

UN REFUGE AUTONOME EN ENERGIE

PARTIE A - la chaudière à gazéification

A.1. Fonctionnement technique

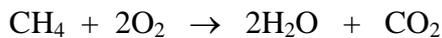
A.1.1 Etape du processus de gazéification qui est exothermique.

Il s'agit de l'étape 3 d'oxydation partielle qui est exothermique car il y a un dégagement de chaleur.

A.1.2 Rôle de l'étape d'oxydation partielle.

Cette étape permet l'oxydation des gaz de pyrolyse afin de générer une énergie thermique suffisante à la gazéification.

A.1.3. Equation de combustion complète du méthane



A.1.4. Intérêt de l'étape 1 du processus de gazéification.

L'intérêt de l'étape 1 c'est-à-dire de séchage de la matière est d'obtenir un pouvoir calorifique plus important. En effet, d'après le tableau de l'annexe A2, le pouvoir calorifique lorsque le bois est sec (0 % de taux d'humidité) est presque deux fois supérieur à celui du bois ayant un taux d'humidité de 25 %.

A.1.5. Calcul de l'énergie (en joule) nécessaire pour que 10 personnes puissent prendre une douche.

Le volume d'eau utilisé pour une douche est de 65 L donc pour 10 personnes le volume total sera de 650 L. La masse d'eau consommée sera de :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad m = \rho \times V = 1,0 \times 650 = 650 \text{ kg}$$

L'énergie nécessaire est de :

$$E = m \times C_{\text{eau}} \times \Delta T = 650 \times 4,18 \times (38,0 - 6,0) = 86944 \text{ kJ}$$

A.1.6. Calcul de l'énergie en kW.h

On sait que 1 W.h = 3600 J donc 1 kW.h = 3600 kJ

Pour l'énergie calculée précédemment :

$$E = \frac{86944}{3600} = 24 \text{ kW.h}$$

A.1.7. Calcul de l'énergie nécessaire à la chaudière à bois de modèle G35 pour fournir l'eau chaude nécessaire à ces douches.

D'après l'annexe A3., le rendement de cette chaudière est de 85 %. Donc l'énergie nécessaire sera de

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{reçue}}} = \frac{E}{E_{\text{nécessaire}}} \quad \text{donc} \quad E_{\text{nécessaire}} = \frac{E}{\eta} = \frac{24}{0,85} = 28,2 \text{ kW.h}$$

A.1.8. Calcul du temps nécessaire à cette même chaudière pour fournir une énergie égale à 24 kW.h.

D'après l'annexe A3., la puissance de cette chaudière est de 35 kW. On a la relation :

$$E_{\text{nécessaire}} = P \times \Delta t \quad \text{donc} \quad \Delta t = \frac{E_{\text{nécessaire}}}{P} = \frac{28,2}{35} = 0,8 \text{ h} = 48,3 \text{ min}$$

A.1.9. Calcul de la masse de bois nécessaire pour fournir cette énergie.

D'après l'annexe A3., la consommation de bois de cette chaudière est de 10,5 kg/h. Donc pour la durée précédente, la masse est de :

$$m = 10,5 \times 0,8 = 8,4 \text{ kg}$$

A.2. Structure et fonctionnement d'une sonde « Lambda »

A.2.1. Grandeurs d'entrée et de sortie de la sonde « Lambda ».

La grandeur d'entrée est la teneur en dioxygène et la grandeur de sortie est la tension électrique.

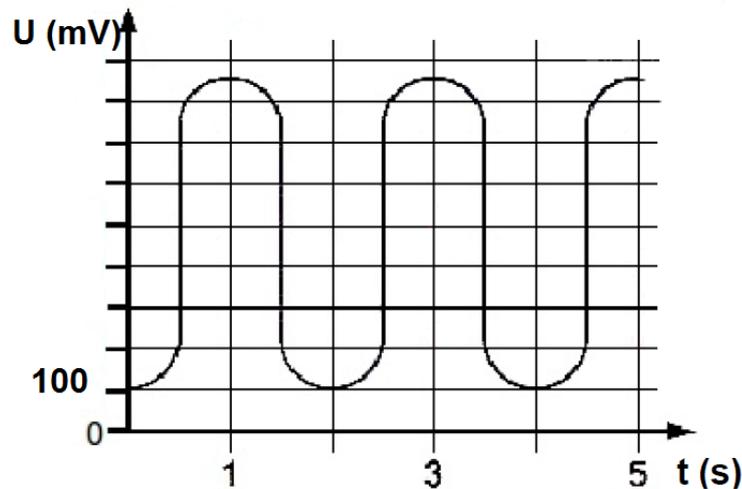
A.2.2. Signification d'un indice lambda trop faible ($\lambda < 0,9$).

