

Approche tactique des feux de locaux

Position des intervenants, zones de danger et de sécurité, choix des actions
« **Attaquer pour sauver** »

Pierre-Louis Lamballais

V 1.50



Version 1.50	4
Introduction	4
Nommer les faces	4
Les phénomènes dangereux	4
Les phénomènes explosifs.....	4
Remarques sur les explosions.....	5
Les phénomènes non-explosifs	6
Progression Rapide du Feu	6
Vitesse de progression	6
Distance de progression.....	6
La mobilité du danger	7
Prévoir l'évolution.....	7
Quelques cas concrets.....	7
Neuilly (France).....	7
Rue de Galilée (Paris - France).....	8
Blaina (Grande-Bretagne)	8
Keokuk (Iowa – USA)	9
Bristol (Grande-Bretagne) - Leo's supermarket.....	10
Magny le Hongre (Seine et Marne - France)	11
Gillender Street – Londres (Grande Bretagne).....	11
Morris Heights – Bronx - New-York (USA).....	13
Winnipeg (Province du Manitoba - Canada).....	13
Différences entre ces interventions	13
Similitudes entre ces interventions	13
Première conclusion	15
Positionnement des intervenants: trois zones	15
Zone 1 : les engins.....	16
Zone 2 : investigation.....	16
Zone 3 : l'attaque	16
Les dangers : trois zones	17
Zone A : local en feu.....	17
Zone B : structure bâtementaire.....	17
Zone C : extérieur	19
Superposition des zones de position et de danger	19
Evolution de la situation	20
Qui provoque l'augmentation du danger ?.....	21
Feu contrôlé par le comburant	21
Ventilation « invisible »	22
Exemple d'accidents potentiels	22
Première hypothèse.....	23
Seconde hypothèse	23
Méthodes d'approche	24
Qu'est ce qu'un local ?	24
Approche par la lecture du feu.....	24
Approche par l'aide « informatisée » à la décision	25
Approche volumique	26
Les 5 éléments de l'approche volumique	27
Le volume général	27
La hauteur de la structure	27
La surface des locaux.....	27
Orientations des locaux	28
Orientation du vent.....	28
Nouvelle méthodologie : 4 zones	29
Zone 1 - Les engins	29
Zones complémentaires	30
Prévoir le pire	30
Zone 2 - Zone de pré-pénétration	30
La rubalise	31
Les échelles	31

Evolution du rôle du chef.....	33
Contrôle du point d'entrée.....	33
L'homme « de la porte ».....	34
Zone 3 – Progression.....	34
Progresser au-delà de 20m?.....	35
Zone 4 – Zone d'attaque.....	35
Attaque ou sauvetage ?.....	35
L'état du feu à l'arrivée des secours.....	35
Phase « post-plein développement ».....	36
Phase de plein-développement.....	36
Phase « pré - plein développement ».....	36
Faire évoluer la situation : les exutoires.....	36
Faire évoluer la situation : l'attaque intérieure.....	37
Les types de victimes.....	37
Victimes valides et mobiles.....	37
Victimes valides et piégées.....	37
Victimes non-valides.....	38
Victimes non-valides mais visibles.....	38
Victimes non-valides et non-visibles.....	39
Croire les témoins ?.....	39
Sauver ou attaquer pour sauver ?.....	40
Simulation d'un incendie.....	41
La structure.....	41
Situation de départ.....	41
Les ouvrants.....	41
Le déroulement.....	42
L'arrivée des secours.....	42
Sauver ou attaquer?.....	43
Analyse.....	45
Evolution de la situation.....	45
Trois sortes de locaux.....	45
Le local en feu.....	45
Les locaux enfumés.....	45
Les locaux sains.....	46
Une attaque assez facile.....	46
Résumé.....	48
La ventilation.....	48
Les points principaux.....	49
Les points « bonus ».....	49
Simulation de la ventilation sous FDS.....	49
Un bon usage.....	50
Une approche tactique globale.....	51
Tactique de base.....	51
Le déblai.....	52
Conclusion.....	52
Note sur le feu du Bronx.....	52
Bibliographie.....	52
L'auteur.....	53

Version 1.50

Peu de temps après la parution de la première version de ce document, en voici une version 1.50. Celle-ci diffère de la première par l'ajout du descriptif de l'accident de Winnipeg (Canada, Février 2007) et par l'ajout d'un petit paragraphe sur la ventilation opérationnelle. L'objectif n'est pas de chercher à décrire complètement cette technique, mais de replacer la ventilation dans le contexte général de ce document afin de faire comprendre comment elle peut aider à remplir la mission, avec un choix qui n'est pas « **attaquer ou sauver** », mais plutôt « **attaquer pour sauver** ».

Introduction

Les documents « Eau et feu » et « Jet-Débit-Action » constituent un ensemble permettant d'aborder la problématique des feux de locaux, de façon assez complète. « Eau et feu » permet d'établir de façon assez précise les besoins en eau et permet à l'équipe des premiers intervenants, de déterminer les actions qu'elle peut espérer réussir, suivant la superficie du local et les moyens hydraulique dont elle dispose.

Le porte lance apprendra, au travers de « Jet-Débit-Action », comment mettre en adéquation les actions qu'il veut réussir et les réglages de sa lance. Tout ceci se faisant dans le cadre de l'étude des Progressions Rapides du Feu (PRF).

A priori, la boucle était bouclée, mais plusieurs descriptifs d'interventions, dont certaines ont eu des issues assez tragiques, nous ont amené à revoir notre position car, dans de nombreux cas, c'est le positionnement initial des équipes qui pose problème. Or, étonnamment, rares sont les rapports d'intervention qui mettent l'accent sur ce point. Le plus souvent les explications sont recherchées dans l'équipement et les préconisations sont orientées vers l'achat de nouveaux outils, vers des passages en simulateurs etc... Mais jamais nous n'avons trouvé de réponse à la question essentielle concernant les blessés ou, plus tragiquement les morts: « *que faisaient-ils là ?* ».

L'approche tactique d'un feu de local méritait donc une analyse. C'est ce que tentera de faire ce document, en se basant sur les incendies concernant des structures de type appartement, maison individuelle etc... L'approche des feux de plus grande ampleur n'étant pas traitée ici.

Nommer les faces

Nous désignerons les faces des structures en utilisant le système Américain : la face d'attaque, donc la face principale pour les sapeurs-pompiers, est désignée sous le nom de face A (Alpha). C'est la face devant laquelle se présentent les secours. Les autres faces sont nommées en partant d'Alpha et en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre : la face située à gauche lorsque l'on est face à Alpha, est donc la face B (Bravo). Face arrière : C (Charlie), et la dernière, face D (Delta). Les explications sur ce principe et ses avantages ont été décrits dans un article disponible sur le site flashover.fr [14].

Les phénomènes dangereux

Afin de pouvoir établir une stratégie répondant aux impératifs de sécurité, nous allons faire un rapide tour d'horizon des phénomènes dangereux qui peuvent se produire [3].

Nous classerons ces phénomènes en deux catégories : les phénomènes explosifs, et les phénomènes non explosifs.

Les phénomènes explosifs

Backdraft - Provoqué généralement par l'apport de comburant dans un local qui en manque, ce local contenant une quantité importante de gaz combustible. Typiquement, c'est un local dans lequel le feu s'est développé, mais dans lequel l'apport en comburant (par un ouvrant) est devenu rapidement trop faible par rapport aux besoins du feu.

L'inflammation provoquant une forte augmentation de volume des gaz, le phénomène est explosif. Le danger est parfois repérable par une forte concentration de fumée qui sort par le bas des ouvertures (bas de portes par exemple). La sensation de chaleur n'est pas toujours présente, ce qui complique souvent l'analyse du danger.

Smoke explosion – Provoqué par l'inflammation d'un mélange gaz combustible + comburant, piégé dans un local, généralement autre que celui en feu. Exemple : des éléments, présents dans un local voisin à celui en feu, ont émis des gaz de pyrolyse (fumée blanche) hautement inflammables, qui sont donc mélangés avec le comburant qui est dans cette pièce. Un apport d'énergie (matériel non Atex, percement d'une cloison etc...) permettra l'inflammation des gaz. Lorsqu'ils sont dans un local, la surpression engendra un effet explosif.

Le backdraft et la smoke-explosion sont donc des phénomènes explosifs. Cela semble évident, et pourtant l'ampleur des dégâts est souvent négligée. Le 9 février 2004, le toit de l'église Luthérienne St John, à Sycamore (Illinois – USA) a été soufflé par un backdraft qui s'est produit alors que les sapeurs-pompiers entraient par un couloir. Au Texas, lors d'un feu dans un garage automobile, le rideau métallique qui protégeait le magasin était tellement bien fixé que c'est une partie de la façade qui est partie, suite au backdraft qui s'est déclenché.

Nous sommes donc face à des phénomènes qui non seulement vont déplacer un front de flamme mortel pour les personnes se trouvant sur son passage, mais qui vont également « blaster » les intervenants et détruire ou au minimum fragiliser la structure, avec toutes les chutes ou projections de débris que cela implique.

Ces phénomènes dépassent largement le cadre de la structure bâimentaire : du personnel stationné face au local ou même un véhicule garé à quelques mètres, seront fortement endommagés lorsqu'un tel phénomène se produira.

Remarques sur les explosions

Quatre points sont à préciser, au sujet des explosions :

- La puissance. Comme indiquée dans le PowerPoint qui accompagne le Kit Mini-maison [4], la puissance de l'explosion va dépendre en grande partie de la qualité du mélange lors de l'apport d'énergie de déclenchement. Pour un même local, dans les mêmes conditions apparentes, la puissance peut être très différente. Ainsi, si le local en mode pré-backdraft, possède une petite aération en partie haute, celle-ci permettra une légère évacuation des gaz et l'explosion sera moins puissante. Cette puissance d'explosion est également dépendante de la configuration du bâtiment : si l'explosion survient dans la pièce dont la porte donne sur l'extérieur, la « boule de feu » qui sortira sera d'un grand diamètre mais n'ira pas très loin. Au contraire, si le local qui explose est relié à l'extérieur par un couloir, la boule de feu sera moins grosse, mais ira plus loin. La dimensions de la zone sur laquelle le danger sera présent est donc très variable. Des informations sur cette taille se trouvent dans le document « Anatomie d'un backdraft » [15] ainsi que dans l'article relatif aux travaux de Christian Pérez Jiménez [20].
- La direction de l'explosion. Habituellement elle se fait par l'ouverture qui a été pratiquée et dans un sens relativement rectiligne. Mais ce n'est pas toujours le cas. Dans le cas du backdraft l'apport d'air peut se faire par un passage qui n'est pas forcément propice à la sortie de l'onde de choc, qui sortira par l'endroit le plus faible de la structure. Dans le cas du backdraft de l'église St John (Illinois-USA) [10], l'apport d'air au lieu par le couloir menant à la sacristie. Or ce couloir étant assez long et étroit, ce n'est pas ce chemin que l'explosion a pris, mais le chemin du toit, qui s'est soulevé de plusieurs mètres. C'est le même phénomène qui s'est produit lors du backdraft de la minoterie d'Ernée (Mayenne-France) : l'apport d'air a été produit par un bris de vitre en partie basse du local et l'explosion est partie vers le haut, détruisant la verrière située plusieurs étages au-dessus.
- Le délais. Dans le cas d'une smoke-explosion, dès que l'élément déclencheur est présent, il y a explosion. Dans le cas d'un backdraft, il faut que le mélange évolue mais aussi que l'élément déclencheur (retour de flammes sur les braises par exemple) soit présent. Cela peut prendre 2 à 3 secondes, 1 à 2 minutes ou même plus. Paul Grimwood cite ainsi le cas d'un backdraft qui s'est déclenché près de 30 minutes après la création d'une ouverture.
- Les signes. Si la littérature laisse penser que les phénomènes explosifs émettent des signes avant de se produire, la réalité est souvent tout autre. En tout cas, il est fort rare que les signes soient tous présents. Il suffit que la porte soit bien isolée pour que la chaleur ne se

ressente pas ou que la fumée ne passe pas. Quel que soit le danger potentiel, il faut donc prendre comme base un principe simple : moins il y a de signes, plus il y a danger.

Les phénomènes non-explosifs

Flashover – A un certain moment, dans un local, les conditions sont telles que ce local est rempli de gaz combustible et que les éléments du local (mobilier, moquette...) sont soumis à un fort rayonnement thermique. Tous les éléments émettent des gaz de pyrolyse, et de nombreuses flammes sont souvent présentes, sur plusieurs éléments. Toutes ces flammes vont se rejoindre soudainement pour ne plus en former qu'une seule, dont le volume sera supérieur au volume du local, et qui donc sortira par les ouvertures. Ce moment du passage entre des flammes distinctes et des éléments chauds, à une seule grande flamme immense, c'est le flashover. Il est favorisé par la ventilation : les ouvertures de portes non-maitrisées sont des facteurs d'accélération ou même de déclenchement du flashover. Le seuil thermique nécessaire au déclenchement de ce phénomène est calculable mathématiquement, entre autres par la Corrélacion de Thomas [5].

Flash-fire – Comparable à la smoke-explosion, sauf qu'ici il n'est pas explosif. Un couloir qui touche le local en feu peut se trouver rempli de gaz de pyrolyse. A l'ouverture de la porte du local en feu, les flammes peuvent sortir par le haut de la porte et embraser la masse de gaz de pyrolyse, concentré dans le couloir. C'est un flash-fire.

Progression Rapide du Feu

Si nous contentons désormais de cette appellation c'est qu'elle résume à elle seule l'ensemble des problèmes. Alors qu'un feu progresse lentement sur des objets, il progresse rapidement dans les masses gazeuses. Or, le feu de local est un feu qui, par la présence d'un plafond, produit une forte concentration de fumées, de différentes apparences (formes, consistances, couleurs...) mais en tout cas, toujours combustibles.

Lorsqu'il se propage au travers de cette masse gazeuse, le feu prend de vitesse n'importe quel intervenant. Et lorsque cette masse combustible est concentrée dans un lieu clos ou du moins assez peu ouvert, la propagation se fait sous forme explosive.

Le feu de local est donc constitué d'un élément solide (chaise, fauteuil, télévision...) qui constitue le foyer initial et qui génère un autre élément combustible, gazeux, dans lequel la progression sera rapide, voir explosive, mais toujours très dangereuse.

Vitesse de progression

La vitesse de progression, donc de déplacement du front de flamme, est le premier point à prendre en compte car il conditionne une partie des choix tactiques : mettre en œuvre de faibles moyens en espérant avoir le temps de les renforcer en cas de problème est une utopie. Les intervenants ont les moyens, ou ne les ont pas, mais dans ce cas, lorsque les problèmes arriveront, il sera trop tard.

Lorsque nous parlons de progression « rapide » nous sommes sur des durées inférieures à 4 secondes compte tenu du combustible « gazeux » qui est impliqué. Concrètement, avoir une lance sans eau et attendre que l'eau arrive du camion, ou ne pas avoir de lance du tout, c'est à peu près la même chose !

Dans le même ordre d'idée, le positionnement des intervenants ne pourra plus être modifié « à l'apparition du problème ».

Distance de progression

C'est la distance sur laquelle la progression des phénomènes pourra se faire. Dès le début de l'incendie, les gaz combustibles ont tendance à s'infiltrer partout. Ils peuvent être visibles, mais pas toujours : les cloisons creuses, les faux plafonds etc... sont autant de zones dans lesquelles la fumée s'infiltrer. Elle peut échapper totalement à la surveillance des intervenants, passer au-dessus ou à côté d'eux sans qu'ils s'en rendent compte.

Lorsque l'on sait qu'une simple paire de chaussure de type « après-ski » produit environ 2500m³ de fumée [1], on comprend que le local, quel qu'il soit, ne sera jamais assez grand pour contenir la fumée produite par un incendie.

A ceci s'ajoute le problème de l'augmentation de volume. La Loi de Charles qui établit que les gaz chauds se dilatent, trouve ici (une nouvelle fois !) son application : les fumées viennent du feu, elles

sont chaudes, légères, s'infiltrant partout et sont donc aussi très volumineuses. Lorsqu'elles prendront feu, elles augmenteront encore en température donc en volume.

La mobilité du danger

La vitesse de progression, mais surtout la distance de progression de ce danger, sont variables, tout au long de l'intervention. Nous ne parlons pas forcément ici de la distance en sens de la progression de l'onde de choc d'une explosion. Nous parlons du déplacement des fumées avant que celles-ci n'explosent ou ne prennent feu.

Le danger peut très bien se déplacer de plusieurs mètres, voir de plusieurs dizaines de mètres, suite à la simple ouverture d'une porte.

Nous pouvons donc avoir un danger potentiel dans une pièce, puis déclenchement de l'événement dont l'effet sera confiné à la pièce d'origine du danger.

Nous pouvons également avoir un danger potentiel dans une pièce et, à la survenue de l'événement, expansion du phénomène en dehors de cette pièce.

Mais nous pouvons également avoir un danger potentiel dans une pièce, puis déplacement de ce danger soit dans un couloir, soit dans d'autres pièces, avant déclenchement de l'événement. Ensuite, lorsque le phénomène se déclenchera, il pourra rester à l'endroit de son « déclenchement » ou s'étendre à son tour.

Prévoir l'évolution...

A l'arrivée sur les lieux, soit le local est totalement embrasé et dans ce cas le feu se traitera de l'extérieur (et ce n'est donc plus un « feu de local »), soit le feu est encore dans sa phase de croissance. Comme indiqué dans le document « Eau et Feu » [2], ce cas se présentera de plus en plus souvent, entre autres à cause des détecteurs de fumées.

Du point de vue tactique, cette particularité à un impact important et nous en tirerons rapidement la conclusion suivante :

Aucune approche tactique ne sera performante si elle est basée uniquement sur l'analyse de la situation à l'arrivée sur les lieux, car la mobilité du feu, des fumées etc... sont des points beaucoup trop complexes pour être anticipés de façon exacte par un être humain qui, en plus, n'a pas de connaissance parfaite des lieux.

Il faudra obligatoirement trouver une autre approche tactique, en prenant en compte, non pas la situation, mais plutôt des éléments simples qui ne changeront pas durant l'intervention.

En plus, et même si cela paraît paradoxal, nous verrons que les actions des sapeurs-pompiers peuvent avoir des effets contraires à ceux espérés.

Quelques cas concrets...

Passons en revue quelques interventions ayant débouchées sur des accidents, en réalisant une analyse rapide des circonstances.

Neuilly (France)

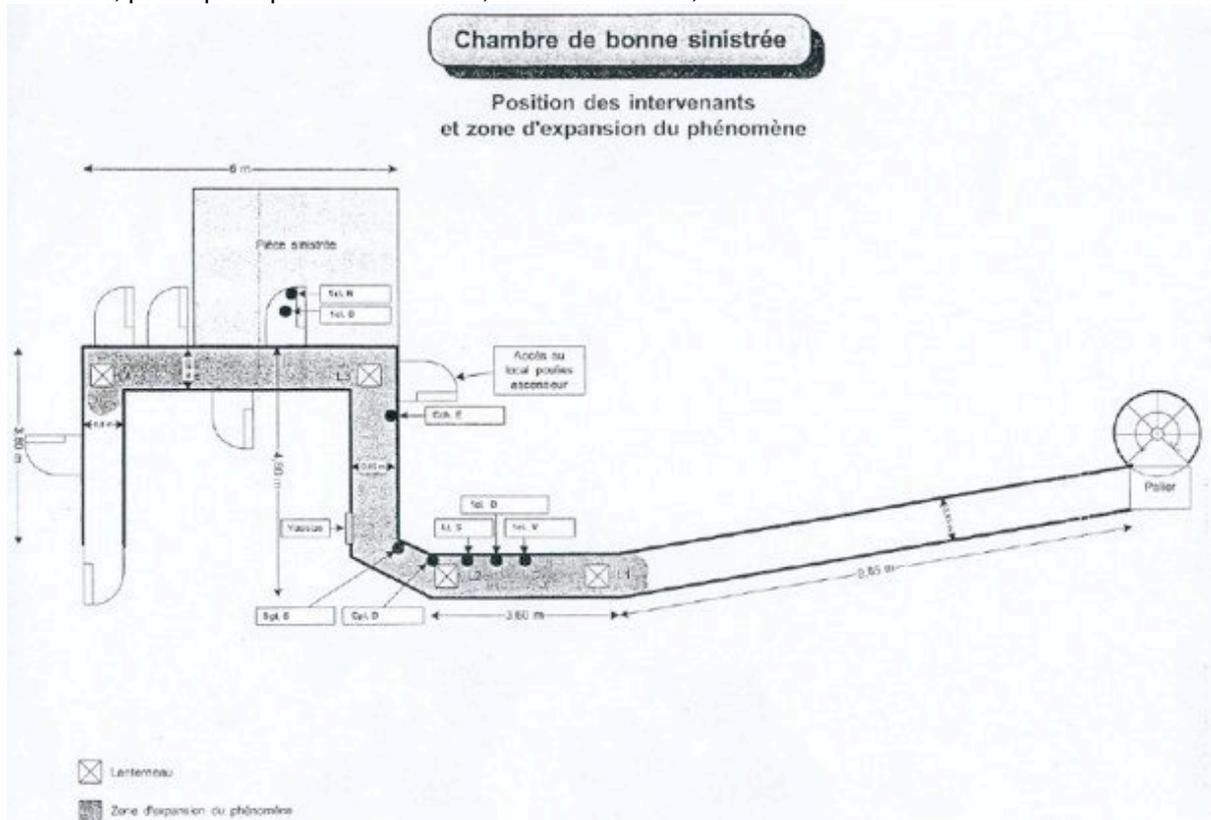
Le 14 septembre 2002, 5 sapeurs-pompiers de la caserne de Champperret (5^{ème} Compagnie de la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris) décèdent lors d'un feu de chambre de bonne, sur le secteur de Neuilly. Un vent assez fort souffle contre une petite fenêtre ouverte sur le local, situé dans les derniers étages d'un immeuble. Les intervenants se présentent dans le couloir, face à cette porte. Ont-ils ouvert cette porte où celle-ci a-t-elle cédé, cela reste difficile à dire. En tout cas, la puissance du vent associé à la surpression déclenche une explosion, qui s'engouffre dans le couloir. Le front de flamme perdure plusieurs minutes. A l'étage supérieur, une ouverture a été pratiquée, qui semble avoir incité le feu à remonter par la cage d'escalier.

Les intervenants n'ont a priori pas fait usage de leur lance et ne se trouvaient pas dans le local en feu lors de l'accident. Certains se trouvaient pratiquement à l'autre bout du couloir. Le phénomène a été classé comme étant un backdraft haute-pression, mais la durée de présence du front de flamme conduit à opter pour un « forced-draft » [12]

Rue de Galilée (Paris - France)

Le 3 Novembre 2004, les Sapeurs-Pompiers Parisiens sont alertés pour un départ de feu dans une chambre de bonne située dans un immeuble de la rue Galilée, à Paris. Le local, de très petite taille, est accessible par un couloir qui débouche sur un escalier extérieur, métallique. L'équipe est engagée dans l'escalier et met en œuvre son dispositif au niveau du couloir. La progression se fait sans détecter de signes particuliers : légère fumée, pas de chaleur, pas d'émission de fumée au niveau de la porte (ni sur-pression, ni chaleur). A ce stade, l'ensemble du personnel se trouve dans le couloir, les sapeurs-pompiers étant les uns derrière les autres. Les premiers sont en tenues de feu avec appareil respiratoire, mais pas les derniers. A l'ouverture de la porte du local, la situation s'avère peu conforme à ce qui est attendu entre autres à cause de la présence d'un plafond de fumée assez dense. L'apport de comburant se fait en partie basse via le couloir, alimenté en air frais par la porte donnant sur l'escalier, qui est restée ouverte (les intervenants ont nettement ressenti l'aspiration en partie basse). En même temps, la fumée est extraire du local, passe au-dessus de la tête du personnel stationné dans le couloir, pour s'échapper par le vasistas.

Le feu repart sur le matelas, et il se produit alors un backdraft, très typique. Celui-ci se déclenchant assez tardivement, le mélange a sans doute eu le temps de redevenir assez pauvre. Le résultat n'est donc pas extrêmement violent, et c'est plutôt un rapide déplacement du front de flamme qui traverse le couloir, provoquant plusieurs brûlures, mais ni « blast », ni effondrement.



Blaina (Grande-Bretagne)

Le 1er Février 1996 à Blaina (Sud du Pays de Galles - Grande Bretagne), les deux sapeurs-pompiers Kevin Lane et Stephen Griffin décèdent dans l'embrasement soudain de l'étage d'une petite habitation en feu. A leur arrivée le feu ne concerne que la cuisine, situé à l'arrière de l'habitation, et dont la fenêtre a cédé quelques minutes auparavant sous l'effet de la chaleur.

