ADMJSP

ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

UV J.S.P. 2 **Module : INC**

Propagation et effets

Version 3

SERVICE DÉPARTEMENTAL-MÉTROPOLITAIN D'INCENDIE ET DE SECOURS

I. CAUSES DES INCENDIES :

Généralement les causes sont classées de la manière suivante :

A. CAUSES HUMAINES :

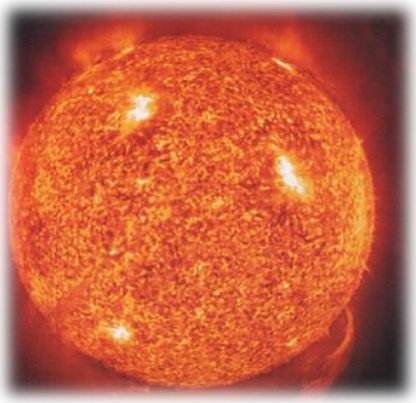
- Utilisation de flammes nues, travaux par points chauds (soudage) ;
- Imprudence ;
- Négligence ;
- Malveillance ;
- Cigarettes ;
- Ignorance.

B. CAUSES TECHNIQUES :

- Chauffage ;
- Frottements mécaniques ;
- Electricité ;
- Chimique.

C. CAUSES NATURELLES :

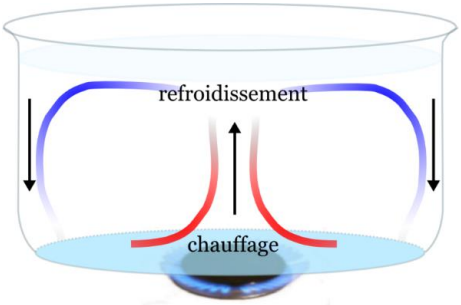
- Foudre ;
- Rayonnement solaire ;
- La fermentation ;
- La combustion spontanée.



II. MODES DE PROPAGATION :

On distingue 4 modes de propagation d'un feu :

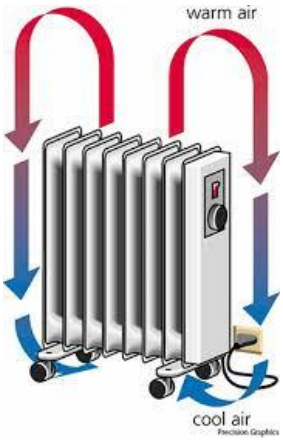
A. LA CONVECTION :



C'est le transport de la chaleur par le mouvement ascendant d'un fluide (air, eau, huile, etc.).

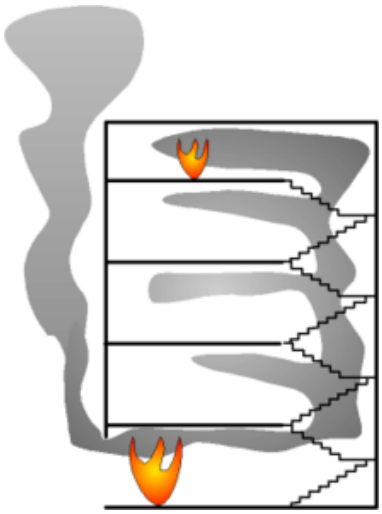
Puis lorsqu'ils se refroidissent, les fluides redescendent.

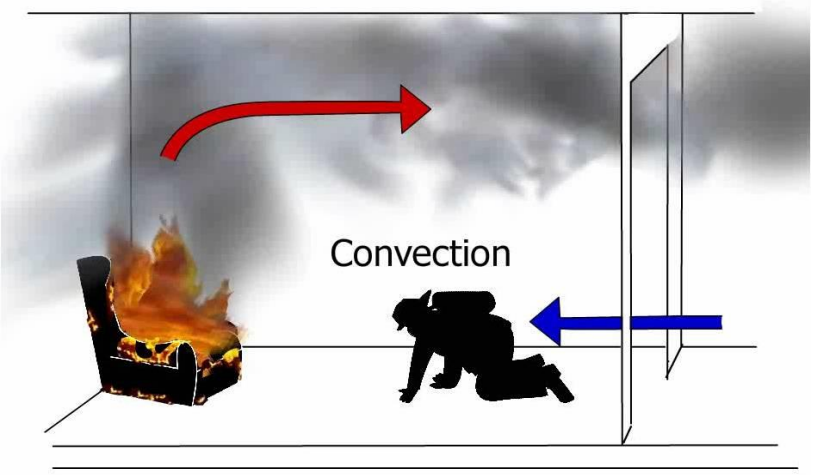
Exemples : dans une casserole d'eau on peut voir le mouvement ascendant et descendant de l'eau



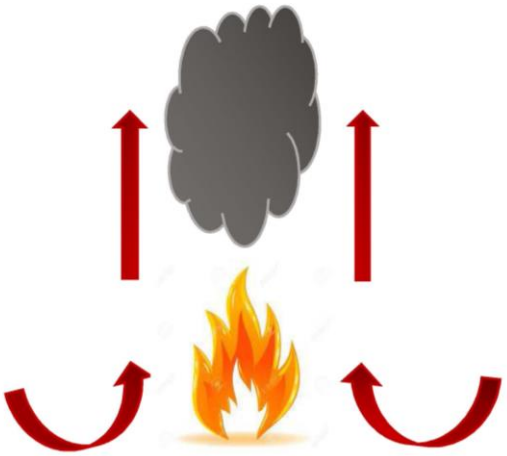
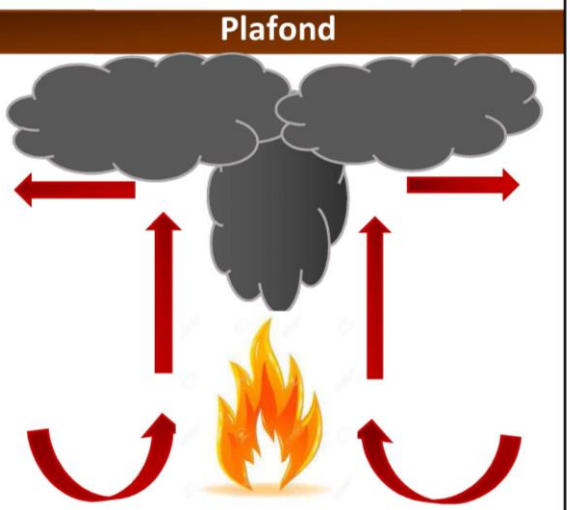
Un chauffage électrique de type convecteur ou à bain d'huile chauffe une pièce par ce phénomène de mouvement ascendant et descendant de l'air (souvent marqué au-dessus de l'appareil par des traces noires. Ces dernières sont causées par le mouvement ascendant de l'air réchauffé par le convecteur).

Dans un incendie, ce phénomène concerne les fumées et gaz chauds issus de la combustion. La circulation des gaz chauds se fera donc vers les points hauts disponibles.





Lors d'un feu de cave ou d'appartement, il n'est pas rare qu'un feu se propage à un ou plusieurs niveaux supérieurs (appartement, combles, etc.).

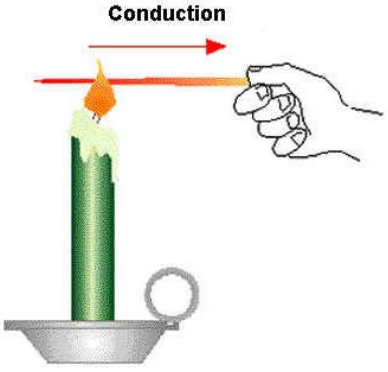
CONVECTION CLASSIQUE	CONVECTION CONTRAINTE
	
Mouvement convectif	Mouvement convectif

B. LA CONDUCTION :

C'est le transfert de chaleur au sein d'un même matériau ou à travers plusieurs matériaux en contact.

Elle tend à uniformiser la température.

Ainsi, un objet chauffé en un point va subir un transfert de chaleur afin d'uniformiser sa température.

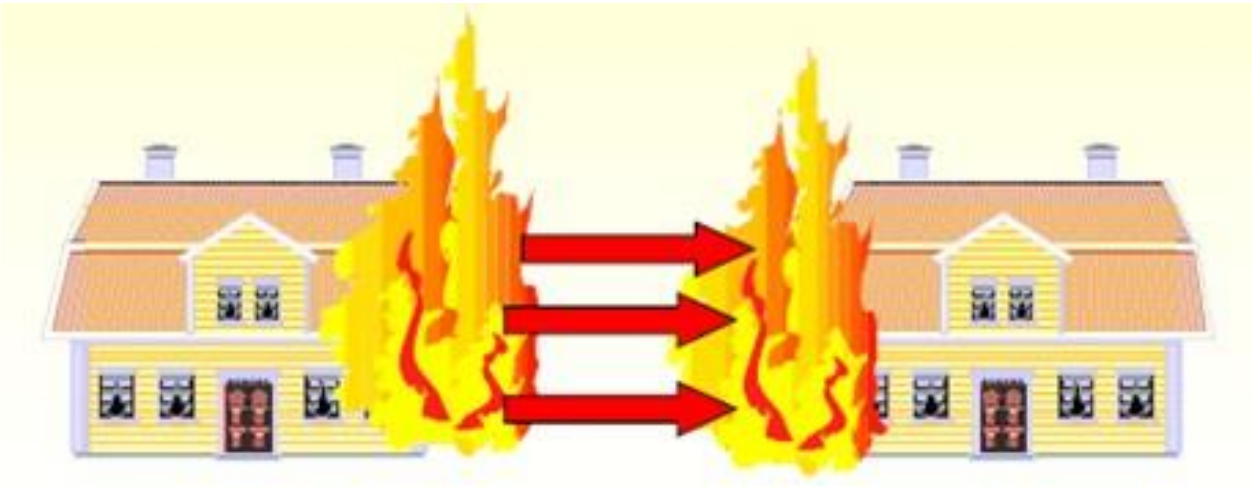


Propagation au travers d'un mur

Propagation par un tuyau

C. LE RAYONNEMENT :

C'est un transfert de la chaleur en ligne droite par radiations (rayonnement) sans contact. On estime que l'énergie évacuée sous forme de rayonnement devient importante à partir de 600°C. On parle aussi de transfert par onde électromagnétique.



