

MODULE 1

Le feu et ses conséquences

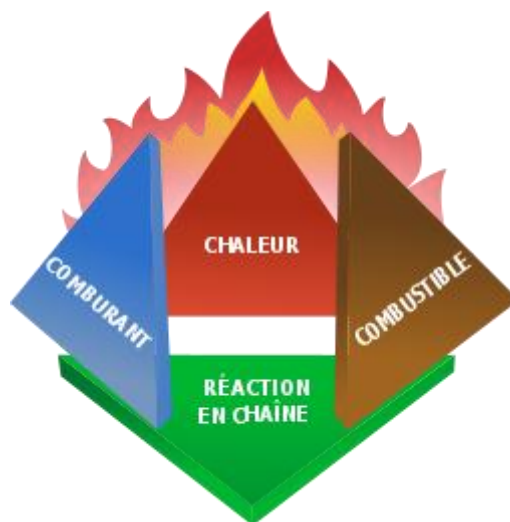
Partie N°1 LE FEU ET SES CONSEQUENCES

Séquence 1 (Eclosion et développement du feu)

1) LE FEU



LE TRIANGLE DU FEU



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

UN COMBUSTIBLE - La matière susceptible de brûler : solide, liquide, gazeuse, métallique, huile de cuisson.

UN COMBURANT - En se combinant avec le combustible, il permet la combustion : c'est l'oxygène présent dans l'air ambiant, ou un peroxyde.

UNE ENERGIE D'ACTIVATION - L'énergie nécessaire au démarrage de la réaction chimique, elle est apportée par une source d'origine thermique, chimique, biologique, mécanique ou électrique.

LES COMBUSTIBLES

Les combustibles sont classés en 3 familles, en fonction de leur état :

- **SOLIDE**
- **LIQUIDE**
- **GAZEUX**

COMBUSTIBLES SOLIDES

Exemple : Charbon, bois, paille

- Les combustibles solides sont caractérisés par leur pouvoir calorifique, c'est-à-dire **la quantité de chaleur dégagée lors de la combustion complète d'un kilogramme du matériau** (unité : Kilo Joules / Kilo).

COMBUSTIBLES LIQUIDES

Exemple : GPL, fioul, acétone

L'inflammabilité des combustibles liquides dépend de la **quantité de vapeur** qu'ils émettent.

- Ils possèdent un **point-éclair** : la température minimale à laquelle la concentration de vapeur émise par le combustible est suffisante pour qu'il s'enflamme au contact d'une flamme (sans persistance, au retrait de la flamme). Ces liquides sont classés dans plusieurs catégories, selon la proximité de ce point avec 0°C.

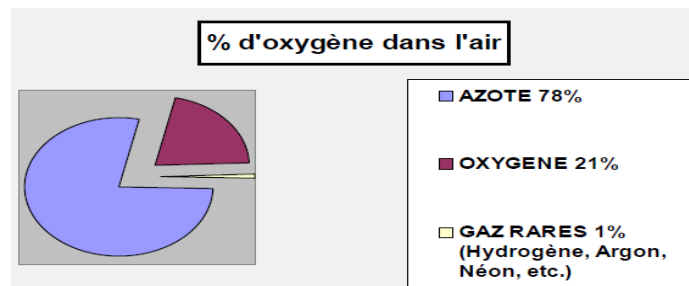
COMBUSTIBLES GAZEUX

Exemple : Butane, propane, ammoniac, hydrogène

- La combustion d'un gaz peut être explosive si la concentration du mélange air/gaz est comprise entre certaines limites : la limite inférieure d'explosivité (LIE) et la limite supérieure d'explosivité (LSE).

LES COMBURANTS

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



LES ENERGIES D'ACTIVATION

Les énergies nécessaires pour déclencher la combustion sont de plusieurs origines :

Thermiques : feu nu, séchage

Chimiques : phosphore + air

Biologiques : fermentation de bactérie (silo à grains, à farine)

Mécaniques : frottements

Électriques : dynamiques (court circuit, défaut d'isolation) ou statiques (frottement)

LES MODES DE PROPAGATION DU FEU

Il existe 5 façons par lesquelles le feu peut se propager :

1. CONDUCTION
2. CONVECTION
3. RAYONNEMENT
4. PROJECTION
5. EPANDAGE

LA CONDUCTION

C'est un transfert de chaleur au travers de la matière ou de la masse même du matériau.

