

L'énergie chimique ?

Activité : Les dangers de la combustion

Les combustions à l'intérieur des logements, pour satisfaire les besoins en énergie les plus essentiels (*cuire les aliments, produire de l'eau chaude, se chauffer, ...*) sont à l'origine de la **pollution de l'air intérieur** qui met en danger la santé de l'homme. En outre l'utilisation de combustibles est parfois à l'origine **d'incendie et d'explosion accidentels**.

I. Les polluants liés aux combustions domestiques

- **Le monoxyde de carbone CO**

La combustion incomplète des hydrocarbures donne des produits qui peuvent encore brûler, comme le monoxyde de carbone, gaz dangereux qui peut être mortel.

Les principales sources de monoxyde de carbone sont les foyers utilisant un combustible carboné (bois, charbon, huile, gaz, pétrole ...) brûlé par un appareil de chauffage, de production d'eau chaude, un four ou une cuisinière. L'intoxication par le monoxyde de carbone représente en France 6 000 cas par an. C'est la première cause de décès par intoxication en France.

La principale cause d'intoxication aiguë est l'utilisation de chaudières et cheminées à l'entretien imparfait ou trop espacé, dans des pièces mal ventilées (en hiver), et d'appareils de chauffages d'appoints (qui d'une part consomment du dioxygène de la pièce où ils fonctionnent et, d'autre part, y rejettent les gaz brûlés, dont le monoxyde de carbone).

- **Le dioxyde de soufre SO₂**

La présence d'espèces sulfurées dans les fiouls et les charbons est à l'origine des rejets de dioxyde de soufre SO₂.

L'abandon progressif du charbon et la limitation de la teneur en élément soufre dans les fiouls a permis de réduire le taux de dioxyde de soufre.

Il est toxique par inhalation et irritant pour les yeux et les voies respiratoires.

- **Les oxydes d'azote NO et NO₂**

La combustion complète de certains combustibles comme le fioul dégage suffisamment d'énergie pour produire une combustion annexe, celle du diazote N₂ de l'air. Il se forme alors des oxydes d'azote.

Toxiques à faible dose, cette famille de gaz provoque une irritation des muqueuses.

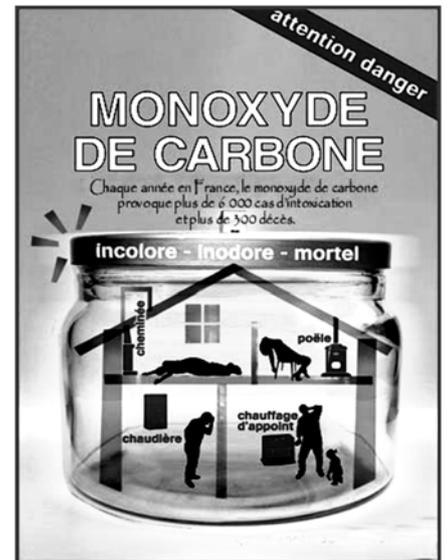
- **Les fumées de combustion des végétaux (bois y compris)**

Toute combustion de végétaux à l'intérieur d'un logement (cheminée ouverte, évacuation non performante ...) présente des risques d'inhalation de composés toxiques.

En effet, les fumées contiennent des particules fines (souvent inférieures à 0,1 micromètre) qui pénètrent dans le corps par les voies respiratoires.

- **Les autres petites combustions domestiques**

Bougies, lampes à huile, appareils à fondue (alimenter par la combustion du méthanol), bâtons d'encens... sont autant d'éléments produisant également des fumées et des résidus carbonés.



1. Quels sont les trois principaux risques liés aux combustions ?

2. Quels sont les gaz les plus dangereux qui sont libérés par les combustions ?

.....

.....

3. Quelles sont les caractéristiques du monoxyde de carbone qui en font un gaz très dangereux ?

.....

.....

Avec le retour de l'automne, revient le danger des intoxications oxycarbonées.

