

Chap3 Les combustions.


Items	Connaissances	Acquis
	Combustion, combustible et comburant.	
	Combustion du carbone.	
	Combustion du méthane.	
	Réactifs et produits.	
	Test du dioxyde de carbone.	
	Combustion et énergie.	
	Danger de certaines combustions.	
	Capacités	
	Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse.	
	Mettre en œuvre un protocole expérimental.	
	Observer, extraire les informations d'un fait observé.	
	Exprimer à l'écrit ou à l'oral des étapes d'une démarche de résolution.	
	Proposer une représentation adaptée.	
	Suivre un protocole donné.	
	Extraire d'un document (papier ou numérique) les informations relatives aux combustions.	
	Extraire d'un document (papier ou numérique) les informations relatives aux dangers des combustions.	

I. Qu'est ce qu'une combustion ?

AE : Combustion d'une bougie.

On réalise successivement les expériences suivantes :

1. Une bougie allumée est laissée à l'air libre.
2. Une bougie allumée est coiffée d'un flacon contenant de l'air.
3. Une bougie allumée est coiffée d'un flacon contenant du dioxygène.
4. Une bougie allumée est coiffée d'un flacon contenant du diazote.

		Observations :
	Air libre	La bougie brûle tant qu'il reste de la cire.
	Récipient d'air	La bougie s'éteint spontanément au bout d'environ 20s.
	Récipient de dioxygène	La combustion est plus vive (éclaire et chauffe plus). La bougie s'éteint spontanément au bout d'environ 60s.
	Récipient de diazote	La bougie s'éteint instantanément.

Conclusion :

Une **combustion** est une réaction chimique entre un **comburant** et un **combustible** qui produit de l'**énergie** (chaleur et lumière).



Un **combustible** est une substance qui peut brûler en présence d'un comburant.

Un **comburant** est une substance (dans l'air c'est le dioxygène) qui permet la combustion d'un combustible.



Le triangle du feu montre les trois éléments indispensables pour une combustion.

Exercices* :

9p38 : observer, interpréter, prévoir

1. a. La bougie brûle à l'air libre.
b. La bougie brûle sous une cloche en verre.
c. La bougie est éteinte sous la cloche en verre.
2. Le gaz consommé est le dioxygène.
3. Le gaz qui n'a pas été consommé est le diazote.
4. La bougie s'éteindrait car il n'y a plus de dioxygène sous la cloche.

13p54 comprendre les circonstances d'un incendie

1. C'est le dioxygène.
2. Le bois, le charbon, le papier et l'essence par exemple.
3. S'il manque une des trois conditions, la combustion ne peut pas se produire.
4. Pour éteindre un incendie, il faut supprimer un des trois éléments du triangle du feu.
Suppression du combustible : fermeture d'une vanne ou d'un robinet qui alimente la combustion.
Suppression du comburant (étouffement) : utilisation d'un extincteur à neige carbonique, d'une couverture.
Suppression de la chaleur (refroidissement) : utilisation d'un extincteur à eau pulvérisée.

l'autre de cire et la *mèche*, constituée d'un cordon tressé absorbant.

La mèche doit être naturellement absorbante, comme un essuie-éponge, ou elle doit avoir une forte action capillaire (comme les mèches en fibre de verre utilisées dans les lampes à huile). Le rôle d'une mèche est d'absorber la cire liquide et de la « pousser vers le haut » pendant que la bougie brûle. Lorsqu'on allume une bougie, on fait fondre la cire dans et autour de la mèche.

La mèche absorbe la cire liquéfiée et la pousse vers le haut. La chaleur de la flamme vaporise la cire et c'est cette vapeur de cire qui brûle. La raison pour laquelle la mèche ne brûle pas est que la cire qui passe à l'état de gaz refroidit la mèche et, par ce fait, la protège. La cire est constituée de paraffine. La paraffine est inflammable mais seulement à une température assez élevée. Donc seule la petite quantité de cire à proximité de la mèche est assez chaude pour se vaporiser et brûler ! À l'aide des expériences, on constate qu'un bout de mèche de coton seul peut brûler en quelques minutes et que la paraffine ne brûle pas sans mèche.

C'est donc de la « cire gazeuse » qui permet la combustion de la bougie.

22p56 : la bougie d'anniversaire

Deux composants entrent en jeu dans la bougie : le *combustible*, constitué d'un type ou

24p56 : une bougie parfumée.

