

Prénom :

Nom :

FINAL ER54 AUTOMNE 2011 - PARTIE 2 (13 PTS)

B. Blunier, R. Roche

AVANT TOUTE CHOSE : Mettez votre nom sur **chaque** feuille et signez chaque feuille.

Documents autorisés : une feuille A4 recto-verso manuscrite et calculatrice

PILE A COMBUSTIBLE (7 POINTS)

On souhaite dimensionner une pile à combustible permettant de satisfaire un ensemble de charges d'une habitation. On prendra comme hypothèse que l'ensemble des charges n'engendre pour la pile à combustible que 4 points de fonctionnement donnés dans le tableau ci-dessous.

Point de fonctionnement	Puissance délivrée par la pile (W)	Taux de travail
P1	200	25 %
P2	600	40 %
P3	800	25%
P4	1 000	10 %

Les caractéristiques, en fonction de la densité de courant j , $V(j)$ (tension d'une cellule élémentaire) et $\rho(j)$ (densité de puissance) de cette pile sont données sur les figures page suivante.

RAPPEL DES FORMULES :

Débit molaire d'hydrogène (mol/s) : $\dot{n}_{H_2}(I) = \frac{I}{2F} n_c$

Densité de courant (mA/cm²) : $j = \frac{I \cdot n_c}{S_{tot}}$

Avec :

- I : courant de la pile à combustible (A)
- F : constante de Faraday (96 485 C)
- n_c : nombre de cellules
- S_{tot} : surface de la cellule en cm²

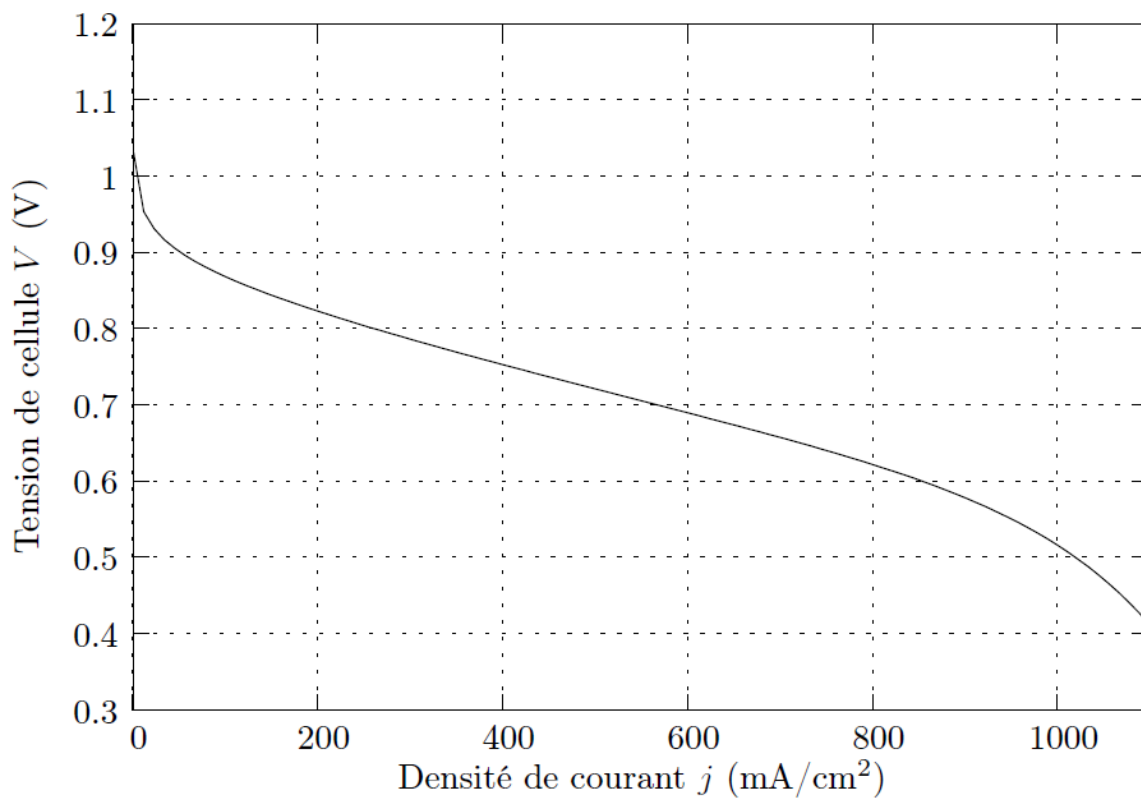
On propose de dimensionner la pile avec les contraintes suivantes :

1. La pile devra être capable de délivrer 150 % de sa puissance moyenne,
2. La tension de la pile ne devra pas descendre en dessous de 70 V.