Le Laboratoire Central de la Préfecture de Police veille et dispense ses conseils :

Cela commence par un chauffe-eau ou une chaudière à gaz mal entretenus, un poêle à bois qui refoule, une chaudière au fioul défectueuse. Il fait froid, les fenêtres sont fermées. On ressent des maux de têtes ou des nausées, on se sent un peu fatigué. Rien de bien grave, pense-t-on : une migraine ou un début de grippe. Et pourtant, le danger peut être très grand. S'il s'agit d'un début d'intoxication au monoxyde de carbone (*CO*), la perte de connaissance, puis la mort, peuvent intervenir sans qu'on n'y prenne garde en très peu de temps (de quelques minutes à plusieurs heures, selon la gravité du défaut).

Chaque année en France, plusieurs dizaines de personnes sont ainsi intoxiquées. Certaines s'en sortent bien, si l'intoxication a été repérée à temps. D'autres gardent toute leur vie des séquelles qui peuvent aller de "simples" migraines chroniques à des atteintes neurologiques graves et quelques-unes décèdent (deux à Paris l'an dernier).

"Le danger du monoxyde de carbone, c'est qu'il est incolore, inodore, et qu'il se diffuse très rapidement à l'intérieur des logements", explique le directeur adjoint du Laboratoire Central de la Préfecture de Police (LCPP).

"Il est fixé par l'hémoglobine du sang, ce qui affecte le transport de l'oxygène aux cellules de l'organisme. Le système nerveux central est particulièrement sensible à ce phénomène qui peut conduire à des intoxications graves ou à des décès, lorsqu'environ les deux tiers de l'hémoglobine est saturé de monoxyde de carbone."

Toute matière qui contient du carbone et qui brûle, produit du *CO* : le gaz de ville ou en bouteille, le pétrole et ses dérivés, le charbon, le bois... Plus la combustion est mauvaise, plus la production de *CO* est importante. Pour se protéger, il faut avoir des appareils (chauffe-eau, chaudière, poêle) bien installés, bien réglés et bien entretenus, et un système d'aération et d'évacuation des fumées efficace.

Texte extrait du site Internet : www.prefecture-police-paris.interieur.gouv.fr

Remarque :

En France, il y a environ annuellement 6000 intoxications au monoxyde de carbone (300 morts par an environ).

Dans un cas sur deux, on constate une absence d'aération.

Les intoxications au monoxyde de carbone sont plus fréquentes au début de l'hiver avec la remise en fonctionnement des systèmes de chauffage qui n'ont pas été vérifiés.

1. Quels sont les premiers symptômes d'une intoxication au monoxyde de carbone ?

.....
.....

2. Pourquoi le monoxyde de carbone est-il difficilement détectable ?

.....
.....

3. Comment agit le monoxyde de carbone sur l'organisme ?

.....
.....

4. Quelles sont les principales sources de monoxyde de carbone ?

.....
.....

5. Que faut-il faire pour éviter une intoxication au monoxyde de carbone ?

.....
.....

II. Quelques moyens de protection

Gaz de France, l'IPAD et le comité français de Butane-Propane proposent d'entretenir et de vérifier les appareils et installations pour éviter les risques d'intoxication et d'incendie :

- La gazinière

Risque d'intoxication au monoxyde de carbone :

N'obstruez jamais et nettoyez régulièrement les ventilations hautes et basses pour une bonne circulation de l'air.

Risque d'explosion :

Tant que le gaz n'est pas emprisonné, il n'y a pas de risque d'explosion.

Vérifiez le réglage des brûleurs (un brûleur est bien réglé lorsque, si on allume le feu et baisse au maximum la flamme, celle-ci ne s'éteint pas), l'accessibilité au coupe-gaz et l'état du tuyau de raccordement. Pensez à changer le tuyau avant sa date de péremption.

Risque d'incendie : Ne laissez jamais un plat sur le feu lorsque vous vous absentez.

- La chaudière

Risque d'intoxication au monoxyde de carbone :

N'obstruez jamais et nettoyez régulièrement les ventilations hautes et basses pour une bonne circulation de l'air.