Propriétés du le liquide:

- il doit être inflammable pour pouvoir brûler lorsqu'il monte dans la mèche par capillarité ;
- il ne doit pas être volatil pour que le réservoir ne prenne pas feu ;
- il doit être facile à trouver et sans danger d'utilisation.

Finalement, on fait appel au concept de lampe à huile ou lampe à pétrole. On va rapidement

évacuer la lampe à pétrole, qui fait appel à un combustible inflammable et pas facile à obtenir.

Dans les lampes à huile, la mèche était faite de fibres végétales (c'est le cas ici de l'orange) ou animales tressées trempant dans un récipient plein d'huile.

L'huile brûlant difficilement, elle ne s'enflamme pas dans le réservoir, c'est pourquoi on peut l'utiliser simplement ici.

II. La combustion du carbone.

Le fusain est obtenu en chauffant le bois d'un arbuste appelé fusain. Ce chauffage à l'abri de l'air, détruit la matière vivante du bois et ne conserve qu'un corps pur appelé « carbone ».

Le charbon de bois utilisé pour faire cuire les aliments au barbecue (obtenu par le même procédé à partir d'autre type de bois) est un solide noir essentiellement constitué d'atomes de carbone.

AE : combustion du carbone dans le dioxygène.

OBJECTIFS :

Réaliser la combustion du carbone dans le dioxygène.

Identifier les réactifs et le produit de combustion.

Écrire le bilan de la transformation chimique.

EXPÉRIENCE :

Matériel

Un morceau de fusain accroché à un support.

Un briquet.

Un flacon de dioxygène.

De l'eau de chaux dans un flacon compte-gouttes.

Deux tubes à essais sur support.

Une seringue munie d'un tube fin.



Durant l'expérience, les cheveux longs doivent être attachés.

Protocole

- Versez environ 1 cm d'eau de chaux dans deux tubes à essais.
- Tenez d'une main le couvercle auquel est accroché le morceau de fusain.
- De l'autre main portez à incandescence une extrémité du fusain dans la flamme du briquet.
- Lorsque l'extrémité du fusain est bien rouge, poursuivez la combustion du fusain dans le dioxygène.
- Quand la combustion est terminée, posez avec précaution la main sur le côté du flacon.
- En soulevant légèrement le support du fusain, aspirez le gaz du flacon à l'aide de la seringue munie de son tube fin.
- Faites buller lentement ce gaz dans l'eau de chaux contenue dans un des deux tubes préparés.
- Comparez l'aspect de l'eau de chaux dans les deux tubes à essais.

EXPLOITATION DES RÉSULTATS :

Observation

Le fusain brûle-t-il mieux dans l'air ou dans le dioxygène? Le dioxygène

La totalité du fusain est-elle brûlée? NON

Pourquoi? Il n'y a plus de dioxygène

Qu'avez-vous remarqué en posant la main sur le flacon juste après la combustion?

Le flacon est chaud

Le gaz provenant de la combustion du fusain a-t-il provoqué un changement de l'eau de chaux? Si oui, lequel? Oui elle est devenue blanche.

Quel gaz est responsable de ce changement? Le dioxyde de carbone.

Remarque :

Le « trouble » obtenu est dû à la formation d'un **précipité** de carbonate de calcium solide insoluble, résultat de la réaction entre le dioxyde de carbone et l'eau de chaux.

Attention : si on fait passer du dioxyde de carbone en excès dans l'eau de chaux, après s'être troublée celle-ci redevient limpide. Le carbonate de calcium insoluble se transforme alors en hydrogénocarbonate de calcium soluble.

INTERPRETATION : Réactifs et produits :

Définitions : Au cours d'une transformation chimique, les substances qui réagissent entre elles et qui disparaissent sont appelées les **réactifs**, celles qui sont formées sont appelées les **produits**.

Quels sont les deux réactifs dans la combustion du carbone (fusain) ?

- Carbone (combustible)
- Dioxygène (comburant)

Quel est le produit de la combustion du carbone ?

- Dioxyde de carbone

CONCLUSION

Complétez les phrases suivantes.

Réaliser une combustion, c'est faire **brûler** une matière combustible.

La combustion du carbone est une **transformation** chimique : elle se produit entre le **carbone** et le **dioxygène** de l'air; ces deux substances sont les **réactifs**.

La combustion du carbone libère de l'énergie thermique encore appelée « chaleur » dans le langage courant.

