

## ÉTUDE DE L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DE QUELQUES DISPOSITIFS

### PARTIE A : L'antenne-relais

#### A.1 Quelques questions sur les ondes électromagnétiques

A.1.1 Une onde électromagnétique est constituée d'un champ magnétique et d'un champ électrique. Les deux champs sont perpendiculaires entre eux et à la direction de propagation.

A.1.2 Les ondes UMTS et GSM se propagent à la même car ce sont des ondes électromagnétiques.

A.1.3 D'après le document A2, l'intervalle de fréquence est de 100 kHz à 3 GHz. On en déduit l'intervalle des longueurs d'ondes.

$$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1} = \frac{3 \times 10^8}{100 \times 10^3} = 3 \times 10^3 \text{ m}$$

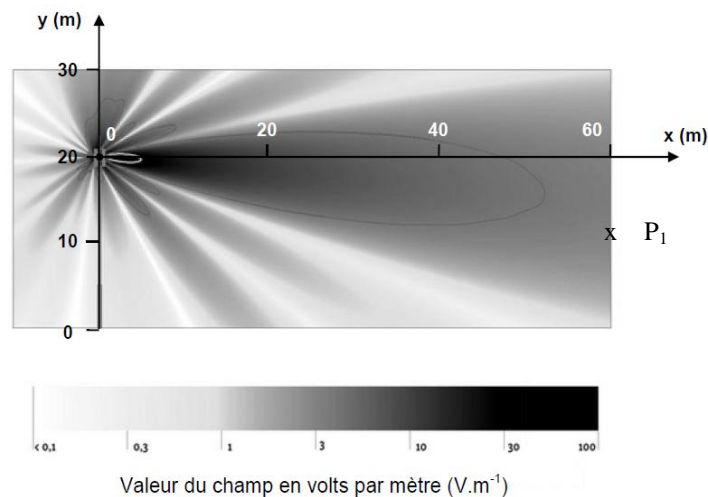
$$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^9} = 0,1 \text{ m}$$

Les longueurs d'ondes appartiennent à l'intervalle 0,1 m -  $3 \times 10^3$  m donc ces longueurs d'ondes appartiennent au domaine P.

#### A.2 Pour analyser les données, Pierre a besoin d'informations complémentaires.

A.2.1. D'après le document A2, l'unité est le  $\text{V.m}^{-1}$  donc il s'agit de l'unité d'un champ électrique E.

A.2.2. D'après le document A1, le point  $P_1$  se trouve à une distance  $x = 60$  m de l'antenne et à une hauteur  $y = 10$  m.



$P_1$  se situe dans la zone correspondant (gris clair) à un champ électrique compris entre 1 et 3  $\text{V.m}^{-1}$ .

Le document A2 indique que la valeur du champ électrique en  $P_1$  est de 3  $\text{V.m}^{-1}$ . Cette valeur est cohérente avec la précédente.

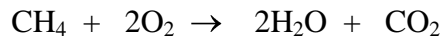
A.3 Les valeurs mesurées conformément au protocole de l'ANFR respectent les limites fixées par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 issues de la recommandation du Conseil de l'Union européenne de 1999. D'après ce décret, la plus petite valeur du champ électrique est de 28  $\text{V.m}^{-1}$ . Or la mesure la plus élevée est de 3  $\text{V.m}^{-1}$ . Les valeurs mesurées sont inférieures aux valeurs du décret.

Le conseil de l'Europe recommande de baisser la valeur des champs électriques à 0,6 puis 0,2  $\text{V.m}^{-1}$ . Or les valeurs mesurées dépassent, pour certaines, cette limite. Il n'est peut être pas souhaitable de reconduire la convention d'installation de l'antenne-relais sur le toit de l'immeuble.

