


Première Spécialité Physique-Chimie	Thème : Constitution et transformations de la matière	M.KUNST-MEDICA	
<b>Chapitre 16 : Réactions de combustion</b>		Cours livre p 158 à 159	















**Nom :** ..... **Prénom :** ..... **Classe :** .....

## Mon livret « Parcours d'exercices ».

*A remettre au professeur le jour du DS avec les feuilles d'exercices*

**Site internet : <http://www.lasallesciences.com>**

### Les « attendus » du chapitre

Bilan	Mon opinion après avoir réalisé les exercices	Avis du professeur après le DS
<b>AD 16.1 : « Le moteur à combustion »</b>		
Citer des exemples de combustibles usuels.		
Écrire l'équation de réaction de combustion complète d'un alcane et d'un alcool.		
<b>AD 16.2 : « combustion complète du propane »</b>		
Citer des exemples de combustibles usuels.		
Estimer l'énergie molaire de réaction pour une transformation en phase gazeuse à partir de la donnée des énergies des liaisons.		
<b>AE 16.3 : « Se chauffer à la bougie ou au bois »</b>		
Mettre en œuvre une expérience pour estimer le pouvoir calorifique d'un combustible.		
<b>AD 16.4 : « Combustions et développement durable »</b>		
Citer des applications usuelles qui mettent en œuvre des combustions et les risques associés.		
Citer des axes d'étude actuels d'applications s'inscrivant dans une perspective de développement durable.		

## Les vidéos du chapitre

	
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=HKV0qClOX_o">https://www.youtube.com/watch?v=HKV0qClOX_o</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=IAElf6Fz5Jc">https://www.youtube.com/watch?v=IAElf6Fz5Jc</a>
<b>Équilibrer une équation chimique</b>	<b>Bilan sur les combustions</b>
	
<a href="http://www.youtube.com/watch?v=pMsoavXxlGM">www.youtube.com/watch?v=pMsoavXxlGM</a>	<a href="https://youtu.be/dESmvlhU-qE">https://youtu.be/dESmvlhU-qE</a>
<b>Pouvoir calorifique</b>	<b>Énergie molaire de combustion</b>

## Les bons réflexes

**Si l'énoncé demande de...**

**Il est nécessaire de...**

Écrire l'équation de la réaction de combustion complète d'un alcane ou d'un alcool.

**Réflexe 1**

- **Écrire**, à gauche d'une flèche, les formules brutes du combustible et du dioxygène O<sub>2</sub>, et à droite, celles du dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> et de l'eau H<sub>2</sub>O. Indiquer les états physiques.
- **Assurer** la conservation des éléments chimiques C et H.
- **Assurer** la conservation de l'élément chimique O.

→ Ex. 3, p. 164

Estimer l'énergie molaire de combustion.

**Réflexe 2**

- **Écrire** l'équation de la réaction de combustion avec un coefficient stœchiométrique égal à 1 pour le combustible (**Réflexe 1**).
- En tenant compte des nombres stœchiométriques et en s'aidant de l'équation, **déterminer** le nombre et la nature :
  - des liaisons rompues ;
  - des liaisons formées.
- **Calculer** l'énergie molaire de combustion en utilisant l'expression :

→ Ex. 7, p. 164

$$E_{\text{comb}} = \left[ \begin{array}{c} \text{somme des énergies} \\ \text{de liaisons rompues} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{somme des énergies} \\ \text{de liaisons formées} \end{array} \right]$$

Calculer la masse de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> produit lors d'une combustion.

**Réflexe 3**

- **Écrire** l'équation de la réaction de combustion (**Réflexe 1**).
- **Calculer** ou **repérer** la quantité de combustible mise en jeu.
- **Déterminer** la quantité de dioxyde de carbone produite en tenant compte des nombres stœchiométriques de l'équation de la réaction.
- **En déduire** la masse de dioxyde de carbone.