Le rayonnement se fait toujours en ligne droite et dans toutes les directions (à 360°).

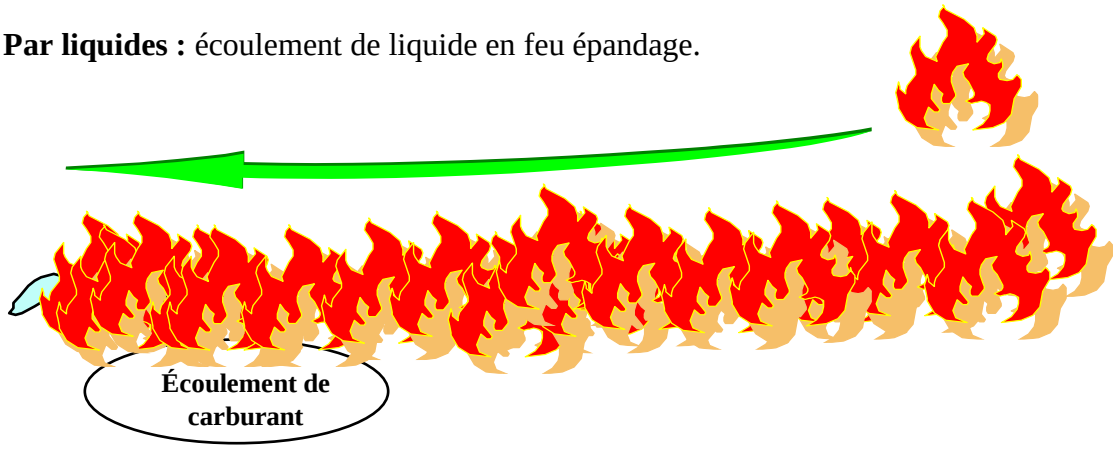
Exemples :

➔ Lorsqu'on dit qu'il fait plus chaud au soleil qu'à l'ombre.
➔ Lorsqu'on se trouve en face d'une cheminée ou d'un feu, il fait plus chaud que lorsqu'on se met derrière un obstacle (mur, mobilier, etc.).

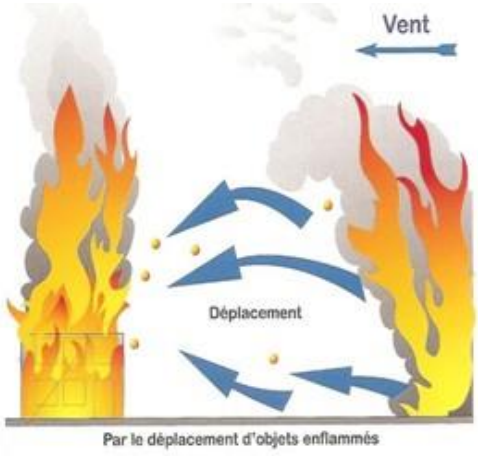
D. LA PROJECTION :

C'est un déplacement de substances en combustion :

➔ **Par liquides :** écoulement de liquide en feu épandage.



Par solides : propagation par transport de particules incandescentes (escarbilles, flammèches, gouttelettes enflammées, etc.), transportées par le vent ou projetées par une explosion, etc.

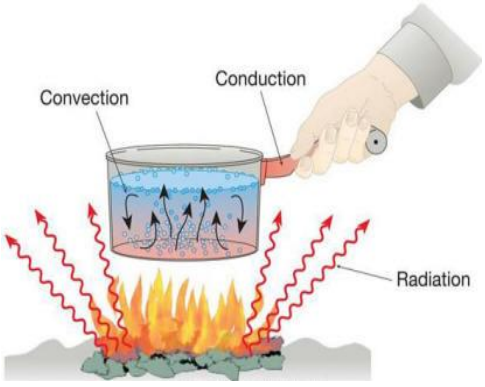


Par les gaz : la nappe de gaz peut se déplacer et se renflammer à distance du foyer.

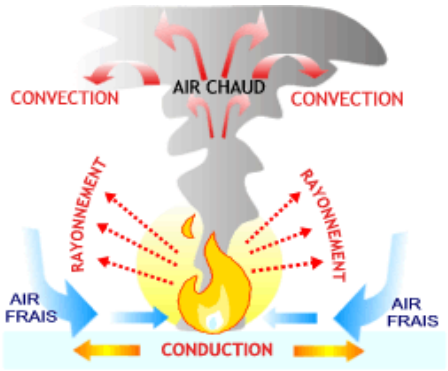
E. SYNTHESE :

"Petites causes, grands effets" dit un adage. La plupart des incendies ont des débuts modestes.

Ce n'est pas le commencement d'un feu qui est dangereux, mais ses possibilités de propagation.



On peut en déduire qu'un feu se propage généralement :



➔ De bas en haut : par les flammes ; les gaz chauds, etc. suivant la loi naturelle du tirage et en empruntant parfois des gaines verticales telles que cages d'escalier, d'ascenseur, gaines techniques, etc. ;

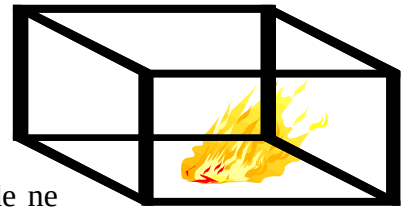
➔ Latéralement par rayonnement : un foyer intense enflamme les combustibles qui l'entourent ;

➔ Voire de haut en bas : par chute de matériaux enflammés, par transport de gaz chauds via le circuit d'un conditionnement d'air ;

➔ Par conductibilité d'un objet à un autre, par simple contact ;

➔ Par transport des gaz, vapeurs et produits de distillation : les gaz combustibles contenus dans les fumées envahissent la partie haute des locaux et gagnent les gaines horizontales pour s'accumuler fort loin de leur point d'émission.

Nous verrons, dans d'autres cours, que votre chef d'agrès ou le COS va faire faire des reconnaissances sur toutes les faces d'un feu (on parle de reconnaissance cubique).



Pour toutes les raisons évoquées dans ce cours, il convient de ne négliger aucun local, aucune action et de les faire consciencieusement.

III. INFLUENCES DES FACTEURS BATIMENTAIRES :

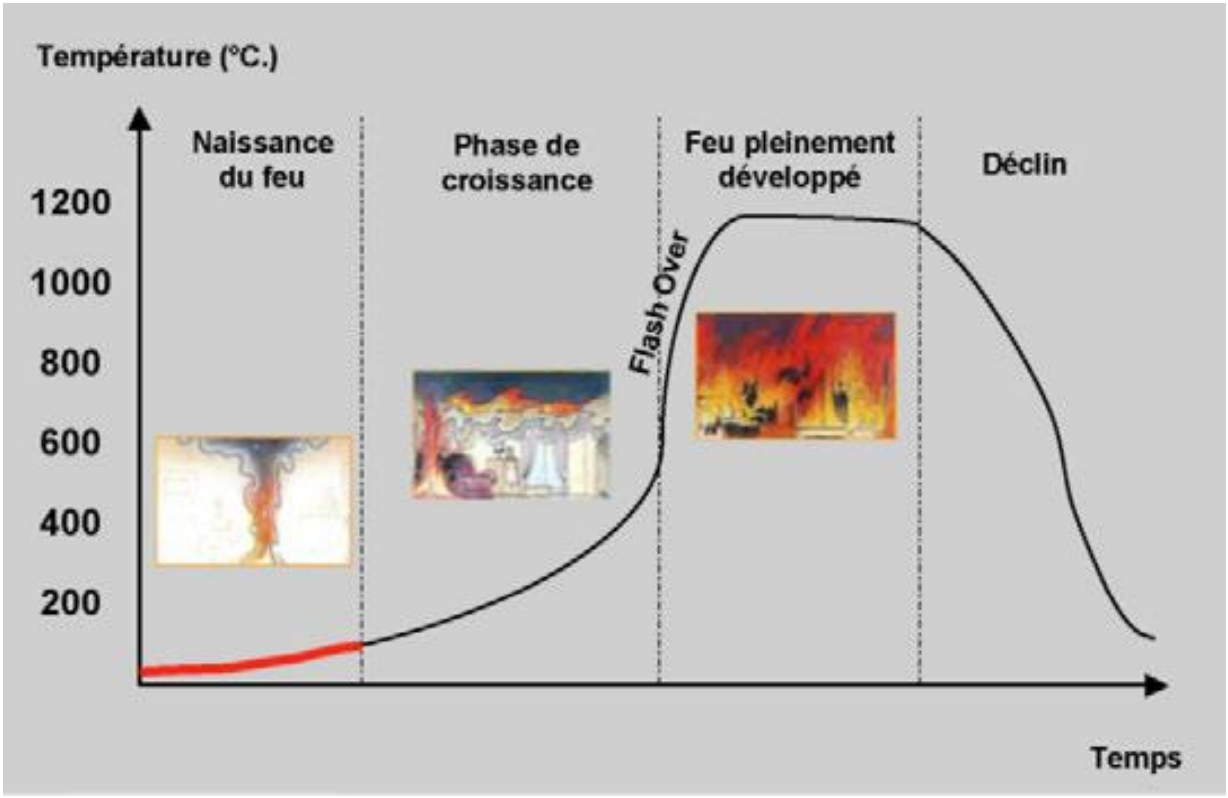
Ce qui favorise le développement d'un feu est :

- L'accumulation en surface et en hauteur de matériaux combustibles ;
- Le tirage (portes laissées ouvertes), le vent, les cheminées d'appel ;
- La contiguïté, le voisinage, le contact d'un risque et de source de chaleur ;
- L'absence de moyens de prévisions, c'est-à-dire les mesures destinées à déceler et à attaquer un feu dès sa naissance, pour le stopper immédiatement par des moyens d'intervention appropriés.
- L'absence de prévention : réaction au feu et résistance au feu que nous développerons dans un autre cours.