Il est fortement recommandé de faire ramoner l'installation tous les ans par une entreprise professionnelle qualifiée.

Un professionnel assurera aussi un entretien régulier et une vérification de l'installation (nettoyage du brûleur).

- **Le chauffe-eau**

Les conseils de prévention relatifs à l'intoxication et l'explosion s'appliquent aussi pour ces appareils.

- **Les installations avec bouteilles de gaz**

Les bouteilles de propane d'une contenance supérieure à 6,5 litres doivent être placées à l'extérieur de l'habitation et disposées sur une aire stable et horizontale.

Les bouteilles doivent être éloignées d'au moins 1 mètre des ouvertures des locaux.

Si vous stockez vos bouteilles à l'extérieur, les robinets et éléments de raccordement doivent être protégés contre les chocs et les intempéries par un capot ou un auvent.

- **Les autres appareils au gaz (barbecues, parasols chauffants...)**

Ces appareils doivent être utilisés selon les règles habituelles de sécurité concernant notamment le stockage des bouteilles de gaz et les raccordements.

Les appareils type barbecues ou parasols chauffants ne doivent être utilisés qu'en extérieur. Consultez les règles de sécurité fournies avec le matériel.

- **Le plus pour votre sécurité...**

De manière générale, pour réduire les risques d'asphyxie en cas d'incendie, vous pouvez installer des Détecteurs Avertisseurs Autonomes de Fumée. Assurez-vous qu'ils sont conformes à la norme française NF S 61966.

Pour être efficaces, ces détecteurs doivent être installés à proximité des zones de sommeil. Veillez à respecter les instructions d'installation (notamment l'emplacement) et d'entretien.

1. Quelles sont les précautions à prendre pour éviter une intoxication au monoxyde de carbone ?

2. Quelles sont les précautions à prendre pour éviter un incendie ?

3. Quelles sont les précautions à prendre pour éviter une explosion ?

L'énergie chimique ?

Activité : Les réactions de combustion

Retour en 4^{ème} : la combustion du carbone

Regarder la vidéo « *la combustion du carbone* » : <https://www.youtube.com/watch?v=7W5pzJ1emal>

1. Quels sont les réactifs (nom et formule chimique) ?

.....

.....

2. Quels est le produit formé (nom et formule chimique) ?

.....

.....

3. Ecrire le bilan de la transformation avec le nom des molécules

.....

A l'aide des modèles moléculaires, construire les molécules intervenant dans la combustion du carbone.

REGLES D'ECRITURE D'UNE EQUATION CHIMIQUE

1. Écrire les formules des réactifs séparées par le signe « + »
2. Indiquer par une flèche → le sens d'évolution de la transformation chimique
3. Écrire à droite de la flèche les formules des produits séparées par le signe « + »
4. Exprimer la conservation des éléments, en nature et en nombre, en plaçant devant chaque formule des coefficients les plus simples possibles.

Cela s'appelle **équilibrer** une équation chimique.

4. En déduire l'équation chimique de cette réaction de combustion (avec les formules)

Combustion complète

La combustion complète d'un hydrocarbure avec de le dioxygène conduit à la formation de dioxyde de carbone, et d'eau.

5. Ecrire le bilan de la combustion complète du méthane CH_4 avec le nom des molécules

.....

.....

Vérifier l'équation en regardant la vidéo « *combustion complète du méthane* »

<https://www.youtube.com/watch?v=BL-6y0w0vWo>

A l'aide des modèles moléculaires, construire les molécules intervenant dans la combustion du méthane CH_4 .

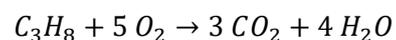
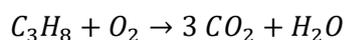
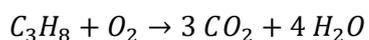
En complétant avec vos voisins, trouver le nombre de molécules de chaque sorte nécessaire à la combustion.