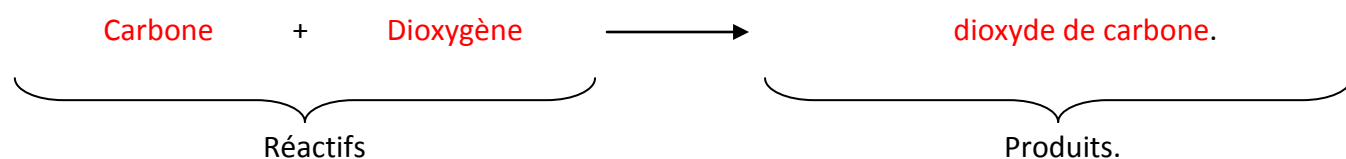
Le produit de cette combustion est du **dioxyde de carbone**

Ce gaz se reconnaît au **précipité** blanc de carbonate de calcium (calcaire) qu'il forme avec l'eau de chaux.

Bilan de la transformation chimique

Complétez ci-dessous le bilan de la transformation chimique traduisant la combustion du carbone.

On place à gauche de la flèche les noms des réactifs séparés par le signe + et à droite de la flèche le nom du ou des produits.



Exercices* :

8p54 : interprète la combustion du carbone dans l'air

1. Les réactifs sont le carbone et le dioxygène de l'air.
2. Dans l'air, il y a du dioxygène, mais dilué avec 78 % de diazote, gaz qui ne permet pas les combustions, ce qui explique que les combustions soient beaucoup moins vives dans l'air que dans le dioxygène pur.

Exercices* :

15p55 : combien ? (calcul)

1. Il faut 60 L d'air.
2. Il y a 20 % de dioxygène soit 12 L.
3.
 - a. À la fin de la combustion, il reste le diazote qui n'a pas réagi et le dioxyde de carbone formé.
 - b. Il y a 80 % de diazote soit 48 L et 10,5 L de dioxyde de carbone.

17p55 : les dangers du tabagisme B2i

1. Vaporisation : changement d'état physique liquide - gaz.
Combustion : des substances brûlent.
Pyrogénéation : décomposition à haute température, sans intervention de l'air.
2. La nicotine est présente dans le tabac. C'est un liquide qui se vaporise lorsque le tabac brûle. Le monoxyde de carbone est un produit de la combustion incomplète du tabac. Les goudrons sont les produits de la pyrogénéation du tabac.

18p55 : effet de serre (maison)

1. L'effet de serre est un phénomène qui permet de maintenir sur notre planète une température favorable à la vie, grâce aux gaz à

effet de serre (dioxyde de carbone, vapeur d'eau...) qui emprisonnent une partie de la chaleur que la Terre absorbe du Soleil.

2. Sans effet de serre, la température de la surface terrestre serait voisine de -18°C .
3. La pollution industrielle et les transports.

<http://www.cea.fr/jeunes/mediatheque/animations-flash/a-la-loupe/l-effet-de-serre>

Remue méninges :

23p56 trop polluant, le barbecue B2i

Les avis divergent sur les quantités de dioxyde de carbone rejetées dans l'atmosphère. En moyenne, la quantité de dioxyde de carbone rejetée dans l'atmosphère est d'environ 20 milliards de tonnes par an, soit 55 millions de tonnes par jour. 1 tonne occupe environ 545 m^3 .

Il n'y a donc qu'un calcul à faire : 1 g de carbone correspond à peu près à 1,18 g de charbon de bois, dont la combustion produit 2 L de dioxyde de carbone. 1,5 kg de charbon produit alors 2 542 L de dioxyde de carbone soit $2,542\text{ m}^3$.

Un barbecue produit environ 0,005 tonne de CO_2 !

Suite à ce calcul, tout est discutable : est ce beaucoup ?

Pas beaucoup ? Si chaque habitant de la planète fait un barbecue ? Comparer avec un déplacement en voiture ? En avion ?...

La combustion du bois produit certes du dioxyde de carbone, mais la production du bois en consomme. C'est pour cette raison que finalement la contribution de la combustion du bois à la production de dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère est considérée comme négligeable.

III. Combustion du butane et du méthane.

1. Combustion du butane.

AE Combustion du butane. (Évaluation expérimentale)



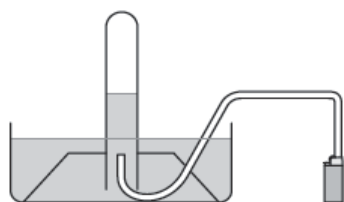
Le butane réagit avec le dioxygène pour former au cours d'une combustion, de l'eau et du dioxyde de carbone.