A. PHASES DE DEVELOPPEMENT DU FEU :

La courbe classique d'évolution de la puissance d'un incendie dans un local ventilé est représentée dans les figures ci-après.

1. NAISSANCE DU FEU :



FUMÉES : Fumées légères de couleur claire, non rayonnantes, mais envahissantes et déjà toxiques, avec une très faible vitesse.

FLAMMES : Couleur vive et généralement jaune, qui indique un apport correct en comburant. Taille différente selon la nature, la quantité de combustible au départ et l'emplacement initial du foyer (petite si non contact avec des parois - plus grande si contact avec les parois).

CHALEUR : Uniquement au contact de la flamme.

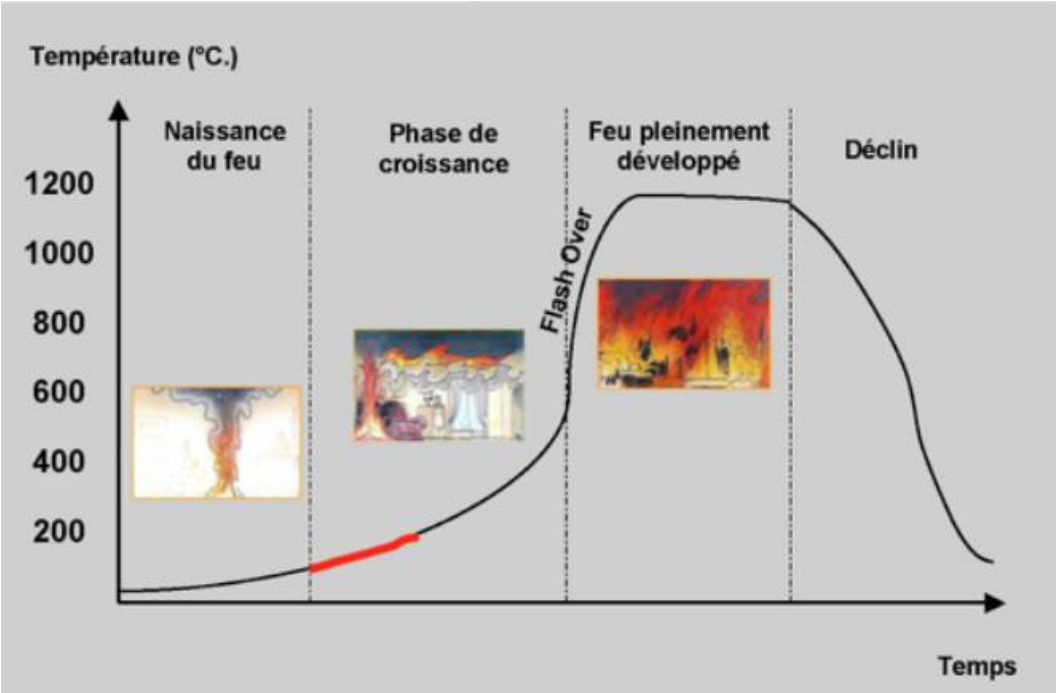
OUVRANTS : Position ouverte ou fermée. Il y a suffisamment de comburant dans la pièce au départ. L'incendie consomme l'oxygène contenu dans le volume.

SONS : Crépitements possibles ou non.

Remarque complémentaire :

Cette phase peut être très rapide ou s'étaler sur une grande période

2. PHASE DE CROISSANCE - PARTIE 1 :



F**UMÉES :** Fumées qui s'assombrissent et qui commencent à devenir rayonnantes en s'épaississant et en s'organisant en couches successives (appelé stratification des fumées). Elles sont constituées d'une part, de particules (qui leur donnent leur caractère opaque) et d'autre part de produits de combustion (CO) et d'une grande quantité de gaz imbrûlés (molécules d'hydrocarbures issues de la pyrolyse des matériaux) qui leur donnent leur caractère inflammable.

FLAMMES : Flammes hautes issues d'un foyer qui a pris de la puissance mais qui reste toujours localisé.
La couleur peut commencer à virer à l'orange du fait de l'appauvrissement du taux d'O_2 dans la pièce.

CHALEUR : Foyer très rayonnant qui fait pyrolyser les éléments à proximité.
Les fumées montent en température et commencent à « chauffer » l'ensemble du volume, notamment les parois qui absorbent pour l'instant une partie de la chaleur produite. Un gradient de température se met en place petit à petit.

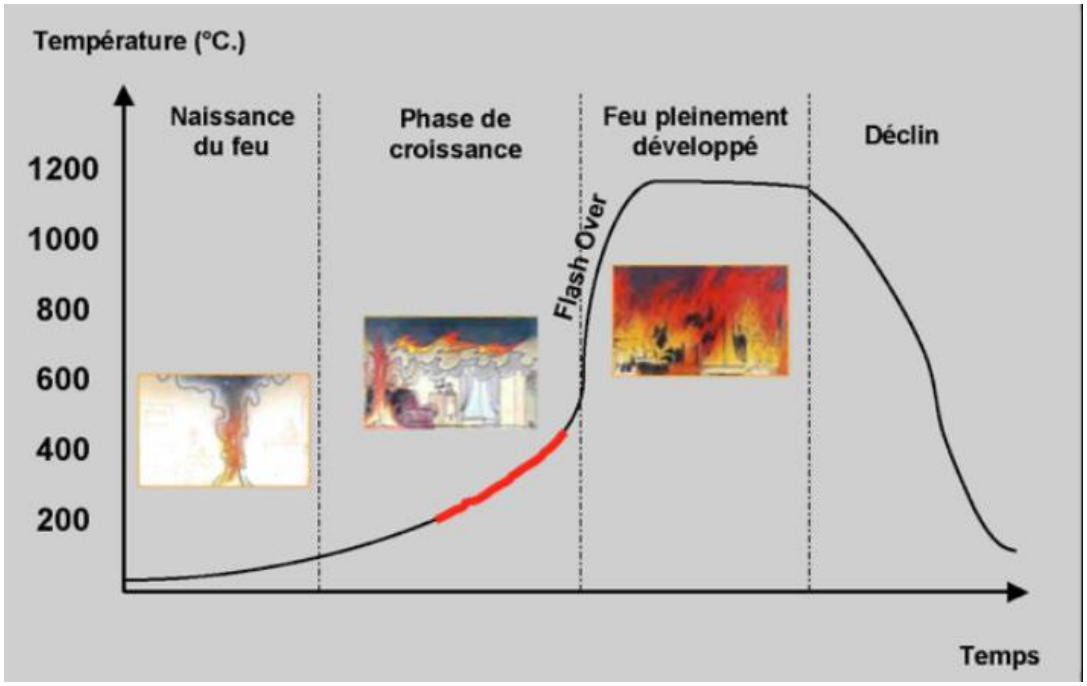
OUVRANTS : L'ouvrant est suffisamment ouvert pour permettre l'apport continuel en air frais, donc en comburant (O_2).
Plus l'ouvrant est grand, plus le foyer est vif.

SONS : Crépitements perceptibles et nets.

Remarques complémentaires :

- Définition de la pyrolyse : décomposition irréversible d'un matériau sous l'action de la chaleur. En général, pour les matériaux courants, la pyrolyse commence à se manifester intensément quand la température du combustible dépasse 200, 300°C.
- Le feu d'un fauteuil peut emplir de fumées une couche de 1,50 m d'épaisseur sous le plafond d'une pièce de 20 m^2 de surface au sol en moins d'une minute.

3. PHASE DE CROISSANCE - PARTIE 2 :



FUMÉES : La couche est très épaisse et continue à se charger de « combustibles », notamment en CO. Les fumées deviennent très rayonnantes et la zone neutre descend rapidement jusqu'à se stabiliser (hauteur libre d'environ 80 cm.).
La perte de visibilité est totale au dessus de celle-ci.
A l'intérieur de la couche de fumées, les produits imbrûlés atteignent leur Température d'auto-inflammation.
Au contact d'une poche de comburant, ils s'enflamment localement et temporairement, ce phénomène est désigné sous le terme "d'anges danseurs".
Ce phénomène accélère la montée en température de la couche de fumées.

FLAMMES : La taille des flammes au niveau du foyer a diminué du fait de la stratification importante des fumées.
Les flammes s'assombrissent du fait du taux réduit en O_2. Le foyer est toujours localisé mais garde sa puissance.

CHALEUR : Elle provient de la couche de fumées. Le rayonnement du foyer devient secondaire.
Les éléments distants du foyer commencent à pyrolyser du fait du rayonnement des fumées.
Ce rayonnement est accentué à partir du moment où les parois ont la même température que la couche de fumée, on parle alors de « feedback radiatif ».
La chaleur est écrasante et nécessite une position à genoux.

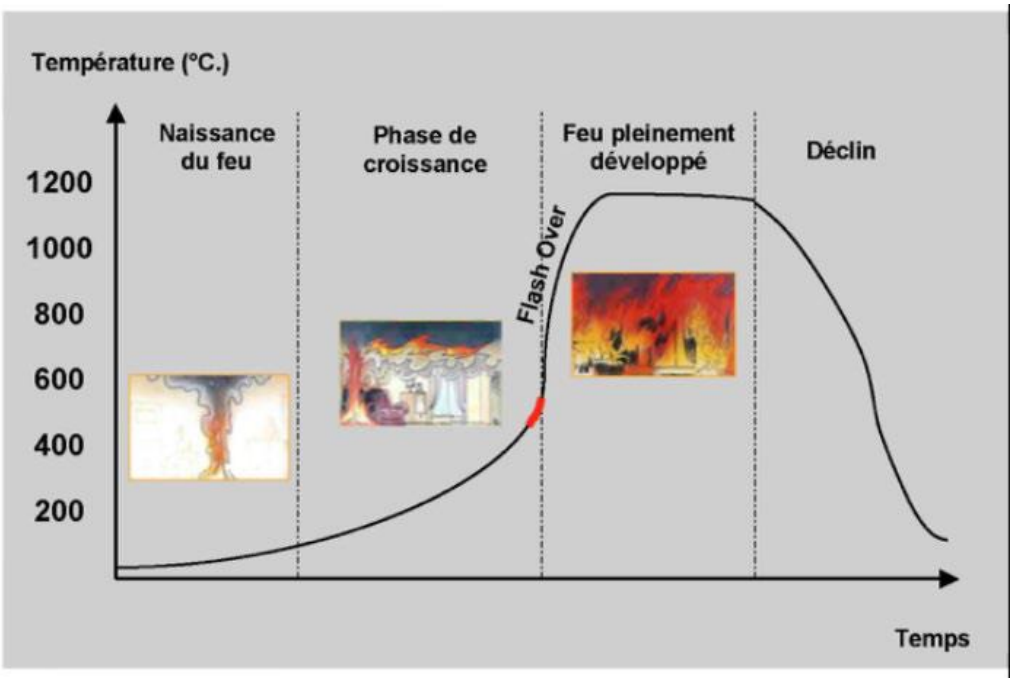
OUVRANTS : La vitesse de sortie des fumées au niveau de l'ouvrant est importante (signe de haute température) et indique une surpression en partie haute.
Un « tirage » se met en place, accélérant l'apport d'air frais vers le foyer en partie basse.
Un gradient de pression s'installe (surpression en partie haute/dépression en partie basse).