D'après l'annexe A4., si l'indice lambda est trop faible cela signifie qu'il y a un manque donc l'apport d'air dans la chaudière est insuffisant.

A.2.3. Valeurs de la tension aux bornes de la sonde « Lambda » lorsque l'apport en air est correct ($0,9 < \lambda < 1,1$).

D'après l'annexe A4., lorsque l'indice lambda est de 0,9, la valeur de la tension est de 850 mV et lorsque la valeur de l'indice lambda est de 1,1, la valeur de la tension est de 100 mV. Donc la tension varie entre 100 et 850 mV.

A.2.4. Document réponse DR1 à compléter.



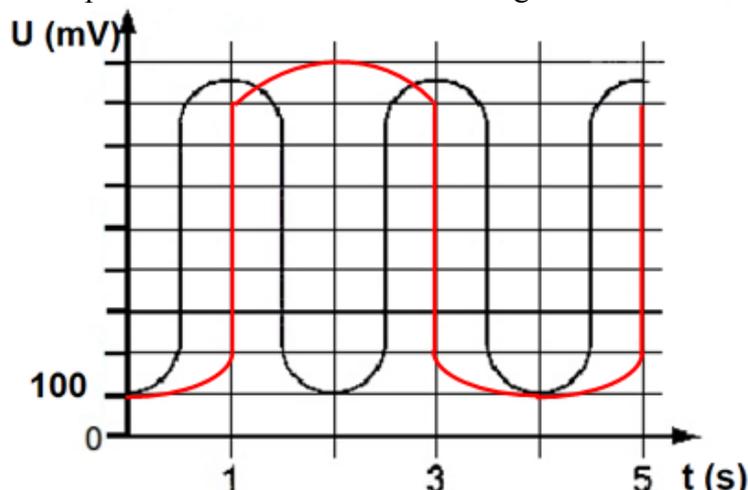
A.2.5. Calcul de la fréquence de cette tension.

D'après le document précédent, la valeur de la période de ce signal est de 2 s. Donc la valeur de la fréquence est de :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Hz}$$

A.2.6. Représentation de l'allure de la variation de la tension d'une sonde usagée.

La fréquence de la sonde usagée est deux fois trop lente par rapport à la fréquence précédente donc la valeur de la fréquence sera de 0,25 Hz. Donc la valeur de la période sera deux fois plus grande que la précédente donc la valeur de la période sera de 4 s. L'allure du signal sera le suivant :



PARTIE B - les panneaux solaires hybrides

B.1. Fonctionnement technique

B.1.1 Le surcoût engendré par l'utilisation de panneaux en silicium cristallin se justifie-t-il ?

D'après l'annexe B2, la valeur énergétique du spectre solaire est presque nulle au-delà d'une longueur d'onde de $1,3 \times 10^{-6}$ m mais cette valeur est non nulle pour des longueurs d'onde comprise entre $0,3 \times 10^{-6}$ m et $1,3 \times 10^{-6}$ m. Or la réponse spectrale du silicium amorphe ne va utiliser qu'une seule partie du spectre solaire énergétique (entre 0,4 μm et 0,8 μm). Par contre le silicium cristallin a une réponse spectrale beaucoup plus large et inclus le spectre solaire énergétique lorsqu'il est non nul. Le silicium cristallin sera donc sensible à un plus nombre de longueurs d'ondes et aura donc une meilleure efficacité. Le surcoût de ce type de panneaux est donc justifié.

B.1.2 Toute l'énergie solaire n'est pas convertie en électricité dans un panneau solaire DualSun. Seulement 15 % de cette énergie est convertie en électricité. L'énergie thermique perdue est utilisée par les panneaux hybrides et permettent de chauffer le fluide caloporteur des capteurs thermiques.

B.1.3. Nom du domaine du rayonnement solaire dont la longueur d'onde est immédiatement supérieure à 800 nm.

Le nom du domaine du rayonnement solaire dont la longueur d'onde est immédiatement supérieure à 800 nm est l'infrarouge.

B.1.4. Longueur d'onde pour laquelle la densité d'énergie solaire est maximale.

D'après l'annexe B2, la longueur d'onde pour laquelle la densité d'énergie solaire est maximale est de $0,5 \times 10^{-6}$ m.

B.1.5. Longueur d'onde pour laquelle la réponse du panneau DualSun est la meilleure.

