

- A.2.1. En vous aidant du document 4 page 7/16, expliquer pourquoi : « L'énergie thermique produite à partir de biogaz constitue une source d'énergie renouvelable et propre. ». Vous citerez deux avantages à cette production d'énergie.

L'énergie produite de cette façon provient en partie de déjections animales ou de déchets agroalimentaires : c'est donc une source renouvelable car ce types de déchets se trouve en quantité importante et sont renouvelés rapidement.

C'est une source propre car elle contribue à la diminution de la production de GES.

Les avantages sont : la diminution des émissions de GES et la diminution des odeurs. On peut également indiquer que l'utilisation des déjections animales pour produire du méthane fait que l'on va en éprouver moins dans les champs et donc diminuer les nuisances auprès des riverains.

- A.2.2. Le méthane produit servira de combustible à une chaudière à condensation (document 6 page 8/16).

- A.2.2.a) En vous aidant du document 6 page 8/16, donner la différence essentielle entre une « chaudière ancienne » et une chaudière à condensation.

Dans une chaudière ancienne, les produits de combustion et les fumées sont directement évacués dans la cheminée.

Dans une chaudière à condensation, on récupère une partie de l'énergie des produits de combustion pour préchauffer l'eau avant de les évacuer dans la cheminée.

- A.2.2.b) Quelle grandeur du P.C.I. ou du P.C.S. devrait-on associer à une chaudière à condensation ?

On doit associer le PCS à une chaudière à condensation puisqu'on utilise l'énergie produite par condensation. (doc 6)

- A.2.3. La combustion :

- A.2.3.a) Écrire l'équation équilibrée de la combustion complète du méthane CH₄ dans le dioxygène de l'air.



- A.2.3.b) Calculer la masse molaire moléculaire du méthane.

Données : M_C = 12,0 g.mol⁻¹ ; M_H = 1,0 g.mol⁻¹

$$M_{\text{CH}_4} = M(\text{C}) + 4 \times M(\text{H}) = 12 + 4 \times 1 = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}.$$

Dans une chaudière à condensation, différents gaz (CO_2 , H_2O et N_2) vont céder leur énergie par refroidissement, puis par condensation. Dans la suite de l'exercice, on voudrait connaître l'énergie produite par le refroidissement de ces gaz et par condensation de l'eau. Pour la suite de l'exercice, on considérera la combustion de 1,00 kg de méthane.

A.2.3.c) Calculer la quantité de matière n_{CH_4} correspondant à 1,00 kg de méthane.

$$n_{\text{CH}_4} = \frac{m_{\text{CH}_4}}{M_{\text{CH}_4}} = \frac{1000}{16} = 62,5 \text{ mol}$$

A.2.3.d) En déduire que la quantité de matière de dioxyde de carbone produite est de $n_{\text{CO}_2} = 62,5 \text{ mol}$ et que la quantité de matière d'eau formée vaut $n_{\text{H}_2\text{O}} = 125 \text{ mol}$.

D'après l'équation de la question A.2.3.a), 1 mol de méthane produit 1 mol de dioxyde de carbone et 2 moles d'eau.

On a donc : $n_{\text{CO}_2} = 62,5 \text{ mol}$ et $n_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \times 62,5 = 125 \text{ mol}$.

A.2.3.e) La quantité de matière de dioxygène consommée lors de la combustion de 1,00 kg de méthane est de $n_{\text{O}_2} = 125 \text{ mol}$.

Lors de la combustion, le dioxygène de l'air est consommé mais pas le diazote N_2 . On considère que l'air est composé en fraction molaire de 20% de O_2 et 80% de N_2 .

Parmi les 4 solutions suivantes, indiquer la quantité de matière n_{N_2} de diazote correspondante :

$$n_{\text{N}_2} = 31,2 \text{ mol} \quad n_{\text{N}_2} = 500 \text{ mol} \quad n_{\text{N}_2} = 125 \text{ mol} \quad n_{\text{N}_2} = 62,5 \text{ mol}$$

$n_{\text{O}_2} = 125 \text{ mol}$ représente 20% de l'air.

Donc les 80% restant, c'est-à-dire 4 fois plus : $4 \times 125 = 500 \text{ mol}$ représente la quantité de diazote : $n_{\text{N}_2} = 500 \text{ mol}$.

A.2.3.f) En vous aidant des données du document 5 page 7, vérifier la valeur de la masse de dioxyde de carbone formée par la combustion de 1,00 kg de méthane.

La combustion de 1kg de méthane produit $n_{\text{CO}_2} = 62,5 \text{ mol}$ de CO_2 .

La masse molaire du CO_2 est $M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g.mol}^{-1}$.

Donc la masse de dioxyde de carbone produit est $m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M_{\text{CO}_2}$:

$$m_{\text{CO}_2} = 62,5 \times 44 = 2,75.10^3 \text{ g}$$

Ce résultat est conforme à la valeur indiquée dans le document 5.

A.2.4. Différence de bilan énergétique

A.2.4.a) En vous aidant du document 5 page 7/16, compléter le tableau 1 de la page 16/16 à rendre avec votre copie.

Constituants	Récupération d'énergie	masse (kg)	Cp (J.kg ⁻¹ K ⁻¹)	Δ(θ) (°C)	L(J.kg ⁻¹)	E récupérée (J)
CO ₂ (gaz)	de 200°C à 55°C	2,75	650	200 – 55 = 145		E = m.Cp.ΔT = 2,59.10 ⁵
N ₂ (gaz)	de 200°C à 55°C	14	730	200 – 55 = 145		E = m.Cp.ΔT = 1,48.10 ⁶
H ₂ O (gaz)	de 200°C à 100°C	2,25	1410	200 – 100 = 100		E = m.Cp.ΔT = 3,17.10 ⁵
H ₂ O (gaz-Liquide)	à 100°C	2,25			2,25.10 ⁶	E = m.L = 5,08.10 ⁶
H ₂ O (liquide)	de 100°C à 20°C	2,25	4185	200 – 20 = 80		E = m.Cp.ΔT = 7,53.10 ⁵
					Total en MJ	7,90.10 ⁶ J Soit 7,90 MJ

A.2.4.b) La valeur totale de l'énergie récupérée permet-elle de justifier les économies présentées dans l'article du document 6 page 8/16 ?
1 kg de méthane produit 50,1 MJ.

On peut récupérer 7,9 MJ avec la chaudière à condensation, soit $\frac{7,9}{50,1} = 0,16 = 16\%$ de la combustion.

Cette valeur est inférieure aux « 20 à 35% » du texte du document 6 : tout ne s'explique pas par l'énergie récupérée par la condensation.