Chapitre D3 – Les combustions

Activité 1 – Un peu de vocabulaire

Quelques rappels du chapitre B5



Pour produire l'énergie nécessaire au chauffage de la maison, à la cuisson des aliments ou à la production d'eau chaude, on utilise des transformations chimiques . . . . . (qui dégagent de la chaleur).

Parmi ces transformations il y a les combustions.

Une **combustion** est une transformation chimique qui fournit donc un transfert . . . . . d'énergie.

Cette énergie était stockée avant la combustion sous forme . . . . . dans une espèce chimique qu'on appelle un . . . . . (gaz, fioul, bois...).

Pour que la réaction ait lieu il faut aussi un . . . . . (souvent le dioxygène de l'air).

Pour l'initier, il faut une **énergie dite d'activation**, par exemple une étincelle, une flamme, ou la transformation elle-même car elle dégage de l'énergie (auto-entretien).

La **combustion complète** d'un hydrocarbure avec le dioxygène conduit à la formation de dioxyde de carbone et d'eau. Dans ce cas, il y a assez de comburant pour le combustible utilisé.

Les chaudières à condensation à gaz utilisent comme combustible le méthane (gaz de ville). L'équation de la réaction est :

. . . . . $CH_{4\,(g)}$ + . . . $O_{2\,(g)}$ → . . . . . CO_2 + ... H_2O

Ajuster les nombres stœchiométriques de cette équation de réaction.

Compléter la phrase : il faut ……. fois plus de O_2 que de CH_4.

La **combustion incomplète** d'un hydrocarbure avec le dioxygène conduit à la formation de monoxyde de carbone et d'eau ou de carbone et d'eau. Dans ce cas, il n'y a pas assez de comburant (O_2) pour le combustible utilisé.

Ajuster les nombres stœchiométriques des équations de réaction de combustion incomplète du méthane.

$2\ CH_{4\,(g)} + 3\ O_{2\,(g)} \rightarrow$ . . . CO + . . . H_2O ici il faut ……. fois plus de O_2 que de CH_4.

$CH_{4\,(g)}$ + . . $O_{2\,(g)} \rightarrow$ C + . . . H_2O ici il faut ……. fois plus de O_2 que de CH_4.

L'éthanol est un alcool courant (c'est celui présent dans le vin par exemple). C'est aussi un combustible. Ajuster les nombres stœchiométriques des équations de réaction de combustion complète et incomplète de l'éthanol.

Combustion complète : $C_2H_6O_{(l)}$ + . . . $O_{2\,(g)} \rightarrow 2\ CO_2$ + . . . H_2O

Combustion incomplète : $C_2H_6O_{(l)}$ + . . . $O_{2\,(g)} \rightarrow 2\ CO$ + . . . H_2O

Pour aller plus loin et d'entrainer…

Ajuster les équations de réaction suivantes

a. $C_2H_{4(g)} + \ldots O_{2(g)} \rightarrow \ldots CO_{2(g)} + \ldots H_2O_{(g)}$

b. $C_4H_{10(g)} + \ldots O_{2(g)} \rightarrow \ldots CO_{2(g)} + \ldots H_2O_{(g)}$

c. $C_4H_{10(g)} + \ldots O_{2(g)} \rightarrow \ldots CO_{(g)} + \ldots H_2O_{(g)}$

d. $C_5H_{10}O_{5(s)} + \ldots O_{2(g)} \rightarrow \ldots CO_{2(g)} + \ldots H_2O_{(g)}$

Activité 2 – L'impact carbone d'un barbecue

1. Citer un gaz (nom et formule) responsable de l'augmentation de l'effet de serre et donc du réchauffement climatique : . . . . . .
2. Ce gaz est-il un polluant chimique ?

Depuis plusieurs années, l'utilisation des barbecues ou planchas à gaz est en forte augmentation. Plus simples à allumer et à nettoyer que les barbecues au charbon de bois, ils fonctionnent pour la plupart avec des bouteilles de propane.

DOC. 1 Caractéristiques d'une bouteille de propane



- Formule du propane : C_3H_8
- Masse molaire du propane : $M(C_3H_8) = 44\ g{\cdot}mol^{-1}$
- Contenance : 5,1 kg de gaz propane
- Stockage : debout, à l'extérieur obligatoirement
- Consommation moyenne pour 1 barbecue : 400 g de gaz

DOC. 3 Barbecues au charbon de bois

Ces barbecues consomment environ 1,5 kg de charbon de bois à chaque utilisation.



Le charbon de bois est composé de carbone C. Lors de sa combustion, l'équation de la réaction est :

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$

Données

Masses molaires atomiques : $M(C) = 12{,}0\ g{\cdot}mol^{-1}$; $M(O) = 16{,}0\ g{\cdot}mol^{-1}$

DOC. 2 Bilan de matière pour une combustion complète

Un bilan de matière consiste à déterminer la quantité de produits formés à l'état final et la quantité de réactifs consommés et éventuellement restants à la fin. Pour cela, on utilise les nombres stœchiométriques de l'équation chimique. Ils indiquent les proportions dans lesquelles les réactifs sont consommés et les produits formés.

