

GENERALITES 4

COMBUSTION ET INCENDIE

1. LE FEU

1.1 DEFINITION

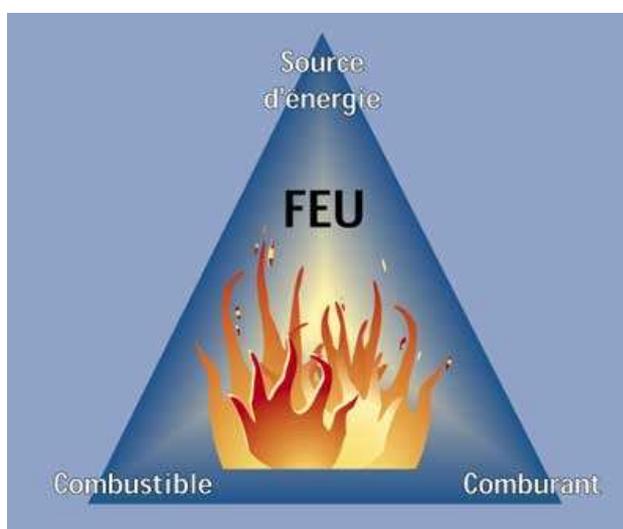
Le feu est la manifestation visible de la combinaison d'un corps combustible avec un corps comburant en présence d'une énergie d'activation. Cette combinaison s'appelle une COMBUSTION.

Combustion : réaction exothermique (dégagement de la chaleur) entre l'oxygène de l'air et certaines substances (solides, liquides ou gazeuses) dites combustibles, l'oxygène étant le comburant.

COMBUSTIBLE + COMBURANT + CHALEUR = FEU

1.2 TRIANGLE DU FEU

Traditionnellement, le phénomène du feu est schématiquement représenté par le triangle du feu dont les trois côtés figurent respectivement le combustible, le comburant et l'énergie d'activation.



Ces trois éléments sont simultanément nécessaires à la création et au maintien du phénomène. La soustraction de l'un d'eux et d'un seul entraîne l'extinction. C'est ce que l'on constate en supprimant soit le combustible, soit le comburant soit l'énergie (par refroidissement par exemple).

Cette figuration proposée est cependant incomplète. Le feu est un phénomène dynamique complexe. C'est pourquoi on doit s'efforcer de le considérer sous l'aspect d'un bilan énergétique.

Si la quantité de chaleur fournie par la combustion est supérieure aux pertes, la balance est positive et le feu se développe. Si par contre la balance devient négative, le feu s'éteint.

1.3 EQUATION DU SINISTRE

Le triangle du feu est un moyen pratique de comprendre quels sont les paramètres nécessaires pour qu'il y ait combustion, il reste que lorsqu'il y a feu, il n'y a pas forcément incendie. Le pire des méfaits du feu c'est l'incendie, c'est-à-dire quand le feu échappe au contrôle de l'homme.

Il est donc indispensable, pour bien comprendre l'équation de sinistre qui est une notion simple, ne comprenant elle aussi que 3 paramètres, de savoir que si le feu détruit tout, c'est qu'il se propage vite. Mais pour que le feu détruise en se propageant, il faut d'abord qu'il naisse.

ECLOSION + PROPAGATION = DESTRUCTION

C'est sur cette connaissance évidente que repose l'essentiel de la sécurité incendie et que se définissent ses lois et méthodes :

- **EVITER LA NAISSANCE DU FEU**, c'est réduire au maximum les causes d'incendie ;
- **EVITER LA PROPAGATION DU FEU**, c'est limiter au maximum les effets de l'incendie ;
- **EVITER LA DESTRUCTION PAR LE FEU**, c'est prendre un ensemble de mesures propres à limiter ou empêcher les dommages.

2. ENERGIE D'ACTIVATION

L'énergie d'activation est l'énergie nécessaire " pour faire démarrer " la combustion. Elle peut avoir des origines diverses :

- thermiques : feux nus, séchage, etc. ;
- chimiques : phosphore + air, mélange oxydant - réducteur ;
- biologiques : bactéries (fermentation) ;
- mécaniques : frottements ;
- électriques : électricité dynamique : isolement, mauvais contact, etc. ;
- électricité statique : frottements.

3. ECLOSION ET DEVELOPPEMENT D'UN INCENDIE

L'éclosion correspond pour le feu à une période d'instabilité due, le plus souvent, à une réserve insuffisante de comburant. Dans les 5 à 10 minutes qui suivent la naissance d'un feu, il s'éteint après de fortes émissions de fumées, si toutes les issues sont fermées et étanches. Toutefois, une amenée d'air, le plus souvent due au bris de vitres sous l'effet de la chaleur, active le phénomène en multipliant par 15 ou 20 la quantité de matière brûlée par unité de temps.