Des témoins ayant indiqué la présence d'enfants à l'étage, les deux sapeurs-pompiers montent par l'escalier qui se trouve juste au niveau de la porte d'entrée, sans faire usage de leurs moyens hydrauliques. Leur première exploration les amène à trouver un enfant qu'ils sortent mais qui est déjà en arrêt cardiaque. Lors de leur montée, ils ont détecté une chaleur assez importante en hauteur. Ils remontent pour chercher une seconde victime (qui en fait n'existe pas), et se trouvent pris dans un embrasement violent de toute la partie supérieure de l'habitation.

Le feu, situé en partie inférieure, a produit des gaz combustibles qui se sont accumulés à l'étage. Par leur pénétration dans l'habitation, les intervenants ont permis la ventilation du foyer principal, qui a

progressivement gagné en ampleur. Cet accroissement n'a pas été immédiat, sans doute à cause de la distance qui sépare la porte d'entrée du local en feu. A un certain moment, le feu s'est communiqué aux gaz piégés en partie haute, soit par percement du plafond de la cuisine, soit par simple élévation de température, soit par des rouleaux de flammes qui sont partis de la cuisine et qui ont été attirés par la cage d'escalier etc... (plusieurs hypothèses possibles).

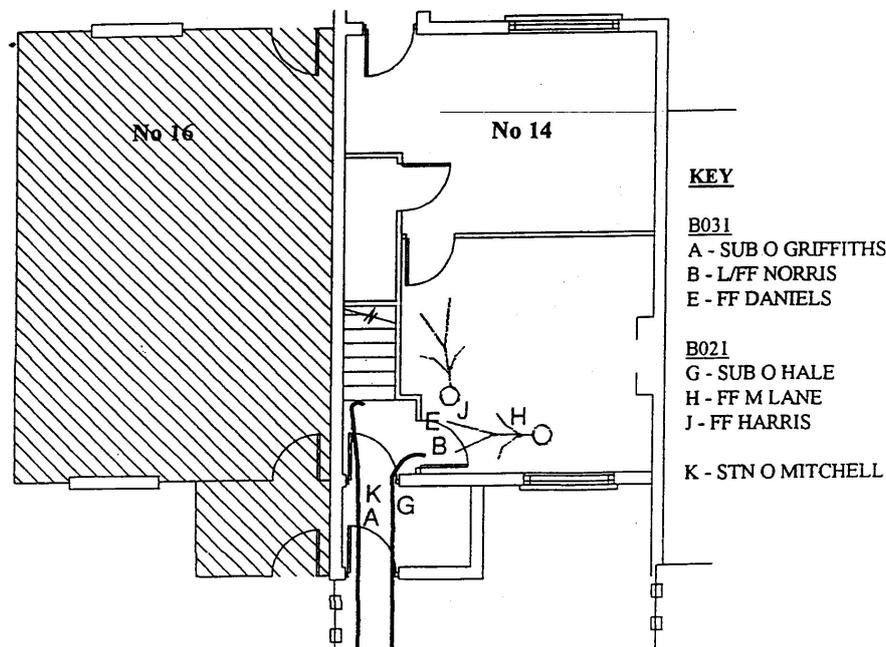


FIGURE 5

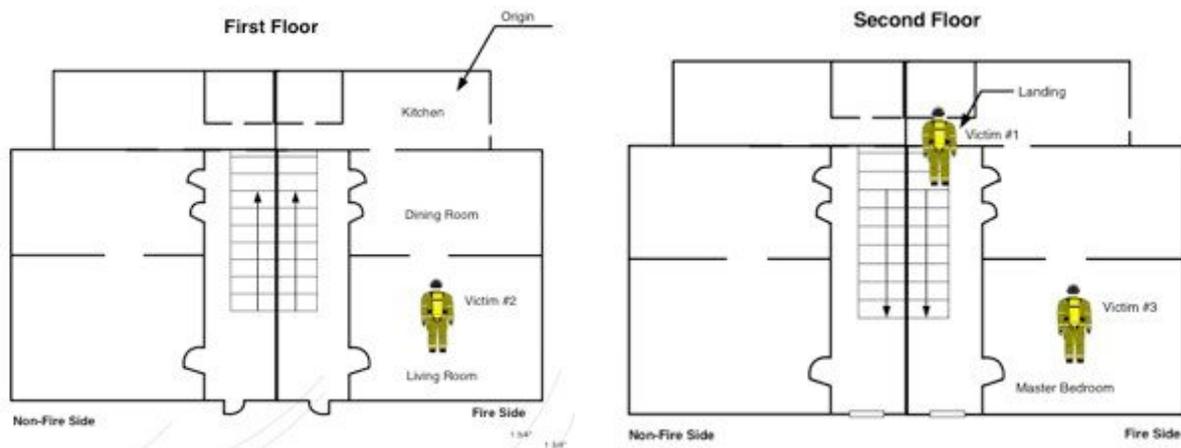
Keokuk (Iowa – USA)

Le 22 Décembre 1999, 3 sapeurs-pompiers décèdent dans l'incendie d'une maison individuelle sur le secteur de Keokuk, dans l'Iowa (USA). Ils étaient en train de chercher des victimes potentielles et se sont trouvés piégés dans la maison. Le rapport indique que lors de la mise en place des moyens hydrauliques en façade, une importante fumée a été détectée, mais peu de chaleur. A l'arrivée des secours, la mère et un enfant se trouvaient piégés. Apparemment visibles de l'extérieur, ils ont été sauvés grâce à une échelle. Deux autres enfants, piégés à l'intérieur ont été sortis par les sapeurs-pompiers, mais ont été déclarés morts à leur arrivée à l'hôpital.

Les sauveteurs sont sans doute retournés dans le local pour chercher d'autres victimes, tandis que les intervenants restés à l'extérieur ont voulu commencer à attaquer le feu. Ils se sont alors rendu compte que le tuyau qui avait été précédemment mis en place et qui rentrait dans le local (mais qui n'avait donc pas été utilisé), avait été détruit par les flammes. Le rapport et la modélisation du feu ont établi qu'un flashover s'était produit dans la salle à manger, au rez-de-chaussée. La puissance thermique, associée à la ventilation provoquée par l'entrée des secouristes dans la structure, a permis à un second flashover de se produire dans le salon. Les secouristes étant à cet instant à l'étage, ils ont « tracés » un chemin pour la ventilation, chemin partant de la porte d'entrée de l'habitation (en bas), passant devant les pièces impliqués par le flashover, et remontant par l'escalier. Le flux thermique a donc piégé les deux sapeurs-pompiers présents à l'étage.

A aucun moment les sapeurs-pompiers n'ont procédé volontairement à une ventilation. Seule une fenêtre à l'arrière semble avoir été brisée par la police, présente sur les lieux et aidant au sauvetage. Cependant, des fenêtres avaient cédé sous l'effet de la chaleur, provoquant inévitablement des mouvements de masses gazeuses.

Les trois victimes portaient tous leur équipement de protection complet (tenue de feu, casque, cagoule, gants, appareil respiratoire). Ils avaient armé leur balise de détresse avant de pénétrer dans le local.



Bristol (Grande-Bretagne) - Leo's supermarket

Le dimanche 4 février 1996, le feu prend dans un local du supermarché « Leo », à Bristol. Le bâtiment, de forme assez allongée (60 m de long sur 40 m de large), est constitué d'une surface marchande au fond de laquelle se trouve des locaux plus petits. C'est dans l'un d'entre eux que le départ de feu a lieu. La première équipe se présentant sur les lieux, procède à l'attaque, sur l'arrière du bâtiment. A l'arrivée des renforts, il est décidé de procéder à des investigations par le devant du bâtiment : des clients seraient sans doute encore dedans (ce qui se révèle faux). L'entrée principale du magasin est donc ouverte, et deux sapeurs-pompiers pénètrent, avec leurs appareils respiratoires, pour chercher d'éventuelles victimes.

Ils sont à environ 40 m du local en feu, dans lequel l'extinction se poursuit et se déplacent de biais, donc sans se rapprocher réellement du local en feu. En quelques secondes, la fumée piégée au plafond de la surface marchande, donc sur une zone d'environ 40 m, prend feu : le front de flamme part du local en feu, enflamme toute la fumée pour se diriger vers la porte principale. L'un des deux sapeurs-pompiers réussit à se sauver rapidement, le second, une femme de 21 ans, Fleur Lombard, n'arrive pas à sortir et meurt dans le local embrasé.

Les intervenants ont tous remarqué de fortes turbulences dans les fumées. A ceci plusieurs raisons : d'abord la vigueur du feu initial, qui produit des fumées à partir d'un local dans un autre. Ensuite l'ouverture de la porte de façade, alors que des ouvertures sont également créées à l'arrière du bâtiment, a certainement été propice à la création de « courant d'airs ». Enfin, les plafonds des supermarchés sont souvent composés d'éléments assez complexes qui favorisent la création de sous-zones « pièges ».

La première hypothèse émise a été celle d'un flashover. Pourtant, après analyse, Paul Grimwood a opté pour l'hypothèse d'un backdraft, car dans le cas d'un flashover, il n'y a pas de tel déplacement du front de flamme, mais embrasement de la totalité du local, dont les éléments sont surchauffés. Par contre, dans le cas présent, la quantité de fumée dégagée est importante. Il y a bien des ouvertures qui en permettent l'évacuation, mais celles-ci sont insuffisantes. Il y a donc concentration de gaz combustible, trop riche, et présence d'une possibilité d'inflammation à partir du local qui est encore en feu. Dès que la porte principale est ouverte pour laisser passer les deux sapeurs-pompiers, la masse gazeuse est brassée et reçoit du comburant. Le résultat n'est pas réellement explosif, pour la simple raison que le point chaud est présent sous forme de flamme. Il suffit donc qu'une infime partie du combustible soit mélangé à l'air entrant pour que le mélange commence à prendre feu.

Si les deux sapeurs-pompiers étaient entrés quelques minutes plus tard, donc après extinction du foyer initial, cela aurait pu déboucher sur l'un des deux événements suivants :

- Absence de phénomène. Les braises sont noyées, le mélange combustible - comburant redevient inflammable mais il n'y a pas de point d'ignition. Le mélange continue donc à évoluer puis devient trop pauvre. *Rappel : les braises ne constituent pas un point d'ignition suffisant pour enflammer un mélange gazeux [3].*
- Explosion très violente. Le mélange redevient correct : l'ensemble du bâtiment est donc rempli par ce mélange explosif qui ne prend pas feu puisque le foyer est éteint. L'apport d'air favorise la reprise du foyer. Dès que des flammes réapparaissent sur les braises, elles mettent le feu au mélange gazeux et c'est la totalité du bâtiment qui explose.

Magny le Hongre (Seine et Marne - France)

Le dimanche 29 janvier, un feu se déclare dans le sauna de l'espace détente de l'hôtel Moeven Pick sur la commune de Magny Le Hongre. La configuration du local est assez complexe.

A l'arrivée le chef du premier engin entre dans le local pour chercher le foyer et demande la mise en œuvre d'une lance avec débit potentiel de 500lpm.

Devant la porte du sauna, le chef du premier engin, rejoint par celui du deuxième engin, décèlent des signes pré-backdraft (fenêtre opaque, chaleur), mais pas de fumées sortant par les interstices. Seul un léger voile de fumée est présent au plafond. Il est alors demandé au porte lance de rester dans le recoin, à l'angle du solarium et de ne pas ouvrir la porte.

Les deux hommes circulent assez longuement dans les locaux. Le rapport indique même « *Un policier tient la porte donnant sur le hall* ».

Retournant pour contrôler le chef du binôme d'attaque, le chef du premier engin « *entend un souffle (« brouffff ») et voit une boule de feu arriver sur lui. Au même moment, le chef d'agrès du deuxième engin (FPT2), encore dans le couloir, à proximité du hall, reçoit le faux plafond sur la tête et ressent une vive chaleur. Il voit le chef de groupe sortir avec deux policiers puis le chef d'agrès du FPT1. »*

Rouge : sapeurs-pompiers

Bleu : policiers

1 : Chef Binôme Engin 2
(porte lance au moment de l'explosion)

2 : Chef Engin 1

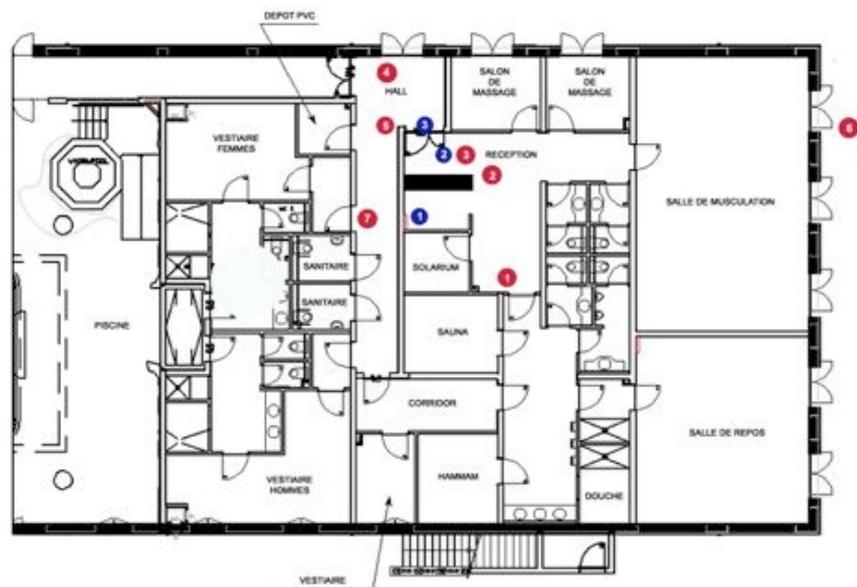
3 : Chef de groupe

4 : Chef Engin 2

5 : Chef Binôme Engin 2

6 : Equipier Binôme engin 1

6 : Equipier Binôme engin 2



Plusieurs points ressortent de cette opération :

- Les ouvertures de portes ont été nombreuses et ont permis une ventilation importante du local donc un apport de comburant.
- Le binôme d'alimentation est entré dans la structure, tout comme un nombre important de personnes (policier, chef des engins, chef de groupe...)
- Le porte lance (binôme d'attaque) se trouve en position alors qu'il n'a pas d'eau et qu'il n'est pas complètement équipé (son appareil respiratoire n'est pas en service, sa balise de détresse n'est pas activée au moment du phénomène).
- Le binôme d'attaque est dissocié. Le chef est dans le local et l'équipier est dehors. Cela s'explique par le fait que la mise en œuvre des tuyaux et de la lance s'est effectuée dans le local et pas avant de pénétrer dans celui-ci.
- L'explosion est de très faible ampleur : avec un backdraft ayant la violence de celui de l'église St John [10], la structure se serait sans doute partiellement effondrée. De plus, les personnes présentes dans la zone « réception » (soit 6 personnes !) aurait été « blastées » par l'onde de choc et serait certainement décédés.

L'effondrement du plafond et la forte chaleur qui en résulte, laissent penser que les fumées se sont peut-être accumulées dans le faux plafond et sans doute dans les parois.

Gillender Street – Londres (Grande Bretagne)

Le 10 juillet 1991, les secours sont appelés pour un feu dans un immeuble en briques, dans Gillender Street. La pièce impliquée se trouve au bout d'un couloir et l'accès à ce couloir se fait par un escalier.

Dès l'arrivée sur les lieux (14H36), le Chef de l'opération entre, se déplace dans le couloir, trouve le local en repérant 4 sources de lumière et demande alors la mise en œuvre d'une lance de petite puissance. La lance est établie et la porte du local est ouverte. La chaleur y est intense et la forte fumée gêne la vision. Les intervenants pénètrent d'environ 2m, sont incapables de situer le foyer, ressortent en laissant la lance sur place et estiment qu'une lance plus puissante est nécessaire. L'équipe, composée de 4 hommes, se divise : deux restent sur place, deux autres vont chercher une autre lance. Une seconde équipe arrive, alors que le couloir commence à se remplir de fumée. Cette seconde équipe entre dans le local sur environ 10m, en rampant, mais ne trouve toujours pas le foyer. La chaleur étant devenue très intense, cette équipe ressort et il est alors décidé d'établir une lance sur tuyaux de 70mm. L'équipe 3, avec cette lance, tente une entrée dans le local, mais les conditions se sont encore dégradées : la chaleur est devenu intenable et la visibilité nulle.

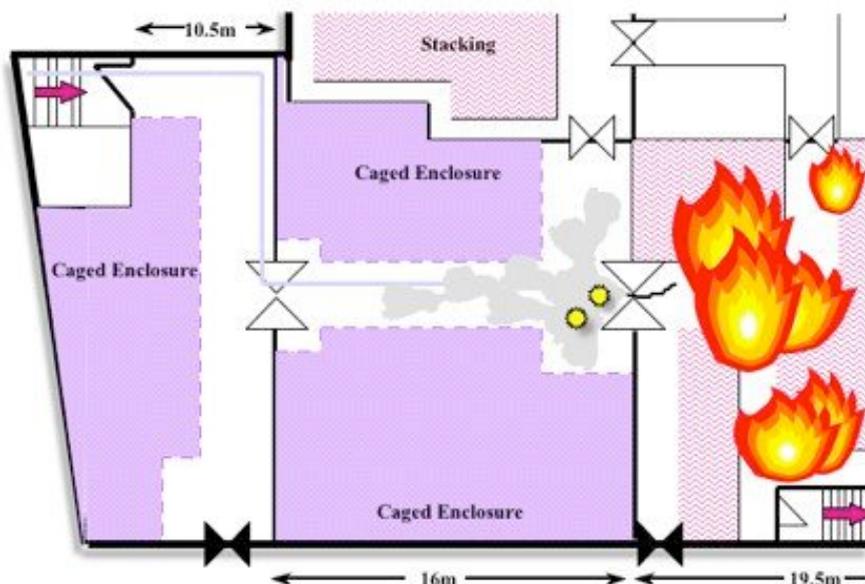
Progressivement les conditions se dégradent, le stress thermique augmente de façon alarmante, les bouteilles d'air commencent à se vider. C'est désormais le couloir qui est extrêmement chaud et dans lequel la visibilité est nul. Des brûlures commencent à se faire sentir sur les parties de peau mal protégées et les conditions devenant intenable, toute l'équipe décide de battre en retraite.

Afin de décider de l'action à conduire, le chef retourne une dernière fois dans le local : les conditions se sont tellement dégradées qu'il ordonne un repli immédiat.

Dans le couloir, la situation thermique est insoutenable et participe à la panique des différentes équipes : stress thermique, bruit, désorientation totale. Malgré la ligne guide, les hommes sont persuadés de partir dans la mauvaise direction. En fait, ils sont perturbés par la présence d'un système de dérivation, qui a été placé à l'embranchement du couloir, par d'autres équipes d'exploration. Certains poursuivent vers la sortie, tandis que d'autres retournent sans le savoir, vers le feu. Les sifflets des appareils respiratoires commencent à se mettre en marche, augmentant significativement les difficultés de communication et le niveau de stress.

Bouteille vide ou quasiment vide, les hommes ressortent, en ayant auparavant émis des messages de détresse. Il manque cependant deux sapeurs-pompiers.

Après plusieurs explorations, ce n'est que vers 17H45, que l'équipe de secours réussit à retrouver le corps des deux hommes, qui étaient retournés vers le feu. A ce moment, soit 3 heures après l'arrivée sur les lieux, le feu n'avait toujours pas été attaqué !



Cette intervention a été marquée essentiellement par les nombreux aller-retours entre l'extérieur et le local impliqué, en laissant à chaque fois les portes ouvertes. Non seulement cette ventilation a permis l'accroissement du foyer, donc le développement de la puissance thermique de celui-ci, mais en plus cette ventilation a permis la sortie des fumées dans le couloir.

Alors que celui-ci pouvait initialement être considéré comme une zone « tampon », permettant au personnel de se concerter et de préparer ses actions, le couloir est devenu progressivement un lieu dangereux, dans lequel les conditions se sont progressivement dégradées.

L'autre point c'est que les moyens prévus n'ont jamais été suffisants : le temps de les mettre en œuvre est toujours supérieur au temps qu'il faut au feu pour parvenir à un niveau encore plus fort. Les intervenants sont donc toujours en retard sur la progression du feu.

Morris Heights – Bronx - New-York (USA)

Le 23 janvier 2005, les sapeurs-pompiers de New-York sont appelés pour un feu dans un appartement au troisième étage au 236 Est 178ème rue dans Morris Heights. Le feu a vraisemblablement pris dans un matelas, suite aux étincelles de la prise d'un chauffage.

Six pompiers se sont portés au quatrième étage après avoir entendu dire qu'en haut, des locataires pouvaient avoir été piégés. Pendant ce temps, l'attaque est menée à l'étage inférieur, mais à priori les moyens hydrauliques ont faibli à cause du gel. L'attaque n'a donc pas réussi et les flammes sont passées au travers du plafond de l'appartement en feu, piégeant les sapeurs-pompiers au quatrième étage.

Tout en se dirigeant vers les fenêtres, ils ont alors commencé à émettre des appels au secours via leurs radios. Pris dans la fournaise, ils semblent n'avoir eu comme solution que celle de sauter.

Deux des six hommes (le Lt. Curtis W. Meyran, 46 ans et le Pompier John G. Bellew, 37 ans) sont décédés, les quatre autres ont été hospitalisés avec de nombreuses fractures.

Le premier point à noter c'est que l'attaque était en cours, mais que les hommes à l'étage, n'avaient pas connaissance de son niveau d'efficacité. Ensuite que l'équipe était engagée dans une recherche de victime, sur une supposition des témoins. Or, il s'est avéré que cette supposition était fautive : il y avait effectivement une personne au 4ème étage, mais elle s'était sauvée par le toit de l'immeuble avant l'arrivée des secours.

Winnipeg (Province du Manitoba - Canada)

Le dimanche 4 février, deux sapeurs-pompiers sont décédés lors d'une intervention pour feu dans une maison. A leur arrivée il leur a été signalé la présence de deux adolescents (les parents étaient absents). Deux des sapeurs-pompiers sont alors entrées pour les chercher et donc effectuer en priorité une action de sauvetage. Ils ont été surpris par l'inflammation violente des gaz accumulés et sont décédés des suites de leurs brûlures. Les quatre autres sapeurs-pompiers proches de la structure ont été blessés : brûlures, intoxication. Les deux adolescents étaient sortis par leur propres moyens.

A noter que le froid était très intense, ce qui a certainement accentué l'effet thermique, compte tenu de l'apport en comburant, favorisé par la différence de température [19].

Différences entre ces interventions

En premier nous constatons que ces interventions diffèrent sur plusieurs points :

- Lieux divers : certaines ont lieu sur des secteurs très urbanisés (Neuilly, Paris-Galilée), d'autres sur des secteurs plutôt ruraux (Blaina, Keokuk).
- Intervenants divers : volontaires, professionnels, militaires (cas de la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris).
- Structure bâtimementaires variées: local de très petite taille pour Paris - Galilée, en passant par un super marché (Bristol), un centre de remise en forme (Magny le Hongre), un immeuble (Bronx), habitation (Blaina, Keokuk, Winnipeg)
- Résultats divers: décès de la totalité des personnes impliquées (Neuilly, Blaina, Keokuk, Winnipeg), décès de quelques-uns (Bristol), brûlures (Paris - Galilée, Magny le Hongre).

Similitudes entre ces interventions

Ces différences ne doivent cependant pas cacher de grandes similitudes.

Nous ne sommes pas ici face à des cas de décès par effondrement durant des déblais, mais bien face à des accidents qui ont lieu durant la montée en puissance de l'incendie. Celui-ci, comme nous le savons déjà, possède quatre phases : la naissance (allumage, souvent anodin), la montée en puissance, qui va parfois jusqu'à l'embrasement (flashover). Ensuite la phase de stabilité, durant laquelle la structure est entièrement embrasée, et enfin le déclin par manque de combustible. Tous les accidents décrits ici se sont déroulés durant la phase de montée en puissance.

Or, c'est durant cette phase que nous définissons les phénomènes comme faisant partie des « progressions rapides du feu ».

Pour chacune de ces interventions, l'accident s'est systématiquement produit dans un lieu autre que celui désigné comme étant celui de l'intervention :

- Neuilly : l'accident s'est produit dans le couloir et pas dans la chambre de bonne en feu
- Paris-Galilée : Même chose que pour Neuilly.
- Blaina : accident à l'étage alors que le feu est au RdC
- Bristol : accident à un bout de la structure, le feu étant à l'autre extrémité
- Keokuk : comme Blaina avec en plus accident au rez-de-chaussée, mais pas dans le local impliqué initialement
- Magny le Hongre : accident en dehors du local impliqué
- Londres - Gillender : le personnel s'est perdu dans le couloir, pas dans la pièce en feu
- Bronx : sauvetage et accident à l'étage avec feu à l'étage inférieur
- Winnipeg : accident lors d'une exploration de la structure

Nous avons donc une constante en terme de positionnement des individus, par rapport au contexte, lors de l'accident : tous sont dans la structure, mais aucun n'est dans le local du foyer initial (ou désigné comme tel).

