

4. Interrompre la réaction chimique en chaîne

Comprendre les modes d'action spécifiques de certains agents d'extinction, nécessite de faire appel à des notions de chimie plus complexes que celles évoquées en début de chapitre (existence de composés réactifs intermédiaires appelés radicaux libres).

Dispositifs existants :

Des installations d'extinction fixes, utilisent ce principe. Elles sont le plus souvent utilisées dans des locaux sensibles, où l'utilisation de produits classiques (eau par exemple) peut engendrer la détérioration des équipements. On retrouve le plus souvent des systèmes d'extinction à gaz de type FE 13, FM 200¹³)

Actions de lutte :

Les équipes de secours utilisent dans certains cas des extincteurs à poudre en particulier sur les feux électriques.

Section III - Analyse de risques

1. Généralités

La fumée, les conditions de ventilation, la chaleur, les sons et les flammes sont des indicateurs importants pour comprendre le développement d'un feu.

2. Les indicateurs

En associant la lecture du feu et la lecture bâtiminaire, les indicateurs décrits ci-dessous, permettent le plus souvent de déterminer la phase et le régime du feu.

2.1. Le bâtiment et sa destination

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

Les actions de prévention ont notamment pour but l'évaluation du développement probable de l'incendie et de sa propagation. Cette analyse préalable du risque, lorsqu'elle est possible, permet d'une part de réduire le risque de départ de feu, et d'autre part de préparer le service (aspects humains, organisationnels et techniques), notamment par la connaissance des lieux et les risques associés.

Ces actions peuvent être complétées par des visites et/ou des exercices (Cf. : chapitre 3 – actions de lutte contre l'incendie).


Qu'il y ait une connaissance préalable du bâtiment ou pas, son analyse lors de l'intervention permet de déterminer :

- Le type d'activité et le nombre d'occupants potentiels à évacuer ou à mettre en sécurité...
- Ses dimensions et son implantation (isolement par rapport aux tiers, accessibilité des moyens de secours, ...)
- Le mode constructif : préfabriqué, traditionnel....
- Le type de matériaux : bois, béton ...
- La présence de volumes à risques : combles, appentis, faux -plafonds, ...
- La distribution intérieure
- Le nombre et types d'ouvrants.

¹³ Noms commerciaux de gaz utilisés dans les systèmes d'extinction automatique fixes.

2.2. La fumée

La fumée et son mode de circulation sont deux des indicateurs les plus importants dans la lecture du feu. L'emplacement et l'apparence de la fumée peuvent fournir des indices liés à l'emplacement de l'incendie, son régime de combustion (FLC ou FLV) et son stade de développement dans diverses zones du bâtiment.



L'évaluation du risque, en fonction de ces indicateurs se fait :

- **À l'arrivée sur les lieux par l'identification d'indicateurs extérieurs :**
 - **Fumées : débit, couleur, vitesse, sens de tirage, ... ;**
 - **Conditions aérodynamiques (vent, ouvrants existants ouverts ou fermés) ;**
- **Tout au long de l'opération grâce à l'observation et au compte-rendu des équipes.**

2.3. Les flammes

Les flammes sont souvent l'indicateur le plus évident à observer. Il faut analyser :

- Leur volume (aire et taille) ;
- Leur emplacement ;
- Leur couleur ;
- Leur potentiel fumigène ;
- Leur vitesse.

2.4. Les sons

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

La transmission des sons peut donner une indication sur les masses gazeuses qu'ils traversent (composition et chaleur). Les sons sont assourdis dans les atmosphères chaudes et sous-ventilées.

2.5. La chaleur

La caméra thermique peut apporter des compléments d'information.

Bien que la chaleur ne puisse pas être observée directement à l'œil nu, l'observation de ses effets apporte des indices de lecture du feu :

- Vitesse des fumées ;
- La dégradation des matériaux : déformation, ... ;
- Présence de pyrolyse ;
- Ressenti des équipes.

