

# Physique chimie 3 eme

## Chapitre 6

### La combustion des matériaux organiques

#### Plan du cours:

#### Introduction: PEUT-ON FAIRE BRÛLER SANS RISQUE LES MATÉRIAUX D'EMBALLAGES ORGANIQUES ?

#### I. RAPPELS DE 4ème.

#### II. ÉTUDE DE LA COMBUSTION DE CERTAINS MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES

##### Exemples de matériaux non métalliques :

##### Étude de la combustion du papier dans l'air :

##### Schéma de l'expérience :

##### Observations :

##### Qui est apparu? Qui a disparu ?

##### Synthèse :

##### Analyse de la combustion :

##### Définition.

#### III. ÉTUDE DE LA COMBUSTION D'UN MATÉRIAU DE SYNTHÈSE : LE POLYÉTHYLÈNE

##### 1. Comment prouver que le polyéthylène est un matériau organique ?

##### 2. Résultats de l'expérience :

##### 3. Conclusion :

#### IV. DANGERS DE LA COMBUSTION DE CERTAINES MATIÈRES PLASTIQUES

##### 1. Matières plastiques et ordures ménagères :

##### 2. Pourquoi ne faut-il pas faire brûler soi-même des matières plastiques ?

Document 1 : PRINCIPAUX PRODUITS DÉGAGÉS LORS DE LA PYROLYSE OU DE LA COMBUSTION DES MATIÈRES PLASTIQUES

Document 2 : OBSERVATIONS RÉALISÉES LORS DE LA COMBUSTION DE QUELQUES MATIÈRES PLASTIQUES.

Document 3 : SYMPTÔMES DUS À UNE RARÉFACTION DU DIOXYGÈNE

Document 4 : TOXICITÉ DES PRODUITS FORMÉS

##### 3. Questions.

Exercices: livre BELIN page 54 et 55

# PEUT-ON FAIRE BRÛLER SANS RISQUE LES MATÉRIAUX D'EMBALLAGES ORGANIQUES ?

## I. RAPPELS DE 4<sup>ème</sup>.

- La combustion du **carbone** (constituant principal du charbon de bois) dans le dioxygène produit du **dioxyde de carbone** dont la molécule est constituée d'un atome de carbone (C) et de 2 atomes d'oxygène (O).
- La combustion du **butane** dans l'air produit du **dioxyde de carbone** dont la molécule est constituée d'un atome de carbone (C) et de 2 atomes d'oxygène (O) et de l'**eau** dont la molécule est constituée d'un atome d'oxygène (O) et de 2 atomes d'hydrogène (H).

## II. ÉTUDE DE LA COMBUSTION DE CERTAINS MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES

### Exemples de matériaux non métalliques :

| Matériaux non métalliques d'origine naturelle   | Matériaux non métalliques d'origine synthétique  |
|---|--|
| Origine minérale :<br>Charbon, bois, papier, éponge<br>Coton, chanvre, caoutchouc<br>Origine animale :<br>Cuir, soie, laine, alpaga, fourrure, Ivoire | Polyester<br>Polyamide (nylon)<br>Polystyrène<br>Polyéthylène (plastique de règle)<br>PVC, sky |

### Etude de la combustion du papier dans l'air :

- Proposer une expérience sachant qu'on souhaite faire brûler du papier et analyser les produits qui se forment (ex, gaz, ...)

On place un morceau de papier sur un trépied au dessus duquel est disposé un entonnoir fermé sur une seringue (pour analyser les gaz produits). On enflamme à l'aide d'une allumette le papier.

| Montage expérimental  | Aspiration des fumées | Test à l'eau de chaux |
|---|-----------------------|-----------------------|
|   |                       |                       |
| <b>Observations :</b><br>L'entonnoir se couvre de buée à froid, le sulfate de cuivre bleuit ;<br>L'eau de chaux se trouble.   |                       |                       |
| <b>Conclusion :</b><br>La combustion du papier produit de l'eau et du CO <sub>2</sub> . Le papier contient du carbone, de l'hydrogène.<br>Les matières organiques contiennent principalement :<br>C, H, O, N. |                       |                       |

## II. ÉTUDE DE LA COMBUSTION DE CERTAINS MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES

### Observations :

Le papier brûle avec une flamme jaune et éclairante en dégageant de la chaleur.  
A la fin de la combustion, il reste un résidu noir, friable appelé communément *cendres* (qui sont des matières minérales non combustibles).  
Des gouttes de liquide apparaissent sur le sommet de l'entonnoir.  
Des fumées se forment dont on recueille une partie grâce à la seringue.