Ensuite, soit les intervenants étaient en train de préparer l'action qui leur avait été assignée, lorsqu'ils ont été victime de l'accident, soit il leur avait été assigné une action sans rapport avec le feu.

Dans le cas de Neuilly ou de Magny-Le-Hongre, le personnel est en phase préparatoire. A Neuilly, les hommes progressent vers la zone de feu. A Magny-Le-Hongre, le porte-lance n'a pas encore enclenché sa balise de positionnement, pas branché son appareil respiratoire et n'a pas encore d'eau à la lance. Le personnel « va passer à l'action » sans être réellement conscient du danger de la situation.

Pour Blaina, Keokuk, Bristol et Winnipeg, les actions en cours ne sont pas dirigées vers le feu, mais concernent du sauvetage ou de l'exploration.

Pour ces trois interventions, le déroulement est similaire : le foyer principal est situé à l'arrière de la structure (Charlie) alors que l'entrée principale est en façade (Alpha). Le feu semble donc éloigné et laisse un passage libre aux intervenants. Idem pour Londres-Gillender.

Pour Blaina et Keokuk, il y a un autre point commun : la présence d'un feu en rez-de-chaussée alors qu'une partie des investigations se déroule à l'étage. Il y a également absence de lutte contre le feu, qui continue à progresser durant les actions. Cette absence de lutte est également notoire dans le cas de Londres-Gillender.

Dans tous ces accidents, les intervenants sont statiques ou en progression, mais dans ce cas, ils ne progressent que pour se placer à un endroit prévu à l'avance. En fait, ils se « déplacent » mais ce n'est pas une « progression » telle que nous l'entendons dans le document « Jet-Débit-Action » [7] c'est-à-dire avec impulsions, refroidissement des parois etc...

Soit les intervenants avançaient vers le lieu de l'action (Neuilly, Paris-Galilée), soit ils étaient déjà à l'endroit, mais pas encore opérationnel (Magny le Hongre, Londres-Gillender).

Les victimes (autres que les sapeurs-pompiers) ont également des points communs qui nous permettent de déduire que les victimes aptes à se déplacer, vont aller naturellement aux ouvertures. En ouvrant, elles vont involontairement provoquer une ventilation parasite, mais vont bénéficier de fraîcheur et d'air pur. Visibles de l'extérieur, elles seront sauvées et ont généralement des chances de survie assez élevées. Par contre, les victimes piégées dans la structure, surtout si elles sont piégées à l'étage, n'ont pratiquement aucune chance de survie. D'abord à cause de la forte concentration de gaz toxiques (durée de survie de quelques secondes) et ensuite à cause de la forte chaleur. Celle-ci est juste supportable en tenue de feu, comment espérer qu'elle le soit pour une personne sans tenue de protection ?

Ce dernier point semble important : les services qui travaillent à la sécurité des interventions, incitent les sapeurs-pompiers à prendre conscience du niveau de risque, non pas en tant que paramètre isolé, mais en tant que paramètre dépendant du résultat potentiel espéré. Il est possible de prendre un

risque important pour sauver une personne qui a des chances d'être sauvée, mais le risque à prendre doit être réduit si cette personne a peu de chance d'être sauvée. Or Blaina et Keokuk montrent que le risque est très grand en ce qui concerne la recherche d'une victime à l'étage d'une petite structure, avec un feu important en partie basse, alors même que les chances de survie des victimes semblent quasiment nulles.

Première conclusion

L'accident possède une constante : il se produit où et quand on ne l'attend pas. Il surprend donc toujours l'intervenant, puisque celui-ci se focalise sur un lieu qu'il n'atteindra jamais.

Dans leur ouvrage, Morton et Jakubowski [6], indiquent que parmi les 7 causes principales d'accidents, la première est l'incapacité de juger de l'évolution de la situation. Nous constatons ici qu'en plus d'avoir du mal à se rendre compte que la situation évolue de façon dangereuse, les intervenants ont du mal à se rendre compte du simple danger de leur positionnement.

D'ailleurs, l'accident survient toujours de la même manière : alors que l'intervenant se déplace de l'entrée de la structure vers le foyer, le danger se déplace en sens inverse, pour venir à la rencontre des intervenants : le sapeur-pompier pense qu'il se déplace vers un élément fixe, alors que le feu se déplace vers lui.

Positionnement des intervenants: trois zones

Cette analyse des faits doit nous permettre de comprendre comment ces situations se sont mises en place. Chacun a pensé bien faire et c'est là une des plus grandes difficultés en termes d'amélioration. Nulle part, dans aucune entreprise, dans aucune équipe, nous ne trouverons de personnes ayant volontairement mal fait leur travail. Chacun est persuadé de bien faire alors que certains paramètres échappent à la logique du moment. Dans d'autres cas, certaines actions, qui paraissent idéales quand elles sont isolées, deviennent catastrophiques lorsqu'elles sont combinées.

Prenons le plan d'une habitation, imaginons la présence d'un feu et essayons de faire le plan de cette intervention fictive, en nous basant sur ce que nous venons d'analyser. Nous allons constater que le placement des intervenants va se faire suivant le principe des « trois zones ».

Attention : ce principe de trois zones n'est à priori enseigné nulle part. C'est simplement celui qui semble utilisé, de façon inconsciente, sur la majorité des interventions. Bien sûr, lors de la montée en puissance, l'encadrement pourra revoir les choses et demander des déplacements d'hommes et d'engins. Mais ce qui nous intéresse, ce sont les positions au moment des accidents, donc les positions adoptées dans les premières minutes, car dans la majorité des cas les accidents surviennent au début des interventions (exception faite des smoke-explosion, fréquentes durant les déblais).



Zone 1 : les engins

Généralement définie sans méthode précise. Seul le passage pour un engin échelle est parfois prévu. Les engins sont généralement placés non pas en fonction d'un danger potentiel, mais en fonction d'éléments repérés par le conducteur et le chef de l'engin. Face à une habitation qui émet de très fortes fumées, denses et sous pression, le choix sera de laisser les engins assez loin. Par contre, devant la même maison, sans présence de fumées visibles, les engins seront souvent stationnés très près.

Le positionnement est donc basé sur une vision à un instant T pour établir des actions qui devront perdurer quelle que soit l'évolution. Car si la maison ne fume pas et qu'elle incite les conducteurs à se garer très près, il serait étonnant que les engins changent de place si la fumée devient dense et importante !

Zone 2 : investigation

Cette zone va de la zone 1 jusqu'au feu. Partant de son engin (zone 1), le Chef effectue une investigation de la zone, pour déterminer l'emplacement de la zone 3 (point d'attaque). Dans pratiquement tous les cas, il est entré dans la structure bâtementaire pour déterminer l'emplacement du feu. Il est ensuite ressorti, pour y entrer à nouveau avec l'équipe d'attaque, pour lui montrer l'emplacement et lui indiquer l'action à mener.

Zone 3 : l'attaque

Le point d'attaque agit comme une sorte d'aimant pour les sapeurs-pompiers. Pour eux, c'est là qu'est le feu, et c'est donc là qu'il faut agir. A l'arrivée sur les lieux, le Chef va chercher à interroger les témoins et va donc, mentalement, déterminer le lieu du foyer.

Cette position peut être juste... ou fautive ! Soit parce que les explications des témoins sont embrouillées, soit parce que le feu s'est déjà propagé. Ainsi un fauteuil en feu, dans le coin d'une pièce avec des cloisons extrêmement fines, peut facilement propager l'incendie à la pièce voisine. En tout cas, l'objectif premier semble être de déterminer le point d'attaque.

Qu'est ce que le point d'attaque ?

Dans la pratique, nous constatons que c'est un endroit qui est désigné comme étant celui à partir duquel le sapeur-pompier pourra éteindre le foyer principal avec sa lance, sans avoir à se déplacer. Dans un local, compte tenu de la faible portée des lances et de la structure (pièce, couloir), ce point

est toujours proche de ce foyer. Dans tous les cas étudiés, nous avons ainsi découvert des points d'attaques qui sont près du feu, ou du moins du feu tel qu'il est mentalement situé.

Les dangers : trois zones

Voyons maintenant les choses différemment. Oublions le concept des trois zones de positionnement, reprenons le même plan et situons les zones de dangers.



Zone A : local en feu

Dans ce local, il y a risque de flashover.

Rappel : Le flashover, c'est le moment où le local ne contiendra plus plusieurs foyers distincts (le fauteuil, la télé, la moquette ..) mais une seule grande flamme, immense, qui aura besoin d'un volume supérieur à celui du local et qui en sortira donc par les ouvrants. C'est une phase de transition qui débouche sur une situation stable, d'embrassement complet.

Désigné comme le « tueur de sapeur-pompier », le flashover n'est pourtant pas responsable de beaucoup d'accidents, du moins directement. Ainsi, dans les interventions que nous venons d'étudier, aucun accident n'a été le fait d'un flashover.

Cela s'explique par le fait que le flashover se produit dans le local en feu et pas hors de ce local. Il se produit donc dans un lieu précis, désigné à l'avance. Lorsque le sapeur-pompier s'y trouve confronté, il n'y a donc pas de surprise. Ensuite le flashover est annoncé par un ensemble de signes et entre autres par une très forte chaleur qui fait généralement reculer les intervenants.

Cette zone A, c'est également la zone de départ des phénomènes comme le backdraft. Mais nous verrons que le déclenchement du phénomène n'est pas seulement imputable à la zone A.

Zone B : structure bâimentaire

Elle englobe tout le bâtiment, des murs extérieurs de celui-ci jusqu'à la zone A. C'est la zone de propagation de deux sortes de gaz :

- Les gaz qui viennent de la zone A. Il suffit que la porte du local en feu soit ouverte, même légèrement pour que les gaz imbrûlés sortent dans le couloir, puis de se déplacer, et envahissent

plus ou moins rapidement la zone B. Une fissure dans le mur, provoquée par la chaleur, peut également permettre cette diffusion, tout comme les faux plafonds, le système de ventilation etc...

Sur notre plan, l'ouverture de la porte d'entrée sur Alpha, provoquera une définition du chemin des fumées qui envahiront rapidement toute la partie située entre la porte du local impliqué et cette porte d'entrée de l'habitation, donc ici toute la surface de la cuisine, salle à manger, salon, soit près de 50% de la surface de l'habitation.

- Les gaz de pyrolyse. Ils sont le résultat de l'élévation de température des différents éléments combustibles (moquette, chaise, bibelots...). La fumée de pyrolyse est blanche, et fortement combustible. Ces fumées blanches peuvent être émises suivant plusieurs schémas :

- la cloison du local en feu donne sur un couloir dont les murs sont revêtus de moquette murale : celle-ci va subir la forte chaleur au travers du mur et va émettre des gaz de pyrolyse.
- Le local en feu chauffe le plafond, donc le plancher de l'étage, dont la moquette pyrolyse
- Les fumées qui sortent du local en feu chauffe des bibelots placés en hauteur sur des étagères dans le couloir
- etc...

Pour tracer cette zone sur le plan de notre exemple, nous considérons que toutes les portes sont fermées. Mais il suffit que la porte d'une chambre soit ouverte, pour que cette zone s'y propage. De même, les vêtements présents dans la chambre à l'angle de Charlie et Delta, sont contre la cloison en feu. Ils vont certainement subir la chaleur de l'incendie et pyrolyser : il est donc possible que cette chambre soit remplie de gaz combustibles.

Les possibilités sont très nombreuses et, évidemment les deux sortes de gaz combustibles peuvent être mélangées dans cette zone B.

Cette présence de gaz combustible et l'élévation de température de la zone B, peuvent conduire à un grand nombre de scénarios. Les gaz chauds peuvent aider à la pyrolyse d'éléments qui vont prendre feu spontanément, créant ainsi des points de feu, des sortes de foyers « annexes », parfois très loin du local initialement impliqué.

Nous avons plusieurs exemples d'interventions durant lesquelles les sapeurs-pompiers découvraient des départs de feu derrière eux, simplement parce qu'ils étaient passés sans s'en rendre compte, devant des éléments mobiliers en train de pyrolyser (voir l'exemple de la mauvaise progression dans le document « Jet-Débit-Action » »[7]).

Cette masse de gaz combustible peut également prendre feu dans sa quasi-totalité. Cela peut être provoqué par l'ouverture sans précaution du local en feu (zone A) ou le passage en flashover de ce local. Les flammes qui sortent par la porte peuvent alors enflammer les gaz accumulés dans le couloir. Dans ce cas, la propagation est quasi-instantanée, puisque nous sommes ici dans le cas d'un combustible gazeux. C'est le phénomène de flash-fire.

Note : dans le cas de cette inflammation de gaz, nous sommes en présence d'une flamme de pré-mélange puisqu'elle enflamme un combustible pré-mélangé au comburant. Dans ce cas, la « rentabilité » de la flamme est extrême !

La zone B, c'est aussi une zone d'exposition aux explosions. Imaginons que le local en feu (zone A) soit en mode pré-backdraft. Sa porte est légèrement ouverte et ne permet pas une bonne ventilation, mais permet néanmoins le passage de l'air venant du reste de la structure. Le local en feu passe donc en mode pré-backdraft, mais les signes ne sont pas visibles de l'extérieur de la structure. A l'ouverture de la porte extérieure (sur Alpha), l'air va entrer dans la structure, ventiler le feu et provoquer l'explosion. Or, compte tenu de la distance entre l'entrée d'air et le foyer, l'explosion ne sera pas immédiate et laissera le temps de pénétrer dans la structure.

En admettant que la zone B soit assez confinée et qu'une source d'énergie y soit apportée (écroulement du mur de la zone A par exemple), il se produirait une inflammation des gaz, mais sous forme explosive (smoke-explosion).

La zone B est donc une zone extrêmement dangereuse, et les signes qui annoncent les phénomènes y sont parfois rares ou même absents.

Zone C : extérieur

Nous définissons ici les cônes d'explosions, que celle-ci soit du type backdraft (retour d'air dans un local qui en manque) ou smoke-explosion (apport d'énergie dans un local avec combustible et comburant). Le résultat sera à peu près le même : explosion, donc onde de choc importante qui va blaster les intervenants, arracher les appareils respiratoires ainsi que les casques, projeter les individus sur plusieurs mètres. Il y aura également bris de vitres et de portes, projection de débris.

Ici, nous n'avons tracé que les cônes d'expansion donnant sur les zone A et B. Mais si le local à l'angle de Charlie et Delta se trouve rempli de gaz de pyrolyse et qu'une smoke-explosion s'y produit, nous aurons bien sûr un cône d'expansion par sa fenêtre.

De même, nous n'avons pas tracé les cônes internes à l'habitation, mais il est évident qu'une explosion dans un local provoquera à la fois une onde de choc vers l'extérieur, mais aussi vers l'intérieur du local, en superposition de la zone B.

La structure bâimentaire, dans son ensemble est également entourée par une zone C'. Cette zone est une zone avec deux dangers. Elle est d'abord sensible aux explosions qui se produiraient en hauteur : une explosion se produisant au premier étage, ferait chuter des éléments dans cette zone C'. Les intervenants qui s'y trouveraient ne seraient pas blastés puisque ne se trouvant pas dans la zone initiale de l'explosion.

De même si l'explosion survient en partie basse, il n'y aurait pas blast, mais par contre, en cas de flashover ou de flash-fire, cette zone C' serait dangereuse car soumise à un très fort flux thermique.

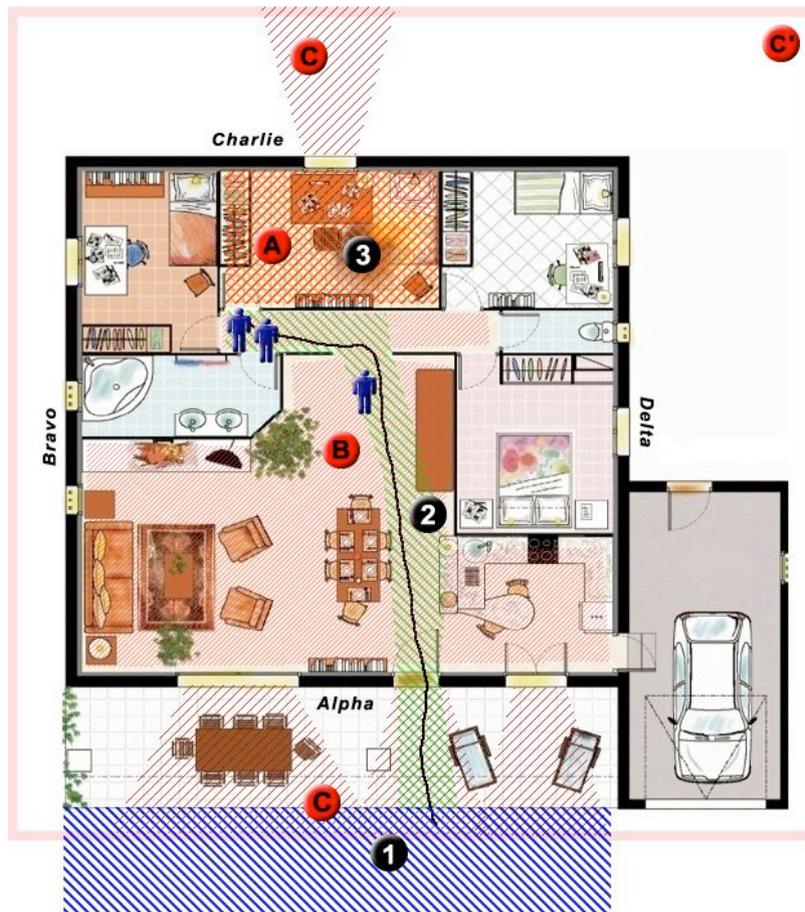
Pour avoir une idée de celui-ci, il suffit de faire une démonstration de mini-maison et de constater qu'à 2 m de la boîte, il est pratiquement impossible de tenir autrement qu'avec une tenue de feu complète. Or la mini-maison ne fait que 60cm de haut, et 50 de large, ce qui est sans commune mesure avec un bâtiment.

Le vent, aura également un impact très important dans cette zone C', en amenant parfois le flux thermique encore plus loin, ou en tourbillonnant, ce qui empêchera un positionnement fixe des intervenants.



Superposition des zones de position et de danger

Notre analyse ayant permis de déterminer les zones de positionnement habituellement utilisées, et les zone de danger, il nous reste à superposer ces deux familles de zones.



La zone 1 (zone des engins) chevauche en partie la zone C (impact des explosions). L'amplitude de ce chevauchement va varier d'une intervention à l'autre, en fonction de la prudence du conducteur et de la facilité d'approche. Dans notre cas, la face Alpha est occupée par une terrasse, qui gêne l'approche. Mais en tout état de cause, les engins sont souvent trop près des locaux.

La zone 2 (zone de reconnaissance) est celle qui pose le plus de problème. En effet, elle chevauche à la fois la zone C (impact des explosions) mais elle est surtout totalement englobée par la zone B (zone des flash-fire).

Enfin, comme nous pouvions le supposer, la zone de positionnement 1 (zone d'attaque) se confond avec la zone A (zone de flashover). C'est bien sûr un cas « idéal » puisque parfois la zone 1 est mal désignée (erreur sur le local par exemple) et ne correspond pas à la zone A. Mais l'analyse des interventions nous a montré que cette zone n'étaient pas la zone d'accident.

Evolution de la situation

Dans de nombreux cas et entre autres dans celui de Londres-Gillender, la zone dans laquelle s'est produit l'accident a été occupée pendant un temps très long par les intervenants, sans que ceux-ci ne soient en danger. Or, si la situation évolue, cette évolution n'est pas toujours perçue par les intervenants, et surtout, ils n'ont pas toujours conscience de l'impact de leur action sur cette évolution. Si nous reprenons le schéma superposant les zones de position et les zones de danger, nous constatons deux choses :

- Bien souvent la zone 2 (déplacement du personnel) est restée constante. C'est-à-dire que le personnel a continué à utiliser cette zone comme zone de transit, d'un bout à l'autre de l'intervention.
- La zone B s'est progressivement étendue, du local en feu jusqu'à la sortie.

Ce ne sont donc pas les sapeurs-pompiers qui se sont déplacés vers le danger, mais bel et bien le danger qui s'est déplacé vers les sapeurs-pompiers.

Qui provoque l'augmentation du danger ?

Dans toutes les interventions les sapeurs-pompiers sont entrés puis ressortis, entrés à nouveau etc...

Or si le Chef est entré dans la structure, puis en est ressorti, puis entré à nouveau, c'est qu'à cet instant, la situation n'était pas encore dangereuse ou du moins, considérée comme telle. Cela valide donc l'hypothèse (que nous confirmerons par la suite) par laquelle la dégradation des conditions est provoquée par les sapeurs-pompiers : dans le cas d'un local dont la situation est déjà dramatique, le Chef ne rentre pas car le flux thermique l'en empêche. S'il entre, c'est que la situation le lui permet.

Si la ou les ouvertures n'avaient pas d'impact, alors la situation continuerait à évoluer tranquillement et les intervenants auraient le temps d'agir.

Or si nous passons aussi rapidement d'une situation « acceptable » à une situation « catastrophique » c'est bien à cause de la ventilation, donc des ouvertures provoquées par les premières investigations, d'autant qu'en ressortant pour donner les ordres, les portes sont rarement refermées. N'oublions pas qu'un feu de local se trouve toujours limité dans son ampleur, non pas par le combustible, mais par le comburant et que les ouvertures, même si elles semblent loin du foyer, permettent toujours un apport de comburant.

Si nous reprenons notre schéma de positionnement, nous constatons que lors de la pénétration dans la structure, par la porte sur Alpha, il est impossible de savoir si la porte du local en feu est ouverte. Si c'est le cas, même s'il existe une distance importante, l'ouverture de la porte sur Alpha va permettre au comburant d'atteindre le foyer.

Il y a donc une ventilation « parasite » et surtout, pas toujours facile à déterminer, surtout lorsque le point d'entrée de la ventilation est éloignée du foyer, ce qui est le cas sur Blaina, Keokuk, Bristol, Londres-Gillender et Magny-le-Hongre : le foyer est situé vers le fond du local (zone Charlie) et la ventilation provoquée par les secours se fait sur la face Alpha.

Dans tous les cas, si la ventilation initiale du feu avait été suffisante, le phénomène se serait produit beaucoup plus tôt, donc avant l'arrivée des secours. Ce fut par exemple le cas le 4 septembre 1982 durant le tristement célèbre flashover des appartements de la résidence « Doroty Mae » à Los Angeles (USA), qui a provoqué la mort de 24 personnes. Dans ce cas, les victimes n'ont pas été les sapeurs-pompiers mais les habitants de la résidence, qui ont involontairement ventilé le feu en cherchant à fuir.

Feu contrôlé par le comburant

Dans un local, lorsque le feu démarre, il est contrôlé par le combustible. C'est-à-dire que la quantité de comburant disponible est supérieure au besoin. L'ampleur du feu est donc fonction du combustible impliqué. Nous disons alors que le feu est contrôlé par le combustible.

Mais plus le temps passe, plus le feu prend de l'ampleur et implique de plus en plus de combustible, et le besoin en comburant augmente.

Tout va alors se jouer sur la dimension de cette ouverture, donc sur la capacité de renouvellement du comburant. Si l'ouverture est grande et le comburant renouvelé en quantité suffisante, le feu peut progresser et atteindre le seuil de puissance thermique qui permettra le déclenchement du flashover. Ce cas est envisageable, mais presque toujours de façon assez rapide : à l'arrivée des secours sur les lieux, si le local est très bien ventilé, le feu aura eu le temps de monter suffisamment en puissance et le flashover aura eu lieu.

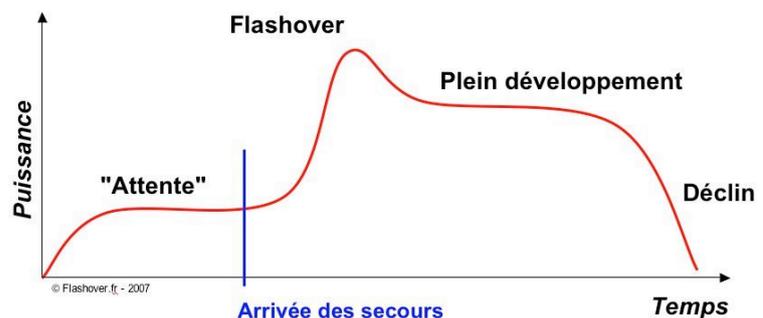
Par contre, avec une ventilation plus réduite, le feu ne peut pas atteindre la puissance thermique nécessaire à l'enclenchement du phénomène « flashover ». C'est par exemple ce qui se passe si les occupants sont sortis en fermant partiellement la porte derrière eux. Or, il suffit de regarder les consignes données dans les lieux publics, concernant la fuite en cas d'incendie, pour constater que l'on préconise toujours de se sauver en fermant les portes derrière soit. Le feu va continuer à être entretenu par le comburant présent dans l'ensemble de la structure et profiter du faible renouvellement. Si le feu se trouve dans une chambre et que celle-ci a sa porte ouverte, le feu bénéficiera du comburant présent non seulement dans la chambre, mais dans toute l'habitation. Cette quantité sera suffisante pour préserver un feu vif, mais peut-être pas suffisante pour lui permettre de s'accroître rapidement.

