

Compréhension du Système Feu

« De l'éclosion à l'extinction »



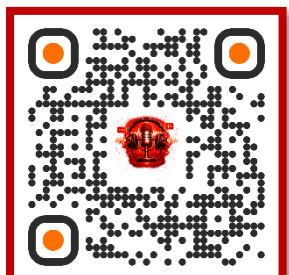
Recueil de connaissances

ÉQUIPIER
INCENDIE



CHEF D'ÉQUIPE
INCENDIE

Préambule



Podcast explicatif

Scanner/ cliquer pour écouter

Ce document constitue un guide technique et scientifique approfondi, destiné aux sapeurs-pompiers de la Marne, afin de les former et sensibiliser à la maîtrise des incendies urbains.

L'ouvrage suit une progression pédagogique allant de la compréhension scientifique du feu, incluant les transferts de chaleur et les indicateurs visuels, jusqu'aux stratégies tactiques d'extinction et de ventilation opérationnelle.

Il détaille d'abord la physique de la combustion, distinguant la pyrolyse des différents types de réactions gazeuses, tout en définissant des indicateurs critiques tels que la puissance thermique et l'influence des ouvertures sur les flux d'air, pour établir un lien de causalité circulaire entre les éléments au sein d'une enceinte bâtementaire.

Le cœur de l'enseignement repose sur la maîtrise de l'eau comme agent extincteur, analysant précisément comment la vaporisation absorbe l'énergie pour refroidir les fumées et stabiliser le milieu.

Enfin, il répertorie les techniques de lance concrètes, telles que l'impulsion ou le crayonnage, afin d'offrir aux intervenants une stratégie d'extinction efficace et sécurisée face aux Progressions Rapides du Feu si complexes.

Une importance capitale est accordée à la sécurité des intervenants, notamment à travers la sensibilisation de la toxicité des fumées et de la gestion des risques toxiques.

En somme, ce document sert de recueil de connaissances pour harmoniser les méthodes d'attaque et garantir une réponse opérationnelle efficace face aux risques des incendies urbains si complexes.

Les éléments contenus dans le présent recueil doivent être portés à la connaissance de l'ensemble des personnels impliqués dans la mise en œuvre de ces compétences.

Vous souhaitant une agréable lecture,

ADJ Adrien GIRAUX



**Dans une démarche de protection de l'environnement,
veuillez imprimer ce document,
uniquement si cela est indispensable.**



SDIS
SERVICE DÉPARTEMENTAL
D'INCENDIE ET DE SECOURS DE LA
MARNE



Sommaire



Préambule.....	3
Le feu et ses généralités.....	9
I. Définitions et généralités.....	11
II. Physique et chimie du feu.....	11
A. Le triangle du feu.....	11
B. La pyrolyse.....	12
C. Les types de combustion.....	14
D. Les vitesses de combustion.....	16
E. Les régimes de combustion.....	17
F. Les flammes.....	21
G. Les produits de combustion.....	22
H. Les modes de propagation.....	25
Le feu dans un système.....	27
I. Les éléments constitutifs.....	30
II. Le modèle de THOMAS.....	31
A. Transfert de masse (matière).....	32
B. Transfert d'énergie (chaleur).....	33
C. Interaction Matière/Énergie.....	34
Le développement du feu.....	35
I. La puissance du feu.....	37
II. Les facteurs influents le développement.....	38
A. L'influence de l'ouvrant.....	38
B. L'influence de la charge.....	40
C. L'influence du facteur de ventilation.....	41
D. Notion de limitation.....	42
III. La courbe de développement.....	45
Les indicateurs de développement et de comportement du feu.....	49
La lecture du feu.....	55
I. La phase de naissance.....	58
II. La phase de croissance.....	59
III. La transition du Flashover à un feu pleinement développé.....	60
IV. Le feu pleinement développé.....	61
V. Le déclin.....	62
VI. Les feux contrôlés par la ventilation.....	62

- I. Les familles de PRF 67**
 - A. Le Flashover spontané.....67
 - B. Le Flashover induit par la ventilation 68
 - C. Le Backdraft..... 69
 - D. Le Fire Gaz Ignition « FGI » 71
- II. Les éléments déclencheurs des PRF..... 72**

- I. Les procédés d’extinction 75**
- II. Les classes de feu 77**
- III. Les agents extincteurs 79**
- IV. Les effets de l’eau..... 84**
 - A. Les actions de l’eau 84
 - B. La surface d’échange.....85
 - C. La vaporisation de l’eau et ses effets86
 - D. L’inertage.....88

- I. La Marche Générale des Opérations « MGO » 93**
- II. L’organisation des intervenants et la sécurité..... 95**
- III. L’approche systémique d’un incendie..... 96**
- IV. Les principes de maîtrise et d’extinction du feu 97**
 - A. Contrôler l’arrivée d’air97
 - B. Agir sur les fumées et gaz chauds97
 - C. Agir sur le combustible.....98
- V. Tactique générale de lutte contre l’incendie..... 99**
 - A. Le choix tactique.....99
 - B. Les typologies de tactique.....100
 - C. Les typologies d’attaque101
 - D. Les combinaisons « Tactique/Attaque »101
- VI. Les différents types d’établissements d’attaque 103**
 - A. Principes de calcul du dimensionnement hydraulique103
 - B. Le choix des tuyaux104
 - C. Les principes d’établissement106
 - D. Les règles d’établissement109
 - E. Réflexion opérationnelle110
- VII. Le choix du moyen d’attaque 111**
 - A. Les lances à main à eau111
 - B. Les règles d’utilisation des lances à eau.....112
 - C. Le réglage de la lance à eau114
 - D. Cas particulier : Les lances à main à mousse.....116

VIII. Les techniques de lance	117
A. L'extinction directe.....	117
B. L'extinction indirecte.....	118
C. Le refroidissement des fumées (gas-cooling).....	118
D. L'extinction combinée et massive	119
E. Schéma d'action	121
Le passage de porte	123
I. Les principes généraux.....	125
II. L'approche départementale.....	129
Notions de ventilation	131
I. Les objectifs de la Ventilation Opérationnelle « VO »	133
II. Les principes de la « VO »	133
A. Les matériels de mise en œuvre.....	136
B. La mise en œuvre et les règles de sécurité	137
III. Les différents types de ventilation	139
A. La ventilation naturelle	139
B. La ventilation mécanique	139
IV. Les tactiques opérationnelles.....	140
V. Les actions de ventilation	140
A. Ventiler pour protéger	140
B. Ventiler pour désenfumer	141
C. Ventiler pour attaquer	141
Sensibilisation à la toxicité des fumées.....	143
I. Caractéristiques et toxicité des fumées	145
II. Mécanismes de contamination et d'exposition.....	146
III. Voies de pénétration et risques sanitaires	147
IV. Appréciation et gestion des risques.....	148
V. Le protocole départemental	149
Bibliographie	151

I. Les techniques de lance	155
Refroidissement des fumées	157
Extinction directe	158
Extinction indirecte	159
Extinction combinée	160
Extinction massive	161
Situation pré-Backdraft	162
Situation pré-Flashover	163
Repli sous protection hydraulique	164
Attaque d'atténuation ou transitoire	165
II. Le passage de porte	167
Le passage de porte avec « O.P.O.E.P.E »	169
III. Fiches matériels incendie – SDIS 51	171
IV. Protocole de réhabilitation suite à un incendie – SDIS 51	173



NAVIGATION



**Cliquer sur le sommaire pour naviguer
entre les différentes parties**

Le feu et ses généralités

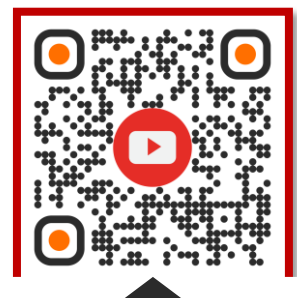


Aborder autrement ce chapitre



Podcast explicatif

Scanner/ cliquer pour écouter



Vidéo pédagogique

Scanner/cliquer pour regarder

I. Définitions et généralités

1) La combustion



C'est une réaction chimique d'oxydoréduction entre un oxydant (le comburant) et un réducteur (le combustible) qui se manifeste en présence d'une énergie d'activation. La manifestation visible de cette réaction est représentée par une flamme. Un dégagement de chaleur et de lumière l'accompagne, on parle ainsi de réaction exothermique.

2) Le feu

Dans l'ISO 13943 (norme internationale), le feu fait référence à un processus de combustion auto-entretenu assuré pour produire des effets utiles et dont le développement est maîtrisé dans le temps comme dans l'espace.

3) Les incendies

Les incendies sont des feux dont le développement n'est pas maîtrisé dans l'espace et dans le temps.

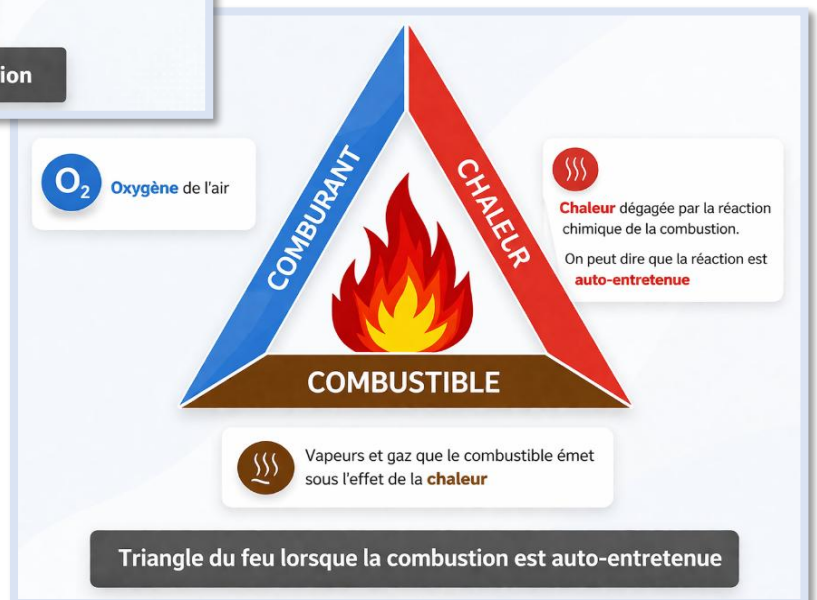
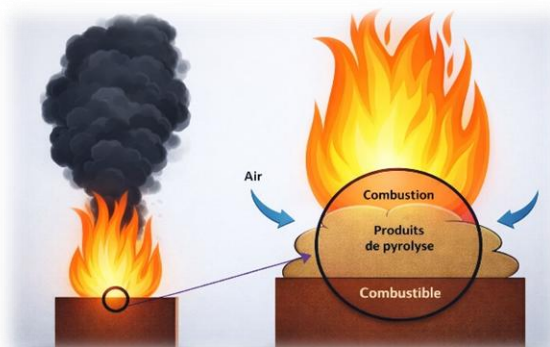
II. Physique et chimie du feu

Cette partie est dédiée à la compréhension de l'établissement d'une réaction de combustion à la surface d'un matériau. Cette situation est celle rencontrée habituellement par les sapeurs-pompiers en intervention.

A. Le triangle du feu



Scanner/cliquer pour regarder



B. La pyrolyse

Lorsqu'ils sont portés à une certaine température, la plupart des matières solides donnent lieu à une combustion en deux étapes :

- 1) La pyrolyse
- 2) La combustion des gaz obtenus.

Lors de la première étape, il se produit une décomposition chimique irréversible du matériau, sans réaction avec l'oxygène de l'air environnant.

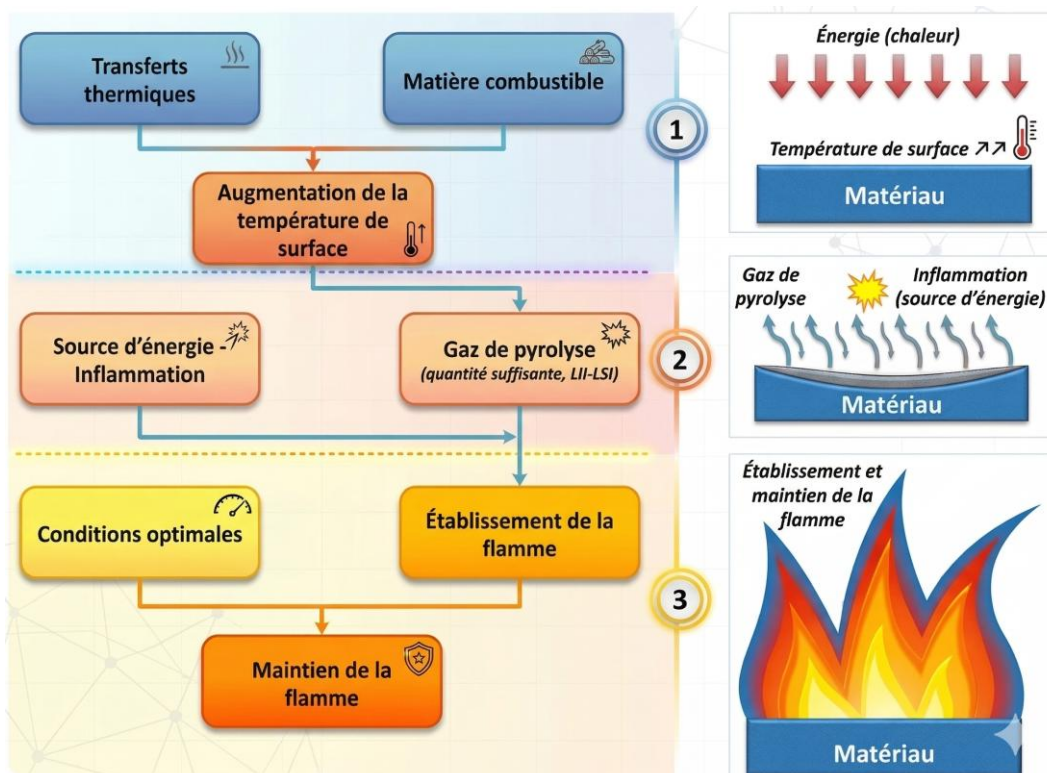
Les produits engendrés par cette décomposition sont essentiellement gazeux, accompagnés ou non de liquides et solides, suivant la nature du combustible et les conditions dans lesquelles intervient la combustion.

Le phénomène de pyrolyse précède nécessairement la combustion de la plupart des composés organiques solides, en particulier de ceux d'origine naturelle (bois, papier, charbon, fibres textiles, etc.) et des polymères artificiels (matières plastiques).

Plus on élève la température, plus le dégagement gazeux est important et, si les gaz produits sont combustibles ils forment un mélange avec l'air susceptible de s'enflammer dans les limites d'inflammabilité. Les gaz chauds créent un phénomène de convection permettant à l'oxygène d'accéder à la zone de combustion.



Scanner/cliquer pour regarder



- 1 La matière voit sa température augmenter par l'intermédiaire d'un transfert thermique et peut se décomposer en émettant des gaz inflammables
- 2 Une quantité de gaz suffisante est dégagée par la matière solide et est mélangée à l'air. L'apport d'une source d'énergie suffisante permet alors l'inflammation du mélange
- 3 Suite à l'inflammation, la flamme est maintenue en surface si les gaz combustibles dégagés par la matière sont en quantité suffisante, si l'apport d'air est suffisant et si les conditions thermiques sont adéquates



**Sauf cas particulier,
Le combustible devra toujours être sous l'état gazeux pour entrer dans le processus de combustion (Triangle du feu).**

1) Les définitions

❖ Point éclair

Température minimale à laquelle une matière émet des vapeurs suffisantes pour former avec l'air un mélange inflammable, mais qui s'éteint lorsque l'on retire la source d'ignition.

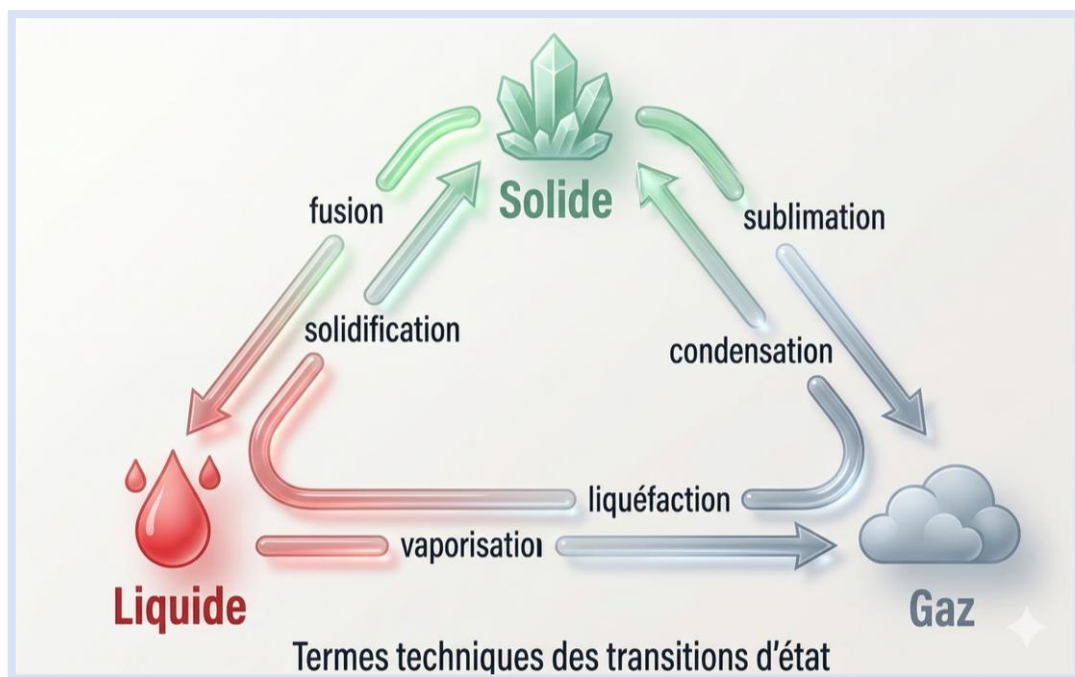
❖ Point d'inflammation

Température minimale à laquelle une matière émet des vapeurs suffisantes pour former avec l'air un mélange inflammable, avec persistance de la flamme lorsque l'on retire la source d'ignition.

❖ Point d'auto-inflammation

Température à partir de laquelle une matière s'enflamme spontanément en l'absence de source d'ignition.

2) Les changements d'état de la matière



3) La combustion des matières solides

La combustion des matériaux combustibles à l'état solide ne répond pas à des lois aussi précises que celles des gaz ou des vapeurs de liquides inflammables. Mais, comme dans le cas des liquides, elle se produit essentiellement dans la phase gazeuse. Quelques rares substances brûlent directement à l'état solide, notamment les métaux.

Cela nécessite un changement d'état de la matière, pour que la matière solide devienne le combustible dans le processus de combustion (triangle du feu). **Solide → Gazeuse**

D'autres solides, sous l'action de la chaleur, ne changent pas d'état physique et émettent peu ou pas de gaz de pyrolyse. Le matériau brûle sans flamme, la combustion est révélée par la fumée et par une élévation de la température. Pratiquement toute l'énergie dégagée est réutilisée pour l'entretien de la combustion. C'est le feu de type braise, appelé aussi **feu couvant**.

Certains matériaux tels le charbon ou le charbon de bois chauffés suffisamment brûlent à l'état solide, pratiquement sans flamme.

En réalité, la combustion de la plupart des matériaux combustibles solides procède à la fois de la combustion de type gaz et de la combustion de type braise.

4) La combustion des matières liquides

Sauf cas rares, ce sont les vapeurs inflammables dégagées par les liquides qui brûlent.

Cela nécessite un changement d'état de la matière, pour que la matière liquide devienne le combustible dans le processus de combustion (triangle du feu). **Liquide → Gazeuse**

Un liquide est dit inflammable lorsqu'il émet des vapeurs qui, en mélange dans les proportions du domaine d'inflammabilité avec un comburant, sont susceptibles de s'enflammer. La condition principale pour qu'il puisse y avoir combustion est que le liquide émette des vapeurs en quantité suffisante pour atteindre une concentration supérieure à la Limite Inférieure d'Inflammabilité (LII).

Si la vapeur émise par un liquide constitue un mélange trop riche (supérieur à la Limite Supérieure d'Inflammabilité), la flamme se décollera de la nappe de liquide et le mélange pourra récupérer l'air susceptible d'abaisser la concentration pour ramener le mélange entre les limites d'inflammabilité.

5) La combustion des matières gazeuses

Au cours d'un incendie, seuls les gaz brûlent, qu'ils s'agissent de gaz de distillation provenant de corps chauffés à l'état solide ou des vapeurs de liquides inflammables.

Cela ne nécessite pas de changement d'état de la matière, pour que la matière gazeuse devienne le combustible dans le processus de combustion (triangle du feu). **Gazeuse → Gazeuse**

C. Les types de combustion

Il existe 2 types de combustion :

- Les combustions complètes
- Les combustions incomplètes

Varie selon plusieurs critères et variables, mais généralement l'alimentation en air du foyer est le principal responsable.

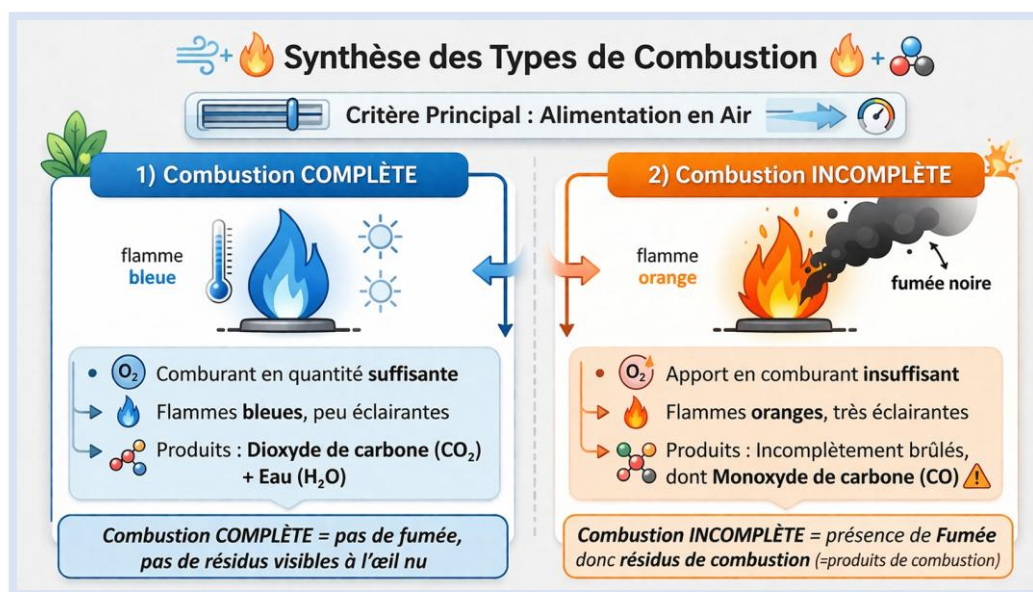
1) Combustion complète

Si le comburant est présent en quantité suffisante, les flammes sont alors bleues, peu éclairantes et les produits de combustion sont principalement formés de dioxyde de carbone et d'eau.

2) Combustion incomplète

Si l'apport en comburant est insuffisant, les flammes sont oranges et très éclairantes.

Les produits de combustion sont incomplètement brûlés. Le panache de fumées, souvent noir pour les produits à base de carbone, renferme d'autres produits incomplètement oxydés tels que le monoxyde de carbone.



Prenons le cas d'une intervention pour détection CO (Monoxyde de carbone) suite à un dysfonctionnement d'un chauffe-eau au gaz. Intervention relativement fréquente en période hivernale

La combustion de ce chauffe-eau, en production normale, est programmée pour travailler avec une combustion complète. Or, pour des raisons diverses, l'émanation de CO provient d'une modification du réglage entraînant une production d'eau chaude avec une combustion incomplète



COMBUSTION COMPLÈTE vs INCOMPLÈTE

CHAUFFE-ÈAU GAZ

Apport d'Oxygène

✓ SUFFISANT

COMBUSTION COMPLÈTE



Flamme Bleue

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Risque Faible

✗ INSUFFISANT

COMBUSTION INCOMPLÈTE



Flamme Jaune + Suie

CO mortel, suies,
gaz Toxiques

Risque Majeur

CHAUFFE-EAU À GAZ (MÉTHANE)

✓ FONCTIONNEMENT NORMAL

- ✓ Flamme Bleue
- ✓ Aucun danger



OK

✗ DYSFONCTIONNEMENT

- ✓ Flamme Jaune
- ✓ Production de CO



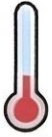
Danger

D. Les vitesses de combustion

La combustion se caractérise également par sa **vitesse de réaction**. En considérant ce paramètre, on distingue les catégories suivantes :

❖ Combustion LENTE

Réaction d'oxydoréduction avec faible dégagement de chaleur et absence totale de flammes (rouille)



❖ Combustion SPONTANÉE

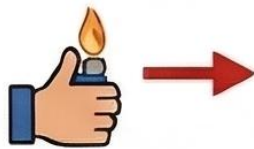
Réaction d'oxydoréduction avec fort dégagement de chaleur et présence de flammes sans apport d'une énergie d'activation extérieure. La réaction est engendrée par la propre chaleur des matériaux

(Cas typiques de l'inflammation du foin humide par fermentation)



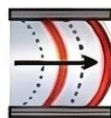
❖ Combustion VIVE

Réaction d'oxydoréduction avec fort dégagement de chaleur et présence de flammes engendrée par une énergie d'activation (flamme). C'est la combustion normale et classique



❖ Combustion TRÈS VIVE

Réaction d'oxydoréduction avec fort dégagement de chaleur et présence de flammes engendrée par une énergie d'activation, et accompagnée d'une surpression (explosion). Cette surpression ne dépasse pas la vitesse du son (inférieure à 340 m/s et surpression de 4 à 10 bars). On parle alors de déflagration



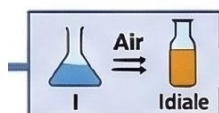
surpression
de 4 à 10 bars



Inférieur à 340 m/s

❖ Combustion INSTANTANÉE

Le mélange comburant/combustible est en proportion convenable pour qu'il y ait une réaction d'oxydation violente. La vitesse de réaction est supérieure à la vitesse du son (supérieure à 340 m/s et surpression de 20 à 30 bars). La combustion se propage à tout le mélange. On parle alors de détonation.



détonation



Supérieur à 340 m/s

E. Les régimes de combustion

1) La concentration



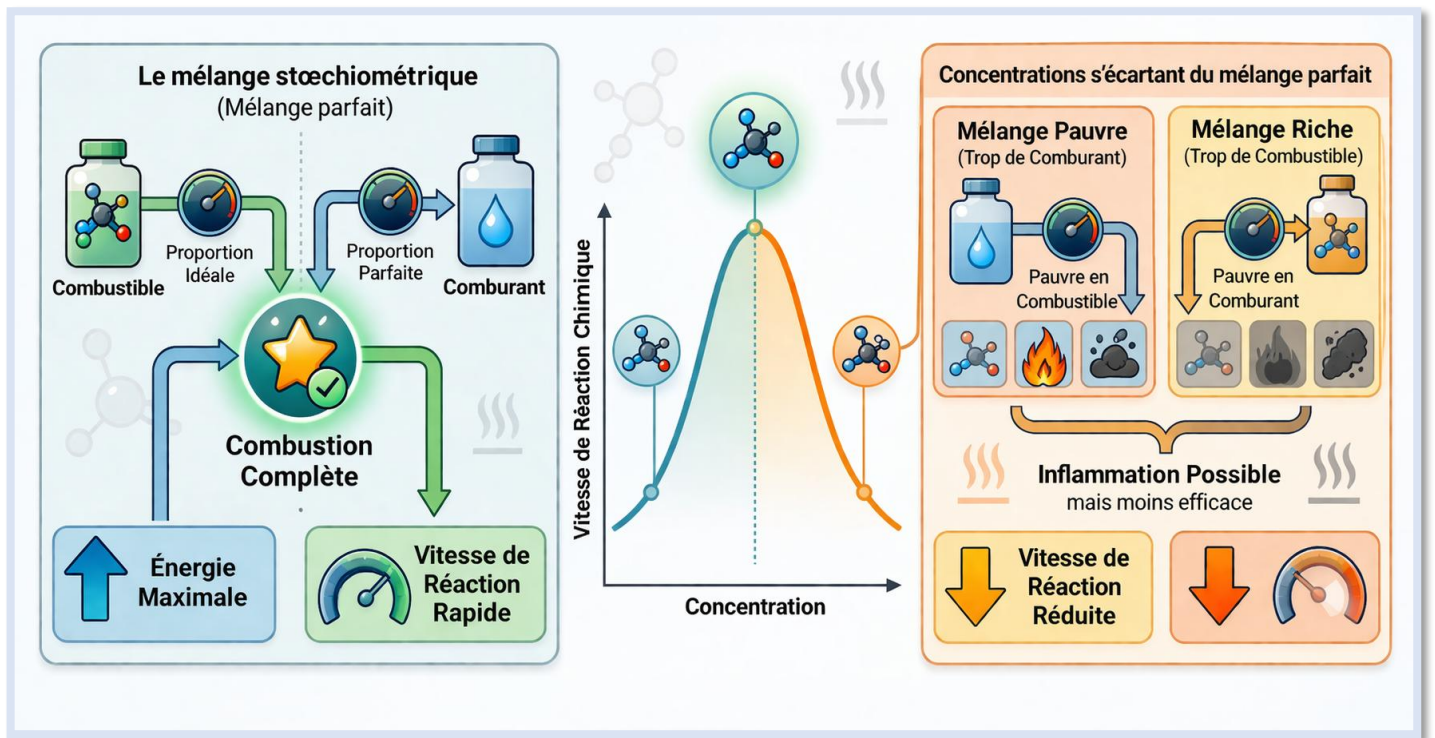
Scanner/cliquer pour regarder

Le mélange combustible/comburant s'enflamme au contact d'une source d'allumage, mais il convient que ce mélange soit réalisé dans des proportions adéquates.

Lorsque la combustion est complète, on dit que les réactifs (combustible et comburant) sont dans des proportions stœchiométriques (= mélange parfait).

Or ce mélange parfait, à la stœchiométrie, est quasiment impossible à obtenir sur un feu. Cela n'empêche pas d'obtenir une inflammation du mélange, mais à condition que les concentrations en combustible et comburant ne s'éloignent pas trop du mélange parfait.

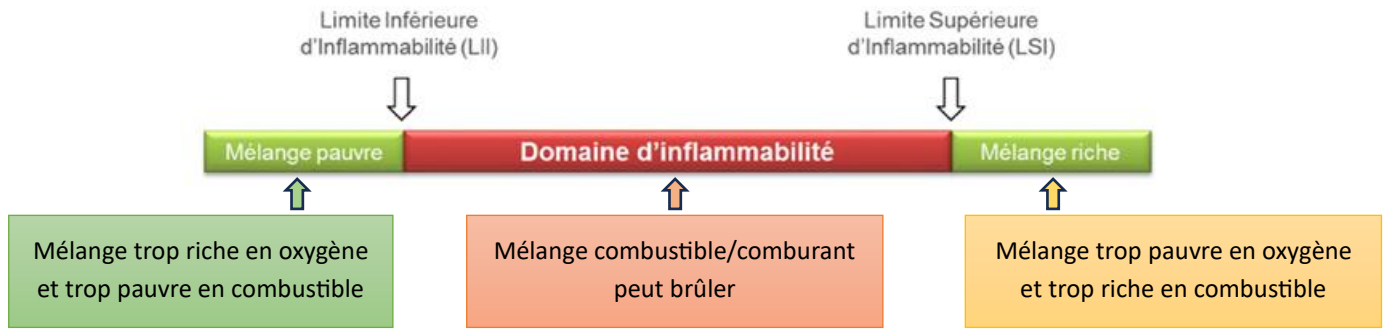
À noter que la concentration a un effet direct sur la vitesse de la réaction chimique de combustion. En effet, plus les concentrations s'approchent de la stœchiométrie et plus les réactions sont rapides et produisent une quantité importante d'énergie.



2) Plage d'inflammabilité

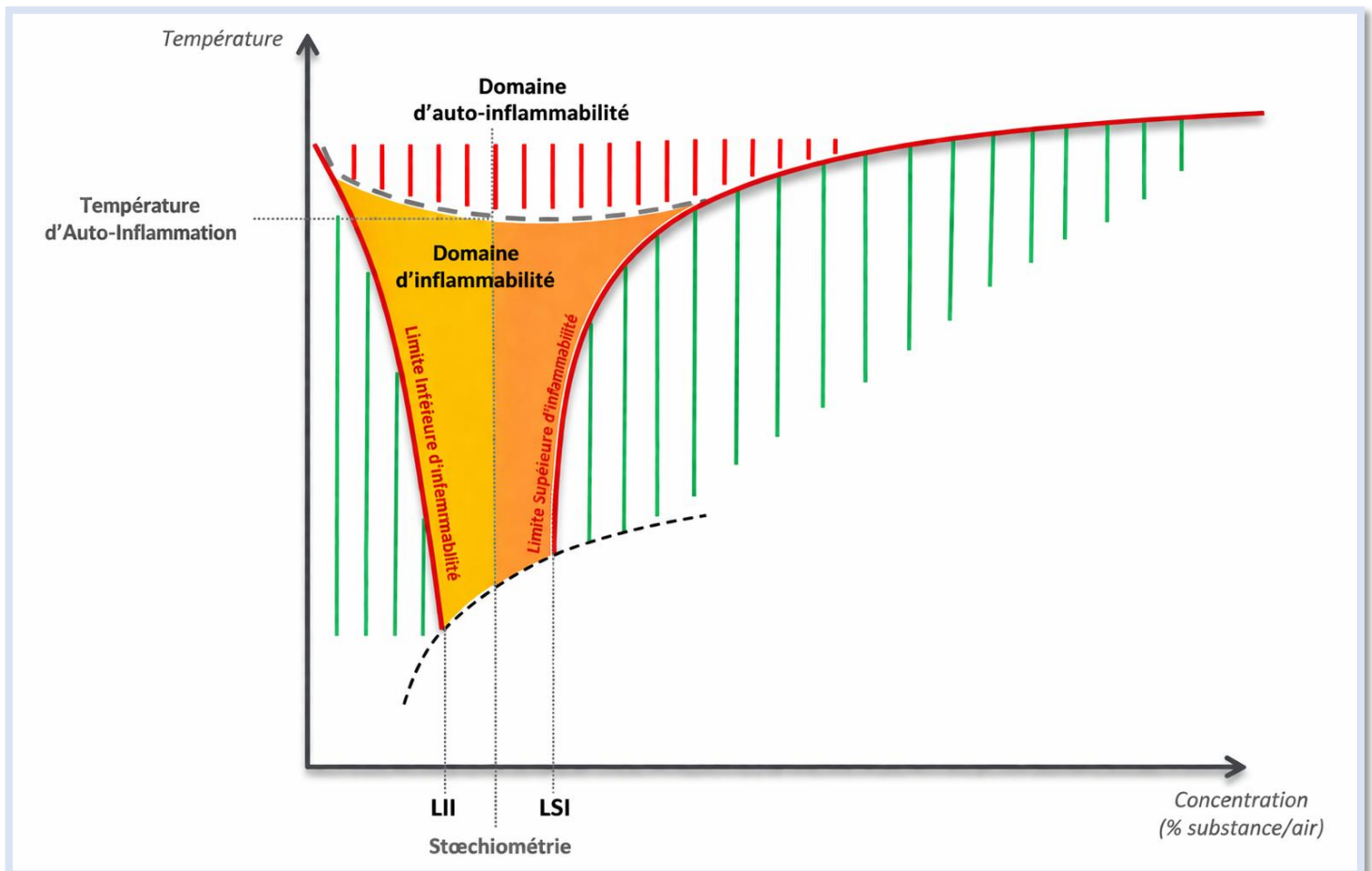
Le mélange « gaz combustible » avec l'oxygène de l'air est inflammable à deux conditions :

- ⇒ Que l'énergie d'activation soit suffisamment élevée
- ⇒ Que la concentration du mélange soit comprise entre certaines limites (LII et LSI)



Ces valeurs (LII et LSI) sont généralement exprimées en pourcentage du volume de gaz inflammable dans le volume total. Cet intervalle entre la LII et la LSI appelé « **domaine d'inflammabilité** » varie énormément selon les différents gaz ou vapeurs combustibles.

En outre, l'amplitude de ce domaine d'inflammabilité peut varier en fonction de la température, du taux d'oxygène et de la pression.



Plus un gaz chauffe, plus il se dilate et plus il devient inflammable donc dangereux jusqu'à atteindre son domaine d'auto-inflammation

Les limites d'inflammabilité, LII et LSI, couramment utilisées par les sapeurs-pompiers sont dans le cas du méthane de 5 % (LII) et de 15 % (LSI).

Données à 25 °C, ces limites connaissent une évolution avec la température : le domaine d'inflammabilité augmente. Par comparaison, intéressons-nous à un composé qui sert d'indicateur depuis des années chez les sapeurs-pompiers sur feu : le CO. Dans ce cas, la limite inférieure évolue de la façon suivante :

- LII (à 20 °C) = 12,5 %
- LII (à 400 °C) = 4,31 %

Cette comparaison des LII et LSI du méthane (5-15 %) et du CO (12-74 % à 20 °C) permet de montrer les différences dans les mesures prises lors d'une fuite de gaz (périmètre d'exclusion, lances en protection, appareils de mesure...) et nos actions menées sur un incendie.

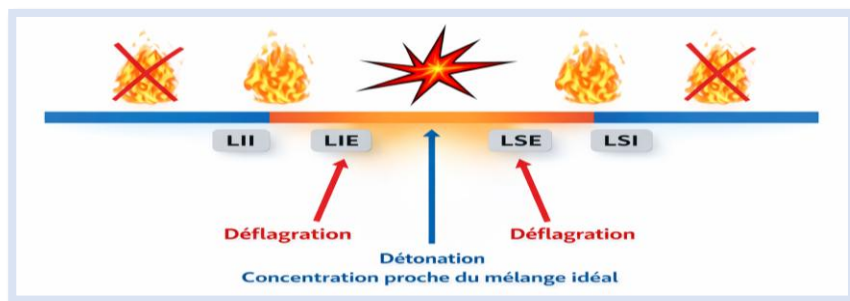
Au regard de la présence de composés inflammables dans les fumées (CO, suies, produits de pyrolyses, acides...), il est donc juste de se poser la question du degré d'inflammabilité des fumées d'incendie, et de leur dangerosité à 400 °C lorsque les pompiers vont progresser dans un bâtiment en feu.

3) Plage d'explosivité

Le domaine d'explosivité est compris en la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE) et la Limite Supérieure d'Explosivité (LSE).

Très souvent, la notion d'inflammabilité est apparentée à la notion d'explosivité.

Concrètement, ces 2 notions (Inflammabilité/Explosivité) sont légèrement différentes puisque les limites d'explosivité sont contenues dans les limites d'inflammabilités.



❖ Déflagration

Régime de propagation de flamme le plus courant.

La vitesse de propagation est inférieure à la vitesse du son et l'onde de surpression n'excède pas 1 bar.

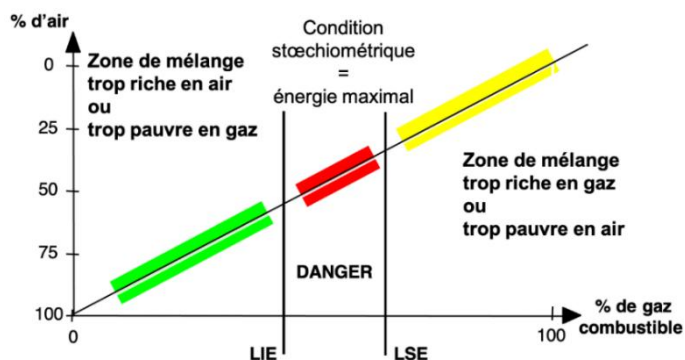
❖ Détonation

Phénomène aléatoire pouvant survenir exclusivement entre la LIE et la LSE d'un mélange.

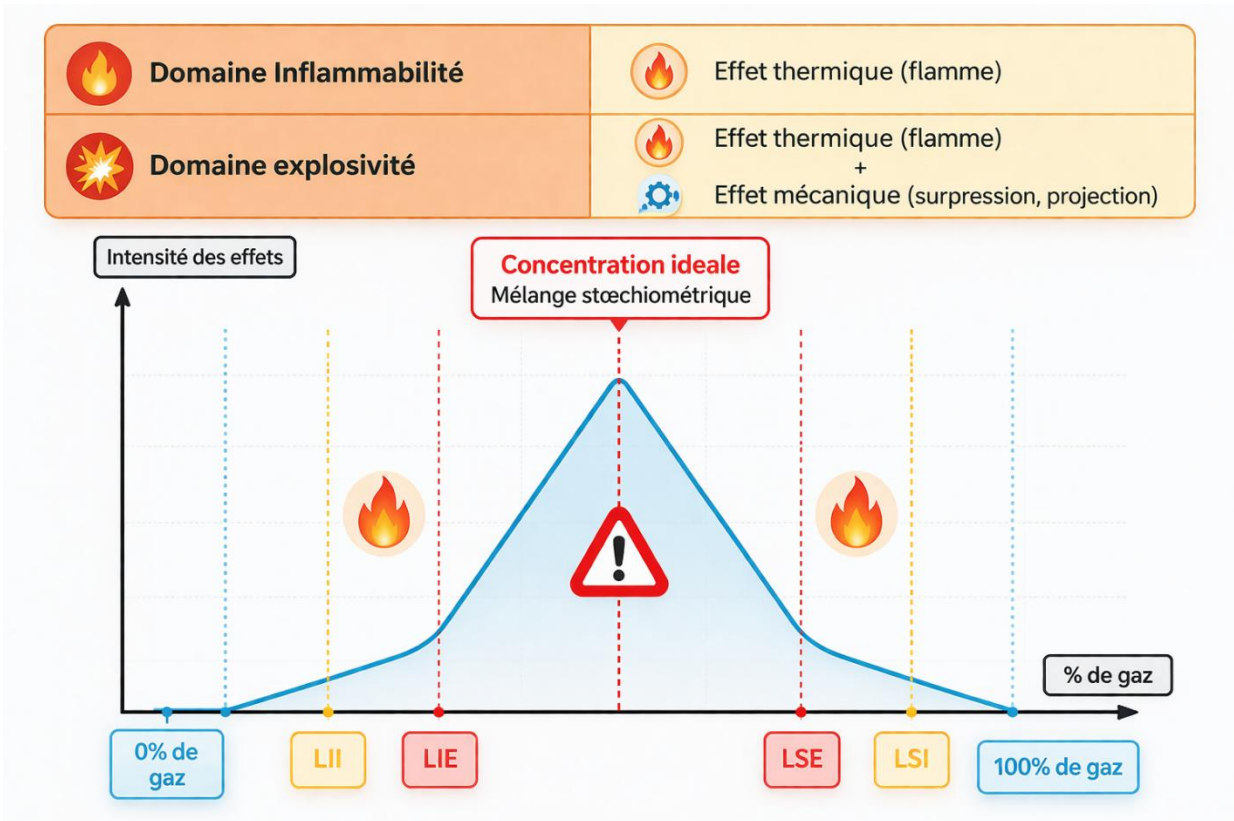
La vitesse de propagation est supersonique et l'onde de choc peut atteindre plusieurs dizaines de bars.

Lorsque les conditions stœchiométriques sont atteintes, la combustion est complète sans excès d'air et l'énergie est maximale.

Les différentes valeurs des limites sont propres à chaque gaz ou vapeur.



4) Schéma récapitulatif

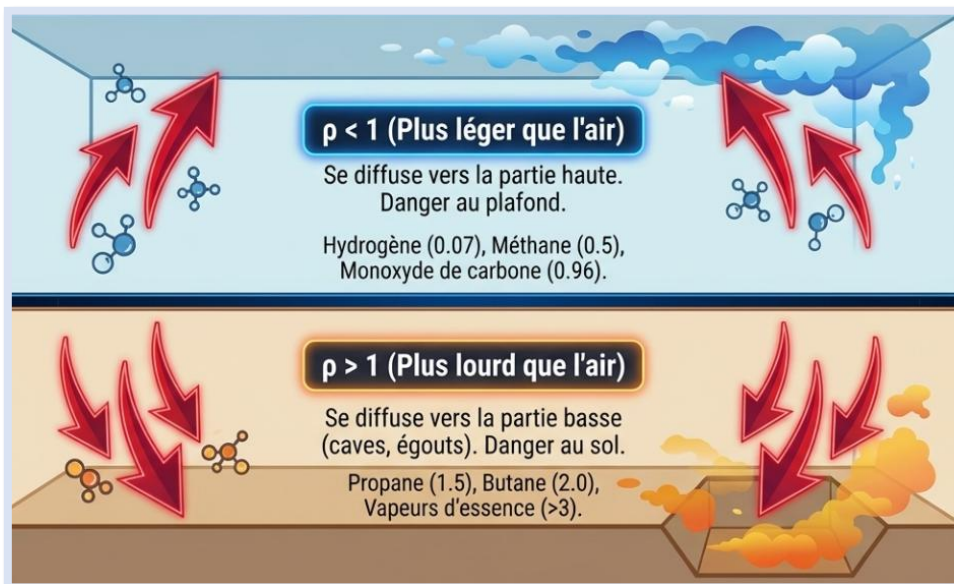


5) Propriétés des gaz

Produits	L.I.E.	L.S.E.	densité
hydrogène	4	75	0,07
méthane	5	15	0,5
acétylène	2,5	80	0,9
Monoxyde de carbone	12,2	74	0,96
White Spirit	0,8	3,7	>1
Gas-oil	0,6	13,5	>1
hydrogène sulfuré	4	44	1,2
propane	2,2	9,5	1,5
butane	1,9	8,5	2
acétone	2,6	12,8	2
essence	1,6	6	>3

$\rho < 1$
Plus léger que l'air
= se diffuse vers la partie haute

$\rho > 1$
Plus lourd que l'air
= se diffuse vers la partie basse



F. Les flammes

Lorsque la réaction est vive, la combustion se matérialise par une flamme. Cette dernière constitue le siège de la réaction chimique à proprement parler.

Les flammes peuvent être classées selon deux critères :

- Le mélange et l'introduction des réactifs (combustible et comburant) dans la flamme
- La nature et l'écoulement qui les caractérisent



Scanner/cliquer pour regarder

1) Mélange et introduction des réactifs

❖ Flamme de prémélange

Les réactifs (comburant et combustible) sont mélangés avant d'arriver dans la zone de flamme

Nous retrouvons ce type de flamme dans notre quotidien (ex : gazinière, chaudière, chauffe-eau au gaz, chalumeau). Cette flamme a l'avantage d'avoir un fort dégagement énergétique du fait que le prémélange soit fait dans des proportions idéales pour la réaction de combustion à venir.

❖ Flamme de diffusion

Les réactifs sont introduits séparément dans la zone de flamme.

Ces flammes sont les plus rencontrées par les sapeurs-pompiers sur intervention.

Les gaz combustibles issus de la pyrolyse des matériaux doivent se diffuser dans l'air pour brûler, et ainsi les réactifs arrivent séparément dans le processus de combustion.

Les flammes de diffusion caractérisent généralement une combustion incomplète et dégagent moins de chaleur que les flammes de prémélange.

2) Nature et écoulements

La vitesse d'écoulement permet également de définir la flamme.

Cela pourrait être comparé à un robinet d'eau dont on augmenterait la vitesse en augmentant le débit.

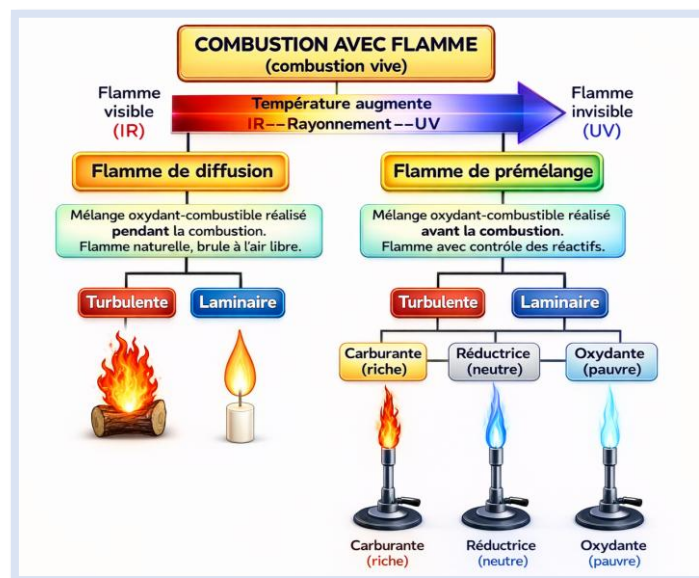
❖ Les écoulements laminaires

Écoulement lisse, sans perturbation

❖ Les écoulements turbulents

Écoulement perturbé, caractérisé par l'apparition de structures tourbillonnaires

Les flammes turbulentes sont généralement celles rencontrées en intervention.



G. Les produits de combustion

Comme évoqué dans les chapitres précédents, lors d'une combustion incomplète, le feu produit des résidus de combustion appelés plus communément « Fumées d'incendie ».

Les fumées sont des particules visibles solides et/ou liquides, en suspension dans les gaz.

Elles résultent d'une combustion et/ou d'une pyrolyse.

Les fumées d'incendie restent le principal danger pour les intervenants (transmission de chaleur, toxicité, etc.)

Ces produits de combustion vont dépendre principalement des matériaux qui seront impactés par le feu, mais aussi des conditions dans lesquelles se déroulent l'incendie.

L'objectif n'est pas d'énumérer la composition chimique précise de ces fumées, mais uniquement d'en extraire l'essentiel à retenir.


Le plus souvent, les fumées d'incendie comportent des particules de carbone imbrûlées entraînées par les courants de tirage. Elles se comportent comme un fluide dont le volume est variable d'un feu à l'autre.

Aborder autrement ce sous-chapitre



 **Podcast explicatif**
Scanner/ cliquer pour écouter



 **Vidéo pédagogique**
Scanner/ cliquer pour regarder

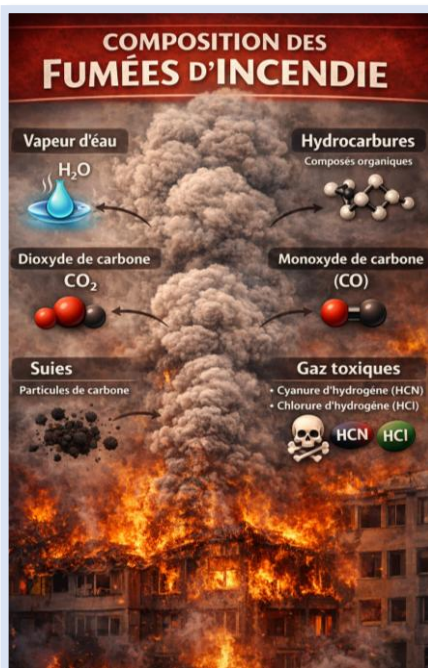
1) La composition des fumées

Peu importe sa température, chaud ou refroidi, le panache de fumée garde la même composition.