4.2 BSP 731 : prévention – prévision

On distingue :

- l'explosion de fumées (Backdraft) ;
- l'embrassement généralisé éclair (flash-over).

Ces notions sont développées dans le guide de référence des phénomènes thermiques.

4. LA COMBUSTION

4.1 COMBUSTION DES GAZ

Seuls les gaz brûlent, que ce soient des gaz de distillation provenant de corps chauffés à l'état solide ou de vapeurs de liquides inflammables. En pratique, c'est le mélange « gaz-combustible - oxygène de l'air » qui est inflammable, à 2 conditions :

- que l'énergie d'activation soit suffisamment élevée ;
- que la concentration du mélange soit comprise entre certaines limites.

Concentration stœchiométrique : concentration qui correspond à la réaction chimique complète et qui donne la température la plus élevée.

4.11 Point d'ignition (ou point d'inflammation)

C'est la température minimale à laquelle un mélange combustible de gaz et d'air s'enflamme en présence d'une flamme avec persistance de flammes. Ce point varie avec la pression du mélange gazeux.

4.12 Point auto-ignition (ou point d'auto inflammation ou d'auto combustion)

Il s'agit de la température à laquelle un mélange gazeux combustible peut s'enflammer spontanément sans la présence de flamme ou d'étincelle.

4.13 Point éclair

Le point éclair d'un liquide combustible est la température minimale à laquelle il émet suffisamment de vapeurs pour former, avec l'air ambiant une atmosphère inflammable. Cette grandeur physique est en principe propre aux liquides dits inflammables.

4.2 COMBUSTION DE LIQUIDES

En dehors de quelques cas assez rares, ce ne sont pas les liquides qui sont inflammables mais les vapeurs ou gaz qu'ils émettent.

Tout revient donc en ce qui concerne les liquides à l'étude de la combustion des gaz et nécessite la coïncidence des mêmes conditions.

4.3 COMBUSTION DES SOLIDES

Le phénomène de la combustion des solides est très complexe. De façon générale c'est la combustion des produits volatiles dégagés qui est la cause élémentaire provoquant le départ de l'échauffement conduisant à la combustion.

On distingue 2 types de combustion des solides caractérisés par leur vitesse de réaction :

- la combustion vive et la combustion lente ;
- la combustion spontanée.

4.31 Combustion vive et combustion lente

La combustion vive est une réaction qui entraîne un dégagement important de calories avec comme conséquences une forte élévation de température et une émission d'un phénomène lumineux (flammes).

La combustion lente est une réaction qui entraîne un faible dégagement de calories avec peu d'élévation de température, des phénomènes lumineux presque nuls et une absence totale de flamme.

La combustion vive, à l'inverse de la lente consomme rapidement la quantité d'oxygène qui lui est nécessaire.

4.32 Combustion spontanée

La combustion spontanée a lieu sans cause apparente d'échauffement. Certains corps riches en carbone et facilement oxydable produisent de la chaleur sous l'effet de certaines dispositions (amas de chiffons gras, stock de charbon, etc.). L'oxydation peut aussi être engendrée par des micro-organismes (fermentation dans les tas de foin par exemple).

L'oxydation débute lentement, dégageant de la chaleur qui accélère la réaction (réaction exothermique). Cette réaction peut parfois être très vive.

4.4 FACTEURS AFFECTANT LA VITESSE DE COMBUSTION

4.41 Etat de division de la matière

Pour une même masse, la vitesse de combustion est fonction du rapport surface/volume du combustible (un tas de copeaux brûle plus vite qu'une bûche).

4.42 Disposition de la matière et des matériaux

La vitesse de propagation de la combustion dépend de facteurs géométriques (épaisseur, surface, forme plane, tubulaire, etc.) mais aussi de sa disposition dans l'espace (position verticale, etc.) et par rapport à d'autres éléments (papier peint collé sur un mur).

4.43 La température

L'influence de la température sur la vitesse des réactions chimiques est connue depuis longtemps. On peut estimer que la vitesse des réactions d'oxydation est approximativement doublée pour chaque accroissement de température de 10° C.

4.44 Autres facteurs

- l'humidité : facteur d'accélération de la vitesse d'oxydation ;
- la teneur en oxygène ;
- la catalyse ;
- l'inhibition.