Tandis que le feu vif continu, avec une ampleur dépendante du renouvellement en comburant, il y a accumulation de résidus gazeux combustibles, d'abord par les fumées issues de la combustion, mais aussi par la pyrolyse des éléments soumis au rayonnement.

Il y a donc changement dans la nature du combustible : alors que celui-ci était initialement « solide » (chaise, moquette, canapé...) il devient de plus en plus gazeux. Et comme chacun sait, la propagation dans un combustible gazeux est extrêmement rapide.

A leur arrivée, les secours vont se trouver en présence d'un feu dont l'ampleur est proportionnelle à la capacité de ventilation actuelle du local. Ce feu peut être stable depuis assez longtemps et ne plus progresser. C'est en quelque sorte une phase d'attente. Si celle-ci dure trop longtemps, le feu cessera de lui-même, faute de combustible. Mais les secours arrivant de plus en plus vite sur les lieux, ce cas ne risque pratiquement plus de se produire. En tout cas, il y a quelques dizaines d'années, il expliquait bien souvent la réussite des attaques avec des moyens hydrauliques réduits, puisque ceux-ci ne servaient en fait qu'à achever un foyer déjà mourrant.

En ouvrant « pour aller voir », les sapeurs-pompiers vont donc sans doute accroître la capacité de ventilation. Le feu risque de prendre de l'ampleur, plus ou moins rapidement. Mais en tout cas, ces ouvertures auront toujours tendance à permettre un accroissement du feu, peut-être jusqu'à la puissance thermique nécessaire au flashover.



Même si le flashover n'est pas atteint, il y aura forte probabilité d'extension, ne serait-ce que par une propagation dans le combustible gazeux qui a été généré.

C'est ce qui explique que la zone de danger est presque toujours parcourue sans problème lors de la première pénétration dans le local et que c'est cette même zone qui devient dangereuse par la suite.

Ventilation « invisible »

Ce qui est particulièrement dangereux, c'est que cette ventilation ne se verra sans doute pas : généralement la porte ouverte en premier par le responsable de l'intervention, ne donne pas sur le local en feu. Il va donc la laisser ouverte, avancer, trouver le lieu supposé, ressortir (en laissant la porte ouverte), retourner à l'engin pour chercher ses hommes puis retourner dans le bâtiment pour les positionner, etc .

Une relecture du document « Influence du froid » [19] donnera une idée du pouvoir de ventilation des ouvrants et permettra de constater qu'une porte ouverte pendant 15 à 20 secondes a un impact énorme sur le déroulement des phénomènes.

Exemple d'accidents potentiels

Ayant maintenant une bonne analyse des accidents et une bonne analyse de ce problème d'évolution, nous allons essayer d'appliquer cela sur notre plan d'intervention, en imaginant deux situations d'accidents.

Nous n'allons prendre que deux hypothèses, sachant que dans une telle intervention, les possibilités d'accidents sont nombreuses.



Première hypothèse

La porte du local impliqué, repérée X sur le schéma, est pratiquement fermée. Dans ce cas, le local évolue non pas vers le flashover, mais vers le backdraft. A l'arrivée sur les lieux, la pénétration se fait par Alpha. Le Chef entre dans l'habitation. Il ne semble pas utile de prendre des précautions particulières, puisque rien ne laisse présager le danger : il pénètre dans une zone froide, dans laquelle il n'y a pas de fumée, ou très peu.

Il convient de rappeler que le backdraft peut se déclencher par auto-inflammation des gaz, ce qui suppose généralement une forte température de ceux-ci, mais qu'il peut aussi se déclencher par retour des flammes sur les braises. Dans ce cas, le local peut avoir une température assez basse, de l'ordre de 250°C. Dans notre exemple, une telle situation ne permettrait pas de déceler la chaleur, du moins pas en étant à la porte Y. De même, dans ce cas, le temps de retour des flammes sur les braises (phénomène nécessaire au déclenchement [15]) peut être très long.

La porte Y étant maintenant ouverte, l'air frais peut entrer (flèches bleues). Le local en mode pré-backdraft ayant besoin de comburant, un phénomène d'aspiration peut se faire sentir, qui va provoquer l'ouverture de la porte du local impliqué, favorisant encore plus l'apport d'air. Mais comme le local est encore assez froid, le temps nécessaire au retour des flammes sur les braises, laissera assez de temps au Chef pour parcourir toute la distance le séparant du local, et même sans doute le temps de ressortir pour demander à ses hommes de retourner au local, avec lui.

Le groupe de sapeurs-pompiers a donc des chances de se trouver dans la structure (donc dans notre zone B) au moment de l'explosion (flèche rouges) dont une partie s'échappera par la fenêtre (face Charlie).

Si les appareils respiratoire ne sont pas branchés, les sapeurs-pompiers risque « au mieux » d'être blastés, avec détériorations des voies aériennes. Au pire, c'est l'effondrement d'une partie de la structure et le décès.

Seconde hypothèse

La porte X est ouverte ou la fenêtre est ouverte partiellement. Le feu est donc encore vif, mais la ventilation ne lui permet pas d'atteindre le seuil du flashover. L'ouverture de la porte Y va attirer les gaz chauds qui vont envahir rapidement toute la zone B. Les sapeurs-pompiers vont se diriger vers la porte X tandis que les fumées se dirigeront vers la porte Y. La ventilation étant plus favorable, le local

passera en flashover. Ce n'est pas celui-ci qui tuera les sapeurs-pompiers mais le fait que ce phénomène propagera le front de flamme jusqu'à la porte Y, puisque la fumée occupe désormais tout le trajet de X à Y.

Méthodes d'approche

Il est désormais clair que l'approche de la structure ne peut plus se faire sans précaution et que l'évolution de la situation doit être anticipée. Il faut donc déterminer une méthode d'approche, simple, efficace et qui, idéalement, devra fonctionner dans la quasi totalité des cas.

Mais comment les intervenants peuvent-ils choisir la meilleure solution d'approche ?

Qu'est ce qu'un local ?

La question peut paraître saugrenue, mais c'est la réponse à cette question qui va sans doute nous apporter une partie de la solution.

Si nous nous contenons de regarder le local impliqué donc la petite zone dans laquelle se trouve le feu, nous avons des cas où celle-ci est close (Neully, Paris-Galilée, Magny le Hongre), et d'autres dans lesquels ce petit local est ouvert (Blaina, Keokuk etc...).

Mais si nous optons pour une vue plus générale, nous constatons que la structure bâimentaire est toujours close, dans sa globalité. Ainsi, si la cuisine de l'habitation de Blaina est effectivement ouverte sur la pièce adjacente, l'habitation (la « maison ») est close. Nous avons donc bien une apparente ouverture au sein d'une structure fermée plus ou moins complètement.

La pénétration dans la structure bâimentaire va provoquer une ventilation qui non seulement va apporter du comburant au foyer, mais qui en plus va permettre un échange de pression entre l'intérieur et l'extérieur.

Dans tous les accidents décrits, la chaleur reste piégée dans le local impliqué, ou de façon plus générale, dans l'habitation (au sens de structure globale). Sachant que les gaz chauds se dilatent, il y a donc surpression dans la structure. L'ouverture de la porte d'entrée pour laisser passer les secours, va ouvrir un accès sur l'extérieur, donc sur une zone de plus faible pression, même si cette porte d'entrée est très éloignée du local en feu.

Cette ouverture va déterminer un chemin permettant la sortie de cette surpression, donc un chemin pour les gaz combustibles [13]. En toute logique, ce chemin va être tracé à l'inverse de celui suivi par les secours : ceux-ci vont de la porte vers le foyer, tandis que les gaz combustibles vont du foyer vers la porte.

Entraînement en fumée froide

Il est intéressant de constater que ce phénomène est provoqué entre autres par les différences de pression. Or, un entraînement avec « fumée froide » ne pourra pas produire ce genre de déplacement (pas de différence de pression). De même, un entraînement en caisson flashover avec un seul caisson, n'apportera pas non plus de compréhension sur ce phénomène, puisque le local « en feu » communique directement avec l'extérieur et que dans ce contexte, la « sortie » des fumées semble une évidence.

Un feu de local, ce n'est donc pas un feu qui implique une pièce. C'est un feu qui se produit dans une structure bâimentaire. Que cette structure soit « mono-local » c'est-à-dire composé d'une seule pièce dans laquelle se déroule le feu, ou que cette structure soit multi-local et que le feu se trouve dans une pièce, elle-même dans une pièce, elle-même communiquant par un couloir avec une autre pièce etc... cela ne change rien : « le local » c'est la structure bâimentaire complète et les précautions concernant le « feu de local » doivent être mises en place en prenant en compte la structure dans sa globalité.

Car rappelons-nous les accidents pris en exemples : pas un sapeur-pompier n'est décédé dans le local en feu. Mais tous sont morts « dans la structure ».

Approche par la lecture du feu

Pour l'approche, la première solution consiste à se focaliser sur la lecture du feu. Depuis que le site flashover.fr a publié des documents sur cet aspect de la lutte contre les feux dans les structures [16], de nombreux services incendies se sont rendu compte de leurs lacunes dans ce domaine. Or,

cherchant à trouver LA solution unique qui résoudra tous les problèmes, certains se sont focalisés sur cette approche, de façon un peu déraisonnée.

Dans le cadre de l'approche tactique d'un feu impliquant une structure, la lecture du feu est d'un intérêt minime. Rappelons que cette lecture se décrit en utilisant 4 lettres, **FACF**, qui signifient **F**umées, **A**ir, **C**haleur et **F**lammes. Ces lettres désignent les 4 éléments à observer, dans l'ordre d'approche. En premier ce sont les fumées qui sont visibles, puis l'attention se portera sur les mouvements d'air, puis sur la chaleur et enfin sur les flammes.

Or, si les flammes sont pleinement visibles lors de l'approche de la structure (donc depuis les véhicules incendies), c'est que le feu est déjà pleinement développé et que son traitement se fera sans doute depuis l'extérieur de la structure. De même, la chaleur sera difficile à percevoir lors de cette phase de positionnement tactique, tout comme la perception des mouvements d'air. Seule la fumée pourra éventuellement être analysée, et encore, rien de moins sûr: si nous regardons l'ensemble des accidents analysés, c'est pour constater que dans la majorité des cas, aucun signe n'était visible.

Le plus typique étant le message émis par les premiers sapeurs-pompiers arrivés sur les lieux de l'Athletic Club à Indianapolis (USA), le 5 février 1992 : « *on the scene, nothing showing, will investigate* » que nous pouvons traduire par « *Nous sommes sur les lieux. Rien de visible. Partons en reconnaissance* ». Alertés à 12H06, les sapeurs-pompiers sont arrivés à 12H10 et à 12H28, suite à un flashover, deux d'entre eux étaient décédés et un troisième grièvement brûlé.

L'observation des signes du feu depuis l'extérieur est donc une solution hasardeuse. Par contre, cette méthodologie doit impérativement être utilisée et maîtrisée par les binômes engagés à l'intérieur [7]. Mais les signes ne pourront être lus et analysés qu'une fois le personnel et les engins en place. La « lecture du feu » n'est donc pas une aide à la décision tactique.

Approche par l'aide « informatisée » à la décision

Le sapeur-pompier reste un enfant. Il adore le matériel. De par la position qu'il a dans la société vis-à-vis de la population, il ne doute pratiquement jamais de lui-même et si une défaillance survient, elle ne peut donc provenir que du matériel. Si une amélioration est nécessaire, elle ne viendra également que du matériel, puisque le sapeur-pompier se considère comme étant déjà à un niveau optimal.

Dans ce contexte, il est tentant d'envisager la lutte contre le feu comme une simple lutte technique, et le sapeur-pompier s' imagine très bien bardé de capteurs, avec des caméras sur le casque etc... Et les fabricants de matériel, trop heureux de trouver là des acheteurs potentiels, ne font que l'encourager dans cette voie.

Il est donc logique que certains services incendies se mettent à rêver à des systèmes d'aide à la décision, qui permettraient aux premiers intervenants de trouver une aide précieuse pour leurs choix tactiques.

Plusieurs points permettent cependant de mettre un bémol à cette méthode.

En premier, le coût des systèmes est tel que l'enjeu est disproportionné. Faire de la recherche pour équiper un tunnel routier de capteurs et de systèmes d'extinction, étudier les moyens de lutte en cas d'accident nucléaire, etc. tout ceci met en œuvre des moyens de recherche importants, mais qui se justifient. Par contre, monter une équipe de chercheurs, pour travailler plusieurs années à la mise au point d'un système utilisable dans le cadre d'un feu d'appartement, c'est envisager un financement énorme pour un sujet peu important, du moins relativement peu sensible par rapport aux grands risques de notre société industrielle.

En second se pose un problème technique relativement simple à comprendre : le chef de l'intervention, arrivé sur place, devra introduire un ensemble de données dans un système informatique, afin que celui-ci l'aide dans ses décisions.

Dans l'état actuel, il existe plusieurs outils informatiques réalisant de la modélisation d'incendie. Le plus connu est sans nul doute FDS, diffusé par le NIST [17]. Il en existe d'autres, mais tous possèdent un point commun : ils sont très sensibles aux informations entrées. Si les dimensions du local sont fausses de quelques centimètres, si la température initiale ou le combustible impliqué n'est pas parfaitement décrit, le résultat s'en trouvera fortement affecté. Ainsi en déplaçant simplement un point de feu de quelques dizaines de centimètres, il est possible d'éviter le flashover ou de le produire au

contraire très rapidement, simplement parce que le flux thermique se trouvera plus ou moins bloqué dans le local.

Or, pour obtenir ces informations, et surtout des informations précises, il faudra s'approcher et pénétrer dans la structure. En tout cas, plus ces informations seront entrées dans le système en étant loin de la structure, et plus le résultat sera éloigné de la réalité.

La seule solution serait donc de pénétrer dans la structure pour y prélever les informations. Il se posera alors un problème bien connu en électronique : la modification des événements par la simple mesure de ceux-ci. En électronique « fine », la mise en place d'un outil de mesure affecte en effet le fonctionnement même du système et la mesure résultante doit être pondérée.

Il en sera de même lors des mesures sur un incendie: si pour mesurer la température d'un local, le porte lance doit ouvrir la porte de celui-ci, il en perturbera la ventilation et donc en perturbera l'émission de température.

De plus, pour réaliser ces mesures, il faudra s'approcher, donc avoir des moyens hydrauliques, et la mise en place de ces moyens ne peut se faire qu'une fois les véhicules positionnés. Le système devient donc illogique : pour savoir comment approcher tactiquement un local, il faut d'abord positionner les engins, mettre en œuvre des moyens hydrauliques, engager le personnel, mesurer et enfin obtenir une information qui permettra de déterminer l'approche tactique.... alors que celle-ci a déjà été réalisée !

A ceci s'ajoute le fait que les systèmes actuels ne savent pas gérer d'approximation : une remarque telle que « c'est chaud » ne trouvera pas sa place dans les paramètres d'un logiciel.

Le recours à la modélisation informatique pour aider dans l'approche tactique d'un feu de structure est donc globalement illusoire, d'autant plus que la vitesse de calcul des outils tels que FDS ou ses dérivés, est très éloigné du « temps réel » nécessaire en intervention.

Il pourra cependant être envisagé dans le cadre du suivi des intervenants, avec un système comparable à celui développé dans le cadre des feux de forêt [18], prenant en compte les paramètres en temps réel et permettant une simulation qui précède les événements de quelques minutes. En déposant des capteurs dans le local qu'il parcourt, le porte lance pourrait en place des outils de renseignement, transmettant en permanence les informations à un système qui pourra modéliser en temps réel la situation dans le local et prévenir les intervenants des changements qui se produisent à leur insu. Un tel système, certainement très coûteux à développer, ne semble justifié que dans le cadre d'interventions très complexes, ou mieux, dans des locaux déjà connus donc déjà équipés de capteurs.

De toutes façons, un tel système permettrait de déterminer des actions concernant les intervenants se trouvant dans le local, mais ne permettrait pas de déterminer les choix tactiques à l'arrivée sur les lieux. Cette aide à la décision par un système informatique, n'est donc pas actuellement une solution fiable, dans le contexte qui nous préoccupe.

Approche volumique

Simple, beaucoup plus pragmatique et surtout, beaucoup plus efficace, cette approche part de la constatation suivante : dans les feux, les éléments variables sont trop nombreux pour être analysés d'autant que la plupart d'entre eux ne seront visibles pour les premiers intervenants. Il faut donc réaliser les choix tactiques en se basant sur des éléments fixes, qui ne changeront pas durant l'intervention et qui sont sans doute assez peu nombreux.

Le document « Eau et Feu » [2] réalise une telle approche au niveau des moyens hydrauliques. L'approche décrite dans ce document est basée sur un postulat simple, parfaitement validé par la totalité de la communauté scientifique: dans un feu de local, la puissance thermique ne dépend pas du combustible, mais de la quantité de comburant disponible. Il suffit de calculer le volume du local pour en déduire le volume d'oxygène disponible donc la puissance thermique maximale qui pourra être produite. La capacité d'absorption thermique d'une lance étant connue, cela permet de savoir s'il est possible d'attaquer la surface impliquée avec les moyens dont nous disposons, ou bien si la partie est déjà perdue.

En se basant sur une hauteur de plafond de 2,40 m à 2,50 m c'est-à-dire la hauteur de plafond classique d'une habitation, le document « Eau et Feu » élabore une méthode de calcul simple et rapide, indiquant qu'une lance avec une plage de débit de 150 à 500 lpm, peut traiter une surface de 40m².

Cette approche surfacique est facile à utiliser: un simple coup d'œil sur l'habitation permet de savoir si les pièces sont de tailles habituelles ou non, et une interrogation des témoins permet de préciser de façon approximative à quel endroit se situe le feu et les dimensions du local impliqué.

Concernant l'approche tactique générale, nous pouvons nous baser sur un raisonnement similaire, en prônant cette fois une approche volumique. Un simple coup d'œil sur la structure, depuis l'extérieur, permettra d'effectuer les choix tactiques. Bien sûr, ceux-ci devront être hautement sécurisants et pourront sembler parfois disproportionnés, mais la vie des intervenants est sans prix.

Les 5 éléments de l'approche volumique

Cette approche volumique sera basée sur l'observation de 5 éléments :

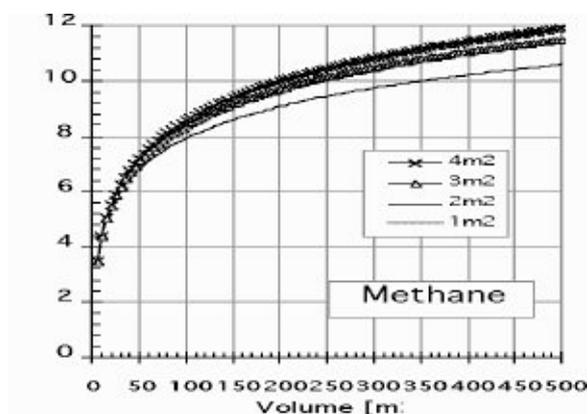
- Le volume général
- La hauteur de la structure
- La surface des locaux : permettra de déterminer les moyens hydrauliques et leur position.
- L'orientation des locaux: permettra de déterminer les axes d'attaques
- L'orientation du vent : permettra de placer les intervenants afin qu'ils profitent de ce vent sans en subir les conséquences.

Le volume général

Le volume général de la structure permettra de déterminer l'ampleur potentielle d'une explosion, ou la puissance thermique maximale qui pourra être produite. Ce volume général déterminera l'emplacement des engins.

La courbe ci-contre montre le diamètre potentiel de la sphère « explosive » dans le cas d'un combustible de type « méthane ».

Nous voyons que le diamètre peut difficilement dépasser les 12m, mais à ceci il convient d'ajouter les projections de débris.



La hauteur de la structure

La hauteur de la structure permettra de jauger du danger. La chaleur monte, c'est une évidence, mais en intervention cette évidence est trop souvent oubliée : si le feu est au RdC et que l'exploration doit se faire en étage, le danger est très grand de produire un effet « cheminée » en ouvrant des portes à l'étage. Car même si les sapeurs-pompiers n'ouvrent pas d'exutoire, il est tout à fait possible qu'ils ouvrent la porte d'une pièce dont la fenêtre est ouverte. Le foyer, en bas, reçoit du donc du comburant par l'entrée de l'habitation et la chaleur monte, attirée par la sortie qui vient d'être réalisée, produisant ainsi un effet « cheminée » dévastateur.

En cas d'explosion, la hauteur de la structure aura également une influence sur la distance parcourue par les débris

En cas de feu au RdC et de victimes supposées à l'étage, l'attaque préalable est donc certainement une phase essentielle, à moins que vous ne vouliez que votre personnel ne renouvelle l'expérience de Blaina ou celle de Keokuk...

En tout cas, comme nous le verrons plus loin, la mise en place d'échelles est impérative dès que la structure possède au moins un étage.

La surface des locaux

La surface globale a un impact sur les moyens à mettre en œuvre. Le document « Eau et Feu » [2] réalise une approche surfacique des opérations, en permettant une déduction rapide des moyens à engager. Sur une petite surface (moins de 40 voir 30m²), une seule équipe d'attaque peut lutter efficacement en permettant un sauvetage simultané.

Ceci suppose évidemment un entraînement à l'usage des lances et une bonne technique de progression [7].

Si la surface impliquée dépasse les 40m², il deviendra difficile de gérer la situation avec des moyens hydrauliques conventionnels, à moins que le feu ne soit dans sa phase de décroissance.

La surface impliquée aura également un impact sur le positionnement, d'abord à cause des risques de propagation par rayonnement, mais aussi par l'ampleur des phénomènes possibles.

Ne pas oublier que l'extinction est une action immédiate : attaquer « fort » c'est attaquer en ayant des chances d'éteindre rapidement. Il ne faut pas ménager l'eau et une attaque rapide avec des moyens hydrauliques puissants pendant un temps très court à des chances d'aboutir. Sur un feu de local, dans sa phase de croissance, et même si cela peut choquer, l'alimentation des engins n'est pas la priorité. Sauf à avoir un équipage très nombreux, il est préférable de placer les échelles et aider au sauvetage plutôt que d'utiliser des hommes à alimenter un engin qui dispose déjà de 2000 ou 3000 litres d'eau dont seul 10 à 20% sont nécessaires à une équipe entraînée, pour éteindre un feu.

Orientations des locaux

L'orientation des locaux et surtout la manière dont la pénétration se fera, à également une importance. Des recherches ont en effet montré que la dimension des flammes sortant par les ouvertures d'un local était influencée par la géométrie de ce local.

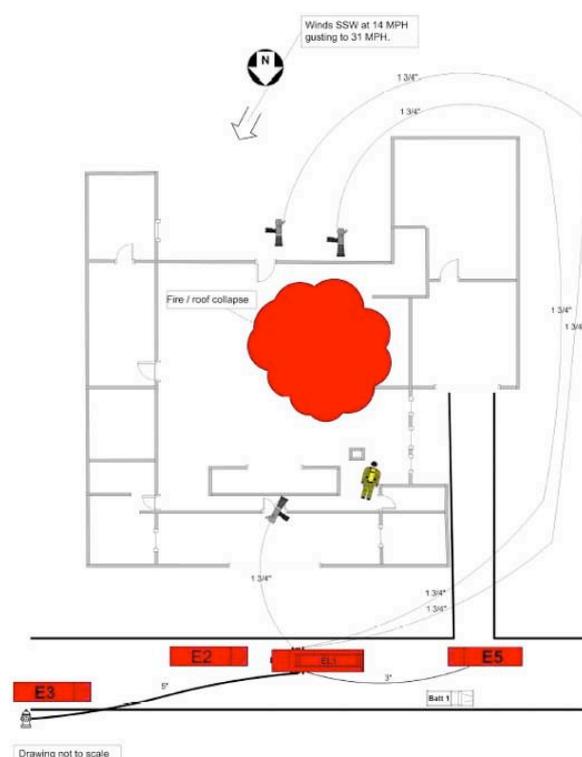
Pour deux locaux rectangulaires, de même surface, la température en sortie d'un ouvrant situé sur le grand côté est plus faible que dans le cas d'un ouvrant situé sur le petit côté.

