

ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

UV J.S.P. 4

Module : INC



**Phénomènes
thermiques en volume
clos ou semi-clos**

Version 2



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

La plupart des feux auxquels sont confrontés les sapeurs-pompiers se produisent dans des bâtiments ou, de façon plus générale, dans des volumes clos ou semi-ouverts.

Plusieurs accidents survenus au cours des reconnaissances ou des opérations d'extinction de ces incendies rendent indispensables l'adaptation des connaissances et des techniques d'intervention.

L'utilisation de nouveaux matériaux de synthèse dans les constructions, ainsi que l'amélioration de l'isolation des locaux, influent très sensiblement sur la manière dont les feux se comportent en milieu clos ou semi-ouvert.

Ainsi, ces feux, parfois initialement de faible ampleur, peuvent se développer très rapidement, produisant une grande quantité de fumées et provoquant, sous l'effet de la chaleur, la distillation de gaz combustibles par la décomposition chimique des matériaux contenus dans le volume (pyrolyse).

Cette situation peut alors conduire :

- ↳ Soit à l'explosion, lors de l'introduction d'air, des fumées et des gaz combustibles accumulés dans le volume si celui-ci est clos ;
- ↳ Soit à l'embrassement généralisé et instantané des matériaux combustibles présents dans le volume si celui-ci est partiellement ouvert

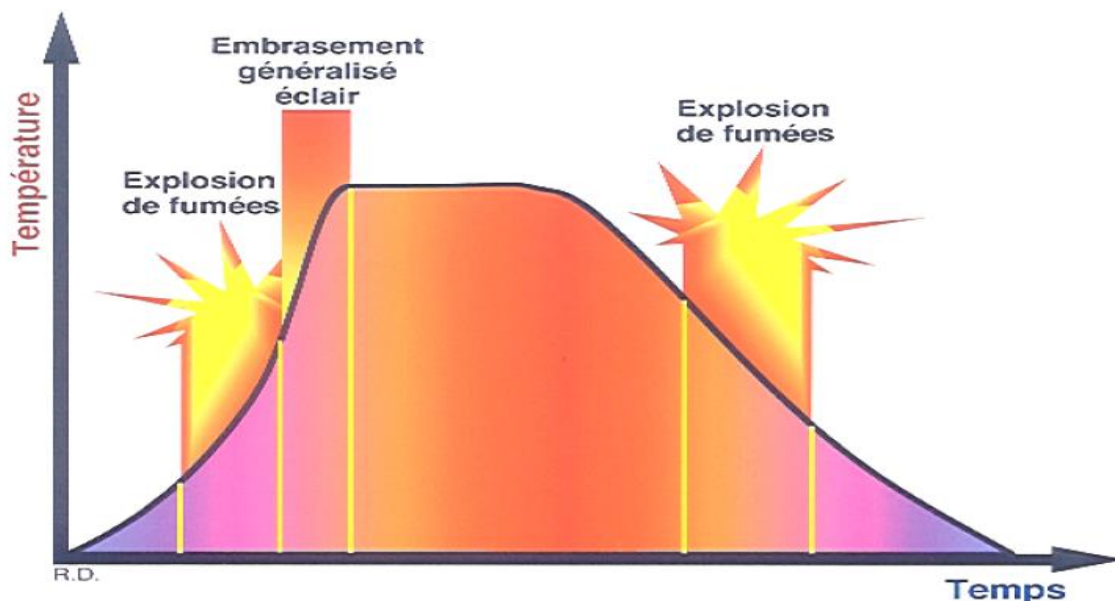
Les fumées et les gaz issus d'un incendie s'avèrent ne pas être que de simples résidus ou des sous-produits de la combustion, mais **constituent en réalité un véritable mélange combustible.**

Les situations présentant des risques d'explosion de fumées et d'embrassement généralisé éclair sont particulièrement délicates à identifier.

Face à ces phénomènes thermiques d'une extrême dangerosité, souvent mortels, il est nécessaire d'apporter aux sapeurs-pompiers tous les éléments leur permettant d'apprécier les risques encourus et de proposer les conduites opérationnelles adaptées afin d'éviter leur survenue ou, tout au moins, limiter leurs effets destructeurs.

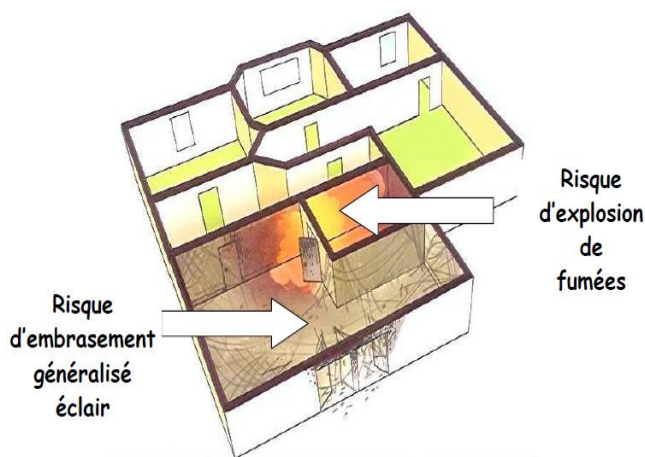
Il est aisé de comprendre que les phénomènes d'explosion de fumées et d'embrassement généralisé éclair **peuvent survenir lors des différentes phases d'un même incendie** et intéresser plusieurs zones adjacentes. Les risques pour les sapeurs-pompiers sont ainsi fonction du **moment** et du lieu de leur intervention.

L'embrassement généralisé éclair apparaît **dans la phase de croissance** du feu. C'est le moment où le feu localisé se généralise.



L'explosion de fumées peut être plus insidieuse et survenir **aussi bien en phase de croissance qu'en phase de déclin.**

L'attention des intervenants est alors relâchée, ce qui rend cette phase d'autant plus délicate et dangereuse.



Exemple de locaux gigognes

Les sites présentant des **configurations bâtementaires complexes**, notamment dans le cas de **locaux gigognes**, doivent alerter les intervenants sur les risques d'explosion de fumées et d'embrasement généralisé éclair qu'ils peuvent générer.

Par des transferts de fumées ou de gaz de combustion depuis un local sinistré, il est toujours possible, au sein d'un bâtiment, que des **zones**

proches soient concernées par un risque d'explosion de fumées ou d'embrasement généralisé éclair sans que l'un de ces phénomènes se soit produit dans le volume initial.

De plus, la survenue d'une explosion de fumées **n'exclut pas** celle d'un embrasement généralisé éclair et inversement.



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

La plus grande vigilance reste requise pendant toute la durée de l'intervention.

I. ENVIRONNEMENT :

A. ENVELOPPE BÂTIMENTAIRE :

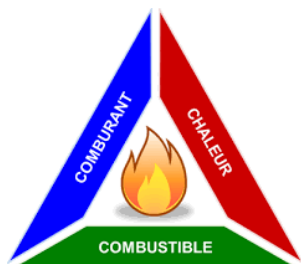
Une maison, un immeuble, un établissement recevant du public, tout local quelle que puisse être son activité, est conçu selon le même principe : constituer une enveloppe au sein de laquelle les activités humaines peuvent se développer.



Cette enveloppe matérielle a une double fonction :

- ↳ Protéger les occupants et/ou les biens contre les intempéries, les intrusions, les bruits ;
- ↳ Maîtriser les **échanges thermiques entre l'extérieur et l'intérieur** de la construction. Les bâtiments modernes, de par leur conception, constituent des « pièges » dans lesquels la chaleur se trouve confinée.

