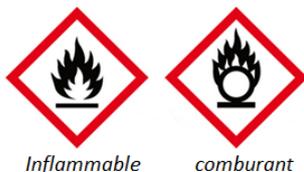


## Les dangers des combustions

### DOC1 : Le triangle de feu

▪ Pour produire l'énergie nécessaire au chauffage de la maison, à la cuisson des aliments ou à la production d'eau chaude sanitaire, on utilise **les combustions**.



Inflammable

comburant

▪ Une **combustion** est une **transformation chimique** qui produit de la **chaleur** (énergie thermique).

▪ Pour déclencher une combustion, 3 éléments doivent être réunis : **un combustible** (méthane, propane, fioul, alcool, bois, charbon...), **un comburant** (le dioxygène de l'air) et **une énergie d'activation** (étincelle électrique, flamme d'une allumette...). Ces trois éléments sont réunis dans le triangle de feu.



▪ Pour stopper un feu, il faut au moins éliminer l'un des trois éléments du triangle du feu. 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

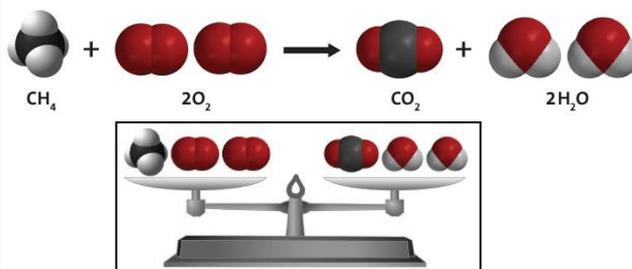
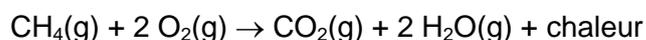
### DOC2 : Produits de la combustion

▪ Toutes les combustions produisent de la vapeur d'eau  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ .

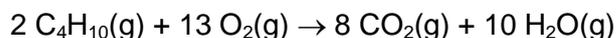
#### ↳ La combustion complète

Lorsque le comburant (dioxygène de l'air) est en quantité suffisante, **la combustion est dite « complète »** : elle produit alors du **dioxyde de carbone  $\text{CO}_2(\text{g})$**

*Ex : combustion complète du méthane (constituant du gaz naturel)*



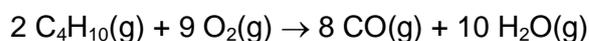
*Ex : combustion du butane (bouteille de gaz)*



#### ↳ La combustion incomplète

Lorsque le comburant est en quantité insuffisante, **la combustion est dite « incomplète »** : elle produit alors du **carbone C** (particules) et du **monoxyde de carbone CO**, gaz asphyxiant qui provoque de nombreux décès par an.

*Ex : combustion incomplète du butane*



#### ↳ La combustion explosive

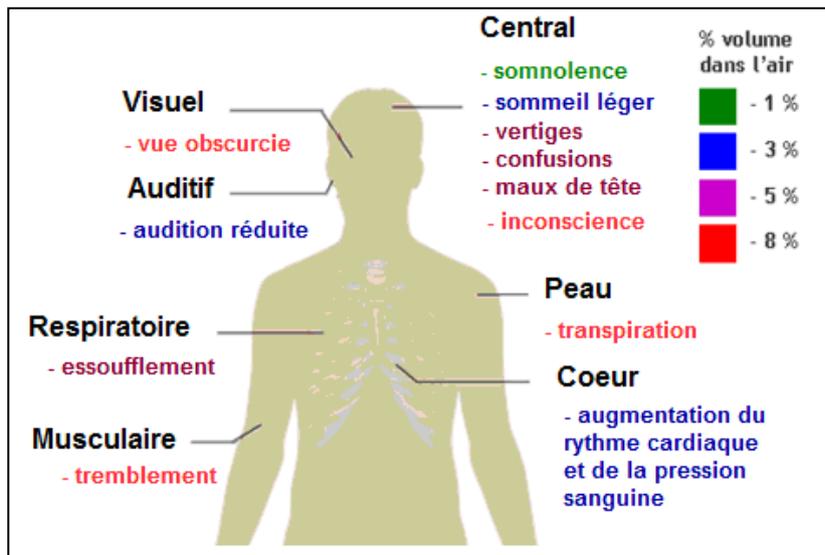
Lorsque le combustible et le comburant se trouvent dans les proportions stœchiométriques de l'équation de combustion, la réaction de combustion est explosive en présence d'une flamme ou étincelle.