Si durant l'attaque elle-même, cela peut paraître assez peu important, il faut néanmoins prendre cela en compte car si l'attaque échoue et que le feu prend de l'ampleur, la sortie des flammes par les ouvrants fait courir le danger d'une propagation vers les étages supérieurs, et risque aussi d'empêcher les éventuels sauvetages par l'extérieur. Ce point est surtout important dans le cas d'attaque de locaux à usage de bureaux ou atelier, dont la différence entre la longueur et la largeur peuvent être très importante.

Ceci étant, le choix du sens de pénétration est surtout dépendant de la présence éventuelle du vent.

Orientations du vent

La présence du vent peut être vu comme un inconvénient, ou un avantage, mais il ne faut jamais avoir le vent de face.



Le schéma ci-contre concerne une intervention qui s'est déroulée le 20 décembre 2004 au Texas (USA) et qui a causé la mort d'un sapeur-pompier de 24 ans. Le vent indiqué par la flèche du haut, souffle vers la face Charlie à une vitesse de 22 km/h, avec des pointes à 50 km/h. Même si ce vent est bien présent, nous sommes pourtant loin d'une tempête !

L'attaque a été menée par la face Alpha, donc face au vent, puis une seconde attaque a été menée par Charlie, avec cette fois l'aide du vent. L'apport massif de comburant a permis au feu de prendre rapidement de l'ampleur et l'équipe n'a pas réussi à le contenir.

Le sapeur-pompier (indiqué sur le schéma) s'est donc trouvé dans un effet « cheminée » accentué par le vent.

Dans le cas présent, les intervenants auraient sans doute pu profiter du vent en attaquant par Charlie, mais en se contentant d'ouvrir sur Alpha, sans pénétrer. Avec une telle disposition, les intervenants auraient été aidés par le vent, l'ouverture sur Alpha permettant au vent de s'échapper, entraînant avec lui les fumées, poussées également par l'action des lances.

Le phénomène de « blow-torching » (torche de feu, provoquée en sortie d'un ouvrant, par les flammes poussées par le vent) était à craindre, mais une présence de moyens hydrauliques sur l'extérieur de Alpha aurait permis d'empêcher la propagation sur la façade.

En tout cas, tenter d'attaquer face au vent, en espérant que les ouvrants ne céderont pas, est à éviter. Les ouvrants ne cèdent pas par la pression, mais par la différence de température et un simple coup de lance dans une fenêtre suffit à faire voler celle-ci en éclats. Le vent pénétrera alors dans le local et transformera celui-ci en enfer en quelques secondes, piégeant les intervenants qui ont tenté l'attaque face au vent.

Nouvelle méthodologie : 4 zones

Cette analyse volumique de la structure, aboutit, au travers de ces 5 paramètres, à l'élaboration d'une stratégie basée sur 4 zones et non plus 3 comme dans les situations d'accidents étudiées précédemment .

Dans ces 4 zones, nous trouverons les intervenants conscients du niveau de danger et avec les équipements adéquats. Ces zones définiront d'elles-mêmes les actions à mener, sachant que de toutes évidences, il nous faudra apprendre non plus à simplement éteindre mais en plus à progresser. En effet, si le Chef se doit de placer correctement ses hommes, ceux-ci doivent avoir une bonne connaissance des actions à mener.

Dans notre démarche, plutôt que d'avoir des intervenants qui se déplacent simplement vers le foyer, sans réaliser aucune action (comme ce fût le cas dans tous les accidents décrits précédemment), nous allons avoir des intervenants dont le déplacement sera « actif ».

La « progression » va prendre tout son sens, et les portes lances sont donc invités à étudier soigneusement le document « Jet-Débit-Action » [7] puisque celui-ci comporte la totalité des explications sur cette fameuse « progression ».



4 zones, au lieu de 3

Zone 1 - Les engins

La zone des engins ne doit plus être déterminée d'après les conditions visibles mais d'après les dimensions de la structure bâtementaire. Les engins servent de lieu de repos pour le personnel, de stockage etc... et même avec la meilleure volonté du monde, une équipe ne pourra plus rien faire si son engin est détruit par une explosion ou si celui-ci se trouve dans une zone qui subit l'impact thermique de l'incendie.

En aucun cas, les engins ne doivent se trouver devant les ouvertures, que celles-ci soit au rez-de-chaussée ou à l'étage. Et ce quel que soit le lieu supposé du foyer. D'abord celui-ci peut se déplacer, et ensuite, si l'explosion se produit en hauteur, il y aura inévitablement chutes de débris.

Sur le schéma, le côté du garage est le seul endroit sans fenêtre. Il n'est pas toujours facile de placer les engins, mais en tout cas, il faut éviter les baies vitrées !

Dans une rue, il faudra donc stationner avant ou après l'habitation (cas réglementaire dans certains pays) mais jamais devant car même en étant sur le trottoir d'en face, la distance est trop faible. Ne pas oublier bien sûr de laisser le passage pour les renforts éventuels. S'il n'est pas possible de faire autrement que de se mettre en face d'un ouvrant, une distance de 40m sera nécessaire. En tout état de cause, il faut mieux dérouler des tuyaux de plus que de se mettre à un endroit dangereux.

Les engins peuvent également servir à protéger des sous-zones, avec des fonctions diverses.

Zones complémentaires

La zone 1 peut-être découpée en sous zones, dont le nombre va dépendre des choix de chaque secteur d'intervention. Ces zones peuvent être facilement discernées les unes des autres par des bâches de couleurs.

Ainsi, aux USA, les équipes RIT (équipes de secours), étalent par terre une bâche de couleur sur laquelle ils prédisposent leurs outils. Cette sous-zone doit être dans la zone 1. C'est également là que devra se tenir le personnel dédié à cette tâche de sauvetage particulière, si de telles équipes sont mises en place.

Une autre bâche peut définir une zone pour le repos et l'hydratation du personnel (à l'ombre !). Outre le fait que cela facilite le rangement, ce principe a également l'avantage de montrer que les choses sont prévues et ordonnées : alors qu'il n'est pas encore entré dans le local, le sapeur-pompier sait qu'en sortant il pourra se reposer, boire, etc... Cela contribue à baisser le niveau de stress, toujours important sur ce genre d'intervention.

Ne pas oublier de boire avant et après l'intervention. Si le trajet jusqu'au lieu de l'intervention dure quelques minutes, les premiers intervenants peuvent en profiter pour boire dans le véhicule.

Ne pas prévoir de café, même pas temps froid, à cause de l'impact cardiaque de ce type de boisson. Préférer du chocolat.

Prévoir également des barres de céréales et des vêtements de rechange : serviette, tee-shirt, polo ou pull. Il est inconcevable de réaliser la totalité d'une intervention en gardant d'un bout à l'autre les mêmes vêtements, trempés de sueur.

Prévoir le pire

La présence de matériel d'oxygénothérapie, d'un défibrillateur dans un engin incendie ne devrait pas être exceptionnelle. N'oublions pas que l'exposition à de forte température modifie le rythme cardiaque et a un impact sur l'ensemble des activités corporelles.

Même si l'intervention se déroule correctement, étant donné la rapidité à laquelle les problèmes surviennent, il y a nécessité d'anticiper.

La mise en place d'un dispositif de secours à personnes est donc une quasi-obligation dès qu'il y a une intervention incendie. Sur les secteurs avec un personnel important, un véhicule dédié peut sans doute être envisagé. Dans les autres cas, il suffit de mettre un minimum de matériel de secourisme dans le véhicule: couverture, kit brûlure, matériel d'oxygénothérapie et défibrillateur.

Arrêt cardiaque post-intervention

Des cas d'arrêts cardiaques post-intervention ont été notés à plusieurs reprises. Ces arrêts cardiaques se produisent parfois de nombreuses heures après le retour au centre de secours, ou même lorsque le sapeur-pompier est rentré chez lui. D'un point de vue médical, il existe assez peu d'études sur ce sujet. Compte tenu du grand nombre de sapeurs-pompiers mais aussi du grand nombre de décès par an (106 en 2005), les USA ont mis en œuvre des moyens d'analyse assez précis des conditions d'interventions. Depuis la mi-2006, le concept de « mort en intervention (« line one duty death ») a été étendue à 24 heures. Ainsi, un sapeur-pompier Américain qui décède d'un arrêt cardiaque 24 heures après une intervention est considéré comme étant décédé suite à celle-ci.

Globalement, nous pouvons dire que c'est dans la Zone 1 que devra stationner le personnel en attente, c'est-à-dire avec l'appareil respiratoire sur le dos mais pas branché.

Pour cette zone, nous pouvons dire : **loin et à l'abri.**

Zone 2 - Zone de pré-pénétration

C'est la zone sensible au blast et à la puissance thermique du flashover (par exemple). Elle doit être rapidement délimitée pour éviter que le personnel non équipé ou les badauds n'y pénètrent. Dans

cette zone, la tenue de feu complète est obligatoire avec l'appareil respiratoire actif. En effet, en cas de blast, un sapeur-pompier sans son appareil respiratoire actif sera fortement atteint. Les personnes incomplètement équipées (tenue de feu complète, mais absence d'appareil respiratoire), peuvent éventuellement pénétrer dans cette zone de façon temporaire. C'est le cas par exemple lors de la mise en place initiale des tuyaux. Mais le personnel ne devra jamais se trouver face à un ouvrant et devra de toutes façons être en tenue de feu complète (veste, sur-pantalon, cagoule parfaitement ajustée, gants...).

Concernant le Chef, celui-ci devra porter un appareil respiratoire et rester toujours à couvert d'un mur.

C'est à partir de cette zone que l'action va commencer et c'est d'ici que les ordres seront donnés aux intervenants qui vont pénétrer dans le local.

Cette zone fait le tour complet de la structure bâtementaire, sans jamais y pénétrer. Elle doit être surveillée en permanence car l'un des dangers des feux de locaux, c'est la ventilation : celle-ci peut être provoquée par un témoin, un sapeur-pompier pensant bien faire, ou simplement par le bris d'une vitre sous l'effet de la chaleur, et aura nécessairement un impact sur les conditions thermiques dans le local. Il est impératif d'empêcher toute ventilation sans en avertir les sapeurs-pompiers qui se trouvent à l'intérieur et qui, eux seuls, peuvent donner leur accord sur cette opération. Et si cette ventilation ne peut être évitée, le Chef ainsi que le personnel présent dans le local doivent en être informé le plus rapidement possible.

Ceci vaut à tout moment de l'intervention, même lorsque celle-ci semble terminée.

Le fait de n'accepter dans cette zone que du personnel sous appareil respiratoire évite en grande partie les actions isolées, propices aux accidents.

La rubalise

Cette zone peut être délimitée « physiquement », par exemple à l'aide de rubalise. Cette délimitation définira cette zone comme ayant un certain niveau de danger, et cette délimitation servira également lors de l'arrivée des renforts.

L'arrivée d'un nombre croissant de personnels a tendance à augmenter de façon significative la confusion d'une intervention, là encore, avec du personnel qui ne cherche qu'à « bien faire ». Des pénétrations anarchiques risquent de se produire, tout comme des bris de vitre pour « aider à la ventilation ». Toute la stratégie mise en place par la première équipe peut se trouver mise à mal par de telles actions.

L'arrivée des renforts doit donc être maîtrisée : alors qu'il est acceptable que le personnel du premier engin reçoivent ses ordres durant le trajet et sortent de l'engin dès l'arrivée sur les lieux, cela n'est pas concevable pour les engins suivants, dont le chef doit descendre seul afin de se concerter avec le chef du premier engin. Le dispositif peut ainsi se mettre en place, monter en puissance sans dénaturer le fonctionnement initial.

De ce point de vue, le zonage immédiat de la zone freinera les initiatives individuelles et permettra donc de conserver la cohérence du dispositif.

Les échelles

Cette Zone 2, c'est également la zone de positionnement des échelles. Que le feu soit au RdC ou en étage, qu'il y ait ou non des victimes, peu importe : à un moment ou à un autre, il faudra monter soit pour explorer les locaux, soit pour éviter la propagation, soit pour attaquer.

Dans la plupart des cas, les échelles ne serviront donc pas forcément à monter, mais serviront à évacuer le personnel en cas de problème. Dans le cas de Blaina, de Keokuk la sortie par la fenêtre n'était pas possible car aucun moyen aérien n'était en place.

Les photos ci-contre et ci-dessous, ont été prises par John Hanley (<http://www.torontofirepics.com>), lors d'une intervention menée par l'unité «South Command» de Toronto (Canada), au 25 Ardmore Road, le 26 Février 2006. Le feu se situe dans le garage, mais progresse vers l'habitation, tandis qu'une équipe s'y trouve, en exploration à l'étage. Assez rapidement la situation se dégrade et les sapeurs-pompiers se retrouvent dans l'impossibilité de ressortir par l'escalier. La seule issue qui reste, c'est donc la fenêtre en haut à droite...



Par chance pour eux, la fenêtre de la pièce dans laquelle ils se trouvaient, donnait sur un petit toit qui leur a servi de refuge, le temps que leurs collègues déploient une échelle, pour les faire descendre. Il est clair que sans la présence de ce petit toit, ils auraient été contraints de sauter. Et il est rare que l'on sorte totalement indemne d'un saut du premier étage d'une habitation, en tenue de feu, avec un appareil respiratoire de 10 à 15kg sur le dos ! Seule la mise en place préventive d'échelles peut permettre de gérer cette situation, dans laquelle chaque seconde compte.



Nous en avons d'ailleurs une preuve supplémentaire avec la technique du « ladder bail out » (photo ci-contre), enseignée aux sapeurs-pompiers Américains. Dans le cas d'un feu se propageant dans un local donnant sur une fenêtre, le temps de survie est tellement court qu'il est impossible d'aller à la fenêtre, de se retourner, d'enjamber tranquillement le rebord est de descendre, d'autant qu'en se retournant pour descendre, le sapeur-pompier se trouve face au front de flamme. La technique du « ladder bail out » consiste à se jeter par la fenêtre, tête la première, à se raccrocher aux barreaux et à réaliser un retournement pour ensuite descendre normalement.

Sans aller jusqu'à apprendre cette technique (ce qui nécessite une formation assez poussée) il est clair que sans positionnement préalable d'une échelle, les chances de survie sont quasi nulles.

Exercice Ladder-bail-out. Photo Fire Service de la ville de Medford (Oregon - USA)

Evolution du rôle du chef

Dans notre concept de zone, la recherche du point d'attaque n'est plus du ressort du Chef. Celui-ci gagne donc un temps précieux.

Dès l'arrivée sur les lieux, d'un simple coup d'œil (volume, vent) il a déterminé la position de l'engin ainsi que le sens de pénétration dans le local. Il peut alors donner des ordres rapides (mise en œuvre des moyens hydrauliques, positionnement des échelles, délimitation de la zone, etc..) et, pendant leur exécution, poursuivre son exploration. Il regardera le nombre d'ouvrants, leur position, les émissions de fumées, les risques de propagation etc... et interrogera les témoins.

A ce stade, il ne devra pas pénétrer dans le local. D'abord parce qu'il est seul, ensuite parce qu'il n'a pas de moyens hydrauliques et enfin parce que cela n'apportera rien d'autre que de l'air au foyer !

A ce stade, le Chef aura un engin correctement placé avec une zone de repos et d'hydratation et un conducteur apte à fournir le matériel à la demande, une zone délimitée par de la rubalise et interdite aux curieux. Des échelles positionnées pour parer aux éventuels problèmes, une alimentation en place avec une équipe prête à relayer l'équipe d'attaque qui elle sera en place, auprès de la zone 3 (l'équipe de relais étant dans la zone engin, attentive aux ordres du Chef qui lui sera avec l'équipe d'attaque).

Contrôle du point d'entrée

La présence d'un sapeur-pompier au point d'entrée permet de gérer celui-ci. La pénétration dans la structure ne devant se faire qu'en tenue de feu complète avec la balise de détresse active, celle-ci doit être armée et son armement doit être vérifié.

Concernant l'identification des intervenants, celle-ci se fait « théoriquement » avec un système de panneau sur lequel l'identité est marquée, avec la pression d'air disponible etc... « Théoriquement » car nous parlons plutôt ici d'une action opérationnelle rapide, avec les premiers intervenants sur les lieux. Le personnel présent est généralement occupé à de nombreuses actions et cette étape de repérage, marquage des noms etc... est presque toujours oubliée. Elle se met en place au fur et à mesure, lorsque le reste du personnel se présente sur les lieux.

Or, les accidents ayant presque toujours lieu rapidement, ils se produisent donc avant cette étape.

Il faut prévoir non pas des solutions « parfaites » et lourdes, mais plutôt des solutions qui seront systématiquement utilisées car simples et rapides à mettre en œuvre.

Quelques pistes nous sont données dans les formations RIT (Rapid Intervention Team) [21].

D'abord lorsqu'un sapeur-pompier est en difficulté, sa balise de détresse se déclenche. Une équipe part alors à sa recherche. Mais une fois le sapeur-pompier trouvé, le signal de la balise perturbera les sauveteurs, les empêchant le cas échéant d'entendre une autre victime. De plus, de l'extérieur de la structure, il ne sera pas possible de savoir si la première victime a été trouvée et, si par malheur les sauveteurs se trouvent eux même en difficulté, le signal de leur balise sera confondu avec celui de la balise de la première victime.

Pour toutes ces raisons, la première chose que le sauveteur fait lorsqu'il aborde le sapeur-pompier en difficulté, c'est d'arrêter le signal de la balise de détresse. Lorsque cet arrêt peut se faire par l'appui sur un ou plusieurs boutons, cela ne pose pas de problème, mais bien souvent, cet arrêt ne peut se faire qu'avec une clef.

Or, la clef est fréquemment laissée à l'extérieur du local, et sert de repérage pour savoir que quelqu'un est entrée.

La solution la plus optimale n'est donc certainement pas celle-ci. Il faut plutôt fixer la clef sur la balise, par un petit câble (par exemple) et fournir à chaque sapeur-pompier une petite plaque d'identification qu'il fixera à sa ceinture ou à sa veste, par un mousqueton.

En entrant dans le local, il activera sa balise, et laissera sa plaque d'identité à l'entrée.



Ces images [22] montre l'usage d'un cône de signalisation routière, dans lequel un anneau métallique a été passé. Facile à transporter, à mettre en place et à repérer, même dans l'obscurité, ce cône précise le point d'entrée et permet de savoir si du personnel est dans la structure.

Lorsque les renforts arriveront et qu'un système plus élaboré sera mis en place, celui-ci pourra être fixé sur le cône ou complété celui-ci.

L'homme « de la porte »

Lors de la pénétration dans le local, la ventilation doit être évitée. Or dès que les intervenants ont commencé à progresser, ils ne peuvent plus maîtriser la porte. C'est donc au sapeur-pompier resté à l'extérieur que revient cette tâche. Il pourra aussi aider à la progression du tuyau en poussant celui-ci à l'intérieur de la structure au fur et à mesure de l'avancement du binôme d'attaque.

Zone 3 – Progression

C'est la zone qui a été oubliée dans toutes les interventions que nous avons analysé car à chaque fois elle a été « mélangée » avec la Zone 2.

A partir de la Zone 2, le Chef a reporté les indications au binôme qui va entrer, suite à l'observation de l'extérieur de l'habitation, à l'interrogation des témoins etc...

Il va indiquer globalement la situation, la présence ou non de matière dangereuse, la localisation apparente du foyer. Il va donner des précisions sur le vent, sur les ouvertures que les hommes pourront trouver sur leur chemin. Il veillera à l'enclenchement de leur balise de détresse.

Les deux hommes, munis de leur lance en eau, pourront alors rentrer. Ils progresseront en utilisant la technique décrite dans « Jet-Débit-Action » [7]. Resté à l'extérieur, mais à la porte, le Chef (ou un homme désigné pour cette mission) les aidera à progresser en faisant avancer le tuyau ou en tirant celui-ci lorsque le binôme ressortira.

Le personnel engagé l'est toujours en nombre minimum et toujours en tenue complète avec appareil respiratoire actif, balise de détresse active, et des moyens hydrauliques « en eau », pour entrer dans

la structure bâtementaire. Ceci ne doit et ne peut faire l'objet d'aucune exception, quelque soit la fonction ou le grade de la personne car c'est dans cette zone, donc entre ce point d'entrée et le local en feu que ce sont produits tous les accidents!

Progresser au-delà de 20m?

Sur de nombreux secteurs, nous avons constaté que la progression à l'intérieur d'un local, avec lance en eau, ne s'envisageait que sur une longueur de tuyau, donc sur 20m. Si au bout de 20m les intervenants n'ont rien trouvé, ils rebroussement chemin, et un binôme est alors engagé simplement en reconnaissance, donc sans moyen hydraulique. Ce raisonnement est basé sur le fait que dans ce cas, « le feu doit certainement être très loin » et qu'il est pénible de s'engager très loin avec un tuyau en eau. Là encore, seul le déplacement des hommes vers le feu est prévu. A aucun moment, il n'est envisagé que le feu puisse se déplacer pour venir à la rencontre des intervenants, alors que c'est ce type de phénomène qui est responsable de la majorité des accidents.

Cette notion d'un feu qui resterait statique ou du moins qui ne progresserait que dans des limites « raisonnables », explique également le raisonnement tenu et cas de découverte d'une victime : la lance est laissée sur place et la victime est ressortie, sans moyens hydrauliques en soutien. A aucun moment le déplacement rapide d'un front de flamme du foyer principal vers la sortie, n'est envisagé : le feu reste bien sagement en place, le binôme ressort, puis va revient récupérer sa lance et attaquer...

Zone 4 – Zone d'attaque

C'est la zone qui était précédemment définie comme celle du « point d'attaque ». La différence fondamentale c'est qu'avec le système des 4 zones et une bonne méthode de progression, cette zone n'est plus fixée par le Chef de l'intervention, mais par les intervenants qui sont entrés dans le local.

Ceux-ci ont progressé en refroidissant les couches gazeuses. Ils ont observé au sol le mouvement des fumées qui permet de visualiser le courant de convection donc l'emplacement du foyer. Ils se sont approchés, en protégeant leur retraite par la création de zones froides et arrivés à portée du foyer, ils ont attaqué celui-ci.

Concernant cette zone, le rôle du Chef de l'intervention est donc seulement d'en préciser l'emplacement d'après les informations des témoins, ce qu'il fait en renseignant son binôme d'attaque dans la zone 2, donc avant que celui-ci ne pénètre dans la zone 3.

Attaque ou sauvetage ?

Le choix entre l'attaque et le sauvetage doit se faire en relativisant le débat. La mission première des sapeurs-pompiers étant le sauvetage, il est hors de question se mettre cette mission de côté. Le challenge va donc être de réfléchir à la fois aux risques encourus et aux chances de réussite, le choix se faisant en fonction du rapport entre l'un et l'autre.

De nombreux sapeurs-pompiers restent malheureusement dans une logique du « tout ou rien » et ont pris au pied de la lettre l'adage de Paul Grimwood « *Take the fire first* » (« occupez vous du feu en priorité »). Ils en ont déduit que cela voulait dire « *ne faites pas les sauvetages* » et ont considéré que c'était impensable. Pris de cette façon aussi « simpliste », ils ont raison! Le problème vient simplement d'une incompréhension du message de sécurité émis par Paul Grimwood : dans un feu de local, il sera toujours impossible de prendre le feu de vitesse. Le challenge va donc être de réussir les sauvetages, sans faire prendre de risques inconsidérés aux sauveteurs. Si nous reprenons les 8 accidents décrits précédents, l'ensemble totalise 15 sapeurs-pompiers décédés, ce qui fait pratiquement 2 par intervention! A ceci nous pouvons ajouter que les deux seuls cas d'extraction de victimes (Blaina et Keokuk) se sont soldés par le décès de ces victimes et que dans le cas du Leo's Supermarket et du Bronx, les sapeurs-pompiers décédés étaient en train de chercher des victimes... qui n'existaient pas !

Il faut donc faire preuve de discernement en analysant la situation du feu au moment de l'arrivée sur les lieux et en essayant de classer les différents type de victimes.

