

CorrectionPartie 1 : Calcul du pouvoir calorifique inférieur (PCI) du méthane

- $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 1 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- $M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \times 1 = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Loi des gaz parfaits $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$:
 Donc $n_{\text{CH}_4} = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1,013 \times 10^5 \times 1}{8,32 \times 298} = 40,9 \text{ mol}$
 - D'après l'équation de combustion, pour brûler 1 mole de méthane il faut 2 moles de dioxygène c
 Donc $n_{\text{O}_2} = 2 \times n_{\text{CH}_4} = 81,8 \text{ mol}$
 et $V_{\text{O}_2} = 2 \times V_{\text{CH}_4} = 2 \text{ m}^3$
 - L'air atmosphérique est composé de 78 % de diazote, de 21 % de dioxygène et de 1 % d'argon
 - $V_{\text{O}_2} = \frac{1}{5} V_{\text{air}}$ donc $V_{\text{air}} = 5 V_{\text{O}_2} = 10 \text{ m}^3$

- $\Delta_r H^0 = \Delta_f H^0(\text{CO}_2(\text{g})) + 2 \Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) - 2 \Delta_f H^0(\text{O}_2(\text{g})) - \Delta_f H^0(\text{CH}_4(\text{g}))$
 - $\Delta_r H^0 = -393,5 + 2 \times (-241,8) - 2 \times 0 - (-74,8) = -802,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 - $\text{PCI}_{\text{méthane}} = -\Delta_r H^0 = 802,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 - $M(\text{CH}_4) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 16 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 Donc $\text{PCI}_{\text{méthane}} = \frac{802,3}{16 \times 10^{-3}} = 50\,143,75 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.
 - $\text{PCI}_{\text{méthane}} = 50,1 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Partie 2 : Calcul du débit volumique du biogaz

- $n_{\text{CH}_4} = \frac{m_{\text{CH}_4}}{M(\text{CH}_4)}$ donc $m_{\text{CH}_4} = n_{\text{CH}_4} \times M(\text{CH}_4) = 44,6 \times 16 = 714 \text{ g} = 0,714 \text{ kg}$
- Pour 1 kg de méthane, l'énergie libérée au cours d'une combustion est égale à 50 MJ
 Pour 0,714 kg de méthane soit pour un volume 1 Nm^3 , l'énergie libérée est : $50 \times 0,714 = 35,7 \text{ MJ}$
- $\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{absorbée}}}$ $E_{\text{utile}} = 11,4 \times 10^3 \text{ MJ} \cdot \text{h}^{-1}$ et $\eta = 0,90$
 $E_{\text{absorbée}} = E_{\text{Methane}} = \frac{E_{\text{utile}}}{\eta} = \frac{11,4 \times 10^3}{0,9} = 12,67 \times 10^3 \text{ MJ} \cdot \text{h}^{-1}$
 $D_{\text{moy-methane}} = \frac{E_{\text{Methane}}}{\text{PCI}} = \frac{12,67 \times 10^3}{35,7} = 354,9 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.
- $D_{\text{moy-methane}} = \frac{58}{100} \times D_{\text{moy-biogaz}}$ $D_{\text{moy-biogaz}} = \frac{100}{58} \times D_{\text{moy-methane}} = 611,9 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Partie 3 : Calcul du débit vapeur

- $T = 177,7^\circ \text{C}$
- $Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) = 1 \times 4,18 \times (82) = 342,8 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

b. $Q_v = 2021,4 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

c. $Q_T = 2364,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

3. $E_{\text{moy-chaudière}} = 11,4 \times 10^3 \text{ MJ} \cdot \text{h}^{-1}$ et $Q_{\text{vapeur}} = 2370 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 2,37 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

$$D_{\text{moyen-vapeur}} = \frac{E_{\text{moy-chaudière}}}{Q_{\text{vapeur}}} = \frac{11,4 \times 10^3}{2,7} = 4810 \text{ kg/h} = \mathbf{4,81 \text{ T/h}}$$

Partie 4 : Calcul du coût énergétique du fuel

1. $\rho_{\text{vinasse}} = d \times \rho_{\text{eau}} = 1,05 \times 1000 = 1050 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

2. La vinasse est stockée dans 2 cuves de forme cylindrique dont le schéma est représenté en annexe 3.
Calculer le volume V d'une cuve en m^3 .

$$V = \pi \times \frac{D^2}{4} \times h = \pi \times \frac{20^2}{4} \times 19,6 = \mathbf{6157,5 \text{ m}^3}$$

3. Chaque cuve est remplie avec un volume de 6000 m^3 de vinasse. Déterminer en kg la masse de vinasse correspondante pour les 2 cuves.

$$m = \rho_{\text{vinasse}} \times V \times 2 = 6000 \times 2 \times 1050 = \mathbf{1,26 \times 10^7 \text{ kg}}$$

4. $Q_v = m \times C_v \times (T_2 - T_1) = 1,26 \times 10^7 \times 4180 \times 13 = 6,85 \times 10^{11} \text{ J} = \mathbf{6,85 \times 10^5 \text{ MJ}}$

5. $\rho_{\text{fuel}} = \frac{m_{\text{fuel}}}{V_{\text{fuel}}}$ donc $V_{\text{fuel}} = \frac{m_{\text{fuel}}}{\rho_{\text{fuel}}} = \frac{16 \times 10^3}{940} = \mathbf{17 \text{ m}^3}$

6. Coût énergétique du fuel = $450 \times 50 = \mathbf{22\,500 \text{ €}}$