Centres étrangers septembre 2020 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 2** : 7,5 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h19	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒ Oui
Sujet original, non modifié. Ancien programme. **L'intégralité de cette annale est conforme au nouveau programme.**	

EXERCICE 2 : Une tour énergétique

1. Chauffage de l'eau durant la nuit

1.1.

Les trois modes de transfert thermiques sont :

- La conduction
- La convection
- Le rayonnement

1.2.

La convection est un transfert d'énergie thermique qui s'accompagne d'un transport de la matière.
Ainsi, le transfert thermique principal qui permet à la température de l'eau de devenir homogène est la convection.

1.3.

1.3.1.

$\Delta U = m_{eau} \times c_{eau} \times \Delta T$

1.3.2.

$\Delta U = m_{eau} \times c_{eau} \times \Delta T$

Or

$\rho_{eau} = \dfrac{m_{eau}}{V_{eau}}$

$\rho_{eau} \times V_{eau} = m_{eau}$

$m_{eau} = \rho_{eau} \times V_{eau}$

D'où

$\Delta U = \rho_{eau} \times V_{eau} \times c_{eau} \times \Delta T$

$\Delta U = 1000 \times 1000 \times 4180 \times (98 - 72)$

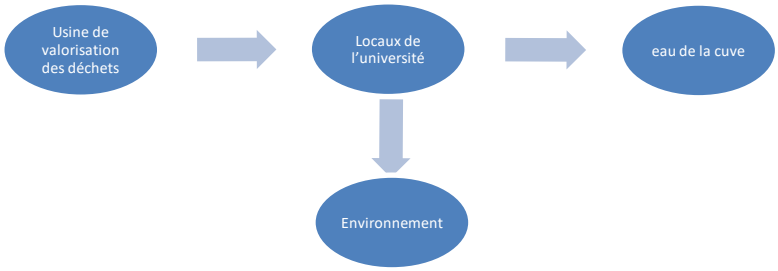
$\Delta U = 1{,}1 \times 10^{11} J$

2. Isolation thermique de la tour de stockage

2.1.

La cuve et le milieu extérieur sont séparés par un isolant.
Ainsi, le type de transferts thermiques qui n'existe pratiquement plus entre la cuve et le milieu extérieur est la conduction.

2.2.



2.3.

2.3.1.

Cette cuve peut être modélisée par un cylindre de hauteur h égale à 19,50 m et de diamètre extérieur d égal à 9,50 m et d'épaisseur e fermé dans sa partie supérieure par un disque de même diamètre et de même épaisseur.
La surface est celle d'un rectangle de hauteur h et de largeur égale à la circonférence soit $L = 2\ \pi \times \mathrm{r}$ additionnée de la surface d'un cercle $S_{cercle} = \pi \times r^2$

$$S_{\text{cylindre}} = S_{\text{rectangle}} + S_{cercle}$$
$$S_{\text{cylindre}} = \mathrm{h} \times 2\ \pi \times \mathrm{r} + \pi \times r^2$$
$$S_{\text{cylindre}} = 19{,}5 \times 2\ \pi \times \frac{9{,}5}{2} + \pi \times \left(\frac{9{,}5}{2}\right)^2$$
$$S_{\text{cylindre}} = 653\ m^2$$

2.3.2.

$$\mathbf{R_{th}} = \frac{\mathbf{e}}{\boldsymbol{\lambda S}} = \frac{|\mathbf{T_2} - \mathbf{T_1}|}{\boldsymbol{\phi}}$$
$$\mathrm{e} = \frac{|\mathbf{T_2} - \mathbf{T_1}|}{\boldsymbol{\phi}} \times \boldsymbol{\lambda S}$$

Or

$$\phi = \frac{\mathrm{Q}}{\Delta \mathrm{t}}$$

d'où

$$\mathrm{e} = \frac{|\mathbf{T_2} - \mathbf{T_1}|}{\frac{\mathbf{Q}}{\mathbf{\Delta t}}} \times \boldsymbol{\lambda S}$$
$$\mathrm{e} = |\mathbf{T_2} - \mathbf{T_1}| \times \frac{\mathbf{\Delta t}}{\mathrm{Q}} \times \boldsymbol{\lambda S}$$

Or **«** les pertes thermiques n'excèdent pas 1,0 % de l'énergie reçue de l'usine »

$$\mathrm{Q} = \frac{1{,}0}{100} \times \mathbf{\Delta U}$$

$$\mathrm{e} = |\mathbf{T_2} - \mathbf{T_1}| \times \frac{\mathbf{\Delta t}}{\frac{1{,}0}{100} \times \mathbf{\Delta U}} \times \boldsymbol{\lambda S}$$
$$\mathrm{e} = |90 - 10| \times \frac{24 \times 60 \times 60}{\frac{1{,}0}{100} \times 1{,}1 \times 10^{11}} \times 0{,}032\ \times \mathbf{53}$$
$$\mathrm{e} = 0{,}13\ m$$

Ainsi, l'épaisseur minimale e de la couche d'isolant nécessaire pour que les pertes thermiques n'excèdent pas 1,0 % de l'énergie reçue de l'usine de valorisation sur 24 h est 0,13 m.

3. Réduction de l'empreinte carbone

3.1.

$$\mathrm{CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)}$$

3.2.

Calculons l'énergie récupérée sur 1 an en MJ :

1 MWh	3 600 MJ
2 500 MWh	E

$$\mathrm{E} = \frac{2\,500 \times 3\,600}{1} = 9{,}0 \times 10^6\ \mathrm{MJ}$$

Calculons l'énergie récupérée sur 20 ans

1 an	$9{,}0 \times 10^6$ MJ
20 ans	$\mathrm{E_{20}}$

$$\mathrm{E_{20}} = \frac{20 \times 9{,}0 \times 10^6}{1} = 1{,}8 \times 10^8\ \mathrm{MJ}$$

Calculons la masse de méthane qui correspond à cette énergie libérée :

1 kg	54,0 MJ
m	$1{,}8 \times 10^8$ MJ

$$m = \frac{1{,}8 \times 10^8 \times 1}{54} = 3{,}3 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

D'après la réaction, pour une mole de CH_4, une mole de CO_2 est dégagée

$$n_{CO_2} = n_{CH_4}$$

Or

$$n = \frac{m}{M}$$

D'où

$$\frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} = \frac{m_{CH_4}}{M_{CH_4}}$$

$$m_{CO_2} = \frac{m_{CH_4}}{M_{CH_4}} \times M_{CO_2}$$

$$m_{CO_2} = \frac{3{,}3 \times 10^6}{16} \times 44$$

$$m_{CO_2} = 9{,}2 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$m_{CO_2} = 9{,}2 \times 10^3 \text{ tonnes}$$

Ainsi, la réduction des émissions de CO_2 de la métropole brestoise est de 9200 tonnes sur 20 ans et non de 12 700 tonnes sur 20 ans.

Les données chiffrées de l'affirmation du sujet ne sont pas cohérentes.