Bilan : Butane + Dioxygène → Eau + dioxyde de carbone

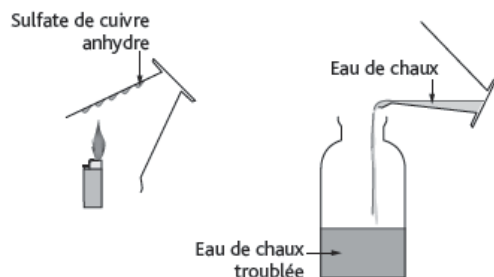
Exercices* :

10p54 : schématiser une expérience.

1.



2.



2. Combustion du méthane.

Activité 2 p45 : quels sont les produits de la combustion complète du méthane ?

1. La flamme est bleue, peu éclairante et très chauffante.
2. On observe de la buée sur les parois du flacon.
3. L'eau de chaux se trouble.
4. Le produit formé sur les parois du flacon est de l'eau, qui bleuirait du sulfate de cuivre anhydre.
5. Le gaz formé lors de la combustion trouble l'eau de chaux : c'est du dioxyde de carbone.
6. Le rôle de la virole est de régler la quantité d'air (donc de dioxygène) au cours de la combustion.
7. Les produits de la combustion complète du méthane dans le dioxygène sont le dioxyde de carbone et l'eau.

Conclusion :



Le méthane réagit avec le dioxygène pour former de l'eau et du dioxyde de carbone.

Bilan : Méthane + Dioxygène → Eau + dioxyde de carbone

Pour que la combustion soit complète, il faut un apport suffisant en dioxygène

IV. Les dangers des combustions.

1. Combustion incomplète.

AE : Flamme du bec bunsen :



Une **combustion** est **incomplète** si la quantité de **dioxygène** est **insuffisante**. Ce type de combustion se caractérise par la présence d'une **flamme jaune** et éventuellement de **fumées noires** de carbone.

Fumées : particules solides émises lors d'une combustion.

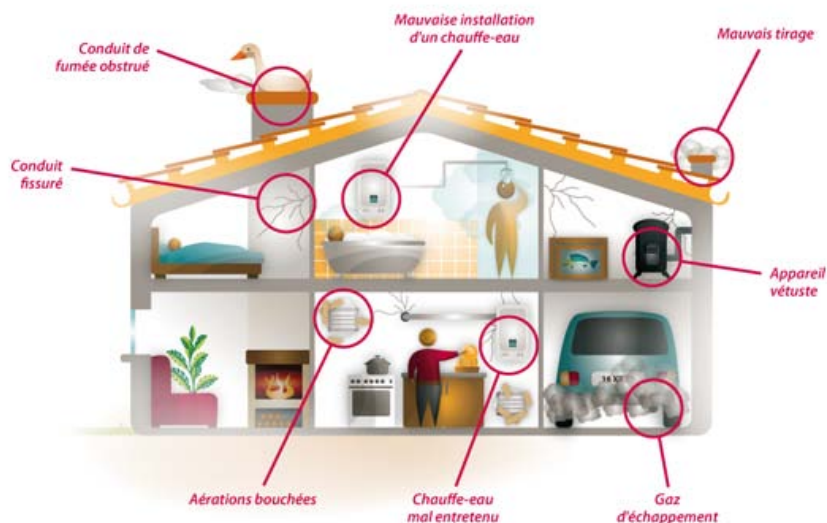
Activité 4p47 : Quels sont les dangers d'une combustion incomplète ?

1. Les appareils pouvant conduire à la formation de monoxyde de carbone lors d'une mauvaise utilisation sont les appareils à combustion tels que chaudières, poêles, cheminées, inserts...
2. Il provenait des gaz d'échappement de la voiture.
3. Les intoxications peuvent provoquer des maux de tête, fatigues, nausées, vomissements, coma et même aller jusqu'à la mort selon la concentration du monoxyde de carbone dans l'air ambiant et la durée de l'exposition.
4. Le monoxyde de carbone se combine avec l'hémoglobine et bloque alors le transport du dioxygène dans l'organisme.

Conclusion :

Une **combustion incomplète** produit en plus du **carbone** et du **monoxyde de carbone** (gaz inodore, incolore et très toxique).

