

## I/ Généralités

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, potentiellement 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.

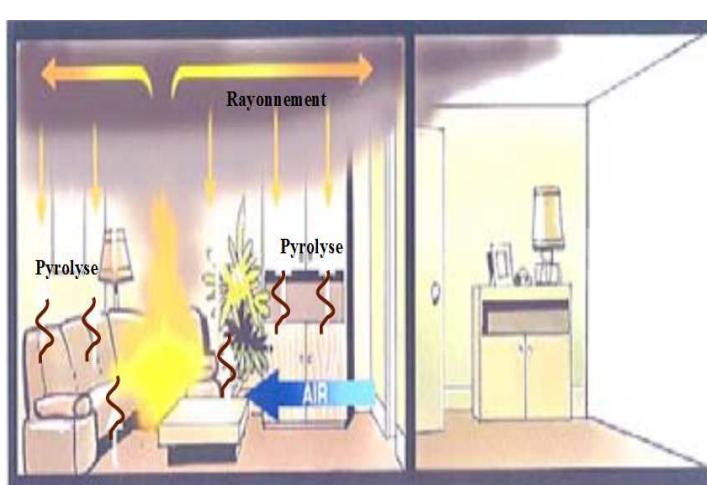
Ces événements peuvent être attribués à trois grandes familles:

- les embrasements généralisés éclairs (flashover)
- les explosions de fumées (backdraft)
- les inflammations de gaz issus d'un incendie (Fire Gas Ignition)

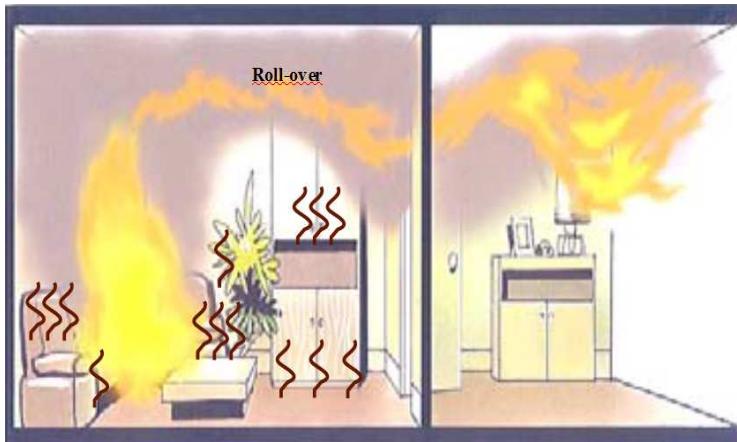
### I / Flashover (embrasement généralisé éclair)



Passage brutal d'un feu localisé à l'embrasement généralisé de tous les matériaux combustibles contenus dans un volume ventilé.



Dans un volume semi-ouvert, en phase de croissance, les fumées s'accumulent sous le plafond et forment une couche de gaz combustibles. Cette couche transmet la chaleur (convection) à tous les objets en contact avec elle (meubles, revêtements muraux...) tout en rayonnant dans toutes les directions. Ceci provoque une montée en température des objets et revêtements en dessous d'elle (mobilier, aménagements intérieurs) qui vont se décomposer en émettant des gaz de pyrolyse.



La couche de fumée, enrichie par ces gaz de pyrolyse va commencer à s'enflammer sporadiquement (anges danseurs) lorsqu'elle atteint sa température d'auto-inflammation puis à s'enflammer à l'interface air/fumées (roll-over)



Cet effet va causer une augmentation substantielle de la température de la fumée qui va à son tour augmenter la température des objets au travers d'un rayonnement plus important.

Le débit de pyrolyse augmente significativement et l'allumage des gaz de pyrolyse nouvellement formés va causer l'embrasement généralisé de la pièce.