B. ÉLÉMENTS NÉCESSAIRES AU DÉMARRAGE DU FEU :



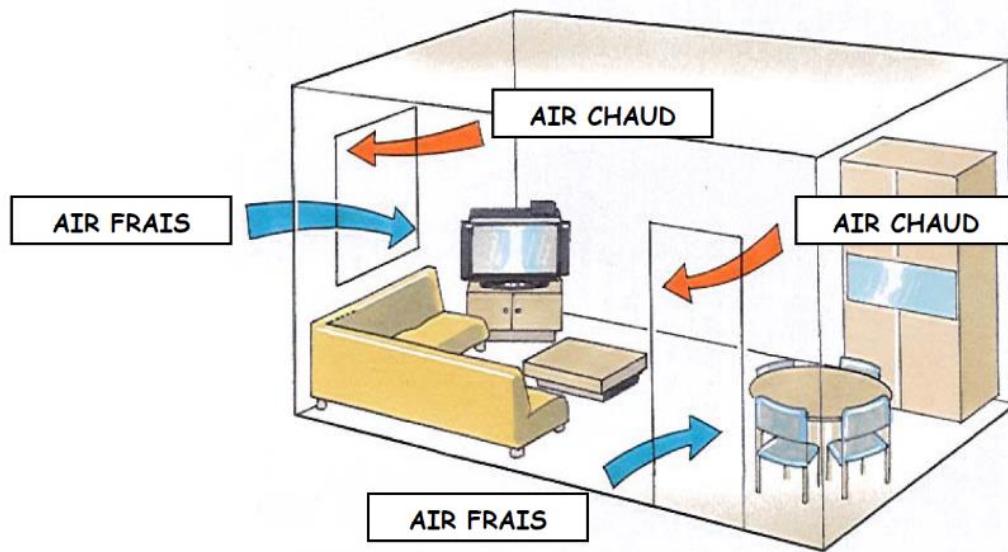
Voir cours sur la combustion vu en JSP 1

C. SCÉNARIO TYPE D'UN INCENDIE DANS UN VOLUME :



Pour le développement de l'incendie, doivent s'établir :

Des échanges de **matières** (comburant et combustible),
De l'air frais (comburant), qui doit arriver au niveau du foyer pour entretenir la réaction, de combustion des gaz de pyrolyse issus des matériaux chauffés (combustible).



Cycle des échanges en volume semi-ouvert : portes et fenêtres ouvertes

C'est désormais le débit d'arrivée d'air frais (présence et taille des ouvertures) qui peut orienter l'évolution de l'incendie :

- Soit vers une situation d'explosion de fumées ;
- Soit vers une situation d'embrassement généralisé éclair.

L'apparence banale de la situation rencontrée peut-être trompeuse !

La taille du bâtiment, ainsi que l'importance de l'incendie ne sont pas obligatoirement en rapport avec les risques encourus par les personnels engagés.

Cf. : se reporter au cours sur "propagation et effets" pour le détail des échanges et les développements d'un feu.

II. EXPLOSION DE FUMÉES (EF) :

A. DÉFINITION :

Suite à un apport d'air, c'est l'explosion des fumées surchauffées accumulées dans un volume clos.





B. PARAMÈTRES D'APPARITION DU PHÉNOMÈNE :

1. Situation :

Le feu se développe dans un volume clos :

↳ Les échanges entrées/sorties sont quasi inexistantes :

- ✓ L'apport d'air frais est très faible, générant une combustion très incomplète ;
- ✓ Le feu s'étouffe ;
- ✓ Les fumées et la chaleur produites par le foyer initial s'évacuent difficilement du volume ;

↳ Sous l'effet de l'accumulation des fumées et de la chaleur, une mise en pression s'opère.

2. Combustible :

Les fumées sont très chargées en gaz imbrûlés, en suies et en gaz de pyrolyse. Le mélange se rapproche de sa limite supérieure d'inflammabilité (L.S.I.).

3. Comburant :

L'oxygène ayant été en grande partie consommée dans la phase initiale et l'apport d'air extérieur étant insuffisant, la vitesse de réaction est ralentie : l'incendie passe d'une combustion vive à une combustion lente.

4. Chaleur :

La chaleur ne s'étant pas évacuée, la température du local est très importante. Le volume est surchauffé, ce qui a pour conséquence d'augmenter la pression en partie haute du volume. La combustion se réduit à celle des éléments incandescents qui continuent à dégager une certaine quantité de chaleur maintenant ou augmentant le niveau de température, donc d'énergie ambiante contenue dans le volume.

5. Fumées :

La composition exacte de ces fumées est délicate à déterminer, mais des constantes apparaissent : le taux de monoxyde de carbone (CO) est important et de nombreuses molécules riches en carbone, plus ou moins oxydées, sont présentes.

En phase de combustion qualifiable de « **fumigène** », le volume impliqué se remplit de **fumées denses, grasses, de couleurs variables**.

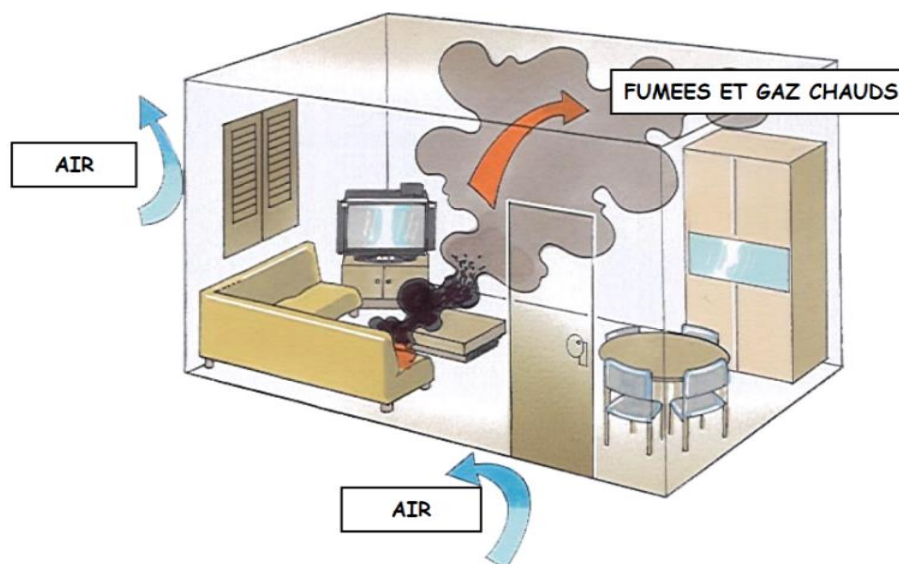


Comme nous l'avons vu dans le cours sur la combustion, en JSP 2, les fumées et les gaz issus d'un incendie ne sont **pas de simples résidus** ou des **sous-produits de la combustion**. Ils forment un **mélange combustible**. Leurs couleurs peuvent nous renseigner sur les matériaux en combustion.

C. SCÉNARIO TYPE ET DESCRIPTION DU PHÉNOMÈNE :

Une **chaleur intense** règne à l'intérieur du volume. **Un ou plusieurs points d'ignition** peuvent encore, à ce stade, provoquer l'inflammation du mélange combustible qui ne prend toutefois pas la forme d'une réaction explosive. Puis le volume de fumées augmentant, la **limite supérieure d'inflammabilité** du mélange combustible est **dépassée**.

Tous les éléments nécessaires à la combustion sont donc présents, **à l'exception du comburant** (l'oxygène de l'air en l'occurrence).



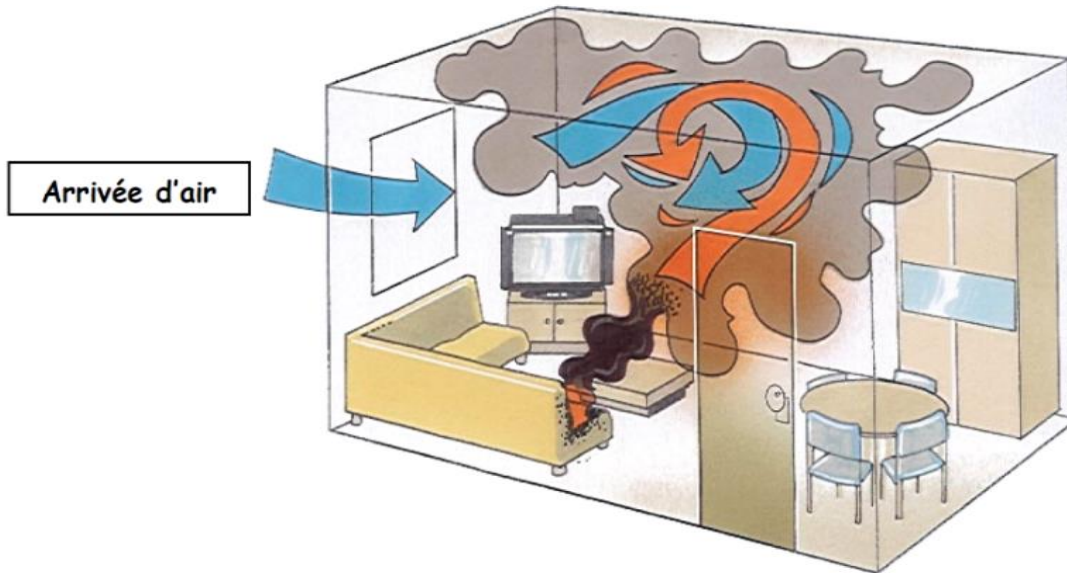
Feu initial : porte et fenêtre fermées

Il suffit qu'une **entrée d'air** se produise pour que le mélange combustible puisse rentrer dans sa **zone d'inflammabilité**, se rapprochant ainsi des conditions de **mélange idéal**.