5. PROPAGATION DE LA COMBUSTION

5.1 PAR TRANSMISSION DE CHALEUR

5.11 Rayonnement

Energie sous forme d'ondes électromagnétiques qui peuvent être absorbées par un autre corps sous forme d'énergie thermique. Après réception, ce corps émet à son tour une certaine énergie tout en gardant une partie de celle initialement reçue. Le maximum est atteint avec les corps noirs.

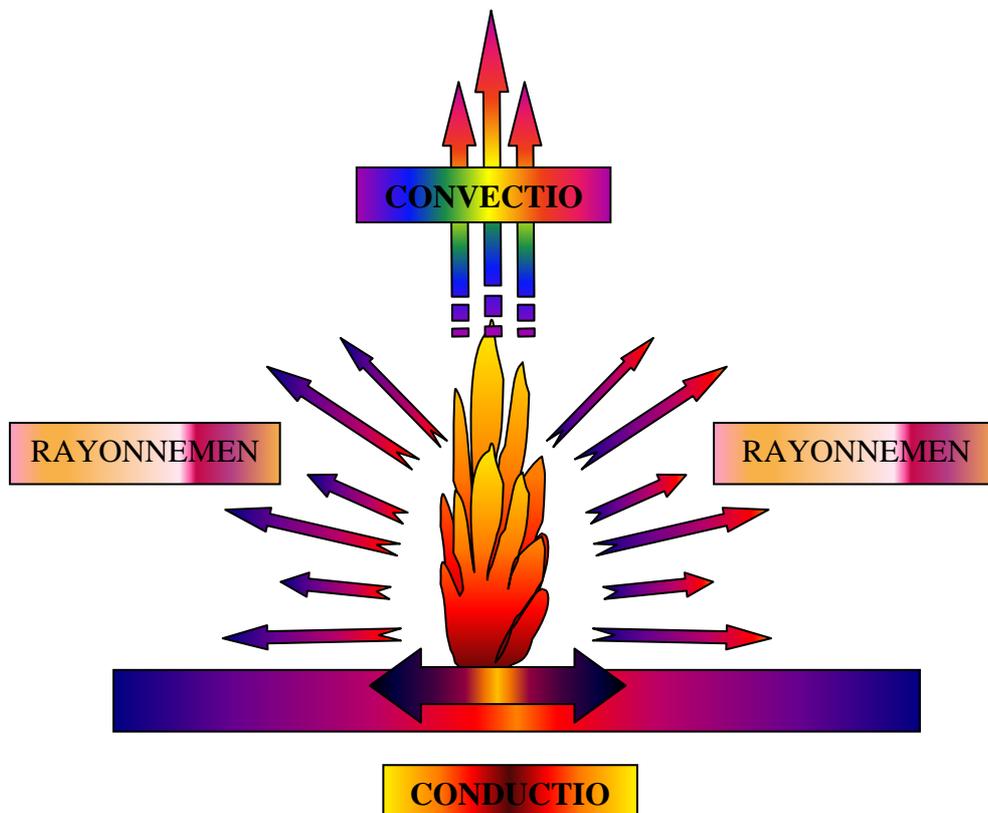
5.12 Conduction

Transmission de la chaleur dans la masse du matériau. La transmission de chaleur se fait de proche en proche sans aucun transfert de matière.

Le phénomène de conduction est inéluctable. La mauvaise conductibilité d'un matériau n'est pas une garantie de sécurité. Aux pertes près, l'énergie calorifique reçue par un matériau sera diffusée dans toute sa masse. L'égalisation des températures ne sera qu'une question de temps. C'est pourquoi une surveillance attentive et prolongée du matériau ou du « point chaud » est nécessaire même à grande distance du foyer ou de la zone de travail.

5.13 Convection

Transport de la chaleur par le mouvement d'un fluide. Dans un incendie la convection joue un rôle important (appel d'air frais par le foyer) et contribue aussi à son alimentation par apport continu d'oxygène.



5.2 PAR DEPLACEMENT DES SUBSTANCES EN COMBUSTION

5.21 Par les gaz

Dans un feu où n'existent que des flammes dites de diffusion, la combustion est souvent incomplète et limitée à l'apport d'air frais. Il subsiste donc des nappes de gaz dont la combustion est étroitement liée à l'apport du comburant. La combustion de ces nappes peut se poursuivre sur une distance notable avec parfois rupture de flamme donc d'extinction, puis réinflammation à une distance variable par nouvel apport d'air frais.

Les distances d'action de ce mode de transfert peuvent être grandes ce qui peut faire croire à l'existence de plusieurs foyers, le phénomène pouvant se produire dans le sens horizontal ou vertical.