→ Ex. 9, p. 165

# Le plan de travail

## A faire après l'AD 16.1 : « Le moteur à combustion »

*Compléter et étudier le cours « I »*

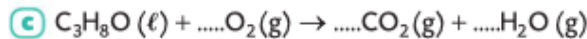
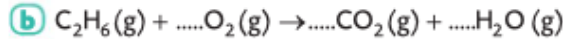
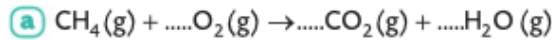
*Lire la correction de l'AD 16.1*

### Exercices d'application : 3-4 p 164

#### 3 Écrire l'équation d'une réaction de combustion

Mobiliser ses connaissances.

- Recopier et ajuster les équations des réactions de combustion suivantes :

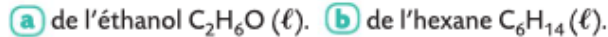


Utiliser le réflexe 1

#### 4 Écrire l'équation d'une réaction de combustion complète

Mobiliser ses connaissances.

- Écrire l'équation de la réaction de combustion complète :



## A faire après l'AD 16.2 : « combustion complète du propane »

*Lire la correction de l'AD 16.2*

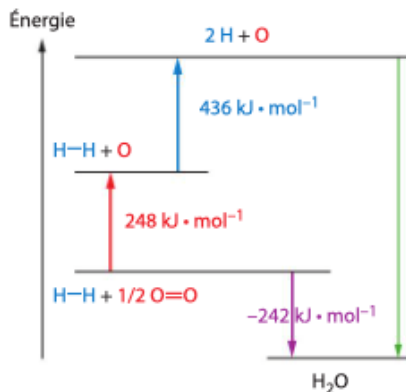
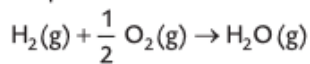
*Compléter et étudier le « II » du cours et l'étudier.*

### Exercices d'application : 7-8 p 164

#### 7 Déterminer une énergie de liaison

Utiliser un modèle pour prévoir.

Le dihydrogène  $\text{H}_2(\text{g})$  est un combustible des piles à hydrogène. Il brûle au contact du dioxygène  $\text{O}_2(\text{g})$  selon la réaction de l'équation :



- Citer un autre combustible utilisé dans les transports.
- À l'aide du diagramme, estimer la valeur de l'énergie de la liaison O—H dans l'eau.

Utiliser le réflexe 2

#### 8 Estimer une énergie de combustion

Utiliser un modèle pour prévoir ; effectuer des calculs.

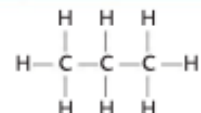
À la campagne certains habitants utilisent du gaz propane pour se chauffer.

- Citer un autre combustible usuel utilisé dans l'habitat.
- Écrire l'équation de la réaction de combustion du propane.
- Dénombrer les liaisons rompues et formées.
- En déduire l'énergie molaire de combustion du propane.

Données

Liaison	C—H	C—C	O=O	C=O	O—H
Énergie de liaison ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	413	348	496	796	463

- Formule développée du propane :



## A faire après l'AE 16.3 : « Se chauffer à la bougie ou au bois »

Lire la correction de l'AE 16.3

### Exercices d'application : 5-6 p 164

#### 5 Calculer une énergie libérée

CORRIGÉ

| Effectuer des calculs.

Pour réchauffer des aliments, il est possible d'utiliser un réchaud muni d'une bouteille de gaz de butane  $C_4H_{10}$ . Une bouteille contient une masse  $m = 227$  g de butane.

- Déterminer l'énergie libérée lors de la combustion de la totalité du butane contenu dans la bouteille. On donne  $PC(\text{butane}) = 46,4 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

#### 6 Déterminer une masse à brûler

| Effectuer des calculs.

Pour se chauffer, un habitant utilise un poêle à bois qui doit transférer  $Q = -50$  MJ.

- Estimer la masse de bois nécessaire. On donne  $PC = 1,5 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

## A faire après l'AD 16.4 : « Combustions et développement durable »

Lire la correction de l'AD 16.4

Compléter et étudier le « III » du cours et l'étudier.