L'état du feu à l'arrivée des secours

Lorsque les secours se présentent sur les lieux, le feu peut se trouver dans l'une des trois situations suivantes, que nous allons prendre en chronologie inverse:

Phase « post-plein développement »

Dans ce cas, les fenêtres sont généralement brisées, le toit est percé, etc.. Le feu est contrôlé par le combustible, la disponibilité en comburant étant supérieure au besoin compte tenu des nombreuses ouvertures. Dans ce cas, le feu est sur sa phase de déclin, même s'il est encore visible sous forme de flammes gigantesques. Au niveau des sauvetages, il y a peu de chance de les réussir car le feu est passé par son point maximal. Les personnes piégées dans la structure sont certainement mortes brûlées ou asphyxiées. La progression du feu sera limitée à des structures généralement visibles, et les intervenants seront occupés à protéger des zones encore épargnées ou à déverser beaucoup d'eau pour noyer le ou les foyers. En effet, dans une telle situation il n'y a plus grand chose à sauver et de toutes façons, les moyens hydrauliques conventionnels sont généralement insuffisants pour tuer le feu. Celui-ci sera donc accompagné dans sa phase de déclin.

Il faudra toujours se méfier car les poches de fumées inflammables sont toujours potentiellement dangereuses, et le risque d'effondrement va aller croissant.

Phase de plein-développement

Dans le cadre d'une structure, les flammes sortent par les fenêtres et le toit est généralement en feu. Le moment de sortie des flammes par les fenêtres est souvent le signe du flashover : à partir de cet instant, le feu bascule de « localisé » à « généralisé ». La pénétration dans une zone proche du foyer est pratiquement impossible à cause de la puissance thermique, mais, paradoxalement, la pénétration dans les autres zones peut ainsi être facilitée. En effet, le fait que le haut de la structure soit généralement ouvert, fait que l'accumulation des gaz chauds est limitée tout comme l'accumulation de la chaleur. Cela se comprend aisément lorsque l'on sait que près de 70% de la puissance thermique s'échappe par convection donc « par le haut ».

Phase « pré - plein développement »

Dans ce cas, les fenêtres sont encore intactes, le toit n'est pas « ouvert » etc... Le feu est donc encore dans sa phase de croissance et va prendre de l'ampleur. Comme nous le savons, son ampleur est fonction du comburant disponible. En pénétrant dans le local, les secours vont réaliser (souvent sans s'en rendre compte), un apport important de comburant : le feu va donc prendre de l'ampleur et progresser.

Et comme à ce stade, le local est rempli de combustible gazeux, cette propagation sera toujours extrêmement rapide. C'est le cas des feux que nous avons décrits et que nous avons pris comme exemple lors de notre explication sur les zones de danger et de positionnement.

Dans ce cas, les sauvetages ont encore des chances de réussir, mais ils sont extrêmement dangereux.

A noter que la structure peut dégager d'importantes fumées, ou à l'inverse, pas du tout.

Le premier message de l'intervention sur l'Athletic Club d'Indianapolis indiquait que rien n'était visible., mais à l'inverse nous avons trouvé le descriptif d'une intervention aux USA, dans un secteur résidentiel, durant laquelle la fumée était tellement présente que le véhicule de la première équipe arrivée sur les lieux, est passé au travers d'un énorme nuage de fumée et en est ressorti en se rendant compte qu'ils étaient passés devant l'habitation... sans la voir !

Faire évoluer la situation : les exutoires

Aux USA, les équipes de « roofer » (du mot « roof » signifiant « toit ») qui, dès l'arrivée sur les lieux, montent sur le toit et découpent celui-ci, facilitent donc les sauvetages en empêchant la convection de se trouver bloquée par le plafond et donc de retomber vers le sol. Sachant en plus que c'est ce retour de la convection vers le bas (rayonnement « retour ») qui est responsable du flashover, la création de ces ouvertures évite bien des problèmes. Ces ouvertures permettent en quelque sorte de passer d'un feu en phase « pré-plein-développement » à un feu en « plein développement », mais en dirigeant les flammes.



Cette ouverture en hauteur, explique la réussite de certains sauvetages. Nous avons eu le témoignage d'un sauvetage réussi dans un pavillon (maison individuelle) « entièrement embrasé ».

Très sceptique, nous avons demandé des précisions et découvert qu'il s'agissait d'une habitation sans étage, avec un feu dans la cuisine à un bout de la structure. Le feu était passé au travers du plafond, donc du toit, et le sauvetage avait été effectué dans une chambre, située à l'autre bout de la structure, et qui pouvait être atteinte sans passer dans le local en feu. Par chance, le feu était passé rapidement au travers du plafond et du toit (donnant effectivement l'impression d'un feu gigantesque), et la convection n'avait donc pas eu le temps d'impacter le reste de la structure.

La pénétration dans celle-ci était facilitée par cet exutoire créé par le feu lui-même, et la victime avait été extraite rapidement.

Faire évoluer la situation : l'attaque intérieure

La ventilation par la partie supérieure est facilitée par le type de construction. Aux USA, l'usage de la ventilation d'attaque est une chose très commune, mais presque uniquement sur les secteurs avec des habitations « individuelles ». La structure de ces maisons, en bois avec toit également en bois, autorise des découpes rapides et la création d'exutoires.

Des règles de découpes existent et sont enseignées, et les outils correspondant équipent pratiquement tous les engins.

A l'inverse, les habitations avec dalles intermédiaires en béton, toit en ardoise avec forte charpente et isolation, sont assez peu propices à ce genre d'action.

L'attaque, donc le refroidissement par l'intérieur, est la solution la plus adaptée. Comme indiqué dans « Jet-Débit-Action » [7], elle consistera à progresser puis à attaquer en refroidissant les fumées pour en diminuer la température et donc le volume. Le rafraîchissement de l'ambiance, sans production de vapeur, augmentera la visibilité et augmentera également les chances de survie des victimes.

Les types de victimes

Ayant étudié les différentes étapes d'un feu, étudions maintenant les différents « types » de victimes :

Victimes valides et mobiles

Ce sont les personnes qui peuvent se déplacer elles-mêmes vers la sortie. Celui qui peut sortir d'une structure dans laquelle un feu s'est déclaré, se sauve le plus vite possible. Les sapeurs-pompiers le trouvent à l'extérieur, parfois blessé, mais en tout cas extrait de la structure. Il est impératif de bien vérifier les issues de sortie car dans de nombreux cas les sapeurs-pompiers ont mis en œuvre des sauvetages alors que les soi-disant victimes étaient déjà parties (cas de l'accident du Bronx).

Lors des exercices d'évacuation, la notion de point de rassemblement doit être parfaitement comprise. Malheureusement, cette notion est généralement méconnue dans le cas des immeubles. Il peut être souhaitable que les sapeurs-pompiers analysent leur secteur d'intervention et fournissent aux habitants des immeubles de ce secteur, un document informatif, leur indiquant qu'en cas d'incendie, ils devront tous se regrouper en bas du bâtiment, par exemple sur un parking.

Victimes valides et piégées

Ce sont les personnes valides qui ne peuvent pas s'échapper par les issues habituelles. Elles se réfugient sur les balcons, font des signes aux fenêtres etc... La mission première sera de leur montrer qu'elles ont été vues et de mettre en place des moyens aériens pour aller les chercher, au plus vite. Notre approche volumique de la structure nous permet déjà de répondre à ce problème. Comme nous l'avons vu, nous installons des échelles, même si personne ne se présente aux fenêtres, ceci afin de préparer l'évacuation du personnel qui se trouverait coincé dans les étages, suite à une propagation du feu. L'équipe, parfaitement au courant de cette problématique, saura dès le départ qu'elle doit mettre en place les échelles, sitôt qu'arrivée sur les lieux elle constatera qu'il existe au moins un étage. Dans le cas d'une impossibilité de sortir ces personnes par des voies extérieures, il faudra pratiquer un sauvetage par l'intérieur. Mais dans ce cas, nous serons en présence de personnes « pouvant attendre ». Si la victime est en relative sécurité sur un balcon, il faut mieux faire un sauvetage par l'extérieur, même si celui-ci est compliqué, ou bien procéder à l'attaque, afin d'éteindre et permettre la sortie de la personne par l'intérieur. Il est difficilement concevable de faire passer quelqu'un sans tenue de protection au travers d'une zone en feu, alors même que si cette personne est sur le balcon, c'est bien parce que la traversée de cette zone lui était impossible !

Victimes non-valides

Ce sont les personnes qui ont été intoxiquées, qui sont blessées par des chutes d'objets, qui sont handicapés etc... Elles ne peuvent s'extraire seules du local, et ne peuvent être sauvées que par une aide extérieure.

Le niveau de cette incapacité à se sauver est relativement stable : compte tenu de la vitesse d'émission des gaz toxiques dans une structure, l'incapacité « partielle » à s'extraire ne durera que quelques secondes : soit la personne arrive à sortir seule, soit elle est totalement incapable de le faire. Espérer avoir une victime qui sortira lentement du local ou qui participera à son sauvetage est assez illusoire. En tout cas, il ne faut pas compter là-dessus pour augmenter les chances de réussite du sauvetage.

Nous parlons bien ici de l'extraction rapide d'une victime qui se trouve dans des conditions où le danger ne peut être contrôlé. Tout d'abord, rappelons que le concept de « protection », base du secourisme, s'applique en premier au secouriste, en second à la victime et enfin aux tiers. Les législateurs, sans se préoccuper du danger « incendie » comme risque mais en se basant sur les risques en général (le risque incendie n'étant qu'un risque parmi d'autres), nous donnent quelques précisions.

En France, les documents officiels relatifs au secourisme [23] [24], indiquent clairement la situation dans laquelle le « dégagement d'urgence » est possible. Citons quelques lignes de ce document (Guide Nationale de Référence / Premier Secours – Janvier 2001 Page 12).

- *La priorité du sauveteur doit être de se protéger*
- *La victime doit être visible, facile à atteindre, et aucune entrave ne doit l'immobiliser ou gêner son dégagement.*
- *Il est essentiel que le sauveteur anticipe ce qu'il va faire et qu'il privilégie le chemin le plus sûr et le plus rapide à l'aller comme au retour.*

Il est ensuite précisé, en caractères gras : « **La rapidité de mise en œuvre du dégagement reste prioritaire** ».

Difficile d'être plus clair : le sauvetage ne doit durer que quelques secondes et l'éventualité de la recherche d'une personne dans un lieu complexe n'est pas envisagée.

Le législateur Français prend d'ailleurs ce paramètre en compte, lorsqu'il est question de la non-assistance à personne en danger. L'article 2236 alinéa 2 du Code Pénal précise ce cas en indiquant qu'il concerne « *quiconque s'abstient volontairement de porter à une personne en péril, l'assistance que, sans risque pour lui ou pour les tiers, il pouvait lui prêter soit par son action personnelle, soit en provoquant un secours* ». Avec le « *sans risque pour lui ou pour les tiers* » nous retrouvons ce principe de protection du secouriste.

Au Québec, le principe est également le même. L'article 2 de la Charte des droits et libertés de la personne du Québec indique : « *Toute personne doit porter secours à celui dont la vie est en péril, personnellement ou en obtenant du secours, en lui apportant l'aide physique nécessaire et immédiate, à moins d'un risque pour elle ou pour les tiers, ou d'un autre motif raisonnable* ».

Là encore, la protection du sauveteur (« *à moins d'un risque pour elle ou pour les tiers* ») reste un principe essentiel.

En Belgique, le code pénal participe de la même logique.

De ceci, nous déduisons qu'il y a deux cas :

- Les personnes « invalides » et visibles
- Les personnes « invalides » et invisibles

Victimes non-valides mais visibles

Dans ce cas, l'extraction peut se faire très vite, avec des moyens réduits. Aux USA, les équipes de « rescues » réalisent ce genre d'intervention avec un simple extincteur. Le danger est limité d'abord parce qu'il n'y aura pas de recherche, et ensuite parce que l'apport en comburant est limité, compte tenu de la faible durée de l'action. Cette action, c'est l'accompagnement d'une personne qui sort de la structure, c'est la sortie d'une personne allongée dans le couloir visible depuis la porte d'entrée.

Mais ce n'est certainement pas une action telle que monter un escalier pour explorer des pièces dont on ne connaît nullement la structure ni l'état de rangement ! En clair, c'est une action rapide, efficace, qui se base sur ce qui est appris en secourisme : *une victime visible et facilement accessible*.

Il est tentant de dire que le sapeur-pompier possède une tenue et un appareil respiratoire lui permettent d'agir avec une plus grande sécurité. C'est à la fois vrai, et faux. Vrai car sa tenue le protège. Faux car le poids de cette tenue associé à l'appareil respiratoire, est important et que la respiration dans l'effort peut rapidement devenir difficile avec un appareil respiratoire.

En fait, le sapeur-pompier en tenue pourra intervenir dans une ambiance thermique légèrement plus dégradée que pour le sauveteur non-équipé. Mais les règles du sauvetage d'urgence restent les mêmes : victime visible, facilement accessible etc.

Les sapeurs-pompiers Américains ont ainsi constaté qu'en cas de déclenchement d'un phénomène thermique, le sapeur-pompier désirant se sauver avait le temps, (en tenue de feu avec appareil respiratoire actif), de parcourir environ 4 m. Dès que les secours se trouvent sans moyens d'attaques, à une distance de plus de 4 m d'une sortie, ils sont donc considérés comme étant en danger.

Nous avons donc bien ici une concordance quasi-parfaite entre cette notion de survie du secouriste et la position de la victime : si celle-ci est visible, le sauvetage sans moyens hydrauliques est réalisable. Dans le cas contraire, l'action est très dangereuse.

Victimes non-valides et non-visibles

Le cas des victimes non-visibles donc non-valides, est le plus cas le plus délicat. Dans quelques cas, le descriptif de la situation peut-être très précis : la mère qui sort avec un enfant dans les bras et qui sait qu'il y en a un autre juste derrière elle.

Mais dans la plupart des cas, les sapeurs-pompiers prennent des renseignements sur la situation, en interrogeant les témoins.

Croire les témoins ?

Globalement, deux cas se présentent:

1. Les témoins indiquent la présence de victime en dénombrant celle-ci (« il y a un enfant dans sa chambre », « il y a deux adultes en bas et trois enfants en haut » etc.)
2. Les témoins indiquent qu'il n'y a personne dans la structure

Le problème c'est que, dans un sens ou dans l'autre, l'expérience démontre que les témoins sont rarement crédibles à 100%.

Dans le cas de Blaina, les témoins ont affirmé qu'il y avait « des enfants » à l'étage. Or, il n'y en avait qu'un seul et les sapeurs-pompiers sont décédés alors qu'ils remontaient chercher ce soit disant « autre enfant ».

Dans le cas du Bronx, les sapeurs-pompiers ont entrepris des recherches à l'étage, car des témoins avaient indiqué la présence d'un homme, ce qui était vrai, sauf que dès le début de l'incendie, il s'était sauvé par l'escalier et était sorti par le toit. Or, même si dans le cas du Bronx, l'attaque a été menée en parallèle aux sauvetages, cette attaque n'a bénéficié que d'un nombre restreint de sapeurs-pompiers puisque la majorité d'entre eux était à l'étage en train d'explorer celui-ci.

Dans le cas de Winnipeg, les sapeurs-pompiers sont entrés pour chercher les deux adolescents, mais ceux-ci étaient déjà sortis.

De ceci nous pouvons déduire que la présence et le nombre de victimes, annoncés par les témoins, ne sont pas toujours fiables et que la localisation dans la structure est toujours incertaine: la victime a presque toujours le temps de commencer à réagir, à chercher à se sauver lorsque le feu se déclare. Ce n'est donc pas parce que le témoin affirme que la victime est à un endroit qu'elle s'y trouve réellement car celui qui voit le feu arriver sur lui ou qui sent la fumée, reste rarement immobile!

En même temps, si nous acceptons le fait que le témoin peut se tromper lorsqu'il indique la présence de victime, nous devons admettre également qu'il peut se tromper lorsqu'il affirme qu'il n'y a personne. Les cas de découvertes de victimes, une fois l'intervention terminée, sont assez nombreux : à l'arrivée sur les lieux, les témoins indiquent qu'il n'y a personne, et ce n'est qu'une fois l'opération d'extinction terminée que l'on découvre les corps calcinés. Un tel cas s'est produit en France, il y a quelques années, avec des parents persuadés que leurs enfants étaient sur un terrain de sport alors qu'ils en étaient revenus. Ce n'est qu'une fois le feu éteint que les victimes ont été retrouvées, dans le garage.

Ceci doit donc nous inciter à voir le sauvetage non pas comme une « option » qui se déciderait en fonction des témoins, mais plutôt comme une obligation. A partir du moment où une structure est impliquée, le sauvetage doit se mettre en place et ne pourra être considéré comme terminé que lorsque toutes les pièces auront été intégralement visitées.

Nous retrouvons donc notre distinction initiale:

- En cas de victime visible, le sauvetage est rapide et s'apparente à du dégagement d'urgence ou à une extraction par l'extérieur
- Dans tous les autres cas, quelles que soient les affirmations des témoins, il faut mettre en œuvre des sauvetages potentiels, qui seront de toutes façons très longs.

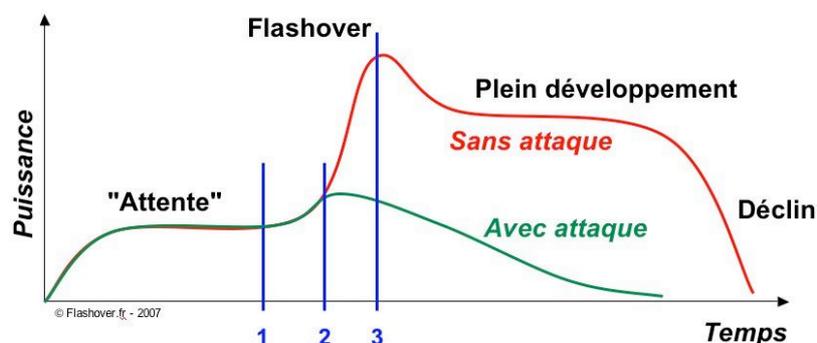
Sauver ou attaquer pour sauver ?

Dans le cadre d'un sauvetage sans attaque, le feu va certainement progresser puisqu'il sera ventilé. Plus le temps va passer et plus les chances de survie de la première victime vont diminuer, non pas à cause du temps qui passe, mais parce que durant la recherche, le feu progresse. Et comment espérer protéger du feu une personne en pyjama, là où des sapeurs-pompiers en tenue de feu complète ne peuvent tenir que quelques secondes ? Quant aux éventuelles autres personnes piégées, le simple fait de sauver la première victime revient quasiment à les condamner.

Et si nous imaginons un sauvetage de 3 personnes et qu'après avoir tenté de sauver la première, l'équipe se trouve elle-même en difficulté, il est évident que les deux autres victimes auront moins de chance d'être sauvées que si l'équipe d'intervention était toujours saine et sauve.

Par contre, dans le cadre d'une attaque préalable, plus l'attaque progresse et plus les chances de survie augmentent. Si le feu est de petite ampleur, il sera éteint en quelques secondes et les sauvetages pourront se faire avec un niveau de sécurité optimale pour les sapeurs-pompiers, mais aussi pour TOUTES les victimes, désignées ou non par les témoins. Si le feu est difficile à éteindre, c'est que de toutes façons, sans cette attaque, il aurait été dévastateur.

Nous pouvons d'ailleurs reprendre la courbe du flashover, en y appliquant les deux cas possibles :



Au point 1 nous avons l'arrivée des secours. Jusqu'à cet instant le feu est en attente. Il produit une grande quantité de gaz combustible et son ampleur dépend du comburant. Les secours arrivent et pénètrent dans la structure (point 2). Au point 3, le point de mort certaines est atteint pour toutes les personnes présentes.

Trois cas sont donc envisageables.

- Les intervenants tentent de sauver sans attaquer. Dans ce cas, c'est la courbe rouge qui prévaudra avec à terme un échec des sauvetages et un échec de l'extinction
- Les intervenants attaquent et maîtrisent rapidement le feu. Dans ce cas c'est la courbe verte qui prévaut : plus l'attaque progresse, plus le temps disponible pour le sauvetage augmente, tout comme les chances de survie des victimes
- Les intervenants attaquent mais ne réussissent pas à maîtriser le foyer. Ils vont de toutes façons en retarder le passage en plein développement, et auront réussi à faire gagner du temps pour effectuer les sauvetages alors même que l'ampleur du feu les auraient rendu impossibles.

Rappel : nous sommes toujours dans le cas d'un feu en phase de pré-plein-développement et de victime(s) non-visibles.

Simulation d'un incendie

Si nous comprenons désormais que les actions de sauvetages sont une obligation, il nous a reste à insérer ces actions dans le déroulement de l'opération et surtout à vérifier l'efficacité de ces choix. Pour cela, il faut simuler. La solution la plus fiable consiste à construire une structure, et à y mettre le feu. C'est la solution pour laquelle le NIST (USA) opte depuis de nombreuses années. Les sapeurs-pompiers connaissent bien les vidéos produites par cet organisme, montrant des feux de structure (sapin de Noël, canapé...).

Or, la mise en œuvre de telles simulations est complexe et coûteuse. En parallèle, le NIST a donc développé un outil informatique, nommé FDS [25], qui permet de reproduire, sur un ordinateur, le déroulement d'un incendie.

La validation de cet outil a été maintes fois réalisée, en calculant les résultats que doit donner un incendie, puis en réalisant celui-ci en vraie grandeur, et en comparant.

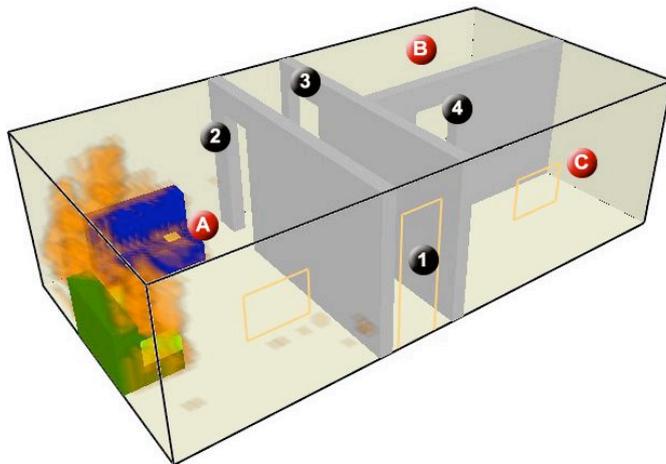
Cette validation a par exemple été réalisée dans le cadre de la reproduction de l'incendie qui a ravagé le Station Nightclub (West Warwick, Rhode Island - USA) le 20 Février 2003, causant la mort d'une centaine de personnes [16]

A l'heure actuelle, cet outil est donc considéré comme fiable et peut nous servir pour simuler des incendies ayant déjà eu lieu, ou des incendies « imaginés », ce qui, pédagogiquement est un atout majeur.

Nous allons donc modéliser une structure simple, y mettre « virtuellement » le feu, et voir ce qui se passe lorsque les sapeurs-pompiers ouvrent les portes pour pénétrer dans la structure.

Nous allons partir de l'option la plus communément admise, à savoir « sauver avant d'attaquer » et nous allons voir les impacts de cette tactique, aussi bien sur le feu que sur les intervenants et sur les victimes.

La structure



Elle est volontairement simple: 8m de long, 4m de profondeur et un plafond à 2,40m. La porte d'entrée (1) donne sur un couloir. Sur la gauche, une pièce (A) avec deux canapés, accessible par une porte (2). Sur la droite, deux pièces (B et C) communiquant l'une avec l'autre par la porte 4.

Cette structure peut représenter une petite maison avec trois pièces, tout comme le couloir d'un petit immeuble avec un studio à gauche et un autre à droite etc...

Situation de départ

Le feu se déclenche sur le canapé bleu, dans la pièce A, dans un angle éloigné du second canapé. La capacité combustible du local reste assez faible, puisque seuls les deux canapés sont décrits comme étant combustibles: pas d'autres meubles, pas de moquette...

Le démarrage du feu étant assez rapide, nous considérons que l'alerte est immédiate.

Les ouvrants

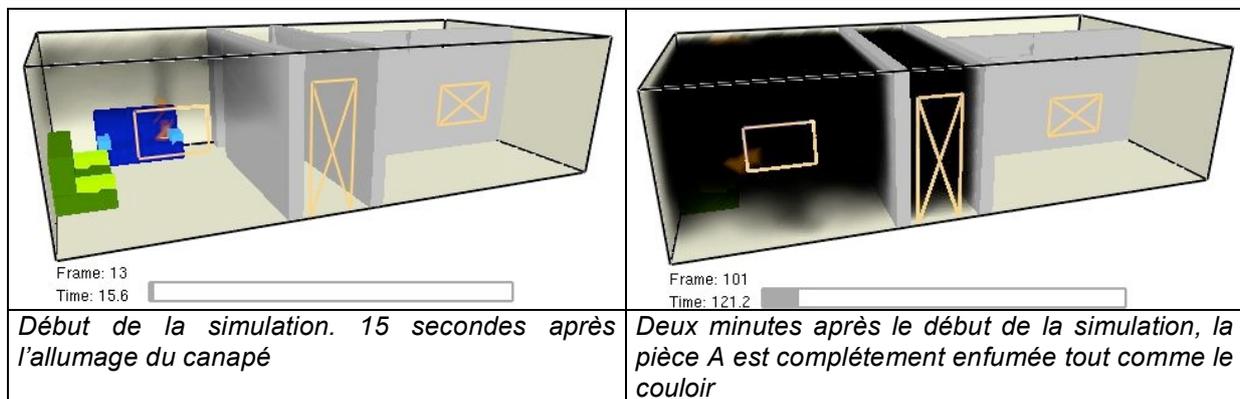
Dans la pièce en feu, une petite fenêtre ouverte, donne sur l'extérieur. Elle ne fait que 80cm de large et 60 cm de haut. La porte qui donne sur le couloir (2), est ouverte sur une largeur de 60cm. Au départ, la porte d'entrée (1) est fermée, tout comme la porte (3) qui donne sur la pièce du fond à droite et la porte (4) qui fait communiquer les deux pièces de droites. Une fenêtre sur la façade, à droite (pièce C), sera ouverte en fin de simulation.