SONS : Crépitements perceptibles et nets.

Remarques complémentaires :

- Plus on avance sur la courbe, plus les transitions sont rapides augmentant exponentiellement le risque (cinétique du phénomène feu).
- La pyrolyse intervient plus ou moins vite selon la nature et l'état du combustible (bois / plastique / papier).
- Les signes tels que anges danseurs, pyrolyse d'éléments distants du foyer sont des alarmes indiquant une accélération du phénomène et imposent une réactivité immédiate

4. PHASE DE CROISSANCE - PARTIE 3



FUMÉES : L'ensemble de la couche de fumées a dépassé la Température d'auto-inflammation des gaz combustibles.
Il y a inflammation à l'interface air/fumées sous forme de rouleaux de flammes, appelés « roll-over ». Ces rouleaux se déplacent selon le tirage de feu.

FLAMMES : Il existe maintenant une liaison entre le foyer et le ciel gazeux.

CHALEUR : Le rayonnement dû aux roll-over accélère la pyrolyse des éléments en dessous. Cette décomposition des matériaux alimente en continu la couche de fumées en combustibles.

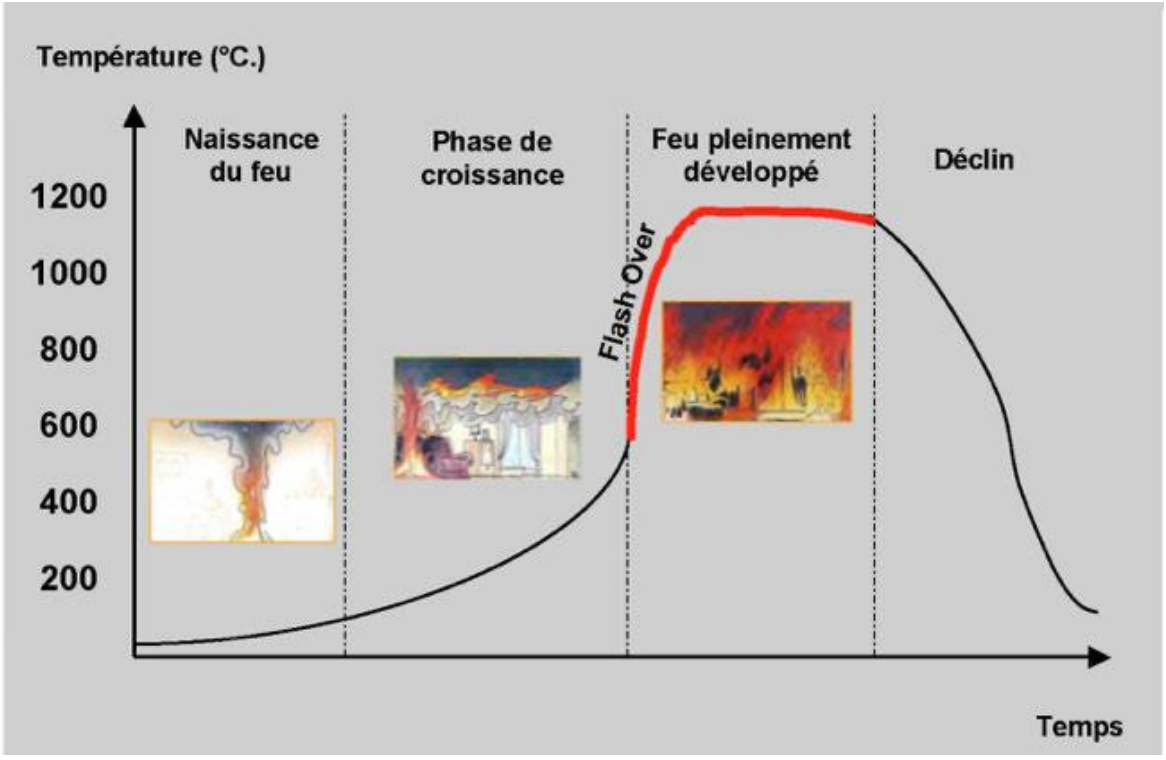
OUVRANTS : L'ouvrant est suffisamment ouvert pour permettre l'apport continuel en air frais, donc en comburant (O_2).
La vitesse de sortie des fumées au niveau de l'ouvrant est importante (signe de haute température). Une inflammation des fumées peut se faire au niveau des ouvrants.

SONS : Pas de sons particuliers.

Remarque complémentaire :

- Les roll-over sont les signes annonciateurs de l'imminence de l'Embrasement Généralisé Eclair.

5. FLASH OVER / FEU PLEINEMENT DÉVELOPPÉ :



FUMÉES : Les fumées sont visibles en sortie du volume et se propagent.

FLAMMES : Elles occupent tout le volume et peuvent se propager aux volumes adjacents.

CHALEUR : Chaleur mortelle. Les températures peuvent dépasser les 1000°C.

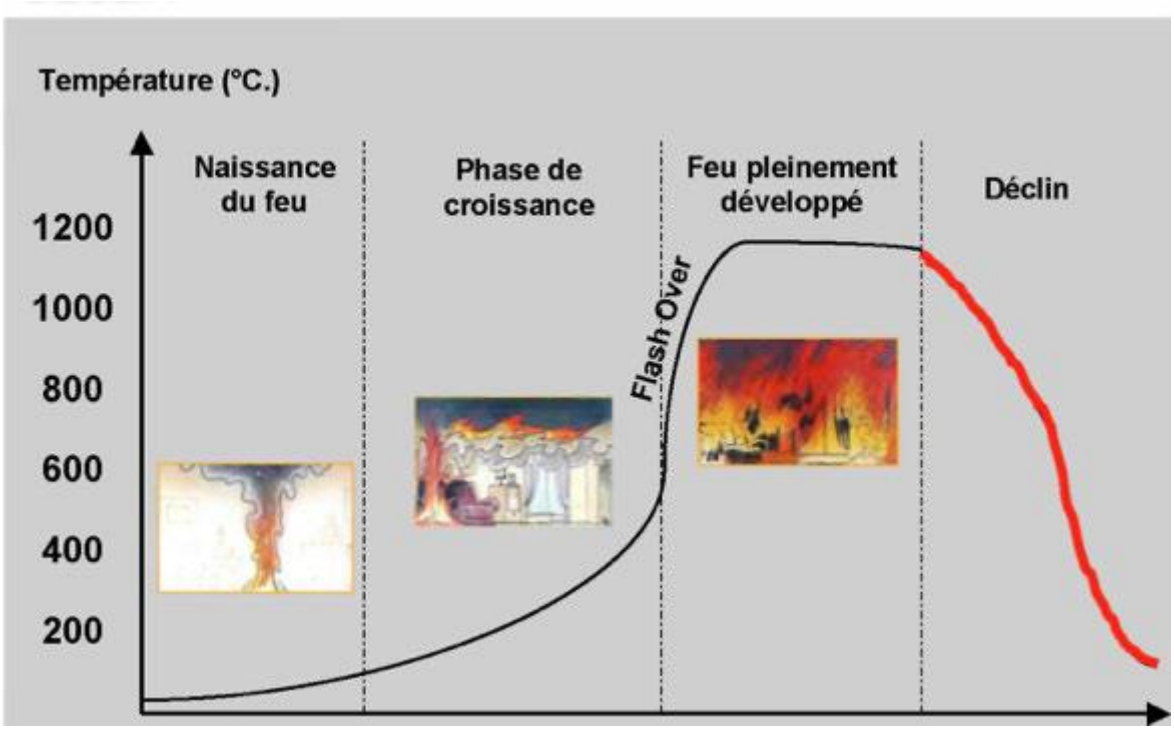
OUVRANTS : Toutes les vitres peuvent partir en éclat ou fondre, ce qui permet d'entretenir le feu dans son plein développement.

SONS : Ronflements.

Remarques complémentaires :

- L'embrasement généralisé éclair (EGE ou flash over) est le passage d'un foyer localisé à l'embrasement généralisé de l'ensemble des éléments combustibles contenus dans le volume. Cette transition dure entre 5 à 15 secondes et elle est suivie d'un feu dit pleinement développé. C'est une étape normale de développement d'un incendie dans un volume semi-ouvert.

6. LA PHASE DE DÉCLIN :



Faute de combustible, le feu perd petit à petit de son intensité. Il faut néanmoins rester vigilant sur sa lecture du feu.

Les reconnaissances doivent être approfondies avec présence systématique d'un moyen en eau adapté.