#### SIGNES ANNONCIATEURS DU FLASHOVER

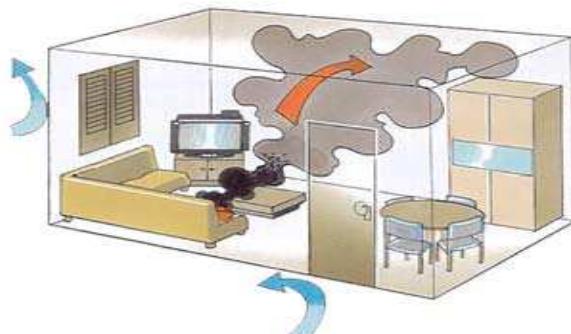
<b>BÂTIMENTS ET OUVRANTS</b>	Le flashover se produira dans la plupart des bâtiments si l'air est disponible. Les enceintes avec un débit d'air naturel limité sont moins susceptibles de produire un embrasement généralisé avant que l'air disponible ne soit consommé
<b>CARACTÉRISTIQUES DES FLAMMES ET FUMÉES</b>	-envahissement de plus de la moitié de la hauteur du volume -épaississement du plafond de fumées -assombrissement vers le noir -convection importante à cause de l'augmentation de température -foyer vif, flammes claires. Présence d'anges danseurs et de roll-over* dans la fumée.
<b>APPORT D'AIR</b>	-facilité par le maintien de l'ouverture du volume -augmente la puissance du feu -peut accélérer la survenue du flash -souvent caractérisé par des écoulements vers l'intérieur du volume en partie basse de l'ouvrant (donne le sentiment de respiration du feu)
<b>CHALEUR</b>	-couche de fumée rayonnantes, imposant une position au plus près du sol. -dégagement de gaz de pyrolyse

\* Les roll-over sont le signe de l'imminence de l'embrasement généralisé éclair. Le binôme confronté à ce phénomène doit adopter immédiatement une attitude défensive et se replier en dehors du volume concerné.

## **II/ Backdraft (explosion de fumées)**



**Fumées surchauffées, accumulées dans un volume clos,  
explosant lors d'un apport d'air**

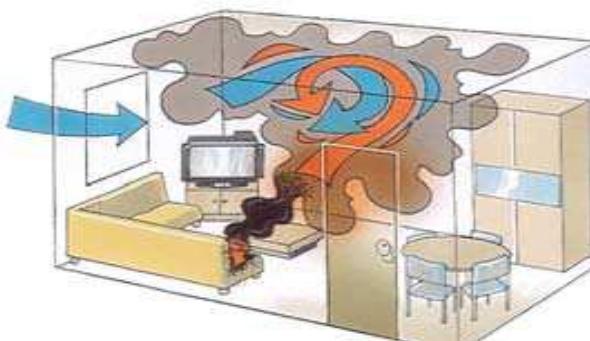


Dans un volume clos, en phase de développement des produits de pyrolyse et des produits de combustion inflammables s'accumulent à forte concentration dans le volume concerné, au dessus de leur LSE.

Dans cette pièce, les échanges avec l'extérieur sont faibles, l'apport d'air est quasi nul.



Le volume est rempli de fumées chaudes, en surpression. Les fumées à l'intérieur du volume ne peuvent pas s'enflammer par manque d'air.



Une admission d'air frais se fait brutalement (ouverture ou rupture d'un ouvrant). Le courant de convection se rétablit. Un brassage se fait entre les produits de combustion et de pyrolyse accumulés et l'apport d'air, créant une zone de pré-mélange qui rentre dans sa plage d'inflammabilité.



Une source d'ignition enflamme cette zone de pré-mélange qui en se dilatant va provoquer l'expulsion de l'ensemble des fumées vers l'extérieur, qui à son tour, s'enflamme.

Ce phénomène peut se produire lorsqu'un feu a été sous-ventilé pendant un certain temps.

