

BILAN CARBONE D'UN CHAUFFAGE À LA BOUGIE



Compétences mises en jeu durant l'activité :

Compétences générales :

- ✓ Etre autonome, s'impliquer.

Compétence(s) spécifique(s) :

- ✓ Ecrire l'équation chimique de la réaction de combustion d'un hydrocarbure ou d'un biocarburant et effectuer un bilan de matière.
- ✓ Ecrire un tableau d'avancement et calculer des masses à partir d'un nombre de moles.

I. But

Déterminer la masse de dioxyde de carbone émis lors d'une combustion et vérifier la classe de GES (gaz à effet de serre)

II. Documents (s'approprier)



Doc.1 : Bougie type chauffe plat



Le principal composant de ce type de bougie est l'**acide stéarique**.

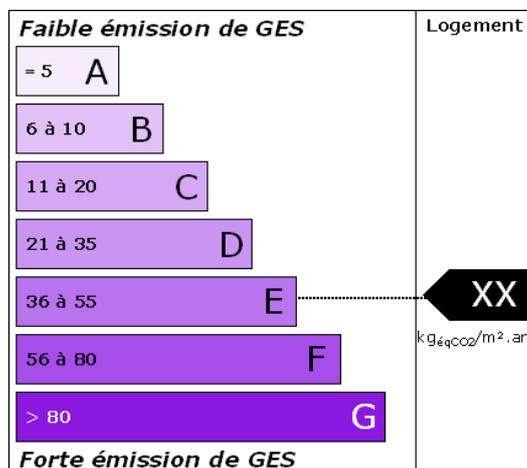
Sa formule brute est $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$.

L'acide stéarique est un acide gras obtenu à partir de triglycérides extraits des plantes.

Lors de la combustion, cette molécule réagit avec le dioxygène de l'air.

Doc.2 : Gaz à effet de serre (GES)

Les diagnostics de performance énergétique (DPE) incluent une estimation de la masse de gaz à effet de serre (CO_2) émis par m^2 et par an.



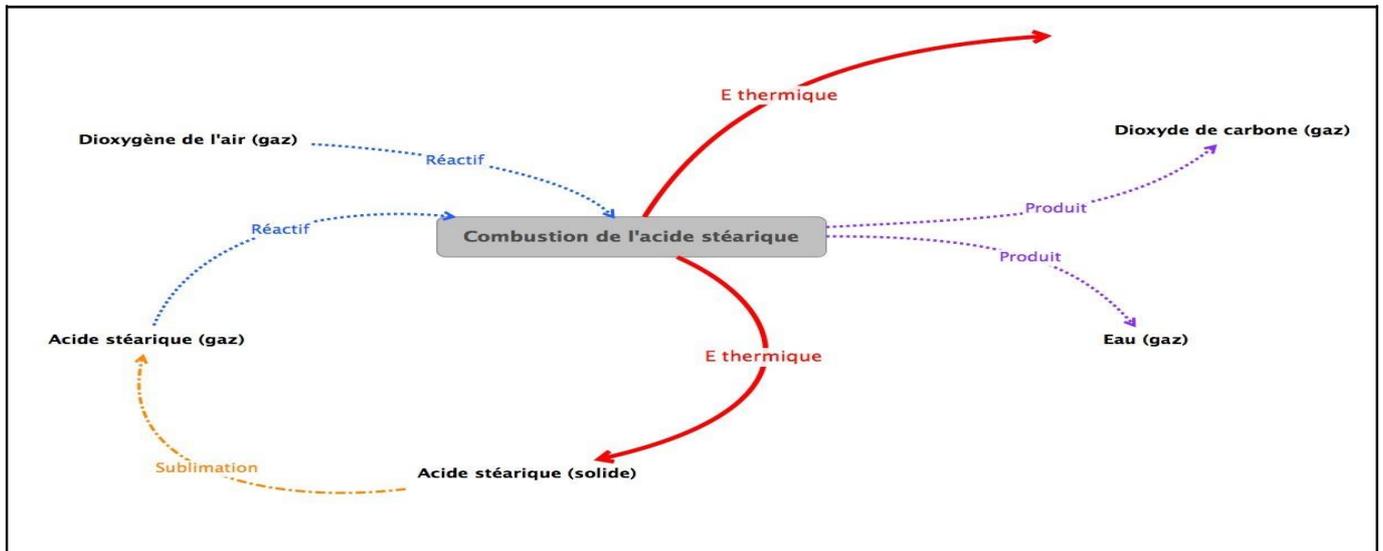
Doc.3 : Formules et données chimiques

Espèce chimique	Formule brute
Acide Stéarique	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$
Elément	Masse molaire atomique (en g/mol)
Hydrogène	1,0
Carbone	12,0
Oxygène	16,0

Doc.4 : Pouvoir calorifique de l'acide stéarique.