ATTENTION : Il ne faut pas condamner les aérations d'une pièce ou se produisent des combustions.



Exercices* :

9p54 : interprète la combustion du butane

1. Butane + dioxygène \longrightarrow dioxyde de carbone + eau.
2. On aurait obtenu en plus du monoxyde de carbone et du carbone.

11p54 : les réglages du bec bunsen

1. En **a**, la flamme est jaune et très éclairante. En **b**, elle est bleue et peu éclairante.
2. La virole sert à régler la quantité d'air lors de la combustion.

14p54 : trouver le coupable

1. Il pense au monoxyde de carbone.
2. Il est incolore, inodore et toxique.
3. Il faut s'assurer que les fumées peuvent être évacuées : ramonage et présence d'aérations.

Exercices* :

16p55 : combustion du méthane

Sur la photo **b**, le gaz utilisé est le butane : il faut donc des brûleurs capables de fournir 32,5 m³ d'air par m³ de gaz. Or les brûleurs utilisés ne fournissent que 10 m³ d'air par m³ de gaz :

il manque de l'air et la combustion est incomplète : la flamme est jaune et éclairante. Sur la photo **a**, on utilise les bons brûleurs, la combustion est complète : la flamme est bleue et faiblement éclairante.

Remue mninges :

21p56 : assez nettoyé

Le brûleur à gaz est un accessoire dans lequel l'air ambiant est mélangé avec le combustible (butane ou propane), grâce à l'entraînement par un jet gazeux de combustible issu d'une buse à orifice calibré.

Le calibre de ces buses est donc différent selon que l'on utilise le méthane, le butane ou le propane.

Lors d'une mauvaise utilisation ou d'un mauvais réglage, il peut arriver que le comburant (l'air) n'arrive pas en quantité suffisante : la combustion est alors incomplète. C'est ce qui se passe ici : le dépôt noir sous la casserole est du carbone, conséquence d'une combustion incomplète.

Pour éviter que cela n'arrive, il faut faire en sorte que la combustion du gaz utilisé soit complète. On obtient une combustion complète lorsque le comburant, ici l'air, est en quantité suffisante pour que tout le combustible, ici le gaz, brûle.

La mission sera accomplie lorsque l'élève sera en mesure de donner la nature du produit noir formé sous la casserole, les raisons de sa formation et comment faire pour éviter cela.

2. Les combustibles gazeux.

AE : proportion méthane-dioxygène.

V Méthane	V Dioxygène	Observations
60 mL	0 mL (air ambiant)	Flamme jaune
50 mL	10 mL	Flamme jaune
30 mL	30 mL	Combustion plus vive
20 mL	40 mL	Forte explosion
10 mL	50 mL	Petite explosion

Un mélange de gaz combustible et d'air (ou de dioxygène) peut provoquer une **explosion** au contact d'une flamme (ou d'une étincelle) lorsqu'ils sont dans certaines proportions.



3. Autres dangers.

- **Incendie**.
- **Asphyxie** des personnes s'il n'y a plus de dioxygène.

Exercices* :

12p54 : connaître les dangers des combustions

1. Si le gaz continuait à arriver lorsque la flamme est éteinte, les risques seraient :

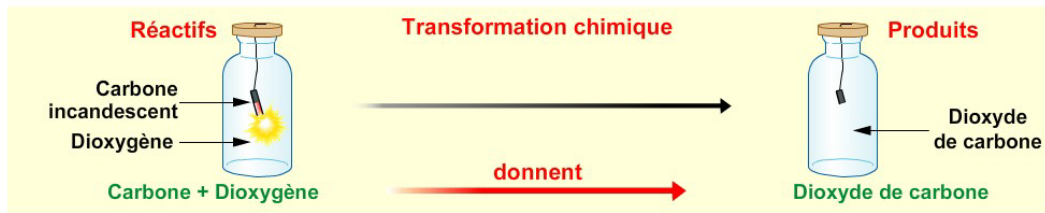
- l'asphyxie par le gaz ;
- l'explosion du mélange gaz + air en présence d'une étincelle.

2. Les gaz produits par la combustion de l'essence contiennent du monoxyde de carbone et il y a risque d'intoxication.

3. Le feu se propage plus vite les jours de grand vent et le vent favorise les sautes de feu.

V. Bilan

Combustion



Combustion complète



Combustion incomplète