6. Ecrire et équilibrer le bilan de la combustion complète du méthane avec les formules

7. Si on a 0,5 mol de méthane CH_4 , quelle est la quantité de dioxygène O_2 nécessaire pour que le mélange soit dans les proportions stœchiométriques ?

8. Combien de mole de dioxyde de carbone CO_2 seront formées ?

9. a) Entourer la bonne équation de combustion complète du propane C_3H_8



b) Ecrire et équilibrer l'équation de combustion de l'éthanol, un biocarburant de formule C_2H_6O

Calculer des quantités de matière

10. Compléter le tableau :

Nom de la grandeur	Symbole de la grandeur	Unité	Symbole de l'unité
		gramme par mole	
	n		mol
masse			

11. Choisir parmi les relations proposées, la relation 1 permettant de calculer la quantité de matière n .

$$n = m \times M$$

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

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

RELATION 1 $n =$

En déduire les deux autres relations

RELATION 2 $m =$

RELATION 3 $M =$

L'énergie chimique ?

Activité : Les proportions idéales pour une bonne combustion

Un camping-gaz d'appoint

Une famille qui utilise une cuisinière électrique dans son habitation se voit contrainte d'utiliser son camping-gaz pour la cuisson des pâtes prévues au diner, car une coupure de courant a lieu dans le village.

Les cartouches de gaz du camping-gaz contiennent du propane de formule C_3H_8 .

Pour faire chauffer les 500 mL d'eau nécessaire à la cuisson des pâtes, la famille utilise 4,6 g de propane. La température initiale de l'eau est $\theta_i = 15\text{ }^\circ\text{C}$ et la température de l'eau au moment de l'immersion des pâtes est $\theta_f = 70\text{ }^\circ\text{C}$.

On notera la définition des réactions endothermiques et exothermiques :

- Réaction endothermique : Réaction physique ou chimique consommant de l'énergie. Cette énergie sera souvent sous la forme thermique. On assiste alors à une diminution de la température. (exemple : poche de froid)
- Réaction exothermique : Réaction physique ou chimique produisant de l'énergie très souvent sous forme thermique. On assiste alors à une élévation de la température (exemple : combustion)

Rappel : Pouvoir calorifique PC

Le pouvoir calorifique d'un corps (souvent étudié dans le cas des combustibles comme le bois, le charbon, l'alcool, les hydrocarbures (essences, pétroles...)) correspond à l'énergie libérée par unité de masse de ce combustible. Il est mesuré en $J.kg^{-1}$. C'est-à-dire que si pour un kilogramme de combustible, on peut produire 2000 kJ d'énergie thermique, son PC sera de 2000 kJ/kg.

1. Ecrire l'équation de la combustion du propane dans le dioxygène.

.....

2. D'où provient le dioxygène nécessaire à cette combustion ?

.....

3. Faire un diagramme de transfert d'énergie entre le système chimique et l'eau de la casserole.

4. Comment évolue l'énergie du système chimique au cours de la combustion ?

.....

5. La combustion du propane est-elle endothermique ou exothermique ?

.....

6. Le pouvoir calorifique du propane est $PC = 46 \times 10^6 J.kg^{-1}$. Calculer l'énergie thermique fournie par la combustion des 4,6 g de propane.

.....

.....

7. Au cours de cette transformation chimique, comment évoluent les quantités de matière des réactifs ? des produits ?

.....
.....

8. Calculer la quantité de matière de propane consommée pour chauffer l'eau des pâtes.

.....
.....

Le réactif limitant est le réactif qui disparaît totalement au cours de la transformation chimique.

Le réactif qui est encore présent à la fin de la transformation chimique est le réactif en excès.

9. Quel réactif est le réactif limitant ? Quel réactif est le réactif en excès ?

.....

10. Quelle quantité de matière de dioxyde de carbone a été dégagée pour chauffer l'eau des pâtes ?

.....
.....
.....

11. A quel volume cela correspond-t-il ?

.....
.....
.....
.....