Le pouvoir calorifique de l'acide stéarique vaut $P_c = 40 \text{ MJ.kg}^{-1}$.

Doc.5 : Combustion de l'acide stéarique



Doc.6 : Comment comptabiliser un grand nombre de molécules ?

Pour compter un grand nombre d'objets, il est d'usage de les regrouper.

ex: 24 œufs dans une **boite**

Pour le chimiste, la boite correspond à la **mole**. Chaque mole peut contenir jusqu'à un nombre noté $N_a = 6,02 \times 10^{23}$ espèces chimiques de la même sorte.

$$\text{On en déduit que : } n(\text{mol}) = \frac{m(\text{ en g})}{M(\text{ en g.mol}^{-1})}$$

m : masse de l'échantillon en g et M : masse molaire de l'espèce chimique étudiée

Hypothèses d'étude :

- La combustion d'acide stéarique est complète et a un rendement de 100 %
- La bougie est constituée uniquement d'acide stéarique.

Doc.7 : Etude d'une combustion au cours du temps : Exemple de la combustion du propane :

	C_3H_8	+ 5 O_2	donne 3 CO_2	+ 4 H_2O
	propane	dioxygène	dioxyde de carbone	eau
initial t=0	2 mol	7 mol	0	0
en cours	2-x	7-5x	3 x	4 x
final	2-1,4 = 0,6 mol	0	3*1,4 = 4,2 mol	4*1,4 = 5,6 mol

avancement maximal : l'un au moins des réactifs a disparu

soit $2-x = 0 \rightarrow x=2$ mol

soit $7-5x = 0 \rightarrow x=1,4$ mol

on retient la plus petite valeur: elle correspond à l'avancement maximal

Le propane est en **excès** et la réaction s'arrête lorsque tout le dioxygène est consommé.

la composition finale du mélange est donnée par la dernière ligne du tableau.



Problèmes à résoudre :

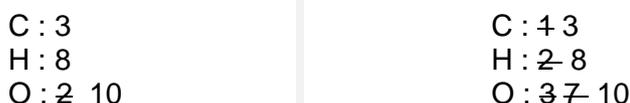
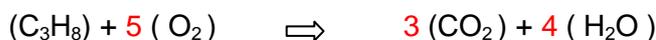
(s'approprier, analyser)



1. Ecrire la réaction de combustion de l'acide stéarique et l'équilibrer.

Rappel méthode :

- mettre des parenthèses au crayon autour de chaque composé chimique
!! ne jamais toucher aux nombres inscrits à l'intérieur des parenthèses !!
- Mettre une barre de séparation entre les réactifs et les produits
- Faire le compte des éléments chimiques présents au départ et à l'arrivée
- Placer des coefficients multiplicateurs devant les parenthèses pour obtenir à la fin un équilibre parfait entre les réactifs et les produits.
- Vérifier et effacer les parenthèses.



2. Pourquoi ce type de réaction (la combustion des composés organiques) est-il responsable en partie du réchauffement climatique ?
3. On suppose qu'au T.P. précédent, vous avez trouvé une masse d'acide stéarique de 1g qui a été consommé.
Construire le tableau d'avancement. (voir doc 6)
4. En déduire le nombre de moles de CO_2 produit.
5. Calculer la masse de CO_2 obtenue.
6. Par rapport au nombre de bougies que vous aviez trouvé, calculer la masse d'acide stéarique nécessaire pour chauffer $1 m^2$ en 1 an.
7. En déduire la classe de performance énergétique de cette combustion par rapport aux GES.