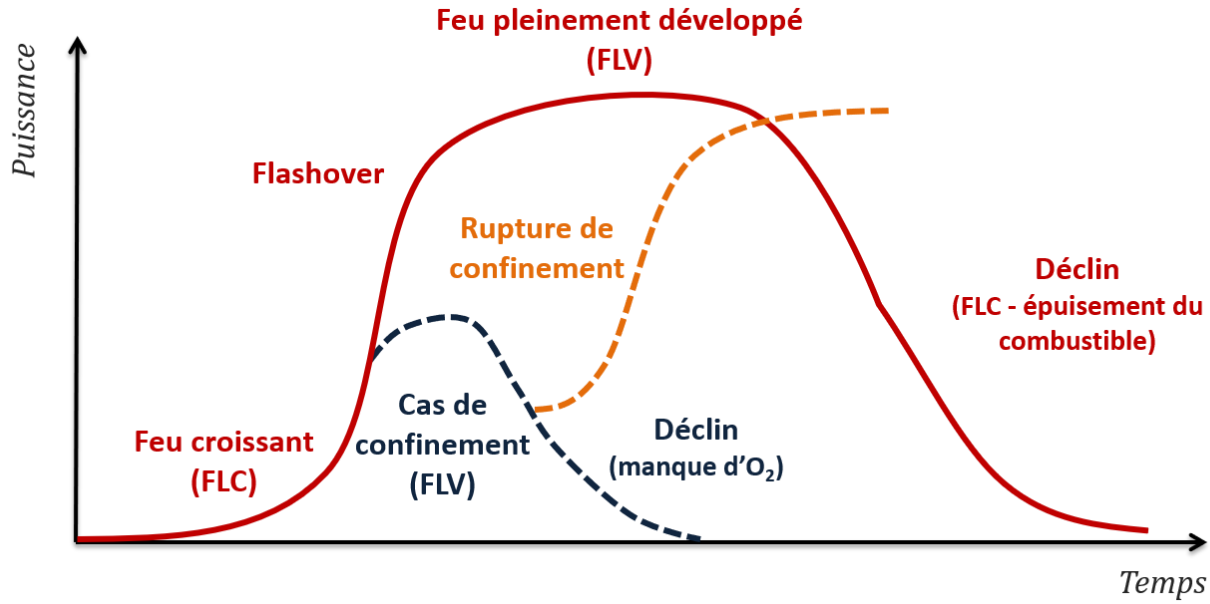
Bien que l'embrasement généralisé se soit produit, cela n'exclut pas l'accumulation de fumées dans des locaux ou volumes adjacents (cellier, faux plafond…) avec des risques de reprise, d'inflammation, d'explosion voire d'explosion de fumées (backdraft).

7. FLV et FLC :

Les conditions de ventilation du sinistre conditionnent la poursuite du développement du feu. On peut alors être confronté à l'un des deux régimes de feux suivants :

- Feu correctement ventilé ou feu limité par le combustible (FLC) dans le temps. Son développement et sa puissance seront maximum.
- Feu sous ventilé ou feu limité par la ventilation (FLV) : limité en comburant, deux alternatives sont possibles :

✓ Le maintien du confinement qui pourra conduire à une quasi auto-extinction ;
✓ La rupture de ce confinement qui conduira à une reprise de la croissance du feu (plus ou moins rapide et violente).



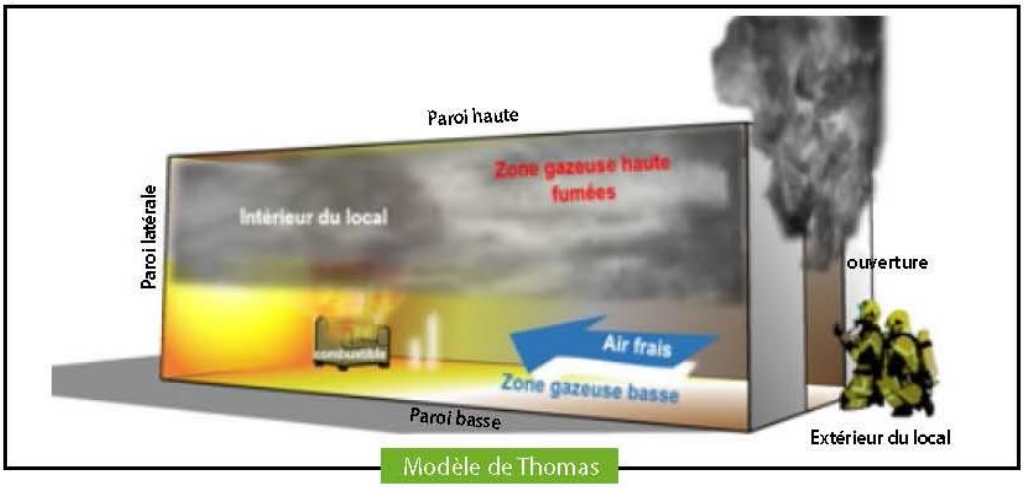
D'une manière générale, les feux développés en structure, dès lors qu'ils abritent des pièces meublées, seront systématiquement limités par la ventilation en situation de plein développement.

8. Modèle de THOMAS :

Le triangle du feu constitue une 1ère approche intéressante pour aborder le « système feu » et ses composants. Cependant les SP sont amenés à intervenir sur des volumes où de nombreux autres éléments viennent influencer le développement et la propagation de l'incendie.

Ces éléments sont représentés par le modèle de THOMAS qui représente à la fois les transferts de masse et les transferts de chaleur (pour le local et pour l'extérieur).

Au sein d'un local :



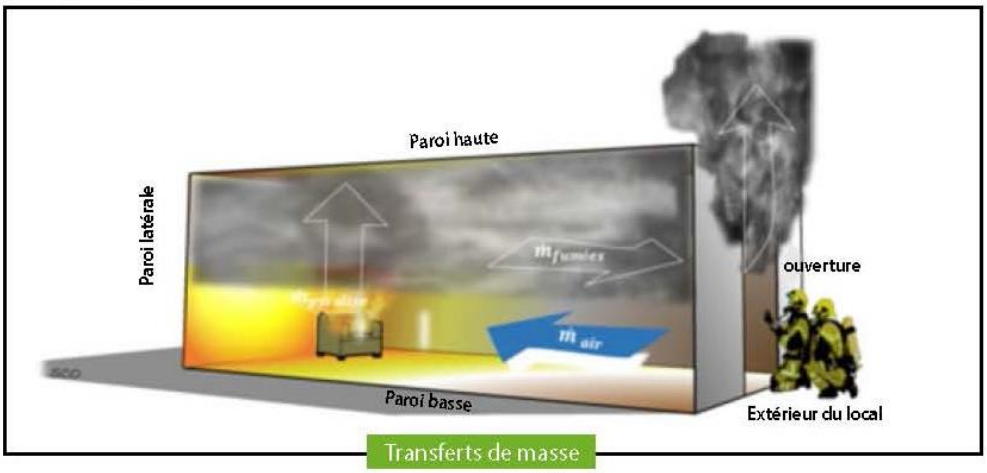
Modèle de Thomas

TRANSFERTS DE MASSE :

Différentes expériences ont été menées sur la compréhension des incendies. Dans ce cours nous ne parlerons que des feux de structures.

Pour commencer il apparaît qu'il y a des points communs malgré leurs différences de construction (matériaux : brique, bois, métallique ; structure : plain-pied, avec étages.

Ainsi au sein d'un local nous avons les transferts de masse suivants :



Transferts de masse

Sur cet exemple, un combustible en feu, émet des gaz de pyrolyse, venant alimenter la combustion et /ou la fumée (ce débit massique de pyrolyse est noté : pyrolyse).

Une masse gazeuse sort du volume, elle est constituée majoritairement de fumées issues de la combustion (ce débit massique de gaz/fumées est noté : fumées). Par ailleurs de l'air pénètre dans le local, (ce débit est noté : air).

Chacun de ces débits est exprimé en masse.

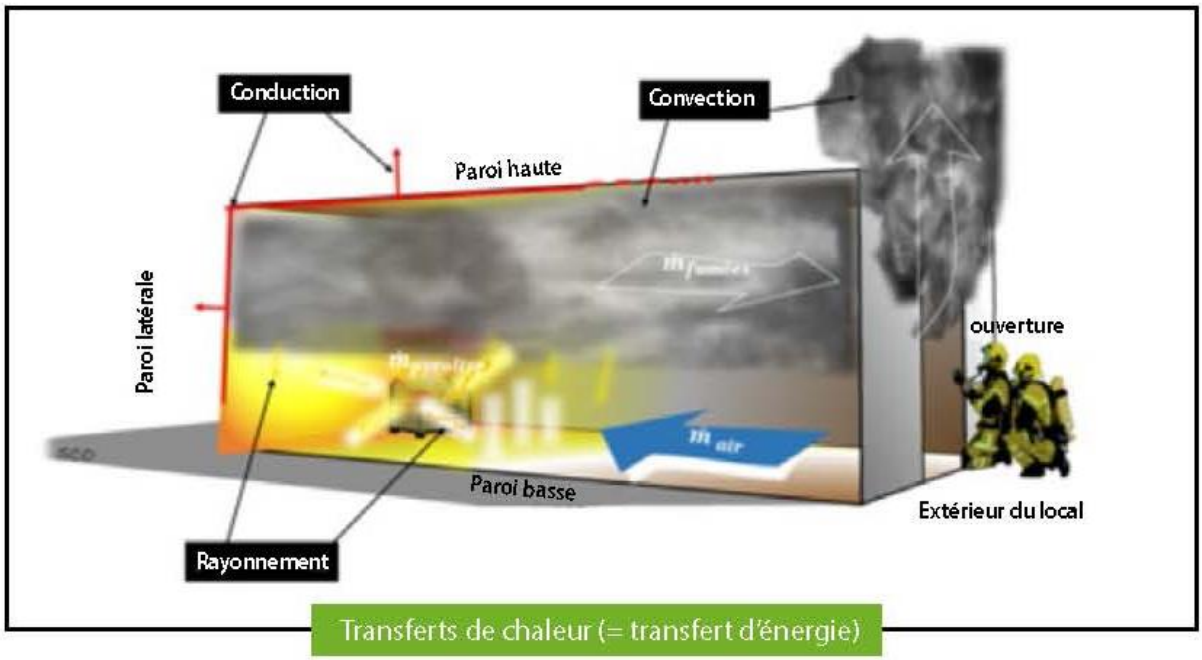
Ces trois quantités correspondent à des masses entrantes et sortantes du local, on parle alors de transfert de masses.