### Exercices d'application : 9-10 p 165

#### 9 Choisir un combustible (1)

CORRIGÉ

| Effectuer des calculs ; exploiter des résultats.

1. Écrire les équations de réaction de combustion complète du méthane  $CH_4$  (g) et du butane  $C_4H_{10}$  (g).
2. Évaluer la masse de dioxyde de carbone  $CO_2$  produite par chacune des réactions de combustion lorsqu'elles libèrent une énergie  $Q = -200$  kJ.
3. En déduire, pour une même énergie libérée, le combustible qui génère le moins de  $CO_2$ .

Utiliser le réflexe 3

#### Données

- $M(CO_2) = 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .
- $E_{\text{comb}}(CH_4) = -800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .
- $E_{\text{comb}}(C_4H_{10}) = -2900 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

#### 10 Choisir un combustible (2)

| Exploiter un tableau.

Un consommateur veut installer une chaudière qui émet le moins possible de gaz à effet de serre. Pour le combustible, il hésite entre le gaz de ville ou le fioul domestique.

1. Expliquer en quoi une réaction de combustion contribue à l'effet de serre.
2. Indiquer, en justifiant, le combustible qui répond à l'attente du consommateur.

#### Données

Combustible	Fioul	Gaz de ville
Masse en g de $CO_2$ émis pour 1 MJ d'énergie produite	75,3	57,2
Pouvoir calorifique PC (MJ/kg)	38	50



## A faire la semaine et les jours qui précède le devoir surveillé

Visionner les vidéos de cours. Je réalise une fiche de synthèse par vidéo.

Prendre et étudier le cours. Possibilité de lire dans le livre : cours p 158 à 159

Reproduire une fiche de la partie « essentiel » et la maitriser

Faire les exercices résolus sans correction, puis corriger

### 1 Exercice résolu

#### Station ADES

| Effectuer des calculs ; utiliser un modèle ; comparer à une valeur de référence.

La station électrique mobile ADES est une unité de production électrique combinant différentes sources d'énergies renouvelables (solaire, éolienne) ainsi qu'un groupe électrogène entraîné par un moteur diesel. Cette station peut permettre l'électrification de maisons isolées.

1. En détaillant les étapes du raisonnement, écrire l'équation de la réaction de combustion complète du gazole assimilé à l'hexadécane  $C_{16}H_{34}$ .
2. Pour électrifier 35 maisons à Haïti, la consommation en gazole est en moyenne de  $V = 2\,000$  L par an. Évaluer l'énergie libérée par la combustion du gazole. Comparer cette consommation à celle d'une maison en France.



> Une station ADES

#### Données

- Gazole :  $PC = 45,3 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  et  $\rho = 770 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- Consommation énergétique moyenne annuelle, en France, d'une maison de  $100 \text{ m}^2$  utilisant du fioul :  $\approx 70 \text{ GJ}$ .

#### Solution rédigée

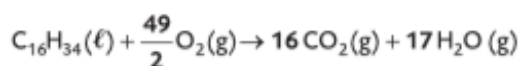
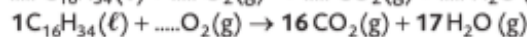
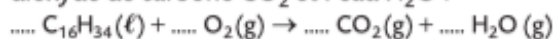
- On utilise le Réflexe 1.

Identification des réactifs et des produits

Conservation des éléments carbone C et hydrogène H

Conservation de l'élément oxygène

1. Les réactifs sont l'hexadécane  $C_{16}H_{34}$  et le dioxygène  $O_2$ , les produits sont le dioxyde de carbone  $CO_2$  et l'eau  $H_2O$  :



2. La masse  $m_0$  de gazole utilisée en une année est :  $m_0 = \rho \times V$

L'énergie  $Q$  libérée est égale à :  $Q = -m_0 \times PC = -\rho \times V \times PC$

$$Q = -0,770 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} \times 2\,000 \text{ L} \times 45,3 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = -6,98 \times 10^7 \text{ kJ} \approx -70 \text{ GJ}$$

La consommation énergétique d'une maison en France, utilisant uniquement de l'énergie fossile, permet d'électrifier 35 maisons à Haïti.