## PARTIE B : La chaufferie

### B.1. Les chaudières à gaz

B.1.1 L'équation de combustion du méthane est :



B.1.2 a) D'après le document B1, le pouvoir calorifique PC du méthane est de  $802,27 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$n = \frac{Q_{ch}}{PC} = \frac{1,84 \times 10^6 \times 3600}{802,27} = 8,26 \times 10^6 \text{ mol}$$

b) D'après l'équation bilan de combustion du méthane,  $n_{\text{CH}_4} = n_{\text{CO}_2} = 8,26 \times 10^6 \text{ mol}$ . Le volume d'une mole de gaz est de 24 L donc le volume de dioxyde de carbone dégagé sera de :  $V = 8,26 \times 10^6 \times 24 = 1,98 \times 10^8 \text{ L}$

### B.2. Les deux pompes à chaleur

B.2.1 Calcul de la valeur du COP théorique

D'après le texte de l'énoncé, on a la relation :

$$COP = \frac{P_{TH}}{P_E} = \frac{580}{192} = 3,02$$

B.2.2 a)

$$Q_1 = m \times c_m \times |\theta_2 - \theta_1| \quad \text{or} \quad D_m = \frac{m}{t} \quad \text{donc} \quad m = t \times D_m$$

$$Q_1 = t \times D_m \times c_m \times |\theta_2 - \theta_1| \quad \text{or} \quad D_m = \rho \times D_v$$

$$Q_1 = t \times \rho \times D_v \times c_m \times |\theta_2 - \theta_1| = 1 \times 1000 \times 100 \times 4180 \times |9 - 14| = 2,09 \times 10^9 \text{ J}$$

b) On a la relation :

$$Q_1 = P_1 \times t \quad \text{donc} \quad P_1 = \frac{Q_1}{t} = \frac{2,09 \times 10^9}{3600} = 5,8 \times 10^5 \text{ W} = 580 \text{ kW}$$

c) D'après l'énoncé, on a la relation :

$$\eta = \frac{\text{Puissance transférée}}{\text{Puissance totale absorbée}} = \frac{P_1}{P_1 + P_E} = \frac{580}{580 + 192} = 0,75$$

### B.3 Ensemble de l'installation

B.3.1 D'après le document B3, le coût total était de  $2,66 \times 10^5 \text{ €}$  en 2007 et de  $2,13 \times 10^5 \text{ €}$  en 2011. Donc l'économie réalisée est de  $2,66 \times 10^5 - 2,13 \times 10^5 = 5,3 \times 10^4 \text{ €}$

B.3.2 D'après le document B3, la consommation de gaz a diminué entre 2007 et 2011. Elle passe de  $5,92 \times 10^6 \text{ kW}\cdot\text{h}$  à  $1,85 \times 10^6 \text{ kW}\cdot\text{h}$ . La consommation de gaz diminuant, on réduit ainsi l'émission de dioxyde carbone liée à la combustion de ce gaz.

### B.4 Mesure de l'énergie fournie par la chaufferie

B.4.1 La grandeur d'entrée de ce capteur est la température et la grandeur de sortie est la résistance.

B.4.2 L'étendue de ce capteur est l'intervalle 0 à  $150 \text{ °C}$  (et même  $160 \text{ °C}$ )

B.4.3 a) Pour mesurer la résistance de la sonde un ohmmètre a été nécessaire.

b) D'après le document B5, à une température de 0°C correspond une résistance de 500 Ω et à une température de 60 °C correspond une résistance de 700 Ω. D'après l'énoncé, on a la relation :

$$S = \frac{\Delta R}{\Delta \theta} = \frac{700 - 500}{60 - 0} = 3,33 \Omega \cdot ^\circ C^{-1}$$

B.4.4 Pour une température de 50°C, la valeur de la résistance est de :

$$S = \frac{\Delta R}{\Delta \theta} \quad \text{donc} \quad \Delta R = S \times \Delta \theta = 3,33 \times 50 = 166,5 \Omega$$

$$\Delta R = R_{50} - R_0 \quad \text{donc} \quad R_{50} = \Delta R + R_0 = 166,5 + 500 = 666,5 \Omega$$