Déclenchement du phénomène : L'amenée d'air peut survenir de différentes manières. Par exemple :

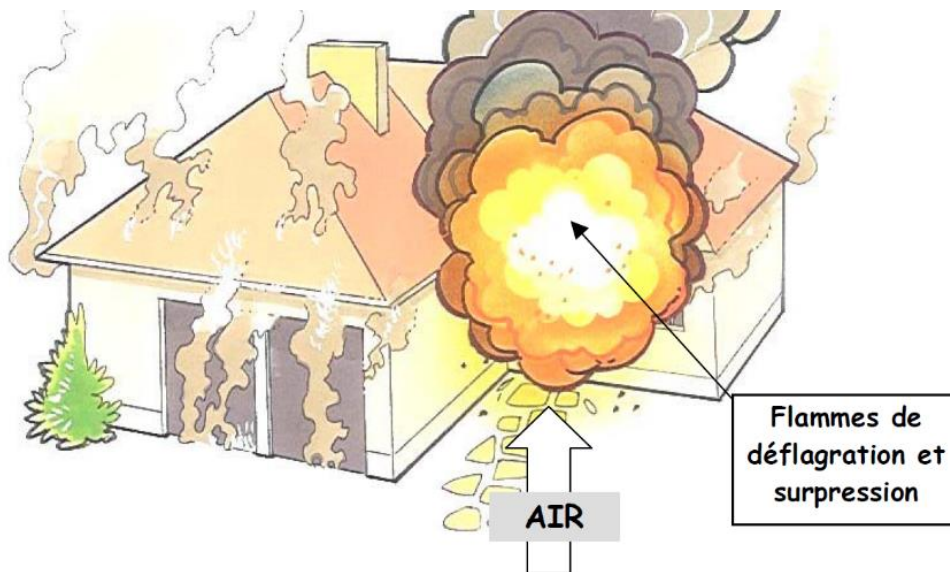
- ↪ Une vitre cède sous l'effet de la chaleur, de la surpression ou de la dilatation des huisseries,

- ↳ Les sapeurs-pompiers ouvrent une porte, cassent une vitre ou, plus schématiquement, percent l'enveloppe du volume dans un but de reconnaissance et de ce fait permettent une amenée d'air.



Déclenchement du phénomène : porte fermée et fenêtre ouverte

Le résultat est fulgurant : au contact des points d'ignition (braises) dans le volume, une **violente explosion se produit** : le local s'embrase et une **boule de feu** apparaît dans l'ouverture créée, due à la détente de la surpression.



Rupture du confinement et explosion de fumées



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

Comme dans toute explosion, un **effet de souffle** aggrave les conséquences thermiques de l'allumage : les structures sont soumises à une **onde de surpression** qui peut causer d'importants dégâts et mettre en péril la stabilité de l'édifice.

Les personnels sont exposés aux effets cumulatifs des **brûlures**, du **blast**, de blessures par **projections** et **chutes** de matériaux.

D. LES SIGNES D'ALARME :

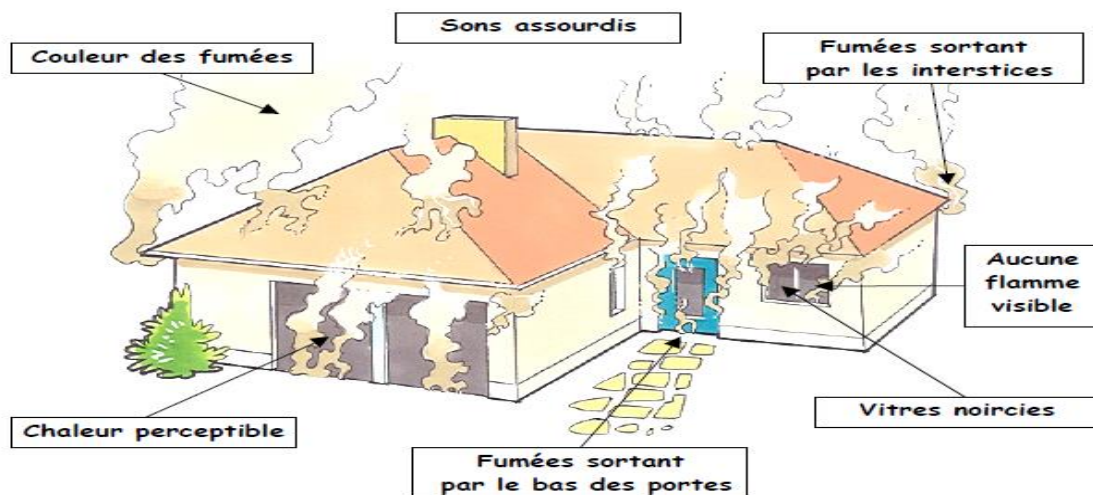
L'observation des signes d'alarme de l'occurrence d'une explosion de fumées doit concerner **l'extérieur du volume sinistré**.

En présence d'un volume clos, **il est possible d'observer de l'extérieur** que :

- ↪ Les **fumées** sont **grasses, chargées**, compte tenu de la phase de production à l'intérieur de l'espace impliqué :
 - ✓ Elles sortent par **bouffées** des interstices, avec une apparence de pulsation similaire à celle d'une soupape à vapeur : le feu « respire ».
 - ✓ Elles peuvent sortir par le **bas** des portes où entre habituellement l'air frais.
 - ✓ Une particularité peut également être observée dans de telles situations : des fumées extériorisées peuvent être **ré-aspirées** à intervalles irréguliers. Ce phénomène est dû à un régime aéraulique de type turbulent à l'intérieur du volume qui engendre des zones de dépressions très localisées qui, lorsqu'elles surviennent près des interstices des ouvertures, produisent cette aspiration de l'extérieur vers l'intérieur.
 - ✓ Les fumées sont de **couleurs inhabituelles**, généralement foncées : en fonction des matériaux décomposés, elles peuvent être jaunâtres, brunâtres ou verdâtres, parfois plus claires, grises ou blanches.
- ↪ **Aucune flamme ou lumière** n'est visible de l'extérieur : seules des lueurs rouges de braises ou de petites flammes bleutées de combustion du CO peuvent être aperçues ;
- ↪ **Les vitres** sont noires et opaques, car recouvertes d'un fin dépôt de particules de carbone (suires). Elles peuvent vibrer très légèrement du fait de la chaleur et de la surpression interne.
- ↪ La chaleur est perceptible au toucher ainsi que par le rayonnement :
 - ✓ Les **portes, huisseries et poignées de porte** sont **très chaudes au toucher** ;
 - ✓ Les **sons** sont atténués et aucun crépitement habituel des feux libres n'est perceptible.



Tous ces signes traduisent une **forte intensité thermique à l'intérieur du volume**.



Ces signes peuvent apparaître plus marqués lorsque les feux sont découverts très tardivement (week-end, nuit, situés en sous-sols, ...).

III. EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ÉCLAIR (EGE) :

A. DÉFINITION :

Dans un volume semi-ouvert, passage instantané d'une situation de feu localisé à un embrasement généralisé des matériaux combustibles qui s'y trouvent.



B. PARAMÈTRES D'APPARITION DU PHÉNOMÈNE :

1. Situation :

Le feu se développe dans un volume **semi-ouvert** :

- ↪ Les **échanges** entrées / sorties **existent** ;
- ↪ Le feu, étant suffisamment **alimenté en air**, se développe, et la quantité de **fumées** produites **augmente rapidement** ;



- ↳ Les **fumées s'accumulent en partie haute** du volume et la **chaleur** provoque une **augmentation** de la **production** des gaz de distillation ;
- ↳ Les **flammes** sont **vives**.