### Qui est apparu? Qui a disparu ?

#### Analyse du gaz recueilli :

On fait barboter les gaz dans de l'eau de chaux.  
Celle-ci se trouble. Donc ils contiennent du dioxyde de carbone.

#### Analyse du liquide :

A son contact, le sulfate de cuivre anhydre de couleur blanchâtre (test caractéristique de la présence d'eau) se colore en bleu. : la combustion du papier produit de la vapeur d'eau.  
Le papier se consume au fur et à mesure et réagit avec le dioxygène de l'air (comburant).  
En effet, si on enferme le papier dans un flacon, le papier cesse de brûler rapidement.

### Synthèse :

*Peut-on dire qu'il y a eu réaction chimique ? Pourquoi ?*

Oui, car de nouveaux produits apparaissent, et le la papier a en grande partie disparu. Le papier brûle avec le dioxygène de l'air. Cette combustion est une réaction chimique qui libère de la chaleur (elle est dite exothermique). Il se forme au cours de cette réaction de l'eau et du dioxyde de carbone.

*Écrire le bilan littéral (en toutes lettres) :*

**PAPIER** + **DIOXYGENE** → **EAU** + **DIOXYDE DE CARBONE (+...)**

### Analyse de la combustion :

• *Qu'est-ce qui se conserve au cours d'une réaction chimique ?*

Les **atomes** se conservent au cours d'une réaction chimique.

• *Quels sont les atomes dont la présence dans ces matériaux est confirmée par l'expérience ?*

Les **atomes** présents dans ces matériaux sont l'**hydrogène H** et le **carbone C**. Pour l'oxygène on ne peut pas l'affirmer vu qu'on introduit cet élément via le dioxygène.

### Propose ta définition d'un matériaux organique:

On appelle matériaux organiques les matériaux constitués essentiellement d'atomes d'Hydrogène (H) et d'atomes de carbone (C). Ces atomes peuvent être associés dans les matériaux organiques à d'autres atomes (souvent de l'oxygène, parfois de l'azote et quelquefois d'autres atomes : chlore...)

# III. ÉTUDE DE LA COMBUSTION D'UN MATÉRIAU DE SYNTHÈSE : LE POLYÉTHYLÈNE

## 1. Comment prouver que le polyéthylène est un matériau organique ?

Il suffit de *refaire la même expérience* que précédemment est de vérifier si de l'eau et du dioxyde de carbone se forment lors de la combustion du polyéthylène.

## 2. Résultats de l'expérience :

| Observation  | Produits obtenus   |
|--|--|
| Le polyéthylène brûle avec une flamme <u>bleue</u> .<br>On observe de la <u>buée</u> sur les parois de l'entonnoir et des <u>fumées</u> qui se dégagent. | La buée est de l'eau (test au sulfate de cuivre anhydre qui bleuit).<br>Un des gaz émis est du dioxyde de carbone (l'eau de chaux se trouble). |

## 3. Conclusion :

La combustion du polyéthylène avec le dioxygène produit donc de l'eau et du dioxyde de carbone.



Le polyéthylène contient donc du carbone et de l'hydrogène.

Le polyéthylène, matière plastique, est donc un matériau organique.

## IV. DANGERS DE LA COMBUSTION DE CERTAINES MATIÈRES PLASTIQUES

**Lire attentivement les documents ci-dessous avant de répondre aux questions :**

### 1. Matières plastiques et ordures ménagères :

En France, les plastiques représentent 10% en masse des ordures ménagères.

