ☐ 15%

e. Lorsque la température augmente, le courant :

- ☒ augmente
- ☐ est constant
- ☐ diminue

f. Lorsque la température augmente, la tension :

- ☐ augmente
- ☐ est constante
- ☒ diminue

g. Si la température de fonctionnement du module photovoltaïque est de 55°C, la puissance maximale qu'il pourrait délivrer, lorsqu'il est éclairé par un flux de 1 000 W/m<sup>2</sup>, serait :

- ☒ 295 W
- ☐ 333 W
- ☐ 370 W

h. La tension nominale à l'entrée de l'onduleur est :

- ☒ 900 V
- ☐ 55 V
- ☐ 70 V

i. Le courant nominal à l'entrée de l'onduleur est :

- ☐ 100 A
- ☒ 6,5 A
- ☐ 3 A

j. La puissance totale de l'installation photovoltaïque est :

- ☐ 333 W
- ☒ 5 328 W
- ☐ 6 090 W

k. Le facteur de charge de l'installation est de 20%. Supposons qu'il y ait 8 000 heures dans une année, la production attendue pour cette installation serait :

- ☒ 8,5 MWh
- ☐ 42,6 MWh
- ☐ 533 kWh

**Exercice 3 : Électricité éolienne (20 points)**

Une éolienne est associée à un régulateur de charge et à une batterie de stockage électrochimique afin d'alimenter quelques prises électriques en courant continu d'une maison. L'éolienne choisie a les caractéristiques suivantes :



Puissance nominale	1 000 W
Puissance maximale	1 300 W
Tension nominale	24 V
Vitesse de vent nominale	10 m/s
Vitesse de rotation nominale	350 tr/min
Vitesse de démarrage	2 m/s
Vitesse de mise en sécurité	35 m/s
Type de freinage	Mécanique + Électronique
Nombre de pales	3 aérodynamiques
Diamètre du rotor	2,88 m
Matériau des pâles	Fibre de verre
Type de génératrice	Aimants permanents et saturation magnétique
Poids de génératrice	47 kg
Dimension de génératrice	680 × 410 × 330 mm <sup>3</sup>
Garantie produit	1 an

a. Les caractéristiques nominales de l'éolienne sont données pour une vitesse de vent constante à 10 m/s. La puissance du vent disponible est alors de 4 kW. Quelle formule est utilisée pour faire ce calcul, sachant que  $\rho$  est la densité de l'air (1,23 kg/m<sup>3</sup>) et D le diamètre du rotor d'une éolienne (en m). ?

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

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

- ☐ 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

c. Quelle est la valeur nominale du coefficient de performance de cette éolienne ?

- ☐ 32%
- ☒ 25%
- ☐ 4%

d. D'après la limite de Betz, le coefficient de performance maximum d'une éolienne est :

- ☐ 100%
- ☒ 59%
- ☐ 5%

e. Imaginons que le vent souffle en continu à une vitesse de 10 m/s de 20h à 6h et ne souffle pas le reste du temps. Quelle est l'énergie produite par l'éolienne par jour :

- ☒ 10 kWh
- ☐ 14 kWh
- ☐ 24 kWh

f. Le facteur de charge de cette installation est :

- ☐ 42%
- ☒ 58%
- ☐ 100%

g. Les rendements du régulateur de charge et de la batterie sont 94% et 80% respectivement. Le rendement du système (régulateur + batterie) est de :

- ☐ 98%
- ☐ 85%
- ☒ 75%

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

h. L'énergie stockée dans la batterie par jour est :

- ☒ 7,5 kWh
- ☐ 10 kWh
- ☐ 18 kWh

i. Imaginons que l'on souhaite stocker 6 kWh par jour. Quelle capacité de batterie pourrait être utilisée ?

- ☐ 200 Ah
- ☒ 250 Ah
- ☐ 300 Ah

j. La consommation moyenne par foyer, en France, pour des usages hors chauffage (chauffage, cuisson et eau chaude) s'élève à 2700 kWh par an, soit environ 7,5 kWh/jour (Source ADEME 2015). Si la batterie stocke 6 kWh par jour, quelle part de la consommation moyenne des ménages est couverte par ce type d'installation éolienne ?

- ☐ 50%
- ☒ 80%
- ☐ 125%

**Exercice 4 : Divers (10 points)**

a. La piézoélectricité produit de l'électricité grâce à :

- ☒ une contrainte mécanique
- ☐ une différence de température
- ☐ un turbo-alternateur

b. Une céramique piézoélectrique peut être modélisée par une source de courant  $\left(\frac{Ae}{L} \frac{d(\delta L)}{dt}\right)^*$  en parallèle avec un condensateur  $C_0$ . L'unité de e est :

- ☐ A/m<sup>2</sup>
- ☒ C/m<sup>2</sup>
- ☐ sans unité

c. Le signal électrique généré par une céramique piézoélectrique sous contraintes est :

- ☒ continu
- ☐ alternatif
- ☐ triphasé

d. La thermoélectricité produit de l'électricité grâce à :

- ☐ une contrainte mécanique
- ☒ une différence de température
- ☐ un turbo-alternateur

e. L'effet Peltier se produit lors de l'application d'une tension aux bornes :

- ☐ d'une jonction entre deux semi-conducteurs (thermiquement conducteurs)
- ☐ d'une jonction entre deux isolants électriques (thermiquement conducteurs)
- ☒ d'une jonction entre deux semi-conducteurs (thermiquement peu conducteurs)

f. Le signal électrique généré par un dispositif thermoélectrique dont les deux extrémités sont à températures constantes est :

- ☒ continu
- ☐ alternatif
- ☐ triphasé

---

\* A : surface du matériau piézoélectrique     $\delta L/L$  : élongation du matériau piézoélectrique