1ère PARTIE : LE FEU ET SES CONSEQUENCES

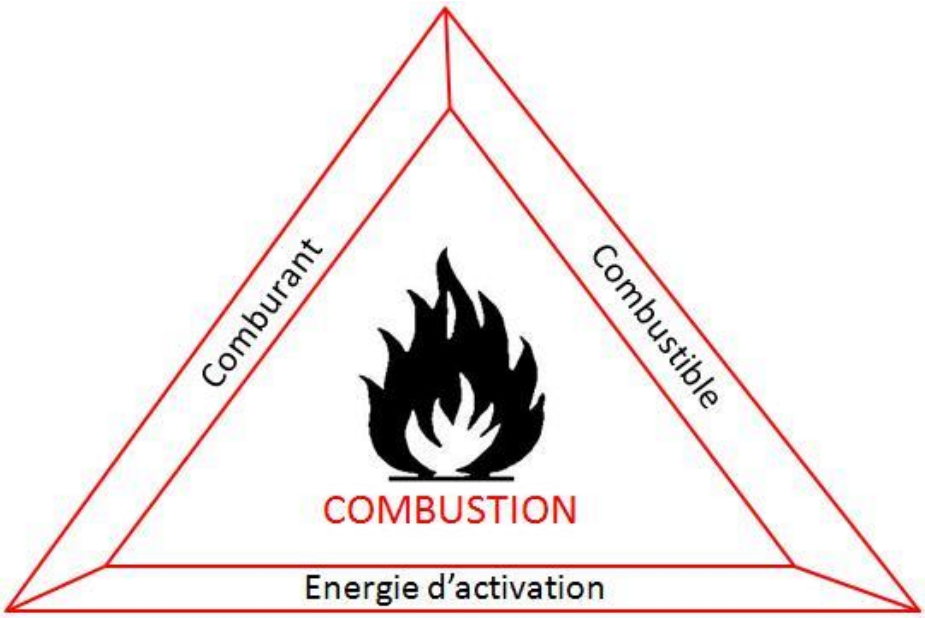
1. LA THEORIE DU FEU

1.1. LA COMBUSTION

Le feu fait partie des phénomènes les plus redoutées : les progrès de la recherche sur ce phénomène ont permis la mise en place de modes de prévention, exprimés dans le ***règlement de sécurité incendie****.*

Un feu est une réaction chimique exothermique d'oxydoréduction qui résulte de la combinaison d'un corps combustible et d'un corps comburant, nécessitant une énergie d'activation pour s'amorcer.

Triangle du feu



La réaction chimique de combustion ne peut se produire que si l'on réunit les trois éléments :

→ **<u>Un combustible</u>** - La matière susceptible de brûler : *solide, liquide, gazeuse, métallique, huile de cuisson*.

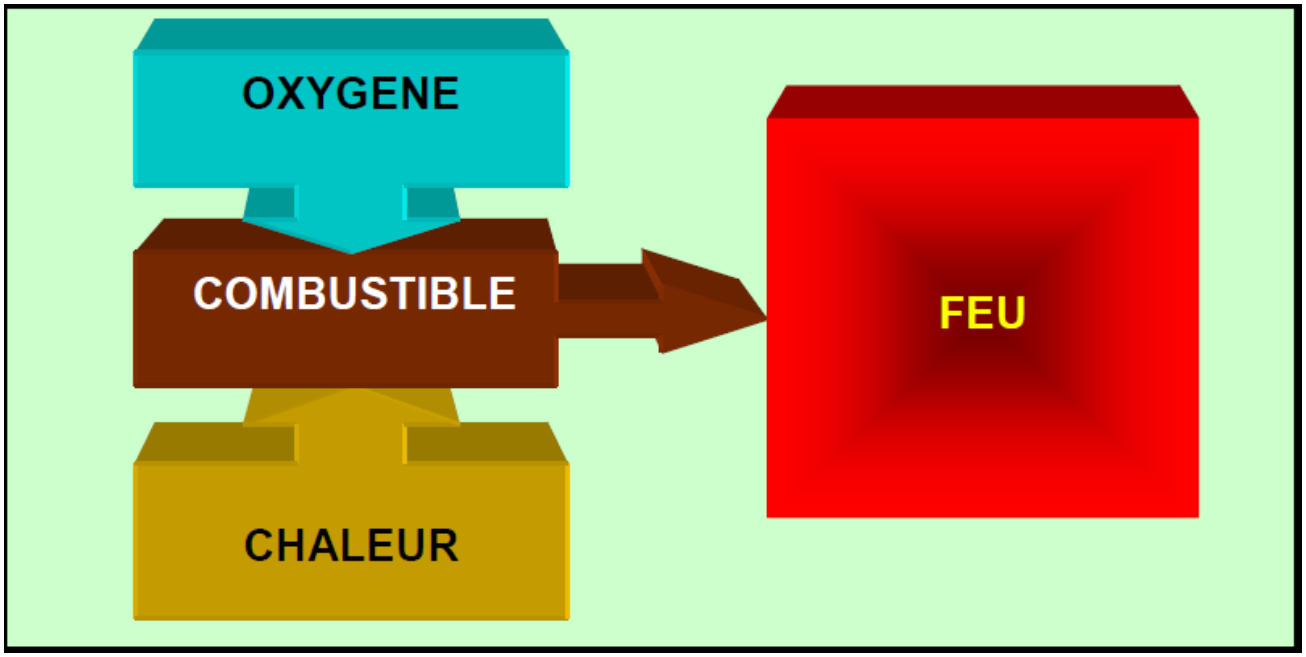
→ **<u>Un comburant</u>** - En se combinant avec le combustible, il permet la combustion : c'est l'oxygène présent dans l'air ambiant, ou un peroxyde.