Par exemple : en chauffant une conduite métallique à son extrémité, on peut enflammer un carton qui toucherait cette conduite à son autre extrémité.

LA CONVECTION

C'est un transfert de chaleur par l'intermédiaire des gaz et des fumées produits par la combustion qui, chauds, vont s'élever et rencontrer des obstacles froids.

Par exemple : lors d'un incendie dans la cave d'un immeuble, les étages sont épargnés mais, la fumée chaude montant jusqu'au toit de l'immeuble, va l'embraser en ce point.

LE RAYONNEMENT

C'est un transfert de chaleur par l'intermédiaire d'ondes électromagnétiques. Lors de la combustion le corps chauffé émet de l'énergie, sous forme d'infrarouge elle peut être absorbée par un autre corps. Selon la température, la distance et la quantité de particules dans la fumée, elle peut être suffisante pour déclencher à distance une combustion.

C'est le phénomène qui fait que lorsqu'on est face à un feu, le côté exposé est chaud alors que le côté opposé est froid.

Par exemple : On ressent la chaleur à plusieurs mètres du foyer d'un feu de cheminée. Si cette chaleur est très élevée, elle peut propager l'incendie en enflammant les autres combustibles présent.

LA PROJECTION

C'est un transfert de chaleur par l'intermédiaire de particules incandescentes. Des objets enflammés ou incandescentes voyagent dans l'air, soit par le vent s'ils sont légers, soit projetés par une explosion. Ils vont créer de nouveaux foyers distants.

L'EPANDAGE

Se fait par l'intermédiaire de la combustion d'un liquide inflammable qui va s'écouler le long du sol et enflammer les combustibles présent sur son passage.

Par exemple : de l'essence enflammé voit son liquide s'écouler et rencontrer d'autres combustibles.



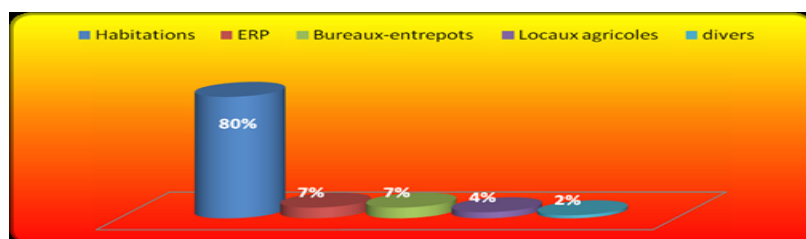
Un incendie est un feu échappant au contrôle de l'homme, il est non maîtrisable dans le temps et dans l'espace.

QUELLES EN SONT LES CAUSES ?

Les grandes causes de départ de feu sont :

- **HUMAINES** : l'imprudence des fumeurs (*l'extrémité d'une cigarette allumée atteint plus de 700°C*), l'ignorance, la négligence et la malveillance.
- **NATURELLES** : la foudre (*directement ou en étant à la source de surtensions*), le soleil (*via un effet de loupe*), fermentation (*certaines matières s'auto-échauffe et peuvent donner lieu à une combustion spontanée : charbon de bois, farine de poisson, fourrage, fumier*).
- **ENERGETIQUES** : l'électricité (*installations vétustes, étincelles*), par frottements, par réaction chimique exothermiques, via l'électricité statique .

Principaux lieux de départs de feux



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

Les feux d'origine ELECTRIQUE sont hors-classement car ils peuvent être associés à toutes les classes de feu, tout dépend du support sur lequel ils ont lieux.

Les feux de **classe A** sont les seuls à la source de **braises**.

Recouvrir une friteuse en feu d'un chiffon mouillé après avoir coupé la source de chaleur permet de stopper la combustion. C'est la meilleure méthode d'extinction existante.

LES FUMÉES

80% des décès lors d'incendies, sont en relation avec l'inhalation des fumées.

C'est dans les incendies d'habitations et d'immeubles qu'apparaissent la majorité des victimes.

En France il y a environ 12.000 victimes d'inhalation des fumées par an.