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

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

#### SIGNES ANNONCIATEURS BACKDRAFT

<b>BÂTIMENTS ET OUVRANTS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Volume clos ou considéré clos</li> <li>-Volume en surpression</li> <li>-Vitres noircies qui peuvent vibrer</li> <li>-Apport d'air inexistant ou très faible</li> </ul>
<b>CARACTÉRISTIQUES DES FLAMMES ET FUMÉES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-fumées épaisses et concentrées dans le volume en feu, accumulées jusqu'au sol</li> <li>-fumées grasses et chargées sortant sous pression par bouffées par les interstices.</li> <li>-la couleur claire (brun-jaune) peut indiquer que les fumées sont chargées en gaz de pyrolyse</li> <li>-les dépôts noirs indiquent de la condensation des gaz de pyrolyse sur les parois sous forme de dépôts huileux</li> <li>-la sortie de la fumée rapide indique une forte pression à l'intérieur du volume et une température élevée</li> <li>-l'alternance de sorties soudaines et rapides de la fumée suivie et d'entrées soudaines de l'air à travers une ouverture, est un indicateur courant d'un backdraft imminent (il peut s'agir de phénomènes apparentés à des pulsations, parfois audibles)</li> <li>-Quasi absence de flammes visibles dans le volume concerné.</li> </ul>
<b>APPORT D'AIR</b>	Si rupture du confinement
<b>CHALEUR</b>	Accumulée dans le local (foyer initial, fumées, parois...)

### III / Fire Gas Ignition (inflammations de gaz issus d'un incendie)



Accumulation de produits de combustion riches en gaz imbrûlés et/ou de gaz de pyrolyse qui s'enflamment après avoir été mis en contact avec une source de chaleur.



Émission de gaz combustibles issus d'un foyer initial ou résiduel (déblai)

Déplacement de ces gaz vers l'extérieur ou dans des volumes éloignés (facilité par la convection et l'écoulement dû au sens de tirage)

Mélange avec un comburant (air)



Contact de ce mélange avec une énergie d'activation (foyer d'origine, matériaux incandescents ou suffisamment chauds déplacés : braise, matériel électrique, déblai...)



Inflammation du mélange avec une cinétique pouvant être plus ou moins rapide. 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.

À la différence d'un "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.



Ces phénomènes peuvent se produire avec des fumées qui se sont refroidies (dites "froides")

## On distingue deux catégories de FGI (Fire Gas Ignition)

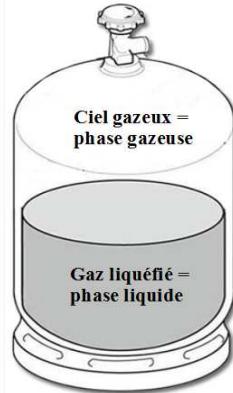
- *flash fire* : feu éclair, lorsque le front de flamme dans le pré-mélange ne génère aucune onde de pression, ou de façon négligeable
- *smoke explosion* : explosion de fumées, lorsque le front de flamme génère une onde de pression

SIGNES FIRE GAS IGNITION	
CONDITIONS DE REALISATION	Les Fire Gas Ignition se produisent généralement dans les couloirs adjacents au volume source. Pour autant, les vides, les conduits, les cages, (escalier, ascenseur), les constructions à ossature croisée, les grands espaces ouverts, les plafonds hauts, les faux plafonds ou plafonds suspendus, permettent à la fumée d'être transportée et de s'accumuler dans les zones voisines ou non de l'enceinte d'origine. Le combustible imbrûlé dans la fumée est souvent partiellement mélangé à l'air frais et peut s'accumuler dans des concentrations inflammables. L'apport d'une énergie d'activation va provoquer l'inflammation de ce mélange.
CARACTERISTIQUES DES FUMEES ET GAZ DE PYROLYSE	-accumulation des fumées parfois plus claires (mélange partiel avec l'air dans la plage d'inflammabilité) à une certaine distance de la source -peut donner de faux indicateurs de l'emplacement du foyer -parfois difficiles à percevoir -en s'éloignant du foyer, les fumées se refroidissent. Les mouvements convectifs diminuent. Les fumées sont alors transportées par des mouvements aérauliques du bâtiment. Les fumées peuvent alors s'accumuler dans des locaux adjacents contigus, superposés, voire sous le plan du feu.
APPORT D'AIR	-présence d'air initial ou par création d'une amenée d'air qui permet le pré-mélange air/gaz combustible
CHALEUR	-apportée par le feu lui-même -apportée par toute autre source d'ignition (appareil électrique, débris braisant lors de la phase de déblai, ...)