→ **<u>Une énergie d'activation</u>** - L'énergie nécessaire au démarrage de la réaction chimique, elle est apportée par une source d'origine *thermique, chimique, biologique, mécanique ou électrique*.

Le feu est la manifestation visible du phénomène de la combustion

On dit qu'il y a combustion lorsqu'un corps dit « *combustible* » se combine à un autre corps dit « *comburant* » pour donner naissance à plusieurs corps différents des premiers, qu'on appelle « *produits de combustion* ».

La combustion est une réaction chimique d'oxydation s'accompagnant d'un dégagement de chaleur.



Le principal effet de la combustion est donc de dégager de la chaleur. La quantité de chaleur dégagée est fonction de 3 paramètres :

→ **LE POUVOIR CALORIFIQUE**

→ **LE POTENTIEL CALORIFIQUE**

→ **LE DEBIT CALORIFIQUE**

ZOOM SUR LA REACTION CHIMIQUE DE COMBUSTION

La réaction de combustion, comme toutes les réactions chimiques, est la marque de la **rupture des liaisons entre les molécules de deux corps**, et la création de nouvelles molécules plus stables chimiquement.

Exemple : *combustion du méthane dans le dioxygène*

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Le dioxyde de carbone (*CO_2*) et l'eau (*H_2O*) sont plus stables que le dioxygène (*$2O_2$*) et le méthane (*CH_4*).

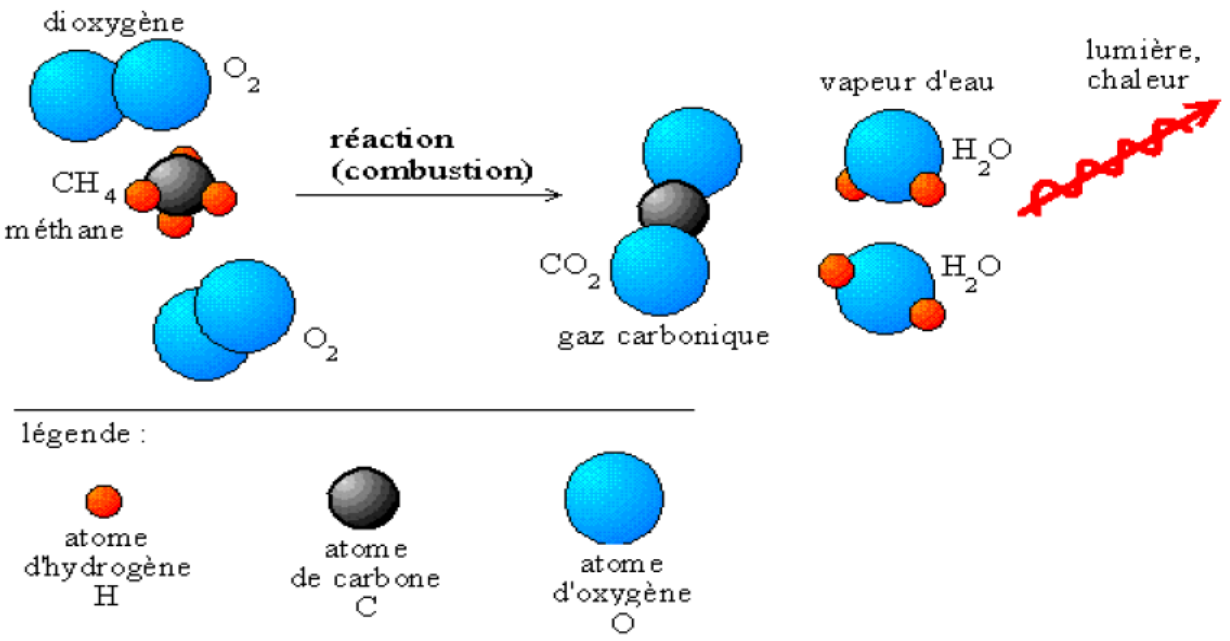
La combustion est une réaction d'oxydoréduction, c'est-à-dire l'oxydation d'un combustible par un comburant :