*Ex : combustion explosive du butane*

*Si on mélange 2 volumes de butanes avec 13 volumes de dioxygène, le mélange gazeux explose en présence d'une flamme.*

### DOC3 : Principaux symptômes de la toxicité du monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz très toxique. Etant incolore et inodore, il est très difficile à détecter. Il se fixe sur l'hémoglobine du sang, empêchant le transport de l'oxygène. Il provoque donc maux de têtes, nausées, fatigue, malaises ou encore paralysie musculaire. Son action peut être rapide : dans les cas les plus graves, il peut entraîner en quelques minutes le coma, voire le décès. Les personnes intoxiquées gardent parfois des séquelles à vie.



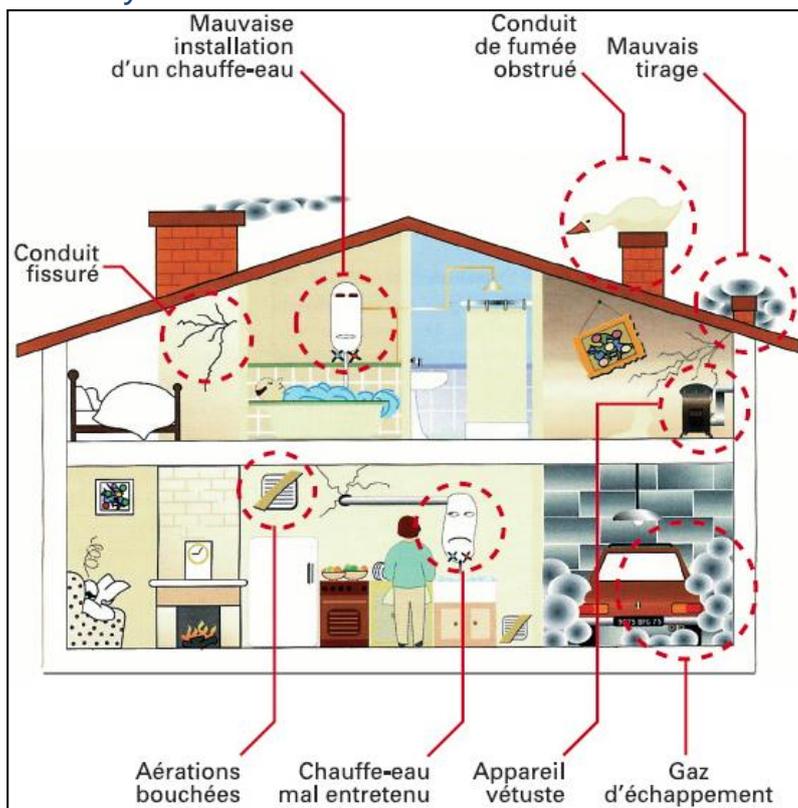
Le monoxyde de carbone est la première cause de mortalité par gaz toxique en France (environ une centaine de décès par an).

### DOC4 : Les sources possibles de monoxyde de carbone dans une habitation

La présence du monoxyde de carbone dans les habitations résulte d'une combustion incomplète de bois, butane, charbon, fuel, gaz, pétrole et propane. Des appareils et conduits d'évacuation vétustes, peu entretenus, mal utilisés, ainsi qu'une insuffisance de ventilation du logement, en sont les causes principales.