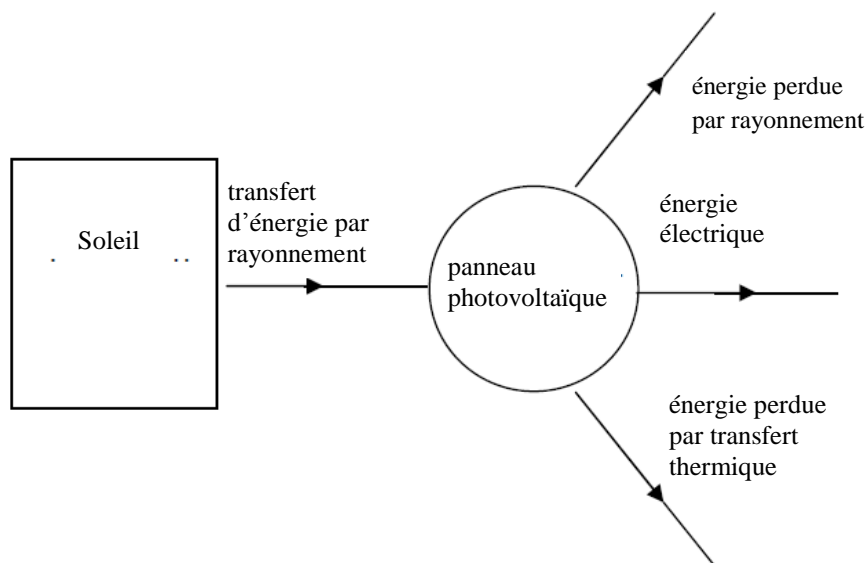
D'après la loi d'Ohm, on a la relation :

$$U_{50} = R_{50} \times I = 666,5 \times 2,00 \times 10^{-3} = 1,33 V$$

B.4.5 La tension U est une grandeur analogique car elle peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle donné.

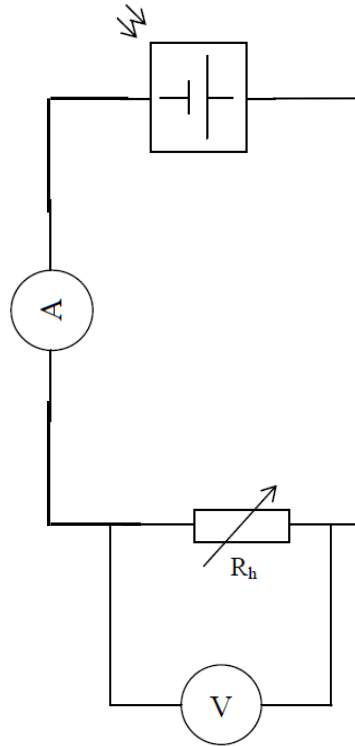
## PARTIE C. Panneaux solaires

C.1.



C.2.

C.2.1



C.2.2 On éclaire le panneau solaire avec une lampe que l'on place à 15 cm du panneau solaire. On modifie la valeur de l'intensité du circuit en utilisant le rhéostat. Et on mesure la valeur de la tension pour les différentes valeurs de l'intensité.

C.3 D'après le document C1, pour une tension de 20 V, l'intensité sera de 6,6 A pour la courbe correspond à une puissance surfacique de  $800 \text{ W.m}^{-2}$ .

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{U \times I}{P_s \times S} = \frac{20 \times 6,6}{800 \times 1,1} = 0,15 \text{ soit } 15 \%$$

C.4 L'établissement est situé dans le nord est donc, d'après le document C3, l'ensoleillement est de  $1200 \text{ kWh.m}^{-2}$ .

Les panneaux solaires sont inclinés sud-est à  $45^\circ$ . D'après le document C3, la correction due à l'inclinaison et à l'orientation est de 0,93. Donc la valeur de l'ensoleillement est de :

$$1200 \times 0,93 = 1116 \text{ kWh.m}^{-2}$$

La surface des panneaux solaires est de  $250 \text{ m}^2$ . L'énergie reçue  $E_{\text{reçue}}$  sera de :

$$E_{\text{reçue}} = 1116 \times 250 = 2,79 \times 10^5 \text{ kWh}$$

Le rendement de ces panneaux solaires est de 15 %. Et d'après le document C3, il faut appliquer un coefficient de 0,7 à ce rendement théorique donc

$$E_{\text{utile}} = 0,15 \times 0,7 \times 2,79 \times 10^5 = 2,93 \times 10^4 \text{ kWh.}$$

D'après le document C3, le tarif de rachat par EDF est de 0,31€ le kWh. Donc le gain annuel de cette installation est de :

$$\text{Gain} = 2,93 \times 10^4 \times 0,31 = 9081,5 \text{ €.}$$

Le gain est effectivement d'environ 9100 €.