- le combustible est un corps qui est oxydé durant la combustion : *c'est un réducteur, il perd des électrons* ;
- le comburant est le corps qui réduit : *c'est un oxydant, qui gagne des électrons*.

Dans le cas de combustibles solides, l'énergie d'activation va permettre de **vaporiser** ou de **pyroliser** le combustible. Les gaz ainsi produits se mélangent au comburant et donnent un mélange combustible.

Si l'énergie produite par la combustion est $\geq$ à l'énergie d'activation nécessaire, la réaction de combustion peut alors s'auto-entretenir.

Exemple de la vaporisation du méthane :



1.2. LE COMBUSTIBLE

Un combustible est une substance susceptible de brûler, c'est-à-dire d'être totalement ou partiellement détruite par le feu. Tout corps susceptible de s'associer avec l'O2 est dit combustible.

De nombreux corps ont cette capacité, mais leur vitesse de combustion varie selon leur nature et leur état de division.

Les solides et liquides ne brûlent pas en tant que tel : ce sont les gaz et les vapeurs qu'ils émettent qui brûlent.

NOTA : seuls les gaz brûlent, que ce soient des gaz de distillation provenant d'un corps solide chauffé ou de liquides émettant des vapeurs inflammables.

Un corps naturellement gazeux, en raison du phénomène de la diffusion gazeuse, réalise avec le comburant une association intime qui constitue une condition extrêmement favorable à la combustion, à condition que :

- Le mélange gaz/comburant soit dans des proportions adéquates
- La teneur en O2 du comburant soit suffisante
- La source d'énergie d'activation soit assez forte

NOM	DEFINITION	CHANGEMENT D'ETAT
Fusion	Passage d'un corps solide à l'état liquide. Pour un corps pur (*substance constituée de molécules identiques*) la fusion s'effectue à température constante.	**Solide → Liquide**
Solidification	Passage d'un corps liquide à l'état solide, par refroidissement, augmentation de la pression ou combinaison des deux. La chaleur libérée par la solidification compense la chaleur perdue par le refroidissement. La température baisse en général lors de la solidification.	**Liquide → Solide**
Vaporisation	Passage d'un corps de l'état liquide à l'état gazeux. Il s'agit ici d'une transition de phase de 1ère espèce, qui peut prendre la forme d'une évaporation ou d'une ébullition. La vaporisation demande une quantité non négligeable d'énergie.	**Liquide → Gaz**
Liquéfaction	Changement d'état qui fait passer un corps gazeux à l'état liquide. C'est l'inverse de la vaporisation. Elle se produit par compression c'est-à-dire refroidissement d'un gaz.	**Gaz → Liquide**
Sublimation	Passage direct d'un corps solide à l'état gazeux, sans passer par l'état liquide, c'est-à-dire sans passer par une étape de fusion puis d'évaporation. La sublimation nécessite de fournir une énergie au corps qui la subit.	**Solide → Gaz**