2. Combustible :

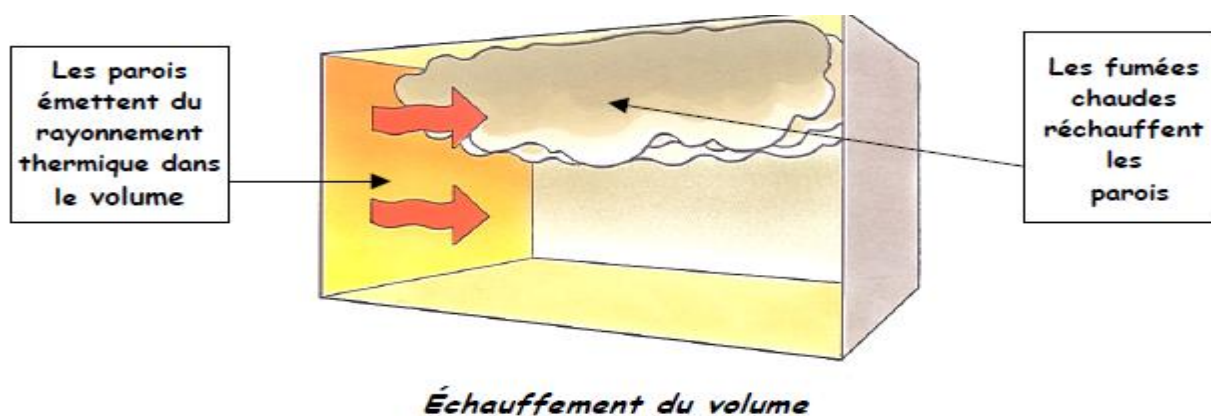
Sous l'effet de la chaleur rayonnée par le foyer, les fumées et les parois, les matériaux présents dans le volume se dégradent rapidement en émettant des gaz de pyrolyse combustibles.

3. Comburant :

Le comburant est disponible en quantité suffisante pour entretenir une combustion vive. Il est amené au foyer par l'intermédiaire des ouvertures qui favorisent l'apport d'air.

4. Chaleur :

Une importante chaleur est dégagée. Elle s'accumule en partie haute du volume, dans la couche de fumées, et provoque un réchauffement très important des parois.



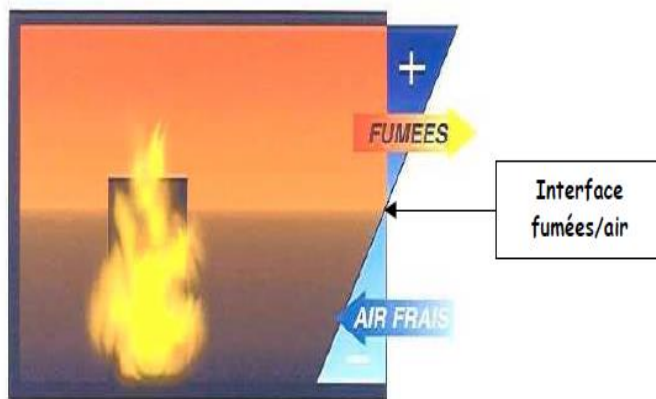
5. Fumées :

Bien que des fumées s'échappent par les ouvertures du local, une partie se retrouve piégée dans le haut du volume, augmentant le potentiel calorifique. Elles s'accumulent au plafond et se stratifient, créant un « matelas de fumées ». L'interface entre les fumées et l'air est clairement marquée.

C. SCÉNARIO TYPE ET DESCRIPTION DU PHÉNOMÈNE :

Lors de la phase de croissance, le tirage s'établit. Les grands principes de l'aéraulique permettent d'identifier les phénomènes suivants :

- ↪ Le **local est en surpression en partie haute** du fait de l'augmentation de la chaleur due à la pyrolyse et à la libération de produits de combustion ;
- ↪ **De l'air entre par la dépression créée en partie basse**, alimentant l'incendie (notion de transfert de masse) ;
- ↪ En présence d'ouvertures, des échanges s'établissent : les **fumées et les gaz chauds sortent en partie haute** alors que de **l'air frais entre en partie basse**.



Comme le montre la figure ci-contre, un **gradient de pression** permet cet échange essentiel pour l'incendie.

Répartition des champs de pression

Le feu continue de croître, mais sa taille reste proportionnelle au volume qui le contient.

L'énergie libérée par le foyer, les fumées et les gaz chauds, est largement absorbée par les murs et le plafond dont la température interne continue d'augmenter de façon conséquente.

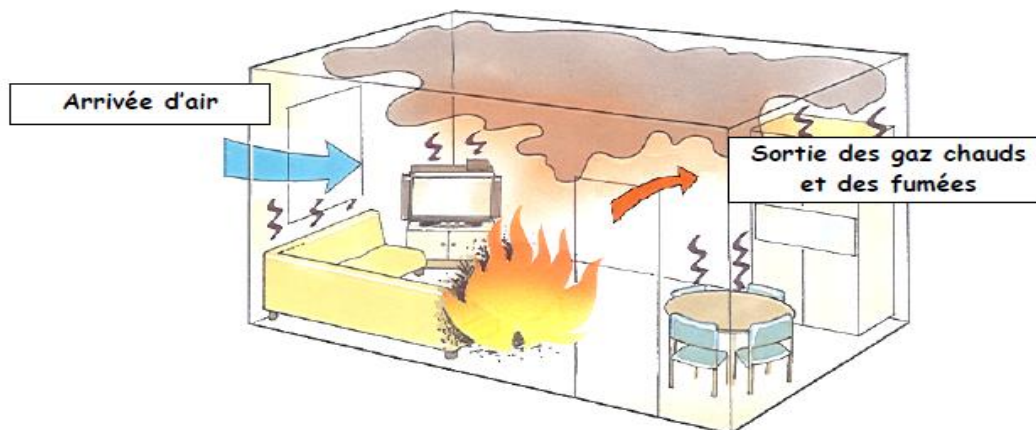
Cette élévation de température provoque l'émission de rayonnement thermique par les parois et la couche de fumées vers le cœur du volume.

Tout corps chauffé émet à son tour du rayonnement thermique.

Une concentration nouvelle de l'énergie est alors créée dans le volume. Les ouvertures du local permettent la **continuité de la ventilation** par des entrées d'air frais apportant tout le comburant (oxygène) nécessaire au foyer.

Durant cette phase, le **combustible initial** (meubles, aménagements intérieurs, décoration, etc.) réparti dans la partie basse du volume s'échauffe fortement et l'émission de **gaz de pyrolyse** augmente.

La **couche de fumées** combustibles stratifiées, qui s'est créée en partant du plafond lors de la phase de croissance, va jouer un rôle essentiel dans le déclenchement de l'embrasement généralisé éclair.



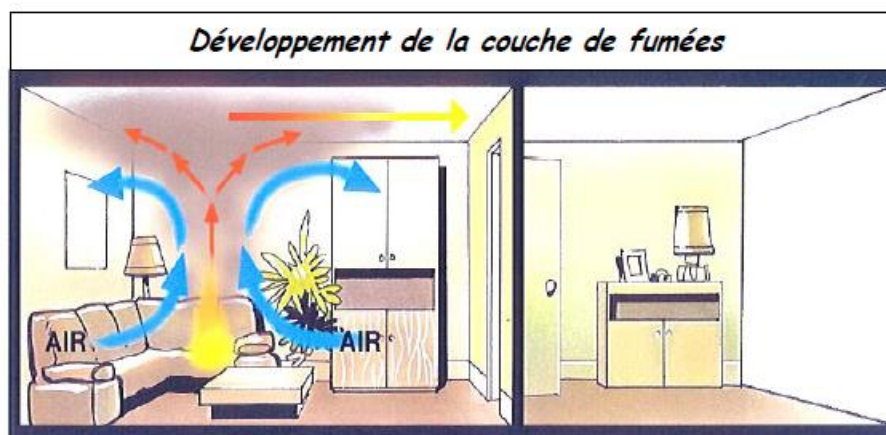
Il y aura **pyrolyse des éléments combustibles du volume**.

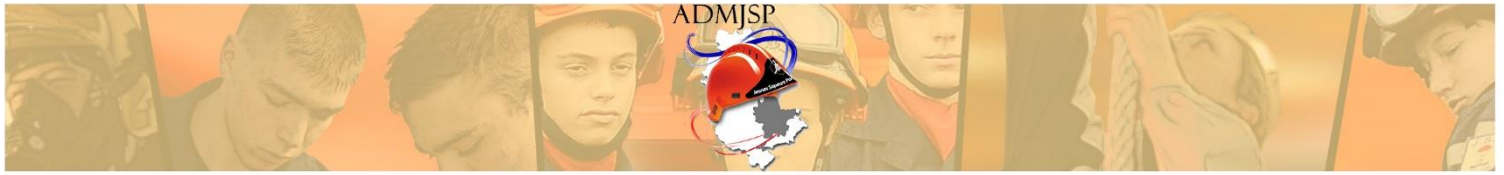
1. Couche de fumées :

Il est important de comprendre ce qui se passe au sein de la couche de fumées au-dessus du foyer. En effet, la réaction de combustion produit du « nouveau combustible ».