Données : Masse molaire du propane : $M_{prop} = 44 \text{ g.mol}^{-1}$; Volume molaire des gaz à 20 °C : $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

Comment utiliser l'énergie chimique ?

TP : Energie thermique apportée par une combustion

Comment mesurer le pouvoir calorifique de l'éthanol ?

Les produits issus d'une combustion sont du de formule car au contact du gaz produit, l'eau de chaux se et de l'..... de formule car on observe l'apparition de gouttes d'..... sur les parois.

Lorsque la quantité de dioxygène apportée par l'air est suffisante, les produits d'une combustion sont du et de l'.....

Etude de la combustion d'une bougie à éthanol

Données :

$$c_{eau} = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$c_{alu} = 920 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

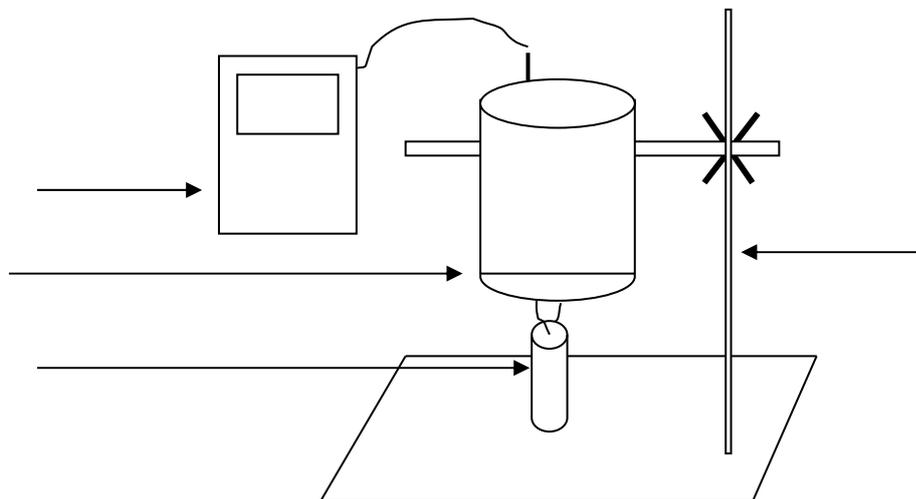
La masse de 1,0 L d'eau est 1,0 kg

Durant cette séance, nous nous intéresserons à un combustible : l'éthanol de formule C_2H_6O

Montage

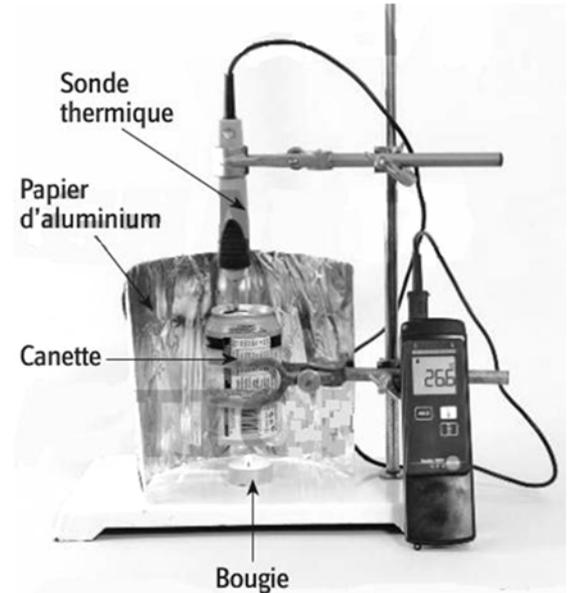
Nous allons étudier expérimentalement la combustion d'une bougie placée au-dessus d'une canette contenant de l'eau.

Le montage utilisé pour l'expérience est proposé ci-dessous, le compléter.