Les fumées d'incendies se composent essentiellement :

- De vapeur d'eau
- D'hydrocarbures
- De dioxyde de carbone
- De monoxyde de carbone
- Des suies
- D'autres gaz (cyanure d'hydrogène, chlorure d'hydrogène...)

Les fumées d'incendies sont composées d'un ensemble de particules mises en suspension

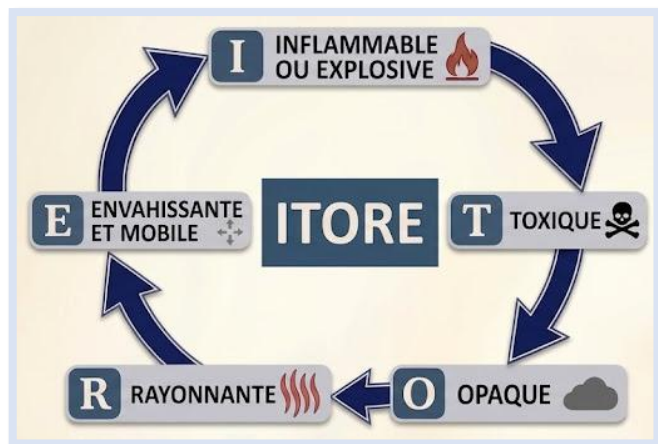
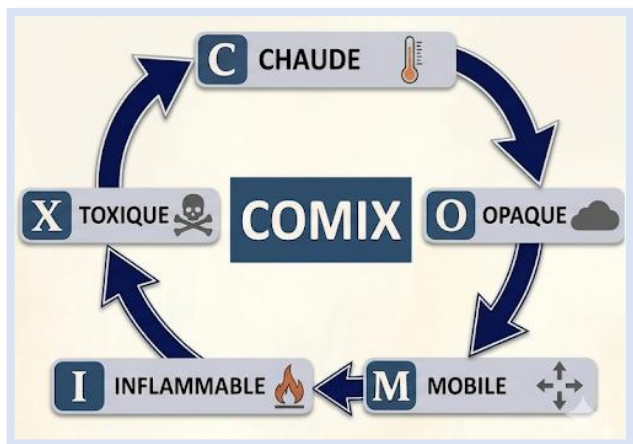


**Le principal résidu gazeux d'une combustion incomplète est :
Le Monoxyde de Carbone (CO)**

2) Le danger des fumées






Le danger des fumées d'incendie réside dans leurs caractéristiques.

En fonction des ouvrages, nous retrouvons différents acronymes pour définir les dangers des fumées :



Nous privilégions et retiendrons le second acronyme, ITORE :

L'ACRONYME ITORE : CARACTÉRISTIQUES DES FUMÉES DE COMBUSTION

Initiale (ITORE)	Propriété et Définition	Description du Phénomène
I	Inflammable et explosive 	car elles sont chargées en particules imbrûlées ou résultent d'une combustion incomplète
T	Toxique 	car leur composition et leur température rendent le milieu irrespirable
O	Opaque 	par la présence de particules de suie ou d'aérosols provoquant un écran qui réduit la visibilité. Dans certains cas, lorsque les fumées sont très denses, les sons sont assourdis
R	Rayonnante 	car elles transportent une grande partie de la chaleur. Les fumées émettent un rayonnement thermique d'autant plus important que leur température est élevée
E	Envahissante et mobile 	car elles se comportent comme un fluide en s'infiltrant et se répandant dans tous les volumes qui lui sont ouverts

Chaudes et mobiles, ces fumées pourront alors se propager dans un bâtiment, faisant pyrolyser les matériaux combustibles qu'elles rencontreront et se diluer au fil du temps avec l'air.

En fonction des éléments qui la composent, de leur concentration et de la température, ces fumées pourront de nouveau s'enflammer, à distance du foyer de l'incendie.



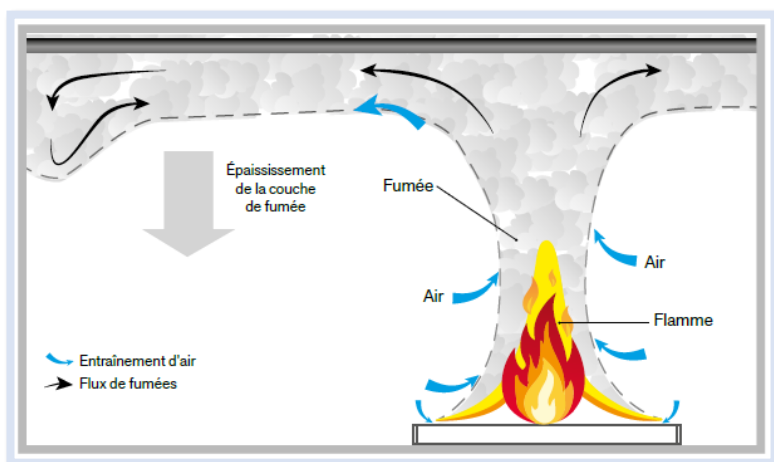
3) La stratification des fumées

La stratification des fumées sur un incendie est le phénomène par lequel les fumées chaudes se superposent en couches dans un volume, généralement avec les plus chaudes en haut et les plus froides en bas.

En raison du tirage thermique, les fumées ont tendance à s'élever vers le plafond et à s'accumuler en couches de températures décroissantes vers le bas. La même stratification s'observe au niveau de leur densité donc de leur opacité et de leur toxicité, les couches les plus chaudes étant les moins diluées.

Lors d'un incendie dans un local :

1. Le feu produit des gaz et fumées très chauds.
2. Ces fumées sont plus légères que l'air et montent au plafond.
3. Elles s'accumulent en haut et forment une couche de fumées.
4. Avec le temps, cette couche s'épaissit et descend progressivement vers le sol.



On obtient donc une stratification :

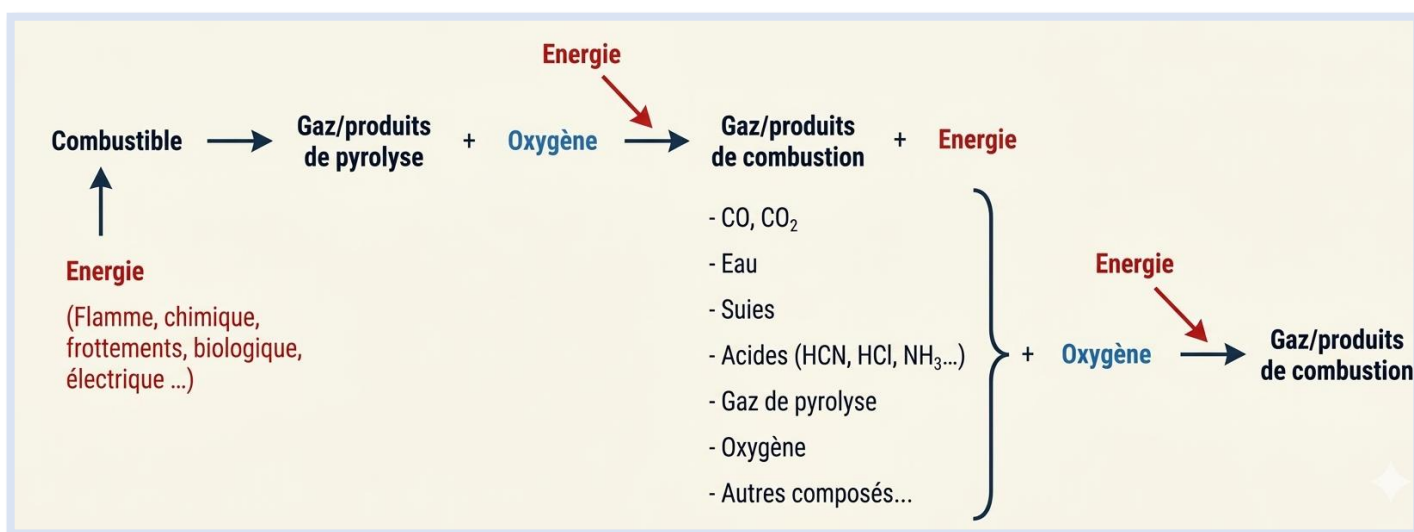
- En haut : fumées très chaudes et toxiques
- Au milieu : zone de mélange
- En bas : air plus respirable (zone de survie)

- La stratification se crée naturellement par la convection et la différence de densité des gaz
- Elle est instable et peut évoluer très vite
- Elle est un indice majeur de lecture du feu.



Plus les fumées sont chaudes, rapides, sombres et basses... plus le danger est proche.

4) Schéma récapitulatif



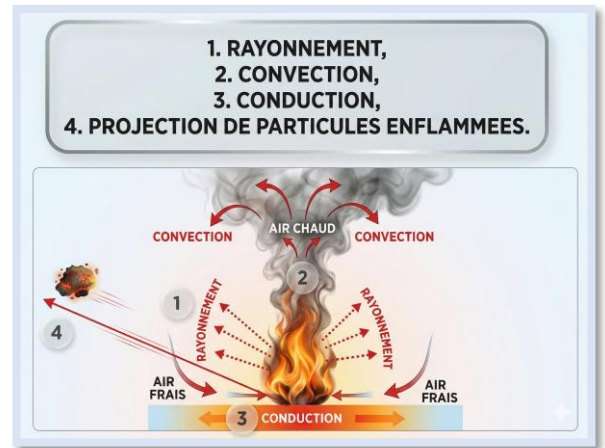
H. Les modes de propagation

Au cours d'un incendie, le feu se transmet de proche en proche sous l'action des échanges par transfert de chaleur

Ces modes opèrent simultanément ou séparément.

La vitesse de propagation d'un incendie dépend globalement :

- De facteurs géométriques (épaisseur, surface, forme, etc.)
- De dispositions dans l'espace (position horizontale, verticale)
- D'autres facteurs : Température, humidité de l'air, teneur en oxygène, inhibition.



❖ Rayonnement

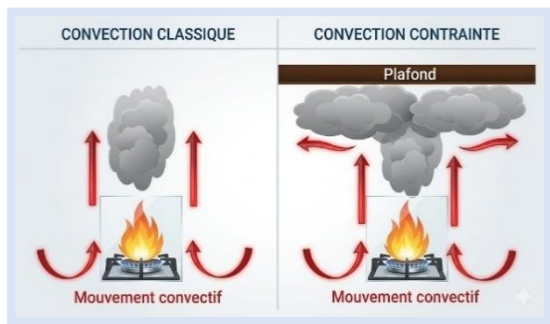
Mode de propagation de l'énergie, sans support matériel, qu'un corps chaud émet au travers d'un flux thermique.

Ex : mettez vos mains à proximité d'une cheminée en fonctionnement. La chaleur que vous percez sur vos mains est l'effet du rayonnement.



❖ Convection

C'est le transfert de chaleur, engendré par le déplacement de gaz ou de liquides, du bas vers le haut.



Dans le cas de l'incendie, ce sont les fumées et gaz chauds qui se propagent dans les différents volumes de la structure.

Dans un incendie, la convection joue un rôle très important.

Le mouvement des gaz chauds s'effectue naturellement du bas vers le haut et peuvent prendre d'autres directions si elles sont soumises à des contraintes (ex : murs, plafonds) ou des forces extérieures (ex : conditions climatiques).

❖ Conduction

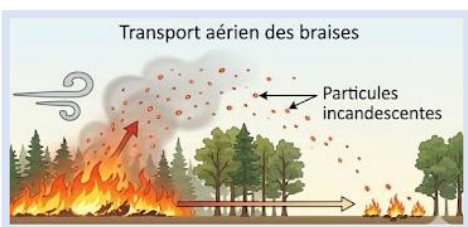
C'est le transfert de chaleur au travers d'une matière solide exposée à une source de chaleur.

Ex : tenez un morceau de ferraille par une extrémité et faites chauffer l'autre extrémité. Vous ne tarderez pas à ressentir la chaleur qui est conduite à travers la matière solide.



❖ Projection :

Transfert de chaleur par projection de matériaux enflammés.



Ex : explosion des pommes de pin, parties incandescentes transportées par le vent.

Le feu dans un système




Aborder autrement ce chapitre



 Podcast explicatif
Scanner/ cliquer pour écouter



 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder

Notes personnelles

Dotted lines for taking notes.

La connaissance d'un système complexe ne peut être ramenée à la simple étude des différents éléments qui le composent. Il est nécessaire de comprendre le système, sa composition et les interactions entre ces éléments.



On peut définir le système comme suit :

« **Notion d'éléments en interaction les uns avec les autres, avec une causalité circulaire* et non linéaire* entre les éléments** »

*Causalité linéaire = une cause produit un effet

*Causalité circulaire = une cause produit un effet qui à son tour rétroagit sur la cause (rétroaction)

Nous considérons le feu comme un système complexe, qu'il convient de modéliser pour mieux le comprendre et en avoir une représentation commune.

Cette modélisation partagée est nécessaire pour :

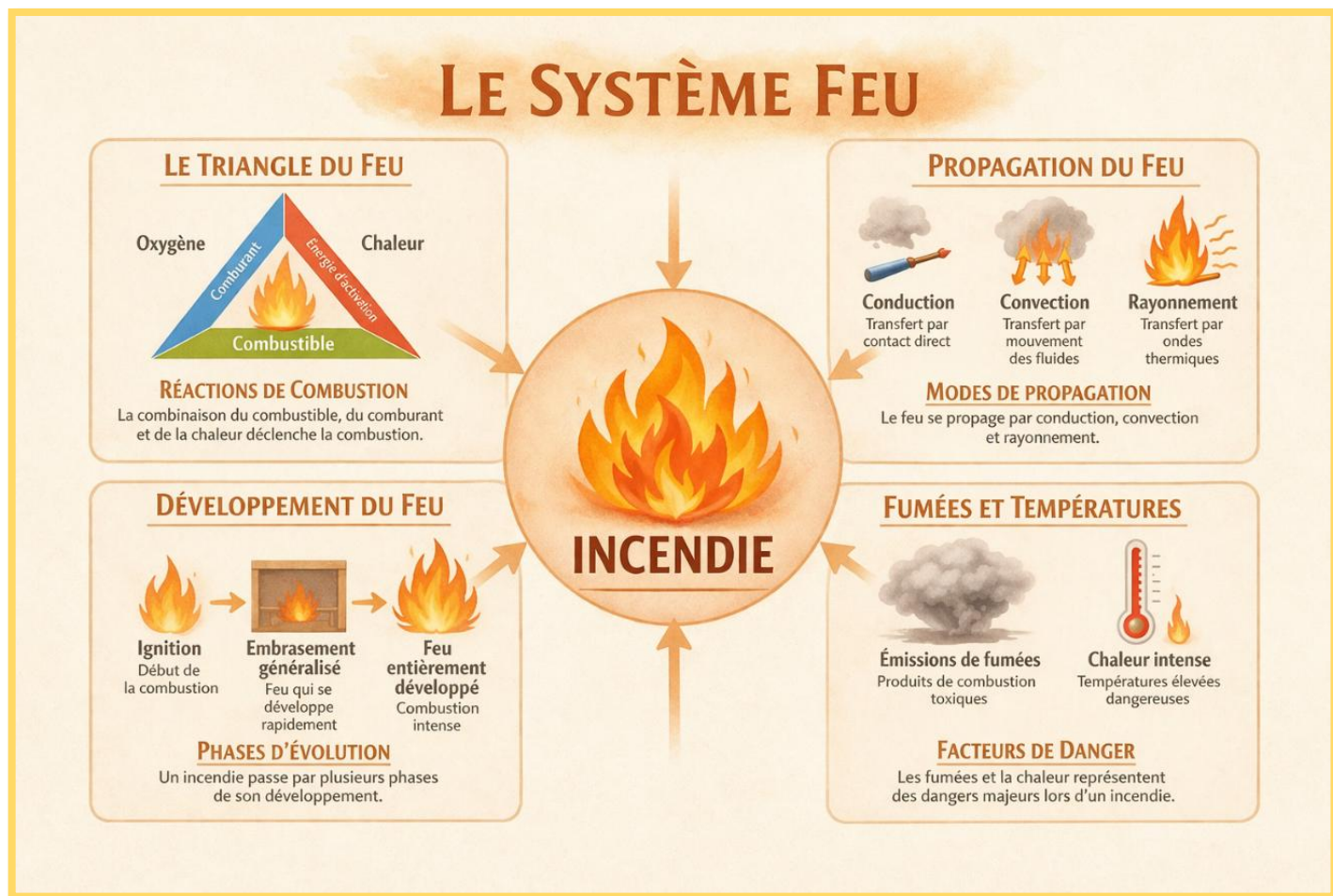
- Exploiter les connaissances scientifiques
- Didactiser* les connaissances

*Didactiser = rendre un savoir savant enseignable à autrui

En qualité d'intervenants sur feu, il est primordial de connaître le comportement du feu.

Un grand nombre d'éléments détermine l'évolution d'un feu.

L'étude de ces éléments au sein du « Système feu » va vous aider dans la compréhension et l'analyse des indicateurs caractérisant un incendie.

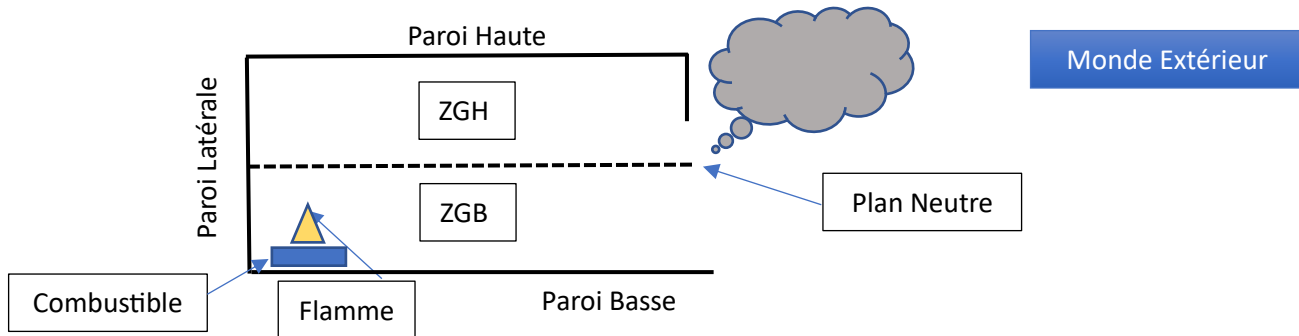


I. Les éléments constitutifs

Sur chaque incendie, nous pouvons observer une multitude de paramètres qui diffèrent (structure bâimentaire, taille des ouvrants, cantonnement, l'influence du vent, etc.).

Mais si l'on étudie plusieurs types de feu, nos observations font ressortir un certain nombre d'invariants :

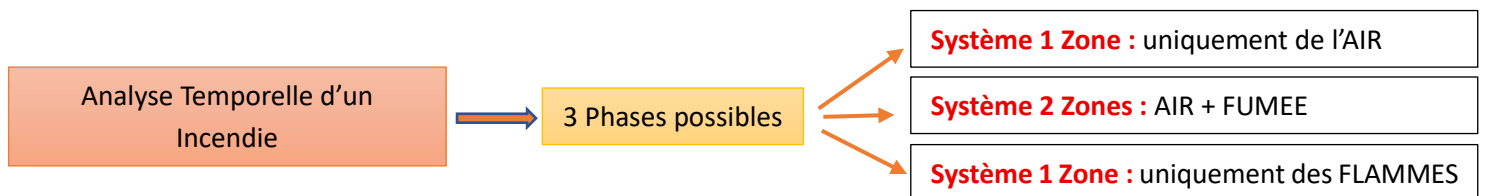
- Zone Gazeuse Haute : fumées
- Zone Gazeuse Basse : Air
- Zone Neutre/Plan Neutre : Séparant ZGH/ZGB
- Le monde extérieur : Extérieur / Couloir / volume adjacent.
- Etc.



SYSTEME FEU

→ C'est un système COMPLEXE, INTERDEPENDANT et DYNAMIQUE !

❖ Analyse temporelle du système feu



L'analyse temporelle d'un incendie nous permet de dégager trois phases dans l'enceinte :

- a) Dans les premiers instants du développement, le feu est naissant, les flammes sont vives mais petites et la fumée n'est pas visible. L'ensemble de la boîte semble libre de fumée et uniquement rempli d'air.

On parle d'un système « une zone » : l'air.

- b) Petit à petit, les flammes gagnent en intensité, les fumées se stratifient en partie haute et sortent de la maquette par l'ouvrant. L'air arrive au foyer en partie basse, sous la strate de fumées.

On parle d'un système « deux zones » : l'air et les fumées.

- c) Enfin, les flammes concernent l'ensemble de la boîte et sortent par l'ouvrant : toute la boîte est en feu.

On parle d'un système « une zone » : les flammes.



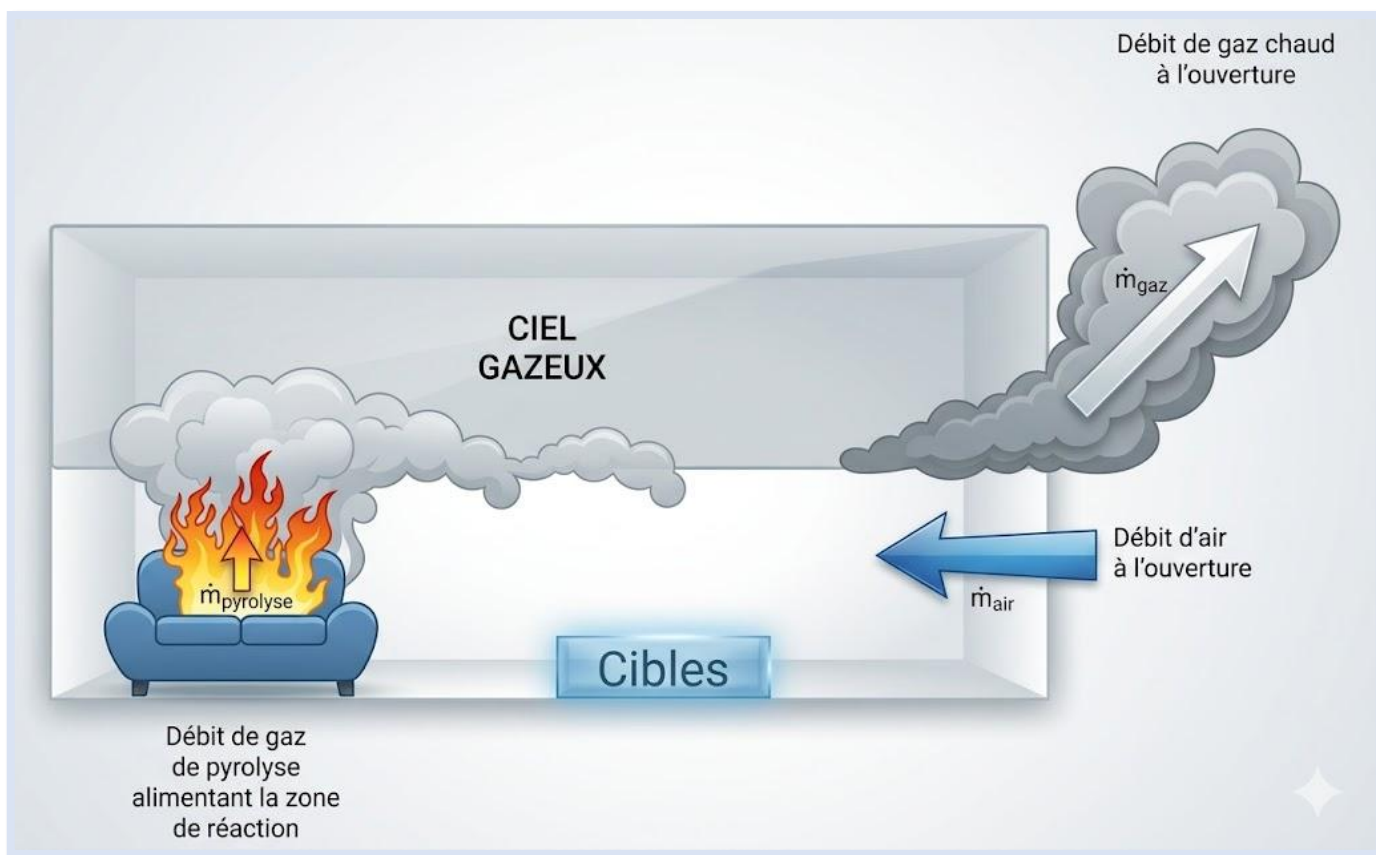
Scanner/cliquer pour regarder

Afin de pouvoir étudier le « système feu » et appréhender sa complexité, nous allons nous intéresser à la situation « deux zones » : lorsque les fumées sortent par la partie haute de l'ouvrant, laissant l'air entrer par la partie basse.

II. Le modèle de THOMAS

Le triangle du feu constitue une première approche intéressante pour aborder le « système feu » et ses composants. Cependant, les sapeurs-pompiers sont amenés à intervenir sur des volumes où de nombreux autres éléments viennent influencer le développement et la propagation du feu.

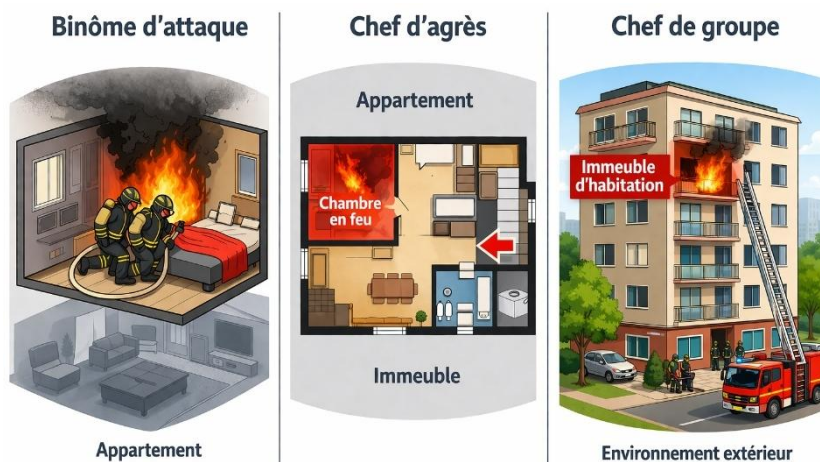
Ces éléments sont représentés par le modèle de THOMAS, qui représente à la fois les transferts de chaleur et les transferts de masse dans le local.



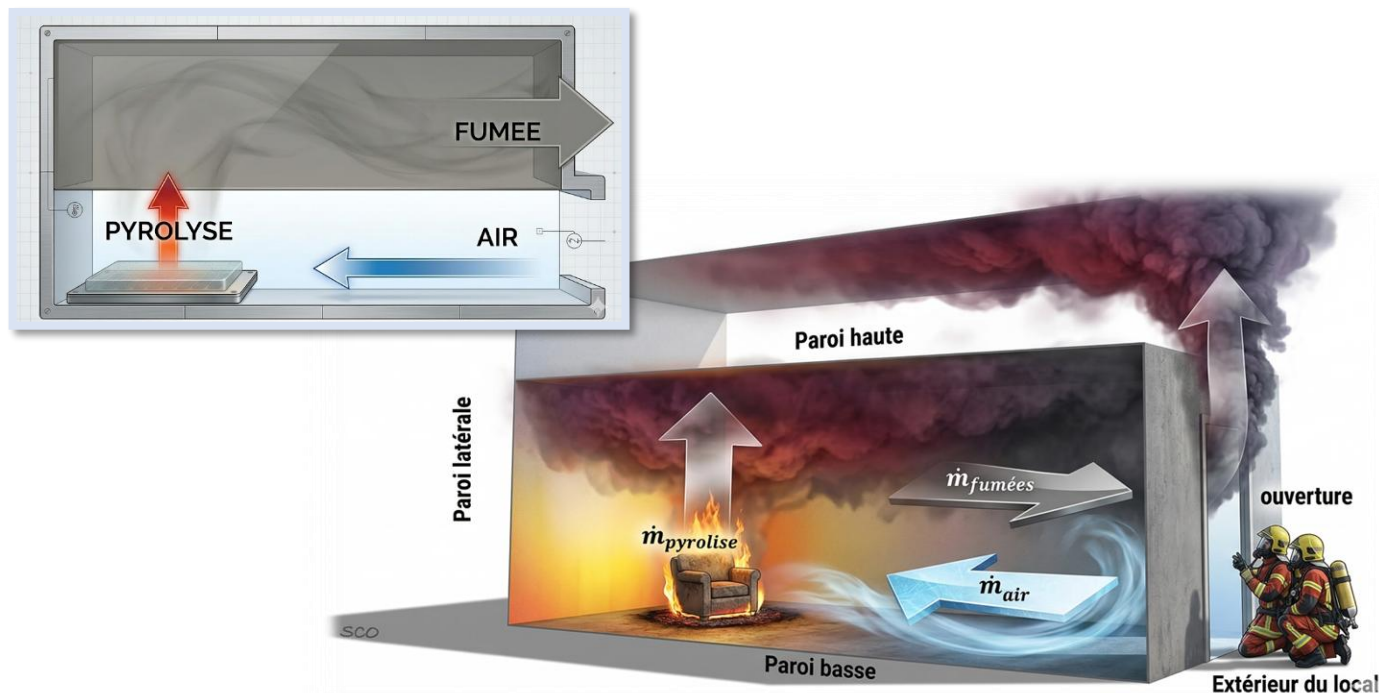
Sur intervention, chaque pompier à son niveau verra sa propre représentation schématique du système feu.

Dans le cas d'un feu de chambre d'un appartement dans un immeuble d'habitation, les différentes représentations seront :

- La chambre pour le binôme d'attaque (le monde extérieur étant le reste de l'appartement),
- L'appartement pour le chef d'agrès (le monde extérieur étant le reste de l'immeuble)
- L'immeuble d'habitation pour le chef de groupe (le monde extérieur étant l'environnement extérieur).



A. Transfert de masse (matière)



De façon simplifiée, les échanges de matière au sein du système feu sont constitués de trois éléments :

- Masse gazeuse entrante :** De l'air entrant en partie basse (zone gazeuse basse)
- Masse gazeuse de Pyrolyse :** Combustible émis réagissant avec l'air au niveau de la zone feu,
- Masse gazeuse sortante :** Fumée issue de la combustion sortant en partie haute (zone gazeuse haute).

❖ Les échanges

A partir de la définition de la combustion, nous pouvons écrire de façon simple :

$$\text{Air} + \text{Combustible} = \text{Fumée}$$

Soit : $\text{Air} + \text{Pyrolyse} = \text{Fumée}$

Ces trois éléments étant constitués de matière possédant une masse (en kg), nous obtenons :

$$\text{Masse d'air} + \text{Masse de combustible} = \text{Masse de fumée}$$

En écrivant la conservation de la matière, c'est-à-dire la variation de la masse au cours du temps, nous obtenons le transfert de masse du système feu au cours du temps :

$$\text{Débit d'air} + \text{Débit de combustible} = \text{Débit de fumée}$$

Scientifiquement, cette égalité est connue sous le nom de formule de Thomas (débits exprimés en kg/s)

Formule de Thomas

$$\dot{m}_{\text{air}} + \dot{m}_{\text{pyrolyse}} = \dot{m}_{\text{fumée}}$$

$$\dot{m}_a + \dot{m}_p = \dot{m}_f$$

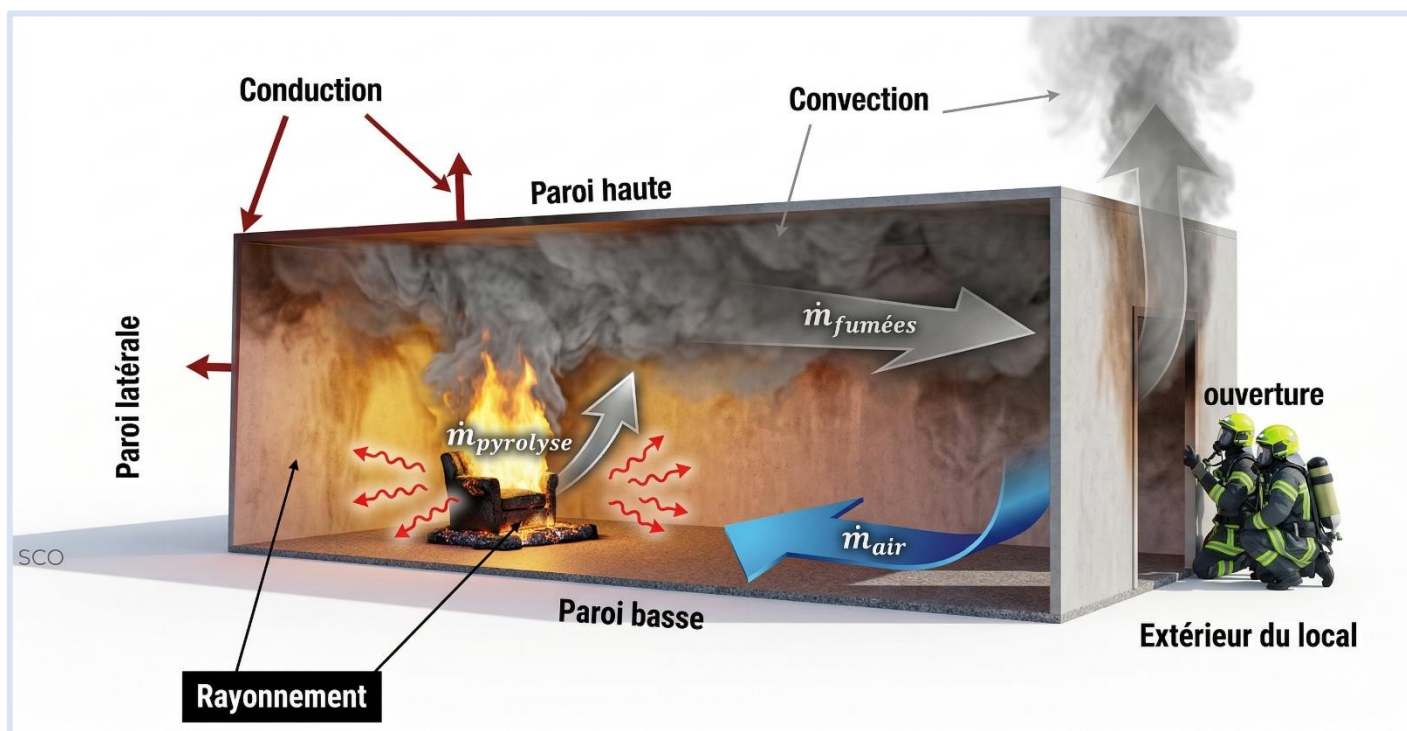


Ces trois quantités correspondent à des masses entrantes et sortantes du local, On parle donc de transfert de masse.

En considérant le local comme une enceinte et qu'aucune matière ne disparaît au cours de la réaction chimique de combustion, on peut dresser le bilan suivant :

- La quantité de fumée produite = quantité d'air entrante + quantité de gaz de pyrolyse émise
- Plus d'air entrant dans le volume => plus de pyrolyse produite → plus de fumée produite
- Moins d'air entrant dans le volume => moins de pyrolyse produite → moins de fumée produite

B. Transfert d'énergie (chaleur)

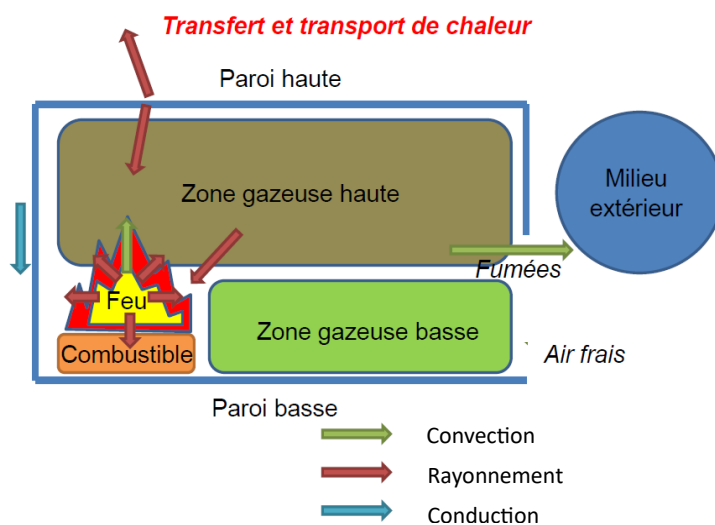


❖ Les échanges

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

La répartition des transferts de chaleur, donc d'énergie, est en moyenne de :

- 70% par convection
- 25% par rayonnement
- 5% par conduction



Les Energies dégagées par le foyer dans le local donnent la Puissance de l'incendie.

Même si certaines énergies dégagées sont perdues dans le volume (exemple par conduction au parois), cela reste négligeable.

Cette puissance évolue en fonction du temps et de l'évolution du feu (courbe de développement)

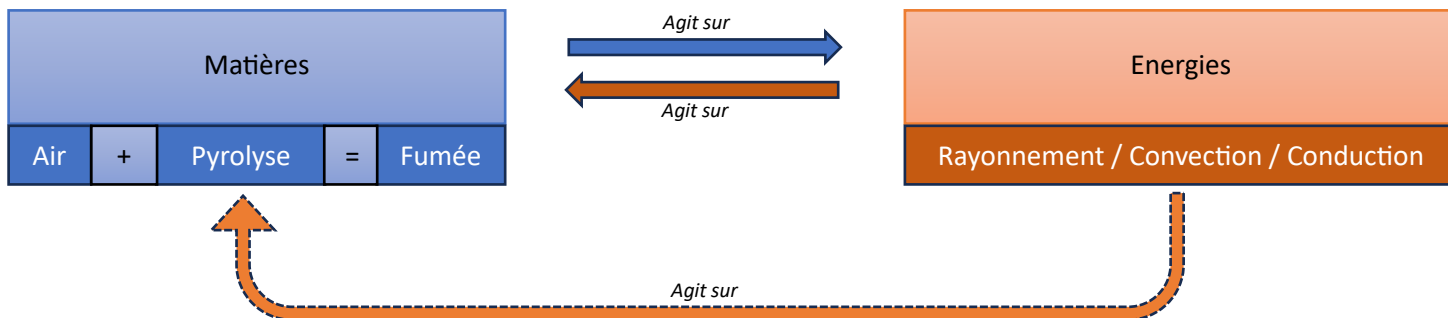
C. Interaction Matière/Énergie

Les transferts de masses (gaz de pyrolyse et air frais) sont prépondérants dans l'efficacité de la combustion. Le feu peut en effet être limité par la présence en combustible ou en comburant selon son environnement.

Dans un feu de local, **la pyrolyse va être directement impactée par l'importance des transferts d'énergie** (chaleur) en provenance du rayonnement des fumées et des flammes, ainsi que des échanges aux parois.

La puissance totale de feu est donc dépendante de la quantité de gaz de pyrolyse émanant du solide (et de l'air frais disponible), elle-même dépendante de l'échauffement des matériaux de la pièce, conditionnée aux transferts de chaleur.

On peut donc illustrer ces éléments par les équations suivantes :



EN CONCLUSION

- 1) Les échanges de Matière lors de la combustion produisent des Energies dans le système. Plus la combustion est vive et plus la production d'Énergie est importante.

On peut dire que les Matière agissent sur les Energies

- 2) Les Energies accumulées dans le système vont avoir un impact sur les matériaux combustibles présents. Sous l'effet de la chaleur, ces matériaux vont produire des gaz combustibles (produits de pyrolyse). Ainsi la quantité de Matière combustible gazeuse, appelée « Pyrolyse » va augmenter dans le système

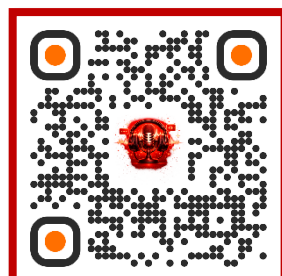
**On peut dire que les Energies agissent sur les Matière,
Et plus particulièrement, les Energies agissent sur le débit de gaz de pyrolyse produit lors de la combustion**



Le développement du feu




Aborder autrement ce chapitre



 Podcast explicatif
Scanner/ cliquer pour écouter



 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder

L'intérêt est de développer la notion de puissance du feu tout en s'appuyant sur des concepts théoriques justifiés scientifiquement.

Ces concepts n'ont aucun intérêt, à ce niveau de compétences, d'être retenu à la lettre mais ils sont nécessaires pour développer et justifier la compréhension de ce système feu si complexe.

I. La puissance du feu

La thermodynamique nous enseigne que le feu n'est en réalité basé que sur des échanges d'énergie.

La matière possède en elle une quantité **d'énergie, exprimée en Joule (J)**, qui va être libérée lors de la réaction de combustion.

Pour s'en convaincre, pas besoin de grandes expériences : la simple lecture de l'étiquette d'un produit acheté en supermarché nous en apporte la preuve avec l'expression de l'énergie en kJ ou kcal donnée pour 100 g et qui est inscrite sur l'étiquette. Dans ce cas, il s'agit bien de la quantité d'énergie libérée par l'aliment lors de son ingestion, donc de sa combustion par l'organisme.

1) Définitions

Mais revenons à l'incendie. Selon les besoins, l'énergie peut s'exprimer de différentes manières :

❖ *Charge calorifique*

Quantité totale d'énergie dans un local donné ; s'exprime en Joule.

❖ *Pouvoir calorifique*

Quantité maximale d'énergie pouvant être libérée par la combustion d'1 kg de matière ; s'exprime en J/kg.

❖ *Potentiel calorifique*

Répartition de l'énergie totale par rapport à la surface du local ; s'exprime en J/m².

2) La puissance du combustible





La puissance est une quantité d'énergie dégagée sur une notion de temps (durée), exprimée en Watts (W)

Cette notion peut être exprimée de cette manière :

$$\text{Puissance (en Watts)} = \frac{\text{Energie (en Joules)}}{\text{Temps (en secondes)}} \quad \text{Donc on peut dire} \quad 1 \text{ Watt} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ seconde}}$$

D'après la définition du pouvoir calorifique (ci-dessus), nous savons que chaque combustible a une capacité différente à libérer son énergie. D'ailleurs, c'est la même chose pour les aliments.

Quelques exemples :

Pouvoir Calorifique des Matières	
Matières	Pouvoir Calorifique (MJ / kg)
 Méthane	55 MJ / kg
 Mousse Polyuréthane	27 MJ / kg
 Bois	19,8 MJ / kg
 Caoutchouc	36 MJ / kg

Prenons un exemple pour illustrer le lien entre ces notions.

Nous prenons un pétard ayant un pouvoir calorifique (ΔH_c) de 1000 J/kg.
Pour l'expérience, nous allons modifier le temps de combustion de ce pétard

Première expérience : nous brûlons 1 kg de pétard en 1 seconde

$$\text{Puissance (en Watts)} = \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ seconde}} = 1000 \text{ W}$$

Deuxième expérience : nous brûlons 1 kg de pétard en 10 secondes

$$\text{Puissance (en Watts)} = \frac{1000 \text{ J}}{10 \text{ secondes}} = 100 \text{ W}$$



CONCLUSION de cette expérience

**Pour un même combustible, ayant le même pouvoir calorifique,
+ la combustion est rapide et + la puissance dégagée est importante**

II. Les facteurs influents le développement

De nombreux critères ont une influence sur la dynamique du développement du feu.

Certains sont plus facilement maîtrisables que d'autres sur intervention.

L'approche qui est mise en avant ci-dessous est basée sur de nombreux principes théoriques scientifiques. Cette approche peut être rapidement modifiée sur intervention, mais la compréhension du système n'en reste pas moins valable.

A. L'influence de l'ouvrant

Est-ce que l'ouvrant dans un système impacte la puissance du feu ?

1) La sémantique

Un ouvrant est une ouverture dans le système permettant les échanges entre le système dans le local et le monde extérieur à ce même volume.

Par définition, un ouvrant peut avoir plusieurs fonctions dans le système :

❖ Entrant

L'ouvrant permet à l'air, uniquement d'entrer

❖ Sortant

L'ouvrant permet aux fumées, uniquement de sortir

❖ Entrant/Sortant

Sur la surface de l'ouvrant, les fumées sortent en partie haute, et l'air entre en partie basse

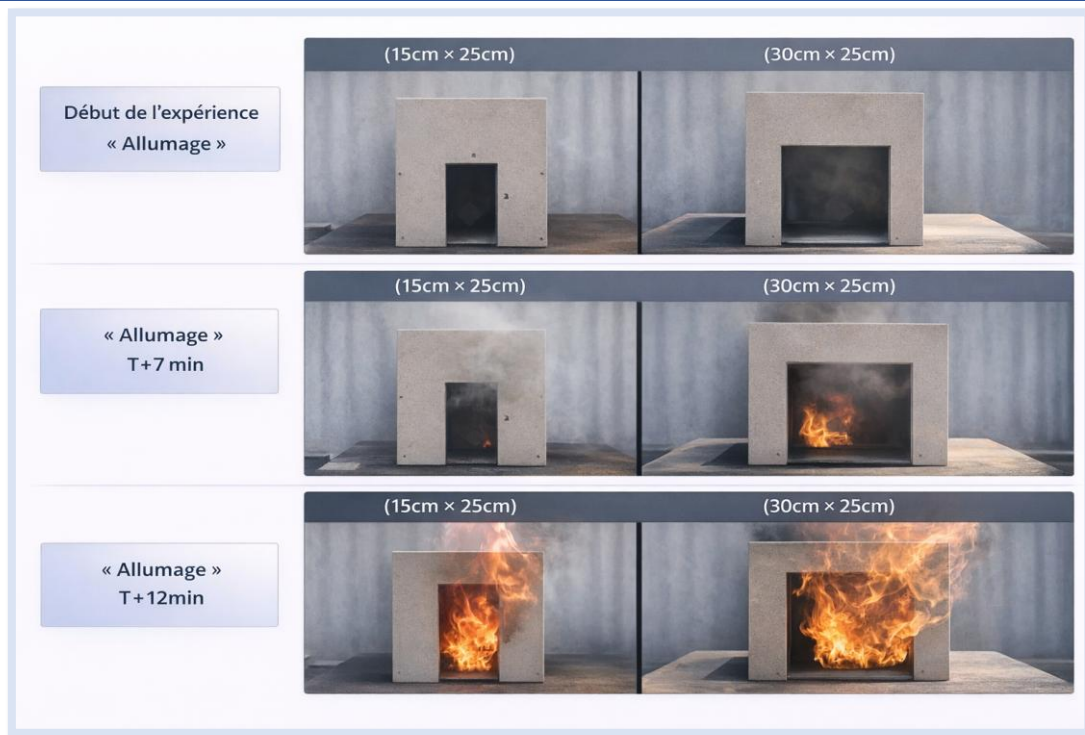
2) Démonstration pratique



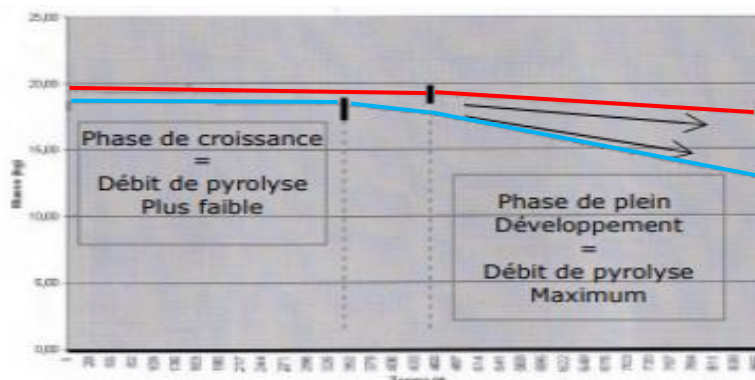
Scanner/cliquer pour regarder

Suite à de nombreuses expériences scientifiques, il est démontré que l'ouvrant a une influence sur la dynamique du feu.

*Prenons l'expérience de 2 boîtes à feu, de même matière, avec la même charge calorifique.
Les 2 systèmes sont allumés en même temps, dans les mêmes conditions
(1 seul ouvrant servant d'entrant et sortant)
Seule différence, la taille de cet ouvrant (largeur modifiée)*



	Boite petit ouvrant	Boite grand ouvrant
Poids de départ	18200 g	17800 g
Poids de fin	13600 g	9750 g
□ poids	4600 g	8050 g
Durée	15 min (900s)	15 min (900s)
Débit de pyrolyse	5,11g/s	8,94g/s
Surface intérieur boîte (hors ouvrant)	1,462m ²	1,422m ²
Débit de pyrolyse/ m ²	3,48g/s.m ²	6,25g/s.m ²



— Grand ouvrant
— Petit ouvrant

La quantité d'air entrant et de fumée sortante est très compliquée à mesurer.
Par contre, la perte de masse de Pyrolyse est un indicateur précieux.

CONCLUSION de cette expérience

**La taille de l'ouvrant détermine la perte de masse de Pyrolyse
Donc + l'ouvrant est grand, + la puissance dégagée est importante**



- Lors d'un passage de porte, le binôme d'attaque pourra influencer la puissance du feu par simple gestion de l'ouvrant
- Les actions de ventilation non coordonnées auront un impact sur la puissance du feu, donc des binômes engagés

B. L'influence de la charge

Est-ce que la charge calorifique dans un système impacte la puissance du feu ?

Suite à de nombreuses expériences scientifiques, il est démontré que la charge calorifique n'a pas d'influence sur la puissance maximale du feu, mais au contraire cela impacte la durée de la combustion.

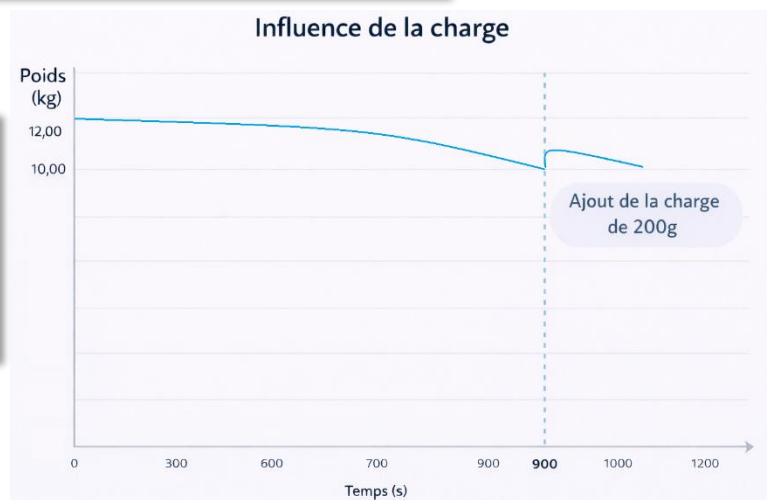
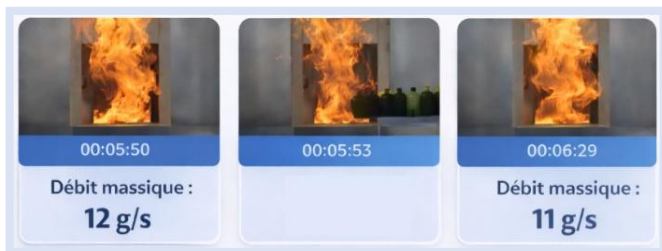


Scanner/cliquer pour regarder

Prenons l'expérience d'une boîte à feu, où nous mettons une charge calorifique définie.