En imaginant que nous soyons (par exemple) en présence de deux studios, les habitants de celui de gauche se sont sauvés précipitamment, en laissant la porte ouverte, mais ont fermé la porte d'entrée. Les sapeurs-pompiers Parisiens, habitués aux incendies de chambre de bonne, imaginent assez facilement une structure de ce type, avec des petites fenêtres qui donnent sur des cours intérieures, et qui sont difficilement accessibles. La situation n'a donc rien d'exceptionnel.

Le déroulement

Afin de comprendre le déroulement de l'opération, nous allons figer la simulation de temps à autre, pour analyser ce qui se passe. Nous allons également observer les courbes produites par FDS, entre autres la courbe de la puissance thermique dans la structure. En effet, à chaque boucle de calcul, FDS sauvegarde des données dans des fichiers lisibles avec un tableur (Excel par exemple), ce qui permet de produire des courbes montrant l'évolution de la température, de l'émission de CO₂ ou de CO etc... Nous pourrions également analyser des moments précis dans la simulation, en regardant la température dans toutes les zones de la structure.

Important : pour des raisons essentiellement liées à la durée de calcul, le canapé est mis à feu de façon violente. La phase de départ est donc raccourcie. Nous estimons ainsi que la simulation commence environ 3 à 4 minutes après la mise à feu (par une cigarette ou une lampe posée sur le canapé). En fait, la simulation commence au moment où un individu serait interpellé par le bruit du feu ou par l'odeur. L'alerte serait donc donnée dès le début de notre simulation.



Entre le départ du feu et l'arrivée des secours (simulé à 8 min après le départ de la simulation), le feu progresse sur le canapé et la fumée envahit très vite, aussi bien le local en feu (A) que le couloir. La fumée sort par la fenêtre de la pièce A (pour des raisons de simplification, cette sortie n'est pas visible sur l'image, mais elle se produit, tout comme l'admission d'air par cette fenêtre).

Mais la fenêtre est assez petite et ne permet pas une extraction totale des fumées.

L'observation de la progression de la puissance thermique dans le local (voir courbe plus bas) montre que dès le départ, le feu prend rapidement de l'ampleur (de 0 à 90 secondes environ), puis entre dans un cycle en dents de scie: la puissance augmente, il y a forte production de gaz, forte production de fumée. Mais comme la fenêtre est assez petite, la sortie des fumées empêche l'apport d'air. Le feu baisse alors en intensité, faute de comburant et la puissance thermique diminue. Il y a diminution de la chaleur donc de la pression et l'air peut alors entrer par la fenêtre. Le feu reprend alors de la vigueur et ainsi de suite (de t=90 à t=480 secondes)

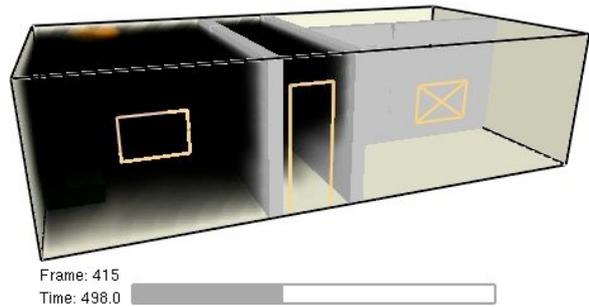
Nous voyons donc que la puissance thermique qui est montée en flèche au départ, est ensuite retombée dans un cycle qui pourrait durer aussi longtemps que le combustible présent le permettra.

L'arrivée des secours

A leur arrivée, au bout de 8 minutes (480 secondes), les secours ouvrent la porte d'entrée. Les fumées sont alors extraites par cette porte et le plafond de fumées remonte.

Mais s'il remonte, c'est également parce que l'air frais entre par le bas. Le foyer est donc ré-oxygéné, même s'il est loin de la porte. La production de fumée ayant été importante, c'est la sortie des fumées qui occupe la majeure partie de l'ouverture. L'oxygénation va donc se faire, mais en prenant un peu de temps.

8 minutes. L'ouverture de la porte d'entrée permet l'extraction des fumées et la remontée du plafond gazeux, mais aussi l'entrée d'air frais.



Les sapeurs-pompiers pénètrent dans le couloir. En prenant en compte l'effet de surprise à l'ouverture de la porte, la préparation, l'avancement dans le couloir etc... nous considérons que les intervenants arrivent face à la porte du local en feu (porte 2), une minute après l'ouverture de la porte d'entrée (1).

Sauver ou attaquer?

Les témoins ayant indiqué la présence de victimes potentielles dans les pièces de droite, c'est l'option « sauvetage sans attaque » qui est choisie et qui va donc faire l'objet de la suite de la simulation. Une minute après l'ouverture de la porte d'entrée (soir 540 secondes après le début de la simulation), la porte du fond du couloir (3), donnant sur la pièce de droite, est donc ouverte sur 80cm de large.

Le volume sur lequel donne cette porte (pièce B) est un volume qui, jusqu'à présent, a été épargné par la fumée et la chaleur. Il est donc en dépression par rapport au reste de la structure. Dès l'ouverture de la porte, la fumée va y pénétrer amenant avec elle la chaleur du foyer, qui est désormais bien ventilé.

Remarque

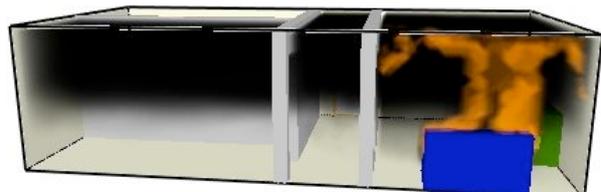
La vitesse de pénétration de la fumée, dans le local, est telle qu'il semble difficile d'ouvrir pour simplement voir si le volume est enfumé. En fait, sachant que le couloir est enfumé et que la porte 3 est fermée, la seule solution consiste à supposer que le local n'est pas encore enfumé.

Le foyer va profiter de cette nouvelle ouverture car le comburant présent dans cette pièce, va être chassé par la pénétration des fumées, sortir de cette pièce et rentrer dans le local en feu. Par cette simple action, les sapeurs-pompiers auront donc réalisé deux choses:

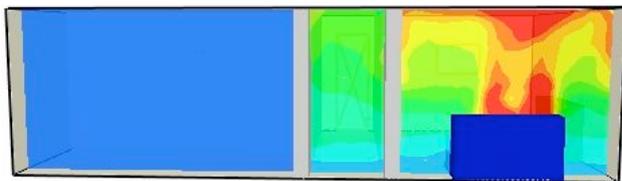
- Enfumer un lieu qui était jusqu'alors préservé
- Apporter un volume de comburant à un foyer qui n'attend que ça



Vue de l'arrière de la structure. 4 secondes après l'ouverture de la porte 3, la fumée est déjà présente dans la pièce B (à gauche). Le feu recommence à prendre de l'ampleur.



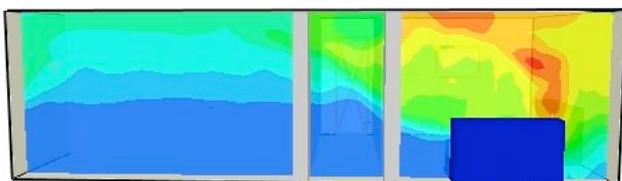
Seulement 30 secondes après l'ouverture de la porte 3, la pièce de gauche est déjà très enfumée et le feu a repris beaucoup d'ampleur.



Situation thermique avant ouverture de la porte 3. Vue arrière de l'habitation. La pièce de gauche est à une température uniforme, comprise entre 20 et 50°C

370
335
300
265
230
195
160
125
90.0
55.0
20.0

Au cas où une victime, encore vivante, serait présente dans ce local, ses chances de survie diminuent instantanément: quelques secondes d'inhalation d'un fort taux de monoxyde de carbone suffisent pour provoquer le décès.
Il n'est plus question d'une notion d'évacuation qui se compte en minutes, mais bel et bien d'une notion de survie, à échéance de quelques secondes.



Situation après ouverture de la porte. L'échelle de grandeur a été modifiée : le local de gauche, désormais enfumé atteint une température de 20 à 95°C en partie basse et 300°C à 400°C en partie haute.

770
695
620
545
470
395
320
245
170
95.0
20.0

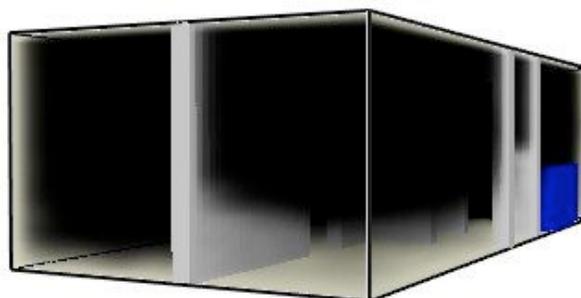
De mêmes, la température a rapidement évolué. Imaginons que cette pièce soit une chambre à coucher, ou 2 enfants dorment dans un lit superposé : avant l'ouverture de la porte, ils sont dans une ambiance thermique de l'ordre de 20 à 50°C, ou la présence de gaz toxique leur donnera sans doute de fortes nausées, mais sans plus. Quelques secondes après l'ouverture de la porte, l'enfant qui est en partie inférieure du lit sera dans une zone à environ 20 à 95°C avec une concentration de gaz toxiques, causant sa mort en quelques instants. Quant à celui qui est en haut, il décèdera dans les secondes qui suivront l'ouverture de la porte, en étant soumis à une température de plus de 300°C !

De plus, pour extraire une victime de ce local, il faudra la traîner dans le couloir donc passer près du foyer, qui a pris de l'ampleur. Si la victime ne meurt pas brûlée, elle mourra certainement à cause de la présence massive de gaz toxiques dans le couloir. Et si les secours tentent de lui mettre un masque respiratoire, ce délai supplémentaire, alors que la victime est désormais dans une atmosphère très toxique, lui sera fatale. Et que faire si ce n'est pas une victime qui est découverte, mais plusieurs ? Le temps de sortir l'une d'entre elles, la ou les autres victimes seront sûrement mortes.

Poursuivons néanmoins notre simulation, en imaginant que nos sapeurs-pompiers n'aient rien trouvé dans cette pièce. Après deux minutes d'exploration (ce qui est assez court), ils ouvrent la porte (4) qui donne sur la dernière pièce.

Tout comme dans la pièce précédente, la fumée envahit immédiatement ce local. De plus, la vitesse de pénétration de la fumée fait que celle-ci heurte le mur du fond, et retombe rapidement au sol. Là encore, une victime piégée dans ce local se retrouve maintenant dans une ambiance thermique insupportable sans tenue de protection, et une ambiance gazeuse immédiatement toxique, qui va provoquer la mort en quelques secondes.

Ce second volume de comburant va à nouveau alimenter le feu, qui a déjà eu le temps de prendre de l'ampleur. Le local en feu progresse à grands pas vers le flashover avec une propagation sur le second canapé. En sortie de ce local, la température est insupportable, et les secours ne peuvent plus repartir par le couloir: pour des sapeurs-pompiers, les chances de survie diminuent, et pour des victimes sans tenue de feu et sans appareil respiratoire, elles sont désormais proches de 0.



Stratification des fumées dans les différents zones

La simulation étant très fiable en ce qui concerne le déplacement des fumées, nous pouvons nous en servir pour constater que le local C est sensible à la pénétration des fumées, mais pas à leur extraction ! Le plafond de fumée y est plus bas que dans le local précédent (B) qui lui bénéficie de l'aération par la porte d'entrée. Et même une fois la fenêtre ouverte, la situation restera très mauvaise avec un plafond de fumée très bas.

Analyse

Il est possible de dire que cela ne représente pas la réalité. Mais plusieurs points sont à noter. En premier, le déroulement est tout à fait logique, et correspond parfaitement à des situations réelles, telles que celle de Blaina, ou de Keokuk. Ensuite, l'outil informatique utilisé, FDS, est parfaitement fiable. Enfin, la seule chose qui pourrait varier, c'est l'ajout de combustible dans le couloir ou les pièces impliquées, ce qui ne pourrait qu'aggraver la situation.

En effet, la probabilité initiale de flashover n'est pas liée à la présence de combustible, mais à l'apport en comburant: cela veut donc dire qu'en ayant plus de combustible dans le local, il n'y aurait pas eu flashover avant l'arrivée des sapeur-pompier, à cause du manque de ventilation. Par contre, le phénomène se serait produit de façon très violente après leur arrivée.

Dans notre cas, la seule raison pour laquelle le flashover n'est pas atteint, c'est qu'au moment de l'inflammation du second canapé, le premier est pratiquement détruit et qu'il n'y a pas d'autres éléments combustible. Alors que la ventilation est désormais suffisante, c'est la charge combustible qui est trop faible pour atteindre le flashover.

En ajoutant simplement de la moquette et en meublant les autres locaux, nous aurions un flashover mais surtout une propagation dans les autres pièces, donc une situation encore plus dramatique.

Evolution de la situation

Le point le plus intéressant concerne les locaux et la situation thermique **avant** l'arrivée des secours. Le cycle de respiration de l'incendie montre bien que celui-ci est dans une phase de stabilité et que cette phase de stabilité pourrait encore durer plusieurs minutes. Le feu oscille entre une aspiration de comburant et une extraction des fumées, mais sans prendre d'ampleur. Au tout début, nous avons un feu contrôlé par le combustible mais le feu devient rapidement contrôlé par le comburant : c'est l'apport d'air qui limite l'ampleur du feu.

Ce sont donc bien les sapeurs-pompiers qui font redémarrer le cycle de progression du feu en pénétrant dans la structure. Et comme celle-ci est désormais remplie de combustible gazeux et que les autres éléments solides (ici, le second canapé) sont désormais « pré-chauffés », la propagation va être rapide.

Alors que les sapeurs-pompiers auraient eu le temps d'agir si le feu était resté dans sa phase d'attente, ils n'en ont désormais plus la capacité d'autant que, pris dans une logique de vitesse, ils ouvrent les portes assez rapidement et accroissent la ventilation du foyer.

Trois sortes de locaux

Une analyse de la situation initiale, nous montre que la structure est composée de trois sortes de locaux:

- Le local en feu
- Les locaux enfumés
- Les locaux sains

Le local en feu

Il ne permet pas la survie. La température et la présence de gaz toxiques provoquent le décès en quelques instants. Or, nous constatons que la situation thermique et le plafond de fumée sont tels que 2 minutes après le début de la simulation, toute survie est déjà impossible dans ce local. Les personnes présentes dans une telle zone sont donc décédées bien avant l'arrivée des secours.

Les locaux enfumés

Dans notre exemple, c'est le cas du couloir. La température n'y est pratiquement plus supportable, et la présence de gaz toxiques y interdit la survie.

En plus, la fumée étant inflammable, le local enfumé est un local où le feu va se propager dès qu'il en aura l'occasion. Dans ce type de local, les chances de survie sont pratiquement nulles et la situation risque de devenir rapidement incontrôlable à cause de l'inflammation des fumées.

Les locaux sains

Ce sont les locaux dans lesquels la pénétration des fumées est nulle ou réduite. Les victimes qui s'y trouvent sont encore vivantes. Qu'elles soient conscientes ou inconscientes, leurs chances de survie sont assez élevées: lorsqu'elles tombent inconscientes, les victimes chutent au sol donc dans une zone assez fraîche, et leur respiration se ralentit. Les gaz toxiques, chauds, sont en hauteur. Les victimes sont donc dans une ambiance avec assez peu de chaleur et assez peu de toxicité et en plus elles sont éloignées de cette zone chaude et toxique.

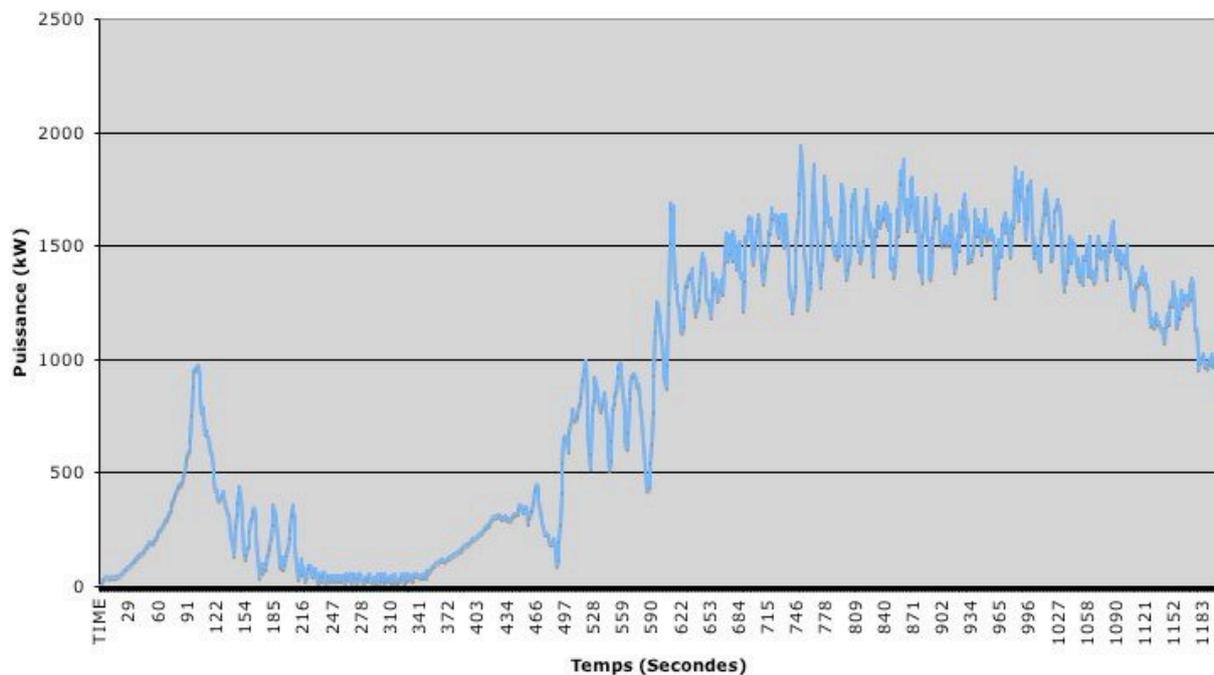
Concrètement, dans notre exemple, si elles sont encore vivantes 8 minutes après le départ de l'incendie, cela signifie qu'elles sont dans des conditions « acceptables » et les faire « attendre » 30 secondes ou une minute de plus ne changera pas grand chose à leur état de santé.

Une attaque assez facile

Alors que nous venons de voir que le sauvetage sans attaque était, dans ce cas, voué à l'échec, nous allons nous rendre compte qu'à l'inverse, l'attaque était très facile.

Nous savons que le feu de structure est rapidement contrôlé par le comburant. Si l'apport de comburant est important, le feu atteint rapidement le flashover et ce phénomène se produit avant l'arrivée des secours. Si le flashover n'a pas eu lieu, c'est que la ventilation est insuffisante. Mais cela veut également dire qu'à l'arrivée des secours, le feu a fréquemment une ampleur relativement faible et qu'il est donc possible de l'attaquer et de le vaincre assez facilement (en tout cas, beaucoup plus facilement que s'il était bien ventilé).

Regardons la courbe de puissance thermique de notre simulation, en observant cette puissance aux différents moments.



Evolution de la puissance thermique générale, en fonction du temps.

De 0 à 90 secondes environ, le feu progresse rapidement. Il consomme le comburant disponible dans la pièce et le couloir

De 90 à 480, ayant consommé le comburant présent dans le local (pièce A) et le couloir, le feu ne peut plus compter que sur le comburant qui arrive par la fenêtre. Celle-ci étant assez petite, il y a alors alternance entre l'apport de comburant et l'extraction des gaz chauds. Un cycle de « respiration » se met en place, parfaitement visible. Mais globalement, la puissance baisse.

A 480 secondes, la porte d'entrée est ouverte. En premier, il y a extraction rapide des gaz chauds et donc diminution de la puissance thermique globale.

A 497 secondes, donc environ 20 seconde plus tard, les gaz chauds ayant été extraits, l'apport de comburant commence à se faire sentir et il y a brusque remontée de la puissance. Celle-ci n'augmente pas beaucoup et à 540 secondes, il y a ouverture de la porte 3 (pièce de droite) et la chaleur s'engouffre donc dans cette pièce. Mais tout comme lors de l'ouverture de la porte d'entrée, l'apport du comburant présent dans la pièce B, se fait rapidement sentir

A 620 secondes, la puissance thermique augmente et ne cessera plus d'augmenter. Elle reste à peu près stable jusqu'au vers 1000 secondes, puis commencera à baisser, faute de combustible.

C'est la seule entorse à la réalité car dans une habitation correctement meublée, la puissance aurait continué à monter. Or ici, nous n'avons que deux canapés, et aucun autre élément combustible ce qui est largement sous-estimé, par rapport à ce que de tels locaux peuvent contenir dans la réalité.

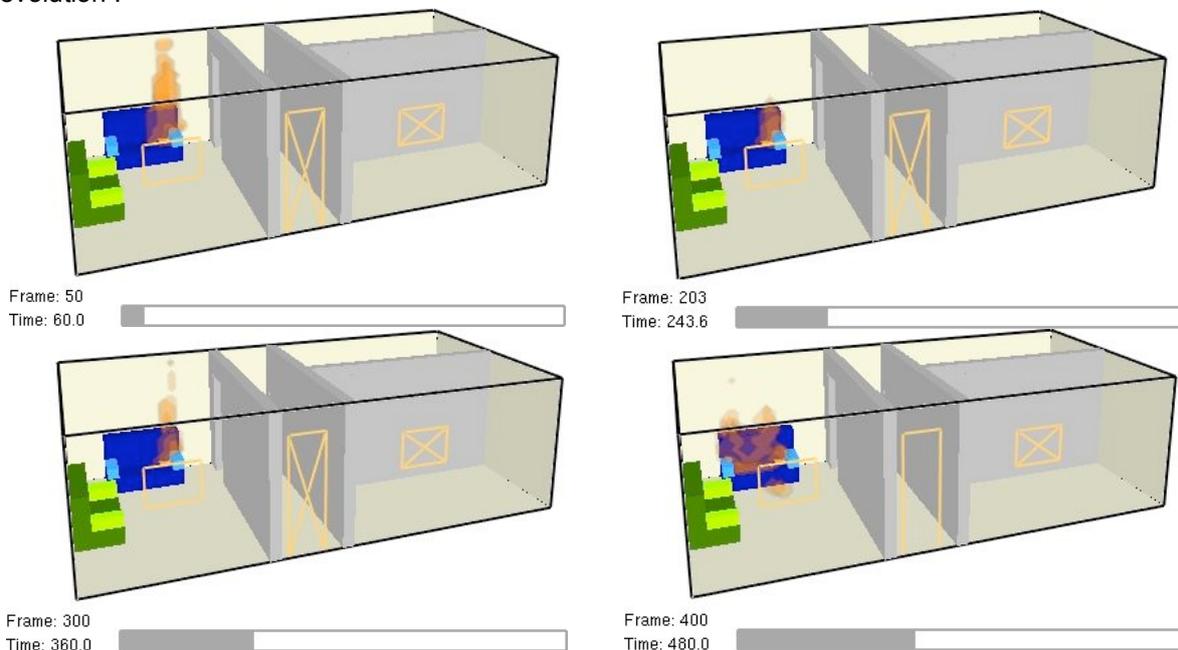
Ce qui est intéressant, c'est de constater qu'au moment de l'ouverture de la porte 3, donc à 540 secondes, nous sommes très loin du maximum de puissance : en entrant dans le couloir avec une lance et en se dirigeant résolument vers le feu pour l'attaquer, les sapeurs-pompiers se seraient trouvés devant un feu de faible puissance. Mieux, si cette opération avait été menée en refermant la porte d'entrée sur le tuyau, la puissance « à combattre » aurait été aussi faible que celle du cycle d'alternance entre $T=120$ et $T=430$. Deux ou trois coups de lance auraient suffi pour réaliser l'extinction.

