

Version élève

## Physique-chimie – Première Bac Pro

## Cahier d'exercices

## Chapitre 3

## Combustion du carbone et des hydrocarbures

Édition : 20 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Nom : ..... Classe : .....

**Méthode — Mode d'emploi**

Ce cahier suit les cinq capacités du chapitre, dans l'ordre du cours. Écrire l'équation **avant** tout calcul de masse, et terminer par une phrase de réponse avec son unité. Vérifier à chaque fois qu'une équation conserve le carbone, l'hydrogène et l'oxygène. Les corrigés figurent dans la version professeur.

**Repères et ordre de travail**

| Capacité et intitulé complet                               | Exercices | Pages |
|------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| C1 – Reconnaître une combustion et identifier ses produits | 1 à 6     | 2     |
| C2 – Écrire et ajuster une équation de combustion          | 7 à 11    | 5     |
| C3 – Calculer l'énergie thermique libérée                  | 12 à 15   | 7     |
| C4 – Déterminer la masse de dioxyde de carbone             | 16 à 19   | 9     |
| C5 – Prévenir les risques d'une combustion                 | 20 à 22   | 12    |
| Synthèse – croiser les capacités                           | 23 et 24  | 14    |

Les exercices **4, 5 et 6** portent la première capacité du programme : **réaliser** une combustion et **identifier** ses produits. Les **pouvoirs calorifiques** et les **masses molaires** sont donnés dans les énoncés qui en ont besoin : ils ne s'apprennent pas.

## C1 – Reconnaître une combustion et identifier ses produits

Exigible, dont la partie expérimentale.

### Rappel de cours

Une combustion est **complète** quand le dioxygène est en **excès** : le carbone du combustible donne du  $\text{CO}_2$ , l'hydrogène donne de l'eau. Elle est **incomplète** quand le dioxygène manque : il se forme du **monoxyde de carbone**  $\text{CO}$  et de la **suie**.

On **identifie** les produits : l'**eau de chaux** se **trouble** en présence de  $\text{CO}_2$  ; de la **buée** se dépose sur une **surface froide** en présence d'eau.

La **couleur de la flamme** est un indice de réglage, jamais une preuve. Le  $\text{CO}$  est incolore et inodore.

### Exercice 1 — Complète ou incomplète ?

Pour chacune des situations, indiquer s'il s'agit d'une combustion **complète** ou **incomplète**, et donner l'indice sur lequel on s'appuie.

- Le poêle de l'atelier laisse un dépôt noir sur la vitre.
- Un brûleur à gaz révisé ne laisse aucun dépôt et le local est bien ventilé.
- La cheminée d'un voisin fume noir.
- Un brûleur donne une flamme jaune, sans aucun dépôt. Peut-on conclure ?

---

---

---

---

---

---

---

---

### Exercice 2 — Le brûleur de la cabine de séchage

Le brûleur à gaz d'une cabine de séchage laisse des dépôts noirs, et la cabine chauffe moins bien qu'avant.

- De quel type de combustion s'agit-il ? Justifier par les **deux** indices.
- Quel gaz dangereux peut se former ?
- Citer deux causes possibles.
- Que doit faire le menuisier avant de remettre l'appareil en service ?

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 3** — *Le tableau des deux combustions*

Compléter le tableau en quelques mots par case.

|                              | Combustion complète | Combustion incomplète |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Condition sur O <sub>2</sub> | .....               | .....                 |
| Produits carbonés            | .....               | .....                 |
| Dépôt observé                | .....               | .....                 |
| Énergie libérée              | .....               | .....                 |
| Danger principal             | .....               | .....                 |

**Exercice 4** — *Montrer qu'il se forme du dioxyde de carbone*

Un binôme veut montrer que la combustion d'une bougie produit du **dioxyde de carbone**.

- Quel réactif emploie-t-il ? Dans quel état est-il avant le test ?
- Décrire le geste : que fait-on des gaz de la combustion ?
- Qu'observe-t-on si la réponse est positive ?
- Le binôme obtient un résultat négatif alors que la bougie a brûlé. Proposer une explication qui ne remette pas en cause la chimie.

**Exercice 5 — Montrer qu'il se forme de l'eau**

La combustion d'un hydrocarbure produit aussi de l'**eau**. On veut le montrer.

- Quel objet approche-t-on de la flamme ? Pourquoi doit-il être **froid** ?
- Qu'observe-t-on ?
- Citer un second test, praticable au laboratoire, et l'observation attendue.
- Le même test appliqué à la combustion du **carbone** seul reste négatif. Expliquer pourquoi, sans parler de matériel.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 6 — Ce qu'une expérience prouve**

Après avoir fait barboter les gaz d'une bougie dans l'eau de chaux et l'avoir vue se troubler, un binôme écrit : « L'eau de chaux s'est troublée, donc la combustion de la bougie produit du CO<sub>2</sub> et de l'eau, elle est donc complète. »

Trois affirmations sont enchaînées.