On trouve essentiellement :

- du polyéthylène (PE) et du polypropylène ou polypropène (PP) : 60 %
- du polychlorure de vinyle (PVC) : 17 %
- du polystyrène (PS) : 12 %
- du polyéthylène téréphtalate (PET) : 4 %
- Autres : 2 %.

Ces déchets font l'objet des traitements suivants :

- \* décharge : 45 %
- \* incinération : 45 %
- \* recyclage : 10%.

L'incinération permet de se débarrasser des déchets plastiques en produisant de l'énergie. Par exemple, l'incinération de 1000 kg de matières plastiques a environ le même pouvoir calorifique qu'une tonne de fuel.

Dans les usines d'incinération, les fumées passent à travers des filtres qui captent les particules fines qu'elles contiennent. Il reste des gaz qui sont épurés par un système de lavage afin de les rendre moins nocifs pour l'environnement.

## 2. Pourquoi ne faut-il pas faire brûler soi-même des matières plastiques ?

Outre les dangers habituels présents lors d'un incendie : flammes, température élevée, panique, ... la combustion des matières plastiques s'accompagne de symptômes dus à :

- \* la raréfaction du dioxygène,
- \* la toxicité des produits formés.

### Document 1 : PRINCIPAUX PRODUITS DÉGAGÉS LORS DE LA PYROLYSE OU DE LA COMBUSTION DES MATIÈRES PLASTIQUES

| substance                                 | produits   |
|---|--|
| polyamide 6-6                             | CO <sub>2</sub> , CO, NH <sub>3</sub> , HCN                            |
| polychlorure de vinyle                    | HCl, CO <sub>2</sub> , CO  |
| polyéthylène téréphtalate                 | oléfines, acide benzoïque, CO, CO <sub>2</sub>                         |
| polystyrène                               | styrène, CO, CO <sub>2</sub>   |
| polyuréthane                              | CO <sub>2</sub> , CO, HCN, benzonitrile, acétonitrile, NH <sub>3</sub> |
| polyoléfine (polyéthylène, polypropylène) | CO <sub>2</sub> , CO, alcanes, alcènes, hydrocarbures cycliques        |

### Document 3 : SYMPTÔMES DUS À UNE RARÉFACTION DU DIOXYGÈNE

| Pourcentage de dioxygène dans l'atmosphère | Nature des troubles   |
|--|---|
| 21%  | Teneur normale en dioxygène. Pas de trouble.                                |
| 17%  | Troubles de la coordination musculaire et accélération du rythme cardiaque. |
| 12%  | Vertiges, céphalées, épuisement rapide                                      |
| 9%   | Inconscience  |
| 6%   | Mort en 6 à 8 minutes   |

### Document 4 : TOXICITÉ DES PRODUITS FORMÉS

| Effets                               | Monoxyde de carbone<br>CO | Concentration (ppm)        |                           |                             |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
|                                      |                           | Acide chlorhydrique<br>HCl | Acide Cyanhydrique<br>HCN | Ammoniac<br>NH <sub>3</sub> |
| Sans danger pendant plusieurs heures | 100                       | 10                         | 20                        | 100                         |
| Sans danger pendant 1 heure          | 400-500                   | 50-100                     | 50-60                     | 100                         |
| Dangereux au bout de ½ h ou 1 h      | 1500-2000                 | 1000-2000                  | 100-240                   | 2500-4500                   |
| Mortel en 1/2 heure                  | 4000                      |                            | 200-450                   |                             |
| Rapidement mortel                    |                           | 1300-2000                  | 3000                      | 5000-10000                  |

# Document 2 : OBSERVATIONS RÉALISÉES LORS DE LA COMBUSTION DE QUELQUES MATIÈRES PLASTIQUES.

| PRODUITS NON MODIFIÉS                               | Inflam-mabilité | Quantité et couleur des fumées | Aptitude à fondre et à couler | Odeur en brûlant      | Bruit en brûlant   | DIVERS                         |
|---|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------|
| PVC souples   |                 |                                |                               | acide piquante        |                    | résidus charbonneux            |
| PVC rigides   |                 |                                |                               |                       |                    | x                              |
| polystyrènes  |                 |                                |                               | gaz- fleur de souci   | bullent en brûlant |                                |
| polyamides  |                 |                                |                               | céleri - poils brûlés |                    | caramélisen<br>†<br>et filent  |
| polyoléfines (polyéthylène-polypropylène)           |                 |                                |                               | bougie                |                    |                                |
| mousses souples<br>polyuréthanes<br>mousses rigides |                 |                                |                               | amandes amères        |                    | caramélisen<br>†               |
| polystyrènes expansés                               |                 |                                |                               | gaz - fleur de souci  |                    | se rétractent devant la flamme |
| polyéthylène téréphtalate                           |                 |                                |                               |                       |                    | fumerons noirs                 |