Exemple : la combustion complète du méthane

Son équation est : $CH_{4(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2\ H_2O_{(g)}$

Cela signifie que pour 1 mol de méthane $CH_{4(g)}$ consommée :

- on consomme 2 mol de dioxygène $O_{2(g)}$
- on forme 1 mol de dioxyde de carbone $CO_{2(g)}$
- on forme 2 mol d'eau $H_2O_{(g)}$

DOC. 4 Impact carbone

Lors du calcul de l'empreinte carbone d'un produit, on prend en compte toutes les émissions de gaz à effet de serre occasionnées par l'extraction des matières premières et leurs transformations, son emballage, son mode de transport, sa consommation et la façon dont il se recycle ou se dégrade.

3. À partir du document 1, déterminer la quantité de matière de propane consommée lors d'un barbecue au gaz.
4. À l'aide du document 2, écrire et ajuster l'équation de la combustion complète du propane.
5. Déterminer la quantité de matière de dioxyde de carbone CO_2 produite par la combustion complète du propane lors d'un barbecue au gaz. En déduire la masse de dioxyde de carbone CO_2 correspondante
6. Répondre aux trois questions précédentes pour un barbecue au charbon de bois, en s'aidant du document 3.
7. Comparer les résultats obtenus pour les deux barbecues au sujet de l'impact carbone.

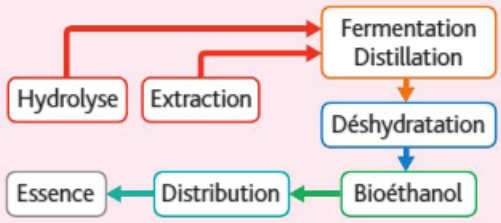
Activité 3 – L'impact carbone des biocarburants



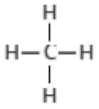
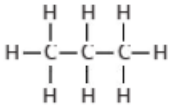
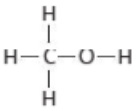
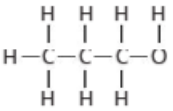
Présents dans les transports et le chauffage, les biocarburants et biocombustibles couvrent l'ensemble des carburants et combustibles issus de la biomasse, matière organique utilisée comme source d'énergie. Ils sont généralement mélangés à des carburants d'origine fossile (pétrole, charbon…).

DOC. 1 Fabrication du bioéthanol

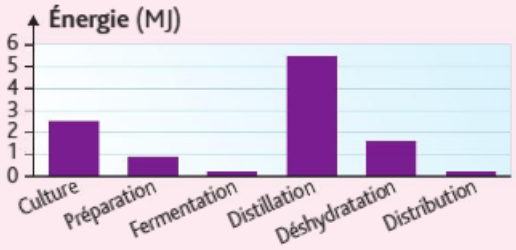
Les sucres contenus dans les plantes sucrières (betterave à sucre, canne à sucre) et les plantes amylacées (les céréales comme le blé ou le maïs) sont transformés en éthanol par fermentation puis distillation. L'éthanol ainsi fabriqué est appelé « bioéthanol ».



DOC. 2 2 familles de molécules

Famille	Formule brute	Exemples	
Alcanes : hydrocarbures ne comportant que des H et des C	C_nH_{2n+2}	Méthane CH_4 	Propane C_3H_8 
Alcools : molécules comportant le groupe caractéristique hydroxyle – OH	$C_nH_{2n+2}O$	Méthanol CH_4O 	Propan-1-ol C_3H_8O 

DOC. 3 Énergie utilisée pour fabriquer 1 L de bioéthanol à partir de blé



DOC. 4 Équation chimique d'une réaction de combustion complète

Lors d'une combustion complète, le combustible réagit avec le dioxygène (généralement de l'air) pour donner du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau H_2O.

Exemple : combustion de la cellulose $C_6H_{10}O_5$

$$C_6H_{10}O_{5(s)} + 6\ O_{2(g)} \rightarrow 6\ CO_{2(g)} + 5\ H_2O_{(g)}$$

Donnée : l'efficacité énergétique d'un combustible est le rapport de l'énergie qui peut être fournie par une masse donnée de ce combustible par l'énergie nécessaire à la production de cette masse.

1. Écrire les formules semi-développées de l'éthane (alcane à 2 carbones), du propane et du butane (4 carbones).
2. À l'aide du document 2 donner la formule brute de l'éthanol, alcool possédant 2 carbones.
3. Rappeler l'équation de la combustion complète de l'éthanol.
4. À partir des documents 1 et 3, estimer l'énergie dépensée pour fabriquer 1 L de bioéthanol.
5. Sachant qu'un litre de bioéthanol peut fournir une énergie de 23 MJ, en déduire l'efficacité énergétique de la production de bioéthanol.
6. En rappelant le principe de la photosynthèse qui produit les végétaux, expliquer pourquoi on dit parfois que les biocarburants ne produisent pas de CO_2.
7. En conclusion, expliquer pourquoi les industriels synthétisent des biocarburants.