Mode opératoire :

- ✘ Peser la masse m_b de la bougie : $m_{b\ avant} = \dots\dots\dots$
- ✘ Peser la masse m_c d'une canette en aluminium : $m_c = \dots\dots\dots$
- ✘ Verser environ 100 mL d'eau distillée dans la canette.
- ✘ Peser la canette contenant l'eau $m_{c+eau} = \dots\dots\dots$ et en déduire la masse m_{eau} d'eau contenue dans la canette :
 $m_{eau} = \dots\dots\dots$
- ✘ Placer la canette en hauteur grâce à la potence, placer un thermomètre dans la canette et ajuster le dispositif pour que le thermomètre puisse plonger dans l'eau de la canette.
- ✘ Placer la bougie sous la canette.
- ✘ Relever la température initiale de l'eau $\theta_i = \dots\dots\dots$
- ✘ Allumer la bougie et agiter DOUCEMENT et régulièrement la canette.
- ✘ Éteindre la bougie quand la température de l'eau atteint une température d'environ 50°C.
- ✘ Peser à nouveau la masse de la bougie : $m_{b\ après} = \dots\dots\dots$



Rassembler les mesures dans le tableau suivant :

$m_{c+eau} = \dots\dots\dots$	$\theta_i = \dots\dots\dots$	$\theta_f = \dots\dots\dots$
$m_{b\ avant} = \dots\dots\dots$	$m_{b\ après} = \dots\dots\dots$	

Exploitation des résultats

1. Comment a-t-on prélevé les 100 mL d'eau ? Quelle est la masse d'eau placée dans la canette ?
2. Déterminer l'énergie apportée à l'eau sous forme de chaleur Q_{eau} en fonction de c_{eau} , m_{eau} , θ_i et θ_f .
3. Déterminer l'énergie apportée à la canette sous forme de chaleur $Q_{canette}$ en fonction de c_{alu} , m_c , θ_i et θ_f .
4. En déduire l'énergie $Q_{canette + eau}$ apportée à l'ensemble {canette + eau}.

5. En faisant l'hypothèse que l'énergie libérée par la combustion de l'éthanol est entièrement utilisée pour le chauffage de l'eau et du métal constituant la canette, déduire des résultats précédents l'énergie $Q_{\text{éthanol}}$ libérée par l'éthanol lors de cette combustion.

6. Déterminer la masse de combustible utilisé lors de cette expérience.

7. Le pouvoir calorifique (noté PC) d'un combustible correspond à l'énergie libérée par unité de masse de ce combustible. Il est mesuré en $J.kg^{-1}$. Evaluer le PC du combustible étudié.

8. Quels sont les produits de la combustion complète de l'éthanol ?

9. Ecrire et équilibrer l'équation de la réaction de combustion complète de l'éthanol.

10. Déterminer la masse molaire de l'éthanol.
Données : $M_C = 12 g.mol^{-1}$; $M_H = 1,0 g.mol^{-1}$; $M_O = 16 g.mol^{-1}$

11. Quelle quantité de matière d'éthanol a réagi pendant la combustion ?

La réaction de combustion dégage de l'..... qu'elle transfère au milieu extérieur : on dit qu'elle est

Le système chimique voit alors son énergie *augmenter/diminuer*.

L'énergie libérée par les combustions est transférée au milieu extérieur et est utilisée dans l'habitation pour répondre à différents objectifs :

- Elever la température du milieu extérieur : c'est le rôle du chauffage au charbon, au bois, au fioul ou au gaz.
- Déclencher ou accélérer des réactions chimiques : cuisson des aliments
- Provoquer des changements d'état physique : fusion du sucre pour faire du caramel, ébullition de l'eau ...

Pour cela on brûle ou on consume un combustible.

Au laboratoire, un combustible est identifié sur les étiquettes des produits chimiques par le symbole :

Les combustibles gazeux courants sont des hydrocarbures composés de carbone et d'hydrogène, comme le gaz naturel ou le gaz de ville composé essentiellement de méthane CH_4 , le propane C_3H_8 principal composant du GPL (gaz de pétrole liquéfié) et le butane C_4H_{10} stocké en bouteille et utilisé dans le brûleur des cuisinières.