Légende :

|  |                          |  |                     |  |                    |  |
|--|--------------------------|--|---------------------|--|--------------------|--|
|  | peu inflammables         |  | épaisse fumée noire |  | peu de gouttes     | case barrée : le produit s'éteint seul |
|  | moyennement inflammables |  | fumée blanche       |  | gouttes enflammées |  |
|  | très inflammables        |  |                     |  | gouttes filantes   |  |
|  | flamme à base bleue      |  |                     |  |                    |  |

(Ce texte a été élaboré avec l'aide du document "Fiches documentaires" publié par le CNDP en 1980)

16-mai-05

Physique Chimie 3eme  
Chapitre 6

La combustion des matériaux organiques

6

### 3. Questions.

a - Quels sont les produits de la combustion des matières plastiques ?

La combustion des matières plastiques produit de l'eau et du CO<sub>2</sub>. En réalité la réaction est plus complexe :

Matière plastique + dioxygène → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + divers gaz qui peuvent être toxiques

b - Quels sont ceux que l'on retrouve le plus souvent ?

De l'eau et du CO<sub>2</sub>

c - Quels sont les produits dangereux voire mortels pour l'organisme ?

Les gaz toxiques sont : le monoxyde de carbone, l'acide chlorhydrique, l'acide cyanhydrique, l'ammoniac qui sont tous mortels selon la concentration et selon la durée d'exposition.

d - Pourquoi ne faut-il pas faire brûler des matières plastiques dans des locaux mal aérés ?

Pour ne pas provoquer une augmentation de la concentration des gaz toxiques produits de la combustion des matières plastiques.

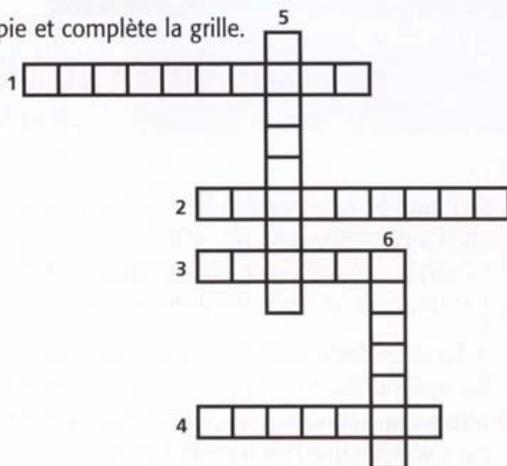
e - Citer un autre danger qui peut être lié à la combustion des matières plastiques ?

Pollution de l'atmosphère.

# Exercices corrigés 7 a 9 page 54

## 7 Mots croisés

Recopie et complète la grille.



1. Réaction chimique qui a lieu entre un matériau organique et le dioxygène et qui libère de l'énergie.
2. Adjectif qualifiant un matériau essentiellement constitué d'atomes de carbone et d'hydrogène.
3. La combustion de certaines matières plastiques en présente un.
4. Il est formé au cours d'une réaction chimique.
5. Gaz responsable de la combustion des matériaux organiques.
6. Il est consommé au cours d'une réaction chimique.

## 8 Analyse des formules

Voici une liste de formules de substances chimiques :  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ , Cu,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{CH}_4$ .

- Indique le nombre et la nature des atomes présents dans chaque substance chimique.
- Cite les formules des substances organiques. Justifie ta réponse en utilisant la conjonction « donc ».

**Coup de pouce :** N est le symbole de l'atome d'azote, Si celui de l'atome de silicium.

## 9 La combustion du diamant

La combustion complète du diamant dans le dioxygène produit uniquement du dioxyde de carbone.