## 2 Exercice résolu

### Carburant utilisé dans l'aéromodélisme

Utiliser un modèle pour prévoir ; effectuer des calculs.

Le méthanol  $\text{CH}_4\text{O}$  peut être utilisé en tant que carburant dans l'aéromodélisme.

1. Estimer l'énergie molaire de combustion  $E_{\text{comb}}$  du méthanol.

2. Calculer la masse  $m$  de dioxyde de carbone libéré, par un avion radiocommandé, pour une heure d'utilisation.

#### Données

•  $M(\text{CO}_2) = 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{CH}_4\text{O}) = 32,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

• Masse volumique du méthanol :

$$\rho = 792 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

• La capacité du réservoir d'un avion radiocommandé est d'environ  $V_{\text{réservoir}} \approx 0,30 \text{ L}$  et permet un vol d'une durée moyenne de 10 minutes.



Nom	Méthanol	Dioxygène	Eau	Dioxyde de carbone	
Schéma de Lewis	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\text{O}=\text{O}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	
Liaison	C—H	C—O	O=O	C=O dans $\text{CO}_2$	O—H
$E_{\ell}$ ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	413	360	496	796	463

#### Solution rédigée

• On utilise le Réflexe 2.

Écriture de l'équation de la réaction de combustion

Détermination du nombre et de la nature :  
– des liaisons rompues ;  
– des liaisons formées

Calcul de l'énergie molaire de combustion

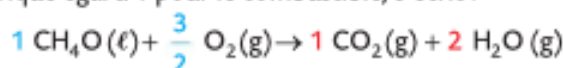
• On utilise le Réflexe 3.

Calcul de la quantité de matière de combustible

Détermination de la quantité de  $\text{CO}_2$

Détermination de la masse de  $\text{CO}_2$

1. L'équation de la réaction de combustion du méthanol, avec un nombre stœchiométrique égal à 1 pour le combustible, s'écrit :



Lors de la combustion d'une mole de méthanol :

• sont rompues :

$1 \times 3 = 3 \text{ mol}$  de liaisons C—H ;

$1 \times 1 = 1 \text{ mol}$  de liaisons O—H ;

$1 \times 1 = 1 \text{ mol}$  de liaisons C—O ;

$\frac{3}{2} \times 1 = \frac{3}{2} \text{ mol}$  de liaisons O=O.

• sont formées :

$1 \times 2 = 2 \text{ mol}$  de liaisons C=O ;

$2 \times 2 = 4 \text{ mol}$  de liaisons O—H.

Somme des énergies de liaisons rompues :

$$3 \times E_{\ell}(\text{C-H}) + 1 \times E_{\ell}(\text{O-H}) + 1 \times E_{\ell}(\text{C-O}) + \frac{3}{2} \times E_{\ell}(\text{O=O}) = 2806 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Somme des énergies de liaisons formées :

$$4 \times E_{\ell}(\text{O-H}) + 2 \times E_{\ell}(\text{C=O}) = 3444 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$E_{\text{comb}} = \left[ \begin{array}{l} \text{somme des énergies} \\ \text{de liaisons rompues} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{somme des énergies} \\ \text{de liaisons formées} \end{array} \right]$$

$$E_{\text{comb}} = 2806 - 3444 = -638 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2. Pour une heure (60 minutes) d'utilisation, on consomme :

$$V = V_{\text{réservoir}} \times 6 = 0,30 \text{ L} \times 6 = 1,8 \text{ L}$$

$$\text{Soit une masse } m_0 \text{ de méthanol : } m_0 = \rho \times V = 792 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 1,8 \text{ L} = 1,4 \times 10^3 \text{ g.}$$

$$\text{La quantité de méthanol } n_0, \text{ vaut : } n_0 = \frac{m_0}{M(\text{CH}_4\text{O})} = \frac{1,4 \times 10^3 \text{ g}}{32,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 44 \text{ mol.}$$