En considérant le local comme une enceinte de référence et que rien (en masse) ne disparait au cours d'une réaction chimique, on peut alors dresser le bilan suivant :

La quantité de fumées produite est égale a la quantité d'air entrante additionnée a la quantité de gaz de pyrolyse émise (et avec lesquels elle réagit).

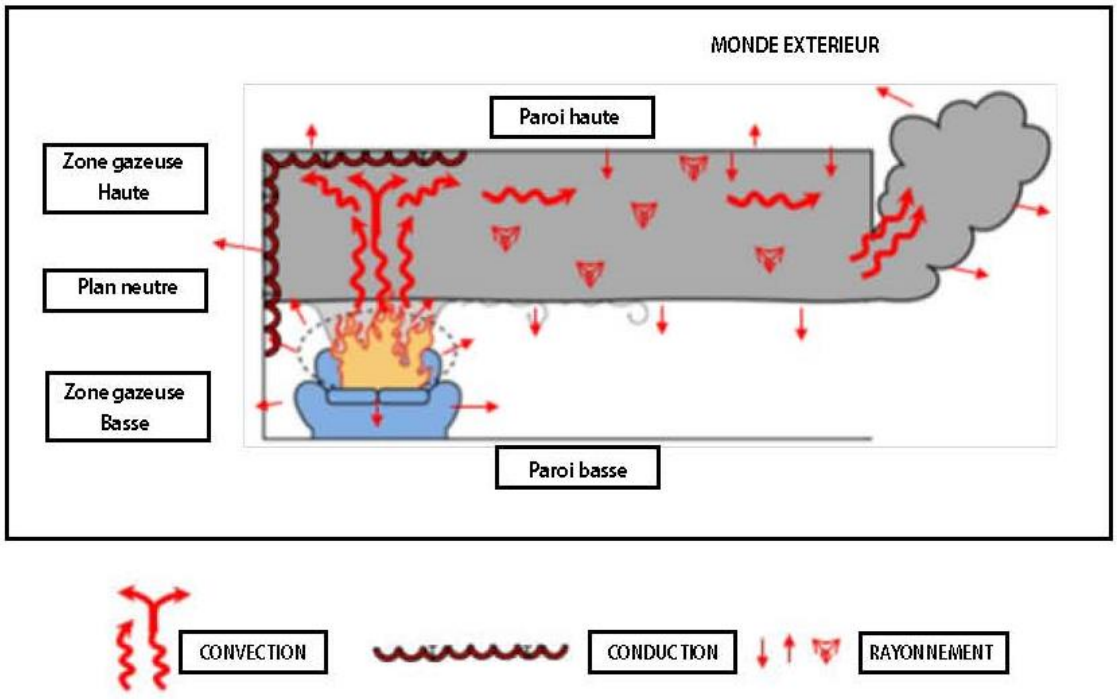
TRANSFERTS D'ENERGIE :

Il est possible de dresser le même type de bilan concernant les quantités de chaleur mises en jeu au cours d'un feu de local.



Transferts de chaleur (= transfert d'énergie)

Transferts de chaleur (= transfert d'énergie)



La puissance de l'incendie (énergie dégagée par le foyer par unité de temps) est notée : ^{P}incendie

Des pertes de chaleur sont également à relever. Ces pertes sont liées :

À la sortie des fumées (chaleur convectée) : ^{P}convection fumées ;
Au rayonnement au travers des ouvrants : ^{P}rayonnement ;
À la conduction au travers des parois du local : ^{P}échanges parois.

En considérant ce même local comme une enceinte de référence, à l'équilibre thermique, il est possible d'écrire :

$$^{P}\text{incendie} = {}^{P}\text{convection fumées} + {}^{P}\text{rayonnement} + {}^{P}\text{conduction parois}.$$

Dans cette pièce de référence, le ratio de répartition des transferts de chaleur est en moyenne de :

70 % par convection ;
25 % par rayonnement ;
5 % par conduction.

9. NOTION DE PUISSANCE

La puissance d'un feu est exprimée en watt (W). 1 watt est égal à 1 Joule /seconde ; la puissance est donc un débit d'énergie par unité de temps.

Il est donc essentiel de définir avant tout la notion d'énergie.

L'énergie calorifique correspond à l'énergie concrètement dégagée au cours de la combustion d'un matériau, exprimée en joules ou en kilocalories (J ou kcal). 1 calorie = 4,18 joules

La puissance dépend de 2 facteurs :

- Le combustible.
- L'amenée d'air.

a. Feu limité par le combustible :

La puissance du feu est tributaire tout d'abord de la nature propre du combustible. L'énergie libérée par le matériau est différente en fonction de la matière qui la constitue.

A titre d'exemple, un kg de bois en résineux est plus énergétique qu'un kg de bois de feuillus. Cette nature propre du combustible est exprimée en J/ kg de matière.

Ensuite le deuxième facteur influençant la puissance de feu par le combustible est la surface de pyrolyse, exprimée en kg/s. Nous aurons un plus grand débit de pyrolyse si la même quantité de matière, exposée à la même source de chaleur, est compacte (bûche de bois) ou étendue (planche de bois).

Pour un feu de structure, la composition des contenants et contenus influera grandement sur la puissance de l'incendie de structure.

Quelques exemples de puissance de feu à titre indicatif pour avoir des ordres de grandeurs :

Combustible	Puissance dégagée
Cigarette	5 W
Allumette	50 W
Bougie	80 W
Corbeille de papiers	150 KW (1 KW = 1000 Watts)
Poubelle	50 à 300 KW
Fauteuil	2 MW (1 MW = 1 000 000 Watts)
Sapin de noël	1 à 2 MW
Canapé	1 à 3 MW
Feu de salon ou chambre développé	3 à 10 MW
Matelas	5 MW

b. Feu limité par l'amenée d'air :

Le second paramètre est la quantité de comburant amenée à la combustion. Au même titre que la violence des feux de forêts est étroitement liée au vent, la puissance du feu de structure sera très souvent, pour le sapeur-pompier lors de son engagement, liée à l'amenée d'air.

Les deux facteurs essentiels déterminant la quantité de comburant rentrant sont d'une part la surface de l'ouvrant, et d'autre part la position et forme de l'ouvrant.

La puissance théorique de feu est fonction de la taille de l'ouvrant.

Par conséquent et en pratique sur opération :

- Plus la surface de l'ouvrant est grande, plus la surface libre à l'amenée d'air sera importante et donc plus la puissance du feu sera grande.
- Pour 2 ouvrants de même surface, celui qui a la plus grande hauteur libre d'amenée d'air engendre une plus grande puissance de feu.

La puissance peut alors être plutôt limitée par le combustible (on parle de FLC : Feu Limité par le Combustible) ou par la ventilation (FLV : Feu Limité par la Ventilation). Ces notions sont essentielles dans la compréhension et les choix tactiques des intervenants.
Cette influence sera dépendante de la phase de développement dans laquelle on se situe.

Lien opérationnel

Le SP doit garder à l'esprit que ce n'est pas la quantité de matière qui est le seul facteur de puissance du feu lorsqu'on est dans une structure.

La surface de l'ouvrant est un paramètre déterminant.

10. Notion de chaleur et température :

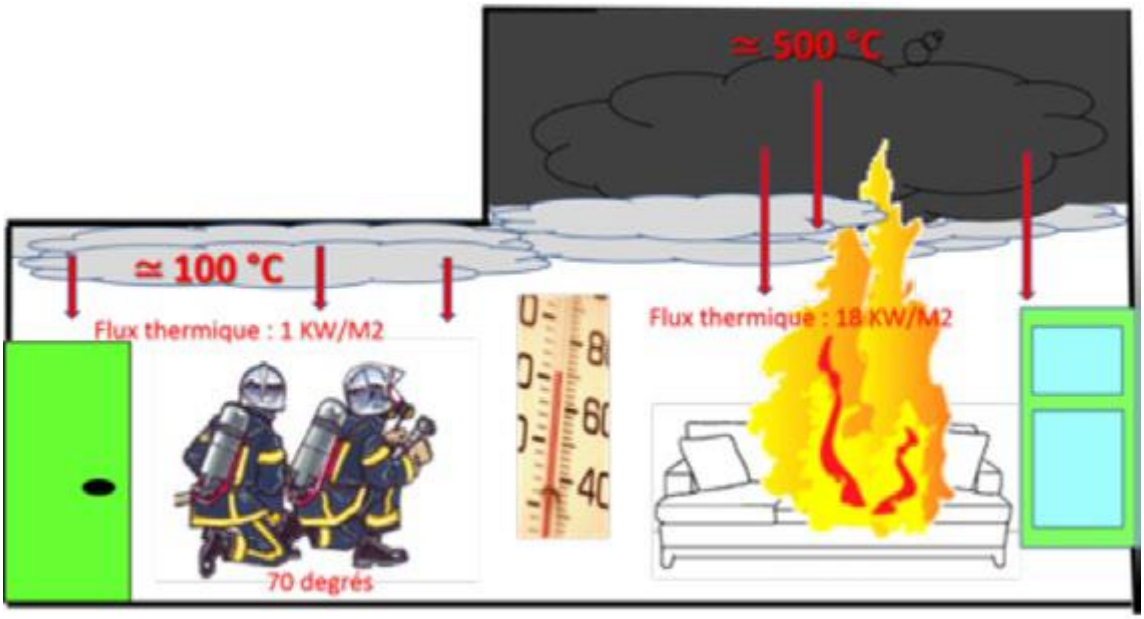
Avant de traiter le flux rayonné dans un volume, rappelons que celui-ci, dans le cadre d'un embrasement important, peut avoir des impacts sur les SP de l'extérieur ou sur les bâtiments voisins.

Dans un volume, le rayonnement émis peut être certes le foyer lui-même mais le risque pour le SP engagé viendra surtout du plafond de fumées.