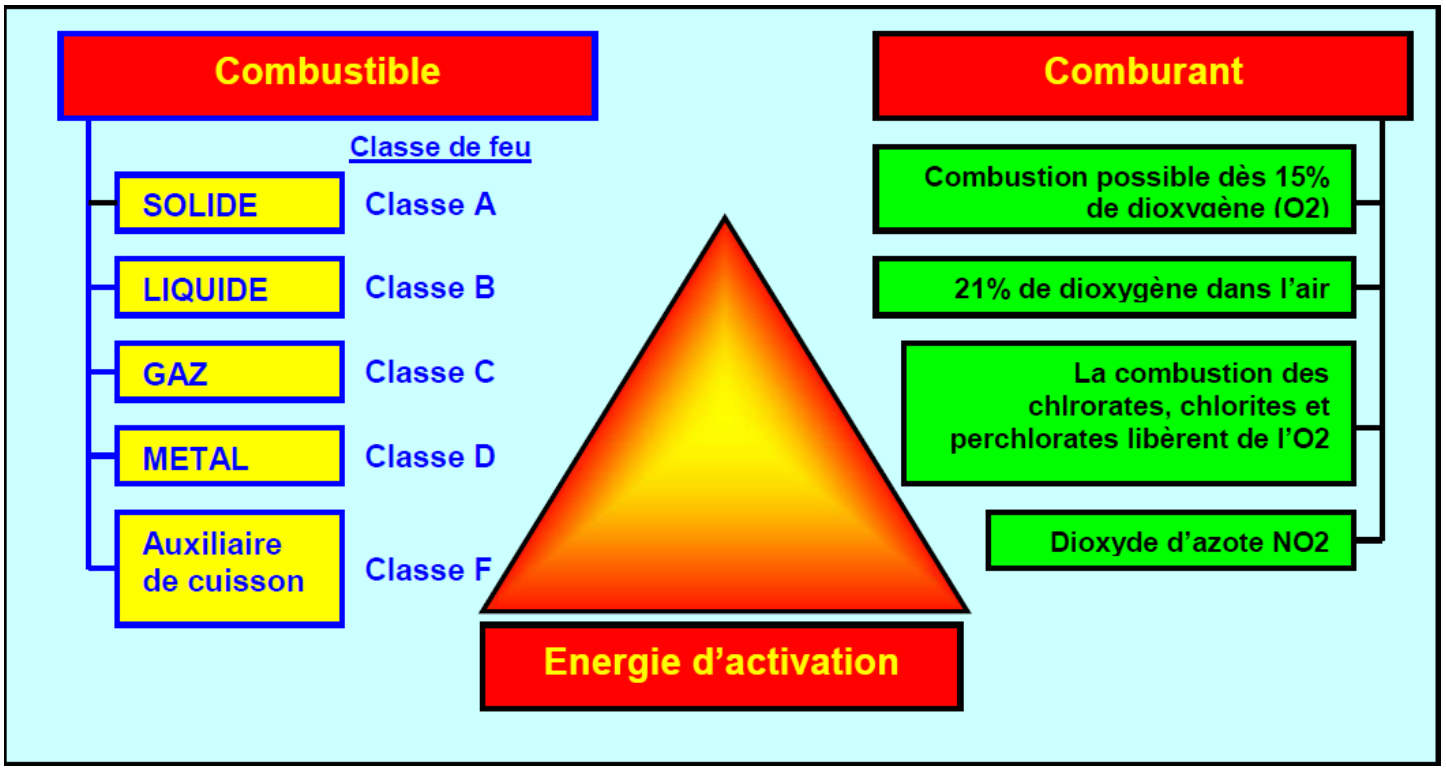
COMMENT CLASSER UN FEU ?