3. Les typologies de situations opérationnelles

Chaque situation opérationnelle est la résultante d'une combinaison de très nombreux paramètres ce qui peut amener à considérer que chaque situation est unique. Il est néanmoins intéressant d'identifier des situations opérationnelles « types » qui regroupent un certain nombre de caractéristiques communes impactantes pour la conduite des opérations.

Dans les paragraphes suivants, après avoir évoqué les paramètres à prendre en compte, puis on définira les critères de regroupement, enfin puis on précisera pour chacune de ces situations opérationnelles type, les caractéristiques communes mais aussi les grandes variabilités à ne pas ignorer.

3.1. Différents paramètres définissant une situation opérationnelle

L'analyse d'un feu de structure tient compte en particulier de trois critères.

Les conditions dans lesquelles se développe le sinistre révélées par la lecture bâimentaire, celle des conditions aérauliques (présence de vent notamment) et bien entendu du feu.

La nature des enjeux. Il est clair qu'intervenir pour feu dans un cinéma si le public n'est pas totalement évacué à l'arrivée des secours, dans un bâtiment historique, ou dans une friche industrielle présente des enjeux très différents sur le plan qualitatif et quantitatif.

La présence de personnes (nombreuses, vulnérables, ne connaissant pas les lieux...) constitue un enjeu particulièrement fort qui orientera les choix tactiques.

La présence de biens à préserver pourra de même inciter le COS à privilégier par exemple des opérations de protections.

Certaines interventions pourront être fortement marquées par les problématiques de risques encourus par les intervenants ce qui pourra être à l'origine de choix défensifs (Cf. chapitre 2).

La facilité à intervenir en particulier à accéder en sécurité aux différents volumes et à mettre en place les moyens d'action.

La nécessité de recourir à des moyens ou techniques très spécifiques.

3.2. Critères de regroupement des situations type

Les critères permettant de regrouper les situations types sont les suivants :

- Liée au stade de développement du feu
 - Le cas des feux naissants ;
- Liée à la volumétrie des constructions affectées :
 - Feux en étage ;
 - Feux en sous-sol.
- Liée à l'activité **du bâtiment** :
 - Bâtiments d'habitation ;
 - Etablissements Recevant du Public ;
 - Bâtiments industriels et commerciaux ;
 - Parkings couverts ;
 - Bâtiments agricoles ;
 - Installations classées pour la protection de l'environnement ;
 - Installations nucléaires de base.

3.3. Quelques situations type

Il ne s'agit pas de décrire l'ensemble des situations possibles car l'évolution permanente des structures et équipements techniques (structures bois, façades, chauffage, isolation) ne permet pas leur présentation détaillée dans le présent corps de document. Les fiches afférentes sont disponibles en annexe.

En revanche, plusieurs axes de réflexion sont proposés ci-après, afin de faciliter l'analyse de la situation.

3.3.1. Feux naissant

Nous appelons ici feu naissant, un feu de faible ampleur, dans une phase où il est encore limité par le combustible et correctement ventilé. Ce type de feu est rapidement maîtrisable.



Il ne s'agit pas d'un feu présentant peu de flamme de par sa sous-ventilation. Un tel feu devrait lui être traité avec les précautions relatives aux risques présentés par les feux sous ventilés, la rapidité n'est plus un critère d'efficacité et de sécurité, la maîtrise du risque d'explosion de type backdraft ou de fire-gas ignition doit au contraire caractériser cette opération.