Pendant l'expérience, nous pesons le poids de la boîte (donc du système) afin de mesurer la perte de masse du combustible, par dégradation pendant la combustion (1 seul ouvrant servant d'entrant et sortant)

Au cours de ce brûlage, nous ajoutons une masse de combustible, afin d'observer l'impact que cela aura sur la dynamique du feu



Cette expérience apporte les éléments suivants :

- La masse totale augmente lors de l'ajout de combustible dans le système
- Visuellement, aucune modification de la puissance du feu n'est identifiée
- La courbe permet de dire que la vitesse de perte de « masse combustible » est identique avant et après ajout de combustible.

Cela signifie que le débit de production de gaz de pyrolyse reste identique.



CONCLUSION de cette expérience

**Peu importe la quantité de combustible dans le volume,
le débit de production de gaz de pyrolyse reste constant
Dans un volume semi-clos, + la charge calorifique est importante, + le feu va durer longtemps.**

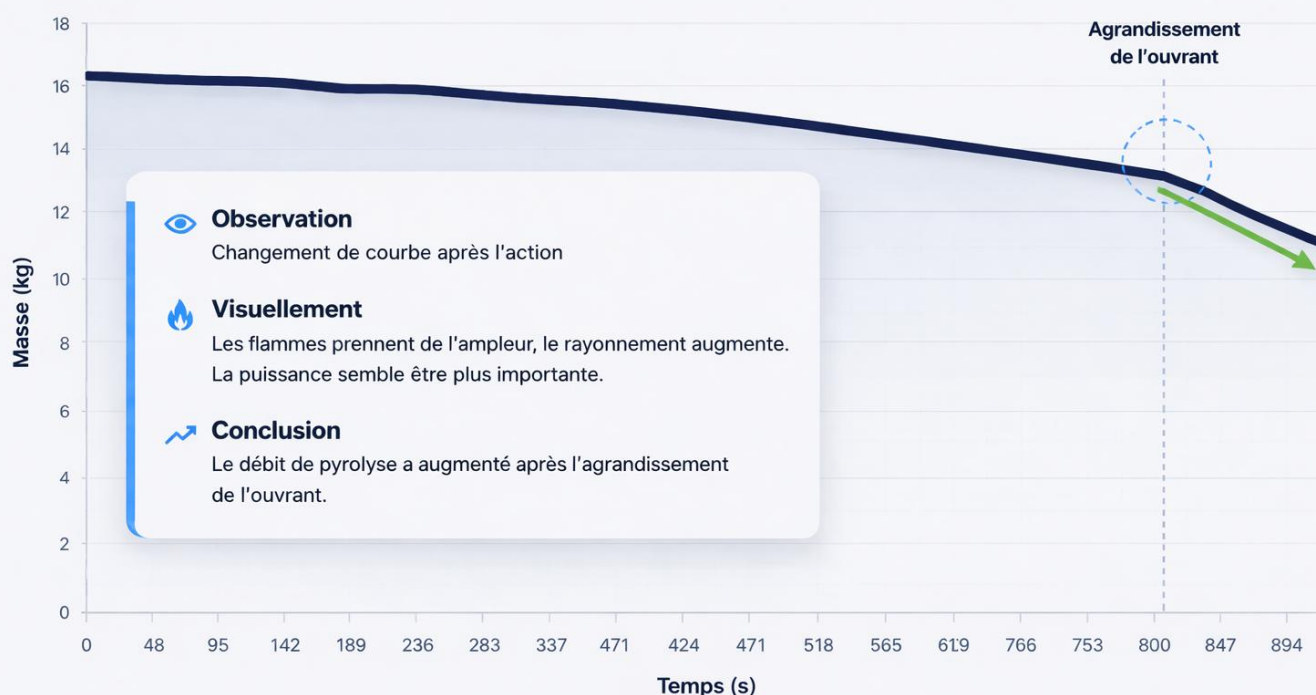
C. L'influence du facteur de ventilation

Est-ce que la ventilation (facteur de ventilation) dans un système impacte la puissance du feu ?

Prenons l'expérience d'une boîte à feu, où nous mettons une charge calorifique définie.
Pendant l'expérience, nous pesons le poids de la boîte (donc du système) afin de mesurer la perte de masse du combustible, par dégradation pendant la combustion
(1 seul ouvrant servant d'entrant et sortant)
Au cours de ce brûlage, nous augmentons la surface de l'unique ouvrant, afin d'observer l'impact que le facteur de ventilation aura sur la dynamique du feu

Courbe de perte de masse après augmentation de la ventilation

Effet de l'agrandissement de l'ouvrant sur la pyrolyse (ventilation accrue)



Cette expérience apporte les éléments suivants :

- Dans le volume semi-clos, le débit de production de gaz de pyrolyse est globalement constant sans modification du facteur de ventilation du système.
- Dès que la surface de l'ouvrant, donc le facteur de ventilation est augmenté dans le système, nous pouvons constater une augmentation du débit de production de gaz de pyrolyse.
Cela est représenté par la modification de trajectoire de la flèche verte ci-dessus.



CONCLUSION de cette expérience

La modification du facteur de ventilation impacte directement sur la puissance du feu

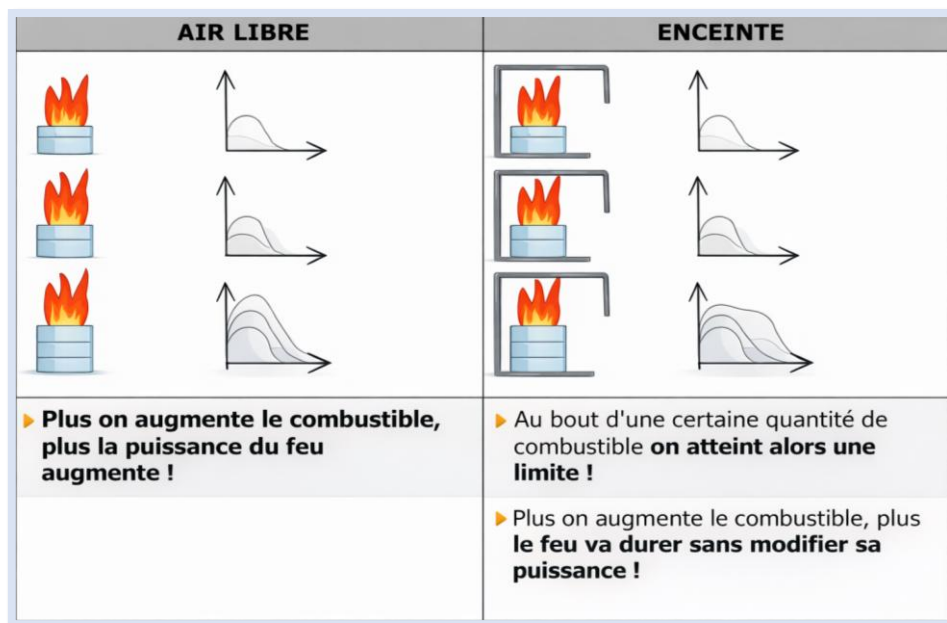
D. Notion de limitation

1) Limitation par l'environnement

Est-ce que le développement du feu est identique à l'air libre et dans une enceinte bâtementaire ?

Prenons l'expérience d'une même charge calorifique, que nous brûlons à l'air libre et dans une enceinte bâtementaire.

L'expérience est renouvelée à plusieurs reprises, en conservant les mêmes systèmes (air libre et enceinte bâtementaire), or seul la charge calorifique est modifiée à chaque expérience (1 seul ouvrant servant d'entrant et sortant dans le système « enceinte bâtementaire »)



Cette expérience apporte les éléments suivants :

- A l'air libre :
 - En début de courbe, la montée en puissance est lente et croissante signifiant que le feu est limité dans l'atteinte de sa pleine puissance.
Cette montée en puissance est proportionnelle à la charge calorifique
 - Sur les courbes, aucun plateau n'est identifié, ce qui signifie que le feu n'est pas limité à son plein développement
 - Une fois la puissance maximale atteinte, la courbe de puissance s'effondre de manière constante
 - La puissance maximale du feu est dépendante de la charge calorifique du système
- Dans un volume semi-clos (enceinte bâtementaire) :
 - En début de courbe, la montée en puissance est lente et croissante signifiant que le feu est limité dans l'atteinte de sa pleine puissance
 - A pleine puissance, on identifie un plateau, ce qui signifie que le feu est limité à son plein développement
 - La puissance maximale du feu est indépendante de la charge calorifique du système
 - Après le plateau, la courbe s'effondre de manière constante



CONCLUSION de cette expérience

**Dans son développement,
le feu est limité impactant son dégagement d'Énergie donc de Puissance**

Cette notion de limitation est différente en fonction de l'environnement (air libre / structure bâtementaire) mais aussi de l'étape de sa courbe de développement (début, milieu ou fin de courbe)

2) Limitation par l'ouvrant

Est-ce que la taille de l'ouvrant de l'enceinte bâtementaire impacte la puissance maximale du feu ?

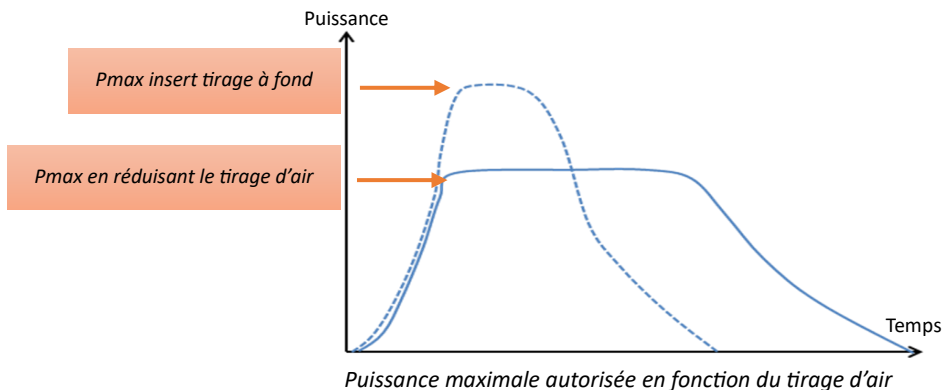
Comme détaillé précédemment avec l'influence de l'ouvrant et du facteur de ventilation, reprenons plusieurs éléments pour définir la notion de limitation par l'ouvrant

A l'air libre, le feu va libérer le maximum de sa puissance.

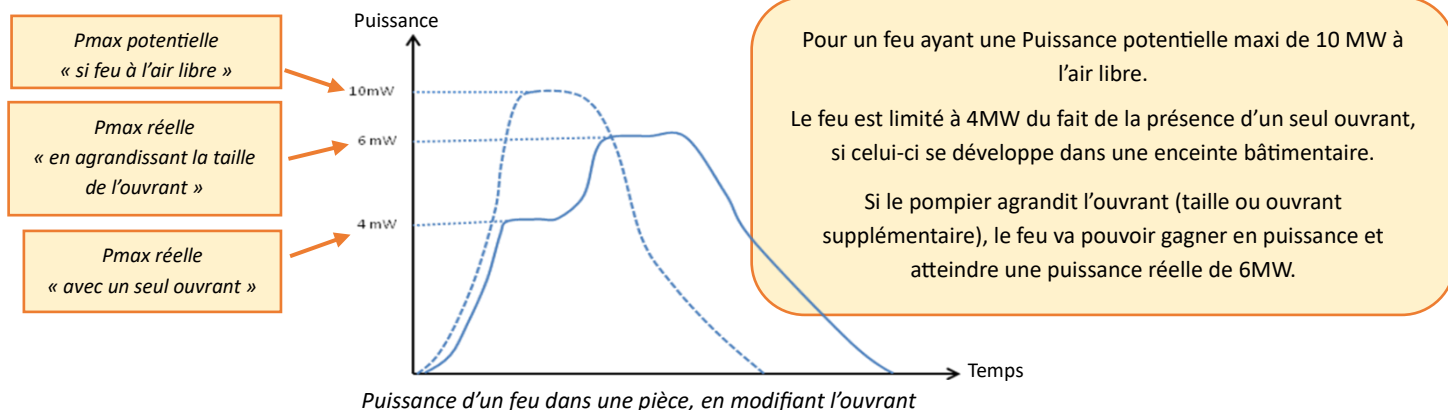
Cependant, se développant dans une enceinte bâtementaire, le feu va voir sa puissance limitée par l'ouvrant. Conséquence, si le feu est moins puissant, il va durer plus longtemps.

Exemple :

Le cas de l'insert que l'on a chargé de bûches de bois le soir et où le tirage est au minimum pour faire durer le feu toute la nuit.



Opérationnellement, la compréhension de ces courbes, permet d'exprimer le potentiel énergétique dont le feu dispose au plein développement, et mettre en avant les conséquences d'une ventilation sur la puissance maximale du feu à cette même étape.



Si la Puissance du feu est liée à la ventilation → Puissance en fonction des caractéristiques des ouvrants.



On parle de « Feu limité par la ventilation » ou « FLV. »

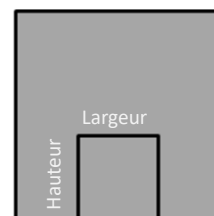
Par « limité », il convient plutôt de comprendre une dépendance.

La puissance du feu est dépendante de la ventilation, donc de l'ouvrant.

Dans ce cas, la formule de Puissance est calculée scientifiquement en prenant compte le facteur de ventilation « \dot{m}_a » :

$$\text{Puissance} = 1500 \times A \times H$$

A : surface totale de l'ouvrant
H : Hauteur de l'ouvrant



Exemple :

Pour un système avec une porte de 1m de large et 2m de haut → « $P_{max} = 1500 \times 2 \times 2 = 4,2 \text{ MW}$ »

Pour un système avec une porte de 2m de large et 1m de haut → « $P_{max} = 1500 \times 2 \times 1 = 3 \text{ MW}$ »



Pour une même surface d'ouvrant, la hauteur de celui-ci induit fortement la puissance maximale théorique du feu à son plein développement

3) Limitation par le combustible

Est-ce que la nature du combustible impacte la puissance et le développement du feu ?

Comme détaillé précédemment avec l'influence de la charge, reprenons cette influence pour définir la notion de limitation par le combustible.

Lors des différentes courbes de développement du feu étudiées, avant et après le plateau où la puissance est limitée par la ventilation, nous pouvons identifier une courbe croissante et décroissante de la puissance.

Ces phénomènes existent plutôt soit en début ou fin de l'incendie, ou les deux. Dans tous les cas, à ces moments précis, l'apport en comburant n'est pas manquant dans le système, ce qui permet de définir que le développement du feu est limité par l'apport en combustible.

Si la puissance du feu est liée au combustible → Puissance en fonction des caractéristiques du combustible.



On parle de « Feu limité par le combustible » ou « FLC »

Par « limité », il convient plutôt de comprendre une dépendance.

La puissance du feu est dépendante :

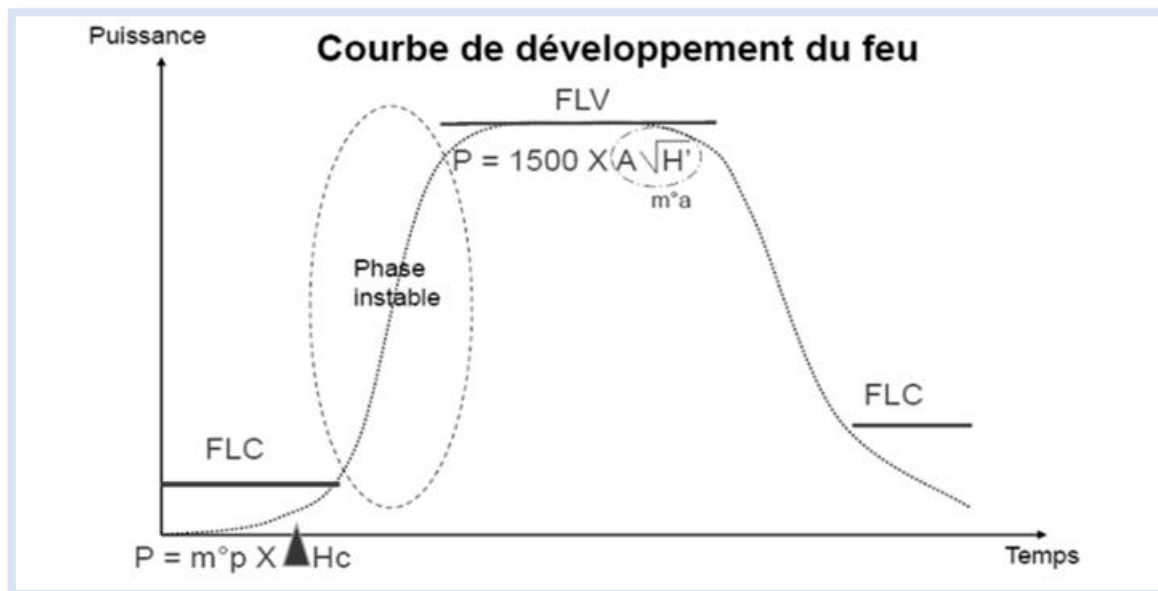
- De la nature du combustible (pouvoir calorifique : Δhc)
- De la quantité (débit de pyrolyse : \dot{m}_p)

Dans ce cas, la formule de Puissance est calculée scientifiquement en prenant compte des caractéristiques du combustible et sa capacité à se dégrader en produit de pyrolyse « \dot{m}_p » :

$$\text{Puissance} = \dot{m}_p \times \Delta hc$$

4) Synthèse des notions de limitation

Pour information et justification scientifique, voici comment sont calculées les limitations de puissance du feu en fonction de sa courbe de développement dans une enceinte bâtementaire définie



Chaque feu est et sera différent :

- Soit en fonction des matériaux et de leurs propriétés combustibles
- Soit en fonction de l'environnement où il se développe

III. La courbe de développement

1) La courbe théorique dans une enceinte bâtementaire

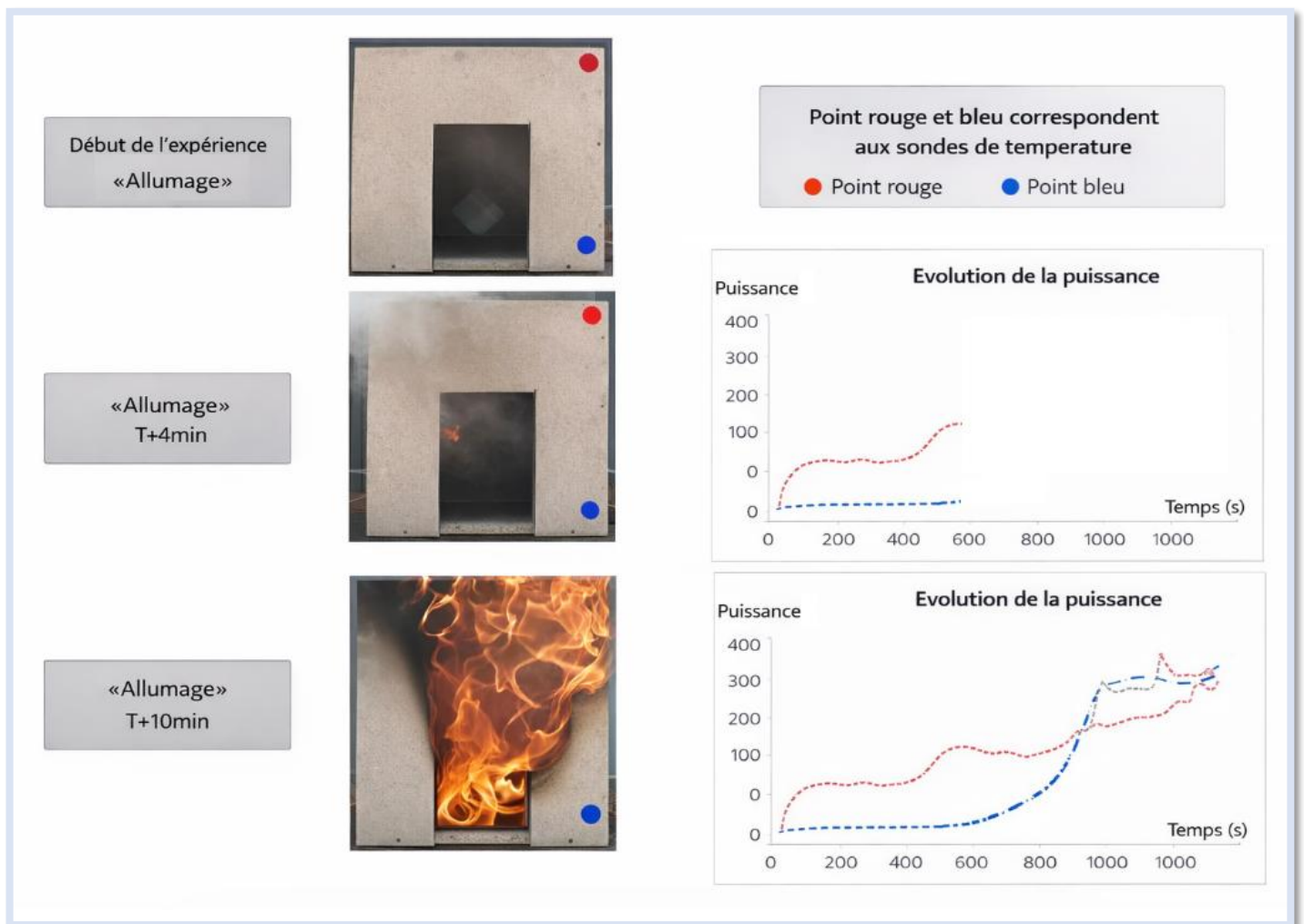
Tous les feux ont un développement unique en fonction de nombreux critères, que nous avons abordés dans les chapitres précédents.

De manière scientifique, la courbe de développement du feu a été analysée comme suit :

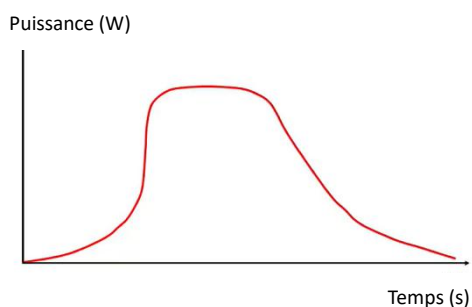
*Prenons une enceinte bâtementaire (boîte en bois) dans laquelle nous avons un ouvrant unique.
On y ajoute une charge calorifique nécessaire pour réaliser l'expérience.*

A l'aide de sondes de température installées dans le volume, nous observons l'évolution de la puissance du feu.

« Pour rappel, la puissance est la température en fonction du temps. »



Si nous observons la courbe de couleur bleue, correspondant à la température de la pièce en partie basse, de manière générale et scientifique, la courbe classique d'évolution de la puissance d'un incendie dans un local ventilé est représentée ci-dessous :

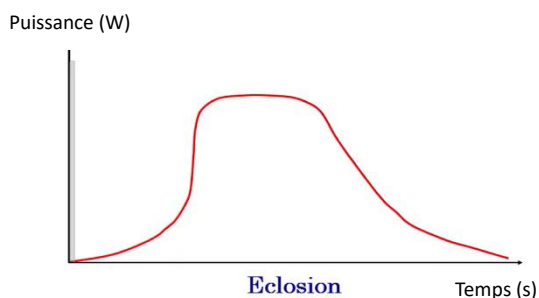


On remarque que l'Energie dégagée en fonction du Temps, donc la Puissance du feu évolue en plusieurs phases bien distinctes

Dans cet exemple, aucune action n'est réalisée sur le système jusqu'à ce que le feu s'éteigne de lui-même par manque de combustible.

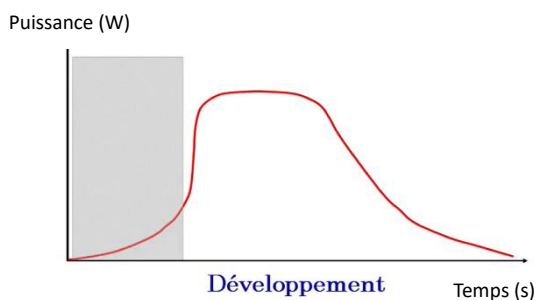
Système dans un volume semi-ouvert où la ventilation naturelle est suffisante

2) Les phases du développement



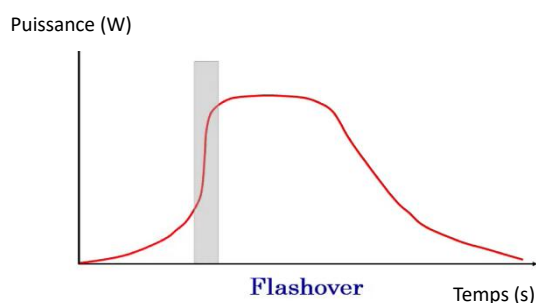
« L'Éclosion » ou « La naissance »

- Début de la combustion, où le combustible se dégrade en produit de pyrolyse sous l'effet de chaleur environnante
- Le dégagement de chaleur est très faible, et le processus de combustion est lent
- Très peu de fumée dans le volume



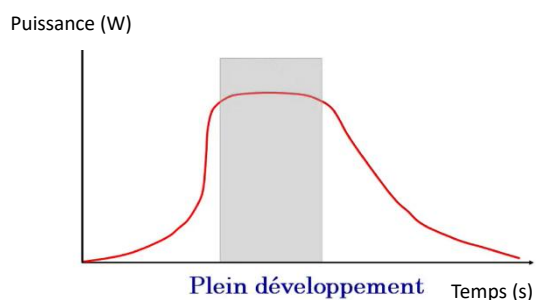
« Développement » ou « croissance »

- Le feu prend de l'importance et la puissance augmente
- Le débit de production de pyrolyse augmente dû à l'augmentation de la température du volume
- La production de fumée augmente
- Cette étape dépend du potentiel et de la charge calorifique des combustibles, ainsi que de la ventilation du système



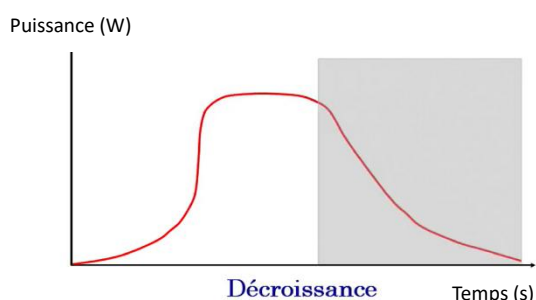
« Flashover » dit « Flashover spontané »

- Changement de dynamique du feu
- Emballement thermique et augmentation exponentielle de la Puissance du feu, sur un Temps très court
- Transition rapide entre la croissance et le plein développement du feu
- Phase qui se produit spontanément dans un système bâtementaire si la charge de combustible est suffisante
- Beaucoup de fumées instables et turbulentes dans le système, accompagnées de flammes



« Plein développement »

- La puissance du feu stagne
- Etape normale qui suit systématiquement le Flashover spontané
- Cette étape dépend du potentiel et de la charge calorifique des combustibles, ainsi que de la ventilation du système
- Très peu de fumée dans le volume, mais beaucoup de flamme

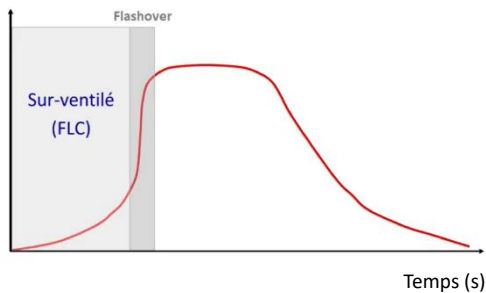


« Décroissance » ou « Déclin »

- Le feu perd en puissance
- Le débit de production de pyrolyse diminue dû à la diminution de la température
- L'issue finale de cette étape est l'extinction du feu

3) Les limitations dans le développement

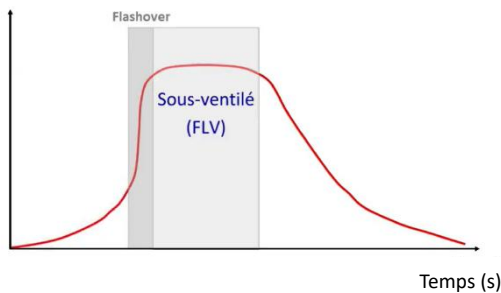
Puissance (W)



« Sur-ventilé » ou « Feu Limité par le Combustible »

- Début de la combustion des matériaux, où le combustible se dégrade en produit de pyrolyse sous l'effet de chaleur environnante. Ce n'est pas la matière combustible qui manque, mais le débit de production de gaz de pyrolyse qui est faible
- Dans le volume, beaucoup d'air par rapport au dégagement de combustible gazeux (gaz de pyrolyse et/ou gaz de combustion), d'où la notion de « Sur-ventilé »

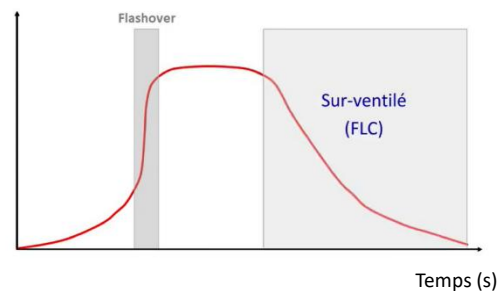
Puissance (W)



« Sous-ventilé » ou « Feu Limité par la Ventilation »

- L'ensemble des matériaux combustibles présents brûlent.
- Le débit de production en gaz de pyrolyse est au maximum
- Le feu atteint sa puissance maximale par rapport au débit d'air entrant par les ouvrants du système.

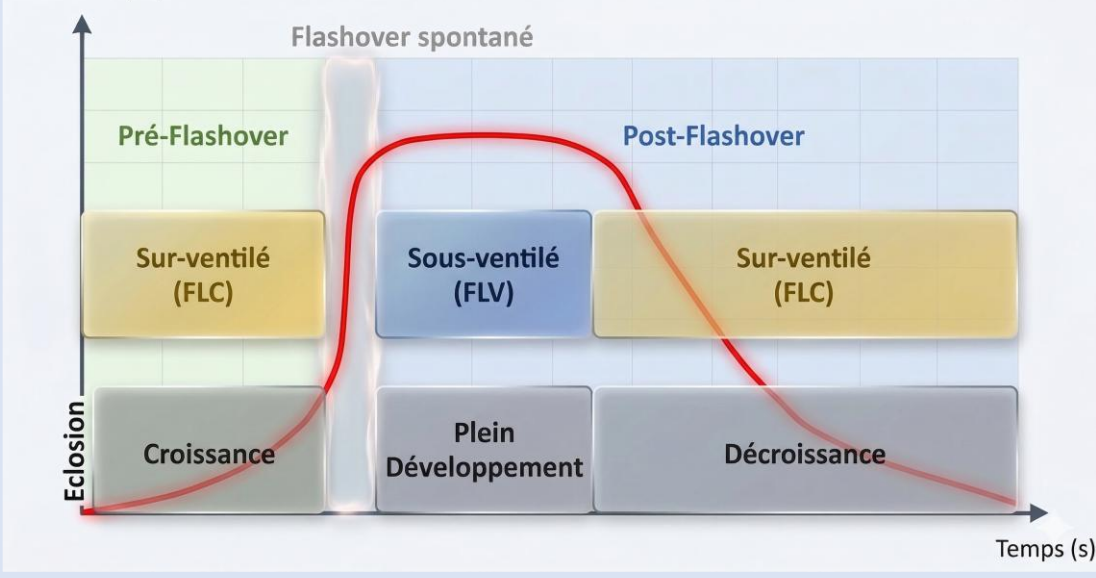
Puissance (W)



« Sur-ventilé » ou « Feu Limité par le Combustible »

- Fin de la combustion des matériaux. Ce sont les matériaux combustibles qui manquent, entraînant une diminution du débit de production de gaz de pyrolyse
- Dans le volume, la quantité de fumées et le dégagement de combustible gazeux (gaz de pyrolyse et/ou gaz de combustion), commencent à diminuer laissant place à l'air d'où la notion de « Sur-ventilé »

Puissance (W)



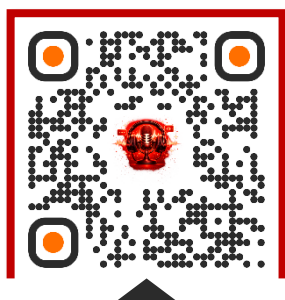
Scanner/cliquer pour regarder



Les indicateurs de développement et de comportement du feu




Aborder autrement ce chapitre



 Podcast explicatif
Scanner/ cliquer pour écouter



 Vidéo pédagogique
Scanner/ cliquer pour regarder

Notes personnelles

A series of 25 horizontal dotted lines for taking notes.

« Chaque feu émet des signaux qui peuvent aider à déterminer sa phase de développement et les changements qui risquent de se produire.

Pouvoir les évaluer est essentiel afin de choisir la stratégie adéquate et la tactique à suivre.
Être capable de « lire le feu », c'est pouvoir prendre les décisions basées sur ses propres connaissances et ne pas s'appuyer sur de simples conjonctures ou compter sur la chance. »

Shan Raffel

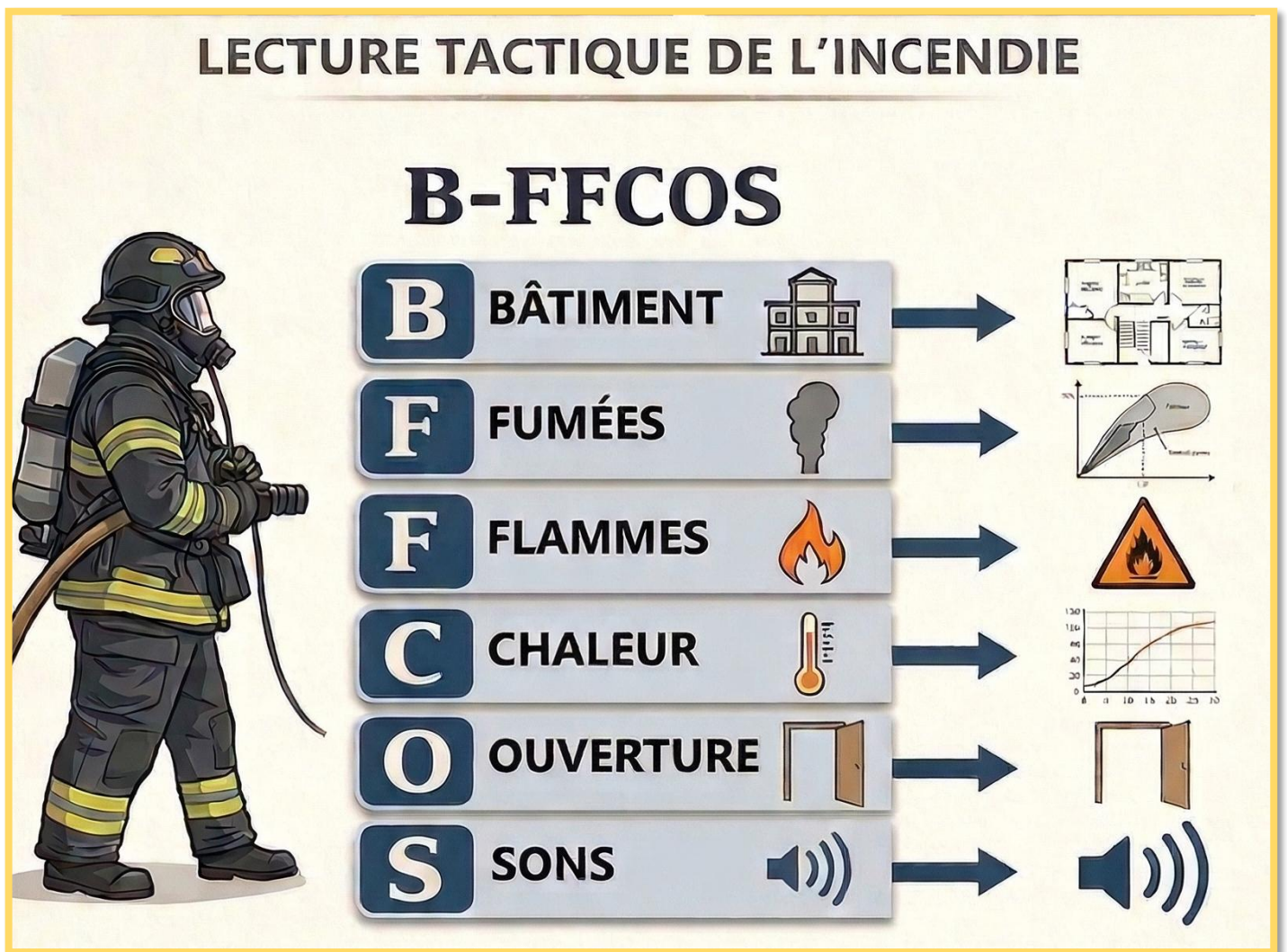
Ces signaux nous sont délivrés par plusieurs facteurs, qui sont systématiques dans notre démarche de « lecture du feu ».

Les facteurs bâtiminaire, les fumées, le courant de convection, la chaleur et les flammes sont des indicateurs importants du comportement au feu.

La compréhension de ces indicateurs est importante, mais le plus important est la capacité d'intégrer ces éléments dans le processus de lecture du feu.

Ces facteurs sont référencés sous différents modèles suivant les ouvrages.

On retiendra les principaux facteurs à analyser sous l'acronyme **B-FFCOS** :



Il est important de prendre tous ces indicateurs dans leur ensemble, pour nous aider lors de la lecture du feu en phase de reconnaissance et dans le cadre de l'évolution dynamique des risques.

Certains facteurs sont relativement immuables (ex : bâtiment) et d'autres assez dynamique, changent à mesure que le feu se développe (fumées, flammes...).

1) Le bâtiment et sa destination

La nature du bâtiment et sa destination sont les éléments qui doivent être pris en compte dans l'analyse de la situation opérationnelle et parfois même disponibles avant l'intervention (plan ETARE, prévision).

Les actions de prévention ont notamment pour but l'évaluation du développement de l'incendie et de sa propagation. En parallèle de cela, les visites de secteur et exercices permettent de préparer les pompiers en cas d'intervention.

Cette analyse permet d'évaluer, entre autres :

- Le type d'activité (bureau, maison, hôtel, etc.) et le nombre d'occupants potentiels
- Les dimensions et son implantation (bâtiment isolé / en bande, accessibilité, etc.)
- Le mode de construction (préfabriqué, traditionnel)
- Le type de matériaux (bois, béton, métallique, etc.)



2) Les fumées et leur courant de convection



L'état des fumées et le courant de convection de ces fumées sont deux des indicateurs les plus importants du comportement du feu.

L'emplacement et l'apparence des fumées peuvent fournir des indices valables concernant l'emplacement de l'incendie, son régime de combustion (contrôlé par le combustible ou par la ventilation) et le stade de développement du feu dans diverses zones du bâtiment.

Il est essentiel que les pompiers commencent leur évaluation des courants de convection depuis l'extérieur du bâtiment, mais continuent ce processus de façon continue à la fois à l'intérieur et à l'extérieur de la structure.

3) Les flammes

Les flammes sont souvent l'indicateur le plus évident ou visible observé par les pompiers.

Cependant, ne vous concentrez pas sur les flammes visibles en oubliant d'autres indicateurs importants, mais subtils, comme les fumées, le courant de convection et la chaleur.

Les détails des flammes (tels que l'emplacement, le volume, la couleur, etc.) sont importants, et doivent être intégrés à l'analyse complète de cet indicateur.



4) La chaleur



Lorsque la chaleur ne peut pas être observée directement, l'observation de l'effet de la chaleur sur le courant de convection (exemple : vitesse d'évacuation des fumées), le bâtiment ou les expositions et la sensation de changements de température peuvent être des indicateurs de comportement du feu importants.

Il est important de se rappeler que notre équipement de protection individuelle fournit une isolation importante et ralentit le transfert de chaleur et la sensation de changements de température qui en résulte.

L'utilisation de la Caméra d'Imagerie Thermique (CIT) peut apporter des compléments d'information.

5) Les ouvrants

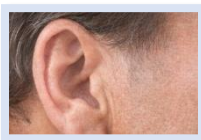
Le nombre et le type d'ouvrants est souvent analysé en même temps que le bâtiment.

Ils ont également un impact direct sur le courant de convection dû à la sortie des fumées et à l'entrée d'air par dépression dans le volume.

Cet indicateur **donne une notion sur l'influence potentielle de la ventilation sur le sinistre.**



6) Le son



La nature des sons peut donner des indications sur la nature des matériaux qui brûlent (crépitement, sifflement ou bouillonnement des liquides en ébullition).

La transmission des sons peut donner une indication sur les masses gazeuses qu'ils traversent (composition et chaleur).

En effet, **les sons sont assourdis dans les atmosphères chaudes et sous-ventilées.**

INDICATEURS DE COMPORTEMENT DU FEU



La lecture du feu




Aborder autrement ce chapitre



 Podcast explicatif
Scanner/ cliquer pour écouter



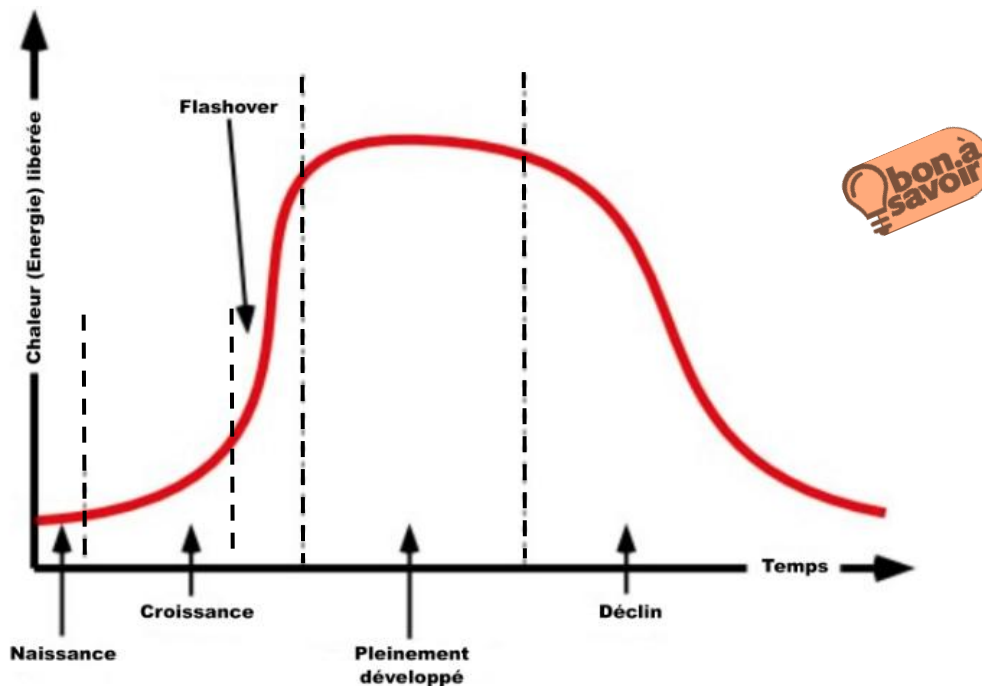
 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder

Rappelez-vous que le développement du feu peut varier considérablement dans le bâtiment avec :

- Un compartiment contenant le feu entièrement développé,
- Un compartiment adjacent en phase de croissance,
- D'autres compartiments pas encore impliqués.

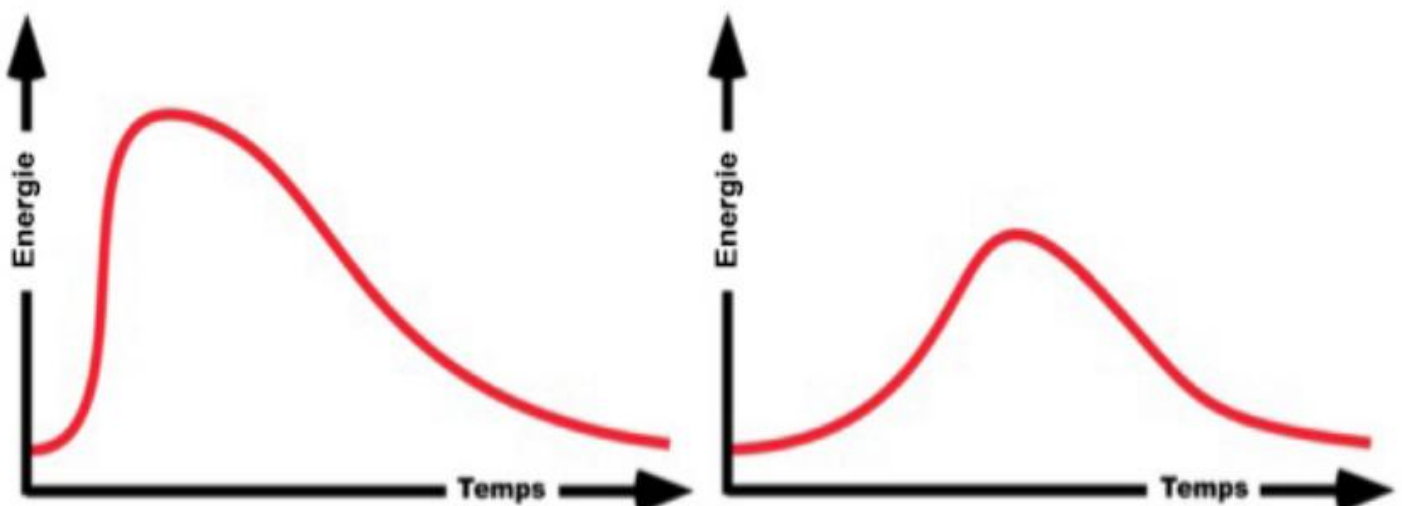
En reconnaissant les étapes du développement du feu et la progression probable grâce à ce procédé, les pompiers peuvent prévoir ce qui se passera ensuite (si aucune action n'est entreprise), les changements potentiels dus à une ventilation non planifiée (comme la défaillance d'une fenêtre) et l'effet probable de l'action tactique.

Comme décrit dans les chapitres précédents, le développement d'un feu dans un compartiment (enceinte bâtementaire) se décompose en différentes phases.



Les feux de compartiments ne suivent pas toujours la courbe de développement du feu simple et idéalisée.

La vitesse de développement du feu, le taux de libération de chaleur et la durée de combustion dépendent à la fois des caractéristiques du combustible et du profil de ventilation (oxygène disponible)



Le taux de libération de chaleur varie selon les caractéristiques du combustible et le profil de ventilation

I. La phase de naissance

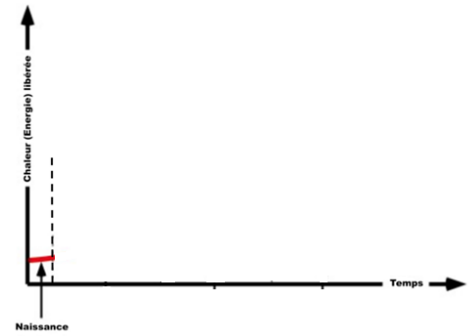
En revenant aux bases du comportement du feu, l'inflammation nécessite de la chaleur, du combustible et de l'oxygène. Une fois la combustion démarrée, le développement d'un incendie naissant dépend en grande partie des caractéristiques et de la configuration du combustible concerné (feu contrôlé par le combustible).

L'air dans le compartiment fournit l'oxygène adéquat pour continuer le développement du feu. Au cours de cette phase initiale de développement de l'incendie, la chaleur rayonnante réchauffe le combustible adjacent et poursuit le processus de pyrolyse.

Un panache de gaz chauds et de flammes jaillit du feu et se mélange avec l'air plus frais dans la pièce. Ce transfert d'énergie commence à augmenter la température globale dans la pièce. Comme ce panache atteint le plafond, les gaz chauds commencent à se répandre horizontalement sous le plafond du compartiment.

La transition au-delà de la phase de naissance est difficile à définir en termes précis. Cependant, comme les flammes sont proches du plafond, la couche de gaz chaud devient clairement définie et augmente en volume, le feu a donc dépassé sa phase de naissance et (avec suffisamment d'oxygène) continuera de croître de plus en plus rapidement.

En fonction de la taille du compartiment et du profil de ventilation, il ne peut y avoir qu'une indication limitée, voir même aucune indication, de l'extérieur du bâtiment lorsqu'un feu est en phase naissante.



Les principaux indicateurs de la phase naissante figurent dans le tableau ci-dessous :

« Phase de naissance »	
Bâtiment	La taille, le contenu, le profil de ventilation et les systèmes de protection contre les incendies ont tous une influence importante sur le potentiel de développement de l'incendie et devraient être considérés indépendamment du stade du développement du feu. Les facteurs de construction (tels que la taille et le profil de ventilation) influencent la façon dont d'autres indicateurs du comportement du feu évolueront. Le bâtiment et ses contenus influenceront également la rapidité avec laquelle le feu passera de la phase de naissance à la phase de croissance.
Fumées	Les fumées sont limitées et il n'y a pas de couche de gaz chaud bien définie dans la zone supérieure du compartiment. Si la fumée est visible de l'extérieur, l'ensemble sera généralement de couleur claire et aura une flottabilité limitée
Flammes	L'incendie est confiné dans une petite zone (c'est-à-dire l'objet d'origine) et les flammes sont inférieures à la hauteur du plafond.
Chaleur	La température est basse (presque ambiante) dans le compartiment, de la condensation peut être visible sur les fenêtres, dans ou près du compartiment en feu. Selon le degré d'isolation, de la chaleur peut ou non être visible de l'extérieur à l'aide d'une caméra thermique
Courant de convection (Ouvrants)	Le courant de convection n'est généralement pas un facteur majeur lors des feux en phase de naissance. Cependant, quelques fumées légères peuvent s'échapper et un mouvement d'air vers l'intérieur peut être observés depuis des ouvertures proches du foyer

II. La phase de croissance

S'il y a suffisamment d'oxygène dans le compartiment, d'avantage de combustible sera impliqué et le taux de libération de chaleur du feu augmentera.

Les températures des gaz dans le compartiment peuvent être décrites comme étant divisées en deux couches : une couche chaude s'étendant sous le plafond (ZGH) et une couche froide au-dessus du sol (ZGB).

La convection du panache et de l'écoulement le long du plafond ainsi que la chaleur radiante provenant du foyer et des particules chaudes dans la fumée augmentent la température des parois du compartiment et des autres objets dans le compartiment.

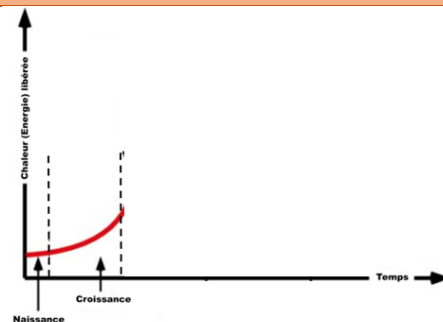
Lorsque les gaz dans le compartiment sont chauffés, ils se dilatent et, lorsqu'ils sont confinés par le compartiment, augmentent en pression. Une pression plus élevée dans cette couche provoque son abaissement dans le compartiment et une sortie des fumées à travers les ouvrants.