La Loi Morange obligera chaque foyer à partir du **8 Mars 2015** à installer au moins un détecteur de fumées par habitation (DAAF).

La France est un des derniers pays à ne pas avoir d'obligation de ce type d'équipement, avec un taux d'installation à **2%** contre 98% pour des pays comme la Norvège ou la Grande-Bretagne.

L'installation incombera au propriétaire du logement, l'entretien courant à l'occupant.



COMPOSITION DES FUMÉES

La fumée se constitue des 3 états de la matière :

SOLIDE : *particules imbrûlées, carbone (suie)...*

LIQUIDE : *aérosol, vapeur*

d'eau...

GAZEUX : *gaz de combustion, hydrocarbures ...*

Elle peut-être de couleur blanche, grise ou noire selon la combinaison des trois états de la matière qui la compose. C'est donc la composition de la fumée qui fait sa couleur, non pas sa température.



LA FUMÉE ET SES DANGERS

La fumée est à l'origine de 5 dangers majeurs vis-à-vis des personnes et des biens :

TOXICITE

OPACITE

INFLAMMABILITE

CHAUDE

MOBILE

TOXICITE

Les éléments qui composent la fumée sont toxiques pour le corps humain (*monoxyde de carbone CO, dioxyde de carbone CO₂*) : suffocation, hyper-sécrétion, irritations, larmolements, brûlures pulmonaires, toxicité sanguine et musculaire voire cellulaire. Encore plus directement, la combustion consomme l'oxygène de l'air ambiant, élément vital pour l'homme.

Dans un espace clos, la chute du pourcentage d'oxygène peut ne pas excéder quelques minutes. Passer de 21% (air ambiant) à 17% va entraîner une incoordination motrice qui va empêcher la victime de réagir et de s'échapper, à 10% c'est la syncope et à 6% la mort.

OPACITE

Les particules de carbone (suies) présentes dans la fumée lui donne une couleur foncée pouvant aller jusqu'au

noir le plus intense :panique pour les occupants, gêne pour évacuer et retardement de l'action des services de secours en sont les conséquences directes.

S'y ajoute des dégâts matériels dus au dépôt de suie, des risques de chutes (sue glissante au sol) et l'augmentation du phénomène de propagation par rayonnement thermique (couleur noire).

INFLAMMABILITE

Par l'effet du rayonnement et de la convection, la fumée est propagatrice du feu.

Soumise à de fortes températures, dans un espace clos ou semi-clos, la fumée peut à tout moment s'enflammer : on parle d'Embrasement Généralisé Eclair (EGE). Toujours dans la même situation et suite à l'arrivée brutale d'air, on peut risquer une Explosion des Fumées (EF).

CHAUDE

La chaleur des fumées peut être à l'origine de brûlures et de dégâts matériels importants.

MOBILE

Il est possible de calculer le temps mis par des fumées pour envahir un local, la vitesse horizontale d'un front de fumées est comprise généralement entre **0,20cm et 1m/sec.**

De ces dangers découle une **nécessité** :

Lors d'un incendie, l'évacuation des fumées est **IMPERATIVE**

EVOLUER DANS UN LOCAL ENFUME

Les fumées d'incendie montent toujours, étant plus chaudes que l'air et plus légères.

Ainsi lorsqu'une combustion a lieu dans un local, celui-ci va **peu à peu se remplir de fumée**, d'abord en partie haute puis de plus en plus bas, pour finir par être entièrement enfumé.

Au début d'un incendie, l'air le plus respirable se situe donc au niveau du sol. C'est donc à cet endroit que vous devez vous déplacer. Si la possibilité vous est donnée, munissez-vous d'un chiffon (*t-shirt, tissu, coussin,*

etc.) imprégné d'eau et respirer au travers de celui-ci pour vous prémunir des inhalations toxiques et chaudes.

PARTIE 1 LE FEU ET SES CONSEQUENCES

Séquence 2 : Le Comportement au feu

1) La résistance au feu

2) La réaction au feu

3) Les euroclasses

La réglementation sur le comportement au feu est le fruit de la capacité humaine à établir d'importants retours d'expériences sur les événements du passé.