3.3.2. Feux en superstructure (en étages)

Caractéristiques communes :

- Risque de propagation verticale possible par les communications, gaines et conduits, façades... ;
- Présence possible de personnes piégées dans les étages supérieurs ;
- Le volume des bâtiments justifie le regroupement des fonctions techniques dans des locaux spécialisés (chauffage, climatisation, machinerie d'ascenseur, local déchet) ;
- Influence du vent plus forte sur la dynamique du feu (le vent est plus fort quand on s'éloigne du sol) ;
- Nombre réduit de points d'accès (et d'extraction pour les victimes) aux étages, souvent un seul escalier ;
- Les établissements, le port de matériels par les intervenants est rendu plus difficile et pénible par le dénivelé ;
- Usage souvent nécessaire d'échelles à main, de moyens élévateurs aériens. Passé une certaine hauteur, l'accès par l'extérieur n'est plus possible ;
- Pour des feux développés, l'accès dans les étages au-dessus du sinistre peut présenter un risque significatif pour les intervenants.

Variabilité :

- Si très souvent les constructions en étage présentent des hauteurs entre niveaux de l'ordre de 3 mètres, il est arrivé que l'on trouve des hauteurs sous plafond bien plus conséquentes dans des ERP par exemple (auditoriums, musées...), parfois les équipes interviendront avec des hauteurs sous plafond assez importantes mais masquées par des faux plafonds ;
- Si les bâtiments récents sont conçus avec une stabilité au feu, celle-ci est plus incertaine pour les constructions anciennes ;
- Certaines constructions présentent un cloisonnement ou même un compartimentage important, permettant aux intervenants d'approcher le sinistre par des accès sûrs (escalier encloué par exemple) mais ceci n'est pas une règle générale et du fait des dénivelés les cheminements non sécurisés des équipes peuvent être parfois longs.

3.3.3. Feux en infrastructures (sous-sol)

Caractéristiques communes :

- Risque de propagation verticale possible par les communications, gaines et conduits, ...c'est en particulier assez fréquent pour les sous-sols de type cave qui sont parfois en communication avec les étages supérieurs ou les combles ;
- Les établissements, le port de matériels par les intervenants est rendu plus difficile et pénible par le dénivelé ;
- Le nombre de points d'accès au niveau concerné est souvent limité, parfois par des escaliers qui peuvent s'enfumer des lors que des tuyaux empêcheront la fermeture des portes ;
- Le désenfumage des sous-sols est en règle générale difficile à réaliser en raison de la présence fréquente de culs de sac qui constituent autant de volumes morts d'où il est difficile de chasser les fumées ;
- Hormis les vides sanitaires, les sous-sols sont souvent destinés au stockage de biens et de ce fait présentent des potentiels calorifiques très importants. La sous ventilation des lieux peut permettre des incendies de très longue durée qui peuvent conduire à la perte de résistance mécanique de la structure.

Variabilité :

- Certains sous-sols peuvent présenter de très nombreuses installations techniques (chaufferies, traitement de l'air, traitement des eaux, ...) ;
- Bien qu'ils ne soient absolument pas prévus pour cela, de plus en plus de sous-sols sont aménagés de façon sommaire et précaire. La présence de plusieurs victimes n'est pas à exclure.

3.3.4. Feux d'éléments de construction

En complément des situations type décrites ci-dessus, il faut rajouter les éléments de construction qui viennent complexifier la situation.

3.3.4.1. Les feux de terrasses et toits-terrasses

Les principales caractéristiques des feux de terrasses sont :

- Présence d'installations techniques (centrale de traitement de l'air, panneau photovoltaïques, chaufferies, machinerie ascenseurs...) ;
- Présence possible de zones de vie (ERP, privatives, aménagements divers) ;
- Isolation généralement bonne vis-à-vis du bâtiment ;
- Présence régulière de matériaux combustibles au titre de l'étanchéité.

Essentiellement économiques, les enjeux des feux de terrasses concernent les problématiques de relogement.



