La méthanisation

Brevet 2024 Amérique du Sud · Physique-chimie **25 points** **Durée conseillée 30 min**

1 Interpréter la formule de la molécule de méthane en termes atomiques.

Données utiles formule du méthane : CH_4

Dans la formule CH_4, la lettre C est le symbole de l'atome de carbone et la lettre H celui de l'atome d'hydrogène. Le chiffre 4 placé après H indique le nombre d'atomes d'hydrogène. Il n'y a pas de chiffre après C : il y a un seul atome de carbone.

La molécule de méthane est constituée de **1 atome de carbone** et de **4 atomes d'hydrogène**.

PIÈGE
Écrire « 4 molécules d'hydrogène » ou « du carbone et de l'hydrogène » sans les nombres. Il faut le nom et le nombre de chaque atome.

2 Indiquer, parmi les propositions a, b et c, l'équation de réaction qui modélise la méthanogénèse. Justifier ce choix.

Données utiles texte d'introduction : à partir du dihydrogène H_2 et du dioxyde de carbone CO_2, la méthanogénèse produit du méthane CH_4 et de l'eau H_2O.

D'après le texte, les réactifs sont CO_2 et H_2 ; les produits sont CH_4 et H_2O. La proposition c est écrite dans le sens inverse : elle est éliminée.

Les atomes se conservent. On les compte de chaque côté de la flèche :

- proposition a : 1 C, 2 O et 8 H à gauche ; 1 C, 2 O et 8 H à droite. Elle est équilibrée ;
- proposition b : 2 O à gauche mais 3 O à droite. Elle n'est pas équilibrée.

L'équation correcte est la **proposition a** :
$CO_2 + 4\,H_2 \longrightarrow CH_4 + 2\,H_2O$

PIÈGE
Dans la proposition b, les atomes d'hydrogène sont bien conservés (10 de chaque côté). Il faut compter toutes les sortes d'atomes avant de conclure.

MÉTHODE
Deux vérifications pour choisir une équation : 1) les réactifs sont à gauche de la flèche, les produits à droite ; 2) chaque sorte d'atome est en même nombre des deux côtés.

3 Déterminer la masse de méthane produit en justifiant.

Données utiles masse de dioxyde de carbone : 1 tonne ; masse de dihydrogène : 182 kg ; masse d'eau formée : 818 kg

Lors d'une transformation chimique, la masse se conserve : la masse des réactifs consommés est égale à la masse des produits formés.

$$m(\text{dioxyde de carbone}) + m(\text{dihydrogène}) = m(\text{méthane}) + m(\text{eau})$$

Une tonne vaut 1000 kg. Donc :

$$m(\text{méthane}) = 1000 + 182 - 818 = 364\ \text{kg}$$

Il se forme **364 kg de méthane**.

PIÈGE
Laisser « 1 » pour la tonne et calculer $1 + 182 - 818$. Toutes les masses doivent être dans la même unité, ici le kilogramme.

4 Expliquer brièvement pourquoi la combustion du méthane contribue au réchauffement climatique.

Données utiles la combustion du méthane avec le dioxygène de l'air forme de l'eau et du dioxyde de carbone.

La combustion du méthane produit du dioxyde de carbone, qui est rejeté dans l'atmosphère. Le dioxyde de carbone est un gaz à effet de serre : il retient une partie de la chaleur émise par la Terre.

En rejetant du dioxyde de carbone, **gaz à effet de serre**, cette combustion augmente l'effet de serre et contribue donc au réchauffement climatique.

COMPRENDRE
Deux éléments sont attendus : le gaz produit, cité à partir de l'énoncé, et son rôle, « gaz à effet de serre ». Dire seulement « cela pollue » ne suffit pas.

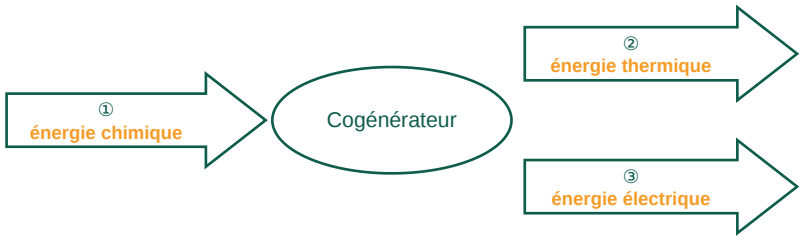
5 Nommer la forme d'énergie correspondant à chaque numéro du diagramme de conversion énergétique du cogénérateur.

Données utiles schéma du cogénérateur : entrée du méthane et de l'air, chambre de combustion, production d'eau chaude (échangeur thermique), production d'électricité (turbine et alternateur)

Le cogénérateur reçoit du méthane, un combustible, qui brûle dans la chambre de combustion : il reçoit de l'énergie chimique. D'après le schéma, il produit de l'eau chaude et de l'électricité : il fournit de l'énergie thermique et de l'énergie électrique.

① : **énergie chimique** ; ② : **énergie thermique** ; ③ : **énergie électrique**.

COMPRENDRE
Les flèches ② et ③ sont les deux sorties. Sur le schéma, l'eau chaude est en haut et l'électricité en bas, mais l'ordre inverse (② électrique, ③ thermique) est aussi juste.