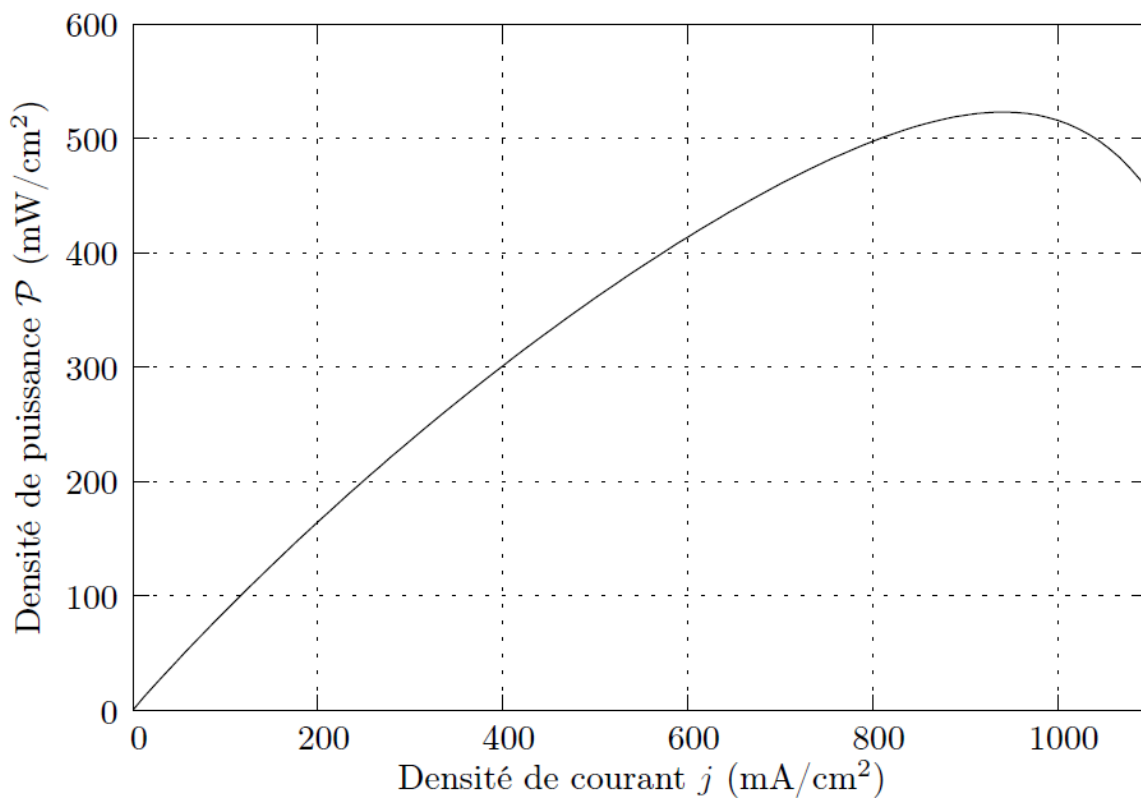
Signature :

Prénom :

Nom :



(a) Caractéristique Tension - Densité de courant d'une cellule de PàC



(b) Caractéristique Densité de puissance - Densité de courant d'une cellule de PàC

Figure 1 Caractéristique d'une cellule de pile à combustible

Signature :

Prénom :

Nom :

Question 1 (4 pt) : Dimensionnez (surface des cellules, nombre de cellules) la pile à combustible en détaillant la méthode utilisée.

Détail des calculs

Réponses

Nombre de cellules	Surface totale

Signature :

--

Prénom :

Nom :

Question 2 (3 pt) : Calculez le nombre de kilogrammes d'hydrogène consommé sur une année. Rappel : la masse molaire du dihydrogène (H_2) est de 2 g/mol.