La pression de la couche de gaz frais est plus faible, ce qui entraîne un mouvement vers l'intérieur de l'air se trouvant à l'extérieur du compartiment. Au point où ces deux couches se rencontrent, lorsque les gaz chauds sortent par une ouverture, la pression est neutre. L'interface des couches de gaz chaud et frais au niveau d'un ouvrant est communément appelée le plan neutre.

L'incendie peut continuer de croître à travers la propagation de la flamme ou par l'allumage d'autres combustibles dans le compartiment. Au fur et à mesure que les flammes dans le panache atteignent le plafond, elles se plient et commencent à s'étendre horizontalement. Les produits de pyrolyse et les sous-produits inflammables d'une combustion incomplète dans la couche de gaz chaud s'allumeront et continueront cette extension horizontale à travers le plafond.

Au fur et à mesure que le feu évolue dans le stade de croissance, le mécanisme de transfert de chaleur dominant dans le compartiment en feu passe de la convection au rayonnement. Le transfert de chaleur rayonnante augmente le flux de chaleur (transfert d'énergie thermique) au niveau du sol.

Les principaux indicateurs de la phase de croissance sont indiqués dans le tableau ci-dessous :



« Phase de croissance »	
Bâtiment	La taille, la construction, la charge calorifique et le profil de ventilation influencent le développement du feu en cours.
Fumées	Une couche bien définie de fumée chaude est susceptible d'être présente dans la partie supérieure du compartiment. Si la fumée ne se limite pas au compartiment, elle se répand dans les compartiments adjacents. La fumée peut être visible de l'extérieur (voir les indicateurs du courant de convection)
Flammes	Le feu s'étendant au-delà de l'objet d'origine et les flammes atteignant la hauteur du plafond, celles-ci se penchent et commencent à se déplacer horizontalement sur le plafond ou à travers la couche de gaz chauds. S'il y a une ouverture à l'extérieur du compartiment en feu, la flamme peut également être visible de l'extérieur.
Chaleur	La température à l'intérieur du compartiment en feu et des espaces adjacents sera supérieure à la température ambiante, mais sera plus faible dans les compartiments situés plus loin du feu. La condensation disparaît des fenêtres à l'intérieur ou près du compartiment en feu. La coloration brunâtre sur les vitrages issue des produits de pyrolyse peut devenir visible, les indicateurs de chaleur peuvent être visibles depuis l'extérieur du compartiment, en particulier en fissurant des vitres ou en chauffant la partie supérieure des portes, et en augmentant la température globale dans le compartiment. Il est probable que des signes de chaleur soient observés dans la zone du compartiment en feu à l'aide d'une caméra d'imagerie thermique (CIT) depuis l'extérieur. Après avoir pénétré, la convection des gaz chauds sera visible à l'aide des CIT.
Courant de convection (Ouvrants)	Le courant de convection dépend du profil de ventilation. Si le compartiment a une seule ouverture (comme une porte), il y aura un tirage bidirectionnel (de la fumée en haut et de l'air en bas). Au fur et à mesure que le feu croît, la vitesse de sortie des fumées et de l'entrée d'air augmentera. La vitesse est susceptible d'être plus grande aux ouvertures proches du foyer. Cependant, le courant de convection des ouvrants extérieurs est fortement influencé par le vent et n'oubliez pas de prendre en compte l'influence des conditions météorologiques ambiantes.

III. La transition du Flashover à un feu pleinement développé

Le Flashover « dit Flashover spontané » est la transition soudaine d'un feu en phase de croissance à un feu pleinement développé.

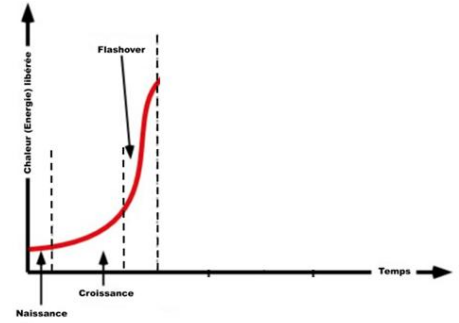
Lorsque se produit un Flashover, il y a une transition rapide à un état d'implication totale de la surface de tous les matériaux combustibles du compartiment.

Les conditions de Flashover sont définies de différentes façons. En général, la température du plafond dans le compartiment doit atteindre 500°C - 600°C, ou le flux de chaleur (une mesure de transfert de chaleur) au sol du compartiment doit atteindre 15 - 20 kW/m².

En cas de Flashover, les gaz brûlés (fumées) sortiront par les ouvrants du compartiment (comme par exemple une porte menant à une autre pièce) à une vitesse importante.

Il est important de reconnaître le Flashover et de comprendre les mécanismes qui causent ce phénomène de progression rapide de feu. Cependant, la capacité à reconnaître les indicateurs clés et de prédire la probabilité de Flashover est encore plus importante.

Les principaux indicateurs de Flashover potentiels ou imminents sont énumérés dans le tableau ci-dessous :



« Le Flashover spontané »	
Bâtiment	Le Flashover peut se produire dans tous les types de bâtiments. Les facteurs de construction peuvent influencer sur la rapidité avec laquelle un feu atteindra le Flashover (c.-à-d., la charge calorifique, le profil de ventilation, les propriétés thermiques) et devraient être considérés comme une partie intégrante de l'évaluation des risques encourus
Fumées	Les indicateurs de fumée peuvent ou non être visibles depuis l'extérieur de la structure. Cependant, les éléments des fumées indiquant un incendie en développement sont un signe d'avertissement de conditions potentielles de Flashover. Après avoir pénétré, la présence de gaz chauds instables au plafond et l'abaissement de la couche de ceux-ci sont des indicateurs clés. L'assombrissement des fumées peut être un indicateur de Flashover, mais cela ne dépend pas de la couleur de fumée seule.
Flammes	Des flammes isolées se déplacent dans la couche de gaz chaud (ghosting - anges danseurs) ou en grande partie sous la couche de gaz ou vers le plafond de fumées. Il est important de noter que ces flammes peuvent ou non être visibles (sans utiliser de caméra thermique). Un indicateur plus tardif (potentiellement trop tard) d'un Flashover imminent est la présence de rollover qui se déplacent progressivement tout au long du plafond de fumées du compartiment en feu et dans les espaces adjacents
Chaleur	En dehors du compartiment, la perception d'une température croissante peut ne pas prévenir l'imminence du Flashover. Cependant, la perception de l'augmentation de la température et l'observation des indicateurs de chaleur tels que la pyrolyse des combustibles, à une certaine distance de l'incendie, devraient être considérés comme un indicateur important de l'aggravation des conditions de l'incendie et du potentiel de Flashover. L'utilisation d'une CIT permet d'observer une augmentation de température et peut permettre d'observer la présence de flammes dans la couche de gaz chauds. L'observation des ouvrants dans le compartiment en feu indiquera une température élevée en haut de ceux-ci. De l'extérieur, la vitesse croissante de sortie des fumées (un indicateur du courant de convection) indique également une augmentation de la température dans le bâtiment. Une CIT peut donner une indication de chaleur prononcée dans la zone du compartiment en feu
Courant de convection (Ouvrants)	Un fort courant de convection bidirectionnel (air qui entre et fumée qui sort) peut être un indicateur important de Flashover qui se déplacera en direction de l'ouverture. Cependant, tout courant de convection qui montre un déplacement d'air vers le feu peut mener à un Flashover. La vitesse croissante du courant de convection avec d'autres indicateurs peut être un important indicateur de Flashover. L'utilisation d'une caméra d'imagerie thermique (CIT) peut permettre une observation plus efficace des courants de chaleur convectifs dans le bâtiment.

Il est important de rappeler que le Flashover ne se produit pas toujours.

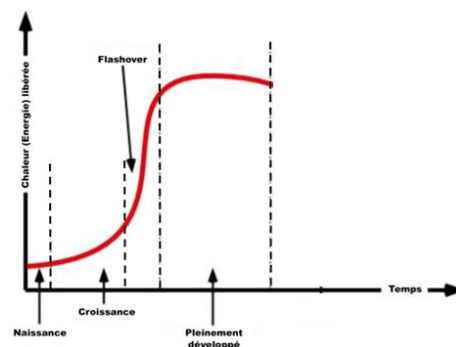
Il doit y avoir suffisamment de combustible et d'oxygène pour que le feu atteigne le Flashover. Si l'objet initial enflammé ne contient pas suffisamment d'énergie (chaleur de combustion) et ne le libère pas assez rapidement (taux de libération de la chaleur), le Flashover ne se produira pas (par exemple, une petite poubelle peut brûler au milieu d'une grande pièce). De même, si l'incendie épuise suffisamment l'oxygène disponible, le taux de libération de chaleur diminuera et le feu dans le compartiment n'atteindra pas le Flashover spontané (par exemple, une petite pièce avec des fenêtres et la porte fermées)

IV. Le feu pleinement développé

À cette étape post-Flashover, l'énergie libérée est à son plus haut point, mais est généralement limitée par la ventilation.

Les gaz non brûlés (fumées) s'accumulent au niveau du plafond et brûlent, bien souvent, lorsqu'ils quittent le compartiment, ce qui induit que des flammes s'échappent au niveau des portes ou des fenêtres.

La température moyenne des gaz dans un compartiment pendant un feu pleinement développé varie entre 700 et 1200°C.



Rappelez-vous que le compartiment où le feu a commencé a atteint le stade pleinement développé, alors que d'autres compartiments ne sont pas encore impliqués.

Les gaz chauds et les flammes s'échappant du compartiment impliqué transfèrent de la chaleur à d'autres combustibles (par exemple, des meubles, des revêtements du compartiment et des matériaux de la structure), entraînant une propagation du feu.

Les conditions peuvent varier considérablement avec un feu pleinement développé dans un compartiment, un feu en stade de croissance dans un autre et un feu naissant dans un autre. Il est important de noter que si un incendie dans un compartiment adjacent peut être naissant, les conditions dans la structure sont immédiatement dangereuses pour la vie et la santé.

Les principaux indicateurs d'un feu pleinement développé sont énumérés dans le tableau ci-dessous :

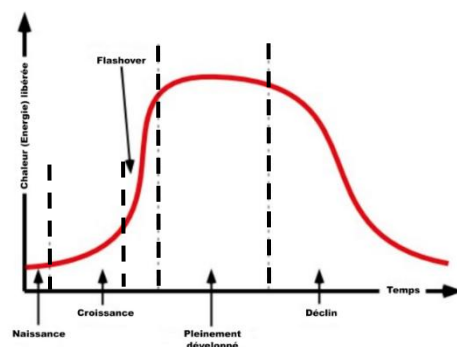
« Le Plein développement »	
Bâtiment	Comme pour la phase de croissance, la taille, la construction et la charge calorifique influencent le développement du feu. Les effets du feu sur le bâtiment peuvent changer le profil de ventilation.
Fumées	La fumée s'obscurcit en gris plus sombre, brun ou noir. La couleur de la fumée est influencée en grande partie par ce qui brûle, et la couleur peut varier. La quantité, la densité optique et le volume des fumées augmenteront. La hauteur de la couche de gaz chaud et du plan neutre aux ouvertures est influencée par le profil de ventilation, mais si le compartiment n'est pas bien ventilé, la couche de gaz chaud tombera près du sol lorsque le feu progressera dans cette phase.
Flammes	Des flammes peuvent être visibles de l'extérieur, Le feu impliquera l'ensemble du compartiment dans cette phase post-Flashover. Les flammes peuvent être facilement visibles, mais elles peuvent également être obscurcies par la fumée lorsque le feu devient contrôlé par la ventilation.
Chaleur	Dans cette phase de développement de l'incendie, le feu produit une chaleur importante. Il est probable qu'il y ait des indicateurs visuels de haute température comme les fenêtres noircies, les vitrages se fissurant. Les surfaces chaudes (c'est-à-dire les portes) peuvent être détectées à l'aide d'une impulsion de lance ou d'une image de caméra thermique. En outre, des températures élevées peuvent être ressenties, même si nous portons des vêtements de protection contre les incendies.
Courant de convection (Ouvrants)	Le courant de convection dépend du profil de ventilation. Toutefois, compte tenu d'une ouverture unique telle qu'une porte, la fumée sortira du haut tandis que l'air se déplace en bas. Un feu pleinement développé provoquera généralement un courant de convection bien défini et puissant. La vitesse des fumées et du mouvement de l'air sera généralement assez élevée, et la sortie des fumées sera turbulente.

V. Le déclin

Un feu dans un compartiment peut entrer en stade de déclin lorsque le combustible disponible est consommé ou en raison d'une limitation en oxygène dans le volume.

Lorsque le profil de ventilation du compartiment ou du bâtiment ne fournit pas suffisamment d'oxygène, le feu peut passer en phase de déclin. Le taux de libération de chaleur diminue à mesure que la teneur en oxygène diminue, mais la température peut continuer à augmenter pendant un certain temps.

Ceci représente une menace importante car le(s) compartiment(s) impliqué(s) peuvent contenir une forte concentration de combustible chaud, pyrolysé, et des produits de combustion gazeux inflammables.



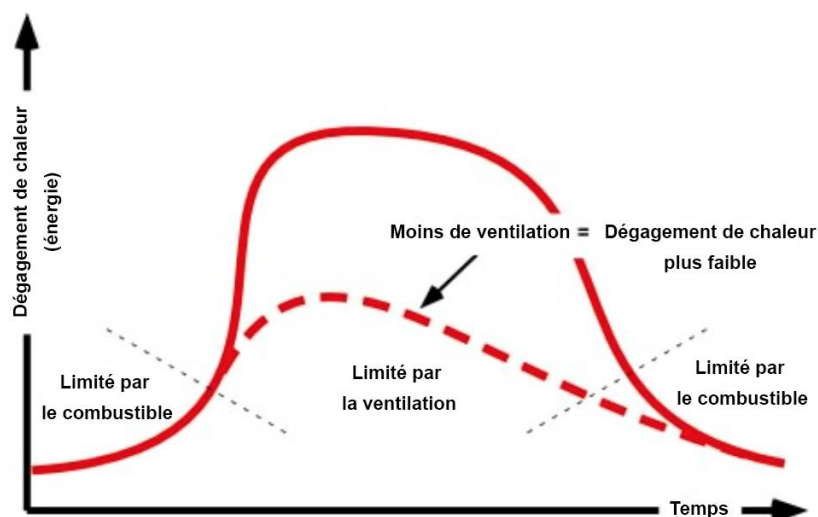
VI. Les feux contrôlés par la ventilation

Dans des conditions contrôlées par la ventilation, l'excès de produits de pyrolyse et de produits de combustion inflammables présents dans la fumée constitue un danger important pour les sapeurs-pompiers.

Revenons au triangle du feu pour examiner la nature de cette menace.

Alors que le combustible, la chaleur et l'oxygène sont présents en proportion d'inflammabilité, la chaleur du feu fait pyrolyser d'avantage de gaz combustibles que le feu ne peut en consommer. En outre, une combustion incomplète entraîne la production de gaz inflammables tels que le monoxyde de carbone.

La vitesse de développement de l'incendie est limitée par la disponibilité de l'oxygène atmosphérique fourni par le profil de ventilation actuel du compartiment ou du bâtiment.



Lorsque le feu est limité par la ventilation, toute augmentation de l'apport d'oxygène entraînera une augmentation du taux de dégagement de chaleur.

L'augmentation de la ventilation peut résulter du fait que les pompiers entrent dans le bâtiment (le point d'accès est une ouverture de ventilation), une ventilation tactique (effectuée par les pompiers) ou une ventilation non planifiée (par exemple, bris des vitrages causé par une température élevée).



Il est essentiel de reconnaître :

- Lorsque le feu est ou peut être contrôlé par la ventilation
- L'influence des changements planifiés ou imprévus du profil de ventilation.

La plupart des feux de compartiments en phase de croissance sont contrôlés par la ventilation lorsque les pompiers arrivent.

Un courant de convection bidirectionnel (fumée en haut et air en bas) est souvent un indicateur important d'un incendie limité par la ventilation.

Comme l'illustre l'image ci-dessous, lorsque le plan neutre s'abaisse, la fumée sortant de l'ouvrant réduit la taille de l'ouvrant d'entrée, restreignant davantage l'air disponible pour la combustion et la mesure selon laquelle l'incendie est contrôlé par la ventilation.



La série de photos ci-dessus illustre également l'influence d'une diminution de l'apport d'oxygène sur la couleur et la densité optique de la fumée.

À mesure que la combustion devient plus incomplète, la production de fumée augmente, la couleur s'obscurcit et la densité optique augmente.

Lorsque vous travaillez à l'intérieur d'un bâtiment en feu, les flammes qui se déplacent à travers la couche de gaz chaud sont également un indicateur important d'un incendie limité par la ventilation.



La ventilation provoque une progression rapide du feu

Les Progressions Rapides du Feu « PRF »



Aborder autrement ce chapitre



Podcast

Scanner/ cliquer pour écouter



Vidéo pédagogique

Scanner/ cliquer pour regarder

La compréhension des processus physico-chimiques qui accompagnent la genèse d'un feu de compartiment, telle que présentée dans les chapitres précédents, s'avère essentielle pour les Sapeurs-Pompiers.

Elle permet, en effet, de mieux appréhender par la suite les différents phénomènes thermiques susceptibles de survenir dans le prolongement de la dynamique de l'incendie.

Les termes « accident », ou « phénomène thermique », sont souvent utilisés dans les ouvrages.

Nous utiliserons le terme de « Progressions Rapides du Feu (PRF) » pour les classer, car ils ne sont pas toujours liés à un « accident » mais peuvent être une suite et une évolution rapide du feu tout à fait normale.

Les PRF sont classés en trois familles différentes :

- Flashover
- Backdraft
- FGI (Fire Gaz Ignition)

Nous utiliserons les termes dans leur langue d'origine, car leur traduction a parfois pu entraîner des incompréhensions.

L'objectif de ce chapitre n'est pas d'analyser finement chaque phénomène tel que des scientifiques, car nous devons rester pragmatiques.

De plus, ce que nous vivons sur intervention est parfois bien différent de ce qui se passe en laboratoire.

Nous allons reprendre les bases des phénomènes thermiques et nous servir de la science afin d'en tirer une application opérationnelle concrète. Tout sapeur-pompier intervenant sur un incendie doit être en mesure de comprendre l'élément ou les éléments pouvant conduire à une Progression Rapide du Feu.

Objectif : Savoir reconnaître les éléments déclencheurs des Progressions Rapides du Feu sur intervention.

I. Les familles de PRF

A. Le Flashover spontané

Déjà abordé précédemment, le Flashover est défini comme étant la transition soudaine et continue d'un incendie en phase de croissance à un incendie de plein développement.

C'est l'évolution normale du développement d'un feu ventilé.

En effet, il s'agit de la transition entre une phase de croissance et une phase de plein développement.

Prenons le cas d'une pièce avec un feu en développement.

*Une zone gazeuse basse alimente le feu en air. La zone gazeuse haute voit sa température augmenter petit à petit et sa zone neutre progressivement s'abaisser. Le feu est dans sa phase de croissance. Brusquement, nous observons un apport massif de gaz combustibles (gaz de pyrolyse) provenant de l'ensemble des éléments combustibles de la pièce. À ce moment, l'ensemble de la pièce s'embrase : le feu se généralise. Cette situation correspond au **Flashover**.*

A l'extrême, un feu localisé dans une pièce sans aucun autre élément combustible n'aboutira pas à une pièce entièrement embrasée.



Scanner/cliquer pour regarder

L'effet convectif du transfert de chaleur, combiné à l'effet radiatif des fumées et des matériaux, provoque la montée en température de tous les objets dans la pièce.

Cette montée en température entraîne une production très importante de gaz de pyrolyse.



C'est l'apport massif de combustible qui sera l'élément déclencheur du Flashover spontané.

L'apparition de Rollover (front de flamme se déplaçant dans les fumées) augmente encore la température dans la pièce et accélère le processus.

On assiste à un emballement thermique qui va aboutir à l'embrasement de la pièce entière et au Flashover.

B. Le Flashover induit par la ventilation

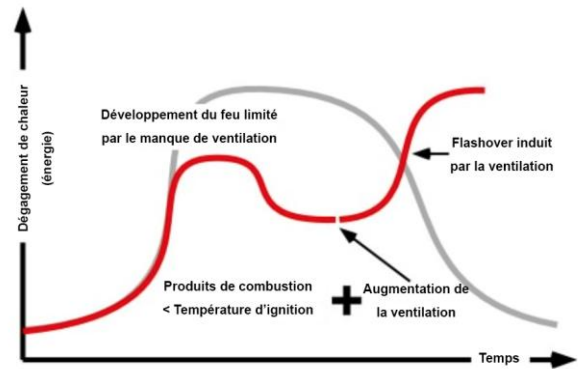
Un Flashover induit par la ventilation se produit lorsqu'un feu devient sous-ventilé.

Lorsque l'incendie est limité par la ventilation, l'augmentation de l'apport d'air entraînera une augmentation du taux de dégagement de la chaleur et, selon les conditions, il peut y avoir une progression rapide du feu, comme le Flashover ou le Backdraft.

Bien que comparable, le Flashover induit par la ventilation et le Backdraft sont des phénomènes différents.

Lorsque l'incendie est contrôlé par la ventilation et que les gaz combustibles dans les fumées sont en dessous de leur température d'inflammation, une ventilation accrue entraînera vraisemblablement un Flashover induit par ventilation (voir l'image ci-joint).

Si les gaz combustibles dans les fumées dépassent leur température d'inflammation, alors la vitesse de combustion est généralement beaucoup plus rapide (déflagration), produisant un Backdraft plus violent (voir paragraphe suivant).



Le feu accumule suffisamment de chaleur au moment de son passage de feu contrôlé par le combustible à feu contrôlé par la ventilation.

Dans ces conditions, beaucoup de matériaux vont commencer à pyrolyser.

Lors d'une ouverture d'un ouvrant à cette étape, nous observerons un changement de profil de ventilation ; cet apport massif de comburant va alimenter le feu.

Chargée en gaz combustibles (gaz de combustion + gaz de pyrolyse) dans leur plage d'inflammabilité (LII/LSI), la fumée dans la pièce va s'embraser et en quelques secondes le feu va atteindre sa phase de plein développement.



C'est l'augmentation du facteur de ventilation qui va déterminer la rapidité du Flashover induit par la ventilation.

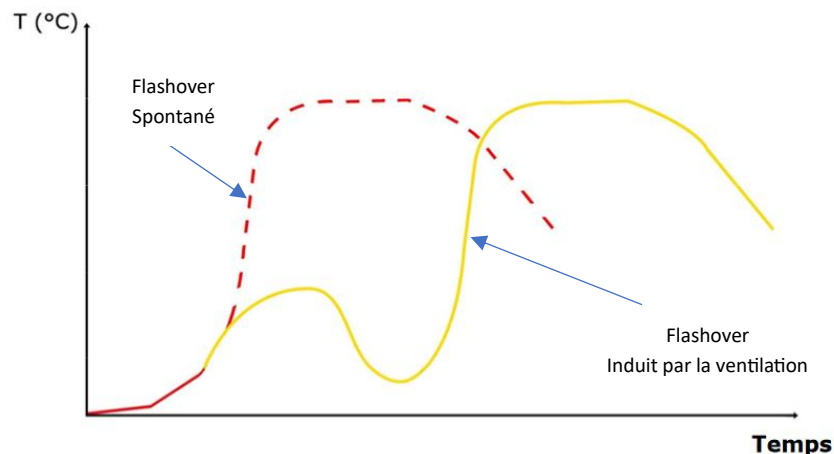


Fig. 1.2 Flashover induit par la ventilation (Graph: Karel Lambert)

C. Le Backdraft

Un Backdraft se produit lorsqu'un feu devient sous-ventilé, comme nous avons pu l'aborder dans le chapitre du Flashover induit par la ventilation.

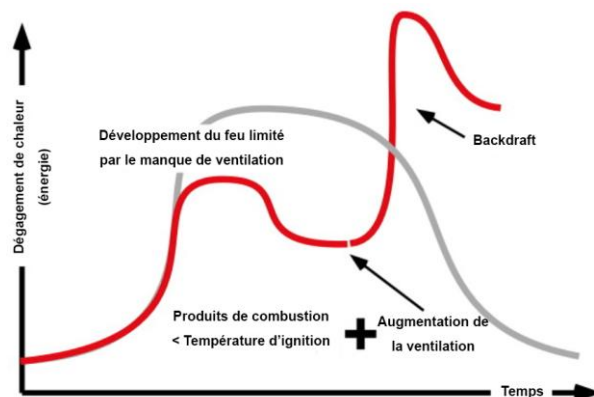
A cause des caractéristiques du compartiment (étanchéité à l'air, isolation...) le feu devient sous-ventilé.

La concentration des gaz de combustion dans le compartiment est au-dessus de la limite supérieure d'explosivité (LSE).

Si dans ces conditions le profil de ventilation reste inchangé, le feu va s'éteindre de lui-même.

Mais si, dans cette configuration, le profil de ventilation change, le résultat sera l'apparition d'un phénomène puissant.

L'air frais va s'engouffrer dans le volume et cet air froid supplémentaire va se mélanger avec les gaz de combustion chauds. Les gaz de combustion seront dilués et ce mélange va entrer dans la zone de combustion. À ce moment il y a dans le compartiment un mélange de combustible (gaz de combustion chauds) et d'oxygène (l'air frais).



Prenons le cas d'une pièce dans laquelle le combustible gazeux et la chaleur sont présents ; seul manque l'air.

L'ouverture d'une porte ou d'une fenêtre par le sapeur-pompier, ou suite à la rupture d'une vitre, va introduire de l'air et déclencher un phénomène.

*Cette situation est connue sous le nom de **Backdraft**.*



Scanner/cliquer pour regarder



C'est bien l'apport d'air par l'ouverture d'un ouvrant, qui est à l'origine du Backdraft

Deux points sont à noter dans le cas du Backdraft :

- Le Backdraft n'est pas une « explosion de fumée » (traduction du terme anglo-saxon *Smoke Explosion*). Si ces deux termes sont communément confondus, nous verrons que les mécanismes de survenue de ces deux phénomènes ne sont pas identiques.
- En laboratoire, le Backdraft est le résultat de deux phénomènes.
 - Suite à l'apparition d'une veine d'air dans la pièce (la zone bleue en partie basse sur la simulation ci-dessous), aussi appelée courant de gravité, une zone de prémélange va se créer (la zone verte en partie basse sur la simulation ci-dessous).
 - Cette zone de prémélange entre dans son domaine d'inflammabilité grâce à la dilution des gaz chauds mélangés à l'air. Celle-ci va s'enflammer au contact de la source d'ignition (braise, flamme, chaleur)
 - La dilatation de cette poche de prémélange lors de son inflammation, va provoquer l'expulsion de l'ensemble des fumées du local vers l'extérieur (la zone rouge en partie haute sur la simulation).
 - Au contact de l'air à l'extérieur du volume, cette poche de gaz chauds va s'enflammer : nous sommes alors en présence d'une flamme de diffusion.

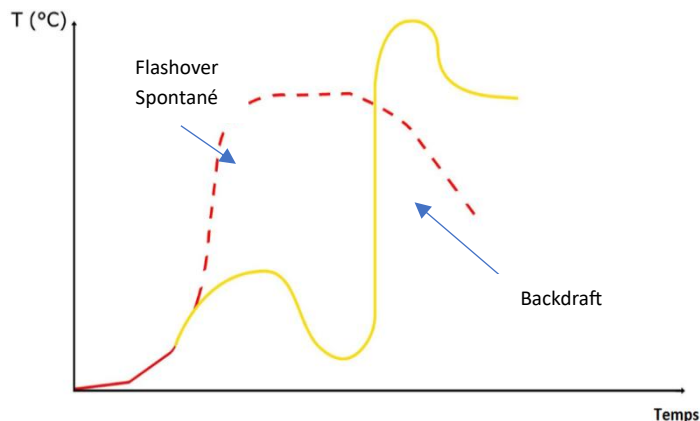
Selon l'importance de la zone de prémélange, de sa concentration (LIE, LSE) et de sa température, le Backdraft créé sera plus ou moins violent.

Selon le volume du compartiment, la zone de prémélange est produite plus ou moins rapidement, impactant la vitesse de survenue du Backdraft



Il est devenu clair, avec les recherches scientifiques, que le simple rayonnement de la base du feu était insuffisant pour allumer le mélange des gaz dans le compartiment. C'est seulement quand les flammes apparaissent qu'il y a assez d'énergie pour causer un Backdraft.

Un Backdraft s'annonce par des rouleaux de fumée à l'extérieur de la (des) fenêtre(s). Parfois, ce phénomène est décrit comme « un nuage en chou-fleur ». L'allumage de ces gaz de combustion se produit à l'intérieur. Un front de flammes va de l'intérieur de la structure jusqu'à l'extérieur au travers les gaz de combustion. Le phénomène est accompagné par une vague de pression et une très forte augmentation de la température.



La température maximale est plus importante avec un Backdraft qu'avec un Flashover (spontané ou induit par la ventilation).

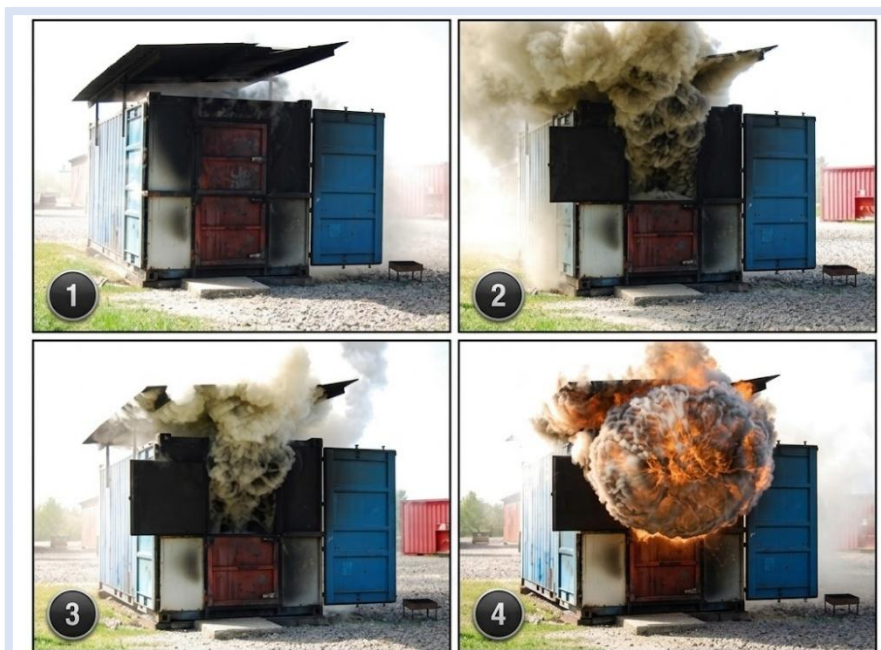


Fig 12.1 Les différentes étapes qu'un feu sous-ventilé traverse jusqu'au backdraft. Etape 1: le compartiment est fermé. Etapes 2 & 3: La porte est ouverte et un flux bidirectionnel se met en mouvement. Etape 4: Le Backdraft se produit. (Images: Ed Hartin)



Bien que ces phénomènes (Backdraft et Flashover induit par la ventilation) soient différents, les deux représentent une menace importante pour les pompiers.

Ces Progressions Rapides de Feu ne sont pas des processus instantanés.

Selon un certain nombre de variables tel que l'emplacement de l'incendie, le niveau actuel de développement, la température de la couche de fumée (gaz chaud) et l'ampleur de l'augmentation de la ventilation

Ce phénomène de progression rapide du feu peut prendre un certain temps. Cependant, lorsque cela se produit, le développement du feu sera extrêmement rapide

Les pompiers entrant dans un compartiment ou un bâtiment contenant un feu sous-ventilé doivent être conscients et gérer les dangers générés par le potentiel de progression rapide de feu.

Rappelez-vous, beaucoup, si ce n'est pas la plupart des incendies qui ont progressé au-delà de la phase de naissance avant l'arrivée des pompiers, sont contrôlés par la ventilation et présentent un potentiel de progression rapide de feu lorsque la ventilation augmente.

D. Le Fire Gaz Ignition « FGI »

Les fumées issues d'un incendie sont composées en majorité de gaz, dont des gaz inflammables (produit de combustion tel que le CO et aussi en produit de pyrolyse imbrûlés).

Ces fumées d'incendie viennent s'accumuler dans des pièces adjacentes ou des volumes cachés (faux plafond, planchers surélevés...). Elles peuvent être considérées comme une nappe de gaz avec des plages d'inflammabilité et d'explosivité variables selon la nature des gaz présents.

*Prenons le cas d'une pièce dans laquelle le combustible et l'air sont présents ; seule manque l'énergie.
Cette situation regroupe de nombreux phénomènes dénommés FGI (Fire Gas Ignition).
Cela correspond à l'inflammation ou à l'explosion de poches de diffusion ou de prémélange.*

Le volume contient un mélange d'oxygène et de combustible gazeux constituant ainsi une zone de fumée pré-mélangée à l'air.

Si on apporte une source d'ignition au sein de ce mélange, celui-ci peut produire une inflammation explosive ou non explosive

L'élément déclencheur du FGI sera donc l'énergie rapportée.



Celle-ci peut être une étincelle, une braise, une flamme, ou la température d'auto-inflammation des gaz.

Ces phénomènes peuvent avoir lieu tout au long de l'intervention, aussi bien dans le local sinistré que dans d'autres locaux plus ou moins éloignés.

Plusieurs phénomènes rentrent dans la catégorie des FGI. Les principaux sont :

- Le Flash Fire
- Le Smoke explosion

Le type de phénomène qui va se produire est déterminé par la nature et la concentration du mélange gazeux.

1) Le Flash Fire

C'est l'inflammation des fumées (sans phénomène explosif), contenant assez de produit de pyrolyse imbrûlés.

Le mélange se situe dans son domaine d'inflammabilité (entre la LII et la LSI)

2) Le Smoke explosion

C'est l'explosion des fumées, contenant assez de produits de pyrolyse imbrûlés.

A ne pas confondre avec le Backdraft !!, dont le terme anglo-saxon est trop souvent mal traduit en français

Le mélange se situe dans son domaine d'explosivité (entre la LIE et la LSE).

L'explosion de fumée peut concerner de la fumée chaude ou froide. Afin de produire un effet explosif, les gaz sont dans un état de prémélange.

3) Les anges danseurs, rollover

Bien qu'ils fassent partie intégrante du processus de Flashover comme signes précurseurs de ce PRF, ils indiquent une température très importante de la zone gazeuse haute.

C'est l'inflammation de poches de gaz dans les fumées d'incendie qui provoque ce phénomène, ce qui permet de les catégoriser dans la famille des FGI.

Qu'il s'agisse de l'inflammation par diffusion de poches de monoxyde de carbone (CO), d'O², ou d'autres gaz, ou bien de l'inflammation de poches de prémélange, ces phénomènes sont les signes précurseurs d'un Flashover et indiquent des températures de l'ordre de 500 °C dans la zone gazeuse haute.

II. Les éléments déclencheurs des PRF

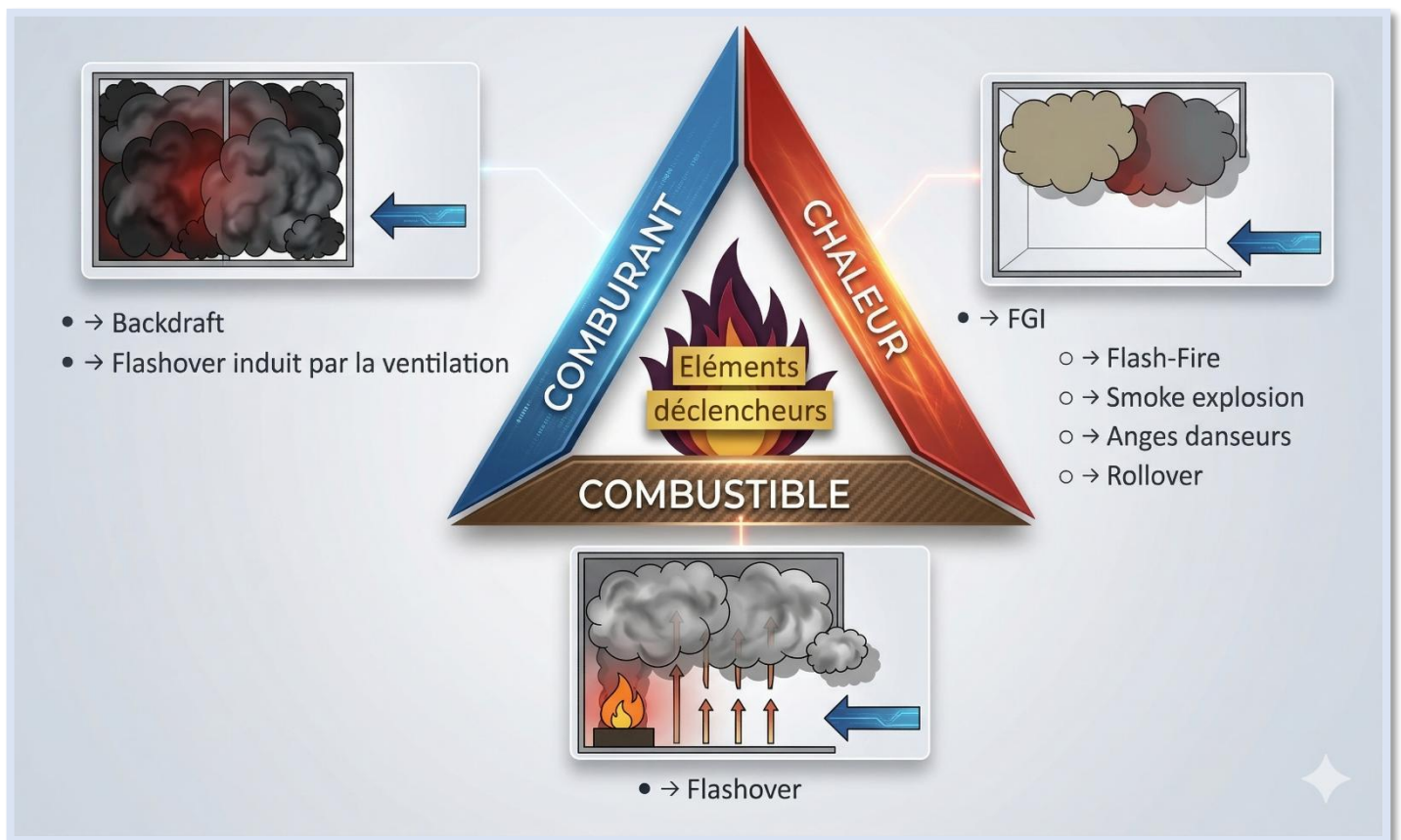
L'ensemble des phénomènes listés ci-dessus sont regroupés sous l'appellation «P.R.F» (Progression Rapide du Feu) et concernent des développements rapides de l'incendie.

Cependant, sur le terrain, il est relativement difficile de classer avec précision les différents phénomènes et la réalité est peut-être un peu plus complexe.

Nous présentons donc ces phénomènes à l'aide du triangle du feu.

Sur le terrain, cette représentation connue de tous va permettre, en fonction des indicateurs relevés par le pompier, de déterminer rapidement l'élément manquant dans le système.

Objectif : identifier l'élément à ne pas apporter, contre lequel lutter, au risque de voir un phénomène thermique se produire.

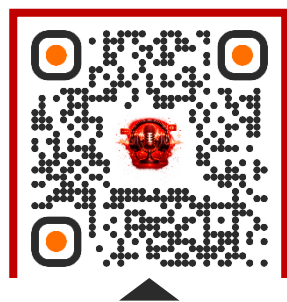


Sur le terrain,
le pompier devra identifier les éléments du triangle du feu présents et celui (ou ceux) absent(s),
afin de maîtriser et/ou éviter le déclenchement d'une PRF

Les modes d'extinction




Aborder autrement ce chapitre



 Podcast explicatif
Scanner/ cliquer pour écouter



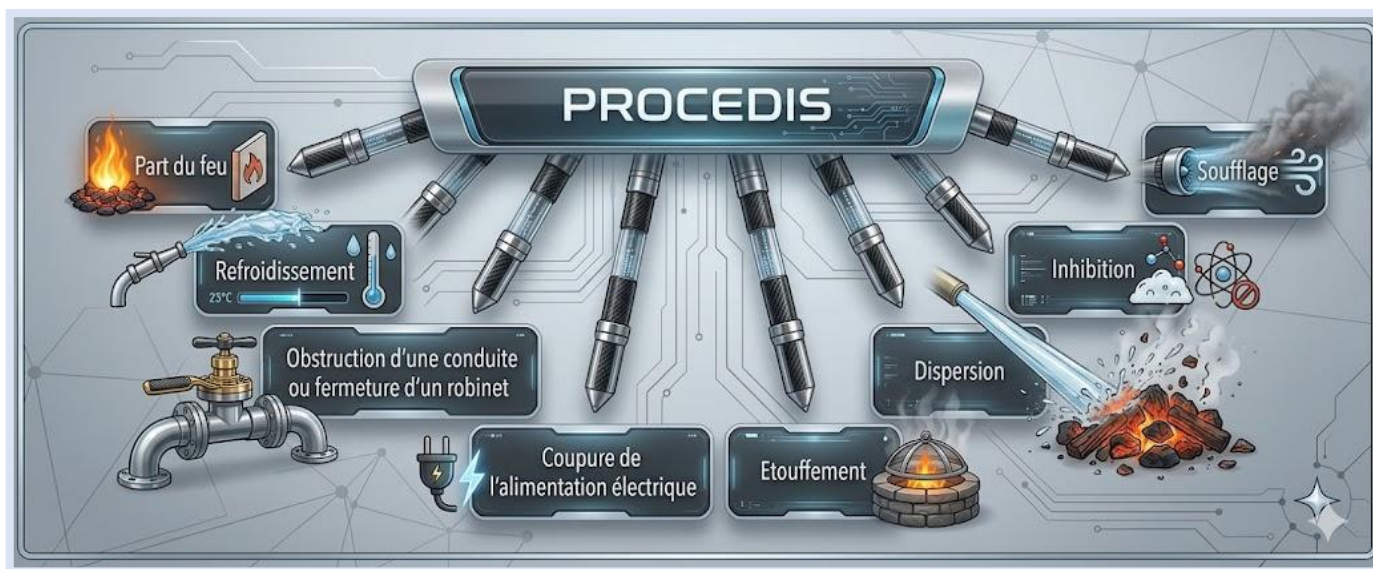
 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder

I. Les procédés d'extinction

Les procédés d'extinction servent à agir sur un ou plusieurs éléments du triangle du feu.

Ils consistent à agir séparément ou simultanément sur un ou plusieurs éléments du triangle de feu (Le COMBUSTIBLE, le COMBURANT et l'ÉNERGIE D'ACTIVATION) afin d'en modifier les proportions ou d'en empêcher le contact.

L'ensemble des procédés d'extinction est connu sous l'acronyme suivant : **P.R.O.C.E.D.I.S**



1) Part du feu

Créer une séparation physique entre les matériaux en feu et ceux encore intacts.

Exemple : utilisation d'un moyen agricole afin de retourner la terre autour d'un feu de champs.

L'extinction est alors obtenue en agissant sur le COMBUSTIBLE.

2) Refroidissement

Projeter un agent extingueur sur un combustible (généralement de l'eau) afin d'abaisser la température de ce dernier en dessous de sa limite inférieure d'inflammabilité.

Exemple : Lance à eau, extincteur à eau pulvérisée.

L'extinction est obtenue en agissant sur l'ÉNERGIE D'ACTIVATION.

En fonction du type de feu et de sa localisation, nous pouvons être amenés à d'abord refroidir les fumées et l'ambiance thermique avant d'agir sur le combustible lui-même.

3) **Obstruction d'une conduite ou fermeture d'un robinet**

Couper l'alimentation en combustible d'une canalisation principalement pour les fuites enflammées de gaz ou de liquides inflammables.

Exemple : Fermeture d'une vanne d'arrêt gaz, barrage au compteur, fermeture d'un robinet ou volant de manœuvre, écrasement d'une conduite de gaz.

L'extinction est obtenue en agissant sur le COMBUSTIBLE.

4) **Coupure de l'alimentation électrique**

Couper l'alimentation électrique de l'appareil, celle-ci étant à l'origine de la source de chaleur du foyer.

Exemple : Arrêt coup de poing, coupure au disjoncteur

L'extinction est obtenue en agissant sur l'ÉNERGIE D'ACTIVATION.

5) **Étouffement**

Créer une barrière physique entre le combustible et le comburant.

Exemple : Tapis de mousse sur un feu de bac d'hydrocarbure, serpillère humide sur un feu de friteuse, nuage de CO² pour un feu électrique

L'extinction est obtenue en agissant sur le COMBURANT.

6) **Dispersion**

Fractionner le foyer principal en plusieurs petits foyers secondaires afin d'abaisser la température de l'ensemble et d'en permettre l'extinction.

Exemple : dispersion mécanique au moyen de lance, d'un croc...

L'extinction est obtenue en agissant sur l'ÉNERGIE D'ACTIVATION.

7) **Inhibition**

Projeter un agent extincteur dont la propriété est de réduire ou de bloquer le processus chimique permettant à l'oxygène de participer à la combustion.

Exemple : système de diffusion fixe des salles informatiques

L'extinction est obtenue par blocage de la réaction entre le COMBUSTIBLE et le COMBURANT.







8) **Soufflage**

En coupant la flamme des vapeurs inflammables émises par le matériau en feu.

Exemple : soufflage d'une bougie d'anniversaire

L'extinction est obtenue en agissant sur l'ÉNERGIE D'ACTIVATION.

II. Les classes de feu

A	B	C	D	F	L
					
Feux de solides	Feux liquides	Feux de gaz	Feux métaux	Feux de graisses	Feux de batteries lithium-ion
Bois, papier, textiles	Essence, huile, alcool	Propane, butane, méthane	Magnésium, sodium	Huiles et graisses de cuisson	Batteries EV, ESS, PMD...

1) CLASSE A « feux secs »

Ce sont les feux de matériaux solides tels que le bois, le coton, le papier, le tissu... Ils présentent la caractéristique d'avoir 2 modes de combustion possibles :

- Combustion vive avec flammes
- Combustion lente sans flamme visible, mais avec formation de braises incandescentes

Lorsque les matériaux sont en vrac ou à l'air libre, la combustion est généralement très vive, avec un fort rayonnement thermique (stockages de bois, de papiers) qui propage rapidement le feu.

Lorsque les matériaux sont condensés, compactés (rouleaux de tissus, livres, piles de papiers, balles de coton, tas de charbon...), ou confinés dans un local, ils brûlent lentement, en produisant une fumée épaisse et particulièrement âcre, avec un fort dégagement de monoxyde de carbone (CO).

L'extinction complète d'un feu de classe A, qui s'effectue généralement à l'eau, comprend en général 2 phases :

- L'arrêt de la combustion vive par l'abattage des flammes
- L'arrêt de la combustion lente par le noyage des braises

2) CLASSE B « feux gras »

Ce sont les feux de liquides ou de solides liquéfiables tels que les hydrocarbures, le goudron, les graisses, huiles, peintures, vernis, alcools, cétones, solvants et produits chimiques divers.

Ils présentent la particularité de flamber ou de s'éteindre mais ne couvent pas. Il n'y a donc pas de combustion lente et l'abattage des flammes provoque l'extinction du foyer.

Leur capacité à s'enflammer dépend du « point-éclair », propre à chaque produit, mais il peut se produire un rallumage brutal si la température du mélange gazeux atteint celle de « l'auto-inflammation ».

Généralement, l'extinction complète d'un feu de classe B ne peut être obtenue qu'après une phase de refroidissement. Cependant, on distingue les :

- Feux de liquides inflammables non miscibles à l'eau
- Feux de liquides inflammables miscibles à l'eau
- Feux de solides liquéfiables

❖ Liquides inflammables non miscibles à l'eau

Feux de liquides de type essences, huiles, éthers, pétroles généralement impossibles à éteindre à l'eau, sauf au jet diffusé s'ils sont de faible étendue. Les 2 agents extincteurs les plus efficaces étant la poudre pour les feux de faible importance et la mousse pour les nappes de grande superficie.

❖ *Liquides inflammables miscibles à l'eau*

Peuvent être éteints à l'eau en jet diffusé. Pour les feux plus importants, le CO₂ et la poudre sont les meilleurs agents d'extinction. En cas de recours à la mousse, il convient de s'assurer au préalable de la compatibilité de l'émulseur avec ce type de feux et de son mode d'application.

❖ *Solides liquéfiables*

Feux de plastiques, caoutchouc et goudrons, qui dégagent une grande quantité de chaleur et de fumées. Généralement, l'extinction s'obtient à l'eau.

Cependant, dans certains cas, son action pourra se révéler insuffisante. L'extinction est alors menée à l'aide de mousse.

3) **CLASSE C « feux de gaz »**

Ce sont les feux de combustibles qui, à une température ambiante supérieure à 15°C, sont en phase gazeuse.

Pour que la combustion soit possible, elle doit se situer dans la « plage d'explosibilité ».

Leur mise à feu s'accompagne généralement d'une explosion, d'autant plus violente que le mélange « air-gaz » s'effectue dans des proportions optimales entre les « limites inférieures et supérieures d'explosibilité ».

Ces feux se présentent toujours sous forme de fuites enflammées, plus ou moins importantes en fonction de la pression de stockage ou de transport.

Ils se caractérisent par un :

- Très fort dégagement calorifique, susceptible de propager l'incendie par simple rayonnement
- Danger potentiel d'explosion consécutif à la présence de poches gazeuses créées avant l'inflammation, ou de gaz stockés à proximité du sinistre et chauffés
- Dégagement de vapeurs toxiques, dans le cas de produits chimiques gazeux

Sauf cas d'urgence, il ne faut pas chercher à éteindre une fuite de gaz enflammée, car l'accumulation de ce fluide continuant à s'échapper peut provoquer une explosion. L'effort doit être porté sur le barrage de la conduite ou le colmatage de la fuite et, en attendant, sur le contrôle et la surveillance de la flamme.

Cependant, en cas d'absolue nécessité d'extinction, l'agent extincteur à employer est la poudre polyvalente A, B et C.

S'il s'agit d'une fuite de gaz de ville, l'extinction ne sera effectuée qu'en collaboration avec les techniciens GRDF.

4) **CLASSE D « feux de métaux »**

Ce sont les feux de métaux tels que l'aluminium, le zinc, le magnésium...

Toxiques par inhalation, ingestion ou simple contact, leur combustion est généralement violente et très lumineuse.

La plupart de ces métaux réagissent violemment à l'eau, en provoquant un dégagement d'hydrogène, ce qui crée un risque d'explosion.

Certains, comme le magnésium, le potassium ou le phosphore blanc, peuvent s'enflammer spontanément en présence de l'air, voire exploser. D'autres, comme l'aluminium par exemple, ne peuvent le faire que lorsqu'ils sont en poudre ou en copeaux.