☑ C'est le combustible qui définit la classe de feu à traiter, en fonction de son état

La norme européenne classe les feux dans 5 catégories, en fonction de leurs états

Un combustible peut être :

- ⇒ Un **solide** formant des braises (*bois, papier, carton, tissu, PVC, etc.*)
- ⇒ Un **liquide** ou un **solide liquéfiable** (*essence, gazole, huile, kérosène, polyéthylène, polystyrène, etc.*)
- ⇒ Un **gaz** (*butane, propane, méthane, dihydrogène, etc.*)
- ⇒ Un **métal** (*fer, aluminium, sodium, magnésium, etc.*)
- ⇒ Un **auxiliaire de cuisson** (*graisse végétale ou animale*)



CLASSES	TYPES	CARACTERISTIQUES
CLASSE A	Feux de solides	*Matériaux solides : bois, tissus…*
CLASSE B	Feux de liquides et de solides liquéfiables	*Liquides et solides liquéfiables : pétrole, huile, alcool, certains plastiques…*
CLASSE C	Feux de gaz	*Combustibles sous état gazeux*
CLASSE D	Feux de métaux	*Phosphore, aluminium, magnésium, zinc…*
CLASSE F	Feux liés aux auxiliaires de cuisine sur les appareils de cuisson	*Huiles et graisses végétales et animales*

Les feux d'origine **ELECTRIQUE** sont hors-classement car ils peuvent être associés à toutes les classes de feu

Vidéo « *Eau + Huile* »

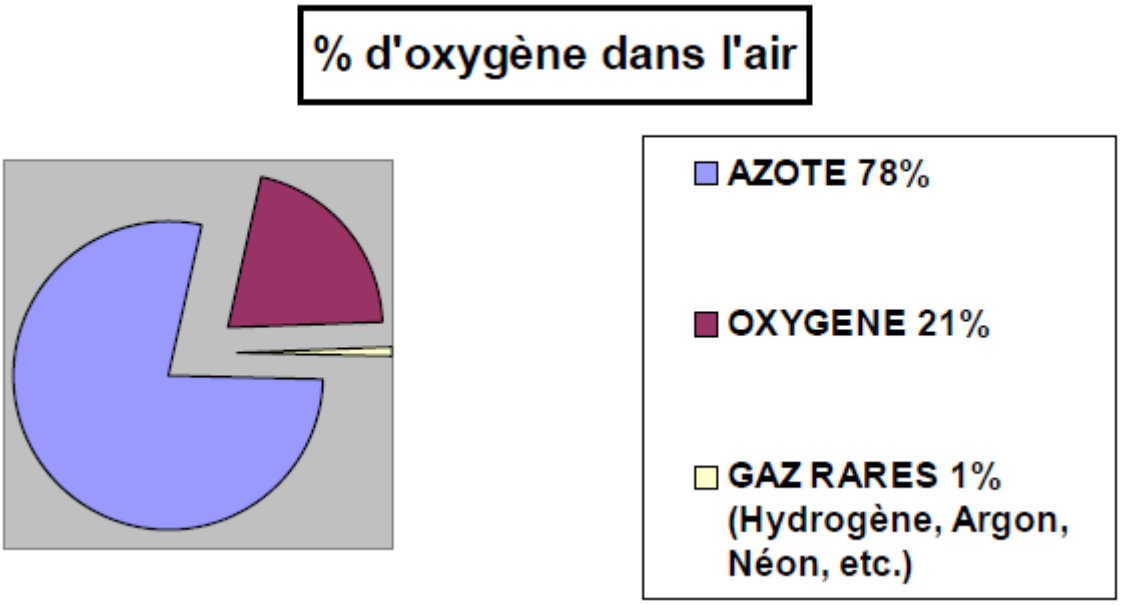
Vidéo « *Die Fettenexplosion* »

1.3. LE COMBURANT

Un comburant est un corps chimique qui a pour propriété de permettre la combustion d'un combustible.

Le principal comburant existant est le dioxygène (O^2) présent dans l'air ambiant.

Pour que l'air soit un comburant efficace il faut qu'il contienne à minima 15% d'O2. Cet oxygène peut être présent à l'état pur comme en mélange avec d'autres gaz. Dans un feu, le dioxygène de l'air se mélange spontanément au combustible.



Les peroxydes, **les sels oxygénés** ou **l'ozone** sont d'autres comburants existants, mais plus rares.

L'O2 pur est utilisé dans l'industrie, par exemple avec la soudure oxyacétylénique : la combustion de l'acétylène se fait dans un mélange d'oxygène pur. La température ainsi dégagée est plus importante que si on fournissait simplement de l'air.

Autre exemple, un fer chauffé au rouge trempé dans un récipient contenant de l'oxygène « *brûle* » en dégageant des étincelles (*principe des lances à oxygène*).

Peroxydes : utilisés dans l'industrie du caoutchouc et du plastique, composés comportant une grande quantité d'oxygène.