D'après l'annexe B1, les panneaux hybrides sont constitués de silicium cristallin. Donc, d'après l'annexe B3, la longueur d'onde pour laquelle la réponse du panneau est la meilleure est pour le silicium cristallin c'est-à-dire pour une longueur d'onde de 0,9 μm .

B.2 Puissance et rendement du panneau solaire photovoltaïque

B.2.1 Calcul la valeur de la puissance nominale électrique d'un panneau solaire DualSun.

D'après l'annexe B5, la tension à la puissance nominale est de 30,82 V et l'intensité à la puissance nominale est de 8,14 A. On a la relation :

$$P = U \times I = 30,82 \times 8,14 = 250,9 \text{ W}$$

On retrouve bien la valeur de l'annexe B5 qui indique que la puissance nominale est de 250 W.

B.2.2. Calcul de la superficie du panneau photovoltaïque en mètre carré.

D'après l'annexe B5, les dimensions du panneau sont les suivantes :

$$- L = 1660 \text{ mm} = 1,66 \text{ m}$$

$$- l = 990 \text{ mm} = 0,99 \text{ m}$$

On a la relation :

$$S = L \times l = 1,66 \times 0,99 = 1,643 \text{ m}^2$$

B.2.3. Calcul du rendement électrique de ce panneau.

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{\text{elec}}}{P_{\text{lu min euse}}} = \frac{P_{\text{elec}}}{E \times S} = \frac{250,9}{1,643 \times 1000} = 0,153 \text{ soit } 15,3 \%$$

Cette valeur est bien accord avec la valeur donnée dans l'annexe B5 qui est de 15,4 %.

B.2.4. Calcul de la puissance moyenne des cellules.

D'après les valeurs données dans l'annexe B4, la valeur est de :

$$P_{\text{moy}} = \frac{4,20 + 4,25 + 4,12 + 4,27 + 4,31 + 4,35 + 4,30 + 4,19}{8} = 4,25 \text{ W}$$

B.2.5. Calcul de l'incertitude de mesure

La valeur de l'écart-type est de 0,08 W. Pour calculer l'incertitude de mesure, on utilise la relation donnée dans l'énoncé :

$$U_p = \frac{k \times \sigma_{n-1}}{\sqrt{\text{nombre de mesures}}} = \frac{3,50 \times 0,08}{\sqrt{8}} = 0,10 \text{ W}$$

B.2.6. Encadrement de la puissance d'un panneau.

L'encadrement de la puissance pour une cellule du panneau est :

$$P_{\text{élec}} = 4,25 \pm 0,1 \text{ W}$$

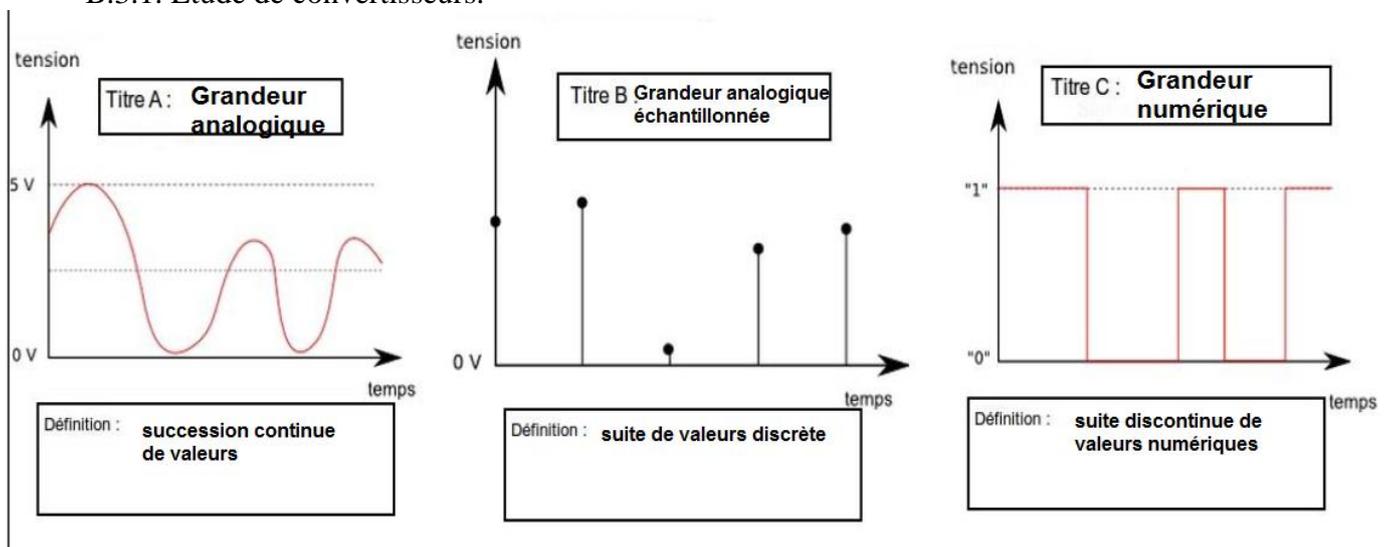
Donc pour un panneau de 60 cellules, l'encadrement est :