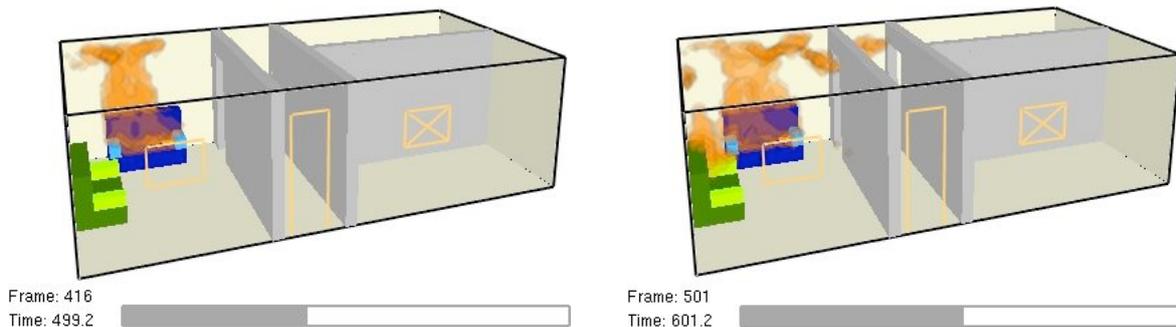
Or, si un incendie produit une très grande quantité de fumée, la présence de celle-ci vient essentiellement du renouvellement de cette production de fumée: si le feu est éteint, la production de fumées s'arrête.

Il suffit alors d'ouvrir en grand la porte d'entrée pour évacuer rapidement les fumées. En associant cette opération à une extraction des fumées par effet de Venturi au niveau de la fenêtre, la structure peut-être totalement désenfumées en 1 à 2 minutes maximum.

La pénétration dans les autres pièces peut alors se faire très rapidement, avec accès à des victimes qui n'ont jamais subi la chaleur, ni la forte concentration de gaz toxiques.

Une visualisation de la dimension des flammes au long de la simulation, permet de mieux comprendre l'évolution :





Sur les 4 premières images, le feu reste de petite taille. Il est dans son cycle d'alternance, n'étant alimenté en comburant que par la petite fenêtre. A 480 secondes, la porte d'entrée (1) est ouverte mais l'effet n'est pas immédiat. A 500 secondes, soit seulement 20 secondes après l'ouverture de la porte d'entrée, le canapé est entièrement embrasé. Et à 600 secondes, soit 2 minutes seulement après l'ouverture de la porte d'entrée, donc au moment où les sauvetages sont en train d'être effectués, ce sont les deux canapés qui brûlent avec des flammes qui sortent dans le couloir !

Résumé

La situation qui apparaît ici est donc très paradoxale: alors que les secours se précipitent pour sauver, ils dégradent la situation générale, tant pour eux que pour les victimes, jusqu'à un point où les moyens hydrauliques conventionnels n'ont plus aucune chance de permettre une lutte efficace. Bien sûr, ce n'est qu'un exemple, mais qui doit faire réfléchir à la tactique à adopter, pour éviter d'avoir des sapeurs-pompiers blessés ou tués, mais également pour augmenter les chances de réussir les sauvetages.

L'attaque semble donc la solution la plus fiable: avoir une stratégie prenant l'attaque comme principe, c'est avoir une stratégie qui va avoir comme objectif de diminuer la dangerosité de la situation.

De tout ceci nous en déduisons qu'il n'est pas possible de se fier aux témoignages et que les actions de sauvetage doivent toujours être mises en œuvre. En même temps, il est matériellement impossible de limiter ces actions dans le temps car un sapeur-pompier à qui un témoin indique la présence d'une victime n'arrêtera pas sa recherche s'il ne la trouve pas à l'endroit prévu. De plus, trouver une victime ne prouve pas qu'il n'en reste pas d'autres.

A ceci s'ajoute le fait que, sauf très rares exceptions, la procédure de sauvetage avec exploration aura toujours tendance à dégrader la situation.

Liaison radio

Plus que des caméras thermiques ou des outils sophistiqués dont la majorité des sapeurs-pompiers ne sauront pas se servir, ce sont les équipements radios qui permettront l'optimisation des actions. Nul besoin de radios compliquées, de bandes de fréquences particulières: le rayon d'action des radios peut se limiter à quelques dizaines de mètres, mais en tout cas, les intervenants dans la structure doivent toujours communiquer avec ceux qui sont à l'extérieur. Dans ce cas, dès que les attaquants s'aperçoivent qu'ils prennent le dessus, ils peuvent prévenir les autres équipes qui pourront alors commencer les sauvetages.

La ventilation

Appelée Ventilation Opérationnelle, Ventilation à Pression Positive (VPP), ou simplement Ventilation, cette méthode consiste à utiliser un ventilateur pour souffler dans la structure et déplacer les fumées. Cette solution étant de plus en plus utilisée, nous allons essayer d'imaginer son usage dans le cadre de notre exemple, et surtout de définir les avantages de ce système.

Dans le cadre des feux de locaux la ventilation aura deux avantages principaux et des avantages « bonus ». Nous appellerons « avantages bonus » les effets positifs de la ventilation, sans que ces effets soient toujours présents. S'ils le sont, tant mieux ! Mais à eux seuls ils ne constituent pas d'arguments suffisants en faveur de la ventilation.

Les points principaux

Dans un local, la chaleur est associée à la fumée. En schématisant, il y a donc des zones avec chaleur et fumée et des zones sans chaleur ni fumée.

Le premier usage de la ventilation va consister à agir sur les zones avec chaleur et fumées. Dans ce cas la ventilation sera utilisée pour favoriser l'attaque, en éloignant les fumées (donc la chaleur) des intervenants. Ceux-ci seront dans une atmosphère plus saine, pourront progresser plus rapidement et réussir plus facilement leur attaque, dans un délai plus court. Dans cet usage, la ventilation va donc dans le sens de la démarche que nous avons déduite de notre analyse : attaquer pour sauver.

Par rapport à une attaque sans ventilation, l'attaque avec soutien d'un ventilateur permettra une attaque plus rapide, ou une attaque plus efficace (dans le cas par exemple d'un foyer assez grand qui aurait posé des problèmes sans ventilation).

Note : dans le cas d'un mauvais usage des lances, le surplus de vapeur pourra également être évacué par la ventilation.

Le second usage de la ventilation concerne la protection des zones non-enfumées. Dans cette méthode, il faut souffler dans cette zone pour la mettre en surpression. Les fumées étant issues d'un local en feu, elles sont dans une zone en surpression par rapport aux locaux sains, qui sont alors des cibles de choix pour les fumées. En mettant ces locaux en surpression, la ventilation les protège contre la pénétration des fumées. Les victimes peuvent rester plus longtemps à l'abri, en attendant que l'évacuation se mette en place ou que l'attaque soit terminée. Nous restons en accord dans notre logique : attaquer pour sauver, avec cette fois la possibilité de réussir une attaque, même si elle est plus longue, puisque la survie des victimes est favorisée. Nous n'essayons donc pas de prendre le feu de vitesse, mais nous nous donnons un peu plus de temps pour le combattre.

Les points « bonus »

A eux seuls, les points principaux justifient déjà largement l'usage de la ventilation. Il existe cependant d'autres points positifs, des « bonus ». Mais nous allons voir qu'ils ne doivent pas être présentés comme des raisons d'usage de la ventilation car dans la réalité ils ne se produiront pas systématiquement.

1. La ventilation relève le plafond de fumée et en facilite l'extraction. Une victime au sol est donc supposée recevoir un peu d'air frais.
2. Même à une grande distance de l'entrée d'air, il a été constaté une diminution rapide et importante du taux de monoxyde de carbone

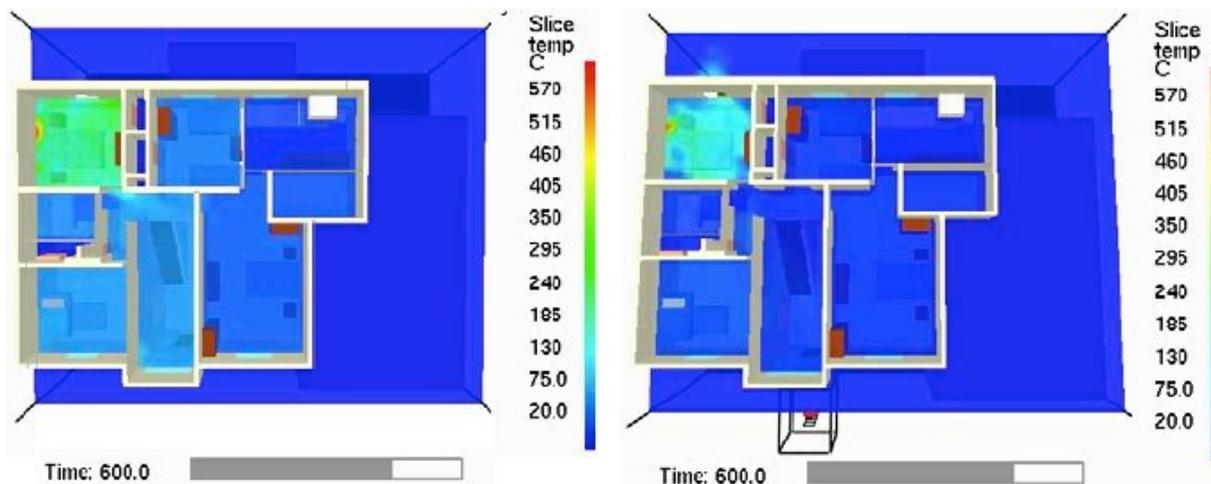
Ces deux arguments sont exacts : l'extraction des fumées remonte le plafond de celles-ci, et la diminution du taux de monoxyde carbone est avéré. Cependant, ces deux arguments portent sur des améliorations de condition pour des victimes présentes dans des zones enfumées. Or, nous savons que dans ces zones, les chances de survie sont quasiment nulles. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, soit les victimes sont dans les zones en feu ou enfumées et, bien avant l'arrivée des secours, elles sont décédées si elles n'ont pas eu la possibilité de s'échapper, soit les victimes sont dans des zones protégées. Or la seule et unique solution pour une victime de se protéger efficacement des fumées, c'est de s'enfermer dans un local. Et dans ce cas ce local étant fermé, la ventilation ne pourra pas agir dessus.

Nous le constatons d'ailleurs sur les essais réalisés par le NIST, et modélisés sous FDS. En toute logique, l'amélioration des conditions est sensible dans les zones ouvertes donc les zones en feu ou enfumée. Cette amélioration des conditions est donc sensible pour les sapeurs-pompiers qui peuvent ainsi réaliser une attaque plus rapide et efficace.

Simulation de la ventilation sous FDS

Cette simulation a été réalisée sous FDS dans le cadre d'une étude du NIST sur la ventilation [26] Dans cette étude, des feux réels ont été réalisées, puis modélisées sous FDS afin d'en valider la qualité de calcul.

Les graphismes ci-dessous représentent les effets de la ventilation naturelle et de la ventilation « à pression positive » sur une maison, avec un étage. Le feu prend dans la chambre, située à l'étage, dans l'angle haut-gauche. La fenêtre de cette chambre est ouverte, tout comme la porte en bas de l'escalier. Le ventilateur est placé en bas de l'escalier donc au niveau de la porte d'entrée.



Température au bout de 10 minutes de simulation. A gauche, ventilation naturelle, à droite, ventilation « à pression positive ». Nous constatons une nette amélioration dans le local impliqué, ainsi que dans le couloir donc dans des zones qui sont soit en feu, soit qui communiquent avec le local en feu. La pièce en bas à gauche est également concernée par cette amélioration de la situation, ce qui est logique puisque sa porte est entre-ouverte (peu visible sur l'illustration). Par contre, les pièces situées à droite, dont les portes sont fermées, ne sont pas sensibles à cette ventilation.

Comme nous l'avons donc précédemment indiqué, la ventilation va avoir un impact important sur des zones où la survie est de toutes façons compromise. Elle ne va pas faciliter directement la survie des victimes, mais va faciliter les conditions d'attaque, augmenter les chances de réussite de celle-ci donc diminuer le délai d'extraction des victimes, ceci à condition de toujours suivre notre logique : « attaquer pour sauver » et non pas « attaquer ou sauver ».

Note : la simulation du NIST montre également que si les locaux autres que celui en feu, subissent globalement un impact bénéfique de la ventilation (à condition qu'ils soient ouverts), le local en feu peut parfois voir ses conditions s'améliorer puis de dégrader. Ainsi, à 300 secondes (5 minutes), le local en feu (chambre à coucher) est plus froid dans le cadre de la VPP qu'avec la ventilation naturelle. Par contre, à 400 secondes (2 minutes plus tard) c'est l'inverse qui se produit. Dans ce cas, la VPP a donc diminué les chances de survie dans ce local. Mais cela n'a aucune importance puisque dans tous les cas la survie y est impossible ! Il n'y a donc pas ici de contre-indication à la ventilation, bien au contraire.

Un bon usage...

La ventilation nécessite un apprentissage poussé et surtout une attention de chaque instant. Il serait tentant de se dire qu'avec la ventilation, il serait possible de sauver sans attaquer. Ce serait une grave erreur d'abord parce que la ventilation n'impacte efficacement que des zones de faible survie et ensuite parce qu'en cas de problème sur le ventilateur, c'est la survie immédiate de tous les intervenants qui est compromise.

Par contre, utiliser la ventilation dans la logique tactique que nous avons précédemment décrite (« attaquer pour sauver ») va sensiblement augmenter les chances de réussite de l'opération.

Elle est donc un atout de plus, un outil complémentaire dans une boîte à outil. Sur opération, il ne faudra pas se focaliser sur un seul outil, mais savoir judicieusement choisir celui qui est le mieux adapté (VPP, ventilation naturelle, anti-ventilation...) quitte à changer en cours d'utilisation, si le résultat n'est pas celui escompté.

George Cajaty Barbosa Braga, Solid State Physics, PHD, de l'Universidade de Brasília (Brésil) et chercheur pour le Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal a montré cette complexité en réalisant 4 simulations parallèles : même structure bâtementaire, même feu, placé au même endroit. Les quatre cas simulés sont les suivants :

- Ventilation par « pression positive » avec sortant réalisé dans le local en feu
- Ventilation naturelle avec sortant réalisé dans le local en feu

- Ventilation par « pression positive » avec sortant réalisé dans un local à côté de celui en feu
- Ventilation naturelle avec sortant réalisé dans un local à côté de celui en feu

Le meilleur résultat est celui de l'essai 1 (VPP sur sortant dans le local), mais toute la complexité de la manœuvre apparaît lorsque que l'on constate que le résultat obtenu avec la ventilation à pression positive, mal utilisée (sortant mal placé) est sans nul doute le plus mauvais des quatre !

La ventilation est donc une excellente technique, pour laquelle il convient de réaliser un apprentissage très sérieux, ce qui permettra d'en tirer de très grands bénéfices, en toute sécurité.

Une approche tactique globale

De toute cette étude, nous déduisons un mode d'action simple, applicable sur pratiquement toutes les situations de feux de locaux (appartement, villa...).

Tactique de base

Un positionnement basé sur les 4 zones, qui garanti une situation adéquate des secours, leur garantit des possibilités de sortie (échelle sur les étages, dégagement autour de la structure), une gestion de l'évolution de la situation, le repos des intervenants, la gestion des renforts etc...

Un système de sauvetage prenant en compte 2 cas précis et une situation « floue »:

- Les victimes visibles, accessibles par des moyens aériens, qui doivent donc être secourues en priorité
- Les victimes visibles sur des zones de plain-pied, qui peuvent faire l'objet d'un dégagement d'urgence

Dans tous les autres cas, il faut supposer la présence de victimes et le doute doit leur profiter. Les indications des témoins peuvent servir à diriger prioritairement les recherches sur un lieu, mais ne peuvent servir à déterminer le nombre de victimes à secourir. Le sauvetage devra être assuré sans dégradation de la situation et ne sera terminé que lorsque toute la structure aura été visitée. Dans ce cas, c'est l'attaque qui prime car elle seule pourra stopper la dégradation de la situation et plus l'attaque progressera, plus le temps disponible pour le sauvetage augmentera, tout comme les chances de survie des victimes.

Avec une équipe nombreuse, l'attaque et les sauvetages peuvent être menée de front, à condition que les sauvetages se déroulent sur une zone située entre le feu et la sortie.

Si le sauvetage implique de passer devant le feu (cas de notre simulation) ou qu'il doit se faire en étage avec feu au niveau inférieur (cas du Bronx), il faudra mettre le maximum de moyens pour l'attaque car laisser le feu progresser dans une telle situation, c'est diminuer les chances d'extraction des victimes et mettre en grand danger les équipes de sauvetage.

Des liaisons radios efficaces peuvent permettre une optimisation des actions en indiquant la progression de l'attaque et la réussite de celle-ci. Cela permet la mise en œuvre des actions de sauvetage dès que le feu commence à être maîtrisé, en faisant néanmoins attention à ce que les sauvetages n'apportent pas de comburant au foyer, ce qui implique une gestion prudente de toutes les ouvertures !

Avec une équipe réduite (toujours pour les victimes non-visibles), c'est l'attaque qui sera prioritaire. Si durant leur progression les intervenants trouvent une victime, il leur suffira d'appeler une équipe de renfort, qui s'occupera d'extraire la victime tandis que l'attaque se poursuivra. Dans le cas de situation très dégradées telles que nous les rencontrons sur certains secteurs (3 ou 4 sapeurs-pompiers), c'est l'officier commandant l'intervention (équipé évidemment d'un appareil respiratoire et d'une tenue de feu) qui pourra pénétrer dans la structure et procéder à l'extraction de la victime désignée par l'équipe d'attaque. Son action pourra alors s'apparenter à un dégagement d'urgence puisque la victime sera localisée et que ce dégagement sera protégé par les moyens hydrauliques de l'équipe d'attaque.

En tout état de cause, l'équipe d'attaque doit se contenter de sa mission d'attaque : en ressortant avec la victime, donc en arrêtant l'attaque, elle laisserait le foyer prendre de l'ampleur, condamnant les autres victimes potentielles, dont la présence ou l'absence ne peuvent jamais être prouvées tant que la totalité des locaux n'a pas été visitée.

Le déblai

Le déblai mérite une attention particulière car c'est un moment durant lequel l'attention est relâchée. Outre le fait que de nombreux matériaux relâchent les gaz toxiques en refroidissant, le déblai est également le moment où les déplacements se font dans une structure fragilisée.

La conservation de moyens hydrauliques, le port de la tenue de feu avec appareil respiratoire sont des points essentiels. Ne pas oublier que les smoke-explosion se produisent assez souvent durant les déblais [8].

A noter aussi que le déblai, consistant à tout sortir d'une structure, pose de très gros problèmes lors des enquêtes. L'utilisation judicieuse des moyens hydrauliques [2] [7] évitera de provoquer de trop gros dégâts et le déplacement des objets ne devra se faire qu'en cas de réelle nécessité et en accord avec les autorités de Police.

Conclusion

En procédant non pas à l'analyse d'une intervention, mais de plusieurs, et en réalisant une modélisation informatique, nous obtenons une vue d'ensemble des problèmes. Les solutions qui en découlent et qui sont présentées ici, pourront certainement être améliorées, mais constituent déjà un progrès important dans l'approche qu'une équipe incendie pourra avoir des feux de locaux.

Utilisé dans le cadre de feux d'habitations, le positionnement des engins permettra une vue d'ensemble et une garantie de sécurité. Le choix des actions pourra augmenter les chances de réussite des sauvetages, sans accroître la mise en danger du personnel.

Il n'en reste pas moins qu'un entraînement de toute l'équipe est nécessaire, ne serait-ce que pour estimer correctement les distances et mettre en œuvre rapidement des moyens hydrauliques permettant de mener à bien les différentes actions.

Ceci étant, cette analyse doit inciter à une profonde réflexion, en prenant bien en compte le point suivant : il est hors de question d'opter pour un choix entre le sauvetage et l'attaque, mais plutôt de voir ses actions comme étant complémentaires. Ce n'est pas « **sauver ou attaquer** », mais « **attaquer pour sauver** ».

Note sur le feu du Bronx

Le rapport d'enquête relatif à l'accident du Bronx, est disponible depuis peu (Janvier 2007). Il suggère un ensemble d'améliorations, qui ne sont pas sans rappeler ce que nous avons décrit tout au long de ce document :

- Etudier et suivre les directives opérationnelles pour les feux de structure, pour s'assurer que les sapeurs-pompiers opérant dans des zones à risques aient toujours des moyens hydrauliques actifs.
- S'assurer que les sapeurs-pompiers réalisant des opérations à l'intérieur de la structure, puissent informer leur chef de la progression des actions
- S'assurer que la continuité de l'équipe soit maintenue durant les opérations
- Développer des directives opérationnelles pour les cas de vent important
- Fournir aux sapeurs-pompiers des équipements de sécurité tels que des cordes, et réaliser des entraînements sur les secteurs avec risque de feu en hauteur.

Ce dernier cas est associé à des conseils sur les procédures de type « Mayday » [21].

Bibliographie

1. « Les fumées » - David Cuttelod
2. « Eau et feu ». Estimation des besoins en eau dans le cadre de la lutte contre les feux de locaux (Pourquoi la LDT suffisait et ne suffit plus) - flashover.fr - 2005
3. « Les PRF – Tour d'horizon de tous les phénomènes » – Article flashover.fr - 2007
4. « Kit pédagogique mini-maison » - flashover.fr – 2006
5. « Fire Computing »- Module de calcul – flashover .fr - 2004
6. « Greg Jakubowski et Mike Morton "Rapid Intervention Team" (Fire Protection Publication - Oklahoma State University)
7. « Jet - Débit - Action » - PL Lamballais & Franck Gaviot-Blanc – 2006-2007
8. « Fumées blanches : dangers ! » Article – flashover.fr - 2005
9. « 3 Person Crewing » Paul Grimwood – firetactics.com - 2006

10. « Backdraft de l'Eglise St John (Illinois) » - Article flashover .fr - 2004
11. « La lecture du feu » - Shan Raffal – Traduction flashover.fr - 2004
12. « Le Forced-draft »- Article flashover.fr - 2006
13. « Voies d'air et progression rapide du feu » P . Grimwood - Traduction F. Gaviot-Blanc
Traduction de l'article « Pathways associated with rapid fire progress »
14. « Se repérer face à un bâtiment » - Article flashover.fr - 2006
15. « Anatomie d'un backdraft » - PL Lamballais
16. « The NIST Station Nightclub Fire Investigation: Physical Simulation of the Fire » par Daniel Madrzykowski, Nelson Bryner, et Stephen I. Kerber Fire Protection Engineering -
http://www.fpemag.com/archives/article.asp?issue_id=37&i=245
17. <http://www.nist.gov/fds/>
18. Université de Corté (France)
19. « Le froid et les phénomènes thermiques » - flashover.fr – 2006
20. « Modèle numérique simple pour évaluer le risque de Backdraft » - Christian Pérez Jiménez -
Article flashover.fr - 2006
21. « Initiation au RIT » – Groupe de Travail TSS
22. « Rapid Intervention Teams » par Greg Jakubowski et Mike Morton. Fire Protection
Publications / Oklahoma State University.
23. Guide Nationale de Référence AFPS – Ministère de l'Intérieur - France
24. Guide Nationale de Référence Premiers Secours en Equipe – Ministère de l'Intérieur - France
25. Cours sur FDS/Smokeview - flashover.fr 2007
26. Evaluation of the Ability of Fire Dynamic Simulator to Simulate Positive Pressure Ventilation in
the Laboratory and Practical Scenarios par Stephen Kerber (BFRL – NIST Gaithersburg, MD
20899-8661 - Avril 2006)

L'auteur



Etude et rédaction: Pierre-Louis LAMBALLAIS. Etudie les Progressions Rapides du Feu (PRF) depuis le début 2001. Auteur de traductions pour le site Firetactics.com (Paul Grimwood, Shan Raffel...) et de documents techniques, il a formé des sapeurs-pompiers Français et étrangers sur les phénomènes thermiques, dans le cadre des échanges d'Experts Européens. Il participe aujourd'hui à la conception de systèmes flashover multi-caissons et aux formations sur ces systèmes. Responsable du site flashover.fr., il est joignable à l'adresse : pl.lamballais@flashover.fr

Merci à nos amis Français (professionnels, volontaires et militaires), Belges, Suisses, Luxembourgeois, Canadiens et Brésiliens qui ont permis la rédaction de ce document, par leurs conseils, leurs documents, leurs expériences (heureuses ou parfois malheureuses), leurs photos ou simplement par leur présence.

Restez prudents !

/* Fin - © flashover.fr – Février 2007 */