D'après l'équation :  $\frac{n(\text{CH}_4\text{O})}{1} = \frac{n(\text{CO}_2)}{1}$  soit  $n(\text{CO}_2) = n_0 = 44 \text{ mol}$ .

$$m = n_0 \times M(\text{CO}_2) = 44 \text{ mol} \times 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,9 \times 10^3 \text{ g.}$$

## Répondre au QCM de fin de chapitre

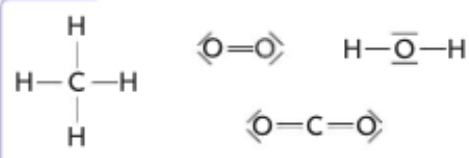
### 1 La réaction de combustion

Si erreur, revoir § 1, p. 158.

1. La réaction de combustion du bois dans l'air est possible grâce :	au diazote.	au dioxygène.	à la vapeur d'eau.
2. Les agrocombustibles sont des combustibles :	issus de la biomasse.	produits par l'agriculture.	fossiles.
3. La combustion complète du propane $C_3H_8$ produit :	du dioxyde de carbone et de l'eau.	du dioxyde de carbone et du carbone.	du méthane $CH_4$ .
4. L'équation de la réaction de combustion complète du butane s'écrit :	$C_4H_{10}(g) + 9 O_2(g) \downarrow$ $4 CO_2(g) + 5 H_2O(g)$	$2 C_4H_{10}(g) + 13 O_2(g) \downarrow$ $8 CO_2(g) + 10 H_2O(g)$	$2 C_4H_{10}(g) + 5 O_2(g) \downarrow$ $8 C(g) + 10 H_2O(g)$
5. D'après la réponse à la question 4, la combustion complète de 3 mol de butane :	produit 12 mol de dioxyde de carbone.	consomme 21 mol de dioxygène.	produit 15 mol d'eau.

### 2 La conversion de l'énergie

Si erreur, revoir § 2, p. 158.

6. Une réaction de combustion :	libère de l'énergie.	consomme davantage d'énergie qu'elle n'en libère.	consomme moins d'énergie qu'elle n'en libère.
7. La combustion de 2 mol de butane libère 5,4 MJ. L'énergie molaire de combustion du butane est égale à :	$2,7 \text{ MJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$2,7 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$10,8 \text{ MJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
8. L'énergie libérée lors d'une combustion dépend :	de la nature du combustible.	de la nature de comburant.	de la masse de combustible.
9. Lorsqu'une liaison est rompue :	de l'énergie est reçue.	aucun transfert d'énergie n'a lieu.	de l'énergie est libérée.
10. La réaction de combustion du méthane a pour équation : $CH_4(g) + 2 O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(g)$ . Lors de la combustion d'une mole de méthane : Données 	3 mol de liaisons C=O sont créées.	5 mol de liaisons O=O sont rompues.	4 mol de liaisons O-H sont créées.

### 3 Les enjeux des réactions de combustion

Si erreur, revoir § 3, p. 159.

11. Une réaction de combustion fournit de l'énergie lors du fonctionnement :	d'une voiture à essence.	d'un avion de ligne.	d'un smartphone.
12. Pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre, il faut utiliser davantage :	de combustibles fossiles.	d'agrocombustibles.	de charbon.

## Faire le DS de l'année N-1

*Se mettre en situation durant 1h et faire le DS type de l'année N-1 si disponible en ligne.  
Comparer sa copie avec la correction.*

## Préparer la pochette de révisions

*Elle doit contenir le livret « Parcours d'exercices et l'ensemble des exercices faits dans le chapitre, les fiches de révisions réalisées.*

**Après mes révisions, je me sens dans l'état d'esprit suivant pour aborder le devoir surveillé :**