Si on soupçonne une intoxication, il faut :

- aérer immédiatement les locaux en ouvrant portes et fenêtres
- arrêter si possible les appareils à combustion
- évacuer au plus vite les locaux et bâtiments
- appeler les secours (18 : sapeurs pompiers ; 15 : SAMU)
- ne pas réintégrer les lieux avant d'avoir reçu l'avis d'un professionnel du chauffage ou des Sapeurs Pompiers



## DOC5 : Les moyens de prévention et de protection

### ▪ Moyens de prévention

- L'entretien régulier des appareils de chauffage (chaudières à gaz, à fioul domestique, à bois ...) limite les risques de combustion non contrôlée.
- L'aération des pièces (évacuation des gaz produits par la combustion) élimine les produits de la combustion (en particulier le dioxyde de carbone, gaz très dangereux pour l'homme)



### ▪ Moyens de protection

- Les **alarmes** avertissent du danger par émission d'un signal sonore à l'intérieur d'un bâtiment.  
*Exemples : détecteur de monoxyde de carbone ou de fumée*

- Les **robinets d'incendie armés** (RIA) sont présents dans les établissements industriels et ceux recevant du public. Ils sont alimentés en permanence par une source d'eau et permettent d'agir avant l'arrivée des sapeurs-pompiers.



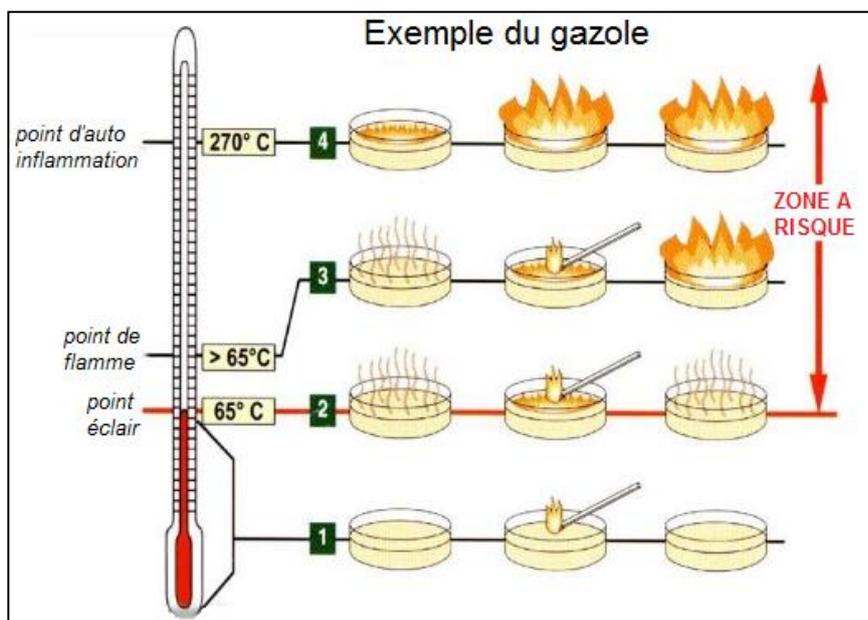
- Les **extincteurs** sont des appareils contenant un produit extincteur à appliquer sur un début de feu.

- Les **sprinklers** sont des appareils d'extinction automatique. En cas d'incendie, l'arrosage se déclenche.

## DOC6 : Les risques d'inflammation

- Lorsque l'on parle de "**liquide inflammable**", on fait un abus de langage dans la mesure où un liquide n'est pas directement inflammable. Ce sont les vapeurs émanant de ce liquide pour former avec l'air un mélange gazeux, lui-même inflammable, qui donnent à ce liquide cette caractéristique. Il en est de même avec les solides, on parlera donc plus généralement de substances inflammables.