Détail des calculs

Réponse

Masse d'hydrogène (kg) consommée en une année

Signature :

Prénom :

Nom :

HYDRAULIQUE (6 POINTS)

Les caractéristiques du barrage des Trois Gorges en Chine sont les suivantes :

- Débit d'eau total : 17 400 m³/s à 27 550 m³/s,
- Hauteur de la chute d'eau : 115 mètres,
- Nombre de turbines : 29 (toutes identiques : on supposera que l'eau est uniformément répartie sur l'ensemble des turbines.),
- Rendement de la turbine : 94 %,
- Rendement de la génératrice : 96 %

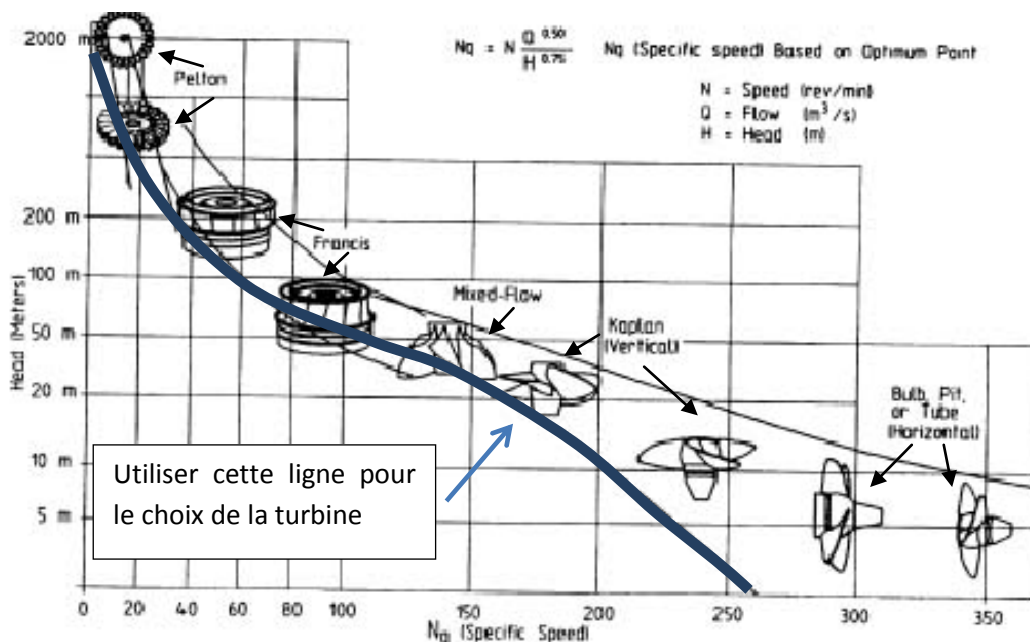
On peut estimer grossièrement la puissance en kilowatts reçue par une turbine en prenant en compte le débit d'eau Q (m³/s) et la hauteur de chute H (m) à travers la relation suivante :

$$P = 7QH$$

La vitesse spécifique N_q d'une turbine est définie comme suit, où N est la vitesse de rotation de la turbine :

$$N_q = N \frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}}$$

La figure ci-dessous permet de déterminer la technologie de la turbine.



Signature :

Prénom :

Nom :

Question 1 (2 pts) : Quelle est la puissance maximale que peut fournir une génératrice du barrage ? Quelle est la puissance maximale que peut fournir le barrage ?

Détail des calculs

Réponses

Puissance maximale d'une génératrice

Puissance maximale du barrage

Signature :

Prénom :

Nom :

Question 2 (2 pts): Quelle technologie de turbine auriez-vous choisi pour réaliser le barrage ? À quelle vitesse de rotation tournent les turbines ?

Détail des calculs

Réponses

Technologie des turbines	Vitesse de rotation (tr/min)

Signature :

--

Prénom :

Nom :

Question 3 (2 pts): En supposant que le coefficient de production¹ (par rapport à la puissance maximale calculée à la question 1) est de 50 %, déterminer l'énergie produite sur une année.

Détail des calculs

Réponse

Energie électrique produite sur une année

¹ Le coefficient de production d'une centrale est le rapport entre le temps de production et le temps total (temps de production + temps pendant lequel la centrale ne fonctionne pas)

Signature :