Comme indiqué précédemment, les éléments combustibles du volume s'échauffent sous l'effet de l'incendie en libérant des gaz de pyrolyse ; le feu est correctement ventilé, la quantité d'air frais entrant dans le volume n'étant limitée que par la section des ouvertures.

Si le flux de gaz de pyrolyse libéré est trop important pour que la flamme puisse le brûler entièrement (excès de combustible pour les capacités de ventilation), l'atmosphère du volume va voir sa **concentration en combustible** (gaz + suies) augmenter.





ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

En fonction de leur température, les **fumées et gaz se stratifient** : les couches les plus **chaudes** en partie haute, les plus **froides** en partie basse.

La **composition chimique de cette couche** dépend :

- ↪ Du type de feu ;
- ↪ Des produits impliqués dans la combustion ;
- ↪ Du taux de ventilation.
- ↪ Les **plages d'inflammabilité du mélange gazeux** composant la fumée varient en fonction des produits impliqués.

L'inflammation des gaz libère de plus en plus d'énergie ce qui intensifie encore leur combustion. Le point important est le caractère hautement inflammable des fumées et gaz issus de l'incendie.

Les fumées et les gaz issus d'un incendie ne sont **pas de simples résidus** ou des sous-produits de la combustion. Ils forment un **mélange de combustibles** qui occupe tout le haut du volume **au-dessus des intervenants**.

Il importe d'intégrer la dangerosité de cette couche de fumées et de gaz que la littérature technique décrit comme étant comparable à du **carburant**.

Le matelas de fumées, **véritable couche de combustibles inflammables**, s'enrichit et devient, au fil des minutes, de plus en plus dangereux.

Ne pas négliger la présence, entre autres gaz, de **monoxyde de carbone** dans la couche de fumées, élément particulièrement dangereux, notamment sur le plan de la **combustion**.

2. Dynamique du système :

A ce stade, la situation est la suivante :

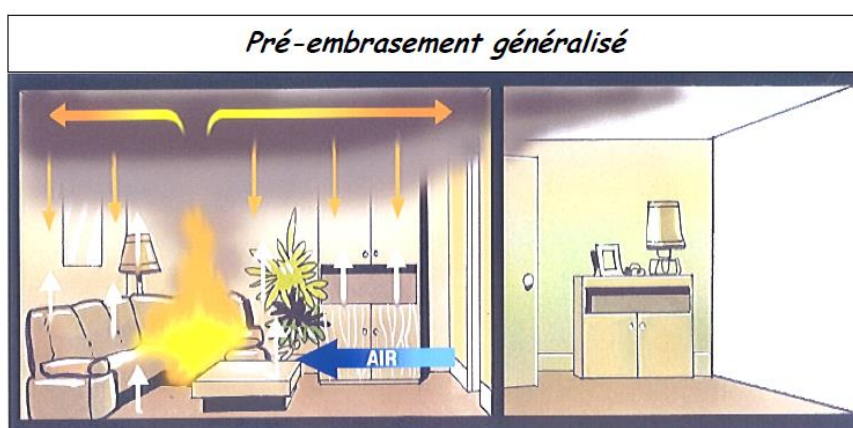
- ↪ Le local dans lequel le feu s'est déclaré depuis un certain temps possède une ouverture sur l'extérieur, permettant la ventilation du feu mais s'avérant insuffisante pour évacuer la totalité de l'énergie et des matières produites.
- ↪ La pyrolyse des éléments combustibles présents dans le volume ne cesse d'augmenter et crée à son tour du combustible.
- ↪ La couche chaude de fumées et de gaz au plafond et les parois surchauffées émettent un rayonnement thermique. L'énergie ainsi dégagée accentue l'action du foyer initial et augmente à son tour la pyrolyse et la chaleur ambiante. On assiste ainsi à des échanges thermiques par rayonnement, qui vont induire un cycle de « **montée en température** » de l'ensemble du système « **volume en feu** ».



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

Les différentes expérimentations effectuées avant la survenue de l'embrasement généralisé éclair ont révélé la présence d'une couche de fumées et de gaz dont la température est comprise entre **500 °C** et **650 °C**.

Le feu continue à se ventiler mais **l'évacuation de la chaleur reste insuffisante**. La **phase d'instabilité est maximale** et **peut évoluer** à tout instant vers **l'embrasement brutal** de tous les combustibles du volume (mobilier et fumées).



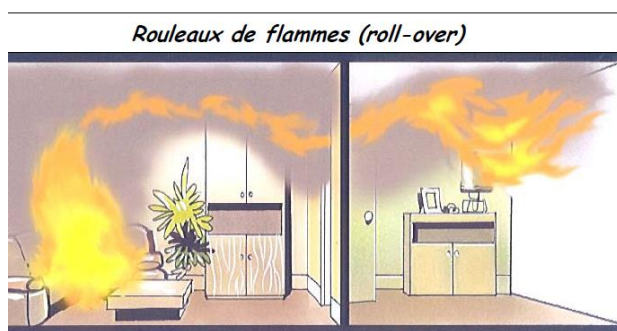
De très nombreux paramètres régissent la combustion et son expansion :

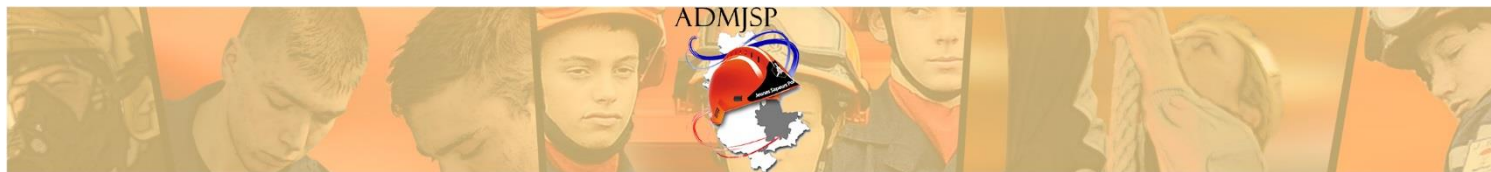
- ↻ Le rôle du monoxyde de carbone (CO) ;
- ↻ L'inflammabilité de la couche de fumées ;
- ↻ Le taux de pyrolyse ;
- ↻ La température d'ignition des gaz issus de cette pyrolyse ;
- ↻ Le rayonnement thermique depuis la couche de fumées et les parois.

3. Déclenchement du phénomène :

A ce moment, l'ambiance gazeuse du volume est **hautement inflammable** et la **chaleur maximale**. Des **petites flammes** apparaissent dans la couche de fumées, à l'interface avec l'air, lorsque la température d'auto-inflammation des gaz est atteinte.

Ces flammes s'intensifient en **rouleaux de flammes** courant dans les fumées proches du plafond ("roll-over").





ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

La couche de **fumées s'épaissit en s'abaissant assez brutalement**, emplissant de combustibles gazeux hautement inflammables la presque totalité du volume sinistré.

Cette situation annonce **l'imminence (quelques secondes) de l'embrasement généralisé éclair**, les combustibles présents dans le local (surfaces, objets) ayant été chauffés jusqu'à atteindre leur point d'auto-inflammation.

L'embrasement généralisé éclair peut se produire **à partir de 500 °C**. C'est alors le **passage brutal** d'un feu **localisé** à un feu **généralisé** :

- ↗ Le volume se retrouve **entièrement embrasé** pendant un **très long moment** ;
- ↗ La **température** « ambiante » **atteint** environ **1 000°C**.



L'incendie, localisé dans une seule partie du volume, transforme celui-ci en un brasier considérable risquant de :

- ↗ **Piéger mortellement** les intervenants et les victimes ;
- ↗ **Déstabiliser le dispositif** de lutte et de secours ;
- ↗ **Propager l'incendie**.

L'analyse des accidents liés à ce phénomène démontre qu'une personne exposée en **sort rarement indemne**.

D. SIGNES D'ALARME :

Les signes d'alarme suivants, annonçant l'imminence d'un embrasement généralisé éclair, peuvent être observés :

- ↗ Le **volume** présente des **ouvertures** permettant l'apport d'air ;
- ↗ Le foyer est localisé et produit des flammes **claires** ;
- ↗ La **couche de fumées** se densifie et s'épaissit rapidement ;
- ↗ La **chaleur** provenant de la couche de fumées est **intense** et **écrasante**, imposant de se baisser ;
- ↗ Des **petites flammes** apparaissent dans la couche de fumées, suivies de **rouleaux de flammes** à l'interface fumées/air.

Les rouleaux de flammes sont les éléments précurseurs de l'embrasement généralisé éclair.