Photo n°1 (@BSPP) : Feux sur un toit-terrasse, avec propagation aux locaux adjacents

3.3.4.2. Les feux de combles

Les principales caractéristiques des feux de combles sont :

- Présence possible des éléments suivants :
 - Stockage à fort potentiel calorifique (meubles, vêtements, livres, jouets, ...) et parfois dangereux (bouteille de gaz) ;
 - Installations technique et fluides (AS, DF, VMC, CLIM, ELEC.) ;
 - Isolation sous couverture et/ou sur plancher ;
- Séparés des autres parties du bâtiment par des éléments de constructions variés aux résistances aléatoires (dalle béton, faux plafond, plaques de plâtre, plancher, torchis)
- Difficulté d'accès (trappes, échelles de meunier, ...)
- Absence de public, excepté dans le cas de combles aménagés ;
- Absence régulière de :
 - Recoupement sur de grandes distances ;
 - Désenfumage ;
 - Dispositif de sécurité.

Essentiellement économiques, les enjeux des feux de combles concernent principalement les problématiques de relogement et l'impact du feu sur la stabilité de l'édifice.

Les éléments de charpente peuvent revêtir différentes formes et natures : traditionnelle, métallique, pré assemblée etc. Ils participent directement à la stabilité du bâtiment.



Photo n°2 (@BSPP) : Feu de combles au-dessus d'un garage attachant à une habitation de 1ère famille

3.3.4.3. Les feux de joints de dilatation

Les principales caractéristiques des feux de joints de dilatation sont :

- Composé de matériaux divers et situés entre deux structures porteuses, le joint de dilatation permet les mouvements relatifs de ces deux parties ;
- Invisibilité du foyer ;
- Inaccessibilité du foyer ;
- Combustion génératrice de fumées et de monoxyde de carbone s'immiscant dans toutes les parties du bâtiment par les interstices.

Les principaux enjeux des feux de joints de dilatation sont :

- La sauvegarde des occupants ;
- La limitation des dégradations de l'habitat.



Photo n°3 (@BSPP) : Extinction d'un feu de joint de dilatation entre deux immeubles d'habitation

3.3.4.4. Les feux de façades

Les principales caractéristiques des feux de façades sont :

- Grande variété de types de façades composées de matériaux aux réactions au feu très différentes ;
- Isolation régulièrement renforcée par l'extérieur, source de risque supplémentaire ;
- Présence de balcons avec stockage potentiellement important ;
- Stockage régulier au pied des façades ;
- Propagation extérieure rapide sous forme de langue de feu ;
- Propagation du feu à l'intérieur du bâtiment et envahissement par les fumées ;
- Présence d'installations techniques (enseignes lumineuses, climatisation...).

Les principaux enjeux des feux de façades sont :

- Sauvegarde des occupants ;
- Préservation de l'ensemble bâtiment.

3.3.4.5. Les feux de cages d'escalier

Les principales caractéristiques des feux de cages d'escalier sont :

- Escalier protégé :
 - À l'abri des fumées ;
 - Isolé des appartements et circulations ;
 - Comporte des dispositifs de sécurité (EC, CS, CH, exutoire) ;
- Escalier non protégé :
 - Non isolé des appartements et circulations ;
 - Absence de dispositifs de sécurité (EC, CS, CH, ...) ;
 - Stabilité non assurée ;
 - Utilisé pour le passage des canalisations (gaz, eau, électricité, etc.).

Les principaux enjeux des feux de cages d'escalier sont :

- Limitation de la propagation à l'ensemble du bâtiment ;
- Conservation de l'accessibilité aux niveaux supérieurs.

3.3.5. Equipements techniques

L'économie d'énergies, le confort, la fonctionnalité des structures, mais aussi les choix architecturaux, sont autant d'enjeux sociétaux qui conduisent à une évolution permanente des technologies. Ainsi les équipes de secours sont régulièrement confrontées à des équipements qui rendent les actions de lutte plus contraignantes, voire parfois dangereuses, par la présence de risques supplémentaires (électrique, chimique, blessures, ...) :