Ces feux ne doivent en aucun cas être éteints au moyen d'eau ou de mousse. Seuls des moyens d'extinction particuliers tels que le sable sec ou le ciment sont à employer.

5) **CLASSE F**

Ce sont les feux liés aux auxiliaires de cuisson tels que les huiles végétales et animales sur les appareils de cuisson.

6) **CLASSE L**

La classe L correspond aux incendies impliquant des batteries lithium-ion, telles qu'utilisées dans les véhicules électriques, les systèmes de stockage d'énergie ou les appareils électroportatifs. Contrairement à une idée répandue, il ne s'agit ni d'un feu électrique (classe C), ni d'un feu de métal (classe D). Le lithium n'est pas présent sous forme métallique libre ; le phénomène central est l'emballement thermique (thermal runaway) d'origine électrochimique.

III. Les agents extincteurs

À chaque classe de feu correspond un agent extincteur approprié.

Ces derniers peuvent être utilisés avec différents matériels, tels que les extincteurs, les lances incendie, etc.



Classe A : Feux de Solides
(Bois, papier, tissus)



Utilisez de l'eau pulvérisée (avec/sans additif) ou de la poudre ABC pour refroidir les braises.



Classe D : Feux de Métaux
(Magnésium, aluminium, sodium)



Danger d'explosion avec l'eau ; utilisez exclusivement des poudres spéciales classe D ou du sable sec.



Classe C : Feux de Gaz
(Butane, propane, gaz naturel)



⚠ Utilisez de la poudre ABC, mais coupez impérativement l'arrivée de gaz avant toute extinction.



Classe B : Feux de Liquides
(Essence, solvants, plastiques)



Privilégiez la mousse, la poudre ou le CO2 pour étouffer les flammes sans braises.



Classe F : Auxiliaires de Cuisson
(Huiles et graisses)



Utilisez un agent saponifiant (extincteur ABF) ou une couverture anti-feu. Ne jamais verser d'eau.



Classe L : Batteries Lithium-Ion
(Nouveauté ISO 2026)

Nécessite des agents spéciaux (vermiculite, geis) ou un refroidissement massif et prolongé à l'eau.

Résumé Rapide de Compatibilité

Agent Extincteur	Classes Couvertes	Usage Spécifique
 Eau pulvérisée	A , F (parfois B si additif)	Refroidissement des braises
 Poudre ABC	A , B , C	Polyvalent, mais résidus corrosifs
 Dioxyde de Carbone (CO2)	B , Risque Électrique	Propre, idéal pour l'informatique

1) L'eau

L'eau agit principalement par refroidissement et constitue l'élément de base pour l'extinction des incendies.

Elle agit aussi par :

- **Production de vapeur d'eau**
- **Dispersion**

❖ La production de vapeur

La production de vapeur d'eau agit sur le foyer par :

- **Inertage**
- **Étouffement**

❖ La dispersion

L'eau projetée avec force sur des matières en feu permet de les disperser.

C'est l'effet mécanique qui agit sur le combustible solide.

❖ Les risques et inconvénients de l'utilisation de l'eau

L'utilisation de l'eau présente toutefois les risques suivants :

- Conductivité de l'électricité
- Gel en cas de température négative
- Risques de pollution, plus particulièrement par les écoulements
- Dégâts supplémentaires et surcharge des structures bâtementaires
- Brûlures par production excessive de vapeur d'eau
- Réactions dangereuses sur certaines substances

Des réactions dangereuses sont à craindre dans certains cas de projection d'eau :

- Feux de métaux, métaux en fusion, éléments chauffés (choc thermique),
- Certaines substances chimiques (potassium, sodium...) ou radioactives (risque d'explosion, dégagement de gaz toxiques ou explosifs).

De même, la projection d'eau dans un récipient contenant un hydrocarbure en ébullition peut provoquer des projections ou entraîner son débordement.



2) L'eau dopée

L'eau dopée est de l'eau à laquelle a été ajouté du produit mouillant dans différentes concentrations.

L'adjonction de mouillant dans l'eau permet de diminuer la tension superficielle de cette dernière et de faciliter ainsi son épandage et son imprégnation dans la matière.

L'eau dopée agit par

- **Refroidissement**
- **Étouffement**

Son action est 2 à 3 fois plus efficace que l'eau seule, avec pour conséquence :

- Réduction du temps d'extinction
- Réduction de la consommation d'eau
- Réduction du risque de pollution lié aux eaux d'écoulement
- Retard de la ré-inflammation

Le mouillant est un produit biodégradable

❖ La production d'une eau dopée

L'eau dopée est obtenue grâce à un système d'injection pré-réglé situé directement sur la pompe de certains engins d'incendie (FPT, CCF)

Pour information, les différentes concentrations d'utilisation sont les suivantes :

- 0.2 % pour le bois, la végétation (pailles, broussailles sous-bois), le papier, le carton
- 0.3 % pour les matières en caoutchouc, pneus
- 0.4 % pour les textiles ou l'habitation
- 0.5 % pour les véhicules, sièges, matières plastiques



Les restrictions d'emploi sont identiques à celles de l'eau.

3) La mousse

La mousse est un mélange hétérogène d'air, d'eau et d'émulseur.

Elle agit par :

- **Étouffement**
- **Refroidissement**

Il existe **3 types de foisonnement** utilisés par les sapeurs-pompiers :

- Le bas foisonnement
- Le moyen foisonnement
- Le haut foisonnement

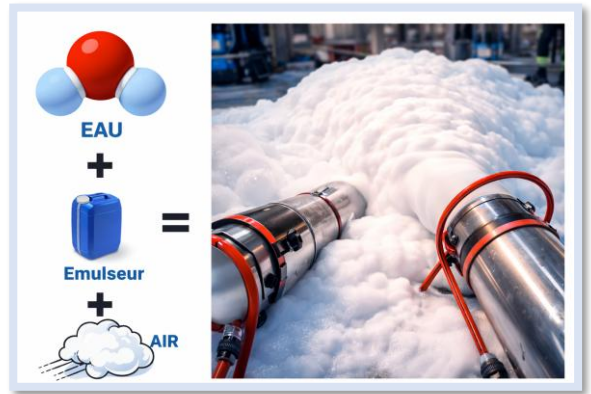
En fonction de la nature du produit enflammé, les flammes peuvent détruire la mousse.

C'est pourquoi il est judicieux de bien choisir le taux de foisonnement afin de faire face à tout type de risque.

Le point d'impact du jet d'une lance ou d'un canon à mousse ne doit pas être directement dirigé sur le foyer afin de ne pas rompre l'homogénéité du tapis de mousse.

Le porte-lance doit veiller à garder ce tapis homogène.

L'usage et l'optimisation de la mousse haut et moyen foisonnement doit être précédé par le refroidissement du volume par l'action de lances à eau et/ou de mousse bas foisonnement.



❖ L'émulseur

Additif qui mélangé à l'eau est capable de former un prémélange appelé aussi solution moussante.

$$\text{Solution moussante} = \text{Eau} + \text{Émulseur}$$

❖ La mousse

Résultat produit à la sortie de la lance ou du producteur à mousse

$$\text{Mousse} = \text{Solution moussante} + \text{Air.}$$

❖ Taux de foisonnement

Rapport du volume de mousse sur le volume de solution moussante.

On distingue 3 taux de foisonnement :

- Bas foisonnement : inférieur à 20
- Moyen foisonnement : de 20 à 200
- Haut foisonnement : supérieur à 200

$$T = \frac{V}{V_0}$$

Dans les engins-pompe du SDIS, nous sommes en capacité de réaliser du bas ou moyen foisonnement

❖ Taux de concentration

C'est un pourcentage qui exprime le volume d'émulseur par rapport au volume de solution moussante.

En règle générale, on utilise un émulseur sous une concentration de :

- **3 %** pour les feux d'hydrocarbures
- **6 %** pour les feux de solvants, alcools et produits polaires

$$C = \frac{V}{V_0}$$

❖ Taux d'application

Exprimé en litre de solution moussante par mètre carré et par minute, ce taux correspond au débit minimum indispensable pour que le déversement de mousse sur les produits en feu soit efficace.

4) Les poudres

Il existe différentes poudres qui peuvent être utilisées en fonction de la classe du feu.

Elles agissent par **étouffement** et **inhibition** (action visant à priver le foyer d'oxygène).



5) Le dioxyde de carbone CO2

Le CO₂ agit sur le feu par :

- **Étouffement**
- **Soufflage**
- **Refroidissement.**

Il est le moyen le plus recommandé sur les installations électriques.



6) Les autres agents extincteurs

- Sable sec, ciment, terre sèche peuvent être utilisés notamment pour les feux de métaux.
- De l'eau avec de l'additif peuvent être utilisés sur des auxiliaires de cuissons



IV. Les effets de l'eau

Parmi la diversité d'agents extincteurs connus, l'eau est assurément celui le plus employé par les sapeurs-pompiers car elle est :

- Abondante
- Pratique à l'emploi (peut être véhiculée sur de longues distances dans des tuyaux et la projeter avec force grâce aux pompes et aux lances)
- Économique par rapport aux autres agents extincteurs (poudre, CO₂, halons, etc.)
- Facile à stocker, à condition d'être hors gel.

A. Les actions de l'eau

1) Refroidissement

En se vaporisant, l'eau absorbe l'énergie de la combustion ce qui abaisse l'intensité du feu, donc la température mais entraîne également une diminution de production des gaz inflammables.

Action sur l'Énergie

2) Production de vapeur d'eau

❖ Inertage

La vapeur d'eau produite abaisse la teneur en oxygène. Pour rappel, la vapeur d'eau est un gaz inerte (qui ne brûle pas)

Action sur le domaine d'inflammabilité

❖ Étouffement

La vapeur d'eau produite forme une barrière qui limite l'apport d'air aux flammes.

Action sur le Comburant

❖ Surpression

Dans une enceinte bâtiminaire, volume semi-clos, la production de vapeur crée une surpression, plus ou moins éphémère, qui chasse une partie des gaz chauds vers l'extérieur du volume

Action sur le combustible gazeux



À 100° C un litre d'eau qui se vaporise produit environ 1 700 litres de vapeur.

À 500° C un litre d'eau qui se vaporise produit environ 4 200 litres de vapeur.

3) Soufflage

Lorsque l'eau est projetée sur les flammes, les mouvements aérauliques sont perturbés.

En effet, si l'eau est projetée violemment sur les flammes, l'écoulement des vapeurs combustibles dans l'air est perturbé comme lorsqu'on souffle la flamme d'une bougie

Action sur l'émission de gaz inflammables

4) Dispersion

L'eau projetée avec force disperse les matériaux en feu

Action sur le combustible

B. La surface d'échange

La science peut nous aider à comprendre les actions à mener face à une situation donnée. La compréhension des mécanismes d'action de l'eau aidera le sapeur-pompier à adapter sa technique en fonction de la situation rencontrée et des effets recherchés.



A l'aide d'un vaporisateur, projetons de l'eau dans un verre afin d'obtenir une « grosse goutte ». Versons cette grosse goutte sur une surface chaude, ici une poêle, et observons ce qui se passe.

Recommençons l'expérience mais en projetant directement l'eau du pulvérisateur sur la surface chaude. Observons ce qui se passe et comparons.



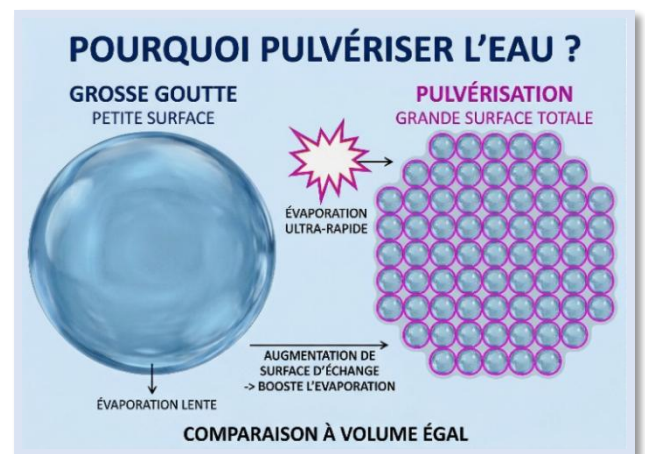
Scanner/cliquer pour regarder

Dans la première expérience, la goutte de grosse taille va mettre un certain temps avant de s'évaporer totalement.

Dans la seconde expérience, la pulvérisation réalisée directement sur la surface chaude va engendrer l'évaporation de la totalité des gouttes quasi instantanément.

Alors que la quantité d'eau projetée est identique dans les deux cas, seule la surface d'échange est différente.

Constituée de centaines de petites gouttes, la pulvérisation directe possède ainsi une surface totale d'échange, entre l'eau et la surface chaude, beaucoup plus importante que la grosse goutte. L'énergie est ainsi captée plus rapidement par chacune des petites gouttes.



+ on a de gouttelettes d'eau dispersées, + la surface d'échange est augmentée, + on vaporise

⇒ **La pulvérisation est plus efficace pour absorber la chaleur**

Ce concept est une des clés de l'efficacité de l'eau dans la Zone Gazeuse Haute



C. La vaporisation de l'eau et ses effets



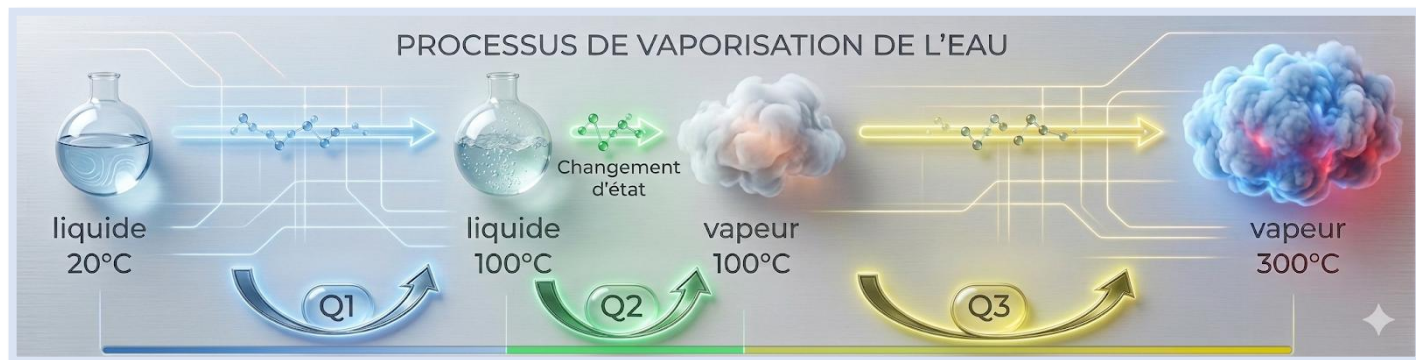
Les deux modes d'action fondamentaux de l'eau lors de la lutte contre les feux de volume sont le refroidissement et l'inertage

❖ L'absorption de l'énergie

L'eau va agir en refroidissement par absorption de l'énergie dégagée par le feu.

Dans les chapitres précédents, nous avons abordé les notions d'énergie et de puissance du feu en milieu semi-ouvert.

On distingue 3 étapes dans le refroidissement par l'eau, détaillées ci-dessous :

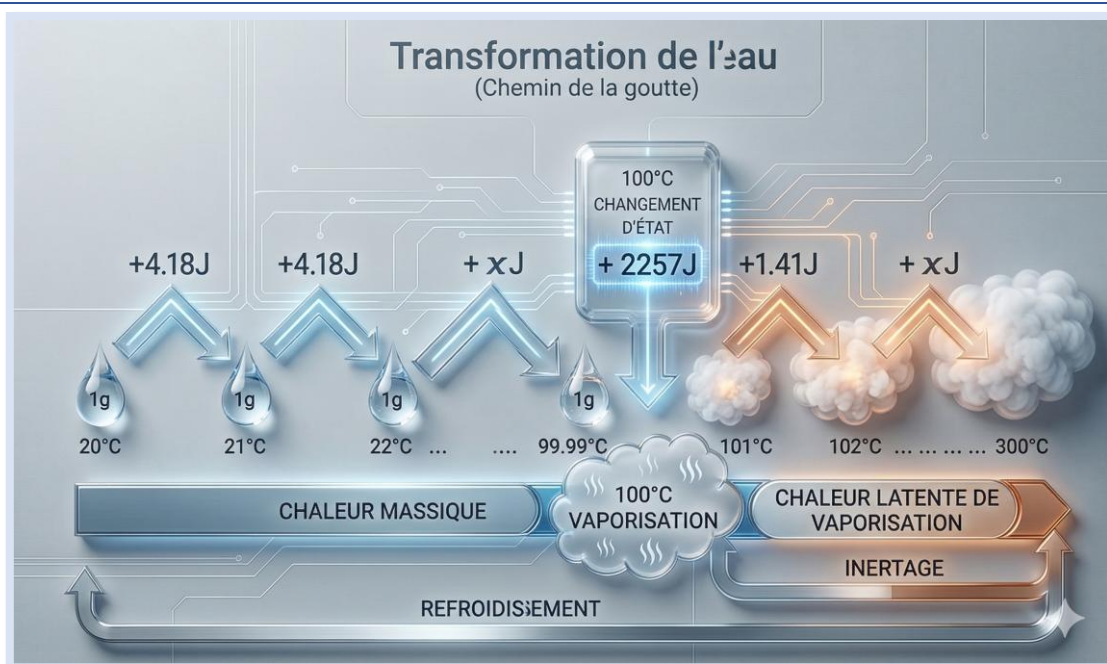


L'énergie totale absorbée sera l'addition des 3 étapes :

- **Q1** → énergie absorbée pour élever la température ambiante de l'eau liquide jusqu'à 100°C
- **Q2** → énergie absorbée pour transformer l'eau liquide en vapeur d'eau (à T=100°C)
- **Q3** → énergie absorbée pour élever la température de la vapeur d'eau au-delà de 100°C jusqu'à T°C des fumées

❖ La transformation physique de l'eau

Pour un gramme d'eau, observons la consommation d'énergie (= absorption) lors de sa montée en température (en °C)



On se rend compte que c'est la transition de l'état liquide à l'état gazeux qui est le plus énergivore !

D'où l'intérêt d'agir en vaporisation avec une technique de lance adaptée

❖ Absorption théorique

Prenons le cas d'un porte-lance projetant de l'eau dans la zone gazeuse haute et étudions le voyage d'une goutte pesant 1 gramme.

Sortant de la lance à 20 °C, la goutte va être projetée dans une zone gazeuse haute à 500 °C et y capter de l'énergie.

Calculons son absorption théorique au cours de sa transformation physique

$$\begin{aligned}
 \text{Absorption Théorique} &= \text{Q1} + \text{Q2} + \text{Q3} \\
 &= ((100^{\circ}\text{C}-20^{\circ}\text{C}) \times 4.18 \text{ J} + 2257 \text{ J} + ((500^{\circ}\text{C}-100^{\circ}\text{C}) \times 1.41 \text{ J} \\
 &= (80 \times 4,18) + 2257 + (400 \times 1,41) \\
 &= 334.4 \text{ J} + 2257 \text{ J} + 564 \text{ J} \\
 &= 3155 \text{ J/g ou } 3,15 \text{ kJ/g}
 \end{aligned}$$

Légende

Q1 : passage de 20°C à 100°C
 Q2 : vaporisation à 100°C
 Q3 : passage de 100°C à 500°C

Donc théoriquement, dans cette situation, un gramme d'eau peut absorber 3155 Joules

Calcul de la puissance absorbée lors d'une impulsion de 1 seconde pour différents débits

Débit	Quantité d'eau (impulsion 1 s)	Énergie captée de 20 à 100 °C	Changement d'état à 100 °C	Énergie captée de 100 à 300 °C	Énergie totale captée
125 L/min	2,08 kg	696 kJ	4 702 kJ	587 kJ	5 985 kJ
250 L/min	4,16 kg	1 393 kJ	9 404 kJ	1 175 kJ	11 972 kJ
500 L/min	8,33 kg	2 786 kJ	18 808 kJ	2 350 kJ	11 972 kJ
500 L/min	8,33 kg	2 786 kJ	18 808 kJ	2 350 kJ	23 944 kJ

Prenons une Lance à Débit Variable (LDV) délivrant 500 L/min et réalisons une impulsion d'une seconde dans la zone gazeuse haute

À partir des calculs réalisés précédemment pour 1 gramme d'eau, une simple « règle de trois » va nous permettre de calculer l'énergie totale absorbée par cette impulsion de 1 seconde, pour différents débits.

Sachant que l'impulsion dure 1 seconde et que 1 Joule par seconde équivaut à 1 Watt, nous pouvons dire qu'une LDV a une capacité d'absorption théorique de 6 MW (à 125 L/min), 12 MW (à 250 L/min) et 24 MW (à 500 L/min).

En réalité, ces chiffres sont purement théoriques et basés sur le principe selon lequel 100 % de l'eau participe au processus d'extinction, ce qui est totalement dérisoire.

❖ Rendement et absorption pratique de nos lances

Bien entendu, ces chiffres semblent importants par rapport aux 4,2 MW de puissance délivrée par un feu dans une pièce avec une seule porte (limité par l'ouvrant d'une taille de 1m*2m).

Dans la réalité la puissance absorbée est moindre, il s'agit là d'un calcul théorique, puisque :

- Toutes les gouttes n'ont pas la même taille
- Toutes les gouttes n'atteignent pas la Zone Gazeuse Haute
- De nombreuses gouttes retombent au sol avant de vaporiser

C'est pour cela que l'on parle de **rendement de nos lances**.

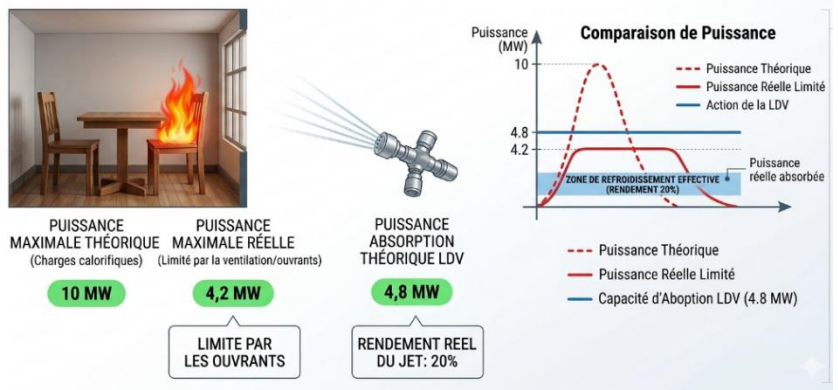
Souvent estimé à 20% dans nos calculs, ce rendement aurait tendance à augmenter avec l'évolution de notre matériel et de nos techniques de lance.

C'est grâce à tous ces éléments que l'on détermine théoriquement la puissance de notre feu et les moyens qu'il faudra mettre en face.

Afin de faciliter la compréhension du pompier, un rendement de 20 % a souvent été utilisé.

Avec ce rendement, une lance à 500 L/min a

donc potentiellement la capacité d'absorber 4,8 MW, soit une puissance de l'ordre de celle développée par une pièce en feu possédant une porte comme ouvrant.



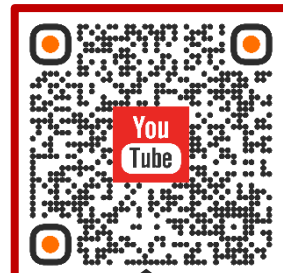
D. L'inertage

Tout d'abord, nous devons garder à l'esprit que, dans nos actions d'extinction, le terme « Inertage » est issu de la vulgarisation scientifique. En effet, par nos actions de projection d'eau dans un corps chaud (fumées d'incendie), l'eau va se vaporiser en « vapeur d'eau » qui, de par sa composition chimique, est un gaz inerte (qui ne brûle pas). En soi, c'est bien la vaporisation de l'eau qui crée l'inertage.

Les sapeurs-pompiers ne sont pas en capacité technique d'envoyer un gaz inerte dans leurs lances incendie.

Nous entendons souvent parler de brûlures par la vapeur, ou de sensation de chaud lors de techniques de lance en caisson ou sur intervention. Mais pourquoi ?

Là encore, la science peut nous aider à comprendre : quelle technique de lance adopter face à une situation donnée et quels sont les indicateurs qui nous permettront de juger de son efficacité ?



Scanner/cliquer pour regarder



Scientifiquement, nous savons que 1 litre d'eau liquide produit 1700 litres (1.7 m³) de vapeur lors de son passage de liquide à vapeur.

Nous en déduisons que l'eau multiplie son volume par 1700 en passant à l'état de vapeur.

Ces 1700 litres de vapeur sont produits à 100 °C. Or, la zone gazeuse haute que nous rencontrons sur intervention est souvent à des températures bien supérieures, de l'ordre de 200 à 500 °C. Cela correspond plus certainement à des volumes de vapeur de l'ordre de 2 à 3 m³.

❖ Le processus d'inertage

Pour passer de 20 °C à 200 °C, l'eau va capter de l'énergie à la zone gazeuse haute. Cette énergie va permettre à l'eau de monter en température, de changer d'état et donc au final d'occuper plus de place (à ces températures, 1 litre d'eau liquide occupant 2 à 3 m³).

Cédant de l'énergie à l'eau, la fumée va voir sa température, donc son volume, diminuer.

Si les gaz chaud contenu dans les fumées refroidissent, alors ils se contractent, et le volume de fumées diminue



Il est légitime ici de se poser la question suivante :

Le volume occupé par la vapeur d'eau qui se dilate sera-t-il plus important ou moins important que le volume libéré par la fumée qui se contracte ?

Plusieurs hypothèses possibles :

- **Hypothèse 1** : la vapeur d'eau occupe plus de place que le volume libéré par la contraction de la fumée.
- **Hypothèse 2** : la vapeur d'eau occupe moins de place que le volume libéré par la contraction de la fumée.

❖ Contraction / dilation des fumées

La réponse aux hypothèses précédentes nous est apportée par les calculs théoriques réalisés en prenant une impulsion de lance projetée dans la zone gazeuse haute.

Le rapport entre le volume créé (expansion de l'eau) et le volume libéré (contraction des fumées) dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels : la température de la zone gazeuse haute et le débit de la lance.

Comparons les valeurs théoriques obtenues en faisant varier ces deux paramètres.

Calcul des volumes d'expansion et de contraction de l'eau selon le débit et la zone gazeuse haute

Débit	Température de la zone gazeuse haute	Volume d'expansion de l'eau	Volume de contraction de la zone gazeuse haute	Bilan
100 L/min	200°C	3.59 m ³	12.62 m ³	-9.03 m ³
100 L/min	600°C	6.63 m ³	6.84 m ³	-0.21 m ³
500 L/min	200°C	17.97 m ³	12.62 m ³	+5.35 m ³
500 L/min	500°C	33.15 m ³	6.84 m ³	+26.31 m ³

(calculs réalisés par Franck Gaviot Blanc)

Les calculs théoriques nous montrent que plus le débit d'attaque à la lance est important, plus la quantité de vapeur créée sera importante.

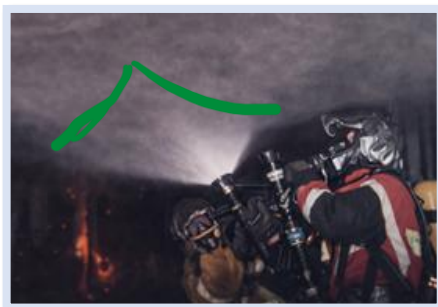
Ces calculs sont confirmés visuellement lors du passage en caisson de simulation.

Lors de la projection d'une petite quantité d'eau dans la zone gazeuse haute avec la lance appropriée, nous constatons une remontée du plafond de fumées au niveau de la zone de projection des gouttes d'eau (c'est la contraction des gaz, présents dans les fumées, au contact de l'eau plus froide).

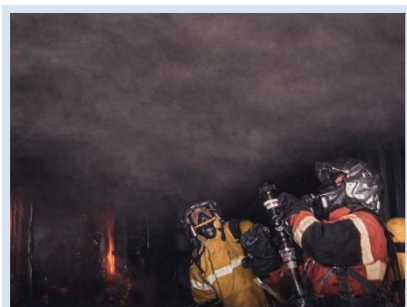
Ensuite la production de vapeur d'eau au contact des fumées chaudes va produire un abaissement local de la zone gazeuse haute (c'est la dilatation). Ce phénomène de « contraction/dilatation » est appelé par certains « effet cloche » (visible sur la photo ci-dessous)



Pour le porteur de lance, cela constitue un indicateur précieux de la température des fumées.



Contraction des fumées au contact de l'eau projetée



Retombée des gouttes d'eau malgré une température élevée de la fumée



Dilatation et augmentation du volume. Vaporisation de l'eau projetée

❖ Les critères d'efficacité

La compréhension de la science du feu et des phénomènes associés nous permet de nous détacher du vocabulaire des techniques et de leur mise en œuvre.

Elle nous permet d'aborder nos missions en tenant compte des indicateurs visibles que le feu nous envoie, et de nous adapter à chaque situation, étant ainsi plus efficace.

L'enseignement des techniques de lance doit passer en premier lieu par la compréhension des phénomènes. Peu importe la technique, le principal est résumé ci-dessous :

« Si je sais ce que je vais produire avec ma lance, alors je vais agir de façon efficace et sûre pour moi et pour les victimes. »

❖ Applications opérationnelles :



- ✓ Technique de lance efficace pour le refroidissement des fumées :
Le porteur de lance verra la zone gazeuse haute remonter.
- ✓ Mauvaise technique de lance pour le refroidissement des fumées :
Le porteur de lance verra la zone gazeuse haute s'abaisser, de la vapeur d'eau apparaître et risquera d'être brûlé par la vapeur.

La lutte contre l'incendie en intervention




Aborder autrement ce chapitre



 Podcast explicatif
Scanner/ cliquer pour écouter



 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder

I. La Marche Générale des Opérations « MGO »

Aborder autrement ce sous-chapitre



Podcast explicatif

Scanner/ cliquer pour écouter



Vidéo pédagogique

Scanner/cliquer pour regarder



La Marche Générale des Opérations (MGO) de lutte contre l'incendie de structure ne doit pas être perçue comme un simple enchaînement chronologique d'actions, mais comme une coordination rigoureuse visant à ramener une situation sinistrée à un état normal.

Elle constitue le cadre de réflexion du Commandant des Opérations de Secours (COS) pour structurer sa pensée et mettre en œuvre une tactique appropriée.

Cette synthèse détaille les piliers fondamentaux de la MGO, basés sur les onze critères doctrinaux (photo ci-contre).

❖ Les Reconnaissances

Les reconnaissances sont destinées à collecter les informations cruciales sur la zone d'intervention, les risques pour les personnes et les biens, et les axes de propagation.

Prioritaires au début, elles doivent rester permanentes tout au long de l'intervention pour capter l'évolution de la situation.

Elles permettent au COS de déterminer les objectifs et les idées de manœuvre.

❖ La Ventilation Opérationnelle :

Tout feu ventile par nature.

La ventilation opérationnelle vise à maîtriser ces flux pour servir trois actions principales :

1. **Protéger** : Empêcher les fumées d'envahir un volume.
2. **Désenfumer** : Évacuer les fumées d'un local sans lien direct avec le foyer.
3. **Attaquer** : Agir sur les fumées et le foyer pour canaliser la propagation.

❖ Sauvetages et Mises en Sécurité

La préservation des vies humaines prime sur toute autre considération, y compris l'extinction (bien que l'extinction puisse être un préalable nécessaire pour réussir un sauvetage).

- **Le Sauvetage** : Extraction d'une personne soumise à un danger vital immédiat. Il repose sur la « balance bénéfice/risque » pour les intervenants.
 - *Sauvetage à vue* : Victimes visibles depuis l'extérieur.
 - *Sauvetage en exploration* : Recherche à l'intérieur en milieu hostile (nécessite une ligne de vie et protection hydraulique).
- **La Mise en sécurité** : Éloigner du danger des personnes non menacées immédiatement (évacuation, confinement).

❖ L'Attaque

L'eau est l'agent principal, mais des additifs ou d'autres procédés peuvent être utilisés.

L'attaque se décline selon plusieurs choix tactiques à disposition du COS.

❖ Les Établissements

Ils consistent à acheminer l'agent extincteur jusqu'aux lances.

Le choix doit être dicté par :

- La rapidité de mise en œuvre.
- La sécurité du binôme et la préservation de leur potentiel physique.
- L'anticipation des prolongements ou compléments nécessaires.

❖ La Protection

La protection vise à limiter les dommages collatéraux (économiques, patrimoniaux, environnementaux) causés par l'incendie, les fumées ou l'eau d'extinction.

- **Actions** : Coupure des fluides (électricité, gaz), bâchage des meubles, endiguement et récupération des eaux d'extinction polluées.
- **Temporalité** : Peut débuter dès le début de l'intervention (ex : œuvres d'art).

❖ Les Déblais

Cette phase vise à faciliter l'extinction définitive et à éliminer les risques de reprise.

❖ La Surveillance

Elle assure l'absence de reprise de feu après le départ des secours.

Elle doit être continue. Une période de deux heures sans point chaud est souvent nécessaire pour considérer le feu comme totalement éteint.

❖ Le Relogement

Le relogement des sinistrés est une problématique majeure souvent sous-estimée.

Elle relève de la responsabilité du Directeur des Opérations de Secours (DOS).

Le COS doit informer le DOS dès que les logements sont identifiés comme inutilisables (instabilité, fumées toxiques).

❖ Réhabilitation des hommes et reconditionnement du matériel

Il s'agit de gérer l'exposition des intervenants aux fumées toxiques.

Un nettoyage maximum des EPI et matériels est préconisé sur les lieux mêmes.

❖ Préservation des traces et indices (PTI)

La préservation de la scène est cruciale pour trois raisons :

- **Judiciaire** : Faciliter l'identification de la cause (pénale ou accidentelle).
- **REX** : Améliorer les pratiques par le retour d'expérience.
- **Éducatif** : Améliorer la formation des populations.

L'essentiel : Le COS et les équipes doivent veiller à limiter l'altération de la scène lors des déblais et éviter toute contamination inutile avant l'arrivée des enquêteurs.

MGO : Les 4 Phases de la Lutte contre l'Incendie

Le cadre tactique pour passer du chaos du sinistre à un retour à la normale sécurisé.

PRIORITÉ ABSOLUE : LA PRÉSERVATION DES VIES HUMAINES GUIDE CHAQUE DÉCISION TACTIQUE.

1  **Reconnaître pour fixer les objectifs tactiques**
Collecter les informations sur la zone et les risques pour déterminer la stratégie du Commandant des Opérations de Secours.

2  **Sauver : la priorité absolue de l'engagement**
L'extraction des personnes en danger vital prime systématiquement sur l'extinction des biens.

3  **Maîtriser les flux et attaquer l'incendie**
Combiner la ventilation opérationnelle et l'extinction pour supprimer le foyer tout en canalisant les fumées toxiques.

4  **Protéger les biens et éviter la reprise**
Utiliser la protection, le déblai et la surveillance pour limiter les dégâts secondaires et garantir l'extinction définitive.

II. L'organisation des intervenants et la sécurité

Chaque intervenant, à son niveau, est chargé en permanence de surveiller, évaluer et rendre compte des situations dangereuses.

Face à un péril imminent, chaque intervenant doit réaliser les actions conservatoires qu'il estime nécessaires, il rend compte sans délai.

1) Le chef d'agrès

Coordonne les activités des équipes dont il a la responsabilité et participe activement à leur sécurité. Pour cela :

- Analyse l'environnement direct et indirect dans lequel elles évoluent
- Connait les objectifs du COS ou du chef de secteur
- Est en communication avec ses équipes
- Connait leur position et leurs actions

Seul, ou sous l'autorité d'un COS, il doit notamment prendre en compte la charge opérationnelle pesant sur le binôme avant de l'engager ou de le réengager

Le chef d'agrès, en fonction de l'action à mener et en respectant les principes d'utilisation, définit le type d'établissement adapté à la situation, ainsi que la manière d'utiliser la lance. Ce choix repose sur la lecture du bâtiment et du feu.

2) Le binôme

Composé d'un chef d'équipe et d'un équipier, le binôme est une équipe.

Le binômage s'impose en Zone d'Exclusion. Le binôme représente alors une unité de mission.

Chaque membre du binôme participe à la sécurité de l'équipe, notamment par la complémentarité des angles de vue, permettant la détection au plus tôt des signes d'aggravation de la situation opérationnelle.

La notion de binôme doit être constituée dès le départ au sein de l'engin par le chef d'agrès. En fonction de la situation opérationnelle et des enjeux, le chef d'agrès identifie les fonctions et missions de ses binômes.

3) Le chef d'équipe / porte-lance

Le chef d'équipe participe également à la reconnaissance permanente dans la structure, afin d'adapter la réponse opérationnelle aux enjeux et aux contraintes identifiés.

Le porte-lance veille au maintien des conditions de ventilation. Il rend compte régulièrement au chef d'agrès du résultat de ses actions et des éventuels besoins complémentaires.

Le porte-lance prend les décisions nécessaires à la préservation de la sécurité du binôme, en collaboration avec son équipier et son chef d'agrès et en particulier :

- L'ouverture sécurisée des ouvrants,
- Le placement judicieux dans le sens de tirage, en amont du foyer (la zone entre le foyer et le sortant doit être évitée).

Avant de pénétrer dans un local, le porte-lance doit :

- Se placer dans la position la plus basse possible, à l'écart des effets éventuels d'un phénomène thermique,
- Rechercher les signes d'alarme significatifs des accidents thermiques et rendre compte à son chef d'agrès en cas de nécessité,
- Prévoir un chemin de repli jusqu'à une zone de sécurité,
- S'assurer que les conditions sont remplies pour pénétrer dans le local,
- S'assurer du bon réglage de sa lance et de la présence d'eau à celle-ci.

Lorsqu'il pénètre dans un local, le porte-lance doit :

- Explorer le local dans la position la plus basse possible, par avancées successives, en évitant de rester dans le sens du tirage et en mettant en œuvre les techniques d'extinction adaptées à la situation
- Adapter le jet de la lance en respectant le débit commandé
- Se replier en cas d'une baisse anormale d'arrivée de l'eau à la lance et rendre compte
- Utiliser l'eau strictement nécessaire à l'extinction.

4) L'équipier / double porte-lance

L'équipier est généralement le plus sollicité physiquement, car il réalise le plus gros de l'établissement, manipule en continu l'établissement, agit sur les ouvrants, déplace des matériaux et meubles, afin que le chef puisse progresser et agir sur le feu et ses effets.

L'équipier facilite le travail du chef d'équipe en :

- Ajustant l'établissement pour éviter les coudes, les coincements
- Évitant que l'établissement soit dans des zones à risque pour sa pérennité (bris de verres et objets contendants, matières incandescentes, ...)
- Faisant suivre l'établissement lors de la progression
- L'aidant à obtenir l'angle d'application adéquat (en appuyant sur le tuyau, ou au contraire, en le soulevant).

Il participe activement à la sécurité du binôme en :

- Se plaçant de l'autre côté du tuyau pour avoir un champ de vision complet et ainsi améliorer la sécurité de l'équipe (vue à 360°)
- Observant le feu et en informant le chef d'équipe de tout signe d'aggravation de la situation
- Étant garant de l'itinéraire de repli.

Lors d'un repli, l'équipier peut être amené à s'éloigner un peu du chef d'équipe, ceci afin de tirer le tuyau.

Les équipiers doivent savoir manipuler les outils du chef d'équipe afin de doubler celui-ci ou de s'adapter aux différentes situations susceptibles d'être rencontrées (présence d'une victime, malaise...)

III. L'approche systémique d'un incendie

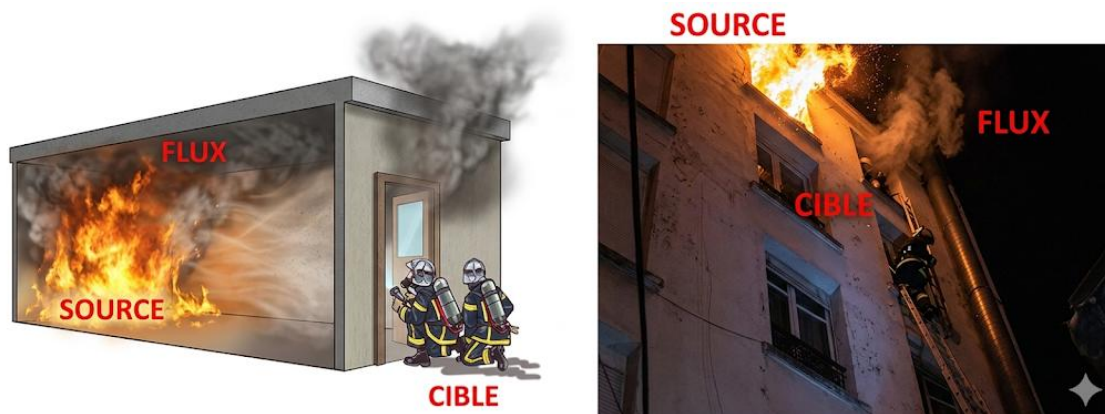
L'approche systémique « source-flux-cible » en incendie permet une analyse d'un système complexe, dynamique et interdépendant.

L'action des sapeurs-pompiers visera à :

- Agir sur **les cibles** → Protéger les personnes (sécurité des intervenants, victimes, ...) et les biens
- Agir sur **le flux** → Principal vecteur de propagation de l'incendie (fumées),
- Agir sur **la source** → Foyer de l'incendie et éléments combustibles.

Pour ce faire, plusieurs techniques d'attaques, décrites dans les chapitres suivants, sont à mettre en œuvre.

Elles sont déterminées par le COS en fonction de la situation et des moyens disponibles à son arrivée sur les lieux



IV. Les principes de maîtrise et d'extinction du feu



Scanner/cliquer pour regarder

Au regard des éléments décrits dans les chapitres précédents, en vue de maîtriser le feu et son développement, il existe plusieurs actions qui visent à agir sur les transferts de masses et de chaleur.

A. Contrôler l'arrivée d'air

La réduction de la quantité d'oxygène disponible dans le processus de combustion peut réduire le développement du feu et peut même l'éteindre après un certain temps.

Le fait de restreindre l'alimentation en air du feu (anti-ventilation) est un moyen très efficace de maîtrise de l'incendie et qui peut permettre de stabiliser une situation en attendant la mise en œuvre des moyens d'extinction.



La gestion des ouvrants par les équipes peut limiter le développement du feu, donc sa puissance.

B. Agir sur les fumées et gaz chauds

1) Évacuer les fumées

L'évacuation des fumées permet d'atteindre plusieurs objectifs :

- Elle améliore les conditions de survie des personnes en diminuant le risque d'intoxication et en augmentant la visibilité permettant l'évacuation.
- Elle facilite la progression des équipes de secours
- Elle réduit le risque de propagation par convection
- Elle réduit le potentiel développement du feu en le privant d'une partie du combustible

Différents systèmes de désenfumage existent (naturel, mécanique, automatisé ou non) qui permettent l'extraction des fumées et l'arrivée d'air frais. Ces équipements sont des dispositifs de prévention incendie dans certains établissements.



L'évacuation des fumées peut s'effectuer par :

- **La mise en œuvre des dispositifs de prévention existants**
- **La création ou mobilisation d'entrant ou de sortant et/ou mise en œuvre de moyens mécaniques de ventilation**

2) Abaisser la température des fumées

Le refroidissement des fumées permet de réduire le transfert de chaleur (flux thermique émis).

Réduire la part du rayonnement permet notamment :

- De diminuer la quantité de gaz de pyrolyse produite
- De réduire l'exposition du binôme au flux rayonné
- De réduire le risque d'auto-inflammation des gaz combustibles présents



Le binôme projette de l'eau qui, en se vaporisant au contact des fumées chaudes absorbe l'énergie des fumées, abaissant leur température et ainsi leur rayonnement

3) Agir sur la composition des fumées

Il est possible de réduire le risque d'inflammation des fumées en les inertant (par exemple au moyen de la vapeur d'eau). Celle-ci est générée par l'évaporation d'eau projetée dans les fumées ou sur les surfaces surchauffées.

La projection d'eau dans les fumées chaudes, créant de la vapeur d'eau, impacte la composition des fumées et ainsi son domaine d'inflammabilité



C. Agir sur le combustible

Le terme « combustible » correspond ici aux matériaux qui émettent des gaz de pyrolyse lorsqu'ils sont soumis à la chaleur. En effet, la production de gaz de pyrolyse est liée à la température du combustible. Ainsi, pour diminuer le débit de production de gaz de pyrolyse, il est possible :

- Limiter la quantité de combustible disponible (évacuation, part du feu, déblai, etc.)
- Refroidir le combustible



La projection d'eau sur les matériaux combustibles permet de réduire et limiter leurs dégradations en gaz de pyrolyse

V. Tactique générale de lutte contre l'incendie

Il s'agit de la combinaison des actions essentielles dans l'espace et dans le temps, qui contribuent à l'atteinte des objectifs liés à la lutte contre l'incendie et ses effets.

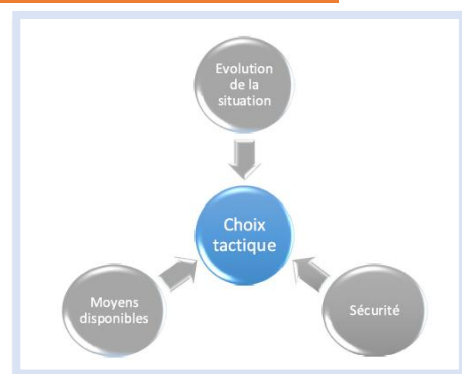
Elle s'appuie sur l'analyse de la situation opérationnelle. En effet, les opérations de lutte contre l'incendie mettent en jeu de nombreux paramètres qui obligent le Commandant des Opérations de Secours « COS » à réfléchir et agir avec efficacité et rapidité.

Même si ces prises de décisions ne sont pas des missions primaires d'un équipier et/ou chef d'équipe incendie, il est malgré tout important de comprendre l'analyse du choix tactique des missions qui lui seront confiées

A. Le choix tactique

Le choix tactique est un choix difficile qui doit, en un temps extrêmement court à partir d'un recueil de nombreuses données souvent incomplètes, s'étayer sur 3 critères prépondérants

1. L'évolution de la situation
2. La sécurité
3. Les moyens disponibles



❖ L'évolution de la situation

L'une des caractéristiques fortes du feu de structure est l'évolutivité rapide de la situation, impactant les prises de décision des idées de manœuvre en fonction du délai de mise en œuvre de celles-ci.

L'anticipation de l'évolution du sinistre est primordiale, elle s'appuie notamment sur :

- Les conditions météorologiques
- La nature et la destination du bâtiment
- Le facteur de ventilation
- La nature des occupants

❖ La sécurité

Le COS doit mesurer les risques pris par les équipes pour mener à bien leur mission et ainsi faire le lien avec l'efficacité recherchée par l'action.

L'évaluation du risque présenté par l'idée de manœuvre prendra en compte de nombreux paramètres dont les plus évidents sont :

- La possible évolution brutale du sinistre
- L'aptitude de l'équipe à effectuer la mission
- Sa capacité à se soustraire à une situation qui se dégrade
- La possibilité de porter secours aussi à une équipe en difficulté

❖ Les moyens disponibles

Les idées de manœuvre envisageables par le COS sont parfois beaucoup plus nombreuses que celles qui sont effectivement réalisables avec les moyens présents et disponibles dans les délais admissibles.

Il s'agit d'examiner la balance faisabilité de l'action/délais prévisibles de sa mise en œuvre.

B. Les typologies de tactique

L'objectif du COS dans son choix est de définir la tactique la plus adaptée aux circonstances et à l'efficacité recherchée compte tenu des moyens disponibles.

La maîtrise des connaissances et des techniques de lutte est la clé de l'efficacité.

Une question qui se posera sera de savoir si on pénètre ou pas dans le bâtiment.

1) Tactique offensive

Actions choisies pour leur capacité à faire rapidement régresser le feu et l'éteindre dans les meilleurs délais

Tactique agressive qui :

- vise à agir directement sur le foyer ou les locaux impactés par le foyer
- implique la pénétration dans des zones à risque (proche du feu, volumes adjacents, etc.)
- nécessite une maîtrise des mouvements gazeux (fumées) ainsi que la capacité à projeter efficacement de l'eau sous une forme appropriée et en quantité suffisante

2) Tactique défensive

Actions limitant l'extension du sinistre tout en réduisant l'exposition du personnel

Tactique passive qui :

- vise à prévenir l'extension du foyer au-delà de son volume initial avec, pour les intervenants, une position de travail sûre
- consiste à agir sur des volumes non encore impactés par le foyer mais menacés par lui
- est limitée dans sa capacité à obtenir une extinction rapide


3) Tactique de transition

Actions destinées à passer d'une tactique défensive à une tactique offensive, ou inversement

❖ L'attaque d'atténuation / attaque de transition

Attaque d'un feu de pièce ou volume depuis l'extérieur préalablement à une attaque menée par l'intérieur, ayant pour objectif de réduire significativement l'intensité de celui-ci




 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder

❖ Repli défensif



Alors que les intervenants sont engagés dans un volume avec une tactique offensive, si en raison d'une détérioration de la situation, ils décident de se replier en protection avec leur lance pour adopter une position plus défensive ; il s'agit d'un repli défensif.

 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder

C. Les typologies d'attaque

1) Attaque de l'intérieur

Vise à attaquer directement le compartiment du foyer ou les volumes déjà impactés par celui-ci en envoyant les binômes au sein de l'environnement enfumé

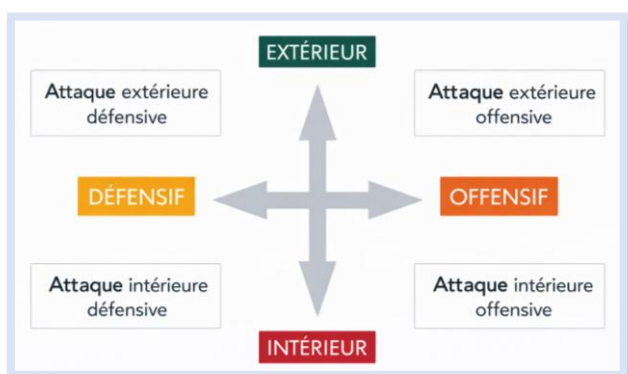
Attaque qui :

- Demande le plus de préparation de la part des personnels engagés, à la vue des risques encourus
- Nécessite un entraînement au port de l'ARI mais également aux techniques de lances pour éviter de générer trop de vapeur tout en sécurisant suffisamment leur progression
- Oblige les intervenants d'être familiarisés avec les effets tant de la ventilation sur le comportement du feu, ainsi qu'à la dynamique générale de l'incendie pour adapter en permanence leurs actions à l'environnement rencontré durant la progression.