E. TEST DU PLAFOND :

En plus de l'observation des signes d'alarme, il existe un moyen d'évaluation du danger au travers de **l'estimation du potentiel énergétique** présent dans la couche de fumées en partie haute du volume.

L'évaluation de la température de la couche de fumées s'effectue en utilisant le principe de la vaporisation de l'eau.

Dans la pratique, l'action consiste simplement à ouvrir, puis à fermer très rapidement, une lance en jet diffusé d'attaque, en visant la couche dense de fumées dans la **partie haute du volume**.

En effet, de **l'eau finement projetée** dans une ambiance suffisamment chaude se vaporise en absorbant une grande quantité d'énergie. En présence d'une énergie moindre, elle retombe rapidement sans se vaporiser. C'est ce phénomène simple et aisément observable qui doit être utilisé en opération.

Ainsi, si une partie de **l'eau projetée est transformée en vapeur** : le danger est présent et le risque d'embrassement généralisé éclair est réel.

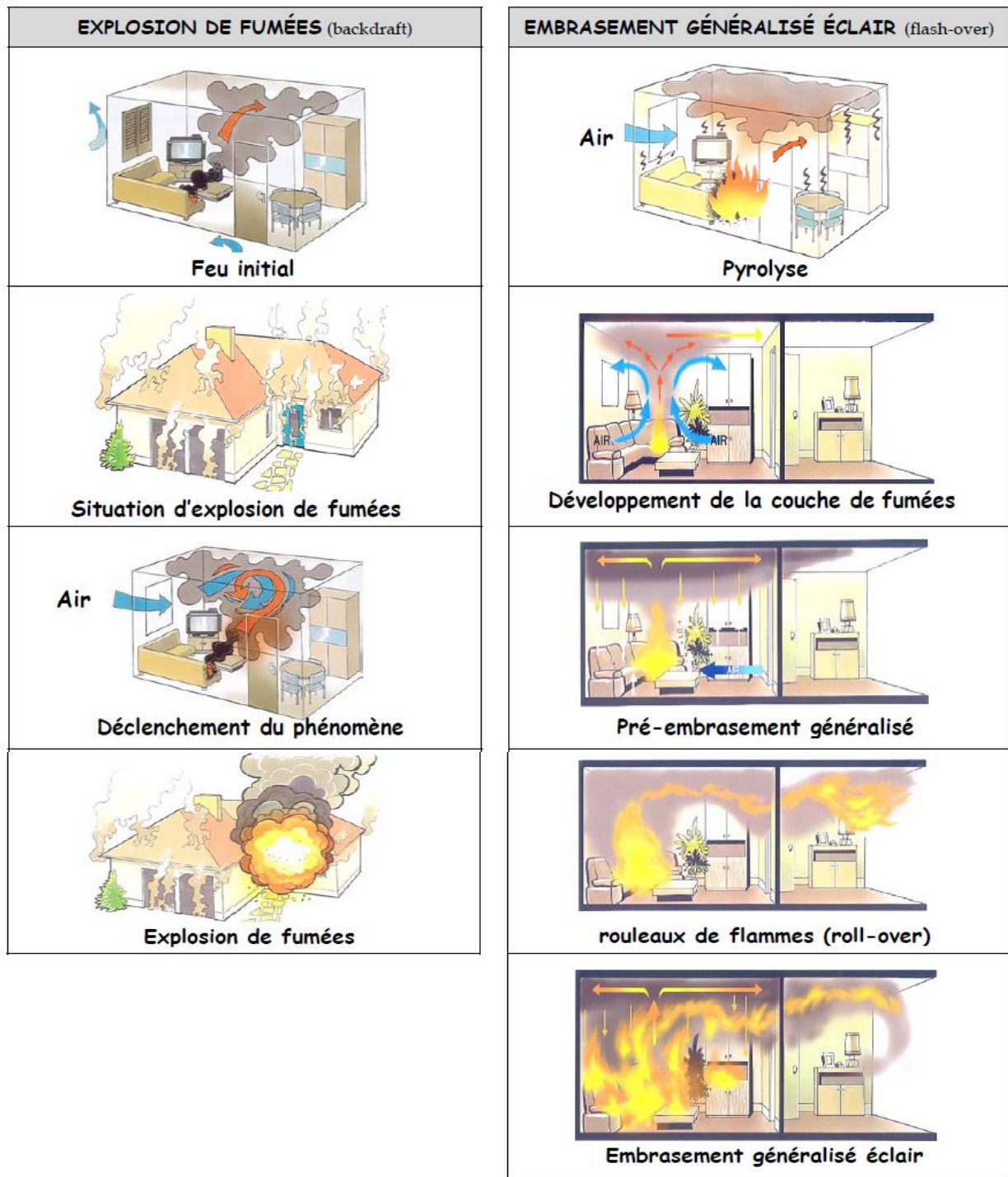


L'ordre de repli est latent, aucune progression ne doit se faire dans le volume sinistré sans une action préalable sur la couche de fumées.

Si des **gouttes retombent** : l'ambiance thermique du volume n'est pas très élevée puisque l'eau n'a pas été vaporisée. La progression du binôme d'attaque peut se faire **par étapes de 1 à 2 mètres**.

Le test du plafond doit-être répété à chaque étape de la progression et à chaque changement de volume.

SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES EF et EGE :





ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

Caractéristiques	Explosion de fumées	Embrasement généralisé éclair
Enveloppe bâtementaire	Locaux clos	Locaux semi-ouvert
Facteur déclenchant	Apport d'air	Chaleur
Fumées	<ul style="list-style-type: none"> - Très denses, grasses - Sortant sous pression (pulsées) - De couleurs inhabituelles (jaunâtres, brunâtres, verdâtres, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Denses, créant une couche de fumées - Sortant facilement - De couleurs classiques
Flammes	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune - Lueurs colorées 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibles (bien jaunes) - Vives, petites flammes très visibles - Rouleaux de flammes
Chaleur	Importante Répartie	Importante et écrasante Provient du haut du volume
Sons	Assourdis	Nets
Structures	<ul style="list-style-type: none"> - Fenêtres noircies très chaudes - Murs et volets très chauds - Vibrations des portes, baies 	<ul style="list-style-type: none"> - Ouvertures importantes alimentant le foyer en air frais
Types de feu	Couvant	vif
Risques majeurs	<ul style="list-style-type: none"> - Blast - Effondrement 	<ul style="list-style-type: none"> - Brûlures - Propagation



IV. CONDUITES À TENIR FACE AUX RISQUES D'EXPLOSION DE FUMÉES ET D'EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ÉCLAIR

Dans tous les cas, les intervenants doivent procéder à une **lecture précise** du feu avant toute action et adopter, après pénétration dans le volume, une **technique de progression** adaptée.

A. LECTURE PRÉCISE DU FEU :

Pour la bonne marche des opérations de sauvetage et de lutte contre l'incendie, la **lecture du feu** est essentielle afin d'assurer aux personnels engagés une évaluation plus précise du risque.

Une lecture du feu permanente est réalisée par l'ensemble des sapeurs-pompiers.

Le mnémotechnique suivant guide les personnels présents sur les lieux d'un feu de structure, sur les éléments à observer :

Bâtiment Flamme Fumée Chaleur Ouvrant Son



➔ Bâtiment	Type de structure, état de la structure
➔ Flamme,	Présence ou non, dans le foyer ou la fumée, intensité, etc.
➔ Fumée,	Ecoulement, couleur, débit, etc.
➔ Chaleur,	Rayonnement des fumées, ambiance thermique générale
➔ Ouvrant,	Présence d'ouvrant ouvert ou fermé, position, aspect extérieur, etc.
➔ Son.	Crépitements, sifflement, "ronflement"

La lecture précise du feu permet :

- ☞ D'évaluer le **risque** d'explosion de fumées ou d'embrasement généralisé éclair ;
- ☞ De décider des **actions tactiques** à mener.



B. TECHNIQUE DE PROGRESSION (T.O.O.T.E.M.)

Avant toute pénétration dans un volume et **lors des progressions**, les chefs d'équipe doivent, à intervalles de temps réguliers et à chaque changement de local, respecter la procédure suivante désignée sous le sigle mnémotechnique de **T.O.O.T.E.M.** :

Toucher les portes et les poignées afin d'estimer la chaleur radiante ou tester avec la lance ;

Observer tous les signes d'alarme significatifs pouvant annoncer un phénomène thermique (explosion de fumées ou embrasement généralisé éclair) ;

Ouvrir le volume, si les conclusions tirées des deux actions précédentes l'autorisent, **en veillant à se protéger** ;

Tester la température des fumées au plafond au moyen de volumes d'eau projetés en jet diffusé d'attaque ;

Engagement Minimal des personnels d'attaque dans les volumes concernés par le sinistre.