- Laquelle est établie par l'expérience réalisée ?
- Laquelle n'est pas établie, et quel test manque ?
- Laquelle ne peut pas être conclue de ces seuls tests ? Que faudrait-il observer en plus ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

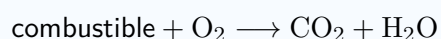
---

**C2 – Écrire et ajuster une équation de combustion**

Capacité du BO.

**Rappel de cours**

Une combustion complète s'écrit toujours



et les atomes se **conservent**. On ajuste dans l'ordre : le **carbone**, puis l'**hydrogène**, puis l'**oxygène** —

qui se répartit entre deux produits et se traite donc en dernier.

Les coefficients doivent être **entiers** : si l'un vaut un demi, on multiplie *toute* l'équation par 2.

### Exercice 7 — Trois combustions complètes

Écrire et ajuster les équations de combustion **complète** suivantes, puis vérifier chaque élément.

a. Le carbone C.

b. Le méthane CH<sub>4</sub>.

c. Le propane C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

---

---

---

---

---

---

---

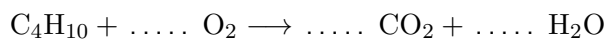
---

---

---

### Exercice 8 — Le butane, étape par étape

Ajuster la combustion complète du butane C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, en détaillant les quatre étapes. Les coefficients doivent être **entiers**.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 9** — *Un combustible qui contient déjà de l'oxygène*

L'éthanol  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  entre dans la composition de certains vernis. Sa molécule contient déjà un atome d'**oxygène**.

- a. Ajuster sa combustion complète.
- b. Expliquer en une phrase ce que change la présence de cet atome d'oxygène dans l'étape 4.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 10** — *Deux ajustements à mener seul*

Ajuster les deux équations de combustion complète.

- a. L'éthane  $\text{C}_2\text{H}_6$ .
- b. Le pentane  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ .

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 11 — Quand le dioxygène manque**

En manque de dioxygène, la combustion devient incomplète.

- Ajuster la combustion **incomplète** du carbone qui produit du monoxyde de carbone.
- Ajuster celle du méthane qui produit du monoxyde de carbone et de l'eau.
- Pourquoi l'équation du **a.** ne fait-elle apparaître aucune molécule d'eau ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**C3 – Calculer l'énergie thermique libérée**

Capacité du BO, données fournies.

**Rappel de cours**

Le **pouvoir calorifique** PC est l'énergie libérée par la combustion complète d'un **kilogramme** de combustible.

$$E = m \times PC$$

$E$  en kJ,  $m$  en **kg**, PC en kJ/kg. Et 1 kWh = 3 600 kJ.

Comparer deux combustibles n'a de sens qu'à **masse égale**.

**Exercice 12 — Six kilos de chutes de bois**

Un menuisier brûle 6 kg de chutes de bois dans le poêle de l'atelier. On donne le pouvoir calorifique du bois sec : PC = 15 000 kJ/kg.

- Écrire la relation qui donne l'énergie libérée.
- Calculer cette énergie, en kJ puis en MJ.
- Convertir en kilowattheures (1 kWh = 3 600 kJ).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 13** — *Le propane du brûleur*

Un brûleur consomme 4 kg de propane ( $PC = 46\,300 \text{ kJ/kg}$ ).

- Calculer l'énergie libérée, en kJ puis en MJ.
- Convertir en kWh.
- Combien de kilogrammes de bois sec ( $PC = 15\,000 \text{ kJ/kg}$ ) faudrait-il pour libérer la même énergie ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 14** — *Bois contre butane*

- Calculer l'énergie libérée par 5 kg de bois sec ( $PC = 15\,000 \text{ kJ/kg}$ ).
- Calculer celle libérée par 1 kg de butane ( $PC = 45\,700 \text{ kJ/kg}$ ).
- Un élève conclut : « le bois est plus énergétique que le butane ». Que répondre avec précision ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 15 — Combien commander ?**

Un atelier a besoin de 250 kWh de chaleur pour la semaine.

- Convertir ce besoin en kilojoules.
- Quelle masse de propane faut-il brûler ( $PC = 46\,300\text{ kJ/kg}$ ) ?
- Cette masse correspond-elle à un nombre entier de bouteilles de 13 kg ? Que faut-il en conclure pour la commande ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**C4 – Déterminer la masse de dioxyde de carbone dégagée**

Capacité du BO, données fournies.

**Rappel de cours**

Une masse ne dit pas combien de molécules réagissent : on passe par la **quantité de matière**.

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

$n$  en mol,  $m$  en **grammes**,  $M$  en g/mol.

Entre les deux, on lit dans l'**équation ajustée** la proportion de  $\text{CO}_2$  formée par mole de combustible.

**Exercice 16 — Masses molaires**

On donne  $M(\text{H}) = 1\text{ g/mol}$ ,  $M(\text{C}) = 12\text{ g/mol}$  et  $M(\text{O}) = 16\text{ g/mol}$ .

- Calculer la masse molaire du dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ .
- Calculer celle du méthane  $\text{CH}_4$ , du propane  $\text{C}_3\text{H}_8$  et du butane  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .
- Quelle quantité de matière représentent 880 g de propane ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 17 — Le charbon du forgeron**

Un forgeron brûle 240 g de charbon, assimilé à du carbone pur. Équation :  $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$ . On donne  $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$  et  $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$ .