- Donne les formules du dioxygène et du dioxyde de carbone.
- Déduis-en si le diamant est un matériau organique.
- Recherche sa composition.



7. 1. Combustion ; 2. Organique ; 3. Danger ; 4. Produit ; 5. Dioxygène ; 6. Réactif.

8. a.  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$  : 2 atomes d'azote, 10 atomes d'hydrogène, 3 atomes de carbone ;  
Cu : 1 atome de cuivre ;  
 $\text{SiO}_2$  : 1 atome de silicium et 2 atomes d'oxygène ;  
 $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  : 3 atomes de carbone, 8 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène ;

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  : 3 atomes de fer et 4 atomes d'oxygène ;  
 $\text{CH}_4$  : 1 atome de carbone et 4 atomes d'hydrogène.

b. Les substances chimiques de formules  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  et  $\text{CH}_4$  sont constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène, donc ce sont des substances organiques.

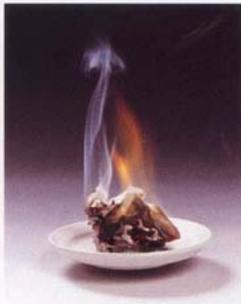
- Dioxygène :  $\text{O}_2$  ; dioxyde de carbone :  $\text{CO}_2$ .
- Le diamant contient des atomes de carbone, mais pas d'atomes d'hydrogène (non présents dans les produits), donc le diamant n'est pas un matériau organique.
- Le diamant est uniquement constitué d'atomes de carbone.

# Exercices corrigés 10 a 12 page 55

## 10 Combustion du papier

Lorsqu'un morceau de papier brûle dans l'air, on observe des flammes jaunes, puis le papier noircit. Si on place un bécher froid et sec au-dessus des flammes, il se recouvre de buée.

- Nomme la substance chimique mise en évidence par le noircissement du papier. Donne sa constitution.
- Nomme la substance chimique mise en évidence grâce au bécher. Donne sa formule.
- Indique d'où proviennent probablement les atomes des deux substances chimiques citées aux questions a. et b.
- Déduis-en la famille de matériau à laquelle appartient le papier.



**10. a.** La substance chimique mise en évidence par le noircissement du papier est le carbone. Il n'est constitué que d'atomes de carbone.

**b.** Le bécher recouvert de buée met en évidence l'eau, qui s'est formée au cours de la réaction. Sa formule est  $H_2O$ .

**c.** Les atomes de carbone du carbone et les atomes d'hydrogène de l'eau proviennent du papier. Les atomes d'oxygène proviennent du dioxygène de l'air, mais peut-être aussi du papier.

**d.** Le papier est constitué d'atomes de carbone et d'hydrogène, il s'agit donc d'un matériau organique.

**11. a.**



**b.** Le produit mis en évidence est le carbone.

**c.** Lors de la combustion du polystyrène dans le flacon rempli d'air, il se forme du carbone, donc la combustion est incomplète.

**12. a.** Lors de la combustion du PET dans l'air, les flammes sont jaunes, il se forme de la buée et le PET noircit.

**b.** Les produits de cette combustion sont de l'eau, de formule  $H_2O$ , et du carbone, de formule C.

**c.** Les atomes d'hydrogène et de carbone proviennent du PET. Les atomes d'oxygène proviennent du dioxygène de l'air, mais peut-être aussi du PET.

**d.** Le PET est un matériau organique.

## 11 Combustion du PS

Certains pots de yaourt sont fabriqués en polystyrène (PS). Voici ce que l'on observe lorsqu'on brûle un échantillon de polystyrène :

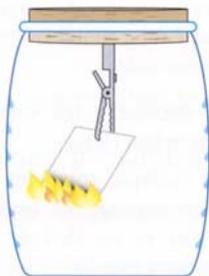


- Schématise l'expérience.
- Nomme le produit de la combustion ainsi mis en évidence.
- Précise si la combustion est complète ou incomplète. Justifie ta réponse en utilisant la conjonction « donc ».