C. ACTIONS TACTIQUES A MENER :

Lorsque la pénétration du binôme d'attaque à l'intérieur du volume est envisageable, les règles générales de sécurité (stabilité de l'édifice, positionnement des intervenants, présence d'un établissement alimenté et permanence de l'eau, binôme de sécurité, ...) doivent être appliquées en permanence.



1. Explosion de fumées :

Face à ce danger d'explosion, la plus grande prudence doit être de rigueur, l'absence de flamme ne signifiant pas absence de danger (attitude défensive) :

- ↪ Effectuer une « lecture du feu » portant sur les signes d'alarme de l'explosion de fumées : appliquer le B.F.F.C.O.S. ;
- ↪ Ne jamais pénétrer dans le local et se tenir autant que possible à l'écart des ouvrants et du cône d'expansion d'une éventuelle explosion pouvant s'échapper par ces ouvertures ;
- ↪ Empêcher toute entrée d'air et plus particulièrement :



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

- ✓ Rendre impossible toute ouverture accidentelle des ouvrants,
- ✓ Prohiber toute méthode de ventilation forcée ;
- ✓ Être très attentif à tout **éclatement ou bris de vitres** : le danger d'explosion de fumées est imminent dès cet instant ;



↪ Utiliser ou créer un **exutoire en partie haute** (dans le ¼ supérieur) afin d'évacuer les gaz chauds et la surpression ;

↪ **Procéder au refroidissement des fumées** après leur échappement par l'exutoire au moyen d'une lance en jet diffusé d'attaque, afin de prévenir l'inflammation extériorisée du mélange gazeux ;

↪ **Ne jamais diriger le jet dans l'ouverture**, mais **légèrement au-dessus**, afin de ne pas contrarier l'évacuation des fumées et faciliter la ventilation ;

Dans le cas où l'évacuation des fumées en partie haute est impossible, il convient de les **inertier directement** dans le volume (attitude offensive) :

- ↪ Etablir une lance permettant un débit de l'ordre de 500 l/min ;
- ↪ Rechercher ou créer, en partie haute du volume, un **orifice réduit** (type trouée, du diamètre de la tête de la lance) donnant à l'intérieur du volume sinistré en **ayant préalablement humidifié** l'environnement immédiat (porte, parois, fumées, ...) ;
- ↪ **Introduire immédiatement** dans l'ouverture la lance en diffusé sous un débit minimum de 500 l / min, afin que l'eau projetée puisse « inertier » le volume et absorber les calories ;

La mise en œuvre de la lance devra être continue **jusqu'à la disparition des signes extérieurs** de l'explosion de fumées (fumées, flammes, chaleur, fenêtres, sons) ;

Inertier les fumées restantes et **ventiler** le local.

Le risque ne peut être considéré comme réduit qu'après constat de **l'efficacité de l'inertage** (contrôle de la diminution de la surpression interne, diminution de la température, changement de l'aspect des fumées, apparition de vapeur d'eau, etc.).





2. Embrassement généralisé éclair :

Dans une situation où la survenue d'un embrassement généralisé éclair est possible, il est impératif de :

- ↻ **Limiter le potentiel calorifique des fumées** présentes par l'emploi des techniques de ventilation,
- ↻ **Progresser par étapes successives** dans le local et prévoir l'évacuation d'urgence,
- ↻ **Neutraliser l'énergie présente** par l'emploi des techniques de refroidissement et d'extinction au moyen d'une lance en jet diffusé d'attaque à un débit minimum de 500 l/min.

a. Limitation du potentiel calorifique des fumées :

La ventilation permet une évacuation du potentiel calorifique gazeux du local, notamment par la mise en œuvre ou la création **d'exutoires situés en partie haute** du volume en feu.

Cette mise en œuvre permet aux couches chaudes de s'échapper par le haut, les parties basses restant alors plus praticables à l'intervention des porte-lance. Tout ceci doit être exécuté de manière réfléchie, ordonnée, coordonnée.

L'extraction des fumées doit **impérativement** se faire **par le haut**.

Le moyen de ventilation est activé en partie basse, **après que l'exutoire ait été réalisé en partie haute**.

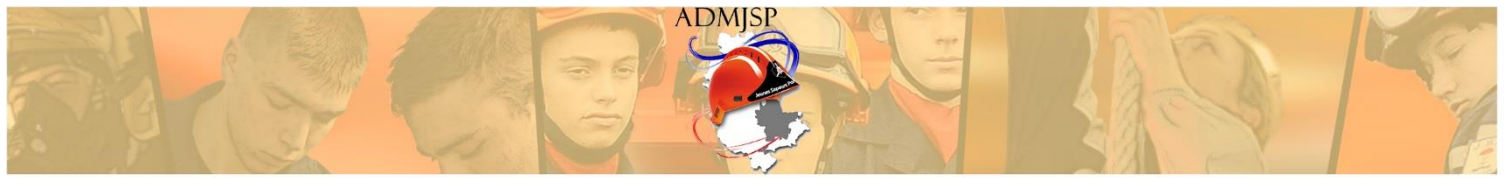


Les fumées et gaz chauds sont alors poussés vers l'extérieur et le risque d'embrassement généralisé éclair est diminué par la disparition d'une grande partie du combustible (gaz chauds et fumées).

b. La progression dans le volume :

Aucune action ne doit être entreprise sans que chaque binôme d'attaque ne dispose d'un établissement en eau sous un débit minimum de l'ordre de 500 l / min, permettant la réalisation d'un jet diffusé d'attaque ;

En préalable à toute progression dans un local, l'action déterminante consiste à effectuer une évaluation de la température de la couche chaude par le « **test du plafond** » ;



systématique des signes d'alarme.

En présence des signes d'alarme, le binôme d'attaque ne doit pénétrer que de **2 mètres au maximum** dans le local sinistré afin de rendre possible une évacuation urgente en cas d'aggravation brutale de la situation ;

La **progression** doit s'effectuer par **étapes successives** de **1 à 2 mètres**, avec **contrôle**

Les intervenants doivent prêter une attention particulière au **repérage des issues possibles**, l'évacuation d'urgence en cas d'imminence de survenue d'un embrasement généralisé éclair pouvant se faire :

- ↪ Par l'itinéraire de repli : constitué du trajet d'accès ;
- ↪ Par l'itinéraire de secours : recherché lors de l'arrivée sur les lieux.

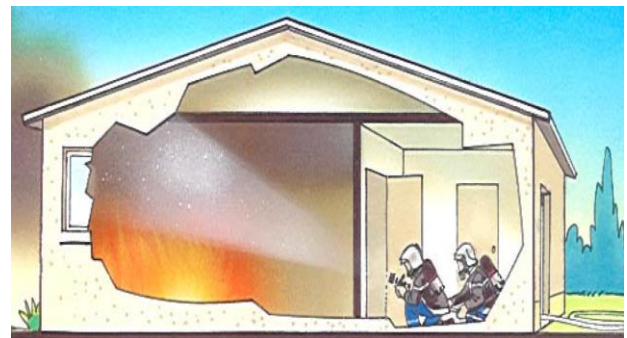
Le binôme d'attaque se replie en veillant à se protéger par un jet diffusé d'attaque dans la couche de fumées.

Une circulation permanente de **l'information** entre les personnels engagés et ceux restés à l'extérieur doit être assurée.

c. Neutralisation de l'énergie :

L'**eau** permet par son application raisonnée :

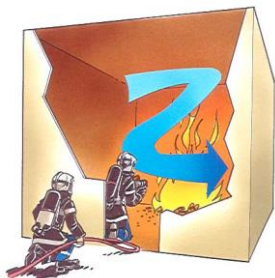
- ↪ D'**évaluer** la température, notamment de la partie chaude de la couche de fumées, par le « **test du plafond** » permettant ainsi d'apprécier le risque d'embrasement généralisé éclair ;
- ↪ D'**inert** le mélange gazeux par vaporisation ;
- ↪ D'**absorber** une partie de l'énergie présente dans le volume ;
- ↪ D'**éteindre** les matériaux en feu ou en ignition.



La **neutralisation de l'énergie** s'obtient au moyen d'une lance en jet diffusé d'attaque de 500 l/min au minimum soit en :



- ↪ **Projetant des volumes d'eau par impulsions « ouvrir / fermer »** dans la couche de fumée, en partie haute du volume, jusqu'à ce que l'eau ne soit plus vaporisée ;



- ↪ « **Crayonnant** » afin de couvrir une zone plus large. Le crayonnage peut se faire suivant la technique des lettres : le porte-lance doit « tracer » une des lettres **T, Z, O**.