Le combustible liquide le plus couramment utilisé dans l'habitation est le fioul domestique, composé de 86,4 % de carbone, de 13,4 % d'hydrogène et de 0,2 % de soufre.

Les combustibles solides sont principalement le bois et le charbon. Le charbon est composé de carbone, de matières volatiles (essentiellement d'hydrogène), d'hydrocarbures et de cendres. Le charbon désigne trois types de combustibles solides : la tourbe, la lignite, la houille. Il est souvent utilisé pour les barbecues

Afin de pouvoir comparer l'efficacité des combustibles, on en définit le pouvoir calorifique :

Le pouvoir calorifique PC d'un combustible représente l'énergie thermique dégagée par la combustion complète de 1 kg (pour un combustible solide ou liquide) ou de 1 m³ (pour un combustible gazeux)

Il s'exprime donc en J. m⁻³ pour un combustible gazeux et en J. kg⁻¹ pour un combustible liquide ou solide

Exercices

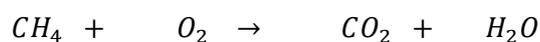
Exercice 1 : Combustion du méthane

Combustion de 50 g de méthane (CH_4) avec 20 g de dioxygène O_2 .

- Calculer les quantités de matière des réactifs.

Données $M_C = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_H = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Equilibrer l'équation de combustion du méthane :



Quelle est la quantité de dioxyde de carbone produite si la réaction se produit jusqu'à son avancement maximal (c'est-à-dire lorsque l'un des réactif est entièrement consommé)

Exercice 2 : Combustion du butane de formule C_4H_{10}

- Ecrire la réaction de combustion complète du butane

- On fait brûler 400 g de butane dans l'air. Calculer la quantité de matière de butane qui brûle

- Le dioxygène servant à la combustion vient de l'air, il est donc en excès. Quelle est la quantité de dioxyde de carbone produite ?

- Et sa masse ?

Exercice 3 : Effets thermiques associés à une combustion

1) Transformation exothermique

Les réactions de combustion sont exothermiques : le système chimique cède de l'énergie au milieu extérieur sous forme d'énergie thermique. L'énergie du système diminue. On utilise l'énergie thermique libérée pour chauffer les habitations, cuire des aliments...

2°) Pouvoir calorifique de différents combustibles dans la maison

Le pouvoir calorifique PC est l'énergie thermique dégagée lors de la réaction de combustion complète du combustible avec le dioxygène. Il s'exprime en $J.kg^{-1}$

Combustible	Charbon	Granulés de bois	Bioéthanol	Fioul domestique	Essence	Butane	Méthane
PC ($J.kg^{-1}$)	$1,5.10^7$ à $2,7.10^7$	$1,6.10^7$	$3,0.10^7$	$4,2.10^7$	$4,7.10^7$	$4,2.10^7$	$5,0.10^7$

Exemple : Le PC du propane est de $46,3 MJ/kg$. Une bouteille de propane contient $13 kg$ de ce gaz. L'énergie libérée par la combustion du gaz contenu dans la bouteille est :

- $1,67.10^5 W.h$
 $167 kWh$
 $6,019.10^8 J$
 $601,9 MJ$

Justifier le résultat par un calcul.

18 Sauve qui feu !

Le triangle ci-joint est appelé le triangle du feu. Il est associé à la combustion.

1. Quels sont les acteurs de cette transformation ? Faire le lien avec les mots apparaissant dans le triangle.

2. Si l'on ôte l'un de ces acteurs, la combustion est-elle possible ?

3. Parmi les actions suivantes, identifier lequel du combustible, du comburant ou de la source de chaleur est éliminé lors de l'extinction d'une réaction de combustion.

- Le pompier ferme la vanne d'alimentation du gaz de ville.
- Le pompier utilise un extincteur à neige carbonique qui étouffe le feu.
- La lance du pompier pulvérise des fines gouttelettes d'eau, ce qui a pour effet de refroidir le foyer de la combustion.