$$P_{\text{élec}} = 60 \times 4,25 \pm 60 \times 0,1 = 255 \pm 6 \text{ W}$$

Les 250 W annoncés se situent bien dans l'encadrement de la puissance précédente.

B.3 Évaluation du volume d'essence nécessaire à une heure consécutive de prise de cliché.

B.3.1. Etude de convertisseurs.



B.3.2. La tension mesurée est une grandeur analogique car il existe une infinité de valeurs en sortie pour un intervalle donné en entrée.

B.3.3. Calcul du pas de mesure de la tension.

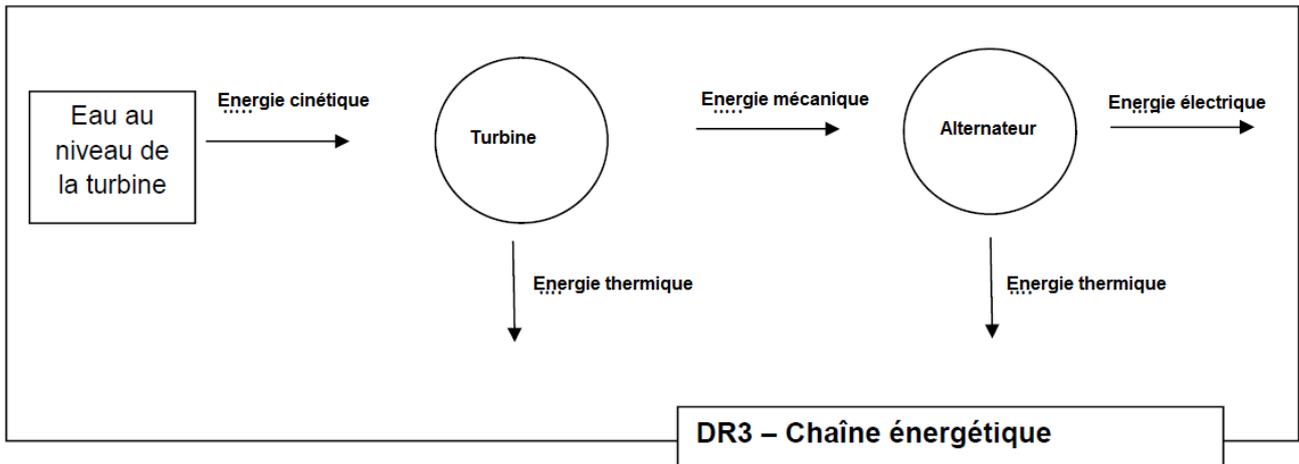
D'après la relation donnée dans l'énoncé, on a :

$$\text{pas} = \frac{\text{étendue de la grandeur physique du capteur}}{\text{nombre maximum de valeurs numériques correspondantes}} = \frac{15 - 0}{2^{10}} = 0,0147 \text{ V}$$

PARTIE C - le parc de batteries chargées par énergie hydraulique

C.1. La microcentrale hydraulique

C.1.1. Diagramme énergétique de la microcentrale hydraulique



C.1.2. Calcul de la la valeur de la pression que la vanne doit supporter

D'après le principe fondamentale de l'hydrostatique, on a la relation :

$$\Delta P = \rho gh = 1000 \times 9,80 \times 120 = 1,18 \times 10^6 \text{ Pa} = 11800 \text{ hPa}$$

$$P_{turbine} - P_{barrage} = 11800 \quad \text{donc} \quad P_{turbine} = P_{barrage} + 11800 = 980 + 11800 = 12780 \text{ hPa}$$

C.1.3. Effet de la réduction de la section de la conduite dans le cas d'un écoulement stationnaire et incompressible.

Dans ce cas, si on diminue la section de la conduite, on augmente la vitesse d'écoulement de l'eau dans la conduite. En effet le débit volumique étant constant et d'après la relation $D_V = v \times S$, si on diminue la valeur de la section S , on augmente la valeur de la vitesse v .

C.1.4. Calcul de vitesse de rotation de la turbine en tours par minute.