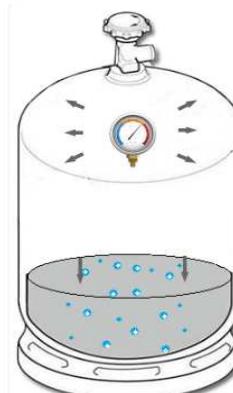
## IV/ BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)



Vaporisation violente à caractère explosif consécutive à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique.

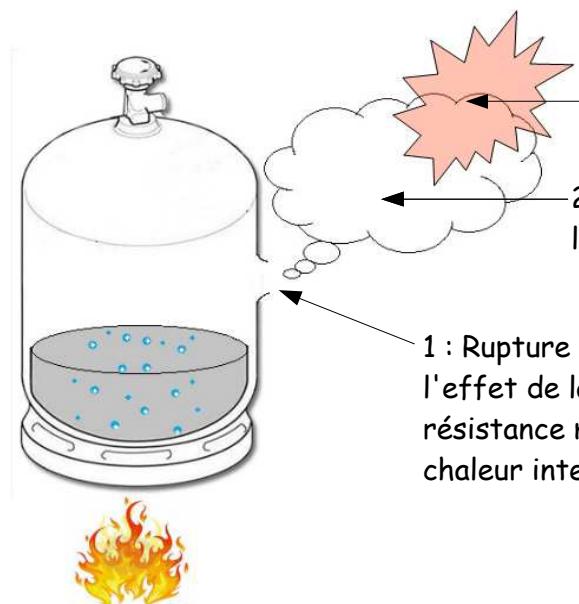


En situation normale, un gaz contenu dans un réservoir est maintenu en phase liquide grâce à la pression. Il demeure néanmoins une phase gazeuse.



Réservoir soumis au feu, ébullition de la phase liquide = vaporisation (diminution du volume de la phase liquide)

Augmentation du volume de la phase gazeuse = montée en pression dans le réservoir



3: Inflammation du nuage de gaz = boule de feu

2 : Expansion du gaz dans l'atmosphère

1 : Rupture de la paroi du réservoir sous l'effet de la pression (diminution de la résistance mécanique de la paroi à cause de la chaleur intense)



Le BLEVE peut survenir avec tout liquide, inflammable ou non, lorsqu'il est chauffé et contraint dans une enceinte fermée.

L'éclatement a pour conséquence des effets de surpression, un flux thermique, la projection de fragments du réservoir avec effet missiles (>100m), la projection de matériaux divers de construction, auxquels s'ajoutent les phénomènes dangereux liés aux propriétés du gaz (toxique, comburant, inflammable).

### Conduite à tenir lors de la découverte d'une bouteille de gaz soumise ou feu:

Une bouteille précocement refroidie, avec un jet diffusé d'attaque, est rapidement sécurisée. Ce refroidissement doit être réalisé si la bouteille est soumise aux flammes ou si sa température de surface est supérieure à 50°C. Le refroidissement est considéré comme atteint lorsque l'eau de refroidissement ruisselle sans évaporation visible sur l'enveloppe et/ou lorsque la mesure à la caméra thermique de l'enveloppe de la bouteille correspond à la température ambiante.

- Identifier, selon le type d'intervention, la présence possible d'une ou plusieurs bouteilles par les éléments pris à l'alerte et/ou durant la reconnaissance
- En fonction de la balance des enjeux, le COS n'engagera au contact du feu que le personnel strictement nécessaire.
- Effectuer un relevé de température et si possible des mesures explosimétriques



A 80°C, la bouteille est à considérer très dangereuse. Un bouteille gonflée doit alerter sur l'imminence d'un éclatement.

- Transmettre les informations recueillies aux intervenants (type de bouteille, nature du produit et localisation)
- Mettre en place un zonage opérationnel, se protéger derrière des écrans (murs...)
- Limiter l'exposition des bouteilles de gaz au rayonnement thermique (mise en œuvre de rideau d'eau) et refroidir les bouteilles soumises au feu en jet diffusé d'attaque (jet droit direct interdit!).
- Manipuler ou déplacer une bouteille de gaz chauffée par le feu qu'après l'avoir suffisamment refroidie.
- Assurer une surveillance attentive de l'évolution du sinistre