- Les panneaux photovoltaïques en toiture, générant une source électrique ;
- Les normes relatives aux « bâtiments basse consommation » énergétique, rendent les structures plus étanches à l'air, mais aussi à la diffusion de l'énergie en cas d'incendie, accélérant potentiellement les phénomènes décrits plus hauts ;
- Les constructions à partir de containers maritimes favorisent, comme sur un navire dont la coque et les aménagements intérieurs sont en acier, la propagation par conduction (parois métalliques) ;
- Les façades et toitures végétalisées, favorisant potentiellement la propagation ;
- L'isolation en façade, qui, selon le mode choisi, peut générer des phénomènes de type « effet cheminée », le long des renforts verticaux ;

Ces technologies, en perpétuelle évolution, peuvent faire l'objet de fiches pratiques et techniques, voire de guides de doctrine, disponibles dans la base documentaire nationale tenue à jour par le ministère chargé de la sécurité civile.

4. Analyse des contraintes et des risques impactant l'homme¹⁴

Comme évoqué dans le paragraphe 1.5 de la 1^{ère} section du présent chapitre, les risques pour la santé et la sécurité générés par le feu sont liés :

- À la chaleur ;
- À la toxicité et l'opacité des fumées ;
- À l'émission de particules.

Ils doivent être associés à l'ensemble des contraintes dues à la nature même de l'environnement professionnel et opérationnel des sapeurs-pompiers, qui sont décrites ci-après.

4.1. Contraintes

Aux risques générés par le feu lui-même, s'ajoutent d'autres contraintes décrites qui doivent être prises en compte durant l'opération :

- Contraintes physiques :
 - Conditions météorologiques ;
 - Ambiance thermique ;
 - Exposition aux toxiques ;
 - Manutention de charge ;
 - Port des EPI ;
 - Efforts physiques intenses (impact cardio-vasculaire) ;
 - Postures (position du corps en fonction de l'action menée) ;
- Contraintes mentales :
 - Vigilance ;
 - Stress lié aux enjeux et aux risques ;
 - Prise de décision ;
 - Maîtrise des techniques et des outils de lutte ;
 - Orientation dans l'espace ;
 - Gestion du port de l'ARI ;

¹⁴ Annexe B - Fiche scientifique FSCI-HOM : l'Homme face au feu et aux fumées

- Contraintes sensorielles :
 - Ambiance bruyante ;
 - Perte de repères spatiaux ;
 - Réduction du champ visuel ;
 - Perte de dextérité (gants) ;
 - Odeurs ;
- Contraintes organisationnelles :
 - Imprévisibilité ;
 - Travail d'équipe ;
 - Variabilité des horaires et durée du travail ;
 - Impacts sur le cycle nyctéméral (jour/nuit) ;
 - Impacts sur la vie personnelle et professionnelle ;
- De ces contraintes, découlent des risques identifiables dépendant de facteurs humains et techniques.

4.2. Risques physiologiques

Le stress thermique est fréquent La chaleur peut provenir de diverses sources telles que les conditions météo, l'incendie ou le lieu d'intervention. Le corps peut également dégager beaucoup de chaleur pendant le travail (exercices). Cet effet¹⁵ peut être aggravé par les propriétés des vêtements de protection et l'effort physique continu. Le stress thermique et l'effort peuvent causer de la fatigue.

4.3. Risques ergonomiques

Il existe beaucoup de situations où le travail exige un effort considérable, de la force, des mouvements répétitifs, des postures contraignantes et des activités prolongées, souvent dans des conditions extrêmes (exercer des efforts excessifs, port de charges lourdes sur la durée).

De plus, l'être humain, même muni d'un EPI, reste vulnérable dans sa chair face aux atteintes traumatiques de types chutes, ou blessure invalidante.

4.4. Risques comportementaux

Le pompier suivant son degré d'engagement est soumis à un niveau de stress important, cet état psychologique peut entraîner une prise de danger considérable liée à la précipitation, à l'affolement. Le manque d'expérience peut grandement augmenter ce risque.

