

Fiche de cours — Combustion du carbone et des hydrocarbures

Tout le cours en deux pages, recto-verso. À garder sous les yeux pendant les exercices et à relire avant l'évaluation.

1. Ce qu'est une combustion

Trois choses en même temps

Un **combustible** (ce qui brûle) ■ un **comburant** (le dioxygène de l'air) ■ une **énergie d'activation**.

Retirer l'un des trois **éteint** le feu : c'est ce que fait une couverture anti-feu.

Une combustion **libère de l'énergie thermique** : elle est **exothermique**.

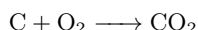
2. La combustion complète

Deux produits, et deux seulement

Le dioxygène est en **excès**.

Tout le **carbone** donne du **dioxyde de carbone** CO_2 .

Tout l'**hydrogène** donne de l'**eau** H_2O .



Le carbone ne contient **aucun** hydrogène : sa combustion ne produit **jamais** d'eau.

3. Identifier les produits

C'est une **capacité du programme** : il ne suffit pas d'affirmer les produits, il faut savoir les **montrer**.

Le dioxyde de carbone

On fait barboter les gaz recueillis dans de l'**eau de chaux**, limpide au départ.

Elle se **trouble** et blanchit.

L'eau

On approche une **surface froide** de la flamme, sans la mettre dedans.

De la **buée** s'y dépose.

Au laboratoire : le **sulfate de cuivre anhydre**, blanc, **bleuit**.

Un test ne prouve qu'un produit

L'eau de chaux ne dit **rien** de l'eau. La buée ne dit **rien** du CO_2 .

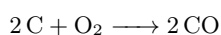
Et ni l'un ni l'autre ne prouve qu'une combustion est **complète** : l'incomplète produit aussi du CO_2 .

4. La combustion incomplète

Quand le dioxygène manque

Local mal ventilé, entrée d'air bouchée, brûleur encrassé.

Il se forme du **monoxyde de carbone** CO et de la **suie** — du carbone non brûlé — avec un peu de CO_2 .



	Complète	Incomplète
Produits carbonés	CO_2	CO , suie
Dépôt	aucun	suie noire
Énergie	maximale	réduite
Danger	effet de serre	mortel

La couleur de la flamme ne tranche pas

Elle est un **indice** de réglage, jamais une preuve — et le CO est **incolore et inodore**.

Le seul signe visible qui tranche est la **suie**.

5. Le monoxyde de carbone

Aucun sens ne le détecte

Incolore, inodore, mortel. Il prend la place du dioxygène sur l'hémoglobine.

Ses symptômes — maux de tête, vertiges, nausées — ressemblent à une fatigue ordinaire.

Prévenir, puis réagir

Prévenir : ne jamais boucher une entrée d'air ; faire entretenir appareils et conduits ; détecteur conforme si nécessaire.

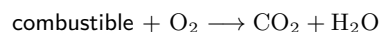
Réagir : aérer ■ arrêter l'appareil si c'est sans danger ■ évacuer ■ appeler le 15, le 18 ou le 112 ■ ne pas rentrer avant l'avis d'un professionnel.

Ne pas confondre

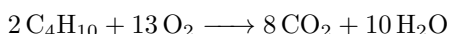
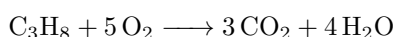
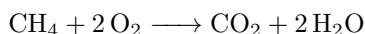
CO : monoxyde, **toxique**. CO_2 : dioxyde, **gaz à effet de serre**.

6. Écrire une équation

Un **hydrocarbure** ne contient que du carbone et de l'hydrogène : CH_4 , C_3H_8 , C_4H_{10} .



Les atomes se **conservent** : autant de chaque élément à gauche qu'à droite.



7. Ajuster, en quatre étapes

Toujours dans cet ordre

1. Écrire réactifs et produits.
2. Le **carbone** : coefficient de CO_2 .
3. L'**hydrogène** : coefficient de H_2O , moitié du nombre de H.
4. L'**oxygène** en dernier : compter tous les O des produits.