2) Attaque de l'extérieur

Vise à travailler depuis l'extérieur du bâtiment concerné, permettant de ne pas engager de personnel en zone dangereuse ou dans les fumées

D. Les combinaisons « Tactique/Attaque »



En synthèse des éléments développés précédemment, plusieurs combinaisons « Tactique/Attaque » sont possibles, dont les principales sont :

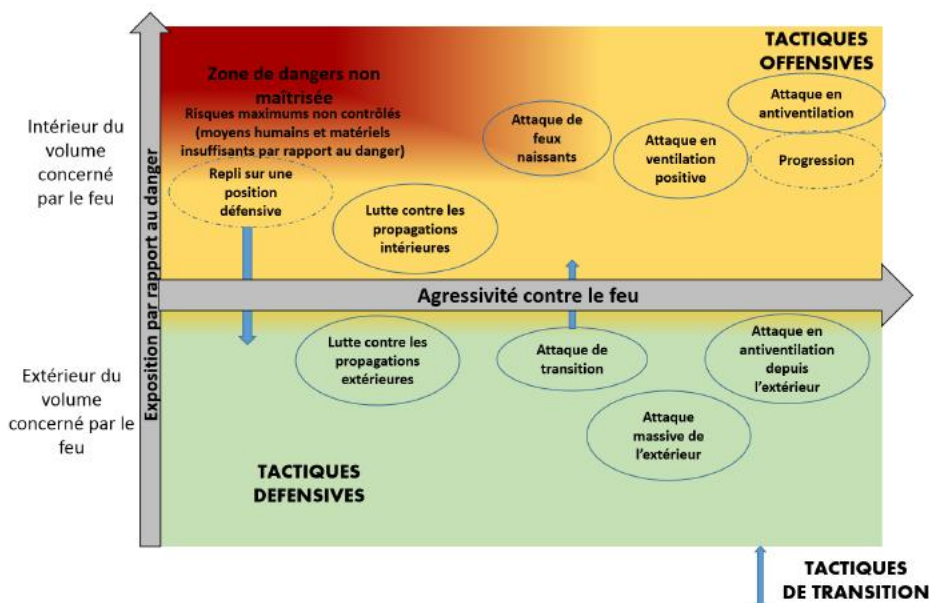
- Tactique défensive avec une attaque extérieure
- Tactique défensive avec une attaque intérieure
- Tactique offensive avec une attaque extérieure
- Tactique offensive avec une attaque intérieure

Cela permet d'aider le COS dans ses choix, et surtout de catégoriser les actions possibles en fonction de plusieurs objectifs potentiels qui impliquent la prise de risque

Les objectifs potentiels sont :

- Réaliser des sauvetages
- Limiter les dommages au bâtiment en feu
- Prévenir la propagation du feu

La mise en œuvre de ces 3 objectifs implique, en suivant l'ordre de la liste ci-dessus, une prise de risque de moins en moins élevée.



Clairement, si aucun sauvetage n'est à réaliser, que le bâtiment en feu est perdu, il n'est pas nécessaire de prendre le moindre risque, et une tactique « défensive » visant à éviter la propagation du feu peut être adoptée.

1) L'attaque extérieure défensive

*Éviter les propagations,
Limiter les effets environnementaux et sociaux.*

*Les intervenants sont engagés en dehors du bâtiment et des zones d'effondrements.
L'attaque n'est pas dirigée contre le volume en feu.*

Attaque qui :

- Est préconisée par exemple pour des bâtiments conçus de manière telle qu'ils pourraient s'effondrer pendant les opérations, ou encore quand le bâtiment ne peut plus être sauvé
- Est applicable à tous les types de bâtiments

2) L'attaque extérieure offensive

*Améliorer les conditions de survie à l'intérieur du bâtiment,
Permettre, dans un deuxième temps, une pénétration plus sûre des binômes d'attaque.*

Attaque qui :

- Vise à empêcher la propagation et obtenir l'extinction du feu
- Préconisée par exemple quand il y a, à l'intérieur du bâtiment, de nombreuses victimes potentielles qui ne peuvent être secourues directement par une attaque intérieure, mais aussi quand l'attaque intérieure est trop dangereuse.

3) L'attaque intérieure défensive

*Rendre possible l'évacuation et/ou sauvetage dans des volumes adjacents de celui du feu,
Éviter les propagations en maintenant le feu dans son volume initial.*

Attaque qui :

- Nécessite l'engagement des intervenants dans le bâtiment
- Est préconisée quand la pénétration en sécurité dans le volume en feu ne peut pas être réalisée à cause du développement du feu ou des fumées, mais que la pénétration dans les volumes adjacents peut être effectuée en sécurité
- Nécessite une enveloppe bâtiminaire permettant un compartimentage du feu, où les intervenants peuvent être en sécurité (volume adjacent au volume feu)

4) L'attaque intérieure offensive

Réaliser des sauvetages et/ou combattre le feu et les fumées directement dans le volume concerné par l'incendie

Attaque qui :

- Nécessite l'engagement des intervenants dans le bâtiment et, au sein de celui-ci, dans le volume en feu
- Est préconisée quand la propagation du feu et des fumées est à un stade où la pénétration dans le volume en feu est encore à un risque acceptable

Ces combinaisons « Tactique/Attaque » représentent une approche assez codifiée de la lutte contre le feu. Elles ne sont pas figées et peuvent évoluer de l'une à l'autre en fonction de l'évolution du feu, des effectifs et du matériels amenés sur les lieux de l'intervention.

Certaines attaques requièrent :

- Des procédures opérationnelles strictes
- Du matériels spécifiques (ex : rideau stoppeur de fumées, lance d'inertage, etc.)



VI. Les différents types d'établissements d'attaque

Les établissements sont adaptés en fonction de la situation et de ses enjeux.

Ces choix reposent sur les principes suivants :

- Acheminer l'agent extincteur le plus approprié (en général l'eau additivée ou non)
- Le faire dans les temps compatibles avec la cinétique de l'opération
- Préserver le potentiel physique des équipes pour favoriser la phase de lutte
- Anticiper l'évolution possible du sinistre et, par conséquent, les prolongements ou compléments à engager.

A. Principes de calcul du dimensionnement hydraulique

L'acheminement de l'eau à la lance répond aux lois de la physique. En effet, si l'on considère que l'eau est un élément qui se déplace d'un point à un autre, grâce, la plupart du temps, à une pompe, elle rencontre sur son chemin différentes contraintes qu'il est important de prendre en considération pour déterminer le type d'établissement en fonction de l'action à réaliser.

Le débit et la pression sont les deux principales caractéristiques qui permettent à l'eau de se déplacer (aspiration, cheminement, projection).

❖ Le débit

Le débit correspond à la quantité d'eau qui passe dans une section de tuyau, par unité de temps.

Il s'exprime en litres/seconde (**l/s**), litres/minute (**l/mn**), mètres cubes/heure (**m³/h**).

Dans le vocabulaire opérationnel, on utilise deux unités :

- Litre par minute (L/min) : généralement lorsque l'on parle de lance, voire de pompe
- Mètre cube par heure (m³/h) : lorsque l'on parle des ressources en eau disponibles (hydrants notamment).

❖ La pression

C'est la force exercée par unités de surface.

Pour une force donnée, plus la surface est grande, plus faible est la pression par unités de surface.

Elle est exprimée en bar (**bar**). (1 bar correspond à 1 kg/cm².)

❖ Les pertes de charges

Ce sont les pertes de pression causées par le frottement des molécules de l'eau contre les parois des matériels (ex. : Tuyaux et pièces de jonction) et entre elles.

Elles s'expriment en bar par hectomètre (b/hm).

Le calcul de ces pertes de charges s'effectue en fonction des principes physiques appelés « Lois des pertes de charges ».



B. Le choix des tuyaux

1) Les différents types de tuyaux

Il existe plusieurs types de tuyaux, qui peuvent être classés selon plusieurs paramètres :

- L'utilisation :
 - Aspiration : semi-rigides (longueur 2 m par tuyaux pour une distance max de 10m)
 - Refoulement : souples le plus souvent ou semi-rigides pour disposer immédiatement de l'eau, même partiellement déroulé (LDT)
- Le débit et la distance :
 - Plus le diamètre est important, plus le débit peut être élevé et les pertes de charges faibles.
 - Les tuyaux de gros diamètres sont donc utilisés pour des débits importants et/ou des établissements longs
- La manœuvrabilité et la rapidité de mise en œuvre, et par conséquent leur conditionnement.

Aux extrémités se trouvent des demi-raccords permettant de les raccorder entre eux ou avec des pièces de jonction (divisions, une lance, un engin pompe, etc.). La nature de ces demi-raccords est également variable.

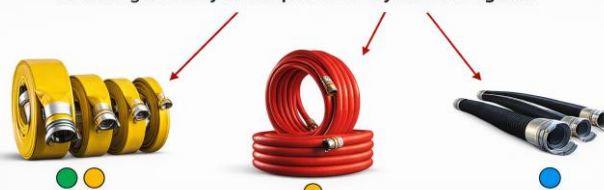


On détermine un tuyau à partir de son diamètre nominal et de sa longueur.

L'appellation d'un tuyau d'une section de 70 mm et d'une longueur de 20 mètres sera :

« **TUYAU DE 70 X 20** »

On distingue les **tuyaux souples** et les **tuyaux semi-rigides**.



CLASSIFICATION	Ø NOMINAL en mm	LONGUEUR en mètres	TYPE
● ALIMENTATION	110	20	Souple
	70	40 et 20	Souple
● REFOULEMENT	110	20	Souple
	70	40 et 20	Souple
	45	20	Souple
● ASPIRATION	20	20	Semi-rigide
	100	2 ; 4 et 5	Semi-rigide
	65	4	Semi-rigide
	40	4	Semi-rigide

2) Le conditionnement des tuyaux

Le conditionnement des tuyaux dans l'engin pompe peut prendre des formes différentes :

- Tuyaux semi-rigides non pliés (aspiraux rangés dans des coffres)
- Tuyaux semi-rigides enroulés sur un dévidoir (LDT)
- Tuyaux souples roulés sur eux-mêmes en couronne
- Tuyaux souples pliés en "O", en "Z"
- Tuyaux souples pliés en écheveaux
- Tuyaux souples roulés sur un dévidoir (sur dévidoir tournant, sur dévidoir mobile).

Ils peuvent être libres ou connectés en permanence entre eux ou avec des pièces de jonction, des lances, la pompe d'un engin et peuvent être alimentés en permanence dans le cas de dévidoirs tournants.

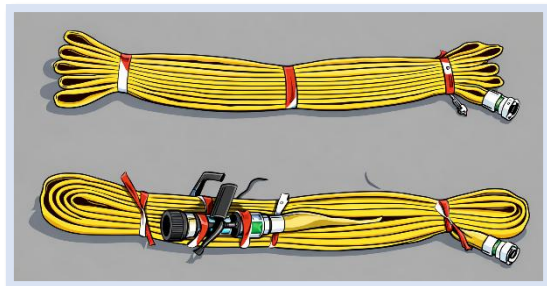


3) Les tuyaux en écheveau

❖ Définition de l'écheveau

Selon le dictionnaire, le terme « écheveau » désigne « *Un assemblage de fils repliés plusieurs fois sur eux-mêmes et liés afin qu'ils ne s'emmêlent pas* ».

Ainsi, on regroupe sous ce terme générique les tuyaux pré-connectés ou épaulés sous différents modes de pliage.



❖ Les avantages de l'écheveau

La méthode des tuyaux en écheveau présente plusieurs avantages :

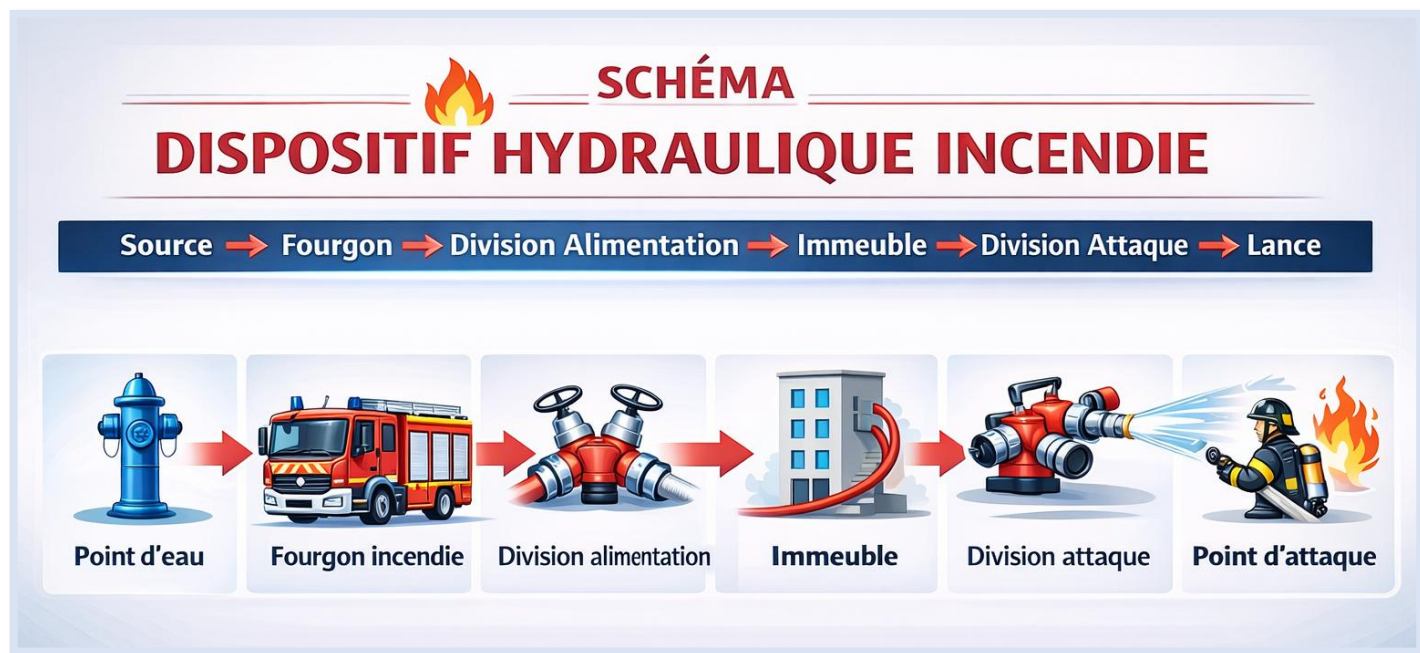
- Établissement de la prise d'eau au point d'attaque permettant d'obtenir plus rapidement de l'eau si nécessaire, mais également possibilité d'établir du point d'attaque à la prise d'eau sans modification du matériel.
- Durée d'établissement réduite par rapport aux tuyaux en couronne
- Répartition uniforme du matériel entre le chef d'équipe et l'équipier
- Effort mieux réparti entre le chef et l'équipier
- Transport du matériel laissant les mains libres
- Amélioration de l'ergonomie au travail
- Gain physiologique avant la phase d'attaque



C. Les principes d'établissement

1) La composition des établissements

L'eau est acheminée dans l'établissement. Pour cela, l'établissement est souvent divisé en tronçon (diamètre des tuyaux, matériels utilisés, etc.) mais nécessite également l'utilisation de matériels spécifiques (hydrants, divisions, etc.)



❖ Les points d'eau

Servent à alimenter un engin-pompe :

- Les bouches et poteaux d'incendie alimentés à partir d'un réseau de distribution d'eau sous pression
- Les points de ressource en eau naturels ou artificiels équipés d'aire aspiration ou de raccordement des moyens de lutte contre l'incendie
- Tout autre point d'eau conforme aux spécifications fixées par le Règlement Départemental de la Défense Extérieure Contre l'Incendie (RDDECI).



❖ Les prises d'eau

Servent à alimenter un établissement d'attaque :

- Engin pompe
- Division d'alimentation ou d'attaque
- Colonne sèche dans les infrastructures (ex : parkings) ou superstructures élevées
- Colonne humide (IGH notamment)
- Poteau d'incendie sur réseau surpressé industriel
- Poteau relais
- Etc.



❖ Les accessoires hydrauliques

Il existe différents matériels facilitant la mise en œuvre des établissements mais aussi garantissant leur pérennité et leur sécurisation le temps de l'intervention. On peut citer par exemple :

- Les dispositifs de franchissement de tuyaux
- Les étrangleurs ;
- Les sangles pour fuite
- Les vannes d'arrêt
- La commande
- Les clés de poteau ou de barrage

❖ La ligne d'attaque

La ligne d'attaque est en règle générale un établissement composée d'une lance et de 2 à 3 tuyaux souples de diamètre 45, alimentée par une prise d'eau.

Cette ligne d'attaque peut être réalisée avec :

- Des tuyaux en couronne
- Des tuyaux en écheveau épaulés ou pré-connectés en sac d'attaque
- Des tuyaux pré-connectés en coffre
- Des tuyaux pré-connectés sur un dévidoir



❖ La division d'alimentation

Une division d'alimentation est un organe hydraulique utilisé pour répartir une alimentation en eau provenant d'un seul point vers plusieurs lignes de tuyaux. De ce fait, elle transforme une arrivée d'eau unique en plusieurs alimentations utilisables.

Généralement appelée « division mixte », elle est équipée d'un orifice d'entrée en 100 mm et de 3 orifices de sorties (1 de 100 mm et 2 de 70 mm).

Elle peut être établie au moyen d'un dévidoir mobile ou avec des tuyaux en couronne



❖ La division pied d'immeuble

Il s'agit d'une caisse ou sac composé de 2 tuyaux de \varnothing 70/20m et d'une division mixte.

Cette division a pour objectif de créer une prise d'eau au niveau du point d'accès des secours.

Le chef d'agrès est le seul décideur concernant sa mise en eau. Il décidera selon ses besoins (lance en protection de façade...) de la mettre en eau, ou de laisser la tubulure ouverte afin de réaliser l'établissement à sec.



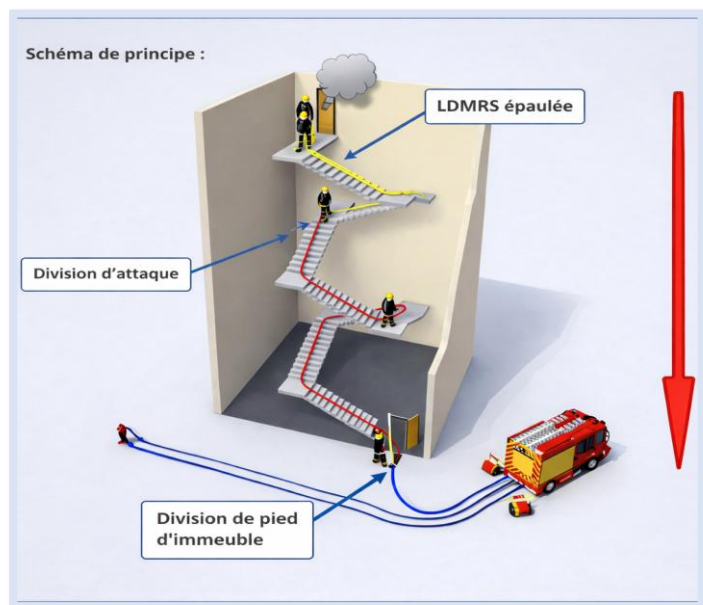
❖ La division d'attaque

Pour l'attaque dans les étages d'un bâtiment, la division d'attaque (généralement 65/2x40), sert à prolonger un établissement dans les étages avec des tuyaux de diamètre 70, à partir d'une division d'alimentation positionnée en bas de celui-ci.



Elle permet de bénéficier d'une nouvelle prise d'eau au plus près de la zone à traiter (remplacement d'une colonne sèche défectueuse, multiplication des actions de lutte à réaliser, ...).

2) Établissement du point d'eau au point d'attaque



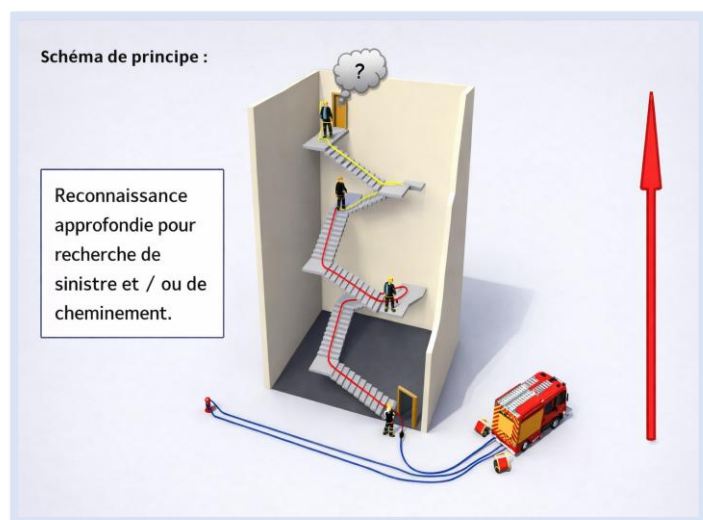
L'eau est acheminée dans l'établissement de tuyaux défini par le Chef d'agrès, en partant du point d'eau (généralement : l'engin pompe) jusqu'au point d'attaque (emplacement de la lance).

Ces établissements peuvent être amenés à utiliser des pièces de jonctions (division d'attaque, division mixte, division de pied d'immeuble, etc.) en fonction de la situation et de la configuration bâtementaire.

Cheminement identifié ou connu → Établissement du point d'eau au point d'attaque.
⇒ Rapidité de mise en œuvre



3) Établissement du point d'attaque au point d'eau



Souvent sur intervention, une reconnaissance approfondie par les intervenants est nécessaire, que ce soit pour la recherche du sinistre ou du cheminement.

Une fois le sinistre trouvé, l'établissement est établi dans l'autre sens, soit du point d'attaque au point d'eau.

Cheminement non identifié ou inconnu → Établissement du point d'attaque au point d'eau.



D. Les règles d'établissement

Un établissement est la disposition donnée aux tuyaux pour amener l'eau depuis une prise d'eau vers le point d'attaque.

3 possibilités d'établissement (voir photo ci-contre)



Le chef d'agrès doit anticiper sur la manœuvre et le nombre de tuyaux à prendre en fonction de la distance estimée entre le point d'attaque et l'engin pompe :

- En rampant : 1 tuyau pour 2 étages.
- En vertical : 1 tuyau pour 4 étages.

Pour mener à bien une opération d'extinction en toute sécurité et dans les plus brefs délais, il convient de connaître les règles et précautions à observer.

1) Les règles et précautions pour l'établissement

- Employer le moins de tuyaux possible
- Éviter l'enchevêtrement, les plis, les coudes, les torsions
- Faire une réserve judicieuse au point d'attaque
- Positionner le tuyau au plus près de la bordure du trottoir
- Éviter de couper les rues. En cas de nécessité, le faire perpendiculairement à la chaussée en utilisant des dispositifs de franchissement (DFT)

2) Les règles pour la protection du matériel

- Faire attention aux matériaux coupants, pointus, brûlants et corrosifs
- Mettre les établissements à l'abri de la chute de matériaux
- Fermer et ouvrir doucement les vannes et robinets pour éviter les coups de bélier
- En période de gel, tenir la lance partiellement ouverte, et orienter l'écoulement
- Éviter de détériorer les raccords.

3) Rôle des binômes

- Informer systématiquement le conducteur dès que l'on prend du matériel dans l'engin
- Mettre l'établissement en eau sur ordre
- Préciser au conducteur l'étage, le nombre de tuyaux établis ainsi que le nombre de lances
- Disposer au minimum d'un tuyau de réserve au point d'attaque

4) Particularité des tuyaux épaulés

Pendant l'établissement, les tuyaux épaulés restent sur les épaules du sapeur-pompier.

Les liens sont retirés avant d'établir le tuyau. Au fur et à mesure de la progression, le tuyau est disposé au sol, contre les parois externes de l'escalier, en libérant progressivement les plis.

Le raccordement des tuyaux doit se faire à hauteur d'homme afin de favoriser la posture. Le sapeur-pompier chargé du raccordement veille à disposer le tuyau correctement sans tirer sur celui-ci.

E. Réflexion opérationnelle

Comme développé précédemment, il existe différents modes d'établissement des lignes d'attaque.



Il est possible de travailler avec des tuyaux souples ou des tuyaux semi-rigides, avec des tuyaux roulés ou lovés (écheveau), avec des tuyaux à connecter ou des tuyaux enroulés sur un dévidoir. Comme toujours, chaque système offre des avantages et des inconvénients. Certains systèmes présentent cependant nettement plus d'inconvénients que d'avantages et doivent donc être délaissés au profit d'autres, plus performants.



Dans le choix du système de refoulement pour la ligne d'attaque, on essaiera de privilégier en premier lieu des établissements pouvant être rapidement mis en eau. Dans cette optique, les systèmes enroulés sur dévidoir représentent clairement et indiscutablement les moyens d'attaques les plus rapides et qui permettent surtout au binôme d'attaque de disposer d'eau quasi immédiatement.

Les systèmes impliquant la mise en œuvre de tuyaux à connecter représentent l'autre alternative.

Pour la mise en œuvre de ces établissements, plusieurs conditionnements sont possibles. Les plus fonctionnels et rapides au déploiement sont les conditionnements dits en « écheveaux » dans lesquels les tuyaux ne sont plus roulés mais lovés, c'est à dire pliés.

Les pliages possibles sont en « O » ou en « Z ». Une fois de plus, chacun adaptera le conditionnement à sa réalité opérationnelle et les applications possibles n'auront de limites que l'imagination créative des utilisateurs. Quoi qu'il en soit, retenons simplement que l'établissement des lignes d'attaque avec des tuyaux à connecter roulés ne représente pas le système le plus performant que l'on puisse mettre en œuvre.



Il est également important, lors de la mise en œuvre d'établissements réalisés avec des tuyaux à connecter, de réaliser la mise en eau par « tronçons ». Pour ce faire, des vannes d'isolement (divisions, etc.) doivent être régulièrement prévues pour permettre la mise en eau au fur et à mesure de l'établissement de la ligne.

Revenons un instant sur la rapidité de déploiement. En Belgique, une polémique fit rage à une certaine époque dans les milieux pompiers concernant la rapidité de déploiement des tuyaux en écheveaux et les moyens sur dévidoirs tournants. Une démonstration d'une course entre un binôme établissant une lance sur dévidoirs tournant à tuyau semi-rigide et un autre établissant une ligne souple pliée en écheveaux dans une caisse venait apporter la preuve « criante » et « indiscutable » que les écheveaux étaient bien plus rapides.

S'il ne fait aucun doute que, pour les établissements souples, les écheveaux sont plus rapides que les tuyaux roulés, concernant la comparaison avec les établissements semi-rigides, il s'avère que c'est faux. La fameuse démonstration qui voyait la victoire des porteurs de tuyaux souples se réalisait en plein air, sur une dalle béton, et se terminait, toujours en plein air, dans une petite cage d'escalier. Ce faisant, cette démonstration montrait surtout clairement que les écheveaux souples ne sont plus rapides que les dévidoirs semi-rigides qu'à deux conditions : ne pas être alimentés en eau et savoir où l'on va.

Nous avons vu plus haut que le fait d'être rempli d'eau directement au départ du fourgon est un avantage incomparable. Quant au fait de savoir où l'on va, tout pompier qui a réalisé un minimum d'interventions incendie sait que la visibilité n'est pas la caractéristique première d'un environnement de feu sous-ventilé.

VII. Le choix du moyen d'attaque

Les évolutions techniques de ces dernières années rendent les lances à eau à main de plus en plus performantes. Il convient de s'appropriier ces matériels afin d'optimiser le fonctionnement

La première limite d'un moyen d'extinction est avant tout l'usage qui en est fait, et donc les utilisateurs eux-mêmes...

A. Les lances à main à eau

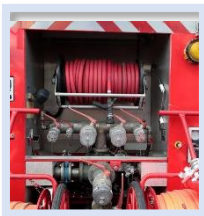
Matériel relié aux établissements de tuyaux souples qui permet de projeter un agent extincteur en utilisant un jet et un débit adaptés à une situation.

En dotation dans tous les engins incendie, elles sont de plusieurs types

Les principales lances utilisées en intervention appartiennent à la famille des Lances à Débits Variables « LDV » ou appelée également Lance à Débit et Jet Réglables « LDJR »

❖ La Lance du Dévidoir Tournant « LDT »

Lance à débit et jet réglables « LDJR »



Elle est située sur les tuyaux du dévidoir tournant dans tous les engins-pompe.

Si les modèles diffèrent en fonction des constructeurs, les fonctions restent identiques pour toutes les lances.

Cette lance est principalement utilisée pour sa rapidité de mise en œuvre, mais est limitée par sa longueur d'établissement ainsi que ses capacités hydrauliques.

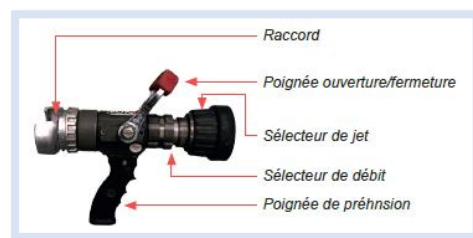
❖ Lance à Débit Mixte Réglable « LDMR »

Lance à débit et jet réglables « LDJR »

Débit variable jusqu'à 500 L/min maximum

En dotation dans les engins incendie.

Si les modèles diffèrent en fonction des constructeurs, les fonctions restent identiques pour toutes les lances.



❖ Lance à Débit Mixte Réglable à pression Stabilisée « LDMRS »



Lance à débit et jet réglables. « LDJR »

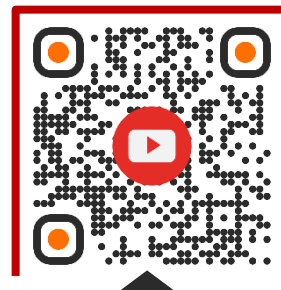
Débit variable jusqu'à 500 L/min maximum

En dotation dans tous les engins-pompe, elle équipe obligatoirement et en permanence la ligne d'attaque.



Possède un mode de régulation « basse pression ». Ce mode de fonctionnement

correspond à un mode dégradé. Dès que le porte-lance constate une baisse anormale de pression à la lance, il bascule le sélecteur sur cette position afin d'obtenir une diffusion du jet optimale mais le débit en est altéré.



 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder



Le moyen usuel de lutte contre les feux de structure est la lance « LDJR » (appelée plus couramment LDV) dont le débit varie généralement de 125 à 500 L/min

B. Les règles d'utilisation des lances à eau

Les lances sont utilisées en fonction du type d'établissement et des capacités hydrauliques de l'engin qui alimente l'établissement.



Lors de la manœuvre de sa lance, le binôme d'attaque doit :

- Se placer au point d'attaque désigné par son chef d'agrès, en se protégeant du rayonnement et d'éventuels retours de flammes.
- N'utiliser que l'eau strictement nécessaire à l'extinction en fermant la lance lors de sa progression.
- Employer le jet et le débit les plus adaptés au sinistre.
- Éviter une action prolongée sur les vitres et objets que l'eau peut dégrader.
- Se replier et rendre compte dès qu'il constate une baisse anormale d'arrivée de l'eau à la lance, puis si possible, y remédier.
- Chercher à enrayer les propagations, si possible du côté le plus menacé, puis manœuvrer sur le foyer principal et les foyers secondaires qui auraient pu prendre naissance à proximité.
- S'avancer prudemment, en se tenant le plus près possible du sol, dès lors que le jet de sa lance n'atteint plus son objectif.
- Adapter l'attaque en fonction des risques particuliers rencontrés : électrique, chimique, bouteille de gaz

1) Le débit

De nombreuses études et recherches ont tenté de déterminer les meilleurs débits pour éteindre un feu.

Le débit n'est qu'un paramètre. La phase de développement de l'incendie, la qualité du jet pulvérisé et le type de problème à traiter (matière et/ou énergie) sont également à prendre en compte.

Pour un incendie donné, il est possible de déterminer dans des conditions de laboratoire contrôlées, un débit critique qui sera la quantité minimum d'eau utile à la suppression du feu.

En pratique, il nous est impossible de déterminer ce débit, vu le nombre de paramètres qui devraient être pris en compte et mesurés précisément.

Si le débit utilisé est trop faible, alors le résultat attendu sera atteint dans un délai beaucoup trop long, donc ce qui augmentera la durée d'exposition du personnel.

En augmentant le débit par rapport au débit critique, cela permet d'éteindre le feu plus rapidement tout en gardant une marge de sécurité en cas d'évolution défavorable du foyer. A un moment, une augmentation du débit ne générera que des pertes d'eau supplémentaires et n'aura pas d'effet direct sur le feu. Mais attention, à contrario, cela peut avoir un impact négatif sur les intervenants exposés en fonction de leur exposition (retour de vapeur lors de la phase de progression, brûlure par les vapeurs d'eau créée, etc.)



Les robinets ouverture/fermeture des lances permettent d'obtenir, en fonction de la technique d'extinction choisie, des quantités d'eau plus ou moins importantes.

Les lances à débit réglable seront positionnées systématiquement dans la position de débit maximal, sauf ordre contraire.

2) La pulvérisation du jet (diffusion)

Quel que soit le débit, ce qu'il faut d'abord, c'est rendre l'eau efficiente.

L'eau, en qualité d'agent extincteur, doit être mise en état de prendre des calories (=énergie) au foyer et aux gaz du feu.



Schématiquement, notre travail sur l'incendie peut être résumé en 3 phases :

- Progresser dans les fumées et refroidir celles-ci => **Agir sur les Énergies du Système**
- Éteindre le foyer lorsqu'on l'a localisé => **Agir sur les Matières du Système**
- Ou combiner les 2 premières idées en simultanée => **Agir sur les Matières et les Énergies en même temps**

Le sélecteur de jet permet d'obtenir les types de jets suivants :

	Domaine d'application	Jet à utiliser quand :
Jet DROIT	<ul style="list-style-type: none"> • Atteindre une cible à distance • Grande capacité de pénétration dans les matières fibreuses (tissu, bois, etc...) • Mouillage et refroidissement des matériaux en feu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Je veux atteindre la source à distance • Je veux réaliser une attaque d'atténuation • Je veux atteindre la source en déviant la trajectoire de mon jet sur un élément structurel (effet ricochet). • Je veux disperser des éléments en feu.
Jet BRISÉ	<ul style="list-style-type: none"> • Envoi d'une masse d'eau sur les surfaces combustibles en limitant l'effet cinétique du jet droit. • Refroidissement direct des surfaces/matériaux en feu ou en pyrolyse, 	<ul style="list-style-type: none"> • Je veux abattre les flammes à distance en générant le moins de vapeur d'eau possible, • Au cours de ma progression, je constate immédiatement, à côté de moi, des éléments en train de pyrolyser,
Jet DIFFUSÉ D'ATTAQUE	<ul style="list-style-type: none"> • Refroidissement des fumées et gaz chauds. • Attaque massive / inertage. • Générer une ventilation d'un volume 	<ul style="list-style-type: none"> • Je veux sécuriser mon évolution sous un ciel gazeux en injectant de l'eau dans la fumée, • Je cherche à produire beaucoup de vapeur (inertage),
Jet DIFFUSÉE DE PROTECTION	<ul style="list-style-type: none"> • Protection du binôme face à un rayonnement important • Protection du binôme face à un phénomène à cinétique rapide. 	<ul style="list-style-type: none"> • Je dois protéger mon binôme derrière un écran hydraulique face à un flux thermique important • J'ai besoin de me replier d'urgence.
Jet de PURGE	<ul style="list-style-type: none"> • Élimination des corps étrangers pouvant obstruer partiellement la sortie de l'eau et déformer le jet • Purge de l'établissement de tuyaux • Refroidissement et noyage en phase de déblai des éléments ayant été soumis à l'incendie 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour refroidir les éléments soumis à l'incendie en phase de déblai, • Pour faciliter la chute de pression dans l'établissement lors du reconditionnement.



Vidéo pédagogique

Scanner/clicquer pour regarder



C. Le réglage de la lance à eau

Il existe une multitude de lances d'incendie, chacune avec des qualités propres et surtout, les défauts de ces qualités. La lance idéale n'existe pas !!

Retenons surtout que la première limite d'emploi d'une lance est l'utilisateur lui-même !

Au cours d'une phase d'attaque le porte lance doit pouvoir :

- Atteindre un foyer avec une portée efficace
- Absorber la chaleur par une répartition convenable de l'eau
- Se protéger ou préserver une structure par la création d'un écran d'eau

Les lances pour feux de structure doivent permettre au porte-lance (chef d'équipe) de jouer sur plusieurs paramètres dans l'atteinte de ses objectifs opérationnels.

Ces différents paramètres permettront une adaptation optimale du jet au problème à traiter.

Les réglages de la lance sont connus sous l'acronyme « 5D »

❖ *Distance :*

Le jet sera réglé pour conserver une distance par rapport, par exemple, au foyer et donc éviter, dans ce cas, la brûlure par rayonnement.

Le réglage de la distance permet également d'adapter le jet à la taille du volume à traiter.

❖ *Durée :*

Il s'agit du temps d'ouverture de la lance. Cette durée influera directement sur la quantité d'eau envoyée. Elle devra donc être adaptée à la situation pour éviter les dégâts des eaux inutiles, mais aussi les brûlures par la vapeur.

❖ *Diffusion :*

Il s'agit de la façon à diffuser ou disperser l'eau à la sortie de la lance.

Plusieurs réglages de diffusion sont possibles :

- Jet droit
- Jet diffusé d'attaque
- Jet diffusé de protection
- Jet brisé
- Jet de purge

❖ *Débit :*

Il sera réglé en fonction de la phase de développement du foyer et de l'objectif à atteindre (refroidissement en progression, attaque du foyer depuis l'extérieur, déblai, etc.)

❖ *Direction*

Le porte-lance pourra orienter sa lance dans une direction donnée pour traiter le problème auquel il fait face.

Cette direction pourra être précise (dépose de paquet d'eau sur un foyer) ou diffuse (refroidir le plafond de fumée), ou encore consister en une combinaison de mouvements (crayonnage, TZO, combinée, etc.)

LES RÉGLAGES DE LA LANCE EN INCENDIE : LES «5D»

1 Distance

- Adapter le jet pour conserver une distance de sécurité et ajuster à la taille du volume à traiter.



2 Durée

- Adapter le **temps d'ouverture** de la lance pour éviter les **dégâts des eaux inutiles** et les **brûlures** par la vapeur.



3 Diffusion

- Choisir la **manière** de diffuser l'eau à la **sortie** de la lance.
 - Jet droit
 - Jet diffusé d'attaque
 - Jet diffusé de protection
 - Jet brisé
 - Jet de purge



4 Débit

- Régler le débit en fonction du développement du foyer et de l'**objectif** visé.

5 Direction

- Orienter le jet dans la bonne direction et choisir des mouvements **adéquats**.



Les réglages de lance sont connus sous l'acronyme : **5D**



D. Cas particulier : Les lances à main à mousse

On distingue différents types de lance à main à mousse classés par leur foisonnement.

❖ Lances à bas foisonnement



On utilise des LM2 et LM4 :

- La LM2 est une lance à mousse de diamètre 40mm qui a un débit maximum de 200 l/min.
On la retrouve dans les engins pompe urbains (FPT, CCRM, etc.)



- La LM4 est une lance à mousse de diamètre 65mm qui a un débit maximum de 400 l/min.
On la retrouve dans les engins pompes urbains spécifiques (FPTGP, FMOGP, etc.)

❖ Lances à moyen foisonnement

On utilise un « générateur moyen foisonnement » :

- Le générateur de diamètre de 40 mm, qui a un débit maximum de 200 l/min.
On le retrouve dans les engins pompe urbains (FPT, CCRM, etc.)



- Le générateur de diamètre de 65 mm, qui a un débit maximum de 400 l/min.
On le retrouve dans les engins pompes urbains spécifiques (FPTGP, FMOGP, etc.)



Le générateur moyen foisonnement a une faible portée mais peut créer un tapis de mousse plus important que les LM2

❖ Utilisation des LDMR en lance à mousse

L'évolution technique des lances à main à eau type « LDMRS » ou « LDMR » permet d'effectuer une production de mousse sans modification de lance.

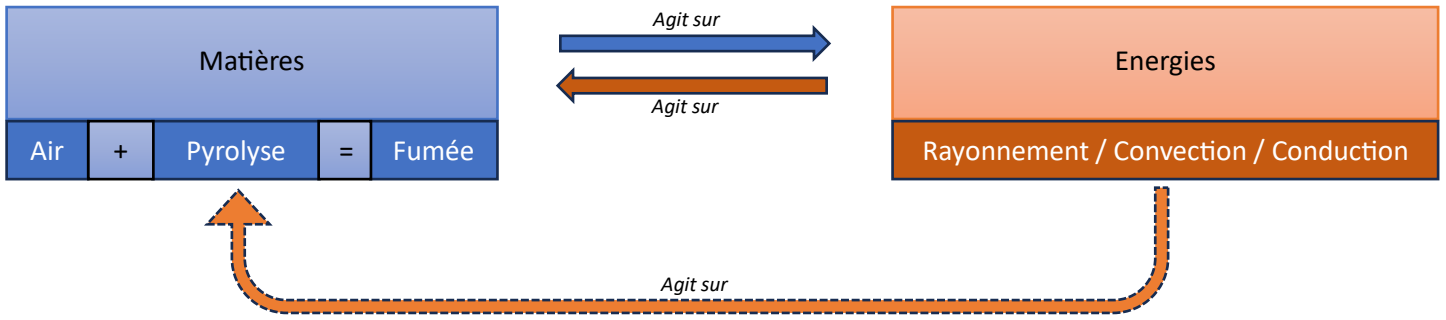
Cela peut nécessiter un ajout d'accessoire en fonction des fournisseurs.



Pour des raisons techniques et d'efficacité, il est important de veiller à ne jamais fermer la lance à mousse, sans ordre ni remontée d'information au chef d'agrès et au conducteur de l'engin-pompe.

VIII. Les techniques de lance

Reprenons le schéma développé précédemment, sur les interactions « Matières/Énergies » en jeu dans le système feu.



Comment pouvons-nous agir sur ces interactions avec notre lance à eau à main ?
Pouvons-nous agir sur un élément à la fois et/ou sur plusieurs éléments en simultané ?

A. L'extinction directe

1) Objectif

Placer de l'eau directement sur les surfaces combustibles et ce, que l'eau soit projetée sur le combustible directement ou indirectement (exemple par ricochet sur un plafond, etc.)

L'extinction directe est une tactique offensive qui doit être massive et précise

2) Méthode

Déposer de l'eau sur les surfaces et matériaux combustibles

En attaque intérieure, le jet droit est à privilégier pour maintenir une ambiance thermique la tenable possible.

En attaque extérieure, le jet droit permet de gagner en portée

❖ Le badigeonnage (Painting)

Projection de l'eau sans créer de déstratification du plafond de fumée. L'eau va traverser le plafond de fumée, en limitant son évaporation au contact de la chaleur, pour pouvoir atteindre les parois combustibles.

L'eau une fois la surface atteinte va, à l'impact, augmenter sa surface de contact et ruisseler sur le combustible

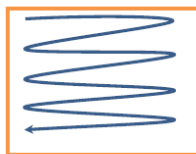


Illustration n°1 : Zig zag

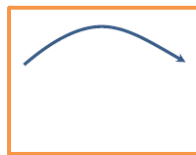



Illustration n°2 : Balayage (Sweep)

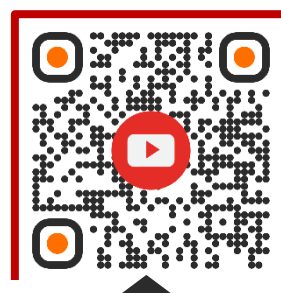



 Vidéo pédagogique
Scanner/clicquer pour rearder

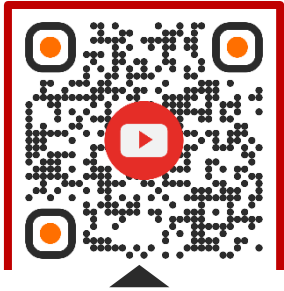
❖ Application d'eau ponctuelle (Penciling)

Déposer de l'eau sur une surface relativement petite et ciblée.

Ouverture de la lance est partielle et courte

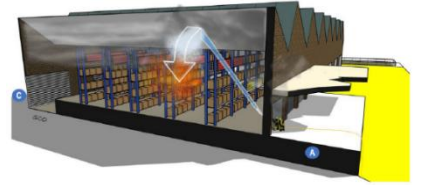


 Vidéo pédagogique
Scanner/clicquer pour rearder



 Vidéo pédagogique
Scanner/clicquer pour regarder

Déposer de l'eau en utilisant le plafond ou un obstacle pour modifier l'angle d'application du jet, lorsque des surfaces combustibles ne peuvent être atteintes par une application directe



L'objectif est bien d'atteindre le combustible, même si la projection de l'eau est indirectement projetée dessus.

La difficulté de cette action est de pouvoir contrôler l'efficacité de l'action par manque de visibilité.

Cette méthode peut être utilisée depuis l'extérieur du bâtiment. Dans ce cas, il s'agit d'une attaque d'atténuation


B. L'extinction indirecte

1) Objectif

Produire de la vapeur d'eau en utilisant l'énergie thermique emmagasinée dans le système (volume)

L'extinction sera réalisée par inertage (production de vapeur d'eau), dilution et surpression



 Vidéo pédagogique
Scanner/clicquer pour regarder

2) Méthode

Utiliser sur des locaux dont il est possible de refermer la porte, afin de se protéger du retour de la vapeur d'eau créée.

Après chaque application, la porte sera repoussée afin que la vapeur puisse se répandre dans l'ensemble du local.

La durée et le nombre d'applications d'eau sont à pondérer en fonction du retour de vapeur obtenu.

La vapeur d'eau doit pouvoir remplir le volume

C. Le refroidissement des fumées (gas-cooling)

La technique de refroidissement des fumées est une technique d'extinction qui s'apparente fortement à l'extinction indirecte.

La principale différence s'appuie sur le volume de vapeur d'eau créée par les impulsions du fait de l'exposition du binôme à ce retour de vapeur.

1) Objectif

Utiliser l'énergie thermique contenue dans la fumée pour convertir l'eau en vapeur et ainsi la refroidir

Le refroidissement de fumée permet :

- Diminuer l'impact radiatif sur les intervenants et le mobilier
- Prévenir le déclenchement des Progressions Rapides du Feu
- Éviter d'atteindre la température d'auto-inflammation de la fumée
- Sécuriser l'environnement de travail par inertage à la vapeur d'eau
- Diminuer le débit de production de gaz de pyrolyse

2) Méthode

Il est nécessaire de projeter l'eau, sous forme de spray en fine gouttelette (jet diffusé), au sein de la fumée et les gaz chauds issus de la combustion.

En fonction de la géométrie de la pièce et du volume à traiter, deux types d'impulsions sont réalisables

❖ Impulsions courtes



- Ouverture /fermeture de la lance très rapide
- Faible production de vapeur
- À utiliser dans des petits volumes ou surfaces à traiter
- Peut-être répéter plusieurs fois de suite en fonction de la largeur du volume

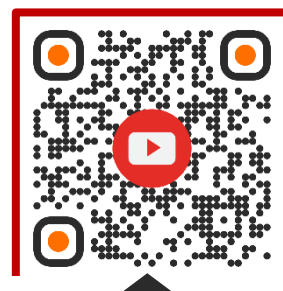



 Vidéo pédagogique

Scanner/cliquer pour regarder

❖ Impulsions longues

- Ouverture partielle (environ 2 à 5 secondes) puis fermeture progressive de la lance
- Production de vapeur plus importante par rapport aux impulsions courtes
- À utiliser dans de grands volumes ou surfaces à traiter
- À utiliser lors des passages de portes pour sécuriser l'ambiance thermique derrière la porte



 Vidéo pédagogique

Scanner/cliquer pour regarder

D. L'extinction combinée et massive

1) Objectif

Rechercher les effets de l'extinction directe et indirecte sur la base d'une association de gestes

2) Extinction combinée

Cette extinction est utilisée principalement lors des phases de progressions dans des volumes clos ou semi-clos.



- Petit débit
- Impulsions courtes (pulsing court) en haut pour refroidir les gaz dans la Zone Gazeuse Haute
- Attaque du combustible solide, en bas, en y déposant des paquets d'eau (penciling).
- Faible production de vapeur, conservation de la visibilité.

 Vidéo pédagogique


Scanner/cliquer pour regarder

3) Extinction massive

Cette extinction est utilisée principalement sur des volumes où le feu a atteint son plein développement.



- S'effectue depuis l'extérieur du volume traité, en débutant l'arrosage par le haut du volume traité. Cela permet de rabattre les flammes et réduire le retour de flammes (effet piston)
- Le temps d'application est modifiable en fonction du volume à traiter
- Il faut projeter de l'eau sur toutes les surfaces

 Vidéo pédagogique

Scanner/cliquer pour regarder

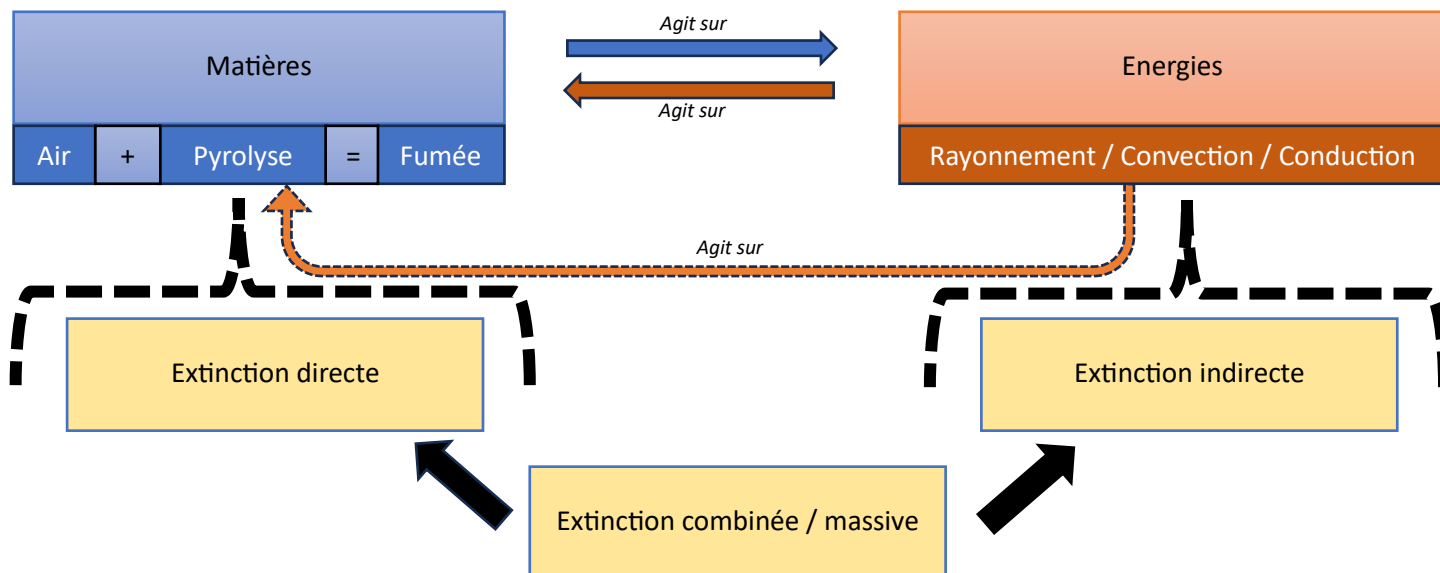


Ce type d'extinction est à réaliser depuis l'extérieur du local afin de ne pas subir le retour de vapeur.