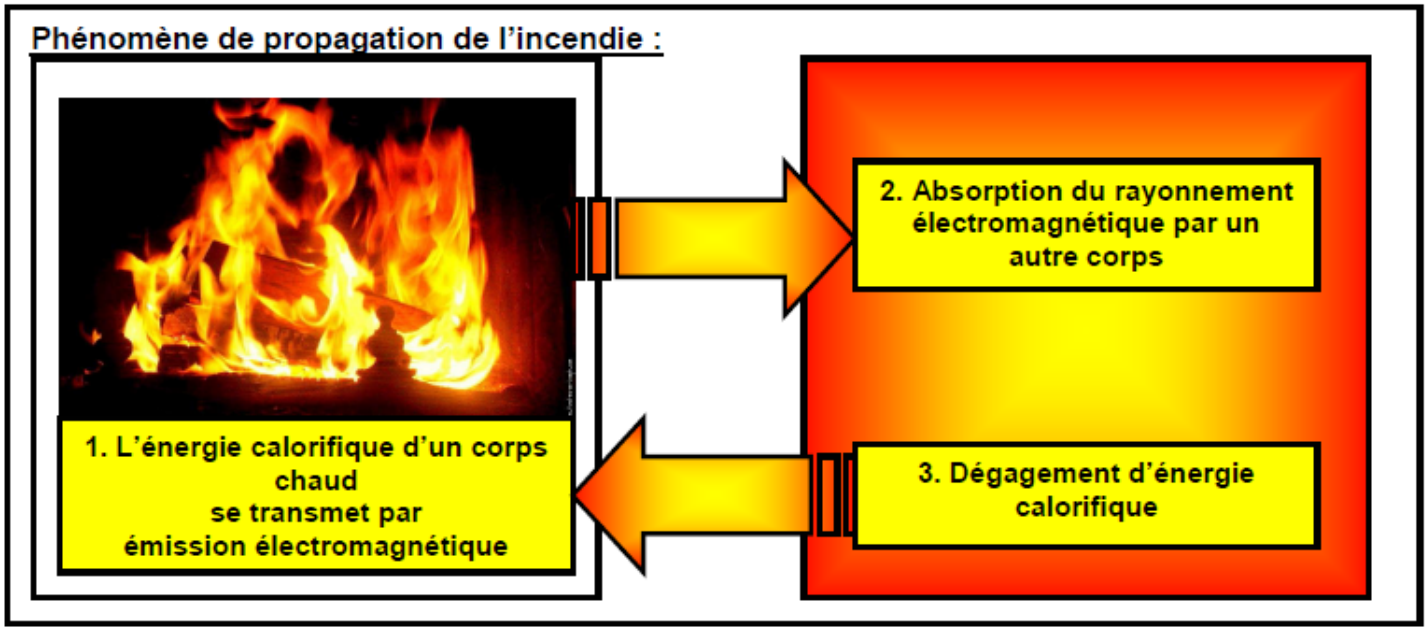
Sels oxygénés : les chlorates présents dans le désherbant ou les nitrates présents dans les engrais.

PRINCIPAUX COMBURANTS

NOM	SYMBOLE
Dioxygène	O2
Ozone	O3
Eau oxygénée	H2O2
Halogénés	Fluor, chlore, brome, iode
Hypochlorites et hypo halogènes	
Chlorite, chlorate, perchlorate	
Acide nitrique	
Dioxyde d'azote	NO2
Oxyde métallique (oxyde de fer, de cuivre)	
Potassium iodates	
Octasoufre	S8

1.4. L'ENERGIE D'ACTIVATION

Pour qu'il y ait combustion, il faut un **apport d'énergie**, dite **énergie d'activation**. Ce peut être une flamme nue, une étincelle, une source de chaleur.

C'est la quantité de chaleur dégagée par cet apport d'énergie qui est à l'origine de la combustion. La chaleur n'est qu'une manifestation de cette énergie qui peut être : mécanique, chimique, électrique, etc. L'énergie calorifique est le résultat de la transformation d'une autre énergie : il convient donc plutôt de parler d'énergie d'activation.

Cette transformation libère à son tour de l'énergie et le phénomène de combustion s'entretient de lui-même en raison de la quantité de chaleur que dégage cette réaction.