Des coefficients entiers

Si l'oxygène tombe sur un demi, on multiplie **toute** l'équation par 2 — pas seulement le terme qui gêne.

Si le combustible contient déjà de l'oxygène

Éthanol C_2H_6O , cellulose $C_6H_{10}O_5$: cet oxygène **compte à gauche**. Il en faut donc moins sous forme de O_2 .

8. L'énergie libérée

$$E = m \times PC$$

E en kJ, m en **kilogrammes**, PC en kJ/kg.

Bois sec	15 000
Méthane	50 000
Propane	46 300
Butane	45 700
Fioul	42 000

Valeurs en kJ/kg, **toujours fournies**.

Vers les kWh : **diviser par 3 600**.

Erreur fréquente

La masse est en **kg** pour le pouvoir calorifique. En grammes, le résultat est mille fois trop grand.

9. Mole et masse molaire

Pour compter les molécules

La **mole** est l'unité de quantité de matière n .

La **masse molaire** M est la masse d'une mole, en g/mol : somme de celles des atomes.

$$n = \frac{m}{M} \quad m = n \times M$$

$M(H) = 1$ $M(C) = 12$ $M(O) = 16$ (en g/mol, fournies)

$M(CO_2) = 44$ $M(CH_4) = 16$ $M(C_3H_8) = 44$
 $M(C_4H_{10}) = 58$

Ici, la masse est en grammes

1 kg de propane, c'est 1 000 g : $n = 1\,000 \div 44$, et non $1 \div 44$.

10. La masse de dioxyde de carbone

Quatre gestes

1. Écrire l'équation **ajustée**.
2. Calculer les masses molaires utiles.
3. $n = \frac{m}{M}$, en grammes.
4. Lire la **proportion** dans l'équation, puis $m = n \times M$.

1 kg de propane → environ **3 kg** de CO_2 .

Le coefficient ne se saute pas

Une molécule de propane porte *trois* carbones : elle donne trois CO_2 . Sans le facteur 3, on trouve trois fois trop peu.

Ce que ce calcul ne dit pas

Il donne le CO_2 rejeté à la **cheminée**, par kilogramme brûlé. Il ne dit rien de l'énergie utile obtenue, ni du bilan complet d'une filière. Pour le bois, la « neutralité » suppose une forêt replantée, un délai de repousse compté, et le transport pris en compte.

11. Les mots du chapitre

combustible	ce qui brûle
comburant	le dioxygène de l'air
exothermique	qui libère de la chaleur
suie	carbone non brûlé, déposé
pouvoir calorifique	énergie libérée par kg, fournie
mole	paquet d'entités servant à compter

12. Vérifier sa réponse

Cinq contrôles

1. Mon équation conserve-t-elle C, H et O ?
2. Mes coefficients sont-ils entiers ?
3. Masse en **kg** pour le pouvoir calorifique, en **g** pour la quantité de matière ?
4. Ai-je employé le coefficient de l'équation ?
5. La masse de CO_2 est-elle plus *grande* que celle du combustible ?

Je sais faire

- ☐ reconnaître une combustion complète ou incomplète à ses indices ;
- ☐ identifier le CO_2 à l'eau de chaux et l'eau à la surface froide ;
- ☐ dire ce qu'un test prouve, et ce qu'il ne prouve pas ;
- ☐ écrire et ajuster une équation de combustion, coefficients entiers ;
- ☐ calculer l'énergie libérée $E = m \times PC$ et la convertir en kWh ;
- ☐ calculer une masse molaire et une quantité de matière ;
- ☐ déterminer la masse de CO_2 dégagée par une masse donnée ;
- ☐ citer les mesures de prévention et d'urgence face au CO.

Ce que ce chapitre ne demande pas

Ni le **volume molaire** et les calculs de volumes de gaz, ni le **rendement** d'une chaudière comme objet d'étude, ni les **trois modes de transfert thermique** — conduction, convection, rayonnement — qui relèvent d'un autre module. Les **pouvoirs calorifiques** et les **masses molaires** sont fournis.