Cette technique peut entraîner une propagation de l'incendie à un autre volume adjacent, en présence d'un ouvrant entre les deux volumes



E. Schéma d'action



Attaque directe → Agit sur les Matières combustibles du système ce qui ralentit le processus de combustion puis abaisse les Energie du système

Attaque indirecte → Agit sur les Energies du système pour abaisser l'ambiance thermique, ce qui va ralentir le débit de pyrolyse puis indirectement ralentir le processus de combustion

Attaque combinée/massive → Agit en simultanée sur les Matières et les Energies du système

Fiche
à retrouver en annexe
du document



Le passage de porte




Aborder autrement ce chapitre



 Podcast explicatif
Scanner/ cliquer pour écouter



 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder

I. Les principes généraux



Scanner/cliquer pour regarder

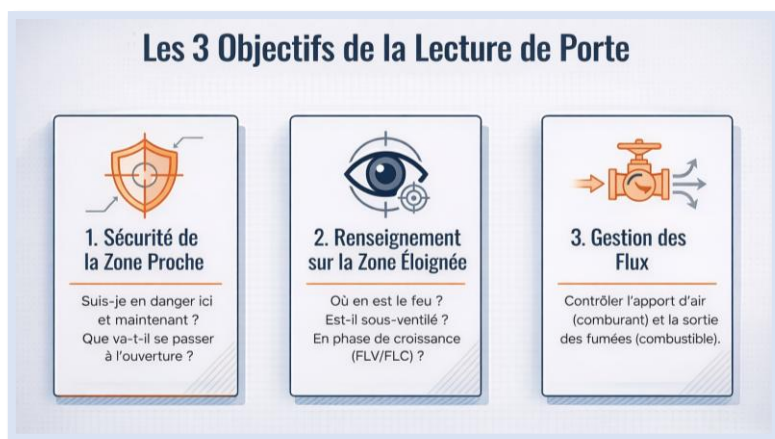
L'approche traditionnelle de l'ouverture de porte s'est longtemps cantonnée à la recherche d'une « technique miracle », une gestuelle standardisée censée garantir la sécurité du binôme. Or, l'évolution de la doctrine impose aujourd'hui de dépasser cette vision isolée pour intégrer la porte comme un élément dépendant du « système feu ».

La porte n'est plus un obstacle statique, mais une interface dynamique dont l'ouverture modifie l'équilibre des flux et des pressions au sein d'un ensemble architectural complexe.

Cette mutation conceptuelle exige de confronter le « Schéma de Thomas » (modélisation pédagogique d'une enceinte unique) à la réalité multi-enceintes du terrain.

Dans un bâtiment, le franchissement d'un ouvrant impacte l'ensemble du volume. Par conséquent, la responsabilité de la manœuvre ne repose pas uniquement sur le binôme d'attaque. Elle engage le Chef d'Agrès (CA) et le Chef de Groupe (CDG) dans une mission de **gestion des flux** et de **contrôle des ouvrants**.

Chaque porte ouverte ou fermée devient un levier stratégique pour maîtriser les écoulements gazeux à l'échelle du sinistre, et non plus un simple geste technique localisé.



Cette vision globale permet de segmenter l'espace d'intervention pour mieux en maîtriser les dangers spécifiques.

1) Architecture spatiale

Il est impératif de diviser l'environnement d'intervention en deux entités interconnectées :

❖ La Zone Proche

Elle englobe la première porte rencontrée et ses abords immédiats. C'est l'espace de survie directe où le binôme agit en tant que capteur.

❖ La Zone Éloignée

Elle correspond à l'enceinte où se situe le foyer principal.

Le lien entre ces deux zones est assuré par les écoulements gazeux (sorties de fumées et entrées d'air). Il est crucial de comprendre que la distance séparant le binôme du foyer agit comme un filtre trompeur sur les indicateurs.



Le piège de la lecture

Au cours de leur trajet, les fumées subissent des transformations physiques : refroidissement, dilution, perte de suie par dépôt sur les parois, ou provocation de pyrolyse intermédiaire.

Un binôme peut ainsi être confronté en Zone Proche à des fumées d'apparence « calme » ou peu chargées, alors que la Zone Éloignée abrite un foyer violent sous-ventilé.

La lecture doit donc corrélérer la vitesse et la pression des flux plutôt que leur simple aspect visuel pour éviter le piège de la distance.

Cette compréhension spatiale affine la méthodologie d'approche, permettant de s'adapter à chaque configuration rencontrée.

2) Analyse par secteurs et situations

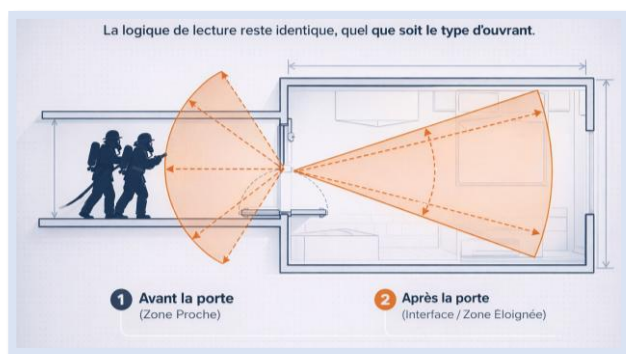
L'objectif n'est pas de standardiser la « procédure » du binôme, mais de structurer sa réflexion.

Que la porte soit battante, coulissante, en couloir ou en garage, le positionnement physique change pour assurer la protection, mais le « capteur » (l'esprit du pompier) doit rester focalisé sur les mêmes invariants.



Tant que la porte reste fermée,
le binôme bénéficie d'un tampon de sécurité.

L'ouverture est l'instant critique où le danger est libéré.



❖ Immédiatement avant la porte

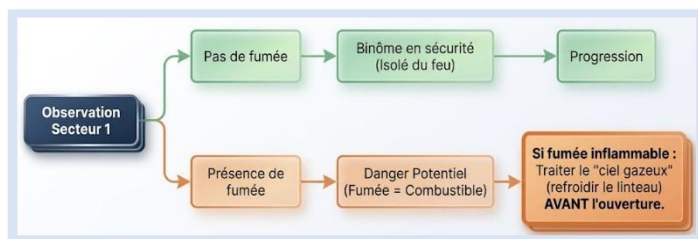
Le binôme doit évaluer l'environnement dans lequel il se trouve avant de solliciter l'ouvrant :

- **Cas sans fumée** : Progression normale.
- **Cas avec fumée inflammable** : Le danger entoure déjà le binôme. L'action de refroidissement du plafond de fumée (projeter de l'eau au-dessus de la porte) est nécessaire avant l'ouverture.

Provocation pédagogique :

L'action de refroidissement du linteau a-t-elle le même sens tactique si vous êtes à l'extérieur (air libre) ou dans un couloir confiné avec un plafond thermique ?

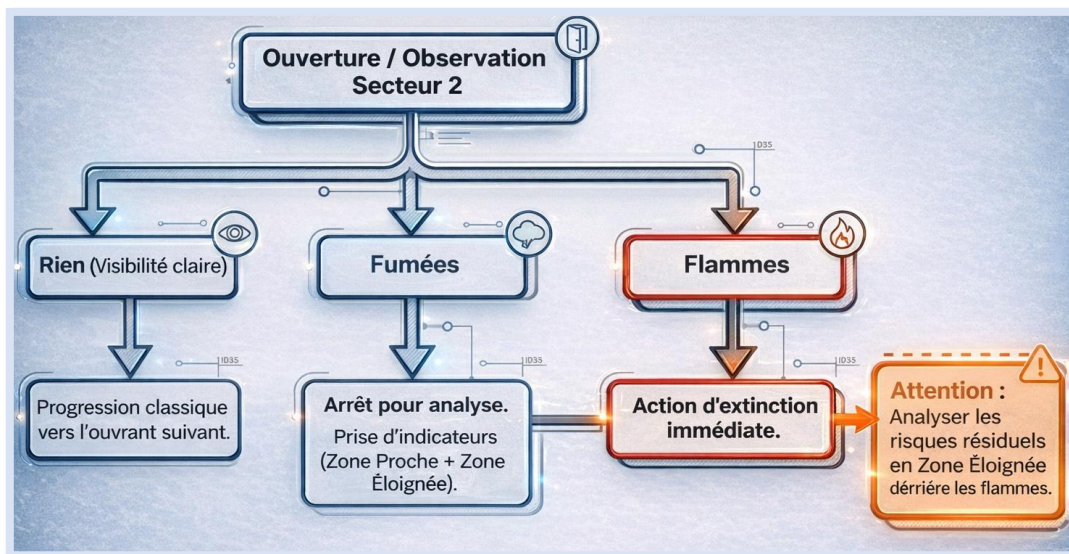
La réponse dicte l'adaptation de la technique au milieu.



❖ Immédiatement après la porte

Une fois l'ouvrant sollicité, trois situations dictent la conduite à tenir :

1. **Absence de danger** : Reprise de la progression vers l'objectif suivant.
2. **Présence de fumée** : Nécessité absolue de collecter des indicateurs pour diagnostiquer la Zone Éloignée.
3. **Présence de flammes** : Extinction immédiate. Vigilance accrue



3) Lecture des indicateurs



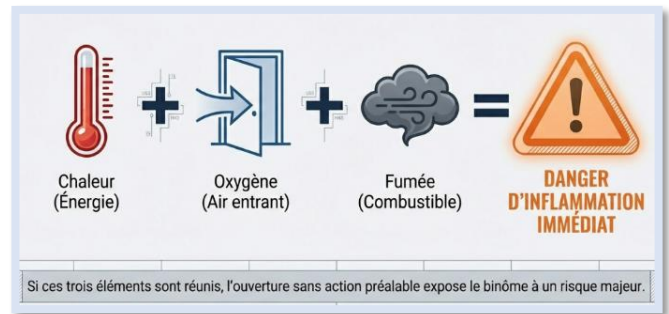
bon à savoir

Peu importe la situation opérationnelle, l'analyse des intervenants doit systématiquement passer par la collecte d'informations et d'indicateurs

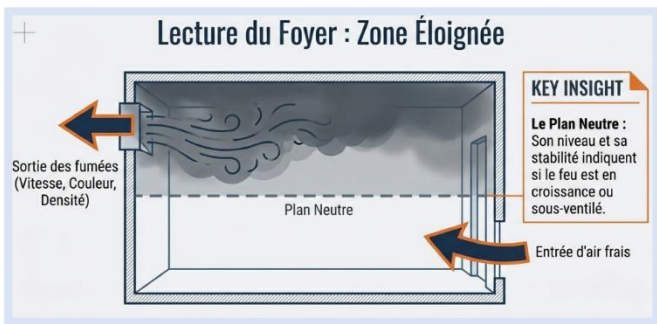
❖ Indicateurs de Zone Proche (Risque d'inflammation)

Chaleur + Oxygène + Combustible (fumées) :

Si ces trois éléments sont réunis au niveau de l'ouvrant, l'inflammation est imminente dès l'ouverture.



❖ Indicateurs de Zone Éloignée (Diagnostic du foyer) :



- **Vitesse et Pression :** Des fumées sortant à haute pression avec des appels d'air violents indiquent un foyer puissant cherchant du comburant.
- **Couleur et Densité :** Des fumées noires et compactes signalent une atmosphère riche en gaz de pyrolyse (zone riche).
- **Plan Neutre :** Son évolution rapide (abaissement) indique une augmentation drastique de la puissance thermique ou une saturation du volume.

❖ Synthèse du diagnostic :

La corrélation entre des fumées compactes, une forte pression de sortie et un plan neutre bas permet de diagnostiquer un Feu Limité par la Ventilation (FLV).

Ce diagnostic est le seul moyen d'anticiper un PRF (type Backdraft ou Flashover) lors de l'apport d'air provoqué par l'ouverture.

❖ Cadre Opérationnel

Chaque intervenant doit s'appropriier ces concepts pour construire des réponses adaptées.

La sécurité durable ne repose pas sur la répétition d'un schéma ou d'une procédure, mais sur la maîtrise des **invariants** face aux incertitudes du terrain.

Conclusion : L'Intelligence Situationnelle

- Le passage de porte est une interface de gestion du Système Feu.
- L'analyse précède toujours l'action technique.
- La sécurité naît de la compréhension des interactions entre la Zone Proche et la Zone Éloignée.

4) Structure de la réflexion individuelle de l'intervenant

Situation	Indicateurs à rechercher	Actions & Invariants	Réflexion
Avant la porte (Avec fumées)	Chaleur au linteau, inflammabilité des gaz environnants.	Refroidir le linteau si confiné. Se protéger derrière l'ouvrant.	Le danger est-il derrière la porte ou déjà autour de moi ?
Ouverture (Fumées denses)	Vitesse des flux, plan neutre, couleur (noire/compacte).	Contrôler le débattement de la porte. Test de chaleur des gaz.	Quelle est la distance réelle du foyer au vu de la dégradation des fumées ?
Ouverture (Flammes visibles)	Volume des flammes, profondeur.	Extinction immédiate. Maintien de l'ouvrant pour limiter l'apport d'air.	Que cachent ces flammes en Zone Éloignée ?
Absence de fumée/chaleur	Continuité des volumes, recherche d'indices.	Progression sécurisée, rester bas.	Où se situent les écoulements gazeux invisibles ?

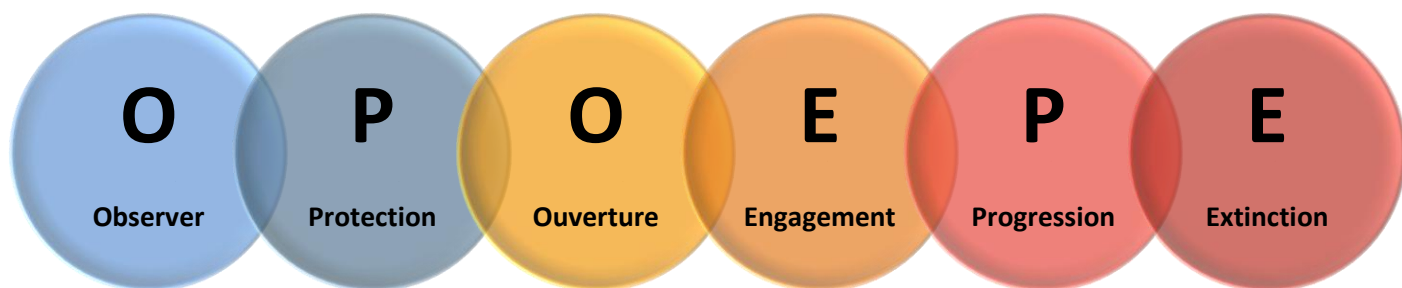


Conclusion

Ce cadre n'offre pas une solution miracle, mais un modèle de réflexion systémique.

L'objectif final est de transformer l'intervenant de simple exécutant en un analyste capable de construire sa propre sécurité par l'adaptation et la compréhension des flux.

II. L'approche départementale



1) Observation et Protection

Avant tout engagement, une analyse rigoureuse de l'environnement immédiat et de l'état de la porte est impérative. La porte sert d'écran de protection et limite l'apport de comburant ; son intégrité doit être préservée le plus longtemps possible.

❖ Protocoles d'Observation et de Sécurisation

Objectif	Action	Justification
Évaluation thermique	Le Chef d'Équipe touche la porte avec sa main (gantée), du bas vers le haut.	Déterminer la température et constater une éventuelle dégradation du revêtement.
Observation des flux	Le binôme observe les interstices de la porte et la partie haute du couloir.	Détecter la présence de fumées et se placer à genoux en sécurité.
Protection de la paroi	Si la porte est dégradée : dépôt d'eau en haut de la porte (Jet Droit, débit mini).	Prolonger la résistance de la porte et éviter son inflammation.
Protection du couloir	Si présence de fumée au-dessus du binôme : 2 impulsions courtes au-dessus du Chef d'Équipe et de l'Équipier.	Suspendre des gouttelettes dans les fumées pour éviter leur inflammation lors de l'ouverture.

❖ Placement du Binôme

Le placement est déterminé par le sens d'ouverture de la porte :

- **Porte poussante** : L'Équipier se place côté poignée.
- **Porte tirante** : L'Équipier se place côté gonds.

L'Équipier maîtrise l'ouvrant hors du cône d'expansion. Le Chef d'Équipe maintient sa lance à deux mains face à l'ouverture.

2) Analyse et gestion de l'Ouverture

Lors de l'entrouverture, le Chef d'Équipe doit identifier la situation thermique pour adapter son mode d'action.

Le sauvetage d'une victime visible reste la priorité absolue avant toute autre action.

Situation identifiée	Action du Chef d'Équipe	Action de l'Équipier	Résultat
Plafond de fumée bas et instable (Pré-Flashover)	Balayage de gauche à droite (Jet Droit, débit intermédiaire) au plafond et haut des parois.	Referme la porte sur ordre	Évite la déstratification et le déclenchement du phénomène.
Situation de Pré-Backdraft	Impulsion longue (Jet Diffusé d'Attaque - JDA, débit intermédiaire) par l'ouverture, en partie haute.	Referme en laissant quelques cm pour observer le retour vapeur	Vise l'inertage et la surpression.
Présence de flammes (Rollover)	Impulsions longues (JDA, débit intermédiaire) directement dans la couche de fumée.		Action répétée jusqu'à disparition des flammes. Nécessaire avant toute pénétration.
Plafond de fumée dense	Impulsion longue (JDA, débit intermédiaire) par l'ouverture dans la couche de fumée.	Referme la porte sur ordre	Sécuriser l'engagement immédiat derrière la porte.

3) Engagement et Progression dans le local

Une fois l'ambiance thermique sécurisée, le binôme pénètre dans le volume tout en maintenant un contrôle strict de la ventilation et des fumées.

❖ L'Engagement

Le binôme entre et **referme la porte sur le tuyau** pour limiter l'apport d'air massif qui pourrait augmenter la puissance du feu. Le Chef d'Équipe réalise immédiatement une impulsion courte (JDA, débit mini) à 45° vers le haut pour neutraliser et rétracter la couche de fumée sans déstratification.

❖ La Progression

La progression doit être rythmée par des actions de neutralisation systématiques :

- **Tous les 2 mètres** : Le Chef d'Équipe neutralise la couche de fumée par des impulsions courtes (JDA, débit mini) à 45° par rapport au sol.
- **Traitement de la pyrolyse** : Des paquets d'eau (Jet Droit, débit mini) sont déposés sur le mobilier en cours de pyrolyse. Cela refroidit l'objet et crée un film d'eau empêchant la reprise des gaz inflammables.
- **Contrôle** : L'Équipier surveille l'environnement tandis que le Chef d'Équipe vérifie l'efficacité de ses jets.

4) Techniques d'Extinction

L'objectif est d'éteindre le foyer de manière progressive ou massive selon le stade de développement de l'incendie.

Type de feu	Technique d'attaque	Justification technique
Feu en progression	Alternance de dépôts d'eau par badigeonnage (Jet Droit) sur le foyer et d'impulsions courtes (JDA) dans les fumées.	Les paquets d'eau traversent la zone chaude sans s'évaporer totalement pour atteindre et refroidir le foyer.
Feu pleinement développé (Post-Flashover)	Attaque massive par crayonnage (JDA, débit adapté) sur l'ensemble du volume.	L'eau projetée massivement agit simultanément sur les flammes et les fumées généralisées.
Extinction finale	Noyer les braises par badigeonnage (Jet Droit, débit mini) en mode purge.	Les grosses gouttes permettent un refroidissement optimal en profondeur.



Note de sécurité :

Lors d'une attaque massive, le binôme doit impérativement rester à l'abri du retour de vapeur.

Le binôme ne peut se relever que si la température est jugée supportable.

Le Chef d'Équipe doit rendre compte rapidement au Chef d'Agrès de l'évolution de la situation.

Fiche
à retrouver en annexe
du document



Notions de ventilation




Aborder autrement ce chapitre

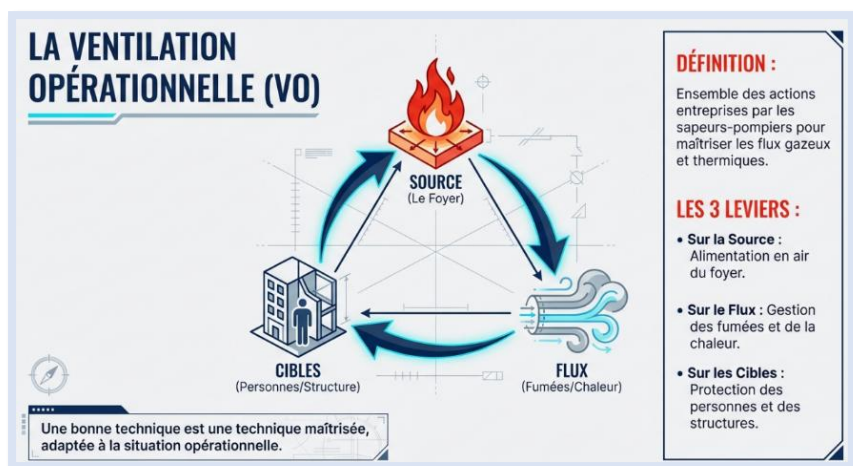


 Podcast explicatif
Scanner/ cliquer pour écouter



 Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder

La maîtrise des flux gazeux (fumées, gaz chauds) lors des incendies présente un intérêt pour la sécurité des intervenants, des personnes, des biens, mais aussi pour l'efficacité opérationnelle sur le système feu.



La Ventilation Opérationnelle « VO » englobe l'ensemble des **actions volontaires** entreprises qui concourent à prendre en compte la gestion des flux cités ci-dessus.

Elle fait partie intégrante de la Marche Générale des Opérations (MGO) lors de la lutte contre les feux de structure.

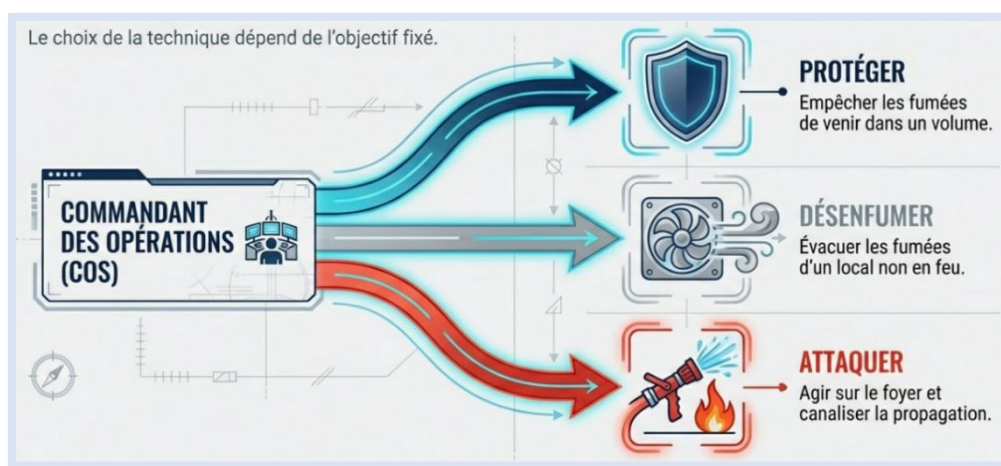
Dans le cadre d'une analyse systémique, la mise en œuvre de la VO peut porter sur :

- La **SOURCE** : Foyer principal.
- Le **FLUX** : Fumées, gaz chauds.
- La/les **CIBLES** : Personnes, les intervenants, les biens.

I. Les objectifs de la Ventilation Opérationnelle « VO »

La ventilation opérationnelle permet de répondre à trois objectifs principaux :

- **Protéger** → empêcher les fumées de venir dans un volume
- **Désenfumer** → évacuer les fumées d'un local sans lien direct avec le local en feu
- **Attaquer** → agir sur les fumées et le foyer, canaliser leur propagation



II. Les principes de la « VO »

Les actions de ventilation visent à influencer les différences de pression et créer ainsi un mouvement de l'air appelé « **Veine d'air** ».



Ces actions portent sur la gestion des ouvrants existants et de ceux créés pendant les opérations de secours.

La « VO » repose sur un déplacement rapide des masses d'air depuis un point d'entrée (**ENTRANT**) vers un point de sortie (**SORTANT**).

L'ensemble des gaz se situant entre ces 2 points sera alors chassé vers l'extérieur.

❖ Entrant

On appelle "entrant", tout ouvrant permettant l'arrivée d'air dans le volume.

Par exemple, la porte d'entrée de l'immeuble lorsque l'on ventile la cage d'escalier.

❖ Sortant

On appelle "sortant", tout ouvrant de minimum 1m^2 existant ou créé, permettant la sortie des fumées du volume.

Les sortants sont des ouvrants, existants ou créés par les Sapeurs-Pompiers, qui serviront à l'évacuation des fumées.

Pour la ventilation d'une cage d'escalier, le sortant doit être situé le plus haut possible. L'ouverture de la porte d'entrée et des fenêtres d'un appartement du dernier niveau peut compenser l'absence d'exutoire.

Il faut préserver au mieux l'appartement en créant une veine d'air entre la porte d'entrée et la ou les fenêtres d'une pièce. La fermeture des portes des pièces situées sur le passage de la veine d'air ou éloignées permettra de conserver la vitesse du flux et de limiter les dégâts occasionnés par la fumée. Pour une ventilation horizontale, le sortant sera créé le plus près possible du foyer.



Le sortant peut être prévu par la prévention, on parle alors d'exutoire

Dans tous les cas le sortant doit avoir une surface de 1m^2 minimum.

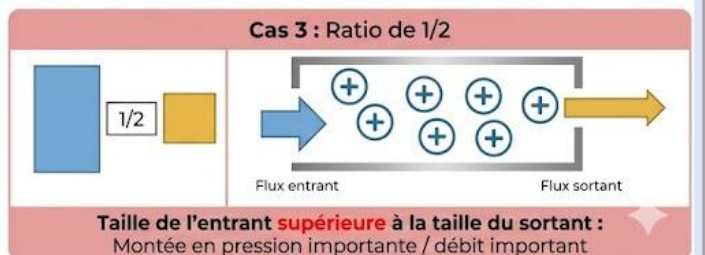
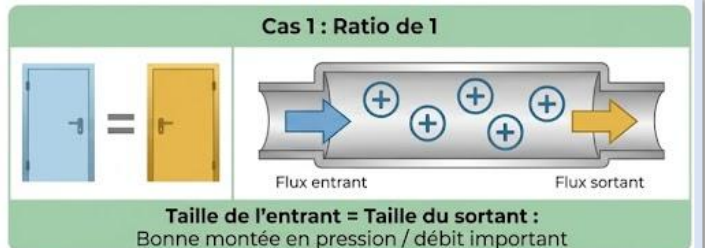
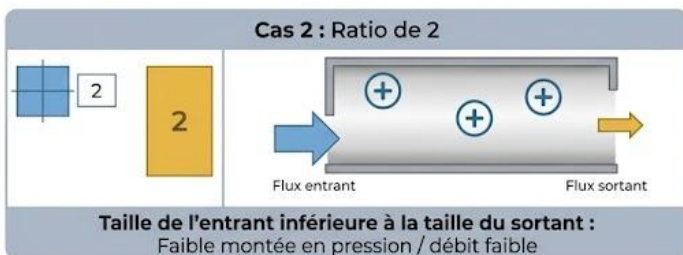
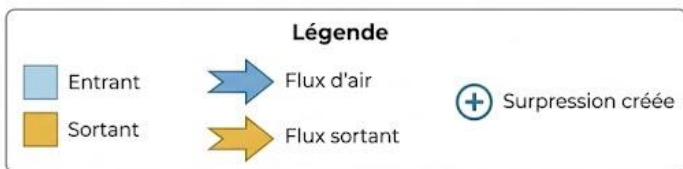
1) Les ouvrants

Les différences de température entre l'intérieur et l'extérieur d'un volume enfumé vont créer un gradient de pression entre l'entrant et le sortant.

Cette variation de pression est le moteur de la mise en mouvement du fluide (air par l'entrant) chassant les gaz chauds et fumées par le sortant.

La taille des ouvrants (entrant/sortant) détermine l'effet produit, et de ce fait, l'efficacité de la ventilation opérationnelle tactique défensive.

MODÈLE D'ANALYSE DE FLUX D'AIR



2) Les pertes de charges

L'air et les gaz en général sont des fluides. Ils se comportent donc comme l'eau, par exemple, dans les tuyaux. Lors de leur écoulement, ces fluides subissent des frottements et pertes de vitesse qui engendrent une diminution de la pression (pertes de charge), auxquels se rajoutent les fuites importantes que l'on rencontre tout au long de la veine d'air.

Le déplacement des gaz est lié à deux facteurs :

- Les mouvements d'air naturels dans le volume, liés à la différence de pression
(Conséquence des mouvements en dehors du volume concerné, par exemple le vent)
- Les mouvements convectifs liés à la différence de température des volumes de gaz entre eux
(Les gaz chauds plus légers, mais occupant un plus gros volume ont tendance à s'élever ou à sortir du volume).



Tout élément présent sur le trajet de la veine d'air perturbe l'écoulement du fluide entre l'entrant et le sortant que ce soit sur un trajet horizontal ou vertical.

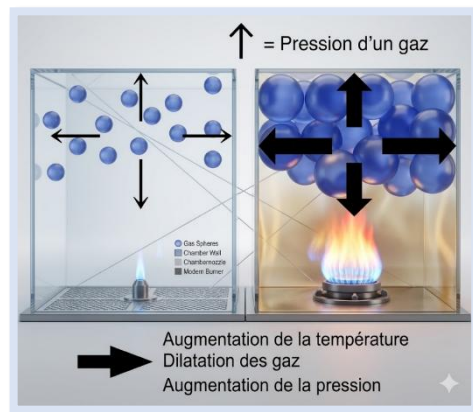
3) Notion de pression

C'est la force qu'exerce un gaz ou un fluide sur une surface. Cette force s'exprime en Pascal ou Bar. (1 bar = 10^5 Pa)

❖ Pression d'un gaz

Plus un gaz est chaud, plus il se dilate/grossit. Il devient à la fois plus léger mais prend plus de place, donc :

- La pression dans un volume étanche ou semi-étanche augmente.
- La pression pousse dans toutes les directions.
- Ses effets se répartissent sur toutes les limites du volume.



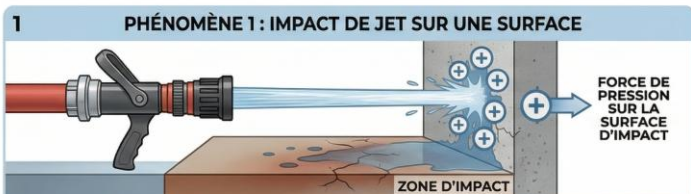
❖ Pression d'un fluide

Un jet de fluide va exercer une force de pression sur la surface d'impact (exemple : jet d'une lance sur un mur).

Il en est de même pour un jet d'air par un ventilateur.

L'injection d'un fluide dans un volume étanche ou semi-étanche va entraîner une augmentation de pression dans celui-ci.

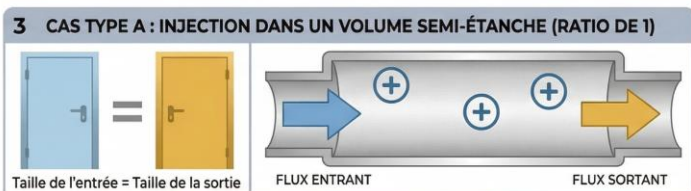
ANALYSES DE FLUX ET DE PRESSION DE FLUIDE



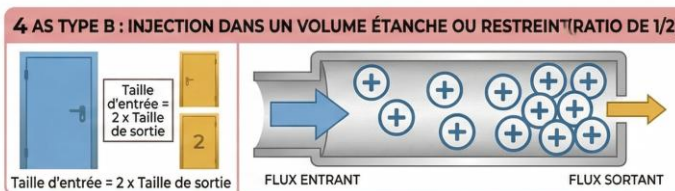
Un jet de fluide (ici, l'eau) exerce une force de pression sur la surface d'impact.



Un jet d'air, tout comme un jet de fluide, exerce une force de pression sur une surface rencontrée.



Taille de l'entrant = Taille du sortant :
Bonne montée en pression / débit important
(Modèle d'équilibre dynamique)



PRINCIPE CLÉ : L'injection d'un fluide dans un volume entraîne une augmentation de pression, proportionnelle à la restriction du débit sortant.

Taille de l'entrant supérieure à la taille du sortant :
Montée en pression importante / débit restreint

4) Notion de vitesse

La notion de vitesse est liée à celle de la pression.

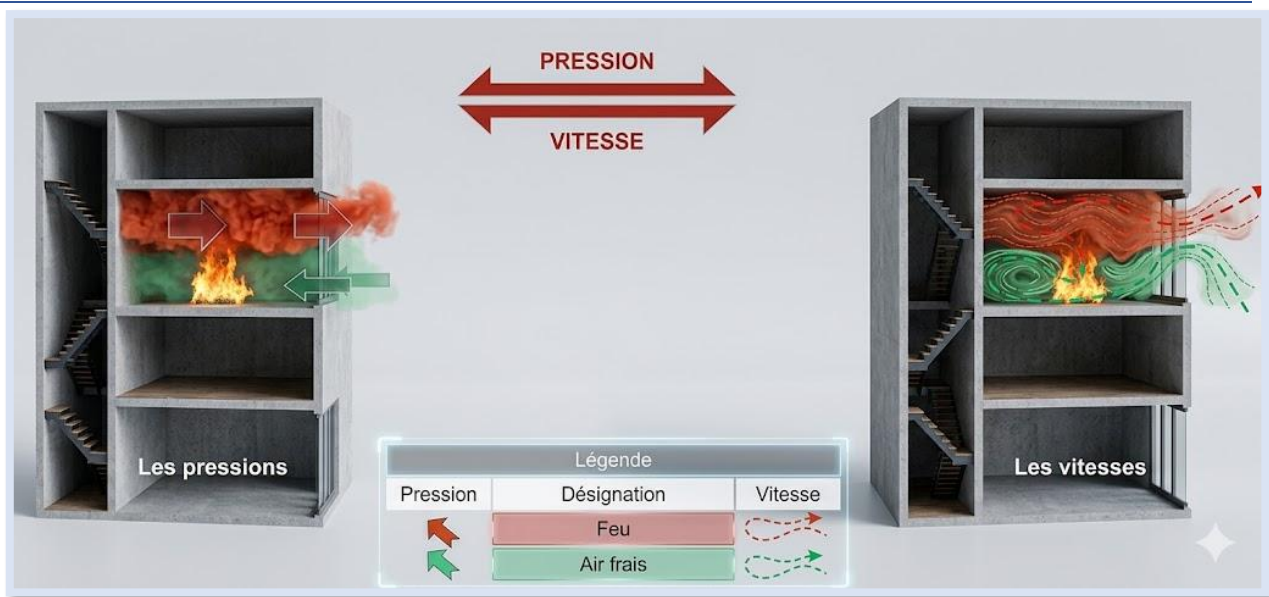
C'est la différence de pression entre 2 points de l'espace qui crée la vitesse d'un gaz.

À l'équilibre, il n'y a pas de vitesse. Quand la température de la pièce est équivalente à la température extérieure, les pressions sont équilibrées. Cette stabilité entre l'extérieur et l'intérieur peut être perturbée par les effets du vent.

Lorsque les gaz sont chauffés, la pression à l'intérieur du volume augmente :

- Les gaz chauds se dilatent
- Les gaz chauds deviennent plus légers et s'élèvent en partie haute

En cas de fenêtre ouverte, par exemple, les gaz chauds vont exercer une pression en partie haute qui va mettre en place le phénomène de tirage de l'air frais en partie basse et la sortie des gaz chauds en partie haute.



A. Les matériels de mise en œuvre

Les matériels utilisés pour la mise en œuvre de la VO sont de deux ordres :

1) Matériels permettant d'ouvrir, fermer ou remplacer les ouvrants

- Rideau stoppeur de fumées
- Porte
- Etc.



2) Matériels permettant d'améliorer le débit des fluides

Ces matériels sont utilisés pour envoyer de l'air ou aspirer les gaz présents dans un volume

- Ventilateur thermique
- Ventilateur hydraulique
- Lance à main à eau
- Etc.



B. La mise en œuvre et les règles de sécurité

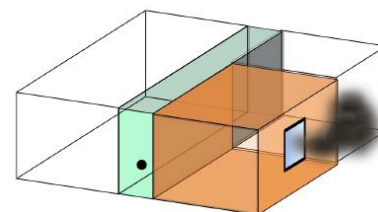
La lecture bâtiminaire et la compréhension de la structure, dans la phase de reconnaissance notamment, est la première phase de la ventilation opérationnelle.

Elle peut permettre de déterminer où se trouve la source, où se trouvent les flux et leur cheminement. Cette compréhension du bâtiment peut permettre, également, d'éviter un apport d'air important qui pourrait changer la dynamique de l'incendie.

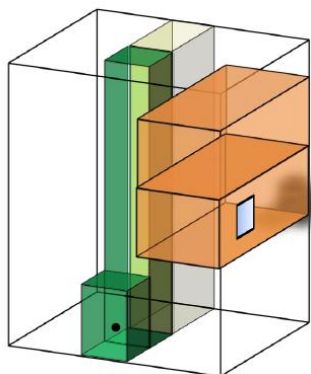
Le premier COS peut s'appuyer sur le plan d'intervention qui indique les différents niveaux, la distribution intérieure.



De ce fait, la reconnaissance visuelle et la lecture du plan d'intervention peuvent permettre la compréhension de la structure sur un plan vertical et horizontal.



Lors de la reconnaissance dans le cadre de la création d'une veine d'air maîtrisée, les équipes veillent, dans la mesure du possible, à rechercher les principaux éléments suivants :



- Structure et organisation du ou des volumes concernés ;
- Courants aérauliques (écoulement de l'air, des fumées et gaz chauds) ;
- Cheminements de ces masses gazeuses (couloirs, escaliers, ...) ;
- Sens du vent ;
- Ouvrants possibles ;
- Sortants possibles ;
- Éléments de cloisonnement intérieurs (portes, ...).

1) La mise en œuvre

La ventilation opérationnelle apparaît dans la marche générale des opérations sur les incendies de structure, comme une famille d'action pouvant être utilisée.

Le commandant des opérations de secours devra préciser la totalité des indications nécessaires pour que l'action soit menée sans ambiguïté.

Un ordre pour la mise en œuvre d'une ventilation doit ainsi comporter selon le type de ventilation concerné :

- La tactique de ventilation (Antiventilation, etc...) ;
- Le moyen (ventilation naturelle, ventilateur hydraulique...) ;
- Les emplacements (tel volume, tel entrant, tel sortant, les accès et les itinéraires de secours). Un ventilateur thermique est généralement positionné à une distance équivalente à la hauteur de l'ouvrant (hauteur de porte si c'est le cas), mais ce positionnement peut être adapté en fonction du modèle utilisé et des circonstances ;
- Les actions concomitantes à la ventilation opérationnelle et la chronologie à suivre ;
- Les éventuelles consignes particulières (régime de ventilation...) ;
- Les règles de sécurité.

2) Règles de sécurité

Les actions de ventilation opérationnelle revêtent des formes très différentes. Aussi, il est très difficile de déterminer des règles générales applicables systématiquement.

On attirera ici l'attention sur quelques principes forts :

- La maîtrise de l'alimentation en air du foyer et du déplacement des fumées ;
- La mise en place d'une ventilation opérationnelle d'attaque ne doit pas être entreprise si elle a pour conséquence de placer des victimes ou des intervenants entre le foyer et un sortant (INTERDIT au SDIS51) ;
- L'usage de ventilateurs thermiques impose une vigilance particulière par rapport au risque d'intoxication ;
- Les intervenants doivent se sentir concernés et responsables de la qualité de la ventilation opérationnelle (maintien des portes ouvertes ou fermées, interdiction de stationner dans la veine d'air...) ;
- Les intervenants ne doivent pas s'engager par le sortant.



En fonction des risques liés à la situation et à la technique de ventilation utilisée, il convient de vérifier que la veine d'air ainsi créé ne soit pas perturbée et reste pérenne (porte qui se referme, présence de vent...).

3) Coordination des actions

Compte tenu des enjeux liés à l'utilisation de la ventilation opérationnelle dans la lutte contre les incendies de structure, tant pour l'efficacité de l'action que pour la sécurité des intervenants, il est nécessaire de coordonner rigoureusement les actions qui seront choisies.

Le partage des informations sur la manière dont l'ensemble des actions qui vont être mises en œuvre dans le temps, entre les différentes équipes chargées de les déployer, est indispensable. Il s'agit de partager une même vision de l'ordre des actions. Le COS et les chefs d'agrès veillent à partager et à coordonner les ordres donnés.

La communication entre les équipes est donc un point clé de réussite de la mission (Entre chefs d'agrès, mais aussi entre les chefs d'équipes et le chef d'agrès).

LA CHAÎNE DE COMMANDEMENT (COS)



“Pas de ventilation sans ordre explicite.”



Si des restrictions à l'engagement doivent être faites, elles doivent être formulées dans l'ordre initial.

Il peut en être ainsi d'une indication de mise en route d'un ventilateur sur ordre.

Il peut alors dire « vous ne démarrez la ventilation que sur mon ordre ».

4) Les critères d'efficacité

L'efficacité de la ventilation opérationnelle sera fonction :

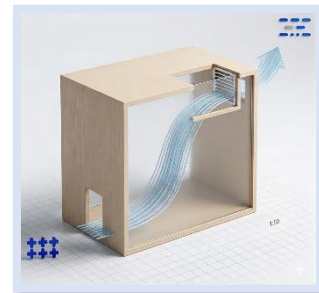
- Des conditions climatiques (surtout le vent par rapport au sens et la force/vitesse),
- De la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur du volume et/ou de la structure bâtementaire,
- De la configuration du volume et/ou du bâtiment,
- Des obstacles présents dans le volume, les circulations, etc...
- Des personnes transitant dans la veine d'air (les impliqués, les forces concourantes, les SP).

III. Les différents types de ventilation

A. La ventilation naturelle

Courant d'air obtenu sans moyen mécanique. Elle consiste en un balayage de l'air. Quand l'entrant est positionné plus bas que le sortant, la situation est favorable. À l'inverse, la ventilation naturelle d'un niveau horizontal est la plupart du temps insuffisante pour ventiler correctement un local sinistré.

Dans un appartement par exemple, la différence de hauteur entre l'entrant (porte de l'appartement) et le sortant (fenêtre de l'appartement) est relativement faible



❖ Désenfumage naturel

Son déclenchement peut être asservi à la détection incendie ou nécessiter une action manuelle.

On utilisera le terme « Exutoire »



❖ Ventilation de circonstance

Elle est réalisée par l'ouverture des portes, fenêtres ou par la création de trouées (cas de feux de toiture par exemple) dans le but d'évacuer les fumées et gaz chauds.

On utilisera le terme « Sortant »



**La maîtrise de la ventilation naturelle par les secours n'est pas garantie.
Elle dépend en partie de la météo et des contraintes aérauliques.**

B. La ventilation mécanique

Consiste à la mise en place et à l'utilisation des différents ventilateurs afin de créer une surpression dans les volumes (remplacer les gaz chauds par l'air frais).

❖ Le désenfumage mécanique

Ce principe de ventilation consiste à utiliser des mécanismes préinstallés dans le bâtiment concerné (Exemple : Extracteur de désenfumage, trappes d'extraction et d'amené d'air de circulation horizontale, etc.)

Pouvant être asservi à la détection incendie, ce type de ventilation sert au désenfumage et à la protection de certains locaux par différence de pression.



❖ La ventilation opérationnelle



La ventilation opérationnelle peut être réalisée par de nombreux matériels spécifiques.

Elle comprend notamment :

- La ventilation **par surpression**
- La ventilation **par dépression**

IV. Les tactiques opérationnelles

❖ Tactiques offensives

Se dit d'une tactique ou d'une action agressive vis à vis du feu.

Les sapeurs-pompiers s'engagent proche du feu avec des méthodes et des moyens adaptés à la situation.

❖ Tactiques défensives

Se dit d'une tactique choisie qui expose moins les sapeurs-pompiers aux risques.

Ces actions sont en règle générale engagées en périphérie des volumes soumis à l'incendie.

	Tactique Offensive	Tactique Défensive
But principal	Éteindre le foyer	Protéger les biens et les zones saines
Positionnement	Proche du feu	En périphérie du volume en feu
Veine d'air	Traverse le foyer ou suppression de celle-ci	Évite le local en feu ou volume isolé
Impact sur le feu	Modifie la dynamique du feu	Aucun impact sur la dynamique du feu
Exposition des intervenants	Élevée (engagement agressif)	Faible (zones protégées)

V. Les actions de ventilation

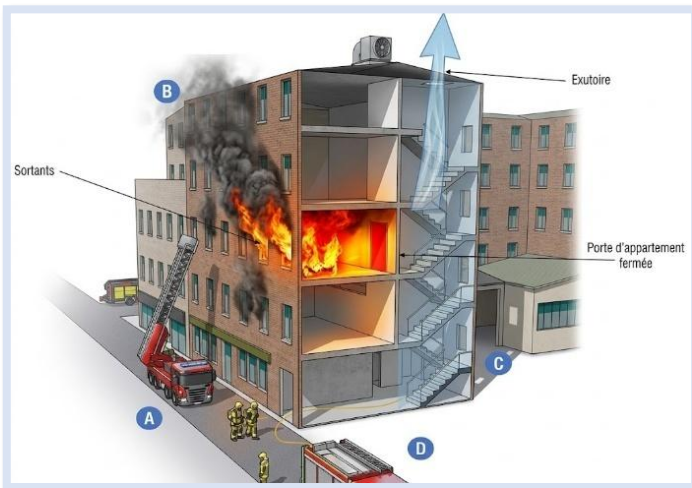
Il s'agit de créer dans la durée une veine d'air tout en s'assurant de l'existence d'un entrant et d'un sortant.

De plus, il est indispensable de contrôler régulièrement l'évolution du sinistre et la propagation éventuelle des fumées

A. Ventiler pour protéger

La ventilation a pour but de protéger les biens (volume(s) adjacent(s) au volume sinistré). Elle permet également de protéger et faciliter la progression du ou des binômes engagés, en empêchant les fumées de venir dans les volumes sains. Cette tactique peut être déclinée en :

❖ Action de reclouonnement du feu



Cette technique opérationnelle est destinée à isoler le feu des zones enfumées pour les sécuriser et éviter que les flammes présentes dans le volume en feu ne rattrapent et n'enflamment les fumées qui ont envahi les volumes adjacents (couloirs, pièces voisines, étage, ...).

On utilise les ouvrants présents et à notre disposition (fenêtre, porte, ...) pour isoler le ou les volumes sinistrés du ou des volumes sains.

❖ Action de mise en dépression d'un local en feu

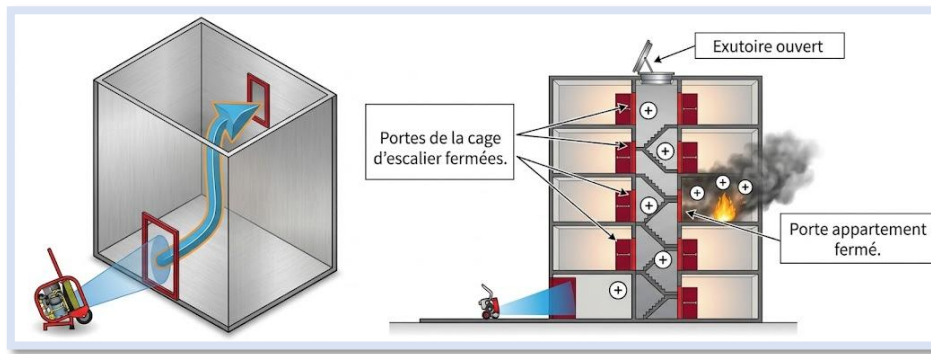
Les situations opérationnelles pouvant justifier l'utilisation de cette méthode, concernent les locaux en sous-sol, pour lesquels les autres méthodes de ventilation sont inefficaces ou dangereuses (par exemple le désenfumage de locaux non touchés par le feu).

Il est courant de retrouver des raccords appelés « ZAG » sur les façades des bâtiments disposant de ces locaux (caves notamment).



❖ Action de mise en surpression d'un volume

On met en surpression, via un ou des ventilateurs, le ou les volumes sains, pour éviter l'envahissement de ceux-ci par les fumées du volume sinistré. Cela permet de limiter les risques de propagation par un manque d'étanchéité des parois séparant ces deux volumes. Cette action n'aura aucun impact sur la dynamique du feu.



B. Ventiler pour désenfumer

Cette tactique a pour but de dégager les fumées dans l'ensemble des volumes atteints par celles-ci.

Cette opération a lieu lorsque le feu est "éteint". Il convient néanmoins de préparer le matériel nécessaire à cette opération par anticipation.

Cette tactique est mise en place :

- Par ventilation naturelle.
- Par ventilation mécanique.



Les techniques de désenfumage peuvent venir en appui des techniques de ventilation de protection. Elles seront toutefois **stoppées** en phase d'attaque.

C. Ventiler pour attaquer

❖ Ventilation d'attaque

Cette tactique, aussi appelée « Ventilation d'attaque par Pression Positive » est interdite au SDIS51, à ce jour

❖ Anti ventilation

Cette technique opérationnelle permet de favoriser l'attaque du feu en le privant en grande partie de comburant.

L'objectif est de réduire au maximum l'apport d'air au combustible.

Elle se combine avec une attaque hydraulique, qui aura pour effet le refroidissement des fumées et des gaz chauds et l'inertage par la vapeur d'eau produite.

L'utilisation du rideau stoppeur de fumée y est souvent associée, facilitant l'obturation de l'ouvrant par lequel le binôme s'engage dans le volume.

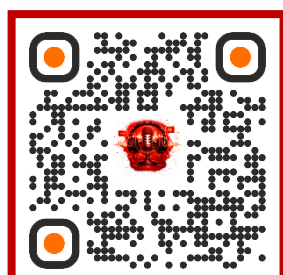


Illustration n°1 : La première porte d'accès est refermée sur le tuyau afin de minimiser l'apport d'air.

Sensibilisation à la toxicité des fumées



Aborder autrement ce chapitre



Podcast explicatif
Scanner/ cliquer pour écouter



Vidéo pédagogique
Scanner/cliquer pour regarder



Scanner/cliquer pour regarder

La rédaction de doctrine opérationnelle marque une étape cruciale dans la prise en compte de la santé des sapeurs-pompiers.

Le risque toxique, autrefois perçu comme principalement lié à l'inhalation immédiate, est désormais analysé sous l'angle de la contamination globale (cutanée, oculaire, ingestion) et de la rémanence des polluants. Les fumées, qu'elles proviennent de feux de structures ou d'espaces naturels, constituent des mélanges complexes de gaz et de particules (suies) hautement nocifs.

La stratégie de prévention repose sur une gestion rigoureuse de l'exposition directe et indirecte, notamment via les phénomènes d'adsorption et de désorption sur les équipements de protection individuelle (EPI). La réponse à ce risque impose une mutation culturelle visant à instaurer des circuits « propre-sale » et une décontamination systématique pour limiter les effets aigus et chroniques sur la santé.