19 Qu'est-ce qu'un incendie ?

Pour stopper un feu, il faut au moins éliminer l'un des trois éléments du triangle du feu (voir exercice n° 17). Selon la norme AFNOR, les feux sont classés en 4 catégories :

- les feux secs, de solides (classe A) ;
- les feux gras, de liquides (classe B) ;
- les feux de gaz (classe C) ;
- les feux de métaux (classe D).

Agent extincteur	Classe
Eau	A
Eau avec additif	A, B
Poudres chimiques	A, B, C
Poudres chimiques spéciales	D

1. Quels sont les trois éléments indispensables à la formation d'un feu ?
2. Citer un combustible d'un feu de classe C.
3. Par application de poudres sur un feu, quel élément du triangle du feu est éliminé ?
4. Par application d'eau sur un feu, quel élément du triangle du feu est éliminé ?
5. Quel agent extincteur utiliseriez-vous en cas de feu dont la catégorie serait inconnue ? Justifier.

21 Rouler au bioéthanol

Le bioéthanol est un biocarburant de formule brute C_2H_6O .

Ses propriétés physiques en font un carburant qui peut être utilisé dans les moteurs à combustion.

Au Brésil, pays pionnier dans l'emploi de l'éthanol comme biocarburant, il est obtenu à partir d'une plante à forte teneur en sucre : la canne à sucre. Il est alors utilisé pur dans les véhicules compatibles.

En France, l'éthanol est principalement obtenu à partir de la betterave à sucre. Il est utilisé sous la forme d'E85 ou « super éthanol » (15 % d'essence + 85 % d'éthanol).

Dans l'exercice, pour simplifier, on supposera que la combustion du biocarburant se fera avec de l'éthanol pur.

1. Écrire l'équation de la réaction de combustion complète de l'éthanol.
2. On considère la combustion complète d'une masse $m = 1$ kg d'éthanol pur. Le réactif limitant est l'éthanol. Quelle est la quantité de matière d'éthanol consommée au cours de la réaction ?

Donnée : masse molaire de l'éthanol : $46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

3. À l'aide d'un tableau d'avancement, montrer qu'une fois la combustion terminée, les quantités de matière formées en CO_2 et H_2O gazeux valent respectivement $43,5 \text{ mol}$ et $65,2 \text{ mol}$.

4. Quelle est l'énergie thermique libérée par cette combustion ?

Donnée : le pouvoir calorifique de l'éthanol en $J\cdot\text{mol}^{-1}$ est $PC = 1,4 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$.

22 Cuisson des pâtes au camping



Le propane (formule brute C_3H_8) est un hydrocarbure gazeux que l'on trouve dans les cartouches de camping-gaz.

Un campeur souhaite faire chauffer de l'eau dans une casserole en vue de préparer son repas préféré : des pâtes.

Pour ce faire, à l'aide d'une cartouche de camping-gaz contenant du propane, il chauffe une casserole contenant 500 mL d'eau à la température initiale $\theta_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. La température de l'eau souhaitée avant immersion des pâtes est $\theta_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$.

1. Écrire la réaction de combustion complète du propane avec le dioxygène.
2. D'où provient le dioxygène nécessaire à cette combustion ?
3. Comment évolue l'énergie du système chimique au cours de la combustion ?
4. D'où provient l'énergie thermique servant à chauffer l'eau ?
5. La combustion du propane est-elle une transformation endothermique ou exothermique ?
6. La masse de propane utilisée par le campeur est $m = 4,6 \text{ g}$. Calculer la quantité de matière en propane consommée lors de cette combustion.

Donnée : masse molaire du propane : $44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

7. Au cours de cette transformation chimique, comment évoluent les quantités de matière des réactifs et des produits ?

8. Dresser le tableau d'avancement de la réaction. Lors de la combustion, le réactif limitant est le propane. Montrer que la valeur finale de l'avancement est $x_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$.

9. Le pouvoir calorifique du propane en $J\cdot\text{mol}^{-1}$ est $PC = 2,2 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$. Calculer l'énergie thermique fournie lors de la combustion du propane.