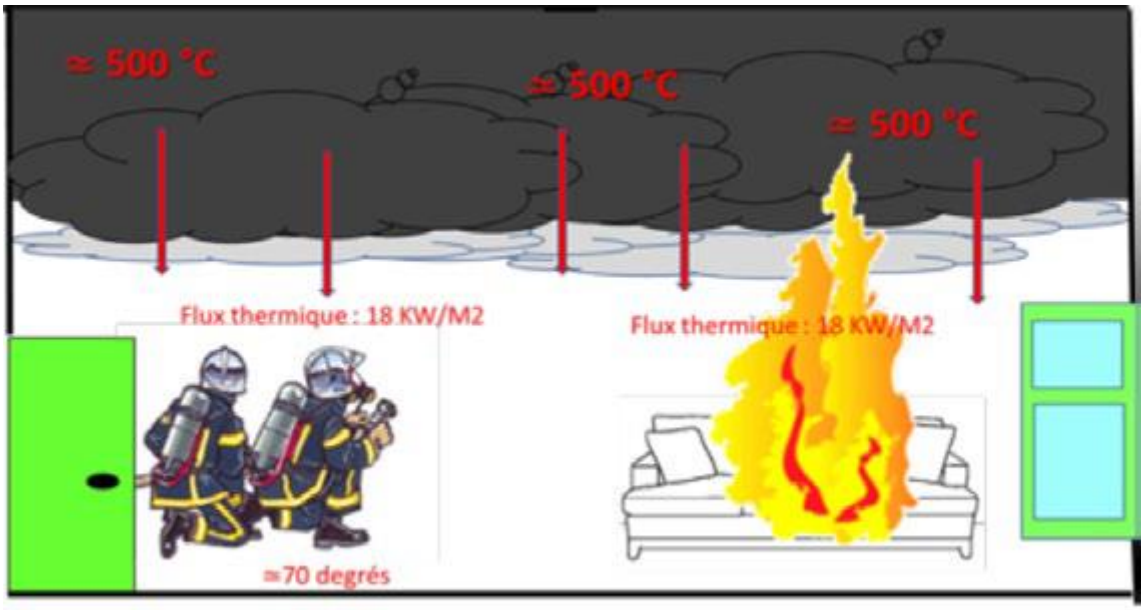
Considérons le plafond de fumées comme la SOURCE, le rayonnement comme le FLUX, le SP, la victime ou la structure comme la CIBLE.

Le flux rayonné, invisible, est le danger du Sapeur-Pompier. Il peut mourir dans une ambiance à 30°C et ne pas être en difficulté dans une ambiance à 100°C.

Dans les dessins ci-dessous la température est la même dans la pièce mais le flux renvoyé sur le binôme différent.



Ambiance thermique où évolue le binôme environ 70°, léger plafond de fumée au-dessus du binôme.



Même ambiance thermique mais important plafond de fumées au-dessus du binôme.

Ainsi, dans la continuité du développement de l'incendie, le mobilier présent sous le plafond de fumées va pyrolyser.

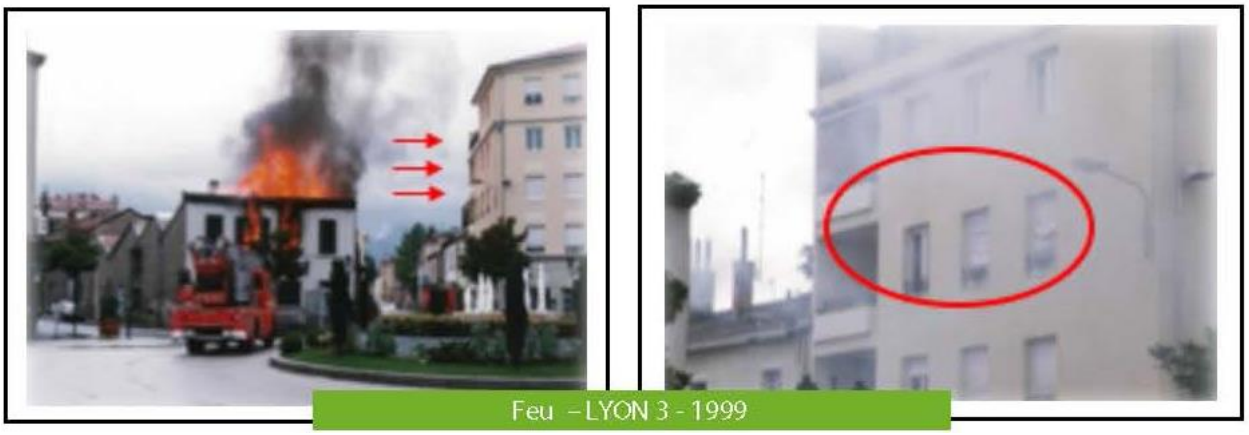
Qu'il évolue dans un environnement "chaud" dans le cas d'une pièce remplie de fumées chaudes ou "frais" dans le cas d'une veine d'air, les températures ambiantes ne sont pas représentatives du flux thermique auquel est soumis le sapeur-pompier.

Le flux rayonné, invisible, est le danger du sapeur-pompier, il peut mourir dans une ambiance à 30° C et ne pas mourir dans une ambiance à 100° C.

Le sapeur-pompier devra prendre en compte les indicateurs qui lui permettront d'apprécier ce flux rayonné provenant du plafond de fumée.

Une augmentation de la température du plafond de fumée induit une augmentation très significative du rayonnement. A contrario, le porte-lance qui refroidit son plafond de fumée, induit une baisse très significative de ce retour radiatif.

Le flux rayonné peut impacter les habitations avoisinantes :



11. Les produits de combustion :

a. La vélocité :

La vélocité est la vitesse à laquelle les fumées sortent d'une ouverture. Nous pouvons aussi parler de pression à laquelle elles sortent. La vélocité est liée à la température à l'intérieur d'une pièce, plus elle sera élevée, plus les fumées sortiront rapidement par les ouvertures.

Toutefois, les conditions météorologiques et aérauliques peuvent influencer la vélocité des fumées (ventilation naturelle par exemple dans une structure).

La vélocité sera caractérisée de façon laminaire ou turbulente.

- Laminaire : de façon continue sans effet de bouillonnement.
- Turbulente : de façon chaotique avec effet de bouillonnement.

Des fumées ayant une vélocité laminaire, sortant lentement, indiquent que le foyer ne se trouve pas à proximité de l'ouverture. Les fumées chaudes provenant du foyer, poussent les fumées refroidies (accumulées en partie haute) vers les ouvertures.
Les fumées s'élèvent à la sortie de l'ouverture directement le long de la façade.

Des fumées expulsées avec une vélocité turbulente s'éloignent de l'ouverture avant de s'élever. Généralement, cela se traduit par des effets de « bouillonnement/ tourbillonnement ». Ce phénomène est dû à une température élevée. Il peut être à supposer que le foyer est à proximité de l'ouverture.

Il s'agit encore d'indicateurs visuels qui ne peuvent pas déterminer dans quel volume se traduira la première inflammation. La concentration aura toute son importance pour que l'inflammation se produise.

b. Volume et pouvoir fumigène :

Le volume représente la quantité de fumée que dégage un incendie.

A l'intérieur d'une structure, les fumées vont alors s'accumuler et cela aura pour conséquence d'augmenter la pression intérieure.

De plus, certains matériaux sont plus fumigènes que d'autres. Nous retrouvons beaucoup de matériaux composés à base de pétrole (hydrocarbures) qui sont des matériaux synthétiques.

Ils dégagent alors beaucoup de fumées.

Les feux rencontrés aujourd'hui ne sont pas les mêmes qu'il y a quelques années. La modernisation des matériaux fait que les structures sont souvent meublées avec des matériaux plutôt synthétiques. De ce fait, le volume de fumées pourra être important.

Il est alors à retenir que plus la fumée sera chaude, plus la pression et le volume seront élevés dans la pièce concernée.

c. Hauteur de plafond de fumée ou plan neutre :

Le plan neutre est l'interface entre le plafond de fumées et la veine d'air.

Plus la température sera élevée, plus l'espace occupé par les fumées sera important, faisant descendre ainsi le plafond de fumées.

Ce plafond de fumées se créé de la façon suivante :

- Au début de l'incendie, la fumée chaude monte puis est contrainte par le plafond et les murs. A leurs contacts, la fumée se refroidit (transfert de chaleur par absorption) puis redescend en formant une tête de champignon.

Lorsque le plafond et les murs ont atteint la même température que les fumées, celles-ci descendent de manière linéaire. C'est à ce moment-là que le plan neutre se forme.

L'observation de ce plan neutre peut permettre de définir l'avancement du développement de l'incendie :

- Si le plan neutre descend rapidement, l'incendie peut être en phase de progression.
- Si le plan neutre monte, l'incendie peut être en phase de diminution.

La position du plan neutre peut apporter des infos supplémentaires :

- Horizontal : le foyer n'est pas près de la fenêtre ou la pièce est de grande dimension.

- Incliné : le foyer se situe plus du côté des fumées. Cela s'explique par la pression que dégage l'incendie (plus de chaleur = plus de pression = plus de fumées) qui sera plus importante par rapport à la pression de la pièce environnante.

Il peut nous informer sur la compartimentation de la structure :

- Sur la même face, deux ouvrants avec deux plans neutres identiques : il peut s'agir d'un même compartiment ou que celui-ci est communiquant par un ouvrant ouvert ou une ouverture entre les deux pièces.
- Sur la même face, deux ouvrants avec deux plans neutres à des hauteurs différentes : il peut s'agir des deux pièces différentes.

Il peut également fournir des informations sur la localisation des fumées :

- Pour entretenir la combustion, le feu a besoin d'air frais. Cela engendre sous le plan neutre un mouvement de fumées qui prend la direction du foyer. Il peut être possible de suivre ce mouvement au moyen d'éclairage afin de déterminer la localisation du foyer.

Pour conclure, ces éléments ne sont que des indicateurs à connaître afin de mieux les comprendre. La réalité du terrain fera qu'il ne sera pas toujours possible de prendre en compte ces indicateurs (durant la nuit par exemple…), étant donné la multitude de facteurs en jeu. La connaissance permettra par compte de mieux les appréhender.