La fumée, qu'elle soit blanche (riche en aérosols ou en vapeur d'eau...), grise (mélange d'aérosols et de particules solides) ou noire (grosses particules solides), est particulièrement dangereuse pour la santé.

I. Caractéristiques et toxicité des fumées

Les fumées sont un **mélange complexe de gaz toxiques, vapeurs, particules et suies** issus de la combustion des matériaux modernes (plastiques, mousses, isolants, textiles...).

La composition varie selon le combustible et les conditions de combustion (température, apport en oxygène).

Quelques exemples :

MONOXYDE DE CARBONE (CO)

- Gaz incolore, inodore, mortel
- Empêche le transport de l'oxygène dans le sang
- Cause majeure de décès

C=O

ACIDE CYANHYDRIQUE (HCN)

- Issu de la combustion de matériaux synthétiques (polyuréthane, nylon...)
- Bloque la respiration cellulaire
- Action très rapide et foudroyante

H-C#N

BLOCAGE DE LA RESPIRATION CELLULAIRE

DIOXYDE DE CARBONE (CO₂)

- Accélère la respiration
- Favorise l'inhalation de gaz toxiques

O=C=O



GAZ IRRITANTS ET CORROSIFS

- Chlorure d'hydrogène (PVC)
- Oxydes d'azote
- Ammoniac
 - Brûlures des voies aériennes
 - Œdème pulmonaire retardé

HCl (chlorure d'hydrogène)

NO_x (oxydes d'azote)

NH_3 (ammoniac)

PARTICULES FINES / SUIES

- Transportent des toxiques
- Pénètrent profondément dans les poumons

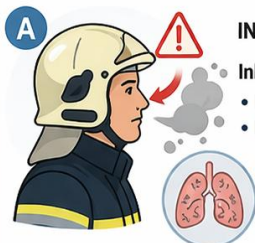
II. Mécanismes de contamination et d'exposition

1) Mécanisme de contamination

MÉCANISMES DE CONTAMINATION EN INTERVENTION INCENDIE

1. CONTAMINATION DIRECTE

Interactions immédiates lors du feu



INHALATION

Inhalation de fumées

- Fumées toxiques
- Particules fines



INGESTION

Ingestion accidentelle

- Transfert d'EPI vers la bouche
- Consommation contaminée



CONTACT CUTANÉ

Contact cutané

- Absorption dermique
- Exposition directe

2. CONTAMINATION INDIRECTE

Manipulation hors feu de matériels souillés



D MANIPULATION DE MATÉRIELS SOUILLÉS

Matériels contaminés

- Tuyaux
- Outils
- Harnais



E MANIPULATION D'EPI SOUILLÉS

EPI souillés

- Tenue de feu
- Cagoules
- Gants

2) Le transfert de la pollution

Phénomène	Définition	Application aux Sapeurs-Pompiers
Absorption 	Pénétration d'un composé dans un milieu (liquide, solide ou gaz). 	Particules de suie entrant dans les fibres du textile ; toxiques diffusant dans le sang par la peau.
Adsorption 	Fixation d'un composé sur une surface solide. 	Toxiques se fixant sur les cheveux, les fibres techniques ou les membranes en caoutchouc.
Désorption 	Phénomène inverse : libération des composés précédemment fixés. 	Relargage de gaz toxiques par les EPI souillés après l'intervention, sous l'effet de la chaleur ou du temps.


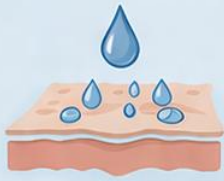


III. Voies de pénétration et risques sanitaires

1) Les voies de pénétrations






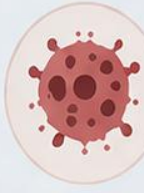


-  • **Inhalation** : Voie majeure. Plus les particules sont fines (submicroniques ou ultrafines), plus elles pénètrent profondément dans l'appareil pulmonaire.
-  • **Ingestion** : Souvent causée par des mains ou des gants pollués lors des phases de restauration ou d'hydratation.
-  • **Voie Percutanée (cutanée)** : Passage des molécules à travers la peau.
-  • **Voie Oculaire** : Irritation ou absorption par les muqueuses des yeux.



2) Facteurs aggravants de l'absorption percutanée

-  • **Température** : L'élévation de la température corporelle augmente le taux d'absorption.
-  • **Humidité** : La peau humide retient davantage les contaminants.
-  • **Microclimat** : La transpiration sous les EPI favorise le passage des toxiques.
-  • **Finesse de la peau** : Le visage et le cou sont des zones particulièrement vulnérables.

3) Effets sur la santé

EFFETS AIGUS (IMMÉDIATS)				EFFETS CHRONIQUES (LONG TERME)			
							
Hypoxie (manque d'oxygène)	Asphyxie (gêne respiratoire sévère)	Irritations cutanées	Irritations oculaires	Maladies respiratoires chroniques (asthme, bronchite, fibrose, etc.)	Cancers (pulmonaires, cutanés selon les substances)	Atteintes neurologiques (troubles cognitifs, neuropathies, etc.)	Affaiblissement du système immunitaire (infections répétées, fatigue chronique, etc.)

IV. Appréciation et gestion des risques

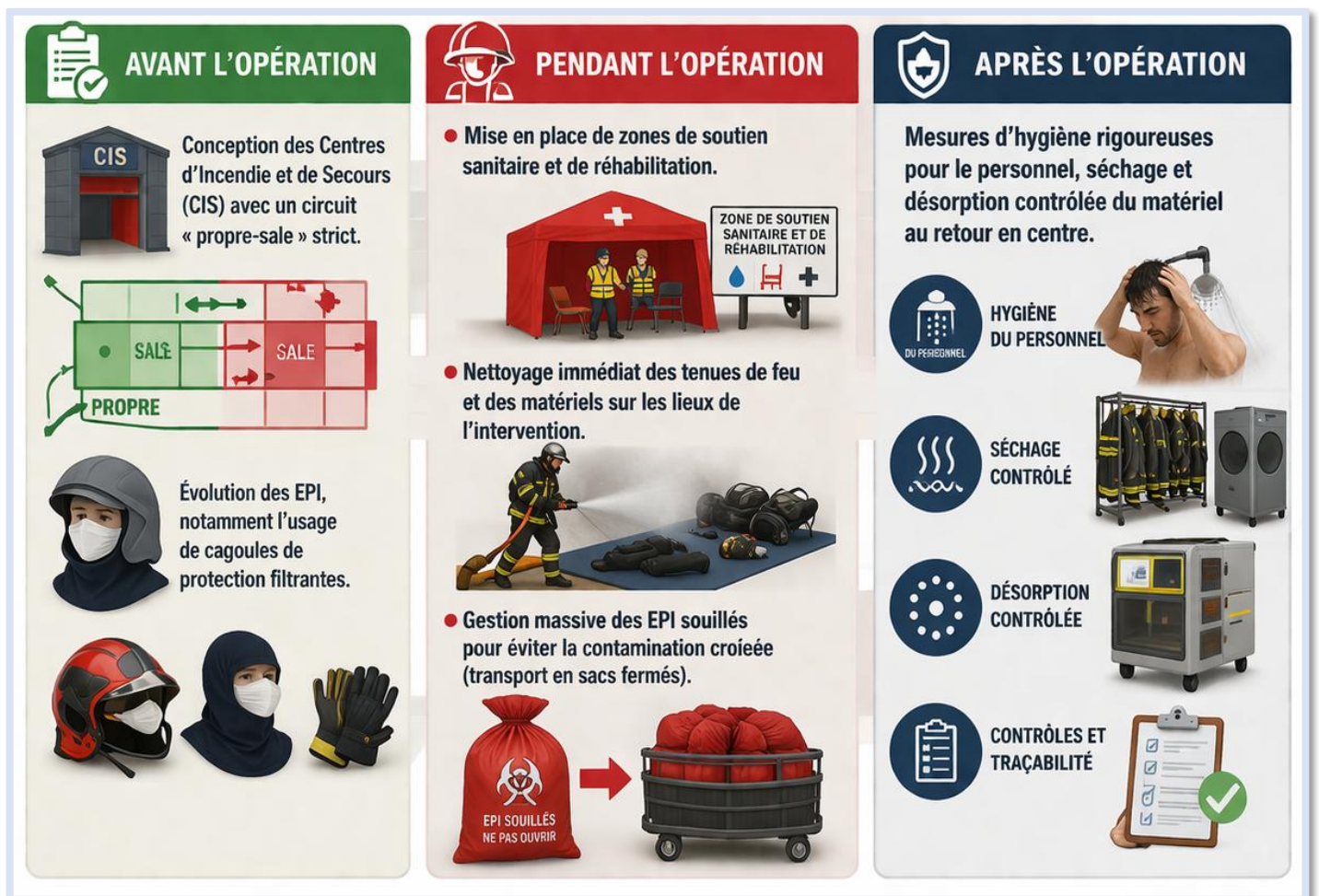
L'appréciation des risques doit être systématique lors des interventions de lutte contre l'incendie et lors des formations en feux réels.

Le risque est défini par la probabilité qu'une personne subisse un préjudice selon trois facteurs clés :

- **La fréquence** de l'exposition.
- **La durée** de l'exposition.
- **L'intensité** de l'exposition.



Cette analyse permet de structurer la réponse opérationnelle, incluant le zonage (circuit « sale-propre »), le nettoyage des tenues sur les lieux et la prise en charge des matériels souillés avant le retour en centre d'incendie et de secours.



V. Le protocole départemental

Le protocole (note de service n° 2020-028) émane d'un constat clair : l'exposition des sapeurs-pompiers aux fumées d'incendie génère des risques sanitaires majeurs.

La prévention de ces risques impose une évolution profonde des pratiques opérationnelles.

1) Objectifs principaux



PROTECTION ACCRUE

Renforcer la sécurité face aux particules fines et aux dépôts toxiques.



ÉVOLUTION CULTURELLE

Opérer un « changement d'état d'esprit » face au risque de toxicité, invitant chaque agent à devenir « acteur de sa propre sécurité ».












STANDARDISATION

Décliner localement les recommandations nationales issues des travaux du CHSCT de 2019.

2) Niveaux de Souillure et Stratégies de Réhabilitation



Le protocole repose sur une classification en trois niveaux de souillure, déterminant l'ampleur des mesures de décontamination et de réhabilitation.

NIVEAU	CARACTÉRISTIQUES DE LA SOUILLURE	EXEMPLES D'INTERVENTIONS	ACTION DE NETTOYAGE REQUISE
NIVEAU I	 Souillure superficielle (poussières, dépôts secs).	 Feu de végétaux, feu extérieur, « aliment laissé sur le feu ».	 PAS DE NETTOYAGE À L'EAU NÉCESSAIRE.
NIVEAU II	 Souillure superficielle avec odeur persistante.	 Feu de chambre, feu de véhicule léger (VL).	 NÉCESSITE UN NETTOYAGE À L'EAU ET/OU TRAITEMENT DES ODEURS.
NIVEAU III	 Souillure importante (dépôts gras, produits chimiques).	 Feu d'entrepôt, intervention d'ampleur.	 NETTOYAGE À L'EAU IMPÉRATIF ET SPÉCIFIQUE.



NOTRE PRIORITÉ : NOTRE SANTÉ POUR CONTINUER À PROTÉGER LES AUTRES.
Chaque geste de décontamination est un geste qui nous protège, nous et nos collègues.



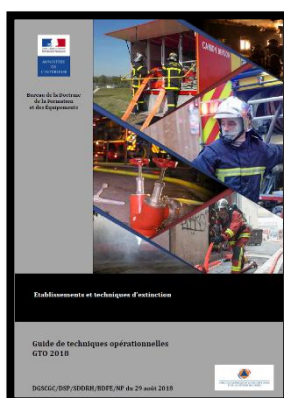
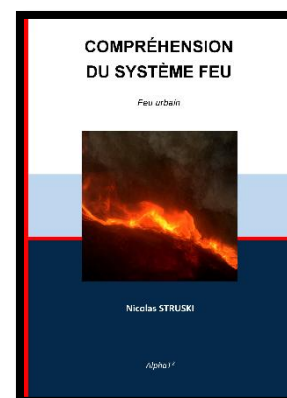
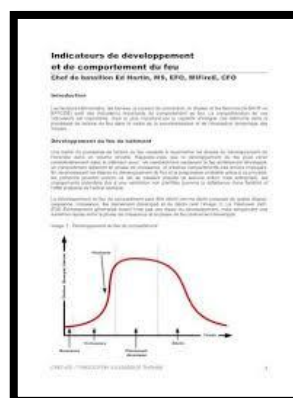
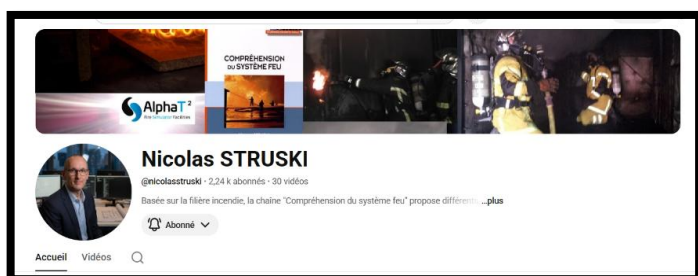
Fiche
à retrouver en annexe
du document



Bibliographie



Titre de l'ouvrage	Auteur	Édition
Compréhension du système feu « feu urbain »	Nicolas STRUSKI	2017 / TheBooxEdition.com
Page YOUTUBE https://www.youtube.com/@nicolastruski	Nicolas STRUSKI	
Les phénomènes thermiques	Pierre BEPOIX	2021 / Édition Carlo Zaglia
Lutte tactique contre le feu	Emmanuel BELAIRE	2021 / Édition Carlo Zaglia
Livret Formateur feu réel SDIS 51 « Formateur sur le système feu et sur simulateur feu réel »	Sébastien DUCQUENOI	2021
GTO « Établissement et techniques d'extinction »	DGSCGC	2018
GDO « Intervention sur les incendies de structures »	DGSCGC	2018
Indicateurs de développement et comportement du feu	Ed HARTIN	
GDO_2ème Édition Prévention risque toxicité fumées	DGSCGC	2020
Page YOUTUBE https://www.youtube.com/@Cestpassorcierofficiel	« C'est pas sorcier », la chaîne officielle	
Page YOUTUBE https://www.youtube.com/@familleprevot	SDMIS	



Annexes techniques départementales



I. Les techniques de lance



Refroidissement des fumées



CIBLE DANS LE SYSTÈME

Matière

Fumée



Énergie

Convection / Rayonnement.



OBJECTIFS PRINCIPAUX

- Réduction de la plage d'inflammabilité.
- Réduction des énergies présentes dans le volume



MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Environnement

Habitation, bureau, couloir, etc.

Entrepôt, garage, magasin, etc.

Type d'application



PETIT VOLUME



GROS VOLUME

Observations

- Application : L'eau doit être appliquée tout au long de la progression du binôme.
- Sécurité : Permet de s'approcher du sinistre en sécurité pour réaliser la mission (extinction, sauvetage).
- Fréquence : Possibilité de réaliser 2 à 3 impulsions selon la largeur du volume à traiter.

Type de jet

Jet diffusé d'attaque

Jet diffusé d'attaque

Débit

100 à 300 l/min

100 à 300 l/min

Technique

Impulsion courte
« pulsing court »

Impulsion longue
« pulsing long »



POINTS DE VIGILANCE

Risque de vapeur :

Production excessive de vapeur dans le système en cas de mauvaise utilisation de la lance ou du débit.



BILAN & EFFICACITÉ



Baisse de la température



Diminution du débit de pyrolyse



Sécurisation de la progression du personnel



Impulsion courte

RESSOURCE COMPLÉMENTAIRE




Cliquez/Scannez pour accéder
à la vidéo pédagogique associée



Impulsion longue

Extinction directe

CIBLE DANS LE SYSTÈME

Matière	Combustible gazeux
Énergie	Convection / Rayonnement. 




OBJECTIFS PRINCIPAUX

- Réduction de production du débit de pyrolyse
- Atteindre le combustible pour le refroidir

MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Environnement



S'adapter en fonction de la taille du volume

Type d'application	 APPLICATION "LONGUE"	 APPLICATION "COURTE"	 ATTEINDRE LES SURFACES
Observations	Atteindre les surfaces combustibles au travers des fumées	Sur une surface combustible petite et ciblée	En projetant l'eau sur un obstacle (plafond, etc.)
Type de jet	Jet brisé	Jet brisé ou diffusé (étroit)	Jet droit
Débit	Débit intermédiaire	Débit mini	Débit maxi
Technique	Zigzag ou sweep « Painting »	Paquet d'eau « Penciling »	Par Ricochet

POINTS DE VIGILANCE

- Risque de dispersion du combustible non-brûlé.
- Risque de dégâts des eaux importants si mal géré.

BILAN & EFFICACITÉ

-  **Diminution** du débit de pyrolyse
-  **Extinction** efficace du combustible.



Le painting



Le penciling

RESSOURCE COMPLÉMENTAIRE



Cliquez/Scannez pour accéder à la vidéo pédagogique associée




Le ricochet

Extinction indirecte



CIBLE DANS LE SYSTÈME

Matière	Combustible gazeux
Énergie	Convection / Rayonnement. 



OBJECTIFS PRINCIPAUX

- Produire de la vapeur, grâce aux énergies présentes dans le système, permettant de remplacer le comburant
- Inertage du volume et privation de comburant



MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Environnement

Généralement lorsque le foyer n'est pas directement accessible

Type D'application

Durée et nombre d'application en fonction du retour de vapeur produit

Observations

En sécurité derrière un ouvrant à cause de la production de la vapeur

Type De Jet

Jet diffusé d'attaque

Débit

Débit intermédiaire
(100 à 300l/min)

Technique

Impulsion longue



POINTS DE VIGILANCE

- Production de vapeur
- Augmentation du ressenti de chaleur



BILAN & EFFICACITÉ



Sécurisation du personnel derrière un écran



Baisse de la température de la zone gazeuse haute



L'extinction indirecte

RESSOURCE COMPLÉMENTAIRE



Cliquez/Scannez pour accéder
à la vidéo pédagogique associée

Extinction combinée



CIBLE DANS LE SYSTÈME

Matière Fumée + Combustible gazeux

Énergie Toutes



OBJECTIFS PRINCIPAUX

Regrouper les objectifs, extinction directe et indirecte, sur une continuité d'action

Progresser en sécurité dans un volume enfumé



MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Environnement

Depuis l'intérieur du volume sinistré ou depuis la porte de celui-ci

Type D'application

Tactique offensive depuis l'intérieur du volume

Observations

Combine les techniques « refroidissement des fumées » et « extinction directe »

Type De Jet

Jet diffusé d'attaque

Jet brisé

Débit

100 à 300 l/min

Débit mini

Technique

Impulsion courte
« pulsing court »

Paquet d'eau
« Penciling »



POINTS DE VIGILANCE

- Maitrise technique
- Production excessive de vapeur dans le système en cas de mauvaise utilisation de la lance ou du débit.



BILAN & EFFICACITÉ



Sécurisation de la progression (visibilité, ambiance thermique)



Diminution du débit de pyrolyse.



Baisse rapide de la température globale.



L'extinction combinée

RESSOURCE COMPLÉMENTAIRE



Cliquez/Scannez pour accéder à la vidéo pédagogique associée

Extinction massive



CIBLE DANS LE SYSTÈME

Matière Toutes

Énergie Toutes



OBJECTIFS PRINCIPAUX

Regrouper les objectifs, extinction directe et indirecte, sur une même action



MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Environnement

Depuis l'extérieur d'un bâtiment et du volume sinistré

Type D'application

A réaliser sur un volume où le Feu est pleinement développé

Observations

En sécurité derrière un ouvrant à cause de la production de la vapeur

Type De Jet

Jet diffusé d'attaque

Débit

S'adapter à la configuration du volume
Temps d'ouverture à adapter (5 à 6 secondes environ)

Technique

Impulsion longue
Crayonnage « T-Z-O-etc ».

Débuter par le haut du volume pour terminer en bas







POINTS DE VIGILANCE

- Maitrise technique
- Propagation du feu selon la configuration



BILAN & EFFICACITÉ

-  **Sécurisation** immédiate du personnel.
-  **Diminution** drastique du débit de pyrolyse.
-  **Baisse** rapide de la température globale.
-  **Extinction** efficace du combustible.



L'extinction massive

RESSOURCE COMPLÉMENTAIRE



Cliquez/Scannez pour accéder
à la vidéo pédagogique associée

Situation pré-Backdraft



CIBLE DANS LE SYSTÈME

Matière

Fumée



Énergie

Toutes



OBJECTIFS PRINCIPAUX

- Inertage : Créer une grande quantité de vapeur d'eau
- Sécurisation : Diminution de la plage d'explosivité des fumées.
- Énergie : Diminution des énergies présentes dans le système.



MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Environnement

Feu sous-ventilé / FLV

Type D'application

Tactique défensive depuis l'extérieur du volume en sécurité derrière un écran de protection

Observations

Extinction indirecte par la porte du volume ou par une trouée

Type De Jet

Jet diffusé d'attaque

Débit

Débit maxi
500 L/min

Technique

Impulsion longue



POINTS DE VIGILANCE

- Manœuvre + ou – longue selon le volume
- Nécessite une grande maîtrise des techniques



BILAN & EFFICACITÉ



Sécurité : Protection optimale du personnel.



Tactique : Approche défensive maîtrisée.



Température : Diminution globale de la chaleur avec une sortie des fumées moins turbulentes



Contrôle : Remontée du plan neutre et apport de comburant maîtrisé

Situation pré-Flashover



CIBLE DANS LE SYSTÈME

Matière	Combustible / gaz de pyrolyse
Énergie	Toutes



OBJECTIFS PRINCIPAUX

- Agir sur un plafond de fumée bas avec une interface fumée/air très turbulente.
- Refroidissement : Appliquer de l'eau sur les parois et matériaux combustibles.
- Inertage : Refroidir le plafond de fumée instable sans le destratifier.
- Prévention : Éviter le déclenchement du phénomène thermique généralisé.



MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Développement du feu situé dans le processus du « Flashover »

Environnement

Plafond de fumée bas

Interface fumée/air très turbulente

Type D'application

Tactique offensive depuis l'intérieur du volume

Observations

Nécessite une grande maîtrise des techniques pour ne pas aggraver la situation. Le plafond de fumée est refroidi et inerté lentement lorsque le jet d'eau le traverse

Type De Jet

Jet droit

Débit

Débit intermédiaire
250 L/min

TECHNIQUE

Painting
Zigzag ou balayage



POINTS DE VIGILANCE

- Exposition : Le personnel est directement exposé au rayonnement.
- Retour radiatif : Risque de retour de chaleur si le débit de la lance est mal utilisé.
- Destratification : Risque de mélanger les couches de fumées et de disperser la matière.



BILAN & EFFICACITÉ



Diminution de la température (chaleur).

L'eau ruisselle sur les parois combustibles et capte leurs énergies

Amélioration du plan neutre.



Diminution drastique du débit de pyrolyse.

Repli sous protection hydraulique



CIBLE DANS LE SYSTÈME

Matière

Fumée enflammée



Énergie

Toutes



OBJECTIFS PRINCIPAUX

- **Sécurité** : Sortir du volume en sécurité lorsque la situation devient difficilement maîtrisable (Rollover, chaleur, etc.).
- **Contrôle** : Maîtriser l'évolution des rollover au-dessus du binôme.



MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Environnement

Emballement thermique dans le volume où se trouve le binôme, suite à un événement non anticipé (rupture ouvrant, Flashover, FGI, etc.)

Type D'application

Tactique de transition pour se mettre en sécurité

Observations

Repli du binôme dans un volume sécurisé
Disparition des rollover
Amélioration de la contrainte thermique ressentie

Type De Jet

Jet diffusé d'attaque ou de protection

Débit

S'adapter à la configuration du volume et au ressenti

Technique

Impulsion courte ou longue en fonction du volume

Refroidissement des fumées

Maîtriser l'évolution des rollover au-dessus du binôme



POINTS DE VIGILANCE

- Demande une grande maîtrise des techniques de lance.
- Repli difficile dû au poids et à l'encombrement des tuyaux.
- Risque de brûlure et exposition extrême à la chaleur.



BILAN & EFFICACITÉ



Mise en sécurité immédiate du binôme.



Diminution des énergies dans le volume.



Le repli sous protection hydraulique

RESSOURCE COMPLÉMENTAIRE



Cliquez/Scannez pour accéder
à la vidéo pédagogique associée

Attaque d'atténuation ou transitoire

CIBLE DANS LE SYSTÈME

Matière	Combustible / gaz de pyrolyse
Énergie	Toutes

OBJECTIFS PRINCIPAUX

Stopper la courbe de développement du sinistre depuis l'extérieur du bâtiment

MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Environnement

Feu pleinement développé dans le volume traité

Type D'application

Tactique de transition depuis l'extérieur du volume traité

Observations

Contrôle du sinistre à distance, dans le volume ciblé

Type De Jet

Jet droit

Débit

Débit intermédiaire
(ou plus en fonction de la portée du jet)

Technique

Viser le plafond de la pièce pour diffuser le jet en grosses gouttes (effet sprinkler)
Temps d'ouverture « 10 à 15 secondes »

POINTS DE VIGILANCE

- Limite de portée de la lance selon l'éloignement.
- Structure bâtementaire gênante (balcons, débords de toiture).
- Nécessite une communication parfaite entre tous les intervenants (intérieur/extérieur)
- Aucun binôme ne doit être engagé dans le volume traité

BILAN & EFFICACITÉ

- Protection accrue du personnel par une action à distance.
- Contrôle du sinistre avant l'engagement intérieur.
- Très grande rapidité de mise en œuvre



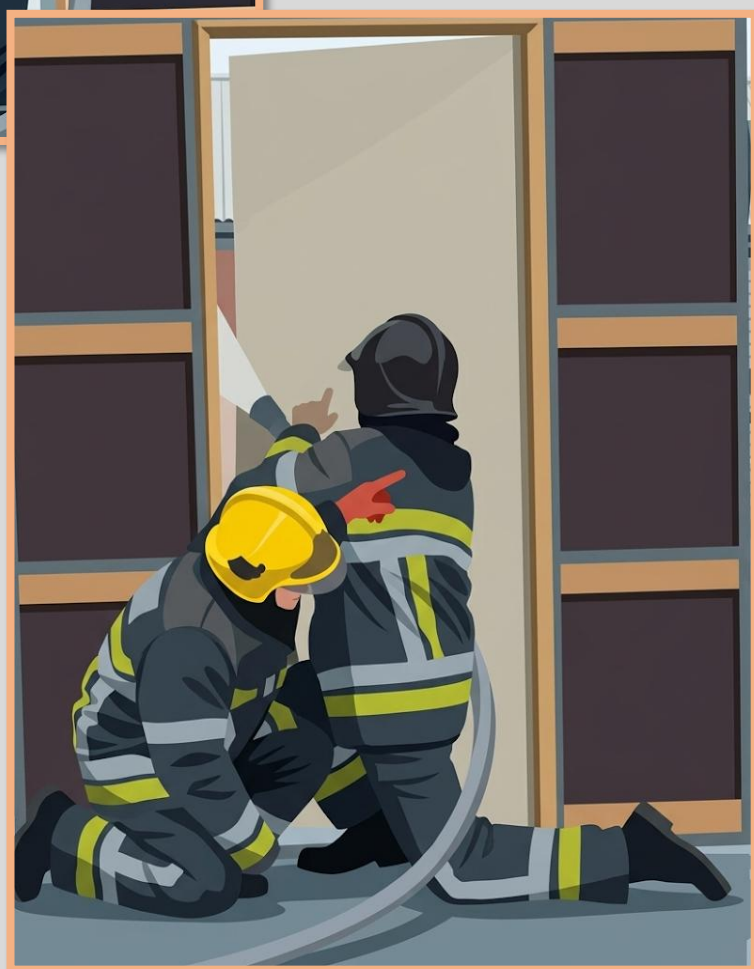
L'attaque d'atténuation

RESSOURCE COMPLÉMENTAIRE



Cliquez/Scannez pour accéder à la vidéo pédagogique associée

II. Le passage de porte



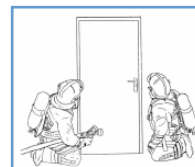
Le passage de porte avec « O.P.O.E.P.E »

O

OBSERVATION

Analyser l'environnement avant la porte (Zone proche)

- Déterminer le sens d'ouverture de la porte et sa manœuvrabilité
- Evaluation thermique de l'ouvrant (*dégradation du revêtement, toucher, etc.*)
- Observer les flux et les échanges (*fumée, interstices de la porte, etc.*)



P

PROTECTION

Sécuriser le volume avant la porte (Zone proche)

- Se placer à genou en sécurité en fonction de l'environnement
- Prolonger la résistance mécanique de l'ouvrant (*si présence de dégradation*)
- Neutraliser la zone gazeuse haute (*si présence de fumée*)

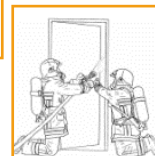


O

OUVERTURE

Maitriser l'ouverture et analyser (Zone proche juste après la porte)

- Ouvrir en gardant la maîtrise de l'ouvrant
- Analyser la situation et identifier les indicateurs de développement du feu
- Sécuriser le système en adaptant son mode d'action en fonction de la lecture du feu (*fumée, flamme, plan neutre, etc.*)

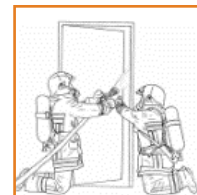


E

ENGAGEMENT

Pénétrer dans le volume (Zone proche juste après la porte)

- Maitriser l'ambiance thermique et adapter son mode d'action (*foyer visible, victime à vue, etc.*)
- Maitriser les échanges gazeux en fonction de la tactique définie (*gestion de l'ouvrant, etc.*)



P

PROGRESSION

Avancer en toute sécurité (Zone éloignée de la porte)

- Maitriser l'ambiance thermique
- Adapter son mode d'action en fonction de l'analyse de la situation
- Limiter la pyrolyse des matériaux



E

EXTINCTION

Eteindre le foyer

- Adapter son mode d'action au volume et à la situation (*attaque directe, indirecte, combinée*)
- Noyer les braises
- Réaliser le déblai





Les matériels opérationnels Incendie

**MAT-INC
00**

SOMMAIRE

<u>Matériel</u>	<u>Ancien n°</u>	<u>Fiche</u>	<u>Date</u>
LA SANGLE RHINOEVAC		MAT – INC 01	16/01/2025
LE COLLIER D'AMARRAGE		MAT – INC 02	20/01/2025
LE RIDEAU STOPPEUR		MAT – INC 03	20/01/2025
LES VENTILATEURS PORTATIFS		MAT – INC 04	13/02/2025
LES EXTINCTEURS PORTATIFS ET MOBILES		MAT – INC 05	25/02/2025
LA LANCE « GELUCAL » CCFM et CCRM		MAT – INC 06	27/06/2025
LES CAMERAS THERMIQUES		MAT – INC 07	20/11/2025
LES APPAREILS DE DETECTION GAZ		MAT – INC 08	15/01/2026
LA LANCE BÉLIER		MAT – INC 09	20/11/2025
LA BARRE HALLIGAN	MAT 07		00
LA CITERNE SOUPLE	MAT 09		00
LANCE A DIFFUSEUR MIXTE REGLABLE STABILISEE	MAT 10		00
LA LANCE CANON PORTABLE	MAT 12		00
LE SAC A LIGNE GUIDE FASTER	MAT 14		00
LA CAGOULE D'EVACUATION	MAT 16		00
LA MOUSSE ET LES EMULSEURS	MAT 19		00
LE VENTILATEUR GRAND DEBIT « LEADER EASY 2000 »	MAT 22		02



Scanner/cliquer pour consulter

Fiche
à retrouver sur l'INTRANET
du SDIS 51





PROTOCOLE DE RÉHABILITATION SUITE À UN INCENDIE

POP 32

Références :

Guide de Doctrine Opérationnelle (GDO) Prévention des risques liés à la toxicité des fumées (V2 - 2020)
NDS 2020-028 modifiée - Protocole de réhabilitation suite à incendie, prise en compte de la toxicité des fumées

Objectif :

Le protocole de réhabilitation repose sur plusieurs niveaux de souillure par les fumées et les suies. Il permet la réhabilitation et le reconditionnement du personnel et matériels engagés en intervention incendie. Des protocoles ont été développés et des moyens spécifiques ont été acquis et placés dans les engins afin de procéder à cette réhabilitation.

Composition :

Dotation FPT/CCRM

Caisse de premier nettoyage ou « décontamination »

- 1 rouleau de 20 sacs hydrosolubles ;
- 1 drap papier à usage unique ;
- 1 boîte de gants vinyle ;
- 1 lot de 50 gants de toilette à usage unique avec face pré-savonnée ;
- 1 tenue papier type 5 ;
- 1 rouleau de sacs-poubelles blancs ;
- 2 brosses ;
- 1 marqueur noir (pour marquage nominatif des sacs-poubelle blancs pour effets personnels) ;
- 6 masques FFP3 ;
- 6 paires de lunettes de protection.

Lot de tenues de rhabillage sous plastique en cabine :

- 6 polaires ;
- 6 bonnets ;
- 6 polos manches courtes.

Dotation du CRCP

Le CRCP est dimensionné pour prendre en charge 20 personnels.

- 20 kits individuels avant passage dans CRCP :
 - Sac pour casque ;
 - Sac pour effets personnels ;
 - Surbottes.
- Nécessaire gants de toilettes dans 1ere cabine ;
- 20 kits rhabillage dans 2^{ème} cabine :
 - Polo manches longues ou manches courtes ;
 - Polaire et bonnet ;
- 4 kits TSI de recharge, au besoin sur ordre :
 - TSI ;
 - Chaussants légers.

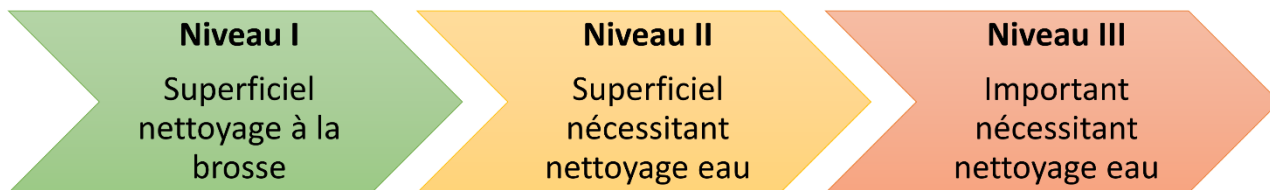
Dotation CCF/FMOGP/MEA

Caisse de premier nettoyage ou « décontamination »

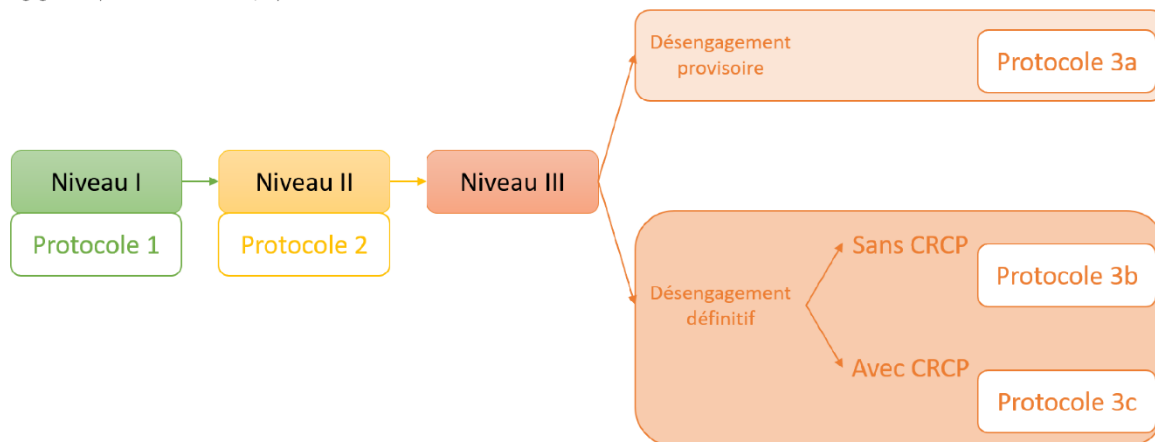
- 1 rouleau de 10 sacs hydrosolubles ;
- 1 drap papier à usage unique ;
- 1 boîte de gants vinyle ;
- 1 lot de 25 gants de toilette usage unique avec face pré-savonnée ;
- 1 tenue papier type 5 ;
- 1 rouleau de sacs-poubelles blancs ;
- 1 brosse ;
- 1 marqueur noir (pour marquage nominatif des sacs-poubelle blancs pour effets personnels) ;
- 4 masques FFP3 ;
- 4 paires de lunettes.

Lot de tenues de rhabillage sous plastique en cabine :

- CCF :
 - 4 polaires ;
 - 4 bonnets ;
 - 4 polos manches courtes.
- FMOGP :
 - 3 polaires ;
 - 3 bonnets ;
 - 3 polos manches courtes.
- MEA :
 - 2 polaires ;
 - 2 bonnets ;
 - 2 polos manches courtes.



Il existe 3 niveaux de souillure et de contamination des tenues. En fonction du niveau de souillure, la présence ou non de certains véhicules de soutien, et le désengagement provisoire ou définitif, 5 protocoles ont été déclinés.



Groupement Mise en Œuvre
Opérationnelle
Service Doctrine - PEX - RETEX

Création : CNE A. VERTUT
Le 22-12-2021

Modifiée par : LTN C. MIGNON
Le 03-02-2023 - Indice 01

Niveau de souillure	Idée de manœuvre
<p>NIVEAU I – PROTOCOLE 1</p> <p>Superficiel ne nécessitant pas de nettoyage à l'eau (poussières, dépôts secs ...)</p> <p><i>Ex : INC pour aliment laissé sur le feu, feu extérieur ou feu de végétaux, etc.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> Définir un zonage opérationnel : zone d'exclusion, zone contrôlée, zone de soutien ; Sortir la caisse « décontamination » et mettre en place un drap unique en zone contrôlée ; Si besoin au vu de la quantité de dépôts secs sur les personnels, habillage d'un nettoyeur (personnel « propre ») : tenue papier type 5, masque FFP2, lunettes, gants vinyles ; Dans l'ordre énoncé comme suit, retirer le masque ARI, le casque, et la cagoule, avant de s'équiper d'un masque FFP2 et de lunettes ; Auto-brossage des gants et de la tenue souillée à sec du haut vers le bas, ou, si besoin vu la quantité de dépôts, brassage par le nettoyeur ; Retrait des gants, veste textile et surpantalon du personnel brossé ; Auto-nettoyage des zones du corps exposées du personnel souillé (mains, visage, cou) à l'aide des gants de toilette à usage unique ; Mise en poubelle ordinaire du drap et des déchets par le nettoyeur et déséquipement de ce dernier ; Retrait du masque FFP2 et lunettes, une fois l'action de décontamination entièrement finalisée, avec objets contaminés isolés.
<p>NIVEAU II – PROTOCOLE 2</p> <p>Superficiel nécessitant un nettoyage à l'eau et/ou odeur persistante</p> <p><i>Ex : feu de chambre, feu de VL, etc.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> Définir un zonage opérationnel : zone d'exclusion, zone contrôlée, zone de soutien ; Sortir la caisse « décontamination » et mettre en place un drap unique en zone contrôlée ; Si besoin au vu de la quantité de dépôts secs sur les personnels, habillage d'un nettoyeur (personnel « propre ») : tenue papier type 5, masque FFP2, lunettes, gants vinyles ; Dans l'ordre énoncé comme suit, retirer le masque ARI, le casque, les gants et la cagoule, avant de s'équiper d'un masque FFP2, lunettes et gants vinyle ; Retrait des dossards ARI, veste textile et surpantalon du personnel ; Mise de la tenue de feu (cagoule, pantalon, veste, gants textiles uniquement) dans un sac hydrosoluble par le personnel ou le nettoyeur ; Isolation des ARI et matériels opérationnels contaminés dans coffre arrière du véhicule ; Après retrait des gants vinyle, auto-nettoyage des zones du corps exposées du personnel souillé (mains, visage, cou) à l'aide des gants de toilette à usage unique ; Mise en poubelle ordinaire du drap et des déchets par le nettoyeur le cas échéant et déséquipement de celui-ci ; Retrait du masque FFP2 une fois la décontamination terminée et tout objet contaminé isolé ; Perception du personnel de tenues de rhabillage (qui seront ensuite restituées au CIS) ; Au retour CIS, application de la procédure de nettoyage des tenues en machines spécifiques EPI ; Dans la mesure du possible, retour en disponibilité opérationnelle du personnel après douche, changement TSI (ou tenue F1) si besoin et restauration.

Groupement Mise en Œuvre
Opérationnelle
Service Doctrine - PEX - RETEX

Création : CNE A. VERTUT
Le 22-12-2021

Modifiée par : LTN C. MIGNON
Le 03-02-2023 - Indice 01

<p align="center">NIVEAU III – PROTOCOLE 3a <u>Désengagement provisoire</u></p> <p>Important nécessitant un nettoyage à l'eau (dépôts gras, exposition à des produits chimiques)</p> <p><i>Ex : feu d'entrepôt, intervention d'ampleur.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Définir un zonage opérationnel : zone d'exclusion, zone contrôlée, zone de soutien ; 2. Sortir la caisse « décontamination » et mettre en place un drap unique en zone contrôlée ; 3. Si besoin au vu de la quantité de dépôts secs sur les personnels, habillage d'un nettoyeur (personnel « propre ») : tenue papier type 5, masque FFP2, lunettes, gants vinyles ; 4. Dans l'ordre énoncé comme suit, retirer le masque ARI, le casque, les gants et la cagoule, avant de s'équiper d'un masque FFP2, lunettes et gants vinyle ; 5. Retrait des dossards ARI, veste textile et surpantalons du personnel dans un parc matériel ; 6. Après retrait des gants vinyle et lunettes, auto-nettoyage des zones du corps exposées du personnel souillé (mains, visage, cou) à l'aide des gants de toilette à usage unique ; 7. Retrait du FFP2 et perception du personnel de tenues de rhabillage ; 8. Accès à la zone de soutien sanitaire et ravitaillement (voir NDS – Organisation du soutien opérationnel de l'intervenant) ; 9. Retour opérationnel dans l'ordre suivant : déséquipement du maillage propre, équipement du FFP2 et gants vinyle, rhabillage textile et dossard ARI laissés dans parc matériel, retrait du masque FFP2 et gants le plus tardivement possible.
<p align="center">NIVEAU III – PROTOCOLE 3b <u>Sans CRCP – Désengagement définitif</u></p> <p>Important nécessitant un nettoyage à l'eau (dépôts gras, exposition à des produits chimiques)</p> <p><i>Ex : feu d'entrepôt, intervention d'ampleur.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Définir, si ce n'est pas déjà réalisé lors du protocole 3a, un zonage opérationnel : zone d'exclusion, zone contrôlée, zone de soutien ; 2. Sortir la caisse « décontamination » et mettre en place un drap unique en zone contrôlée le cas échéant ; 3. Si besoin au vu de la quantité de dépôts secs sur les personnels, habillage d'un nettoyeur (personnel « propre ») : tenue papier type 5, masque FFP2, lunettes, gants vinyles ; 4. Dans l'ordre énoncé comme suit, retirer le masque ARI, le casque, les gants et la cagoule, avant de s'équiper d'un masque FFP2, lunettes et gants vinyle ; 5. Retrait des dossards ARI, veste textile et surpantalons du personnel ; 6. Mise de la tenue de feu (cagoule, pantalon, veste, gants textiles uniquement) dans un sac hydrosoluble par le personnel ou le nettoyeur ; 7. Isolation des ARI et matériels opérationnels contaminés dans coffre arrière du véhicule ou prise en charge par VTU prévu à cet effet ainsi que les tenues contaminées ; 8. Après retrait des gants vinyle et lunettes, auto-nettoyage des zones du corps exposées du personnel souillé (mains, visage, cou) à l'aide des gants de toilette à usage unique ; 9. Mise en poubelle ordinaire du drap et des déchets par le nettoyeur le cas échéant et déséquipement de celui-ci ; 10. Retrait du masque FFP2 une fois la décontamination terminée et tout objet contaminé isolé ; 11. Perception du personnel de tenues de rhabillage (qui seront ensuite restituées au CIS) ; 12. Au retour CIS, application de la procédure de nettoyage des tenues en machines spécifiques EPI ; 13. Dans la mesure du possible, retour en disponibilité opérationnelle du personnel après douche, changement TSI (ou tenue F1) si besoin et restauration.

Groupement Mise en Œuvre
Opérationnelle
Service Doctrine - PEX - RETEX

Création : CNE A. VERTUT
Le 22-12-2021

Modifiée par : LTN C. MIGNON
Le 03-02-2023 - Indice 01

<p align="center">NIVEAU III – PROTOCOLE 3c <u>Avec CRCP – Désengagement définitif</u></p> <p>Important nécessitant un nettoyage à l'eau (dépôts gras, exposition à des produits chimiques)</p> <p><i>Ex : feu d'entrepôt, intervention d'ampleur.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Définir, si ce n'est pas déjà réalisé lors du protocole 3a, un zonage opérationnel : zone d'exclusion, zone contrôlée, zone de soutien ; 2. Sortir la caisse « décontamination » et mettre en place un drap unique en zone contrôlée le cas échéant ; 3. Si besoin au vu de la quantité de dépôts secs sur les personnels, habillage d'un nettoyeur (personnel « propre ») : tenue papier type 5, masque FFP2, lunettes, gants vinyles ; 4. Dans l'ordre énoncé comme suit, retirer le masque ARI, le casque, les gants et la cagoule, avant de s'équiper d'un masque FFP2, lunettes et gants vinyle ; 5. Retrait des dossards ARI, prise en charge par VTU ou isolés dans coffre arrière du véhicule ; 6. Se présenter au CRCP ; 7. Perception d'un kit individuel, placer casque et effets personnels dans sacs distincts à fermer, déposer dans grandes caisses de récupération vestes textiles, surpantalons, gants textiles et cagoules souillés du personnel ; 8. Après avoir chaussé les surbottes, retrait du masque FFP2 et gants vinyle avant l'entrée dans le CRCP ; 9. Auto-nettoyage des zones du corps exposées du personnel souillé (mains, visage, cou) dans cabine CRCP prévue à cet effet et retrait polo ; 10. Perception d'un kit rhabillage dans cabine suivante du CRCP ; 11. Accès à la zone de soutien sanitaire et ravitaillement (voir NDS – Organisation du soutien opérationnel de l'intervenant) ; 12. Acheminement par le CRCP des tenues souillées au prestataire (pôle logistique du CHU de Reims ou du CH de Châlons) pour application de la procédure de nettoyage ; 13. Au retour CIS, après s'être équipé à nouveau de masque FFP2 et gants vinyle, jeter les surbottes et appliquer la procédure de nettoyage des chaussants et du casque ; 14. Dans la mesure du possible, retour en disponibilité opérationnelle du personnel après douche, changement TSI (ou tenue F1) si besoin et restauration ; 15. La récupération des tenues propres sera prise en compte par l'assistant de la subdivision territoriale compétente (Nord pour CHU Reims, Est pour CH Châlons). En cas d'impossibilité, l'assistant de l'une des 2 autres subdivisions territoriales interviendra ; 16. Les effets doivent être récupérés dans un délai de 48h après dépôt. Si des tenues manquent de traçabilité, les assistants territoriaux doivent se rapprocher des référents EPI d'un CISM pour identifier l'appartenance de ces tenues 17. Les assistants territoriaux doivent ensuite rendre les tenues dans les CIS concernés en prévenant le chef de centre
--	---

Groupement Mise en Œuvre
Opérationnelle
Service Doctrine - PEX - RETEX

Création : CNE A. VERTUT
Le 22-12-2021

Modifiée par : LTN C. MIGNON
Le 03-02-2023 - Indice 01

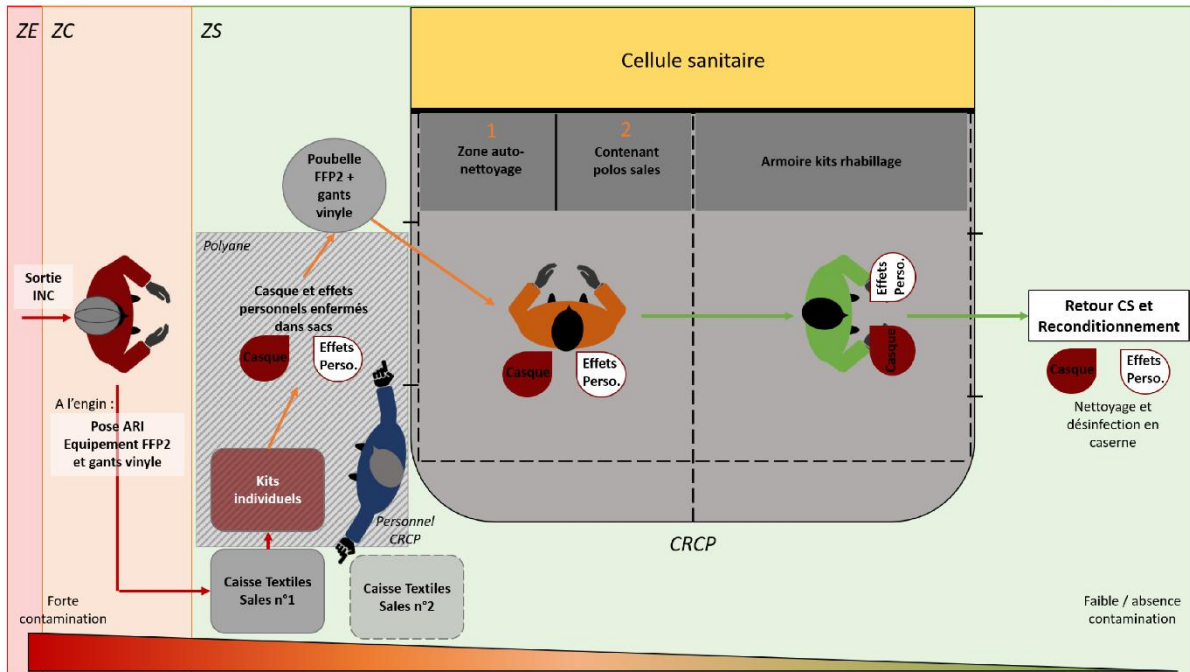


Schéma du protocole 3c à suivre dans la zone de décontamination du CRCP

Compréhension du Système Feu

« De l'éclosion à l'extinction »

Créé et rédigé par :

ADJ Adrien GIRAUX

Validé par :

- Responsable de la spécialité « Formation feu réel du SDIS51 » LTN Benoit DUCHE
- Référent départemental « Formation incendie du SDIS51 » LTN Renaud BUACHE

Reproduction partielle ou totale,
du présent document est strictement interdit sans autorisation expresse de :

Groupement Développement et Maintien des Compétences
Route de Montmirail, 51510 Fagnières

Recueil de connaissances

ÉQUIPIER
INCENDIE



CHEF D'ÉQUIPE
INCENDIE