5 · Diagramme de conversion énergétique complété

6 Parmi les trois relations proposées, recopier celle qui permet de calculer l'énergie électrique E fournie par un cogénérateur produisant une puissance électrique P pendant une durée t.

L'énergie est égale à la puissance multipliée par la durée de fonctionnement.

$E = P \times t$

COMPRENDRE
Plus la puissance est grande et plus la durée est longue, plus l'énergie fournie est grande : E augmente avec P et avec t, ce qui élimine les deux quotients.

7 Montrer que l'énergie électrique fournie par la cogénération en 2019 est d'environ $1{,}5 \times 10^6$ MWh.

Données utiles graphique : en 2019, la puissance électrique est de 170 MW ; fonctionnement continu toute l'année ; $E = P \times t$ (question 6)

Sur le graphique, le point de l'année 2019 a pour ordonnée $P = 170$ MW.

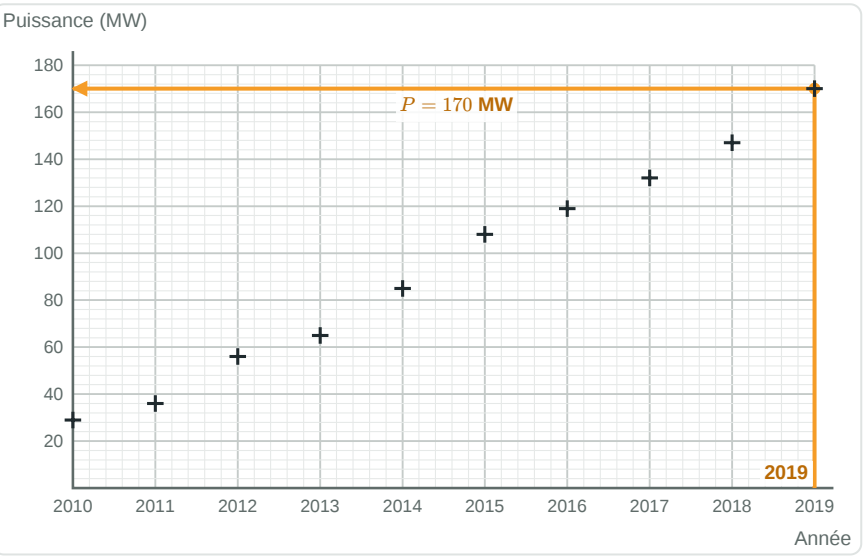
Les installations fonctionnent en continu pendant toute l'année, soit 365 jours de 24 heures :

$t = 365 \times 24 = 8760$ h

Avec la relation de la question 6 :

$E = P \times t = 170 \times 8760 = 1\,489\,200$ MWh

$E \approx 1{,}5 \times 10^6$ MWh : on retrouve bien la valeur annoncée.



7 · Graphique du sujet, avec la lecture de la puissance en 2019

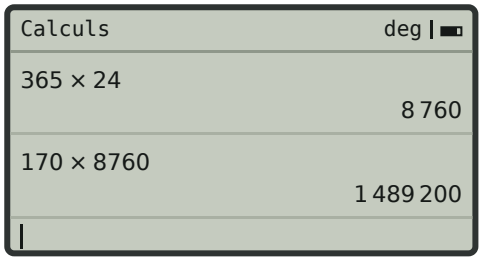
PIÈGE

Dans une question « montrer que », écrire le résultat exact du calcul (1 489 200 MWh) avant de l'arrondir. Recopier seulement la valeur de l'énoncé ne rapporte rien.

MÉTHODE

Pour obtenir des MWh, la puissance reste en MW et la durée s'exprime en heures. Une graduation verticale vaut 20 MW : le point de 2019 est au milieu entre 160 et 180.

À LA CALCULATRICE



8 Calculer, pour l'année 2019, le pourcentage de l'énergie électrique fournie par la cogénération par rapport aux bioénergies. Commenter la valeur obtenue.

Données utiles document RTE : bioénergies, 7,7 TWh, soit 1,4 % de l'électricité produite en France en 2019 ; $1\ \text{TWh} = 10^6\ \text{MWh}$; cogénération : $1{,}5 \times 10^6$ MWh (question 7).

D'après le document, les bioénergies ont fourni 7,7 TWh en 2019, soit $7{,}7 \times 10^6\ \text{MWh}$.

La cogénération a fourni $1{,}5 \times 10^6\ \text{MWh}$ (question 7). On calcule le pourcentage :

$$\frac{1{,}5 \times 10^6}{7{,}7 \times 10^6} \times 100 \approx 19\ \%$$

Commentaire : la cogénération fournit environ un cinquième de l'électricité issue des bioénergies. Or les bioénergies ne représentent que 1,4 % de l'électricité produite en France : la part de la cogénération dans la production française est donc très faible.

La cogénération représente environ **19 % de l'électricité des bioénergies**, soit une très petite part de la production française.

PIÈGE

Diviser des MWh par des TWh. Il faut la même unité en haut et en bas : 7,7 TWh = $7{,}7 \times 10^6$ MWh, ou bien $1{,}5 \times 10^6$ MWh = 1,5 TWh.

MÉTHODE

« Commenter » : dire si la valeur est grande ou petite, puis la comparer à une autre information du document, ici la part des bioénergies dans la production française.

À LA CALCULATRICE