4.5. Risques toxiques

Sur les lieux d'un incendie, les pompiers sont exposés à de nombreux produits de combustion. La toxicité de la fumée dépend beaucoup du combustible, de la chaleur dégagée par l'incendie et de la quantité d'oxygène qui alimente la combustion (monoxyde de carbone, acide cyanhydrique, dioxyde d'azote et de nombreux autres gaz).

L'hypoxie (l'insuffisance ou le manque d'oxygène dans l'air) peut entraîner une diminution des performances physiques, de la confusion et une incapacité à s'échapper en cas de danger.

L'exposition à ces risques dépend également des fonctions du pompier (les équipes qui entrent dans le bâtiment en flammes et ceux qui effectuent le déblaiement une fois que l'incendie est éteint ne sont pas exposés aux mêmes risques).

La présence de polluants tel que l'amiante et autres particules solides en suspensions doit être prise en compte. Ces polluants peuvent également agir par voie cutanée directe ou indirecte (via les équipements et matériels souillés).

¹⁵ Annexe B - Fiche scientifique FSCI-HOM : l'Homme face au feu et aux fumées

4.6. Risques phénomènes thermiques, explosion et explosion de poussière

Les incendies peuvent créer des situations dangereuses, notamment l'inflammation soudaine de matériaux qui engendre un embrasement instantané, des explosions de fumée avec un apport soudain d'air dans un local surchauffé où l'atmosphère est pauvre en oxygène. Les intervenants doivent rester attentifs aux signes annonciateurs de phénomènes. Leurs conséquences sur l'homme sont de types brûlures par effet thermique, de type surpression par effet de blast et traumatisant par effet de projection. Il y a un risque élevé de brûlures lié au niveau et au temps d'exposition face au rayonnement et aux écoulements de fumées, cet effet est aggravé par la vapeur.

4.7. Risques liés à la fragilisation des structures

Les structures sont fragilisées par le feu et perdent leurs caractéristiques (chaleur, destruction, eaux d'extinction). Les bâtiments désaffectés, abandonnés présentent des risques d'effondrement par le manque d'entretien ou par la destruction partielle d'éléments porteurs. Les chutes de matériaux peuvent intervenir à tout moment (chute de tuiles ou pan de mur). Les bâtiments à ossatures métalliques présentent un fort risque de ruine et s'effondrer. Les intervenants doivent à nouveau rechercher les signes annonciateurs de type craquements, fléchissements ou déformation des ouvrants intéressant des grands volumes ou élément tel que conduit de cheminée.

Ces éléments ont une influence importante sur la sécurité des intervenants, mais remet également potentiellement en cause la poursuite de l'exploitation du bâtiment.

4.8. Risques liés à l'électricité

Le risque électrique est présent partout, à l'intérieur comme à l'extérieur de bâtiments, dans le domaine domestique, sur site industriel ou bien dans l'environnement (lignes électriques aériennes). Les branchements sont quelques fois non réglementaires, doublés ou temporaires, donc même si la coupure principale est effectuée, il faut rester attentif.

Le personnel doit se prémunir de ce risque insidieux :

- Sur voie publique lors du positionnement des engins (échelle à mains, MEA, lignes ferroviaires tramway) ;
- Dans les structures à travers le cheminement (câblage classique, installations particulières telles que les panneaux photovoltaïques) ;
- Lors de l'utilisation de lance et plus généralement de l'eau ;
- Pendant le déblai et notamment lors du dégarnissage.

Le principe de précaution est de rigueur, l'éloignement face au risque et la mise en sécurité de l'installation en sont les principes, en collaboration avec les services spécialisés.

4.9. Risques liés à la présence d'autres installations ou produits dangereux

Selon la nature de la structure et de l'activité ou des activités qui y sont exercées, les équipes sont susceptibles de rencontrer d'autres risques. Là encore, la culture opérationnelle doit conduire le sapeur-pompier en général, à s'interroger sur ces risques :

- Gaz (de ville, en bouteille ou en réseau local) ;
- Fluides industriels ;
- ...