

Remarque préalable : ce type d'exercice un peu inhabituel peut être déroutant au premier abord. Il met principalement en jeu la compétence « extraire et exploiter des informations » et la lecture minutieuse de chaque question est primordiale. De plus certaines questions sont divisées en sous questions et il peut être facile de passer à la question suivante en pensant avoir terminé.

1. D'après le doc 1, le biogaz obtenu par méthanisation est composé de 60 % de méthane et 40 % de CO₂ (dioxyde de carbone) et H₂S (sulfure d'hydrogène).

Le doc 4, nous dit qu'1 m³ de biogaz a la même équivalence énergétique que 0,6 m³ de méthane.

Ces informations sont bien cohérentes car 1 m³ de biogaz contient 60 % de méthane (doc 1) soit 0,6 m³ de méthane. (cela sous-entend que le CO₂ et H₂S n'ont pas de valeurs énergétiques)

2. La cogénération

2.1. D'après le doc 3, la quantité d'énergie libérée en un an par la combustion du biogaz (« production annuelle d'énergie par le cogénérateur ») est 860 MWh (thermique) + 830 MWh (électrique) soit 1690 MWh.

Avant de calculer le volume de biogaz correspondant, il faut tenir compte du rendement de

$$\text{l'installation : } \eta = \frac{\text{énergie totale produite}}{\text{énergie issue de la combustion}} = 70 \%$$

$$\Leftrightarrow \text{énergie issue de la combustion} = \frac{\text{énergie totale produite}}{\eta}$$

$$\text{énergie issue de la combustion} = \frac{1690}{0,70} = 2414 \text{ MWh (Valeur non arrondie stockée en mémoire)}$$

Par proportionnalité (doc 4) :

1 m ³ de biogaz (\Leftrightarrow 0,6 m ³ de méthane)	0,6 \times 10 = 6 kWh
V _{biogaz} annuel (m ³)	2414 MWh

$$V_{\text{biogaz}} \text{ annuel} = \frac{1 \times 2414 \times 10^6}{6 \times 10^3} = 4 \times 10^5 \text{ m}^3$$

Soit un ordre de grandeur de **10⁵ m³** pour le volume de biogaz annuel.

2.2. La variation d'énergie interne d'un volume d'eau V_{eau} chauffée de 10°C à 70°C est donnée par la relation : $\Delta U = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T = \rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T$

$$\text{Donc } V_{\text{eau}} = \frac{\Delta U}{\rho_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T} \quad (\text{Attention aux unités !})$$

Avec $\Delta U = 860 \text{ MWh}$ (énergie thermique annuelle) = 860 \times 10³ kWh

$$\Delta U = 860 \times 10^3 \times 3600 \text{ kJ} \quad (\text{cf. Données: } 1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ})$$

$\Delta T = 70 - 10 = 60^\circ\text{C} = 60 \text{ K}$ (Rq : Lorsqu'il est question d'un écart de température, l'unité de la température K ou °C n'importe pas)

$$c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 4,180 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \text{ (le volume sera donc en m}^3\text{)}$$

$$V_{\text{eau}} = \frac{860 \times 10^3 \times 3600}{1000 \times 4,180 \times 60} = 1,2 \times 10^4 \text{ m}^3$$

D'après le doc 3, « 200 L d'eau chaude sont consommées par jour dans la salle de traite » ce qui fait donc une consommation annuelle de $200 \times 365 = 73,0 \times 10^3 \text{ L} = 73,0 \text{ m}^3$ (*rappel : $1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$*). Ce volume d'eau chaude consommé pour la salle de traite est bien inférieur à $1,2 \times 10^4 \text{ m}^3$ trouvé précédemment donc l'eau chaude peut servir pour la consommation d'autres usagers.

2.3. La puissance P représentant l'énergie fournie par un système à un autre par unité de temps,

on peut écrire : $P = \frac{E}{\Delta t}$ soit $E = P \cdot \Delta t$

kWh kW h (unités pratiques)

$$E = 104 \times (365 \times 24) = 9,11 \times 10^5 \text{ kWh} = \mathbf{911 \text{ MWh}}$$

On constate que l'énergie électrique théorique produite par le cogénérateur (911 MWh) est supérieure à la production annuelle du doc 3 (830 MWh).

Le document 2 montre que le cogénérateur est le siège de pertes, ce qui explique le décalage entre les valeurs.

Par ailleurs, il est probable que le cogénérateur ne fonctionne pas de façon ininterrompue toute l'année.

3. On peut citer comme arguments montrant l'intérêt environnemental d'un tel dispositif : (2 parmi ceux présentés ci-dessous)

- Moins de déchets (3200 tonnes/an de matière organique valorisée)
- Limitation des émissions de gaz à effet de serre (Économie de CO_2 : environ 420 tonnes/an)
- Le digestat sert à l'épandage pour fertiliser la terre.
- L'énergie électrique produite sur l'installation diminue les besoins de production de la centrale électrique (nucléaire ou thermique à flamme) la plus proche et donc limite la production de déchets nucléaires ou la consommation d'énergies fossiles avec émission de gaz à effet de serre, particules et gaz polluants l'atmosphère.