Le **point de départ** de la réalisation de la lettre est toujours en **partie haute**. La lettre est « tracée » **une seule fois, puis le porte-lance ferme le robinet de la lance et observe la situation (relecture des**

signes d'alarme).

Quelle que soit la technique employée (**impulsion ou crayonnage**), l'eau doit être appliquée à un **taux optimum** afin de pouvoir lutter efficacement sur le plan calorifique :

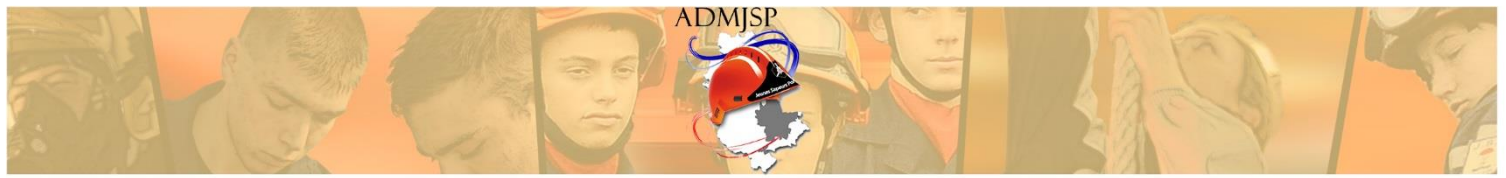
- ↪ Un **débit d'eau trop faible** entraînerait la production de vapeur d'eau surchauffée risquant de brûler le binôme d'attaque ;
- ↪ Un **débit d'eau trop important** produirait des dégâts supplémentaires et perturberait très fortement le régime aéraulique du volume et la stratification des fumées, causant une diffusion des gaz chauds dans l'ensemble du local qui :
 - ✓ Risquerait de brûler le binôme d'attaque ;
 - ✓ Diminuerait instantanément les possibilités de progression pour parvenir au foyer.
- ↪ Un **débit d'eau optimum** permet de traiter la couche de fumées de manière à absorber le maximum de calories, sans que la vapeur d'eau produite ne présente une température trop importante et sans perturber la stratification thermique.

Le porte-lance ne doit pas oublier que la projection d'eau dans la couche de fumées **n'a pas pour objectif d'éteindre le foyer mais de prévenir un risque d'embraselement généralisé éclair**. Il ne doit donc utiliser que le volume d'eau strictement nécessaire.

L'eau projetée en jet diffusé d'attaque en applications successives dans la couche de fumées permet **de contrôler la survenue de l'embraselement généralisé éclair**.

Après avoir neutralisé le danger majeur représenté par les fumées et la chaleur, **l'attaque directe du foyer principal à la base des flammes peut être effectuée** (attitude offensive).

Cette technique permet d'envoyer une quantité d'eau en un temps donné selon une surface à traiter.



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

Il est important de connaître la notion de **volume de vapeur créé** suite à un crayonnage, et donc le **danger potentiel pour le sapeur-pompier**.

1700 LITRES DE VAPEUR

4200 LITRES DE VAPEUR



1 Litre d'eau à 100°



1 Litre d'eau à 500°

En observant ces valeurs qui sont importante et intéressante, le SP va devoir adapter sa technique d'extinction dans un volume. Le SDMIS a mis en pratique une **technique d'extinction** en fonction d'une situation donnée pour éviter des incidents dus à la création de vaporisation.

La **technique de crayonnage** est utilisée lorsque le SP se trouve à l'entrée du volume, afin de ressortir de celui-ci une fois l'action de la lance effectuée, et, dans la mesure du possible, de refermer la porte un maximum afin d'inertier correctement le volume et de ne pas être exposé au volume de vapeur créé.

Lors d'un **risque d'embrassement** dans le volume pendant la progression, le SP utilisera la **technique d'impulsion** qui consiste à traiter le plafond de fumées à **200-300 l/min** jusqu'à refroidir correctement le plafond tout en créant très peu de vaporisation pour un maximum de sécurité.

Les lettres Z.O.T correspondent à des surfaces à traiter. On utilise un moyen mnémotechnique pour savoir quelle lettre peut être mise en application selon le volume : **Z.O.T = 3. 2. 1.**



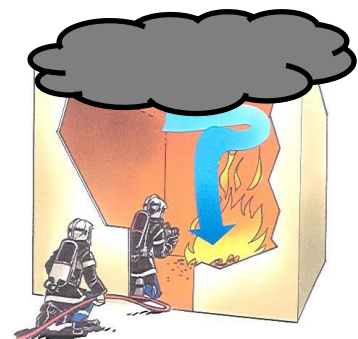
3 = 30 m²

Temps d'ouverture :
2,5 s



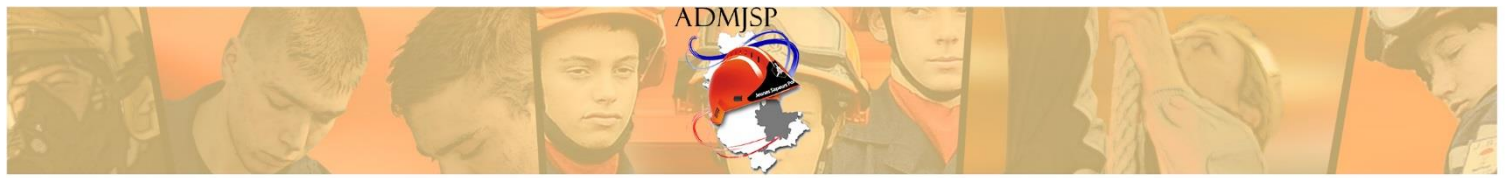
2 = 20 m²

2 secondes



1 = 10 m²

1,5 seconde



Il est évident que ce ne sont que des chiffres d'aide à la décision. Ces lettres, ainsi que leurs effets, sont adaptées aux surfaces que l'on rencontre dans les habitations courantes et permettent d'utiliser l'eau strictement nécessaire

d. Cas critique :

L'embrassement généralisé éclair se produit. Les intervenants sont directement menacés par le phénomène.

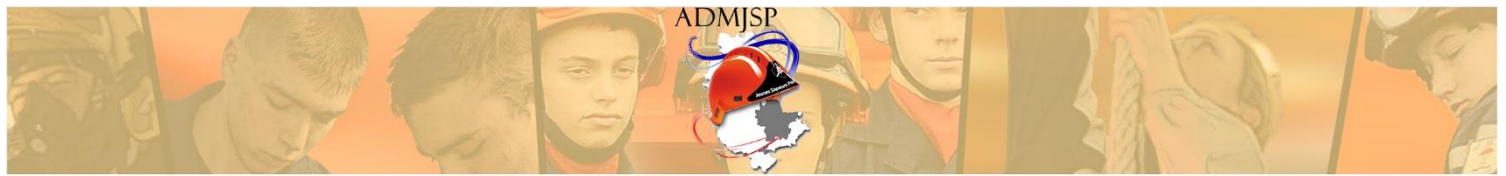
Se jeter au sol face contre terre, binôme regroupé et maintenir la lance au-dessus des casques en jet diffusé de protection au débit maximum.



D. RÈGLES DE SÉCURITÉ :

Les règles de sécurité suivantes doivent être appliquées par le BAT :

1	Redouter les risques d'EF ou d'EGE sur tout feu en volume clos ou semi-ouvert
2	Revêtir l'ensemble des EPI
3	Contrôler chaque composant de la protection au moyen du contrôle croisé
4	Faire une lecture attentive du feu
5	Rester en binôme indissociable pendant toute la durée des reconnaissances
6	Respecter scrupuleusement les règles d'exploration lors des reconnaissances
7	Prévoir et repérer les itinéraires de repli et de secours à emprunter en cas d'urgence
8	Disposer d'une lance permettant un débit minimum de 500 l / min en jet diffusé d'attaque
9	Communiquer avec son équipier, avec les autres binômes engagés et renseigner le COS ou le chef de secteur
10	Faire précéder toute action opérationnelle d'une évaluation de son impact sur la sécurité



SYNOPTIQUE DE LA CAT FACE À UN RISQUE D'EF OU D'EGE

Le tableau ci-après résume les éléments abordés précédemment afin d'identifier le risque potentiel d'explosion de fumées ou d'embrassement généralisé éclair, les mesures immédiates à appliquer, ainsi que la conduite à tenir adaptée à la situation rencontrée.