## 12 Combustion du PET

Le polyéthylène téréphtalate (PET) est souvent employé pour l'emballage de boissons. Lorsqu'il brûle dans l'air, voici ce que l'on observe :

- Note tes observations.
- Déduis-en le nom de deux produits de cette combustion. Écris leur formule.
- Précise l'origine des atomes présents dans ces deux produits.
- Conclus en indiquant la famille du PET.



# Exercices corrigés 13 a 15 page 55

## 13 Combustion du PE

Le polyéthylène (PE) est essentiellement constitué d'atomes de carbone et d'hydrogène. Pour le vérifier, un élève brûle un morceau de corde en polyéthylène dans un flacon rempli d'air, puis, quand la combustion est terminée, il verse de l'eau de chaux dans le flacon et agite ce dernier.

- Nomme la famille de matériaux du polyéthylène. Justifie ta réponse en utilisant la conjonction « donc ».
- Indique le rôle de l'eau de chaux.
- Explique comment le test à l'eau de chaux permet de mettre en évidence la présence d'atomes de carbone dans le polyéthylène.
- Explique ce qui permet à l'élève de conclure que le PE contient des atomes d'hydrogène.

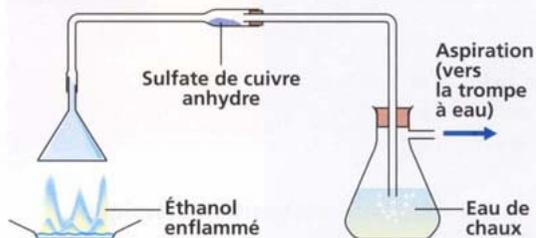
## 14 Combustion du PVC

Le chlorure d'hydrogène est un gaz suffocant qui se forme lorsqu'on brûle des produits chlorés comme le polychlorure de vinyle (PVC). Ce gaz se combine très rapidement avec la vapeur d'eau pour former l'acide chlorhydrique ; le liquide obtenu est acide et corrosif.

- Nomme la réaction chimique qui a lieu lorsqu'on brûle le PVC.
- Cite les réactifs.
- Cite les produits.
- Parmi les produits, précise celui qui présente un danger.

## 15 Combustion de l'éthanol

L'éthanol est l'alcool présent dans toutes les boissons alcoolisées. Sa composition chimique peut être déterminée grâce à l'expérience présentée ci-dessous :



- Note tes observations concernant le sulfate de cuivre anhydre et l'eau de chaux.
- Déduis-en le nom des deux produits de la combustion de l'éthanol.
- Nomme alors les atomes présents dans l'éthanol qui sont mis en évidence par cette expérience.
- Conclus en précisant si l'éthanol est une substance chimique organique.

13. a. Le PE est essentiellement constitué d'atomes de carbone et d'hydrogène, donc il fait partie de la famille des matériaux organiques.

b. L'eau de chaux permet de mettre en évidence le dioxyde de carbone.

c. Le test de l'eau de chaux met en évidence un produit de la combustion : le dioxyde de carbone, de formule  $\text{CO}_2$ . Les atomes de ce produit proviennent des réactifs qui sont le PE et le dioxygène de l'air. Or, le dioxygène n'est constitué que d'atomes d'oxygène, donc les atomes de carbone proviennent forcément du PE.

d. Lors de la combustion du PE, le flacon se recouvre de buée. Il se forme donc de l'eau de formule  $\text{H}_2\text{O}$ . Les atomes d'hydrogène de ce produit ne peuvent provenir que du PE.

14. a. Il s'agit de la combustion du PVC.

b. Les réactifs sont le PVC et le dioxygène.

c. Si la combustion est complète, les produits sont le dioxyde de carbone, l'eau et le chlorure d'hydrogène.

d. Le chlorure d'hydrogène présente un danger.

15. a. Le sulfate de cuivre anhydre bleuit. L'eau de chaux se trouble.

b. L'eau et le dioxyde de carbone sont donc deux produits de la combustion de l'éthanol.

c. Les atomes d'hydrogène et de carbone, ainsi mis en évidence, sont présents dans l'éthanol.

d. L'éthanol est une substance organique.