Enfin, de façon simplifiée, le danger de ces fumées peut être retenu avec l'acronyme suivant :

Ou

Vu en JSP 2 : atmosphères non respirables et contraintes physiologiques.

B. Phénomènes thermiques et progression rapide du feu :

On entend par « phénomènes thermiques », l'ensemble des progressions rapides de feu ayant pour conséquence directe une augmentation significative et/ou brutale de la puissance de l'incendie. En fonction des conditions, cette augmentation de puissance peut être persistante ou non.

Ces phénomènes, pouvant être d'une extrême dangerosité, peuvent se présenter lors des différentes phases de l'incendie et intéresser plusieurs zones adjacentes au sein d'un même bâtiment.

Au niveau international, il existe des approches différentes concernant le classement de ces divers phénomènes. Cependant, il est admis que ces évènements peuvent être attribués à trois grandes familles :

- Les embrasements généralisés éclairs (flashover) ;
- Les explosions de fumées (backdraft);
- Les inflammations de gaz issus d'un incendie (FireGas Ignition).

a. Famille des Flash Over :

(Terminologie française : Les embrasements généralisés éclairs)

Cette famille rassemble les phénomènes qui **correspondent au passage brutal d'un feu localisé à l'embrasement généralisé de tous les matériaux combustibles contenus dans un volume ventilé.**

Cette transition dure entre 5 à 15 secondes et elle est suivie d'un feu dit pleinement développé.

C'est une étape normale de développement d'un incendie dans un volume semi-ouvert.

Dans cette phase de l'incendie notre tenue ne peut plus assurer son rôle protecteur. La limite de notre EPI impose une lecture du feu permanente pour le sapeur-pompier. L'absence de ressenti de chaleur n'est pas un signe d'absence de danger.

La survie à un embrasement généralisé éclair est liée à l'évacuation rapide du volume concerné au moyen de l'itinéraire de repli ou l'itinéraire de secours. La position de survie doit rester la dernière alternative pour le BAT et, leur survie dépend alors du sauvetage par le binôme de sécurité.

Des études ont montré que toutes les pièces d'un habitat actuel renferment une charge calorifique suffisante pour générer un embrasement généralisé éclair.

Le phénomène est concomitant à un apport suffisant de gaz combustibles, à l'atteinte d'un niveau d'énergie suffisant et au maintien d'une veine d'apport d'air.

b. Backdraft :
(Terminologie française : L'explosion de fumées de type backdraft)

C'est un phénomène pouvant se produire lorsqu'un feu a été sous-ventilé pendant un certain temps.
Il est très rare que les fumées accumulées dans le volume soient à leur température d'auto-inflammation.

Pour autant, la création d'un nouveau courant de convection (fenêtre qui se brise, ouverture de porte, dégradation d'une toiture, …), génère un apport d'air soudain qui réactive une flamme, qui elle-même peut entraîner l'explosion des fumées (généralement chaudes) accumulées dans le volume concerné par l'incendie.

Cette réaction rapide qui se déplace à travers la pièce et en dehors est appelée « backdraft ».

Le facteur déclencheur est l'apport de comburant, l'énergie suffisante étant déjà présente dans la pièce.

c. Famille des Fire Gas Ignition :
(Terminologie française : Les inflammations de gaz issus d'un incendie)

Ce terme couvre une large gamme de phénomènes thermiques, où une accumulation de produits de combustion riches en gaz imbrulés et/ou de gaz de pyrolyse, s'enflamme après avoir été mise en contact avec une source de chaleur[1].

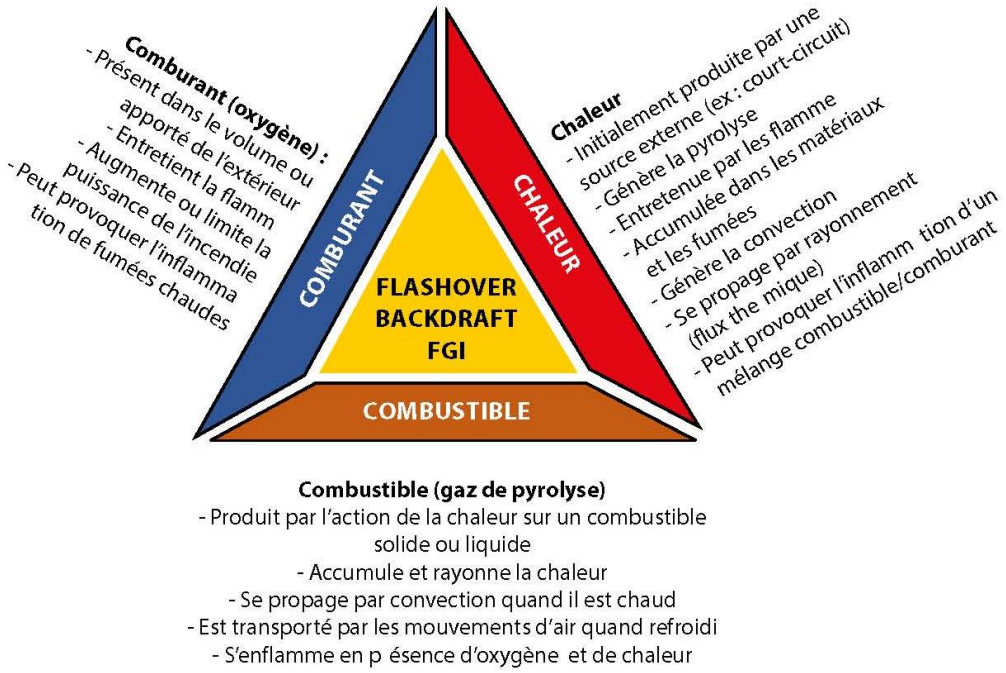
En fonction des conditions de pré-mélange, cette combustion peut être explosive. Ces phénomènes peuvent être comparés aux explosions de gaz qui se produisent à la suite d'une fuite de gaz dans un bâtiment. On les rassemble communément sous l'acronyme FGI.

A la différence du « backdraft », les conditions de ventilation dans la pièce concernée ne sont pas à l'origine de l'apparition du phénomène. L'élément déclencheur est l'apport d'énergie d'activation.
Il est important de noter que ces phénomènes peuvent donc se produire avec des fumées qui se sont refroidies (fumées dites « froides »).

On distingue principalement deux sous-catégories de FGI en fonction de leur régime de combustion :

- Lorsque le front de flammes dans le pré-mélange ne génère aucune onde de pression, ou de façon négligeable, on parle de feu « éclair » (Flash Fire) ;
- Lorsque le front de flammes génère une onde de pression, on parle d'explosion de fumées (Smoke Explosion).

Synthèse des phénomènes à cinétique rapide



Combustible (gaz de pyrolyse)
- Produit par l'action de la chaleur sur un combustible solide ou liquide
- Accumule et rayonne la chaleur
- Se propage par convection quand il est chaud
- Est transporté par les mouvements d'air quand refroidi
- S'enflamme en p ésence d'oxygène et de chaleur

En JSP 4 ces phénomènes thermiques seront développés plus en profondeur et repris lors de votre SEM JSP 4 au GFOR à l'aide de démonstrations sur des outils à taille réduite.

IV. EFFETS DES INCENDIES :

A. SECURITE ET SANTE DES SP :

La première protection des sapeurs-pompiers dans la zone d'exclusion définie par le COS est le port complet des EPI associés à l'ARI.

INFO SUR LES NANOPARTICULES :

"SE PROTEGER AFIN DE VIVRE PLUS LONGTEMPS"

Un incendie est une combustion non contrôlée qui émet des quantités importantes de chaleur et de produits nocifs comme il a été développé dans ce cours.

Le sapeur-pompier doit comprendre que des gestes et comportements simples peuvent permettre de limiter le transport et le transfert de contaminants.

Sans précaution le SP va permettre aux différents polluants de contaminer les engins de secours, les remises, les vestiaires, les lieux de vies de la caserne.

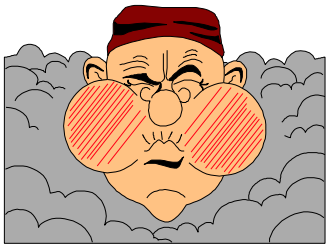
L'atténuation de l'impact des polluants passe par un nettoyage maximum des EPI et des matériels sur les lieux de l'intervention : § cours sur la MGO : reconditionnement sur les lieux vu en JSP 1.

B. SUR L'HOMME :

Les effets physiologiques et psychologiques liés à l'exposition aux effluents du feu peuvent affecter de manière significative la capacité des occupants à prendre les bonnes décisions pour accomplir l'extinction d'un début d'incendie, d'évacuer ou de se protéger.

Les effets physiologiques lors d'un incendie sont les suivants :

- Diminution de la visibilité à cause de l'opacité des fumées, de ses effets irritants et de la chaleur intense,
- Difficultés à respirer dues à la diminution du taux d'oxygène et aux gaz toxiques ou corrosifs.
- Brûlures pulmonaires par inhalation des gaz chauds.



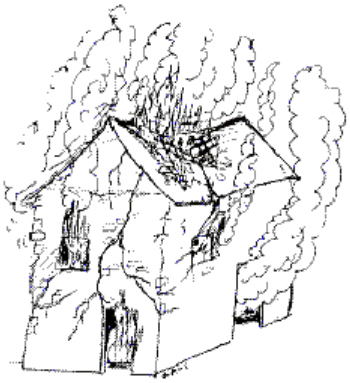
Les fumées sont les principales causes de mortalité lors des incendies : environ 85 %.

Note : Se reporter au cours sur les atmosphères non respirables et contraintes physiologiques pour plus de détails sur la composition des fumées.

- Brûlures cutanées : provoquées la quantité de chaleur émise par les flammes ou par les matériaux en combustion.

Les effets psychologiques post incendie peuvent avoir des répercussions sur la personne : pertes de membres de la famille et / ou pertes d'emploi, de ses biens, etc.

B. SUR LE BATIMENT :



Il s'agit de :

- La destruction des biens d'un particulier,
- Perte d'outils de productions (usine),
- Perte d'un patrimoine culturel,
- Ruine du bâtiment.