- Calculer la quantité de matière de carbone brûlée.
- En déduire celle de dioxyde de carbone formée.
- Calculer la masse de dioxyde de carbone dégagée.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 18 — Le chalumeau au propane**

Un artisan brûle 440 g de propane dans son chalumeau. Équation :  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \longrightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ . On donne  $M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \text{ g/mol}$  et  $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$ .

- Calculer la quantité de matière de propane.
- En déduire celle de dioxyde de carbone.
- Calculer la masse de dioxyde de carbone, en g puis en kg.
- Un élève oublie le coefficient 3 de l'équation. Quelle masse trouve-t-il ?

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 19 — Le brûleur au butane**

Un brûleur de chantier consomme 116 g de butane. Équation :  $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \longrightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$ .  
On donne  $M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58 \text{ g/mol}$  et  $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$ .

- Calculer la quantité de matière de butane.
- En déduire celle de dioxyde de carbone. Attention au coefficient du butane.
- Calculer la masse de dioxyde de carbone.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**C5 – Prévenir les risques d'une combustion**

Connaissance du BO : dangerosité des produits d'une combustion incomplète.

**Rappel de cours**

Le **monoxyde de carbone** est **incolore**, **inodore** et **mortel** : aucun sens ne le détecte, et ses symptômes ressemblent à une fatigue.

**Prévenir** : ne jamais boucher une entrée d'air, faire entretenir les appareils et les conduits, installer si nécessaire un détecteur conforme.

**En cas de suspicion** : aérer, arrêter l'appareil si c'est sans danger, évacuer, appeler les secours (15, 18 ou 112).

**Exercice 20** — *Maux de tête dans l'atelier*

Un employé se plaint de maux de tête et de nausées. Le brûleur à gaz fonctionne depuis plusieurs heures dans un local fermé.

- a. Quel gaz est probablement en cause ?
- b. Expliquer pourquoi il s'est formé dans ces conditions précises.
- c. Pourquoi ce gaz est-il particulièrement dangereux ?
- d. Citer les mesures d'urgence, dans l'ordre.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 21** — *Des bouteilles de butane au fond du local*

Un menuisier stocke des bouteilles de butane dans son atelier, au fond d'un local sans ouverture basse.

- a. Citer deux risques distincts.
- b. Le butane est plus **dense** que l'air. Pourquoi l'absence d'ouverture basse aggrave-t-elle la situation ?
- c. Proposer trois précautions.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercice 22 —** *Quatre situations, quatre dangers*

Pour chaque situation, nommer le danger principal puis la mesure de prévention prioritaire.

- a. Une fuite de propane près d'une machine qui produit des étincelles.
- b. Un brûleur en fonctionnement dans un local dont les entrées d'air ont été calfeutrées pour l'hiver.
- c. Un chauffage à flamme installé à côté de pots de vernis ouverts.
- d. Un poêle à bois dont le conduit n'a pas été ramoné depuis trois ans.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Synthèse – Croiser les capacités**

Deux exercices qui réunissent équation, énergie, masse de CO<sub>2</sub> et jugement.

**Rappel de cours**

Ces deux exercices se traitent après les cinq capacités. Ils demandent de **mener le calcul**, puis de dire **ce qu'il ne prouve pas**. C'est la seconde partie qui compte le plus.

### Exercice 23 — Une saison de chauffage au propane

Un menuisier agenceur chauffe son atelier au propane. Il consomme une bouteille de 35 kg toutes les trois semaines en hiver. Données :  $PC = 46\,300\text{ kJ/kg}$  ;  $M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44\text{ g/mol}$  ;  $M(\text{CO}_2) = 44\text{ g/mol}$ .

- Écrire l'équation de combustion complète du propane.
- Calculer l'énergie libérée par une bouteille, en kJ puis en kWh.
- Calculer la masse de  $\text{CO}_2$  dégagée par une bouteille, en kg.
- L'hiver dure 18 semaines. Calculer la masse de  $\text{CO}_2$  pour la saison.
- Le menuisier envisage de passer aux granulés de bois. Peut-on conclure de ce seul calcul que ce serait mieux pour le climat ?

### Exercice 24 — Le bilan des émissions de l'atelier

Un artisan établit le bilan des émissions directes de son atelier.

| Source                | Consommation annuelle | Émission                             |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Propane (chauffage)   | 260 kg                | 3,0 kg de CO <sub>2</sub> par kg     |
| Électricité           | 8 500 kWh             | 0,057 kg de CO <sub>2</sub> par kWh  |
| Déplacements (gazole) | 3 000 L               | 2,64 kg de CO <sub>2</sub> par litre |

- Calculer les émissions de chaque source.
- Calculer le total annuel, en tonnes.
- Quel poste domine ? Donner sa part, en pourcentage.
- L'artisan veut agir sur le chauffage. Au vu du **c.**, est-ce le levier le plus efficace ?