5.22 Par les liquides

Le transfert direct est un peu à craindre (en prévention, stockages implantés dans des cuvettes de rétention pouvant contenir le produit répandu). Mais l'épandage qui augmente la surface d'évaporation accroît le développement des flammes.

5.23 Par les solides :

- brandons : fragments de solides en ignition pouvant franchir suivant la force du vent des distances souvent importantes ;
- escarbilles : petites particules incandescentes. Leur danger se limite à quelques mètres.

6. PREVENTION – COMBUSTION

La connaissance plus ou moins parfaite ou approfondie des réactions de combustion, des phénomènes inhérents et ces trois facteurs « combustible, comburant, énergie d'activation » amène naturellement à la prévention contre les incendies, les explosions, la panique.

La prévention représentant les différentes activités techniques et administratives qui organisent et assurent :

- la recherche ;
- l'expérimentation ;
- l'application ;
- le contrôle, des mesures et des méthodes qui permettent de s'opposer :
 - . à la naissance, à la propagation d'un feu,
 - . à ses effets directs et indirects sur les personnes et les biens.

6.1 ETUDE DES CAUSES D'ECLOSION DES INCENDIES – EXPLOSIONS

6.11 Causes humaines :

- imprudence de fumeurs ;
- ignorance, inconscience ;
- négligence ;
- malveillance.

6.12 Causes naturelles :

- foudre ;
- soleil (effet de loupe, surpression des bouteilles de gaz de pétrole liquéfié, etc.) ;
- fermentation (fourrages, fumier, etc.).

6.13 Causes énergétiques :

- étincelles, arcs électriques ;
- frottements, chaleur ;
- échauffement anormal de conducteurs électriques sous tension ;
- réactions chimiques exothermiques ;
- retour de flamme au carburateur ;
- électricité statique (camion dépotant ou se remplissant en liquide inflammable).

6.2 MESURES PRECONISEES – PARADES – REMEDES

6.21 Pour éviter la panique :

- des dégagements nombreux, suffisamment larges, bien répartis et toujours libres d'accès sont imposés ;
- des cheminements bien signalés et des issues éclairées sont prescrits ;
- des formations sont préconisées:
 - aux services de sécurité internes aux établissements ;
 - au personnel de l'établissement (bureaux, magasins, ERP, etc.) ;
 - au grand public.

6.22 Pour éviter l'éclosion des incendies :

- la formation du personnels et du public permet de faire face aux causes d'origines humaines ;
- l'installation de paratonnerres ou de parafoudres, la mise en place de pare-soleil, la fragmentation des masses soumises aux oxydations lentes, atténuent le risque d'éclosion ayant pour origines les causes naturelles ;
- la ventilation anti-explosion, le respect des règles de l'art (normes, documents techniques unifiés (DTU), règlements, etc.), les vérifications, l'entretien et la maintenance régulière des installations par du personnel compétent sont autant de mesures qui limitent le risque d'éclosion ayant pour origines les causes énergétiques.

6.23 Pour éviter la propagation

Dispositions constructives :

- orientation du risque par rapport aux vents dominants ;
- pare-feux en forêt ;
- implantation intelligente des locaux les uns par rapport aux autres (chaufferies, laboratoire, broyeur à déchets, réserves, VO et réceptacles, etc.) ;
- espace libre entre locaux ;
- compartimentage et enclouement :
 - . murs coupe-feu,
 - . portes coupe-feu munies de ferme-portes ou à fermeture automatique ;

- désenfumage :
 - . statique (exutoires),
 - . mécanique (IGH) ;
- choix de matériaux et éléments de construction d'une tenue au feu compatible avec la sécurité :
 - . réaction au feu M0 à M4 (ignifugation),
 - . résistance au feu (protection des ossatures SF°, PF°, CF°),
 - . classe des toitures combustibles ;
- marouflage des revêtements ;
- cuvettes et seuils de rétention (liquides inflammables) ;
- gaines techniques et cages verticales encloisonnées ;
- dispositifs de coupure sur les réseaux de fluides (électricité, gaz, fuel, liquides inflammables, vapeurs, etc.).

Installations des moyens de secours et maintenance :

- alarme ;
- alerte ;
- détection ;
- extinction automatique ;
- extincteurs portatifs adéquats ;
- colonnes sèches ou humides ;
- RIA, etc.

Instruction et entraînement des personnes :

- exercices fréquents ;
- liaisons et exercices avec les sapeurs-pompiers.