- On met en évidence une température minimum à laquelle l'émission de vapeurs est suffisante pour former avec l'air le mélange gazeux inflammable sous l'action



- extérieure d'une flamme. Ce niveau de température minimum est appelé **point éclair** (ou **flash point** pour les Anglo-saxons). Plus le point éclair est bas, plus la substance est inflammable, donc dangereuse. Si l'on retire la source de chaleur, l'inflammation s'arrête

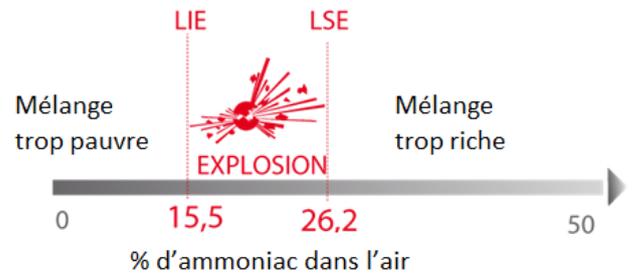
- On note un second niveau de température, au-delà du point éclair, nommé **point d'inflammation**. Ce point d'inflammation donne la température où la quantité de vapeurs émises par le solvant est suffisante pour que la combustion continue même si l'on retire la source de chaleur à l'origine de l'inflammation.

- **Le point d'auto-inflammation** donne la température où le mélange gazeux peut s'enflammer spontanément sans l'action d'une source extérieure (flamme).

## DOC7 : Les risques d'explosion

▪ Une fuite de gaz, l'évaporation d'un liquide inflammable, peuvent conduire à un risque d'explosion si la concentration en volume du combustible dans l'air est comprise entre sa limite supérieure d'explosivité (LSE) et sa limite inférieure d'explosivité (LIE).

▪ Lors de l'explosion l'énergie de la combustion est libérée pendant un intervalle de temps très court. Il en résulte, en milieu confiné, une déflagration avec des surpressions pouvant être dix fois supérieures à la pression atmosphérique. Le souffle de l'explosion peut alors détruire un immeuble et même un quartier entier.



## Applications

### EX1)

- Quels sont les trois éléments indispensables à la formation d'un feu ?
- Par application de poudres sur un feu, quel élément du triangle du feu est éliminé ?
- Par application d'eau sur un feu, quel élément du triangle du feu est éliminé ?

### EX2)

- Ecrire l'équation de combustion complète du propane  $C_3H_8$
- Ecrire l'équation de combustion incomplète du propane  $C_3H_8$

EX3) Une chaudière utilise comme combustible le gaz naturel essentiellement constitué de méthane  $CH_4$ .

- Ecrire l'équation de la combustion complète du méthane dans l'oxygène de l'air.
- On dispose de  $1\text{ m}^3$  de combustible. En utilisant les proportions de l'équation de combustion, déterminer le volume de dioxygène nécessaire à la combustion de tout le combustible, ainsi que le volume de dioxyde de carbone qui se dégage.
- Déterminer le volume d'air nécessaire à la réaction.

EX4) Une bouteille de butane contient **13 kg** d'hydrocarbure de formule  $C_4H_{10}$  conditionné à l'état liquide.

- Ecrire l'équation chimique équilibrée de la combustion complète du butane dans le dioxygène.
- 1 kg de butane liquide sous pression dans la bouteille peut donner 413,8 L de butane gazeux après détente ; calculer le volume de butane à l'état gazeux que peut libérer la bouteille
- En utilisant les proportions de l'équation de combustion, déterminer le volume de dioxygène nécessaire à la réaction, puis le volume d'air (le dioxygène représente 1/5 du volume d'air)
- La bouteille est utilisée pour alimenter un brûleur de puissance  $P = 2,0\text{ kW}$ . La combustion d'un litre de butane fournit une énergie thermique  $E = 117,4\text{ kJ}$ .  
- Quelle est, en heures, la durée de fonctionnement du brûleur ainsi alimenté, en considérant que sa puissance  $P$  est constante ?

EX5) Combien de temps faut-il laisser une bouteille de butane ouverte dans une pièce de **20 m<sup>2</sup>** avec une hauteur sous plafond de **2,5 m** pour qu'il y ait un risque d'explosion en cas d'étincelle ou autre.

**Données** : LIE (butane) : 1,8% ; LSE (butane) : 8,4%

Débit d'une bonbonne de butane :  $165\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$