Les buts recherchés étant de **limiter la propagation du feu** dans le bâtiment et vis-à-vis des tiers ainsi que de permettre **l'évacuation rapide et sûre des occupants**.



En plus de la solidité à froid, le règlement de sécurité impose un degré de résistance au feu aux éléments porteurs pour éviter les risques d'effondrement dans un temps défini, c'est ce qu'on appelle la résistance au feu des structures.

A l'intérieur d'un bâtiment, certains éléments de construction doivent eux-aussi présenter des qualités de résistance au feu :

les cages d'escaliers, des parois délimitant les circulations, l'enveloppe des locaux abritant un risque particulier, des murs ou encore des portes.

La résistance au feu, c'est donc le temps pendant lequel les éléments jouent le rôle qui leur est dévolu malgré l'action d'un incendie

On parle de « degrés » de résistance au feu, ils sont attribués à l'élément en fonction de deux critères :

- Un critère qualitatif, de l'élément vis-à-vis du feu.
- Un critère quantitatif, c'est-à-dire le temps pendant lequel l'élément va conserver cette propriété qualitative.

Critère qualitatif de l'élément

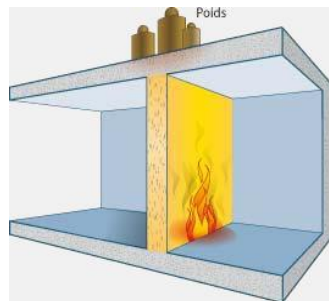
Il existe trois degrés de résistance au feu, du plus « *faible* » au plus « *résistant* » :

Stable au Feu (SF)

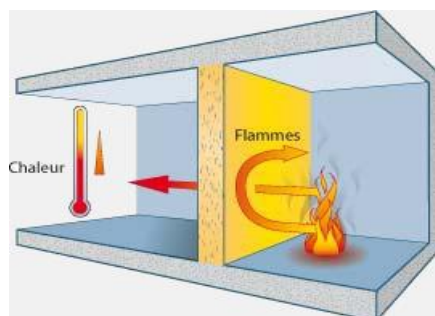
Pare Flamme (PF)

Coupe Feu (CF)

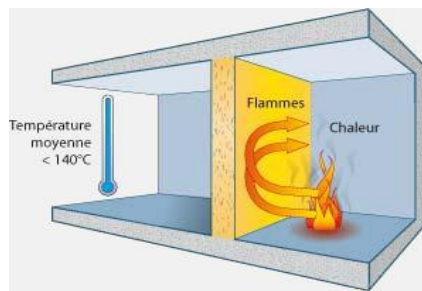
→ Un élément Stable au Feu (SF) possède une **Résistance Mécanique (RM)**.



→ Un élément Pare Flamme (PF) possède une **Résistance Mécanique (RM)** ainsi qu'une **Etanchéité aux Flammes, fumées et gaz chauds (EF)**.



→ Un élément Coupe Feu (CF) possède une **Résistance Mécanique (RM)** ainsi qu'une **Etanchéité aux Flammes, fumées et gaz chauds (EF)** et qu'une **Isolation Thermique (IT)**.



$$SF = RM$$

$$PF = RM + EF$$

$$CF = RM + EF + IT$$

2 - Critère quantitatif de l'élément

Attention : Le degré retenu pour un classement est le temps immédiatement inférieur au temps réel.

L'isolation thermique correspond à un maximum de 180° en un point précis et de 140° sur l'ensemble de la surface (porte par exemple). Les critères SF, PF, et CF sont notés en fractions d'heures (1/4h, 1/2h, 3/4h, 1h, 1h1/2, 2h, 3h, 4h, 6h).

Par exemple :

Un élément qui perd sa qualité de résistance mécanique au bout de 44 minutes sera classé SF 1/2h.

Ou

Un élément qui perd son isolation thermique au bout de 2h15 sera classé CF 2h.



Les matériaux concernés sont tous les matériaux de « **seconde-œuvre** » : destinés à l'aménagement, au confort, à la décoration des locaux ainsi que certains produits de construction tels que les matériaux d'isolation, de revêtements de façades ou de couvertures.