On a la relation :

$$P_m = \omega \times C \quad \text{donc} \quad \omega = \frac{P_m}{C} = \frac{65000}{960} = 67,7 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\omega = \frac{67,7 \times 60}{2\pi} = 646,8 \text{ tr. min}^{-1}$$

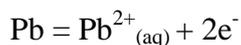
C.2. Principe de fonctionnement d'une batterie Plomb Acide

C.2.1. Document réponse : recharge d'un accumulateur.

	Charge de l'accumulateur	Décharge de l'accumulateur
Transformation chimique forcée ou spontanée	forcée	spontanée
Mode de fonctionnement électrique générateur ou récepteur	récepteur	générateur

C.2.2. Demi-équation électronique de la réaction ayant lieu à l'électrode de plomb pour l'élément chimique relatif au plomb.

D'après le document C2, à l'électrode de plomb, il y a libération d'électrons donc la demi-équation s'écrit :

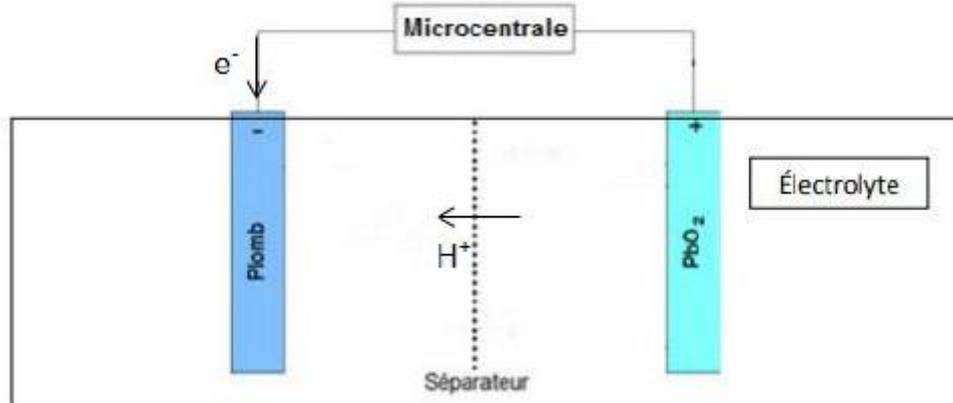


C.2.3. Il s'agit d'une oxydation car il y a libération d'électrons.

C.2.4. Couple d'oxydoréduction intervenant dans la deuxième demi-équation.
D'après l'écriture de la deuxième demi-équation, il s'agit du couple : $\text{PbO}_2/\text{Pb}^{2+}$

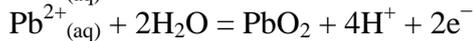
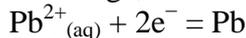
C.2.5. Document réponse DR5

Lors de la charge de l'accumulateur, le sens de déplacement des électrons et des ions hydrogène est inversé par rapport à la décharge. On obtient donc :

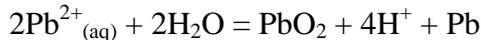


C.2.6 Equation chimique de la réaction lors de la recharge de la batterie.

Lors de la charge, on a les deux demi-équations suivantes :



En additionnant ces deux demi-équations, on obtient l'équation de réaction lors de la charge de l'accumulateur :



C.2.7. Calcul du temps pendant lequel la batterie peut débiter un courant de 4,2 A.

La capacité de la batterie est de 950 A.h. On a la relation :

$$Q = I \times t \quad \text{donc} \quad t = \frac{Q}{I} = \frac{950}{4,2} = 226,2 \text{ h}$$

C.2.8. Quantité de matière d'électrons est en jeu lors de la charge (ou décharge) totale du parc.

$Q = 950 \times 3600 = 3,42 \times 10^6 \text{ C}$. On a la relation :

$$Q = n_{e^-} \times F \quad \text{donc} \quad n_{e^-} = \frac{Q}{F} = \frac{3,42 \times 10^6}{96500} = 35,4 \text{ mol}$$

C.2.9. Calcul de la masse de plomb intervenant lors de la charge (ou décharge) totale du parc de batteries.

D'après la demi-équation donnée en C.2.4, on a la relation :

$$\frac{n_{\text{Pb}}}{1} = \frac{n_{e^-}}{2} = \frac{35,4}{2} = 17,7 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Pb}} = \frac{m_{\text{Pb}}}{M_{\text{Pb}}} \quad \text{donc} \quad m_{\text{Pb}} = n_{\text{Pb}} \times M_{\text{Pb}} = 17,7 \times 207,2 = 3667 \text{ g} = 3,7 \text{ kg}$$