Doc.7 : Etude d'une combustion au cours du temps : Exemple de la combustion du propane :

	C_3H_8	+ 5 O_2	donne 3 CO_2	+ 4 H_2O
	propane	dioxygène	dioxyde de carbone	eau
initial t=0	2 mol	7 mol	0	0
en cours	2-x	7-5x	3 x	4 x
final	2-1,4 = 0,6 mol	0	3*1,4 = 4,2 mol	4*1,4 = 5,6 mol

avancement maximal : l'un au moins des réactifs a disparu

soit $2-x = 0 \rightarrow x=2$ mol

soit $7-5x = 0 \rightarrow x=1,4$ mol

on retient la plus petite valeur: elle correspond à l'avancement maximal

Le propane est en **excès** et la réaction s'arrête lorsque tout le dioxygène est consommé.

la composition finale du mélange est donnée par la dernière ligne du tableau.



Problèmes à résoudre :

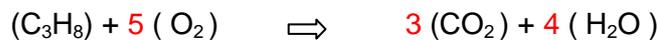
(s'approprier, analyser)



1. Ecrire la réaction de combustion de l'acide stéarique et l'équilibrer.

Rappel méthode :

- mettre des parenthèses au crayon autour de chaque composé chimique
!! ne jamais toucher aux nombres inscrits à l'intérieur des parenthèses !!
- Mettre une barre de séparation entre les réactifs et les produits
- Faire le compte des éléments chimiques présents au départ et à l'arrivée
- Placer des coefficients multiplicateurs devant les parenthèses pour obtenir à la fin un équilibre parfait entre les réactifs et les produits.
- Vérifier et effacer les parenthèses.



2. Pourquoi ce type de réaction (la combustion des composés organiques) est-il responsable en partie du réchauffement climatique ?
3. On suppose qu'au T.P. précédent, vous avez trouvé une masse d'acide stéarique de 1g qui a été consommé.
Construire le tableau d'avancement. (voir doc 6)
4. En déduire le nombre de moles de CO_2 produit.
5. Calculer la masse de CO_2 obtenue.
6. Par rapport au nombre de bougies que vous aviez trouvé, calculer la masse d'acide stéarique nécessaire pour chauffer $1 m^2$ en 1 an.
7. En déduire la classe de performance énergétique de cette combustion par rapport aux GES.

Aide N°1 : (relative à la question 1)

L'hypothèse d'étude : il s'agit d'une combustion complète (revoir dans le cours les produits d'une combustion complète) et totale puisque le rendement est de 100%

Aide N°2 : (relative à la question 3)

L'acide stéarique est le réactif limitant, il est totalement consommé le dioxygène est ici en excès car la combustion est complète. L'avancement maximal est donc à déterminer à partir de la masse de l'acide stéarique consommé.

Aide n°3 : (relative à la question 3)

- Calculer l'avancement maximal x_{\max} en mole de la réaction de combustion. Se servir de la formule du doc.6, et de la masse molaire de l'acide stéarique que vous devez calculer :
- Rappel : la masse molaire moléculaire est égale à la somme des masses molaires des atomes qui constituent la molécule. Exemple $M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot M(\text{H}) + M(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Aide n°4 : (relative à la question 4)

- Se servir du tableau d'avancement pour calculer la quantité de matière en mole de CO_2 (g) formé au cours de la combustion d'1 g d'acide stéarique.

Aide N°5 : (relative à la question 5)

- Pour calculer la masse de CO_2 (g) formé se servir de la formule du doc.6 et sortir la masse de l'équation.
$$m \text{ CO}_2 \text{ (g) formé} = n(\text{mol}) \cdot M(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

Aide N°6 : (relative à la question 6)

- Il fallait environ 15 bougies pour chauffer **30 m²** d'une maison passive par **jour**.
- Calculer combien de bougies il faut pour 1 m²
- A partir de ce résultat, calculer combien de bougies sont nécessaire pour 1 an.

Aide N°7 : (relative à la question 6 et 7)

- Attention pour calculer la **masse d'acide stéarique** il faut multiplier le nombre de bougies trouvées précédemment avec la masse d'acide stéarique contenue dans **une bougie** soit 11.5 g
- Ayant trouvé la masse de CO_2 (g) formé pour **1 g d'acide stéarique**, en déduire la masse de CO_2 (g) formé pourg (*masse trouvée précédemment*) d'acide stéarique nécessaire pour chauffer 1 m² pendant 1 an. C'est un produit en croix !
- A l'aide du doc.2 : en déduire la classe de performance énergétique de cette combustion par rapport aux GES.