La réaction au feu caractérise un matériau en tant qu'aliment apporté à la naissance ou au développement d'un incendie

Les matériaux sont classés en cinq catégories suivant :

→ Leur combustibilité : *la quantité de chaleur dégagée lors de la combustion complète du matériau.*

→ Leur inflammabilité : *la quantité de gaz plus ou moins inflammable dégagée par le matériau*

	Combustibilité	Inflammabilité	Exemples
M0	Incombustible	Ininflammable	Pierre, Plâtre, Béton
M1	Combustible	Ininflammable	Matériaux composites, PVC
M2	Combustible	Difficilement inflammable	Moquette murale
M3	Combustible	Moyennement inflammable	Bois
M4	Combustible	Facilement inflammable	Papier
Non-classé	-	-	-

REGLES GENERALES DE REACTION AU FEU

Afin d'éviter le développement rapide d'un incendie dans un local ou dans un dégagement accessible au public, ce qui aurait des conséquences dévastatrices sur l'évacuation des occupants, il existe 2 « règles » en matière de réaction au feu :

La règle du 421, qui s'applique dans les locaux à risques normaux : **M4** pour les revêtements de sols, **M2** pour les revêtements de murs, **M1** pour les revêtements de plafonds.

La règle du 311, qui s'applique dans les escaliers encloués : **M3** pour les revêtements de sols, **M1** pour les revêtements de murs, **M1** pour les revêtements de plafonds.

QUI DETERMINE LES CLASSEMENTS ?

→ Les critères de résistance et de réaction au feu sont attribués par des laboratoires agréés, ils vont réaliser des essais sur les matériaux et éléments pour leurs apposer un **procès-verbal de classement**.



LES EUROCLASSES



Afin d'harmoniser les systèmes de classement nationaux au sein de l'Union Européenne, l'arrêté du 21 novembre 2002 et l'arrêté du 22 mars 2004 instaurent un nouveau classement européen pour la réaction et la résistance au feu.

EN MATIERE DE RESISTANCE AU FEU

► Les SF, PF, CF deviennent respectivement R, E, I. Ainsi : SF = R, PF = RE, CF = REI.

Le classement Euroclasse est **plus précis**, il admet ainsi l'existence d'éléments classés **E** ou **EI**.

E correspond à un élément qui possèdera l'étanchéité aux flammes, aux fumées et aux gaz chauds mais pas de fonction porteuse (*pas de résistance mécanique, donc pas de R*). Un élément classé EI possèdera l'étanchéité aux flammes, aux fumées et gaz chauds ainsi que des propriétés d'isolations thermiques, mais ce sans résistance mécanique.

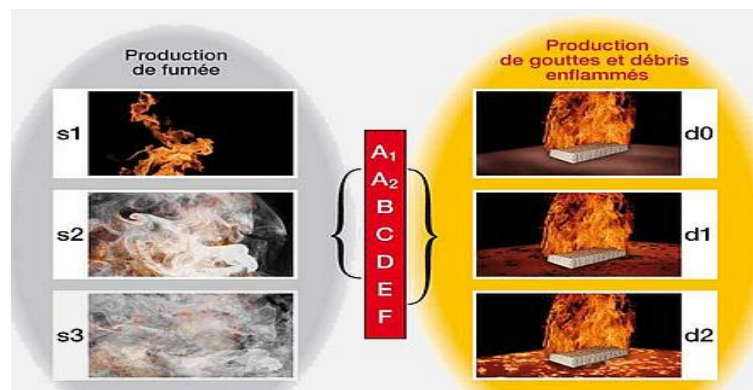
→ Le temps attribué n'est plus en heure mais en minute.

Par exemple : CF2h devient REI120. PF1/2h devient RE30.

EN MATIERE DE REACTION AU FEU

Plus complet, ce classement prend en compte l'opacité des fumées dégagées (lettre S) ainsi que la projection d'éventuelles gouttelettes et débris enflammés (lettre D), distinguant les **matériaux de sols** des autres éléments de construction. Ainsi, les lettres « **fl** » signifient que le classement s'applique à un matériau du sol (pour "floor").

Les « **M** » deviennent **cinq catégories d'exigence** : A1, A2, B, C, D, E.



Il existe un tableau de correspondance entre ces deux systèmes de classement, il reste cependant partiellement inexact :